



# 52. Wissenschaftliche Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin

14. - 17. März 2012 | Göttingen

## Hauptthemen

- Allergien in Beruf und Umwelt
- Medizinische und berufliche Rehabilitation

## Dokumentation



### in Zusammenarbeit mit:

Universitätsmedizin Göttingen (UMG)

Georg-August-Universität Göttingen

Verband Deutscher Betriebs- und Werksärzte e.V. - Berufsverband Deutscher Arbeitsmediziner -

Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV)

Informationsverbund Dermatologischer Kliniken (IVDK)

ISBN-Nr.: 978-3-9811784-6-3

### Vorträge

#### Rehabilitation I

- V2 **Susanne Rausch**, Sebastian Pfeiffer, Anke Görlitz, Ernst Hallier, Gerhard Rauls, Astrid Heutelbeck
- S. 34 Lungenfunktion und Arbeitsfähigkeit von atemwegssymptomatischen Patienten mit und ohne Haustierhaltung zu Beginn einer stationären medizinischen Rehabilitationsmaßnahme
- V3 **Uta Ochmann**, Jessica Kellberger, Nicola Kotschy-Lang, Wolfgang Raab, Dennis Nowak, Rudolf A. Jörres
- S. 37 Ist eine Prädiktion der Trainingsbelastung in der Rehabilitation von Patienten mit pneumologischen Erkrankungen möglich? – Beziehungen zwischen maximaler Ergometerleistung und 6-Minuten-Gehtest
- V4 **Thomas Rebe**, Renate Wrbitzky, Michael Spallek
- S. 42 Verbessertes Schnittstellenmanagement zwischen Arbeits- und Rehabilitationsmedizin: Der JobReha Kurzentlassungsbericht
- V5 **Britta Herbig**, Jürgen Glaser, Peter Angerer
- S. 45 Arbeitsförderung mit gesundheitlicher Ausrichtung für ältere Langzeitarbeitslose – Ergebnisse einer kontrollierten randomisierten Studie zur Wirksamkeit
- V6 **Mechthild Heinmüller**, Heribert Limm, Katrin Horns, Karin Seeger, Harald Gündel, Peter Angerer
- S. 49 Effekte eines partizipativen Gesundheitskompetenztrainings auf die subjektive Gesundheit von Menschen in Langzeitarbeitslosigkeit

### Biomonitoring

- V7 **Thomas Göen**, Karl-Heinz Schaller, Hans Drexler
- S. 52 Erfahrungen aus der externen Qualitätssicherung für arbeits-medizinische Biomonitoringuntersuchungen
- V8 **Tobias Weiß**, Swetlana Meier, Stephan Koslitz, Birgit Schindler, Holger M. Koch, Heiko Udo Käfferlein, Thomas Brüning
- S. 56 Innere Belastung mit N-Methyl-2-pyrrolidon (NMP) und N-Ethyl-2-pyrrolidon (NEP) bei Lackierern aus der Automobilindustrie und beruflich nicht exponierten Kontrollen
- V9 **Chantal Mach**, Hans Drexler, Thomas Göen
- S. 60 Neue Untersuchungsergebnisse zur Belastung der Allgemeinbevölkerung mit Organophosphat-Flammschutzmitteln
- V10 **Dirk Walter**, Franziska von Helden, Udo Knecht, Hans Drexler und Thomas Göen
- S. 65 Aktuelle toxikokinetische Daten zur Etablierung eines Biomonitorings für 1,4-Dioxan
- V11 **Leng, Gabriele**, Gries, Wolfgang, Riedel, Walter
- S. 67 Biomonitoring im Rahmen der arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchung G 27 am Beispiel von Hexamethylen-1,6-Diisocyanat (HDI)

### Atemwegsallergien

V13 **Lygia T. Budnik**, Alexandra M. Preisser, Xaver Baur

S. 72 Spezifische Diphenylmethan-4,4'-diisocyanate-IgE Antikörper unterstützen die Isocyanatasthma Diagnose

V14 **Astrid Heutelbeck**, Anke Seeckts, Bianca Rohland, Martina Lange, Ernst Hallier, Klaus Schmid, Hans Drexler, Lorenz Armbruster

S. 76 a Vergleich verschiedener Methoden zur Messung der Staub- und Allergenexposition in der Labortierhaltung

V16 **Marcus Oldenburg**, Xaver Baur

S. 77 Allergien gegen grüne Kaffeebohnen beim Hafenumschlag

V17 **Kirsten Sucker**, Dirk Pallapies, Jürgen Büniger, Thomas Brüning

S. 80 Reizstoff-Forschung: Methoden zur Charakterisierung der „Empfindlichen“

V19 **Ulrich Bolm-Audorff**, Claudia Teuffel-Schilling, Gabriela Petereit-Haack, Joachim Hirt, Andreas Seidler

S. 83 Häufigkeit und Lokalisation der Gonarthrose bei Beschäftigten mit beruflicher Kniegelenksbelastung

### Gelenke

V22 **E. M. Wanke**, D. A. Groneberg

S. 87 Partner oder Boden...? - Zur Bedeutung exogener Faktoren bei der Entstehung akuter Verletzungen im professionellen Bühnentanz

Infektionskrankheiten, Mutterschutz

V25 **Nenad Kralj**, Anneke Heinich, Friedrich Hofmann

S. 90 Sicherheitstechnische Anforderungen an die Arbeitsplätze in Tageseinrichtungen für Drogenabhängige mit Konsumraum

V26 **Friedrich Hofmann**, Britta Nolte, Nenad Kralj

S. 93 Zur Häufigkeit von möglichen Blutkontakten bei zahnmedizinischem Personal

V27 **Uta Ochmann**, Caroline Herr, Barbara Pawlitzki, Alexander zur Mühlen

S. 96 Systematischer Review: Schwangerschaft und MRSA – Was kann für den Mutterschutz im Gesundheitsdienst abgeleitet werden

V28 **Sabine Wicker**, Astrid Bühren, Bettina Toth

S. 101 Mutterschutz im Gesundheitswesen: Kann eine Schwangere invasiv tätig sein?

V29 **Sebastian Straube**, Manfred Voigt, Ernst Hallier

S. 103 Mütterlicher Beruf und perinatales Outcome – Analysen der deutschen Perinatalerhebung

V30 **Gabriela Petereit-Haack**, Faralda Süß, Beate Catrein, Ulrich Bolm-Audorff

S. 105 Infektionsgefährdung von Klär- und Kanalarbeitern

### Atemwegsallergie II

V31 **Ingrid Sander**, Ursula Meurer Rolf Merget, Vera van Kampen, Monika Raulf-Heimsoth, Thomas Brüning

S. 109 Sind Sensibilisierungen gegen Insektenallergene bei Bäckern häufiger als in anderen Berufen?

V32 **Vera van Kampen**, Nicola Kotschy-Lang, Horst Müsken, Vera Mahler, Sybille Schliemann, Uta Ochmann, Margitta Worm, Rolf Merget, Frederic de Blay, Ilenia Folletti, Peter Kobierski, Gianna Moscato, Mario Olivieri, Santiago Quirce, Joaquim , Jolanta Walusiak-Skorupa, Monika Raulf-Heimsoth, Thomas Brüning

S. 112 Vergleich und Bewertung kommerzieller Pricktestlösungen für die Diagnostik des Bäckerasthmas im Rahmen der europäischen Multicenter-Studie STADOCA

V33 **Kathrin Müller**, Petra Wagner, Marcel Groß, Nicola Kotschy-Lang

S. 116 Körperliche Leistungsfähigkeit und psychische Komorbidität bei Patienten mit berufsbedingten Lungen- und Atemwegs-erkrankungen in der stationären Rehabilitation

V34 **Katja Radon**, Jessica Kellberger, Ssabine Heinrich, Astrid Peters, Christian Vogelberg, Jon Genuneit, Gudrun Weinmayr, Erika von Mutius, Dennis Nowak

S. 120 SOLAR II – Prädiktion des Verlaufs von Atemwegserkrankungen bei jungen Erwachsenen

V35 **Sabine Heinrich**, Jessica Kellberger, Astrid Peters, Christian Vogelberg, Jon Genuneit, Gudrun Weinmayr, Erika von Mutius, Dennis Nowak, Katja Radon

S. 124 SOLAR II – Berufsbedingte Atemwegserkrankungen – nach welcher Expositionsdauer treten sie bei jungen Erwachsenen auf?

V36 **Rolf Merget**, Vera van Kampen, Rudolf Schierl, Monika Raulf-Heimsoth, Thomas Brüning

S. 128 Nicht-invasive Untersuchungsverfahren in Arbeits- und Urlaubszeiten bei Arbeitern mit allergischem Berufsasthma nach Expositionsreduktion

## Inhalt

---

Haut, Lymphorgane

V37 **Madeleine Dulon**, Albert Nienhaus

S. 132 Hauterkrankungen bei Beschäftigten im Gesundheitsdienst

V38 **Gabriele Petereit-Haack**, Wolfgang Riedel, Ulrich Bolm-Audorff

S. 136 Interventionsstudie bei Auszubildenden im besonders hautgefährdenden Friseur-Beruf

V39 **Gintautas Korinth**, Thomas Jäger, Franklin Kiesewetter, Kathrin Dennerlein, Thomas Göen, Hans Drexler

S. 141 Ein Ex-vivo-Humanhautmodell zur Untersuchung der Hautschädigung durch Flusssäure

V40 **Bernd Roßbach**, Adrian Niemietz, Peter Kegel, Stephan Letzel

S. 146 Aufnahme von Permethrin bei Verwendung von permethrinbehandelter Forstschutzbekleidung

V41 Jürgen Bünger, Götz Westphal, Nina Rosenkranz, Thomas Brüning, Michael Müller, Ernst Hallier Olaf Schröder, Jens Schaak, Christoph Pabst, Axel Munack, Jürgen Krahl

S. 150 Emissionen und biologische Effekte bei Verbrennung von hydriertem Pflanzenöl (hydrotreated vegetable oil, HVO) und Jatrophamethylester (JME) in einem Dieselnutzfahrzeugmotor.

V42 Peter Morfeld, Kurt Ulm

S. 153 Benzol und NHL – Erkenntnisse aus epidemiologischer Sicht

### Arbeitstoxikologie

V43 **Monika Gube**, Thomas Schettgen, André Esser, Joseph Neulen Thomas Kraus

S. 156 Nachweis von PCBs im Blut in Abhängigkeit von Expositionsdauer und Tätigkeit sowie Effekte auf die Schilddrüse – erste Auswertungen einer Langzeitstudie

V46 **Axel Muttray**, Anais Breitingner, Elisabeth Goetze, Britta Geißler, Thomas Schnupp, Thomas Kaufmann, Martin Golz, Stephan Letzel

S. 159 Zur Validierung eines PKW-Fahrsimulators für arbeitsmedizinische Fragestellungen: Pilotstudie mit Ethanol

V48 **Horst Christoph Broding**, Birger Jettkant, Christian Monsé, Kirsten Sucker, Jürgen Bünger, Thomas Brüning

S. 162 Untersuchung von Effekten unter CO<sub>2</sub>-Expositionen bei bergmännischen Arbeiten unter Tage oberhalb des Arbeitsplatzgrenzwertes (AGW)

### Betriebliches Gesundheitsmanagement

V49 **Dieter Müller**, Birgit Emmert, Arne Göring, Martin Krüssel, Karin Reimers

S. 166 Betriebliches Gesundheitsmanagement (BGM) – Implementierung im universitären Bereich als ressourcen- und zielorientierter Verbesserungsprozess

V51 Stefan Sammito

S. 169 Betriebliches Gesundheitsmanagement am Beispiel einer Adipositas-Intervention – Erkenntnisse aus 10 Jahren

V52 **Michael Schneider**, Hermann-Josef Häck

S. 172 Kosten-Nutzen-Analyse einer Maßnahme zur Betrieblichen Gesundheitsvorsorge am Beispiel "Screening Kolonkarzinom"

V54 **Michael Schneider**, Stephan Martin, Kerstin Kempf

S. 175 Das Frühstück als Alternative zum OGTT – Was ist möglich im betrieblichen Umfeld bei der Diabetes- Frühdiagnostik?

### Krebserkrankungen

V56 **Dirk Taeger**, Beate Pesch, Katarzyna Gawrych, Nadine Bonberg, Georg Johnen, Gerhard Feil, Séverine Banek, Harald Wellhäußer, Matthias Kluckert, Gabriele Leng, Michael Nasterlack, Arnulf Stenzl, Prof. Thomas Brüning und die UroScreen-Gruppe

S. 179 Eigenschaften des Markerpanels UroVysion und NMP22 im Vergleich zur Urinzytologie für die Früherkennung von Blasenkrebs. Ergebnisse der prospektiven Studie UroScreen

V57 Daniel Ovsiannikov, **Klaus Golka**, Marie-Louise Lehmann, Silvia Selinski, Meinolf Blaszkewicz, Oliver Moormann, Matthias W. Haenel, Jan G. Hengstler

S. 181 Harnblasenkrebs, polymorphe Enzyme und der Strukturwandel in einer Montanregion

### Psychomentele Belastungen im Gesundheitswesen

V62 **Ulrich Bolm-Audorff**, Claudia Teuffel-Schilling

S. 184 Häufigkeit von Hypertonie, Tachykardie, Erhöhung von LDL-Cholesterin und erhöhter Sekretion von Adrenalin und Noradrenalin bei Beschäftigten in der Kranken- und Altenpflege

V64 **Claudia Westermann**, Melanie Harling, Agnessa Kozak, Albert Nienhaus

S. 186 Interventionen zur Prävention von Burnout bei Beschäftigten in der stationären Alten- und geriatrischen Langzeitpflege – Eine systematische Literaturrecherche

## Inhalt

---

- V65 **Gabriela Petereit-Haack**, Mattias Hoffmann, Claudia Teuffel-Schilling, Joachim Hirt, Ulrich Bolm-Audorff
- S. 190 Stressparameteruntersuchung bei Ärzten: Häufigkeit von Hypertonie; Tachykardie, Hypercholesterinämie, Diabetes mellitus und erhöhte Sekretion von Adrenalin und Noradrenalin
- V66 **Luis Carlos Escobar Pinzon**, Matthias Claus, Michael Unrath, Kirsten Isabel Zepf, Stephan Letzel
- S. 194 Einflussfaktoren auf die Arbeitszufriedenheit von Hausärzten in Rheinland-Pfalz
- V68 **Jana Henry**, Swaantje Casjens, Martin Lehnert, Tobias Weiss, Benjamin Kendzia, Anne Lotz, Rainer Van Gelder, Markus Berges, Jens-Uwe Hahn, Beate Pesch, Thomas Brüning und die WELDOX-Gruppe
- S. 199 Untersuchungen zum Eisenhaushalt bei Schweißern – Ergebnisse der WELDOX-Studie
- V69 **Martin Lehnert**, Anne Lotz , Elvelyn Heinze , Jens-Uwe Hahn, Rainer Van Gelder, Tobias Weiß, Beate Pesch, Thomas Brüning
- S. 202 Interventionsstudie zur Senkung der Exposition von Schweißern – eine Folgeuntersuchung aus der WELDOX-Studie
- V70 **Liubov Barbinova**, Alexandra M. Preisser, Xaver Baur
- S. 205 Korrelation zwischen differentiellen FeNO-Parametern und pulmonalem Gas-Austausch in vormals asbestexponierten Patienten
- V71 **Michael Holbach**, Albert Nienhaus
- S. 208 Prävalenz und Übertragungsrisiken der latenten Tuberkulose-Infektion unter exponierten Beschäftigten einer Lungenfachklinik
- V72 **Albert Nienhaus**, Roland Diel
- S. 212 Tuberkulose unter Kollegen

### Lungenkrebs

V73 **Daniel G. Weber**, Georg Johnen, Oleksandr Bryk, Karl-Heinz Jöckel, Thomas Brüning

S. 215 Die zelluläre Blutfraktion als potentielle Quelle für Biomarker - Pilotstudie zur Identifizierung von microRNAs zur Diagnose von malignen Mesotheliomen

V75 **Marion Sogl**, Dirk Taeger, Dirk Pallapies, Thomas Brüning, Florian Dufey, Maria Schnelzer, Linda Walsh, Michaela Kreuzer,

S. 218 Quantitativer Zusammenhang zwischen Quarzfeinstaubexposition und Lungenkrebssterblichkeit bei Deutschen Uranbergarbeitern, 1946 - 2003

V78 **Benjamin Kendzia**, Beate Pesch, Thomas Behrens, Rainer Van Gelder, Karl-Heinz Jöckel, Hans Kromhout, Roel Vermeulen, Susan Peters, Kurt Straif, Thomas Brüning, und die SYNERGY Gruppe

S. 222 Lungenkrebsrisiko bei Schweißern in einer gepoolten Analyse von Fall-Kontroll-Studien in Europa, Kanada und Neuseeland

### Wirbelsäule, Gehör

V79 **Ulrich Bolm-Audorff**, Annetrin Bergmann, Joachim Grifka, Johannes Haerting, Kurt Georg Hering, Oliver Linhardt, Gabriela Petereit-Haack, Tobias Vaitl, Andreas Seidler

S. 234 Auswertung der deutschen Wirbelsäulenstudie zu begutachtungs-relevanten Fragen\*

V81 **Bernd Jungclaus**, Carsten Schindler, Emke Emken, Anette Wahl-Wachendorf

S. 228 Übergewicht, motorische Defizite und Bewegungstraining bei Lehrlingen der Bauwirtschaft – BELA- BAU (Bewegung und Ergonomie in der Lehrlings-Ausbildung am Bau)

V83 Sven Karstens, Ingo Froböse, Anke van Mark, Richard Kessel, **Stephan Weiler**

S. 232 Einsatz des WAI bei Rückenschmerzpatienten in Physiotherapie

V84 **Reinhard Müller**, Gerald Fleischer, Nilda Safari, Joachim Schneider

S. 236 Vergleich der Hörfähigkeit von Beschäftigten im Baugewerbe mit Piloten

V86 **Annika Clarner**, Gerald Jose, Ulrich Sax, Jürgen Krahl, Hans Drexler

S. 241 Psychotrauma und Akutintervention in Unternehmen am Beispiel kollegialer Erstbetreuung.

### Rehabilitation II

V87 **Claudia Peters**, Melanie Harling, Anja Schablon, Albert Nienhaus

S. 246 Medizinische Rehabilitation von Beschäftigten in Pflegeberufen im Vergleich zu anderen Berufsgruppen

V88 Barbara Heiden, Andreas Müller, **Matthias Weigl**, Peter Angerer

S. 251 Funktionseinschränkungen des Muskel-Skelett-Systems und Arbeitsfähigkeit von Beschäftigten in der Krankenhauspflege – Die Rolle von individuellen Bewältigungsstrategien

V89 **Eileen M. Wanke**, David. A. Groneberg

S. 256 Tanzend durch die Rehabilitation – Multidisziplinäre Strategie in der Rehabilitation im professionellen Sport am Beispiel des Bühnentanzes

V90 **Dietrich Tesch**, Bernd Hartmann, Andrea Hauck, Anette Wahl-Wachendorf

S. 259 RehaBau – Berufliche Rehabilitation bei Bauarbeitern

Schichtarbeit, Psychomentale Belastung

V91 **Andreas Otto**, Stephan W. Weiler, Marcel Schröder, Michael Spallek, Richard Kessel, Anke van Mark

S. 263 Kann man sich an Schichtarbeit gewöhnen? Schlafstörungen und Leptin und Ghrelin

V92 **Jürgen Glaser**, Britta Herbig

S. 271 Gesundheits- und kreativitätsförderliche Arbeitsgestaltung – Ergebnisse einer Bestandsaufnahme und Intervention

V93 **Sarah Dudenhöffer**, Klaus Schöne, Stephan Letzel, Dirk-Matthias Rose

S. 275 Risikobeurteilung in der Schule: Vorstellung eines Instruments zur Erfassung der individuellen Arbeitssituation und des Gesundheitsempfindens

V94 **Renate Kimbel**, Ulrike Burger, Daniel Spahn, Ulrike Zier, Eva Münster, Dirk-Matthias Rose, Stephan Letzel

S. 278 Berufsbedingte Belastungen von Mitarbeitern an Schulen für schwerst- und mehrfachbehinderte Kinder  
\*Gefördert durch die Unfallkasse Rheinland-Pfalz

V95 **Sabine Darius**, Irina Böckelmann

S. 280 Herzratenvariabilität bei Polizeibeamten unter mentaler Belastung – eine Längsschnittuntersuchung

IVDK-Kolloquium „Dermatologische Allergologie“

V100 Reinhold Rühl

S. 284 Prävention der Epoxidharz-Allergie

Poster

Betriebliche Prävention

P1 **Ralf Stegmann**, Barbara Matschke, Cordula Sczesny, Sophia Kleindorf, Gerda Jasper, Nico Schneider

S. 289 F 1913 Kenntnisstand von Unternehmern auf dem Gebiet des Arbeits- und Gesundheitsschutzes – eine repräsentative Befragung von Inhabern/Geschäftsführern

P2 **Wobbeke Weistenhöfer**, Birgitta Kütting, Thomas Baumeister, Hans Drexler

S. 294 Aspekte des Kühlschmiermittel-Management in metallverarbeitenden Betrieben und ihr Einfluss auf den Gesundheitszustand der Beschäftigten

P3 **Dirk Seidel**, Bernd Hartmann, Heinz.-Jörg Elliehausen, Dietrich Tesch, Anette Wahl-Wachendorf

S. 297 Audiometrie im Längsschnitt bei Bauarbeitern

P5 Gert Notbohm, **Silvester Siegmann**, Peter Angerer

S. 301 Arbeitsplatz Krankenhaus: Lärmbelastung und Ansätze zur Prävention

P6 **Heiko Rüger**, Norbert F. Schneider, Stephan Letzel, Eva Münster

S. 305 Unterwegs für den Beruf: Formen, Verbreitung und gesundheitliche Implikationen arbeitsbedingter Mobilität. Ein Forschungsüberblick

P9 **Daniel Spahn**, Dorothea Nitsche, Awi Wiesel, Annette Queißer-Luft, Bernd Roßbach, Stephan Letzel, Eva Münster

S. 309 Risikoperzeption von Ernährungsgefahren während der Schwangerschaft im Rahmen einer Machbarkeitsstudie für eine prospektive Kohortenstudie zur Erfassung intrauteriner Risikofaktoren

### Psychomentale Belastungen I

- P10 **Beatrice Thielmann**, Matthias Weippert, Matthias Wilke, Irina Böckelmann  
S. 313 Abhängigkeit kognitiver Leistungen von der Ausprägung des Vegetativums
- P11 **Beatrice Thielmann**, Isabell Libuda, Evelin Ackermann, Irina Böckelmann  
S. 317 Arbeitspsychologische Befragung von Teilnehmern eines Stressbewältigungskurses für Studierende
- P12 **Sabine Darius**, Irina Böckelmann; Bernd Poschadel; Ralf Wegner  
S. 321 Herzratenvariabilität bei Erzieherinnen und Erziehern im Kinderheim – Ein Vergleich von Tagen mit und ohne anschließenden Nachtdienst
- P13 **Janine Kulemann**, Irina Böckelmann  
S. 324 Erfassung der Arbeitssituation, des Handlungsspielraums und der persönlichen Ressourcen von wissenschaftlichen und ärztlichen Mitarbeiterinnen
- P14 **Alessandra D'Alessandro**, Jens Schreiber, Evelin Ackermann und Irina Böckelmann  
S. 329 Auswirkungen eines Stressbewältigungskurses auf Schlafdauer und kardiovaskuläre Parameter in einer Gruppe von gesunden Probandinnen
- P15 **Agnessa Kozak**, Maren Böhmert, Albert Nienhaus  
S. 332 Psychosoziale Belastungen und Beanspruchungen bei Beschäftigten in der Behindertenhilfe
- P16 **Britta Geißler**, Alexander Barth, Thomas Kaufmann, Ulrike Krahn, Axel Muttray.  
S. 335 Zum Zusammenhang zwischen Pupillenunruheindex (PUI) und Schläfrigkeitsempfinden bei ausgeruhten und schläfrigen Simulatorfahrern

- P17 **Annika Rieger**, Sebastian Neubert, Matthias Weippert, Steffi Kreuzfeld, Regina Stoll  
S. 337 Instrumentarium zur Erfassung psychomentaler und physischer Belastungen chirurgisch tätiger Krankenhausärzte
- P18 **Stefan Kleinbeck**, Nina Riether, Michael Schäper, Christoph van Thriel  
S. 341 Risikoeinschätzung von stinkenden Arbeitsstoffen: Subjektive und objektive Indikatoren
- P18a **Reingard Seibt**, Katrin Neustadt, Diana Druschke, Silvia Spitzer  
S. 345 Korrelate emotionaler Erschöpfung im Geschlechtervergleich bei Lehrkräften
- Infektionskrankheiten
- P20 **Sabine Wicker**, Heiko Himmelreich  
S. 350 Hepatitis C-Transmission nach Nadelstichverletzung
- P21 **Anna Ernsting**, Ralf Schwarzer, Sonia Lippke, Michael Schneider  
S. 352 "Ich brauche keine Grippeimpfung" – Kompensatorische Gesundheitsüberzeugungen können erklären, weshalb Mitarbeiter nicht an der Schutzimpfung teilnehmen
- P22 **Anja Schablon**, Genia Diner, Ute Anske, Albert Nienhaus  
S. 356 Risiko einer latenten Tuberkulose-Infektion bei Auszubildenden im Gesundheitswesen
- P23 **Ilse Jekel**, Christoph Augner  
S. 358 Parasiten am Arbeitsplatz: Mögliche Gesundheitsrisiken für Personal und Besucher im Tiergarten

P24 **Stefan Baars**, Irma Popp

S. 361 Schwere Erkrankung eines Landwirts durch Infektion mit MRSA-ST398 – Eine Kasuistik aus dem Gewerbeärztlichen Dienst in Niedersachsen

P25 **Caroline Herr**, Andreas Albrecht, Friedrich Allinger, Reinhold Dehm, Gamze Güzel-Freudenstein, Alexandere zur Mühlen, Uta Ochmann, Barbara Pawlitzki, Hannelore Wagner, Heinz Wagner, Gerhard Wittkowski

S. 364 Vorstellung der Arbeitsgruppe Beruf und Multiresistente Erreger (MRE) der Bayerischen LandesArbeitsgemeinschaft MultiResistente Erreger (LARE)

P26 **Udo Eickmann**, Renate Knauff-Eickmann, Monika Seitz

S. 367 Auswahl sicherer Desinfektionsmittel im Gesundheitsdienst

### Biomonitoring

P27 **Elisabeth Eckert**, Wolfgang Gries, Gabriele Leng, Thomas Göen

S. 372 Biomonitoring bei beruflicher 2-Chloropren-Belastung

P28 **Lukas Schmidt**, Hans Drexler, Thomas Göen

S. 375 Metabolite der Monoterpene Limonen und  $\alpha$ -Pinen und deren renale Elimination nach oraler Aufnahme

P29 **Thomas Schettgen**, Monika Gube, Andre Esser, Anne Alt, Thomas Kraus

S. 379 Aktuelle Daten zur Hintergrundbelastung der Allgemeinbevölkerung mit Hexachlorbenzol und p,p'-DDE

P30 **Gabriele Leng**, Wolfgang Gries, Holge Koch

S. 382 Entwicklung einer Analysenmethode zum Nachweis von DPHP (Bis(2-Propylheptyl)phthalat) in der Allgemeinbevölkerung

P31 **Holger M. Koch**, André Schütze, Claudia Pälme, Thomas Brüning

S. 386 Human Biomonitoring von DINCH (Cyclohexan-1,2 dicarbonsäure diisonylester), einem wichtigen Ersatzprodukt für Phthalat-Weichmacher

P32 **Birgit Schindler**, Tobias Weiß, Horst Christoph Broding, Jürgen Bünger, Thomas Brüning

S. 390 Pilotstudie zum Humanbiomonitoring von Organophosphorhaltigen Flammschutzmitteln bei Mitarbeitern einer Flugzeugwerft

P33 **Anne Lotz**, Albrecht Seidel, Gerhard Dettbarn, Hans-Peter Rihs, Monika Raulf-Heimsoth, Beate Pesch, Thomas Brüning

S. 394 Untersuchung der Ausscheidung von 1-Hydroxypyren und Dihydroxypyren im Urin bei gegenüber polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen exponierten Beschäftigten

P34 **Michael Bader**, Michael Nasterlack

S. 397 Human-Biomonitoring zur Erfassung und Bewertung einer möglichen Exposition durch Polychlorierte Biphenyle (PCB) aus Baumaterialien während Sanierungsarbeiten

### Rehabilitation

- P37 **Andreas Linfante**, Klaus-Peter Saake, Ulrike Gundlach, Frauke Ackenhausen
- S. 400 „Gesundheit am Arbeitsplatz“ Das Konzept aus dem Werk Salzgitter der Volkswagen AG
- P39 **Ralf Stegmann**, Ulrike Euler, Ute B. Schröder
- S. 404 Die soziale Dimension des betrieblichen Eingliederungsmanagement. BEM als gemeinsamer Bewältigungsprozess – Ein Prozess der Professionalisierung und Netzwerkbildung
- P40 **Bianca Kusma**, Madeleine Thümmeler-Fink, Ilka Graupner, Ute Pohrt
- S. 409 Sicherung des Rehabilitationserfolgs durch Arbeitsplatzbegleitung
- P41 **Gerhard Rauls**, Astrid Heutelbeck
- S. 412 Pilotprojekt „interdisziplinäre Reha“: Evaluation eines Modells zur Integration berufsspezifischer Präventionsmaßnahmen in Maßnahmen der medizinischen Rehabilitation
- P42 **Hans Wildgans**, W. Hirschmann, T. Mayr.
- S. 415 iBEM: Integratives Betriebliches Eingliederungsmanagement – Die zentrale Rolle des Betriebsarztes
- P43 Monika Schwarze, **T. Neugebauer**, C. Egen, M. Danz, S. Schriek, H. Fuhr, K. Höpner, Burzlaff, P., Christoph Gutenbrunner
- S. 420 Implementierung einer arbeitsplatzorientierten Präventionsmaßnahme nach dem Modell der JobReha für MitarbeiterInnen einer Universitätsklinik

### Psychomentale Belastungen II

P44 **Christine Preiser**, Monika A. Rieger

S. 423 Psychosomatische Sprechstunde im Betrieb – Erfahrungen, Chancen, Grenzen, Transferierbarkeit in kleine und mittlere Unternehmen

P49 **Anna Lüder**, Juan Sebastian Sánchez Márquez, Oleksiy Chegrynets, Sabine Darius, Irina Böckelmann

S. 427 Ophthalmologische Analysen zur quantitativen Differenzierung der visuellen Wahrnehmungseinschränkung bei der Anwendung verschiedener Typen von Head-Mounted-Displays basierend auf Mobile Reality

P50 **Irina Böckelmann**, Igor Zavgorodnij, Walerij Kapustnik, Sabine Darius

S. 430 Analyse der Arbeitsbedingungen bei der Lederherstellung

P51 **Juan Sebastian Sánchez Márquez**, Irina Böckelmann, Barbara Deml

S. 434 Ergebnisse der arbeitsmedizinischen Begleitstudie zum Gesundheitsschutz bei der Ultraschallvergütung von Metalllegierungen in der Gießerei

### Wirbelsäule und Gelenke

P52 **Ulrike Zier**, Daniel Spahn, Ulrike Burger, Eva Münster, Dirk-Matthias Rose, Renate Kimbel

S. 437 Berufsbedingte muskulo-skelettale Erkrankungen und Risikofaktoren bei Mitarbeitern an Schulen für schwerst- und mehrfachbehinderte Kinder und Jugendliche

P53 **Ulrich Bolm-Audorff**, K., Martin-Hahn, U.†, Meyer, C. Teuffel-Schilling, A. Wunderlich

S. 441 Wirbelsäulen- und Gelenkbelastungen bei Beschäftigten in der Kranken- und Altenpflege

P54 **Eileen M. Wanke**, David. Groneberg

S. 445 "Mehrkampf Musical..." - Gesundheitsprobleme bei angehenden Musicaldarstellern/innen

P55 **Elke Ochsmann**, Rebecca Winkler, Thomas Kraus

S. 448 Alters- und Gewichtsabhängigkeit von Messergebnissen mit der Medimouse ® bei verschiedenen Berufsgruppen

P56 **Sebastian Straube**, Luisa Rüter, R. Andrew Moore, Jocelyn Paine, Sheena Derry, Henry J. McQuay, Ernst Hallier

S. 452 Arbeitsfehltag zu Studienende als Outcome in Therapiestudien und andere Studienoutcomes – Meta-Analyse von Einzelpatientendaten aus Studien zur Behandlung von Fibromyalgie mit Pregabalin

P57 **Luisa Rüter**, R. Andrew Moore, Jocelyn Paine, Sheena Derry, Henry J. McQuay, Ernst Hallier, Sebastian Straube

S. 456 Beziehungen zwischen der Veränderung der Arbeitsfähigkeit über den Studienverlauf und anderen Outcomes in Therapiestudien zur Behandlung von Fibromyalgie mit Pregabalin

P58 **Ingmar Wolf**, Tim Friede, Ernst Hallier, Sebastian Straube

S. 460 Beschreibung arbeitsbezogener Endpunkte in Studien zur Behandlung chronischer Schmerzserkrankungen – systematische Literaturübersicht

### Stäube

- P59 Michael K. Felten, **Marcus Bauer**, Christian Eisenhauer, Johannes Hüdepohl, Wolfgang Zschesche, Christian Feldhaus, Martin Mädler, Thomas Kraus
- S. 464 Ehemals asbestexponierte Mitarbeiter der Energieindustrie: Asbest-belastungen und Häufigkeit gutartiger konventionell radiologischer Veränderungen
- P63 **Götz Westphal**, Axel Munack, Olaf Schröder, Yvonne Ruschel, Michael Müller, Ernst Hallier, Thomas Brüning, Jürgen Krahl, Jürgen Bünger
- S. 468 Reduktion von Dieselmotoremissionen durch Abgasbehandlung mittels „Selektiver katalytischer Reduktion“: Einfluss von verunreinigtem Biodiesel auf die Effektivität
- P64 **Frank Hoffmeyer**, Monika Raulf-Heimsoth, Martin Lehnert, Benjamin Kendzia, Jana Henry, Volker Harth, Tobias Weiß, Beate Pesch, Thomas Brüning und die WELDOX Study Group.
- S. 471 Biomarker im EBC von Schweißern: Einfluss der verwendeten Schweißelektrode beim Schweißen von niedriglegiertem Stahl
- P66 **Wolfgang Rosenberger**, Renate Wrbitzky
- S. 475 Untersuchungen zur inhalativen Berylliumexposition von Flugpersonal
- Betriebliche Gesundheitsförderung
- P67 **Klaus Schmid**, Greta Flüh, Barbara Schaller, Kerstin Hiddemann-Koca, Hans Drexler, Tanja Bergmann, Christof Schöfl
- S. 480 Erfahrungen mit einem Betrieblichen Präventionsprogramm "Knochengesundheit"
- P68 **Dirk Seidel**, Bernd Hartmann, Dario Segat, Anette Wahl-Wachendorf
- S. 483 Übergewicht, Taillenumfang und Begleiterkrankungen bei Bauarbeitern

## Inhalt

---

P69 **Martina Michaelis**, Nicole Blomberg, Monika A. Rieger

S. 487 Lassen sich Beschäftigte mit hohen körperlichen Belastungen am Arbeitsplatz für nachhaltige Gesundheitsförderung gewinnen? Eine Pilotstudie bei Mitarbeitern von Forstbetrieben

P70 Martina Michaelis, Nicole Blomberg, Monika A. Rieger

S. 491 Effekte betrieblicher Gesundheitsförderung bei Beschäftigten im Forstbetrieb – Ergebnisse einer Pilotstudie

P71 Carmen Farian, Martina Michaelis, Barbara Schüle, Martin K. Riedel, Corinna Henkel-Hancok, Studienteam „Ihr Blutdruck-Check“, Helmut Schmidt, **Monika A. Rieger**

S. 496 Lassen sich Beschäftigte mit leichter arterieller Hypertonie durch „Motivierende Gesprächsführung“ zu einer Lebensstiländerung motivieren? Ergebnisse einer Machbarkeitsstudie

P72 Carmen Farian, Martina Michaelis, Barbara Schüle, Martin K. Riedel, Corinna Henkel-Hancok, Studienteam „Ihr Blutdruck-Check“, Helmut Schmidt, **Monika A. Rieger**

S. 500 Implementierung einer Lebensstil-Beratung mittels „Motivierender Gesprächsführung“ in die betriebsärztliche Betreuung von Beschäftigten mit leichter arterieller Hypertonie

P73 **Eva Haufe**, Klaus Scheuch, Andreas Seidler

S. 504 Einfluss des Beschäftigungsverhältnisses auf körperliches und seelisches Wohlbefinden bei Ärztinnen und Ärzten in Sachsen

Haut

P77 **Alexandra Morch-Röder**, Kerstin Paeschke, Ute Pohrt

S. 509 Hautschutzschulungen durch Peer Education bei Auszubildenden in der Friseurbranche

P78 **Verena Kagel**, Ute Pohrt, Christine Gäbel

S. 512 Delphi-Befragung: Kriterien für berufliche Hautmittel in der Sekundärprävention

- P79   Domenica Varwig, **Sabine Wicker**, Helmut Schöfer  
S. 515 Handekzem erzwingt frühes Ende einer chirurgischen Laufbahn
- P80   **Thomas Jäger**, Gintautas Korinth, Hans Drexler, Thomas Göen  
S. 517 Bestimmung von Fluorid mittels LC-ICP-MS zur Quantifizierung der dermalen Penetration nach Flusssäure-Exposition
- P81   Kathrin Dennerlein, Désirée F. Schneider, Thomas Göen, Hans Drexler, **Gintautas Korinth**  
S. 520 Der Einfluss von Basiscreme und künstlichem Sebum auf die Penetration von chemischen Stoffen durch exzidierte Humanhaut
- P82   **Alexander Keth**, Martin Rutenfranz, René von Chamier-Glisczinski, Michael Faulde  
S. 523 Effektive Zeckenstichprävention durch Permethrin-imprägnierte Uniform
- P83   **Peter Kegel**, Ulrike Zier, Heiko Rüger, Stephan Letzel, Bernd Roßbach  
S. 527 Permethrinimprägnierte Bekleidung bei Beschäftigten der Forstwirtschaft – Ein Fortschritt im Schutz gegen Zecken?
- P84   **Götz A. Westphal**, Hans-Peter Rihs, Antje Schaffranek, Thomas Zeiler, Thomas Werfel, Katja Wichmann, Vera Martin, Kristian Reich, Elke Weisshaar, Knut Schäkel, Claudia Schröder-Kraft, Sibylle Schliemann, Christiane Szliska, Petra Spornraft-Ragaller, Andrea Bauer, Stephanie Soost, Margitta Worm, Rita Varga, Heinrich Dickel, Christoph Skudlik, Claudia Pföhler, Burkhard Kreft, Jürgen Bünger, Thomas Brüning, Johannes Geier, Axel Schnuch  
S. 531 Untersuchungen zur genetischen Prädisposition für das allergische Kontaktekzem
- P85   **Birgit Emmert**, Ernst Hallier, Steffen Emmert  
S. 533 Stellenwert medizinischer Leitlinien in der Berufsdermatologie am Beispiel der S1 Leitlinie „Management von Handekzemen“

### Kardiopulmonale Physiologie

P86 **Claudia Brendler**, Falk Liebers, Ute Latza

S. 536 Altersverteilung der Arbeitsunfähigkeit von ausgewählten Herz-Kreislauf-Erkrankungen

P87 **Alexandra M. Preisser**, Cordula Bittner, Marcial Velasco Garrido, Xaver Baur

S. 540 Werden durch verschiedene Belastungsverfahren unterschiedliche Leistungen erzielt? – ein Vergleich der Stufen- und Rampen-belastung am Fahrradergometer in der arbeitsmedizinischen Vorsorge- und Eignungsuntersuchung

P88 **Frank Hebllich**, Peter Gast

S. 543 Belastung von Atemschutzgeräteträgern

P89 **Irina Böckelmann**, Julia von Hintzenstern

S. 545 Herzratenvariabilität in der langfristigen Erholungsphase nach einem Marathonlauf

P90 **Stefan Sammito**, Irina Böckelmann

S. 549 Funklose mobile Herzschlagfrequenzmessinstrumente – Einsatz-barkeit unter hoher körperlicher Belastung

P91 **Thomas Henze**, Stefan Sammito, Irina Böckelmann

S. 553 Die Herzratenvariabilität in Abhängigkeit vom Erholungs-Belastungs-Modell nach Kallus bei Schichtarbeitern

P92 **Melanie Funk**, Joachim Schneider

S. 557 Ermittlung der Leistungsbreite mittels respiratorischem Quotienten und Laktat bei Erwachsenen über 60 Jahren

P94 **Nenad Kralj**, , Bernhard Kampmann, Christian Wimmer, A. Wittmann, Friedrich Hofmann

S. 560 Analyse der raumklimatischen Belastungen bei Beschäftigten in städtischen Bädern - eine Pilotstudie

### Psychomentale Belastungen II

P95 Matthias Weippert, **Sebastian Neubert**, Annika Rieger, Mohit Kumar, Steffi Kreuzfeld, Regina Stoll

S. 563 Ecological Momentary Assessment kognitiver Leistungsfähigkeit – Validierung einer Smartphone-Applikation

### Atemwegsallergien

P96 **Olaf Hagemeyer**, Rolf Merget, Thomas Brüning

S. 566 Exhalierendes NO bei wiederholter Isocyanat-Exposition

P97 **Olaf Hagemeyer**, Anne Lotz, S. Ewald-Kleimeier, Rolf Merget, Thomas Brüning

S. 568 Modulierende Faktoren des exhalierendes Stickstoffmonoxids (eNO) beim spezifischen inhalativen Expositionstest (SIT)

P98 **Sabine Straube**, Johannes Huss-Marp, Hans Drexler

S. 570 Allergisches Asthma bronchiale durch Disulphonat-haltige Reaktiv-Farbstoffe eines Arbeitnehmers in einer Textilfärberei

- P99 **Caroline Herr**, Bernhard Brenner, Isabelle Franzen-Reuter, Nadja Sedlmaier, Gisela Winkler, Volker Kummer, Irene Tesseraux, Thomas Eikmann
- S. 574 Umweltmedizinische Bewertung von Bioaerosolmissionen aus Anlagen: Erfahrungen bei der Anwendung des Gründrucks der VDI 4250 Blatt 1
- P100 **Marcial Velasco Garrido**, Arnulf Langhammer, Xaver Baur
- S. 577 Welchen Qualitätsgrad haben Lungenfunktionsuntersuchungen und wie beeinflusst die Qualität das Messergebnis?
- P101 Nikolai Manavski, Ulrike Peters, Marcus Oldenburg, Xaver Baur, Reinhold Brettschneider, **Cordula Bittner**
- S. 581 Cof a 1 – Identifizierung und Charakterisierung des ersten Kaffeeallergens
- P102 **Hans-Peter Rihs**, Ingrid Sander, Heike Heimann, Ulla Meurer Monika Raulf-Heimsoth, Thomas Brüning
- S. 583 Stellt die Serin-Protease-Inhibitor-Variante aus Weizen im Zusammenhang mit dem Bäckerasthma ein relevantes Allergen dar?
- P103 **Sabine Kespohl**, Nicola Kotschy-Lang, Uta Ochmann, Dennis Nowak, Silke Maryska, Monika Raulf-Heimsoth, Thomas Brüning
- S. 585 IgE-vermittelte Holzallergie: Ursachenaufklärung mit Hilfe eines diagnostischen Algorithmus
- P104 **Verena Liebers**, Vera van Kampen, Jürgen Bünger, Maria Düser, Heike Stubel, Monika Raulf-Heimsoth, Thomas Brüning
- S. 587 Nachweis von Endotoxin- und pyrogener Aktivität in Luftstaubproben von Bioaerosol-belasteten Arbeitsplätzen
- P105 **Frank Konietzschke**, Ernst Hallier, Astrid Heutelbeck; (Cattle Allergy Study)
- S. 590 Risikofaktorenanalyse an der Rinderallergikerkohorte CAS

P106 Stefan Baars

S. 593 Allergische Rhinopathie bei Antibiotika-Exposition in der Tiermedizin – Zwei Kasuistiken aus dem Gewerbeärztlichen Dienst in Niedersachsen

Toxikologie, Biomarker

P108 **Yvonne von der Gathen**, Georg Johnen, Peter Rozynek, Beate Pesch, Martin Lehnert, Dirk Taeger, Oleksandr Bryk, Daniel G. Weber, Bettina Dumont, Simone Naumann, Maria Gomolka, Michaela Kreuzer, Thorsten Wiethage, Thomas Brüning

S. 595 Untersuchungen des Gens Ataxia Telangiectasia Mutated (ATM) mittels epigenetischer und Expressionsmarker in einem Kollektiv beruflich strahlenexponierter Personen für den Aufbau einer Bioprobenbank

P109 **Sabine Plöttner**, Boleslaw Marczynski, Heiko Udo Käfferlein, Beate Engelhardt, Anja Erkes, Heike Groth, Kerstin Schmitz, Peter Welge, Thomas Brüning

S. 598 Bestimmung der zeit- und konzentrationsabhängigen Bildung spezifischer anti-Benzo[a]pyren-7,8-diol-9,10-epoxid-DNA-Addukte in humanen A549-Lungenkarzinomzellen nach Benzo[a]pyren-Exposition in vitro

P110 **Simone Helmig**, Sibylle Wenzel, Elke Dopp, Dirk Walter, Joachim Schneider

S. 601 Signalwege der Karzinogenese biobeständiger faseriger und granulärer Stäube

P112 **Jens Bertram**, Thomas Schettgen, Josef Stefan Lang, Hans-Jürgen Raitchel, Thomas Kraus

S. 603 Hohe innere Chrom- und Kobalt-Belastungen durch eine Hüftgelenksprothese – ein Fallbericht

P114 **Jana Henry**, Thomas Behrens, Heiko Käfferlein, Thomas Brüning

S. 608 Follikuläres Lymphom durch Ethylenoxid? Eine Kasuistik

## Inhalt

---

P115 **Christian Monsé**, Horst Christoph Broding, Birger Jettkant, Hans Berresheim, Kirsten Sucker, Jürgen Bünger, Thomas Brüning

S. 612 Randbedingungen bei Untersuchungen an Probanden in Expositionslaboratorien

Foren

Forum Arbeitsphysiologie

FA6 **Stefan Sammito**, Oliver Maria Erley

S. 614 Testung der Leistungsfähigkeit in körperlich fordernden Berufsgruppen – Exemplarisch am Beispiel des Militärs

Forum der AG Atemwege/Lunge

FA10 Alexandra.M. Preisser

S. 617 Die neue „Reichenhaller Empfehlung“

FA11 Joachim Schneider

S. 619 „Erfahrungen mit der Leitlinie „Diagnostik und Begutachtung asbestbedingter Berufskrankheiten“

### Symposien / Seminare

Psychische Belastungen am Arbeitsplatz – Gefährdungsbeurteilung zwischen Wissenschaftlichkeit und Praktikabilität

S1 **Wolfgang Zschiesche**, Susanne Bonnemann

S. 622 Einführung ins Thema: Gefährdungsbeurteilung psychischer Belastungen im Betrieb – Eine vielschichtige Herausforderung auch für den Betriebsarzt

S2 **Claudia Nebel**, Anja Henze

S. 626 PREVA - Beispiel für ein umfassendes Konzept der Gefährdungsermittlung/-beurteilung und Maßnahmenergreifung

PREVA-Kurzdiagnostik Beispiel für ein gütegeprüftes Kurz-Instrument einer Mitarbeiterbefragung

S3 **Claudia Nebel**, **Anja Henze**

S. 632 PREVA - Beispiel für ein umfassendes Konzept der Gefährdungsermittlung/-beurteilung und Maßnahmenergreifung

PREVA-Kurzdiagnostik Beispiel für ein gütegeprüftes Kurz-Instrument einer Mitarbeiterbefragung

S4 **Andrea Landgraf-Rütten**

S. 638 Verbale Verfahren der Gefährdungsbeurteilung

S5 **Uwe Debitz**

S. 642 Vom Arbeitsplatz zur Beurteilung und Aktion – der analytisch-deduktive Weg – Beispiele für objektive Verfahren

S6 **Ulla Nagel**, Susan Kainrat, Kristin Kramer, Rutger Nagel

S. 646 Von der Bewertung zur Aktion – der subjektiv-induktive Weg bei der Prävention psychischer Gesundheitsgefahren

S8 Susanne Bonnemann, Wolfgang Zschiesche

S. 650 Vom Einfachen zum Komplexen – Vom Teil zum Ganzen  
Möglichkeiten der Herangehensweise in der Praxis

BAuA-Symposium „Das Risikoakzeptanzmodell als Instrument für die Prävention bei  
Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen

S13 Henning Wriedt

S. 654 Schritte zur Anwendung des AGS-Konzeptes zur Minimierung krebserzeugender Stoffe

Arbeitsmedizinische Aspekte des Infektionsschutzes

S18 Friedrich Hofmann

S. 657 Virushepatitis B und C - Möglichkeiten der prä- und der postexpositionellen Prophylaxe

S19 Nenad Kralj

S. 661 Die Rolle des Technischen Infektionsschutzes bei der Prävention parenteraler viraler  
Infektionen

Reisemedizin aktuell

S22 Burkhard Rieke

S. 664 Der HIV-Patient auf Fernreisen

S23 **Harald Beez**, Burkhard Rieke

S. 666 Reisemedizinische Impfungen – Wer zahlt?

S24 **Paul-J. Jansing**, Bernadette Jansing

S. 667 Medizinische Versorgung auf Segeltörns

S25 Markus Tannheimer

S. 671 Auslandseinsätze der Bundeswehr aus ärztlicher Sicht

S27 Thomas Küpper

S. 674 Mountain Madness never ends – wohin geht die Trekking-Industrie?

Arbeitsmedizinisches Kolloquium der DGUV

K2 Harald Renz

S. 678 Prävalenz und Inzidenz von Allergien in Deutschland – Warum sind Allergien Volkskrankheiten?

K4 Monika Raulf-Heimsoth

S. 679 Allergene am Arbeitsplatz – Allergiker im Beruf

K5 Herbert F. Bender

S. 683 Expositions-Risiko-Beziehungen, ein neuer Ansatz zur Bewertung der Exposition gegenüber krebserzeugenden Stoffen

K6 **Jürgen Angerer**, Tobias Weiß

S. 689 Referenzwerte im Kontext der Risikodiskussion  
...oder warum Referenzwerte ein unverzichtbares Kriterium der Prävention beim Umgang mit kanzerogenen Arbeitsstoffen sind

## Inhalt

---

K7 Peter Wiedemann

S. 692 Risiko-Akzeptanz: Herausforderungen für Risikokommunikation in der Arbeitsmedizin.

Kolloquium Berufsbedingte Hautkrankheiten

K13 **Andrea Bauer**, Johannes Geier

S. 659 Berufsbedingte Hautkrankheiten im Reinigungsgewerbe

Nachwuchssymposien

NS1 **Sandra Baldus**, Mario Penzkofer, Karsten Kluth

S. 698 Abnahme der Körperkerntemperatur beim Kommissionieren unter Kälteexpositionen von +3°C und -24°C – ein Vergleich zwischen Männern und Frauen zweier Altersklassen

NS3 **Corinne Nicoletti**, Thomas Läubli

S. 702 Vergleich der Aktivität des M. Trapezius während der Tages- und der Nachtschicht im Pflegebereich

NS5 **Jenny Hinz**, Sabine Darius, Beate Peter, Alessandra D'Alessandro, Siegfried Kropf, Irina Böckelmann

S. 706 Herzfrequenzvariabilität in Gruppen mit unterschiedlichem Body-Mass-Index

NS6 **Anne Steputat**, Anja Hübler, Klaus Scheuch, Reingard Seibt

S. 711 Zusammenhang von beruflichen Gratifikationskrisen und Burnout-Risiko bei Lehrerinnen und Ärztinnen

## Lungenfunktion und Arbeitsfähigkeit von atemwegssymptomatischen Patienten mit und ohne Haustierhaltung zu Beginn einer stationären medizinischen Rehabilitationsmaßnahme

<sup>1</sup>Susanne Rausch, <sup>2</sup>Sebastian Pfeiffer, <sup>2</sup>Anke Görlitz, <sup>3</sup>Ernst Hallier, <sup>1</sup>Gerhard Rauls, <sup>3</sup>Astrid Heutelbeck

<sup>1</sup> Klinik Limberger, Bad Dür rheim (jetzt: Klinik Westfalen, Wyk auf Föhr); <sup>2</sup> Institut für anwendungsorientierte Forschung und klinische Studien GmbH – IFS; Universitätsmedizin Göttingen; <sup>3</sup> Abteilung Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Universitätsmedizin Göttingen

Haustiere haben eine große Relevanz in unserer Umwelt. Bezüglich des klinischen Verlaufs werden gerade für Tierhaarallergiker besonders schwere Asthmaverläufe beschrieben (z.B. Lewis et al. 2002), was hinsichtlich Therapie und Rehabilitation allergischer Erkrankungen relevant ist. Eine leitliniengerechte Therapie beim Asthma bronchiale beinhaltet ein multimodales Therapiekonzept, das auf zwei Säulen basiert: der medikamentösen Therapie und einem verhaltenstherapeutischen Ansatz, bei dem Patienten mit Tierhaarallergien u.a. die Bedeutung von Karenzmaßnahmen vermittelt wird (*Nationale VersorgungsLeitlinie Asthma*). Zur Implementierung und Ausbau der leitliniengerechten Therapie stellt die medizinische Reha mittlerweile ein bewährtes Instrument dar. Insbesondere ist es Ziel der medizinischen Rehabilitation ist, Beeinträchtigungen der Teilhabe am Arbeitsleben entgegenzuwirken (*Bundesarbeitsgemeinschaft für Rehabilitation e.V., Rahmenempfehlungen zur ambulanten pneumologischen Rehabilitation*).

**Ziel** unserer Untersuchung war es, zu Beginn einer medizinischen Rehabilitationsmaßnahme die lungenfunktionelle Einschränkung und Arbeitsfähigkeit atemwegssymptomatischer Patienten mit und ohne Tierhaltung zu evaluieren.

**Methodik:** Eingeschlossen wurden hierzu von Februar bis September 2011 alle konsekutiven Patientinnen und Patienten der Rehabilitationsklinik Westfalen in Wyk auf Föhr. Einschlusskriterien waren neben schriftlicher Einwilligung ein allergisches Asthma bronchiale und/ oder eine allergische Rhinokonjunktivitis. In Anlehnung an die allergologische Anamnese stratifizierten wir drei Gruppen von Patienten: Tierhalter von Hund und/oder Katze (I), Patienten mit regelmäßigem Kontakt zu diesen Haustieren (II), Patienten ohne Tierhaltung und ohne Tierkontakt (III). Mittels Pricktest (Allergopharma<sup>®</sup>; Bencard<sup>®</sup>) konnten Tierhaarsensibilisierte (gegenüber Hund oder Katze) und Nicht-Tierhaarsensibilisierte unterschieden werden. Zur Charakterisierung der Lungenfunktion zogen wir die Ergebnisse von FEV1 (MasterScreen<sup>®</sup> Body, JAEGER<sup>®</sup>) exhalativem Stickoxid (NIOX MINO<sup>®</sup>, Aerocrine<sup>®</sup>) und die maximalen tageszeitlichen Schwankungen im Peak Flow-Verlauf heran. In der Sozial- und Arbeitsanamnese wurden die aktuelle Erwerbstätigkeit, die aktuelle Arbeitsfähigkeit und die Dauer von AU-Zeiten in den letzten 12 Monaten eruiert.

**Ergebnisse:** Insgesamt wurden 78 Patient/innen (34 m, 44 w, Alter 23 bis 69 Jahre, MW 51 Jahre, Median 51 Jahre; I: n=25, II: n=28, III: n=25 Jahre) untersucht. 64% (n=50) waren gegen Hund und/ oder Katze sensibilisiert, die Tierhalter (I) und Patient/innen mit Tierkontakt signifikant häufiger als diejenigen ohne Tierkontakt ( $p < 0,05$ ). Die Lungenfunktion wies keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen auf ( $p > 0,05$ ). Es zeigten sich allerdings beim exhalativen Stickoxid der tierhaarsensibilisierten Patienten mit Tierhaltung (I) und Tierkontakt (II) die höchsten Werte mit 141 bzw. 105 ppb, gleichzeitig jedoch einen Trend zu durchschnittlich höheren Werten bei Patienten ohne Tierkontakt (III). Auch wiesen die Tierhaarsensibilisierten im Vergleich zu den Nicht-sensibilisierten tendenziell höhere Werte auf.

Aktuell erwerbstätig waren 61 der 78 Patienten. Drei Patient/innen waren zum Zeitpunkt ihres Rehabilitationsaufenthaltes arbeitsunfähig, alle wiesen eine Tierhaarsensibilisierung auf bei Tierhaltung (n=2) bzw. Tierkontakt (n=1). 26 der 61 Patient/innen (43%) berichteten von AU-Zeiten in den letzten 12 Monaten, 46% der Tierhaarsensibilisierte, aber nur 38% der Nicht-Tierhaarsensibilisierten.

Hinsichtlich der AU-Dauer beobachteten wir die meisten Tage bei den Tierhaltern (I) mit maximal 120 Tagen (MW 25,6, Median 11 d) im Vergleich zu den Patienten mit Tierkontakt (II) mit maximal 60 Tagen (MW 13,3, Median 7,5 d) und denen ohne Kontakt (III) mit maximal 21 Tagen (MW 12,8, Median 14 d), ebenso zeigte sich ebenfalls ein ähnlicher Trend im Vergleich von Tierhaarsensibilisierten (min 3, max 120, MW 19,4, Median 8 d) und Nicht-Tierhaarsensibilisierte (min 5, max 21, MW 12,6, Median 14 d).

**Diskussion und Schlussfolgerungen:** Patienten mit Tierhaltung oder Tierkontakt im Umfeld waren häufiger gegen Tierallergen sensibilisiert als Patienten ohne Tiere im Umfeld. Von besonderem sozialmedizinischem Interesse waren der Trend zu häufigeren und längeren atemwegsbedingten AU-Zeiten bei den Tiersensibilisierten, insbesondere bei bestehender Tierhaltung oder Tierkontakt. Von besonderem therapeutischem Interesse ist die Tatsache, dass ein hoher Anteil von Tierhaarallergikern noch Haustiere hält.

Daher empfiehlt es sich, den stationären Aufenthalt während einer medizinischen Rehabilitationsmaßnahme zu nutzen, um atemwegssymptomatischen Patienten die besondere Relevanz von Karenzmaßnahmen gegenüber Allergenen zu vermitteln.

Aufgrund der Dauer einer medizinischen Rehabilitationsmaßnahme von durchschnittlich drei Wochen und des intensiveren Patientenkontakts, kommt der Rehabilitation in diesem Zusammenhang eine besondere Bedeutung und Verpflichtung zu, dies effektiv zu etablieren und um somit auch die Arbeitsfähigkeit und Erwerbstätigkeit als wichtigstem Ziel der Rehabilitation, zu sichern.

## Literatur:

Lewis SA, Weiss ST, Platts-Mills TA, Burge H, Gold DR: The role of indoor allergen sensitization and exposure in causing morbidity in women with asthma. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002 Apr 1;165(7):961-6.

Bundesärztekammer (BÄK), Kassenärztliche Bundesvereinigung (KBV), Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF). Nationale VersorgungsLeitlinie Asthma – Langfassung, 2. Auflage. Version 1.3, 2011: <http://www.versorgungsleitlinien.de/themen/asthma>

Bundesarbeitsgemeinschaft für Rehabilitation e.V., Rahmenempfehlungen zur ambulanten pneumologischen Rehabilitation, 2008: [http://www.vdek.com/vertragspartner/vorsorge-rehabilitation/amb\\_reha/bar-konzept/re\\_amb\\_pneumo\\_reha.pdf](http://www.vdek.com/vertragspartner/vorsorge-rehabilitation/amb_reha/bar-konzept/re_amb_pneumo_reha.pdf)

## **Ist eine Prädiktion der Trainingsbelastung in der Rehabilitation von Patienten mit pneumologischen Erkrankungen möglich? – Beziehungen zwischen maximaler Ergometerleistung und 6-Minuten-Gehtest**

**Dr. Uta Ochmann<sup>1</sup>, Jessica Kellberger<sup>1</sup>, Dr. Nicola Kotschy-Lang<sup>2</sup>, Dr. Wolfgang Raab<sup>3</sup>, Prof. Dr. Dennis Nowak<sup>1</sup>, PD Dr. Rudolf A. Jörres<sup>1</sup>)**

<sup>1</sup> Institut and Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin Klinikum der Universität, LMU, Ziemssenstraße 1, D-80336 Munich, Germany

<sup>2</sup> Berufsgenossenschaftliche Klinik für Berufskrankheiten, Lauterbacher Straße 16, D-08223 Falkenstein, Germany

<sup>3</sup> Klinik für Berufskrankheiten der Verwaltungs-Berufsgenossenschaft, Münchner Allee 10, D-83435 Bad Reichenhall, Germany

### Hintergrund und Fragestellung

Die Berechnung der Trainings-Ausdauerbelastung in der Rehabilitation von Patienten mit pneumologischen Erkrankungen erfolgt die anhand der maximalen Leistungsfähigkeit ( $W_{max}$ ). Sie liegt bei 60 – 75% der Maximalleistung. Die Ermittlung der maximalen Leistungsfähigkeit ist zeit-, personal- und kostenintensiv und nicht frei von adversen Effekten. Zusätzlich ist eine maximale Belastung aufgrund von Komorbiditäten oft nicht möglich. Die Prädiktion aus anderen, einfacher zu bestimmenden Parametern wäre somit von praktischer Bedeutung. Die Möglichkeit,  $W_{max}$  aus dem 6-Minuten-Gehtest vorherzusagen, wurde verschiedentlich in der Literatur (1-4) beschrieben. Wir stellten uns die Frage, welche Verlässlichkeit eine solche Beziehung unter qualitätsgesicherten Alltagsbedingungen bei einem heterogenen Kollektiv von Patienten mit pneumologischen Berufserkrankungen hat.

### Methode

Hierzu wurden die Daten der Eingangsuntersuchungen von 255 Männern mit pneumologischen Berufserkrankungen (104 Asthma, 69 Asbestose, 42 Silikose, 40 COPD) als Teilkollektiv einer Studie zu Langzeiteffekten einer stationären Rehabilitation in den Berufsgenossenschaftlichen Kliniken Bad Reichenhall und Falkenstein ausgewertet.

### Ergebnisse

In der Gesamtgruppe fand sich eine signifikante Beziehung ( $r=0,52$ ,  $p<0,05$ ) zwischen 6-Minuten-Gehstrecke (6MWD) (Mittelwert 502 Meter, Bereich 230-760) und maximaler Leistungsfähigkeit ( $W_{max}$ ) (Mittelwert 112 Watt, Bereich 40-230). Bei Betrachtung der Korrelationen innerhalb der einzelnen vier Erkrankungsgruppen zeigte sich, dass die

Regressionsgeraden in den Diagnosegruppen Silikose, Asthma und COPD sehr ähnlich verliefen, während sich in der Asbestose-Gruppe Steigung und Intercept signifikant von den drei anderen Gruppen unterschieden (Abb. 1). Daher wurden die ersten drei Gruppen, im Weiteren „obstruktive Gruppe“ genannt, zusammen und die Asbestose-Gruppe gesondert ausgewertet.

In der obstruktiven Gruppe konnte die Korrelation durch Verwendung des Produktes von Gehstrecke und fettfreier Masse (FFM) anstelle der reinen Gehstrecke von 0,55 auf 0,68 verbessert werden, dies entspricht auch Literaturangaben (1, 3-5). Von den Lungenfunktionsparametern zeigte die forcierte Vitalkapazität (FVC) die beste Korrelation ( $r=0,54$ ) zu der maximalen Leistung. Darüber hinaus korrelierten Beinkraft ( $r=0,47$ ), die Handkraft ( $r=0,43$ ), der Dyspnoe-Score (modified medical research council, MMRC) ( $r=0,43$ ) und geringer die physikalischen Parameter signifikant mit  $W_{max}$ . In der schrittweisen linearen multiplen Regression verblieben in der obstruktiven Gruppe als signifikante Prädiktoren „Gehstrecke\*FFM“, „Beinkraft“, „FVC“ und „MMRC“.

Die Prädiktion der maximalen Leistung würde nach diesem Modell wie folgt erfolgen:

$$W_{max} \text{ pred} = -6.117 + 2.491 * 6MWF_{FFM} [\text{km} * \text{kg}] - 5.926 * \text{MMRC} + 10.118 * \text{FVC} [\text{L}] + \text{Beinkraft} [\text{kg}]$$

Die Vorhersagekraft wird relativ gering verbessert, die maximale Gesamtkorrelation beträgt 0,748.

In der Asbestose-Gruppe zeigten sich bei der Prüfung der Einzelkorrelationen die 6-Minuten-Gehstrecke ( $r=0,45$ ), der MMRC ( $r=0,46$ ), die FVC ( $r=0,34$ ) und die Beinkraft ( $r=0,27$ ), nicht aber die physikalischen Parameter, statistisch signifikante Beziehungen.

In der multiplen linearen Regression ergab sich folgendes Modell:

$$W_{max} \text{ pred} = 57.287 + 0.072 * 6MWD [\text{m}] - 9.456 * \text{MMRC} + 9.676 * \text{FVC} [\text{L}].$$

Die Gesamtkorrelation liegt bei 0,61.

Somit können auch nach Einschluss diverser Parameter nur 57% der Varianz in der obstruktiven Gruppe und weniger als 50% in der Asbestose Gruppe erklärt werden. Es stellt sich die Frage, inwieweit die Variabilität der Testmethoden einen Einfluss auf die Ergebnisse haben kann. Die Variabilität maximale Ergometerleistung liegt nach Literatur bei ca. 10% (6-8), dies würde auf unsere Studie bezogen zwischen 4 und 23 Watt bedeuten. Die Variabilität der 6-Minuten-Gehtest liegt bei ca. 8% (9), dies entspräche in unserer Studie einer Strecke zwischen 18 and 58 m. Die Änderung von 50 m im 6MWD führt in unserem Kollektiv zu einer Änderung der vorhergesagten  $W_{max}$  von 11.6 Watt. Weiterhin sind beim 6-Minuten-Gehtest ein Trainingseffekt (9) und bei höheren Leistungen ein Ceiling-Effekt zu berücksichtigen.

Entsprechend der nur mäßigen Korrelationen liegen die Residuen im Bereich von  $\pm 70$  Watt. Wie in Abbildung 1 dargestellt ergeben sich Prädiktionsintervalle für einen neuen,

nicht dem Studienkollektiv angehörenden Patienten in Abhängigkeit von der Erkrankung von  $\pm 50$  Watt bis  $\pm 75$  Watt.

In allen Fällen lag die Standardabweichung des vorhergesagten  $W_{max}$  im Bereich von  $\pm 30$  Watt, mit um mindestens den Faktor 2 größeren 95%-Prädiktionsbereichen.

Die Anwendung von in der Literatur (1-4) veröffentlichten Prädiktionsmodellen auf die Daten unseres Studienkollektivs ergab Residuen in vergleichbarer Größenordnung, zum Teil zeigten sich auch systematische Abweichungen der vorhergesagten Werte nach unten bei Patienten mit längerer Gehstrecke, was als Hinweis gewertet werden kann, dass sich bereits die Regressionsgeraden der jeweiligen Modelle deutlich unterscheiden.

#### Schlussfolgerung

Verglichen mit den an kleineren Kollektiven (1-4) beschriebenen guten Korrelationen zwischen Gehstrecke und maximaler Leistungsfähigkeit zeigen unsere Daten eine wesentlich schwächere Beziehung. Daher erscheint eine verlässliche Vorhersage der individuellen Leistungsfähigkeit anhand des Gehtests nicht möglich und die Ergometrie zur Ermittlung der maximalen Leistungsfähigkeit nicht zu ersetzen.

Mit Unterstützung der Deutschen gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV)

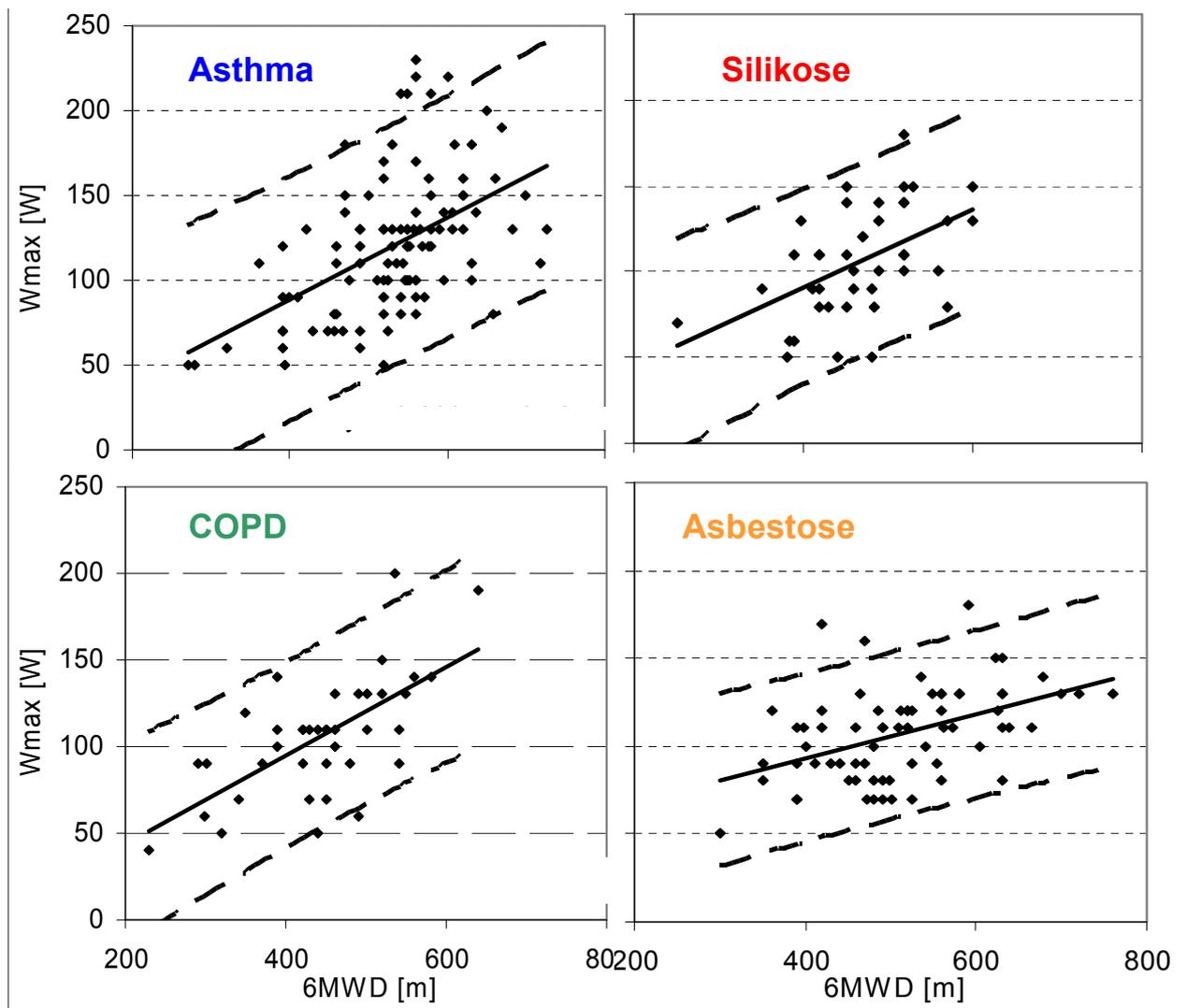


Abbildung 1 Korrelationen maximale Leistung ( $W_{max}$ ) und Gehstrecke (6MWD) Regressionsgeraden und 95%-Prädiktionsintervalle

#### Literatur

1. Cavalheri V, Hernandes NA, Camillo CA, Probst VS, Ramos D, Pitta F. Estimation of maximal work rate based on the 6-minute walk test and fat-free mass in chronic obstructive pulmonary disease. *Arch Phys Med Rehabil.* 2010 Oct;91(10):1626-8.
2. Hill K, Jenkins SC, Cecins N, Philippe DL, Hillman DR, Eastwood PR. Estimating maximum work rate during incremental cycle ergometry testing from six-

minute walk distance in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Arch Phys Med Rehabil.* 2008 Sep;89(9):1782-7.

3. Kozu R, Jenkins S, Senjyu H, Mukae H, Sakamoto N, Kohno S. Peak power estimated from 6-minute walk distance in Asian patients with idiopathic pulmonary fibrosis and chronic obstructive pulmonary disease. *Respirology.* 2010 May;15(4):706-13.

4. Luxton N, Alison JA, Wu J, Mackey MG. Relationship between field walking tests and incremental cycle ergometry in COPD. *Respirology.* 2008 Nov;13(6):856-62.

5. Carter R, Holiday DB, Nwasuruba C, Stocks J, Grothues C, Tiep B. 6-minute walk work for assessment of functional capacity in patients with COPD. *Chest.* 2003 May;123(5):1408-15.

6. Covey MK, Larson JL, Alex CG, Wirtz S, Langbein WE. Test-retest reliability of symptom-limited cycle ergometer tests in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Nurs Res.* 1999 Jan-Feb;48(1):9-19.

7. Marciniuk DD, Watts RE, Gallagher CG. Reproducibility of incremental maximal cycle ergometer testing in patients with restrictive lung disease. *Thorax.* 1993 Sep;48(9):894-8.

8. Nosedá A, Carpioux JP, Prigogine T, Schmerber J. Lung function, maximum and submaximum exercise testing in COPD patients: reproducibility over a long interval. *Lung.* 1989;167(4):247-57.

9. Eiser N, Willsher D, Dore CJ. Reliability, repeatability and sensitivity to change of externally and self-paced walking tests in COPD patients. *Respir Med.* 2003 Apr;97(4):407-14.

## Verbessertes Schnittstellenmanagement zwischen Arbeits- und Rehabilitationsmedizin: Der JobReha Kurzentlassungsbericht

Th. Rebe, R. Wrbitzky, M. Spallek<sup>1</sup>

Institutionen: Medizinische Hochschule Hannover, EUGT<sup>1</sup>

### Fragestellung/ Ziel der Studie

Eine systematische Zusammenarbeit und verbesserte Kommunikation zwischen Arbeits- und Rehabilitationsmedizinern kann den Wiedereingliederungsprozess im Betrieb nach Rehabilitationsmaßnahmen verbessern (1, 2, 3). Hierzu wurde ein sogenannter JobReha Kurzentlassungsbrief entworfen, der vom Rehabilitationsmediziner bei Rehabilitationsende ausgefüllt wurde. Analysiert wurden die Laufzeiten des Kurzentlassungsberichtes bis zum Arbeitsmediziner und wie hilfreich der Bericht bei der Wiedereingliederung von Mitarbeitern im Betrieb ist.

### Methoden:

Es wurden 247 JobReha Kurzentlassungsbriefe mit Erfassung von Diagnosen, Empfehlungen zur Wiedereingliederung und möglichen Veränderungen von Arbeitsplätzen analysiert. 232 von Rehabilitationsmedizinern ausgefüllte Erhebungsbögen erfassten die Zeitangaben, wann die JobReha Kurzentlassungsberichte fertig gestellt werden konnten und wann sie an die Arbeitsmediziner übermittelt wurden. 221 Arbeitsmediziner dokumentierten Eingangszeit und Qualität der Angaben des JobReha Kurzentlassungsberichtes für die Wiedereingliederung.

### Ergebnisse:

Im Median wurde der JobReha Kurzentlassungsbrief am Entlassungstag der Rehabilitation ausgefüllt und an den Arbeitsmediziner postalisch oder durch Mitgabe an den Patienten übermittelt. Zwei Tage (Median) später erreichte er den Arbeitsmediziner. Am selben Tag (Median) konnte der Mitarbeiter am Arbeitsplatz wieder eingesetzt werden, siehe Tabelle 1.

Zeiten des KEB zwischen:		Gesamt
	n	232
Ende der Reha-	Mittelwert (Tage)	0,3
Ausgang KEB	Median (Tage)	0
(Rehaeinrichtung)	Standardabweichung	1,9

	n	219
Ende der Reha-	Mittelwert (Tage)	4,9
Eingang KEB (Betrieb)	Median (Tage)	2
	Standardabweichung	7,3
	n	203
Eingang KEB (Betrieb)-	Mittelwert (Tage)	-0,9
Wiedereingliederung	Median (Tage)	0
	Standardabweichung	10,6
	n	200
Ende der Reha-	Mittelwert (Tage)	4,5
Wiedereingliederung	Median (Tage)	2
	Standardabweichung	8,4

Tabelle 1: Laufzeiten des JobReha Kurzentlassungsbriefes (KEB)

Die Relevanz des KEB für den Wiedereingliederungsprozess im Betrieb wurde von den Arbeitsmedizinern in 56,6% als hoch-, in 41,2% als mittel- und nur in 2,2% als geringwichtig eingestuft, siehe Tabelle 2:

	Hoch	Mittel	Niedrig
Qualität des Kurzentlassungsberichts (n=225)	56,0%	42,7%	1,3%
Relevanz der Infos des Kurzentlassungsberichts zu Veränderungen des Arbeitsplatzes (n=224)	53,6%	45,5%	0,9%

Tabelle 2: Auswertung der Beurteilungen der Betriebsärzte des KEB:

#### Schlussfolgerungen:

Die Schnittstelle zwischen Rehabilitationsmedizin und Arbeitsmedizin kann entscheidend verbessert werden. Für die Verbesserung der Schnittstelle ist die Kommunikationsgeschwindigkeit wichtig. Ein praktikables Instrument ist der JobReha Kurzentlassungsbericht. Die Zeit der Informationsübertragung durch den JobReha Kurzentlassungsbericht ist mit 2 Tagen im Median relativ schnell und ermöglicht praxisnahe Wiedereingliederungen ohne wesentliche Verzögerungen der dazu notwendigen Informationsübermittlung. Dementsprechend wurde seine Relevanz für den Wiedereingliederungsprozess von den Arbeitsmedizinern überwiegend als hoch eingestuft. Das Schnittstellenmanagement zwischen Rehabilitations- und Arbeitsmedizin könnte jedoch durch regelmäßige elektronische Übermittlung des JobReha Kurzentlassungsberichtes noch weiter verbessert werden. Ein gutes Schnittstellenmanagement sorgt für Nachhaltigkeit des JobReha-outcomes und kann helfen, die Arbeitsplatzbedingungen zu verbessern. Meistens sind fortgeführte berufsbegleitende Trainings- und Rehabilitationsmaßnahmen notwendig, eine einmalige Reha genügt nicht. Für die Gesunderhaltung von Mitarbeitern am Arbeitsplatz ist ein verbessertes Schnittstellenmanagement nicht nur zwischen Arbeitsmedizin und Rehabilitationsmedizin notwendig und sinnvoll.

#### Literatur:

- (1) Müller-Fahrnow W, Greitemann B, Radoschewski FM, Gewinn, H, Hansmeier, T (2005) Berufliche Orientierung in der medizinischen Rehabilitation und Leistungen zur Teilhabe am Arbeitsleben. *Rehabilitation* 44:32-45.
- (2) Seidel H, Neuner R, Schochat T (2003) Betriebsarzt und medizinische Rehabilitation – eine Befragung von Betriebsärzten in Baden-Württemberg. *Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed* 38: 228-234.
- (3) Waddell G, Burton AK (2001) Occupational health guidelines for the management of low back pain at work: evidence review. *Occup Med* 51:124-135.

## **Arbeitsförderung mit gesundheitlicher Ausrichtung für ältere Langzeitarbeitslose – Ergebnisse einer kontrollierten randomisierten Studie zur Wirksamkeit**

**Britta Herbig<sup>1</sup>, Jürgen Glaser<sup>1</sup>, Peter Angerer<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Klinikum der Universität München

<sup>2</sup> Institut für Arbeits- und Sozialmedizin, Heinrich Heine Universität Düsseldorf

Krankheit kann sowohl Ursache als auch Folge von Arbeitslosigkeit sein (Paul & Moser, 2009). Langzeitarbeitslosigkeit, höheres Alter und gesundheitliche Einschränkungen bilden einen Teufelskreis, der eine Reintegration in den Arbeitsmarkt besonders schwierig macht: Gesundheitlich beeinträchtigte Menschen werden leichter arbeitslos, die Arbeitslosigkeit verstärkt diese Beeinträchtigungen, was dann wiederum die Chancen auf eine neue Beschäftigung vermindert. Gleichzeitig nimmt mit dem Alter das Risiko für Erkrankungen zu und – trotz demographischen Wandels – sinken die Chancen auf dem Arbeitsmarkt (Dietz & Walwei, 2011). Damit ist die Notwendigkeit spezifischer Fördermaßnahmen für ältere Langzeitarbeitslose evident. Eine solche Maßnahme – AmigA (Arbeitsförderung mit gesundheitlicher Ausrichtung; vgl. Bellwinkel & Kirschner, 2011) – wird in der vorgestellten Studie auf ihre Wirksamkeit überprüft. In AmigA-M wurden die Teilnehmer (ältere Langzeitarbeitslose über 50) von einem Fallmanagementteam (Arzt, Psychotherapeut, Fallmanager) betreut und basierend auf einer genauen Eingangsdagnostik Maßnahmen der Arbeits- und/oder Gesundheitsförderung zugeleitet. Die Dauer dieser Maßnahme betrug durchschnittlich sechs Monate.

### **Ziele der Studie**

Ziel der vorgestellten Studie war die Evaluation von AmigA-M: Es sollte gemäß den erklärten Maßnahmenzielen (vgl. von Braunmühl & Toumi, 2006) untersucht werden, ob eine stark individualisierte Intervention für die Zielgruppe älterer Langzeitarbeitsloser wirksam ist, um Gesundheit und Integrationsvoraussetzungen zu verbessern und die Integrationsquote in nachhaltige Arbeitsverhältnisse zu erhöhen.

### **Methoden**

Die Evaluation wurde mit einem randomisierten Interventions-/Wartegruppendedesign multimethodal durchgeführt. Psychische und physische Gesundheit wurden in der ärztlichen Diagnostik und im Selbstbericht erhoben, die Integration(-sfähigkeit) durch Fallmanager. Objektive Tests wurden zur Erhebung der kognitiven Leistungsfähigkeit eingesetzt. Gesundheitsbezogene Stressoren und Ressourcen wurden durch Selbstberichte mit etablierten Fragebögen erfasst. Das positive Votum der Ethikkommission der Medizinischen Fakultät der LMU München zur Studie liegt vor.

## Ergebnisse

Mit einer Teilnahmequote von 68.9% konnten zu t2 71 Teilnehmer (Interventionsgruppe N = 27, Wartegruppe N = 44) in die Evaluation eingeschlossen werden. Die Gruppen unterschieden sich in den relevanten Aspekten zu t1 nicht, d.h. die Randomisierung ist gelungen.

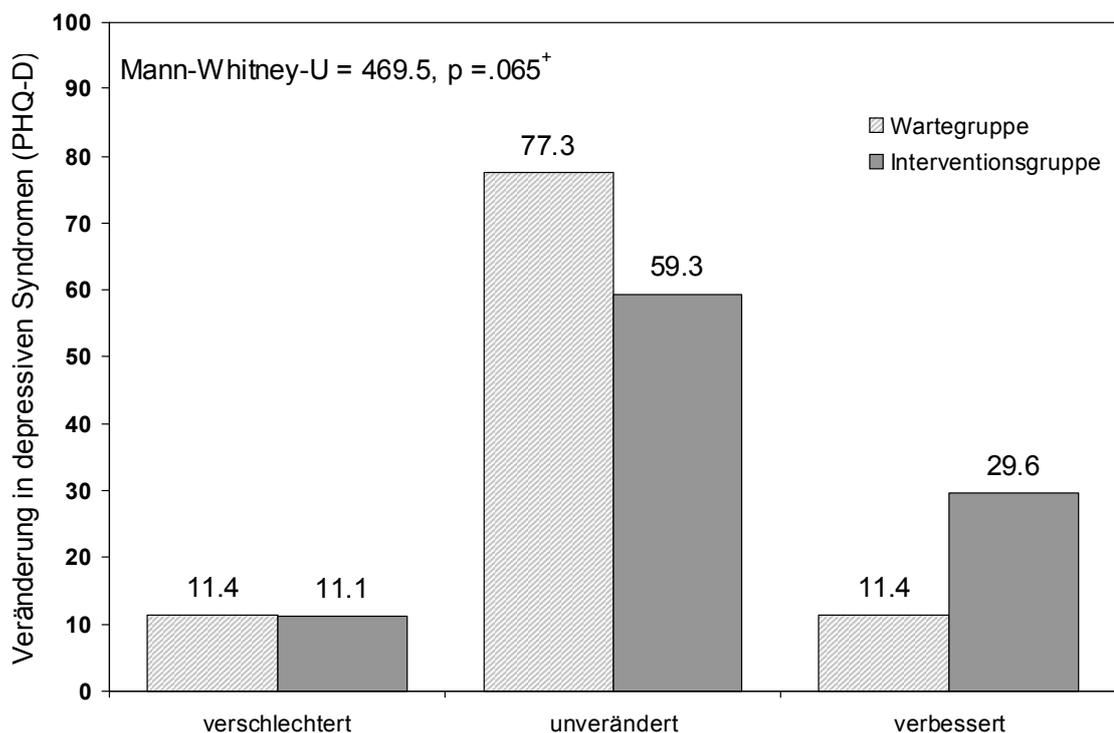


Abbildung 1: Veränderungen in der psychischen Gesundheit: Depression ( $\Delta$  %)

Die t1 Ergebnisse zeigen eine hochgradig belastete Gruppe, z.B. hatten 25.5% zu diesem Zeitpunkt den Befund einer Major Depression (nach PHQ; Löwe et al., 2002). Weitere 17.5% ein anderes depressives Syndrom. 66.6% wurden von dem Psychotherapeuten nach ICD im Bereich „psychische Erkrankungen inkl. Sucht“ als (überdurchschnittlich) stark beeinträchtigt eingeschätzt. In der Interventionsgruppe zeigten sich im Vergleich zur Wartegruppe zu t2 auf einem 10%-Niveau signifikante Verbesserungen in der Depressivität (vgl. Abbildung 1). Andere Zielkriterien, wie etwa das durch die Fallmanager eingeschätzte Integrationsprofil, verändern sich nicht systematisch, oder zeigen, wie verschiedene Aspekte kognitiver Leistungsfähigkeit, reine Übungeffekte. Tabelle 1 gibt eine Zusammenfassung der Evaluationsergebnisse für die verschiedenen getesteten Kriterien. Es zeigt sich deutlich, dass nur bei einer kleinen Anzahl von Kriterien Effekte der Intervention aufgefunden werden konnten und diese meist nur geringe Effektstärken aufwiesen (Genauerer vgl. Herbig et al., in Druck).

Tabelle 1: Zusammenfassung der Ergebnisevaluation

Evaluationsdomäne	N getestete Kriterien	N signifikante Effekte	Größe der Effekte
Körperliche Gesundheit	7	0	/
Psychische Gesundheit	9	2	klein
Lebensqualität	7	5	sehr klein
Persönliche Ressourcen	11	4	klein / mittel
Persönliche Stressoren	3	0	/
Kognitive Leistung	4	(3)	/ (Übungseffekte)
Persönliche Kompetenzen	9	1	mittel
Arbeitssituation	4	1	sehr klein
Σ:	54	13 (16)	

### Schlussfolgerungen

Die Notwendigkeit von Maßnahmen für ältere Langzeitarbeitslose wird durch die t1-Ergebnisse, die das Bild einer körperlich und psychisch hochgradig belasteten Gruppe zeigen, bestätigt. Die untersuchte Maßnahme AmigA-M ist eine stark individualisierte und kostenintensive Intervention, z.B. zeigte die Prozessevaluation eine durchschnittliche Kontaktdichte von 10.5h pro Teilnehmer mit dem Team (vermittelte Maßnahmen nicht eingeschlossen). Die Evaluationsergebnisse zeigen ein gemischtes, insgesamt aber eher negatives Bild der Wirksamkeit der Intervention. Vor dem Hintergrund kurz- und langfristiger gesellschaftlicher Kosten ist daher zu fragen, ob eine derartig breite, d.h. auf unterschiedlichste Kriterien zielende und jeweils individuell anders gestaltete, Form von Intervention sinnvoll ist oder ob nicht gezieltere resp. spezifischere Maßnahmen eine höhere Erfolgchance haben. Darüber hinaus zeigt die Studie einen wichtigen methodischen Aspekt: Die untersuchte Maßnahme wurde in anderen Studien mit einfachem Prä-/Posttestdesign (vgl. Bellwinkel & Kirschner, 2011) positiv bewertet; erst das vorgestellte randomisierte Kontrollgruppendesign zeigt die Problematik. Damit sollte im Rahmen der Vergabe von Maßnahmen dringend stärker auf die Evidenz und die Qualität der Evidenz für die Wirksamkeit dieser Maßnahmen geachtet werden, um nicht in guter Absicht wenig effektive und effiziente Projekte zu fördern.

## Literatur

Bellwinkel, M, Kirschner, W (Hrsg). Evaluation von Projekten der Gesundheitsförderung von Arbeitslosen. Reihe Gesundheitsförderung und Selbsthilfe Nr. 25. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW, 2011.

Braunmühl, C von, Toumi, I. Arbeitsförderung mit integriertem Gesundheitsmanagement (AmigA). In: Holleder, A, Brand, H (Hrsg) Arbeitslosigkeit, Gesundheit und Krankheit. Bern: Hans Huber, 2006, S. 215-222.

Dietz, M, Walwei, U. Germany - No Country for Old Workers? Journal for Labour Market Research 2011: 44, 363-376.

Herbig, B, Glaser, J, Angerer, P. Alt, krank, arbeitslos, chancenlos? Ergebnisse einer randomisierten Kontrollstudie zur Wirksamkeit einer kombinierten Gesundheits- und Arbeitsförderung bei älteren Langzeitarbeitslosen (AmigA-M). Bundesgesundheitsblatt 2012 (in Druck).

Löwe, B, Spitzer, RL, Zipfel, S, Herzog, W. PHQ-D Gesundheitsfragebogen für Patienten. Autorisierte deutsche Fassung des „Prime MD Patient Health Questionnaire“ (2. Aufl). Heidelberg: Pfizer, 2002.

Paul, KI, Moser, K. Unemployment impairs mental health: Meta-analyses. J Vocat Behav 2009: 74; 264–282.

## **Effekte eines partizipativen Gesundheitskompetenztrainings auf die subjektive Gesundheit von Menschen in Langzeitarbeitslosigkeit**

**M. Heinmüller<sup>1</sup>, H. Limm<sup>2</sup>, K. Horns<sup>1</sup>, K. Seeger<sup>1</sup>, H. Gündel<sup>2</sup>, P. Angerer<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, München;

<sup>2</sup> Universitätsklinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie, Ulm;

<sup>3</sup> Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin, Medizinische Fakultät, Heinrich Heine Universität, Düsseldorf

**Key words:** Gesundheitskompetenz, Gesundheitsförderung, Langzeitarbeitslosigkeit, subjektive Gesundheit, Depression

### **Ziel der Studie**

Ein im Rahmen eines Forschungsvorhabens zur Gesundheitsförderung von Menschen in Langzeitarbeitslosigkeit entwickeltes zielgruppenspezifisches Gesundheitskompetenz-training sollte in verschiedene Settings der Arbeitsmarktförderung implementiert und evaluiert werden.

### **Methoden**

Intervention: In einer 3-tägigen Schulung wurden pädagogische Mitarbeiter der Fördermaßnahmen zu „Gesundheits-Coaches“ qualifiziert; anschließend boten sie ihren arbeitslosen Kunden das Gesundheitskompetenztraining an, das individuelle Beratungsgespräche nach den Prinzipien der „Motivierenden Gesprächsführung“ („FIT-Beratung“ in Anlehnung an Wiborg et al. 2005) mit partizipativen Gruppenaktivitäten rund um das Thema Gesundheit kombiniert. Regelmäßige Fallbesprechungen dienten dem Erfahrungsaustausch und der fachlichen Unterstützung der Coaches.

Neben der formativen und summativen Prozessevaluation hinsichtlich Umsetzung, Reichweite und Akzeptanz (nach Loss 2007) wurden die Effekte auf Teilnehmerebene durch eine kontrollierte Interventionsstudie in Sozialen Betrieben in München und im JobCenter der Region Hannover untersucht. Hauptzielparameter waren die körperliche und psychische Funktionsfähigkeit (SF12, Bullinger et al. 1995), Nebenzielparameter Ängste und Depressivität (HADS, Zigmond und Snaith 1983). Vor Beginn wurde die Zustimmung zur Studiendurchführung von der Ethikkommission der Medizinischen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München eingeholt. Ein Flussdiagramm des Studiendesigns ist in Abbildung 1 dargestellt.

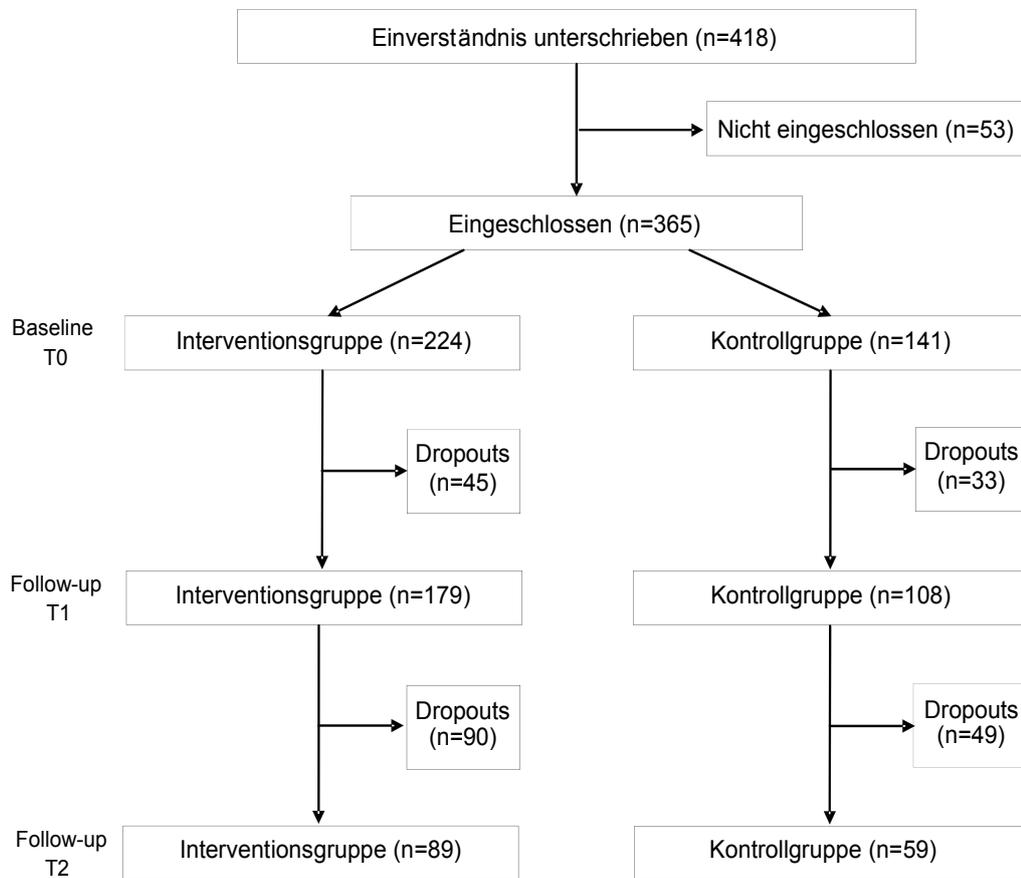


Abbildung 2: Flussdiagramm des Studiendesigns.

## Ergebnisse

365 erwerbsfähige SGB II-Leistungsempfänger ( $44 \pm 11$  Jahre, 58% Frauen) wurden eingeschlossen, 287 (79%) nahmen an dem Follow-up nach 3 Monaten (T1), 148 (41%) an dem nach einem Jahr (T2) teil.

70% der Studienteilnehmer waren seit mehr als 5 Jahren ohne Arbeit oder hatten noch nie in Deutschland gearbeitet, 36% hatten Migrationserfahrung. Die subjektive Gesundheit der Studienteilnehmer lag insbesondere hinsichtlich der psychischen Komponente deutlich unterhalb derjenigen der Referenzpopulation, 47% hatten erhöhte Werte für Ängste, 35% für Depressivität.

Nach 3 Monaten fand sich in der Interventionsgruppe eine signifikante Verbesserung der körperlichen und insbesondere psychischen Funktionsfähigkeit (SF12 Subskalen PCS und MCS) wie auch der Werte für Ängste und Depressivität, während sich in der

Kontrollgruppe keine signifikanten Veränderungen nachweisen ließen. Die Effekte erwiesen sich auch nach einem Jahr als stabil.

Die Prozessevaluation zeigte eine gute Umsetzung des Gesundheitskompetenztrainings, die Intervention wurde von Maßnahmenträgern, Gesundheits-Coaches und Studienteilnehmern durchwegs positiv bewertet (Horns et al. 2012).

### **Schlussfolgerung**

Die Ergebnisse belegen Bedarf, Akzeptanz und Umsetzbarkeit wie auch die Effektivität des Gesundheitskompetenztrainings. Das ressourcen- und zielorientierte Vorgehen fördert soziale und persönliche Kompetenzen, leistet einen relevanten Beitrag zur Verbesserung der Gesundheit (und somit auch der Beschäftigungsfähigkeit) in der Zielgruppe und lässt sich im Prinzip auch auf andere Zielgruppen übertragen.

Als mögliche Erfolgsfaktoren sehen wir – neben dem Settingansatz – die konsequent wertschätzende und ermutigende Herangehensweise seitens der Gesundheits-Coaches sowie die Kombination aus individueller Beratung und partizipativen Gruppenangeboten an. Letztere stellen gerade für Menschen, die sich aus Scham bzw. mangels finanzieller Möglichkeiten aus ihrem sozialen Umfeld zurückgezogen haben eine Brücke zurück ins Leben dar.

### **Literatur**

Bullinger, M., Kirchberger, I., Ware, J. Der deutsche SF-36 Health Survey. Übersetzung und psychometrische Testung eines krankheitsübergreifenden Instruments zur Erfassung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität. Zeitschrift für Gesundheitswissenschaften, 3, 1995: 21–36.

Horns, K., Seeger, K., Heinmüller M., Limm, H., Waldhoff, H.-P., Salman, R., Gündel, H., Angerer P. Gesundheitskompetenztraining für Menschen in Langzeitarbeitslosigkeit – Auswirkungen auf die Motivation zu einem gesünderen Lebensstil. Bundesgesundheitsbl 55, 2012: 728–738.

Loss, J., Eichhorn, C., Reisig, V., Wildner, M., Nagel, E. Qualitätsmanagement in der Gesundheitsförderung – Entwicklung eines multidimensionalen Qualitätssicherungsinstruments für eine landesweite Gesundheitsinitiative. Präw Gesundheitsförd 2, 2007: 199–206.

Wiborg, G., Stephan, C., Wewel, M. et al. Motivierende Gesundheitsgespräche für Arbeitslose – Die FIT-Beratung. Essen, BKK Bundesverband 2005.

Zigmond, A.S., Snaith, R.P. The hospital anxiety and depression scale. Acta Psychiatr Scand, 67, 1983: 361–70.

## **Erfahrungen aus der externen Qualitätssicherung für arbeits-medizinische Biomonitoringuntersuchungen**

**Thomas Göen, Karl-Heinz Schaller, Hans Drexler**

Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

### **Einleitung**

Entsprechend der Verordnung zur Arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) ist ein Biomonitoring immer dann Bestandteil arbeitsmedizinischer Vorsorgeuntersuchungen, wenn anerkannte Analyseverfahren und geeignete Werte zur Beurteilung zur Verfügung stehen. Bei der Beurteilung der Zuverlässigkeit der Analyseverfahren kommt der externen Qualitätssicherung eine herausragende Bedeutung zu. Deshalb wird seit 1982 im Auftrag der DGAUM ein Ringversuchsprogramm für Biomonitoringlaboratorien (G-EQUAS) organisiert. In diesem Beitrag wird über den aktuellen Stand dieses externe Qualitätssicherungs-programm und den dabei gewonnenen Erfahrungen berichtet.

### **Methoden**

Seit Beginn des G-EQUAS-Programmes erfolgten 48 Ringversuche. Im letzten Ringversuch wurden insgesamt 127 Parameter teils für arbeitsmedizinische teils für umweltmedizinische Anwendungen angeboten. Speziell für arbeitsmedizinische Biomonitoring Anwendungen werden Kontrollmaterialien für zahlreiche Metalle und andere anorganische Parameter in Blut und Urin sowie für organische Arbeitsstoffe und deren Metabolite in Urin und Blut angeboten (Abb. 1). Jeder Parameter wird in jedem Ringversuch in zwei verschiedenen Konzentrationen bereitgestellt. Die Ergebnisse der Ringversuchsteilnehmer werden mit Sollwerten und Toleranzbereichen bewertet, die aus den Ergebnissen besonders qualifizierter Referenzlaboratorien gewonnen werden. Eine erfolgreiche Teilnahme am Ringversuch wird bescheinigt, wenn die Ergebnisse des Teilnehmers für beide Konzentrationen im jeweiligen Toleranzbereich liegen.

Tab. 1: Aktueller Umfang der G-EQUAS-Qualitätssicherungsprogrammes\*

Material	Parameter	Anzahl	Matrix	Anwendungsbereich
1 A/B	Metalle	7	Blut	arbeitsmedizinisch
2 A/B	Metalle (u.a.)	25	Urin	arbeitsmedizinisch
3 A/B	Org. Parameter	17	Urin	arbeitsmedizinisch
4 A/B	Aromatische KW	4	Blut	arbeitsmedizinisch
5 A/B	Halogenierte KW	6	Blut	arbeitsmedizinisch
7 A/B	Metalle	3	Blut	umweltmedizinisch
8 A/B	Metalle	6	Urin	umweltmedizinisch
9 A/B	Org. Parameter	18	Urin	umweltmedizinisch
10 A/B	Organohalogenverb.	15	Plasma	umweltmedizinisch
11 A/B	Metalle	9	Plasma	arbeits-/umweltmedizinisch
12 A/B	Alkohole und Ketone	5	Urin	arbeitsmedizinisch
13 A/B	Hb-Addukte	4	Globin	arbeits-/umweltmedizinisch
14 A/B	Phenolische Verb.	2	Urin	arbeitsmedizinisch
15 A/B	Phenolische Verb.	5	Urin	umweltmedizinisch

\* Weitere Details sind der Homepage [www.g-equas.de](http://www.g-equas.de) zu entnehmen.

## Ergebnisse

An den halbjährlich angebotenen Ringversuchen beteiligen sich weltweit bis zu 200 Laboratorien. Dabei kommen nunmehr etwa Zweidrittel der Teilnehmer aus dem Ausland. Die höchsten Teilnehmerzahlen wurden für die Bestimmung von Metallen im Blut und Urin registriert. Bei den organischen Parametern nahmen die meisten Laboratorien für Lösemittelmetabolite in Urin teil. Dabei war die Beteiligung der Teilnehmer für die Einzelparameter in der Regel konstant. Für einige Biomonitoringparameter für organische Arbeitsstoffe zeigte sich in den letzten Jahren sogar eine steigende Tendenz der Beteiligung (Abb. 1).

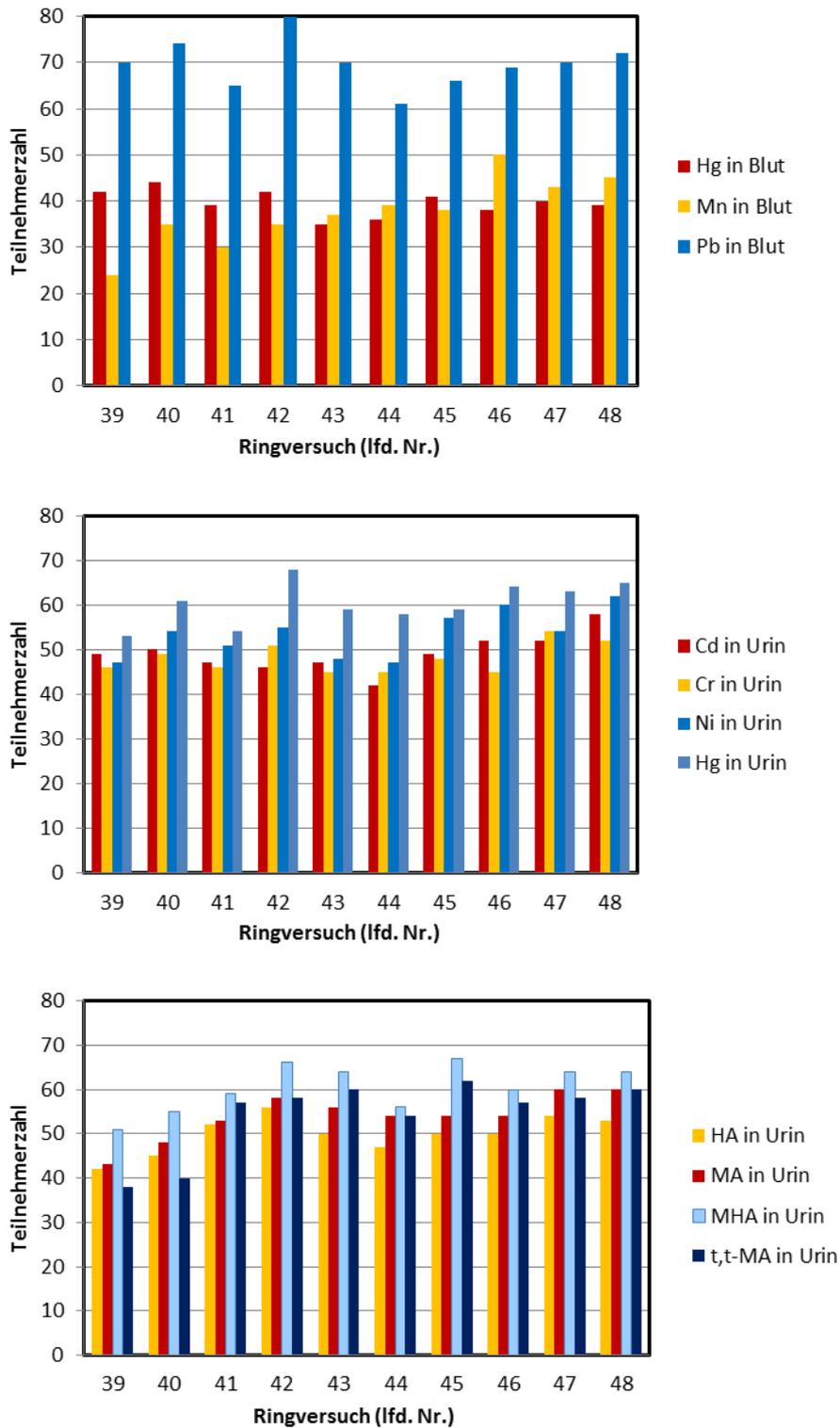


Abb. 1: Entwicklung der Teilnehmerzahlen für einige Metalle in Blut (oben), Metalle in Urin (Mitte) und Lösemittelmetabolite in Urin (unten) in den letzten 5 Jahren

Während sich für den am längsten etablierten Biomonitoringparameter Blei in Blut weiterhin die höchste Zahl an Laboratorien beteiligt, hat sich die Nachfrage nach anderen Parametern, wie z.B. Cadmium, Chrom, Nickel und Quecksilber in Urin sowie Hippursäure, Mandelsäure (MA), Methyhippursäuren (MHA) und t,t-Muconsäure (t,t-MA) in Urin, nunmehr in eine ähnliche Größenordnung entwickelt (Abb. 1). Im Mittel wurden die Parameter von 75 % der Teilnehmer erfolgreich bestimmt. Allerdings ergaben sich für einige wenige Parameter z.T. auch Erfolgsquoten unter 50 %.

Betrachtet man die Anzahl der deutschen Laboratorien, die die Qualität ihrer Analytik durch das G-EQUAS-Programm überprüfen lassen, so zeigt sich für die verschiedenen Parameter ein sehr unterschiedliches Bild. Während sich von ihnen an der Qualitätskontrolle der meisten Metalle in humanbiologischen Material im Mittel etwa 20 Laboratorien beteiligen, ist die Anzahl der deutschen Laboratorien, die die Analytik der Biomonitoringparameter für organische Gefahrstoffe überprüfen lassen, extrem gering. Dabei sind sie selbst bei den häufig nachgefragten Lösemittelmetaboliten, wie z.B. MHA, MA und t,t-MA, deutlich unterrepräsentiert (22-25 % der Teilnehmer). Bei weiteren wichtigen Parametern, wie z.B. Trichloressigsäure, 2,5-Hexandion, MiBK und Butoxyessigsäure in Urin, nehmen sogar nur zwischen 4 bis 7 deutsche Laboratorien teil.

### **Schlussfolgerungen**

G-EQUAS hat sich zu dem weltweit bedeutendsten Qualitätssicherungsprogramm für Biomonitoringuntersuchungen entwickelt. Dabei ist die Beteiligung aus dem Ausland auch in den letzten Jahren weiter steigend. Für Zweidrittel der Beurteilungswerte, die in Deutschland derzeit für die Befundung von Biomonitoringergebnissen zur Verfügung stehen, ermöglicht das G-EQUAS-Programm ein Qualitätszertifikat für die Analytik. Mit Blick auf die Qualität von Biomonitoringuntersuchungen, die in Deutschland im Rahmen der arbeitsmedizinischen Vorsorge durchgeführt werden, ist die extrem geringe Zahl von deutschen Laboratorien, die die Zuverlässigkeit ihrer Analytik von Biomonitoringparametern für organische Gefahrstoffe überprüfen lassen, besorgniserregend. In diesem Zusammenhang ist der Arbeitsmediziner gut beraten, sich vor der Vergabe von Biomonitoringuntersuchungen durch die Vorlage von Zertifikaten über die erfolgreiche Beteiligung an Ringversuchen, von der Qualität der Auftragnehmer zu überzeugen.

## Innere Belastung mit *N*-Methyl-2-pyrrolidon (NMP) und *N*-Ethyl-2-pyrrolidon (NEP) bei Lackierern aus der Automobilindustrie und beruflich nicht exponierten Kontrollen

**Tobias Weiß, Swetlana Meier, Stephan Koslitz, Birgit Schindler, Holger M. Koch, Heiko Udo Käfferlein, Thomas Brüning**

Institut für Prävention und Arbeitsmedizin (IPA) der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum, Buerkle-de-la-Camp-Platz 1, 44789 Bochum

**Fragestellung:** *N*-Methyl-2-pyrrolidon (NMP) wird in breitem Umfang als Lösungsmittel in Farben und Lacken, in Pflanzenschutzmitteln und Kunststoffen verwendet. NMP ist bekanntermaßen reproduktionstoxisch. Daher sind Formulierungen, die mehr als 5% NMP enthalten, seit Januar 2009 europaweit entsprechend zu kennzeichnen. In der Automobilindustrie wird das gut hautgängige NMP hauptsächlich als Lösungsmittel für Lacke verwendet. Als Ersatzprodukt für NMP wird zwischenzeitlich auch das strukturell verwandte *N*-Ethyl-2-pyrrolidon (NEP) eingesetzt. Nach Inkorporation wird NMP zunächst zum 5-Hydroxy-*N*-methyl-2-pyrrolidon (5-HNMP) hydroxyliert und nachfolgend zum 2-Hydroxy-*N*-methyl-succinimid (2-HMSI) metabolisiert. Beide Metaboliten werden mit dem Urin ausgeschieden. Dabei stellt das 5-HNMP mit einem Anteil von etwa 68% den Hauptmetaboliten im Urin dar und wird mit einer Eliminationshalbwertszeit von  $t_{1/2} = 7,3$  h im Vergleich zum 2-HMSI (ca. 30%;  $t_{1/2} = 17$  h) deutlich schneller ausgeschieden (Akesson und Paulsson 1997, Wells et al. 1992). Für NEP liegen bislang keine Metabolismusstudien vor. Wir postulierten, dass NEP analog zu NMP metabolisiert wird und die NEP-Metaboliten 5-Hydroxy-*N*-ethyl-2-pyrrolidon (5-HNEP) und 2-Hydroxy-*N*-ethyl-succinimid (2-HESI) ebenfalls mit dem Urin ausgeschieden werden.

Für NMP bestehen ein Arbeitsplatzgrenzwert und ein MAK-Wert in Höhe von  $82 \text{ mg/m}^3$  sowie ein BAT-Wert in Höhe von  $150 \text{ mg/L}$  Urin für den NMP-Metaboliten 5-HNMP. Da NMP in Schwangerschaftsgruppe C eingruppiert ist, braucht eine fruchtschädigende Wirkung bei Einhaltung des MAK- und BAT-Wertes nicht befürchtet werden.

Im Rahmen einer Feldstudie sollte mittels Biomonitoring die innere Belastung von Beschäftigten mit NMP-Umgang aus dem Lackierbereich eines Automobilherstellers objektiviert werden und zudem geprüft werden, ob ggf. NEP bereits als Ersatzstoff in den verwendeten Lackformulierungen eingesetzt wird.

**Methoden:** Mittels Festphasenextraktion wurden 5-HNMP, 2-HMSI, 5-HNEP und 2-HESI von der Urinmatrix abgetrennt und angereichert. Nach Derivatisierung wurden die Analyten kapillargaschromatographisch getrennt und massenspektrometrisch detektiert. Die Quantifizierung erfolgte unter Verwendung Deuterium-markierter interner Standards. Die Nachweisgrenzen für die vier Analyten lagen zwischen  $9$  und  $23 \text{ } \mu\text{g/L}$  Urin bei Präzisionen unterhalb von 10% (Schindler et al. 2012).

Untersucht wurde ein Kollektiv aus 23 Arbeitnehmern (17♂, 6♀), darunter 9 Kontrollen ohne bekannte berufliche Exposition gegenüber NMP oder NEP. Die Probennahme bei den exponierten Arbeitnehmern erfolgte in der Wochenmitte vor und nach der Schicht sowie am Folgetag vor der Schicht. Mehrere Probanden wurden mehrfach, allerdings in verschiedenen Arbeitswochen beprobt.

**Ergebnisse:** Im Urin aller Beschäftigten konnten sowohl die NMP- wie auch die NEP-Metabolite nachgewiesen werden, während lediglich 3 bzw. 5 Kontrollen positive Werte aufwiesen. Bei zwei Arbeitnehmern wurden vergleichsweise hohe Urinkonzentrationen in Höhe von 21,5 und 25,9 mg/L für 5-HNMP bzw. 30,1 und 40,0 mg/L für 5-HNEP beobachtet. Diese Konzentrationen fanden sich in den Folgetag-Vorschicht-Proben von Arbeitnehmern, die bei Tätigkeit des Düsenreinigens Umgang mit einem speziellen Lösungsmittelgemisch hatten. Da die Düsenreinigung nicht zu den regelmäßigen Tätigkeiten zählt, wurden die entsprechenden Werte nicht in die weiteren Auswertungen einbezogen (Tab. 1, Abb. 1).

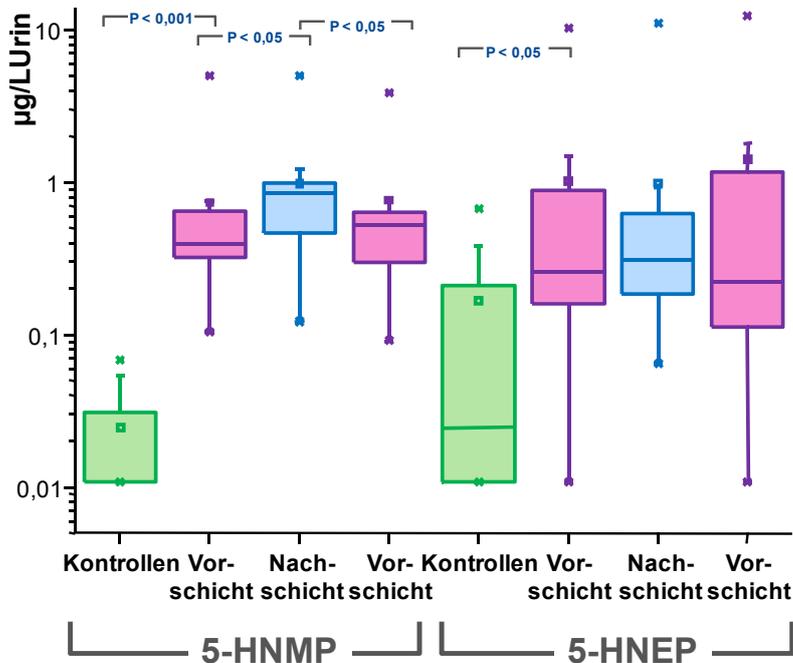
Die Urinkonzentrationen sämtlicher Metabolite unterschieden sich jeweils zwischen Kontrollen und Exponierten signifikant (Mann-Whitney U). Ein signifikanter Anstieg während der Arbeitsschicht war für das 5-HNMP zu sehen nicht jedoch für das 5-HNEP oder die jeweiligen Hydroxyalkylsuccinimide. Allerdings lagen die Vorschichtwerte wie auch die Vorschichtwerte des Folgetags im Mittel jeweils unterhalb der Nachschichtwerte (Tab. 1, Abb. 1). Für die Tätigkeit des Düsenreinigens hingegen ergaben sich im Vergleich zu den Nachschichtkonzentrationen deutlich höhere Werte in den Vorschichtproben des Folgetags. Es bestand bei den exponierten Arbeitnehmern eine Korrelation zwischen 5-HNMP und 5-HNEP in den Nachschicht-Urinwerten ( $r = 0,745$ ). Der BAT-Wert für NMP (150 mg/ HNMP) wurde in keinem Fall überschritten.

**Tabelle 1:** Ergebnisse des Humanbiomonitorings auf NMP- und NEP-Metabolite im Urin beruflich exponierter Arbeitnehmer (ohne Tätigkeit Düsenreinigung) und Kontrollen

Metabolit		Median	Bereich
5-HNMP	Kontrollen (N=9)	< 0,02	< 0,02 - 0,07
	Vorschicht (N=18)	0,40	0,10 - 5,06
	Nachschicht (N=18)	0,86	0,12 - 5,06
	Vorschicht Folgetag	0,53	0,10 - 3,90
5-HNEP	Kontrollen (N=9)	0,025	< 0,02 - 0,68
	Vorschicht (N=18)	0,26	< 0,02 - 10,30
	Nachschicht (N=18)	0,31	0,06 - 11,21
	Vorschicht Folgetag	0,22	< 0,02 - 12,42
2-HMSI	Kontrollen (N=9)	< 0,01	< 0,01 - 0,12
	Vorschicht (N=18)	0,50	0,24 - 2,68
	Nachschicht (N=18)	0,51	0,09 - 2,87
	Vorschicht Folgetag	0,61	0,07 - 2,92
2-HESI	Kontrollen(N=9)	< 0,01	< 0,01 - 0,06
	Vorschicht (N=18)	0,23	0,03 - 5,47
	Nachschicht (N=18)	0,22	0,04 - 4,58
	Vorschicht Folgetag	0,26	0,08- 5,61

**Schlussfolgerungen:** Wie postuliert wird NEP analog zum NMP im menschlichen Körper zum entsprechenden 5-Hydroxy-*N*-alkyl-2-pyrrolidon sowie zum 2-Hydroxy-*N*-alkyl-succinimid verstoffwechselt und mit dem Urin ausgeschieden. Inwieweit für das NEP auch zum NMP vergleichbare Metabolitenverhältnisse bzw. Eliminationskinetiken bestehen, bleibt Gegenstand weiterer Untersuchungen. Die innere NMP-Belastung an den untersuchten Arbeitsplätzen lag in allen Fällen deutlich unterhalb des BAT-Werts. Die Gefahr einer fruchtschädigenden Wirkung ist in diesem Arbeitsplatz-Setting somit nicht zu befürchten. Durch alleinige Nachschichtmessung von 5-HNMP bzw. 5-HNEP kann die innere Belastung unterschätzt werden, wie wir im Falle der Düsenreinigung anhand der deutlich höheren Urinkonzentrationen in den Vorschichtproben des Folgetags im Vergleich zu den Nachschichtproben zeigen konnten. Die strenge Korrelation der Nachschichturinkonzentrationen von 5-HNMP und 5-HNEP deutet darauf hin, dass NMP und NEP aus der gleichen Quelle stammen. Da NMP im

industriellen Anwendungsbereich mittlerweile offensichtlich zumindest in Teilen durch NEP substituiert wird, erscheint die Ableitung von Arbeitsplatzgrenzwerten für NEP wünschenswert. Dabei sollte auch die anzunehmende gleichgerichtete kombinatorische Wirkung von NMP und NEP in Betracht gezogen werden. Teile der Allgemeinbevölkerung sind gegenüber NMP und mittlerweile auch NEP exponiert.



**Abbildung 1:** Box-Plot-Darstellung der Biomonitoringsergebnisse für 5-HNMP und 5-HNEP im Urin (ohne Tätigkeit Düsenreinigung)

Akesson B, Paulsson K. Experimental exposure of male volunteers to N-methyl-2-pyrrolidone (NMP): acute effects and pharmacokinetics of NMP in plasma and urine. *Occup Environ Med.* 1997 Apr;54(4):236-40

Schindler BK, Koslitz S, Meier S, Belov VN, Koch HM, Weiss T, Brüning T, Käfferlein HU. Quantification of Four Major Metabolites of Embryotoxic N-Methyl- and N-Ethyl-2-pyrrolidone in Human Urine by Cooled-Injection Gas Chromatography and Isotope Dilution Mass Spectrometry. *Anal Chem.* 2012 Apr 17;84(8):3787-94.

Wells DA, Hawi AA, Digenis GA. Isolation and identification of the major urinary metabolite of N-methylpyrrolidinone in the rat. *Drug Metab Dispos.* 1992 Jan-Feb;20(1):124-6.

## **Neue Untersuchungsergebnisse zur Belastung der Allgemeinbevölkerung mit Organophosphat-Flammschutzmitteln**

**Chantal Mach, Hans Drexler, Thomas Göen**

Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial und Umweltmedizin der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Erlangen

### **Einleitung**

Organophosphat-Flammschutzmittel (OPFSM) finden in vielen Bereichen Einsatz, insbesondere in Bauprodukten, Einrichtungsgegenständen und Elektroartikeln. Die OPFSM stellen in Europa die zweitbedeutendste Gruppe industriell verwendeter Flammschutzmittel dar. Durch den Einsatz in zahlreichen Gebrauchsgegenständen ist auch für Personen ohne beruflichen OPFSM-Kontakt eine Exposition mit diesen Stoffen zu erwarten. Für die Gesundheit der Allgemeinbevölkerung dürfte dabei weniger die akute Hemmung der Cholinesterasen von Bedeutung sein, als vielmehr die Einstufung einiger OPFSM als kanzerogen und fortpflanzungsschädigend.

### **Zielsetzung**

Ziel eigener Untersuchungen war die Erfassung der individuellen Exposition beruflich nicht belasteter Personen gegenüber einer Vielzahl an OPFSM unter Einsatz eines Gefahrstoff-spezifischen und sensitiven Biomonitoringverfahrens. Auf der Basis von Tierversuchen wurde die Ausscheidung der Dialkyl- bzw. Diarylphosphaten in Urin als potentielle Parameter für ein OPFSM-Biomonitoring ausgewählt.

### **Methoden**

Für die Studie wurden von 47 Mitarbeitern im Alter von 19-69 Jahren (Median: 40 Jahre) der Universität Erlangen-Nürnberg Spontan-Urinproben gewonnen. Die Stichprobe bestand aus 30 Frauen und 17 Männern; 36 Probanden waren Nichtraucher und 11 aktive Raucher. Für das Biomonitoringverfahren wurden die Organophosphat-Metabolite Di-n-butylphosphat (DnBP), Di-(2-chlorethyl)phosphat (DCEP), Di-(2-chlorisopropyl)phosphat (DCPP), Di-2-(butoxyethyl)phosphat (DBEP), Diphenylphosphat (DPhP), Di-o- (DoCP), Di-m- (DmCP) und Di-p-Cresylphosphat (DpCP) ausgewählt. Die Bestimmung der Dialkyl- bzw. Diarylphosphate erfolgte nach einer Festphasenextraktion aus der polaren Urinmatrix und anschließender Derivatisierung der freien Hydroxylgruppen mit Pentafluorbenzylbromid. Nach gaschromatographischer Auftrennung der Analyten erfolgte die strukturspezifische Detektion im Tandem-Massenspektrometer. Die Bestimmungsgrenzen waren für DCPP 0,2 µg/l, für DPhP 0,15 µg/l und für alle anderen Metabolite 0,1 µg/l.

## Ergebnisse

Die drei Dicrosylphosphat-Isomeren (DoCP, DmCP, DpCP) waren in keiner der analysierten Proben nachweisbar. Dagegen fanden sich die anderen OPFSM-Metabolit in 30 bis 88 % der Proben. Eine Zusammenstellung der deskriptiven Daten zeigt Tabelle 1. Di-n-butylphosphat, Di-2-(butoxyethyl)phosphat sowie Diphenylphosphat waren in der deutliche Mehrheit der Proben und damit am häufigsten in den Proben quantifizierbar, während Di-(2-chlorethyl)phosphat und Di-(2-chlorisopropyl)phosphat in einem Drittel bis der Hälfte aller Proben nachgewiesen wurden. Diphenylphosphat und Di-(2-butoxyethyl)phosphat waren auch die Parameter, bei denen die mit Abstand höchsten OPFSM-Belastungen angezeigt wurden. Unterschiede in der OPFSM-Belastung zwischen Männern und Frauen sowie zwischen Rauchern und Nichtrauchern wurden nicht festgestellt (siehe Abbildung 1).

Tabelle 1: Deskriptive Statistik der OPFSM-Biomonitoringergebnisse

	DnBP (µg/l)	DCEP (µg/l)	DCPP (µg/l)	DPhP (µg/l)	DBEP (µg/l)
> BG (%)	86 %	47 %	30 %	74 %	88%
Median	0,22	< 0,1	< 0,2	1,52	2,78
Bereich	< 0,1 - 1,03	< 0,1 - 2,66	< 0,2 - 0,87	< 0,15 - 7,49	<0,15 - 9,46
95-Perz.	0,67	0,72	0,50	4,84	6,18

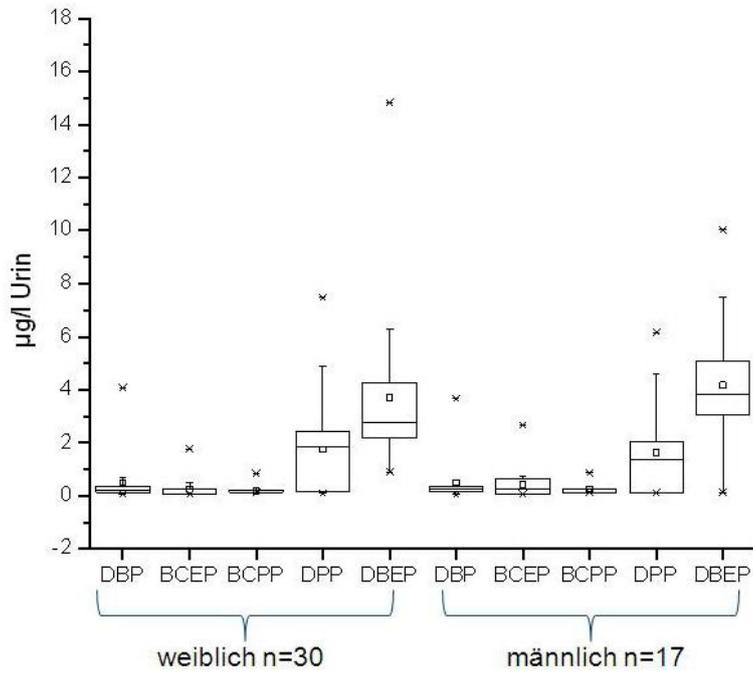


Abb. 1a, Vergleich der OPFSM-Belastung von Frauen und Männern

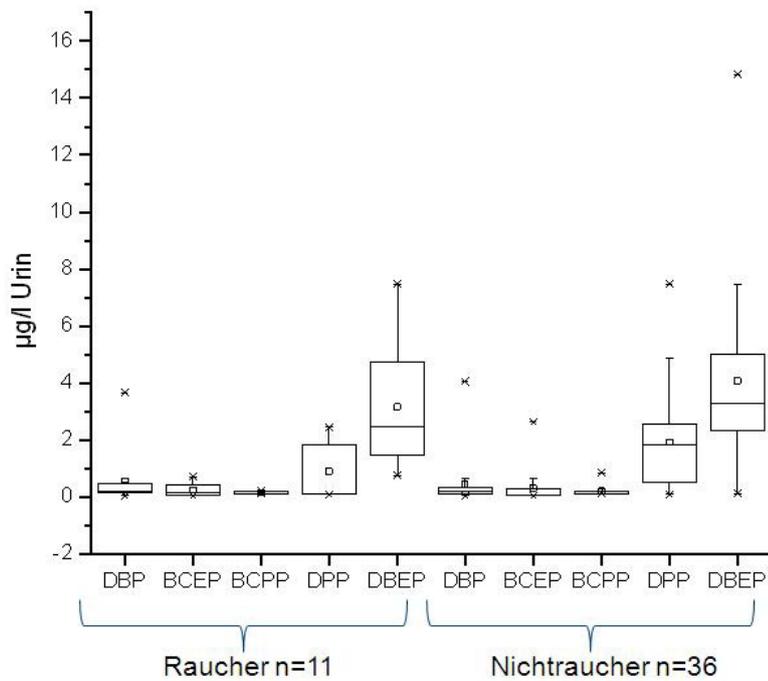


Abb. 1b, Vergleich der OPFSM-Belastung von Rauchern und Nichtrauchern

### **Diskussion und Ausblick**

Bislang existieren wenige Daten zum Umfang der Hintergrundbelastung an OPFSM in der Allgemeinbevölkerung. Dabei bestätigen die Daten, die von Schindler et al. (2008) veröffentlichten wurden, unsere negativen Befunde für die Tricresylphosphat-Belastung. Ebenfalls bestätigt werden konnte, dass bei einer Bestimmungsgrenze von  $0,1 \mu\text{g/l}$  der Parameter DCEP in der Hälfte der Urinproben einer Allgemeinbevölkerungsstichprobe erfasst werden können. Dagegen sind die OPFSM-Biomonitoringparameter DnBP, DPhP und DBEP erstmalig in derartiger Häufigkeit in einer Stichprobe beruflich nicht belasteter Personen nachgewiesen worden. Dies dürfte vornehmlich an den im Vergleich zu anderen Studien (Schindler et al. 2008 und 2009) niedrigeren Bestimmungsgrenzen begründet liegen. Darüber hinaus ist mit dem Parameter DBEP erstmalig ein Biomonitoring für Tri-(2-butoxyethyl)phosphat durchgeführt worden. Im Hinblick auf die vorliegenden Ergebnisse des Biomonitorings zeigt sich, dass dieser Parameter offensichtlich die bedeutendste OPFSM-Einzelbelastung anzeigt und damit für die Beurteilung der OPFSM-Gesamtbelastung der Allgemeinbevölkerung unverzichtbar ist. In weiteren Untersuchungen soll geklärt werden, welcher Anteil dieser Flammschutzmittel über die Innenraumluft bzw. über die Nahrung sowie durch direkten Kontakt mit Gebrauchsgütern aufgenommen wird.

**Literatur**

Schindler, B.K., Förster, B.K., Angerer, J. (2008). „Determination of human urinary organophosphate flame retardant metabolites by solid phase extraction and gas chromatography-tandem mass spectrometry.” *Journal of Chromatography B* 877: 375-381

Schindler, B.K., Förster, B.K., Angerer, J. (2009). „Quantification of two urinary metabolites of organophosphorus flame retardants by solid-phase extraction and gas chromatography-tandem mass spectrometry.” *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 395: 1167-1171

## **Aktuelle toxikokinetische Daten zur Etablierung eines Biomonitorings für 1,4-Dioxan**

**D. Walter<sup>1</sup>, F. von Helden<sup>1</sup>, U. Knecht<sup>1</sup>, H. Drexler<sup>2</sup> und T. Göen<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Institut und Poliklinik für Arbeits- und Sozialmedizin der Justus-Liebig-Universität, Aulweg129, 35392 Gießen; <sup>2</sup>Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der Universität Erlangen-Nürnberg, Schillerstr. 25/29, 91054 Erlangen

### Ziel der Studie

Standardisierte Expositionen gegenüber 1,4-Dioxan in Höhe des MAK-Wertes sollen zur Evaluierung korrespondierender Biomonitoringwerte beitragen.

### Material und Methode

In einer Expositionskammer mit einem Volumen von 17 m<sup>3</sup> wurden n = 6 freiwillige Probanden einer 8-stündigen 1,4-Dioxan-Exposition in Höhe des MAK-Wertes von 20 ppm ausgesetzt. Weitere 12 Probanden erbrachten unter identischen Bedingungen eine zusätzliche körperliche Belastung von 50 Watt je 10 min/h (n = 6) und 75 Watt je 10 min/h (n = 6) auf einem Fahrrad-Ergometer. Das Durchschnittsalter aller Probanden (8 Männer; 10 Frauen) betrug 31 Jahre. Die Expositionen wurden jeweils nach 4 h durch eine 45-minütige Pause außerhalb der Expositionskammer unterbrochen.

Während der gesamten Expositionszeit bis zu einem Zeitraum von 24 h nach Ende der Exposition wurden Harnproben gesammelt und die Konzentrationen des 1,4-Dioxan-Metaboliten 2-Hydroxyethoxyessigsäure (HEAA) analysiert.

Zur Bestimmung der 1,4-Dioxan-Konzentration im Blut wurden bei allen Probanden nach 4 h und unmittelbar nach Expositionsende Proben genommen. Um einen Einblick in die Eliminationskinetik zu erhalten, erfolgten bei zwei Probanden zusätzlich drei bzw. vier Entnahmen im Abstand von 10 min nach Expositionsende.

### Ergebnisse

Die jeweils unmittelbar nach Expositionsende bestimmten HEAA-Konzentrationen im Harn der Probanden sanken von durchschnittlich 451 mg/g Kreatinin (75 Watt körperliche Belastung) über 404 mg/g Kreatinin (50 Watt körperliche Belastung, Abb. 1) auf 386 mg/g Kreatinin (keine körperliche Belastung). 24 h nach Expositionsbeginn fanden sich noch 30 – 50 mg/g Kreatinin im Harn. Nach 30,5 h (1 Proband) wurde noch immer ein Restgehalt von 12 mg/g Kreatinin nachgewiesen.

Die Halbwertszeiten der HEAA-Elimination aus dem Harn betragen  $t_{1/2} = 4,88 \pm 0,31$  h (75 Watt körperliche Belastung),  $t_{1/2} = 4,22 \pm 0,33$  h (50 Watt körperliche Belastung, Abb. 1) und  $t_{1/2} = 4,88 \pm 0,31$  h (ohne körperliche Belastung).

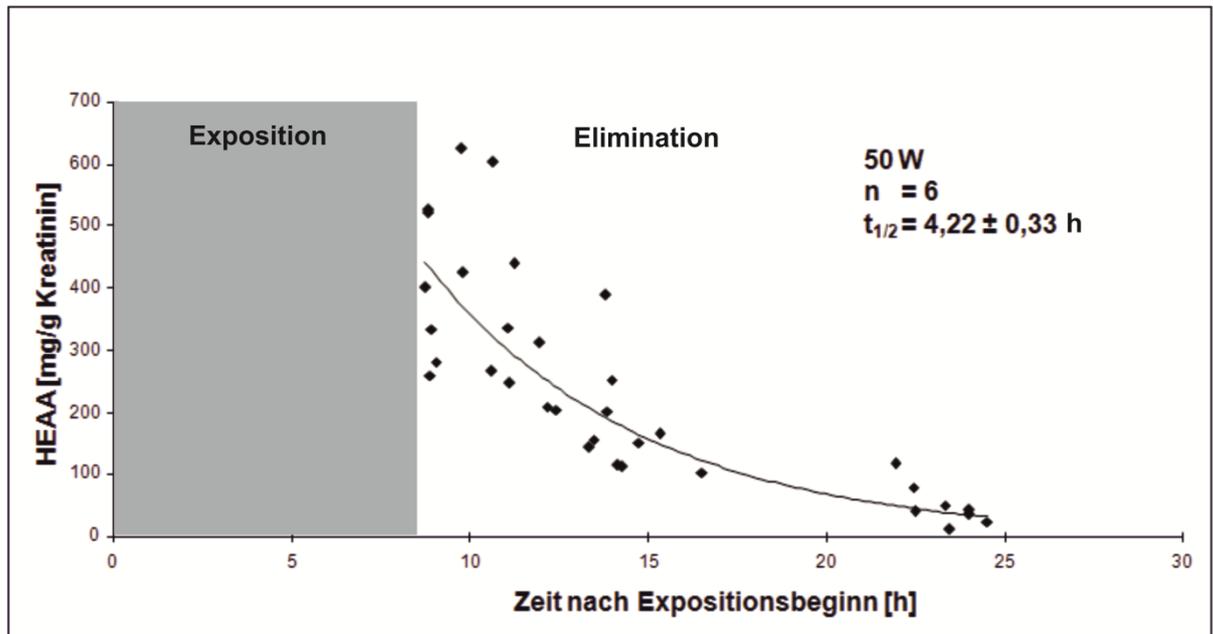


Abb. 1: HEAA-Konzentration [mg/g Kreatinin] im Harn nach Exposition gegenüber 1,4-Dioxan und einer körperlichen Belastung von 50 W

Die Analyse der Blutproben nach Schichtende ergab eine maximale Dioxan-Konzentration von 1,5 mg/L (75 Watt körperliche Belastung), 1 mg/L (50 Watt körperliche Belastung) und 1 mg/L (keine körperliche Belastung). Aus einer gesonderten 4 h Exposition mit stündlicher Blutentnahme wurde für Dioxan bereits nach der ersten Entnahme die maximale Konzentration von ~0,6 mg/L gefunden, was eine schnelle Elimination des 1,4-Dioxan aus dem Blut andeutet. Für den Metaboliten HEAA hingegen stieg die Blutkonzentration bis zur dritten Stunde linear an und blieb dann mit ~1,6 mg/L konstant.

#### Schlussfolgerungen

Die Konzentration der HEAA in Urin erwies sich als sehr sensitiver Parameter einer 1,4-Dioxan-Exposition. Auch die Variation der HEAA-Ausscheidung durch Steigerung der physischen Beanspruchung sowie das stabile Ausscheidungsverhalten sprechen dafür, Beurteilungswerte auf der Basis der HEAA-Ausscheidung zu evaluieren.

## **Biomonitoring im Rahmen der arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchung G 27 am Beispiel von Hexamethylen-1,6-Diisocyanat (HDI)**

**Leng, Gabriele, Gries, Wolfgang, Riedel, Walter**

Schlüsselwörter: Isocyanat – Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchung – Biomonitoring

Isocyanate – Occupational surveillance – Biomonitoring

### Einleitung und Ziel:

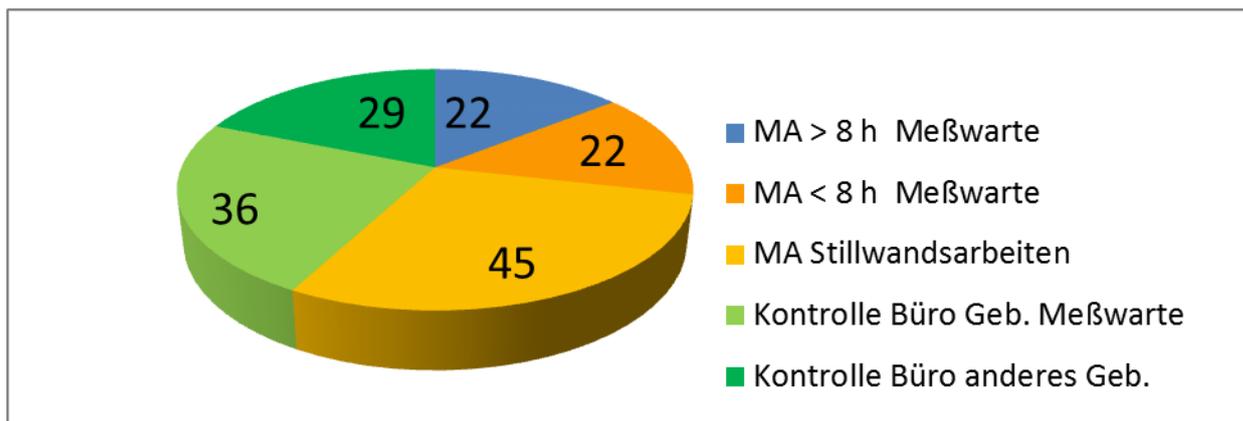
Das aliphatische Isocyanat HDI wird in 2-Komponenten-Polyurethan-Lacken eingesetzt, die hauptsächlich im Automobilbau Anwendung finden. HDI wird nach Aufnahme zu HDA (Hexamethylendiamin) verstoffwechselt und mit einer Eliminationshalbwertszeit von 2,5 Std. renal ausgeschieden. HDI kann zu Irritationen der Haut und Schleimhäute sowie zur Sensibilisierung der Haut und der Atemwege bis hin zum Isocyanatasthma führen. Zur Bewertung einer HDI-Belastung liegt der AGW von  $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und der 2011 veröffentlichte BAT-Wert von  $15 \mu\text{g HDA} / \text{g Kreatinin}$  vor. Da zum Zeitpunkt der Untersuchung 2010 noch kein BAT-Wert vorlag, ist die Bewertung dieser Studie anhand eines internen arbeitsmedizinischen Erfahrungswertes von  $20 \mu\text{g}/\text{l}$  Urin erfolgt.

### Kollektiv und Methoden:

Im Rahmen der arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchung G 27 „Isocyanate“ wird bei Mitarbeitern, die gegenüber HDI Kontakt haben (Produktionsbetriebe, Verarbeitung, Handwerker), ein Biomonitoring auf HDA durchgeführt. In einem Produktionsbetrieb wurden bei einigen Mitarbeitern erhöhte HDA-Werte im Urin gefunden (z.T. Werte  $> 300 \mu\text{g}/\text{l}$ ). Es war kein Schema oder Hot spot erkennbar, die höchsten Werte wurden nicht bei Produktionsmitarbeitern sondern Messwartemitarbeitern und Büromitarbeitern gefunden. Das Ziel der weiterführenden Untersuchung war es, die Kontaminationsquellen und -Wege herauszufinden. Während Stillstandsarbeiten der Produktionsanlage wurde eine Woche lang sowohl Biomonitoring (HDA im Urin) incl. ausführlicher (Arbeitsplatz)-Anamnese als auch Luftmonitoring (stationär sowie personenbezogen) durchgeführt. Es wurden 2 Mitarbeitergruppen gebildet (s. Abb. 1): Schichtgruppe (Mitarbeiter, die mehr als 8 Std. in der Meßwarte arbeiten und Mitarbeiter, die weniger als 8 Std. in der Meßwarte arbeiten und somit noch Stillstandsarbeiten mitverrichten und Mitarbeiter, die Stillstandsarbeiten verrichten)

sowie eine Kontrollgruppe mit Tagschichtmitarbeiter mit überwiegender Bürotätigkeit sowie Durchführung von Rundgängen. Die Kontrollgruppe wurde unterteilt in Mitarbeitern, die ihr Büro in dem Gebäude der Meßwarte haben und die, die es in einem anderen Gebäude haben.

Abbildung 1: Untersuchungskollektive



Der Nachweis von HDA im Urin wurde analog des DFG-Analysenverfahrens mittels GC/MS durchgeführt mit einer Nachweisgrenze von 5 µg/L (DFG, 2003).

#### Ergebnisse:

In Abb. 2 sind die HDA-Ergebnisse der einzelnen Kollektive dargestellt. Die Mitarbeiter, die direkt Umgang mit HDI hatten (Stillstandsarbeiten oder Mitarbeiter, die weniger als 8 Std. in der Meßwarte waren), hatten häufig keine HDI-Belastung (HDA-Werte < 5 µg/l), d. h. es konnte gezeigt werden, dass die getroffenen Schutzmaßnahmen (persönliche Schutzausrüstung etc.) ausreichen. Auf der anderen Seite hatten die Mitarbeiter, die in der Messwarte arbeiteten, die höchsten HDA Werte. Die Mittelwerte (MW) sowie die Maximalwerte (Max) sind bei den Meßwartemitarbeitern am höchsten. Bei den beiden Kontrollen (Büro im Gebäude der Meßwarte (MW) oder Büro im anderen Gebäude) wurden auch erhöhte Werte festgestellt.

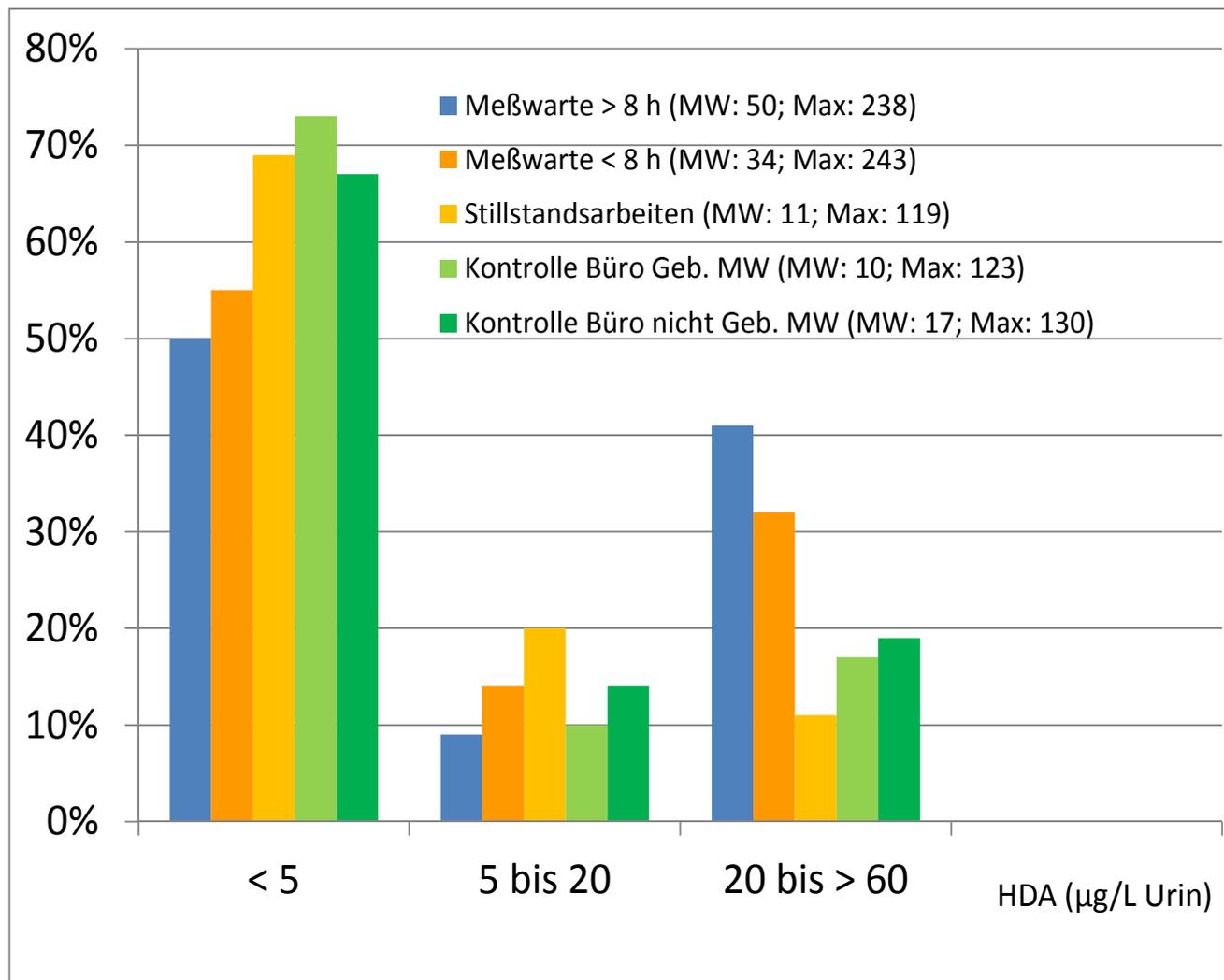
Die Meßwerte von HDI in der Luft ergaben in 75 % der Fälle Werte unterhalb der Nachweisgrenze von 0,4 µg/m<sup>3</sup>. Es bestand keine Korrelation zwischen den HDI-Werten in der Luft und den HDA-Werten im Urin. Der inhalative Aufnahmepfad konnte somit als Belastungsquelle ausgeschlossen werden.

Die veranlassten Wischproben zeigten einen positiven HDA-Nachweis an verschiedenen Stellen in der Messwarte, Handlauf, Türen, Treppenhaus etc..

Desweiteren wurden Handschuhe (bei 18 Personen) und Schnürsenkel der Arbeitsschuhe (bei 5 Personen) auf HDA untersucht von Mitarbeitern, bei denen HDA

im Urin gefunden wurde. Auf den Handschuhen sowie den Schnürsenkeln der Arbeitsschuhe wurde in fast allen Fällen HDA gefunden.

Abbildung 2: HDA-Werte im Urin



Diskussion und Schlußfolgerungen:

Die vorliegende Untersuchung zeigt, dass Mitarbeiter, die laut Gefährdungsbeurteilung keine HDI-Exposition haben, trotzdem eine HDA-Belastung oberhalb des BAT-Wertes haben können. Grund hierfür war die mangelhafte Arbeitshygiene der exponierten Mitarbeiter (dermaler Eintragspfad!). Durch Luftmessungen allein wäre diese Problematik nicht festgestellt worden.

Biomonitoring sollte fester Bestandteil der arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchung nach dem Grundsatz G 27 „Isocyanate“ sein, anderweitig kann eine Isocyanatbelastung nicht festgestellt werden und somit potentiellen Gesundheitsgefahren nicht vorgebeugt werden.

Literatur:

Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe der DFG (Hrsg.: Henschler), Analysen in biologischem Material: Hexamethylendiisocyanat (HDI) und Hexamethyldiamin (HDA). 15. Lieferung, Bd. 2, 2003, VCH

Autoren:

Prof. Dr. med. Gabriele Leng

Currenta GmbH & Co.OHG

SI-Gesundheitsschutz-Institut für Biomonitoring

Chempark Leverkusen, Geb. L 9

D-51368 Leverkusen

Tel: (0214)3065679

Fax: (0214)3021307

[Gabriele.leng@currenta.de](mailto:Gabriele.leng@currenta.de)

Wolfgang Gries

Currenta GmbH & Co.OHG

SI-Gesundheitsschutz-Institut für Biomonitoring

Chempark Leverkusen, Geb. L 9

D-51368 Leverkusen

Tel: (0214)3050487

Fax: (0214)3021307

[Wolfgang.gries@currenta.de](mailto:Wolfgang.gries@currenta.de)

Dr. med. Walter Riedel

Currenta GmbH & Co.OHG

SI-Gesundheitsschutz

Chempark Leverkusen, Geb. E 46

D-51368 Leverkusen

Tel: (0214)3048812

Fax: (0214)3064909

[Walter.riedel@currenta.de](mailto:Walter.riedel@currenta.de)

## **Spezifische Antikörper unterstützen die Isocyanat asthma Diagnose** **Diphenylmethan-4,4'-diisocyanate-IgE**

**Lygia T. Budnik, Alexandra M. Preisser, Xaver Baur.**

Zentralinstitut für Arbeitsmedizin und Maritime Medizin, Hamburg

### Ziele

Frühere Diagnose kann die Prognose des Isocyanat asthma verbessern. Die diagnostische Relevanz spezifischer IgE-abhängigen Mechanismen wird oft in Frage gestellt. Diese wichtige, noch nicht beantwortete Frage ist von der Qualität der serologischen Methoden stark abhängig. Ziel unsere Studie war eine kritische Bewertung der existierenden serologischen Testmethoden unter Benutzung von unterschiedlichen Diphenylmethan-4,4'-diisocyanate (MDI)-Albuminkonjugate und die Abwägung der Antikörperdaten unter der Berücksichtigung der standardisierten klinischen Isocyanat asthma-Diagnose (OAI).

### Methoden

Spezifische IgE (sIgE) und IgG (sIgG)-Bindung wurde mit Hilfe von Fluoreszenz-Enzym-Immunoassays in Serumproben der 43 Studienteilnehmer gemessen (unter dem Einsatz von unterschiedlich präparierte MDI-Albumin Konjugaten). Die standardisierte Lungenfunktions-Messungen, die Messung Bronchialer Hyperreaktivität, spezifischer MDI-Prick-Test (MDI-SPT) als auch der spezifischer Expositionstest (MDI-SIC) gehörten zu der Differential-Diagnose.

### Ergebnisse

Detailliertes Diagnoseschema ermöglichte Differenzierung zwischen OAI und MDI-induziertem Überempfindlichkeitspneumonie (PI). Die Verdachtsdiagnose konnte 84% bestätigt werden (45% der MDI-Asthma-Fälle hatten nachgewiesene sIgE Antikörper) mit RR 5.7,  $P > 0.001$ , wenn die Isocyanat-Asthma-Diagnose MDI-SIC/MDI-SPT korreliert wurde (RR 1.28 für eine Korrelation MDI-SIC alleine); Die sIgG Antikörper waren klinisch für PI relevant nicht aber für die OAI-Diagnose. Überraschenderweise zeigten, die MDI-spezifische IgE-Daten, die mit kommerziellem ImmunoCAP generiert wurden, eine hohe Korrelation zu den Ergebnissen, die mit Hilfe vaporisierter MDI-Konjugate erzielt wurden:

Abbildung 1.

Die Isocyanat –Konjugation mit den Albumin-Molekülen zeigt höhere Bindungsraten wenn MDI in löslicher Form verwendet wird (i.s.) im Vergleich zu den Konjugaten, die mit gasförmiger MDI (i.v.) vorbereitet waren. Im Gegensatz dazu, ist die Bindung an IgE-Antikörper im Serum der Patienten höher, wenn man für CAP-Assay die Konjugate verwendete, die gasförmig (i.v.) vorbereitet waren. (Abbildung aus: [1])

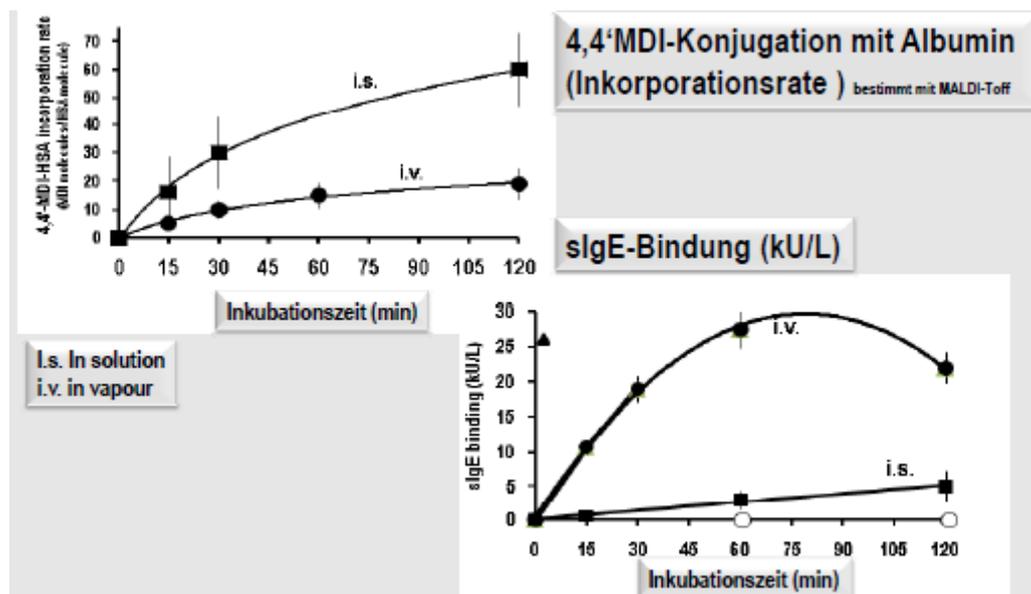


Abbildung 2

Die Abbildung zeigt die Ergebnisse der klinischen und der serologischen Tests der 12 Patienten mit Verdachtsdiagnose MDI-Asthma (Abbildung aus: [1]):

12 Patienten mit Verdachtsdiagnose: MDI-Asthma															
Patient #	demographic data			SPT results		duration of work-related exposure/ sympt. (y)		lung function			MDI-SIC	immunological parameter			final clinical diagnosis
	sex	age	smoking status	concom. allerg.	MDI-HSA	MDI-expos. (lag time)	resp. sympt.	FVC % pred.	FEV1 % pred.	NS-BHR		total IgE kU/L	MDI-sIgE kU/L	MDI-sIgG mg/L	
1	M	29	yes	pos.	pos.	5.5 (1)	4	86	76	pos.	pos.	279	13.3	<3	OA <sub>i</sub>
2	M	63	yes	pos.	pos.	14 (0.8)	12	97	69	pos.	pos.	1669	50.4	7.3	OA <sub>i</sub>
3	M	36	ex	neg.	pos.	3 (1)	1	90	60	pos.	pos.	427	4.8	9.6	OA <sub>i</sub>
4	M	34	ex	pos.	pos.	14 (0.7)	8	97	94	pos.	pos.	226	3.3	<3	OA <sub>i</sub>
5	M	57	ex	pos.	pos.	4 (0)	3.4	74	78	pos.	pos.	61	<0.02	<3	OA <sub>i</sub> ; C <sub>i</sub>
6	M	54	ex	neg.	neg.	5 (0)	4	85	58	neg.	pos.	102	<0.02	74.0	P <sub>i</sub>
7	M	35	ex	pos.	neg.	0.4 (0)	0.4	81	69	pos.	pos.	51	<0.02	4.3	OA <sub>i</sub> ; C <sub>i</sub>
8	M	47	no	neg.	neg.	11.5 (0)	10.5	79	68	pos.	pos.	15	<0.02	20.2	P <sub>i</sub>
9	M	49	yes	neg.	neg.	11 (0)	2.5	85	62	neg.	pos.	8	<0.02	1.1	OA <sub>i</sub> ; C <sub>i</sub>
10	M	43	yes	neg.	neg.	0.3 (0)	0.1	100	57	pos.	pos.	108	<0.02	14.0	A <sub>i</sub> ; P <sub>i</sub>
11	M	49	ex	neg.	neg.	13 (0.8)	6	79	72	neg.	neg.	12	<0.02	3.6	P <sub>i</sub>
12	F	43	ex	neu.	neu.	2 (0.2)	1.5	81	73	pos.	neu.	2	<0.02	3.7	A <sub>i</sub>

SPT: Pricktest  
MDI-SIC: spezifischer Provokationstest mit MDI

OA: arbeitsbedingtes Asthma; A: Asthma  
P: Alveolitis (Pneumonitis); C: Konjunktivitis

Die klinische Diagnostik umfasste eine

- eingehende Arbeitsanamnese,
- eine standardisierte große Lungenfunktionsprüfung mit
- unspezifischer bronchialer Provokationstestung,
- Prick-Hautteste mit MDI-HSA-Konjugaten und ubiquitären Allergenen sowie
- einen spezifischen inhalativen MDI-Provokationstest.

Abbildung 3.

Die Kontrollen umfassten ein: gesunde nicht exponierte Personen, Asthmapatienten, ohne Isocyanatexposition und beschäftigte mit Isocyanatexposition (ohne Asthma). (Abbildung aus: [1])

immunological parameter			final clinical diagnosis	Kontrollen
total IgE kU/L	MDI-sIgE kU/L	MDI-sIgG mg/L		
n.d.	<0.02	<3	H	gesunde nicht exponierte Personen
n.d.	<0.02	<3	H	
n.d.	0.63	1.1	U	
n.d.	<0.02	<3	H	
n.d.	<0.02	<3	H	
67	<0.02	<3	H	
128	<0.02	<3	H	
27	<0.02	<3	H	
272	<0.02	<3	H	
7.3	<0.02	<3	H	
870	<0.02	<3	H	Asthmapatienten ohne Isocyanat-Exposition (Bäckerasthma)
33	<0.02	<3	H	
42	<0.02	<3	H	
83	<0.02	<3	OA <sub>1</sub>	
135	<0.02	<3	OA <sub>1</sub>	
893	<0.02	<3	OA <sub>1</sub>	
65	<0.02	<3	OA <sub>1</sub>	
197	<0.02	<3	OA <sub>1</sub>	
246	<0.02	<3	OA <sub>1</sub>	
332	<0.02	<3	OA <sub>1</sub>	
33	<0.02	<3	OA <sub>1</sub>	
22	<0.02	<3	OA <sub>1</sub>	
101	<0.02	<3	OA <sub>1</sub>	
323	<0.02	<3	OA <sub>1</sub>	
153	<0.02	4.86	OA <sub>1</sub>	
39.3	<0.02	<3	RC <sub>1</sub>	Beschäftigte mit Isocyanat-Exposition (ohne Asthma)
429	<0.02	<3	RC <sub>1</sub>	
87.3	0.25	3.5	H	
37.7	<0.02	<3	C <sub>1</sub>	
13.3	<0.02	<3	C <sub>1</sub>	
28.6	<0.02	<3	RC <sub>1</sub>	

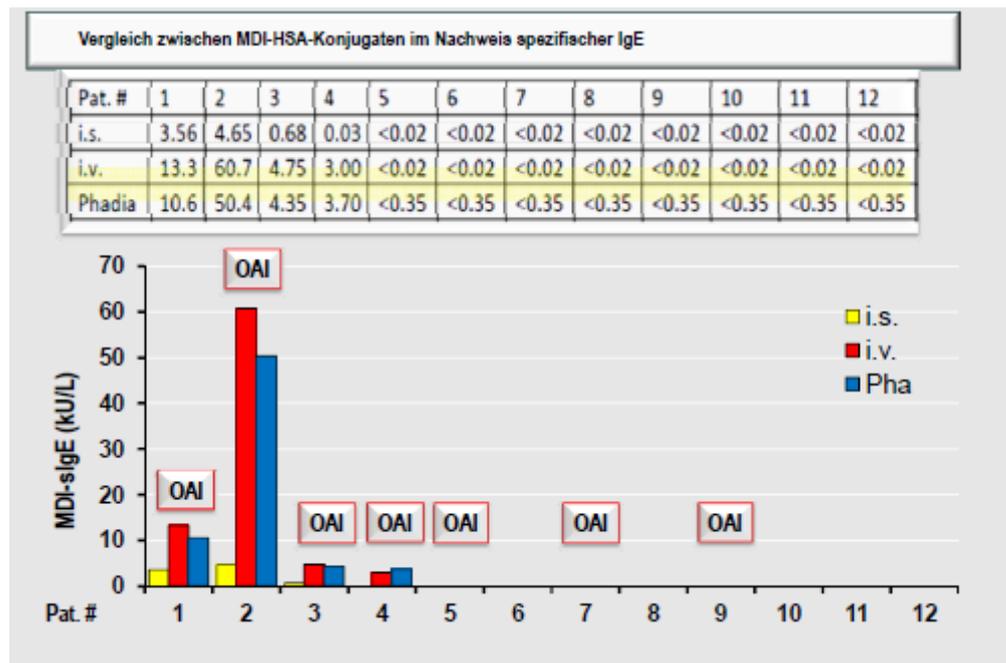
### Schlussfolgerung

Isocyanat-spezifische IgE-Antikörper werden nicht immer detektiert, deren Präsenz bietet jedoch starke prädikative Aussage für die OA<sub>1</sub> und können die Diagnose unterstützen. Der positiver MDI-SPT Test liefert einen wertvollen Parameter, für die OA<sub>1</sub> zeigt aber keine Reaktion in den P<sub>1</sub>-Fällen.

Wir konnten frühere Daten bestätigen und erweitern, um zu zeigen dass Isocyanat-Konjugate, in die mit Gas förmigen MDI vorbereitet waren eine bessere Antikörper Reaktion in-Vitro hervorrufen können als die Formulierungen die mit löslichem MDI vorbereitet waren. Die Daten untermauern die Notwendigkeit der Methoden-Standardisierung sowohl der Immunologischen als auch der klinischen Diagnostik.

Abbildung 4.

Vergleich zwischen MDI-HSA-Konjugaten im Nachweis spezifischer IgE. Verglichen wurden drei Methoden (die MDI-HSA-Konjugaten, die mit gas förmigen MDI vorbereitet waren, i.v. zeigten die beste Bindungsfähigkeit im Vergleich zu den Konjugaten, die in herkömmlicher Art hergestellt wurden (in Lösung, i.s.); als Kontrolle wurde die kommerzielle CAP-Methode (Phadia) eingesetzt, Pha. Markiert wurden Patienten mit Isocyanat asthma (OAI). (Abbildung aus: [1]):



## Literaturverzeichnis

1. Lygia T. Budnik, Alexandra M. Preisser, Hjalmar Permentier, Xaver Baur. Is specific IgE antibody analysis feasible for the diagnosis of methylenediphenyl diisocyanate-induced occupational asthma? Intern. Arch. Occup. Environ. Health, 2012, in Druck

## V14 – „Atemwegsallergien I“

### Vergleich verschiedener Methoden zur Messung der Staub- und Allergenexposition in der Labortierhaltung

Astrid Heutelbeck<sup>1</sup>, Anke Seeckts<sup>1</sup>, Bianca Rohland<sup>1</sup>, Martina Lange<sup>1</sup>, Ernst Hallier<sup>1</sup>, Klaus Schmid<sup>2</sup>, Hans Drexler<sup>3</sup>, Lorenz Armbruster<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Abteilung Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Universitätsmedizin Göttingen (UMG)

<sup>2</sup>Betriebsärztlicher Dienst der Universität Erlangen-Nürnberg

<sup>3</sup>Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Friedrich Alexander Universität Erlangen-Nürnberg

<sup>4</sup>Verein für technische Sicherheit und Umweltschutz (TSU) e.V. Gotha

**Hintergrund:** Atemwegserkrankungen durch Labortierallergene sind bei Beschäftigten in experimentellen Tierhaltungen weit verbreitet (z.B. Newman 1993, Hunskaar 1990). Ein wesentlicher Faktor für die Entstehung einer Labortierallergie ist eine relevante inhalative Exposition mit Labortierallergenen. Kenntnis zur inhalativen Belastung an Arbeitsplätzen in Tierexperimentellen Einrichtung zur Ableitung geeigneter Präventionsmaßnahmen notwendig.

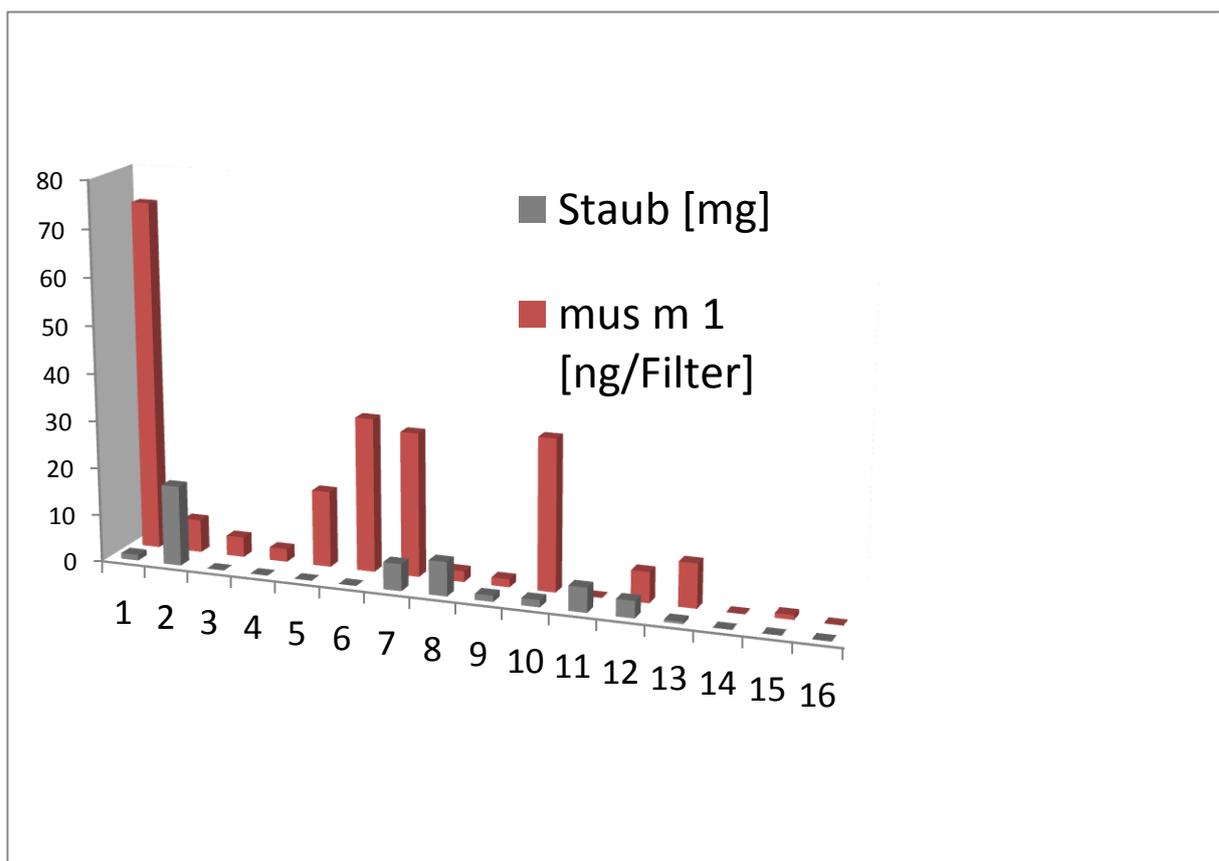
Ziel: Ziel der Untersuchung war Vergleich der Ergebnisse zweier aktiver Staubmessverfahren, der Gravimetrie und der Tyndallometrie, mit den Ergebnissen der Allergenquantifizierung der gewonnenen Stäube.

**Methodik:** Die Ergebnisse sind Teil einer multizentrischen Studie zur Staub- und Allergenbelastung (Mus m 1) in verschiedenen Tierexperimentellen Einrichtungen unter Mitwirkung der ZTE (Zentrale Tierexperimentelle Einrichtung), Universitätsmedizin Göttingen, dem Tierhaus des MPI (Max-Planck- Instituts für experimentelle Medizin), Göttingen, der Tierexperimentellen Einrichtung der Pathophysiologie der Friedrich Alexander Universität Erlangen-Nürnberg sowie der Tierexperimentellen Einheit des Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung in Braunschweig. Es wurden parallele Luftmessung (n=16) mittels Gravimetrie (direkte Messung der Partikelkonzentrationen in der Luft durch Probenahme und Differenzwägung der Belegung, stationäre Gravimetrie zur Messung des einatembaren (E)-Staubs (PGP mit BIA-Messkopf (E), Durchfluß 2,5 l/min) sowie verschiedener Fraktionen (Respicon, Durchfluss 3,11 l/min)), Tyndallometrie (Indirekte Messung mittels Streulicht, tyndallometrische Messung (Respicon TM mit tyndallometrischer Stauberfassung), Flowrate 3,11 l/min), Messverfahren zur Beurteilung der Atemwegs-relevanten Partikelfraktionen eTh,

## V14 – „Atemwegsallergien I“

Tb, A), sowie eine nach Extraktion des Filterstaubes eine Quantifizierung des Mausallergens Mus m 1 mittels kommerziell erhältlichem ELISA (INDOOR Biotechnologies, U.K.) durchgeführt.

Ergebnisse: Die Messungen des einatembaren Staubes mittels PGP ergaben in der Gravimetrie auf den Filtern von neun Messungen (56%) positive Massen zwischen 0,5 bis 16,9 mg; die Filter von sieben Messungen (44%) blieben gravimetrisch negativ. In der Tyndallometrie wiesen alle Filterbelegungen positive Werte auf. In der Mus m 1 Quantifizierung konnte auf 13 von 16 Filtern (81%) eine positive Allergenbelastung nachgewiesen werden; 19% (n=3) zeigten keine Allergenbelastung mit Mus m 1. Die Ergebnisse sind dargestellt in Graphik 1:



In der Messung mittels Respicon TM zeigte sich in der Gravimetrie auf den Filtern von elf (69%) bzw. zwölf (75%) Messungen mit insgesamt 35 Filtern positive Massen zwischen 0,4 bis 7,1 (A), 0,5 bis 8,7 (Tb) und 0,1 bis 7,4 (eTh) mg; vier (25%) bzw. fünf (31%) Messungen

## V14 – „Atemwegsallergien I“

blieben mit allen Filter des Respicons gravimetrisch negativ. Insgesamt waren 40% bzw. 37% der 35 Filter der 16 Messungen ((A): n=14, (Tb): n=13, (eTh): 13) gravimetrisch negativ. In der Tyndallometrie wiesen alle Filterbelegungen positive Werte auf. Der Nachweis von Mus m 1 war bei 7 (44%) bzw. 10 (63%) der 16 Messungen mit insgesamt 35 Filtern positiv, kein Allergen war bei 9 (56%) bzw. 6 (37%) Messungen nachzuweisen. Insgesamt zeigten zwischen 46 und 71% (Respicon (A): n=25, (Tb): n=17, (eTh): 16) keine Allergenbelastung mit Mus m 1.

**Diskussion und Schlussfolgerungen:** Im Gegensatz zu den gravimetrischen Messungen wiesen alle tyndallometrischen Messungen positive Massebelegungen auf. Die gravimetrisch fehlenden Massebelegungen können durch Staubkonzentrationen unterhalb der gravimetrischen Nachweisgrenze bedingt sein.

In allen Messungen war in mindestens einer der Luftstaubproben Mus m 1 nachweisbar, auch in denen ohne Nachweis einer Massebelegung in der Wägung.

Die gravimetrische Messung allein kann zur Unterschätzung der Exposition mit allergenen Stäuben führen. Es empfiehlt sich daher, zur Abschätzung des gesundheitsgefährdenden Potentials an Arbeitsplätzen mit allergener Belastung ergänzende tyndallometrische Untersuchungen – insbesondere zur Bestimmung der Staubkonzentration der atemwegsrelevanten Fraktionen - und eine qualifizierende Analyse der Stäube durchzuführen.

### **Literatur:**

Hunskaar et al., Lab Animals (1990) 24: 358-74.

Newman et al., in: asthma in the workplace. Bernstein eta. (eds.). Marcel Dekker, Inc. New York (1993) 399-414.

*Wir danken dem Tierhaus des MPI Göttingen, der Tierexperimentellen Einheit des Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung in Braunschweig sowie dem ZTE Göttingen für die hervorragende Unterstützung der Messung!*

## Allergien gegen grüne Kaffeebohnen beim Hafenumschlag

### Oldenburg M, Baur X

Arbeitsgruppe Schifffahrtsmedizin des Zentralinstituts für Arbeitsmedizin und Maritime Medizin (ZfAM) der Freien und Hansestadt Hamburg, Ordinariat für Arbeitsmedizin der Universität Hamburg

#### Einleitung

Es konnte bereits vor 8 Jahren in einer Querschnittstudie mit 24 Speditionsfahrern, die beim Abkippen von Rohkaffee entsprechenden Kaffeestäuben ausgesetzt sind, eine Überhäufigkeit arbeitsplatzbezogener rhinokonjunktivaler Beschwerden nachgewiesen werden. Seinerzeit wurden arbeitsmedizinische Maßnahmen zur Verbesserung des Atemschutzes (FFP2-Masken, Arbeitsorganisation) ergriffen.

#### Ziel der Studie

Es sollen die Auswirkung einer verbesserten Arbeitshygiene im Längsschnitt abgeschätzt und die Häufigkeit allergischer Symptome sowie Befunde im Vergleich zu anderen aktuell Kaffeestaub-exponierten Beschäftigten untersucht werden.

#### Methoden

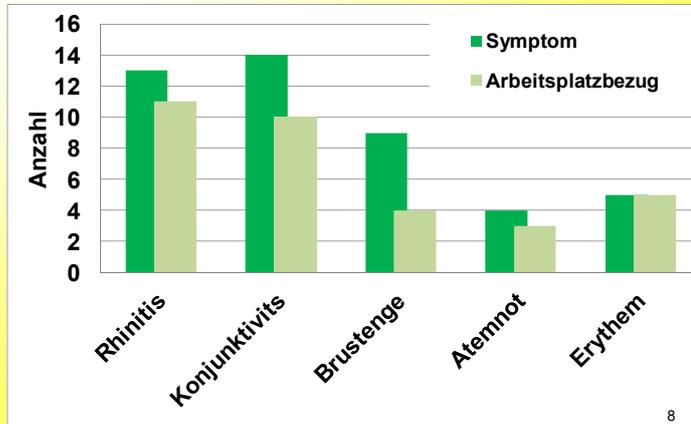
In 7 aufeinanderfolgenden Tagen führten insgesamt 29 Kaffeestaub-exponierte Speditionsfahrer eine serielle Spirometrie durch (10 von ihnen im Rahmen einer Follow-up-Erhebung nach 8 Jahren). Weiterhin füllten alle Beschäftigten einen Fragebogen zur Kaffeestaub-Belastung und zu Arbeitsplatz-bezogenen Beschwerden aus. Außerdem erfolgte ein Haut-Pricktest mit 16 ubiquitären Umweltallergenen.

Vor der Untersuchung erklärten alle Beschäftigten schriftlich ihr Einverständnis für eine Teilnahme an der Studie, die auch von der lokalen Ethikkommission bestätigt worden ist.

#### Ergebnisse

Im Gesamtkollektiv traten vornehmlich rhinokonjunktivale Beschwerden auf (48%), wobei oftmals ein Arbeitsplatzbezug der Symptomatik bestand (Abb. 1). Symptome der tieferen Atemwege oder erythematöse Veränderungen kamen dagegen seltener vor.

**Abb. 1 Klinische Symptome im Gesamtkollektiv (n=29)**

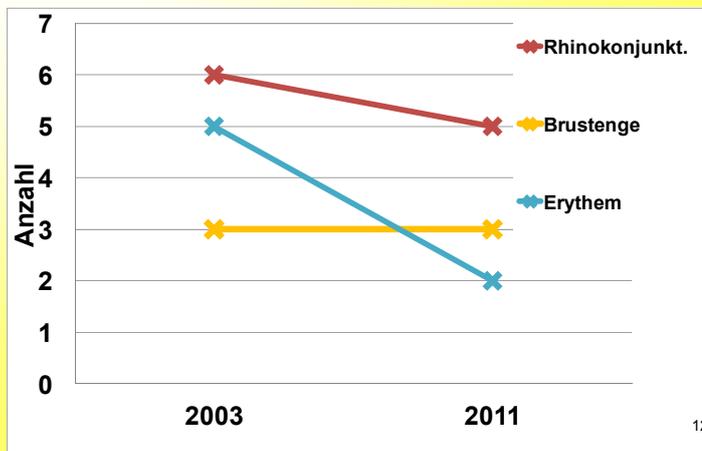


Die 19 erstmalig untersuchten Beschäftigten hatten im Vergleich zu den im Längsschnitt erfassten Arbeitern eine deutlich geringere kumulative Kaffeestaub-Belastung (6,8 vs. 15 Jahre). 5 von ihnen (26%) benutzten aktuell keinen Atemschutz. Trotz dieser kürzeren Kaffee-Exposition wiesen sie ähnliche Prävalenzen Arbeitsplatzbezogener Beschwerden auf (37% rhinokonjunktivale, 16% erythematöse und 14% Atemnot-Beschwerden).

Im Haut-Pricktest fand sich bei 11 Personen (38%) des Gesamtkollektivs eine Typ I-Sensibilisierung auf ubiquitäre Allergene. Lungenfunktionsanalytisch zeigten sich keine Hinweise für eine Atemwegsobstruktion. Zum Ende der Arbeitswoche fiel das FEV<sub>1</sub> im Längsschnittkollektiv auf 89% bzw. bei den kürzer Staub-Exponierten auf 97% der jeweiligen Ausgangsmessung vom Wochenanfang ab.

Im Längsschnittkollektiv (n=10) hatten 3 Beschäftigte ihren Atemschutz am Arbeitsplatz laut ihrer anamnestischen Angaben verbessert und 2 von ihnen dadurch Beschwerdefreiheit erlangt. Von diesen voruntersuchten Beschäftigten gaben aktuell 2 (20%; vorher 5) erythematöse Beschwerden und 3 (30%, vor 8 Jahren waren es ebenfalls 3 Personen) Arbeitsplatz-bezogene Brustenge an; die Häufigkeit rhinokonjunktivaler Beschwerden nahm im Verlauf allenfalls tendenziell ab (Abb. 2).

**Abb. 2 Längsschnittbetrachtung (2003 vs. 2011) von klinischen Symptomen unter 10 Kaffeestaub-exponierten Speditionsfahrern**



**Schlussfolgerung:** Die hohe inhalative Belastung durch Rohkaffeestäube beim Kaffeekippen löst unverändert häufig rhinokonjunktivale Beschwerden aus. Wenngleich unter den langzeitexponierten Speditionsfahrern infolge eines Healthy-Worker-Effekts die Aussage eingeschränkt ist, weist diese Studie im Längsschnittverlauf auf anhaltende Gesundheits-protective Auswirkungen von sekundär-präventiven Maßnahmen hin.

## Reizstoff-Forschung: Methoden zur Charakterisierung der „Empfindlichen“

**Kirsten Sucker, Dirk Pallapies, Jürgen Bünger, Thomas Brüning**

Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung Institut der Ruhr-Universität-Bochum (IPA)

### Zielsetzung

Zahlreiche Stoffe in der Luft am Arbeitsplatz können zu Belästigungen, Geruchs- und Reizeffekten, gesundheitlichen Beschwerden und manchmal manifesten Erkrankungen der oberen und unteren Atemwege führen. Etwa die Hälfte der deutschen Grenzwerte für Gefahrstoffe am Arbeitsplatz beruht auf der Vermeidung von Irritationen durch Reizstoffe. Zur Messung von Reizstoffwirkungen werden objektive Methoden, wie z.B. die Lidschlussfrequenz zur Messung der Augenreizung, als auch Fragebögen zur Erfassung des subjektiven Erlebens eingesetzt. Individuelle Unterschiede bei der Reaktion auf Gefahrstoffe mit einer Geruch-/Reizwirkung müssen bei der Grenzwertfestsetzung am Arbeitsplatz berücksichtigt werden. Ursachen für eine intensivere Reaktion können beispielsweise Vorerkrankungen (z.B. Asthma, Allergie) oder Sensitivierungen (z.B. selbst-berichtete chemische Sensitivität, Sensorische Hyperreaktivität) sein. Ziel ist die Charakterisierung der sogenannten „Empfindlichen“ mit Hilfe von Fragebögen und Tests.

### Methoden

Um die Charakterisierung von Personen zu verbessern, die empfindlich auf Reiz- und Geruchsstoffe reagieren, wurde eine Kombination von Fragebögen und Testverfahren erprobt: Der Fragebogen zur 'chemischen und allgemeinen Umweltsensitivität' (CAUS) zur Erfassung der Empfindlichkeit gegenüber Geruchsstoffen (Kiesswetter et al. 1997); der 'Sniffin' Sticks Identifikationstest zur Untersuchung des Geruchserkennungsvermögens (Hummel et al. 1997, 2007); der Fragebogen 'Odour Awareness Scale' zur Erfassung der Aufmerksamkeit für Gerüche im Alltag (Smeets et al. 2008); sowie die Methode der Polaritätenprofile zur Bewertung von Schwefelwasserstoff (H<sub>2</sub>S) und Phenylethylalkohol (PEA) als angenehm oder unangenehm (VDI 3940 Bl.4, 2010).

Die Zustimmung der Ethikkommission der Ruhr-Universität Bochum sowie das schriftliche Einverständnis der Probanden lagen vor.

### Ergebnisse

Im Rahmen von Studien und Veranstaltungen wurden insgesamt 676 Personen getestet. Unter diesen waren 105 Personen mit einer selbstberichteten Chemikaliensensitivität (sMCS), 55 Personen mit Asthma und 224 Personen mit einer Allergie. Die Ergebnisse zeigen, dass Personen, die sich selbst als chemisch sensitiv beschreiben, Rosenduft (PEA) als signifikant ( $p = 0.03$ ) intensiver bewerten nicht-sensitive Personen (Bild 1).

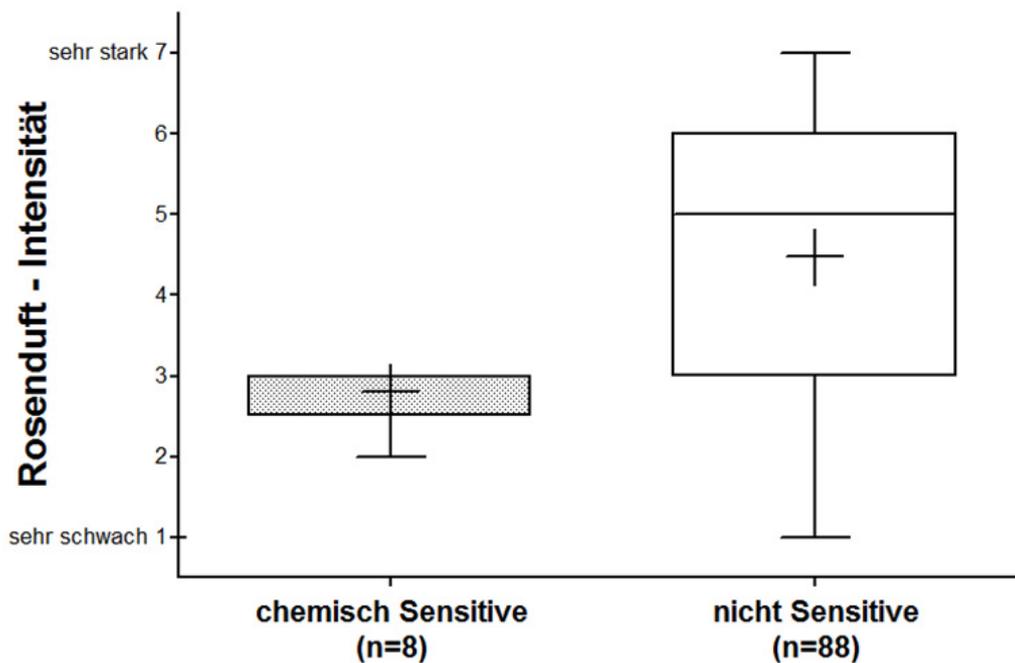


Bild 1: Rosenduft - Intensität: Vergleich von Personen mit / ohne selbstberichteter Chemikaliensensitivität

Es gibt Hinweise darauf ( $p = 0.08$ ), dass sich diese Personen im Alltag stärker mit Gerüchen auseinandersetzen (OAS-Skala). Unterschiede bei der Geruchserkennungsvermögen (Sniffin' Sticks) wurden nicht gefunden.

### Schlussfolgerungen

Bei Humanstudien zur Grenzwertsetzung für Gefahrstoffe, bei denen Geruchseffekte ein wesentliches Kriterium sind, sind experimentelle Untersuchungen zur Charakterisierung der sogenannten „Empfindlichen“ unumgänglich. Zur Diskriminierung und Charakterisierung ist ein breites Panel an Untersuchungen erforderlich.

**Literatur**

Hummel T, Sekinger B, Wolf SR, Pauli E, Kobal G. 'Sniffin' Sticks': Olfactory performance assessed by the combined testing of odor identification, odor discrimination and olfactory threshold. *Chem. Senses* 22, 1997, 39-52.

Hummel T, Kobal G, Gudziol H, Mackay-Sim A. Normative data for the "Sniffin' Sticks" including tests of odor identification, odor discrimination, and olfactory thresholds: An upgrade based on a group of more than 3,000 subjects. *Eur. Arch. Otorhinolaryngol.* 264, 2007, 237-243.

Kiesswetter E, Sietmann B, Zupanic M, van Thriel C, Golka K, Seeber A. Verhaltenstoxikologische Aspekte der Prävalenz und Ätiologie "multipler chemischer Sensitivität". *Allergologie* 22, 1999, 719-735.

Smeets MAM, Schifferstein HN, Boelema SR, Lensvelt-Mulders G. The Odor Awareness Scale: a new scale for measuring positive and negative odor awareness, *Chem. Senses* 33, 2008, 725-773.

VDI Richtlinie 3940, Blatt 4. Bestimmung der hedonischen Geruchswirkung – Polaritätenprofile. Düsseldorf, Verein Deutscher Ingenieure, 2010.

## Häufigkeit und Lokalisation der Gonarthrose bei Beschäftigten mit beruflicher Kniegelenksbelastung

**Bolm-Audorff, U.<sup>1</sup>, Teuffel-Schilling, Petereit-Haack, G.<sup>1</sup>, Hirt, J.<sup>1</sup>, Seidler, A.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Landesgewerbeamt, Wiesbaden

<sup>2</sup> Institut und Poliklinik für Arbeits- und Sozialmedizin der Technischen Universität Dresden

### Einleitung:

Im Rahmen der Begutachtung der Berufskrankheit 2112 ist die Lokalisation der Gonarthrose strittig. Hartmann et al. (2007) haben die Hypothese aufgestellt, dass die Berufskrankheit Gonarthrose insbesondere im Bereich des Femoropatellar- und hinteren Femorotibialgelenkes lokalisiert sei. Diese Hypothese soll im Rahmen der vorliegenden Studie getestet werden.

### Studiendesign :

Es handelt sich um den ersten Querschnitt einer historischen Kohortenstudie in Wiesbadener Betrieben, die Berufsgruppen beschäftigen, die im Merkblatt der Bundesregierung zur BK 2112 als gefährdend bezeichnet werden und einer altersvergleichbaren Zufallsstichprobe der männlichen Erwerbsbevölkerung in Wiesbaden. Ein weiterer Querschnitt ist in 10 Jahren geplant. Geprüft werden soll das Gonarthroserisiko bei männlichen Beschäftigten in den o.g. Berufsgruppen im Vergleich zu einer Zufallsstichprobe aus der männlichen Wiesbadener Erwerbsbevölkerung. Ferner soll die Verteilung der Gonarthrose in den verschiedenen Kompartimenten des Kniegelenks bei Exponierten und Kontrollen verglichen werden. Die Studie wurde in 54 Betrieben in Wiesbaden, darunter 14 Fliesenleger-, 11 Bodenleger-, 2 Parkettleger-, 11 Hochbau-, 6 Tiefbau- und 10 Installateurbetriebe, durchgeführt. Es wurden alle gewerblichen männlichen Beschäftigten in den Betrieben seit deren Existenz ermittelt, d.h. die gegenwärtigen und ehemaligen Beschäftigten (Alter: 45-70 Jahre, Tätigkeitsdauer: mindestens 10 Jahre). Die Teilnahmequote lag bei 68,5 % bei aktuell Exponierten, 52,3 % bei ehemals Exponierten und 63,5 % bei den Kontrollen. Ein ursprünglich als exponiert erfasster Proband war als Betriebsleiter nicht exponiert und wurde den Kontrollen zugeordnet. Acht ursprünglich als Kontrollen erfasste Probanden übten mindestens 10 Jahre einen Risikoberuf im Sinne des BK-Merkblattes aus und wurden der exponierten Gruppe zugeordnet. Die entgeltliche Untersuchungsgruppe bestand aus 110 exponierten Beschäftigten, darunter 35 Installateuren, 23 Fliesenlegern, 20 Teppich- oder PVC-Verlegern, 15 Steinsetzern und Pflasterern, 8 Estrichlegern, 5 Malern, 2 Parkettlegern, 1 Schweißer und 1 Bergmann. Die Kontrollgruppe bestand aus 92 Probanden, darunter 55 in Dienstleistungsberufen, 21 in Fertigungsberufen, 14 in technischen Berufen und 2 Pflanzenbauer. Es wurde eine Nonresponderanalyse in Abhängigkeit vom längsten Beruf und von Kniegelenksbeschwerden durchgeführt. Bei den Exponierten und Kontrollen wurden folgende Untersuchungen durchgeführt: 1. Standardisierte Befragung zur beruflichen Belastung durch Arbeiten im Knien, Hocken oder Fersensitz, zur Belastung durch Sport

und zu Kniegelenksbeschwerden, Vorerkrankungen und Operationen. 2. Standardisierte Kniegelenksuntersuchung in Anlehnung an den G 46 und den Entwurf der Konsensempfehlung zur BK 2112. 3. Magnetresonanztomografie der Kniegelenke bds. mit einem 1,5-Tesla-MRT der Firma GE Healthcare (Einstellung nach dem Entwurf der Konsensempfehlung). Das Ausmaß der Knorpelschädigung wurde nach Outerbridge (1961) klassifiziert. Alle Probanden erhielten für die Teilnahme an der Studie eine Aufwandsentschädigung in Höhe von 100 Euro. Der univariate Vergleich der Prävalenz von Beschwerden oder Befunden wurde mit dem  $\chi^2$ -Test oder dem exakten Test von Fischer vorgenommen, der Mittelwertsvergleich mit dem t-Test für ungepaarte Stichproben. Als Maß für das relative Risiko wurde die Prävalenzratio PR gewählt, die nach der Gleichung  $PR = PR_e / PR_k$  berechnet wurde. Dabei ist  $PR_e$  die Prävalenz von Beschwerden oder Befunden bei den Exponierten und  $PR_k$  die Prävalenz in der Kontrollgruppe. Die Prävalenzratio und das 95%-Konfidenzintervall wurde mit Hilfe der Coxregression für außerberufliche Risikofaktoren wie Alter und Body Mass-Index adjustiert. Ein Stichprobenumfang von 80 kniegelenksbelasteten Beschäftigten und 80 Kontrollprobanden reicht aus, um eine Prävalenzratio von 2,0 mit einer Power von 80 % bei einem Alpha-Fehler von 5% zu erkennen. Dabei wurde von einer Prävalenz von Knorpelschäden bei der Kontrollgruppe von 22% im Kniehauptgelenk ausgegangen (Ding et al.2005). Im Retropatellargelenk sind Knorpelschäden mit 38 % nach derselben Literaturstelle deutlich häufiger, so dass der Studenumfang für die Bewertung von Knorpelschäden im Bereich Retropatellargelenkes ebenfalls ausreicht.

#### **Ergebnisse:**

Exponierte und Kontrollen waren alles Männer und nach den Merkmalen Alter und Body Mass-Index gut vergleichbar. Exponierte gaben signifikant häufiger beidseitige Kniegelenksbeschwerden an als Kontrollen (36,4 versus 20,7%,  $p < 0,02$ ). Dagegen waren einseitige Kniegelenksbeschwerden in beiden Gruppen gleich häufig. Bei der körperlichen Untersuchung fanden sich keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Häufigkeit von Funktionsstörungen im Bereich der Kniegelenke. Tabelle 1 zeigt das Ergebnis der Magnetresonanztomografie im Bereich des rechten Kniegelenks. Es zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Gruppen bezüglich der Gonarthroseprävalenz in verschiedenen Gelenkkompartimenten. Ähnliche Ergebnisse fanden sich im linken Kniegelenk. In Tabelle 2 ist das Ergebnis der Nonresponseranalyse dargestellt. Es zeigt sich ein deutlicher differentieller Response in Abhängigkeit von Kniegelenksbeschwerden, nicht jedoch vom Beruf, d.h. die teilnehmenden Probanden haben wesentlich häufiger Kniegelenksbeschwerden als nicht teilnehmende Probanden. Dieser Effekt ist besonders deutlich bei den Kontrollen.

**Tabelle 1: Prävalenz der Gonarthrose in der Magnetresonanztomographie des rechten Knies und Prävalenzratio**

Befund	Prävalenz (%)		Prävalenzratio (95 %-Konfidenzintervall)	
	Beruflich Exponierte (n=110)	Kontrollen (n=92)	Unadjustiert	Adjustiert <sup>2</sup>
Gonarthrose <sup>1</sup> im Femoropatellargelenk rechts	24,1	26,7	0,9 (0,5-1,5)	0,9 (0,5-1,7)
Gonarthrose <sup>1</sup> im medialen Femorotibialgelenk rechts	40,0	33,7	1,2 (0,8-1,9)	1,4 (0,9-2,2)
Gonarthrose <sup>1</sup> im med. post. Femorotibialgelenk rechts	20,0	20,7	1,0 (0,5-1,8)	1,3 (0,7-2,4)
Gonarthrose <sup>1</sup> im lateralen Femorotibialgelenk rechts	11,8	9,9	1,1 (0,5-2,8)	1,4 (0,6-3,4)
Gonarthrose <sup>1</sup> im lat. post. Femorotibialgelenk rechts	4,5	1,1	4,1 (0,5-35,8)	5,4 (0,6-49,9)

<sup>1</sup> Chondrose  $\geq 3$  und Osteophyten  $\geq 1$  mm, <sup>2</sup> für Alter und Body Mass-Index

#### Diskussion:

Die Studie zeigt einen deutlichen differentiellen Response in Abhängigkeit von Kniegelenksbeschwerden. Da dieser Effekt bei den Kontrollen stärker ausgeprägt ist als bei den Exponierten ist davon auszugehen, dass dadurch der Vergleich bezüglich der Häufigkeit von Kniegelenksbeschwerden, Funktionsstörungen und den Ergebnissen der Magnetresonanztomografie bei Exponierten und Kontrollen verfälscht wurden. Es soll versucht werden, die Responserate bei Exponierten und Kontrollen durch das Angebot einer höheren Aufwandsentschädigung zu erhöhen. Möglicherweise gelingt es auf diesem Wege, den differentiellen Response in Abhängigkeit von den Kniegelenksbeschwerden abzuschwächen.

**Tabelle 2: Ergebnis der Nonresponderanalyse**

	Exponierte Beschäftigte		Kontrollen	
	Teilnehmer (n=110)	Nicht-Teilnehmer (n=35 von 66)	Teilnehmer (n=92)	Nicht-Teilnehmer (n=44 von 53)
Kniegelenks- beschwerden (%)	60,0	45,7	43,5	15,9
„Blauer Kragen“- Berufe (%)	100	100	31,5	30,8

**Literatur:**

Ding C, Cicuttini F, Scott F, Cooley H, Jones G (2005) Association between age and knee structural change: a cross sectional MRI based study, *Ann Rheum Dis* 64: 549-555.

Hartmann B, Glitsch U, Görgens HW, Grosser V, Weber M, Schürmann J, Seidel D (2007) Ein belastungskonformes Schadensbild der Gonarthrose durch Knien oder vergleichbare Kniebelastung? *Arbeitsmedizin, Sozialmedizin, Umweltmedizin* 42: 64-67.

Outerbridge RE (1961) The etiology of chondromalacia patellae. *J. Bone Joint Surg.* 43: 752-757

## Partner oder Boden...? - Zur Bedeutung exogener Faktoren bei der Entstehung akuter Verletzungen im professionellen Bühnentanz

E. M. Wanke<sup>1,2</sup>, D. A. Groneberg<sup>2,1</sup>

<sup>1</sup>Abteilung Tanzmedizin, Institut für Arbeitsmedizin, Charité – Universitätsmedizin Berlin

<sup>2</sup>Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Goethe-Universität, Frankfurt/Main

**Einleitung:** Aufgrund des Karriere gefährdenden Potentials von akuten Verletzungen ist die Prävention im Bühnentanz sehr wichtig (Arendt & Kerschbaumer 2003, Motta-Valencia 2006). Bei den Ursachen akuter Verletzungen im professionellen Bühnentanz kann in exogene (z. B. Partner, Kostüm, Tanzboden, Choreografische Anforderungen, Requisiten/Ausstattung) und endogene (z. B. Trainings- und Ernährungszustand, anatomisch- physiologische Voraussetzungen) die Verletzungen begünstigende Faktoren unterschieden werden (Wanke 2009). Obwohl diese Faktoren im Tanz bekannt sind, fehlte es bisher diesbezüglich an Daten für eine differenzierte Darstellung. Ziel der vorliegenden Studie ist daher eine Analyse der im Tanz für Arbeitsunfälle bedeutsamen exogenen Faktoren unter Berücksichtigung geschlechtsspezifischer Aspekte.

**Methoden:** Grundlage für die Auswertung bilden die Durchgangsarztberichte (F1000 bzw. DAB), Unfalldokumentationsbögen sowie Fallakten der Unfallkasse Berlin (UKB) von sechs Berliner Bühnen mit eigenen angestellten professionellen Bühnentänzer/innen (n = 1438, w: n = 722; m: n = 716) über einen Zeitraum von 17 Jahren. Vorwiegend erfolgte die Auswertung in Form von Häufigkeitsanalysen mit SPSS, Version 18 und Excel 2007. An entscheidenden Stellen wurden Chi-Quadrat-Tests zur Überprüfung von Unterschieden zwischen Gruppen durchgeführt. Das Signifikanzniveau wurde auf  $\alpha=0,05$  festgelegt.

**Ergebnisse:** 48,5 % (n=698) aller akuten Verletzungen (Arbeitsunfälle) waren auf eine exogene Ursache zurück zu führen (m: 49,1 %, w: 47,9 %). Bei den verbleibenden 51,5 % lag zumeist eine Faktorenkombination zugrunde, bei der die letztlich entscheidende Ursache nicht genannt werden kann. In 37 % der Unfälle wurde die Arbeit umgehend beendet. Das durchschnittliche Alter der verletzten Tänzer/innen betrug 30,5 (m) bzw. 30,1 Jahre (w). 49,3 % (m) bzw. 51,6 % (w) der Verletzten waren unter 30 Jahre alt. Daraus folgt, dass es sich bei akuten, durch exogenen Faktoren verursachte, Verletzungen nicht automatisch um Verletzungen des/r jungen unerfahrenen Tänzer/in handelte. Es fanden sich signifikante Unterschiede hinsichtlich der exogenen Faktoren ( $p<0.001$ ) sowie geschlechtsspezifische Unterschiede ( $p=0.008$ ). Der "Mensch" stellte mit 39,9 % der akuten Verletzungen den häufigsten exogenen Faktor dar, gefolgt vom "Boden" mit 30,4 % und den „Requisiten“ (13,6 %). Weitere im Bühnentanz relevante Faktoren waren „Treppen“, Türen, Umgebung (7,2 %) und „Kostüme“ (3,9 %) (Abb. 1).

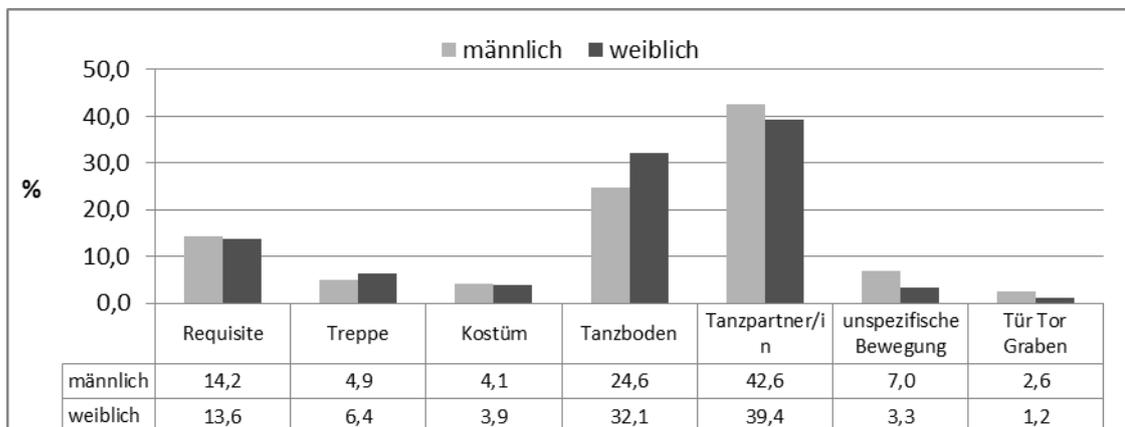


Abb. 1: Exogene Ursachen von akuten Verletzungen im professionellen Tanz (n=698)

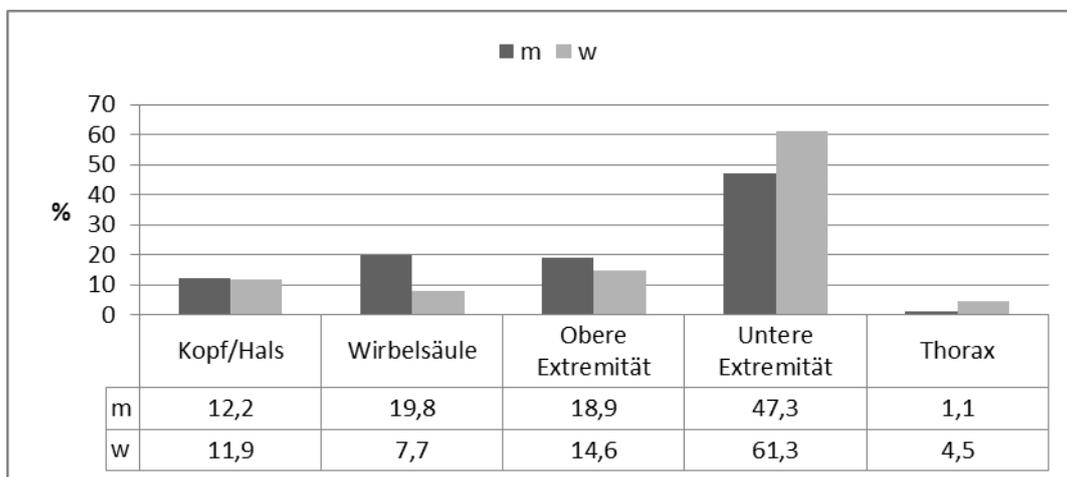


Abb.2: Lokalisation von durch exogene Faktoren verursachte Verletzungen im Bühnentanz (n=698)

**Lokalisation:** Bei beiden Geschlechtern ist die untere Extremität am häufigsten betroffen ( $p < 0.001$ ) (m: 47,3 %, w: 61,3 %), jeweils gefolgt von der oberen Extremität (w: 14,6 %) und der Wirbelsäule (m: 19,8 %).

**Unfallort:** Die Bühne ist bei beiden Geschlechtern der häufigste Unfallort (m: 63,9 %, w: 56,8 %). Akute Verletzungen aufgrund exogener Faktoren traten insbesondere während einer Vorstellung (m: 58,8 %, w: 50,5 %) und während der Proben (m: 33 %, w: 39,9 %) auf.

**Tätigkeit/Bewegungsinhalt:** In 45,4 % ereigneten sich die Verletzungen während kleinerer, nicht explizit als Sprünge benannten tänzerischen Bewegungselementen, in 14,9 % während des „Hebens“ und „Tragens“, und 14,0 % der Unfälle während Sprungbewegungen, zu denen vor allem die *allegro* und *grand allegro* Sprungkombinationen gezählt werden müssen. Im Stand ereigneten sich noch 6,3 % der Unfälle und bei Drehungen 5,8 %.

**Diskussion:**

Die vorliegende Untersuchung verdeutlicht die zentrale Bedeutung der exogenen Faktoren im professionellen Bühnentanz (Thornblad 2005, Wanke & Mill 2006). Bei jedem zweiten Unfall waren der/die Partner/in, der Tanzboden, Requisiten, Treppen und Flure oder Kostüme Ursache für die akute Verletzung.

Während die Wichtigkeit eines adäquaten Tanzbodens bereits vor vielen Jahren bei Seals (1983) genannt wurde, wurde die nicht weniger große Bedeutung des/der Tanzpartners/in oder des/der in der Nähe tanzenden Kollegen bisher in der Literatur so nicht diskutiert. Gleiches gilt auch für die offenbar größere Bedeutung des Bodens für die Tänzerinnen als für die Tänzer, was vermutlich auf das geschlechtsspezifische Schuhwerk (Spitzenschuhe, Absatzschuhe) zurückzuführen ist. Der Arbeitsraum „Bühne“ während einer Vorstellung scheint mit einem besonderen Risiko behaftet zu sein. Präventive Maßnahmen müssen in allen Arbeitsräumen und -bereichen erfolgen und setzen somit die Zusammenarbeit aller im Arbeitsfeld Tanz tätigen Berufsgruppen voraus (Shah 2008). Da die Gesunderhaltung und Verletzungsprävention oberste Priorität im Tanz besitzen sollte, sind Eingriffe in die künstlerische Arbeit bei der Umsetzung präventiver Maßnahmen nicht auszuschließen.

**1. Literatur:**

- Ahrend YD, Kerschbaumer F. Verletzungen und Überlastungserscheinungen im professionellen Ballett Z Orthop 2003; 141: 349-356
- Motta-Valencia K. Dance-related injury. Phys Med Rehabil Clin N Am 2006 Aug; 17(3):697-723
- Seals JG. A study of dance surfaces. Clinics in Sports Medicine 1983; 2(3): 557-61
- Shah S. Caring for the dancer: special considerations for the performer and troupe. Curr Sports Med Rep 2008; 7(3): 128-132
- Thornblad H. Dancers: the work environments of dramatic art. Prevent Sweden. Management and labour improving work environment; 2005
- Wanke EM: Rahmenempfehlungen zur Prävention von Unfällen im professionellen Bühnentanz. Deutsche gesetzliche Unfallversicherung (Hrsg.). München, 2009
- Wanke EM, Mill H. Arbeitsmittel Körper – Zum Auftreten von Arbeitsunfällen im professionellen Bühnentanz. Sicherheitsbeauftragter 2006; (3): 14-15

## **Sicherheitstechnische Anforderungen an die Arbeitsplätze in Tageseinrichtungen für Drogenabhängige mit Konsumraum**

**N. Kralj, A. Heinich, F Hofmann**

Bergische Universität Wuppertal, Arbeitsphysiologie, Arbeitsmedizin und Infektionsschutz

### **Einleitung**

Vor dem Hintergrund des §10a des Dritten Gesetzes zur Änderung des Betäubungsmittelgesetzes vom 28. März 2000 [1] können chronisch Drogensüchtige ihren Drogenkonsum unter hygienischen Bedingungen durchführen. Solche Drogenberatungseinrichtungen mit Drogenkonsumräumen müssen für die dortigen Mitarbeiter eine sichere Arbeitsatmosphäre garantieren. Obwohl bereits 12 Jahre seit der Gesetzeskraft vergangen, fehlen Publikationen über die notwendigen Sicherheitsanforderungen.

### **Methoden**

In einer an der Bergischen Universität Wuppertal durchgeführten Studie entstand auf der Grundlage einer Gefährdungsbeurteilung, der gesetzlichen Anforderungen an die Arbeitssicherheit sowie einer Analyse der Arbeitstätigkeiten ein Fragebogen. Dieser Fragebogen bildete die Basis für die Befragung entsprechender Einrichtungen.

### **Ergebnisse**

In den 14 befragten Konsumraumbetreibern sind insgesamt 343 Mitarbeiter – davon 184 weibliche - angestellt. Der Qualifikationsschwerpunkt der Mitarbeiter liegt im medizinischen Bereich. Einige Mitarbeiter verfügen zusätzlich, bzw. andere, ausschließlich über eine Ausbildung im sozialen Bereich.

Es konnten die Gefährdungen durch:

- Benutzung der Reinigungs- und Desinfektionsmittel
- Lagerung von Sauerstoffflaschen, Nadelstichverletzungen,
- den Kontakt und den Umgang mit den Klienten und deren Hunden,
- die Rauchinhalation,
- körperliche Gewalt der Klienten und
- psychische Belastungen.

ermittelt werden.

Insgesamt kam es bisher in den 14 Konsumräumen im Schnitt zu 8.426 Konsumvorgängen pro Tag. Von diesen 8.426 Konsumvorgängen erfolgten etwa 2.715 Konsumvorgänge durch Inhalation bzw. 5711 (68%) der Konsumvorgänge über Injektion. zwei der 14 befragten Einrichtungen verfügen nicht über einen Raucherplatz.

Auf die Konsumräume bezogen, kamen im Schnitt ca. 602 Konsumvorgänge pro Tag und Konsumraum. Insgesamt variierte die Nutzungsfrequenz zwischen einem Konsumraum mit durchschnittlich nur drei Vorgängen pro Tag und drei Konsumräumen mit über 1000 Vorgängen am Tag. Die Spitze nahm eine Einrichtung mit 3037 Konsumvorgängen pro Tag ein.

Bezüglich des Rauchkonsums kommt es darauf an, die Mitarbeiter vor der potenziellen Gefährdung des Rauches zu schützen. Die ideale Lösung im Sinne des Arbeitsschutzes besteht in separaten Raucherräumen bzw. –kabinen mit einer starken Absaugeinrichtung. Jedoch widerspricht eine solche völlige Separierung allen Konzepten einer sozialen Integration. Darum nutzen einige Einrichtungen integrierte Raucherplätze mit einer partiellen Absaugeinrichtung mit einer geringen Restrauchbelastung für die Mitarbeiter.

Zum **intravenösen Konsum** gehört neben der Nutzung von unterschiedlichen Kanülen, der Desinfektion der Hände sowie der Injektionsstelle vor allem die sichere Entsorgung des Injektionsmaterials.

Prinzipiell reinigt jeder Klient in allen Einrichtungen seinen Konsumplatz selbst. Zusätzlich erfolgt eine Grundreinigung pro Tag entweder durch eine Reinigungsfirma oder die Mitarbeiter selbst. Zwei Einrichtungen führen zusätzlich noch eine Reinigung pro Woche mittels Reinigungsfirma durch.

Lediglich vier Einrichtungen gaben an, dass bei ihnen alle Klienten die Hautdesinfektion vor der Injektion nutzen. In allen anderen Einrichtungen gehört eine unregelmäßige Hautdesinfektion zum Alltag. So nutzen in 6 Einrichtungen weniger als 75% die Hautdesinfektion und in weiteren 4 Einrichtungen sogar weniger als 50% der Klienten. Folglich besteht in diesen Einrichtungen ein erhöhtes Infektionsrisiko sowohl für die Klienten als auch für das Personal, das die Klienten kontaktiert.

Drei Einrichtungen gaben an, dass sie keine vorgeschriebenen Kanülenabwurfbehälter zur Verfügung stellen. Generell erweist sich die organisatorische Handhabung der Entsorgung in den verschiedenen Einrichtungen als sehr unterschiedlich. In 7 der befragten Einrichtungen ist jeder Mitarbeiter für die Entsorgung zuständig. In 4 Einrichtungen übernehmen spezielle Hygienefachkräfte die Entsorgung. Andere Einrichtungen beauftragen ausgewählte Mitarbeiter oder speziell eingewiesene Putzkräfte mit der Entsorgung der Behälter. Eine Einrichtung setzt die Gesundheitspfleger/in zur Entsorgung ein. Im letzten Jahr vor der Befragung kam es in 7 Einrichtungen nachweislich dokumentiert zu eine bis zwei Nadelstichverletzungen. Die anderen 7 Einrichtungen gaben an, dass keine Nadelstichverletzungen stattfanden. Diese Einrichtungen versicherten jedoch, dass im Falle einer Nadelstichverletzung eine Dokumentation erfolgt wäre.

In fast allen Einrichtungen befinden sich der Wartebereich des Konsumraumes und des Kontaktladens räumlich sehr nah. Diese Nähe kann zu Spannungen führen, was auch die Praxis in den Einrichtungen belegt. Gewaltanwendungen gegen Mitarbeiter passieren aber sehr selten. Hauptsächlich besteht der Kontakt zur Polizei über die übliche Notrufnummer. Bei fast allen Einrichtungen steht nach eigenen Angaben

Supervision zur Beratung einzelner oder des ganzen Teams zur Verfügung. In Einzelfällen stehen Psychologen oder Traumaseminare zur Verfügung.

### **Fazit**

Insgesamt kann auf der Basis der gewonnenen Daten festgestellt werden, dass die Mitarbeiter in den Drogenberatungsstellen mit Drogenkonsumräumen verantwortungsvoll mit ihren Arbeitstätigkeiten umgehen. Trotzdem ließ sich eine Reihe von Empfehlungen zur Verbesserung der Arbeitssicherheit herleiten. Dazu gehören z.B.

- Optimale Positionierung der Kanülenabwurfbehälter,
- Verbesserung der hygienischen Situation, insbesondere Hautdesinfektion bei i.v. Drogenapplikation,
- Permanenten Schulung der Mitarbeiter in Deeskalationstechniken,
- Hunde nur zulassen, wenn sie einen Maulkorb tragen.

[1] Drittes BtMG-Änderungsgesetz: Drittes Gesetz zur Änderung des Betäubungsmittelgesetzes (3. BtMG-ÄndG) vom 28. März 2000 (BGBl. I, 302)

## Zur Häufigkeit von möglichen Blutkontakten bei zahnmedizinischem Personal

**Hofmann, F., Nolte, B., Kralj, N.**

Bergische Universität Wuppertal, Arbeitsphysiologie, Arbeitsmedizin und Infektionsschutz

### Zielsetzung:

Während medizinischer Eingriffe getragene Schutzhandschuhe bieten einen sehr guten Schutz vor Blutkontakten, so lang sie intakt bleiben. Handschuhperforationen und danach folgende Blutkontakte erhöhen erheblich das Risiko für parenterale Infektionen (v.a. Hepatitis-B-, Hepatitis-C- und HIVirus-Infektion). Das Ziel der vorliegenden Studie war es, aufgrund von Anzahl der Handschuhperforationen die Gefährdung durch biologische Arbeitsstoffe bei zahnmedizinischem Personal abzuschätzen.

### Methoden:

Bei 1.000 während der zahnmedizinischen Tätigkeit getragenen Handschuhen wurden zuerst mittels einer an DIN EN 600 angelehnten elektrischen Prüfung und anschließend einer Wasserhalteprüfung nach DIN EN 455 Teil 1 Perforationen ermittelt. Darüber hinaus wurden die Daten über Tragedauer, tragende Person (Benutzer) und bisherige Dauer der zahnmedizinischen Tätigkeit festgehalten. 580 Handschuhe wurden von den Beschäftigten einer zahnmedizinischen Praxis, 160 von Kieferchirurgen und 260 von Zahnmedizinstudenten während eines Praktikums getragen. Die Studenten benutzten jeweils zur Hälfte Nitril- und Latexhandschuhe.

### Ergebnisse:

Von 1000 untersuchten Handschuhen wiesen insgesamt 49 eine Perforation auf. Die Perforationsrate bei Behandlern (Zahnärzten, Kieferchirurgen und Studierenden) lag bei 5,7% und bei Assistenzpersonal bei 4,2%. Bei 580 Handschuhen, die in der zahnmedizinischen Praxis im Durchschnitt vom Personal 18,6 Minuten lang bei diversen zahnmedizinischen Eingriffen benutzt worden waren, ergab sich eine Gesamtperforationsrate von 6,7 %. In der Kieferchirurgie lag die Perforationsrate bei lediglich 1,9 %. Die Perforationsrate bei den von Zahnmedizinstudenten getragenen Nitrilhandschuhen lag bei 3,1% und bei Latexhandschuhen bei 2,3%. Dieser Unterschied liegt unter der Signifikanzgrenze. Die Differenzierung der Perforationslokalisation nach Berufserfahrung zeigte keine signifikanten Unterschiede.

	N	Perforationsrate
Zahnarztpraxis	580	39 (6,7%)
Kieferchirurgische Praxis	160	3 (1,9%)
Studenten, Praktikum; Nitril-HS	130	4 (3,1%)
Studenten, Praktikum; Latex-HS	130	3 (2,3%)
Gesamt	1000	49 (4,9%)

Tabelle 1: Handschuhperforationsraten bei Beschäftigten in Zahnarztpraxis, Kieferchirurgie und Studentenpraktikum (n = 1000)

	N	Perforationsrate
Assistent	471	27 (5,7%)
Behandler	529	22 (4,2%)
Gesamt	1000	49 (4,9%)

Tabelle 2: Handschuhperforationsraten bei behandelndem und assistierendem zahnmedizinischem Personal (n = 1000)

#### Diskussion:

Die Gefährdungsbeurteilung zeigt, dass die durchschnittliche Handschuhperforationsrate deutlich niedriger liegt als etwa im kardiochirurgischen Bereich [1]. Dennoch ergibt sich für das Praxiskollektiv rein statistisch bei etwa jedem 10. Eingriff eine Perforation, was bedeutet, dass ein nicht unerhebliches Risiko für die Infektion mit einem parenteral übertragbaren Erreger besteht: Geht man von ca. 1,5 % HBV- oder HCV-infektiösen (bei einer unbekanntem Zahl von Doppelinfektionen) Personen in der Normalbevölkerung aus [2,3], so heißt das, dass auf jeweils 66 Eingriffe ein infektiöser Kontakt – oder unter Berücksichtigung der Perforationsrate auf etwa jeden siebenhundertsten Eingriff ein (Blut)kontakt mit einem Infektionserreger kommt. Diese Daten sind in Übereinstimmung mit Daten zu bisher bekannt gewordenen Fällen einer nosokomialen Übertragung (Beschäftigter infiziert Patient) von Hepatitis-B-Virus. Unter den 677 Fällen waren nämlich 284 aus dem zahnmedizinischen Bereich und damit deutlich weniger als aus der chirurgisch

orientierten Medizin, was ebenfalls auf ein geringeres Perforationsrisiko in der Zahnmedizin hindeutet [4].

Organisatorische Maßnahmen und die Verbesserung der Persönlichen Schutzausrüstung – wie etwa der Gebrauch doppelter Handschuhe mit Farbindikator [5] sowie sicherer Instrumente (wie sie die TRBA 250 zwingend fordert) zur Optimierung der Prävention müssen vor diesem Hintergrund diskutiert werden.

Schlussfolgerung:

Nur durch den gemeinsamen Einsatz technischer (sichere Instrumente, doppelte Handschuhe, fachgerechte Entsorgung von spitzen/scharfen Gegenständen), organisatorischer und persönlicher (Basisvoraussetzung: Obligatorische Hepatitis B-Schutzimpfung) Präventionsmaßnahmen kann das Infektionsrisiko im zahnmedizinischen Bereich weiter reduziert werden.

[1] Driever R, Beie M, Schmitz E, Holland M, Knapp M, Reifschneider HJ, Hofmann F, Vetter HO. Surgical glove perforation in cardiac surgery. Thorac Cardiovasc Surg. 49: 2001, 328-30.

[2] N.N., RKI. Zur Situation wichtiger Infektionskrankheiten in Deutschland: Virushepatitis B, C und D im Jahr 2005. Epi Bull 46: 2006, 399–410

[3] Radun D, Hamouda O. Epidemiologie der Hepatitis B und C in Deutschland. Med Welt 55: 2004, 206–210

[4] Hofmann, F.: Hepatitis B, in: Handbuch der Infektionskrankheiten, 46.Ergänzungslieferung 5/2012, ecomed-Verlag, Landsberg/Lech (2012)

[5] Kralj, N., Hofmann, F.: Technischer Infektionsschutz bei medizinischen Interventionen – Einsatz doppelter Handschuhe, Fortschritte in der Präventiv- und Arbeitsmedizin (Hrg. Hofmann, F.) ecomed-Verlag, Landsberg/Lech (2009)

## **Systematischer Review: Schwangerschaft und MRSA – Was kann für den Mutterschutz im Gesundheitsdienst abgeleitet werden**

**Dr. Uta Ochmann<sup>1</sup>, Prof. Dr. Caroline Herr<sup>2</sup>, Frau Dr. Pawlitzki<sup>2</sup>, Dr. Alexander zur Mühlen<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Institut and Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Klinikum der Universität, LMU, Ziemssenstraße 1, 80336 München

<sup>2</sup> Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit, Pfarrstrasse 3, 80538 München

<sup>3</sup> Regierung von Oberbayern - Gewerbeaufsichtsamt

### Hintergrund und Fragestellung

Der Arbeitgeber muss rechtzeitig für jede Tätigkeit, bei der Schwangere gefährdet werden können, die Gefährdung beurteilen und die Schutzmaßnahmen festlegen. Vor dem Hintergrund einer steigenden Prävalenz von MRSA-positiven Patienten hat die Frage, wie das Risiko von Schwangeren im Gesundheitswesen beim Umgang mit MRSA-positiven Patienten einzuschätzen ist und welche Schutzmaßnahmen notwendig sind, erhebliche Konsequenzen. Derzeitige Empfehlungen in Deutschland und auch international sind widersprüchlich und basieren meist nicht auf evidenten Daten.

Folgende potenzielle Risiken einer MRSA-Kolonisierung in der Schwangerschaft sind denkbar: MRSA-Infektion der Schwangeren mit negative Auswirkungen von Infektion oder Therapie auf Mutter, Schwangerschaftsverlauf oder Neugeborenes. Vertikale Transmission bei Geburt mit Kolonisierung des Neugeborenen und erhöhtem Risiko einer Infektion. Transversale Transmission nach Geburt mit Kolonisierung des Neugeborenen und erhöhtem Risiko einer Infektion.

### Methode

Es wurde eine systematische medline-Suche im Zeitraum von 1970 und 2011 mit folgenden Stichworten durchgeführt: „MRSA-infection“, „MRSA colonisation“, „obstetrics“, „neonatology“, „pregnancy“, „newborns“, „mother-infant-transmission“, „intestinal carriage“, „nasal carriage“, „vaginal carriage“.

### Ergebnisse

Die MRSA-Trägerrate von Krankenhauspersonal ist im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung deutlich erhöht, in Deutschland liegt sie je nach Studie zwischen 2,8 und 5,3% (1), international bei 4,6% (2). Das Risiko einer Wundinfektion nach Operation ist bei Staphylokokken-Trägern höher (3). Es gibt Hinweise, dass bei MRSA-Trägern sowohl dieses Risiko (4) als auch die Mortalität (5) im Vergleich zu MSSA

## Vorträge – „Infektionskrankheiten, Mutterschutz“

(Methicillin-sensiblen SA) -Trägern höher sind. Entsprechende Daten zu Staphylokokken-Bakteriämien bei Neugeborenen sind widersprüchlich (6, 7).

Neben der Besiedlung des Nasenraums kann auch eine rektale oder vaginale Besiedlung mit Staphylokokken von Relevanz sein (8).

Die Prävalenz einer community acquired recto-vaginalen MRSA-Kolonisation bei Schwangeren, meist kurz vor Entbindung evaluiert, lag in 7 Studien mit insgesamt 21000 Untersuchten zwischen 0,1% und 10,4% (9-15), im Mittel bei 1,4%. 5 Studien (16-20) mit insgesamt 1600 untersuchten Schwangeren im letzten Schwangerschaftsdrittel, bei denen ein nasales und/oder vaginales Screening erfolgte, ergaben Prävalenzen von einer MRSA-Besiedlung zwischen 1,3 und 4,8%, im Mittel bei 2,8%. Daten zur MRSA-Kolonisation von schwangeren Mitarbeiterinnen im Gesundheitsdienst existieren nicht.

Zu MRSA-Infektionen in der Schwangerschaft fand sich nur eine Studie (21). Es wurden 43 Schwangere mit MRSA-Infektion, zu 96% Haut- und Weichteilinfektionen, longitudinal beobachtet. Der Outcome bezüglich Frühgeburt  $\leq 36$ . SSW, vorzeitigem Blasensprung, Chorioamnionitis und neonataler Sepsis war nicht signifikant unterschiedlich im Vergleich zu 57300 Geburten im gleichen Krankenhaus.

Die Prävalenz von MRSA-Besiedlungen bei Neugeborenen direkt nach der Geburt scheint niedrig, in 4 Studien (15, 17, 19, 22) lag sie unter 1%. Die Screening-Orte bei den Neugeborenen waren meist umbilikal oder nasal. 2 weitere Studien (18, 23) gaben Hinweise, dass zu späteren Screening-Zeitpunkten die SA-Besiedlungsrate bei Neugeborenen ansteigt, was auf eine überwiegend transversale Übertragung von Mutter auf Kind wahrscheinlich werden lässt. Die Rate der Staphylokokkenbesiedlung von Neugeborenen war bei SA-kolonisierten Müttern höher (15, 17, 23).

5 Studien (15, 17-19, 23) mit insgesamt 2400 untersuchten Mutter-Kind-Paaren zeigten bei 95 Paaren (4%) eine Besiedlung von Mutter und Neugeborenem mit Staphylokokken, bei 75% dieser Paare konnten jeweils identische Stämme nachgewiesen werden. 6 Studien (9, 12, 15, 19, 24, 25) untersuchten den Outcome von Mutter und Kind in Abhängigkeit von einer Staphylokokkenbesiedlung der Mutter. Nur in einem Fall konnte bei einem Kind von einer vaginal SA-besiedelten Mutter eine Staphylokokken-Sepsis diagnostiziert werden (15). Die übrigen Studien zeigten keine signifikanten Unterschiede.

### Schlussfolgerung

Bislang gibt es keine Prävalenzdaten für SA- und MRSA-Kolonisation bei Schwangeren und Neugeborenen aus Deutschland. Die Wahrscheinlichkeit der Kolonisation von Neugeborenen ist bei einer Kolonisation der Mutter erhöht, jedoch scheint der horizontalen Transmission gegenüber der vertikalen Transmission eine größere Bedeutung zuzukommen. Bislang liegen keine Hinweise (bei insgesamt wenigen Daten) vor, dass eine Staphylokokken-Kolonisation oder -Infektion in der Schwangerschaft spezielle negative Folgen für Mutter oder Kind haben. Nach derzeitiger Datenlage führt eine Kolonisation mit MRSA bei einer Schwangeren nur in

## Vorträge – „Infektionskrankheiten, Mutterschutz“

---

Ausnahmefällen zu einer Übertragung auf das Neugeborene, auch bei MRSA-Infektionen in der Schwangerschaft scheint das Risiko für das Neugeborene nicht erhöht.

Die mögliche MRSA-Übertragung auf Schwangere am Arbeitsplatz sowie die Wirksamkeit von Arbeitsschutzmaßnahmen sollten weiter untersucht werden, um den Schutz der Schwangeren im Gesundheitswesen gewährleisten zu können. Grundsätzlich darf eine Schwangere durch ihre berufliche Tätigkeit keinen Infektionserregern ausgesetzt sein, wenn die implementierten Hygiene- und Arbeitsschutzmaßnahmen dies gewährleisten können, wäre ein Umgang von schwangeren Mitarbeiterinnen im Gesundheitsdienst mit MRSA-positiven Patienten möglich. In diesem Falle wären ggf. eine nasale und vaginale Screening-Untersuchung, und wenn erforderlich eine Eradikation, mit Beginn der Mutterschutzzeit sinnvoll.

### Literatur

1. Popp W, Kundt R, Haamann F, al. e. Personalrisiko durch MRSA - ein unterschätztes Thema. *ArbeitsmedSozialmedUmweltmed.* 2010;45(8):107-11.
2. Albrich WC, Harbarth S. Health-care workers: source, vector, or victim of MRSA? *Lancet Infect Dis.* 2008 May;8(5):289-301.
3. Bode LG, Kluytmans JA, Wertheim HF, Bogaers D, Vandenbroucke-Grauls CM, Roosendaal R, et al. Preventing surgical-site infections in nasal carriers of *Staphylococcus aureus*. *N Engl J Med.* 2010 Jan 7;362(1):9-17.
4. Safdar N, Bradley EA. The risk of infection after nasal colonization with *Staphylococcus aureus*. *Am J Med.* 2008 Apr;121(4):310-5.
5. Cosgrove SE, Sakoulas G, Perencevich EN, Schwaber MJ, Karchmer AW, Carmeli Y. Comparison of mortality associated with methicillin-resistant and methicillin-susceptible *Staphylococcus aureus* bacteremia: a meta-analysis. *Clin Infect Dis.* 2003 Jan 1;36(1):53-9.
6. Isaacs D, Fraser S, Hogg G, Li HY. *Staphylococcus aureus* infections in Australasian neonatal nurseries. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed.* 2004 Jul;89(4):F331-5.
7. Kuint J, Barzilai A, Regev-Yochay G, Rubinstein E, Keller N, Maayan-Metzger A. Comparison of community-acquired methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* bacteremia to other staphylococcal species in a neonatal intensive care unit. *Eur J Pediatr.* 2007 Apr;166(4):319-25.
8. Parsonnet J, Hansmann MA, Delaney ML, Modern PA, Dubois AM, Wieland-Alter W, et al. Prevalence of toxic shock syndrome toxin 1-producing *Staphylococcus*

**Vorträge – „Infektionskrankheiten, Mutterschutz“**

aureus and the presence of antibodies to this superantigen in menstruating women. *J Clin Microbiol.* 2005 Sep;43(9):4628-34.

9. Andrews WW, Schelonka R, Waites K, Stamm A, Cliver SP, Moser S. Genital tract methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*: risk of vertical transmission in pregnant women. *Obstet Gynecol.* 2008 Jan;111(1):113-8.

10. Chen KT, Huard RC, Della-Latta P, Saiman L. Prevalence of methicillin-sensitive and methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in pregnant women. *Obstet Gynecol.* 2006 Sep;108(3 Pt 1):482-7.

11. Creech CB, Litzner B, Talbot TR, Schaffner W. Frequency of detection of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* from rectovaginal swabs in pregnant women. *Am J Infect Control.* 2010 Feb;38(1):72-4.

12. Ghanim N, Alchyib O, Morrish D, Tompkins D, Julliard K, Visconti E, et al. Maternal-neonatal outcome with *Staphylococcus aureus* rectovaginal colonization. *J Reprod Med.* 2011 Sep-Oct;56(9-10):421-4.

13. Tomlinson MW, Schmidt NM, Rourke JW, Jr., McDonald J. Rectovaginal *Staphylococcus aureus* colonization: is it a neonatal threat? *Am J Perinatol.* 2011 Oct;28(9):673-6.

14. Top KA, Huard RC, Fox Z, Wu F, Whittier S, Della-Latta P, et al. Trends in methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* anovaginal colonization in pregnant women in 2005 versus 2009. *J Clin Microbiol.* 2010 Oct;48(10):3675-80.

15. Bourgeois-Nicolaos N, Lucet JC, Daubie C, Benchaba F, Rajguru M, Ruimy R, et al. Maternal vaginal colonisation by *Staphylococcus aureus* and newborn acquisition at delivery. *Paediatr Perinat Epidemiol.* 2010 Sep;24(5):488-91.

16. Beigi R, Hanrahan J. *Staphylococcus aureus* and MRSA colonization rates among gravidas admitted to labor and delivery: a pilot study. *Infect Dis Obstet Gynecol.* 2007;2007:70876.

17. Huang YC, Chao AS, Chang SD, Chen YJ, Peng MT, Sung JH, et al. Association of *Staphylococcus aureus* colonization in parturient mothers and their babies. *Pediatr Infect Dis J.* 2009 Aug;28(8):742-4.

18. Mitsuda T, Arai K, Fujita S, Yokota S. Demonstration of mother-to-infant transmission of *Staphylococcus aureus* by pulsed-field gel electrophoresis. *Eur J Pediatr.* 1996 Mar;155(3):194-9.

19. Pinter DM, Mandel J, Hulten KG, Minkoff H, Tosi MF. Maternal-infant perinatal transmission of methicillin-resistant and methicillin-sensitive *Staphylococcus aureus*. *Am J Perinatol.* 2009 Feb;26(2):145-51.

**Vorträge – „Infektionskrankheiten, Mutterschutz“**

---

20. Reusch M, Ghosh P, Ham C, Klotchko A, Singapuri S, Everett G. Prevalence of MRSA colonization in peripartum mothers and their newborn infants. *Scand J Infect Dis.* 2008;40(8):667-71.
21. Laibl VR, Sheffield JS, Roberts S, McIntire DD, Trevino S, Wendel GD, Jr. Clinical presentation of community-acquired methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in pregnancy. *Obstet Gynecol.* 2005 Sep;106(3):461-5.
22. Volk L, Thomson T, Chhangani P, Digangi L, Parada JP, Schreckenberger P, et al. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* nasal colonization among women admitted to labor and delivery and their newborn infants. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2011 Oct;32(10):1045-6.
23. Leshem E, Maayan-Metzger A, Rahav G, Dolitzki M, Kuint J, Roytman Y, et al. Transmission of *Staphylococcus aureus* from mothers to newborns. *Pediatr Infect Dis J.* 2012 Apr;31(4):360-3.
24. Chen KT, Campbell H, Borrell LN, Huard RC, Saiman L, Della-Latta P. Predictors and outcomes for pregnant women with vaginal-rectal carriage of community-associated methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Am J Perinatol.* 2007 Apr;24(4):235-40.
25. Patel RI, Kaufman HK. Nasopharyngeal carriage of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*: incidence and outcomes in pregnant women. *J Am Osteopath Assoc.* 2011 Jun;111(6):389-95.

## Mutterschutz im Gesundheitswesen: Kann eine Schwangere invasiv tätig sein?

Sabine Wicker<sup>1</sup>, Astrid Bühren<sup>2</sup>, Bettina Toth<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Betriebsärztlicher Dienst, Klinikum der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt,

Theodor-Stern-Kai 7, 60590 Frankfurt am Main

<sup>2</sup> Vorstandsmitglied des Hartmannbund, Ehrenpräsidentin des Deutschen Ärztinnenbundes

<sup>3</sup> Abt. Gynäkologische Endokrinologie und Fertilitätsstörungen, Universitäts-Frauenklinik Heidelberg

**Zielsetzung:** Angesichts des steigenden Frauenanteils in der Medizin, sowie der Veränderungen der Arbeitsbedingungen im Gesundheitswesen (Einführung sicherer Instrumente und minimal-invasiver Verfahren), stellt sich die Frage, ob die gesetzlichen Regelungen zum Mutterschutz noch zeitgemäß sind, oder ob eine Aktualisierung sinnvoll wäre. Die Regelungen in Deutschland sehen vor, dass schwangere Mitarbeiterinnen, bis auf wenige Ausnahmefälle (z.B. ausschließliche Verwendung von sicheren Instrumenten in einigen Bundesländern) nicht invasiv tätig sein dürfen. Das führt dazu, dass Schwangerschaften beim Arbeitgeber oftmals nicht, bzw. sehr spät angezeigt werden, da bspw. Ärztinnen im Rahmen ihrer Facharztausbildung befürchten, dass erforderliche Weiterbildungsinhalte nicht geleistet werden können.

**Methoden:** Selektive Literaturrecherche in Pubmed unter Einbeziehung der deutschen Gesetze und Verordnungen zum Mutterschutz

**Ergebnisse:** Schwangere, die nach einer individuellen Arbeitsplatzbeurteilung und Gefährdungsanalyse weiterhin invasiv tätig sein wollen, sollte dies unter optimalen Arbeitsschutzbestimmungen ermöglicht werden (z.B. durch Verwendung von sicheren Instrumenten, bzw. Tragen von doppelten Handschuhen/Indikatorhandschuhen, wodurch die Rate an Blutkontakten vermindert wird). Vor dem Hintergrund einer möglichen vertikalen HBV-Transmission ist der sichere HBV-Immunschutz von schwangeren Beschäftigten von besonderer Bedeutung. Nichtimmune Schwangere sollten nicht invasiv tätig sein.

Sofern eine Schwangere weiterhin operativ tätig sein möchte, sollten aufgrund der besseren Planbarkeit nur elektive Eingriffe vorgenommen werden, die Patienten sollten präoperativ auf HCV-Antikörper (AK) und HIV-AK getestet werden.

Mittelfristig ist in Zusammenarbeit mit dem zuständigen Bundesministerium (BMFSFJ) mit den Bundesländern und den medizinischen Fachgesellschaften das grundsätzlich alle Berufe umfassende MuSchG in Bezug auf die Beschäftigten im Gesundheitswesen zu aktualisieren. Dafür wäre die möglichst zeitnahe Erarbeitung fachspezifischer Positivkataloge förderlich wie sie bereits für die Gynäkologie und Geburtshilfe von einer Kommission der DGGG vorgelegt wurde.

## Vorträge – „Infektionskrankheiten, Mutterschutz“

---

**Schlussfolgerungen:** Die gesetzlichen Regelungen zum Mutterschutz sollten am konkreten Arbeitsplatz anhand der tatsächlichen Gefährdung unter der Einbeziehung der Schwangeren ausgelegt werden. Individuelle Gefährdungsanalysen dienen einerseits dem Schutz der werdenden Mutter und des Ungeborenen und ermöglichen andererseits die Fortführung der klinischen Tätigkeit der Betroffenen.

**Literatur:** Wicker S, Rabenau HF, Haberl AE, Bühren A, Bechstein WO, Sarrazin CM (2011): Blutübertragbare Infektionen und die schwangere Mitarbeiterin im Gesundheitswesen: Risiko und Präventionsmaßnahmen. Der Chirurg 2012; 83:136-42

## **Mütterlicher Beruf und perinatales Outcome – Analysen der deutschen Perinatalerhebung**

**Sebastian Straube<sup>1</sup>, Manfred Voigt<sup>2</sup>, Ernst Hallier<sup>1</sup>**

1) Abteilung Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Universitätsmedizin Göttingen

2) Deutsches Wachstumszentrum Berlin, Arbeitsgruppe Rostock/Sievershagen

### **Einleitung und Zielsetzung**

Im Rahmen der deutschen Perinatalerhebung werden Angaben zu einer Vielzahl von maternalen und neonatalen Parametern erfasst, u.a. auch zum mütterlichen Beruf und der Berufstätigkeit während der Schwangerschaft. Ziel dieses Vortrages ist es, einen Überblick zu geben über Analysen der deutschen Perinatalerhebung zu Beziehungen zwischen der mütterlichen Berufstätigkeit und drei wichtigen perinatalen Outcomes: Frühgeborenenrate, Geburtsgewicht und Apgar-Bewertung der Neugeborenen.

### **Material**

Berichtet wird über Auswertungen der deutschen Perinatalerhebung basierend auf Daten von 1995-2000. Es werden Ergebnisse aus ausgewählten Publikationen zum Zusammenhang zwischen mütterlicher Berufstätigkeit und Frühgeburtlichkeit bzw. Apgar-Bewertung der Neugeborenen vorgestellt sowie neue Analysen zum Zusammenhang zwischen der mütterlichen Tätigkeit und dem Geburtsgewicht.

### **Ergebnisse der Auswertungen**

Bezüglich der Frühgeborenenraten ergaben sich Durchschnittswerte von 7% für die Gesamtpopulation sowie für zwei mütterliche Tätigkeitskategorien 7,8% (ungelernte oder angelernte Arbeiterinnen; Tätigkeitskategorie 4 der deutschen Perinatalerhebung) und 6,3% (höhere/leitende Beamtinnen, höchstqualifizierte Angestellte, Selbständige mit größerem Betrieb; Tätigkeitskategorie 7 der deutschen Perinatalerhebung). Für einzelne Müttergruppen gebildet nach Alter und Parität waren die Unterschiede in den Frühgeborenenraten zwischen diesen Tätigkeitskategorien teilweise noch größer [1].

Die Apgar-Bewertung der Neugeborenen (nach 5 Minuten) wurde von der mütterlichen Tätigkeitskategorie und vom Ausüben der Berufstätigkeit während der Schwangerschaft nicht signifikant beeinflusst, wie in einer multivariaten Regressionsanalyse bei Berücksichtigung wichtiger Confounder gezeigt werden konnte [2].

Das Geburtsgewicht hing von der mütterlichen Tätigkeitskategorie ab: Wir stellten ein höheres durchschnittliches Geburtsgewicht bei Kindern höherqualifizierter Mütter im Vergleich zu Kindern von ungelernten oder angelernten Arbeiterinnen fest. Zum Beispiel zeigte sich für Frauen, die ihr erstes Kind zur Welt brachten, zwischen 25-29 Jahre alt, normalgewichtige und Nichtraucherinnen waren, bei ungelernten oder angelernten Arbeiterinnen (Tätigkeitskategorie 4 der deutschen Perinatalerhebung) ein durchschnittliches Geburtsgewicht von 3312 g (Standardabweichung [SD] = 538 g, n = 1819); bei ebensolchen Frauen in gehobener Position (höchstqualifizierte Facharbeiterinnen, mittlere/gehobene Beamtinnen, qualifizierte Angestellte, Selbständige mit kleinerem/mittlerem Betrieb bzw. höhere Stellung; Tätigkeitskategorien 6 und 7 der deutschen Perinatalerhebung) ergab sich ein im Vergleich dazu signifikant höheres durchschnittliches Geburtsgewicht von 3354 g (SD = 519, n = 6072, p = 0,0025).

Eine Berufstätigkeit während der Schwangerschaft hatte keinen signifikanten Einfluss auf das Geburtsgewicht.

### Schlussfolgerungen

- Die Frühgeborenenrate variiert mit der mütterlichen Tätigkeit. Risikogruppen für Frühgeburtlichkeit können aufgrund von Alter, Parität und Tätigkeitskategorie definiert werden.
- Die Apgar-Bewertung wird von der mütterlichen Tätigkeitskategorie nicht signifikant beeinflusst.
- Eine Berufstätigkeit während der Schwangerschaft wirkt sich nicht negativ auf Apgar-Bewertung oder Geburtsgewicht aus.

### Literatur

1. Straube S, Voigt M, Scholz R, Peters F, Hallier E, Briese V, Jorch G. 18th Communication: Preterm birth rates and maternal occupation – the importance of age and number of live births as confounding factors. Geburtsh Frauenheilk 2009; 69: 698–702
2. Straube S, Voigt M, Jorch G, Hallier E, Briese V, Borchardt U. Investigation of the association of Apgar score with maternal socio-economic and biological factors: an analysis of German perinatal statistics. Arch Gynecol Obstet 2010; 282: 135-41

## Infektionsgefährdung von Klär- und Kanalarbeitern

### G. Petereit-Haack, F. Süß, B. Catrein, U. Bolm-Audorff

Landesgewerbearzt Hessen, Abteilung IV Arbeitsschutz und Umwelt,  
Regierungspräsidium Darmstadt

#### Einleitung

Laut Biostoffverordnung sollen Gefährdungsanalysen von Arbeitsplätzen erstellt werden, an denen die Arbeitnehmer mit biologischen Arbeitsstoffen umgehen. Kanalisations- und Klärwerksarbeiter können sich oral (z.B. Fäkalerregern), cutan (z.B. Leptospirosen), parenteral (z.B. Hepatitis B) oder aerogen (z.B. Enteroviren) infizieren. Für Beschäftigte mit Abwasserkontakt wird laut Empfehlungen der Ständigen Impfkommission (STIKO) eine Hepatitis-A-Impfung empfohlen.

Im Rahmen des Berufskrankheitenverfahren ist der Landesgewerbearzt zu gutachterlichen Stellungnahmen aufgefordert. Auf Grund eines Gutachtens im Verfahren zu einer Berufskrankheit Nummer 3101 zu einem Kanalarbeiter, der an einer Legionellen-Infektion verstorben ist, wurde im Landesgewerbearzt Hessen die Frage diskutiert, ob Kanalarbeiter ein erhöhtes berufliches Infektionsrisiko auf Grund von Legionellen haben. Unter worst-case Bedingungen sind Situationen denkbar, bei denen gespeichertes Wasser in Wasseraufbewahrungsbehältern hohe Temperaturen (z.B. Sommerzeit) entwickelt und lange in den Behältern verweilt und so ein Legionellenwachstum begünstigt ist. Im Rahmen einer Querschnittsstudie wurde daher der Frage nachgegangen, ob für die Beschäftigungsgruppe von Kanal- und Klärarbeitern ein erhöhtes Risiko für eine Infektion mit Legionellen und anderen Erregern besteht.

#### Methodik

Zwischen 2007 – 2011 führte der Landesgewerbearzt Hessen eine Querschnittsstudie (n=308) bei 81 Klärwerks-, 116 Kanalarbeitern und 111 Kontrollen aus Dienstleistungsberufen in Nord-, Mittel und Südhessen durch. Die Kontrollen stammten aus Darmstadt (85,6%), Wiesbaden (3,6%) und Kassel (10,8%). Die Probanden aus Darmstadt (40,1%), Frankfurt (33,5%), Wiesbaden (11,7%), Hadamar (5,1%), Bad Hersfeld (2,5%) sowie Kassel (7,1%).

Das Alter der Probanden lag zwischen 18 – 64 Jahren. Der Median der Kontrollen lag bei 46,5 Jahren, der der Probanden bei 43 Jahren. Jeweils drei Personen der Kontroll- und Probandengruppe waren weiblich. Befragt wurden alle Probanden von den jeweiligen Betriebsärzten mittels eines standardisierten Fragebogens: Gleichzeitig wurde Blut für serologische Untersuchungen (HAV, HBV, HCV, Legionellen, Leptospirosen) abgenommen und in einem zertifizierten Labor analysiert. Bei der

Hepatitis A-Serologie wurde der IgM- und der IgG-Titer, und bei der Hepatitis B-Serologie HBs-AG bestimmt.

Bei der Legionellen-Serologie wurden die Serogruppen 1-14 sowie Non-Pneumophila untersucht. Titer größer 1:64 wurden als positiv angenommen. Bei der Leptospirosen-Serologie wurden die Untergruppen grippothyphosa, icterohaemorrhagiae, canicola, pomona und sejroe erfasst. Titer größer 1:10 wurden als positiv angenommen.

Die Tätigkeitsdauer in den gefährdenden Berufen lag zwischen 6 und 431 Monaten. Der Median lag bei den Kanalarbeitern bei 165 Monaten und bei den Klärarbeitern bei 156 Monaten. Von 70% der Probanden und 41% der Kontrollen lag ein Impfbuch vor. 40% der Probanden und 22% der Kontrollen waren Raucher. Regelmäßige Arbeitsschutzunterweisungen erhielten über 75% der Probanden und 41% der Kontrollen. 19% der Probanden und 12% der Kontrollen hatten schon einmal eine Lungenentzündung durchgemacht.

### Ergebnisse

Laut Impfbuch von 182 Studienteilnehmern (137 Probanden, 45 Kontrollen) lag die vollständige Immunisierung bei den Probanden für Tetanus bei 71%, Diphtherie bei 58%, Polio bei 41 %, Hepatitis A bei 63% und Hepatitis B bei 61% vor. Die Werte für die Kontrollen lagen bei Tetanus, Diphtherie und Polio in ähnlicher Höhe. Für Hepatitis A lagen sie bei 21% und für Hepatitis B bei 23%.

Laut Fragebogenangabe hatten eine Hepatitis A-Erkrankung 2 Kontrollprobanden und 5 Kanal-/Klärarbeiter durchgemacht. Positive Hepatitis A-Titer (serologischer IgG-Nachweis) lagen bei 178 Kanal-/Klärarbeiter und 59 Kontrollen vor. Eine frische Infektion (positiver IgM-Nachweis) lag nicht vor. Bei 50 Probanden ( $Ko=21$ ,  $Ka=29$ ) war keine Hepatitis A-Impfung im Impfausweis dokumentiert. Verglichen wurde der positiven Hepatitis A-Titer zwischen den Probanden und Kontrollen bei diesen 50 männlichen laut Impfbuch Nichtgeimpften. Der Vergleich erbrachte für die Probanden ein doppelt so hohes Risiko eine Hepatitis A-Infektion zu erleiden. Die grenzwertig signifikante rohe Prävalenzratio lag bei 2,2 (1,0 – 4,8, 95% Confidenzintervall). Die für Rauchen und Region adjustierte Prävalenzratio lag bei 2,1 (0,9 – 5,2, 95% Confidenzintervall).

Insgesamt konnten bei 10 Kontrollen und 32 Klär- und Kanalarbeitern eine positive Legionellen-Serologie nachgewiesen werden. Der Vergleich zwischen Probanden insgesamt und Kontrollen erbrachte keinen signifikanten Unterschied in der Prävalenzratio. Bei der Betrachtung der Klärwerker alleine konnte im Vergleich zu den Kontrollen ein signifikanter Unterschied aufgezeigt werden. Die rohe Prävalenzratio einer positiven Legionellenserologie lag für Klärwerker bei 2,3 (1,1 - 5,1, 95% Confidenzintervall), für Rauchen und Region adjustiert bei 2,0 (0,9 - 4,3, 95% Confidenzintervall). Bei den Kanalarbeitern konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden, auch wenn hierbei ebenso doppelt so hohe Werte nachgewiesen werden konnten. Die rohe Prävalenzratio einer positiven Legionellenserologie lag für

Kanalarbeiter bei 1,9 (0,8-4,3, 95% Confidenzintervall), für Rauchen und Region adjustiert bei 1,8 (0,8-4,0, 95% Confidenzintervall).

Bei Leptospiren, Hepatitis B sowie Hepatitis C konnte zwischen Kontrollen und Kanal-/Klärarbeiter im serologischen Status kein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden.

### Diskussion

Die Tätigkeit mit Abwasserkontakt ist bekanntermaßen infektionsgefährdend. In der vorgelegten Querschnittstudie konnte eine Tendenz zu einem erhöhten Risiko einer Legionelleninfektion für Klärarbeiter aufgezeigt werden. In der Literatur finden sich Fallbeispiele, bei denen kein erhöhtes Risiko für Kanalarbeiter besteht (Clark et al. 1980). Gregersen et al. (1999), Castor et al. (2005), Cayla et al. (2001), Fry et al. (2003), Grill et al. (2006) zeigten auf das z.B. Arbeiten mit Schlamm, Wasserpumpenreparatur, Arbeiten in Kühltürmen, Automotoren und Installationsarbeiten eine Gefahr für Legionelleninfektion darstellen können.

Chriske et al. (1990) zeigte bei Kanal- und Klärarbeitern auf eine Gefährdung durch Hepatitis B auf. Auch Leptospiren wurden bei Kanalarbeitern gefunden (Green-McKenzie & Shoff, 2008; De Serres et al. 1995), wobei hier der Kontakt zu Nagern im Vordergrund steht (Zavitsanou & Babatsikou 2007). Die Gefährdung gegenüber Hepatitis A ist nachgewiesen (Nübling 2000, Garvey 2006, Frölich & Zeller 1993) und eine Infektion sollte laut STIKO durch eine Impfung abgewehrt werden. Die vorliegende Querschnittsstudie hat diese Gefährdung bestätigt.

Im Rahmen des betrieblichen Arbeits- und Gesundheitsschutzes sollten Infektionskrankheiten in dieser Berufsbranche bei der Gefährdungsbeurteilung besondere berücksichtigt werden.

### Literatur

Castor ML, Wagstrom EA, Danila RN, Smith KE, Naimi TS, Bresser JM, Peacock KA, Juni BA, Hunt JM, BArtkus JM, Kirkhorn SR, Lynfield R. An outbreak of Pontiac fever with respiratory distress among workers performing high-pressure cleaning at a sugar-beet processing plant. *J infect Dis.* 2005 1530-1537

Cayla et al. JA, Maldonado R, Gonzalez J, Pellicer T, Ferrer D, Pelaz C, Gracia J, Baladron B, Plasencia A. *Eur Respir J* 17 2001 1322-1327

Chriske HW, Abdo R, Richrath R, Braumann S. Hepatitis-B- Infektionsgefährdung bei Kanal- und Klärarbeitern. *Arbeitsmed Sozialmed Präventivmed.* 25 1990 475-477

Clark CS, Van Meer GL, Linnemann Jr CC; Bjornson AB, Gartside PS, Schiff GM, Trimble SE, Alexander D, Clearly EJ, Phair JP. Health effects of occupational exposure to wastewater. In: Pahren H, Jakubowski Waste-Water aerosols and disease. EPA

600/9-80-028, Cinninati, oh: United States Environmental Protection Agency, Health effects Research Laboratory, 1980 239-264

De Serres G, Levesque B, Higgins R, Major M, Laliberte D, Boulianne N, Duval B. Need for vaccination of severe workers against leptospirosis and hepatitis A. *Occup and Environ Med*, 52 1995 505-507

Frölich J, Zeller I. Hepatitis-A-Infektionsrisiko bei den Mitarbeitern einer großen Kläranlagenbetreibergenossenschaft. *Arbeitsmed. Sozialmed. Umweltmed.* 28 1998 503-505

Fry AM, Rutman M, Allan T, Scaife H, Salehi E, Benson R, Fields B, Nowicki S, Parrish MK, Carpenter J, Brown E, Lucas C, Horgan T, Koch E, Besser RL. Legionnaire's disease outbreak in an automobile engine manufacturing plant. *Brief Report; JD 187 (6) 2003 1015 – 1018.*

Garvey DJ. Exposure to biohazards. An emerging concern for construction workers in severe lines and wastewater treatment plants. *Professional Safety 2005* (eingesehen Oktober 2011) <http://www.asse.org>

Green-McKenzie J, Shoff WH. Leptospirosis in humans. *Emedicinemedscape.com* 2008

Gregersen P, Grunnet K, Uldum SA, Anderson BH, Madsen H. Pontiac fever at a sewage treatment plant in the food industry. *Scans J Work Environ Health*; 25 1999 291-295

Grill M, Schindler P, Lemper A, Maiwald H. Mikrobiologische Belastung von Sammelbehälter in Autowaschanlagen. *Kongress Medizin und Gesellschaft 2007* (eingesehen Oktober 2011) <http://www.egms.de/en/meetings/gmds2007/07gmds818.shtml>

Nübling M. Tätigkeitsprofil und berufliches Infektionsrisiko bei Kanalarbeitern unter besonderer Berücksichtigung der Hepatitis A. *Freiburg Edition FFAS*, 2000

**STIKO Empfehlungen der Ständigen Impfkommision (eingesehen Januar 2012)**

[http://www.rki.de/DE/Content/Kommissionen/STIKO/Empfehlungen/Impfempfehlungen\\_node.html](http://www.rki.de/DE/Content/Kommissionen/STIKO/Empfehlungen/Impfempfehlungen_node.html)

Zavitsanou A, Babatsikou F. Leptospirosis: Epidemiology and preventive measures. *Health Science Journal.* 2 2008 75-82

## Sind Sensibilisierungen gegen Insektenallergene bei Bäckern häufiger als in anderen Berufen?

**Sander I, Meurer U, Merget R, van Kampen V, Raulf-Heimsoth M und Brüning T**

Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA)

### Fragestellung

In Einzelfallberichten wurden bei Bäckern Allergien gegen Schadinsekten wie Schaben, Käfer, Motten und ihre Larven dokumentiert [1-4]. Es war das Ziel der Studie, die Häufigkeit von Sensibilisierungen gegen Insektenallergene bei Bäckern mit berufsbedingten Beschwerden zu erfassen und mit der Sensibilisierungsprävalenz bei anderen Berufsgruppen zu vergleichen.

### Methoden

Bei 50 Bäckern, deren Seren im Zusammenhang mit beruflich bedingten Atemwegsbeschwerden eingingen, wurde spezifisches IgE gegen die Schabe *Blattella germanica* (i6), den Reismehlkäfer *Tribolium confusum* (Ri301), den Kornkäfer *Sitophilus granarius* (i202), die Larve des Mehlkäfers *Tenebrio molitor* (o211) und die Mehlmotte *Ephestia kuehniella* (i203) durch Fluoreszenz-Enzym-Immunoassay im ImmunoCAP-System (Phadia, Freiburg) getestet. Zusätzlich wurde Gesamt-IgE und als Marker für Atopie die Sensibilisierung gegen Inhalationsallergene (sx1) bestimmt. Der Mischallergentest sx1 enthält Birkenpollen, Beifußpollen, Roggenpollen, Phleumpollen, Hund- und Katzenschuppen, die Hausstaubmilbe *Dermatophagoides pteronyssinus* und den Schimmelpilz *Cladosporium herbarum*. Als Referenzkollektiv wurden 68 Atopiker (mit IgE gegen sx1) aus unterschiedlichen Berufen mit den gleichen Allergenen getestet. Zum statistischen Vergleich diente der Mann-Whitney Test. Für alle IgE-Tests wurden die Rangkorrelationen berechnet (Spearman). Die Auswertung erfolgte mit dem Programm Graphpad Prism (Version 5.03 für Windows, GraphPad Software, San Diego USA, [www.graphpad.com](http://www.graphpad.com)).

### Ergebnisse

Von den 50 Bäckern hatten 17 (34%) spezifisches IgE gegen mindestens ein Insekt, am häufigsten gegen die Schabe *Blattella germanica* (16, 32%) und den Reismehlkäfer *Tribolium confusum* (15, 30%). Im Vergleich dazu lag die Sensibilisierungshäufigkeit gegenüber Weizenmehl und Roggenmehl bei 63% bzw. 65%.

Um die Sensibilisierungshäufigkeit gegenüber Vorratsschädlingen bei Bäckern mit der bei anderen Berufsgruppen zu vergleichen, wurde ein Referenzkollektiv aus 68 Atopikern zusammengestellt. Kriterium für Atopie war ein positiver IgE-Test auf den sogenannten „Atopiescreen“ sx1. Von den 50 Bäckern hatten 32 IgE gegen sx1 und waren damit Atopiker.

Die getesteten Insektenallergene waren sowohl bei atopischen Bäckern als auch Kontrollen sehr häufig positiv (Abbildung 1).

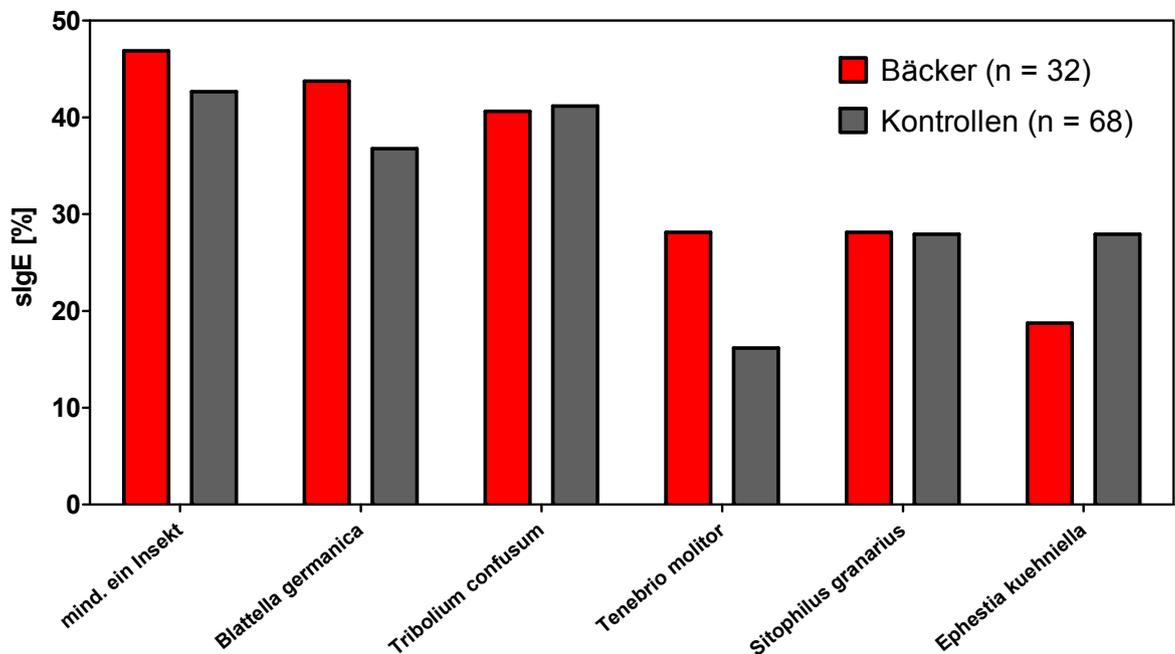


Abbildung 1: Vergleich der Sensibilisierungsprävalenz gegen Insektenallergene zwischen atopischen Bäckern und atopischen Kontrollen mit anderen Berufen.

Bei den atopischen Bäckern hatten 47% spezifisches IgE gegen mindestens ein getestetes Insekt, bei den Kontrollen 43%. Die höchste Sensibilisierungsrate erreichte die Schabe *Blattella germanica* mit 44% bei atopischen Bäckern und 37% bei atopischen Kontrollen. Es folgten der Reismehlkäfer *Tribolium confusum* mit je 41% und der Kornkäfer *Sitophilus granarius* mit je 28% in beiden Kollektiven, der Mehlwurm *Tenebrio molitor* mit 28% bei Bäckern und 16% bei Kontrollen und die Mehlmotte *Ephestia kuehniella* mit 19% bei Bäckern und 28% bei Kontrollen. Signifikant war der Kollektivunterschied dabei nur beim Mehlwurm ( $p < 0,01$ ). Allerdings hatten die atopischen Bäcker auch signifikant höhere ( $p < 0,05$ ) Gesamt-IgE Werte und sx1-Werte

als die Kontrollen.

Insgesamt korrelierten die IgE-Werte gegen die verschiedenen Insektenallergene bei den 118 getesteten Seren hoch signifikant. Die höchsten Korrelationskoeffizienten gab es zwischen Schabe, Mehlmotte und Käfern ( $r=0,89-0,94$ ). Moderate Korrelationen ( $r=0,72-0,80$ ) bestanden zwischen dem Mehlwurm *Tenebrio molitor* und den übrigen Insektensensibilisierungen.

### Schlussfolgerungen

Bei Atopikern waren Sensibilisierungen gegen Insekten, insbesondere die Schabe *B. germanica* und den Reismehlkäfer *Tribolium confusum*, sehr häufig, aber mit Ausnahme der Larve von *Tenebrio molitor* bei atopischen Bäckern nicht signifikant häufiger als bei anderen Berufen. Die Korrelationen der IgE-Werte gegen verschiedene Insekten sind vermutlich auf kreuzreagierende Allergene zurückzuführen.

### Literatur

- [1] Herling C, Svendsen UG, Schou C: Identification of important allergenic proteins in extracts of the granary weevil (*Sitophilus granarius*). *Allergy* 50, 1995, 441-446.
- [2] Makinen-Kiljunen S, Mussalo-Rauhamaa H, Petman L, Rinne J, Haahtela T: A baker's occupational allergy to flour moth (*Epehestia kuehniella*). *Allergy* 56, 2001, 696-700.
- [3] Marraccini P, Previdi M, Cantone L, Varin E, Salimbeni R, Todaro A, Panciera D, Costamagna P: The possible role of cockroaches in baker's asthma. *Med Lav* 98, 2007, 284-288.
- [4] Schultze-Werninghaus G, Zachgo W, Rotermund H, Wiewrodt R, Merget R, Wahl R, Burow G, zur Strassen R: *Tribolium confusum* (confused flour beetle, rice flour beetle)-- an occupational allergen in bakers: demonstration of IgE antibodies. *Int Arch Allergy Appl Immunol* 94, 1991, 371-372.

## Vergleich und Bewertung kommerzieller Pricktestlösungen für die Diagnostik des Bäckerasthmas im Rahmen der europäischen Multicenter-Studie STADOCA

van Kampen V<sup>1</sup>, Kotschy-Lang N<sup>2</sup>, Müsken H<sup>3</sup>, Mahler V<sup>4</sup>, Schliemann S<sup>5</sup>, Ochmann U<sup>6</sup>, Worm M<sup>7</sup>, Merget R<sup>1</sup>, de Blay F<sup>8</sup>, Folletti I<sup>9</sup>, Kobierski P<sup>10</sup>, Moscato G<sup>11</sup>, Olivieri M<sup>12</sup>, Quirce S<sup>13</sup>, Sastre J<sup>14</sup>, Walusiak-Skorupa J<sup>15</sup>, Raulf-Heimsoth M<sup>1</sup>, Brüning T<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der DGUV, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA), Germany

<sup>2</sup>BG-Klinik für Berufskrankheiten, Falkenstein, Germany

<sup>3</sup>Institute for pneumological and allergological expertises, Bad Lippspringe, Germany

<sup>4</sup>Institute and Outpatient Clinic for Occupational, Social and Environmental Medicine, University Erlangen-Nuremberg, Germany

<sup>5</sup>Department of Dermatology and Allergology, Friedrich Schiller University Jena, Germany

<sup>6</sup>Institute of *Occupational* and Environmental Medicine, University Munich, Germany

<sup>7</sup>Allergy Centre - Department of Dermatology, Charité, University Berlin, Germany

<sup>8</sup>Department of Chest Diseases University Hospital Strasbourg, Strasbourg, France

<sup>9</sup>Occupational Medicine, Terni Hospital, University of Perugia, Italy

<sup>10</sup>Rehabilitation Clinic Tobelbad, Austrian workers compensation board, Austria

<sup>11</sup>Allergy and Immunology Unit, Fondazione 'Salvatore Maugeri', Institute of Research and Care, Scientific Institute of Pavia, Pavia, Italy

<sup>12</sup>Unit of Occupational Medicine, University Hospital of Verona, Italy

<sup>13</sup>Department of Allergy, Hospital La Paz-IdiPAZ and CIBER of Respiratory Diseases CIBERES, Madrid, Spain

<sup>14</sup>Department of Allergy, Fundación Jiménez Díaz and CIBER of Respiratory Diseases CIBERES, Madrid, Spain

<sup>15</sup>Nofer Institute of Occupational Medicine, Lodz, Poland

### Hintergrund

Die eindeutige Diagnostik von berufsbedingten IgE-vermittelten Allergien ist sowohl für die Begutachtung als auch für Untersuchungen im Rahmen der Sekundärprävention sowie für wissenschaftliche epidemiologische Studien von großer Bedeutung. Vor allem die Haut-Pricktestung (HT) ist ein schnelles, preisgünstiges und – bei standardisiertem methodischem Vorgehen mit validierten und standardisierten Extrakten – auch ein sensitives Verfahren zum Nachweis von Soforttyp-Sensibilisierungen. Für die meisten Berufsallergene stehen jedoch keine standardisierten Allergenextrakte zur Verfügung, weshalb zu vermuten ist, dass HT-Lösungen unterschiedlicher Hersteller divergieren. Ziel war es, in einer europäischen Multicenter-Studie (STADOCA: Standard diagnosis for occupational allergy) kommerzielle HT-Lösungen für die Diagnostik des Bäckerasthmas zu vergleichen und zu bewerten.

## Methoden

Sechzehn Allergiezentren aus sechs europäischen Ländern (Deutschland, Frankreich, Italien, Österreich Polen und Spanien) erhielten vom Studienzentrum (IPA) definierte kommerzielle HT-Lösungen europäischer Hersteller zur Diagnose des sogenannten Bäckerasthmas (Weizenmehl (n = 4), Roggenmehl (n = 4), Soja (n = 3) und  $\alpha$ -Amylase (n = 2)). Im Rahmen von Begutachtungen wurden diese HT-Lösungen bei 116 Bäckern mit arbeitsplatzbezogenen allergischen Beschwerden in einem standardisierten HT (Doppelbestimmung; festgelegte Reihenfolge; gegenläufig an beiden Unterarminnenseiten) eingesetzt. In die Auswertung ging jeweils der Mittelwert der Doppelbestimmungen ein. Die Quantifizierung der spezifischen IgE-Antikörper (slgE) gegen Weizenmehl (f4), Roggenmehl (f5), Soja (f14) und  $\alpha$ -Amylase (k87) erfolgte in allen 116 Seren zentral mittels CAP-FEIA (Phadia, Freiburg). CAP-Werte  $\geq 0,35$  kU/L (CAP-Klasse  $\geq 1$ ) galten als positiv. Anhand der maximalen Testeffizienz (Gold-Standard: slgE) wurde der optimale Cut-off ermittelt. Bei diesem Cut-off wurden Sensitivitäten und Spezifitäten der HT-Lösungen bestimmt.

Vor der Durchführung der Untersuchungen lagen die Zustimmung der Ethikkommission der Ruhr-Universität Bochum sowie das schriftliche Einverständnis der Probanden vor.

## Ergebnisse

Von den 116 Bäckern wiesen 71 (61,2%) slgE gegen Weizenmehl (Range 0,38 – 82,6 kU/L, Median 2,52 kU/L), 75 (64,7%) gegen Roggenmehl (Range 0,36 – 91,5 kU/L, Median 2,18 kU/L), 27 (13,3%) gegen Soja (Range 0,37 – 17,0 kU/L, Median 0,68 kU/L) und sieben (6,0%) gegen  $\alpha$ -Amylase (Range 0,50 – 93,3 kU/L, Median 1,49 kU/L) auf.

Der optimale Cut-off lag für alle Mehl-HT-Lösungen bei einer Quaddelgröße von 1,5 mm, während er für die HT-Lösungen Soja bzw.  $\alpha$ -Amylase in Abhängigkeit vom Hersteller 2,0, bzw. 3,0 mm betrug (Tabelle 1). Die Sensitivitäten der HT-Lösungen betragen (jeweils beim optimalen Cut-off) für Weizenmehl zwischen 38% und 58%, für Roggenmehl zwischen 21% und 81% und für Soja zwischen 26% und 44%. Die Spezifitäten betragen 88-98% (Mehle) bzw. 83-90% (Soja). Die Testeffizienzen gehen aus Tabelle 1 hervor. Die beiden HT-Lösungen für  $\alpha$ -Amylase erreichten zwar bei einer Spezifität von 88% bzw. 90% eine Sensitivität von 100%. Dabei zeigte sich jedoch eine auffallend schlechte Übereinstimmung zwischen HT und slgE-Test. Während 14 Bäcker mit beiden  $\alpha$ -Amylase-Lösungen im HT klar positiv reagierten, wiesen nur die Hälfte davon (n=7) slgE gegen  $\alpha$ -Amylase auf.

**Tabelle 1** Testeffizienz verschiedener kommerzieller HT-Lösungen bezogen auf den Gold-Standard sIgE in Abhängigkeit vom Cut-off in 116 symptomatischen Bäckern (maximale Werte: fett gedruckt)

HT-Lösung	Testeffizienz bei Cut-off:			
	≥ 1,5 mm	≥ 2,0 mm	≥ 2,5 mm	≥ 3,0 mm
<b>Weizenmehl (WM)</b>				
WM 1	66%	63%	61%	59%
WM 2	65%	64%	60%	59%
WM 3	60%	58%	57%	54%
WM 4	71%	68%	66%	64%
<b>Roggenmehl (RM)</b>				
RM 1	68%	64%	63%	60%
RM 2	58%	56%	55%	50%
RM 3	47%	45%	44%	43%
RM 4	84%	84%	81%	81%
<b>Soja (S)</b>				
S 1	73%	75%	76%	78%
S 2	73%	74%	73%	73%
S 3	71%	72%	72%	72%
<b>□-Amylase (Amy)</b>				
Amy 1	84%	85%	89%	91%
Amy 2	83%	85%	87%	89%

### Schlussfolgerung

Für die getesteten Weizenmehl- und Roggenmehl-HT-Lösungen verschiedener europäischer Hersteller konnte gezeigt werden, dass bereits kleine Quaddeln eine

klinische Relevanz haben. Dies steht in Übereinstimmung mit bereits publizierten Daten für Mehl-HT-Lösungen verschiedener deutscher Hersteller [1, 2].

Für alle Bäcker-HT-Lösungen lagen die Spezifitäten bezogen auf den Gold-Standard sIgE bei über 80%. Im Gegensatz dazu erreichten viele der getesteten HT-Lösungen keine zufriedenstellenden Sensitivitäten. Diese waren für die HT-Lösungen für Weizenmehl und Soja durchweg relativ gering (alle < 59%), während sie für die Roggenmehl-HT-Lösungen deutlich vom jeweiligen Hersteller abhingen. Solche zum Teil unzureichenden Sensitivitäten bergen die Gefahr falsch negativer Pricktest-Ergebnisse, was insbesondere im Rahmen von Begutachtungen zu Fehlurteilen führen kann.

Die Diskrepanz zwischen den deutlich häufiger positiven Reaktionen auf  $\alpha$ -Amylase im HT im Vergleich zur serologischen Testung bedarf der weiteren Überprüfung. Bisher ist nicht klar, ob mittels sIgE-Testung zu wenig oder mittels HT zu viele Sensibilisierungen angezeigt wurden. Daten zu Provokationstestungen mit  $\alpha$ -Amylase lagen nicht vor. Während in unserer Studie 6,0% der im Rahmen von Begutachtungen untersuchten Bäcker sIgE-Antikörper gegen  $\alpha$ -Amylase aufwiesen, war dies in einem vergleichbaren Kollektiv bei 12,3% der Bäcker (10/81) der Fall [3]. Letztere Daten stammen jedoch aus einer Publikation von 1998 und es ist nicht auszuschließen, dass sich inzwischen die inhalative  $\alpha$ -Amylase-Belastung in Bäckereien verändert hat.

Insgesamt ist eine Verbesserung und Standardisierung der HT-Lösungen für die Diagnostik des Bäckerasthmas dringend erforderlich. In der Zwischenzeit sollten insbesondere im Rahmen von Begutachtungen HT-Lösungen verschiedener Hersteller parallel verwendet werden. Zurzeit werden auf Basis der dargestellten Resultate Empfehlungen auf der europäischen Ebene erarbeitet.

### Literatur

1. van Kampen V, Merget R, Rabstein S, Sander I, Bruening T, Broding HC, Keller C, Muesken H, Overlack A, Schultze-Werninghaus G, Walusiak J, Raulf-Heimsoth M; Comparison of wheat and rye flour solutions for skin prick testing: a multi-centre study (Stad 1); Clin Exp Allergy 39; 2009; 1896-1902.
2. van Kampen V, Raulf-Heimsoth M, Sander I, Merget R; Stad 1-Gruppe Diagnostik von berufsbedingten Typ-I-Allergien –Vergleich von Haut-Pricktestlösungen verschiedener Hersteller für ausgewählte Berufsallergene; Pneumologie 64; 2010; 271-277.
3. Baur X, Degens PO, Sander I; Baker's asthma: still among the most frequent occupational respiratory disorders. J Allergy Clin Immunol. 102; 1998; 984-997.

## **Körperliche Leistungsfähigkeit und psychische Komorbidität bei Patienten mit berufsbedingten Lungen- und Atemwegs-erkrankungen in der stationären Rehabilitation**

**K. Müller<sup>1</sup>, P. Wagner<sup>1</sup>, M. Groß<sup>2</sup>, N. Kotschy-Lang<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Universität Leipzig, Institut für Gesundheitssport und Public Health, 2 BG-Klinik Falkenstein

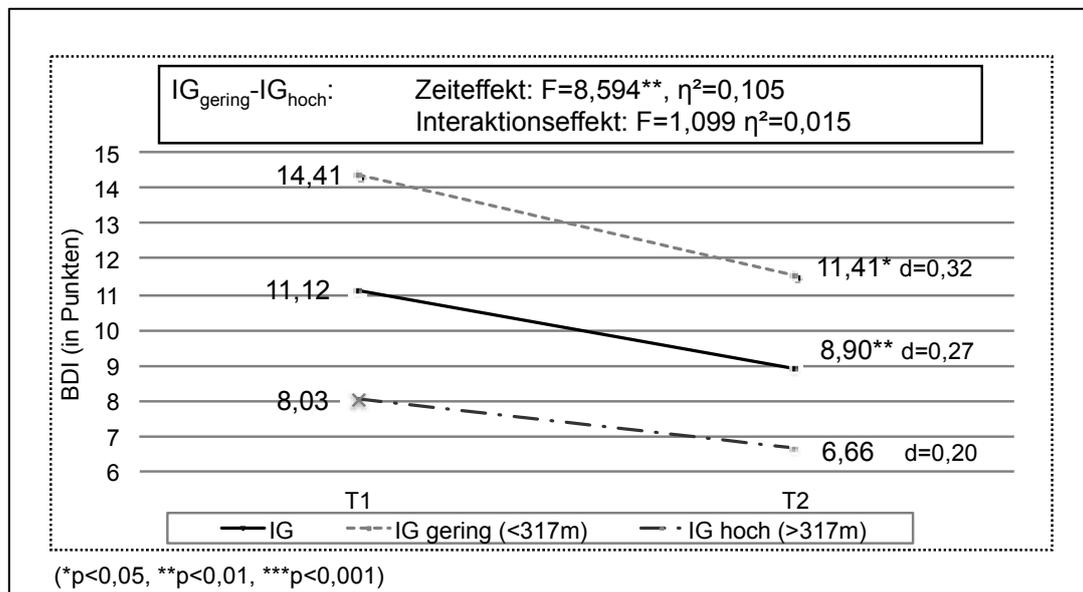
### **Ziel der Studie**

Im Jahr 2010 wurden 6758 Berufskrankheiten der Atemwege, der Lungen, des Rippen- und des Bauchfells neu anerkannt, wovon 92,4 % durch anorganische Stoffe wie Quarz- und Asbeststaub verursacht worden sind (DGUV-Statistiken, 2012). Aus einer Vielzahl von Studien ist bekannt, dass chronische Lungen- und Atemwegserkrankungen mit einer reduzierten körperlichen Leistungsfähigkeit einhergehen. So besteht ein positiver Zusammenhang zwischen der körperlichen Leistungsfähigkeit und der Überlebens-wahrscheinlichkeit bei Patienten mit COPD im Endstadium (Waschki et al., 2011; Enfield et al., 2010). Schließlich treten psychische Komorbiditäten wie Angst und Depression verstärkt auch bei dieser Patientengruppe auf. Die Prävalenz für Depression liegt laut einem Review von Yohannes et al. (2010) zwischen 8 und 80 % und ist somit höher als bei Patienten mit chronischer Herzinsuffizienz (10 – 60 %). Nach Spruit et al. (2010) scheinen depressive Symptome eine signifikante Determinante für eine schlechtere körperliche Leistungsfähigkeit zu sein. Da körperliche Aktivität antidepressiv und angstreduzierend wirkt (Alfermann & Stoll, 2010; Hänsel, 2007), liegt das Ziel der vorliegenden Studie in der Überprüfung des Zusammenhanges von Depression, Angst und körperlicher Leistungsfähigkeit bei Patienten mit berufsbedingten Lungen- und Atemwegserkrankungen in der stationären Rehabilitation.

### **Methoden**

Bei Patienten (Alter: M=74,2; SD=7,2; FEV<sub>1</sub> (in l): M=1,96; SD=0,68) mit anerkannter Silikose (BK 4101) (n=89) und Bergmannbronchitis (BK 4111) (n=76) wurden durch Prä-Postmessung (3-4 Wochen) in der BG-Klinik für Berufskrankheiten in Falkenstein Daten zur Depressivität und Angst mit Hilfe des Becks-Depressions-Inventar II (BDI-II) und der Hospital Anxiety and Depression Scale – Deutsche Version (Depression: HADS-D, Angst: HADS-A) erhoben. Der standardisiert durchgeführte Sechs-Minuten-Gehtest (6MGT) wurde als Maß für die körperliche Leistungsfähigkeit eingesetzt. Alle Patienten führten ein, auf das individuelle Krankheitsgeschehen angepasstes, standardisiertes Rehabilitationsprogramm durch, welches unter anderem medizinische Diagnostik und Behandlung, Sport-, Physio- und Ergotherapie sowie Patientenschulungen beinhaltet hat. Die Datenauswertung zu beiden Messzeitpunkten (T1, T2) erfolgte mittels deskriptiver und inferenzspezifischer Verfahren. Die Gesamtstichprobe wurde aufgrund des Mittelwertes des 6MGT in eine „gering“ belastbare Gruppe (6MGT<317 m) und eine „hoch“ belastbare Gruppe (6MGT>317 m) dichotomisiert.

## Ergebnisse



Zu T1 weisen 34,0 % der Patienten leichte bis schwere Depressionswerte sowie 12,9 % auffällige Angstwerte auf. Die Patienten erreichen im 6MGT im Mittel 317,91 m (SD=87,71 m). Depression (BDI:  $r=-0,303$ ,  $p<0,001$ ) sowie Angst (HADS-A:  $r=-0,196$ ,  $p<0,05$ ) korrelieren mit 6MGT zu T1. Das Alter hat zu T1 weder auf die Depression ( $p>0,05$ ) noch auf die Angst ( $p>0,05$ ) Einfluss, jedoch auf die körperliche Leistungsfähigkeit. Patienten mit einer geringen körperlichen Leistungsfähigkeit (6MGT<317m) sind signifikant älter (M=75,93 Jahre,  $p<0,01$ ) als Patienten mit einer höheren körperlichen Leistungsfähigkeit (6MGT>317m) (M=72,43 Jahre).

Abb.1 Depressive Symptome (BDI-II) T1 zu T2 gesamt und in Abhängigkeit von 6MGT.

Zum Ende der Rehabilitation (T2) zeigen noch 20,4 % der Patienten leichte bis schwere depressive Symptome (BDI-II). Diese Veränderung ist signifikant ( $p<0,01$ ,  $d=0,27$ ) (Abb. 1). Schließlich können bei 6,9 % der Patienten auffällige Angstwerte (HADS-A) aufgezeigt werden. Auch hier ist die Veränderung signifikant ( $p<0,01$ ,  $d=0,33$ ) (Abb. 2). Für die 6-Minuten-Gehstrecke ergibt sich ein höchst signifikanter Unterschied zu T2 (M=338,46 m,  $p<0,001$ ,  $d=0,21$ ). Für Patienten mit geringem 6MGT (<317m) werden signifikant schlechtere Werte in Bezug auf Depression und Angst zu T1 nachgewiesen (vgl. Abb.1 und Abb. 2). Jedoch können für jene Patienten signifikante Verbesserungen zu T2 festgestellt werden. Dies wird sowohl in Abbildung 1 für die depressiven Symptome als auch in Abbildung 2 für die Angstsymptome dargestellt.

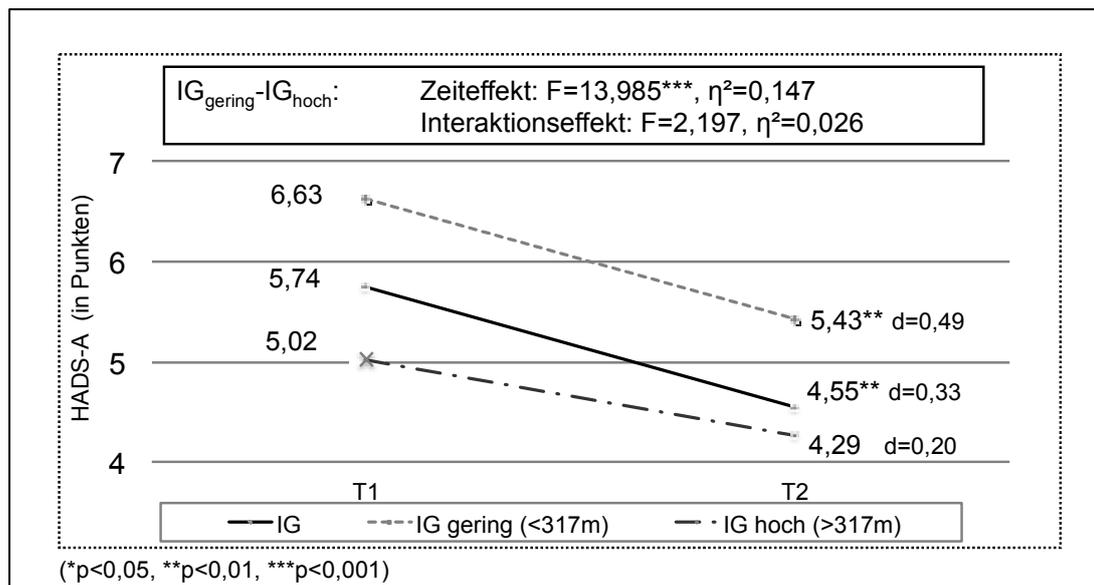


Abb.2 Angst-Symptome (HADS-A) T1 zu T2 gesamt und in Abhängigkeit von 6MGT.

### Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse bestätigen sowohl die psychische Komorbidität in Abhängigkeit vom körperlichen Ausgangsniveau (vgl. Spruit et al., 2010) als auch den Zusammenhang von Depression und körperlicher Leistungsfähigkeit bei Silikose und Bergmannbronchitis. Die stationäre Rehabilitation wirkt sich positiv auf die psychische Situation der Patienten aus (vgl. von Leupoldt et al., 2011). Sowohl für die Klärung der Kausalitäten als auch für die Überprüfung der Nachhaltigkeit bedarf es weiterer Studien im Kontrollgruppendesign mit Follow-up. Schließlich sollten aufgrund der antidepressiven und angstreduzierenden Wirkung von körperlicher Aktivität (Alfermann & Stoll, 2010; Hänsel, 2007) Interventionen für die stationäre Rehabilitation entwickelt werden, welche zum Einen die langfristige Aufnahme und Aufrechterhaltung der körperlichen Aktivität und zum Anderen die Stärkung individueller psychischer Ressourcen auch nach der Rehabilitation als Ziele verfolgen. Festzuhalten bleibt, dass die, in der BG-Klinik Falkenstein, durchgeführte Studie mit ihren Ergebnissen einen Beitrag zur Aufklärung von psychischen Symptomen bei Patienten mit berufsbedingten Lungen- und Atemwegserkrankungen leistet.

### Literatur

Alfermann, D. & Stoll, O. (2010). Kurz- und langfristige Effekte von Bewegung und Sport auf die psychische Gesundheit. In O. Stoll, I. Pfeffer & O. Alfermann (Hrsg.), Lehrbuch Sportpsychologie (S.297-327). Bern: Verlag Hans Huber.

DGUV-Statistiken für die Praxis 2010. Aktuelle Zahlen und Zeitreihen aus der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung. Paderborn: Bonifatius GmbH, Druck-Buch-Verlag.

Enfield, K., Gammon, S., Floyd, J., Falt, C., Patrie, J., Platts-Mills, T.A., Truwit, J.D. & Shim, M. (2010). Six-Minute Walk Distance in Patients With Severe End-Stage COPD. *J Cardiopulmo Rehabil Prev*, 30 (3), 195-202.

Hänsel, F. (2007). Körperliche Aktivität und Gesundheit. In R. Fuchs, W. Göhner & H. Seelig (Hrsg.). *Aufbau eines körperlich-aktiven Lebensstils 23-44*. Göttingen: Hogrefe.

Spruit, M.A., Watkins, M.L., Edwards, L.D., Vestbo, J., Calverley, P.M.A., Pinto-Plata, V., Celli, B.R., Tal-Singer, R. & Wouters, E.F.M. (2010). Determinants of poor 6-min walking distance in patients with COPD: The ECLIPSE cohort. *Respir Med*, 104 (6), 849-857.

Von Leupoldt, A., Taube, K., Lehmann, K., Fritzsche, A. & Magnussen, H. (2011). The impact of anxiety and depression on outcomes of pulmonary rehabilitation in patients with COPD. *Chest*, 140 (3), 730-736.

Waschki, B., Kirsten, A., Holz, O., Müller, K.-C., Meyer, T., Watz, H. & Magnussen, H. (2011). Physical activity ist the strongest predictor of all-cause mortality in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a prospective cohort Study. *Chest*, 140 (2), 331-342.

Yohannes, A.M., Willgoss, T.G., Baldwin, R.C. & Connolly, M.J. (2010). Depression and anxiety in chronic heart failure and chronic obstructive pulmonary disease: prevalence, relevance, clinical implications and managemant principles. *Int J of Geriatric Psychiatry*, 25 (12), 1209-1221.

**SOLAR II – Prädiktion des Verlaufs von Atemwegserkrankungen bei jungen Erwachsenen****K. Radon<sup>1</sup>, J. Kellberger<sup>1</sup>, S. Heinrich<sup>1</sup>, A. Peters<sup>1</sup>, C. Vogelberg<sup>2</sup>, J. Genuneit<sup>3</sup>, G. Weinmayr<sup>3</sup>, E. von Mutius<sup>4</sup>, D. Nowak<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> AG Arbeits- und Umweltepidemiologie & NetTeaching, Institut für Arbeits-, Sozial, und Umweltmedizin, Klinikum der Universität München (LMU), München;

<sup>2</sup> Klinik und Poliklinik für Kinder- und Jugendmedizin, Universitätsklinikum Carl Gustav Carus der TU Dresden, Dresden;

<sup>3</sup> Institut für Epidemiologie, Universität Ulm, Ulm;

<sup>4</sup> Dr. von Haunersches Kinderspital, Klinikum der Universität München (LMU), München

<sup>5</sup> Institut für Arbeits-, Sozial, und Umweltmedizin, Klinikum der Universität München (LMU), München

Theoretischer Hintergrund

Besonders relevant für die Entwicklung von Asthma und Allergien scheinen die ersten drei Tätigkeitsjahre zu sein. Die Inzidenz ist sogar schon in den ersten 6–12 Beschäftigungsmonaten am höchsten. Das bedeutet, dass schon Ferienjobs für das Auftreten von Symptomen relevant sein können! Dabei können Asthma und Allergien durch die Tätigkeit entweder neu entstehen oder bestehendes Asthma oder Allergien kann durch Expositionen am Arbeitsplatz verschlechtert werden.

Die Anzahl der Ausbildungsabbrüche in Deutschland ist hoch, mehr als jeder 10. Jugendliche bricht seine Ausbildung ab. Bei etwa einem Drittel der Jugendlichen, die ihre Ausbildung aus gesundheitlichen Gründen abbrechen, sind Probleme der Haut und der Atemwege die Ursache.

Die Folge für den Betroffenen sind neben dem gesundheitlichen Aspekt Umschulungsmaßnahmen. Aufgrund mangelnder Alternativen in Bereichen ohne bekanntes Allergie- und Asthmarisiko resultiert hieraus sehr häufig Arbeitslosigkeit. Dies unterstreicht, dass sowohl eine individuelle, risikobezogene Beratung bei der Berufswahl als auch eine gezielte, tätigkeitsbegleitende arbeitsmedizinische Vorsorge wichtig sind, um sowohl Ausbildungsabbrüche als auch die Entstehung von Berufskrankheiten zu verhindern. Verschiedene Studien aus dem In- und Ausland haben jedoch gezeigt, dass jugendliche Allergiker ihre Vorerkrankung – insbesondere leichte Asthmaformen – bei der Berufswahl kaum berücksichtigen. Deshalb sind hier insbesondere die Kinder- und Jugendärzte sowie Allgemeinmediziner gefordert: Sie sollten die ersten Ansprechpartner für Patienten und deren Eltern sein, wenn es um die Frage geht, welcher Beruf aus gesundheitlichen Gründen ratsam ist bzw. welcher eher nicht.

### Zielsetzung

SOLAR II begleitete Grundschulkinder aus München und Dresden bis ins Berufsleben. Dieser Beitrag stellt die Ergebnisse der Prädiktionsmodelle dar, mit denen die Inzidenz bzw. Persistenz von Atemwegserkrankungen im jungen Erwachsenenalter vorhergesagt werden können. Die Ergebnisse von SOLAR II sollen eine evidenzbasierte allergologische Berufsberatung ermöglichen.

### Methoden

Bei SOLAR II handelt es sich um das zweite Follow-up einer bevölkerungsbezogenen Kohortenstudie, in deren Rahmen die deutschen Teilnehmer der International Study on Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC Phase II) erneut kontaktiert wurden. ISAAC Phase II untersuchte 1995/1996 die Prävalenz von Asthma und Allergien bei 9-11 Jahre alten Kindern in München und Dresden mittels Fragebogen und klinischer Untersuchung.

Im Alter von 16-18 Jahren wurden die Teilnehmer von ISAAC Phase II erneut um die Teilnahme an einer Fragebogenuntersuchung gebeten (SOLAR I). Schwerpunkte des Fragebogens waren neben atopischen Erkrankungen Berufswünsche, berufliche Tätigkeiten, Aktivrauchen, Passivrauchexposition, Stress sowie Umweltfaktoren. Berufswünsche und berufliche Tätigkeiten wurden mittels einer asthmaspezifischen Job Exposure Matrix beruflichen Expositionen zugeordnet.

Im Rahmen von SOLAR II (2007 bis 2009) wurden nun die inzwischen 19-24 Jahre alten Teilnehmer von SOLAR I erneut kontaktiert und zur Teilnahme an Fragebogen und klinischer Untersuchungen eingeladen. Soweit möglich wurden dieselben Fragebogeninstrumente wie in SOLAR I verwendet. Die Tätigkeiten der Teilnehmer wurden mit dem ISCO-88 Code codiert und die berufliche Exposition mittels Job-Exposure-Matrix zugeordnet. Die klinischen Untersuchungen beinhalteten (wie bereits in ISAAC Phase II) Hautuntersuchung, Erfassung der anthropometrischen Daten, Haut-Prick-Tests, Messung der exhalieren NO-Fraktion (FeNO) sowie eine Lungenfunktionsprüfung (teilweise mit bronchialer Provokationstestung). Zusätzlich wurden Epikutantests durchgeführt und der Blutdruck gemessen. Die Berücksichtigung der Daten aus den Vorläuferstudien ermöglichte es, in SOLAR II das Problem fehlender Werte mittels Datenimputation zuverlässig und ohne Verlust der statistischen Power zu lösen.

Für inzidente und persistente ärztliche Asthma- und allergische Rhinitis-Diagnosen sowie Haut-Prick-Test-Befunde wurden Prädiktionsmodelle erstellt. Angaben zu sozioökonomischem Status (SES) und Geschlecht sowie die dem jeweiligen Outcome angemessene Information über die bisherige berufliche Exposition wurden in alle Modelle fest aufgenommen.

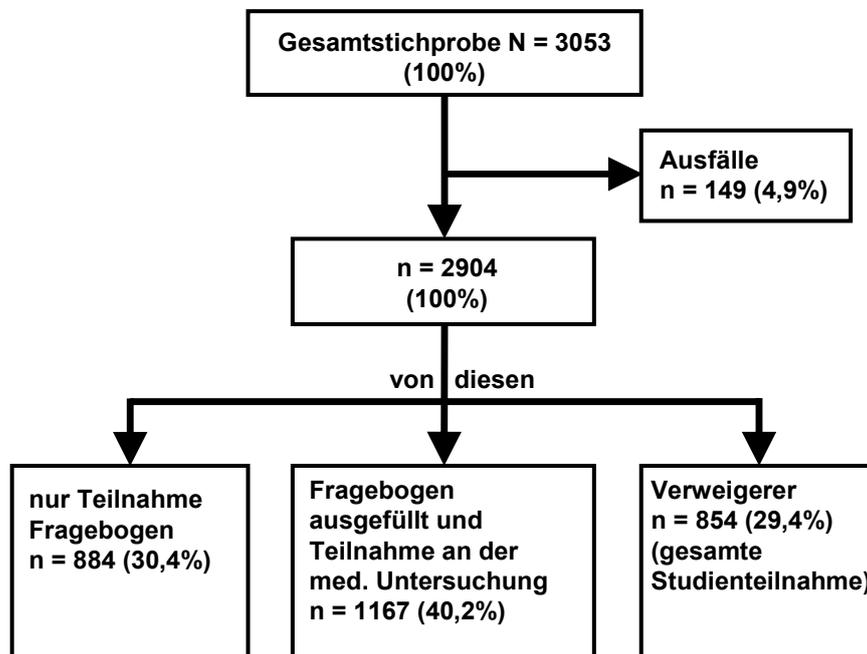


Abbildung: Übersicht über die Teilnahmebereitschaft an den verschiedenen Studienteilen

### Ergebnisse

Insgesamt konnten 2904 Teilnehmer von SOLAR I erneut kontaktiert werden (77 %). Davon nahmen dann insgesamt 2051 Personen aus Dresden und München (71 %) an der Fragebogenuntersuchung des zweiten Follow-ups teil. 40 % davon waren auch dazu bereit, an den klinischen Untersuchungen teilzunehmen.

Ein positiver Haut-Prick-Test in ISAAC Phase II wies den einzigen statistisch signifikanten Einfluss auf eine inzidente Rhinitis-Diagnose auf (OR 6,1; 95 % CI 4,2-8,9), die Gesamtvorhersagewahrscheinlichkeit (GVW) des Modells lag bei 56%. Den größten Einfluss auf ein ärztlich neu diagnostiziertes Asthma in SOLAR II hatte ein positiver Haut-Prick-Test des Probanden in ISAAC Phase II (4,9; 2,8-8,8), gefolgt von einer positiven Familienanamnese sowie Passivrauchexposition in der Adoleszenz (GVW 70%). Eine berufliche Niedrigrisikoexposition sagte die Persistenz des Asthmas voraus (3,2; 1,0-10,9; GVW 94%).

Die Prädiktion für jede beliebige Kombination aus Risikofaktoren kann unter [www.allergierisiko.de](http://www.allergierisiko.de) berechnet werden.

### Schlussfolgerungen

Patienten mit einem Asthma sollte von Tätigkeiten mit Asthmarisiko abgeraten werden. Ein positiver Pricktest sowie Vorliegen einer bronchialen Hyperreagibilität erhöhen die Wahrscheinlichkeit für das Neuauftreten von Asthma. Der individuelle Vorhersagewert ist jedoch zu gering, um diese als alleiniges Entscheidungskriterium zu verwenden. Die Vorhersage einer tätigkeitsassoziierten Sensibilisierung bzw. Rhinitis ist unsicher. Daher sollte in Übereinstimmung mit der internationalen Literatur aufgrund dieser Befunde keinem Jugendlichen, sofern er nicht Asthmatiker ist, von der Aufnahme einer Tätigkeit mit Expositions-Potential mit der Begründung, durch die exponierte Tätigkeit erhöhe sich sein individuelles Risiko, abgeraten werden.

Wer bereits eine Sensibilisierung und spezifische Symptome gegenüber einem für seinen Beruf relevanten Allergen vorweist, sollte diesen Beruf nicht ergreifen.

Die Prädiktion für jede beliebige Kombination aus Risikofaktoren kann unter [www.allergierisiko.de](http://www.allergierisiko.de) berechnet werden.

Ein drittes Follow-up zur Objektivierung und Erweiterung der bereits gefundenen Zusammenhänge ist dringend wünschenswert, um durch eine längere Beobachtungsdauer Aussagen auch über die Beziehung Risikofaktoren, längere Expositionsdauer und Krankheitsmanifestationen zu ermöglichen – mit dem Ziel, die gezielte Prävention auch für diesen Zeitraum zu optimieren.

### Literaturverzeichnis

Broschüre: Damit der Traumberuf kein Albtraum wird - Ein Ratgeber für die medizinische Berufsberatung allergiekranker Jugendlicher (Herausgeber: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA))

<http://www.baua.de/de/Publikationen/Broschueren/A79.html>

Heinrich S, Peters A, Kellberger J, Ellenberg D, Genuneit J, Nowak D, Vogelberg C, von Mutius E, Weinmayr G, Radon K. Study on Occupational Allergy Risks (SOLAR II) in Germany: Design and methods. BMC Public Health 2011, 11:298.

Abschlussbericht SOLAR II: Download auf der Homepage des Bundesministerium für Arbeit und Soziales unter [http://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/PDF-Publikationen/fb-fb415.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/PDF-Publikationen/fb-fb415.pdf?__blob=publicationFile)

**SOLAR II – Berufsbedingte Atemwegserkrankungen – nach welcher Expositionsdauer treten sie bei jungen Erwachsenen auf?****S. Heinrich<sup>1</sup>, J. Kellberger<sup>1</sup>, A. Peters<sup>1</sup>, C. Vogelberg<sup>2</sup>, J. Genuneit<sup>3</sup>, G. Weinmayr<sup>3</sup>, E. von Mutius<sup>4</sup>, D. Nowak<sup>5</sup>, K. Radon<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> AG Arbeits- und Umweltepidemiologie & NetTeaching, Institut für Arbeits-, Sozial, und Umweltmedizin, Klinikum der Universität München (LMU), München;

<sup>2</sup> Klinik und Poliklinik für Kinder- und Jugendmedizin, Universitätsklinikum Carl Gustav Carus der TU Dresden, Dresden;

<sup>3</sup> Institut für Epidemiologie, Universität Ulm, Ulm;

<sup>4</sup> Dr. von Haunersches Kinderspital, Klinikum der Universität München (LMU), München

<sup>5</sup> Institut für Arbeits-, Sozial, und Umweltmedizin, Klinikum der Universität München (LMU), München

Theoretischer Hintergrund und Zielsetzung

Berufsasthma ist die häufigste arbeitsbedingte Atemwegserkrankung in Industrieländern. Aufgrund der hohen Zahl allergischer Erkrankungen in der Allgemeinbevölkerung und der hohen Zahl von Berufen mit Sensibilisierungspotential gegenüber beruflichen Allergenen ist es eine wichtige Aufgabe der präventiven Arbeitsmedizin, die Zahl der Neuerkrankungen an arbeitsbedingten Allergien und Asthma zu senken, und hierdurch die mit diesen Erkrankungen verbundenen vermeidbaren Kosten für die Gesellschaft zu minimieren.

Asthma und Allergien sind multifaktorielle Krankheiten mit genetischen und umweltbedingten Risikofaktoren. Geburtskohortenstudien haben bereits wichtige Erkenntnisse über Risikofaktoren in der frühen Kindheit ergeben. Doch nur wenige von ihnen haben die Teilnehmer bis ins Erwachsenenalter verfolgt und bisher wurden berufliche Risikofaktoren nicht oder nur unzureichend berücksichtigt. Hauptziel von SOLAR I war es daher, Jugendliche über den Verlauf der Pubertät bis zum Eintritt ins Berufsleben zu beobachten. Die Ergebnisse der Studie deuteten an, dass bereits kurze Expositionszeiten maßgeblich zum Entstehen und zur Persistenz der untersuchten Erkrankungen beitragen. Zum Zeitpunkt von SOLAR I waren viele der Teilnehmer noch Schüler oder Studenten und berufliche Expositionen waren hauptsächlich auf Ferien- und Nebenjobs beschränkt.

Zielsetzung:

Bei SOLAR II handelt es sich um das zweite Follow-Up einer bevölkerungs-bezogenen Kohortenstudie, die die Teilnehmer vom Kindes- ins Erwachsenenalter begleitet. Ziel von SOLAR II war es den Verlauf von allergischen und Atemwegserkrankungen sowie die mögliche Beeinflussung durch berufliche Exposition zu untersuchen und mögliche Präventionsstrategien zu entwickeln.

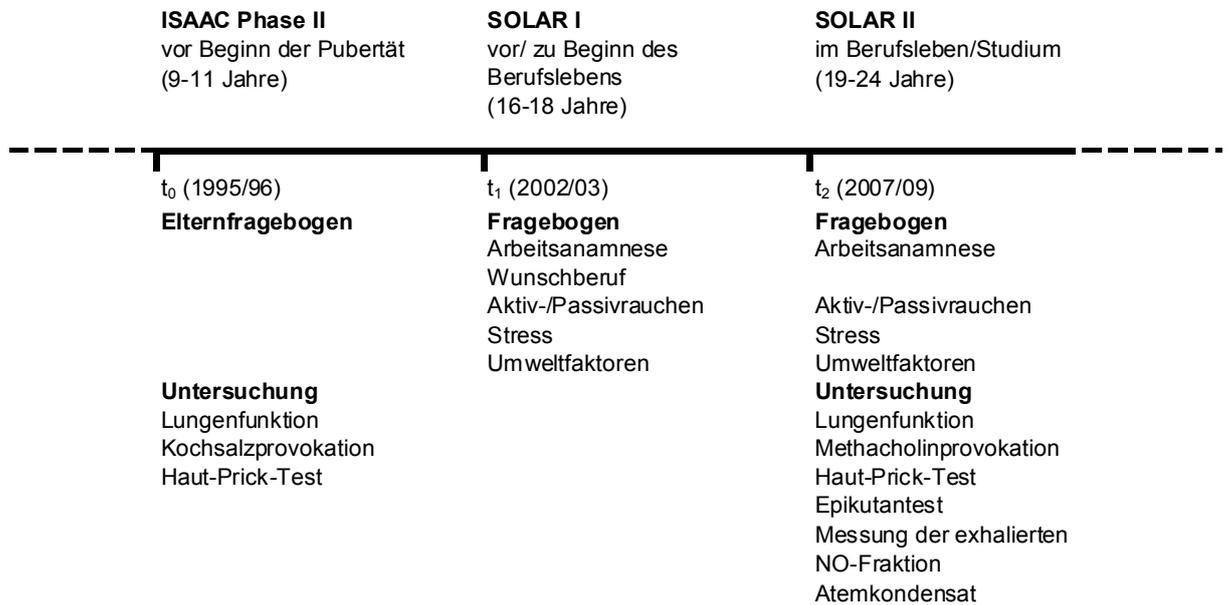
Ziel speziell dieser Analyse war es, die Latenzzeit zwischen Beginn der beruflichen Exposition und dem Auftreten von allergischen Erkrankungen und Asthma zu ermitteln. Hieraus und aus den Daten der internationalen Literatur sollten Empfehlungen für Nachuntersuchungsintervalle abgeleitet werden.

### Methoden

Bei SOLAR II handelt es sich somit um das zweite Follow-up einer bevölkerungsbezogenen Kohortenstudie, in deren Rahmen die deutschen Teilnehmer der International Study on Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC Phase II) erneut kontaktiert wurden. ISAAC Phase II untersuchte 1995/1996 die Prävalenz von Asthma und Allergien bei 9-11 Jahre alten Kindern in München und Dresden mittels Fragebogen und klinischer Untersuchung.

Im Alter von 16-18 Jahren wurden die Teilnehmer von ISAAC Phase II erneut um die Teilnahme an einer Fragebogenuntersuchung gebeten (SOLAR I). Schwerpunkte des Fragebogens waren neben atopischen Erkrankungen Berufswünsche, berufliche Tätigkeiten, Aktivrauchen, Passivrauchexposition, Stress sowie Umweltfaktoren. Berufswünsche und berufliche Tätigkeiten wurden mittels einer asthmaspezifischen Job Exposure Matrix beruflichen Expositionen zugeordnet.

Im Rahmen von SOLAR II (2007 bis 2009) wurden nun die inzwischen 19-24 Jahre alten Teilnehmer von SOLAR I erneut kontaktiert und zur Teilnahme an Fragebogen und klinischer Untersuchungen eingeladen. Soweit möglich wurden dieselben Fragebogeninstrumente wie in SOLAR I verwendet. Die Tätigkeiten der Teilnehmer wurden mit dem ISCO-88 Code codiert und die berufliche Exposition mittels Job-Exposure-Matrix zugeordnet. Die klinischen Untersuchungen beinhalteten (wie bereits in ISAAC Phase II) Hautuntersuchung, Erfassung der anthropometrischen Daten, Haut-Prick-Tests, Messung der exhalieren NO-Fraktion (FeNO) sowie eine Lungenfunktionsprüfung (teilweise mit bronchialer Provokationstestung). Zusätzlich wurden Epikutantests durchgeführt und der Blutdruck gemessen. Die Berücksichtigung der Daten aus den Vorläuferstudien ermöglichte es, in SOLAR II das Problem fehlender Werte mittels Datenimputation zuverlässig und ohne Verlust der statistischen Power zu lösen.



**Abbildung: Zeitlicher Ablauf der Kohortenstudien ISAAC Phase II, SOLAR I und SOLAR II**

### Ergebnisse

Insgesamt konnten 2904 Teilnehmer von SOLAR I erneut kontaktiert werden (77 %). Davon nahmen dann insgesamt 2051 Personen aus Dresden und München (71 %) an der Fragebogenuntersuchung des zweiten Follow-ups teil. 40 % davon waren auch dazu bereit, an den klinischen Untersuchungen teilzunehmen. Frauen, Personen mit hohem sozioökonomischen Status sowie Atopiker (zum Zeitpunkt von ISAAC Phase II) waren eher zur Teilnahme an Fragebogenerhebung und klinischer Untersuchung bereit.

Zum Zeitpunkt von SOLAR II waren die Teilnehmer der Fragebogenuntersuchung im Durchschnitt 22 Jahre alt. 51% der Probanden waren weiblich, 58% besaßen das Abitur oder einen noch höheren Bildungsabschluss.

Die Inzidenz asthmatischer Beschwerden der bei ISAAC Phase II beschwerdefreien Teilnehmer lag zwischen SOLAR I und II bei 9 %, 17 % der Teilnehmer berichteten erstmals über Rhinitis-Symptome, 4 % über Dermatitis-Symptome. Bei 34% der Probanden mit zuvor negativem Haut-Prick- Testergebnis zeigte sich nun ein positiver Testbefund.

73 % der Probanden waren bereits berufstätig. Von diesen hatten 36 % bereits mindestens eine Tätigkeit ausgeübt, die aufgrund der damit verbundenen Exposition mit einem hohen Asthmarisiko einhergeht.

Für den Zeitraum von ISAAC Phase II bis SOLAR I zeigte sich tendenziell ein ansteigendes Rhinitisrisiko mit zunehmender Expositionsdauer vor allem in den ersten sechs Tätigkeitsmonaten (OR 2,5; 95 % CI 0,7-9,2). Für den Zeitraum von SOLAR I bis SOLAR II war tendenziell auch eine längere Expositionsdauer (>12 Monate bei <35 Wochenstunden exponierter Tätigkeit) mit einem erhöhten Rhinitisrisiko assoziiert (2,2; 0,7-6,9;). Für die inzidenten Asthma-Symptome zeigten sich sehr ähnliche Trends (wie bei Rhinitis). Für das Neuauftreten eines positiven Haut-Prick-Tests ergab sich tendenziell eine erhöhte OR besonders für eine Expositionsdauer zwischen sechs und zwölf Monaten (2,8; 0,6-13,0;).

### Schlussfolgerungen

Diese Befunde zusammen mit den Ergebnissen anderer Berufsanfängerkohorten geben Hinweise darauf, dass insbesondere Jugendliche mit einem Risikoprofil sechs Monate nach Tätigkeitsaufnahme in Hochrisikoberufen nachuntersucht werden sollten. Es finden sich Hinweise auf einen ausgeprägten Healthy Worker Effekt. Dies verdeutlicht die Relevanz bevölkerungsbezogener Kohortenstudien. Eine Intensivierung der Beratung von Jugendlichen, bevor sie in das Berufsleben eintreten, erscheint notwendig damit Ausbildungsabbrüche verhindert werden.

Wünschenswert wäre eine Berufsanfängerkohorte in Hochrisikoberufen mit nicht exponierter Vergleichskohorte (unter Berücksichtigung objektiver Expositionsabschätzungen) um die Befunde aus SOLAR II zu verifizieren. Zudem könnte im Rahmen einer Studie SOLAR III das Nachuntersuchungsintervall und die Prädiktionsmodellen überprüft und eine gezielte Prävention auch für diesen längerer Beobachtungszeitraum erarbeitet werden.

### Literaturverzeichnis

Heinrich S, Peters A, Kellberger J, Ellenberg D, Genuneit J, Nowak D, Vogelberg C, von Mutius E, Weinmayr G, Radon K. Study on Occupational Allergy Risks (SOLAR II) in Germany: Design and methods. BMC Public Health 2011, 11:298.

Abschlussbericht SOLAR II: Download auf der Homepage des Bundesministerium für Arbeit und Soziales unter [http://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/PDF-Publikationen/fb-fb415.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/PDF-Publikationen/fb-fb415.pdf?__blob=publicationFile)

## Nicht-invasive Untersuchungsverfahren in Arbeits- und Urlaubszeiten bei Arbeitern mit allergischem Berufsasthma nach Expositionsreduktion

**R. Merget<sup>1</sup>, V. van Kampen<sup>1</sup>, R. Schierl<sup>2</sup>, M. Raulf-Heimsoth<sup>1</sup>, T. Brüning<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität (IPA), Bochum

<sup>2</sup>Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Klinikum der LMU, München

### Einleitung

Beim allergischen Berufsasthma ist die völlige Expositionskeuz nach Diagnosestellung einer Expositionsreduktion überlegen (1). Bislang liegen keine Daten über eventuell tolerable Arbeitsplatz-Expositionen nach Versetzung in Bereiche mit anhaltender Exposition gegenüber beruflichen Allergenen vor. Unstrittig ist die Notwendigkeit einer medizinischen Überwachung von entsprechend versetzten Personen mit arbeitsbedingtem Asthma. Über sinnvolle Werkzeuge dieser Überwachung gibt es keine Informationen. Es sind insbesondere sensitive Tests erforderlich, um eine frühzeitige Intervention im Sinne einer weiteren Expositionsreduktion oder eine komplette Expositionskeuz realisieren zu können.

### Methodik

Es wurden fünf Personen mit gesichertem Platinsalzasthma (Pricktest und Provokationstest positiv) nach innerbetrieblicher Versetzung in Bereiche mit sehr geringer Platinsalzexposition (*exposure reduction*) rekrutiert. Zwei Personen wünschten keine Untersuchung. Drei Beschäftigte führten während zwei direkt aufeinanderfolgenden mindestens zweiwöchigen Urlaubs- und Arbeitsphasen tägliche Messungen des exhalierten Stickstoffmonoxids (eNO; NIOX MINO, Aerocrine) und des FEV<sub>1</sub> (SpiroPro, Viasys Healthcare) durch. Zusätzlich fanden 3 Untersuchungen im IPA statt: (Untersuchung 1) donnerstags oder freitags während einer Arbeitswoche vor dem Urlaub, (Untersuchung 2) montags nach 2 Wochen Urlaub und (Untersuchung 3) donnerstags oder freitags während einer Arbeitswoche nach 2 Wochen Arbeit. Dabei wurden jeweils folgende Parameter erfasst: Fragebogen, Spirometrie, Methacholintest (Reservoirmethode), Platinkonzentration im Urin sowie Differentialzytologie und Interleukin-8 (IL-8)-Konzentration im induzierten Sputum.

### Ergebnisse

Die Probanden waren jeweils nur kurz symptomatisch exponiert (1-8 Monate), die Sensibilisierungsperiode betrug 6-21 Monate (Tabelle 1).

Tabelle 1

Patientencharakteristika und Befunde der Basismessung (Untersuchung 1)

	Proband 1	Proband 2	Proband 3
Alter (Jahre)	45	58	29
Geschlecht	m	m	m
Raucherstatus	Nieraucher	Exraucher**	Raucher
Expositionsdauer (Monate)	28	7	22
Symptomatische Exposition (Monate)	8	1	1
Tätigkeitsbeginn bis Symptomatik (Monate)	21	6	21
Versetzung bis Untersuchung (Monate)	46	228	123
Aktuelle Medikation	BDP b.B.	LABA	SALB b.B.
Aktuelle Beschwerden	Asthma	Asthma	Asthma
Pricktest Umweltallergene	negativ	negativ	negativ
Pricktest Platinsalz (Quaddel)	7 mm	0	0
sx1 (Klasse)	0	0	0
Gesamt-IgE (kU/L)	63	16	407
FEV <sub>1</sub> %VC	101.5	66.0	99.1
PD <sub>20</sub> FEV <sub>1</sub> (µg)	-*	-**	293

\*Abfall FEV<sub>1</sub> um 13.2% (\*\*13.7%) in der letzten Dosisstufe. BDP: Beclomethasondipropionat; LABA: langwirksame beta-Mimetika; SALB: Salbutamol. sx1: spez. IgE gegen mehrere Umweltallergene (Phadia).

Die innerbetriebliche Versetzung lag lange zurück (46-228 Monate), wobei ein Proband innerhalb des Produktionsgebäudes versetzt worden war (Proband 2). Alle Probanden waren wenig symptomatisch und nahmen bedarfsweise oder regelmäßig (Proband 2) Medikamente, ein aktueller Arbeitsbezug der Beschwerden wurde von keinem Probanden angegeben. Kein Proband war atopisch, der Pricktest mit Platinsalz war nur noch bei einem Probanden positiv. Die Spirometrie war normal bzw. zur Obstruktion

grenzwertig (Proband 2), der Methacholintest war pathologisch (Proband 3) bzw. formal negativ bzw. grenzwertig.

Platin im Urin und die Sputumuntersuchungen bildeten die Arbeits- und Urlaubsphasen bei keinem Probanden ab. Bei dem Probanden, der noch innerhalb des Produktionsgebäudes arbeitete (Proband 2), zeigte sich von Untersuchung 2 zu Untersuchung 3 ein diskreter Abfall des  $FEV_1\%VC$  von 67.2 auf 62.5 und eine Abnahme der  $PD_{20}FEV_1$  von 315  $\mu g$  auf 186  $\mu g$  Methacholin.

Bei den seriellen Messungen von  $FEV_1$  und eNO war nur bei diesem Probanden ein Anstieg des eNO's während der Arbeitsphase darstellbar,  $FEV_1$  zeigte bei keinem Probanden einen arbeitskongruenten Verlauf (Abbildung 1).

Zusammenfassend wiesen somit bei dem Probanden 2 folgende Kriterien auf einen anhaltenden ungünstigen Effekt durch zwar geringe aber andauernde Allergenexpositionen hin: regelmäßige Medikation (im Gegensatz zur Bedarfsmedikation bei den anderen Probanden), geringere  $FEV_1\%VC$  bei der Basismessung, leichte Zunahme der Obstruktion und der bronchialen Hyperreaktivität nach der Arbeitsphase sowie arbeitskongruenter Anstieg des täglich gemessenen eNO's.

### Schlussfolgerungen

Serielle Messungen des eNOs in Arbeits- und Urlaubsphasen können möglicherweise für das innerbetriebliche Management von Beschäftigten mit allergischem Berufssthma durch Platinsalze nach Versetzung in Bereiche mit geringer Exposition hilfreich sein. Die vorliegenden kasuistischen Ergebnisse bedürfen der Bestätigung in einem größeren Kollektiv bzw. mit anderen Allergenen.

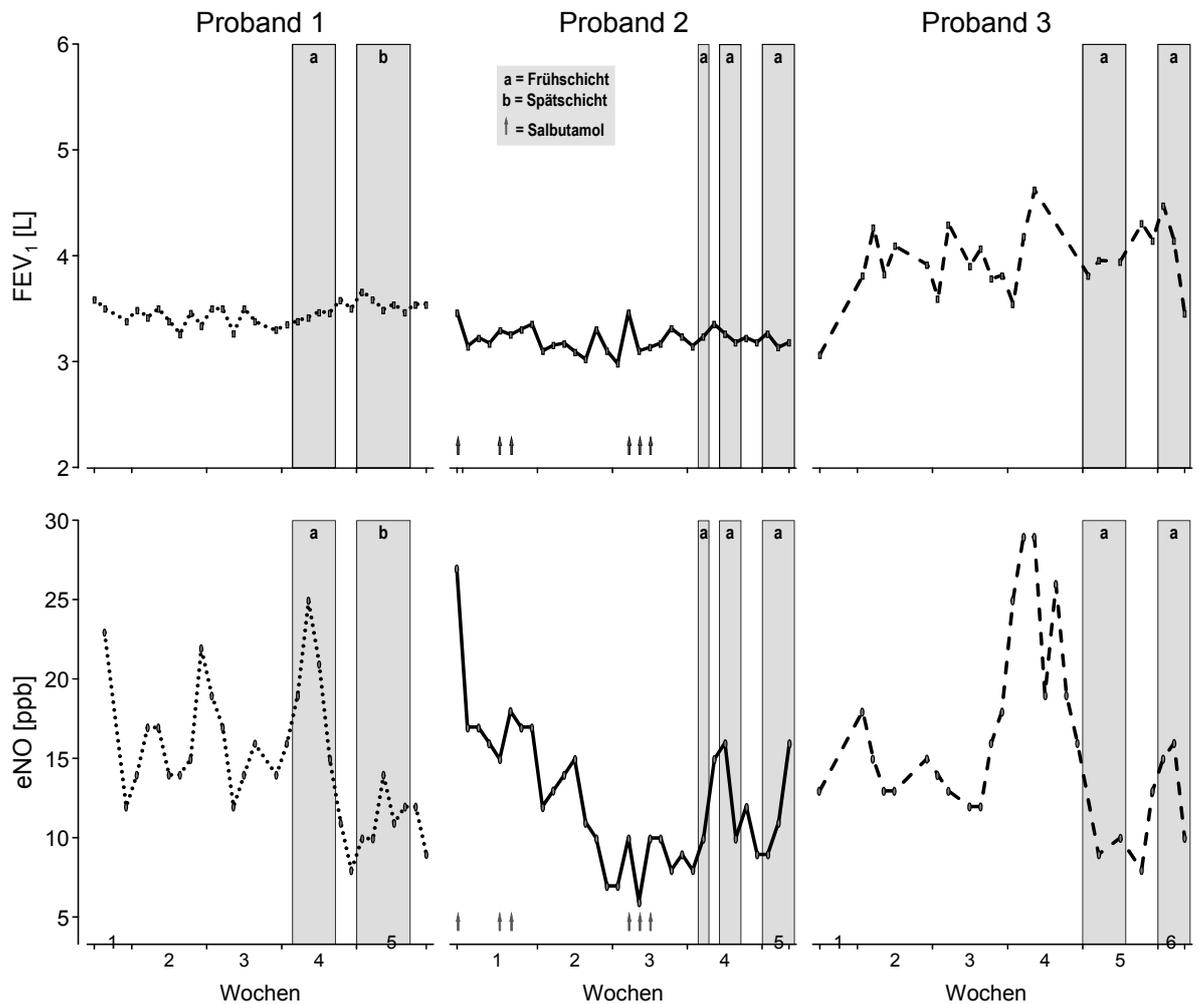


Abbildung 1

Serielle Messungen des FEV<sub>1</sub> (oben) und eNO (unten) bei den 3 Probanden. Nur bei Proband 2 wurde eine Arbeitskongruenz des eNO's gesehen.

### Literatur

1. Vandenplas O, Dressel H, Wilken D, Jamart J, Heederik D, Maestrelli P, Sigsgaard T, Henneberger P, Baur X. Management of occupational asthma: cessation or reduction of exposure? A systematic review of available evidence. Eur Respir J. 2011;38:804-11

## Hauterkrankungen bei Beschäftigten im Gesundheitsdienst

**M. Dulon<sup>1</sup>, A. Nienhaus<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> BGW - Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege, Abteilung Grundlagen Prävention Rehabilitation, Hamburg

<sup>2</sup> CVcare - Kompetenzzentrum für Epidemiologie und Versorgungsforschung bei Pflegeberufen, Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, Hamburg

**Ziel der Studie:** Beruflich bedingte Hauterkrankungen (BK 5101) sind die am häufigsten gemeldeten BK-Verdachtsfälle. Die Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW) gehört zu den Unfallversicherungsträgern, die am stärksten von den BK-5101-Meldungen betroffen sind. Für die BGW war dieser Umstand bereits seit den 90er Jahren ein Ansporn, präventive Maßnahmen zu entwickeln, um das Risiko für Berufsdermatosen zu minimieren. Nachdem in den vergangenen Jahren verstärkte Anstrengungen im Bereich der medizinischen Leistungen sowie der sekundären und tertiären Prävention unternommen wurden, sollen die Auswirkungen auf die Meldungen und Kosten von Hauterkrankungen (BK 5101) am Beispiel der BGW untersucht werden.

**Methoden:** Die Analyse basiert auf den BK-DOK Daten der BGW aus den Jahren 2006 bis 2010. Dargestellt werden das BK-Geschehen sowie die Leistungsfälle und deren Kosten für medizinische und berufliche Rehabilitationsleistungen.

**Ergebnisse:** 2010 wurden 6.686 Verdachtsanzeigen auf eine Haut-BK an die BGW gemeldet, das war gegenüber 2006 ein Anstieg um 52%. Der Anteil der latexbedingten Hauterkrankungen machte in diesen Jahren jeweils nur etwa 1 Prozent aus und hatte eine rückläufige Tendenz, diese sanken um 44% (auf 44 Fälle im Jahr 2010). Die meisten Anzeigen kamen von Friseuren mit etwa 1.000 Meldungen jährlich, gefolgt von pflegerischem Personal aus der Alten- und Krankenpflege mit jährlich etwa 800 Meldungen (Abbildung 1).

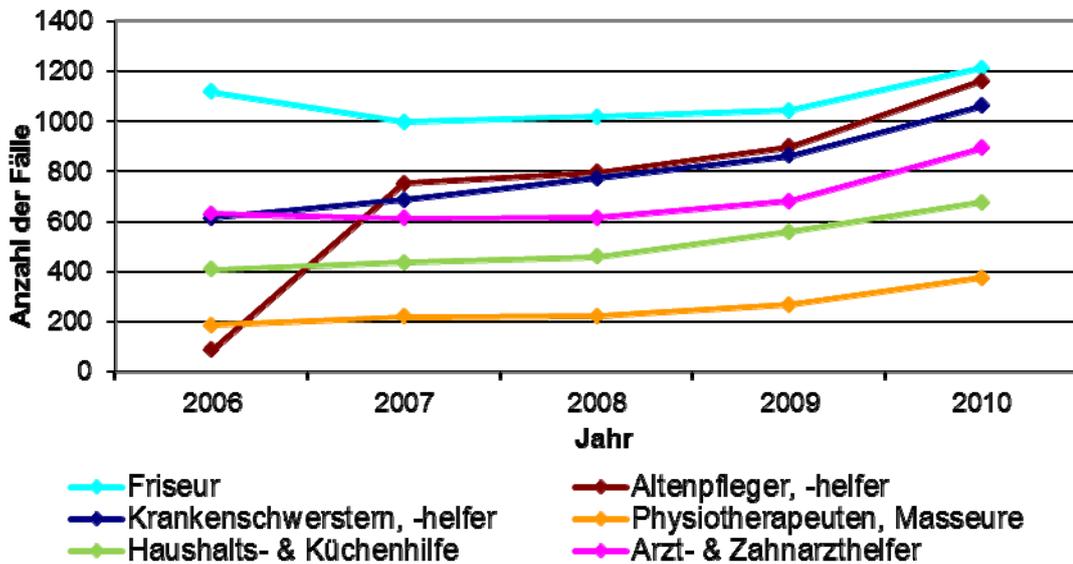


Abbildung 1: Verdachtsanzeigen auf Hauterkrankungen (BK-5101) nach Tätigkeitsgruppen; 2006 – 2010; Daten der BGW

Die deutliche Zunahme bei den Verdachtsanzeigen in der Altenpflegebranche im Jahr 2007 gegenüber dem Vorjahr ist möglicherweise auf das Hautprojekt der BGW zurückzuführen, deren Zielgruppe die Altenpflegekräfte waren und das in diesen Jahren durchgeführt wurde.

Bei den 2010 entschiedenen Fällen ( $n=7.263$ ) handelte es sich zu 83% um Fälle mit bestätigtem BK-Verdacht; 2006 lag dieser Anteil noch bei 72%. Bei über 90% der Fälle mit bestätigtem BK-Verdacht war zwar eine berufliche Verursachung gegeben, aber die besonderen versicherungsrechtlichen Voraussetzungen (wie medizinischer Zwang zur Aufgabe der gefährdenden Tätigkeit) waren nicht erfüllt. Diese Fälle haben gegenüber 2006 am deutlichsten (um 69%) zugenommen. Hierbei spielt es eine Rolle, dass erstmals ab dem Berichtsjahr 2005 auch Hautarztberichte sowie Meldungen nach § 3 BKV statistisch bei den Verdachtsanzeigen erfasst wurden. Im Jahr 2010 wurden 37 neue BK-Renten gewährt. Dies ist gegenüber 2006 ein Rückgang um 43%.

Die Aufwendungen für die Teilhabe am Arbeitsleben (berufliche Rehabilitation) sind bei BK-5101-Verdachtsanzeigen 2010 gegenüber 2006 um 34% zurückgegangen (auf 9 Millionen Euro) (Tabelle 1). Die Zahl der Leistungsfälle hat sich ebenfalls um 40% verringert (auf 800 Fälle im Jahr 2010). Die latexbedingten Haut-BKs machen knapp 3% der Leistungsfälle mit beruflicher Rehabilitation aus (19 Fälle im Jahr 2010). Die Kosten pro Fall sind allerdings um knapp 40% gestiegen (Daten nicht dargestellt).

Tabelle 1: Aufwendungen für Teilhabe am Arbeitsleben und Heilbehandlung bei BK 5101; 2006 und 2010; Daten der BGW

Aufwendungen für Teilhabe am Arbeitsleben					
2006			2010		
Leistungs- fälle <sup>1</sup>	Betrag pro Fall <sup>2</sup>	Summe	Leistungs- fälle <sup>1</sup>	Betrag pro Fall <sup>2</sup>	Summe
n=1.387	9.596 €	13.309.895 €	n=839	10.531€	8.835.829 €
Aufwendungen für Heilbehandlung					
2006			2010		
Leistungs- fälle <sup>1</sup>	Betrag pro Fall <sup>2</sup>	Summe	Leistungs- fälle <sup>1</sup>	Betrag pro Fall <sup>2</sup>	Summe
n=9.732	736 €	7.164.138 €	n=11.512	628 €	7.224.258 €
<sup>1</sup> Alle Fälle, die in dem jeweiligen Jahr Kosten verursacht haben.					
<sup>2</sup> Mittelwert					

Die gesamten Aufwendungen für Heilbehandlungen beliefen sich 2010 auf 7,2 Millionen Euro. Sie blieben damit fast unverändert gegenüber dem Jahr 2006, obgleich die Zahl der Leistungsfälle um knapp 20% zugenommen hat (Tabelle 1).

Die Aufgliederung der Kosten für Heilbehandlungen bei BK 5101 zeigt, dass jeweils ein Drittel für die ambulante Heilbehandlung (dermatologische Behandlung im Hautarztverfahren), die stationäre Heilbehandlung und das Verletztengeld aufgebracht wurde. Der Bereich der stationären Heilbehandlung hat sich dabei nahezu verdoppelt. Dieser Anstieg ist auf die Ausdehnung der Maßnahmen der tertiären Individualprävention als stationäres Verfahren in ausgewählten klinischen Hautzentren zurückzuführen.

**Schlussfolgerungen:** Die bestätigten Verdachtsfälle, bei denen es wegen der Schwere des Krankheitsbildes und der Notwendigkeit der Tätigkeitsaufgabe zur Anerkennung der BK 5101 kommt, sind in den Jahren 2006 bis 2010 rückläufig. Der Rückgang fügt sich in die insgesamt positive Entwicklung der Berufskrankheiten in den vergangenen 20 Jahren ein (1). Trotz nach wie vor hoher Meldezahlen von Verdachtsfällen sind die Fälle mit Leistungen zur Teilhabe am Arbeitsleben und deren Kosten in dem untersuchten 5-Jahreszeitraum um 40% zurückgegangen. Die Fälle mit Leistungen zur medizinischen Heilbehandlung haben im selben Zeitraum um 20% zugenommen, bei gleichzeitig nahezu unveränderten Gesamtkosten. Die Beiträge der jeweiligen Maßnahmen am erreichten Präventionserfolg lassen sich nicht abgrenzen.

Die BGW führt die positive Entwicklung bei der BK 5101 auf die offensiven Leistungen nach § 3 BKV, die sekundäre Individualprävention und die frühzeitige dermatologische Beratung im Hautarztverfahren zurück. Einen Nachweis für die Effizienz des interdisziplinären Zusammenwirkens aller Akteure beim Hautschutz liefert die von der DGUV geförderte wissenschaftliche Studie „Evaluation des optimierten Hautarztverfahrens und des Stufenverfahrens Haut“ (2).

Literatur:

- 1 DGUV: Dokumentation des Berufskrankheiten-Geschehens – BK-DOK 2008. Hrsg. Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Sankt Augustin 2010.
- 2 DGUV: EVA-Haut: Qualitätssicherung und Evaluation des optimierten Hautarztverfahrens und der verwaltungsseitigen Bearbeitung von berufsbedingten Hauterkrankungen (Stufenverfahren Haut). Projekt-Nr. FFFB0130, DGUV, Sankt Augustin 2009 <http://www.dguv.de/ifa/de/pro/pro1/fffb0130/index.jsp>

## **Interventionsstudie bei Auszubildenden im besonders hautgefährdenden Friseur-Beruf**

**G. Petereit-Haack, W. Riedel, U. Bolm-Audorff**

Landesgewerbeamt Hessen, Abteilung IV Arbeitsschutz und Umwelt,  
Regierungspräsidium Darmstadt

### **Einleitung**

Der Friseurberuf ist weiterhin der Tätigkeitsbereich, in dem die meisten Frauen durch Feuchtarbeit und Umgang mit potentiell allergisierend auf die Haut wirkenden Arbeitsstoffen eine Berufskrankheit erwerben. Laut Berufskrankheitendokumentation der deutschen gesetzlichen Unfallversicherung waren dies 83 Friseurinnen im Jahr 2010 (Butz 2011). Bezüglich der Dauer von Feuchtarbeit bei Friseuren wiesen Kralj et al. (2011) nach, dass dieser Zeitanteil pro Schicht im Mittel bei 2 Stunden 17 Minuten liegt. Im Jahr 2008 schlossen 15.012 weibliche Personen einen neuen Ausbildungsvertrag zum Friseur ab. Der Beruf des Friseurs ist bei Frauen der vierthäufigste begonnene Beruf. Die Zeit der Ausbildung ist bedeutend für die Vermittlung von Arbeitsschutzwerten (Petereit-Haack et al. 2010).

### **Methodik**

Ein Arzt des Landesgewerbeamtes Hessen führte 2009-2010 eine Schulung zur berufsbedingten Hautgefährdung und zum Hautschutz sowie eine anonyme Befragung in sechs Berufsschulen des Rhein-Main-Gebietes durch. Das Schulungskonzept (Vortrag mit Kurzfilm über Haut-Gefährdung, Hautaufbau, Hautschutz, PSA, praktische Übungen zur sachgerechten Verwendung von Hautschutz- bzw. Pflegemitteln mit Hilfe eines Dermalux-Geräts) wurde in Anlehnung an das Individualseminar der BGW erstellt. Vor der Schulung wurde der Wissensstand mittels eines Erst-Fragebogens (FB I) überprüft (Interventionsgruppe, n= 394). Sechs Monate nach der Schulung erfolgte eine zweite Abfrage mittels eines Zweitfragebogens (FBII, Interventionsgruppe, n=231).

Teilnahme	Kontrolle	Interventionsgruppe	Gesamt
Nur FB I* ausgefüllt	65 22,8%	163 41,4%	228 33,6%
Nur FB II** ausgefüllt	113 39,6%	0 0,0%	113 16,6%
Beide FB ausgefüllt	107 37,5%	231 58,6%	338 49,8%
<b>Gesamt</b>	285 100,0%	394 100,0%	679 100,0%

**Tabelle 1 Teilnahme an der Fragebogenerhebung nach Probandengruppe**

\*FB I Erstfragebogen \*\*FB II Zweitfragebogen

Als Kontrolle beantworteten Berufsschüler ohne Schulung beide Fragebögen (FB I n= 172, FB II n= 220). Um auch in dieser Gruppe die wichtigen Unterrichtsinhalte zu vermitteln, wurde in der Kontrollgruppe nach dem Ausfüllen des Zweitfragebogens (FB II) wiederum vom Gewerbearzt die Schulung durchgeführt. Bei der Erstbefragung wurden 679 Fragebögen, anlässlich der Zweitbefragung 451 Fragebogen ausgefüllt. 64,4% der Auszubildenden waren im 1., 20,8% im 2. und 14,9% im 3. Schuljahr. Dies zeigt den starken Schwund im Verlauf der Ausbildung, wie er für diese Berufsausbildung beschrieben ist (BBIB 2009). Die Prävalenzratio wurde als Maß des relativen Risikos bestimmt (Coxregression für Confounder wie Ausbildungsjahr, vorheriger Hautzustand, Handschuhtragen, Rauchen adjustiert), mittels des Statistik-Programmes SPSS (Version 19) berechnet.

## Ergebnisse

### Ergebnisse der Erstbefragung

Ausgefüllte Fragebögen der Ersterhebung (FB I) lagen von 172 Kontroll- sowie von 394 Interventionsprobanden vor (siehe Tabelle1). Zum Zeitpunkt der Erstbefragung gaben 63,8% der Auszubildenden bereits bestehende Hautveränderungen an Fingern und/oder Händen (Juckreiz, Ekzeme etc.) an. 73,8% benutzten Hautreinigungsmittel, 66,4% Hautschutzprodukte, 76,7% Hautpflegeprodukte. 85,2% arbeiteten über 2 Stunden in Feuchtarbeit, 47,3% mehr als vier Stunden. Keine Handschuhe trugen 38,7% (Haarwäsche), 42,4% (Dauerwelle), 28,6% (Färben) sowie 52,1% (Reinigungsarbeiten). 27,6% der Auszubildenden trugen bei der Arbeit Fingerschmuck. Knapp die Hälfte (48,9%) der Auszubildenden war Raucher. Bis zum Erhebungszeitpunkt waren 17,8% der Auszubildenden von einem Betriebsmediziner

untersucht oder beraten worden. 52,1% waren von Ihrem Arbeitgeber noch nicht über Hautschutz aufgeklärt worden. In 55,2% der Ausbildungsbetriebe war ein Hautschutzplan, in 78,1% ein spezieller Waschplatz für Mitarbeiter, in 57,6% Einmalhandtücher vorzufinden. Richtig beantwortete Wissensfragen lagen bei 17,1% (Feuchtarbeit), 66,1% (Bezahlen des Hautschutzes), 18,4% (Begriff „Allergie“).

#### Ergebnisse der Zweitbefragung in der Gesamtgruppe

Von den insgesamt 679 Auszubildenden hatten 451 Personen den Zweitfragebogen ausgefüllt (231 Interventionsgruppe, 220 Kontrollgruppe, siehe Tabelle 1). Bei 18,5% der Auszubildenden hatte sich der Hautzustand nach 6 Monate verschlechtert. Heuschnupfen war bei 8,3%, eine Nahrungsmittelallergie bei 3,8% neu aufgetreten. 45,3% benutzen häufiger Hautcreme, 33,3% trugen vermehrt Handschuhe. Eine Hautschutzaufklärung durch den Arbeitsgeber hatten 40,9 % erhalten. Handschuhe bei der Arbeit trugen 94,0%. 4,5 % waren zwischenzeitlich durch einen Betriebsarzt untersucht worden. 9,2% hatten einen Hautarzt konsultiert, 7,7% nahmen zwischenzeitlich an einem BG-Seminar „Haut“ teil. Richtige Antworten bei der Überprüfung des Wissens hatten 3,5% (Feuchtarbeit), 48,9 % (Hautschutz), 15,8 % (Begriff „Allergie“).

#### Ergebnisse zur Intervention im Vergleich Kontroll- versus Interventionsgruppe

Aus der Interventionsgruppe gingen Fragebögen von 394 Personen sowie von 285 Kontrollprobanden ein (siehe Tabelle 1). In der Interventionsgruppe verschlechterte sich der Hautzustand um fast 60% weniger als in der Kontrollgruppe. Es kam im Zeitraum zwischen der Erst- und Zweitbefragung bei 14,5% der Interventionsgruppe und bei 22,6% der Auszubildenden der Kontrollgruppe zu einer Hautverschlechterung. Im Vergleich zur Kontrollgruppe zeigte sich in der Interventionsgruppe eine grenzwertig signifikant ( $p= 0,08$ ) geringere Verschlechterung des Hautzustandes mit einem adjustierten Prävalenzratio von 0,56 (adjustiert nach vorherigem Hautzustand, Rauchverhalten, Ausbildungsjahr, Feuchtarbeitsdauer, durchgeführte arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchung). Ein besserer Wissensstand zu den Themen Feuchtarbeit, Hautschutz sowie Allergie zeigte sich in der Interventionsgruppe. Die richtige Antwort (Feuchtarbeit) gaben Interventionsprobanden viermal häufiger richtig an als die der Kontrollgruppe. Die rohe Prävalenzratio war signifikant bei 4,3 (CI 1,2 – 15,1). Eine adjustierte Prävalenzratio (adjustiert nach Ausbildungsjahr, vorheriger Hautzustand, Länge des Handschuhtragens, Rauchen, Expositionszeit) konnte nicht bestimmt werden, da die Felderbelegung zu gering war (siehe Tabelle 2). Auch die Themen Hautschutz und Allergie wurden von der Interventionsgruppe besser beantwortet. Die rohen Prävalenzratio zeigten grenzwertig signifikante Ergebnisse.

Richtige Antwort	roh. Prävalenzratio	Confidenzintervall	adjustiertes* Prävalenzratio	Confidenzintervall
Feuchtarbeit	4,3	1,2 – 15,1	**	**
Hautpflegebezahlung	1,2	0,9 – 1,6	1,1	0,7 – 1,6
Allergie	1,5	0,9 – 2,4	1,0	0,5 – 2,0

\* adjustiert nach Ausbildungsjahr, vorheriger Hautzustand, Länge des Handschuhtragens, Rauchen, Expositionszeit, \*\*adjustiertes Prävalenzratio wegen zu geringer Felderzahl nicht bestimmbar

### Tabelle 2 Prävalenzratio Kontrollgruppe versus Interventionsgruppe

So beantwortete die Interventionsgruppe die Fragen zum Hautschutz um 20% besser und die Frage zum Thema Allergie um 50% besser. Die adjustierten Prävalenzratio (adjustiert nach Ausbildungsjahr, vorheriger Hautzustand, Länge des Handschuhtragens, Rauchen, Expositionszeit) zeigten keinen Unterschied zwischen den Gruppen und auch keine Signifikanz.

### Diskussion

Auszubildende des Friseur-Berufes haben ein erhöhtes Risiko, ein berufsbedingtes Handekzem zu entwickeln (Uter et al. 1999, Schwanitz und Uter 2000). Beschäftigte im Friseur-Beruf haben ein hohes Risiko, eine Hauterkrankung an den Händen zu bekommen (Perkins und Farrow 2005, Lind et al. 2007). Ein wesentlicher Risikofaktor zur Entstehung dieser Erkrankung ist die Dauer der Feuchtarbeit; nach Kralj et al. 2011 beträgt sie durchschnittlich pro Schicht 2 Stunden 17 Minuten. Primärprävention ist ein zentrales Thema zur Vermeidung berufsbedingter Erkrankungen. Interventionsstudien unterstützen die Prävention von Hauterkrankungen bei Friseurauszubildenden. Fest etabliert sind bereits die von den Berufsgenossenschaften angebotenen Seminare. Auch hier werden neue Konzepte erarbeitet (Dulon et al. 2011). Berufsschulen sind ein wichtiger Ort zur Vermittlung arbeitsschutzrelevanter Themen in der Primärprävention. Der Staatliche Arbeitsschutz in Hessen nutzt dieses wichtige Betätigungsfeld seit langem; so auch der Landesgewerbeamt, wie z.B. im Bereich der Lärmvorsorge (Petereit-Haack et al. 2009). In der vorliegenden Interventionsstudie konnte ansatzweise gezeigt werden, dass bereits kleine Schulungseinheiten in der Berufsschule sich positiv in der Prävention auswirken. Die Auszubildenden der Interventionsgruppe hatten einen höheren Wissenstand in Arbeitsschutzthemen. Die durchgeführte Intervention zeigte eine geringere Verschlechterung des Hautzustandes in der Interventionsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe bei bereits bestehender hoher Rate an Hautschädigungen vor Schulungsbeginn. In wieweit der Erfolg der Schulung durch äußere Umstände beeinflusst wurde, ist zu diskutieren. Auch wenn

eine einmalige kurze Schulung bei weitem nicht ausreichend für eine optimale Prävention ist, so konnten doch wichtige Impulse gesetzt werden.

### Literatur

Butz M. Berufskrankheiten-Dokumentation der Deutschen gesetzlichen Unfallversicherung, St. Augustin, persönliche Mitteilung vom 22.09.2011

Dulon M, Kähler B, Kirvel S, Schlanstedt G, Schoening S Neues Ansprachekonzept zur Primärprävention beruflicher Akuterkrankungen für die Friseurbranche Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed 46 S. 618-623 (2011)

Kralj N, Oertel Ch, Doench N.M, Nuebling M, Pohrt U., Hofmann F Duration of wet work in hairdressers. Int. Arch. Occup. Environ. Health 84: 29-34(2011)

Lind M-L, Albin M, Brisman J, Kronholm-Diab K, Lilienberg L, Mikoczy Z, Nielsen J, Rylander L, Terén K, Meding B Incidence of hand eczema in female Swedish hairdressers. Occup. Environ. Med. 64: 191-195(2007)

Perkins J.B, Farrow A Prevalence of occupational hand dermatitis in U.K. hairdressers. Int. J. Occup. Environ. Health. 11: 289-293(2005)

Petereit-Haack G, Riedel W, Bolm-Audorff U Lärmvorsorge bei Berufsanfängern Zeitschrift für Arbeitsmedizin, Sozialmedizin, Umweltmedizin;45(6) S. 327 (2010)

Schwanitz H.J, Uter W Interdigital dermatitis: sentinel skin damage in hair-dressers. Br. J. Dermatol. 142: 1011-1012(2000)

Uter W, Pfahlberg A, Gefeller O, Schwanitz HJ Risk of hand dermatitis among hairdressers versus office workers. Scand. J. Work Environ Health 25: 450-456 (1999)

## Ein Ex-vivo-Humanhautmodell zur Untersuchung der Hautschädigung durch Flusssäure

G. Korinth<sup>1</sup>, T. Jäger<sup>1</sup>, F. Kiesewetter<sup>2</sup>, K. Dennerlein<sup>1</sup>, T. Göen<sup>1</sup>, H. Drexler<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der Universität Erlangen-Nürnberg, Schillerstraße 25/29; 91054 Erlangen, <sup>2</sup>Hautklinik des Universitätsklinikums Erlangen, Ulmenweg 18, 91052 Erlangen

### Ziel der Studie

Bei der Fluorwasserstoffsäure (Synonym: Flusssäure) handelt es sich um die wässrige Lösung von Fluorwasserstoff. Flusssäure wird zum Ätzen von Glas und Metallen eingesetzt. Sie ist das am häufigsten verwendete Ätzmittel in der Halbleiterproduktion und einigen anderen Bereichen der Elektronikindustrie. Die Flusssäure ist eine mittelstarke Säure (pH = konzentrationsabhängig ~ 1,7; pKs = 3,14). Bei direktem Kontakt wirkt sie stark ätzend auf die Haut, die Schleimhäute sowie die Bindehaut der Augen. Eine besondere Gefahr bei direktem Hautkontakt besteht darin, dass ein warnender Schmerz, besonders bei niedrig konzentrierter Flusssäure, erst mit einer Verzögerung von mehreren Stunden auftritt. Flusssäure-Exposition führt oft zur Verätzung tiefer Gewebeschichten und Knochen bevor Schäden äußerlich sichtbar sind. Nach Hautresorption von 2% Flusssäure kommt es mit einer Verzögerung von ~4 Tagen zu Nekrosen, Ulceration und subkutanen Ödemen ohne äußerlich sichtbare Schädigung der Haut. Eine handtellergroße Verätzung der Haut mit 40% Flusssäure führt aufgrund systemischer Wirkung zum Tod (Gestis Stoffdatenbank 2012). Das Ziel dieser Studie war die Entwicklung eines Ex-vivo-Modells zur Untersuchung der Hautpenetration und Hautschädigung durch Flusssäure.

### Methoden

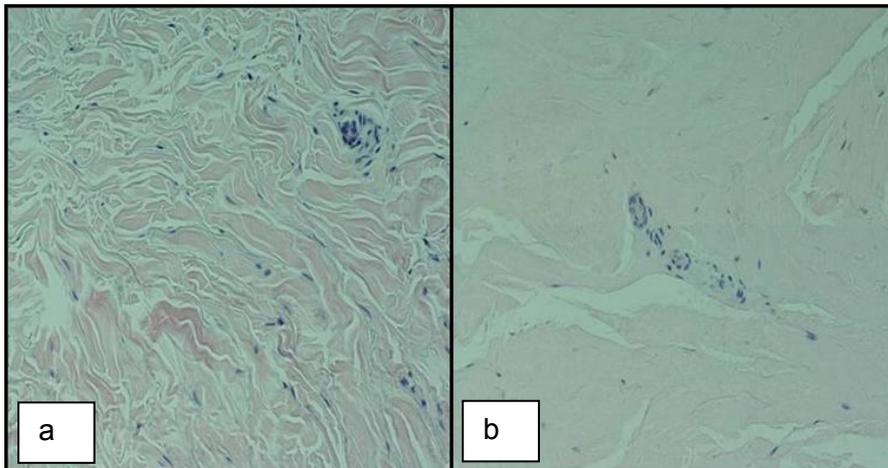
In einem Diffusionszell-Modell an frisch exzidierte Humanhaut (Vollhaut, 3 Spender, n=6 für jede Applikation) wurde die dermale Penetration und die Bildung eines Hautreservoirs nach auf 3, 5 und 10 Min. begrenzter Exposition gegenüber 5, 30 und 50% wässriger Flusssäure im Überschuss über 24 h untersucht. Das dermale Penetrationsverhalten von Flusssäure wurde in einem Parallelansatz bestimmt. 0,9% NaCl-Lösung diente als Rezeptorflüssigkeit. Das Hautreservoir (Epidermis, Dermis) wurde nach Auflösung der Haut in 1,5 M KOH/Ethanol-Lösung bestimmt. Aufgrund der starken Flüchtigkeit von Fluorwasserstoff wurden zur Standardisierung der Expositionsbedingungen Flusssäureprodukte aus dem Handel verwendet. Die quantitative Fluorid-Bestimmung erfolgte mit der induktiv-gekoppelten Plasma-Massenspektrometrie (LC-ICP-MS-Technik) (Jäger et al. 2012).

Histologische Hautschäden wurden lichtmikroskopisch mit 3 Färbemethoden evaluiert.

### Ergebnisse

Die Diffusionszelle ist das Verfahren der Wahl für die Bestimmung der dermalen Penetration von chemischen Stoffen unter Ex-vivo-Bedingungen. Unsere Studie zeigte deutliche inter-individuelle Unterschiede der Hautpenetration von Flusssäure. Gleichwohl wurden in allen Expositionsansätzen die gleichen Effekte beobachtet. Demnach penetrierte Flusssäure unabhängig von der Konzentration und Expositionsdauer mit Durchbruchzeiten <10 Min. sehr schnell durch die ~2,5 mm dicke Haut. Die Penetrationsmaxima lagen bei allen Konzentrationen im Bereich von 2-3 h nach Expositionsbeginn. Die Unterschiede der penetrierten Mengen nach 3 und 10 Min. Exposition variierten bei Flusssäurekonzentrationen  $\geq 30\%$  um den Faktor 2. Trotz der schnellen Entfernung der Flusssäure (nach 3-10 Min.) wurde besonders in der Epidermis ein erhebliches Hautreservoir gebildet, welches unter Berücksichtigung der applizierten Flusssäure-Konzentration in der Hornschicht relativ betrachtet am größten war. Das Hornschichtdepot war bei 5% Flusssäure selbst nach 24 h noch etwa gleichgroß wie in dieser Zeit durch die Haut penetrierte Stoffmenge.

Histologische Techniken waren derart sensitiv, dass sie bereits nach 2,5 h erste Alterungseffekte der Haut nachweisen konnten. In der Abb. 1 sind repräsentative histologische Bilder der Kontrollhaut und gegenüber Flusssäure exponierter Haut dargestellt.



**Abb. 1:** Vergleich der Kontrollhaut (a) und der gegenüber 50% Flusssäure exponierten (3 Min.) Haut (b) nach 24 h Inkubation in der Diffusionszelle

Die Kontrollhaut zeigt ein unauffälliges Faserwerk. Das Faserwerk der gegenüber Flusssäure exponierten Haut erscheint homogen und durch Spaltenbildung gezeichnet.

Histologisch ließen sich Veränderungen in der Haut (Schweregrad und Tiefe) im Vergleich zur Kontrollhaut in allen Applikationsformen der Flusssäure sicher nachweisen. Bereits bei kurzer Expositionsdauer zeigte sich eine Zerstörung der Epidermis. Mit Anstieg der Flusssäure-Konzentration und Expositionsdauer fand sich sowohl eine Zunahme der Ausdehnung als auch des Schweregrades der Hautschäden (u.a. Vakuolen und Ödem). Bei hoher Flusssäure-Konzentration kam es zudem zur

Lyse der Keratinozyten und zum Untergang der Kapillaren. Bei einer Exposition gegenüber 30% und 50% Flusssäure waren die Hautstrukturen ähnlich irreparabel zerstört. In der Tabelle 1 sind die histologischen Hautschäden in Abhängigkeit der Flusssäure-Konzentration und Expositionsdauer systematisch dargestellt.

**Tabelle 1:** Histologische Hautschäden in Abhängigkeit der Flusssäure-Konzentration und Expositionsdauer

Hautschicht	Niedrige Konz.		Hohe Konz.
	Kurze Expos.	Lange Expos.	Kurze Expos.
Epidermis	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ödem</li> <li>▪ Vakuolen</li> </ul>	Vakuolen: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hornschicht</li> <li>▪ Suprabasal</li> </ul>	Keratinozyten: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kohärenzverlust</li> <li>▪ Lyse</li> </ul>
Basal-membran	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Auflockerung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vakuolen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vakuolen</li> <li>▪ Ödem</li> </ul>
Papillar-körper		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ödem</li> <li>▪ homogene Fasern</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Homog. Fasern</li> <li>▪ Kapillaruntergang</li> </ul>
Corium		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Beg. Ödem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ödem</li> <li>▪ Homog. Fasern</li> </ul>

Das Ziel dieser Studie war es, ein Ex-vivo-Modell zur Untersuchung der Hautpenetration und Hautschädigung durch Flusssäure zu entwickeln, welches zur Evaluierung verschiedener Reinigungsprozeduren nach Hautkontamination mit Flusssäure eingesetzt werden soll. In der Literatur finden sich kontroverse Daten zur Effektivität verschiedener Reinigungsprozeduren im Vergleich zur alleinigen Wasseranwendung. In einer tierexperimentellen Studie (Höjer et al. 2002) wurde demonstriert, dass nach der Applikation von 50% wässriger Flusssäure eine Hautreinigung mit Wasser effektiver als das kommerzielle Produkt Hexafluorine® (Fa. Prevor) war. Zwei Studien der Fa. Prevor (Burgher et al. 2011) loben Vorteile des eigenen Produktes Hexafluorine® bei der Hautdekontamination von 70% Flusssäure im Vergleich zur Anwendung von Wasser in Kombination mit Calciumgluconat-Gel aus. Demnach kam es in Diffusionszellstudien unter der Anwendung von Wasser und Calciumgluconat zur Entwicklung von Hautschäden, während unter Hexafluorine® solche Schäden histologisch nicht beobachtet wurden. Dieser Effekt zeigte sich jedoch nur dann, wenn mit der Dekontamination 20 Sek. nach Expositionsbeginn begonnen wurde. Ein solch schneller Dekontaminationsbeginn dürfte an Arbeitsplätzen jedoch nur schwierig umzusetzen sein.

### Schlussfolgerungen

Unser Modell an frisch exzidiert Humanhaut ist geeignet, um Früh-Effekte von Flusssäure an der Haut sensitiv und valide zu erfassen. Aufgrund der schnellen Hautpenetration und der Reservoirbildung von Flusssäure dürfte eine sofortige und effektive Reinigung entscheidend für die Regeneration sein. Das Epidermisreservoir sollte der primäre Zielort für den Einsatz der Hautreinigung und intradermaler Inaktivierung von Fluorid-Ionen sein.

**Danksagung**

Diese Studie wurde von der Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse (BG ETEM) gefördert.

**Literaturverzeichnis**

1. Burgher F, Mathieu L, Lati E, Gasser P, Peno-Mazzarino L, Blomet J, Hall AH, Maibach HI. Experimental 70% hydrofluoric acid burns: histological observations in an established human skin explants ex vivo model. Part 2. Comparison of emergency washing solutions in 70% hydrofluoric acid-burned human skin in an established ex vivo explants model. *Cutan Ocul Toxicol.* 30 (2011) 100-115.
2. Gestis-Stoffdatenbank 2012, [www.dguv.de/ifa/stoffdatenbank](http://www.dguv.de/ifa/stoffdatenbank)
3. Jäger T, Korinth G, Drexler H, Göen T. Bestimmung von Fluorid mittels LC-ICP-MS zur Quantifizierung der dermalen Penetration nach Flusssäure-Exposition. Poster Nr. 80. DGAUM 2012.
4. Höjer J, Personne M, Hultén P, Ludwigs U. Topical treatments for hydrofluoric acid burns: a blind controlled experimental study. *J Toxicol Clin Toxicol.* 40 (2002) 861-866.

## **Aufnahme von Permethrin bei Verwendung von permethrinbehandelter Forstschutzbekleidung**

**B. Roßbach, A. Niemietz, P. Kegel, S. Letzel**

Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

### **Ziel der Studie**

Bei Forstarbeiten könnten permethrinbehandelte Arbeitshosen einen verbesserten Schutz vor Zeckenstichen und damit ggf. verbundenen Infektionserkrankungen bieten. Neben diesem erwünschten Effekt kann jedoch auch eine Aufnahme von Permethrin durch die Nutzer der Bekleidung nicht ausgeschlossen werden. Für den Wirkstoff aus der Gruppe der Pyrethroide wurde durch die WHO im Jahr 1990 auf der Basis von Tierversuchsdaten ein Acceptable Daily Intake (ADI) in Höhe von 0,05 mg/kg Körpergewicht (KG) definiert [WHO 1999]. Nicht zuletzt vor dem Hintergrund bisher international uneinheitlicher Bewertungen einer möglichen Kanzerogenität des Wirkstoffes [u.a. US-EPA 2009] erscheint eine genaue Kenntnis der mit der Verwendung der Bekleidung einhergehenden Permethrinexposition für eine eingehende Nutzen-Risikobewertung unerlässlich. Ziel der vorgestellten Studie war es u.a., die innere Permethrinbelastung von Forstbeschäftigten, die für Ihre Tätigkeit mit permethrinbehandelten Arbeitshosen ausgestattet wurden, zu untersuchen und zu bewerten.

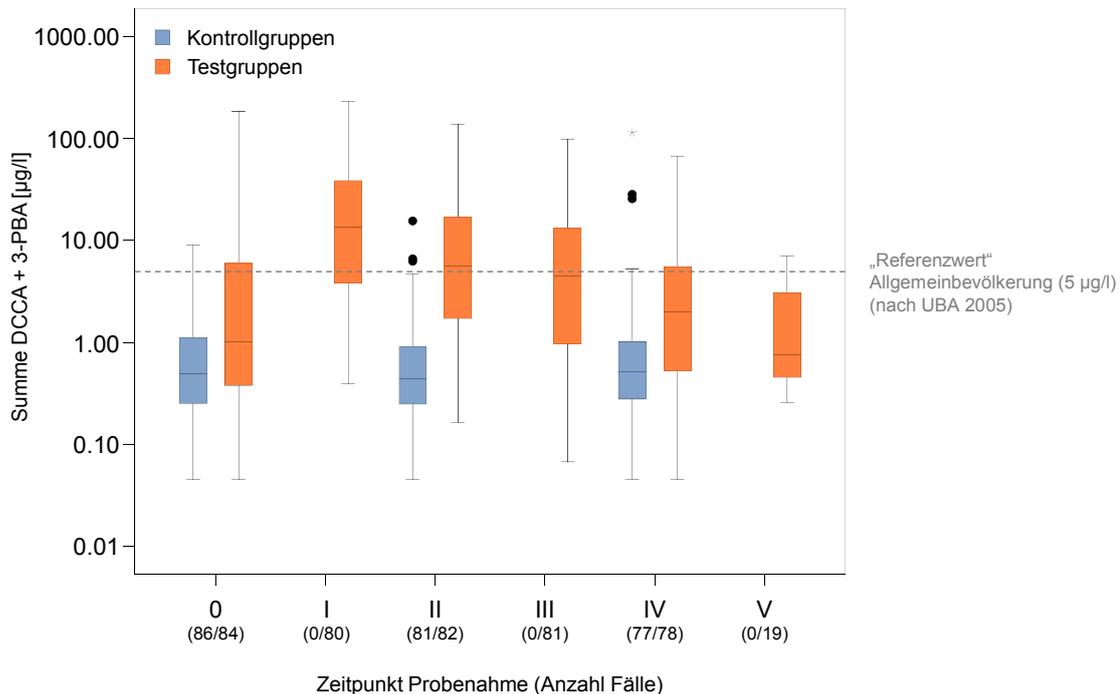
### **Methoden**

In einem Kollektiv von n=171 männlichen Forstbediensteten trugen n=85 Beschäftigte (Alter 19-61 Jahre, Median 45 Jahre, „Testgruppe“) über einen Zeitraum von mindestens vier Monaten während der Arbeitszeit permethrinbehandelte Arbeitshosen. Die Kontrollgruppe bildeten n= 86 Forstbeschäftigte (Alter 18-59 Jahre, Median 44 Jahre), die ihre Arbeit in konventionellen, nicht-behandelten Hosen verrichteten. Bei der verwendeten Bekleidung handelte es sich entweder um Schnittschutzhosen, überwiegend genutzt von Forstwirten bei der motormanuellen Holzernte, oder um Hosen ohne spezielle Schnittschutzeinlage („Outdoorhosen“), die zumeist von Revierleitern getragen wurden. Bei beiden Hosentypen kamen Modelle zweier unterschiedlicher Hersteller zum Einsatz, woraus sich für eine Analyse auf Herstellerniveau letztendlich Subgruppengrößen zwischen 16 und 24 Personen ergeben. Bei allen Studienteilnehmern erfolgte die Quantifizierung der inneren Permethrinbelastung durch Bestimmung der Ausscheidung von Permethrinmetaboliten (DCCA, 3-PBA) im Urin mit Hilfe eines GC/Tandem-MS-Verfahrens. Hierfür wurden von den Beschäftigten vor Beginn der Benutzung der Bekleidung (Zeitpunkt 0, Test- und Kontrollgruppe), nach einer Arbeitswoche (I, nur Testgruppe), nach vier Wochen (II, Test- und Kontrollgruppe), nach acht Wochen (III, nur Testgruppe) sowie am Ende des Beobachtungszeitraumes nach 16 Wochen (IV, Test- und Kontrollgruppe) Morgenurinproben gewonnen. Von 19 Teilnehmern aus der Testgruppe lagen zudem Urinproben vor, die frühestens 16 Wochen nach Beendigung der Nutzung der permethrinbehandelten Bekleidung gewonnen wurden (Zeitpunkt V). Zur Abschätzung

der täglichen Permethrinaufnahme erfolgte eine Erhebung des abgegebenen Urinvolumens und des zeitlichen Abstandes zwischen der Probengewinnung und der letzten Urinabgabe von der Probengewinnung. Für die deskriptive Auswertung der Daten und nicht parametrische Vergleiche zwischen Subgruppen (Mann-Whitney Test) wurde die Software SPSS 17 (IBM Deutschland GmbH, München) eingesetzt und ein Signifikanzniveau von  $p < 0,05$  zugrunde gelegt. Für die Studie liegt das schriftliche Einverständnis aller Teilnehmer sowie ein positives Votum Ethikkommission der Landesärztekammer Rheinland-Pfalz vor.

### Ergebnisse

Abbildung 1 zeigt den Verlauf der Metabolitenausscheidung über die Dauer der Studie. Anhand der Summe der im Urin gemessenen Permethrinmetabolite ist bei Verwendung von behandelter Bekleidung ein deutlicher Anstieg der inneren Permethrinbelastung erkennbar. Während sich für die Kontrollgruppe im Verlauf der Studie stets Belastungen im Bereich der umweltbedingten Hintergrundbelastung der Allgemeinbevölkerung finden, zeigt sich für die Testgruppe am Ende der ersten Studienwoche (Zeitpunkt I) ein Belastungsmaximum (Median 13,49  $\mu\text{g/l}$ ), gefolgt von einem deutlichen Rückgang der Metabolitenausscheidung im weiteren Studienverlauf. Differenzierte Auswertungen nach Hosentyp bzw. Hersteller ließen einen erheblichen Einfluss dieser beiden Parameter auf die innere Belastung in der Testgruppe erkennen. Dieser zeigt sich auch in der für den Zeitpunkt I durchgeführten Abschätzung der täglichen Permethrinaufnahme. Je nach Hersteller bzw. Hosentyp ergeben sich als mediane täglich aufgenommene Permethrinmenge für die Träger permethrinbehandelter Schnittschutzhosen Werte von 2,85  $\mu\text{g}$  (Hersteller A) bzw. 66,60  $\mu\text{g}$  (Hersteller B). Bei Verwendung entsprechender Outdoorhosen findet sich im Median eine Permethrinaufnahme von 21,82  $\mu\text{g}$  (Hersteller A) bzw. 40,17  $\mu\text{g}$  (Hersteller B) pro Tag.



**Abbildung 1:** Zeitlicher Verlauf der Metabolitenausscheidung in Abhängigkeit von der Zugehörigkeit zu Testgruppe (Kleidung permethrinbehandelt) oder Kontrollgruppe (Kleidung konventionell). Zeitpunkte 0: vor Beginn der Nutzung der Studienbekleidung, I: nach 1 Woche, II: nach 4 Wochen, III: nach 8 Wochen, IV: nach 16 Wochen, V mindestens 16 Wochen nach Nutzungsende.

Eine orale Permethrinzufuhr in Höhe des ADI-Wertes (50  $\mu\text{g/kg KG}$ ) würde für eine 75 kg schwere Person unter Zugrundelegung einer 50 %-igen gastrointestinalen Resorption zu einer systemisch verfügbaren Permethrinmenge von 1875  $\mu\text{g}$  führen. Dagegen betrug die in der Studie anhand des Biomonitorings ermittelte maximale Permethrinaufnahme 279.8  $\mu\text{g}$  und lag damit etwa um Faktor von 6.5 niedriger als das genannte Äquivalent zum ADI.

In Ergänzung zu den beschriebenen Biomonitoringanalysen erfolgten exemplarisch Bestimmungen des Permethringehaltes in fabrikneuen und im Rahmen der Studie genutzten Hosen. Die Ergebnisse dieser Analysen sind in Tabelle 1 zusammengefasst. Hieraus ergeben sich einerseits Hinweise auf deutlich unterschiedliche Permethringehalte in neuen Hosen sowie auf erhebliche Verluste an Permethrin bei Benutzung der Bekleidung.

**Tabelle 1:** Extrahierbarer Permethringehalt in fabrikneuen und gebrauchten Hosen nach Ultraschallextraktion entsprechender Stoffproben mit Toluol und Analyse mittels GC/MS.

Hosentyp	Extrahierbarer Permethrin Gehalt [mg/m <sup>2</sup> ] (Anzahl untersuchte Hosen)		
	Hose neu	Hose gebraucht Mittelwert	Hose gebraucht Bereich
Hersteller A Schnittschutzhose	224.1 (1)	12.3 (6)	7.4 – 15.2
Hersteller A „Outdoorhose“	153.1 (1)	61.5 (7)	49.0 – 80.6
Hersteller B Schnittschutzhose	1577.0 (1)	67.1 (7)	29.5 – 134.3
Hersteller B „Outdoorhose“	802.2 (1)	72.7 (6)	34.9 – 224.6

### Schlussfolgerungen

Die Verwendung permethrinbehandelter Hosen bei Forstarbeiten führt im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung zu einer deutlich vermehrten Aufnahme von Permethrin. Hierbei scheint die Art der verwendeten Hose sowie deren Nutzungsdauer einen erheblichen Einfluss auf die innere Belastung auszuüben. Gründe hierfür könnten sich unterscheidende Permethrin Gehalte in fabrikneuen Hosen sowie zunehmende (Wasch-)Verluste von Permethrin bei längerer Benutzung der Bekleidung sein. Unter den in der Studie vorliegenden, für die Forstwirtschaft üblichen, Verwendungsbedingungen finden sich keine Hinweise auf eine Überschreitung der ADI. Dennoch erscheint angesichts der bisher noch uneinheitlich bewerteten Kanzerogenität des Wirkstoffes eine Minimierung der Exposition erstrebenswert. Die zusätzliche Belastung sollte demnach nur eingegangen werden, wenn ein entsprechender Nutzen erwartet werden kann, d.h. bei erwiesener Wirksamkeit der Bekleidung gegen Zecken unter Praxisbedingungen. Anstelle eines generellen Einsatzes im Forstbereich sollte zudem eine sorgfältige Auswahl entsprechender Zielgruppen und Indikationen für die Nutzung erfolgen.

### Literatur

UBA, Kommission Humanbiomonitoring des Umweltbundesamtes, Innere Belastung der Allgemeinbevölkerung in Deutschland mit Pyrethroiden und Referenzwerte für Pyrethroid-Metabolite im Urin. Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz 48 (2005), 1187–1193.

US-EPA, Reregistration Eligibility Decision (RED) for Permethrin, EPA 738-R-09-306, United States Environmental Protection Agency 2009.

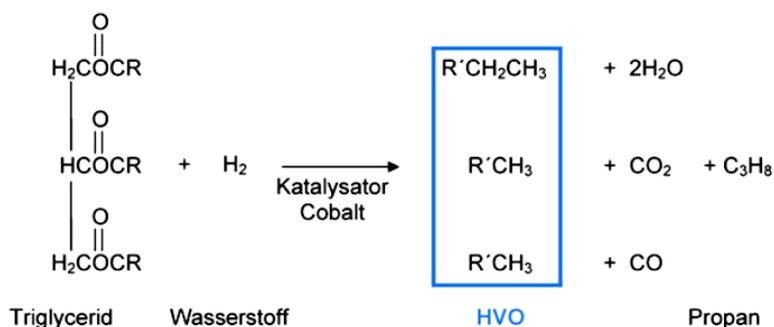
WHO, Toxicological Evaluations: Permethrin, Joint meeting of the FAO Panel of Experts on Pesticide Residues in Food and the Environment and the WHO Core Assessment Group (JMPR), Rom, 20-29 September 1999, <http://www.inchem.org/documents/jmpr/jmpmono/v99pr07.htm> (zuletzt besucht: 23.04.2012).

## Emissionen und biologische Effekte bei Verbrennung von hydriertem Pflanzenöl (hydrotreated vegetable oil, HVO) und Jatrophamethylester (JME) in einem Dieselnutzfahrzeugmotor.

Bünger J<sup>1</sup>, Westphal G<sup>1</sup>, Rosenkranz N<sup>1</sup>, Brüning T<sup>1</sup>, Müller M<sup>2</sup>, Hallier E<sup>2</sup>, Schröder O<sup>3</sup>, Schaak J<sup>3</sup>, Pabst C<sup>3</sup>, Munack A<sup>3</sup>, Krahl J<sup>4</sup>

- <sup>1</sup> Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA), Bürkle-de-la-Camp-Platz 1, 44789 Bochum
- <sup>2</sup> Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Georg-August-Universität, Waldweg 37, 37073 Göttingen
- <sup>3</sup> Institut für Agrartechnologie und Biosystemtechnik, vTI - Johann Heinrich von Thünen-Institut, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig
- <sup>4</sup> Hochschule Coburg, Eberhard-Streib-Str. 2, 96450 Coburg

**Fragestellung:** Bei der Suche nach regenerativen Treibstoffen müssen technische und ökologische Belange, die etwaige Konkurrenz zur Lebensmittelversorgung, sowie die Einhaltung der Emissionsgrenzwerte berücksichtigt werden. Die bisher am Markt befindlichen Biodieselsorten wie Rapsmethylester (RME) und Sojamethylester (SME) werden aus Speiseölen gewonnen. Jatrophamethylester (JME) wird dagegen aus einer nicht für den menschlichen Verzehr nutzbaren Ölpflanze hergestellt. Die limitierten Emissionen von JME sind vergleichbar zu allen anderen bisher getesteten Biodieselqualitäten. Daten zu nicht limitierten Emissionen und zu biologischen Wirkungen der Abgase liegen für JME bislang noch nicht vor. Die Hydrierung von Rapsöl zu HVO (Abb.1) ergibt einen Biokraftstoff mit ähnlichen physikochemischen Eigenschaften wie Dieselmotortreibstoff (DK) und ist im Gegensatz zu Biodiesel auch bei Fahrzeugen mit Dieselpartikelfilter in Mengenanteilen von mehr als 10% einsetzbar. HVO bewirkt im Vergleich zu DK reduzierte limitierte Emissionen. Publierte Ergebnisse zu nicht limitierten Emissionen und zur Mutagenität liegen für HVO bislang noch nicht vor.

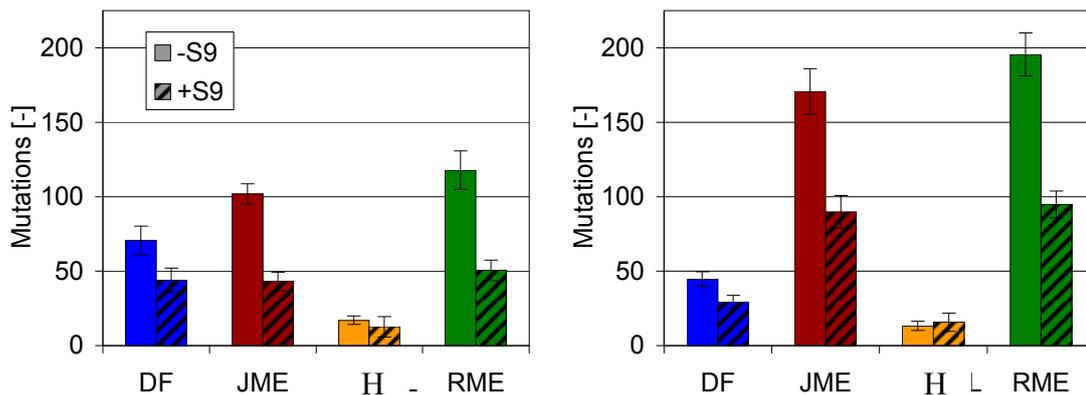


**Abbildung 1:** Stöchiometrische Gleichung der Hydrierung von Rapsöl zu HVO.

**Methoden:** DME (Kondensate und Partikelextrakte) aus der Verbrennung von DK und Biodiesel (Rapsmethylester, RME) in einem Mercedes-Benz Lkw-Motor (EURO III) wurden mit entsprechenden Proben der neuen Kraftstoffe HVO und JME verglichen. Gesetzlich limitierte Grenzwerte bestehen nur für Gesamtkohlenwasserstoffe (HC), Kohlenmonoxid (CO); Stickoxide (NO<sub>x</sub>) und Partikelmasse (PM). Neben diesen gesetzlich limitierten DME wurden als weitere gesundheitsrelevante Komponenten des Abgases Partikelanzahl- und -größenverteilung, Carbonyle, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH) und die Mutagenität im bakteriellen Rückmutationstest (Ames-Test) analysiert. 1973 veröffentlichten Bruce Ames und Mitarbeiter ein in vitro-Testsystem, das durch Rückmutationen von his-auxotrophen zu his-prototrophen (Wildtyp) Salmonella-typhimurium-Stämmen mutagene Eigenschaften eines weiten Spektrums von Substanzen aufdeckt. Dieser später weiter verbesserte Test entwickelte sich zur weltweit am häufigsten verwendeten Methode zur Mutagenitätstestung von Substanzen in der Toxikologie und Umweltforschung (OECD-Methode Nr. 471). Insbesondere ist er für die Untersuchung von Gemischen unbekannter Zusammensetzung (z.B. Verbrennungsprodukte) geeignet. Wir benutzen das überarbeitete Standardprotokoll (Maron und Ames 1983) mit den Stämmen TA98 und TA100. Um enzymatisch bedingte Aktivierungen der Mutagenität von Fremdstoffen im höheren Organismus zu berücksichtigen, wird der Test zusätzlich nach Einwirkung Fremdstoff-metabolisierender Enzyme vorgenommen. Die Gewinnung dieser sogenannten S9-Fraktion (Mikrosomen) aus Rattenlebern folgt der Beschreibung von Maron und Ames (1983). Statt Arochlor-1254 werden Nembutal und  $\beta$ -Naphthoflavon zur Induktion des Enzymsystems verwendet. Der Erfolg der Induktion des P450-abhängigen Monooxygenase-Systems, vor allem von CYP1A1 und CYP1A2, die als Promutagene vorliegende PAK zu aktivieren vermögen, wurde durch enzymkinetische Untersuchungen bestätigt (Bünger et al. 2000). Als Positivkontrollen dienen in allen Untersuchungen die Mutagene Methylmethansulfonat (MMS), 2-Aminofluoren (2-AF) und 3-Nitrobenzantron (3-NBA). Alle Proben werden parallel sowohl ohne metabolisierendes System als auch mit vierprozentigem S9-Zusatz an mindestens 4 verschiedenen Konzentrationen der Extrakte getestet. Die doppelt angelegten Testreihen werden mindestens einmal wiederholt. Nach den Kriterien des Standardprotokolls (Maron und Ames 1983) wird eine Verdoppelung der Mutationen gegenüber den Kontrollen (Spontanmutationsraten für TA98 = 20-35/Platte und für TA100 = 120-148/Platte) bei gleichzeitiger dosisabhängiger Zunahme der Mutationen als positives Ergebnis gewertet.

**Ergebnisse:** JME erzielte im Vergleich zu RME geringere Aldehyd- und NO<sub>x</sub>-Emissionen sowie eine niedrigere Mutagenität. Allerdings waren die HC- und CO-Emissionen erhöht. Auch die Zahl kleiner Partikel (<100 nm, Messung mit SMPS) war bei Verbrennung von JME signifikant größer als bei RME. HVO wies die geringsten NO<sub>x</sub>- und PAH-Emissionen aller Kraftstoffe auf. Formaldehyd, Acetaldehyd und Acrolein waren die häufigsten Carbonyle in allen DME. HVO- und RME-Emissionen enthielten etwas höhere Konzentrationen als JME und DK. JME und RME verursachten im gesamten Größenspektrum (30 - 2.400 nm) geringere Partikelanzahlen und -massen als DK und HVO. Die Partikelgrößenverteilung war für alle Kraftstoffe ähnlich. Die Extraktion der Partikel zeigte jedoch, dass RME und JME nur geringe unlösliche Rußanteile aufwiesen. Verglichen mit früheren Untersuchungen an demselben Motor war die Mutagenität sehr niedrig (Abb. 2). Die höchste

Mutagenität bewirkten JME und RME, gefolgt von DK und HVO. Übereinstimmend mit den Ergebnissen der PAH-Analysen war die Mutagenität in den Partikelextrakten der beiden Methylester etwas niedriger als in den Kondensaten. Dies ist am ehesten auf die niedrigere Partikeldichte im Abgas dieser Kraftstoffe zurückzuführen, weil die PAH mit geringerer Wahrscheinlichkeit auf einen Partikel im Abgas treffen. Ein ähnlicher Effekt war auch schon bei früheren Studien dieser Arbeitsgruppe beobachtet worden.



**Abbildung 2:** Mutagenität der Partikelextrakte und Kondensate von Dieselkraftstoff (DF), Jatrophamethylester (JME), Rapsmethylester (RME) und hydriertem Pflanzenöl (HVO) im Stamm TA98 (ESC Test, OM 906).

**Schlussfolgerungen:** HVO wies insgesamt niedrige Emissionen und eine kaum messbare Mutagenität auf. JME hatte leichte Vorteile gegenüber RME. Zur Minimierung der Emissionen und wegen der fehlenden Konkurrenz zur Lebensmittelversorgung ist daher ein mittels Hydrierung hergestellter Kraftstoff aus Jatropaöl ein möglicher Biokraftstoff für die Zukunft, wenn Untersuchungen zeigen, dass die Verringerung der Emissionen auch für diesen Kraftstoff gilt. Während in früheren Untersuchungen mehr als 90% der PAH im Abgas an Partikel gebunden auftraten, ist mit der starken Abnahme von Partikeln im Abgas moderner Motoren eine relative Zunahme der PAH in der Gasphase der DME zu beobachten. Daher sollten bei entsprechenden Studien sowohl Gasphase als auch Partikelphase untersucht werden.

#### Literatur:

Bünger J., Müller M.M., Krahl J., Baum K., Weigel A., Hallier E., Schulz T.G. (2000). Mutagenicity of diesel exhaust particles from two fossil and two plant oil fuels. *Mutagenesis* 15(5):391-397

Maron D.M., Ames B.N. (1983). Revised methods for the Salmonella mutagenicity test. *Mutation Research* 113, 173 – 215

## Benzol und NHL – Erkenntnisse aus epidemiologischer Sicht

### Peter Morfeld<sup>1,2</sup>, Kurt Ulm<sup>3</sup>

- <sup>1</sup> Institut für Epidemiologie und Risikobewertung in der Arbeitswelt der Evonik Industries AG  
Rellinghauser Str. 1-11  
45128 Essen  
Tel.: 0201/177-4400  
Fax: 0201/177-4403  
E-Mail: [peter.morfeld@evonik.com](mailto:peter.morfeld@evonik.com)
- <sup>2</sup> Institut und Poliklinik für Arbeitsmedizin, Umweltmedizin und Präventionsforschung  
Universitätsklinikum Köln (AöR)  
Kerpener Str. 62  
50937 Köln
- <sup>3</sup> Institut für medizinische Statistik und Epidemiologie  
Technische Universität München  
Ismaninger Str. 22  
81675 München  
Tel.: 089/4140-4320  
E-Mail: [kurt.ulm@tum.de](mailto:kurt.ulm@tum.de)

### Hintergrund

Im Jahr 2007 hat der Ärztliche Sachverständigenbeirat „Berufskrankheiten“ beim Bundesarbeitsministerium empfohlen, eine Reihe von malignen Erkrankungen, u. a. Non-Hodgkin Lymphome (NHL) nach Benzolexposition in die Liste der Berufskrankheiten aufzunehmen. Diese Empfehlung wurde 2010 durch Publikation im Gemeinsamen Ministerialblatt verbindlich. Nach 2007 erschienen vier Meta-Analysen (Steinmaus et al. 2008 bzw. Swaen et al. 2010, Kane und Newton 2010, Vlaanderen et al. 2011, Alexander und Wagner 2010) und zwei neue Fall-Kontrollstudien (Orsi et al. 2010, Wong et al. 2010). Wir prüfen die Folgerungen aus diesen neuen Arbeiten.

### Material und Methoden

Die Ergebnisse der vier Meta-Analysen sowie die Entscheidungsgrundlage des Ärztlichen Sachverständigenbeirats werden um beide neuen Fall-Kontrollstudien meta-analytisch ergänzt. Details zur Methodik, eine Beschreibung der beiden neuen Studien und der vier Meta-Analysen sind in Ulm und Morfeld 2011 publiziert.

## Ergebnisse

Das Update ergab - mit einer grenzwertigen Ausnahme - keine statistisch signifikante Assoziation zwischen Benzol und NHL. Die Schätzwerte des Relativen Risikos lagen zwischen 1,0 und 1,3.

## Diskussion

Der Sachverständigenbeirat begründete seine Empfehlung trotz der negativen Ergebnisse der epidemiologischen Studien mit

- 1) der biologischen Evidenz des Zusammenhangs
- 2) zu geringen Kollektivumfängen in den epidemiologischen Studien
- 3) zu niedriger Exposition in den meisten epidemiologischen Studien.

In dieser Arbeit werden keine Überlegungen zur biologischen Evidenz des Zusammenhangs von Benzolexposition und dem Auftreten von NHL angestellt. Eine biologische Evidenz sollte sich nach unserer Auffassung jedoch in Form erhöhter Risikoschätzer in den epidemiologischen Studien spiegeln - falls die unterstellte biologische Evidenz für das Erkrankungsrisiko des exponierten Menschen eine hinreichende quantitative Relevanz besitzt. Natürlich müssen die epidemiologischen Studien auch geeignet sein, interessierende Risikohöhen zu erkennen. Dies wurde mit den Punkten 2) und 3) vom Ärztlichen Sachverständigenbeirat bestritten.

Der zweite Punkt (geringer Stichprobenumfang) könnte natürlich eine Rolle spielen. Dieser Einwand, wonach die Studien eine zu geringe Power hätten, wurde schon lange diskutiert. Genau aus diesem Grund wurde in China eine umfangreiche Fall-Kontrollstudie aufgelegt, die im Jahr 2010 publiziert werden konnte (Wong et al. 2010) und die wir, z. T. gemeinsam mit der neuen französischen Arbeit von Orsi et al. 2010 nutzten, um publizierte Meta-Analysen mit einer nochmals erhöhten Power fortzuschreiben. Damit dürfte der Einwand entfallen.

Der dritte Punkt betrifft die Höhe der Exposition. Eine Begrenzung der Analysen auf Teilgruppen von Exponierten mit einer entsprechend hohen Exposition ist in fortgeschriebener Form möglich, so dass wir diesem Argument nachkommen konnten. Diese aktualisierte Analyse ergab ein relatives Risiko von 1,5 - also eine Erhöhung über den Neutralwert von 1. Allerdings war diese Erhöhung nicht statistisch signifikant. Diese mittlere Erhöhung um 50% wird nicht durch den auffällig hohen Risikoschätzer von 3,0 der chinesischen Studie (Hayes et al. 1997) bedingt – denn dieser Wert ist sehr unsicher und trägt somit kein großes Gewicht in der Meta-Analyse – sondern durch die Fokussierung des Ärztlichen Sachverständigenbeirats auf allein den 8. Report zur australischen Health Watch Kohorte mit einem Follow-up bis lediglich 1988/1989 (Christie et al. 1991), in dem der Risikoschätzer extrem hoch ausfällt und in den nachfolgenden Auswertungen stetig kleiner wird.

Die International Agency for Research on Cancer hat 2009 den Zusammenhang zwischen Benzol und NHL in die Kategorie „limited evidence“ eingestuft (Baan et al. 2009). Die Empfehlung des Ärztlichen Sachverständigenbeirats NHL in Verbindung mit einer Benzolexposition als Berufskrankheit anzuerkennen, kann epidemiologisch nicht gestützt werden.

### Literaturverzeichnis

Alexander DD, Wagner ME (2010) Benzene exposure and non-Hodgkin lymphoma: a meta-analysis of epidemiologic studies. *J Occup Environ Med*;52:169-189.

Baan R, Grosse Y, Straif K, Secretan B, El Ghissassi F, Bouvard V, Benbrahim-Tallaa L, Guha N, Freeman C, Galichet L, Coglianò V (2009) A review of human carcinogens--Part F: Chemical agents and related occupations. *Lancet Oncol*;10:1143-1144.

Christie D, Robinson K, Gordon I, Bisby J (1991) A prospective study in the Australian petroleum industry. II. Incidence of cancer. *Br J Ind Med*;48:511-514.

Hayes RB, Yin S-N, Dosemeci M, Li G-L, Wacholder S, Travis LB, Li C-Y, Rothman N, Hoover RN, Linet MS (1997) Benzene and the dose-related incidence of hematologic neoplasms in China. Chinese Academy of Preventive Medicine--National Cancer Institute Benzene Study Group. *J Natl Cancer Inst*;89:1065-1071.

Kane EV, Newton R (2010) Benzene and the risk of non-Hodgkin lymphoma: a review and meta-analysis of the literature. *Cancer Epidemiol*;34:7-12. Orsi L, Monnereau A, Dananche B, Berthou C, Fenaux P, Marit G, Soubeyran P, Huguet F, Milpied N, Leporrier M, Hemon D, Troussard X, Clavel J (2010) Occupational exposure to organic solvents and lymphoid neoplasms in men: results of a French case-control study. *Occup Environ Med*;67:664-672.

Steinmaus C, Smith AH, Jones RM, Smith MT (2008) Meta-analysis of benzene exposure and non-Hodgkin lymphoma: biases could mask an important association. *Occup Environ Med*;65:371-378.

Swaen GMH, Tsai SP, Burns C (2010) Meta-analysis on benzene exposure and non-Hodgkin's lymphoma. *Occup Environ Med*;67:286-287; author reply 287.

Ulm K, Morfeld P (2011) Benzol und Non-Hodgkin-Lymphome. *Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed*;46:358-362.

Vlaanderen J, Lan Q, Kromhout H, Rothman N, Vermeulen R (2011) Occupational benzene exposure and the risk of lymphoma subtypes: a meta-analysis of cohort studies incorporating three study quality dimensions. *Environ Health Perspect*;119:159-167.

Wong O, Harris F, Armstrong TW, Hua F (2010) A hospital-based case-control study of non-Hodgkin lymphoid neoplasms in Shanghai: analysis of environmental and occupational risk factors by subtypes of the WHO classification. *Chem Biol Interact*;184:129-146.

## **Nachweis von PCBs im Blut in Abhängigkeit von Expositionsdauer und Tätigkeit sowie Effekte auf die Schilddrüse – erste Auswertungen einer Langzeitstudie**

**<sup>1</sup>Gube M, <sup>1</sup>Schettgen T, <sup>1</sup>Esser A, <sup>2</sup>Neulen J, <sup>1</sup>Kraus T**

<sup>1</sup>Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin, RWTH Aachen

<sup>2</sup>Klinik für Gynäkologische Endokrinologie und Reproduktionsmedizin, RWTH Aachen

### **Hintergrund**

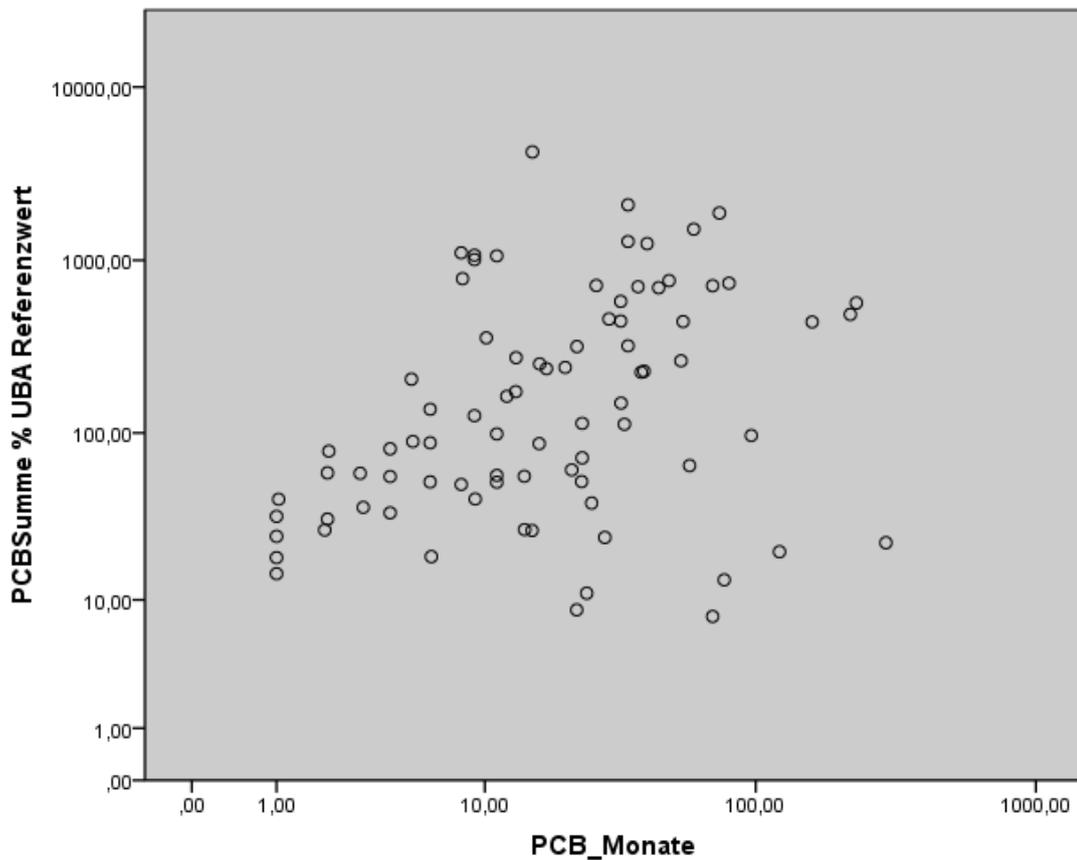
Im Rahmen von Entsorgungsarbeiten von Transformatoren und Kondensatoren in Dortmunder Firmen ist es bis zur Schließung im Mai 2010 zu teils hohen Belastungen mit mehreren PCB-Kongeneren der dort direkt Beschäftigten sowie Mitarbeitern aus Leih- und Fremdfirmen gekommen. Seit Juli 2010 nehmen ca. 300 Personen an einem medizinischen Betreuungsprogramm teil, um mögliche gesundheitliche Effekte frühzeitig diagnostizieren und behandeln zu können.

### **Methoden**

Nachdem mittels Biomonitoring bei den betroffenen Personen erhöhte PCB-Werte im Blut festgestellt wurden, wurde im Rahmen des Betreuungsprogrammes unter anderem durch eine detaillierte Arbeitsanamnese die Expositionsdauer sowie die Dauer der einzelnen gefährdenden Tätigkeiten im Betrieb ermittelt. Es werden die deskriptiven Auswertungen der Belastung mit den PCB-Kongeneren 28, 118 und die PCB-Summe in Bezug auf die Dauer und Art der Tätigkeit vorgestellt sowie deren Effekte auf die Schilddrüsenhormone.

### **Ergebnisse**

Die 83 männlichen Mitarbeiter in einem Recycling-Betrieb waren im Median 16 Monate direkt gegenüber PCB exponiert (Range 1-292,2). PCB28 lag im Median bei 1,09µg/l Plasma (0,02-177,95), PCB118 bei 1,09µg/l (0,03-37,14). Analog fand sich für den Quotienten der PCB Summe eine innere Belastung von 112,38% (7,82-4220,02) in Bezug auf den altersspezifischen Referenzwert des Umweltbundesamtes (UBA). Die innere Belastung korreliert mit der Expositionsdauer für die beiden genannten Kongenere sowie für die PCB-Summe ( $p < 0,05$  bzw.  $p < 0,01$ ).



Kendall-Tau-b; \*\*  $p < 0.01$  (zweiseitig)

Einige PCB, insbesondere die hydroxilierten Metabolite, weisen eine deutliche Strukturähnlichkeit mit dem Hauptschilddrüsenhormon, dem Thyroxin (T4) auf. Im Tierversuch führen PCB zu Struma und Hypothyreose.

Metabolite mit Hydroxylgruppe in para- oder meta-Stellung mit benachbartem Chloratom in ortho- oder meta-Position zeigen hohe Bindungsaffinität zu Transthyretin. Transthyretin spielt für den Serumtransport beim Menschen zwar eine untergeordnete Rolle, ist jedoch wichtig beim Transport von T4 über die Hirnschranke sowie transplazentar. Hieraus ergibt sich die mögliche große Bedeutung einer Störung in der Pränatalphase bei belasteter Mutter auf das Ungeborene und dessen Hirnentwicklung.

Bei den Schilddrüsenhormonen zeigte sich eine Korrelation von TSH mit PCB28 ( $p=0,02$ ), 118 ( $p=0,01$ ) und der Summe ( $p=0,043$ ) im männlichen Gesamtkollektiv und für PCB28 und 118 bei den 78 männlichen MA des Recyclingbetriebes, wobei 5 Ausreißer von der Analyse ausgeschlossen wurden. Für fT3 und fT4 fand sich in der Querschnittsanalyse in diesem Subkollektiv keine signifikante Abhängigkeit von der PCB-Belastung. Im betrachteten Subkollektiv fanden sich Schilddrüsenantikörper mit

einer Häufigkeit von 7,7% (MAK; TPO-AK; n= 6 Personen), 6,4% (TAK; n= 5 Personen) und 0% (TRAK).

### **Schlussfolgerung**

Mit Hilfe unserer Untersuchungen / Laboranalysen konnten wir nachweisen, dass die innere Belastung mit PCB mit der Dauer der Tätigkeit im beobachteten Transformatoren- und Kondensatoren-Recyclingbetrieb korreliert.

Die Entwicklung der Schilddrüsenhormonkonstellation in Richtung einer Hypothyreose stimmt mit den Ergebnissen in der Literatur überein.

Die Analysen der Daten aus dem 1. Querschnitt dieser Langzeitstudie deuten bereits auf einen Effekt auf die Schilddrüse im Sinne eines Autoimmunphänomens hin, das es in der Folge genauer zu betrachten gilt.

## Zur Validierung eines PKW-Fahrsimulators für arbeitsmedizinische Fragestellungen: Pilotstudie mit Ethanol

**A. Muttray<sup>1</sup>, A. Breiting<sup>1\*</sup>, E. Goetze<sup>1\*</sup>, B. Geißler<sup>1</sup>, T. Schnupp<sup>2</sup>, T. Kaufmann<sup>3</sup>, M. Golz<sup>2</sup>, S. Letzel<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz; <sup>2</sup>Fakultät Informatik, Fachhochschule Schmalkalden; <sup>3</sup>Institut für Rechtsmedizin, Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz. \*Daten aus den med. Diss. von A.B. und E.G., in Vorbereitung.

### Zielsetzung

Eine Fahrsimulation bietet die Möglichkeit, ohne Gefährdung von Personen Einflüsse von z.B. Schläfrigkeit oder Fremdstoffen auf das Fahrverhalten zu untersuchen. Ziel war es, einen Beitrag zur Validierung einer neu entwickelten Fahrsimulation zu leisten. Für die Pilotstudie wurde Ethanol als Agens ausgewählt, weil dessen grundsätzliche Wirkungen auf das Fahrvermögen gut untersucht sind. Die interindividuelle Variabilität der Alkoholverträglichkeit und damit auch diejenige von Alkoholeffekten ist hoch. Dies hat zur Folge, dass die Alkoholeffekte in den verschiedenen Studien unterschiedlich stark ausgeprägt waren (Ogden und Moskowitz 2004). Deshalb wurde eine Zielkonzentration von 0,6‰ gewählt, die etwas oberhalb der derzeit in Deutschland geltenden Promillegrenze von 0,5 für „unauffällige“ Fahrer liegt.

### Methoden

20 Probanden fuhren zwei Fahrkurse in einem Foerst-Simulator F10-P, die jeweils aus einer nächtlichen monotonen Autobahnstrecke und einer Landstraße bestanden. Die Fahrdauer betrug jeweils zweimal 32 Minuten. Die Autobahnstrecke setzte sich aus geraden Segmenten zusammen. Die Landstraße enthielt gerade Streckenabschnitte sowie lang gezogene Rechts- und Linkskurven. Auf einigen der geraden Streckenabschnitte waren pro Landstraßenkurs insgesamt 12 Reaktionsaufgaben (Reh, Esel oder Mensch überquert die Straße, Abb. 1) zu absolvieren. Vor der ersten Fahrt waren der Atemalkohol, das Koffein im Speichel und ein Drogenscreening (MAHSAN-Kombi/DOA 10<sup>®</sup>) bei allen Probanden negativ. In der Pause zwischen den Fahrten tranken die Probanden Orangensaft entsprechend einem Parallelgruppendesign pur oder mit Wodka versetzt. Die Dosierung erfolgte gemäß der Widmark-Formel (Widmark 1932). Nach 20 Minuten wurde die Ethanolkonzentration in der Atemluft kontrolliert. Wenn eine (daraus geschätzte) Blutalkoholkonzentration von 0,6‰ nicht erreicht war, erfolgte ein Nachtrunk. Die Probanden waren gesunde, ausgeruhte und auf dem Simulator trainierte Männer (Alter 19-30 J.) ohne Kinetose. Abhängige Variablen in gemischten linearen Modellen waren die Reaktionszeit und die Standardabweichung der lateralen Position in der Fahrspur (SDLAT) als Maß für das Spurhaltevermögen (Arnedt et al. 2000). Für die einzelnen Streckentypen wurden separate gemischt lineare Modelle gerechnet. Einflussgrößen waren 1. bzw. 2. Fahrt, Blutalkoholkonzentration, subjektive Alkoholverträglichkeit, subjektive Schläfrigkeit

(Karolinska Sleepiness Scale, KSS) (Akerstedt und Gillberg 1990) und der Score des Simulator Sickness Questionnaire (SSQ) (Kennedy et al. 1993). Die Studie wurde von der Ethikkommission der Landesärztekammer Rheinland-Pfalz gebilligt. Die Probanden gaben ihre schriftliche Einwilligung und erhielten eine Vergütung für die Teilnahme an den Experimenten.



Abbildung 1: Ein Reh ist auf die Fahrbahn gelaufen. Der Proband führte eine Vollbremsung aus, konnte aber den Zusammenstoß nicht vermeiden. Daraufhin wurde das Reh schwarz dargestellt und der Proband durch ein Geräusch auf die Kollision aufmerksam gemacht. Um die Fahrt fortzusetzen, musste der Wagen neu gestartet werden. Ein Ausweichmanöver war durch abgestimmten Gegenverkehr unterbunden.

### Ergebnisse

Kollisionen mit anderen Fahrzeugen traten nicht auf. Die Zahl der überfahrenen Begrenzungspfosten konnte wegen eines herstellerbedingten Fehlers nicht exakt ermittelt werden. Die Anzahl der bei den Reaktionsaufgaben überfahrenen Objekte betrug in der Alkoholgruppe 25 und 28 (1. bzw. 2. Fahrt), in der Kontrollgruppe 29 bzw. 20. Die Reaktionszeiten streuten deutlich. Im gemischten linearen Modell war eine Erhöhung der Blutalkoholkonzentration um 0,1‰ mit einer Zunahme der Reaktionszeit von 24 ms assoziiert ( $p < 0,001$ ). Das Spurhaltevermögen war nach dem Trinken von Alkohol auf der (geraden) Autobahn sowie auf den geraden Landstraßenabschnitten nicht schlechter. Die SDLAT auf den Linkskurven der Landstraße streute stark, weil die Probanden entgegen der Instruktion häufiger die Kurven schnitten, so dass kein Alkoholeffekt erkennbar war. Der Alkoholkonsum beeinträchtigte tendenziell ( $p = 0,06$ ) die Spurführung in den Rechtskurven. Diese sind nach subjektiver Einschätzung

schwieriger zu fahren als andere Streckenabschnitte. Der SSQ-Score und der KSS-Score waren nicht mit der Fahrleistung assoziiert.

### Schlussfolgerung

In der Simulation verschlechterte der Alkoholkonsum sowohl das Reaktionsvermögen als auch tendenziell die Spurführung in den Rechtskurven. Auch letzteres Ergebnis steht in Übereinstimmung mit der Literatur, der zufolge sich Alkoholkwirkungen zuerst bei schwierigeren Aufgaben manifestieren. In methodischer Hinsicht ist erwähnenswert, dass auch unter Alkoholeinfluss keine Simulatorkrankheit auftrat.

### Danksagung

Die Studie wurde von der Europäischen Forschungsvereinigung für Umwelt und Gesundheit im Transportsektor e.V. (EUGT) gefördert. Die Drogentests (MAHSAN-KOMBI/DOA10-Schnelltest®) wurden von MAHSAN gesponsert. Frau Dipl.-Stat. U. Krahn, IMBEI Mainz, führte die statistische Beratung durch.

### Literatur

1. Akerstedt T, Gillberg M. Subjective and objective sleepiness in the active individual. *Int J Neurosci* 52, 1990, 29-37.
2. Arnedt JT, Wilde GJ, Munt PW, MacLean AW. Simulated driving performance following prolonged wakefulness and alcohol consumption: separate and combined contributions to impairment. *J Sleep Res* 9, 2000, 233-241.
3. Kennedy RS, Lane NE, Berbaum KS, Lilienthal MG. Simulator sickness questionnaire: an enhanced method for quantifying simulator sickness. *Int J Aviat Psychol* 3, 1993, 203-220.
4. Ogden EJ, Moskowitz H. Effects of alcohol and other drugs on driver performance. *Traffic Inj Prev* 5, 2004, 85-198.
5. Widmark EMP Die theoretischen Grundlagen und die praktische Verwendbarkeit der gerichtlich-medizinischen Alkoholbestimmung. Verlag Urban und Schwarzenberg, Berlin; 1932.

## **Untersuchung von Effekten unter CO<sub>2</sub>-Expositionen bei bergmännischen Arbeiten unter Tage oberhalb des Arbeitsplatzgrenzwertes (AGW)**

**Broding, H.C.**, Jettkant, B., Monsé, C., Sucker, K., Bünger, J., Brüning, T.

Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung – Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA), Bürkle-de-la-Camp-Platz 1, 44789 Bochum

**Ziel der Studie:** Bergmännische Gewinnungsarbeiten in Salzlagerstätten in Erschließungsgebieten mit CO<sub>2</sub>-Vorkommen sowie basaltischen Störungszonen sowie die Bewegung von gesprengtem Haufwerk können zu Überschreitungen des AGW für CO<sub>2</sub> führen. Die Spitzenbegrenzung wurde mit einem Überschreitungsfaktor von 2 und der Kurzzeitwert-Kategorie II festgelegt (TRGS 900, BMAS, 2006). Im Anschluss an Gas-Salz-Ausbrüche nach Sprengungen im Salzbergwerk erfolgt die Auswitterung CO<sub>2</sub>-belasteter Bereiche bis Werte unter 0,5 Vol.-% erreicht sind. Beim Verladen und Abtransportieren des gesprengten Haufwerks kann es erneut zu geringfügigen CO<sub>2</sub>-Konzentrationserhöhungen bis ca. 1,5 Vol.-% kommen, da ein Teil des CO<sub>2</sub> in der kristallinen Struktur der Salze gebunden ist und beim Laden des Haufwerks freigesetzt wird. Die aktuelle Grenzwertbegründung basiert auf „historischen“ wehrmedizinischen und unfallmedizinischen Erkenntnissen und wurde seit drei Jahrzehnten nicht mehr überprüft. Der AGW<sub>CO<sub>2</sub></sub> liegt bei 0,5 Vol.-% und kann bei Überschreitungen Ausnahmegenehmigungen erfordern. Die internationale Grenzwertsetzung erlaubt teilweise bereits höhere Kurzzeitüberschreitungen (Tabelle 1). Sind bei bergmännischen Gewinnungsarbeiten unter CO<sub>2</sub>-Expositionen oberhalb des AGW adverse Effekte detektierbar?

**Material und Methoden:** In einem Salzbergwerk wurden unter aktuellen CO<sub>2</sub>-Expositionen gesundheitliche Effekte einer untertäglich (u.T.) arbeitenden bergmännischen Kohorte von n=119 Bergleuten in Form eines CO<sub>2</sub>-Monitors mit Datenlogger am Revers der Arbeitskleidung d.h. einem personenbezogenem CO<sub>2</sub>-Monitoring untersucht. Um mögliche Kurz- und Langzeiteffekte zu analysieren wurden Oxymetrie, ZNS, Atemwege und Herz-Kreislaufsystem zu Beginn und am Schichtende untersucht und hierbei hoch (Gewinnung) und niedrig (Instandhaltung) exponierte Bergleute miteinander verglichen. Zusätzlich erfolgten neuropsychologische Untersuchungen mittels Discomfort Intolerance Scale (DIS), Nijmegen Questionnaire Hypersensitivity (NQH). Die Erfassung körperlicher Symptome erfolgte mittels Diagnostic Symptom Questionnaire (DSQ) und Symptom-Check-List (SCL).

**Tabelle 1:** Grenzwertfestsetzungen für CO<sub>2</sub> im internationalen Vergleich

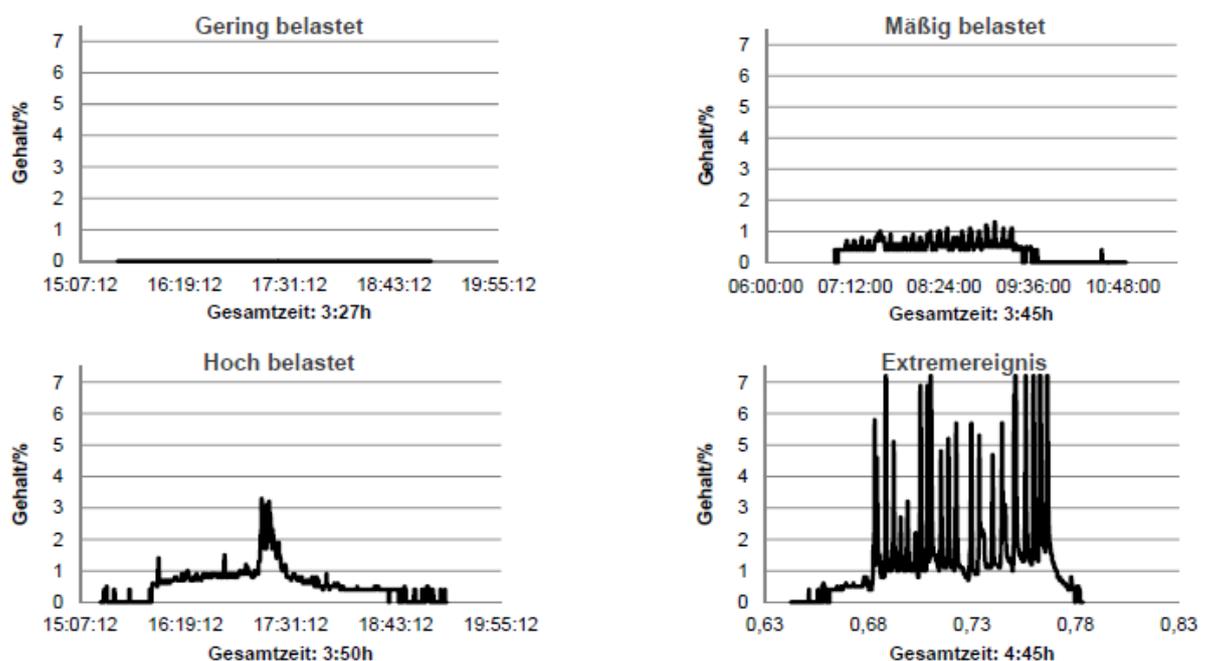
Land	Time Weighted Average (TWA)	Short Term Exposure Limit (STEL)	Quelle
Australien	5.000 ppm	30.000 ppm	National Exposure Standards For Atmospheric Contaminants; The Occupational Environment [NOHSC: 1003 (1995)]
	12.500 ppm (in coal mines)	30.000 (in coal mines)	Coal Mine Health and Safety Regulation 2006
Belgien	5.000 ppm	30.000 ppm	"Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle" (VLEP) / "Grenswaarden voor Beroepsmatige Blootstelling" (GWBB)
Großbritannien	5.000 ppm	15.000 ppm	EH 49/2005 Workplace exposure limits
Niederlande	5.000 ppm	30.000 ppm	Dutch Expert Committee on Occupational Standards (DECOS) of the Health Council
Kanada	5.000 ppm	30.000 ppm	Regulation respecting Control of Exposures to Biological or Chemical Agents – made under the occupational health and safety act (aligns with ACGIH TLV's)
U.S.A.	5.000 ppm	30.000 ppm	American Conference of Industrial Hygienists (ACGIH 2006), TLV
	5.000 ppm		Occupational Safety and Health Administration (OSHA), PEL
	5.000 ppm	30.000 ppm	National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), REL

**Ergebnisse:** Das Kollektiv (Alter: 40-42 J.) ließ sich in drei Expositionsgruppen "niedrig belastet", 0,00–0,09 Vol.-% [n=83], "mäßig belastet", 0,10 – 0,49 Vol.-% [n=26], "hoch belastet", 0,50 – max. Vol.-% [n=10] einteilen (siehe auch Abbildung 1). Insgesamt wurden 22 Grenzwertüberschreitungen des AGW für CO<sub>2</sub> von 0,5 Vol.-% beobachtet. Unter Berücksichtigung des Sonderbetriebsplanes, bei welchem eine Beschäftigungsdauer von 4 Stunden bis 0,99 Vol.-% und 2 Stunden zwischen 1,0 und 1,5 Vol.-% gestattet ist, lagen keine Überschreitungen der CO<sub>2</sub>-Expositionen > 1 Vol.-% vor (s.a. Abbildung 1). Kapilläre Blutgasanalysen vor und nach Schicht ergaben keine Gruppenunterschiede. Die hämoxymetrischen Daten als auch die Lungenfunktionsprüfungen ergaben keine Auffälligkeiten. Im Langzeit-EKG waren keine CO<sub>2</sub>-induzierten Veränderungen detektierbar. Im DSQ zeigten sich keine Veränderungen der Symptomanzahl oder körperlichen Symptomintensität. Die Empfindlichkeit der DIS gegenüber unangenehmen körperlichen Empfindungen war insgesamt niedrig ausgeprägt. Ein bedeutsamer Unterschied zeigte sich zwischen den

„niedrig Exponierten“ und den „hoch Exponierten“, d.h. die Personen in der Gruppe der „hoch Exponierten“ konnten körperliches Unwohlsein noch besser tolerieren.

Hier zeigt sich möglicherweise ein „Healthy-Worker-Effekt“ bzw. eine Form von Gewöhnung an die körperlich anspruchsvolle Tätigkeit in diesem Arbeitsbereich. Der NQH identifizierte

**Abbildung 1:** Beispieleexpositionen gemäß Aufzeichnung durch einen Personal Monitor



keine Hyperventilationseffekte, die Empfindlichkeit gegenüber unangenehmen körperlichen Empfindungen lag insgesamt niedrig. Personen der hoch exponierten Gruppe konnten „Unwohlsein“ besser tolerieren. Zur Erfassung der Veränderung körperlicher Symptome wurde der DSQ eingesetzt. Die Ergebnisse zeigten keine statistisch bedeutsamen Veränderungen, weder bei der Anzahl der genannten Symptome (0-12), noch im Hinblick auf die Intensität der körperlichen Symptome (Skala 1 bis 5). Im SCL lag die Gruppe der „hoch belasteten“ auf höherem Niveau. Die neuropsychologischen Tests deuten expositionsbezogene Veränderungen an. Es ließen sich anhand von Expositionsmarkern weder Hinweise auf Akuteffekte noch Langzeiteffekte bei einer über dem AGW liegenden CO<sub>2</sub>-Exposition identifizieren. Hinweise aus neuropsychologischen Tests könnten teilweise als Effekte körperlich anspruchsvollerer Tätigkeiten in höher CO<sub>2</sub>-exponierten Arbeitsbereichen interpretiert werden.

**Schlussfolgerung:** AGW<sub>CO<sub>2</sub></sub>-Überschreitungen können an u.T. Arbeitsplätzen auftreten und erfordern belastbare Resultate zu gesundheitlichen Risiken um Ausnahmegenehmigungen zu begründen. Die gewonnenen Erkenntnisse helfen bei der Grenzwertfestsetzung und Überprüfung historischer Grenzwerte (MAK CO<sub>2</sub>: 1961, 2002).

**Literatur:**

**DFG 1961:** The MAK Collection for Occupational Health and Safety, Online ISBN:9783527600410, 9. Edition, Wiley VCH Weinheim (1961)

**DFG 2002:** The MAK Collection for Occupational Health and Safety, Online ISBN:9783527600410, 34. edition, Wiley VCH Weinheim (2002)

**DFG 2011:** List of MAK and BAT values 2011, commission for the investigation of health hazards of chemical compounds in the work area, Report no. 47, Wiley VCH Weinheim (2011)

**TRGS 900:** Technical Rules for Hazardous Substances, Federal Institute for Occupational Safety and Health (BAuA) (2006)

## **Betriebliches Gesundheitsmanagement (BGM) – Implementierung im universitären Bereich als ressourcen- und zielorientierter Verbesserungsprozess**

**D. Müller<sup>1</sup>, B. Emmert<sup>1</sup>, A. Göring<sup>2</sup>, M. Krüssel<sup>3</sup>, K. Reimers<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Betriebsärztlicher Dienst der Georg-August-Universität Göttingen und  
Universitätsmedizin  
Göttingen

<sup>2</sup> Allgemeiner Hochschulsport der Georg-August-Universität Göttingen

<sup>3</sup> Personalentwicklung der Georg-August-Universität Göttingen

### **Einleitung**

Wissenschaftliche Untersuchungen belegen die große Bedeutung von Betrieblichem Gesundheitsmanagement (BGM) für die physische und psychische Gesundheit von Beschäftigten. Auch im universitären Bereich kommt es zu Leistungsverdichtung und Veränderungen der Rahmenbedingungen u.a. durch den demographischen Wandel. Betriebliche Gesundheitsförderungsprogramme können einen kontinuierlichen ressourcen- und zielorientierten Verbesserungsprozess für die Universitäten anstoßen und einen Wettbewerbsvorteil begründen. Ziel der vorliegenden Arbeit ist die zusammenfassende Darstellung des implementierten BGM-Prozesses an der Georg-August-Universität Göttingen vor dem Hintergrund organisatorischer Veränderungen.

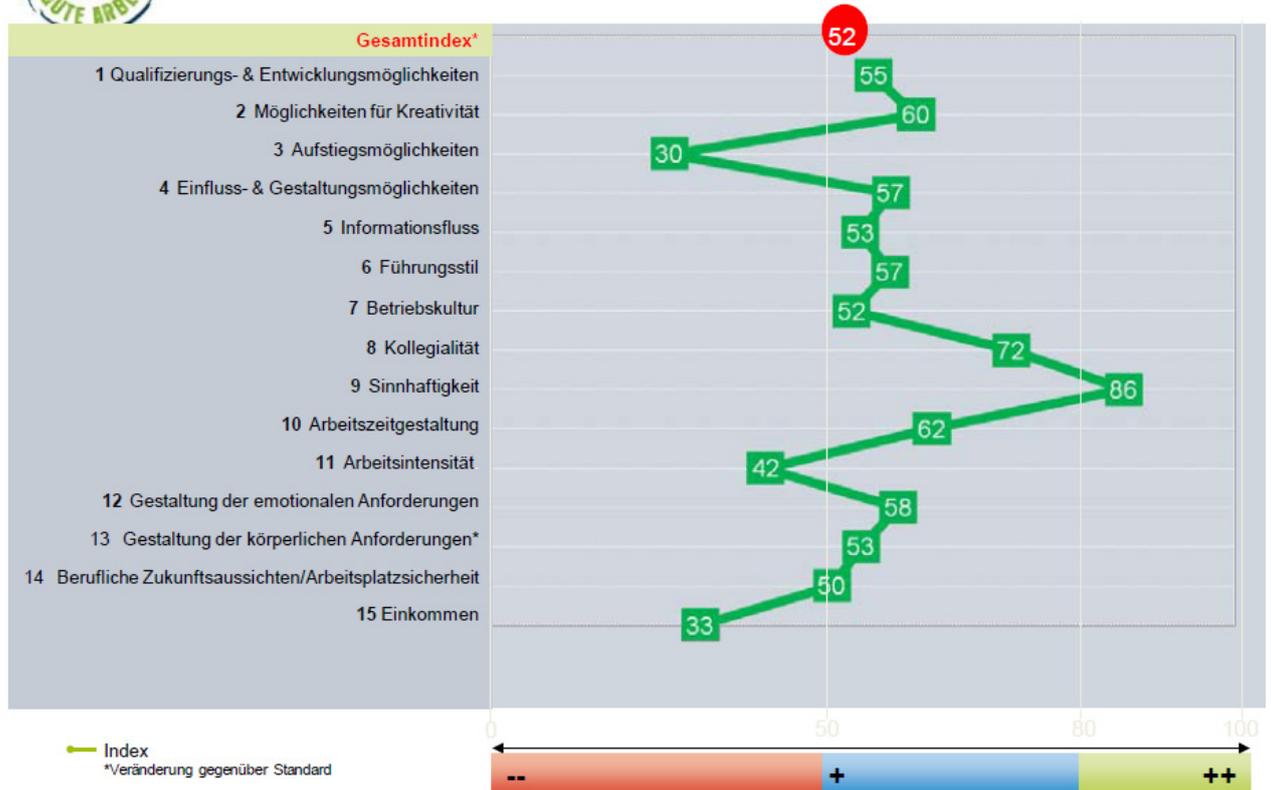
### **Methoden und Ergebnisse**

Seit 2009 hat sich das Präsidium der Georg-August-Universität Göttingen verstärkt dem Themenkomplex „Führung/Motivation/Kultur“ zugewandt. Mitarbeiterorientierte Projekte wurden unter Beteiligung von Personalentwicklung, Personalrat, Hochschulsport und Betriebsärztlichem Dienst sowie weiteren Akteuren mit Unterstützung der Techniker Krankenkasse initiiert. Es wurde nach breiter Diskussion unter dem Motto „Unsere Arbeit gemeinsam gesund gestalten“ eine Rahmendienstvereinbarung zum betrieblichen Gesundheitsmanagement getroffen. Sie hat zum Ziel, Gesundheit als Wert in der Unternehmenskultur zu verankern, die Arbeitsfähigkeit aller Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter zu erhalten, zu fördern und zu stärken, die Motivation und die Zufriedenheit zu verbessern und das soziale Miteinander zu fördern. Unter Beteiligung zahlreicher betrieblicher Einrichtungen sollen sowohl das Verhalten des/der Einzelnen, als auch die Verhältnisse berücksichtigt werden, in denen sie/er arbeitet. Maßnahmen werden vorrangig dort eingesetzt, wo die Einflussmöglichkeiten der Universität als Arbeitgeberin am größten sind (z.B. bei Führung, Management, Kommunikation, Arbeitsinhalten, -organisation und -bedingungen sowie Personalplanung und -qualifizierung. Zur grundlegenden Analyse der Ausgangssituation wurde in der Zentralverwaltung der Universität (einschließlich Gebäudemanagement mit Reinigungs- und Hausmeisterdiensten) in Kooperation mit der DGB-Index-Gute-Arbeit-GmbH im Jahr 2010 eine Mitarbeiterbefragung durchgeführt. Es wurden insbesondere folgende Bereiche betrachtet: „Zufriedenheit“, „Identifikation mit dem Arbeitgeber Stiftungsuniversität“, „Gesunde Arbeit“, „Mitarbeiterführung“ und „Familienservice“. Dabei wurden die Arbeitsbedingungen aus Sicht der Beschäftigten einschließlich der persönlichen Einschätzung des

Belastungsgrades erfasst. Bei einer Rücklaufquote von 73% wurden 602 Fragebögen ausgewertet. Die Ergebnisse (1) zeigen u. a., dass der Sinn und Nutzen der geleisteten Arbeit als sehr hoch eingestuft wurde - bei allerdings nur geringen Aufstiegschancen. Das Einkommen wird als eher gering eingestuft:



## Gesamtergebnis



49% der Mitarbeiter berichten von belastenden Arbeitsbedingungen, die hauptsächlich auf die als hoch eingeschätzte Arbeitsintensität zurückzuführen sind. Die Ergebnisse zeigen teilweise erhebliche Unterschiede zwischen verschiedenen Beschäftigtengruppen. Die langfristige Gesunderhaltung (Arbeitsfähigkeit bis zur Rente) wird kritisch bewertet. Nur 32% der körperlich arbeitenden Beschäftigten gehen davon aus, ihre Arbeit bis zur Rente ausführen zu können.

Gleichzeitig waren 68% der Beschäftigten zur Mitarbeit an gemeinsamen Verbesserungsmaßnahmen bereit.

In fast allen Abteilungen der Zentralverwaltung wurden zur Implementierung und Verstetigung des Verbesserungsprozesses u. a. Workshops und Gesundheitszirkel durchgeführt, in denen weitere Verbesserungsmaßnahmen unter Partizipation der Beschäftigten sowohl im Sinne der Verhältnis-, wie auch der Verhaltensprävention erarbeitet wurden. Dieser Prozess wurde von der Abteilung Personalentwicklung begleitet (2).

Mitarbeiterbefragungen in wissenschaftlichen Bereichen werden 2012 in zunächst 5 Fakultäten begonnen.

**Schlussfolgerung/Diskussion**

BGM zielt auf die Gesundheit, d.h. auf das körperliche, geistige und seelische Wohlbefinden der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Für die Umsetzung des BGM wurde eine Rahmendienstvereinbarung zwischen Präsidium und Personalrat zur Verankerung von „Gesundheit als Wert“ geschlossen und eine Verbesserung der Kommunikationskultur vereinbart. Darüber hinaus wurde das Betriebliche Eingliederungsmanagement in das BGM integriert. Aufgrund der Ergebnisse weiterer Mitarbeiterbefragungen in anderen Bereichen der Universität werden geeignete und nachhaltige Präventionsmaßnahmen in enger Zusammenarbeit mit den Beschäftigten weiterentwickelt. Der Effekt und die Nachhaltigkeit werden in einer Folgebefragung evaluiert.

**Literatur**

1. Ergebnisbericht der DGB-Index Gute Arbeit GmbH, August 2010:  
<http://www.uni-goettingen.de/de/306420.html> (19.03.2012)
2. Verbesserungsmaßnahmen der Zentralverwaltung (Projektstrukturpläne):  
<http://www.uni-goettingen.de/de/306425.html> (19.03.2012)

## Betriebliches Gesundheitsmanagement am Beispiel einer Adipositas-Intervention – Erkenntnisse aus 10 Jahren

### Sammito S<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Laborabteilung IV – Wehrmedizinische Ergonomie und Leistungsphysiologie, Zentrales Institut des Sanitätsdienstes der Bundeswehr Koblenz

<sup>2</sup>Bereich Arbeitsmedizin der Medizinischen Fakultät der Otto-von-Guericke Universität Magdeburg

**Einleitung:** Übergewicht und Adipositas gelten heute als anerkannte Risikofaktoren für koronare Herzkrankheit [1], Diabetes mellitus [2,3] und erhöhen das Risiko einiger Krebserkrankungen [4]. Ein erhöhter BMI korreliert mit einer deutlichen Verkürzung der Lebenserwartung [5] und einer Steigerung der Gesamtmortalität [6]. Darüber hinaus sinkt die körperliche Leistungsfähigkeit und immer mehr Arbeitnehmer sind den körperlichen Anforderungen des Berufsalltages nicht mehr gewachsen [7].

Im Rahmen betrieblicher Gesundheitsmaßnahmen wird versucht, Übergewicht und Adipositas zu verhindern oder zu reduzieren. In körperlich anspruchsvollen Berufsfeldern, wo eine mangelnde körperliche Leistungsfähigkeit mit einem direkten Risiko für den Arbeitnehmer einhergeht (Polizei, Feuerwehr und Militär) ist dies von besonders hohem Interesse. So wird u. a. in der Bundeswehr seit 2001 mittels des „Adipositas-Interventionsprogramm der Bundeswehr“ (AiPBw) interdisziplinär versucht, das Körpergewicht von Soldaten zu erniedrigen, Risikofaktoren zu minimieren und die körperliche Leistungsfähigkeit zu steigern [8].

Das AiPBw wird im Rahmen eines lehrgangsgebundenen Programmes (seit 2001) und eines ambulanten Programmes (seit 2003) am Sportmedizinischen Institut der Bundeswehr in Warendorf durchgeführt. Das hier betrachtete ambulante Programm sieht eine Programmdauer von 24 Monaten mit jeweils 3-monatigen Wiedervorstellungen im ersten Jahr und 6-monatigen Wiedervorstellungen im zweiten Jahr vor. Bei jeder Patientenvorstellung wird neben einem ausführlichen Arzt-Patientengespräch, die Labor- und anthropometrische Parameter erfasst. Initial und alle 6 Monate wird mittels einer Leistungsdiagnostik auf einem Fahrradergometer die individuelle körperliche Leistungsfähigkeit gemessen und eine Trainingsberatung durchgeführt. Bei den Wiedervorstellungen nach 3, 9 und 18 Monaten wird eine ernährungsmedizinische Beratung und Intervention durchgeführt.

Ergebnisse nach 10 Jahre Intervention wurden kürzlich für dieses Programm veröffentlicht [9]. Für ein betriebliches Interventionsprogramm sind über die eigentlichen Ergebnisse im Rahmen der Gewichtsreduktion und der Steigerung der körperlichen Leistungsfähigkeit auch die Kosten-Nutzen-Relation von Interesse.

**Methoden:** Ergebnisse der Daten zum ambulanten Arm des Programmes aus der 10-Jahres-Evaluation auf Basis einer Intention-to-threat-Analyse werden in Bezug zu den Kosten dieser Intervention basierend auf einer GOÄ-Kalkulation präsentiert (s. Tab. 1).

**Tab. 1:** GOÄ-Kalkulation für die einzelnen Untersuchungs- und Beratungspunkten

	GOÄ-Ziffer	1facher Satz
Arztkontakt (1. Kontakt)	29	25,65 €
Arztkontakt (2. & folgende)	3,5	13,42 €
Ergometrie	652	25,94 €
Ernährungsberatung 20‘	33	17,49 €
Labor (BB, Leber, Niere, Fettwerte, Elektrolyte, HB <sub>A1c</sub> )	Diverse	48,37 €

**Ergebnisse:** Im Zeitraum 2001-2011 wurden insgesamt 665 Probanden (630 ♂, 35 ♀) im ambulanten Arm des AiPBw behandelt. Diese waren zu Beginn  $40,0 \pm 9,4$  Jahre alt, hatten einen BMI von  $33,8 \pm 4,2$  kg/m<sup>2</sup> und eine einfache Anfahrt von  $234 \pm 136$  km. Auf dem Fahrradergometer wurde von den Probanden zu Beginn des Programmes eine absolute Leistung von  $223,8 \pm 49,8$  Watt bei voller Ausbelastung erreicht. Die Abbrecherrate des Programmes war hoch, so nahmen nur 20% der Teilnehmer am 12-Monats-Wiedervorstellungstermin teil. Über den gesamten Zeitraum konnte eine Gewichtsreduktion von 3,13 kg ( $p < 0,001$ ) und eine Zunahme der Leistungsfähigkeit von 10,6 W ( $p < 0,001$ ) erzielt werden. Basierend auf eine GOÄ-Kalkulation war eine Investition von 90 € (1facher GOÄ-Satz) bzw. 207 € (2,3facher GOÄ-Satz) pro kg Gewichtsverlust und 27 € bzw. 62 € pro Watt Leistungszuwachs auf dem Fahrradergometer nötig.

**Diskussion:** Übergewicht und Adipositas stellen für immer mehr Arbeitnehmer ein immer größer werdendes Problem bei der Erfüllung der körperlichen Anforderungen im Berufsalltag dar [7]. In Berufen mit hohen körperlichen Anforderungen bei gleichzeitiger Gefährdung im Berufsalltag (Polizei, Feuerwehr, Militär) sind betriebliche Programme zur Verhinderung bzw. Reduzierung von Übergewicht und Adipositas ein zentraler Aspekt präventivmedizinischer betrieblicher Gesundheitsmaßnahmen. Seit 2001 wird im Rahmen des „Adipositas-Interventionsprogramm der Bundeswehr“ versucht, neben der Reduzierung des Körpergewichts die körperliche Leistungsfähigkeit von Soldaten zu steigern [8]. Der ambulante Arm dieses Programmes zeigte zwar eine signifikante, aber eher mäßige Gewichtsreduktion von 3 kg bei hohen Abbrecherraten der Teilnehmer. Die langen Anfahrtswege von im Mittel 234 km scheinen dafür mitverantwortlich zu sein. Bezogen auf einer GOÄ-Kalkulation hätte ein Unternehmen

in der zivilen Wirtschaft für gleiche Erfolge Investitionskosten von 90 € (1facher GOÄ-Satz) bzw. 207 € (2,3facher GOÄ-Satz) pro kg Gewichtsverlust und 27 € bzw. 62 € pro Watt Leistungszuwachs auf dem Fahrradergometer einzukalkulieren.

Auch im Kontext eines betrieblichen Gesundheitsförderprogramms scheint die Adipositas-Intervention nur schwer deutliche Verbesserungen zu erzielen. Der Fokus muss daher in Zukunft im Bereich des Militärs, aber auch im zivilen Bereich auf der Verhinderung statt auf der Eindämmung und Behandlung von Übergewicht und Adipositas liegen.

#### **Literatur:**

1. Lakka HM, Lakka TA, Tuomiletho J, Salonen JT. Abdominal obesity is associated with increased risk of acute coronary events in men. *Eur Hear J* 2002; 23: 706-713.
2. Chan JM, Rimm EB, Colditz GA, Stampfer MJ, Willett WC. Obesity, fat distribution, and weight gain as risk factors for clinical diabetes in men. *Diabetes Care* 1994; 17: 961-969.
3. Colditz GA, Willett WC, Rotnitzky A, Manson JE. Weight gain as a risk factor for clinical diabetes mellitus in women. *Ann Intern Med* 1995; 122: 481-486
4. Dieterle C, Landgraf R. Folgeerkrankungen und Komplikationen der Adipositas. *Internist* 2006; 47: 141-149.
5. Prospective Studies Collaboration. Body-mass index and causespecific mortality in 900000 adults: collaborative analyses of 57 prospective studies. *Lancet* 2009; 373: 1083-1096.
6. McGee DL. Body mass index and mortality: a meta-analysis based on person-level data from twenty-six observational studies. *Ann Epidemiol* 2005; 15: 87-97.
7. Hertz RP, Unger A, McDonald M, Lustik MB, Biddulph-Krentar J. The impact of obesity on work limitations and cardiovascular risk factors in the U.S. workforce. *J Occup Environ Med* 2004; 46: 1196-203.
8. Sanitätsamt der Bundeswehr, Abt. IV 1.2. Leitfaden Gewichtsabnahme und Steigerung körperlicher Leistungsfähigkeit - Das Handbuch zum "Adipositas-Interventionsprogramm Bw". 3. überarbeitete Auflage. München, 2003.
9. Sammito S. Evaluation des Adipositas-Interventionsprogramm am Sportmedizinischen Institut der Bundeswehr. *Wehrmed Mschr* 2012, 55 (2-3): 58-61.

**Keywords:** Adipositas, betriebliches Gesundheitsmanagement, Militär, Prävention

## **Kosten-Nutzen-Analyse einer Maßnahme zur Betrieblichen Gesundheitsvorsorge am Beispiel "Screening Kolonkarzinom"**

**Michael Schneider<sup>1,2</sup>, Hermann-Josef Häck<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Boehringer Ingelheim Pharma GmbH & CoKG und Mannheimer Institut für Public Health

<sup>2</sup>Mannheimer Institut für Public Health, Sozial- und Präventivmedizin, Medizinische Fakultät Mannheim der Universität Heidelberg, Mannheim

<sup>3</sup>Monheim am Rhein

### **Ziel der Studie**

In den vergangenen Jahren ist die Inzidenz maligner Dickdarntumore signifikant angestiegen. In Deutschland ist das Kolorektale Karzinom (KRK) die zweithäufigste bösartige Tumorerkrankung (25) und belegt innerhalb der EU eine mit die höchste Mortalitätsrate (11). Die 5-Jahres-Überlebensrate beträgt ca. 60% und ist dabei abhängig vom Stadium zum Zeitpunkt der Diagnosestellung, die Heilungsrate bei frühzeitiger Diagnose liegt bei über 90 %) (33). Die Inzidenz des KRK steigt üblicherweise ab dem 50. Lebensjahr stark an, kann jedoch bereits auch bei jüngeren Menschen auftreten (31, 34). Ziel der Studie war es, ein Darmkrebs- Screening im betrieblichen Umfeld anzubieten und in diesem Zusammenhang den Aufwand im Hinblick auf Nutzungsvorteile für Mitarbeiter, Unternehmen und Sozialleistungsträger zu untersuchen.

### **Methoden**

Im Rahmen einer Maßnahme zur betrieblichen Gesundheitsförderung wurden im Jahr 2009 bei Boehringer Ingelheim in Deutschland allen 11.536 Mitarbeitern ein Darmkrebs- Screening angeboten. Allen Teilnehmern erhielten einen standardisierten Fragebogen, gleichzeitig wurde ein immunologischer Stuhltest (iFOBT) ausgehändigt. Die Teilnehmer wurden angehalten, Fragebogen und Stuhltest innerhalb von 3 Tagen zurückzugeben. Die Proben wurden in einem externen Labor ausgewertet. Sowohl ein positives Testergebnis, als auch der anamnestische Hinweis auf ein erhöhtes Risiko für die Entwicklung eines KRK wurde als "auffällig" bewertet und eine diagnostische Abklärung mittels Koloskopie wurde empfohlen. Die Auswertung der Daten erfolgte deskriptiv, es wurden Häufigkeit, arithmetischer Mittelwert und prozentuale Verteilung berechnet.

### **Ergebnisse**

Insgesamt 4.287 Mitarbeiter (37,2 %) nahmen am angebotenen Darmkrebs-Screening teil, die Datensätze von 3.958 Teilnehmern (34,3%) wurden ausgewertet und drei Altersgruppen zugeordnet (G1 = 20-35 Jahre, G2 = 36-50 Jahre, G3 = 51-65 Jahre). Insgesamt wurden 114 Personen wegen einem auffälligen FOBT koloskopiert.

Endoskopisch wurde bei Teilnehmern in G2 und in G3 jeweils drei (7,3 % bzw. 8,1% manifeste KRK gefunden. In G1 wurden bei 13, in G2 bei 17 und in G3 bei 16 Personen adenomatöse Polypen endoskopisch entfernt. 2075/3958 Personen (52,4%), gaben an, eine Koloskopie als Vorsorgemaßnahme prinzipiell eingeplant zu haben. Hierunter fielen allerdings keine Person mit auffälligem iFOBT aus G1 und lediglich 2/41 (4,9%) aus G2 und 3/37 (8,1%) aus G3. Immerhin beabsichtigten 2/36 (5,6%) der Teilnehmer mit auffälligem iFOBT aus G1, 11/41 (31,7%) aus G2 und 7/37 (7,0%) aus G3 an, ein Darmkrebsscreening unabhängig von der BGF- Maßnahme zeitnah vorgesehen zu haben.

### Diskussion

Die finanzielle Gesamtaufwand für die Organisation und Durchführung des Darmkrebsscreening wurde mit insgesamt ca. 135.000€ berechnet, siehe Tab.1. Im Zusammenhang mit der Datenanalyse wurden die Opportunitätskosten als Nutzen aus den vermiedenen direkten Kosten dargestellt. Der Produktivitätsverlust bei krankheitsbedingter Abwesenheit für eine Vollzeitstelle durch Entgeltfortzahlung im Krankheitsfall wurde mit 376 € täglich berechnet. Bei der Berechnung unberücksichtigt blieben die im Einzelfall anfallenden indirekten Lohnnebenkosten, wie z.B. erhöhte Managementkosten aufgrund verstärktem Organisationsbedarf, Kosten für Aushilfspersonal, Qualitätsverlust und geringere Produktivität. Unter Zugrundelegung der Daten aus dem Gesundheitsreport 2009 des BKK- Bundesverbands (ICD 18 „Börsartige Neuerkrankung Colon“) errechnen sich eine Summe von 8.272 €, die allein als Entgeltfortzahlung vom Arbeitgeber für einen Zeitraum von 22 Ausfalltagen zu leisten wäre. Bei insgesamt 46 nachgewiesenen und mittels endoskopischer Abtragung entfernter Polypen errechnet sich für das Unternehmen eine Einsparung von approximativ 380.500€, diskontiert über 7 Jahre 289.100€, dieses entspricht einem ROI von 1:2. Die Kosten-Nutzen-Relation für das öffentliche Gesundheitssystem liegt bei 1:40.

### Schlussfolgerungen

Auch unter Berücksichtigung des finanziellen Aufwands für das Unternehmen führt die frühzeitige Diagnose eines KRK zu einer positiven Kosten-Nutzen-Relation. Die Sozialversicherungsträger profitieren ebenso von einer solchen Maßnahme. Eine engere Kooperation zwischen den Akteuren ist anzustreben, um die Effizienz und die Effektivität der Maßnahme weiter zu steigern.

### Literatur

Schneider M, Häck HJ: Darmkrebsscreening im betrieblichen Umfeld: Kosten-Nutzen-Analyse einer Maßnahme zur Gesundheitsförderung bei Boehringer Ingelheim. Dtsch Med Wochenschr 2011; 136:1047-1052

o.V.: BKK Bundesverband(Hrsg.) Gesundheitsreport 2009:

<http://www.bkk.de/arbeitgeber/bkk-gesundheitsreport/jahresbericht/>,  
01.03.2012

abgerufen:

Neugebauer G, Minartz C. Prävention von Darmkrebs: wirksam und kostengünstig. Die BKK 2007; 6: 265-270

<b>Darmkrebsvorsorge bei Boehringer Ingelheim</b>		<b>Aufwand</b>		<b>Verrechnung auf Kostenbasis 50 €/h</b>
<b>Interne Kosten</b>			<b>approximative Kosten</b>	
			<b>Stunden</b>	
Organisation/Bewerbung	Pauschal		40	
Probenvorbereitung	5 Min/Testkit n=4.000		330	
Bewertung FB/Rückantwort	10 Min/Fall n=4.000		660	
Ärztliches Beratungsgespräch inkl. Organisation Koloskopie	40 Min/Fall n=114		76	
<b>Gesamt</b>			<b>1.100</b>	<b>55.000 €</b>
<b>Externe Kosten</b>				
Stuhluntersuchung	20€/Fall n=3958		79.160	<b>80.000 €</b>
<b>Gesamt</b>				<b>ca. 135.000 €</b>

Tab.1: Gesamtaufwand aller Leistungen für das Darmkrebscreening 2010 bei Boehringer Ingelheim

Alter (Jahre)	<b>G1 20-35</b>		<b>G2 36-50</b>		<b>G3 51-65</b>	
	n	%	n	%	n	%
	36/1069	<b>3,4</b>	41/1531	<b>2,7</b>	37/1358	<b>2,7</b>
CRC	0/36	<b>0</b>	3/41	<b>7,3</b>	3/37	<b>8,1</b>
P	13/36	<b>36,1</b>	17/41	<b>41,4</b>	16/37	<b>43,2</b>
sonstige	14/36	<b>38,9</b>	11/41	<b>26,8</b>	11/37	<b>29,7</b>
unauffällig	9/36	<b>25,0</b>	10/41	<b>24,4</b>	7/37	<b>18,9</b>

Tab. 2: Ergebnisse nach koloskopischer Abklärung bei Personen mit auffälliger iFOBT und/oder Risikoanamnese im betrieblichen Setting bei Boehringer Ingelheim (n=114) differenziert nach Altersgruppen (G1 - 3) und Diagnosen. Ausgewiesen werden die Diagnosen kolorektales Karzinom (CRC), Polypen (P) und sonstige sowie endoskopisch unauffällige Befunde.

## Das Frühstück als Alternative zum OGTT – Was ist möglich im betrieblichen Umfeld bei der Diabetes- Frühdiagnostik?

**Michael Schneider<sup>1,2</sup>, Stephan Martin<sup>3</sup>, Kerstin Kempf<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Boehringer Ingelheim Pharma GmbH & CoKG, Ingelheim am Rhein

<sup>2</sup>Mannheimer Institut für Public Health, Sozial- und Präventivmedizin, Medizinische Fakultät

Mannheim der Universität Heidelberg, Mannheim

<sup>3</sup>Westdeutsches Diabetes- und Gesundheitszentrum Verbund Katholischer Kliniken  
Düsseldorf

### Ziel der Studie

Die zunehmende Prävalenz des Typ-2-Diabetes mellitus stellt nicht nur das Gesundheitssystem vor massive Probleme, sondern hat auch direkten Einfluß auf die Arbeitswelt. Um Kosten durch Arbeitsausfall und Frühverrentung zu vermeiden, wird zunehmend auch ein Diabetesscreening als Maßnahme der Gesundheitsvorsorge im betrieblichen Umfeld eingesetzt. Allerdings findet der Goldstandard der Diagnostik, der orale Glukosetoleranztest (OGTT), nur mäßige Akzeptanz. Ziel unserer Untersuchung war es, ein gut standardisierbares und kostengünstiges Screeningverfahren in Form eines Testfrühstücks zu entwickeln, das eine breite Akzeptanz im betrieblichen Umfeld findet.

### Methoden

Im Rahmen einer Maßnahme zur betrieblichen Gesundheitsvorsorge wurde gesunden Probanden im Random-Cross-Over-Design ein OGTT und ein standardisiertes Testfrühstück mit vergleichbarem Glukosegehalt angeboten.

### Ergebnisse

Insgesamt 278 Personen nahmen an der Untersuchung teil und bewerteten die Maßnahme als sinnvolle Gesundheitsvorsorge (99%), bevorzugten allerdings das Testfrühstück gegenüber dem OGTT (74%). Die Blutglukose- und Insulinwerte nüchtern, nach 1 und 2h waren beim Testfrühstück und beim OGTT stark korreliert (jeweils  $p < 0,0001$ ), siehe Abb. 1 und lieferte nahezu identische Diagnoseergebnisse (8 Personen (3%) mit neu diagnostiziertem Diabetes bzw. 70 (25%) mit Prädiabetes beim Frühstück gegenüber 7 (2%) bzw. 71 (26%) beim OGTT.

200 Personen (71,9%) wurden als normal glukosetolerant klassifiziert, (181 Personen übereinstimmend). Durch das Frühstück wurde bei 70 Personen (25,2%) ein Prädiabetes und bei 8 Personen (2,9%) ein bislang unentdeckter Diabetes mellitus festgestellt, durch den OGTT bei 71 Personen (25,5%) ein Prädiabetes (Übereinstimmung: 50 Fälle) und bei 7 Personen (2,5%) ein bislang unentdeckter Diabetes mellitus (Übereinstimmung: 6 Fällen). Insgesamt wurden somit 41 Personen durch beide Testverfahren unterschiedlich klassifiziert.

### Schlussfolgerungen

Das Angebot zum Diabetesscreening wurde von den Teilnehmern insgesamt gut angenommen, wobei das Testfrühstück dem OGTT vorgezogen wurde. Beide Testverfahren lösten einen vergleichbaren Blutzucker- und Insulinverlauf aus, auch kapillär und venös gemessene BZ-Werte führten zu nahezu identischen Ergebnissen. Beide Testmethoden waren auch hinsichtlich der Diagnosestellung „Diabetes mellitus“ bzw. „Prädiabetes“ vergleichbar, so dass mit dem Testfrühstück und anschließender kapillärer BZ-Messung im betrieblichen Setting ein niedrigschwelliges, kostengünstiges und dennoch valides Screeningangebot zur Verfügung steht.

Entscheidend für die Anwendbarkeit eines Testverfahrens als Diabetes-Screeningmethode ist neben der Akzeptanz im Setting vor allem die Vergleichbarkeit der Blutglukosewerte 2 Stunden nach Anwendung. Beim Testfrühstück wurden die Bestandteile gewählt, die in ihrem gesamten Glukoseäquivalent den 75g Glukose des OGTT nahezu entsprachen. Um auszuschließen, dass die Verstoffwechslung der Mahlzeit gegenüber der Trinklösung signifikant variierte, wurde gleichzeitig der Insulinspiegel bestimmt. Zu allen Zeiten – nüchtern, eine und zwei Stunden nach der oralen Aufnahme – wurden vergleichbare Werte registriert, so dass beide Verfahren in diesem Zusammenhang in ähnlicher Weise methodisch geeignet sind. Auch im Hinblick auf die Diagnosestellung waren beide Verfahren vergleichbar: Zwar wurden durch Frühstück und OGTT insgesamt 41 Personen unterschiedlich klassifiziert, die Unterschiede in den Blutzuckerspiegeln waren allerdings in allen Fällen sehr gering, die unterschiedliche Klassifikation war zudem bis auf 2 Fälle nicht Folge des Belastungstests sondern kam durch differente Nüchternblutglukosemesswerte zu Stande.

Nach unseren Daten sind das Testfrühstück und der OGTT als Diabetes-Screeninginstrument als vergleichbar zu betrachten, das Frühstück wird aber durch die Teilnehmer als attraktiver bewertet und ist deutlich kostengünstiger.

### Literatur

Lankisch M, Futh R, Schotes D et al.: High prevalence of undiagnosed impaired glucose regulation and diabetes mellitus in patients scheduled for an elective coronary angiography. *Clin Res Cardiol* 2006; 95: 80-7.

Rathmann W, Haastert B, Icks A et al.: High prevalence of undiagnosed diabetes mellitus in Southern Germany: target populations for efficient screening. *The KORA survey 2000. Diabetologia* 2003; 46: 182-9.

Schneider M, Boos B, Kempf K, Martin S: Diabetes-Screening in der betriebsmedizinischen Praxis - Erprobung eines standardisierten kohlehydrathaltigen Frühstücks ("Test-Frühstück G77") zur Erhöhung der Teilnehmer-Compliance. *Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed* 2009; 44: 354-8.

Tuomilehto J, Lindstrom J, Eriksson JG et al.: Prevention of type 2 diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. *N Engl J Med* 2001; 344: 1343-50.

	Teilnehmer (n=278)
Geschlecht (Männer / Frauen) [n]	181 / 97
Alter [Jahre]	40 ± 8
Gewicht [kg]	86 ± 15
Body-Mass-Index [kg/m <sup>2</sup> ]	26,4 ± 4,1
Taillenumfang [cm]	94 ± 12
Systolischer Blutdruck [mmHg]	131 ± 17
Diastolischer Blutdruck [mmHg]	82 ± 10
Gesamt-Cholesterin [mg/dl]	210 ± 39
LDL-Cholesterin [mg/dl]	132 ± 36
HDL-Cholesterin [mg/dl]	53 ± 20
HbA1c [%]	5,6 ± 0,7
Proinsulin [pmol/l]	2,6 ± 2,1
C-Peptid [ng/ml]	2,1 ± 0,8
HOMA-Index	2,8 ± 4,6

Tab.1: Basisdaten der Teilnehmer

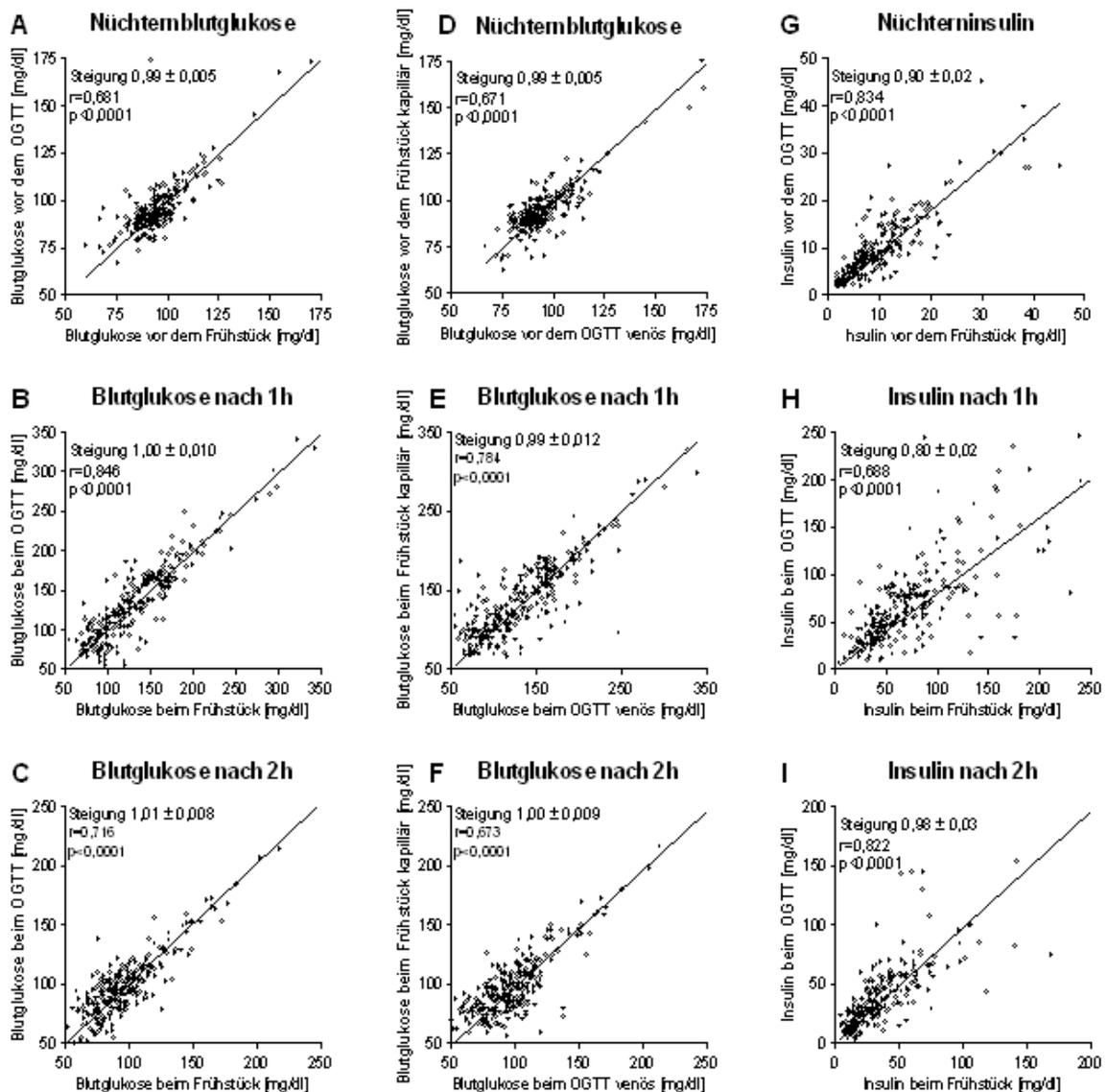


Abb.1: **Korrelation der Blutglukosewerte bei Frühstück und OGTT.** Von 278 Probanden wurden die Glukosewerte aus venösem Blut (A) nüchtern vor Einnahme des Testfrühstücks bzw. des OGTTs, sowie nach (B) 1h und (C) 2h bestimmt. Gezeigt ist auch der Vergleich kapillär gemessener Blutglukose beim Frühstück vs. venös gemessener Blutglukose beim OGTT (D) nüchtern, (E) nach 1h und (F) nach 2h. Ebenfalls gemessen wurde im Serum das Insulin (G) nüchtern, (H) nach 1h und (I) nach 2h. Die Korrelation zwischen den gemessenen Werten wurde mittels Spearman Korrelation und die Steigung mittels linearer Regression berechnet.

## **Eigenschaften des Markerpanels UroVysion und NMP22 im Vergleich zur Urinzytologie für die Früherkennung von Blasenkrebs. Ergebnisse der prospektiven Studie UroScreen**

**Dirk Taeger<sup>1</sup>, Beate Pesch<sup>1</sup>, Katarzyna Gawrych<sup>1</sup>, Nadine Bonberg<sup>1</sup>, Georg Johnen<sup>1</sup>, Gerhard Feil<sup>2</sup>, Séverine Banek<sup>2</sup>, Harald Wellhäußer<sup>3</sup>, Matthias Kluckert<sup>4</sup>, Gabriele Leng<sup>5</sup>, Michael Nasterlack<sup>6</sup>, Arnulf Stenzl<sup>2</sup>, Prof. Thomas Brüning<sup>1</sup> und die UroScreen-Gruppe**

<sup>1</sup> Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung,

Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA)

<sup>2</sup> Klinik für Urologie, Eberhard Karls Universität, Tübingen

<sup>3</sup> Berufsgenossenschaft RCI, Fachreferat Arbeitsmedizin, Bereich Prävention, Heidelberg

<sup>5</sup> Currenta GmbH&Co.OHG, Leverkusen

<sup>4</sup> BG Rohstoffe und chemische Industrie, Heidelberg

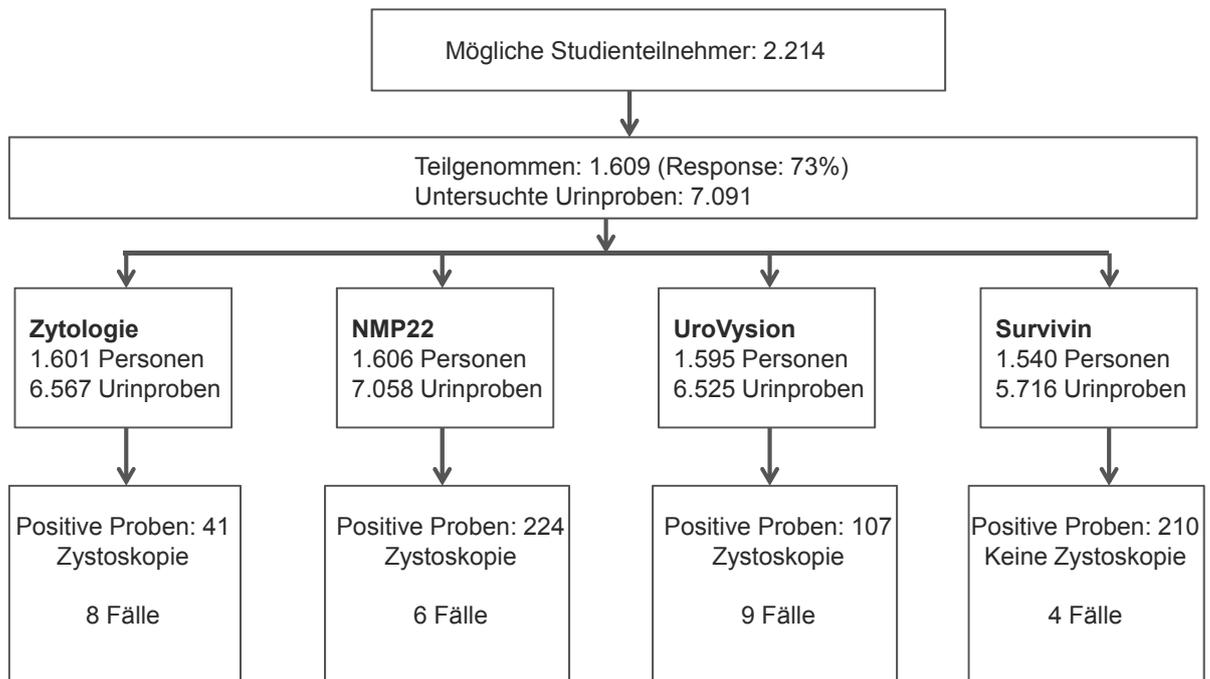
<sup>6</sup> BASF SE, Arbeitsmedizin und Gesundheitsschutz, Ludwigshafen

### Zielsetzung

Tumormarker für die Früherkennung von Blasenkrebs sind noch nicht ausreichend validiert worden. In den nachgehenden Untersuchungen nach G33 wird NMP22 als fakultativer Tumormarker aufgeführt. Ziel der Kohortenstudie UroScreen ist daher, die prädiktiven Eigenschaften von urinbasierten Tumormarkern in einer Längsschnittstudie zu ermitteln. In dieser Arbeit werden die Vorhersagewerte von Tumormarkern mit denen der Zytologie verglichen.

### Methoden

Die prospektive Kohortenstudie UroScreen untersuchte im Zeitraum 2003-2010 insgesamt 1.609 ehemalige oder aktive Chemiewerker, die nach dem DGUV-Grundsatz G33 untersucht wurden und denen zusätzlich urinbasierte Tumortests angeboten wurden. Während der Studie wurden insgesamt 7.091 Urinproben ausgewertet. Neben Urinstatus (Entzündungen, Hämaturie) und Zytologie wurden die Tumormarker NMP22 und UroVysion bestimmt. Bei einem positiven Befund von Zytologie, NMP22 oder UroVysion wurde eine Zystoskopie empfohlen. Neben der Bestimmung der Vorhersagewerte der einzelnen Marker und des Panels UroVysion/NMP22 wurden multivariate Regressionsmodelle berechnet, um den Einfluss verschiedener Einflussvariablen auf einen positiven Marker-Test zu bestimmen.



**Abbildung:** Ergebnisse Tumormarkeruntersuchungen

### Ergebnisse

In der Studienpopulation wurden 21 Tumoren bei 20 Personen gefunden. Das UroVysion/NMP22-Panel entdeckte 14 Tumoren (Sensitivität: 67%) und die Zytologie 8 Tumoren (Sensitivität: 44%), jedoch zu Lasten einer schlechteren Spezifität. Die von UroVysion entdeckten Fälle überschneiden sich häufig mit positiven Zytologiebefunden. NMP22 war in 3,2% aller Proben positiv und wurde stark durch Leukozyten beeinflusst. Leukozyten oder Erythrozyten beeinflussten jedoch den UroVysion-Test nicht. Die Urin-Kreatininkonzentration war ein Einflussfaktor für beide Tumortests. Der positiv-prädiktive Wert des UroVysion/NMP22 Panels lag bei 14% im Vergleich zu 27% für die Zytologie.

### Schlussfolgerung

UroVysion in Kombination mit NMP22 entdeckt mehr Blasenkrebsfälle als die Zytologie, allerdings auf Kosten einer niedrigeren Spezifität. NMP22 weist eine hohe Rate an falsch positiven Befunden auf. Daher ist er als alleiniger Marker in G33 nicht zu empfehlen. Der UroVysion-Test ist ein kostenintensiver Test und hat Überschneidungen mit Zytologiebefunden. Allerdings ist aufgrund der hohen Rezidivrate von Blasenkrebs eine engmaschige Nachsorge der Fälle notwendig. Hier könnten diese Marker beitragen nicht-invasive Verfahren zu ergänzen. Dazu bedarf es aber weiterer prospektiver Studien.

## Harnblasenkrebs, polymorphe Enzyme und der Strukturwandel in einer Montanregion

**Daniel Ovsiannikov<sup>1</sup>, Klaus Golka<sup>2</sup>, Marie-Louise Lehmann<sup>2</sup>,  
Silvia Selinski<sup>2</sup>, Meinolf Blaszkewicz<sup>2</sup>, Oliver Moormann<sup>3</sup>,  
Matthias W. Haenel<sup>4</sup>, Jan G. Hengstler<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Urologische Abteilung, St.-Marienhospital Lünen, Lünen; <sup>2</sup>Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der TU Dortmund (IfADo), Dortmund; <sup>3</sup>Urologische Abteilung, St.-Josefs-Hospital Dortmund-Hörde, Dortmund; <sup>4</sup>Max-Planck-Institut für Kohlenforschung, Mülheim an der Ruhr

### Ziel der Studie

In den 1990er-Jahren wurde ein erhöhter Anteil von Glutathion-S-Transferase M1 (GSTM1) negativen Harnblasenkarzinompatienten in Dortmund beschrieben (Golka et al., 1997). Ein vergleichbar hoher Anteil an GSTM1-negativen Harnblasenkarzinompatienten (66%) wurde bislang nur für den Raum Brescia beschrieben, der ebenfalls sehr hoch industrialisiert ist (Hung et al., 2004). Es stellt sich die Frage, ob der ungewöhnlich hohe Anteil von GSTM1-negativen Harnblasenkarzinompatienten durch berufliche und/oder umweltbedingte Expositionen bedingt war. Typische Substrate für GSTM1 sind hochreaktive Stoffwechselprodukte, wie z. B. Metabolite polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoffe. Daher wurde 15 Jahre später in Dortmund eine weitere Harnblasenkarzinomstudie durchgeführt, nachdem in den 1990er Jahren die Montanindustrie im Großraum Dortmund weitgehend stillgelegt worden war.

### Methoden

Es wurden 196 Harnblasenkarzinompatienten und 235 aus der gleichen Klinik stammende Kontrollpersonen ohne ein Malignom in der Vorgeschichte mittels eines Fragebogens zu beruflichen und außerberuflichen Harnblasenkarzinomrisiken befragt und hinsichtlich der polymorphen fremdstoffmetabolisierenden Enzyme GSTM1 und GSTT1 und dem NAT2 tagging SNP rs1495741 mittels aus EDTA-Blut gewonnener leukozytärer DNA mit Standardmethoden (GSTT1, GSTM1: Duplex-PCR, NAT2 tagging SNP: RT-PCR (TaqMan®) genotypisiert.

### Ergebnisse

Der Anteil des GSTM1-negativen Genotyps bei den Fällen betrug 52% und war somit deutlich geringer als bei den Harnblasenkarzinompatienten, die in den Jahren 1992-95 untersucht worden waren (70%). Bei den Kontrollen lag der Anteil der GSTM1-negativen Merkmalsträger sowohl in der aktuellen Studie (52%) als auch in der in den

frühen 1990er Jahren durchgeführten Studie (54%) in einem Bereich, wie er für die mitteleuropäische Normalbevölkerung zu erwarten ist.

Der Anteil des langsamen NAT2-Genotyps betrug in der aktuellen Studie 63% sowohl bei den Fällen als auch bei den Kontrollen. Er liegt somit im oberen Bereich der für Mitteleuropäer zu erwartenden Anteile. Der Anteil des GSTT1-negativen Genotyps betrug 17% bei den Fällen und 20% bei den Kontrollen. Somit liegt auch der Anteil der GSTT1-negativen Merkmalsträger bei Fällen und Kontrollen innerhalb der für Mitteleuropäer zu erwartenden Anteile. In diesem Zusammenhang sei allerdings darauf hingewiesen, dass der Anteil GSTT1-negativer Merkmalsträger in der mitteleuropäischen Normalbevölkerung stärkeren Schwankungen unterliegt als für GSTM1-negative Merkmalsträger oder langsame NAT2-Acetylierer.

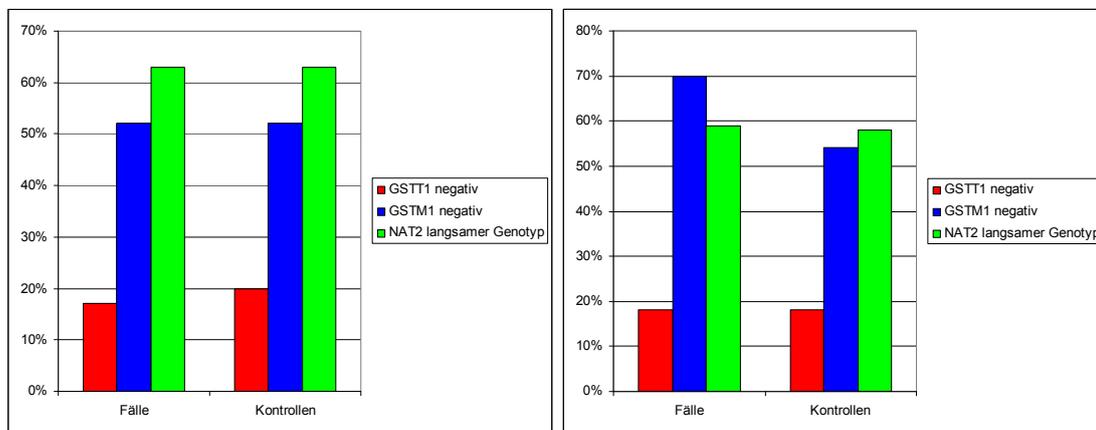


Abb. 1: GSTM1, GSTT1 und NAT2 Genotypen bei Harnblasenkarzinompatienten und Kontrollen bei Studien in Dortmund in den Jahren 2009-2010 (links) und 1992-1995 (rechts) (89 Fälle: Golka et al., 1997; unpublizierte Daten; Kontrollen: GSTM1, GSTT1: 170 Neugeborene (Kempkes et al., 1996); NAT2: 188 chirurgische Kontrollen 1997-1999; Golka et al., 2012)

Bei den 19 an Harnblasenkarzinom erkrankten Steinkohlenbergleuten fand sich mit 53 % ein unauffälliger Anteil von GSTM1-negativen Merkmalsträgern.

Tabelle 1: Relevante Enzym polymorphismen in Bergleuten

Status	Dauer (Jahre)	GSTT1		GSTM1		NAT2	
		Neg.	Pos.	Neg.	Pos.	Langs.	Schnell
Fall	< 10 J.	1 (1)	5	3 (1)	3	3	4 (1)
	10 - 20 J.	3	4	3	4	5	2
	> 20 J.	0	6 (1)	4 (1)	2	3 (1)	3
Kontrolle	< 10 J.	1	1	0	2	1	1
	10 - 20 J.	2	1	2	1	0	3
	> 20 J.	0	3	1	2	3	1

Braunkohlenbergleute in Klammern (GSTM1, GSTT1: je ein fehlender Messwert)

### Schlussfolgerung

Der in der hier vorgestellten Studie, im Vergleich zur vorhergehenden Studie, deutlich geringere Anteil von GSTM1-negativen Harnblasenkarzinompatienten spricht für einen erheblichen Rückgang der Exposition gegen durch dieses Enzym verstoffwechselte Stoffe in der Studienregion.

### Literatur

Golka, K., Reckwitz, T., Kempkes, M., Cascorbi, I., Blaskewicz, M., Reich, S. E., Roots, I., Sökeland, J., Schulze, H., Bolt, H. M. N-Acetyltransferase 2 (NAT2) and glutathione S-transferase  $\mu$  (GSTM1) in bladder-cancer patients in a highly industrialized area. *Int. J. Occup. Environ. Health* 3 (1997) 105-110

Golka, K., Roemer, H.C., Weistenhöfer, W., Blaskewicz, M., Hammad, S., Reckwitz, T., Loehlein, D., Hartel, M., Hengstler, J. G., Geller F. 2012. N-Acetyltransferase 2 and glutathione S-transferase M1 in colon and rectal cancer cases from an industrialized area. *J. Toxicol. Environ. Health A* –in press- DOI 10.1080/15287394.2012.675310

Hung, R. J. Boffetta, P., Brennan, P., Malaveille, C., Hautefeuille, A., Donato, F., Gelatti, U., Spaliviero, M., Placidi, D., Carta, A., Scotto di Carlo, A., Porru, S. GST, NAT, SULT1A1, CYP1B1 genetic polymorphisms, interactions with environmental exposures and bladder cancer risk in a high-risk population. *Int. J. Cancer* 110 (2004) 598–604

Kempkes, M., Golka, K., Reich, S., Reckwitz, T., Bolt, H. M. Glutathione S-transferase GSTM1 and GSTT1 null genotypes as potential risk factors for urothelial cancer of the bladder. *Arch. Toxicol.* 71 (1996) 123-126

## **Häufigkeit von Hypertonie, Tachykardie, Erhöhung von LDL-Cholesterin und erhöhter Sekretion von Adrenalin und Noradrenalin bei Beschäftigten in der Kranken- und Altenpflege**

Bolm-Audorff, U., Teuffel-Schilling, C.

Landesgewerbearzt, Wiesbaden

### **Einleitung:**

Es bestehen Hinweise dafür, dass Beschäftigte in der Kranken- und Altenpflege einer erhöhten psychischen Arbeitsbelastung ausgesetzt sind. Maßgeblich dafür sind unter anderem Zeitdruck, Schicht- und Nachtarbeit und emotionale Belastungen am Arbeitsplatz. Ferner gibt es Hinweise dafür, dass Zusammenhänge zwischen diesen Belastungen und einem gehäuften Auftreten kardialer Risikofaktoren und Herzinfarkt bei Beschäftigten in der Kranken- und Altenpflege bestehen.

### **Methodik:**

Bei 87 Beschäftigten in der stationären Krankenpflege und in der stationären oder ambulanten Altenpflege und einer Kontrollgruppe von 195 Beschäftigten einer Zufallsstichprobe aus der Wohnbevölkerung wurde eine 24 h-Messung des Blutdrucks, des EKG's sowie der Ausscheidung von Adrenalin und Noradrenalin im Sammelurin durchgeführt und die Konzentration von verschiedenen Lipiden im Blut bestimmt. Als Maß des relativen Risikos wurde die Prävalenzratio, der Quotient zwischen der Prävalenz eines Befundes, z.B. Hypertonie, bei den Beschäftigten in der Kranken- und Altenpflege und den Kontrollen berechnet und mit Hilfe der Coxregression für Confounder wie Alter und Geschlecht adjustiert.

### **Ergebnisse:**

In der Tabelle ist die Prävalenz der Befunde und die Prävalenzratio dargestellt. Signifikante Unterschiede bezüglich der Häufigkeit der kardialen Risikofaktoren Hypertonie und Erhöhung des LDL-Cholesterins fanden sich nicht. Tachykardie während der Arbeitszeit trat bei Beschäftigten in der Kranken- und Altenpflege deutlich häufiger auf als bei den Kontrollen. Aber auch dieser Unterschied war nicht signifikant. Signifikante Unterschiede bezüglich der Ausscheidung der o.g. Stresshormone bestanden ebenfalls nicht. Die Beschäftigten in der Alten- und Krankenpflege schieden tendenziell mehr Noradrenalin aus als die Kontrollen aus. Bezüglich der Adrenalinausscheidung bestanden keine wesentlichen Unterschiede. Wesentliche Unterschiede zwischen Beschäftigten in der Kranken- und Altenpflege fanden sich ebenfalls nicht.

**Tabelle 1: Prävalenz der Hypertonie, Tachycardie und Erhöhung des LDL-Cholesterins**

Befund	Prävalenz (%)		Prävalenzratio (95 %-Konfidenzintervall)	
	Kranken- und Altenpfleger (n=87)	Kontrollen (n=195)	Unadjustiert	Adjustiert
Hypertonie <sup>1</sup>	40,0	43,0	0,9 (0,6-1,4)	1,1 (0,7-1,9)
Tachykardie <sup>1</sup>	12,0	5,2	2,3 (0,8-6,8)	2,4 (0,7-8,8)
Erhöhung des LDL-Cholesterins	14,5	16,2	0,9 (0,4-1,8)	1,2 (0,5-2,7)

<sup>1</sup>während der Arbeitszeit

**Diskussion:**

Die im Vergleich zu den Kontrollen tendenziell erhöhte Ausscheidung von Noradrenalin und der Häufigkeit der Tachykardie während der Arbeit ist vereinbar mit einer erhöhten körperlichen Belastung der Beschäftigten in der Alten- und Krankenpflege. Die nur unwesentlich erhöhte Ausscheidung von Adrenalin spricht eher gegen eine im Vergleich zu den Kontrollen wesentlich erhöhte psychische Arbeitsbelastung der Beschäftigten in der Kranken- und Altenpflege. Wesentliche Unterschiede bezüglich der kardialen Risikofaktoren Hypertonie und Erhöhung des LDL-Cholesterins bestanden nicht.

## **V64 Interventionen zur Prävention von Burnout bei Beschäftigten in der stationären Alten- und geriatrischen Langzeitpflege – Eine systematische Literaturrecherche**

**C. Westermann, M. Harling, A. Kozak, A. Nienhaus**

### **CVcare - Kompetenzzentrum für Epidemiologie und Versorgungsforschung bei Pflegeberufen, Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, Hamburg**

**Ziel der Studie:** Mitarbeiter in der Alten- und geriatrischen Langzeitpflege sind vielen Faktoren ausgesetzt, die die Entstehung eines Burnout-Syndroms begünstigen [1;2]. In Zusammenhang mit dem Beruf sind u.a. Zeitdruck, hohes Arbeitsaufkommen, geringer Einfluss auf die Arbeit, Unterbesetzung sowie die Pflege von kognitiv eingeschränkten und psychisch veränderten Klienten zu nennen [1;3]. Als arbeitsunabhängige Faktoren gelten die Persönlichkeit und soziale Beziehungen [1;4]. Vor dem Hintergrund des steigenden Bedarfs an Fachkräften in der Altenpflege und den aktuell knappen Personalressourcen [5] ist das Ziel dieser Arbeit, den aktuellen Stand an Interventionsstudien zu Burnout für den Bereich der stationären Alten- und geriatrischen Langzeitpflege zu ermitteln. Beantwortet werden sollen folgende Fragen: Gibt es Studien, die belegen, dass Burnout durch Interventionen beeinflussbar ist? Welche Empfehlungen für zukünftige Interventionen können aus den vorhandenen Studien abgeleitet werden?

**Methoden:** Es wurde eine systematische Literaturrecherche in den Datenbanken Medline, Embase und PsycNet durchgeführt. Eingeschlossen wurden Interventionsstudien im Setting der stationären Alten- und geriatrischen Langzeitpflege, die im Zeitraum von 2000 bis einschließlich 2011 in deutscher, englischer, französischer, spanischer, portugiesischer und italienischer Sprache veröffentlicht wurden und in denen Burnout beim Pflegepersonal methodisch erfasst wurde.

**Ergebnisse:** Sechzehn Interventionsstudien erfüllten die Einschlusskriterien. Acht der berücksichtigten Studien stammen aus Europa, fünf aus Nordamerika und drei aus Australien. Zehn Studien weisen ein randomisiertes kontrolliertes Design, vier ein quasiexperimentelles sowie jeweils eine Studie ein Prä-Post- und ein vergleichendes Längsschnittdesign auf. Als Erhebungsinstrument zur Messung von Burnout wird am häufigsten der Maslach Burnout Inventory (MBI) verwendet (n=14). Unter den Studien, die einen Effekt hinsichtlich Burnout erzielen (n=7) weisen jeweils zwei einen personenbezogenen (verhaltensorientiert) und einen arbeitsbezogenen (verhältnisorientiert) sowie drei einen kombinierten Interventionsansatz (verhaltens- und verhältnisorientiert) auf. Beide Interventionen mit arbeitsbezogenem Ansatz erzielen eine signifikante Abnahme der Burnout-Symptomatik bei den Mitarbeitern. Diese Effekte werden bis zu einem Jahr nach der Intervention beobachtet. Von den neun personenbezogenen Interventionen erzielen nur diejenigen mit einer kurzfristigen Erhebungsperiode (bis zu einem Monat nach Intervention) Effekte. Drei der fünf kombinierten Interventionen führen ebenfalls zu positiven Effekten, die bis zu einem

Jahr (mittelfristig) und länger (langfristig) beobachtet werden können. Interventionen mit Effekten im Outcome Burnout werden in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1 Interventionsstudien mit Effekten im Outcome Burnout

Referenz/Jahr	TN	Intervention	Ansatz
Baldelli [6]	21	Beschäftigungstherapie und Rehabilitation	A
Fuchs-Lacelle [7]	61	Systematisches Schmerz-Assessment	A
Jeon [8]	194	Personenzentrierte Pflege und Dementia Care Mapping	K
Schrijnemaekers [9]	300	Emotionsorientierte Pflege	K
Van Weert [10]	129	Snoezelen	K
Haberstroh [11]	79	Kommunikationstraining mit demenzkranken Klienten und mit Kollegen	P
Mackenzie [12]	30	Stressreduktion durch Achtsamkeitstraining	P

TN Teilnehmer A arbeitsbezogen K kombiniert P personenbezogen

Interventionsmaßnahmen im Bereich der Demenzpflege können sich positiv auf das Auftreten von bestimmten Verhaltenssymptomen demenzkranker Klienten auswirken, mit Einfluss auf das Arbeitsaufkommen und die psychologischen Outcomes der Beschäftigten [6;10;11]. In mehreren Studien wird auf die Verbesserung der klientenbezogenen Outcomes durch die Intervention hingewiesen.

**Schlussfolgerungen:** Von den untersuchten Interventionen mit Effekten auf das Outcome Burnout erzielen personenbezogene Maßnahmen eher kurzfristige Effekte, während Interventionen mit arbeitsbezogenen und kombinierten Ansätzen mittel- bis längerfristige Auswirkungen haben. Mehrere Studien zeigen, dass die Ursachen, weshalb Trainingseffekte nicht zu einer Verhaltensänderung bei den Beschäftigten führen, bei der Einrichtung selbst zu suchen sind. Als wichtigste Faktoren werden die fehlende Unterstützung auf Managementebene genannt sowie der fehlende kontinuierliche Ansatz. Obwohl nur wenige Interventionen einen positiven Effekt auf Burnout erzielen, zeigen die vorliegenden Ergebnisse, dass Maßnahmen zur Qualifizierung der Mitarbeiter, aber auch zur Verbesserung der klientenbezogenen Outcomes potenziell geeignet sind, der Burnout-Symptomatik bei Beschäftigten in der stationären Alten- und geriatrischen Langzeitpflege entgegenzuwirken. Im Sinne der Nachhaltigkeit von Trainingseffekten sollte in zukünftigen Projekten ein kontinuierlicher Ansatz mit Einbindung des Managements erfolgen.

**Literatur:**

- 1 Gandoy-Crego, M., Clemente, M., Mayan-Santos, J.M., Espinosa, P., Personal determinants of burnout in nursing staff at geriatric centers. *Arch Gerontol Geriatr* 48 (2009) 246-9.
- 2 Zimber, A., Beanspruchung und Stress in der Altenpflege: Forschungsstand und Forschungsperspektiven. *Z Gerontol Geriatr* 31 (1998) 417-25.
- 3 Opie, J., Doyle, C., O'Connor, D.W., Challenging behaviours in nursing home residents with dementia: a randomized controlled trial of multidisciplinary interventions. *Int J Geriatr Psychiatry* 17 (2002) 6-13.
- 4 Narumoto, J., Nakamura, K., Kitabayashi, Y., Shibata, K., Nakamae, T., Fukui, K., Relationships among burnout, coping style and personality: study of Japanese professional caregivers for elderly. *Psychiatry Clin Neurosci* 62 (2008) 174-6.
- 5 Camerino, D., Conway, P.M., Van der Heijden, B.I., Estryng-Behar, M., Consonni, D., Gould, D. et al., Low-perceived work ability, ageing and intention to leave nursing: a comparison among 10 European countries. *J Adv Nurs* 56 (2006) 542-52.
- 6 Baldelli, M.V., Fabbo, A., Costopulos, C., Carbone, G., Gatti, R., Zucchi, P., Is it possible to reduce job burnout of the health care staff working with demented patients? *Arch Gerontol Geriatr Suppl* (2004) 51-6.
- 7 Fuchs-Lacelle, S., Hadjistavropoulos, T., Lix, L., Pain assessment as intervention: a study of older adults with severe dementia. *Clin J Pain* 24 (2008) 697-707.
- 8 Jeon, Y.H., Luscombe, G., Chenoweth, L., Stein-Parbury, J., Brodaty, H., King, M. et al., Staff outcomes from the Caring for Aged Dementia Care REsident Study (CADRES): A cluster randomised trial. *Int J Nurs Stud* (2011).
- 9 Schrijnemaekers, V.J., van, R.E., Candel, M.J., Frederiks, C.M., Derix, M.M., Sielhorst, H. et al., Effects of emotion-oriented care on work-related outcomes of professional caregivers in homes for elderly persons. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci* 58 (2003) S50-S57.
- 10 van Weert, J.C., van Dulmen, A.M., Spreeuwenberg, P.M., Bensing, J.M., Ribbe, M.W., The effects of the implementation of snoezelen on the quality of working life in psychogeriatric care. *Int Psychogeriatr* 17 (2005) 407-27.
- 11 Haberstroh, J., Neumeyer, K., Schmitz, B., Pantel, J., [Development and evaluation of a training program for nursing home professionals to improve communication in dementia care]. *Z Gerontol Geriatr* 42 (2009) 108-16.

- 12 Mackenzie, C.S., Poulin, P.A., Seidman-Carlson, R., A brief mindfulness-based stress reduction intervention for nurses and nurse aides. Appl Nurs Res 19 (2006) 105-9.

## **Stressparameteruntersuchung bei Ärzten: Häufigkeit von Hypertonie; Tachykardie, Hypercholesterinämie, Diabetes mellitus und erhöhte Sekretion von Adrenalin und Noradrenalin**

**G. Petereit-Haack, M. Hoffmann, C. Teuffel-Schilling, J. Hirt, U. Bolm-Audorff**

Landesgewerbeamt Hessen, Abteilung IV Arbeitsschutz und Umwelt,  
Regierungspräsidium Darmstadt

### **Einleitung**

Ärzte sind durch die Arbeitsinhalte (z.B. Umgang mit Unfällen oder chronischen Erkrankungen), aber auch durch arbeitsorganisatorische Bedingungen wie z.B. Zeitdruck, Schicht- und Nachtarbeit oder möglicherweise schwierigen Arzt-Patientenbeziehungen einer erhöhten psychomentele Arbeitsbelastung ausgesetzt. Psychische Belastungen können zu Herz-Kreislaufkrankungen führen (Siegrist 2001). Psychosoziale Belastungen können durch subjektive oder objektive Messungen erfasst werden (Rau 2010). Der Landesgewerbeamt Hessen führt seit Jahren Stressstudien in verschiedenen Branchen mit objektiven Messverfahren durch. In der vorliegenden Studie werden die Parameter Hypertonie, Tachykardie, Hypercholesterinämie, Diabetes mellitus sowie erhöhte Adrenalin- und Noradrenalinsekretion bei Klinikärzten erfasst.

### **Methodik**

2008-2010 wurde vom Landesgewerbeamt Hessen eine Studie bei 50 Ärzten aus drei Wiesbadener Kliniken (jeweils in Tag- und Nachtschicht) sowie 200 Kontrollen einer repräsentativen Stichprobe der Allgemeinbevölkerung durchgeführt. 40% der Ärzte stammten aus internistischen, 60% aus chirurgischen Abteilungen. Die Responserate betrug bei den Ärzten 54% (zwischen 77%-14%, je nach Klinik und Abteilung) und lag bei den Kontrollen bei 72%.

Von allen Teilnehmern wurde eine 24h- Messung des Blutdruckes, der Herzfrequenz sowie der Ausscheidung von Adrenalin und Noradrenalin und des Adrenalin-Noradrenalin-Quotient im Sammelurin durchgeführt. Die Werte wurden in sechs Fraktionen (Arbeitsweg, Frühschicht, Spätschicht, Heimweg, Freizeit, Nacht) erhoben. Es wurde ein Vergleich der Werte der Frühschicht durchgeführt. Blut wurde von den Ärzten in der Tagschicht sowie von allen Kontrollen entnommen, um den HbA1c- und den Cholesterin-Wert zu bestimmen. Eine Hypertonie wurde angenommen, wenn der Wert über 135/85 lag, ein erhöhter HbA1c-Wert ab 6,0 mg%, eine Hypercholesterinämie ab 200mg, eine Tachykardie ab 100 Schläge/min, sowie erhöhte Noradrenalin-Werte (>102,5 µg/g Krea), erhöhte Adrenalin-Werte (>25,82 µg/g Krea) und ein erhöhter Adrenalin/Noradrenalin-Quotient (>0,77 µg/g Krea/ µg/g Krea). 66% der Kontrollen und 60% der Ärzte waren männlich. Es lag ein signifikanter Unterschied ( $p < 0,05$ ) in der Altersverteilung der beiden Gruppen vor, die Kontrollen (Median 42 Jahre, Mittelwert 42,6 Jahre) waren gegenüber den Ärzten (Median 34 Jahre, Mittelwert

33,2 Jahre) älter. Der BMI war annähernd gleich verteilt: Kontrolle (Median 25,1; Mittelwert 25,3), Ärzte (Median 23,3; Mittelwert 23,6).

Für die vorliegende Studiengröße von 195 Kontrollen und 50 Ärzten in Tag-/Nachtschicht liegt die Power für die Parameter Hypertonie, Hypercholesterinämie sowie HbA1c-Wert bei über 80% (alpha 5%, erwartete Prävalenzratio von 2,0). Für die Parameter Herzfrequenz, Adrenalin- und Noradrenalin-Wert liegt die Power unter 80%. Die Prävalenzratio (mit Hilfe der Coxregression für Confounder wie Alter, Geschlecht und Body Mass-Index adjustiert) wurde als Maß des relativen Risikos bestimmt und mittels des Statistik-Programmes SPSS (Version 19) berechnet.

## Ergebnisse

### Vergleich Ärzte versus Kontrollen

Die in der Blutmessung gewonnenen Werte wurden im Vergleich zwischen Kontrollen und Ärzten nicht weiter ausgewertet, da keiner der Ärzte einen erhöhten HbA1c aufwies und ein erhöhter Cholesterinwert bei den Kontrollen mit 57,4% deutlich höher als bei den Ärzten (45,5%) vorlag.

Von den Werten der fraktionierten Sammlung wurden die Daten der Frühschicht verglichen (Tabelle 1). Die Adrenalin-Werte (als Ausdruck psychischer Belastung) waren bei den Ärzten doppelt so häufig erhöht wie bei den Kontrollen, das Ergebnis war aber nicht signifikant. Die anderen Werte zeigten keinen wesentlichen Unterschied zwischen den beiden Gruppen. Eine Auswertung der Noradrenalin-Messung sowie des Adrenalin/Noradrenalin-Quotienten konnte auf Grund der geringen Felderbelegung nicht durchgeführt werden.

Befund (Frühschicht)	Prävalenz (%)		Prävalenzratio (95 %-Confidenzintervall)	
	Ärzte	Kontrollen	roh	Adjustiert
<b>Hypertonie</b>	22,9	32,8	0,7 (0,5-1,2)	1,0 (0,6-1,6)
<b>Tachykardie</b>	6,3	6,7	0,9 (0,3-2,6)	0,7 (0,2-2,0)
<b>Erhöhte Adrenalin-Ausscheidung</b>	9,6	4,8	2,0 (0,8-5,1)	1,5 (0,6-4,1)
<b>Erhöhte Noradrenalin Ausscheidung<sup>2</sup></b>	0	4,8		
<b>Erhöhter Adrenalin/Noradrenalin-Quotient<sup>2</sup></b>	2,1	4,2		

Tabelle 1 Stressparameter Vergleich Ärzte zu Kontrollen, <sup>2</sup>Felderbelegung zu gering, keine Berechnung möglich

#### Vergleich der Ärzte Tag- versus Nachtschicht

Die Parameter der Frühschicht, die für den Vergleich der Ärzte in Tag- und Nachtschicht herangezogen wurden, waren Hypertonie, Tachykardie, Adrenalin-, Noradrenalin-Wert sowie Adrenalin- Noradrenalin-Quotient. Die Tabelle 2 zeigt die Prävalenz der o.g. Befunde einschließlich der Prävalenzratio mit 95%-Confidenzintervall. Für die Tätigkeit im Nachtdienst waren die Werte gegenüber der Tätigkeit im Tagdienst für Hypertonie um 50% erhöht und die Tachykardie-Werte waren doppelt so hoch. Beide Prävalenzratio waren nicht signifikant.

Befund (Frühschicht)	Prävalenz (%)		Prävalenzratio (95 %-Confidenzintervall)	
	Tagdienst	Nachtdienst	roh	Adjustiert
Hypertonie	22,9	33,3	1,4 (0,7-3,2)	1,5 (0,7-3,2)
Tachykardie	4,2	8,5	2,0 (0,4–11,2)	2,0 (0,4–11,0)
Erhöhte Adrenalin-Ausscheidung	12,5	6,8	0,6 (0,1-2,2)	0,6 (0,1-2,2)
Erhöhte Noradrenalin Aus-scheidung	0	0		
Erhöhter Adrenalin/Noradrenalin-Quotient	2,1	2,3	1,1 (0,1-17,9)	1,0 (0,1-15,9)

Tabelle 2 Stressparameter Vergleich Ärzte im Tag- und Nachtdienst

#### **Diskussion**

Nacht- und Schichtarbeit stellen ein erhöhtes Risiko für psychosoziale Belastung dar (Kawachi et al. 1995, Frost et al. 2009). In der vorliegenden Studie konnten erhöhte Adrenalin-Werte bei den Ärzten im Vergleich zur Kontrollgruppe sowie erhöhte

Hypertonie- und Tachykardie-Werte der Ärzten in der Nachtschicht im Vergleich zur Tagschicht aufgezeigt werden. Die Ergebnisse waren jedoch nicht signifikant. Bei den weiteren Belastungsparametern (Hypertonie, Tachykardie, Adrenalin-, Noradrenalin-Werte, Adrenalin-Noradrenalin-Quotient) konnten zwischen Ärzten und Kontrollen sowie den Ärzten in Tag- und Nachtschicht keine deutlichen Unterschiede dargestellt werden.

Bei der Diskussion der Ergebnisse dieser Studie sollte die geringe Responserate der Ärzte herangezogen werden, die in einzelnen Abteilungen bei unter 15% lag. So kann vermutet werden, dass vorwiegend weniger Belastete die zusätzlichen Belastungen dieser Studie auf sich genommen haben und somit das Ergebnis keine deutlichen (signifikanten) Unterschiede brachte. Darüber hinaus war die Power der Studie nur für die Parameter Hypertonie, Hypercholesterinämie sowie HbA1c-Wert mit über 80% ausreichend hoch; für die anderen Parameter war die Fallzahl zu gering, um eine ausreichende Power zu erreichen. Im Arzt-Kontroll-Vergleich konnte kein deutlicher Unterschied bei den Hypertonie-Werten gefunden werden. Im Tag-Nacht-Vergleich der Ärzte hatten die Ärzte der Nachtschicht um 50% vermehrte Hypertonie Werte, allerdings nicht signifikant.

Die Ergebnisse der Studie zeigen nur geringe Hinweise auf eine psychomentale Belastung von Ärzten im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung. Die herangezogenen Daten stammen aus objektiven Messverfahren. Ergebnisse von subjektiven Verfahren würden zeigen, wie weit die beteiligten Ärzte selbst ihre psychomentale Belastung einschätzen.

### Literatur

Kawachi I, Colditz GA, Stampfer MJ, Willett WC, Manson JE, Speizer FE, Hennekens CH. Prospective study of work shift and risk of coronary heart disease in woman. *Circulation* 92, 1995 3178-3182

Frost P, Kolstad HA, Bonde, JP. Shift work and the risk of ischemic heart disease – a systematic review of the epidemiologic evidence. *Scand J Work Environ Health* 35, 2009 163-179

Siegrist J. Psychosoziale Einflüsse auf Entstehung und Verlauf der koronaren Herzerkrankung . 26 (5), 2001 316-325

Rau R. Befragung oder Beobachtung oder beides gemeinsam? – Welchen Instrumenten ist der Vorzug bei Untersuchungen zur psychischen Belastung und Beanspruchung zu geben? *Zentralblatt Arbeitsmedizin*, 60, 2010.294–301.

## **Einflussfaktoren auf die Arbeitszufriedenheit von Hausärzten in Rheinland-Pfalz**

**Luis Carlos Escobar Pinzon, Matthias Claus, Michael Unrath, Kirsten Isabel Zepf, Stephan Letzel**

Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

### **Ziel der Studie**

Die meisten Studien zum Thema „Arbeitssituation und Gesundheit von Ärzten“ in Deutschland bezogen sich bislang auf Krankenhausärzte oder niedergelassene Ärzte im Allgemeinen (Gebuhr, 2008). Dabei nehmen die Hausärzte im deutschen Gesundheitssystem nicht zuletzt durch das Hausarztmodell der Krankenkassen eine ganz besondere Stellung ein, weshalb sie in jedem Fall mehr Beachtung verdienen, als ihnen bislang zuteil wurde. Die volle Leistungsfähigkeit der Hausärzte ist aufgrund ihrer Schlüsselrolle im Gesundheitssystem eine wesentliche Voraussetzung für eine optimale Patientenversorgung.

Hausärzte arbeiten in Deutschland unter ungünstigen Rahmenbedingungen: lange und unregelmäßige Arbeitszeiten, allgemeiner Zeitdruck, emotional fordernde Arbeit, Druck, Fehler zu vermeiden, hoher administrativer Aufwand und zum Teil unsichere finanzielle Lage. Diese Situation kann ihre Arbeitszufriedenheit negativ beeinflussen (Merz und Oberlander, 2008). Die Arbeitszufriedenheit von Ärzten hat einen bedeutenden Effekt auf die Produktivität, die Qualität der Versorgung und die Anzahl ärztlich tätiger Mediziner (Janus et al. 2009)

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde die Arbeitszufriedenheit von Hausärzten in Rheinland-Pfalz untersucht, sowie Einflussfaktoren auf die selbige identifiziert.

### **Methoden**

Die nachfolgenden Daten beruhen auf einer Querschnittstudie, bei der alle in Rheinland-Pfalz niedergelassenen Fachärzte für Allgemeinmedizin, praktischen Ärzte und Ärzte ohne Facharztausbildung (N = 2.092) in den Monaten Juni und Juli 2009 auf postalischem Wege kontaktiert und um die Vervollständigung eines anonymen, schriftlichen Fragebogens gebeten wurden.

Zur Beschreibung der Stichprobe wurden absolute und relative Häufigkeiten und für den Zusammenhang kategorialer Variablen Chi<sup>2</sup>-Tests berechnet. Mit Hilfe einer multiplen logistischen Regressionsanalyse wurden Einflussfaktoren auf die Zufriedenheit mit der beruflichen Tätigkeit (1 = vollkommen, sehr, ziemlich; 0 = teilweise, wenig, überhaupt nicht) identifiziert.

## Ergebnisse

Insgesamt nahmen 808 Ärzte an der Befragung teil (Response 38,6%), von denen 788 Angaben zur Arbeitszufriedenheit abgegeben haben. Mehr als zwei Drittel (69,1%) der Teilnehmer waren männlich. Mit 63,0% war die Mehrheit der Befragten älter als 50 Jahre, 5,5% waren 40 Jahre und jünger. Mit ihrer beruflichen Tätigkeit waren 1,0% vollkommen, 10,9% sehr, 29,7% ziemlich, 34,4% teilweise, 14,7% wenig und 9,3% überhaupt nicht zufrieden. Es gab signifikante Unterschiede bezüglich der Arbeitszufriedenheit nach Alter und Geschlecht. Hinsichtlich der Arbeitszufriedenheit in verschiedenen Altersklassen, zeigten sich jeweils 16,3% von Personen mit 40 Jahren oder weniger und 19,0% von Personen zwischen 41 und 50 Jahren mit ihrer Arbeit wenig oder überhaupt nicht zufrieden. Bei den Personen über 50 Jahren lagen die Anteile mit 28,3% (51-60 Jahre) und 24,8% ( $\geq 60$  Jahre) entsprechend höher. Bei den Männern waren 27,6% wenig/überhaupt nicht mit ihrer Arbeit zufrieden, bei den Frauen lediglich 16,1% ( $p < 0,002$ ).

Die Ergebnisse der Regressionsanalyse (s. Tabelle 1) zeigen eine signifikant höhere Zufriedenheit mit der ärztlichen Tätigkeit bei Zusammenleben mit einem Partner (aOR:1,91;95%-KI:1,09-3,36), täglichen Mittagspausen (aOR:1,54;95%-KI:1,01-2,34), sowie der regelmäßigen Ausübung eines Hobbys (aOR:3,60;95%-KI:1,56-8,30). Umgekehrt sinkt die Wahrscheinlichkeit der Zufriedenheit mit der ärztlichen Tätigkeit signifikant bei steigender Arbeitszeit pro Woche (aOR:0,98;95%-KI: 0,96-0,99).

Tab. 1: Multiple logistische Regressionsanalyse (n=753)

	aOR	95%-CI	p-Wert
<b>Alter</b>			
≤ 40	1,01	0,49-2,10	0,975
41 - 50	0,72	0,46-1,12	0,15
51 - 60	0,72	0,48-1,09	0,122
≥ 61	(Ref.-Kat.)		
<b>Geschlecht</b>			
Männlich	0,89	0,63-1,26	0,516
Weiblich	(Ref.-Kat.)		
<b>Partner</b>			
Ja	1,91	1,09-3,36	0,024
Nein	(Ref.-Kat.)		
<b>Kinder</b>			
Ja	1,35	0,82-2,21	0,239
Nein	(Ref.-Kat.)		
<b>Arbeitszeit pro Woche (in h)</b>	0,98	0,96-0,99	<,001
<b>Regelmäßige Ausübung eines Hobbys</b>			
Ja	3,6	1,56-8,30	0,003
Nein	(Ref.-Kat.)		
<b>Regelmäßige Mittagspausen</b>			
Täglich	1,54	1,01-2,34	0,045
Ab und zu (an 1-4 Tagen die Woche)	1,22	0,77-1,94	0,402
Nein	(Ref.-Kat.)		

- Abhängige Variable: Zufriedenheit. Codierung:

1=Vollkommen, Sehr, Ziemlich; 0=Teilweise, Wenig, Überhaupt nicht

<sup>a</sup>aOR: adjusted Odds Ratio; <sup>b</sup>95%-KI: 95%-Konfidenzintervall; <sup>c</sup>Ref.-Kat. = Referenzkategorie

### Schlussfolgerungen

Mehr als die Hälfte aller befragten Hausärzte waren mit ihrer Tätigkeit als Arzt lediglich teilweise oder wenig bis überhaupt nicht zufrieden. Im Vergleich mit der Arbeitsbevölkerung insgesamt ist die Zufriedenheit unter den befragten Hausärzten mit ihrer beruflichen Tätigkeit als gering einzustufen: Sowohl im Datenbericht des Statistischen Bundesamtes als auch in einer aktuellen Umfrage des Magazins Stern wurden deutlich höhere Zufriedenheitsraten als in der vorliegenden Hausärzttestichprobe gefunden, in der nur etwa jeder 8. Hausarzt sehr oder vollkommen mit seiner beruflichen Tätigkeit zufrieden war (Wingerter 2010, Stern 2010).

Gründe für die Unzufriedenheit der Hausärzte sind vor allem die langen Arbeitszeiten, der bürokratische Aufwand, das unsichere Einkommen und die psychische Arbeitsbelastung. Diese Ergebnisse stehen in Einklang mit der Studie von Götz, Broge, Willms et al. (2010) über die Arbeitszufriedenheit von Allgemeinmedizinern in Deutschland, wobei in dieser Studie über gute bis sehr gute Zufriedenheitswerte berichtet wird. Zufriedener sind in beiden Studien die Hausärzte, die mit einem Partner zusammenleben und über mehr Zeit für das Privatleben verfügen.

Die Rahmenbedingungen von Hausärzten in Rheinland-Pfalz sollten dringend verbessert werden, damit Hausärzte eine bessere „Work-life-balance“ erlangen und gleichzeitig auch eine höhere Arbeitszufriedenheit.

### Literatur

Gebuhr K. Die vertragsärztliche Tätigkeit im Lichte des Burnout-Syndroms. Ergebnisse schriftlicher Befragungen von 1996, 2002, 2004 und 2007. Berlin: Brendan-Schmittmann-Stiftung; 2008.

Götz K, Broge B, Willms S et al. Die Arbeitszufriedenheit von Allgemeinmedizinern. Medizinische Klinik 2010; 105(11):767-771

Janus K, Amelung VE, Baker LC et al. Sind amerikanische Ärzte zufriedener? - Ergebnisse einer internationalen Studie unter Ärzten an Universitätskliniken. Gesundheitswesen 2009; 71(4):210-217

Lob der Arbeit. Stern 2010 ; 18 – 23

Merz B, Oberlander W. Berufszufriedenheit: Ärztinnen und Ärzte beklagen die Einschränkungen ihrer Autonomie. Deutsches Ärzteblatt. 2008;105(7):A-322.

Wingerter C . Arbeitsmarkt und Erwerbstätigkeit. In: Statistisches Bundesamt, GESIS-ZUMA, WZB, Hrsg. Ein Sozialbericht für die Bundesrepublik Deutschland. Bonn: Bundeszentrale für politische Bildung, 2008; 108–144 [online]; [cited 17 November 2010]; available from: [www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Publikationen/Querschnittsveroeffentlichungen/Datenreport/Downloads/Datenreport2008\\_Arbeitsmarkt.psm1](http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Publikationen/Querschnittsveroeffentlichungen/Datenreport/Downloads/Datenreport2008_Arbeitsmarkt.psm1)

## **Untersuchungen zum Eisenhaushalt bei Schweißern – Ergebnisse der WELDOX-Studie**

**Jana Henry<sup>1</sup>, Swaantje Casjens<sup>1</sup>, Martin Lehnert<sup>1</sup>, Tobias Weiss<sup>1</sup>, Benjamin Kendzia<sup>1</sup>, Anne Lotz<sup>1</sup>, Rainer Van Gelder<sup>2</sup>, Markus Berges<sup>2</sup>, Jens-Uwe Hahn<sup>2</sup>, Beate Pesch<sup>1</sup>, Thomas Brüning<sup>1</sup> und die WELDOX-Gruppe**

<sup>1</sup>Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA)

<sup>2</sup>Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), Sankt Augustin

### **Zielsetzung**

Während lokale Wirkungen des inhalativ mit dem Schweißrauch aufgenommenen Eisens z.B. als Siderose gut beschrieben sind, finden sich in der Literatur kaum Angaben zu systemischen Effekten auf den Eisenhaushalt. Im Atemwegsepithel finden sich die gleichen Transporterproteine für Eisen wie auch im Darm. Untersuchungen haben jedoch gezeigt, dass die beteiligten Ferrireduktasen und Transporterproteine im Atemwegsepithel anders als im Darmepithel auf das Eisenangebot reagieren. Der Grund hierfür liegt in der toxischen Wirkung des Eisens auf das Atemwegsepithel, so dass im Gegensatz zum Darm, wo der Eisenhaushalt über die Aufnahme des mit der Nahrung zugeführten Eisens reguliert wird, in der Lunge die Detoxifikation und nicht die Regulation des Eisenhaushalts im Vordergrund steht. Im Rahmen der WELDOX-Studie wurde der Einfluss von Eisen im Schweißrauch auf den Eisenhaushalt untersucht. Insbesondere sollte die Frage geklärt werden, ob inhalativ ausgenommenes Eisen der Regulierung durch Prohepcidin bzw. Hepcidin unterliegt und ob Serum-Parameter wie freies Eisen und Ferritin bei Schweißern in Abhängigkeit von der inhalativen Eisenexposition erhöht sind. Zudem sollte die Häufigkeit von Störungen des Eisenhaushalts ermittelt werden.

### **Methoden**

Für die Untersuchung des Eisenhaushalts wurden Schweißrauchmessungen und Serumparameter von 192 Schweißern analysiert. Diese trugen während der Arbeitsschicht keine Staubmaske. Das Eisen wurde in den alveolengängigen Partikeln personengetragener Schweißrauchmessungen (A-Fraktion) bestimmt. Verschiedene Parameter des Eisenhaushalts (Hämoglobin, Erythrozytenzahl, MCV, Hämatokrit, Eisen i. S., Ferritin, Transferrin, Transferrinsättigung, Prohepcidin, Hepcidin) wurden mit der inhalativen Eisenbelastung assoziiert. Zur Klassifikation von Anämie und Eisenüberladung wurden internationale Standards angewandt.

## Ergebnisse

Das Alter der Schweißer lag im Median bei 42 Jahren (19-61 Jahre). Etwa jeder zweite Schweißer war Raucher. In der A-Fraktion des Schweißrauchs lag die Eisenkonzentration im Median bei  $88 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Interquartil-Bereich  $13\text{-}690 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Während sich eine Anämie gemäß WHO-Definition (Hämoglobin  $< 13 \text{ g/dl}$  oder Hämatokrit  $< 39\%$ ) nur bei 9 Schweißern (4,7%) fand, waren Störungen i. S. einer Eisenüberladung deutlich häufiger. So fanden sich bei 60 Schweißern (31,3 %) Ferritinwerte oberhalb  $200 \mu\text{g}/\text{L}$  im Sinne einer Eisenüberladung, wobei dies bei emissionsstarken Schweißverfahren gehäuft auftrat. Unter Berücksichtigung altersadaptierter Normwerte finden sich bei den unter 44-Jährigen immer noch 26 Schweißer (23,6%) und bei den über 44-Jährigen 24 Schweißer (29,3%) mit einer Eisenüberladung. In 11 Fällen (5,7%) zeigten sich deutlich erhöhte Ferritinwerte  $> 500 \mu\text{g}/\text{L}$ .

Das inhalativ aufgenommene Eisen, aber nicht das freie Serumeisen war mit Prohepcidin ( $r=0,39$ , 95% CI=[0,26; 0,51]) und Serumferritin ( $r=0,17$ , 95% CI=[0,03; 0,31]) korreliert.

Hepcidin zeigte im Gegensatz zu Prohepcidin nur geringe Assoziationen mit verschiedenen Parametern des Eisenhaushalts und auch die Korrelation mit Prohepcidin war gering ( $r=0,15$ , 95% CI=[0,01;0,29]).

Ein möglicher Einfluss von Prohepcidin auf das Ferritin war marginal zu erkennen ( $r=0,13$ , 95% CI=[-0,01; 0,27]), allerdings ist hierbei zu berücksichtigen, dass es sich beim Prohepcidin um einen rasch reagierenden Marker handelt, während Ferritin ein Langzeitparameter ist. Das Ferritin war am stärksten von der Tätigkeitsdauer (Jahre als Schweißer) beeinflusst ( $r=0,25$ , 95% CI=[0,11; 0,38]), wobei hier eine Abgrenzung des bekannten Alterseffekts kaum möglich ist.

## Schlussfolgerungen

Auch wenn inhalativ aufgenommenes Eisen nur begrenzt systemisch zur Verfügung steht und der Eisenhaushalt biologisch gut reguliert ist, finden sich bei Schweißern nachweisbare Effekte durch die inhalative Eisenaufnahme sowohl auf das regulierende Peptid Prohepcidin als auch auf das Speichereisen Ferritin. Betrachtet man die Häufigkeit von Störungen des Eisenhaushalts geschlechtsbezogen und altersadaptiert im internationalen Vergleich, so zeigt etwa jeder vierte Schweißer eine Eisenüberladung in der WELDOX-Studie im Vergleich zu 6% der Männer aus einem Bevölkerungssurvey in den USA (NHANES II) (1).

**Literatur**

- (1) Summary of a report on assessment of the iron nutritional status of the United States population. Expert Scientific Working Group. Am J Clin Nutr 1985 42: 6 1318-1330

## Interventionsstudie zur Senkung der Exposition von Schweißern – eine Folgeuntersuchung aus der WELDOX-Studie

**Lehnert M<sup>1</sup>, Lotz A<sup>1</sup>, Heinze E<sup>1</sup>, Hahn JU<sup>2</sup>, Van Gelder R<sup>2</sup>, Weiß T<sup>1</sup>, Pesch B<sup>1</sup>, Brüning T<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IPA), Institut der Ruhr Universität Bochum

<sup>2</sup> Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), Sankt Augustin

### **Fragestellung:**

Im Rahmen der WELDOX-Studie wurden 2008 in einem Betrieb hohe Expositionen gegenüber Schweißrauch, Chrom und anderen Metallen bei Schweißern festgestellt. Lüftungstechnisch beengte Arbeitsbedingungen und stark emittierender Fülldraht führten hier in einem untersuchten Bereich zu hohen Expositionen (Pesch et al.). Danach wurden umfangreiche Maßnahmen getroffen, um die Exposition zu senken. Im Wesentlichen wurden die Lüftungstechnischen Anlagen optimiert und fremdbelüftete Schweißerhauben für Arbeiten mit hoher Gefährdung angeschafft. Im Jahr 2011 wurden Nachmessungen durchgeführt, um den Effekt von Arbeitsschutzmaßnahmen zu evaluieren.

### **Methoden:**

In 2008 und 2011 wurden jeweils bei 12 Schweißern personengetragene Messungen des alveolengängigen Schweißrauchs (A) und der darin enthaltenen Metalle während einer Arbeitsschicht sowie ein Biomonitoring zur individuellen Belastung gegenüber Chrom-, Nickel- und Manganverbindungen durchgeführt (Hebisch et al.). Sieben Schweißer konnten erneut untersucht werden. Die Schweißer wurden aus zwei unterschiedlich exponierten Bereichen rekrutiert (A, B). Die Teilnahme war freiwillig. Von allen Schweißern liegen schriftlich Einverständniserklärungen vor. Die Untersuchung wurde von der Ethikkommission der Ruhr- Universität Bochum genehmigt

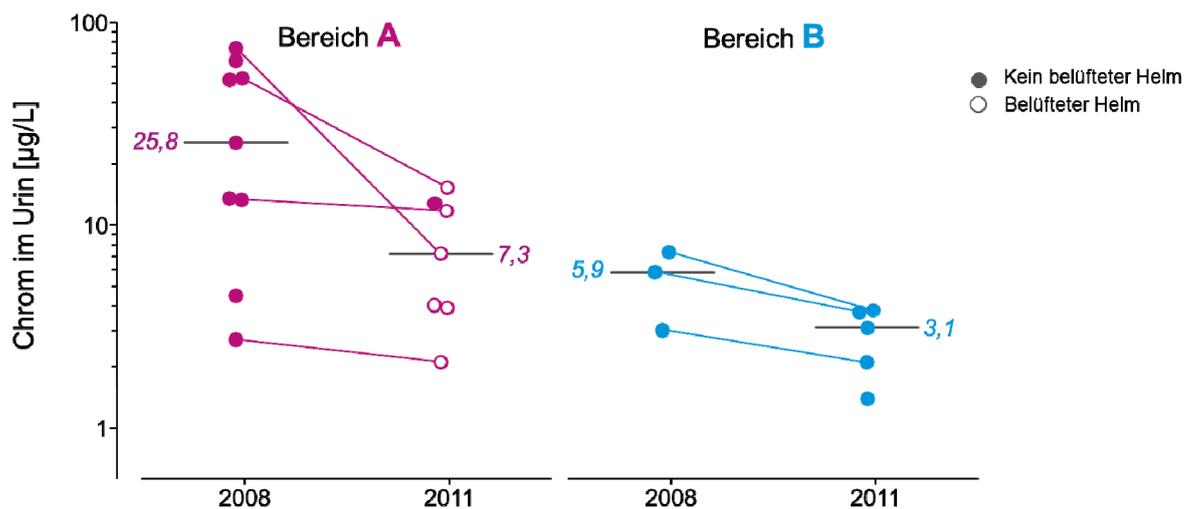
### **Ergebnisse:**

Im Jahr 2008 lag der Median der Konzentrationen des alveolengängigen Schweißrauchs bei 5 mg/m<sup>3</sup> (Spanne: 1,2-13,9 mg/m<sup>3</sup>). Im Jahr 2011 wurden bei den Probenahmen an sieben Schweißern die Nachweisgrenze nicht erreicht, darunter alle Nutzer von belüfteten Schweißerhauben. Der allgemeine Staubgrenzwert (3 mg/m<sup>3</sup>) wurde nicht mehr überschritten. Der Median der Chromkonzentration konnte von 239 µg/m<sup>3</sup> auf Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze gesenkt werden (s. Tabelle). Die Chromkonzentration im Urin der Schweißer sank von 13,5 µg/L auf 3,9 µg/L. Die Grafik zeigt die Veränderungen bei den Schweißern jeweils für die Produktionsbereiche A und B. Die Mangankonzentrationen wurden von durchschnittlich 340 µg/m<sup>3</sup> auf 4,3

$\mu\text{g}/\text{m}^3$  reduziert. Die Konzentration von Mangan im Blut sank von  $12,5 \mu\text{g}/\text{L}$  auf  $9,0 \mu\text{g}/\text{L}$ .

	Jahr	N	A-Fraktion [ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]	Chrom [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Nickel [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Mangan [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
Bereich A	2008	9	5,6 (1,2; 13,9)	299 (40; 526)	96,0 (15; 248)	432 (219; 2171)
	2011	7	<LOD (<LOD; 2,0)	<LOQ (<LOQ; 88)	<LOQ (<LOQ; 19)	3,1 (0,9; 140)
Bereich B	2008	3	1,5 (1,3; 2,0)	76 (74; 113)	48 (42; 66)	127 (100; 163)
	2011	5	0,8 (<LOD; 1,3)	17 (<LOQ; 89)	10 (<LOQ; 49)	30 (<LOQ; 100)
Gesamt	2008	12	5,0 (1,2; 13,9)	239 (40; 526)	82,5 (15; 248)	340 (100; 2171)
	2011	12	<LOD (<LOD; 2)	<LOQ (<LOQ; 89)	<LOQ (<LOQ; 49)	4,3 (<LOQ; 140)

LOD: Nachweisgrenze  
LOQ: Bestimmungsgrenze



**Schlussfolgerung:**

Eine starke Senkung der Expositionen gegenüber Schweißrauch und darin enthaltener Metalle durch Interventionsmaßnahmen ist möglich. Insbesondere kann dies durch fremdbelüftete Schweißerhauben und brennerintegrierte Absaugung erreicht werden. Ein geeigneter Einsatz solcher Maßnahmen muss jedoch geprüft werden, z.B. bei Überkopfarbeiten und in engen Räumen. Die mittlere Chrombelastung im Urin lag auch im Jahr 2011 noch über dem Durchschnitt in der WELDOX-Studie. Hier sind u.a. Einflüsse der Hallengrundlast zu klären.

**Literatur:**

Hebisch R, Fricke H-H, Hahn J-U, Lahaniatis M, Maschmeier C-P, Mattenklott M. (2005) Sampling and determining aerosols and their chemical compounds. In Parlar H und Greim H, (Hrsg.). The MAK Collection for Occupational Health and Safety, Part III. Air Monitoring Methods. Wiley-VCH. 2005. ISBN 3-527-31134-3

Pesch B, Weiss T, Kendzia B, Henry J, Lehnert M, Spickenheuer A, Heinze E, Kaefferlein H, Van Gelder R, Berges M, Hahn JU, Mattenklott M, Punkenburg E, Hartwig A, Bruening T. Levels and predictors of airborne and internal exposure to manganese and iron among welders. JESEE 2012 (in press)

## Korrelation zwischen differentiellen FeNO-Parametern und pulmonalem Gas-Austausch in vormalig asbestexponierten Patienten

L. Barbinova, A. Preisser, X. Baur

Ordinariat und Zentralinstitut für Arbeitsmedizin und Maritime Medizin (ZfAM),  
Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf

**Einleitung:** Die langjährige Exposition gegenüber Asbest ist mit der Reduktion der Lungenvolumina, der Lungencapazität und des alveolokapillären Gasaustausches assoziiert. Um die zugrunde liegenden pathophysiologischen Prozesse besser zu verstehen, bestimmten wir nach einer neuen differentiellen Methode die Parameter des exhalierten NO (FeNO) in verschiedenen Atemwegsabschnitten von 48 vormalig asbestexponierten Patienten.

**Theoretischer Hintergrund:** Stickstoffmonoxid ist ein wichtiger Regulator des vaskulären Tonus. Die Inhalation von NO führt zur Verbesserung von Parametern, die eine Hypoxämie widerspiegeln, im Einzelnen zur Erhöhung des  $P_{a,O_2}$  und zur Erniedrigung der alveolo-arteriellen Sauerstoffdifferenz ( $AaDO_2$ ).

Die Wirkung des NO in der vaskulären Wand kann auf zwei Wegen erfolgen: auf direktem Weg an den leichten Myosin-Ketten in der glatten Muskulatur sowie auf indirektem Weg durch Endothelinsynthese im Endothel.

Es wurde bis heute nicht berichtet, in welchem Verhältnis das endogene NO zu den Blutgasparametern steht.

**Methoden:** Ehemals asbestexponierte Arbeiter (n=48), die sich im Rahmen von nachgehenden Untersuchungen in unserer Poliklinik vorstellten, wurden der Lungenfunktionsprüfung, Messungen der Diffusionskapazitäten für CO und NO und Messungen der exhalierten NO-Fraktion (FeNO) unterzogen.

Alle wiesen einen unauffälligen Röntgenbefund des Lungenparenchyms und der Pleura auf. Die FeNO-Messung erfolgte mit 5 verschiedenen Flussraten (20, 50, 100, 200, 300 mL/s; wobei jeweils mindestens 2fach-Messungen vorgenommen wurden), entsprechend den ATS/ERS-Empfehlungen. Hieraus berechneten wir mittels linearer Regression folgende Parameter unter Bezug auf ein Zwei-Kompartimenten Modell:  $C_{alv}$  (alveoläre NO-Konzentration) und  $J_{aw}$  (NO-Strömung aus der bronchialen Wand).

**Ergebnisse:** Die CO-Diffusionskapazität ( $D_{L,CO}$ ) und die NO-Diffusionskapazität ( $D_{L,NO}$ ) waren in dem Kollektiv der Asbestexponierten erniedrigt (MW =83,4% und 73,6% des Sollmittelwertes nach Cotes bzw. Lee). Der Mittelwert von  $P_{a,O_2}$  für das gesamte Kollektiv war grenzwertig niedrig.

Alle 48 Patienten zeigten in der basalen NO-Untersuchung (FeNO in der Messung bei 50 mL/s) unauffällige Werte (MW  $16,9 \pm 1,2$  ppb). Demgegenüber waren die alveolären

NO-Konzentrationen ( $C_{\text{alv}}$ ) signifikant erhöht im Vergleich zu einem gesunden Kontrollkollektiv ( $n=43$ ) ( $1,4 \pm 0,2$  vs.  $0,5 \pm 0,1$  ppb,  $p<0,001$ ).

Zwischen FeNO und AaDO<sub>2</sub> bestand eine signifikante negative Korrelation ( $r_{\text{sp}} = -0,33$ ,  $p<0,05$ ) (Abb. 1a). Ähnliche Verhältnisse fanden wir zwischen der alveolären NO-Fraktion  $C_{\text{alv}}$  und AaDO<sub>2</sub> ( $r_{\text{sp}} = -0,36$ ,  $p<0,05$ ) (Abb. 1b).

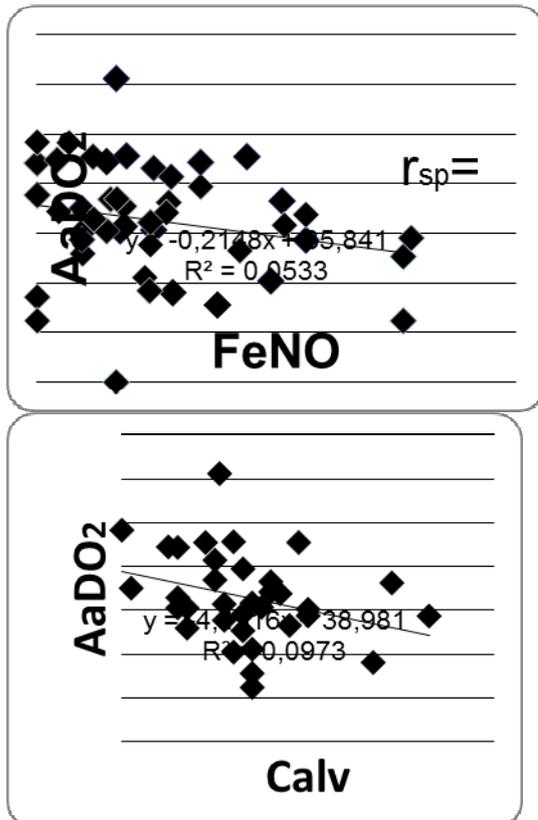


Abb. 1a Korrelation zwischen AaDO<sub>2</sub> und FeNO Ruhe mm/Hg (Norm<35).

Abb. 1b Korrelation zwischen AaDO<sub>2</sub> und alveolärer NO-Konzentration ( $C_{\text{alv}}$ )

(AaDO<sub>2</sub> in Ruhe (Norm<35 mm/Hg)).

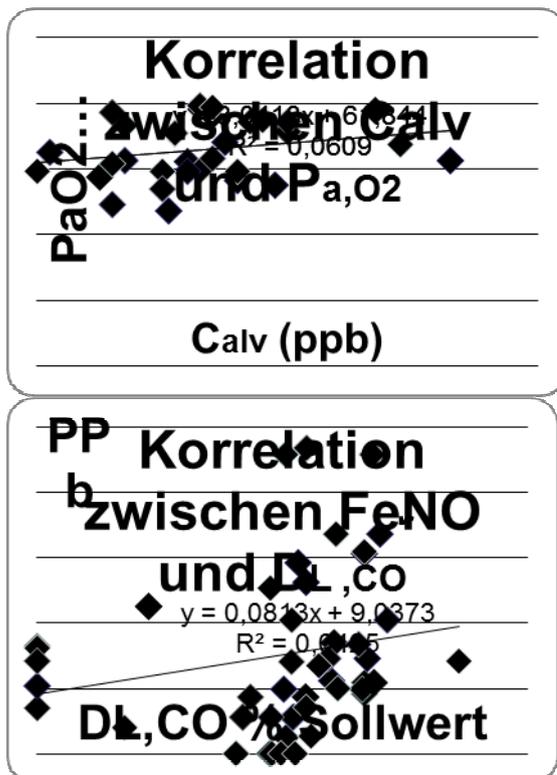


Abb. 2a

Abb. 2b

Zwischen  $P_{a,O_2}$  und  $C_{alv}$  war eine positive Korrelation ( $r_{sp} = 0.29$ ,  $p = 0.1$ ) festzustellen (Abb. 2a).

Zwischen FeNO und  $D_{L,CO}$  bzw.  $D_{L,NO}$  fand sich eine positive Assoziation ( $r_{sp} = 0.40$ ,  $p < 0,05$  bzw.  $r_{sp} = 0.28$ ,  $p = 0,09$ ) (Abb. 2b).

### Schlussfolgerungen:

Die Asbest-Exponierten weisen signifikant erhöhte  $C_{alv}$ -Werte auf. Eine Erklärung könnten ventilatorische Inhomogenitäten bei Small airways disease sein, welche unter ehemals Asbest-Exponierten häufig anzutreffen sind. Dabei kann das NO aus den Bronchien in den alveolären Bereich zurückströmen.

Das endogene NO, besonders seine alveolare Fraktion, zeigt eine deutliche Korrelation mit den Blutgasparametern. Diese Zusammenhänge spiegeln die bekannten Wirkungen der exogenen NO-Zufuhr mit Gefäßdilatation und dadurch verbesserter Oxygenierung wider. Unsere vorläufigen Ergebnisse weisen somit darauf hin, dass auch dem endogenen NO eine ähnliche regulatorische Rolle zukommt.

## Prävalenz und Übertragungsrisiken der latenten Tuberkulose-Infektion unter exponierten Beschäftigten einer Lungenfachklinik

M. Holbach<sup>1</sup>, A. Nienhaus<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Abteilung Arbeitsmedizin des Bezirks Unterfranken, Lohr a.M.

<sup>2</sup> CVcare - Kompetenzzentrum Epidemiologie und Versorgungsforschung bei Pflegeberufen, Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, Hamburg

**Ziel der Studie:** Mit dem Interferon-Gamma Release Assay (IGRA) steht seit jüngerer Zeit ein Test zur Verfügung, der eine Tuberkulose-Infektion im Vergleich zum Tuberkulin-Hauttest (THT) mit höherer Sensitivität und Spezifität nachweisen kann (1). Mit diesem Test sollte die Prävalenz von latenten Infektionen unter TB-exponierten Beschäftigten einer Lungenfachklinik ermittelt werden sowie die dafür relevanten Risikofaktoren.

**Methode:** Eine Testung mit dem IGRA (QuantiFERON –TB-Gold-Test®, Fa. Cellestis) wurde im Rahmen der arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen bei denjenigen Beschäftigten veranlasst, die regelmäßig oder sporadisch Kontakt zu Patienten mit offener TB oder infektiösen Materialien hatten. Testergebnisse mit einer Konzentration an antigenspezifischem Interferon  $> 0,35$  IE/ml wurden als positiv bewertet und Betroffene mittels Röntgenaufnahme des Thorax auf eine spezifische Aktivität hin untersucht. Bei positivem IGRA ohne Nachweis einer TB-Aktivität wurde eine latente TB-Infektion angenommen.

In Verbindung mit dem IGRA-Test erfolgte jeweils eine Befragung zu möglichen Einflussfaktoren für das TB-Risiko. Gefragt wurde u.a. nach der Beschäftigungsdauer, während der regelmäßig Arbeitskontakte mit TB-Patienten oder infektiösen Materialien bestanden hatten sowie nach der durchschnittlichen Häufigkeit dieser Kontakte. Aus dem Produkt aus Beschäftigungsdauer und Kontakthäufigkeit ließ sich die Gesamtzahl der Kontakte errechnen. Ebenso wurden Rauchgewohnheiten und Angaben zur BCG-Impfung erfasst. Zum Zeitpunkt dieser Erhebung war das jeweilige IGRA-Ergebnis noch unbekannt.

Der Einfluss der Faktoren Geschlecht, Lebensalter, Beschäftigungszeit mit TB-Kontakt, Anzahl der stattgefundenen TB-Kontakte, BCG-Impfung und die Anzahl der während der Expositionszeit durchschnittlich gerauchten Zigaretten auf das quantitative und qualitative IGRA-Ergebnis wurde jeweils bivariat und mithilfe von Regressionsmodellen multivariat geprüft.

**Kollektiv:** Es handelt sich um 72 Beschäftigte (56 Frauen und 16 Männer) einer Lungenfachklinik (Pulmonologie und Thoraxchirurgie) mit einer TB-Station, auf der ständig Patienten mit offener TB behandelt werden. Die Teilnehmer kamen aus allen vertretenen Berufs- bzw. Beschäftigtengruppen mit Kontakt zu TB-infektiösen Patienten oder Materialien.

Das mittlere Alter betrug 45,3 Jahre, die durchschnittliche Beschäftigungsdauer mit regel-mäßiger TB-Exposition 14,0 Jahre und die aus Beschäftigungsdauer und Kontakthäufigkeit hochgerechnete Gesamtzahl der stattgefundenen TB-Kontakte ergab im Mittel rund 5400.

10 Personen waren nach Angabe bzw. Impfdokumentation gegen TB geimpft, 57 verneinten diese Impfung, bei 5 Personen blieb dies ungewiss. Der Anteil der Raucher lag bei 30 % mit durchschnittlich 7 konsumierten Zigaretten pro Tag während der Beschäftigungszeit mit TB-Exposition.

**Ergebnisse:** Die Prävalenz eines positiv bewerteten IGRA-Befundes ( $>0,35$  IE/ml) betrug 16,7 % im Gesamtkollektiv, unter den Frauen 16,1 % und unter den Männern 18,8 %. Bei keinem Beschäftigten mit positivem Testergebnis zeigte sich in der Röntgenuntersuchung des Thorax ein Hinweis auf eine Aktivität des TB-Erregers. Somit war bei allen Personen mit positivem IGRA eine latente Infektion mit Tuberkulose zu vermuten. Von den geprüften potenziellen Einflussfaktoren erwies sich die Anzahl der Kontakte als einziger signifikanter Prädiktor für eine latente TB-Infektion. Im Mittel gingen etwa 11.200 Kontakte mit einer Verdoppelung des Infektionsrisikos einher (OR adjustiert = 2,0; 95%-KI: 1,1-3,5). Dies wurde bei durchschnittlicher Exposition nach einer Tätigkeitsdauer von ca. 4 bis 5 Jahren als Vollzeit-Pflegekraft auf der TB-Station erreicht.

Geschlecht, Lebensalter und die Beschäftigungsdauer mit TB-Exposition hatten dagegen keinen signifikanten Einfluss auf das Testergebnis. Auch spielte das Rauchen in diesem Kollektiv keine signifikante Rolle ebenso wenig wie der BCG-Impfstatus (Tabelle 1).

**Diskussion:** Die ermittelte Rate latenter TB-Infektionen (16,7%) ist im Vergleich zu dem Ergebnis aus einer anderen Lungenfachklinik in Norddeutschland höher (2). Allerdings waren in diese Studie alle Klinikbeschäftigte einbezogen worden, d.h. auch solche ohne TB-Exposition. Zudem war das mittlere Lebensalter dort mit 34,7 Jahren rund 10 Jahre niedriger als in dem hier beschriebenen Kollektiv und damit vermutlich auch die Anzahl der TB-Kontakte geringer.

Das Risiko einer TB-Infektion ist grundsätzlich abhängig von der Virulenz und der Anzahl der aufgenommenen Erreger (Exposition) sowie von der Disposition der exponierten Person. Von den geprüften Dispositionsmerkmalen: Lebensalter, Geschlecht, Rauchen und BCG-Impfstatus, erwies sich hier jedoch keines als signifikant für eine latente TB-Infektion.

Die Anzahl der inhalierten Erreger als Maß für die Exposition ergibt sich rechnerisch aus dem Produkt aus der Erregerkonzentration in der Atemluft, der Aufenthaltsdauer und dem Atemminutenvolumen. Die während der Beschäftigungszeit kumulierte Aufenthaltsdauer in (vermutlich) TB-infektiösem Milieu ist dabei das Produkt aus der Anzahl der Kontakte mit infektiösen Patienten/Materialien und der mittleren Dauer dieser Kontakte. Der Faktor „Anzahl solcher Kontakte“ war bei den untersuchten Personen je nach Einsatzbereich innerhalb der Klinik sehr unterschiedlich, von nur ganz vereinzelt Kontakten pro Jahr bis zu über 10 Kontakten pro Arbeitstag. Daher

erschien es von Interesse, den Effekt dieser Expositionsvariablen auf das Infektionsrisiko zu prüfen.

Anzunehmen ist, dass auch die Erregerkonzentration in der Atemluft sehr variabel ist. Denn hierauf wirken sich nicht nur patientenseitige Bedingungen aus (wie Grad der Infektiösität, Husten, Tragen von Atemschutz), sondern auch äußere Umstände (Abstand, Luftwechsel) und Faktoren aufseiten der Beschäftigten (Art, Häufigkeit von angewendetem Atemschutz), die jeweils sehr verschieden sein können. Eine Differenzierung der stattgefundenen Kontakte nach diesen Gegebenheiten war im Rahmen der hier erfolgten retrospektiven Befragung über einen meist längeren Beschäftigungszeitraum jedoch nicht möglich.

Die ermittelte Assoziation zwischen TB-Kontakten und Infektionsrate ist ein Beleg für ein beruflich erhöhtes Risiko für eine latente TB-Infektion in der stationären Versorgung von TB-Patienten und unterstreicht die Bedeutung von entsprechenden Schutzmaßnahmen und einer gezielten arbeitsmedizinischen Überwachung des exponierten Personals.

Tabelle 1: Effekt bzw. Effektwahrscheinlichkeit potenzieller Einflussfaktoren auf das quantitative und qualitative IGRA-Ergebnis unter 72 Beschäftigten mit TB-Exposition in einer Lungenfachklinik

N=72	IGRA quantitativ		IGRA qualitativ (>0,35IU/ml)	
	bivariat	multivariat		
		jeweils mit den Faktoren „Lebensalter“ und „Geschlecht im Modell, *: zusätzlich mit „Anzahl der TB-Kontakte		
Einflussfaktor	p-Wert	p-Wert	p-Wert	OR adj (95%-CI der OR)
Lebensalter	0,4427	jeweils p>0,1		
Geschlecht	0,2944			
Anzahl der TB-Kontakte	0,0003	0,0002	0,0140	2,0 (1,14-3,50) Pro 11.200 Kontakte

Beschäftigungszeit mit TB-Exposition	0,2526	0,2678	0,7135	
BVG-Impfung * n=67 (5 „missings“)	0,6852	0,7694	0,7053	
Zigarettenkonsum n=63 (9 „missings“)	0,1224	0,7335	0,6025	

**Literatur:**

1. Diel R, Nienhaus A: Diagnose der latenten Tuberkulose-Infektion - Interferon- $\gamma$  Release Assay als Alternative zum Tuberkulin-Hauttest. In: Nienhaus A, Brandenburg S, Teschler H: Tuberkulose als Berufskrankheit. 3. Aufl. Ecomed, Heidelberg, München, Hamburg (2012) 211-224
2. Schablon A, Beckmann G, Harling M, Diel R, Nienhaus A: Prevalence of Latent Tuberculosis Infection among Health Care Workers in a hospital for pulmonary disease. J Occup Med Toxicol 2009;4:1

## Tuberkulose unter Kollegen

### A. Nienhaus<sup>1</sup>, R. Diel<sup>2</sup>

<sup>1</sup> CVcare – Kompetenzzentrum Epidemiologie und Versorgungsforschung bei Pflegeberufen,

Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, Hamburg

<sup>2</sup> Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Pneumologie, Hannover

**Ziel der Studie:** Die Tuberkulose (TB) ist bei Beschäftigten im Gesundheitswesen als Berufskrankheit anerkannt. Darüber hinaus ist es aber auch möglich, nach einem Kontakt zu einem infektiösen Kollegen am Arbeitsplatz eine TB-Infektion und eine aktive TB zu entwickeln. Diese Tuberkulose kann wie ein Arbeitsunfall von der gesetzlichen Unfallversicherung anerkannt und entschädigt werden. Im Jahr 2010 wurden dem Robert Koch-Institut insgesamt 4.302 Patienten mit einer aktiven TB gemeldet. Etwa 40% dieser Patienten waren infektiös, das heißt sie haben möglicherweise andere Personen infiziert. Diese Patienten waren Anlass für Umgebungs- bzw. Kontaktuntersuchungen nach dem Infektionsschutzgesetz (IfSG). In dieser Arbeit wird untersucht, wie viele TB-Kontaktpersonen diese Kontakte am Arbeitsplatz hatten und wie hoch das Infektionsrisiko bei diesen Arbeitsplatzkontakten im Vergleich zu den Haushaltskontakten ist. Ferner wird untersucht, wie hoch das Erkrankungsrisiko für diese infizierten Arbeitsplatz-Kontaktpersonen ist.

**Methoden:** Bei den Umgebungsuntersuchungen nach dem IfSG in Hamburg werden Anlass des Kontakts, Dauer des Kontakts, Ergebnis des Interferon-gamma Release Assays (IGRA) sowie im Follow-up die Entwicklung einer aktiven TB dokumentiert. Um den Anteil der Personen mit einer frischen latenten Tuberkulose-Infektion (LTBI) möglichst zu steigern, wurden nur Kontaktpersonen einbezogen, die mindestens 40 Stunden lang Kontakt zu einer infektiösen Person hatten. Da anfänglich das zweistufige Verfahren (IGRA bei Kontaktpersonen mit positivem Tuberkulinhauttest (THT)) verwendet wurde, haben etwa zwei Drittel der Kontaktpersonen, bei denen ein IGRA durchgeführt wurde, einen positiven THT. Die fortlaufende Studie umfasst bisher 1.033 Kontaktpersonen, die mindestens zwei Jahre lang nachverfolgt wurden (1). Davon waren 917 Kontaktpersonen mindestens 16 Jahre alt. Präsentiert wird hier eine Sekundäranalyse für das Teilkollektiv im erwerbsfähigen Alter (mindestens 16 Jahre alt) unter dem besonderen Aspekt des Ortes (Arbeitsplatz), wo der Kontakt mit einem TB-Patienten stattfand.

**Ergebnisse:** Insgesamt waren Kontakte am Arbeitsplatz ähnlich häufig wie Haushaltskontakte (31% versus 35% von allen mindestens 16 Jahre alten Kontaktpersonen). Personen mit Kontakt zu TB-Infizierten am Arbeitsplatz waren im Vergleich zu Personen mit Haushaltskontakten häufiger männlich (59% versus 50%), hatten seltener einen Migrationshintergrund (40% versus 50%), waren häufiger BCG geimpft (62% versus 45%) und waren älter (Tabelle 1).

Die Dauer des Kontakts war am Arbeitsplatz kürzer als im Haushalt (100 Stunden und länger Kontakt: 23% versus 36%). Ein positiver IGRA wurde bei den Personen mit

Kontakten am Arbeitsplatz weniger häufig beobachtet als bei Personen mit Haushaltskontakten (19% versus 31%).

Der THT war bei 562 Kontaktpersonen positiv. Im IGRA wurde eine LTBI bei 30% der THT-positiven Kontaktpersonen bestätigt. Die Bestätigungsrate war bei Personen mit Kontakten am Arbeitsplatz niedriger als bei denjenigen mit Haushaltskontakten (27% versus 50%). Die Bereitschaft, eine Chemoprävention nach einem positiven IGRA durchzuführen war bei Personen mit Kontakten am Arbeitsplatz ähnlich hoch wie bei Personen mit Haushaltskontakten (28% versus 23%). Das Risiko, eine aktive Tuberkulose bei einem positiven IGRA im Rahmen einer Umgebungsuntersuchung zu entwickeln, war nach Arbeitsplatzkontakten geringer als nach Haushaltskontakten (5% versus 16%). Dieser Unterschied war nach der Kontrolle für die Kontaktzeit und den Migrationshintergrund mittels logistischer Regression nicht statistisch signifikant (OR=0,2; 95%CI 0,1-1,1). Bei Kontaktpersonen ohne Migrationshintergrund war das Progressionsrisiko bei einem positiven IGRA höher als bei Personen mit Migrationshintergrund (19% versus 8%). Das höchste Progressionsrisiko hatten Personen ohne Migrationshintergrund (33%) mit einem positiven IGRA nach Haushaltskontakten.

Tabelle 1: Beschreibung der Studienpopulation

	Arbeitsplatz		Haushalt	
	N	%	N	%
Frauen	130	59,4	142	50,2
BCG	197	61,6	127	44,6
Geburt im Ausland	128	40,0	143	50,2
Alter				
16-24 Jahre	51	15,9	89	31,2
25-34 Jahre	102	31,9	95	33,3
35-44 Jahre	114	35,6	66	23,2
45-62 Jahre	53	16,6	35	12,3
Kontaktdauer				
40-59 Stunden	184	57,5	114	40,0
60-99 Stunden	62	19,4	68	23,9

100 und + Stunden	74	23,1	103	36,1
THT $\geq$ 5mm	218	68,1	167	58,6
IGRA positiv	60	18,8	89	31,2
Gesamt	320	100,0	285	100,0

**Schlussfolgerungen:** Kontakte zu infektiösen TB-Patienten sind am Arbeitsplatz ähnlich häufig wie im Haushalt. Das Infektionsrisiko und das Risiko der Progression zu einer aktiven TB scheinen aber geringer zu sein. Die höhere Rate alter Infektionen bei Personen mit Migrationshintergrund sowie bei Personen mit Kontakten zu TB-Infizierten am Arbeitsplatz ist die wahrscheinliche Erklärung für das geringere Progressionsrisiko. In einer Progressionsstudie aus Portugal wurde bei Beschäftigten im Gesundheitswesen eine Progressionsrate von einem 1% bei positivem IGRA ermittelt (2). Diese Rate war somit deutlich niedriger als die in der hier präsentierten Untersuchung beobachtete Progressionsrate von 5% bei einem positiven IGRA nach einem Kontakt zu einer infektiösen Person am Arbeitsplatz. Dieser Unterschied begründet sich wahrscheinlich ebenfalls mit der unterschiedlichen Rate alter LTBI, die ein geringeres Progressionsrisiko haben als frische TB-Infektionen. Bei wiederholt exponierten Personen wie Beschäftigten im Gesundheitswesen ist der Anteil alter LTBI höher als bei Kontaktpersonen aus der Bevölkerung. Da alle Kontaktpersonen das gleiche Recht auf Aufklärung haben, sollten sie entsprechend untersucht und beraten werden. Die Indikation für eine präventive Chemotherapie sollte aber risikoadaptiert gestellt werden. Insgesamt scheint eine bessere Datenbasis wünschenswert, um Infektions- und Progressionsrisiken nach Kontakt zu TB-Patienten besser abschätzen zu können.

#### Literatur:

1 Diel R, Loddenkemper R, Niemann S, Meywald-Walter K, Nienhaus A. Negative and Positive Predictive Value of a Whole-Blood Interferon- $\gamma$  Release Assay for Developing Active Tuberculosis: An Update. Am J Respir Crit Care Med 2011; 183(1):88-95

2 Torres CJ, Silva R, Ringshausen FC, Nienhaus A. Screening for tuberculosis and prediction of disease in Portuguese healthcare workers. J Occup Med Toxicol 2011; 6:19

## **Die zelluläre Blutfraktion als potentielle Quelle für Biomarker - Pilotstudie zur Identifizierung von microRNAs zur Diagnose von malignen Mesotheliomen**

**Daniel G. Weber<sup>1</sup>, Georg Johnen<sup>1</sup>, Oleksandr Bryk<sup>1</sup>, Karl-Heinz Jöckel<sup>2</sup>, Thomas Brüning<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA)

<sup>2</sup>Institut für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie (IMIBE), Universitätsklinikum Essen

### **Ziel der Studie**

Mesotheliome sind asbestassoziierte Tumoren der Pleura. Auch in den kommenden Jahren ist mit steigenden Zahlen von Mesotheliomen zu rechnen. So zeigt eine aktuelle Projektion für Großbritannien den Höhepunkt für die Jahre 2016/2017 (Tan et al., 2010). Da Mesotheliome in der Regel erst in späten Stadien diagnostiziert werden, bestehen allerdings derzeit kaum Heilungschancen. Eine frühzeitige Diagnose mittels minimal-invasiver Biomarker könnte als Entscheidungshilfe für eine weiterführende (invasive) Diagnostik dienen, die Heilungschancen deutlich verbessern und zudem Einblicke in die molekularen Mechanismen geben. Aufgrund ihrer gewebespezifischen und tumorspezifischen Expression gelten microRNAs (miRNAs) als vielversprechende Biomarker für die Diagnose von Krebs, die auch zur Früherkennung prinzipiell geeignet sein können. Das Ziel dieser Studie war daher die Identifizierung von miRNAs in der zellulären Fraktion von peripherem Blut als potentielle minimal-invasive Biomarker zur Diagnose von malignen Mesotheliomen (Weber et al., 2012).

### **Methoden**

Für die Analysen wurde die RNA aus der zellulären Fraktion von peripherem Blut von 23 Patienten mit diagnostiziertem Mesotheliom und 17 asbestexponierten Kontrollprobanden isoliert. Das Screening auf potentielle Biomarker erfolgte mittels Oligonukleotid-Microarrays. MiRNAs mit einer signifikanten ( $p < 0,05$ ) dreifachen Expressionsänderung zwischen Mesotheliompatienten und asbestexponierten Kontrollen wurden mittels der quantitativen Real-Time PCR (qRT-PCR) validiert. Die validierten miRNAs wurden anschließend zusätzlich in einer weiteren Kontrollgruppe bestehend aus 25 Personen aus der Allgemeinbevölkerung analysiert. Abschließend wurde der Einfluss der potentiellen Confounder Alter, Geschlecht und Rauchstatus auf die potentiellen Biomarker analysiert.

Das schriftliche Einverständnis der Probanden und die Zustimmung der Ethikkommission lagen vor.

## Ergebnisse

Von insgesamt 328 miRNAs waren 49 dereguliert. Die beiden miRNAs miRNA-20a und miRNA-103 waren signifikant runterreguliert und die Ergebnisse konnten für die miRNA-103 mittels der qRT-PCR bestätigt werden. Bei Mesotheliompatienten lag der Median des normalisierten Expressionslevels von miRNA-103 bei 0,612 (Interquartile Range (IQR) 0,608-0,620), bei Asbestexponierten bei 0,635 (IQR 0,615-0,648) und bei Probanden aus der Allgemeinbevölkerung bei 0,630 (IQR 0,622-0,635). Die unterschiedliche Expressionen von miRNA-103 zwischen Mesotheliompatienten und Asbestexponierte ( $p=0,0062$ ) bzw. der Allgemeinbevölkerung ( $p<0,0001$ ) waren signifikant (Abbildung 1).

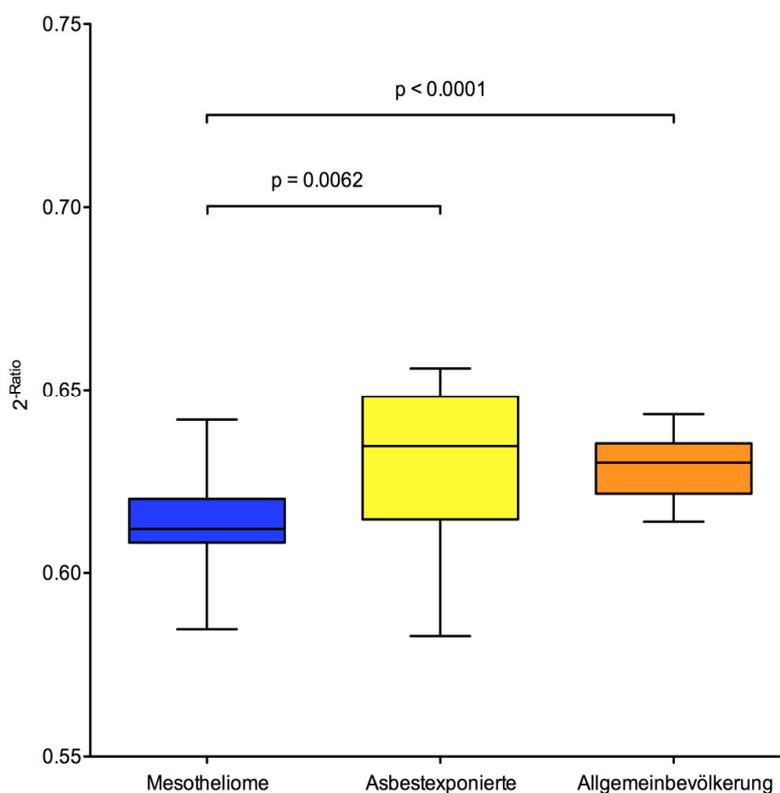


Abbildung 1. Box Plots der normalisierten miRNA-Werte in den untersuchten Kollektiven

Die mittels Receiver Operating Characteristic (ROC) bestimmte Sensitivität von miRNA-103 betrug 83% und die Spezifität 71% für die Unterscheidung von Mesotheliomen und Asbestexponierten, bzw. 78% und 76% für die Unterscheidung zwischen Mesotheliomen und Probanden aus der Allgemeinbevölkerung. Die Confounderanalyse zeigte, dass die Faktoren Geschlecht und Rauchstatus keinen Einfluss auf miRNA-103 haben, während das Alter einen geringfügigen Effekt hat.

**Schlussfolgerungen**

Die Ergebnisse dieser Pilotstudie zeigen, dass die zelluläre Fraktion des peripheren Bluts prinzipiell als wertvolle Quelle zum Nachweis von Biomarkern geeignet ist. Die identifizierte miRNA-103 scheint ein möglicher Biomarker für den Nachweis von Mesotheliomen zu sein, der durch eine vielversprechende Sensitivität und Spezifität gekennzeichnet ist. Allerdings sollte die Eignung von miRNA-103 als Früherkennungsmarker in einer prospektiven Studie wie z.B. MoMar validiert werden.

**Literatur**

Tan E., Warren N., Darnton A.J., Hodgson J.T. Projection of mesothelioma mortality in Britain using Bayesian methods. *Br J Cancer* 103 (2010) 430-436

Weber D.G., Johnen G., Bryk O., Jöckel K.-H., Brüning T. Identification of miRNA-103 in the Cellular Fraction of Human Peripheral Blood as a Potential Biomarker for Malignant Mesothelioma – A Pilot Study. *PLoS One* 7(1) (2012) e30221

## Quantitativer Zusammenhang zwischen Quarzfeinstaubexposition und Lungenkrebssterblichkeit bei Deutschen Uranbergarbeitern, 1946 - 2003

Sogl M<sup>1</sup>, Taeger D<sup>2</sup>, Pallapies D<sup>2</sup>, Brüning T<sup>2</sup>, Dufey F<sup>1</sup>,  
Schnelzer M<sup>1</sup>, Walsh L<sup>1</sup>, Kreuzer M<sup>1</sup>

<sup>1</sup> BfS, Bundesamt für Strahlenschutz, Neuherberg

<sup>2</sup> Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung - Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA)

### Ziel der Studie

Quarzfeinstaub wurde 1997 von der International Agency for Research on Cancer als krebserregend für den Menschen eingestuft [1]. Die Form der Dosis-Wirkungs-Beziehung zwischen Silikastaub und Lungenkrebs wird jedoch nach wie vor kontrovers diskutiert [2,3]. Ziel dieser Studie ist die Analyse des quantitativen Zusammenhangs zwischen Quarzfeinstaub und Lungenkrebssterblichkeit in einer Kohorte von 58,677 ehemaligen Beschäftigten des Wismut-Uranbergbaus, die neben Radon hohen Silikaexpositionen ausgesetzt waren.

### Methoden

Im Beobachtungszeitraum 1946-2003 starben 2.995 Personen an Lungenkrebs. Für alle Kohortenmitglieder liegen individuelle Informationen zur beruflichen Exposition gegenüber Quarzfeinstaub in Staubjahren ( $\text{mg}/\text{m}^3$ -Jahre) sowie den potentiellen Confoundern Radon und Arsen basierend auf detaillierten Job-Exposure-Matrizen vor [4,5]. Der Zusammenhang zwischen kumulativer Quarzfeinstaubexposition und Lungenkrebssterblichkeit wurde mit Hilfe eines Poisson-Regressionsmodells mit Baseline-Stratifizierung nach Alter und Kalenderjahr und einer Lag-time von 5 Jahren berechnet. Zuerst wurde das relative Risiko mit einem einfachen Modell mit Quarzfeinstaub in Kategorien (0-0.5, 0.5-2, 2-5, 5-10, 10-20, 20-30, 30+  $\text{mg}/\text{m}^3$ -Jahre) geschätzt. Anschließend wurden verschiedene Modelle (linear, linear-quadratisch, stückweise lineare Splinefunktion mit einem Knoten) für die stetige Variable getestet und das zusätzliche relative Risiko (ERR) pro Staubjahr berechnet. Die Adjustierung für den starken Confounder Radon und den potentiellen Confounder Arsen erfolgte additiv in linearer Form.

### Ergebnisse

Die Analyse umfasst in Summe knapp 2 Millionen Personenjahre. Alle Kohortenmitglieder waren staubexponiert mit einer durchschnittlichen Quarzfeinstaubexposition von 5.9 und einem Maximum von 56 Staubjahren. Der überwiegende Teil der Kohorte (86%) war ionisierender Strahlung ausgesetzt mit einer durchschnittlichen kumulativen Radonbelastung von 280 Working Level Months. Da Arsen nur in sächsischen Abbaubetrieben auftrat, waren lediglich 31% der Bergarbeiter gegenüber Arsen exponiert, wobei ihre durchschnittliche Exposition 121.2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -Jahre betrug.

Tabelle 1: Lungenkrebssterberisiko nach kumulativer Quarzfeinstaubexposition in  $\text{mg}/\text{m}^3$ -Jahren, 1946-2003

Quarzfeinstaub in $\text{mg}/\text{m}^3$ -Jahre	$\emptyset$	Personen- jahre	# der Fälle	RR unadjustiert	95% KI	RR adj. für Radon und Arsen	95%KI
0-0.5	0.1	681,780	137	1.00	Referenz	1.00	Referenz
0.5-2	1	394,559	283	1.12	(0.89 - 1.35)	1.08	(0.86 – 1.31)
2-5	3	274,523	356	1.26	(1.00 - 1.51)	1.13	(0.89 – 1.37)
5-10	7	238,032	430	1.38	(1.10 - 1.66)	1.05	(0.81 – 1.28)
10-20	14	264,140	936	2.45	(1.98 - 2.92)	1.47	(1.13 – 1.81)
20-30	24	108,502	664	3.76	(3.02 - 4.49)	2.05	(1.51 – 2.60)
30-56	34	23,151	189	4.71	(3.62 - 5.80)	2.79	(1.87 – 3.70)
Total	5.9	1,984,687	2,995				

Tabelle 1 zeigt das relative Risiko an Lungenkrebs zu versterben in Abhängigkeit von der kumulativen Quarzfeinstaubexposition in der kategoriellen Analyse. Ohne Adjustierung für Radon und Arsen ist in allen Expositionskategorien (außer für 0.5-2 Staubjahre) ein erhöhtes relatives Risiko im Vergleich zur Referenzkategorie 0-0.5  $\text{mg}/\text{m}^3$ -Jahre zu sehen. Nach Adjustierung für den Hauptconfounder Radon sowie den potentiellen Confounder Arsen gehen die Risiken deutlich zurück, bleiben aber in den Kategorien 10-20, 20-30, 30+  $\text{mg}/\text{m}^3$ -Jahre statistisch signifikant erhöht.

Das vorläufig beste Modell für das Lungenkrebsrisiko durch Quarzfeinstaub ist eine lineare Splinefunktion mit einem Knickpunkt bei 10 Jahren. Ohne Berücksichtigung der Confounder ist ein statistisch signifikanter Anstieg im zusätzlichen relativen Lungenkrebsrisiko pro kumulativem Staubjahr sowohl im Bereich unter als auch über 10 Staubjahren zu beobachten (siehe Abb. 1a). Unter additiver Berücksichtigung der Confounder Radon und Arsen sinkt das relative Risiko, an Lungenkrebs zu versterben. Unter 10 Staubjahren ist kein statistisch signifikant erhöhtes Lungenkrebsrisiko zu beobachten (Abb. 1b). Das relative Risiko für einen Bergarbeiter, der einer Quarzfeinstaubbelastung von 5 Staubjahren ausgesetzt war, beträgt 1.08 (95% KI: 0.96; 1.19) gegenüber einem Nichtexponierten. Bei einer Staubbelastung von 15  $\text{mg}/\text{m}^3$  - Jahre ist das relative Risiko 1.59 (95% KI: 1.09; 2.08) -mal höher als bei einem Nichtexponierten.

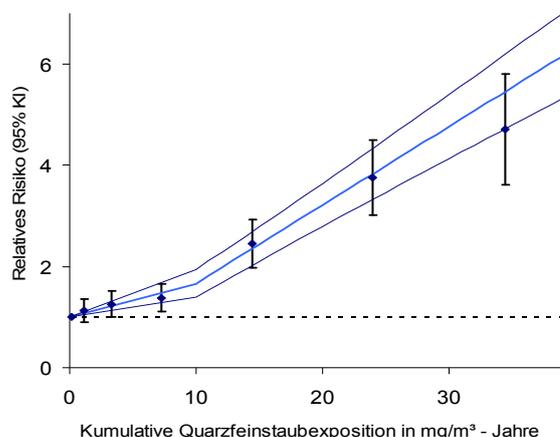
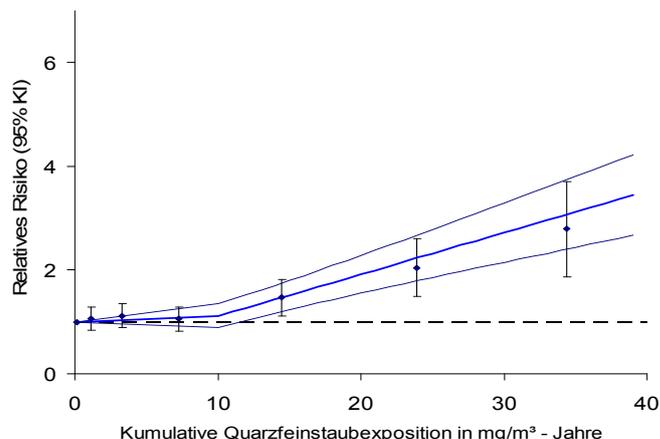
Abb. 1a) unadjustiert  
Arsen

Abb. 1b) adjustiert für Radon und

Abb. 1: Relatives Lungenkrebssterberisiko durch Quarzfeinstaub. Kategorielle Analyse (0-0.5, 0.5-2, 2-5, 5-10, 10-20, 20-30, 30+ mg/m<sup>3</sup>-Jahre) und lineares Splinemodell mit 95% Konfidenzintervallen.

### Schlussfolgerung

Die Wismut-Kohorte ist die größte Einzelstudie an Uranbergarbeitern mit individueller Information zu Quarzfeinstaub, Radon und Arsen. Dies ermöglicht eine Analyse des Zusammenhangs zwischen Quarzfeinstaub und Lungenkrebssterberisiko. Die Ergebnisse zeigen ein deutlich erhöhtes Lungenkrebsrisiko bei hohen Silikaexpositionen, wohingegen bei Expositionen unter 10 mg/m<sup>3</sup>-Jahre kein erhöhtes Risiko zu sehen ist. Eine mögliche geringfügige Risikoerhöhung im Niedrigdosisbereich ist jedoch nicht auszuschließen. Feinere Adjustierungen für Radon (siehe Walsh et al. [6]) werden in folgenden Analysen geprüft. Die Ergebnisse unterstützen die Bewertung der IARC, die Quarzfeinstaub als krebserregend einstuft.

### Literatur

1. International Agency for Research on Cancer. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Vol 68, Silica, some silicates, coal dust and para-aramid fibrils. Lyon: *International Agency for Research on Cancer*, 1997.
2. Lacasse Y, Martin S, Gagné D, Lakhali L. Dose-response meta-analysis of silica and lung cancer. *Cancer Causes Control* 2009; 20:925-933.
3. Steenland K, Mannetje A, Boffetta P et al. Pooled exposure-response analysis and risk assessment for lung cancer in 10 cohorts of silica-exposed workers: an IARC multicentre study. *Cancer Causes Control* 2001;12:773-784. Erratum: *Cancer Causes Control* 2002, 13: 777.

4. Dahmann D, Bauer HD, Stoyke G. Retrospective exposure assessment for respirable and inhalable dust, crystalline silica and arsenic in the former German uranium mines of SAG/SDAG Wismut. *Int Arch Occup Environ Health* 2008;81:949–58.
5. Kreuzer M, Schnelzer M, Tschense A, et al. Cohort Profile: The German uranium miners cohort study (Wismut cohort), 1946-2003. *International Journal of Epidemiology* 2009;1-8.
6. Walsh L, Tschense A, Schnelzer M, et al. The influence of radon exposure on lung cancer mortality in German uranium miners, 1946-2003. *Radiat Res* 2010;173:79-90.

## Lungenkrebsrisiko bei Schweißern in einer gepoolten Analyse von Fall-Kontroll-Studien in Europa, Kanada und Neuseeland

**Benjamin Kendzia<sup>1</sup>, Beate Pesch<sup>1</sup>, Thomas Behrens<sup>1</sup>, Rainer Van Gelder<sup>2</sup>, Karl-Heinz Jöckel<sup>3</sup>, Hans Kromhout<sup>4</sup>, Roel Vermeulen<sup>4</sup>, Susan Peters<sup>4</sup>, Kurt Straif<sup>5</sup>, Thomas Brüning<sup>1</sup>, und die SYNERGY Gruppe<sup>6</sup>**

<sup>1</sup> Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung,

Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA)

<sup>2</sup> Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), Sankt Augustin

<sup>3</sup> Institut für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie, Universitätsklinikum Essen

<sup>4</sup> Institute for Risk Assessment Sciences, Utrecht University, Utrecht, Niederlande

<sup>5</sup> International Agency for Research on Cancer, Lyon, Frankreich

<sup>6</sup> SYNERGY-Projekt website <http://synergy.iarc.fr>

### Ziel der Studie

Epidemiologische Studien geben Hinweise auf ein erhöhtes Lungenkrebsrisiko bei Schweißern. Die Beurteilung des Lungenkrebsrisikos ist aufgrund von Unsicherheiten der Expositionsabschätzung und mangelnder Informationen über Rauchgewohnheiten schwierig. Im Rahmen des SYNERGY-Projektes wurde die weltweit größte Datenbank mit Informationen zum Beruf und Rauchen für Lungenkrebsfälle und Kontrolle aufgebaut. Hier stellen wir hier Schätzungen zum Lungenkrebsrisiko bei männlichen Schweißern vor.

### Methoden

Diese Analyse umfasst 14,281 Lungenkrebsfälle und 17,337 Kontrollen aus 15 Studien, die zwischen 1985 und 2010 in Europa, Kanada und Neuseeland durchgeführt wurden. Detaillierte Angaben zur Berufs- und Rauchbiographie wurden nach einheitlichem Protokoll gepoolt. Schweißer und Berufe mit potentieller Schweißrauchbelastung wurden anhand der *International Standard Classification of Occupations* (ISCO-1968) identifiziert. *Odds Ratios* (OR) und 95% Konfidenzintervalle (CI) wurden mittels logistischer Regression geschätzt, adjustiert nach Alter, Studie und Rauchen sowie nach Beschäftigung in Berufen mit bekanntem Lungenkrebsrisiko.

### Ergebnisse

Insgesamt 554 Lungenkrebsfälle und 424 Kontrollen haben jemals als Schweißer gearbeitet. Weitere 1952 Lungenkrebsfälle und 1877 Kontrollen waren jemals Beschäftigte, die in ihrem Beruf potentiell geschweißt haben. Das adjustierte Lungenkrebsrisiko war für beide Gruppen signifikant erhöht (Schweißer: OR 1,35, 95% CI 1,17-1,56; Beschäftigte, die potenziell geschweißt haben: OR 1,17; 95% CI 1,08-1,26). Reduziert man die Analyse bei Schweißern auf Nichtraucher (12 Lungenkrebsfälle, 77 Kontrollen), so betrug das relative Lungenkrebsrisiko 1,94 (95 % CI 1,05-3,56); bei Beschäftigten, die potenziell geschweißt haben 1,43 (95 % CI 1,02-2,00). Mit zunehmender Beschäftigungsdauer stieg das Lungenkrebsrisiko weiter an (p für Trend  $p < 0,0001$ ;  $\geq 30$  Jahre: OR 1,58; 95% CI 1,12-2,25). Dieser Trend zeigte sich auch bei Beschäftigte, die potenziell geschweißt haben (p für Trend  $p < 0,0001$ ;  $\geq 30$  Jahre: OR 1,39; 95% CI 1,18-1.64).

### Schlussfolgerungen

Schweißen war mit einem signifikant erhöhten Lungenkrebsrisiko assoziiert, das mit steigender Beschäftigungsdauer weiter anstieg. Auch bei nichtrauchenden Schweißern wurde ein erhöhtes Risiko gefunden. In Berufen, in denen nur potenziell geschweißt wird, war das Lungenkrebsrisiko ebenfalls erhöht, jedoch vergleichsweise geringer.

## **Auswertung der deutschen Wirbelsäulenstudie zu begutachtungsrelevanten Fragen\***

**U. Bolm-Audorff<sup>1</sup>, A. Bergmann<sup>2</sup>, J. Grifka<sup>3</sup>, J. Haerting<sup>2</sup>, K. G. Hering<sup>4</sup>, O. Linhardt<sup>5</sup>, G. Petereit-Haack<sup>1</sup>, T. Vaitl<sup>3</sup>, A. Seidler<sup>6</sup>**

**<sup>1</sup>Landesgewerbearzt, Wiesbaden; <sup>2</sup>Institut für medizinische Epidemiologie, Biometrie und Informatik, Universität Halle/Wittenberg, Halle; <sup>3</sup>Orthopädische Klinik, Universität Regensburg, Bad Abbach; <sup>4</sup>Radiologische Abteilung, Knappschaftskrankenhaus, Dortmund; <sup>5</sup>Orthopädiezentrum Arabellapark, München; <sup>6</sup>Institut und Poliklinik für Arbeits- und Sozialmedizin, Medizinische Fakultät Carl Gustav Carus der TU Dresden, Dresden, \* Diese Forschungsarbeit wurde mit Mitteln der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung unterstützt. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.**

### **Einleitung:**

Nach der Konsensempfehlung zur Begutachtung der Berufskrankheit 2108 sind einige Fragen der Begutachtung dieser Berufskrankheit weiter strittig, darunter einzelne Fallkonstellationen nach der Konsensempfehlung (Bolm-Audorff et al. 2005) sowie die Bedeutung der Begleitspondylose. Die deutsche Wirbelsäulenstudie (DWS) wurde zu diesen Fragen ausgewertet.

### **Methodik:**

Die 915 DWS-Fälle, darunter 286 Männer und 278 Frauen mit Bandscheibenprolaps der Lendenwirbelsäule (LWS) sowie 145 Männer und 206 Frauen mit fortgeschrittener Chondrose der LWS, wurden klinisch detailliert beschrieben, u.a. zur Anzahl der LWS-Segmente mit Prolaps und/oder fortgeschrittener Chondrose, zum Vorliegen einer Begleitspondylose, zum Mitbefall der Halswirbelsäule, zum Vorliegen konkurrierender Ursachenfaktoren sowie zur Fallkonstellation nach der Konsensempfehlung (Bolm-Audorff et al. 2005). Die Methodik der DWS wurde ausführlich beschrieben von Bolm-Audorff et al. (2007), Linhardt et al. (2007) und Seidler et al. (2009).

### **Ergebnisse:**

43% der 915 Fälle wiesen ein motorisches oder sensomotorisches Wirbelsäulensyndrom auf, 38% ein sensibles Wirbelsäulensyndrom und 19% ein lokales Wirbelsäulensyndrom. Der arithmetische Mittelwert und die Standardabweichung für die Schmerzintensität anhand einer Schmerzskala lag bei  $7,4 \pm 1,9$  mit einem

Medianwert bei 8 und sprechen für ein relativ hohes Schmerzniveau bei den Probanden. Auch der Oswestry-Score ist vereinbar mit einer hohen Einschränkung der Patienten bei alltäglichen Verrichtungen.

Bei 96,0% der 915 DWS-Fälle zeigte die radiologische Befundung, dass mindestens eins der Segmente mit Bandscheibenschaden in Form eines Bandscheibenprolapses oder einer fortgeschrittenen Chondrose die untere Lendenwirbelsäule im Bereich der Segmente L4/L5 und/oder L5/S1 betrifft. Nur bei 4,0% der DWS-Fälle war ausschließlich die obere und mittlere LWS im Bereich der Segmente L1/L2 - L3/L4 betroffen.

DWS-Fälle, bei denen der radiologisch diagnostizierte Bandscheibenschaden nur im Bereich der oberen und mittleren LWS lokalisiert ist, sind deutlich älter als Fälle, bei denen die untere LWS betroffen ist. Eine nahezu identische Verteilung der Lokalisation des radiologisch diagnostizierten Bandscheibenschadens bestand auch bei den 228 DWS-Fällen mit einer MDD-Gesamtdosis von mindestens 12,5 MNh, die nach den Kriterien des BSG-Urteils vom 30.10.2007 (Az.: B 2 U 4/06 R) berechnet wurde.

Bei jeweils etwa einem Drittel der 915 DWS-Fälle lag ein monosegmentaler, bisegmentaler oder polysegmentaler Bandscheibenschaden nach der radiologischen Untersuchung vor. Auch bei den 228 DWS-Fällen mit MDD-Gesamtdosis von mindestens 12,5 MNh, die nach den Kriterien des o.g. BSG-Urteils berechnet wurde, fand sich keine wesentlich andere Verteilung.

64 der 915 DWS-Fälle (7,0%) wiesen eine Begleitspondylose nach den Kriterien der Konsensempfehlung auf. DWS-Fälle mit Begleitspondylose sind deutlich älter als Fälle ohne Begleitspondylose. Ferner zeigte sich, dass die Prävalenz bei Männern mit fortgeschrittener Chondrose (Fallgruppe 3) mit 26,8% deutlich höher ist als in den übrigen Fallgruppen mit 0 - 6,5%. Nur 21 der 64 DWS-Fälle mit Begleitspondylose (32,8%) wiesen eine MDD-Gesamtdosis von mindestens 12,5 MNh auf, die nach den Kriterien des o.g. BSG-Urteils berechnet wurde. Bei den 228 DWS-Fällen mit MDD-Gesamtdosis von mindestens 12,5 MNh, die nach den Kriterien des o.g. BSG-Urteils berechnet wurde, fand sich mit 9,2% keine wesentlich höhere Prävalenz der Begleitspondylose als bei den niedriger exponierten DWS-Fällen mit 6,3 %.

Bei 49 der 915 DWS-Fällen (5,4%) zeigte sich ein stärkerer oder gleich stark ausgeprägter HWS-Schaden im Vergleich zur LWS und bei 35 Probanden (3,9%) ein schwächer ausgeprägter HWS-Schaden als im Bereich der LWS. Bei den 228 DWS-Fällen mit MDD-Gesamtdosis von mindestens 12,5 MNh, die nach den Kriterien des o.g. BSG-Urteils berechnet wurde, fand sich keine wesentlich andere Prävalenz des HWS-Mitbefalls als in der Gesamtgruppe.

Außerberuflich bedingte konkurrierende Ursachenfaktoren fanden sich insgesamt selten. Am häufigsten traten bei den 915 DWS-Fällen asymmetrische lumbosakrale Übergangswirbel bei 15 DWS-Fällen und eine tiefe Lumbalskoliose mit einem Winkelgrad von  $>10^\circ$  nach Cobb bei 9 DWS-Fällen auf. Die Tatsache, dass die allermeisten DWS-Fälle mit gesicherten außerberuflich bedingten konkurrierenden Ursachenfaktoren eine MDD-Gesamtdosis von unter 12,5 MNh aufweisen, die nach den Kriterien des o.g. BSG-Urteils berechnet wurde, spricht dafür, dass bei Probanden mit gesicherten außerberuflich bedingten konkurrierenden Ursachenfaktoren eher keine Berufskrankheit 2108 vorliegt.

Die häufigste Fallkonstellation nach den Konsenskriterien mit Definition der besonders intensiven Belastung im Sinne der Fallkonstellation B2 nach dem MDD war bei den

915 DWS-Fällen die Fallkonstellation B2 bei 543 Fällen (59,3%), gefolgt von der Fallkonstellation B3 mit 182 Fällen (19,7%) und der Fallkonstellation B1 bei 53 Fällen (5,8%). Bei Definition der besonders intensiven Belastung im Sinne der Fallkonstellation B2 in Anlehnung an das o.g. BSG-Urteil fand sich am häufigsten die Fallkonstellation B2 bei 548 Fällen (59,9%), gefolgt von der Fallkonstellation B3 bei 175 Fällen (19,1%) und der Fallkonstellation B1 bei 53 Fällen (5,8%). Bei Beschränkung der Auswertung auf die 228 MDD-Fälle mit einer MDD-Gesamtdosis von mindestens 12,5 MNh nach dem o.g. BSG-Urteil war die häufigste Fallkonstellation nach den Konsenskriterien mit Definition der besonders intensiven Belastung im Sinne der Fallkonstellation B2 nach dem MDD die Fallkonstellation B2 mit 154 Fällen (67,5%), gefolgt von der Fallkonstellation B3 mit 21 Fällen (9,2%) und der Fallkonstellation B1 mit 14 Fällen (6,1%). Bei diesen 228 DWS-Fällen mit MDD-Gesamtdosis nach dem o.g. BSG-Urteil von mindestens 12,5 MNh, die nach den Kriterien des o.g. BSG-Urteils berechnet wurde, war die häufigste Fallkonstellation nach den Konsenskriterien mit Definition der besonders intensiven Belastung im Sinne der Fallkonstellation B2 in Anlehnung an das genannte BSG-Urteil die Fallkonstellation B2 bei 159 Fällen (69,7%), gefolgt von den Fallkonstellationen B1 und B3 bei jeweils 14 Fällen (6,1%). Die Häufigkeit der Fallkonstellation B1 ist bei den 228 DWS-Fällen mit einer MDD-Gesamtdosis von mindestens 12,5 MNh, die nach den Kriterien des o.g. BSG-Urteils berechnet wurde, mit 6,1% nahezu identisch mit der Häufigkeit der Fallkonstellation B1 bei den niedriger Exponierten mit 5,7 %. Die Fallkonstellation B 2 ist bei den DWS-Fällen mit einer MDD-Gesamtdosis von mindestens 12,5 MNh nach dem o.g. BSG-Urteil deutlich häufiger als bei niedriger Exponierten. Dies gilt im Wesentlichen jedoch nur für die Untergruppen der Fallkonstellation B2 mit besonders intensiver Exposition und Belastungsspitzen. Dagegen ist die Fallkonstellation B2 mit mehrsegmentalem Schaden bei DWS-Fällen mit einer MDD-Gesamtdosis von mindestens 12,5 MNh nach dem o.g. BSG-Urteil deutlich seltener als bei niedriger Exponierten. Die Fallkonstellation B3 ist bei den 228 DWS-Fällen mit MDD-Gesamtdosis von mindestens 12,5 MNh und Definition der besonders intensiven Belastung im Sinne der Fallkonstellation B2 in Anlehnung an das o.g. BSG-Urteil mit 6,1% deutlich seltener als bei den niedriger Exponierten mit 23,4 %.

#### **Diskussion:**

Die Ergebnisse sind vereinbar mit der Hypothese, dass dem Nachweis eines polysegmentalen Bandscheibenschadens und einer Begleitpondylose keine wesentliche Bedeutung bei der Begutachtung der Berufskrankheit 2108 zukommt. Diese Hypothese soll in einer Folgestudie im Rahmen einer multivariaten Auswertung überprüft werden.

#### **Literatur:**

Bolm-Audorff, U., Brandenburg, S., Brüning, T., Dupuis, H., Ellegast, R., Elsner, G., Franz, K., Grasshoff, H., Grosser, V., Hanisch, L., Hartmann, B., Hartung, E. (†), Hering, K.G, Heuchert, G., Jäger, M., Krämer, J., Kranig, A., Ludolph, E., Luttmann, A., Nienhaus, A., Pieper, W., Pöhl, K. D., Remé, T., Riede, D., Rompe, G., Schäfer, K., Schilling, S., Schmitt, E., Schröter, F., Seidler, A., Spallek, M., Weber, M. (2005): Medizinische Beurteilungskriterien zu bandscheibenbedingten Berufskrankheiten der Len-

denwirbelsäule (I) Konsensempfehlungen zur Zusammenhangsbegutachtung der auf Anregung des HVBG eingerichteten interdisziplinären Arbeitsgruppe, Trauma und Berufskrankheit 7: 211-252.

Bolm-Audorff, U., Bergmann, A., Ditchen, D., Ellegast, R., Elsner, G., Geiß, O., Grifka, J., Haerting, J., Hofmann, F., Jäger, M., Linhardt, O., Luttmann, A., Michaelis, M., Nübling, M., Petereit-Haack, G., Schumann, B., Seidler, A. (2007): Forschungsvorhaben "Epidemiologische Fall-Kontroll-Studie zur Untersuchung von Dosis-Wirkungs-Beziehungen bei der Berufskrankheit 2108" (Deutsche Wirbelsäulenstudie), gefördert vom Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Abschlussbericht, Wiesbaden

[www.dguv.de/Inhalt/Leistungen/Versschutz\\_2429/BK/Wirbelsaeule/Index.html](http://www.dguv.de/Inhalt/Leistungen/Versschutz_2429/BK/Wirbelsaeule/Index.html)

Linhardt, O., Bolm-Audorff, U., Bergmann, A., Ditchen, D., Ellegast, R., Elsner, G., Haerting, J., Hofmann, F., Jäger, M., Luttmann, A., Michaelis, M., Petereit-Haack, G., Schumann, B., Seidler, A., Grifka, J.: (2007) Studiendesign der Deutschen Wirbelsäulenstudie. Zbl Arbeitsmed 57: 243-250.

Seidler, A., Bergmann, A., Jäger, M., Ellegast, R., Ditchen, D., Elsner, G., Grifka, J., Haerting, J., Hofmann, F., Linhardt, O., Luttmann, A., Michaelis, M., Petereit-Haack, G., Schumann, B., Bolm-Audorff, U. (2009) Cumulative occupational lumbar load and lumbar disc disease – results of a German multi-center case-control study (EPILIFT). BMC Musculoskeletal Disorders 10: 48.

## **Übergewicht, motorische Defizite und Bewegungstraining bei Lehrlingen der Bauwirtschaft – BELA- BAU (Bewegung und Ergonomie in der Lehrlings-Ausbildung am Bau)**

**Bernd Jungclaus<sup>1</sup>, C. Schindler<sup>1</sup>, E. Emken<sup>2</sup>, Anette Wahl-Wachendorf<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Arbeitsmedizinisch-Sicherheitstechnischer Dienst der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft, Berlin <sup>2</sup>BAU-ABC Rostrup, Ausbildungszentrum der Bauwirtschaft, Bad Zwischenahn

### **Zielsetzung:**

BELA-BAU ist ein Gemeinschaftsprojekt der BG BAU und des BAU-ABC Rostrup. Seit 15 Jahren werden hier die Auszubildenden speziell geschult, um frühzeitig rückenbelastende Tätigkeiten zu erkennen und schonende Hebe- und Tragetechniken sowie Ausgleichs- und Dehnübungen für informelle Kurzpausen zu erlernen (1,2,3) Die Teilnehmer werden abschließend um eine Bewertung des Programms gebeten; auch wurden motorische Grundfertigkeiten geprüft in Hinblick auf die von Farwer et al. ermittelten Prädiktoren für das kurzfristige Auftreten von Rückenbeschwerden bei Auszubildenden (4,5). Die Ergebnisse des Jahres 2010/11 werden vorgestellt.

### **Methoden**

Neben Alter, Gewicht, Größe und Rauchgewohnheiten wurden Einbeinstand, Finger-Boden-Abstand (FBA) sowie Funktion der Bein- und Rückenstrecker erhoben. Zu der anonym erhobenen Kursbewertung gehörten auch Auskünfte zu Rückenbeschwerden und durchgeführten Untersuchungen nach Jugendarbeitsschutzgesetz. Mögliche Assoziationen wurden mittels SPSS geprüft.

### **Ergebnisse**

Das mittlere Alter der 150 Teilnehmer lag bei 19 Jahren. 67 % waren Raucher und 45% waren übergewichtig ( $BMI \geq 25 \text{ kg/m}^2$ ). Knapp 19% müssen sogar als fettleibig ( $BMI \geq 30 \text{ kg/m}^2$ ) bezeichnet werden. Den Einbeinstand schafften 79% der Teilnehmer. 88% schafften  $\geq 25$  Wiederholungen beim Strecken des Rumpfes aus dem Kniestand, 75% schafften dies beim Globaltest (Beinstrecken aus dem Unterarmliagestütz). 85% erreichten einen FBA  $< 15 \text{ cm}$ . Es zeigte sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen BMI und dem Globaltest bzw. der Rückenstreckerübung ( $p < 0,001$ ). Zudem zeigte sich ein Zusammenhang mit dem Einbeinstand ( $p = 0,024$ ). 25% gaben häufige Rückenschmerzen an, 20 % waren deshalb auch schon in ärztlicher Behandlung.

### **Schlussfolgerungen**

Der Anteil der Raucher und der Übergewichtigen passt zu den Untersuchungsdaten des ASD der BG BAU über junge Beschäftigte und steht im Gegensatz zum rückläufigen Trend in der Altersgruppe allgemein (6). Der Anteil der Fettleibigen ist

doppelt so hoch wie sonst beobachtet (auch doppelt so hoch wie in Vorjahren (7)). Dass bereits 20 % der Berufseinsteiger koordinative und 25 % Defizite bei der Kraftausdauer zeigen (in den Vorjahren ähnliche Werte) ist gerade für Berufe mit hohen körperlichen Belastungen alarmierend. Auch wenn das Übergewicht (im Gegensatz zum Rauchen) hier wohl eine entscheidende Rolle spielt, zeigen die positiven Bewertungen der Kursinhalte und die teilweisen Wünsche nach häufigeren und längeren Kursen den Schulungsbedarf aller Lehrlinge. Wenn die Berufseinsteiger von heute in ihren Berufen das Rentenalter von morgen erreichen sollen, sind zielgruppenangepasste und erlebnisorientierte präventive Maßnahmen für die Auszubildenden der Bauwirtschaft erforderlich.

### Motorische Defizite

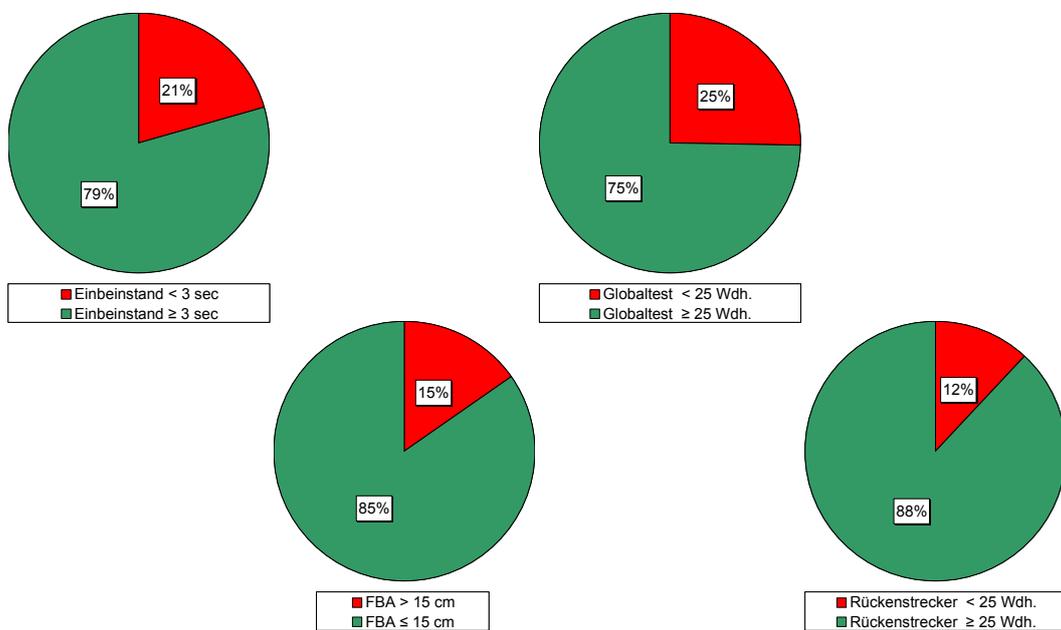
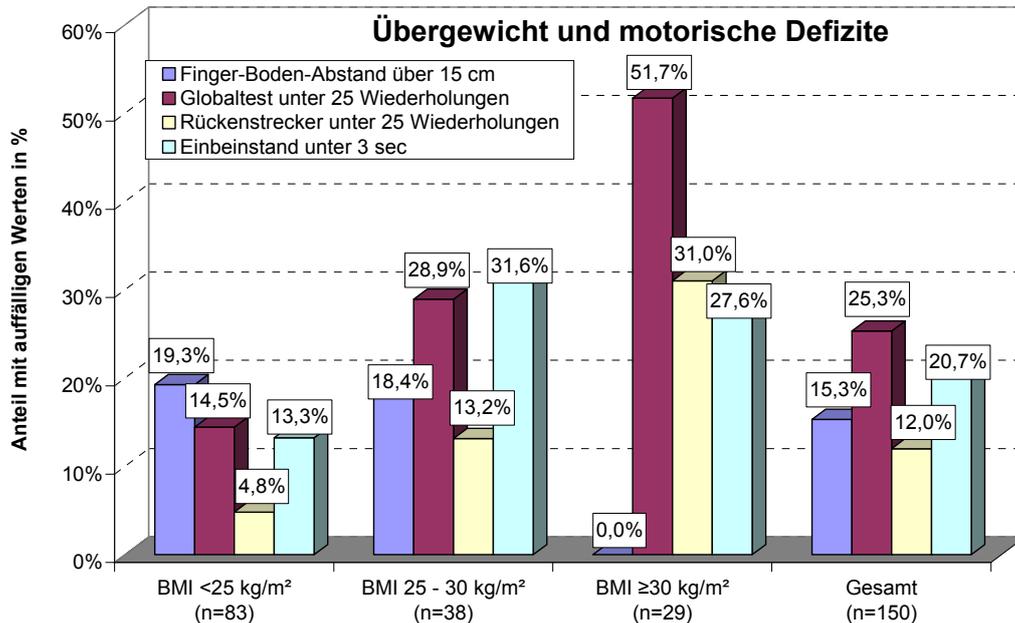


Abbildung 1 Motorische Auffälligkeiten bei Bela-Bau-Teilnehmern (n=150)



**Abbildung 2 Übergewicht und motorische Auffälligkeiten bei Bela-Bau-Teilnehmern (n=150)**

#### Literatur:

- 1) Jungclaus, B., Emken, E., Bürger, J., Rempe, C.: Tätigkeitsbezogenes Hebe-Tragetaining für Lehrlinge des Tiefbaus, Tiefbau, 1, 2001, 33-34.
- 2) Jungclaus, B., Emken, E., Brandt, J., Janssen, K.: BELA-BAU, Ergebnisse einer Teilnehmerbefragung. ArbeitsmedSozialmedUmweltmed, 3, 2007, 138.
- 3) Jungclaus, B., Emken, E., Brandt, J., Janssen, K., Botha, V., Seidel, D.: BELA-BAU, motorische Grundfertigkeiten, Rauchgewohnheiten und Körpermasseindex (BMI) der Teilnehmer des Ausbildungsjahres 2007/2008. Prävention von arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren und Erkrankungen, Dokumentation der 16. Erfurter Tage, Hrsg. R. Grieshaber, M. Stadler und H.-C. Scholle, Verlag Bussert und Stadler 2010, 465-468.
- 4) Farwer, S., Spallek, M., Kuhn, W.: Risikofaktoren für kurzzeitiges Auftreten von Rückenschmerzen bei Auszubildenden. 40. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin- Kurzfassungen der Beiträge- Hrsg. G. Schäcke & P. Lüth, Haefner Verlag, Heidelberg, 2000, 24 .
- 5) Hassler, U., Spallek, M., Farwer, S.: Risikofaktoren für Rückenbeschwerden bei ehemaligen Auszubildenden in der Metallindustrie. ArbeitsmedSozialmedUmweltmed, 3, 2005, 142.

6) Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung: Der Tabakkonsum Jugendlicher und junger Erwachsener in Deutschland 2010. Ergebnisse einer aktuellen Repräsentativbefragung und Trends. 2011. Köln Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung; 5.

7) Arbeitsbedingte Gesundheitsgefahren in der Bauwirtschaft, Band 18 der Schriftenreihe- Arbeitssicherheit und Arbeitsmedizin in der Bauwirtschaft, Frankfurt (2004)

## Einsatz des WAI bei Rückenschmerzpatienten in Physiotherapie

**Karstens S<sup>1</sup>, Froböse I<sup>2</sup>, van Mark A<sup>3</sup>, Kessel R<sup>4</sup>, Weiler S<sup>5</sup>**

- 1) Abteilung Allgemeinmedizin und Versorgungsforschung, Universitätsklinikum Heidelberg
- 2) Institut für Bewegungstherapie und bewegungsorientierte Prävention und Rehabilitation, Deutsche Sporthochschule Köln
- 3) Daimler Gesundheitsschutz, Werk Bremen
- 4) Ehem. Institut für Arbeitsmedizin, Universität zu Lübeck
- 5) Gesundheitswesen I/SW-3, AUDI AG Ingolstadt

### Einleitung und Fragestellung

Rückenschmerzen sind unverändert eine Hauptursache von Arbeitsunfähigkeit. In der Literatur werden Jahresprävalenzen von 60-75% angegeben (Schmidt und Kohlmann 2007).

Therapeutisch wird bei rückenbezogenen Schmerzen häufig Physiotherapie verordnet. Über die Effekte einer ambulanten Physiotherapie ist jedoch relativ wenig bekannt. Wir untersuchten, ob der WAI im außerklinischen Umfeld als therapiebegleitendes Dokumentationsinstrument verwendbar ist und wie sich die subjektive Selbsteinschätzung der Arbeitsfähigkeit während einer Physiotherapie bei Rückenschmerzpatienten verändert.

### Material und Methode

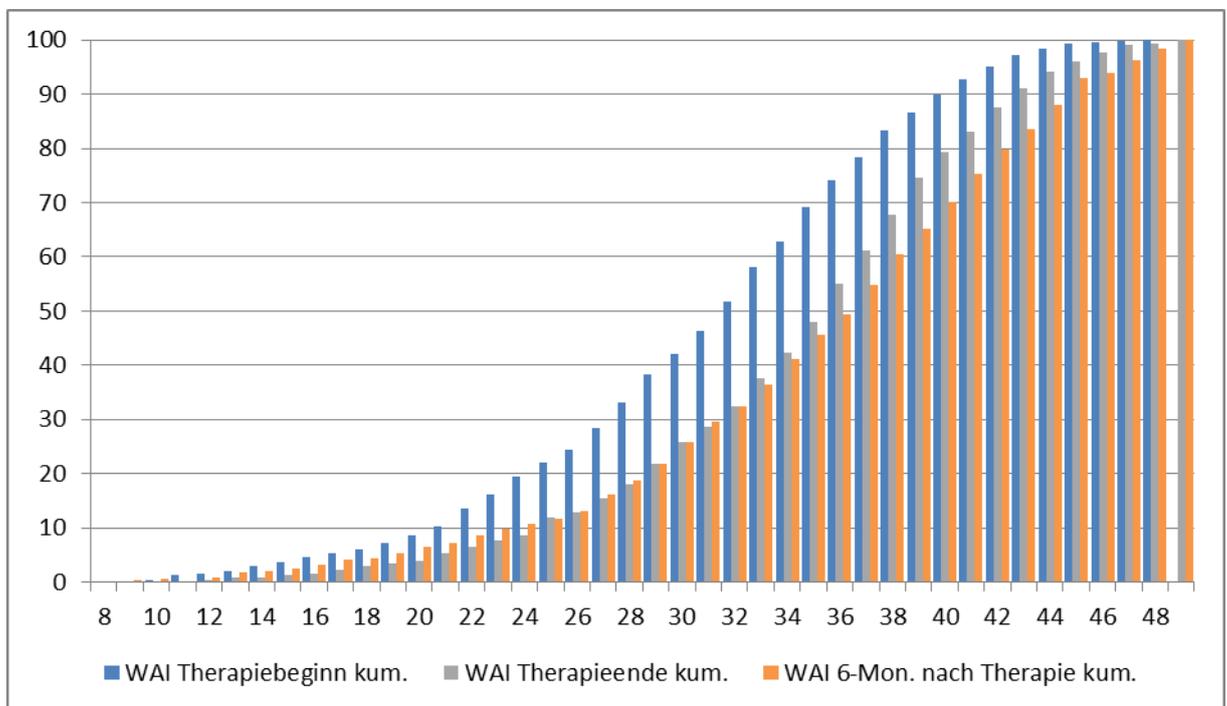
In einer prospektiven multizentrischen einarmigen Untersuchung in 84 Physiotherapiepraxen wurden 792 Patienten (Frauenanteil 59%) zum Beginn und Ende der Physiotherapie sowie ein halbes Jahr nach Therapieende schriftlich mittels der Kurzform des Work-Ability-Index (WAI, Nübling et al. 2005) und anderen mehr auf funktionelle Defizite ausgerichteten Erhebungsbögen wie z. B. dem X-SMFA (Extra-short muscle functioning assesment, Wollmerstedt et al. 2006) befragt. Die Studie ist ein Teil einer versorgungsmedizinischen Erhebung in den nördlichen Bundesländern Schleswig-Holstein, Hamburg, Niedersachsen und Bremen. Die Bearbeitung der Patientenbefragungen erfolgte nicht supervidiert, das Praxispersonal stand jedoch für Rückfragen zur Verfügung.

In der Erstbefragung waren 88% der Fragebögen auswertbar, für die 6-Monats-Katamnese sind für 357 (53,5% der initial Antwortenden) noch Daten verfügbar. Die Physiotherapie wurde von ca. 15% der Patienten nicht der Verordnung entsprechend vollständig durchgeführt. Frauen bleiben häufiger als Männer für die Nachbefragung aktiv.

## Ergebnisse

Die Bearbeitung des WAI war im nicht supervidierten Praxisalltag problemlos möglich. Die Patienten benötigten ca. die Hälfte der zur Verfügung stehenden Zeit von 30 Min. für den WAI.

Der Work-Ability-Index veränderte sich während der Physiotherapie von durchschnittlich 31,26 auf 34,74 Punkte und blieb nach einem halben Jahr mit 35,31 leicht über dieser Höhe. Der mehr auf die Einschränkungen im täglichen Leben ausgerichteten Index für Beeinträchtigung im X-SMFA zeigt gleichsinnige, jedoch stärker ausgeprägte Effekte mit einer Abnahme der Beeinträchtigung von 46,12 auf 24,90 Punkte.



**Abbildung 3: WAI-Ergebnisse im Therapieverlauf (kumulierte Prozente)**

Einzelne Items in der verkürzten Krankheitsliste waren für zahlreiche Patienten nicht eindeutig beantwortbar, was in Doppelantworten oder Freitextangaben erkennbar wurde. So sind nur 38% der unter „Sonstige Erkrankungen“ genannten Erkrankungen tatsächlich nicht in der vorangehenden Liste einzuordnen.

Fehlende Angaben im WAI betreffen am häufigsten die aktuelle Arbeitsfähigkeit (4,3% fehlende Angaben) und die Arbeitsleistungsbeeinträchtigung durch zuvor angegebene Erkrankungen (3,4%).

Auch wenn die Veränderungen im WAI im Therapieverlauf nicht so stark ausgeprägt sind wie bei speziell auf Beeinträchtigungen ausgerichteten Instrumenten, so bleibt

bemerkenswert, dass zahlreiche der identifizierten Prädiktoren für Beeinträchtigung 6 Monate nach der Therapie durch den WAI erhoben werden können (Tabelle 1).

**Tabelle 2: Ergebnisse der multiplen Regressionsanalyse für die Beeinträchtigung 6 Monate nach Therapie**

Variable	Regr. B	Std.Fehler	Beta	T	Sig.
Zuversichtlich hinsichtlich eigener Arbeitsfähigkeit	-5,675	2,667	-0,116	-2,132	0,034
Psychische Erkrankung	11,002	2,756	0,202	3,991	<0,001
Beeinträchtigung zu T0	0,205	0,048	0,213	4,251	<0,001
Rheumatische Erkrankung	9,368	3,343	0,141	2,802	0,005
Chron. Beschwerden	8,378	2,213	0,192	3,786	<0,001
Alter	0,218	0,097	0,111	2,256	0,025
White collar	-6,233	2,112	-0,141	-2,951	0,003
Sportlich aktiv	-4,733	2,126	-0,107	-2,226	0,027
BMI	0,379	0,218	0,086	1,743	0,082

Von therapeutischer Seite wurde die standardisierte Erfassung von Begleiterkrankungen als wesentliche Verbesserung der Alltagssituation empfunden, sodass mehrere Praxen den WAI als Befragungsinstrument beibehalten wollten.

### Schlussfolgerungen

Der WAI lässt sich auch für klinische Studien erfolgversprechend und mit geringem Aufwand einsetzen. Auch in unserer Studie waren für eine Veränderungsprognose die WAI-Fragen nach der Eigenerwartung der Erwerbsfähigkeit in zwei Jahren, psychische Vorerkrankungen und die Art des ausgeübten Berufes wesentlich – darin unterscheiden sich die Ergebnisse für die ambulante Physiotherapie nicht von den zahlreichen vorliegenden für Therapie in einem stationären oder spezialisierten Setting (Hayden et al. 2009).

Wir konnten feststellen, dass einzelne Formulierungen für Krankheitsarten von Laien häufiger nicht richtig verstanden werden, sodass hierzu eine Überarbeitung sinnvoll erscheint. Eine Regelung für den Umgang mit fehlenden Daten z. B. mit Imputation könnte die Auswertbarkeit der Daten verbessern.

**Literatur**

Hayden JA., Chou R, Hogg-Johnson S, Bombardier C, 2009. Systematic reviews of low back pain prognosis had variable methods and results: guidance for future prognosis reviews. J Clin Epidemiol 62; 2009: 781-796.

Nübling M, Hasselhorn HM, Seitsamo J, et al.: Work ability Index Fragebogen; Vergleich kurze und lange Krankheitenliste. 2005. Verfügbar unter: [http://www.arbeitsfaehigkeit.net/pdf\\_files/downloads/WAI3PosterNueblingeta230305.pdf](http://www.arbeitsfaehigkeit.net/pdf_files/downloads/WAI3PosterNueblingeta230305.pdf).

Schmidt CO, Kohlmann T: Rückenschmerzen in Deutschland – ein epidemiologischer Überblick - 80-90 % der Deutschen sind im Laufe ihres Lebens betroffen. Klinikarzt 36; 2007: 680-684.

Wollmerstedt N, Faller H, Ackermann H, et al. Evaluierung des XSMFA-D an Patienten mit Erkrankungen des Bewegungsapparates und operativer oder konservativer stationärer Therapie. Rehabilitation 45; 2006: 78-87.

## Vergleich der Hörfähigkeit von Beschäftigten im Baugewerbe mit Piloten

**Reinhard Müller<sup>1</sup>, Gerald Fleischer<sup>2</sup>, Nilda Safari<sup>3</sup>, Joachim Schneider<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Akustiklabor, Institut und Poliklinik für Arbeits- und Sozialmedizin, JL-Uni Gießen

<sup>2</sup>AG-Hörforschung, Justus-Liebig-universität Gießen

<sup>3</sup>Bau-Berufsgenossenschaft Hamburg, Hamburg;

<sup>4</sup>Institut und Poliklinik für Arbeits- und Sozialmedizin, Universitätsklinikum Gießen Marburg, Gießen

### Einleitung

Die Lärmschwerhörigkeit stellt bei Männern immer noch die häufigste anerkannte Berufskrankheit (BK) dar, trotz großer Bemühungen im Bereich der Prävention. Im Baugewerbe gibt es viele hörschädigende Tätigkeiten, so dass aus diesem Arbeitsfeld auch viele BK- Fälle resultieren. Piloten der zivilen Luftfahrt, die schädlichen Schallpegeln in vergleichbarer Dosis im Cockpit ausgesetzt sind, weisen hingegen kaum BKen auf. Dies soll im Vergleich der Hörfähigkeit zwischen Bauarbeitern und Piloten in 2 Altersgruppen untersucht werden.

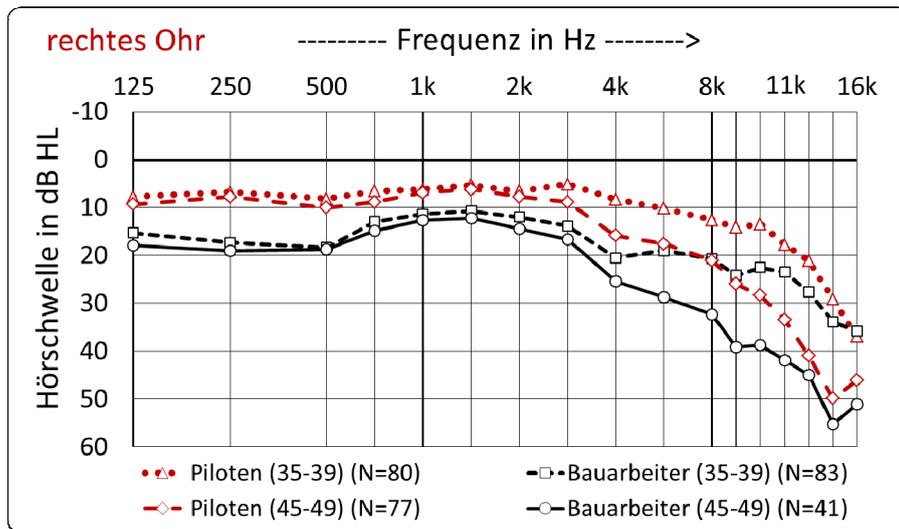
### Material und Methoden

Beschäftigte des Baugewerbes in Marburg und Umgebung sowie Piloten der Lufthansa in Frankfurt wurden im Frequenzbereich von 125–16.000 Hz audiometriert. Zusätzlich zur turnusmäßigen G20 Untersuchung Lärm I erfolgte eine ausführliche Befragung zu Schallbelastungen auch im Freizeitbereich. In die Altersklasse von 35–39 Jahren wurden 83 Beschäftigte des Baugewerbes und 80 Piloten, in der Altersklasse 45–49 Jahren 41 Bauarbeiter und 77 Piloten im Verlauf eines Jahres aufgenommen. Während Bauarbeiter sehr heterogene Tätigkeiten mit unterschiedlichen Lärmbelastungen ausübten, waren die Cockpit Besatzungen von Düsenjets überwiegend gleichförmigem Lärm bis zu 90 dB(A) ausgesetzt. Der Sprechfunk über Kopfhörer erhöhte diese Belastungen zeitweilig um etwa weitere 10 dB. Es keine Ausschlusskriterien, nur das Geburtsdatum war für die Einteilung in die jeweilige Altersgruppe maßgeblich.

### Ergebnisse

Die Durchschnittswerte für die Hörschwellen sind der Tabelle 1 zu entnehmen und in Abbildung 1 für das rechte Ohr dargestellt.

Beim berufsinternen Vergleich zeigen sich ab 4 kHz aufwärts deutlich die altersbedingten Verschlechterungen der Hörfähigkeit (Presbyakusis) [1].



**Abb. 1:** Gruppenaudiogramme des rechten Ohres für Bauarbeiter und Piloten in den Altersgruppen 35–39 u. 45–49 Jahre

**Tab. 1:** Mittlere Hörschwellwerte von Bauarbeitern und Piloten in 2 Altersgruppen für beide Ohren mit Standardabweichung (in Klammern), angegeben in dB HL.

Frequenz in Hz	Bauarbeiter				Piloten			
	Alter 35-39 (N=83)		Alter 45-49 (N=41)		Alter 35-39 (N=80)		Alter 45-49 (N=77)	
	rechts	links	rechts	links	rechts	links	rechts	links
125	15,3 (8,3)	14,0 (9,1)	17,9 (8,1)	14,5 (4,8)	7,8 (3,9)	6,8 (4,0)	9,4 (3,8)	8,5 (5,2)
250	17,3 (7,7)	15,8 (8,4)	19,0 (7,4)	17,1 (4,9)	6,8 (4,3)	6,5 (4,4)	7,7 (4,5)	8,8 (5,4)
500	18,3 (7,3)	16,1 (7,7)	18,8 (5,4)	16,0 (5,3)	8,1 (4,4)	7,3 (4,5)	10,0 (5,0)	10,1 (4,8)
750	13,0 (7,7)	12,1 (7,8)	14,9 (6,7)	12,7 (4,6)	6,6 (5,7)	5,8 (5,6)	8,8 (5,5)	8,9 (5,9)
1000	11,3 (8,1)	9,9 (8,1)	12,6 (6,1)	10,1 (4,9)	6,2 (6,7)	4,3 (6,1)	6,9 (4,3)	6,6 (6,0)
1500	10,7 (9,0)	10,4 (9,5)	12,2 (6,3)	11,1 (6,6)	5,3 (7,6)	3,8 (8,1)	6,2 (5,9)	6,2 (8,1)
2000	12,0 (8,7)	13,0 (11,8)	14,4 (7,7)	13,2 (7,9)	6,6 (8,2)	5,8 (9,1)	7,7 (7,8)	9,2 (10,0)
3000	13,9 (11,4)	16,4 (12,9)	16,6 (12,1)	19,5 (11,8)	5,1 (8,7)	6,1 (8,4)	8,8 (9,7)	12,7 (10,8)
4000	20,5 (12,2)	23,3 (14,7)	25,4 (12,8)	26,5 (12,7)	8,3 (8,4)	10,3 (8,5)	15,8 (10,5)	18,1 (13,0)
6000	19,0 (12,6)	22,0 (15,4)	28,8 (13,2)	31,5 (12,0)	10,2 (8,0)	11,6 (8,0)	17,6 (13,1)	21,4 (13,1)
8000	20,7 (13,1)	26,0 (16,0)	32,3 (15,4)	35,7 (16,4)	12,6 (8,5)	11,6 (7,9)	21,0 (14,5)	23,8 (16,5)
9000	24,2 (16,3)	28,3 (17,3)	39,1 (18,0)	40,6 (16,4)	14,2 (10,9)	17,1 (10,7)	26,0 (17,0)	31,6 (18,8)
10000	22,5	25,1	38,7	42,1	13,4	16,1	28,3	32,5

	(16,9)	(19,3)	(17,4)	(18,8)	(12,6)	(11,9)	(19,3)	(20,2)
11200	23,5 (17,3)	25,3 (18,2)	41,8 (18,4)	47,0 (20,4)	17,7 (14,0)	19,0 (14,3)	33,4 (21,2)	37,7 (20,4)
12500	27,6 (19,0)	28,8 (17,5)	45,0 (18,2)	54,8 (17,4)	21,1 (18,9)	20,5 (17,6)	40,9 (20,3)	42,4 (20,7)
14000	33,8 (18,7)	35,1 (19,1)	55,3 (15,3)	57,6 (12,2)	29,1 (19,0)	31,0 (19,5)	49,8 (17,2)	52,5 (15,3)
16000	35,8 (16,1)	37,1 (15,8)	51,1 (9,2)	52,1 (8,7)	36,9 (11,9)	36,9 (16,1)	46,1 (11,9)	49,6 (10,3)

Beim Vergleich der Berufsgruppen innerhalb der jüngeren Altersgruppen von 35 bis 39 Jahren zeigen Piloten beim rechten Ohr eine im Schnitt um 7,3 dB bessere Hörfähigkeit gegenüber Bauarbeitern. Die Unterschiede liegen zwischen 5,1 und 10,5 dB bei Frequenzen unter 14 kHz. Bei den beiden höchsten Frequenzen sind die Unterschiede kleiner als 5 dB und nicht signifikant. Unterhalb von 11,2 kHz sind alle Unterschiede hochsignifikant ( $p < 0,001$ ). Die durchschnittlichen Unterschiede der Schwellwerte für das linke Ohr sind vergleichbar und betragen 8,1 dB mit einer frequenzabhängigen Spanne von 5,7 bis 14,4 dB.

In den älteren Altersgruppen von 45 bis 49 Jahren betragen diese Unterschiede der Schwellwerte beim rechten Ohr im Durchschnitt 8,2 dB und liegen zwischen 4,1 dB und 13,2 dB für alle Frequenzen. Unter 10 kHz sind alle Differenzen hochsignifikant ( $p < 0,001$ ), bei 10 kHz, 11,2 kHz und 16 kHz signifikant ( $p < 0,05$ ). Beim linken Ohr hören Piloten durchschnittlich um 7,1 dB besser.

### Diskussion

Die durchschnittliche Hörfähigkeit von Piloten ist mit Ausnahme der beiden höchsten Frequenzen 14 und 16 kHz deutlich besser als die der gleichaltrigen Beschäftigten im Baugewerbe. Das kann teilweise an einem Selektionseffekt bei den Piloten liegen, die ihre Eignung für den anspruchsvollen Beruf nachweisen müssen, andererseits auf die Art der Lärmbelastung zurückgeführt werden.

Der Arbeitsplatzlärm der Beschäftigten des Baugewerbes lässt sich nicht so genau erfassen wie der bei Piloten, da diese sehr unterschiedliche Tätigkeiten unter Dauerlärm aber auch Tätigkeiten mit einem hohen Anteil an impulsförmigem Lärm ausführen. Während Dauerlärm die Haarzellen durch metabolische Überlastung bei langen Expositionsdauern schädigt, führen starke Impulse in Ohrnähe innerhalb von Millisekunden zur Zerstörung von Sinneszellen [2, 3]

Trotz des Wissens um die besondere Schädlichkeit des Impusllärms, wird diesem Faktor auch in neueren Publikationen kaum Beachtung geschenkt [4, 5]. Das liegt insbesondere an der Schwierigkeit, Impusllärm adäquat zu erfassen und zu beurteilen.

### Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Die bessere durchschnittliche Hörfähigkeit der Piloten gegenüber den Beschäftigten im Baugewerbe kann auf Unterschiede in der Art des Lärms bei diesen Berufen hindeuten. Piloten sind überwiegend gleichförmigem Dauerlärm ausgesetzt, der sich weniger schädigend auswirkt. Bauarbeiter sind hingegen impulsförmigem Lärm (Knallen) ausgesetzt, der zu irreversiblen Schädigungen des Gehörs führt. Impulslärm als wesentlicher Faktor der gefundenen Schädigungen wird gegenüber Dauerschall-Pegeln bisher nicht ausreichend berücksichtigt. Tragbare, robuste Messgeräte sind erforderlich, welche die benötigten Daten an Arbeitsplätzen auf breiter Ebene erfassen können.

### Literatur

- [1] ISO 7029 (1984): Acoustics – Threshold of hearing by air conduction as a function of age and sex for otologically normal persons. International Organisation for Standardization, Geneva: ISO.
- [2] Borg, E.; Canlon, B.; Engström, B. (1995): Noise-induced hearing loss. Literature review and experiments in rabbits. Morphological and electrophysiological features, exposure parameters and temporal factors, variability and interactions. In: Scand Audiol Suppl 40, S. 1–147.
- [3] Fleischer, G.; Hoffmann, E.; Lang, R.; Müller, R. (1999): Dokumentation der Auswirkungen von Kinderknallpistolen. In: HNO 47 (6), S. 535–540.
- [4] Leensen, M. C. J.; van Duivenbooden, J. C.; Dreschler, W. A. (2011): A retrospective analysis of noise-induced hearing loss in the Dutch construction industry. In: Int Arch Occup Environ Health 84 (5), S. 577–590.
- [5] Hessel, P. A. (2000): Hearing loss among construction workers in Edmonton, Alberta, Canada. In: J. Occup. Environ. Med 42 (1), S. 57–63.

## **Psychotrauma und Akutintervention in Unternehmen am Beispiel kollegialer Erstbetreuung.**

**Annika Clarner<sup>1</sup>, Gerald Jose<sup>2</sup>, Ulrich Sax<sup>3</sup>, Jürgen Krahl<sup>4</sup>, Hans Drexler<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Institut und Poliklinik für Arbeits- Sozial- und Umweltmedizin Universität Erlangen-Nürnberg, <sup>2</sup>Fakultät Soziale Arbeit und Gesundheit, Hochschule für angewandte Wissenschaften Coburg; <sup>3</sup>Fakultät Angewandte Naturwissenschaften, Hochschule für angewandte Wissenschaften Coburg; <sup>4</sup>Technologietransferzentrum Automotive der Hochschule Coburg

### Einführung:

Psychische Traumatisierung und Belastung treten mitunter als Folge extremer Ereignisse am Arbeitsplatz im öffentlichen Personennahverkehr auf. Besonders gefährdet sind Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter (MA) nach Schadensereignissen wie Unfällen, Suiziden oder Angriffen.

Empfehlungen von Unfallversicherungsträgern (DGUV; BG-Bahnen) sehen daher im Rahmen eines betrieblichen Betreuungskonzeptes (Drechsel-Schlund et al. 2010), die Akutbetreuung durch Laienhelfer (Erstbetreuer) am Unfallort vor, um derartigen Entwicklungen frühzeitig entgegenzuwirken. Dabei handelt es sich um eine psychosoziale Hilfe am Schadensort für Fahr- und Servicepersonal welche durch Betriebskollegen geleistet wird. Die Hauptaufgaben des Erstbetreuers bestehen darin, betroffene Kollegen zu beruhigen, abzuschirmen, emotionalen Beistand zu leisten oder auch an den Betriebsarzt zu übergeben (DGUV 2010).

### Zielsetzung:

Zielsetzung der Studie war die statistisch, retrolektive Auswertung des Erstbetreuersystems der VAG Verkehrs-Aktiengesellschaft Nürnberg nach potenziell traumatischen Schadensereignissen von Mitarbeitern. Im Rahmen einer Pilotstudie sollten:

- I. erste betriebliche Einflussfaktoren auf Psychotraumata nach potenziell traumatischen Schadensereignissen identifiziert werden
- II. die Einsatzverteilung deskriptiv beschrieben sowie
- III. unternehmensspezifische Implikationen abgeleitet werden.

Grundlegende Annahme bildete der vielfältig erforschte Zusammenhang außergewöhnlicher Schadensereignisse und Traumafolgestörungen (Flatten et al. 2011). Zudem erschienen neben Persönlichkeitsfaktoren, orientiert an Brewin (2000), ebenfalls betriebliche Einflussfaktoren für die Entwicklung von psychischen Traumatisierungen bedeutsam.

Als relevant erachtete betriebliche Einflussfaktoren wurden, prätraumatisch vorherige Schadensereignisse, Alter und Betriebszugehörigkeitsdauer, peritraumatisch Fahrzeugtyp, Art des Schadensereignisses, physischen Schadensfolgen für MA und Dritte, Schadenshöhe am Fahrzeug, erstmaliges Psychotrauma, Zeitpunkt der Arbeitseinstellung nach einem Unfall, Dauer der Fahrdienstuntauglichkeit, sowie posttraumatisch verzögerte Betreuung, Betreuungsanzahl in der Arbeitsmedizin wie auch Wiedereingliederungsmaßnahmen definiert. Die Einteilung erfolgte schematisch nach Angenendt et al. (2009).

#### Material und Methoden:

Es handelt sich um ein retrolektives Untersuchungsdesign. Als Grundlage diente dabei die betriebliche Einsatzstatistik. Insgesamt wurde 73 durch das EB-V System betreuten Unfälle (Vollerhebung) im Zeitraum 2004 bis 2009 ausgewertet. Die Datenerfassung erfolgte anhand einer eigens für die Abteilungen des Unternehmens entwickelten Rohdatenmatrix unter Einbezug von Sozialberatung, Arbeitssicherheit, Unfallabteilung, Personalabteilung und Arbeitsmedizin. Zur Wahrung der Interessen und zum Schutz der Mitarbeiter war der Betriebsrat und Datenschutzbeauftragte während des gesamten Studienverlaufs involviert.

#### Ergebnisse:

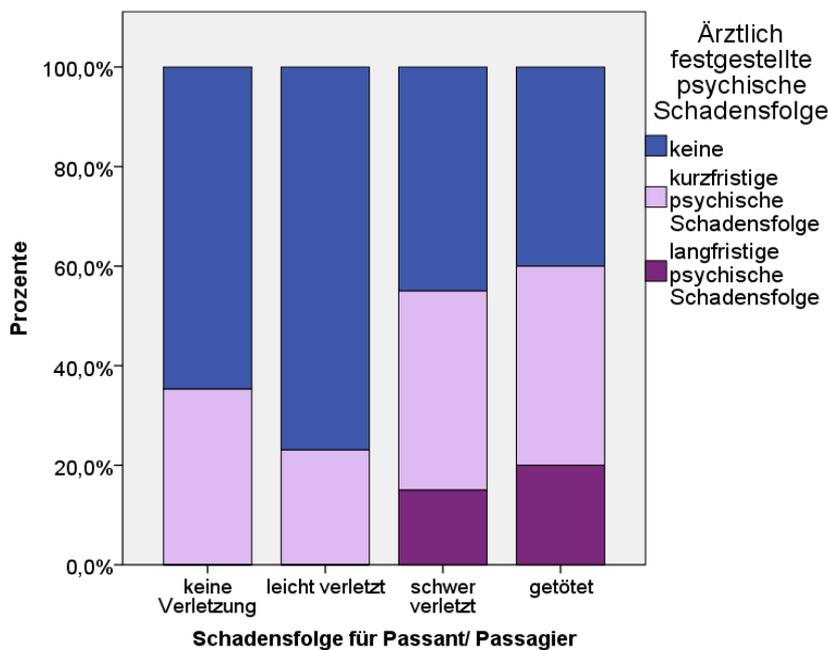
Die Anzahl der betreuten MA lag bei 72 (98,6 %). 71 von ihnen kamen aus dem Fahrdienst, einer aus dem Servicedienst. 67 (94 %) waren männlich und vier (6 %) weiblich. Im Mittel betrug das Alter 42 Jahre ( $SD \pm 7,2$ ), das Dienstalter 11 ( $SD \pm 11$ ).

**Tabelle 1: Deskriptive Statistik**

47%	Unfälle als häufigste Schadensart
79%	Schienengebundene Fahrzeuge (Straßenbahn und U-Bahn);
44%	Größter Betreuungsanteil Straßenbahn
41%	Mitarbeiter mit ähnlichem Vorfall in der Vergangenheit
93%	Vorstellung beim Betriebsarzt, $\bar{x}$ nach 1 Tag ( $SD \pm 1,7$ ; Spannweite 0-4 Tagen)
7%	nicht
43%	Psychische Schadensfolge (Traumafolgestörungen);
15%	Physisch verletzt
1-540 Tage	Betriebliche Weiterbetreuung individuell (begleiteter Fahrdienst bis Umschulung)

Schadensereignisse standen überwiegend mit schienengebundenen Fahrzeugen im Vordergrund. Die eingetretenen Schadensfolgen waren im Wesentlichen psychische

Verletzungen (43 % der Untersuchten), wobei über ein Drittel bereits ähnliche Ereignisse im Unternehmen in der Vergangenheit erlebt hatte. Die betriebliche Weiterbetreuung erfolgte relativ schnell und war individuell auf den einzelnen MA abgestimmt (siehe Tabelle 1). Hinsichtlich psychischer Traumatisierung stellte die Arbeitsmedizin bei 20 (31% der Fälle) ein erstmaliges Psychotrauma als Ausgangsdiagnose zur weiteren Vorstellung beim D-Arzt fest. Weitere 6 (13%) erlebten die zweite Traumatisierung innerhalb ihrer Fahrdiensttätigkeit. Eine Gruppe von 4 (6%) zeigte im aktuellen Schadensereignis keine psychische Verdachtssymptomatik, hatte diese jedoch im Rahmen eines Früheren Ereignisses.



**Abbildung 4: Signifikanter Einflussfaktor Verletzungsschwere Dritter**

Als signifikanter Einflussfaktor auf die Entwicklung eines Psychotraumas wurde die Verletzungsschwere von Fahrgästen oder Passanten ermittelt. Hierbei führten alle Arten von physischen Schadensfolgen Dritter („nicht“ bis „getötet“) zu psychischen festgestellten Schadensfolgen bei MA. Gleichzeitig bestand in jeder Kategorie eine Gruppe von MA ohne Traumatisierung (siehe Abbildung 1). Besonders auffällig erschien die Verteilung langfristiger Traumatisierungen (> 1Monat) da diese nur nach Schwerverletzungen oder Tötung von Dritten bei MA auftraten. Für beide Variablen lag eine Ordinalskalierung vor, weshalb eine Rangkorrelation mittels Kendal-Tau-b von 0.238, ( $p < 0.05$ ) errechnet wurde. Die Ergebnisse zur Untersuchung von Schadensarten (Unfälle, Zusammenstöße mit Fahrzeugen, suizidalen Handlungen, Angriffe oder Bedrohungen) wiesen deskriptiv auf eine besondere Gefährdung für langfristige psychische Erkrankungen nach schweren Unfällen und suizidalen

Handlungen. Aufgrund geringer Zellverteilungen blieb der Faktor inferenzstatistisch ungetestet. Entsprechend dem Schweregrad des Psychotraumas wurden Personen signifikant häufiger, durch die Arbeitsmedizin betreut, Kendall-Tau-b ( $n=60$ ) = 0.522, ( $p < 0.01$ ). Dabei lag die betriebsärztliche Betreuung zwischen 1 und 11 Terminen. In der abschließenden Prüfung, ob die Schwere psychotraumatischer Erkrankungen im Zusammenhang zur Fahrdienstuntauglichkeit von MA stand, wurde ein Kendall-Tau-b ( $n=57$ ) von 0.512, ( $p < 0.001$ ) ermittelt.

### Zusammenfassung

In Bezug auf betriebliche Einflussfaktoren konnte signifikant die Verletzungsschwere Dritter hinsichtlich der Schwere des Psychotraumas bei Mitarbeitern ermittelt werden. Eine besondere Gefährdung für langfristige Traumafolgeerkrankungen bestand nach schweren Unfällen und suizidalen Handlungen. Alle weiteren getesteten Einflussfaktoren hinsichtlich Psychotraumata konnten in der Untersuchungsgruppe nicht nachgewiesen werden. Die Häufigkeit der Arbeitsmedizinischen Betreuung richtete sich entsprechend nach dem Schweregrad des Psychotraumas bei MA. Ebenfalls konnte ein signifikanter Zusammenhang bezüglich der Dauer von Fahrdienstuntauglichkeit von MA und der Schwere des Psychotraumas ermittelt werden.

### Ausblick

In Anknüpfung an die vorliegende Untersuchung muss die Wirksamkeit des Erstbetreuersystems hinsichtlich des Einflusses auf Psychotraumata grundlegend systematisch untersucht werden. Hieraus könnten evidenzbasierte Empfehlungen zum Ausbau der Betreuung (Servicedienst und Werkstätten) abgeleitet, Konzepte im Umgang von MA nach schweren oder tödlichen Schadensereignissen entwickelt, die Sicherstellung der Vorstellung in der Arbeitsmedizin konzeptionell bewertet, wie auch eine generelle Ausweitung des Konzepts zur Akutversorgung bei Unfällen mit Personenschäden empirisch fundiert beantwortet werden.

### Literaturverzeichnis

Angenendt, J./Nyberg, E./Frommberger, U. (2009): Posttraumatische Belastungsreaktionen bei Verkehrsunfallopfern. In: Maercker, A. (2009)(Hrsg.): Posttraumatische Belastungsstörungen. 3., vollst. neu bearb. u erw. Aufl.. Springer Verlag, Heidelberg. S. 501-515.

Brewin, C./Andrews, B./Valentine, J. (2000): Meta-analysis of risk factors for posttraumatic stress disorder in trauma-exposed adults. Journal of consulting and Clinical Psychology.

Flatten, G./Bär, O./Becker, K/Bengel, J./Frommberger, U./Hofmann, A./Lempa, W./Möllering, A. (2011): S2 – Diagnostik und Behandlung von akuten Folgen psychischer Traumatisierung. Trauma & Gewalt 3: 214-221.

DGUV (2010): Betreuung von Schockverletzten bei der BG Bahnen. Online unter: [http://www.dguv.de/inhalt/praevention/praev\\_lohnt\\_sich/best\\_practice/unfallschock/index.jsp](http://www.dguv.de/inhalt/praevention/praev_lohnt_sich/best_practice/unfallschock/index.jsp), 03.04.12

Drechsel-Schlund, C./Feddern, K./Klinkert, M./Ludwig, C. (2010): Reha-Management bei Traumatisierungen nach Arbeitsunfällen. ZPPM, Jg 8, Heft 3, 2010, S. 33-48.

## **Medizinische Rehabilitation von Beschäftigten in Pflegeberufen im Vergleich zu anderen Berufsgruppen**

**C. Peters, M. Harling, A. Schablon, A. Nienhaus**

CVcare - Kompetenzzentrum für Epidemiologie und Versorgungsforschung bei Pflegeberufen, Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, Hamburg

### **Ziel der Studie**

Im Jahr 2009 waren mehr als 1,3 Mio. Sozialversicherungspflichtige in Pflegeberufen in Deutschland tätig (IAB 2011). Pflegeberufe gelten als belastende Tätigkeiten. Die körperlichen Belastungen können zu erhöhten Risiken für die Entstehung von muskuloskelettalen Erkrankungen vor allem im Bereich des Rückens führen (Menzel 2004). Die Arbeitsbedingungen in vielen Pflegeberufen gehen mit psychosozialen Belastungen und Stress einher, die zu Beanspruchungsreaktionen wie Burnout, psychischen Beeinträchtigungen und körperlichen Beschwerden führen können (Lambert 2001). Aufgrund der Belastungen im beruflichen Alltag lässt sich vermuten, dass Beschäftigte in Pflegeberufen häufiger als Beschäftigte anderer Berufsgruppen von Erkrankungen betroffen sind, die zu einer medizinischen Rehabilitationsleistung führen. Außerdem soll die Frage beantwortet werden, ob Pflegeberufe häufiger eine Erwerbsminderungsrente im Anschluss einer medizinischen Rehabilitation erhalten.

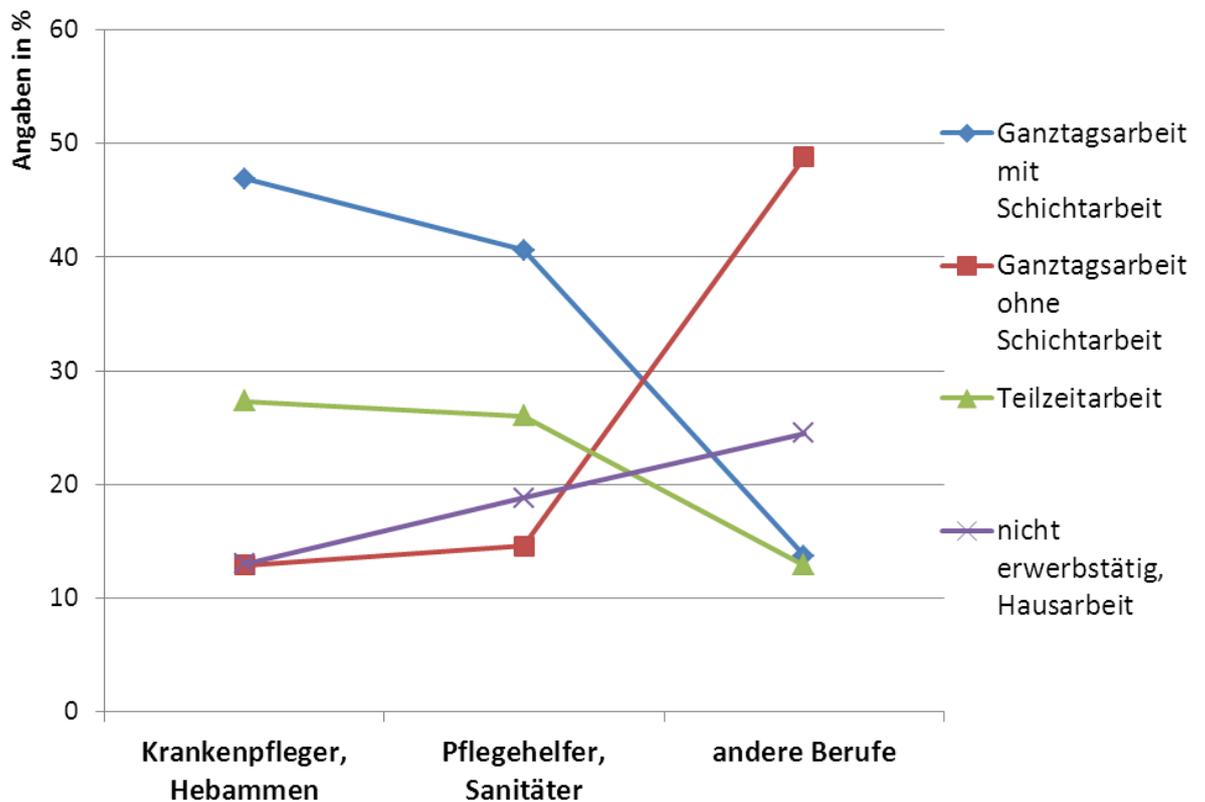
### **Methoden**

Anhand eines Längsschnittdatensatzes der Rentenversicherung von 2002 - 2009 wurden die Berufsgruppen zur medizinischen Rehabilitation untersucht. Dabei wurden nur Personen betrachtet, die zum Zeitpunkt der Rehabilitation im arbeitsfähigen Alter zwischen 18 und 65 Jahren waren. Die Untersuchungen bezogen sich jeweils auf die 1. medizinische Rehabilitationsmaßnahme im Berichtszeitraum. Auswertungen erfolgten zunächst bivariat anhand des Chi-Quadrat-Tests nach Pearson. Dabei standen die Unterschiede zwischen den Berufsgruppen im Vordergrund. Anschließend erfolgte die multivariate Analyse mittels logistischer Regressionsanalyse, wobei die Einflussfaktoren auf eine eingeschränkte Erwerbsfähigkeit (<6 Stunden) nach einer medizinischen Rehabilitationsmaßnahme untersucht werden sollten. Die Definition zu Pflegeberufen orientiert sich an der Systematik der Berufe der Bundesagentur für Arbeit im Berufsfeld der Gesundheitsdienstberufe.

### **Ergebnisse**

Die Studienpopulation des Datensatzes umfasst insgesamt 106.736 Personen, reduzierte sich jedoch aufgrund von fehlenden Angaben zu Beruf und Diagnose und nicht zutreffendem Alter auf insgesamt 47.603 Rehabilitanden. Hiervon entfallen 5% (2.189) auf Beschäftigte in Pflegeberufen, wovon 80% der Krankenpflege und 20% den Krankenpflegehelfern zuzuordnen sind. Die Altenpfleger sind in einer Berufsgruppe mit Sozialarbeitern und Fürsorgern zusammengefasst, weshalb auf die Verwendung dieser Gruppe verzichtet wurde. Zudem muss von unterschiedlichen beruflichen Belastungen ausgegangen werden, so dass eine valide Risikoschätzung für Altenpflegeberufe in

diesem Zusammenhang nicht möglich erscheint. Die Ergebnisse zeigen, dass Pflegeberufe weiblich dominiert sind (88 bzw. 78% vs. 46%) und der Altersdurchschnitt insbesondere bei Krankenpflegern niedriger als bei anderen Berufsgruppen ist (46 vs. 48 Jahren).



**Abbildung 1:** Arbeitsumfang bei Antragstellung bei Pflege- und anderen Berufen

Die Bewilligung einer medizinischen Rehabilitationsleistung erfolgt bei Beschäftigten in Pflegeberufen häufiger als bei anderen Berufsgruppen aufgrund der Diagnose Muskel-Skelett-Erkrankungen (54% vs. 48%) und psychische Erkrankungen (19% vs. 13%,  $p < 0,001$ ). Unterschiede werden auch bei anderen Merkmalen sichtbar: Unter den Rehabilitanden aus Pflegeberufen ist die Arbeitszeit wesentlich häufiger mit Vollzeit und Wechselschichten sowie einem größeren Anteil an Teilzeitarbeit verbunden (Abb. 1), sie arbeiten überwiegend im Angestelltenverhältnis (75%) und erhalten häufiger eine Erwerbsminderungsrente als andere Renten nach einer medizinischen Rehabilitation. Bei der beruflichen Leistungsfähigkeit können keine eindeutigen Unterschiede zwischen Pflege- und anderen Berufen gesehen werden. In der multivariaten Analyse lassen sich jedoch Prädiktoren für eine eingeschränkte Leistungsfähigkeit von weniger als 6 Stunden pro Tag in der zuletzt ausgeübten Tätigkeit nach einer Rehabilitationsmaßnahme erkennen (Tab. 1), wozu ein Alter über 50 Jahren, der Beruf und eine längere Arbeitsunfähigkeit in den letzten 12 Monaten gehören.

Tabelle 1: Multivariate Analyse zur Leistungsfähigkeit nach medizinischer Rehabilitation

Leistungsfähigkeit nach Reha		< 6 Stunden	OR	95% KI
Alter bei Reha	18 bis 34 Jahre	14,0 %	1	
	35 bis 49 Jahre	12,7 %	0,97	0,9-1,1
	50 bis 65 Jahre	17,0 %	1,4	1,2-1,5
Geschlecht	weiblich	13,1 %	1	
	männlich	16,6 %	1,2	1,1-1,3
Beruf	andere Berufe	14,9 %	1	
	Krankenpfleger	14,2 %	1,6	1,4-1,9
	Pflegehelfer	22,3 %	2,1	1,6-2,7
AU im letzten Jahr	keine	6,4 %	1	
	unter 3 Monaten	9,0 %	1,4	1,3-1,6
	3 Monate und mehr	31,3 %	6,6	6,0-7,3

Erwerbsumfang	Vollzeit mit Schicht	14,5 %	1	
vor Reha	Vollzeit ohne Schicht	14,8 %	1,2	1,1-1,3
	Teilzeit	16,1 %	1,8	1,7-2,0

### Schlussfolgerungen

Durch die Auswertung des Längsschnittdatensatzes der Rentenversicherung zur medizinischen Rehabilitation kann gezeigt werden, dass muskuloskelettale und psychische Erkrankungen bei Beschäftigten in Pflegeberufen häufiger als bei anderen Beschäftigten Anlass für die Bewilligung einer medizinischen Rehabilitationsleistung sind. Nach einer Rehabilitationsmaßnahme haben Pflegeberufe ein erhöhtes Risiko für eine verringerte Arbeitsfähigkeit von weniger als 6 Stunden in ihrer zuletzt ausgeübten Tätigkeit und sie erhalten häufiger eine Erwerbsminderungsrente als eine andere Rente.

Die Analysen können erste Hinweise auf gesundheitliche Risiken von Beschäftigten insbesondere in Krankenpflegeberufen geben. Altenpflegekräfte konnten aufgrund der vorliegenden Tätigkeitsschlüssel nicht ausgewertet werden, für diese Gruppe sollten andere Datenquellen genutzt werden. Weitere Auswertungen zu Zeitverläufen bei medizinischer Rehabilitation und Erwerbsminderungsrenten sowie möglicher Änderungen bei Diagnose, Erwerbsfähigkeit und Beruf könnten zur weiteren Risikobeschreibung beitragen.

Die vorliegenden Ergebnisse legen nahe, dass die Prävention von muskuloskelettalen und psychischen Erkrankungen bei Pflegeberufen auch weiterhin erforderlich ist, um Pflegekräfte fit für die Anforderungen in ihrem beruflichen Alltag zu halten. Durch den demografischen Wandel ist in Zukunft von einem steigenden Bedarf an Pflegekräften auszugehen (Hackmann 2010), so dass auch weiterhin mit hohen beruflichen Belastungen bei Pflegeberufen gerechnet werden muss.

**Literatur**

Hackmann T. Entwicklung der professionellen Pflege vor dem Hintergrund des demografischen Wandels. In: Nienhaus A (Hrsg.). Gefährdungsprofile – Unfälle und arbeitsbedingte Erkrankungen in Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege. Landsberg, ecomed 2010.

Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB): Berufe im Spiegel der Statistik. <http://bisds.infosys.iab.de/> 2011.

Lambert VA, Lambert CE. Literature review of role stress/strain on nurses: an international perspective. Nurs Health Sci. 2001; 3:161-72.

Menzel NN. Back pain prevalence in nursing personnel: measurement issues. AAOHN J. 2004; 52:54-65.

## **Funktionseinschränkungen des Muskel-Skelett-Systems und Arbeitsfähigkeit von Beschäftigten in der Krankenhauspflege – Die Rolle von individuellen Bewältigungsstrategien**

**B. Heiden<sup>1</sup>, A. Müller<sup>1</sup>, M. Weigl<sup>1</sup>, P. Angerer<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Klinikum der Universität München, Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

<sup>2</sup>Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin, Medizinische Fakultät, Heinrich Heine Universität Düsseldorf

### **Zielsetzung**

Ältere Pflegende schätzen ihre Arbeitsfähigkeit im Vergleich zu jüngeren deutlich geringer ein. Funktionseinschränkungen des Muskel-Skelett-Systems spielen dabei eine wesentliche Rolle (1). Aus der Altersforschung ist bekannt, dass Menschen ihr individuelles Funktionsniveau bis ins höhere Alter aufrechterhalten können, wenn sie Bewältigungsstrategien wie Selektion, Optimierung und Kompensation (SOK) (2) anwenden. Vor dem Hintergrund dieser beiden Befunde verfolgt die vorliegende Studie die Beantwortung von drei Fragen:

1. Wenden Pflegende bei ihrer Arbeit SOK-Strategien an?
2. Besteht ein Zusammenhang zwischen der Anwendung von SOK und der Arbeitsfähigkeit von Pflegenden?
3. Wird durch die Anwendung von SOK der negative Zusammenhang zwischen Funktionseinschränkungen des Muskel-Skelett-Systems und der Arbeitsfähigkeit abgeschwächt?

### **Methode**

*Stichprobe* Die Studie erfolgt im Rahmen des DFG-geförderten Forschungsprojekts „Tätigkeitsspielraum als Bedingung für Gesundheit und Leistungsfähigkeit älterer Beschäftigter. Eine Untersuchung am Beispiel der stationären Pflege.“ An einer bayerischen Universitätsklinik unterzogen sich 275 von 438 (62,9%) Pflegekräften, die sich an der Studie beteiligten, einer ärztlichen Untersuchung. Einbezogen waren Beschäftigte aus den Einsatzbereichen Intensivstation (137), OP (59), Anästhesie (41), Normalstation (34) und Lagerungspflege (4). 234 dieser Beschäftigten waren weiblich (85,1%). Das Durchschnittsalter betrug 39,3 Jahre (SD, Standardabweichung=11,6), die Altersspanne reichte von 21 bis 63 Jahren (>45 J.=36%, 35–44 J.=23%, <35 J.=41%). Die mittlere Dauer der Berufstätigkeit in der Pflege lag bei 19,1 Jahren (SD=11,7), die mittlere Dauer der Stationszugehörigkeit bei 10,0 Jahren (SD=8,7).

*Erhebungsmethoden* SOK in der Pflege wurde mit 9 Items der gleichnamigen Skala von Müller et al. (3) erhoben. Itembeispiel: „Bei meiner Arbeit erledige ich immer zuerst die wichtigsten Aufgaben“ (Skalierung: 1 „nein gar nicht“ bis 5 „ja genau“; Cronbach's

Alpha,  $CA=.72$ ). Funktionseinschränkungen des Bewegungsapparats (FE) wurden im Rahmen einer ärztlichen Untersuchung erfasst. Die Untersuchung gliederte sich in eine strukturierte Anamnese anhand eines Dokumentationsbogens sowie eine Untersuchung des Bewegungsapparats entsprechend der fokus® Methode (Ebene 1) (4), die sich auf ein Screening zur Erkennung relevanter Funktionsstörungen bezogen auf die aktiven Fähigkeiten und Bewegungsmöglichkeiten der Probanden beschränkte. Ein positiver Untersuchungsbefund lag vor, wenn in mindestens einem der jeweiligen Tests eine eingeschränkte Funktionalität über die von Spallek und Kuhn vorgegebene Norm nachweisbar war. Arbeitsfähigkeit wurde mit der Dimension 1 des Work Ability Index (WAI) (5) erhoben. Item: „Wenn Sie Ihre beste, je erreichte Arbeitsfähigkeit mit 10 Punkten bewerten: Wie viele Punkte würden Sie dann für Ihre derzeitige Arbeitsfähigkeit geben?“ (Skalierung: 0=völlig arbeitsunfähig; 10=derzeit beste Arbeitsfähigkeit).

*Auswertungsmethoden* Die statistische Testung erfolgte mit dem Standardverfahren moderierter hierarchischer Regressionen (6): Mittels blockweisem Einschluss wurden zunächst die Effekte der Kontrollvariablen und anschließend die Haupteffekte der beiden Prädiktoren FE und SOK auf die Arbeitsfähigkeit überprüft. Im dritten Schritt wurde die zusätzliche Varianzaufklärung durch die Zweifach-Interaktion der beiden Einflussgrößen (SOK x FE) berechnet (alle Analysen erfolgten mit SPSS 19.0).

### **Ergebnisse**

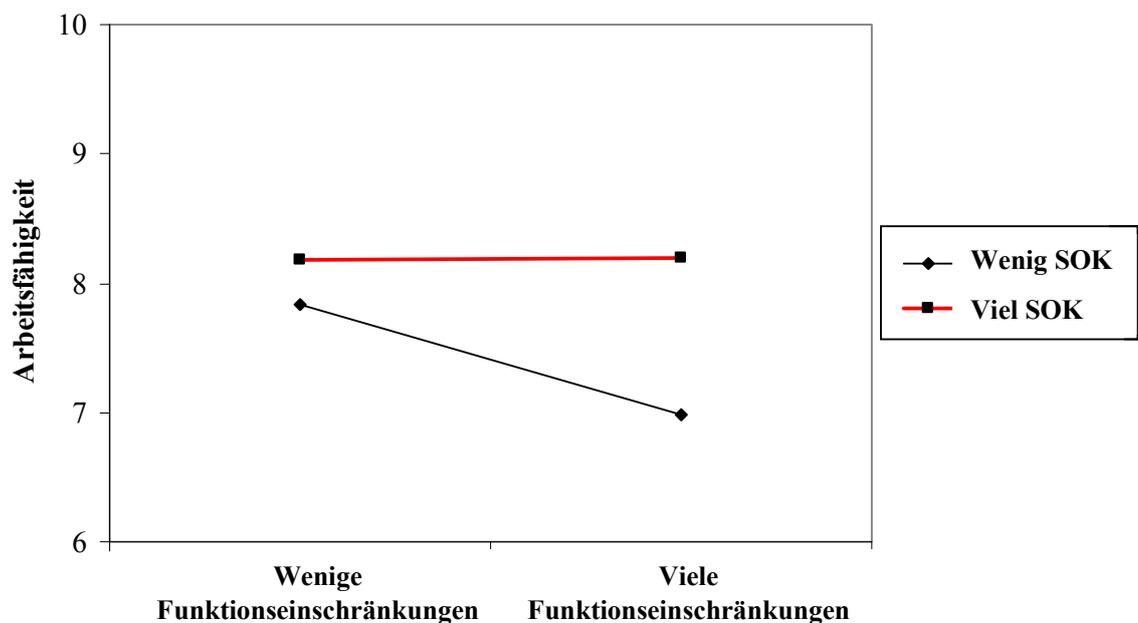
Wie Tabelle 1 deutlich macht, berichten Pflegende, die vermehrt SOK-Strategien in ihrer Arbeit anwenden, über eine bessere Arbeitsfähigkeit ( $\beta=.21$ ,  $p<.01$ ). Ältere Pflegekräfte berichten eine verminderte Arbeitsfähigkeit ( $\beta=-.21$ ,  $p<.01$ ). Unter Kontrolle von ausgewählten Arbeitsbedingungen (separat dargestellt in Schritt 2) zeigt sich in Schritt 3, dass muskuloskeletale Funktionseinschränkungen mit verminderter Arbeitsfähigkeit ( $\beta=-.15$ ,  $p<.05$ ), jedoch die Anwendung von SOK-Verhaltensweisen mit erhöhter Arbeitsfähigkeit korrelieren ( $\beta=.24$ ,  $p<.01$ ).

**Tabelle 1:** Einflussgrößen für die Arbeitsfähigkeit von Pflegekräften in der stationären Krankenpflege (N=273)

	Einflussvariablen	B	SE	$\beta$
Schritt 1	Geschlecht	.08	.30	.02
	Alter	-.33	.10	-.21**
	Führungsposition	.09	.28	.02
	Vertrag	.23	.26	.06
$\Delta R$				0.04*
$R^2$				0.04
Schritt 2	Tätigkeitsspielraum	.22	.10	.13*
	Zeitliche Überlastung	-.15	.11	-.09
	Körperliche Belastungen	-.20	.11	-.12
$\Delta R$				.05**
$R^2$				.09
Schritt 3	Funktionseinschränkungen	.25	.11	-.15*
	SOK	.41	.10	.24**
$\Delta R$				.07**
$R^2$				.16
Schritt 4	Funktionseinschränkungen * SOK	.22	.10	0.13*
$\Delta R$				.01*
$R^2$				.17

Anmerkung: \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ .

Schritt 4 zeigt, dass SOK den negativen Zusammenhang zwischen körperlichen Funktionseinschränkungen und der selbst wahrgenommenen Arbeitsfähigkeit signifikant beeinflusst ( $\beta=.13$ ,  $p<.05$ ). Abbildung 1 verdeutlicht den Wirkzusammenhang.



**Abbildung 1:** Zweifach Interaktion: Funktionseinschränkung x SOK für die Arbeitsfähigkeit von Pflegekräften

### Schlussfolgerung

Die Studie zeigt erstmals, dass bei Pflegekräften, die in ihrer Arbeit Bewältigungsstrategien entwickeln und einsetzen, der Zusammenhang von körperlichen Einschränkungen und verminderter Arbeitsfähigkeit deutlich gemildert wird. Diese Pflegekräfte scheinen somit in der Lage, Funktionseinschränkungen besser auszugleichen und auf diese Weise Arbeitsanforderungen besser zu bewältigen. Die Studie bestätigt Befunde, die eine Abnahme der Arbeitsfähigkeit sowie eine Zunahme muskuloskelettaler Probleme mit höherem Alter zeigen (1). Ein allgemeiner Zusammenhang zwischen SOK, Leistungsfähigkeit (7, 8) und subjektivem Wohlbefinden (9) ist hingegen bereits belegt. Das Zusammenspiel von SOK Strategien, körperlichen Einschränkungen und der Arbeitsfähigkeit bei Pflegekräften im Krankenhaus war bislang jedoch noch nicht beleuchtet worden.

Die Studie weist einige Limitationen auf: u.a. Querschnittsdesign, Risiko von Methodenvanzen, Gelegenheitsstichprobe bei Auswahl der Probanden und Verzerrungen durch Beteiligung, Risiko der Unterschätzung durch Healthy Worker Effect.

Der Nachweis eines Zusammenspiels von individuellen Bewältigungsstrategien, Funktionseinschränkungen des Bewegungsapparats und Arbeitsfähigkeit bei Pflegekräften eröffnet neue Perspektiven im Bereich der Verhaltens- und Verhältnisprävention: Beschäftigte in der Pflege sollten aktiv darin unterstützt und geschult werden, gezielt SOK-Strategien anzuwenden. In zukünftigen (Interventions)-Studien sollte zudem untersucht werden, ob die Anwendung von SOK-Strategien in der Pflege durch Arbeitsgestaltungsmaßnahmen unterstützt werden kann.

### Literatur

1. van den Berg, T.I.J., Elders, L.A.M., de Zwart, B.C.H. & Burdorf, A. 2009, The effects of work-related and individual factors on the Work Ability Index: a systematic review, *Occupational and Environmental Medicine*, 66, 211-220.
2. Baltes, P. B. & Baltes, M. M. 1990, Psychological perspectives on successful aging: The model of selective optimization with compensation. In: P. B. Baltes & M. M. Baltes (Eds.), *Successful aging: Perspectives from the behavioral sciences* New York: Cambridge University Press, 1-34.
3. Müller, A., Weigl, M., Heiden, B., Glaser, J. & Angerer, P. 2011, The relationship between job-specific strategies of selection, optimization, and compensation (SOC) in nursing and the work ability of nurses: Qualitative and cross-sectional quantitative findings, *Manuskript in Begutachtung*.
4. Spallek, M., Kuhn, W., Schwarze, S. & Hartmann, B. 2007, Occupational medical prophylaxis for the musculoskeletal system: A function-oriented system for physical examination of the locomotor system in occupational medicine, *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*, 2, 12.
5. Hasselhorn, H.-M. & Freude, G. 2007, *Der Work Ability Index*. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag, NW.
6. Aiken, L.S., West, S.G., 1991, *Multiple regression: testing and interpreting interactions*. Sage, Newbury Park.
7. Bajor JK, Baltes B.B. 2003, The relationship between selection optimization with compensation, conscientiousness, motivation, and performance. *Journal of Vocational Behavior*, 63:347-367.
8. Yeung D.Y., Fung H.H. 2009, Aging and work: How do SOC strategies contribute to job performance across adulthood? *Psychology and Aging*, 24:927-940.
9. Wiese B.S., Freund A.M., Baltes P.B. 2000, Selection, optimization, and compensation: An action-related approach to work and partnership. *Journal of Vocational Behavior*, 57:273

## Tanzend durch die Rehabilitation – Multidisziplinäre Strategie in der Rehabilitation im professionellen Sport am Beispiel des Bühnentanzes

E. M. Wanke<sup>1,2</sup>, D. A. Groneberg<sup>2,1</sup>

<sup>1</sup>Abteilung Tanzmedizin, Institut für Arbeitsmedizin, Charité – Universitätsmedizin Berlin

<sup>2</sup>Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Goethe-Universität, Frankfurt/Main

**Einleitung:** Die hoch spezialisierte Berufstätigkeit als professioneller Bühnentänzer ist eine Kombination aus Sport und Kunstform. Die Ausübung ist nur mit einem voll funktionsfähigen Körper möglich. Obwohl Tänzer mit Hochleistungssportlern verglichen werden und akute Verletzungen häufig sind, scheint ihnen nicht eine mit dem Sport vergleichbare Therapie nach Unfällen zuteil zu werden. Obwohl auch kleinste Verletzungen potentiell die Karriere gefährden können, wurden bisher nur in jedem 10. Fall physiotherapeutische oder physikalische Maßnahmen bzw. Behandlungsoptionen eingesetzt. Alternative und ganzheitliche Konzepte, wie beispielsweise Pilates oder eine tanzspezifische Wiedereingliederung, die sich im professionellen Tanz objektiv bewährt haben, werden noch seltener genutzt. Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Entwicklung von Empfehlungen zum Vorgehen in der rehabilitativen Versorgung von professionellen Bühnentänzern unter Berücksichtigung tanzmedizinischer Aspekte. Dabei wird berücksichtigt, dass sich die körperlichen Höchstleistungen auch in einer optimierten, tanzspezifischen Therapie und Rehabilitation widerspiegeln.

Der Tanz kann zwar zum Teil mit dem allgemeinen professionellen Sport verglichen werden. Jedoch können im Tanz selbst intensiverte, allgemeine, im Rahmen einer physikalischen Therapie/krankengymnastischen Therapie bzw. der Erweiterten ambulanten Physiotherapie (EAP) vorgesehene Maßnahmen alleine die Wiederherstellung der Berufsfähigkeit nach Verletzungen häufig nicht sicherstellen, da sie tanzunspezifisch erfolgen und die berufsspezifisch-körperlichen Belastungen nicht ausreichend berücksichtigen (Air & Rietveld 2009, Sohl & Bowling 1990, Shah 2008). Sie können im Tanz lediglich die allgemein gültige Basis für die Implementierung arbeitsspezifischer - hier tanzspezifischer - Maßnahmen darstellen (Cassela et al 1999, Stretanski & Weber 2002, Wanke et al. 2011a, Wanke & Groneberg 2011). Daher sind neben einer Intensivierung der allgemeinen Maßnahmen im Tanz aus den genannten Gründen ergänzend zur Rehabilitation zusätzlich hoch arbeitsspezifische Behandlungselemente unerlässlich (Air & Rietveld 2009, Wanke et al. 2011b). Dies hängt mit den tanzspezifischen Bewegungselementen und -abläufen zusammen, die mit den „normalen“ Bewegungen des Alltags nicht vergleichbar sind. Gerade die tanzspezifischen Elemente sind es, die ständig gezielt geschult werden müssen, um einen Verlust in der tänzerischen Qualität zu vermeiden und eine tatsächliche Wiederherstellung der Arbeitsfähigkeit zu erlangen. Dies gilt für die gesamte Phase der Rehabilitation. Eine rein tanzunspezifische Rehabilitation bereitet daher nur unvollständig auf die berufsspezifischen Belastungen vor (Stretanski & Weber 2002, Wanke & Groneberg 2011) Die Bedeutung einer tanzspezifischen Rehabilitation steigt mit der erwarteten Dauer der Arbeitsunfähigkeit und dem Schweregrad der Verletzung (Wanke et al. 2011b). Das Ziel ist die Wiederherstellung der vollen Arbeitsfähigkeit, gegebenenfalls eine Minderung der Reduzierung der Erwerbsfähigkeit, eine

Abwendung der Gefährdung der Erwerbsfähigkeit und letztlich eine Reduzierung der Kosten. Wichtig ist die sofortige Einleitung im Verletzungsfall, um so Einbußen in der körperlichen Leistungsfähigkeit zu minimieren. Diese stellen sich bereits nach wenigen Tagen ein. Dabei beschränkt sich die Behandlung keinesfalls ausschließlich auf den verletzten Bezirk, sondern bezieht den gesamten Körper mit ein. Dazu zählen beispielsweise bei verletzten Tänzern auch Maßnahmen im Bereich der oberen Extremität und des Rumpfes für arbeitsspezifische Inhalte (zum Beispiel Hebungen, Sprünge). Genanntes sollte für alle Verletzungen gelten, die zu einer Arbeitsunfähigkeitsdauer von mehr als fünf Tagen führen. Um ein derartiges Konzept zeitnah praktizieren zu können, sind zahlreiche Voraussetzungen erforderlich (Kasten 1).

**Kasten 1: Voraussetzungen für die Durchführung einer adäquaten Rehabilitation (Wanke & Groneberg 2011, Wanke et al. 2011b)**

1. **Tanzmedizinische Kenntnisse** (spezifische Arbeitsbedingungen, Choreografie, Stilrichtungen, Besonderheiten der jeweiligen zu tanzenden Rolle und andere)
2. **Kooperation** - optimierte Zusammenarbeit aller beteiligten Personen und Institutionen (Unfallversicherungsträger – Arzt – Therapeut – Tanzmediziner).
3. **„Expertenpool“** (zum Beispiel Tanzmediziner, ggf. konsiliarisch beauftragt)
4. **Organisationsstruktur der tanzspezifisch ergänzten Rehabilitation** (Qualität und Vollständigkeit haben gegenüber der Durchführung in Wohnortnähe Priorität, ambulant oder stationär, komplementär oder zentralisiert).
5. **Ausgezeichnete Kommunikation und Dokumentation** über den Fortgang der Maßnahmen (Arzt, Reha-Einrichtungen/Studios, Unfallversicherungsträger)

**Behandlungselemente und -optionen**

Die Rehabilitation ergibt sich als Kombination aus allgemeinen und tanzspezifischen obligaten (nahezu immer gewählten) und optionalen (tanzspezifisch gestaltbaren, ergänzenden) Maßnahmen oder Konzepten. Weiterhin kann eine ausführliche Eingangsuntersuchung, die eine allgemeine Leistungsdiagnostik beinhaltet, integriert werden. Diese ist auch für eine Verlaufskontrolle geeignet.

**Tabelle 2: Obligate und optionale Konzepte mit hoher Tanzspezifik (Wanke & Groneberg 2011, Wanke et al. 2011b)**

Obligat (tanzmedizinischer Standard)	optional
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pilates</li> <li>• Gyrotonics®</li> <li>• <i>Floor barre</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bartenieff</li> <li>• Alexander Technik</li> <li>• Feldenkrais</li> <li>• Spiraldynamik</li> <li>• Medizinisches Aquatraining (auch „<i>pool barre</i>“)</li> <li>• Psychologische Betreuung, Krisenintervention</li> <li>• Ernährungsberatung</li> </ul>

Diese Form mit Nutzung tanzspezifischer Behandlungsoptionen kann letztlich nicht nur kostensparend sein, sondern sogar dazu beitragen, die Rehabilitationszeit nach Verletzung für den Tänzer zu verkürzen. Voraussetzung für die Umsetzung des rehabilitativen Modells stellt eine hohe Qualifikation der im Rehabilitationsbereich tätigen Personen sowie eine große Bereitschaft zur Zusammenarbeit verschiedener Bereiche des Tanzes dar. In der Rehabilitation müssen sowohl geschlechtsspezifische und ggf. auch tanzstilrichtungsabhängige Besonderheiten berücksichtigt werden.

Literatur:

1. Air M , Rietveld ABM . Dance-specific, graded rehabilitation: advice, principles, and schedule for the general practitioner. *Med Probl Perform Ar* 2008 ; 23 (03): 114 – 119
2. Sohl P, Bowling A . Injuries to dancers. Prevalence, treatment and prevention. *Sports Med* 1990 ; 9 (05): 317 – 322
3. Shah S. Caring for the dancer: special considerations for the performer and troupe . *Curr Sports Med Rep* 2008 ; 7 ( 03): 128 – 132
4. Cassela MC , Ploski C , Sullivan E et al . Transition dance class: rehabilitation through dance . *J Dance Med Sci* 1999; 3 ( 04): 139 – 144
5. Stretanski MF, Weber GJ . Medical and rehabilitation issues in classical ballet . *Am J Phys Med Rehabil* 2002 ; 81 (05): 383 – 391
6. Wanke EM, Wanke A, Uibel S, Quarcoo D, Groneberg DA: Der außergewöhnliche Fall in der Praxis: Der Arbeitsunfall im professionellen Bühnentanz– Hinweise zum Vorgehen und zur Dokumentation. *Trauma und Berufskrankheit, Trauma Berufskrankh* 2011a; 13:131–139.
7. Wanke EM. Tanzend gesund werden? - Tanzmedizinische Aspekte in der Rehabilitation nach akuten Verletzungen im professionellen Bühnentanz. *DGUV Forum* 2011; 12: 36-9.
8. Wanke EM, Quarcoo D, Uibel S, Groneberg DA. Rehabilitation nach Arbeitsunfällen im professionellen Bühnentanz: Empfehlungen unter Berücksichtigung tanzmedizinischer Gesichtspunkte. *Die Rehabilitation, Online First™*, 7 Oktober 2011b

## RehaBau – Berufliche Rehabilitation bei Bauarbeitern

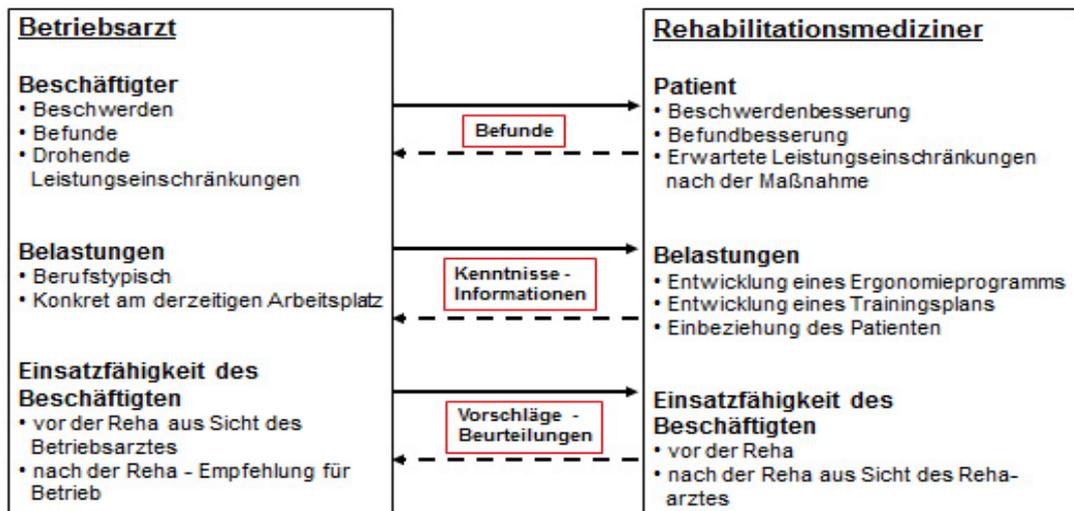
**D.Tesch, B.Hartmann, A.Hauck, A.Wahl-Wachendorf**

Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft, Arbeitsmedizinisch-Sicherheitstechnischer Dienst

### Ausgangslage

Die medizinisch-berufsorientierte Rehabilitation (MBOR) steht im Fokus von RehaMaßnahmen bei Berufstätigen mit gesundheitlich eingeschränkter Leistungsfähigkeit. Ein flächendeckendes Angebot mit standardisiertem Programm und vor allem branchenspezifischer Orientierung fehlte bislang. Auf Initiative des AMD - jetzt ASD - der BG BAU in Hamburg wurde deshalb zusammen mit einer norddeutschen Rehaklinik und der damaligen LVA Hamburg das Projekt RehaBau vor über 10 Jahren als branchenspezifische MBOR entwickelt. Mittelpunkt ist ein standardisiertes Übungsprogramm für körperlich belastete Bauhandwerker und die Einbindung des ASD der BG BAU mit seiner Branchenkenntnis bei der Ermittlung des Rehabedarfes, der Schulung der Therapeuten in der Rehaklinik und der Errichtung einer Trainingsumgebung mit typischen Arbeits- und Hilfsmitteln in der Klinik. Dabei werden Schnittstellen zwischen Arbeits- und RehaMedizin genutzt:

### Beziehungen zwischen Betriebsarzt und RehaMediziner



## Hintergrund

Der Anteil Frühberentungen aus gesundheitlichen Gründen ist in Bauberufen deutlich höher als im Durchschnitt, bei den Ursachen stehen Muskel-Skelettsystemerkrankungen an erster Stelle, was auch die Ergebnisse der den Bauwerkern angebotenen arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen belegen (1,2). Nachwuchs junger Menschen bleibt aus – absehbar sind Facharbeitermangel und Erfahrungsverlust. Für den Beschäftigten stehen Leistungseinbußen und finanzielle Nachteile im Vordergrund, da es kaum Möglichkeiten gibt, in Tätigkeiten mit geringeren körperlichen Belastungen oder höherer Qualifizierung auszuweichen(3). Sinnvoll ist also, durch Frührehabilitation die Ausbildung manifester chronischer Erkrankungen zu verhindern. Die besonderen Strukturen und Belastungen am Bau erforderten jedoch ein besonderes Konzept: vorwiegend Kleinbetriebe, kaum betriebliche Gesundheitsangebote, rasch wechselnde Einsatzorte im Freien, schwere körperliche Belastungen, Teamarbeit unter Zeitdruck und Stress, lange, unregelmäßige Arbeits- und Fahrzeiten bzw. Übernachtungserfordernis, eingeschränkte soziale Kontakte. Ambulante RehaMaßnahmen sind deshalb kaum umsetzbar, der Hausarzt fällt als Initiator von RehaMaßnahmen meist aus. Der Betriebsarzt ist oft über Jahre einziger Arztkontakt. In einer Standardmaßnahme mit Teilnehmern verschiedener Berufe wären die Bauarbeiter zudem wegen der meist gut erhaltenen motorischen Kraft und Geschicklichkeit unterfordert.

## Zugangswege zu RehaBau

Im Rahmen von routinemäßigen Vorsorgeuntersuchungen erkennt der Arbeitsmediziner den Rehabedarf, unterstützt die Antragsstellung mit orthopädischer Kurzbefundung und sozialmedizinische Stellungnahme. Nach Genehmigung durch die Deutsche Rentenversicherung (DRV) erfolgt Zuführung an festgelegte und vorbereitete Rehakliniken.

Als Zugangskriterien wurden festgelegt: Alter 35-50 Jahre, körperlich schwer arbeitende Bauhandwerker verschiedener Berufe mit Rücken- und Gelenksschmerzen und subjektiver Leistungseinbuße, mindestens eine Arbeitsunfähigkeit in den letzten zwei Jahren oder ein konkreter medizinischer Befund, keine Berentungsprognose aber Erwerbsfähigkeit langfristig bedroht.

Absicht ist die Frühintervention zu Beginn der gesundheitlichen Leidensgeschichte wenn Erhalt oder volle Wiederherstellung der Erwerbsfähigkeit möglich ist und die Motivation dazu vorhanden ist- vor der Chronifizierung und Flucht in die Rente

## Durchführung von RehaBau

- Dreiwöchige stationäre Reha in orthopädischer Schwerpunktlinik
- Medizinische Trainingstherapie, Physiotherapie, evtl. physik. Anwendungen
- Durchführung in den Wintermonaten wegen der Abkömlichkeit im Betrieb
- Bildung von festen Rehagruppen von 8-12 Bauwerkern mit gemeinsamem Beginn, Programm und Therapeuten
- Funktionsbezogenes aktivierendes Training zusammenhängender Bewegungsabläufe- wie Hebetekniken für leichte und schwere Gewichte, Bewegen von Kanthölzern/Platten oder instabilen Gebinden. Beratung zu

ergonomischen Arbeitsmitteln und zur Arbeitsorganisation. Dabei soll der effektive Kräfteinsatz gelernt werden und die vorhandene Geschicklichkeit ausgebaut werden. Training im Team und in Arbeitskleidung fördert die nötige Identifikation mit der vertrauten Arbeitssituation und Motivation. Ziel ist die Beherrschung komplexer Arbeitssituationen.

- Ausdauertraining durch gelenks- und rüchenschonende Sportarten

### **Ergebnisse**

Aus der punktuellen Umsetzung ist ein bundesweit zur Verfügung stehendes Projekt geworden, das von 12 DRV Verbänden unterstützt und in 7 Rehakliniken umgesetzt wird. In der Wirksamkeit wurde es von Teilnehmern, Betrieben und Kliniken durchwegs sehr positiv beurteilt. Motivation, Vorbereitung und Durchführung erfordern einen höheren Aufwand, was sich durch die Gruppenarbeit aber ausgleicht. Für die Umsetzung ist gute Koordination und Disposition der Termine insbesondere Abstimmung mit den Unternehmen erforderlich.

In zwei gezielten Untersuchungen (4,5) wurde das Projekt positiv beurteilt und eine Besserung der Schmerzsymptomatik verzeichnet. Auch die Funktion des Bewegungsapparates und das ergonomische Verhalten besserten sich. Weitere Untersuchungen zur Evaluation der Nachhaltigkeit im Vergleich zu konventionellen Rehabilitationsmaßnahmen erfolgen derzeit.

### **Ausblick:**

Die Rolle der AM-Vorsorge wird gestärkt - sie kann zielgerichtet und -fördernd eingesetzt werden. RehaBau stellt eine Erweiterung der Möglichkeiten des Betriebsarztes im Sinne der Sekundärprävention dar und ergänzt die Präventionsanstrengungen zum Verhalten und zu den Verhältnissen im Betrieb. Eine Übertragung auf andere Berufe oder Branchen ist prinzipiell möglich, RehaBau kann damit eine Antwort auf die Auswirkungen der Demografischen Entwicklung im Arbeitsleben bieten und Menschen länger gesünder für die Tätigkeit erhalten. Wegen des frühen Interventionszeitpunktes sind Ergebnisse zur Verminderung der Berentungs- und Umsetzungshäufigkeit erst nach erheblicher Latenzzeit zu erwarten. Intensiviert werden muss der Rücklauf von Ergebnissen der Rehamedizin an die Betriebsärzte. Die bisherigen Erfahrungen ermutigen, das Projekt schrittweise auszubauen. Vorrang hat dabei weiter die Qualität der Maßnahmen, da die positive Rückkoppelung der Rehabilitanden in den Betrieben und an die Arbeitskollegen ein wichtiger Multiplikator ist.

### **Quellen:**

1. Arndt V. Prädiktoren der Frühberentung und Inanspruchnahme rehabilitativer Leistungen bei Arbeitnehmern der Bauwirtschaft –was sagt die Studienlage? Vortrag Rehakongress Baden-Baden 5-7.5.2011
2. Hartmann B, Seidel D. Muskel-Skeletterkrankungen im Baugewerbe. Schriftenreihe Arbeitssicherheit und Arbeitsmedizin in der Bauwirtschaft Band 21 Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft. Berlin, 2008

3. Ulbricht S, Jahn F. iga. Report 17 „Mein nächster Beruf“ - Personalentwicklung für Berufe mit begrenzter Tätigkeitsdauer. Teil 2:Modellprojekt im Straßen- und Tiefbau. Essen, Initiative für Gesundheit und Arbeit 2010
4. Horbach G, Phillipp J. Berufsorientierte Rehabilitation berufshomogener Gruppen an Rehabilitationskliniken am Beispiel des RehaBau-Programms für Bauhandwerker Tagungsband 18 Rehabilitationswissenschaftliches Kolloquium 2009, S.195-197
5. Weiler SW, Thrans C, Josenhans J, von Bodman J, Hartman B, Hanse J, Hauck A, Wussow A, Kessel R. Arbeitsmedizinische Bewertung einer speziell arbeitsplatz-bezogenen Rehabilitation bei Bauarbeitern. Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed 2003;38:163

## Kann man sich an Schichtarbeit gewöhnen? Schlafstörungen und Leptin und Ghrelin

**Otto A<sup>4</sup>, Weiler SW<sup>2</sup>, Schröder M<sup>1</sup>, Spallek M<sup>3</sup>, Kessel R<sup>1</sup>, van Mark A<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Institut für Arbeitsmedizin, Universität zu Lübeck

<sup>2</sup> AUDI AG Ingolstadt

<sup>3</sup> EUGT e. V., Berlin

<sup>4</sup> Bundeswehrkrankenhaus Westerstede

### Einleitung

Das Proteohormon Leptin findet sich beim Menschen hauptsächlich im Fettgewebe (29). Die Hauptwirkung ist eine Unterdrückung des Hungergefühls durch die Hemmung der appetitstimulierenden Neuropeptide AGRP und Neuropeptid-Y (17). Dazu wird Leptin vom Körper in einer zirkadianen Rhythmik sezerniert (8, 9, 10, 23). Das Akronym Ghrelin bezeichnet ein in den Paritalzellen gebildetes Peptidhormon, dass als Antagonist zum Leptin in der Steuerung der Nahrungsaufnahme fungiert, bei leerem Magen die Lipolyse hemmt und Hungergefühle induziert (8, 9). Auf Grund ihrer zentralen Stellung in der Energiehomöostase spielen Leptin- und Ghrelinserumkonzentrationen auch bei Dysregulationen wie Adipositas oder Anorexie eine Rolle. Mehr Fettmasse führt zu mehr Leptin, welches dem Körper dann zunächst signalisiert, Kalorien zu verbrauchen, wodurch wiederum auch der Leptinspiegel sinkt. Dieser negative Feedback-Mechanismus funktioniert allerdings nur bis zu einem gewissen Grad, denn bei adipösen Menschen kommt es zu einer Leptinresistenz (5). Analog zum Leptin stellt sich bei Adipositas auch beim Ghrelin eine Ghrelinresistenz ein (15). Sowohl Leptin- als auch Ghrelinserumspiegel korrelieren positiv bzw. negativ mit dem Body-mass-Index (BMI) und dem Taillenumfang (26, 27).

Aus Studien ist bekannt, dass kurzfristige anteilige/vollständige Schlafrestriktion zu Störungen der zirkadianen Rhythmik mit niedrigen Leptin-, hohen Ghrelinspiegeln und vermehrtem Hungergefühl führen (24 - 26). Bisher schloss man aus diesen Beobachtungen auch auf Leptin- und Ghrelin als Verursacher der Adipositas bei langfristigen Störungen des Schlafverhaltens.

### Kollektiv und Methode

Im Rahmen einer Querschnittsstudie wurden 362 Erwerbstätige klinisch-körperlich sowie laborchemisch untersucht und zu Vorerkrankungen, Lebensumständen sowie mit dem Pittsburgh-Schlafqualitäts-Index (PSQI) zum Schlafverhalten befragt. Leptin- und Ghrelinserumkonzentrationen wurden mittels Radioimmunoassay bestimmt. Die Blutentnahme erfolgte zwischen 6 und 8 Uhr. Von den Probanden waren 223 (61,6 %) Schichtarbeiter, davon arbeiteten 201 Probanden (91 %) auch in der Nacht,

überwiegend in Drei-Schicht-Systemen Die Studie wurde von der Ethikkommission genehmigt, das Einverständnis der Probanden lag vor.

### Ergebnisse

Es zeigte sich eine Assoziation von Schichtarbeit mit Schlafstörungen ( $p < 0,001$ ), psychomentalen Belastungen (Tagesmüdigkeit ( $p < 0,001$ ), Verstimmung ( $p = 0,001$ ), Reizbarkeit ( $p < 0,001$ )), und Adipositas ( $p = 0,01$ ). Die Auswertung der Fragen zum PSQI für die mittlere Schlafdauer pro Nacht in den letzten vier Wochen zeigte, dass je geringer die mittlere Schlafdauer, desto höher war der Anteil an Schichtarbeitern ( $p < 0,001$ ). Probanden mit einem zu hohen Taillenumfang wiesen höhere Leptin- ( $p = 0,002$ ) und niedrigere Ghrelinwerte auf ( $p < 0,001$ ). Zusammenhänge zwischen Schichtarbeit und Leptin- und Ghrelinkonzentrationen hingegen blieben aus. Eine nach dem BMI eingeteilte Auswertung von Leptin- und Ghrelinserumkonzentrationen der Schicht- und Tagarbeiter unter Berücksichtigung des Parameters mittlere Schlafdauer pro Nacht in den letzten vier Wochen als Abbildung der zirkadianen Rhythmik ergab die in der Tabelle 1 dargestellten Ergebnisse.

Als einzige signifikanten Ergebnisse zeigten sich, dass bei den normgewichtigen Probanden mit einer Schlafdauer von 6 bis 6,9 Std. Schlaf pro Nacht in den letzten vier Wochen die Schichtarbeiter einen signifikant niedrigeren Leptinspiegel aufwiesen als die Tagarbeiter ( $p = 0,03$ ). Wie bei den normgewichtigen Probanden lag auch bei den adipösen Probanden mit einer Schlafdauer von 6 bis 6,9 Std. Schlaf ein signifikant niedrigerer Leptinspiegel bei den Schichtarbeitern im Vergleich zu den in Tagarbeit beschäftigten Probanden vor ( $p = 0,04$ ). Bei den übergewichtigen Probanden mit einer Schlafdauer von 6 bis 6,9 Std. Schlaf hingegen, fand sich ein signifikant höherer Leptinspiegel bei den Schichtarbeitern im Vergleich zu den Tagarbeitern ( $p = 0,05$ ).

Auch nach der Gegenüberstellung mit weiteren Parametern zur Abbildung der zirkadianen Rhythmik (z.B. Schlafeffizienz) zeigten sich keine Zusammenhänge zwischen einem chronischen Schlafentzug und Leptin- und Ghrelinkonzentrationsänderungen im Sinne von niedrigeren Leptin- und höheren Ghrelinspiegeln bei Probanden mit chronischen Störungen des Schlafverhaltens (de facto Schichtarbeiter). Auf Grund der fehlenden engeren Korrelation zwischen dem PSQI-Gesamtwert und dem BMI, wurde das Gesamtkollektiv erneut und ohne BMI-Einteilung beurteilt. Eine Auswertung von Leptin- und Ghrelinserumkonzentrationen der Schicht- und Tagarbeiter unter Berücksichtigung des Parameters PSQI-Gruppe als Abbildung der zirkadianen Rhythmik und ohne BMI-Einteilung ergab die in der Tabelle 2 dargestellten Ergebnisse. Hier zeigten sich die höchsten Ghrelin- und die niedrigsten Leptin-Werte bei den Probanden mit chronische Schlafstörungen ( $PSQI \geq 11$ ) (11,7 ng/ml; 719,6 pg/ml), dies war allerdings auf Tagarbeiter beschränkt. Bei den Schichtarbeitern zeigten sich relativ konstante Werte in allen drei Gruppen. Somit war erstmals ein Zusammenhang zwischen den PSQI-Gruppen und den Leptin- und Ghrelin-Werten im Sinne von niedrigen Leptin-Werten bzw. hohen Ghrelin-Werten bei Probanden mit einer Chronischen Schlafstörung ersichtlich.

## Diskussion

Auch in unserer Studie berichteten Schichtarbeiter häufiger über Schlafstörungen und psychomenteale Belastungen als Tagarbeiter (11, 12, 14, 16, 18, 21). Die Assoziation von Schichtarbeit mit Adipositas war ebenfalls auch in unserem Kollektiv ersichtlich (2, 3, 6, 7, 17, 19, 22, 24, 28). Auch in unserer Studie korrelieren Leptin- und Ghrelinserumspiegel positiv bzw. negativ mit dem BMI und dem Taillenumfang. Bei der Auswertung wurde darum der BMI eingeteilte und nach Sub-Kollektiven aufgeteilte Datensatz zunächst mit der durchschnittlichen mittleren Schlafdauer der letzten vier Wochen als Parameter zur Abbildung der zirkadianen Rhythmik gegenübergestellt (Tabelle 1). Insgesamt wurden hier nur vereinzelt signifikante Ergebnisse beobachtet, die z. T. widersprüchlich erschienen. Insgesamt zeigte sich kein Zusammenhang zwischen der mittleren Schlafdauer und den Leptin- und Ghrelin-Werten im Sinne von niedrigeren Leptin-Werten bzw. höheren Ghrelin-Werten bei Probanden mit durchschnittlich kürzerer Schlafdauer. Das Weglassen der Einteilung nach dem BMI auf Grund der fehlenden Korrelation zwischen PSQI-Gesamtwert und dem BMI war ein Hilfsgriff, mit dem sich auch andere Studien behelfen, und brachte zumindest für die Tagarbeiter die erwarteten Unterschiede (Tabelle 2): niedrige Leptin- und hohe Ghrelin Spiegel bei den Probanden mit chronischen Schlafstörungen (PSQI  $\geq$  11). Auch wenn auf Grund der dargestellten Ergebnisse weiterhin nur eine Einteilung mit(!) BMI-Klassifikationen sinnvoll erscheint, ließ das Fehlen analoger Ergebnisse für die Schichtarbeiter zum ersten Mal die Möglichkeit erscheinen, dass das Ausbleiben der erwarteten Ergebnisse darin begründet sein könnte, dass bei Schichtarbeitern mit langfristigen Störungen des Schlafverhaltens vielleicht doch regulatorische Mechanismen des Körpers aktiv sein könnten. Im Vergleich zu den Studien zur kurzfristigen Schlafrestriktion, bildet unsere Studie einen längeren Zeitraum für das Schlafverhalten ab (1, 19, 24, 25, 26). Je nach Anlage der Studie haben die Probanden zwischen zwei und 16 Tagen unter vollständiger bzw. anteiliger Schlafrestriktion verbracht. Unsere Studie dagegen bildet zum einen über den Fragebogen und zum anderen über die Tätigkeit im Schichtdienst einen viel längeren Zeitraum mit Störungen des Schlafverhaltens und schlafbezogenen Befindlichkeitsstörungen ab.

Es zeigte sich weiterhin, dass die normgewichtigen Schichtarbeiter im Vergleich zu den Tagarbeitern für die jeweilige mittlere Schlafdauer im Mittel niedrigere Ghrelin-Werte hatten (Tabelle 1). Dieses Sub-Kollektiv ist deshalb so interessant, da der Effekt des Fettgewebes auf die Hormonkonzentrationen durch die ähnlichen BMI-Werte „ausgeblendet“ ist. Diese niedrigeren Ghrelin-Werte könnten ein Hinweis auf eine Gegenregulation bei den Schichtarbeitern sein, denn niedrigere Ghrelin Spiegel machen einen ungestörten Nachtschlaf überhaupt erst möglich. In einer Arbeit von Shea sind bereits erste Hinweise darauf beschrieben worden, dass es bei einer Entkopplung von dem normalen Schlaf-Wach-Rhythmus des Körpers mit dem Rhythmus von Nahrungszufuhr und Nahrungskarenz, wie es auch bei Schichtarbeit der Fall ist, zu einer Verschiebung der zirkadianen Rhythmik von Leptin spiegeln kommt, was nichts anderes als eine Gegenregulation des Körpers bedeuten würde (20). Neuere Studien unterstreichen diese Ergebnisse (4, 13). Eventuell vorhandene Gegenregulationen des Körpers bei Schichtarbeitern könnten auch andere Ergebnisse erklären. Die divergierenden Daten insgesamt könnten darin begründet sein, dass die jeweiligen Schichtarbeiter sich in unterschiedlichen Stadien der Gegenregulation befinden. Wie in

experimentellen Studien belegt wurde, ist der Körper nicht in der Lage, kurzfristig auf Veränderungen in der zirkadianen Rhythmik zum Beispiel auf Grund von anteiliger oder vollständiger Schlafrestriktion mit Anpassung von Leptin- und Ghrelin-Werten zu reagieren. Sollte dies nur langfristig möglich sein, könnte man darauf schließen, dass es unterschiedliche Stadien geben muss. Da unsere Schichtarbeiter für diese Untersuchung nicht dahingehend untersucht worden ist, wie lange sie schon in Schichtarbeit tätig sind, ist auch nicht nachzuvollziehen, wer schon lange diesen Störungen ausgesetzt ist und wer erst seit kurzem und wer schon „gegenreguliert hat“ und „wer es noch muss“.

Sollte es wirklich so sein, dass diese Ergebnisse darin begründet sind, dass der Körper bei chronischen Störungen des Schlafverhaltens und damit verbundenen langfristigen Störungen der zirkadianen Rhythmik eine Möglichkeit findet, den negativen Effekten entgegenzuwirken, könnte eine Identifikation dieser Mechanismen zum besseren Verständnis der Pathophysiologie dienlich sein. Es sollten sich in dieser Richtung weitere Untersuchungen anschließen.

### Zusammenfassung

Der fehlende Zusammenhang von chronischem Schlafentzug (durch Schichtarbeit) und Veränderungen der Leptin- und Ghrelinserumkonzentrationen könnte auf Kompensationsmechanismen bei langfristigen Störungen des Schlafverhaltens im Unterschied zu akutem Schlafentzug hindeuten.

### Literaturverzeichnis

1. Allison DB, Fontaine KR, Manson JE, Stevens J, VanItallie TB. Annual deaths attributable to obesity in the United States. *JAMA*. 1999; 282: 1530 – 1538
2. Ayas NT, White DP, Al-Delaimy WK, Manson JE, Stampfer MJ, Speizer FE, Patel S, Hu FB. A prospective study of self-reported sleep duration and incident diabetes in women. *Diabetes Care*. 2003; 26: 380–384
3. Erren TC, Falaturi P, Morfeld P, Knauth P, Reiter RJ, Piekarski C. Shift work and cancer: the evidence and the challenge.

*Dtsch Arztebl Int*. 2010 Sep;107(38):657-62. Epub 2010 Sep 24.

4. Goel N, Stunkard AJ, Rogers NL, Van Dongen HP, Allison KC, O'Reardon JP, Ahima RS, Cummings DE, Heo M, Dinges DF. Circadian rhythm profiles in women with night eating syndrome. *J Biol Rhythms*. 2009; 24: 85–94
5. Görtzen A, Veh R. Adipositas – Eine Einführung in molekulare Mechanismen.

*Dtsch Ärzteblatt*. 2007; 17: 1166–1171

6. Hauner H. Ist Adipositas eine Krankheit. *Chir Gastroenterol* 2003; 19: 8 – 11

7. Hauner H, Bramlage P, Lösch C, Jöckel KH, Moebus S, Schunkert H, Wasem J. Overweight, obesity and high waist circumference: regional differences in prevalence in primary medical care. *Dtsch Arztebl Int.* 2008 Nov;105(48):827-33. Epub 2008 Nov 28.
8. Jockenhövel F, Moore C. Das Metabolische Syndrom des Mannes - Endokrinologische Betrachtung. *Blickpunkt der Mann.* 2006; 4: 13–15
9. Kojima M, Hosoda H, Date Y, Nakazato M, Matsuo H, Kangawa K. Ghrelin is a growth-hormone-releasing acylated peptide from stomach. *Nature.* 1999; 402: 656–660
10. Langendonk JG, Pijl H, Toornvliet AC, Burggraaf J, Frölich M, Schoemaker RC, Doornbos J, Cohen AF, Meinders AE. Circadian rhythm of plasma leptin levels in upper and lower body obese women: influence of body fat distribution and weight loss. *J Clin Endocrinol Metab.* 1998; 83: 1706–1712
11. van Mark A, Weiler SW, Groneberg DA, Kessel R. Schlafstörungen und Schichtarbeit. *Zbl Arbeitsmed.* 2007; 57: 2–10
12. Nachreiner, F. Flexible Arbeitszeiten, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Fb 1025, Bremerhaven: Verlag für neue Wissenschaft GmbH, 20045.
13. Nötzel K. Diagnostisches Vorgehen bei Patienten mit Ein- und Durchschlafstörungen in einer schlafmedizinischen Ambulanz. *Med. Diss.* Berlin, 2008
14. Otto A, Weiler SW, Kessel R, van Mark A. Der Einfluss von Schichtarbeit auf das metabolische Syndrom bei jungen Arbeitnehmern – Bedeutung für die Bundeswehr. *Wehrmed. Mschr.* 2009; 9: 276–280
15. Pagotto U, Gambineri A, Pelusi C, Genghini S, Cacciari M, Otto B, Castañeda T, Tschöp M, Pasquali R. Testosterone replacement therapy restores normal ghrelin in hypogonadal men. *J Clin Endocrinol Metab.* 2003; 88: 4139–4143
16. Penzel T, Peter H, Peter JH. Gesundheitsberichterstattung des Bundes – Heft 27 Schlafstörungen. Robert Koch-Institut, 2005
17. Perwitz N, Fasshauer M, Klein J. Die neue Sicht des Fettgewebes: „Mastermind“ hinter Pathogenese und Therapie des Metabolischen Syndroms. *Focus (Universität zu Lübeck).* 2004; 21 : 14–21
18. Rüdiger HW. Gesundheitliche Probleme bei Nacht- und Schichtarbeit sowie beim Jetlag. *Der Internist.* 2004; 45: 1021–1025
19. Schultes B. Fördert Schlafmangel das metabolische Syndrom. Beitrag zum 17. Kongreß European Sleep Research Society in Prag, 2004
20. Shea SA, Hilton MF, Orlova C, Ayers RT, Mantzoros CS. Independent circadian and sleep/wake regulation of adipokines and glucose in humans. *J Clin Endocrinol Metab.* 2005; 90 : 2537–2544
21. Sczesny C. Gestaltung der Arbeitszeit im Krankenhaus. 4. Auflage, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund, 2004

22. Seibt A, Knauth, Griefahn B, Stork J, Kessel R, Tautz A, Schiele R. Leitlinie zur Nacht- und Schichtarbeit. AWMF 002/030, 2006
23. Sinha MK, Ohannesian JP, Heiman ML, Kriauciunas A, Stephens TW, Magosin S, Marco C, Caro JF. Nocturnal rise of leptin in lean, obese, and non-insulin-dependent diabetes mellitus subjects. *J Clin Invest.* 1996; 97: 1344–1347
24. Spiegel K, Knutson K, Leproult R, Tasali E, Van Cauter E. Sleep loss: a novel risk factor for insulin resistance and Type 2 diabetes. *J Appl Physiol.* 2005; 99: 2008–2019
25. Van Cauter E, Knutson KL. Sleep and the epidemic of obesity in children and adults. *Eur J Endocrinol.* 2008; 159: 59–66
26. Spiegel K, Leproult R, Copinschi G, Van Cauter E. Impact of sleep length to the 24-h leptin profile. *Sleep.* 2001; 24: abstract supplement
27. Taheri S, Lin L, Austin D, Young T, Mignot E. Short sleep duration is associated with reduced leptin, elevated ghrelin, and increased body mass index. *PLoS Med.* 2004; 1: e62
28. Wang Y, Beydoun MA. The obesity epidemic in the United States-gender, age, socioeconomic, racial/ethnic, and geographic characteristics: a systematic review and meta-regression analysis. *Epidemiol Rev.* 2007; 29: 6 – 28
29. Zhang Y, Proenca R, Maffei M, Barone M, Leopold L, Friedman JM. Positional cloning of the mouse obese gene and its human homologue. *Nature.* 1994; 372: 425–432

**Tabelle 1** - Leptin- und Ghrelin-Mittelwerte (STD) der Schicht- und Tagarbeiter in Abhängigkeit von der Schlafdauer eingeteilt nach dem BMI

<b>BMI &lt; 25</b>		5 und weniger Std. Schlaf	bis 5,9 Std. Schlaf	bis 6,9 Std. Schlaf	bis 8,9 Std. Schlaf	9 und mehr Std. Schlaf
	Anzahl n	28	17	41	26	2
A	Leptin - Schichtarbeiter	12,6 (14,1)	7,6 (6,7)	9,2 (10,3)	5,6 (7,9)	---
B	Leptin - Tagarbeiter	7,1 (5,6)	19,9 (17,6)	19,3 (18,3)	13,8 (16,1)	28,6 (25,1)
C	Ghrelin - Schichtarbeiter	672,8 (296,9)	660,6 (200,8)	639,2 (275,2)	709,8 (333,9)	---
D	Ghrelin - Tagarbeiter	720,8 (238,7)	858,4 (236,1)	791,2 (359)	779,2 (290,4)	669,2 (45,1)
		p-Werte	p-Werte	p-Werte	p-Werte	p-Werte
	A vs B	0,3	0,055	0,03	0,059	---
	C vs D	0,7	0,1	0,1	0,4	---
<b>BMI 25-30</b>		5 und weniger Std. Schlaf	bis 5,9 Std. Schlaf	bis 6,9 Std. Schlaf	bis 8,9 Std. Schlaf	9 und mehr Std. Schlaf
	Anzahl n	14	21	68	62	1
A	Leptin - Schichtarbeiter	15,3 (10,6)	8,6 (5,6)	12,1 (10,1)	11,6 (13,2)	---
B	Leptin - Tagarbeiter	17,9 (10,4)	7,2 (3,78)	7,3 (6,6)	8,1 (8,2)	13,5
C	Ghrelin - Schichtarbeiter	612,1 (220,5)	637,9 (230,9)	629,8 (238,6)	618,4 (315,2)	---
D	Ghrelin - Tagarbeiter	710,4 (278,8)	477,6 (185,3)	538,9 (190,9)	559,9 (196,9)	1334,9
		p-Werte	p-Werte	p-Werte	p-Werte	p-Werte
	A vs B	0,7	0,6	0,05	0,2	---
	C vs D	0,5	0,1	0,1	0,3	---
<b>BMI &gt; 30</b>		5 und weniger Std. Schlaf	bis 5,9 Std. Schlaf	bis 6,9 Std. Schlaf	bis 8,9 Std. Schlaf	9 und mehr Std. Schlaf
	Anzahl n	6	8	21	19	1
A	Leptin - Schichtarbeiter	16,3 (23,3)	11,2 (4,3)	19,9 (14,8)	21,8 (22,6)	11,6
B	Leptin - Tagarbeiter	19,6	27,8 (18,5)	39,6 (22,3)	17,1 (17,6)	---
C	Ghrelin - Schichtarbeiter	608,1 (119,8)	477,4 (73,9)	565,4 (242,5)	485,9 (148,3)	346,9
D	Ghrelin - Tagarbeiter	799,4	486,6 (229,5)	403,2 (104,8)	523,1 (281,6)	---
		p-Werte	p-Werte	p-Werte	p-Werte	p-Werte
	A vs B	---	0,09	0,04	0,6	---
	C vs D	---	0,9	0,2	0,7	---

**Tabelle 2 - Leptin und Ghrelin- Mittelwerte der Schicht- und Tagarbeiter in Abhängigkeit von dem PSQI-Gesamtwert**

		PSQI $\geq$ 11 Chronische Schlafstörungen	PSQI 6 - 10 Schlechte Schläfer	PSQI $\leq$ 5 Gute Schläfer
	Anzahl n	36	127	177
A	Leptin - Schichtarbeiter	12,8 (12,0)	11,7 (10,9)	13,1 (14,8)
B	Leptin- Tagarbeiter	11,7 (9,2)	13,6 (14,5)	13,3 (15,0)
C	Ghrelin - Schichtarbeiter	640,4 (233,6)	615,4 (245,2)	633,3 (286,5)
D	Ghrelin - Tagarbeiter	719,6 (235,5)	563,4 (272,9)	652,8 (275,6)
		p-Werte	p-Werte	p-Werte
	A vs B	0,8	0,4	0,9
	C vs D	0,3	0,3	0,6

## **Gesundheits- und kreativitätsförderliche Arbeitsgestaltung – Ergebnisse einer Bestandsaufnahme und Intervention**

**Jürgen Glaser, Britta Herbig**

Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Klinikum der Universität München

Innovationsdruck und steigende Fehlzeiten stehen heutzutage weit oben auf der Agenda der Unternehmen. Tätigkeitsmerkmale sollten daher so gestaltet werden, dass Kreativität und Gesundheit gleichermaßen gefördert werden. Entgegen früherer Annahmen, die Kreativität eher eigenschaftstheoretisch und damit wenig veränderbar darstellten, konnten Ergebnisse neuer Metaanalysen belegen, dass Autonomie, Anforderungsvielfalt und Lernanforderungen in der Arbeit Mitarbeiterkreativität positiv beeinflussen (Hammond et al., 2011). Gleichzeitig ist seit langem bekannt, dass diese Arbeitsbedingungen auch förderlich für die Mitarbeitergesundheit sind. Basierend auf diesen Erkenntnissen wurde ein Modell entwickelt, das zwei Ketten von Ergebnissen verschiedener Bedingungskonstellationen annimmt – eine positive Konstellation von hohen Lernanforderungen und hohen Ressourcen, die vermittelt über kurzfristige Beanspruchungsfolgen wie Motivation zu längerfristigen hohen Leistungen wie Kreativität führt. Und, eine negative Konstellation von hohen Stressoren und geringen Ressourcen, die vermittelt über kurzfristige Aspekte wie Erholungsunfähigkeit und Irritation zu beeinträchtigter Gesundheit führt (Glaser & Herbig, 2012).

### **Ziele der Studie**

Vor diesem Hintergrund wurden mit der vorgestellten Studie zwei Ziele verfolgt: Erstens, eine Bestandsaufnahme zu kreativitäts- und gesundheitsförderlichen Arbeitsmerkmalen in Unternehmen, mit der das angenommene Modell überprüft werden sollte. Und zweitens, die Entwicklung, Erprobung und Evaluation einer betrieblichen Intervention zur Förderung von Kreativität und Gesundheit.. Diese sollte sowohl evidenzbasiert sein als auch die relevanten Arbeitsbedingungen zum Thema haben.

### **Methoden**

Es wurde eine kontrollierte Online-Befragung in klein- und mittelständischen Unternehmen zu Lernanforderungen, arbeitsbezogenen Ressourcen und Stressoren in der Arbeit sowie zu Indikatoren von Kreativität und Gesundheit durchgeführt. In einem der beteiligten Unternehmen wurde zudem eine neu entwickelte Intervention durchgeführt („CreateHealth-Zirkel“, insgesamt sieben Sitzungen à 2 Stunden) und mit einem kontrollierten Design an vier Messzeitpunkten hinsichtlich objektiver Kreativitätsleistung, Fremdratings der arbeitsbezogenen Kreativität (durch Kollegen und Vorgesetzte) und Selbsteinschätzung der eigenen Gesundheit evaluiert. Die CreateHealth-Zirkel bestanden aus einem Training kreativer Problemlösekompetenz (Creative Problem Solving; Treffinger et al., 2006) und Sitzungen zur partizipativen Arbeitsgestaltung (in Anlehnung an Gesundheitszirkel; Aust & Ducki, 2004).

Veränderungen in den Arbeitsbedingungen wurden mit einer Wiederholung der Online-Befragung nach der Intervention erfasst.

### Ergebnisse

830 Mitarbeiter nahmen an der *Online-Befragung* teil. Abbildung 1 zeigt ein exemplarisches Strukturgleichungsmodell mit einer sehr guten Modellpassung zur Prüfung der angenommenen Zusammenhänge.

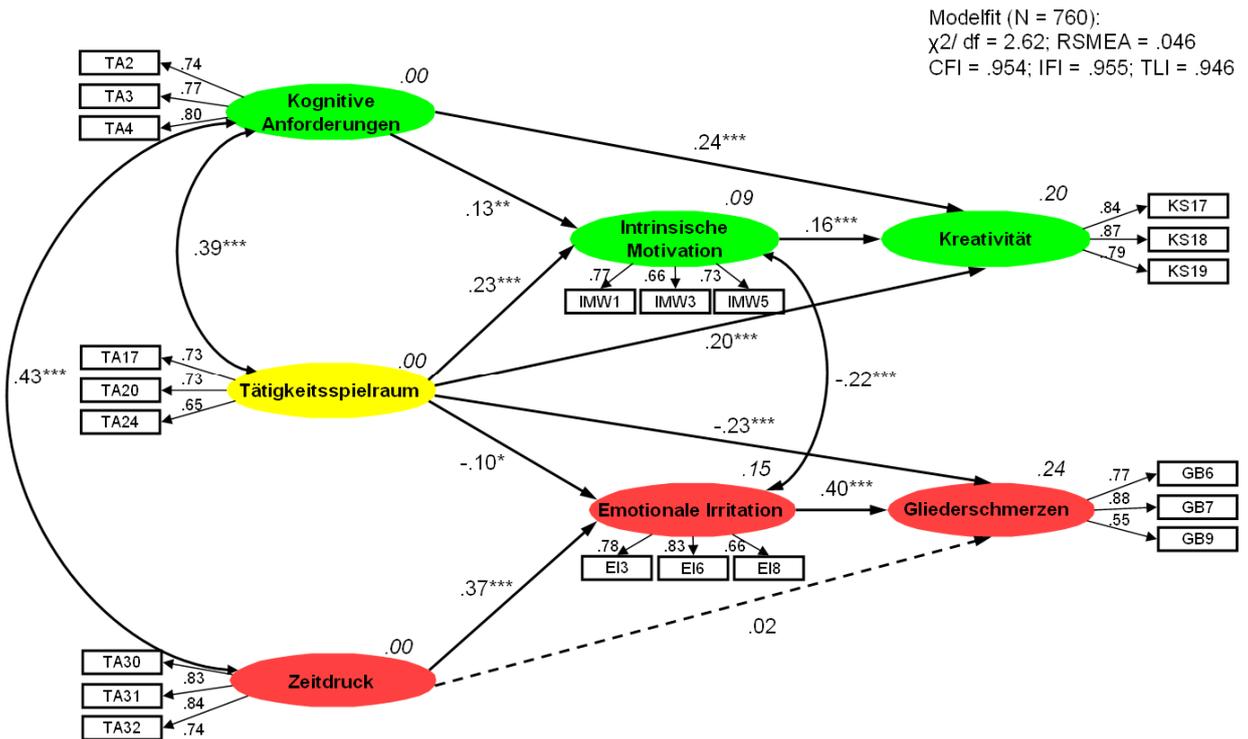


Abbildung 1: Strukturgleichungsmodell zum integrierten Modell von Arbeit, Kreativität und Gesundheit

Lernanforderungen und Tätigkeitsspielraum haben modellkonforme Zusammenhänge mit Mitarbeiterkreativität und -gesundheit und die Daten verweisen auf eine vermittelnde Funktion (jeweils Partial-Mediation) durch die intrinsische Motivation der Beschäftigten. Ebenso finden sich auf der Negativseite modellkonforme Zusammenhänge: Fehlende Spielräume und hoher Zeitdruck führen vermittelt über emotionale Irritation zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen wie Gliederschmerzen. Der Zusammenhang zwischen Stressor und Gesundheit wird dabei vollständig durch die kurzfristige Beanspruchungsfolge mediiert. In der *Intervention* mit  $N = 30$  Mitarbeitern und  $N = 6$  Führungskräften konnte eine Erhöhung der allgemeinen und arbeitsbezogenen Kreativität sowie eine Senkung von Befindensbeeinträchtigungen gezeigt werden. Abbildung 2 stellt einen dieser Befunde exemplarisch dar.

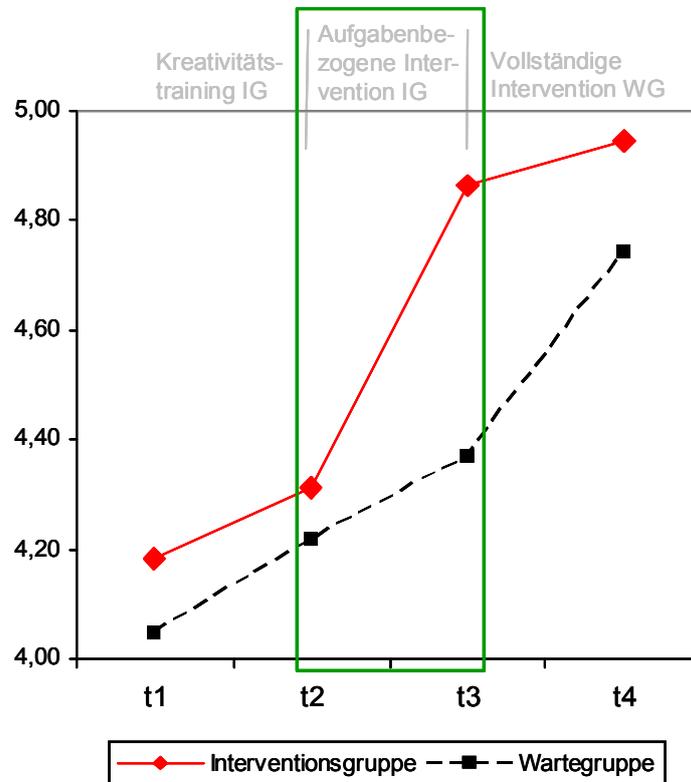


Abbildung 2: Effekte der Intervention auf die Kollegeneinschätzung der arbeitsbezogenen Kreativität

Während der Durchführung der Sitzungen zur partizipativen Arbeitsgestaltung im Zeitraum zwischen t2 und t3 erhöhte sich die arbeitsbezogene Kreativität der Interventionsgruppe im Fremdrating deutlich im Vergleich zur Wartegruppe (Interaktionseffekt:  $F = 5.22$ ,  $p = .033$ ,  $\eta^2 = .17$ ). Darüber hinaus zeigte sich im t1-t4 Vergleich, dass alle Mitarbeiter am Ende deutlich und mit einer sehr hohen Effektstärke hinsichtlich der arbeitsbezogenen Kreativität von der Intervention profitierten ( $F = 32.5$ ,  $p = .000$ ,  $\eta^2 = .56$ ). In den beiden flankierenden Online-Befragungen zeigte sich zudem, dass Lernanforderungen und Spielräume sich im Interventionszeitraum systematisch in die gewünschte Richtung veränderten, allerdings stiegen im selben Zeitraum auch einige Stressoren, wie z.B. Zeitdruck, an.

### Schlussfolgerungen

Die Online-Befragung zeigt, dass Tätigkeitsmerkmale geeignet sind, um Gesundheit der Mitarbeiter und Leistungsaspekte, wie Kreativität, zu beeinflussen und im besten Fall zu fördern. Die Erprobung und Evaluierung der CreateHealth-Zirkel zeigte dementsprechend positive Ergebnisse. Damit besteht die Chance betriebliche Kreativität und Gesundheit gezielt durch partizipative Ansätze der Arbeitsgestaltung zu fördern. Allerdings setzt dies ein hohes Engagement aller Beteiligten voraus. So sollten

Interventionen inhaltlich und zeitlich passgenau auf das jeweilige Unternehmen zugeschnitten sein und Mitarbeitervorschläge auch umgesetzt werden, um positive Effekte hervorzubringen. Die häufig von Unternehmen genutzte Strategie, vorgefertigte verhaltenspräventive Maßnahmen einzukaufen, ist vor diesem Hintergrund wenig hilfreich.

### Literatur

Aust, B, Ducki, A. Comprehensive health promotion interventions at the workplace: experiences with health circles in Germany. *Journal of Occupational Health Psychology* 2004; 9; 258-270.

Glaser, J, Herbig, B. Modelle der psychischen Belastung und Beanspruchung. In DIN Deutsches Institut für Normierung e.V. (Hrsg.), *Psychische Belastung und Beanspruchung am Arbeitsplatz - Inklusive DIN EN ISO 10075-1 bis -3* (S. 17-27). Berlin: Beuth Verlag, 2012.

Hammond, MM, Neff, NL, Farr, JL, Schwall, A.R, Zhao, X. Predictors of Individual-Level Innovation at Work: A Meta-Analysis. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts* 2011; 5; 90-105.

Treffinger, DJ, Isaksen, SG, Stead-Dorval, B. *Creative Problem Solving. An Introduction* (4th ed.). Waco, Tx: Prufrock Press, 2006.

## **Risikobeurteilung in der Schule: Vorstellung eines Instruments zur Erfassung der individuellen Arbeitssituation und des Gesundheitsempfindens**

**Dudenhöffer, S., Schöne, K., Letzel, S., & Rose, D. M.**

Institut für Lehrergesundheit am Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

### **Ziele der Studie**

Lehrkräfte sind am Arbeitsplatz Schule vielseitigen Belastungen ausgesetzt (z.B. Bauer, 2004; Schaarschmidt, 2004; Scheuch et al., 2008), die zu gesundheitlicher Beeinträchtigung führen können (z.B., Scheuch et al., 2010). Um Maßnahmen zur Belastungsreduktion und zur Gesundheitsförderung zielgerichtet implementieren zu können, ist die Erhebung dieser im Rahmen der Gefährdungserfassung essentiell. Ziel der Studie war es einen webbasierten Fragebogen zur Erfassung der individuellen Arbeitssituation und des Gesundheitsempfindens zu entwickeln und mit diesem die Belastungs- und Beanspruchungssituation der Lehrkräfte zu untersuchen. Dies umfasste a) eine deskriptive Betrachtung der Arbeitsmerkmale und der Gesundheitsvariablen, b) eine Analyse der Korrelationen zwischen Arbeitsmerkmalen und Gesundheitsvariablen sowie c) erste Ergebnisse aus Faktorenanalysen der Arbeitsmerkmale zur Identifizierung übergeordneter Dimensionen. Schließlich sollte Interventionen auf Grundlage der erhobenen Fragebogendaten abgeleitet werden.

### **Methode**

Stichprobe: Der Fragebogen wurde anonym von Lehrkräften ( $N=331$ ) 14 verschiedener Schulen in Rheinland-Pfalz ausgefüllt. Beinahe alle Schultypen waren vertreten. Der Rücklauf lag durchschnittlich bei 47% (Range: 22%-100%).

Instrument: Der Fragebogen wurde auf Grundlage des aktuellen Forschungsstandes entwickelt. Um die Praktikabilität sowie die Inhaltsvalidität zu gewährleisten, wurden Anregungen von Lehrkräften bei der Entwicklung berücksichtigt. Der Fragebogen erfasste mit 50 geschlossenen Items Arbeitsmerkmale sowie das Gesundheitsempfinden bzw. Beanspruchungsreaktionen auf der psychischen, der physischen sowie der Verhaltensebene. Die Arbeitsmerkmale waren positiv formuliert, da eine negative Fokussierung vermieden werden sollte. Eine verneinende Antwort zeigt Belastungsquellen an, eine bejahende Antwort dagegen Ressourcen. Das Antwortformat war vierstufig von 1 („Nein“) bis 4 („Ja“). Zwei offene Fragen gaben den Lehrkräften die Möglichkeit, fehlende Aspekte zu ergänzen. Die Befragung wurde online durchgeführt.

## Ergebnisse

Die Mittelwerte der erfassten Arbeitsmerkmale zeigten, dass folgende Arbeitsmerkmale von den Lehrkräften als eher unangemessen beurteilt wurden und Belastungsquellen darstellen:

- die Angemessenheit des Verwaltungsaufwandes
- die Klassengröße
- die Arbeitsplatzgestaltung und die Arbeitsplatzmaße
- die Anzahl und Störungsfreiheit der Arbeitspausen
- die Ruhe- und Rückzugsmöglichkeiten in den Pausen
- der Lärmpegel

Die Mittelwerte des individuellen Gesundheitsempfindens zeigten, dass die Lehrkräfte unter folgenden Beanspruchungsreaktionen leiden:

- Übermüdung und Erschöpfung
- Rückgang der Arbeitszufriedenheit
- Rücken,- Nacken- und Schulterbeschwerden
- Präsentismus (d.h. zur Arbeit gehen trotz Krankheit)

Bei der Betrachtung der Korrelationen zwischen den Arbeitsmerkmalen und den Variablen des Gesundheitsempfindens zeigte sich, dass alle Korrelationen die erwartete Richtung hatten; je höher die Werte der positiven Arbeitsmerkmale desto geringer waren die Gesundheitsbeschwerden (negative Korrelationen). Korrelationen mit mindestens mittlerer Stärke ( $>.30$ ; Cohen, 1988) zeigten sich für Arbeitsmerkmale die Arbeitsumfang und zeitliche Aspekte betreffen (z.B. Arbeitsmenge, Verwaltungsarbeit, Arbeitszeitverteilung, Work-Life-Balance), für soziale Aspekte (z.B. Anerkennung, Kooperation und Unterstützung durch Schulleitung und Kollegium, Schülerverhalten), für Arbeitsanforderungen (z.B. Konzentrationsanforderungen) sowie für Erholungsmöglichkeiten (z.B. Arbeitspausen, Ruhe- und Rückzugsmöglichkeiten). Die Korrelate auf Seite der Gesundheitsvariablen waren reduzierte Arbeitszufriedenheit, der allgemeine Gesundheitszustand, Erschöpfung/Ermüdung, Rückgang der Arbeitsleistung sowie innere Kündigung.

Ergebnisse einer ersten explorativen Faktorenanalyse (Hauptkomponentenanalyse, Varimaxrotation) zeigten, dass sich über die erfassten Arbeitsmerkmale sechs übergeordnete Faktoren identifizieren lassen. Diese betreffen die zeitliche Dimension und den Arbeitsumfang, Arbeitsbedingungen, physikalische Bedingungen, die Arbeitsaufgabe, Konflikte und Kollegium sowie Schüler- und Elternverhalten.

## Schlussfolgerungen

Die Erfassung der individuellen Einschätzung der Arbeitsmerkmale und des Gesundheitsempfindens stellt einen wichtigen Aspekt der Gefährdungserfassung dar.

Der vorgestellte Fragebogen hat sich als nützlich erweisen. Die Berücksichtigung von Forschung sowie das Einbeziehen von Lehrkräften bei der Entwicklung und Weiterentwicklung des Fragebogens dient der Sicherung der Inhaltsvalidität. Die Korrelationen zwischen Arbeitsmerkmalen und Gesundheitsvariablen sind erste Hinweise für die Kriteriumsvalidität des Fragebogens, die Ergebnisse der Faktorenanalysen für die Konstruktvalidität.

Um Interventionen zielgerichtet implementieren zu können, sollten Maßnahmen zuerst auf die Arbeitsmerkmale zielen, deren Ausprägung ungünstig ist und die mit den Gesundheitsvariablen korreliert sind. Interventionen sollten sowohl am Arbeitsplatz (Verhältnismanagement) als auch an den Lehrkräften ansetzen (Verhaltensmanagement). Dies soll bei beispielhaft für den Verwaltungsaufwandes dargestellt werden. Maßnahmen zur Beeinflussung des Verwaltungsaufwandes könnten auf der Verhältnisebene die Reduktion dieser Aufgaben sein bzw. auch die gerechte Verteilung dieser. Ein vollständiges Entfernen von Verwaltungspflichten wird jedoch nicht möglich sein. Sind Belastungen nicht gänzlich zu eliminieren, ist es wichtig, Ressourcen zu schaffen mit diesen umzugehen. Hier bietet sich die Stärkung der Zeitmanagement- und Arbeitsorganisationskompetenz der Lehrkräfte an (Verhaltensmanagement).

Der Fragebogen sollte stetig weiterentwickelt werden: Dies beinhaltet unter anderem die weitere Validierung sowie die Entwicklung schulartspezifischer Benchmarkwerte. Hinsichtlich der Interventionen wäre die Entwicklung eines Maßnahmenkatalogs wünschenswert.

#### **Literatur:**

Bauer, J. Die Freiburger Schulstudie. Verfügbar unter: <http://www.psychotherapie-prof-bauer.de/Schulstudie%20Freiburg%20Kurzfassung.doc.>, 2004.

Cohen, J. Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences, Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates 1988.

Schaarschmidt, U. (Hrsg.). Halbtagsjobber? Psychische Gesundheit im Lehrerberuf – Analyse eines veränderungsbedürftigen Zustandes. Beltz Verlag, Weinheim und Basel 2004.

Scheuch K., Seibt R., Haufe E., Rehm U. Belastungen und Gesundheit im Lehrerberuf. In: Bals T., Hanses A., & Melzer W. (Hrsg): Gesundheitsförderung in pädagogischen Settings. Ein Überblick über Präventionsansätze in zielgruppenorientierten Lebenswelten. Juventa, Weinheim und München, 2008.

Scheuch, K., Seibt, R., Rehm, U., Riedel, R., Melzer, W. Lehrer. In: Letzel, S., Nowak, D. (Hrsg.). Handbuch der Arbeitsmedizin. Ecomed Verlag, 16. Erg. Lfg. 3/2010, Landsberg, 2010.

## **Berufsbedingte Belastungen von Mitarbeitern an Schulen für schwerst- und mehrfachbehinderte Kinder**

\*Gefördert durch die Unfallkasse Rheinland-Pfalz

**Kimbel R<sup>1</sup>, Burger U<sup>2</sup>, Spahn D<sup>1</sup>, Zier U<sup>1</sup>, Münster E<sup>1</sup>, Rose D<sup>2</sup>, Letzel S<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der Universitätsmedizin Mainz

<sup>2</sup> Institut für Lehrergesundheit am Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der Universitätsmedizin Mainz

**Einleitung:** Durch die arbeitsmedizinische Betreuung von Lehr- und pädagogischen Fachkräften aus Förderschulen für schwerst- und mehrfachbehinderte Kinder stellte sich die Frage, ob diese ein erhöhtes Risiko für den Erwerb von Infektionskrankheiten haben. Schwerst- und mehrfachbehinderte Kinder werden von den dort arbeitenden Pädagogischen Fach- und Lehrkräften gewickelt, gewaschen, beim Toilettengang begleitet und bei allen alltäglichen Verrichtungen unterstützt. Dies geschieht in großer körperlicher Nähe zu den Schüler/innen, die behinderungsbedingt keine Kontrolle über ihre Ausscheidungen haben, so dass das Risiko für Schmier- und Tröpfcheninfektionen erhöht ist. Somit besteht ein den Pflegeberufen vergleichbares Infektionsrisiko. Im vorliegenden Beitrag werden der Impfschutz bzw. die Immunität gegenüber impfpräventablen, berufsbezogenen Infektionserkrankungen am Arbeitsplatz Förderschule für mehrfach- und schwerstbehinderte Schüler/innen dargestellt.

**Methodik:** Die Querschnittsstudie wurde im Jahr 2011 an 11 Förderschulen für mehrfach und schwerstbehinderte Schüler mit 613 Lehr- und pädagogischen Fachkräften in Rheinland-Pfalz durchgeführt. Zur Überprüfung des Impfschutzes wurden die vorgelegten Impfbücher der Studienteilnehmer dokumentiert, per Blutuntersuchung der Immunstatus bezüglich Masern, Mumps, Röteln, Windpocken, Hepatitis A, B und C erhoben. Es wurde eine Vollerhebung aller Lehr- und pädagogischen Fachkräfte angestrebt. Die uni- und bivariate Auswertung ist mit dem Programm SPSS durchgeführt worden und wurde nach den Berufsgruppen der Lehr- und Pädagogischen Fachkräfte, dem Alter und Geschlecht stratifiziert.

**Ergebnisse:** An der Querschnittstudie nahmen 116 Lehrkräfte (LK) und 252 pädagogische Fachkräfte (PF) teil. Das entspricht einer Teilnehmerate von 50 % bzw. 66,2 %. 74,2% der pädagogischen Fachkräfte befanden sich in der Altersgruppe 41 Jahre und älter. 54% der Lehrkräfte waren jünger als 41 Jahre. Eine Immunität für Hepatitis A und B war bei 54,8% bzw. 55,4% der Untersuchten nachweisbar. 2 Studienteilnehmer hatten sich laut Eigenangaben eine Hepatitis A, ein Studienteilnehmer eine Hepatitis B Infektion an der Schule zugezogen, 6 waren durch Schüler mit Windpocken angesteckt worden. Obwohl nur eine sehr geringe Anzahl von Studienteilnehmern gegen Masern, Mumps und Röteln (MMR) vollständig grundimmunisiert war, wiesen 97,3% laborchemisch eine Masern-Immunität, 71,1% eine Mumps-Immunität und 99,77% eine Röteln-Immunität auf. Bezüglich der Hepatitis A und B Impfung bestanden hinsichtlich Alter, Geschlecht und beruflicher Qualifikation

der Studienteilnehmer keine statistisch signifikanten Unterschiede. Bei der MMR-Impfung wiesen jüngere Studienteilnehmer statistisch signifikant häufiger eine vollständige Grundimmunisierung auf. Lehrkräfte waren statistisch signifikant besser gegen Mumps geimpft als Pädagogische Fachkräfte. Kein einziger Studienteilnehmer mit vollständiger Röteln-Impfung war männlichen Geschlechtes. Nur 13% der vorgelegten Impfbücher wiesen eine Pertussis-Grundimmunisierung auf.

**Diskussion.** Die Ergebnisse zeigen dass erhebliche Impflücken für berufsbezogene Infektionsrisiken (Hepatitis A und B, Mumps und Pertussis) bei den Mitarbeitern (LK und PF) vorhanden sind. Aus den Studienergebnissen wurden risikoadaptierte Präventionsmaßnahmen entwickelt und eingeleitet. Alle nicht ausreichend geschützten Studienteilnehmer erhielten die Möglichkeit sich vom Institut für Lehrergesundheit der Universitätsmedizin Mainz kostenlos und während der Arbeitszeit vor Ort gegen Hepatitis A und B impfen zu lassen. Alle geimpften Mitarbeiter werden über Recall-Systeme erfasst und zeitnah über erforderliche Auffrischimpfungen informiert. Mittels serologischer Kontrolle (anti - HBs Titer) 4-8 Wochen nach der dritten, abschließenden Hepatitis B- Impfung wurde und wird der Impferfolg kontrolliert. Bei fehlender bzw. grenzwertiger Immunität gegen Masern, Mumps, Röteln, Windpocken sowie Pertussis wurde ebenfalls zur Impfung (Hausarzt/in) geraten. Das Angebot sich gegen Influenza impfen zu lassen nahmen 22 Studienteilnehmer an.

**Literatur:** Rohling I.: Hepatitis B prevention at a school for mentally handicapped patients. Gesundheitswesen 1996 Aug-Sep; 58 (8-9):454-8

## **Herzratenvariabilität bei Polizeibeamten unter mentaler Belastung – eine Längsschnittuntersuchung**

**S. Darius, I. Böckelmann**

Bereich Arbeitsmedizin, Medizinische Fakultät, Otto-von-Guericke-Universität  
Magdeburg

### **Einleitung**

Polizeibeamte sind in ihrem Beruf vielfältigen Belastungen ausgesetzt, die die physische und psychische Gesundheit negativ beeinflussen können. Oft werden sie mit traumatischen Erlebnissen konfrontiert, sei es im Umgang mit Leichen und Überbringen einer Todesnachricht, sei es die Konfrontation mit Gewalt und der Gefahr für die eigene Gesundheit bzw. das eigene Leben.

Die Folgen sind vielfältig. Die Auswertung der Daten aus der psychologischen Sprechstunde des Polizeiärztlichen Dienstes in Magdeburg macht diese Folgen deutlich. Hierbei handelt es sich vornehmlich um Anpassungsstörungen, Somatisierungsstörungen, Depressionen, Angsterkrankungen oder auch Alkoholmissbrauch (1). Die daraus resultierenden häufigeren Krankschreibungen führen wiederum zu höheren Belastungen der anderen Kollegen. Im Rahmen einer Langzeitstudie sollte anhand der Herzratenvariabilität (HRV) als ein objektiver Beanspruchungsparameter untersucht werden, welche Auswirkungen mentale Belastungen auf die Stressbewältigung haben.

### **Probanden und Methoden**

Zu diesem Zweck wurden 35 männliche Polizeibeamte im Alter von 47,5 +/- 5,3 Jahren in Untersuchungen (Test, Retest) im Abstand von 4 Jahren einbezogen. Die Untersuchung war freiwillig, die Beamten gaben ihr schriftliches Einverständnis. Ein positives Votum der Ethikkommission lag vor.

Neben einer arbeitsmedizinischen Stuserhebung erfolgte eine standardisierte Belastung unter Laborbedingungen am Wiener Testgerät [Corsi-Block-Tapping Test (Corsi), Wiener Determinationstest (DT) und Interferenztest nach Stroop (Stroop); Fa. Schuhfried, Österreich]. Dabei wurden gleichzeitig EKG-Daten mittels Biocom (Biocom Technologies USA) erfasst und die RR-Intervalle sowohl im Zeit- als auch im Frequenzbereich ausgewertet. Vor dem Test wurde die Herzfrequenz in Ruhe und nach dem Test in der Erholungsphase für jeweils fünf Minuten aufgezeichnet.

## Ergebnisse

Die HRV-Analyse ergab im intraindividuellen Vergleich (Test vs. Retest) Unterschiede der HRV-Parameter sowohl im Zeit- als auch im Frequenzbereich. Zwar blieben sowohl die Herzrate als auch die Herzperiodendauer unverändert, jedoch nahm die HRV signifikant im Verlauf der vier Jahre ab (Abb. 1). Die Standardabweichung der Herzperiodendauer (SDNN) war signifikant verringert. Dieser Parameter ist ein Indikator für die Gesamtvariabilität des Herzschlags. Wird die Standardabweichung kleiner, d. h., ist die Länge der RR-Dauer nicht mehr so unterschiedlich, ist die Variabilität des Herzschlags geringer. Auch die Spektralanalyse im Frequenzbereich lieferte ähnliche Ergebnisse. Unter mentaler Belastung nahm die LF/HF-Ratio – ein Parameter der sympathovagalen Balance – zu (Abb. 2).

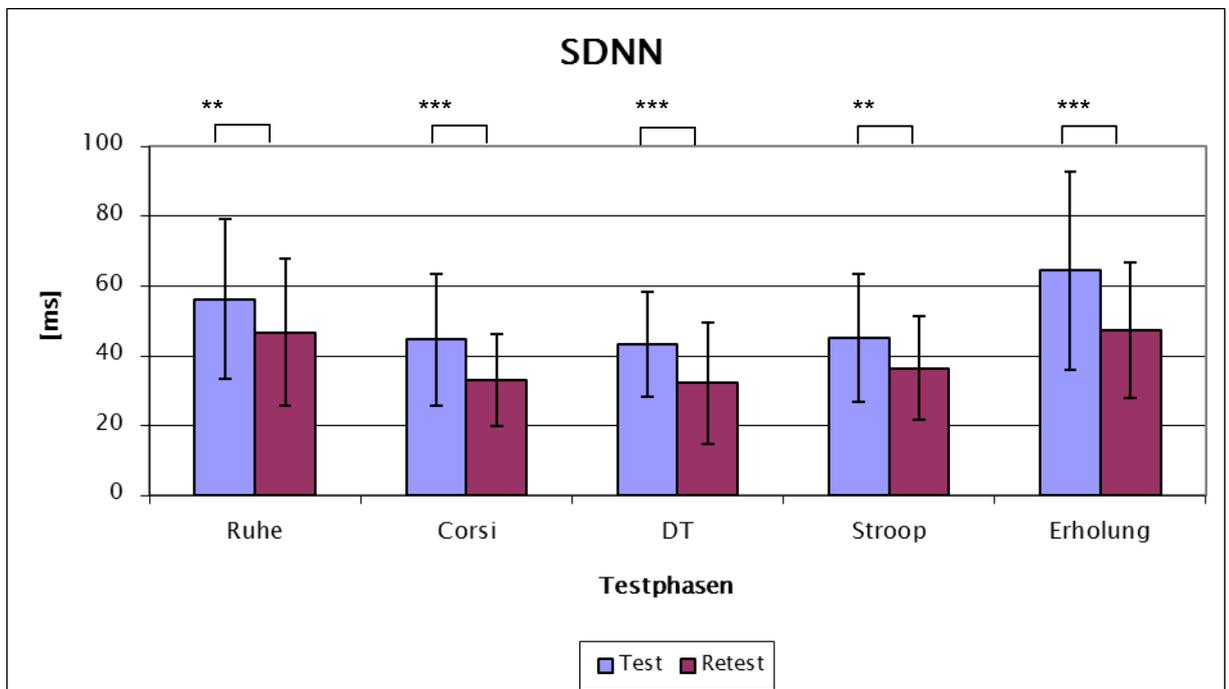


Abb. 1: Standardabweichung der Herzperiodendauer im Test-Retest-Vergleich unter den verschiedenen Testbedingungen. \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$

Die LF/HF-Ratio steht für die sympathovagale Balance und ist hoch bei hohem Sympathikuseinfluss und entsprechend niedrig bei hohem Einfluss des Parasympathikus. Die Erhöhung, die hier unter mentaler Belastung zu sehen ist, spricht für eine Verschiebung in Richtung der Sympathikusaktivität.

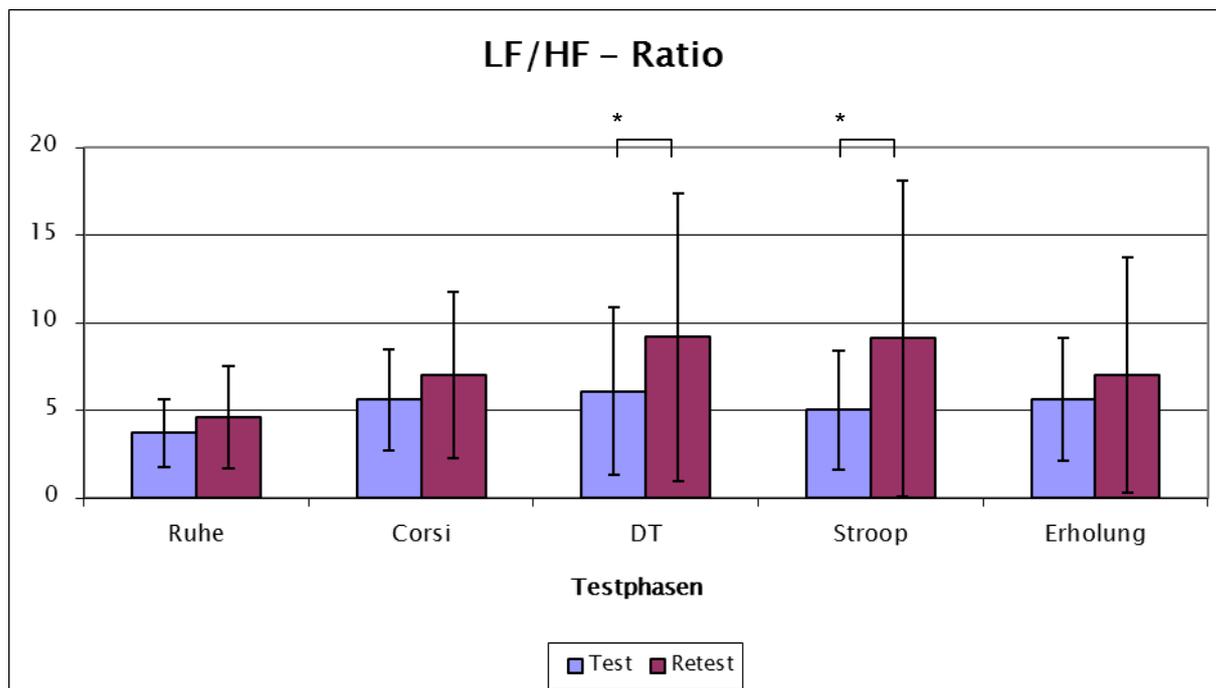


Abb. 2: Verhältnis des LF-Bandes zum HF-Band als Ausdruck der sympathovagalen Balance, \*  $p < 0,05$

### Diskussion

Unsere Auswertungen ergaben, dass die Polizeibeamten trotz des Angebots von Stressbewältigungskursen sich deutlich schlechter auf mentale Belastungen einstellen konnten. Die Abnahme der HRV ist ein Zeichen dafür. Die Erhöhung der LF/HF-Ratio spricht dafür, dass die sympathovagale Balance gestört ist, dass die sympathische Aktivität überwiegt.

Hinsichtlich der Stressverarbeitung erzielten demzufolge die Präventionsvorschläge nicht den gewünschten positiven Effekt. Allerdings spielen jedoch auch andere Einflussgrößen wie z. B. zunehmendes Alter eine Rolle. Jedoch ist ein Zeitraum von 4 Jahren zu kurz, um so gravierende Veränderungen allein aufgrund des zunehmenden Alters hervorzurufen (2). Auch nimmt die Herzratenvariabilität durch Einfluss von Schichtarbeit ab (3). Trotzdem ist darauf zu achten, dass begonnene Präventionsstrategien weiter ausgebaut und erlernte Stressbewältigungstechniken immer weiter eingesetzt werden. Auch ist zu wünschen, dass die Beamten die angebotenen Präventionsmaßnahmen annehmen und für sich und ihre Gesundheit nutzen.

**Literatur**

1. Pedal W, Maier F. Gesundheitsmanagement in der Landespolizei, 2010
2. Umetani K, Singer DH, McCraty R, Atkinson M. Twenty-four hour time domain heart rate variability and heart rate: Relations to age and gender over nine decades. *J Am Coll Cardiol* 1998, 31: 593-601
3. van Amelsvoort LGPM, Schouten EG, Maan AC, Swenne CA, Kok FJ. Occupational determinants of heart rate variability. *Int Arch Occup Environ Health* 2000, 73: 255 – 262

## Prävention der Epoxidharz-Allergie

### Reinhold Rühl

Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft, Prävention, und INQA-Chemie, Frankfurt

Epoxidharze werden von Arbeitsschützern differenziert betrachtet. Ihre hervorragenden Eigenschaften eröffnen in vielen Branchen neue Möglichkeiten. Fast alle Bestandteile von Epoxidharzsystemen sind stark sensibilisierend. INQA-Chemie beschäftigt sich im Schwerpunkt Epoxidharze seit vielen Jahren sehr intensiv branchen- und länderübergreifend mit dieser Thematik.

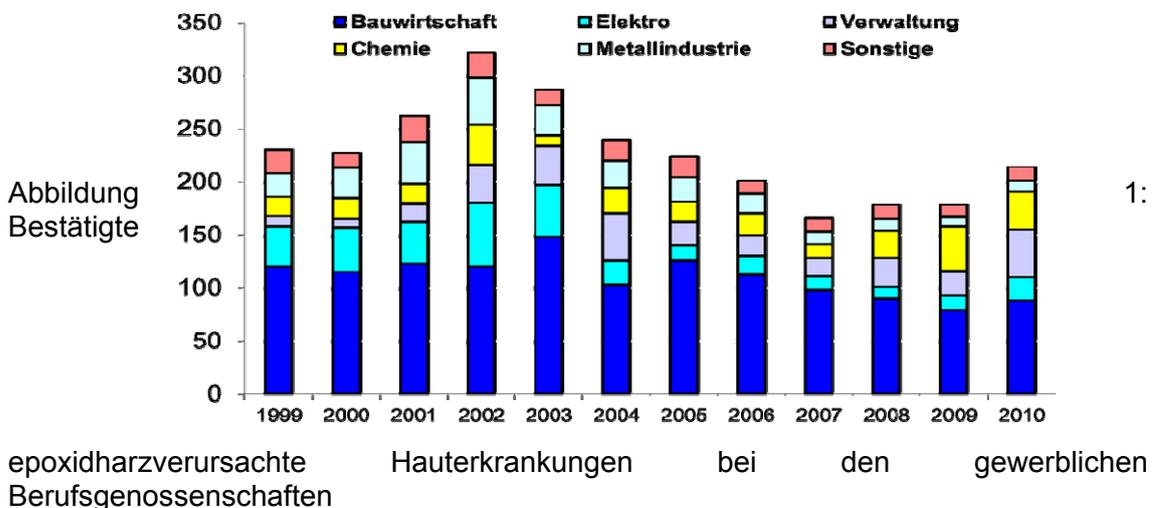
#### Einführung

Epoxidharze werden in sehr vielen Branchen für die unterschiedlichsten Anwendungen eingesetzt. Sehr oft sind es gerade innovative Anwendungen, die erst durch den Einsatz von Epoxidharzen möglich werden.

Leider wird beim Einsatz der Epoxidharz oft vergessen, dass es sich hier um hoch entwickelte Chemikalien handelt, für deren Umgang Fachkenntnisse notwendig sind. Dies führt dazu, dass gerade bei den ersten Einsätzen in einem neuen Bereich erhebliche Probleme durch Hauterkrankungen bei den Beschäftigten auftreten. So wurden die Flügel der Windkraftanlagen anfangs oft noch per Hand hergestellt, d.h. das flüssige Epoxidharz wurde mit den Händen verteilt. Selbstredend bieten bei einer solchen Tätigkeit Schutzhandschuhe keinen vollständigen Schutz, sodass zahlreiche Hautallergien zu verzeichnen sind. Inzwischen werden, auch aus Qualitätsgründen, die Flügel der Windkraftanlagen in geschlossenen Anlagen hergestellt.

#### Hautallergien durch Epoxidharze

Erst seit 1998 gibt es in der Berufskrankheiten-Dokumentation (BK-DOK) eine Codierung für Epoxidharzerkrankungen. Die Verteilung der Epoxidharzerkrankungen auf die verschiedenen Branchen (Abb. 1) macht deutlich, dass der Schwerpunkt in der Bauwirtschaft liegt.



Nach einem anfänglichen Anstieg der Erkrankungszahlen sanken in den letzten Jahren die bei den Unfallversicherungsträgern gemeldeten Epoxidharzallergien. Weder der Anstieg noch der Rückgang der Erkrankungszahlen spiegeln aber die Verhältnisse der Praxis wider. Der Anstieg war darauf zurückzuführen, dass bei den Unfallversicherungsträgern die neue Verschlüsselung für Epoxidharzerkrankungen nicht sofort vollständig übernommen wurde. Der Rückgang wiederum hat seine Ursache in der wirtschaftlichen Situation. Gerade bei Hauterkrankungen zeigen viele Beschäftigte ihre beruflich verursachte Erkrankung dann nicht an, wenn sie um ihren Arbeitsplatz fürchten müssen.

Die Statistik des Informationsverbundes Dermatologischer Kliniken zeigt, dass seit vielen Jahren der Anteil der Epoxidharz-Allergien an den beim IVDK insgesamt gemeldeten Allergien relativ konstant ist.

#### Das INQA-Epoxibewertungs-System

Es gab in den vergangenen Jahren sehr viele Anstrengungen, die Anzahl der epoxidharz-bedingten Erkrankungen zu verringern (Kersting et al., 2008):

- Ermittlung von Handschuhfabrikaten
- Aktionsplan der Deutschen Bauchemie e.V.
- EU-Projekt mit NL, GB, DK, DE
- Leitfaden von PlasticsEurope
- Papiere der Berufsgenossenschaften und Länder
- ...

Ein entscheidender Fortschritt, d. h. ein Rückgang der Erkrankungszahlen wurde allerdings bisher nicht beobachtet. Daher wurde das INQA-Bewertungssystem für Epoxidharz-Produkte entwickelt.

Epoxidharze sind Standardwerkstoffe des Handwerks und der Industrie. Ob bei der Pinselherstellung, beim Fliesenverlegen, beim Vergießen von Elektronikteilen, beim Verfestigen von Estrichen, Schrauben fixieren oder Materialien verkleben, Epoxidharze haben in vielen Bereichen Einzug gehalten, sie bieten sehr oft Lösungen, die nur mit ihnen möglich sind.

Die Entscheidung für ein Epoxidharz erfolgt bei der Projektplanung auf Basis von Werbung, Katalogen oder Prospekten der Hersteller. Planer und Unternehmer müssen die technischen Eigenschaften und die Einsatzbedingungen kennen, die Beschäftigten müssen die Epoxidharze vorschriftsmäßig einsetzen, um die technischen Eigenschaften zu nutzen und sich optimal zu schützen. Das Gebinde, also der Behälter, in dem das Epoxidharz an den Arbeitsplatz kommt, muss so gestaltet sein,

dass ein Hautkontakt entweder ganz vermieden werden kann oder zumindest kaum noch möglich ist. Eine wichtige Informationsquelle für den Arbeitgeber ist zudem das Sicherheitsdatenblatt, aus dem er entnehmen kann, welche Gefahren von dem Produkte ausgehen und das ihm hilft, die geeigneten Schutzmaßnahmen zu ermitteln.

Nach dem Prinzip „Man kann auch mit gefährlichen Stoffen sicher umgehen“, stärkt das INQA-Bewertungssystem diese Informationen und bewertet die Kriterien

- Technische Merkblatt und weitere Hersteller-Informationen,
- Gebinde,
- Sicherheitsdatenblatt.

Für die Planung und die Kaufentscheidung sind alle Hersteller-Informationen wichtig. In der Werbung, den Produktkatalogen und technischen Merkblättern muss mit Abbildungen geworben werden, auf denen mit Epoxidharzen mit Handschuhe umgegangen wird. Angebote zur Schulung des richtigen Einsatzes der Epoxidharze oder die Möglichkeit, nicht nur die Chemikalie, sondern ein komplettes System mit Dosiereinrichtungen, Auftragswerkzeugen oder Schutzmaßnahmen zu erwerben, werden unter dem Kriterium „Technisches Merkblatt und weitere Hersteller-Informationen“ positiv bewertet.

Bei vielen Tätigkeiten bestimmt die Lieferform der Epoxidharze wesentlich den Umgang. Ist das Gebinde so gestaltet, dass beim Dosieren und Mischen kein oder kaum Hautkontakt besteht, sind Teilentnahmen vorgesehen, muss beim Entleeren zwangsläufig in das Gebinde gefasst werden, sodass ein Hautkontakt kaum vermieden werden kann? Diese Aspekte werden im Kriterium ‚Gebinde‘ bewertet.

Vor allem beim Mischen der in der Regel mehrkomponentigen Epoxidharz-Produkte kommt es immer wieder zu Hautkontakt. Die Hersteller von Epoxidharzen für die Bauwirtschaft versuchen, hier entgegen zu steuern. So gibt es Behälter, die aus zwei Kammern bestehen. Eine Kammer wird durchstoßen, so dass der in dieser Kammer befindliche Härter in das Harz läuft und dann relativ einfach gemischt werden kann.

Das INQA-Bewertungssystem beurteilt die Epoxidharz-Produkte positiv, deren Gebinde einen sicheren Umgang ermöglichen, deren Technische Merkblätter nicht nur auf die technischen Verarbeitungsbedingungen, sondern auch auf die notwendigen Schutzmaßnahmen hinweisen, für die schon in der Werbung deutlich wird, dass hier mit Schutzhandschuhen gearbeitet werden muss, für die der Hersteller Schulungen anbietet, in denen auch auf die notwendigen Schutzmaßnahmen eingegangen wird und die in ihren Sicherheitsdatenblättern Angaben machen, die dem Anwender die Gefährdungsbeurteilung erleichtern.

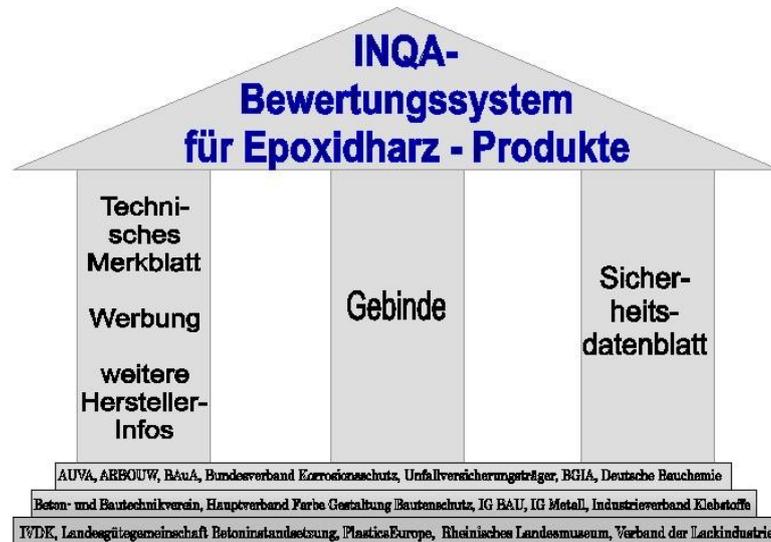


Abbildung 2: Auf einem internationalen Netzwerk ruhen die drei Säulen des INQA-Bewertungssystems für Epoxidharz-Produkte

Anhand eines Anwendungsleitfadens bewerten die Hersteller ihre Epoxidharz-Produkte, damit diese auf [www.inqa-epoxibewertung.de](http://www.inqa-epoxibewertung.de) aufgeführt werden. Das Bewertungssystem ist nicht auf Deutschland beschränkt (es wurde von niederländischen, deutschen, österreichischen und europäischen Firmen und Institutionen entwickelt, die Informationen sind auch in Englisch verfügbar), es ist flexibel (die Bewertungskriterien sind auf die jeweilige Tätigkeit angepasst) und selbst lernend (die Anwender bestimmen über die Webseite, welche Tätigkeiten oder Epoxidharz-Produkte in die Bewertung einbezogen werden).

Die auf der Webseite aufgeführten Epoxidharze sollten bei der Ausschreibung und beim Einkauf vorrangig berücksichtigt werden. Nutzen Sie die Möglichkeit, Anwendungsbereiche oder Epoxidharz-Produkte die noch nicht aufgeführt sind, auf [www.inqa-epoxibewertung.de](http://www.inqa-epoxibewertung.de) einzufordern.

### Schutzhandschuhe für den Umgang mit Epoxidharzen

Die über eine Schicht beständigen Schutzhandschuhe für den Umgang mit lösemittelfreien Epoxidharzen werden nicht immer angenommen. Einer der wesentlichen Gründe hierfür ist die "Dicke" der Handschuhe und das damit verbundene geringe "Gefühl", wenn diese Handschuhe benutzt werden. Für den Vollzug machen diese Handschuhe Probleme, weil es immer wieder zu Diskussionen kommt, wie lange die Schutzhandschuhe getragen werden dürfen und wie lange sie schon getragen werden.

Hier sind dünnere Schutzhandschuhe die Lösung, die ein besseres "Feeling" bieten und deren Einsatz mit der Maßgabe verbunden ist, dass verschmutzte Handschuhe

zeitnah zu wechseln sind. Dies bedeutet natürlich auch, dass auf jedem Arbeitsplatz, auf dem diese Handschuhe eingesetzt werden, für jeden Beschäftigten mehrere Handschuhpaare pro Tag zur Verfügung stehen müssen. Der Vollzug ist damit wesentlich einfacher, denn ein verschmutzter Handschuh muss zeitnah gewechselt werden. Es ist auch sehr einfach zu überprüfen, ob ausreichend Schutzhandschuhe auf der Baustelle vorhanden sind.

### **Erfahrungen aus der Praxis – ARBOUW/BG BAU Projekt**

Die BG BAU führt mit der Niederländischen ARBOUW ein Projekt durch, in dem Erkrankte und Nicht-Erkrankte über ihren Umgang mit Epoxidharzen befragt werden. In einer Pilot-phase wurde ein umfangreicher Fragebogen an 25 Erkrankte und 75 Nicht-Erkrankte gesandt. Nach Auswertung dieser Probephase hat im Sommer 2011 die Hauptstudie mit etwa 500 Erkrankten und 1500 Nicht-Erkrankten begonnen.

### **Sensibilisierungsranking durch DGUV Projekt**

Die DGUV hat im Frühjahr 2011 das von INQA-Chemie initiierte Projekt „Bewertung Epoxid-harzsysteme - Ranking von Stoffen in Epoxidharz-Systemen aufgrund ihrer sensibilisierenden Wirkstärke“ bewilligt. Ende August 2011 fand ein erstes Treffen des Begleitkreises zu diesem Projekt statt.

### **Ausblick**

Epoxidharze sind in vielen Branchen unverzichtbar. Ein sicherer Umgang mit ihnen ist Ziel des Schwerpunktes Epoxidharze im INQA-Chemie. Hersteller und Anwender arbeiten mit Arbeitsschutzinstitutionen aus mehreren Ländern zusammen, um dieses zu gewährleisten.

Wer an einer Mitarbeit im Schwerpunkt Epoxidharze interessiert ist, ist aufgerufen, sich dort zu melden. Derzeit scheint keine andere Institution in Deutschland sich mit Epoxidharzen zu beschäftigen, zumindest nicht so intensiv wie INQA-Chemie.

### **Literatur**

Kersting, K.; Geier, J. und Rühl, R.: Epoxidharze - Eine Lösung wird gesucht. Sicherheitsingenieur 9/2008, 386 - 392

**F 1913 Kenntnisstand von Unternehmern auf dem Gebiet des Arbeits- und Gesundheitsschutzes – eine repräsentative Befragung von Inhabern/Geschäftsführern****Ralf Stegmann & Barbara Matschke (BAuA), Cordula Sczesny & Sophia Kleindorf (Soziale Innovation research & consult GmbH), Gerda Jasper & Nico Schneider (Unique GmbH)****I Einleitung**

Rund 98% der Unternehmen in Deutschland sind Klein- und Kleinstbetriebe mit weniger als 50 Beschäftigten. In ihnen sind rund 40% der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten tätig. Gleichzeitig wirft der Arbeits- und Gesundheitsschutz in Klein- und Kleinstunternehmen nach wie vor viele Fragen im Hinblick auf eine gute und gesetzeskonforme Umsetzung auf. Hier setzt das von der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin in Auftrag gegebene Projekt „Untersuchung zum Kenntnisstand von Unternehmen und Beschäftigten auf dem Gebiet des Arbeits- und Gesundheitsschutzes in KMU“ (F 1913) an. Ziel des Projektes war es, den Kenntnisstand sowie die Wege der Wissensaneignung von Geschäftsführungen und Beschäftigten auf dem Gebiet des Arbeits- und Gesundheitsschutzes in Klein- und Kleinstunternehmen zu analysieren. Darauf aufbauend sollten Ansatzpunkte für Modelle und bedarfsgerechte Konzepte der Kompetenzerweiterung und -vertiefung abgeleitet werden.

**II Ergebnisse der Befragung von Inhabern/Geschäftsführern**

Im Projekt wurde eine nach Wirtschaftszweig, Betriebsgröße und Region repräsentative Telefonbefragung von Geschäftsführer/innen in Unternehmen bis 49 Beschäftigte durchgeführt (N=1.000 Nettostichprobe). Die Stichprobenziehung erfolgte auf Basis der Betriebsstättenstatistik der Bundesagentur für Arbeit. Ziel der Studie war es, Erkenntnisse über die Einstellung, das Wissen um gesetzliche Regelungen, betriebliche Maßnahmen, Lern- und Beteiligungsformen sowie die Nutzung externer Beratungsangebote zu erzielen.

Gut ein Viertel der befragten Geschäftsführer/innen hat sich für eine bedarfsorientierte, betriebsärztliche Betreuung entschieden, 8,5% für die Regelbetreuung mit festen Betreuungszeiten. In drei von fünf Fällen war jedoch die Betreuung unklar bzw. nicht geklärt.

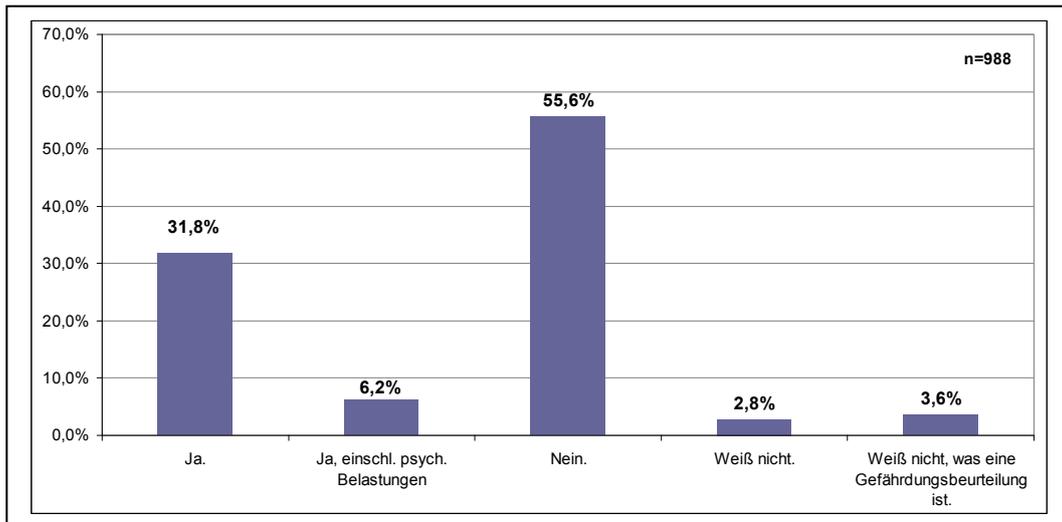
Die Mehrheit der Geschäftsführungen in Klein- und Kleinstbetrieben wies dem Arbeits- und Gesundheitsschutz im eigenen Betrieb eine hohe Bedeutung zu. Er wird als Beitrag für den Unternehmenserfolg angesehen. Gleichzeitig ist eine starke Fokussierung auf das Vermeiden von gesetzlichen Regelverstößen feststellbar.

In über der Hälfte der befragten Betriebe konnten die Geschäftsführer/innen kein Gesetz nennen, das ihnen aus der betrieblichen Praxis bekannt war. Drei Viertel

## Poster – Befragung von Geschäftsführern zum Arbeitsschutz in kleinen Unternehmen

wussten, dass sie per Gesetz für den Arbeits- und Gesundheitsschutz in ihrem Betrieb verantwortlich sind.

In 38,0% der befragten Klein- und Kleinstbetriebe wurden Gefährdungsbeurteilungen durchgeführt. Auf Basis der Ergebnisse einer Gefährdungsbeurteilung hatten 75,0% der Betriebe bereits Verbesserungsmaßnahmen umgesetzt; weitere 10,0% befanden sich in der Umsetzungsphase.



**Abb.: Durchführung einer Gefährdungsbeurteilung, n=988**

In neun von zehn Betrieben, in denen keine Gefährdungsbeurteilung durchgeführt wurde, verschafften sich die obersten Führungskräfte auf andere Weise – z. B. durch Gespräche mit den Beschäftigten – einen Überblick über die Gefährdungen bei der Arbeit. Jeder zweite Betrieb hatte in diesem Zusammenhang Verbesserungsmaßnahmen auf den Weg gebracht.

In drei von fünf befragten Klein- und Kleinstbetrieben wurden Gesundheits- und Unfallgefahren regelmäßig bearbeitet, und in vier von fünf Betrieben wurden die Vorschläge von Mitarbeiter zur Verbesserung von Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit berücksichtigt. Schulungen zum Arbeits- und Gesundheitsschutz fanden anlassbezogen in 55,3% und regelmäßig in 48,5% der Betriebe statt.

Ca. zwei Drittel der befragten Geschäftsführungen kontaktierten externe Beratungsstellen, wenn sie mit wichtigen Arbeits- und Gesundheitsschutzaufgaben nicht alleine klar kamen. Obenan standen mit deutlichem Abstand die Berufsgenossenschaften. Drei von fünf Geschäftsführer/innen von Klein- und Kleinstunternehmen gaben, weitere Informationen rund um den Arbeits- und Gesundheitsschutz zu benötigen, insbesondere zu den Themen

Gesundheitsförderung, Unfallverhütung, Arbeitsplatzgestaltung und Arbeitsstress. In den Kleinstbetrieben (mit bis zu 9 Beschäftigten) formulierten die Geschäftsführer/innen höchsten Bedarf an zusätzlicher Information. Neun von zehn der befragten Geschäftsführungen in Klein- und Kleinstbetrieben nutzen externe Informations- und Beratungsangebote – vor allem Broschüren, Checklisten der Berufsgenossenschaften und das Internet. Die am häufigsten genutzten Angebote sind allerdings nicht diejenigen, die den höchsten praktischen Nutzen für die Geschäftsführungen zeigen. Die Mehrheit der Geschäftsführer/innen schreibt Praxisbeispielen aus anderen Betrieben sowie einem Austausch mit anderen Betrieben einen hohen Nutzen zu.

### **III Schlussfolgerungen**

Aufbauend auf den empirischen Ergebnissen wurden im Projekt Ansatzpunkte entwickelt, wie sowohl das formale Wissen um gesetzliche Regelungen als auch das Handlungs- und Erfahrungswissen von Geschäftsführungen und Beschäftigten erweitert und vertieft werden kann. Modelle und Konzepte, mit denen dies erreicht werden soll, sollten das Alltagsgeschehen in Klein- und Kleinstunternehmen zum Ausgangspunkt nehmen. Dieses ist aktuell weniger durch gute Kenntnisse des formalen Regelwerks als vielmehr durch die Suche nach pragmatischen Lösungswegen für den betrieblichen Alltag gekennzeichnet. Gleichwohl erscheint eine Ausweitung bzw. Vertiefung des Kenntnisstands sinnvoll, um strukturelle Verbesserungen im Arbeits- und Gesundheitsschutz zu erzielen und diese nachhaltig in den Unternehmen zu verankern.

Ansätze zur Wissensvermittlung scheinen vor allem dann erfolgversprechend zu sein, wenn sie möglichst praxisnah angelegt bzw. aufgebaut sind. Nach dem Motto: *Aus der Praxis für die Praxis - „Am besten lerne ich von anderen Betrieben. Wenn ich sehe, wie die das gemacht haben, dann kann ich mir auch vorstellen, ob das bei uns klappt – schön praktisch und nicht so theoretisch.“* (Kommentar Geschäftsführung) Im Rahmen des Projekts wurden mehrere Ansatzpunkte der Wissensvermittlung aufbereitet. Folgende drei heben sich bewusst von den traditionellen Formen der Wissensvermittlung ab:

Es bedarf einer Sensibilisierung, die stärker auf präventives Handeln ausgerichtet ist. Hier sind sicherlich alle Akteur/innen auf dem Gebiet des Arbeits- und Gesundheitsschutzes sowie angrenzender Felder gefragt. Positive Impulse können von den externen Sicherheitsfachkräften und Betriebsärzten ausgehen. Sie genießen das Vertrauen der Betriebsleitung, da sie vielfach der Garant für die notwendige Rechtssicherheit sind. Dieser Zugang sollte mehr für präventive Handlungsansätze genutzt werden.

Aufbauend auf einer weiteren Sensibilisierung erscheinen Ansätze zur Wissensvermittlung in Netzwerken sowie in kollegialen Beratungssituationen erfolgversprechend zu sein. Einzelfall- und Pool- bzw. Verbundberatungen erscheinen in diesem Kontext besonders sinnvoll. In diesem Kontext ist es von zentraler Bedeutung, dass die Beratungsansätze an die Handlungslogiken kleiner Betriebe

## Poster – Befragung von Geschäftsführern zum Arbeitsschutz in kleinen Unternehmen

anschließen. Dies erscheint im direkten Austausch mit Unternehmen möglich. Dazu muss der Beratungsprozess an den Stärken des Unternehmens ansetzen, vorhandene Lösungsansätze systematisch weiterentwickeln und dazu beitragen, diese strukturell im Betrieb zu verankern. Dies geht nicht ohne externe Unterstützung und ohne Einbeziehung der Beschäftigten. Ihr Erleben von arbeitsbedingten Belastungen und Beanspruchungen sowie ihre Kenntnisse der Arbeitsbedingungen im Austausch mit der betriebsärztlichen und sicherheitstechnischen Expertise und Erfahrung sind für zukünftige Veränderungen entscheidend, um diese bedarfsorientiert und mit der notwendigen Akzeptanz auf den Weg zu bringen. Insbesondere ein innerbetrieblicher Wissenstransfer, der das Erfahrungswissen älterer Mitarbeiter nicht nur in fachlichen Fragen, sondern auch zu Sicherheit und Gesundheit an Jüngere weiterreicht erscheint ausbaufähig. Durch ihre (oftmals schmerzlichen) Erfahrungen haben sie vielfach die Sensibilität und das Wissen erworben, das benötigt wird, um Arbeitsschutz und Sicherheit am Arbeitsplatz in seinen Konsequenzen erlebbar zu machen und sinnvoll zu strukturieren. Ihr „stilles“ Handlungs- und Erfahrungswissen sollte transparent gemacht werden und als fester Bestandteil in den Arbeits- und Gesundheitsschutz kleiner Betriebe einfließen.

Gemeinsames Kennzeichen dieser Ansätze ist, dass sie alle an den im Betrieb vorhandenen Stärken, Aktivitäten und Ressourcen ansetzen. Sie tragen zu deren Vervielfältigung bei, erweitern die Kompetenzen bezüglich Arbeits- und Gesundheitsschutz und helfen, diese in den betrieblichen Arbeitsstrukturen und Handlungsmustern zu verankern.

### **Ausgewählte weiterführende Literatur:**

Beck, David (2011): Zeitgemäße Gesundheitspolitik in Kleinst- und Kleinbetrieben. Hemmende und fördernde Bedingungen. Hans-Böckler-Stiftung, Düsseldorf (Hrsg.). Berlin: edition sigma.

Cernavin, Oleg/Freigang-Bauer, Ingra/Heger, Günter/Jansen, Nicole/Pröll, Ulrich/Simon, Dieta (2009): Überbetriebliche Allianzen zur Prävention in KMU. Welche (Heraus)Forderungen stellen einzelne Branchen an Wissenschaft und Multiplikatoren? RKW Kompetenzzentrum Eschborn.

Fromm, Christine/Pröll, Ulrich (2000): Gesundheit und Sicherheit im Kleinbetrieb. Präventive Potentiale der kleinbetrieblichen Arbeitswelt und Möglichkeiten ihres systematischen Ausbaus. Abschlussbericht. Dortmund: Sozialforschungsstelle Dortmund.

Gröben, Ferdinand/Freigang-Bauer, Inga (2007): Analyse des Beratungsbedarfs betrieblicher Akteure und der verfügbaren Beratungsstrukturen im Themenbereich betriebliche Gesundheitsförderung, Karlsruhe/Eschborn.

Hübner, Bernd/Gröben, Ferdinand (2007): Beratungsbedarf und Beratungsstrukturen von KMU zu betrieblicher Gesundheitsförderung aus Sicht überbetrieblicher Akteure. Karlsruhe (Download Internet: <http://www.infoline-gesundheitsfoerderung.de/ca/e/igz> )

Jasper, Gerda/Sczesny, Cordula/Keindorf, Sophie (2012): Arbeits- und Gesundheitsschutz in Klein- und Kleinstunternehmen. Einstellungen - Kenntnisse - Umsetzungswege. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (Hrsg.), Dortmund/Berlin/Dresden - erscheint in 2012.

Sczesny/Keindorf/Droß/Jasper (2012): Untersuchung zum Kenntnisstand von Unternehmen und Beschäftigten auf dem Gebiet des Arbeits- und Gesundheitsschutzes in KMU. Endbericht des Projektes F 1913 – erscheint in 2012

Sczesny/Keindorf/Droß (2011): Kenntnisstand von Unternehmen auf dem Gebiet des Arbeits- und Gesundheitsschutzes in KMU. Zwischenbericht des Projektes F 1913

## **Aspekte des Kühlschmiermittel-Managements in metallverarbeitenden Betrieben und ihr Einfluss auf den Gesundheitszustand der Beschäftigten**

**Wobbeke Weistenhöfer, Birgitta Kütting, Thomas Baumeister, Hans Drexler**

Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der Universität Erlangen-Nürnberg, Schillerstr. 25/29, 91054 Erlangen

### **Zielsetzung**

Verunreinigungen und Zusätze in Kühlschmiermitteln (KSM) können vorübergehende oder bleibende gesundheitliche Schäden an Haut, Augen und Atemwegen hervorrufen. KSM-exponierte Beschäftigte tragen somit ein erhöhtes Risiko, an einem Handekzem, einer Atemwegserkrankung oder Augenreizungen zu erkranken. In dieser Studie wird der Einfluss des KSM-Managements auf den Gesundheitszustand bei Beschäftigten der metallbearbeitenden Industrie untersucht.

### **Methoden**

Es wurden 313 Beschäftigte aus kleinen und mittelständischen Unternehmen der deutschen Metallindustrie mit einem erhöhten Risiko für ein irritatives Handekzem untersucht. Bei den Verantwortlichen der Betriebe wurden Informationen zur Verwendung der KSM anhand eines entsprechenden Fragebogens ermittelt. Der Hautbefund der Hände wurde mit dem quantitativen HEROS-Hautscore dokumentiert (Weistenhöfer et al. 2011). Angaben zu Atemwegsbeschwerden und Augenreizungen wurden mit einem standardisierten Fragebogen erhoben. Für die Studie lag das schriftliche Einverständnis der Probanden ebenso vor wie ein positives Votum der Ethik-Kommission.

### **Ergebnisse**

Das Kollektiv bestand ausschließlich aus männlichen Arbeitnehmern, die zwischen 19 und 60 Jahre alt waren (Median 43 Jahre; MW 42). Der Raucheranteil lag bei 39%.

#### *KSM-Management*

Es wurden als Kühlschmierstoffe in 71% der Fälle Öl-in-Wasser-Emulsionen, in 24% nicht-wassermischbare KSM auf Öl-Basis und in 5% wasserlösliche KSM verwendet. Eine Untersuchung von KSM-Proben erfolgte im Mittel wöchentlich, in 71% der Fälle durch auswärtige Firmen. In 22% fanden sich keine, in 43% zwischen zwei und 10mal

und in 34% mehr als 12mal pro Jahr Auffälligkeiten bei der Untersuchung der KSM, wobei in 39% Verunreinigungen durch Pilze und Bakterien angegeben wurden. Dabei traten an Maschinen, die über zentrale KSM-Anlagen versorgt wurden, signifikant häufiger bakterielle und mykotische Verunreinigungen auf. Beim Auftreten von Auffälligkeiten wurden in 33% Biozide zugesetzt. In 45% der Fälle wurde das KSM ausgetauscht, wobei bei 88% der einzeln befüllten aber nur bei 30% der zentral befüllten Maschinen das KSM mindestens 1x pro Jahr ausgetauscht wurde. Biozide wurden bei zentral KSM-befüllten Maschinen in 47% wöchentlich zugegeben, während dies bei einzeln KSM-befüllten Maschinen lediglich bei 1% wöchentlich getan wurde. Bei 55% der einzeln und 35% der zentral mit Kühlschmierstoff befüllten Maschinen wurden überhaupt keine Biozide zugesetzt.

### *HEROS*

Bei der Erfassung des Hautbefunds mit dem quantitativen HEROS-Hautscore zeigte sich kein signifikanter Einfluss hinsichtlich der Art der Befüllung der Maschinen mit dem Kühlschmierstoff (einzeln oder zentral), der Art des verwendeten Kühlschmierstoffs, der Austauschhäufigkeit, der Überwachungsmodalitäten oder der Häufigkeit des Auftretens von Auffälligkeiten im KSM wie Verschmutzungen, Bakterien und Pilzen sowie des Einsatzes von Bioziden.

### *Atemwegsbeschwerden und Augenreizungen*

Beschäftigte, die an zentral KSM-befüllten Maschinen arbeiteten, gaben eher Reizungen der Augen und Atemwege während der Arbeit an als an einzeln befüllten Maschinen arbeitende Beschäftigte. Weiterhin waren Beschäftigte mit Augenreizungen während der Arbeit und Beschäftigte, die Atembeschwerden, Naselaufen oder Hustenreiz bei der Arbeit angaben, eher potentiell gegenüber Bakterien und Pilzen im KSM exponiert als beschwerdefreie. Bei diesen Beschäftigten wurde beim Auftreten von Auffälligkeiten im KSM seltener das KSM ausgetauscht und es wurden häufiger Biozide eingesetzt.

Tab. 1: Reizungen der Augen und Beschwerden der Atemwege während der Arbeit und potentielle Exposition gegenüber Bakterien und Pilzen im KSM, Austausch von KSM und Einsatz von Bioziden bei Beschäftigten der metallverarbeitenden Industrie

Beschwerden während der Arbeitszeit	Potentielle Exposition gegenüber Bakterien und Pilzen im KSM	Verhalten bei Auffälligkeiten	
		Austausch von KSM	Einsatz von Bioziden
<b>Augenreizungen</b>			
Ja (n=21)	47%	29%	43%
Nein (n=292)	38%	46%	32%
<b>Naselaufen</b>			
Ja (n=16)	50%	25%	50%
Nein (n=295)	38%	46%	32%
<b>Hustenreiz</b>			
Ja (n=25)	60%	32%	56%
Nein (n=288)	37%	46%	31%
<b>Atembeschwerden</b>			
Ja (n=16)	50%	31%	44%
Nein (n=297)	38%	46%	32%

### Schlussfolgerung

Bakterielle und mykotische KSM-Verunreinigungen und ein damit verbundener Einsatz von Bioziden können Irritationen der Augen und Beschwerden der Atemwege hervorrufen. Da derartige Verunreinigungen in zentralen KSM-Anlagen häufiger auftreten und Reizungen der Augen und Beschwerden der Atemwege während der Arbeit von an zentral mit KSM befüllten Maschinen Beschäftigten häufiger berichtet wurden, ist aus präventivmedizinischer Sicht der Einsatz einzeln befüllter Maschinen KSM-Anlagen zu befürworten.

### Literatur

Weistenhöfer W, Baumeister T, Drexler H, Kütting B. How to quantify skin impairment in primary and secondary prevention? HEROS: a proposal of a hand eczema score for occupational screenings. Br J Dermatol. 2011;164(4):807-13.

## **Audiometrie im Längsschnitt bei Bauarbeitern**

**D. Seidel, B. Hartmann, H.-J. Elliehausen, D. Tesch, A. Wahl-Wachendorf**

Arbeitsmedizinisch-Sicherheitstechnischer Dienst der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft, Berlin

### **Einleitung**

Hörverlust (HV) durch Lärmeinwirkung kann durch technischen Lärmschutz und persönlichen Gehörschutz vermieden werden. Durch die Beobachtung des Hörvermögens (Audiometrie) können Auffälligkeiten erkannt und rechtzeitig präventive Maßnahmen eingeleitet werden. Anhand von Vorsorgedaten aus der Bauwirtschaft werden Entwicklungen des Hörvermögens verschiedener Lärmexpositionsgruppen dargestellt und die Chancen der Vorsorge diskutiert.

### **Methoden**

Die beim ASD der BG BAU verfügbaren Daten der arbeitsmedizinischen Vorsorge männlicher Beschäftigter der Bauwirtschaft wurden im Querschnitt (1991-2011, ca. 750.000 Beschäftigte) und im Längsschnitt über drei Messzeitpunkte (1997-2011, ca. 42.000 Beschäftigte) analysiert. Für den Längsschnitt wurden drei Fünfjahresscheiben gebildet, wobei pro Untersuchtem jeweils die erste Untersuchung pro Zeitscheibe selektiert wurde.

Da keine personenbezogenen Belastungsdaten vorliegen, wurden anhand des Berufsschlüssels und vorhandener Lärmkataster Belastungsgruppen gebildet. Einflüsse durch Tragen von Gehörschutz konnten nicht berücksichtigt werden.

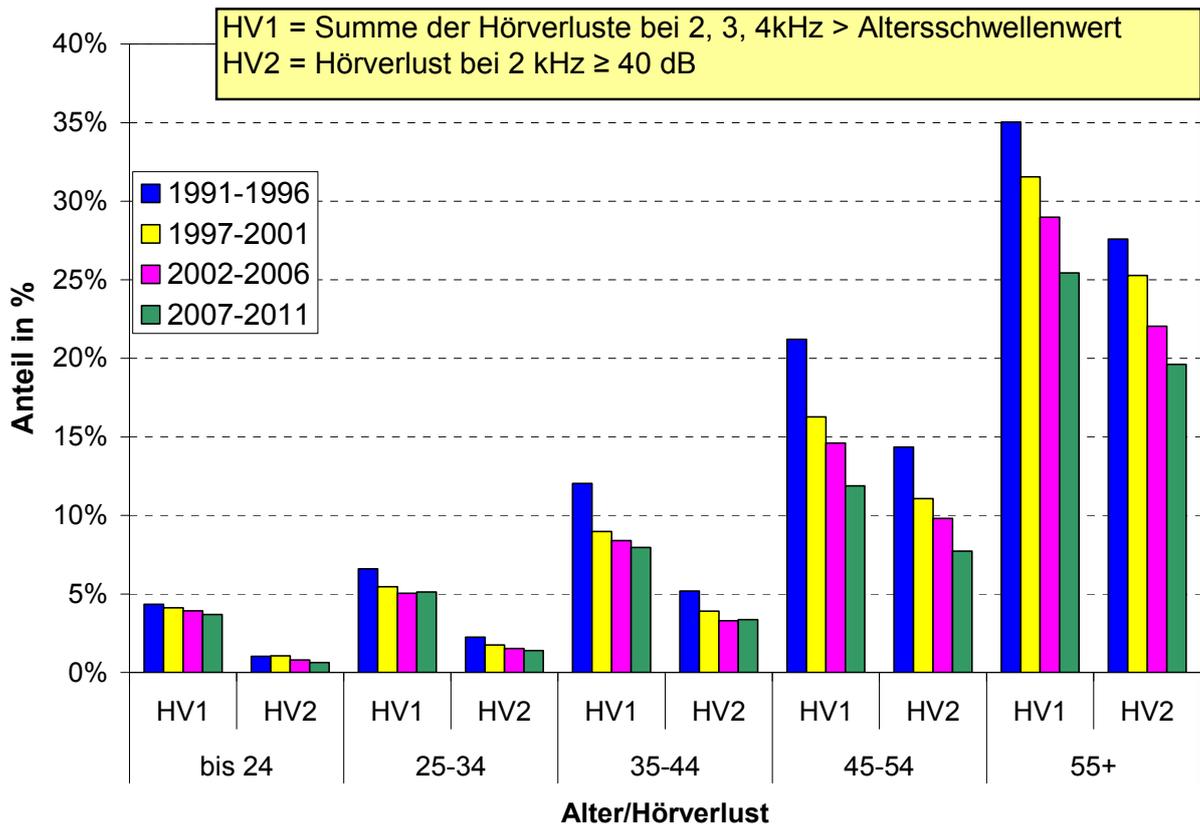
Zur Bewertung der Hörschwellen/Hörverluste wurden Schwellenwerte der ISO 1999 [1] sowie die Kriterien des G-20 Lärm [2] (z.B. HV1: Summe der Hörverluste bei 2, 3 und 4 kHz, HV2: Hörverlust  $\geq 40$  dB bei 2 kHz) benutzt. Der Hörverlust in dB pro Jahr wurde pro Untersuchtem mittels linearer Regression geschätzt. Die Auswertungen erfolgten seitenabhängig sowie bezogen auf das schlechtere Ohr und wurden mittels SPSS 14.0 durchgeführt.

### **Ergebnisse**

Die Hörkurven zeigen die bekannten Zusammenhänge zwischen Hörschwellen und Alter. Die in niedrigen Frequenzen noch geringen Unterschiede steigen mit dem Alter und der Frequenzhöhe stark an. Die Mediane der Hörschwellen liegen zudem in allen Alters- und Expositionsgruppen über denen des Anhangs A der ISO 1999. Alter und mögliche Exposition spiegeln sich bei den G-20-Kriterien deutlich wider.

Beim Vergleich der einzelnen Untersuchungsjahre bzw. der Zeitscheiben fallen Veränderungen mit der Zeit auf. Die Veränderungen spiegeln sich in allen Expositions-

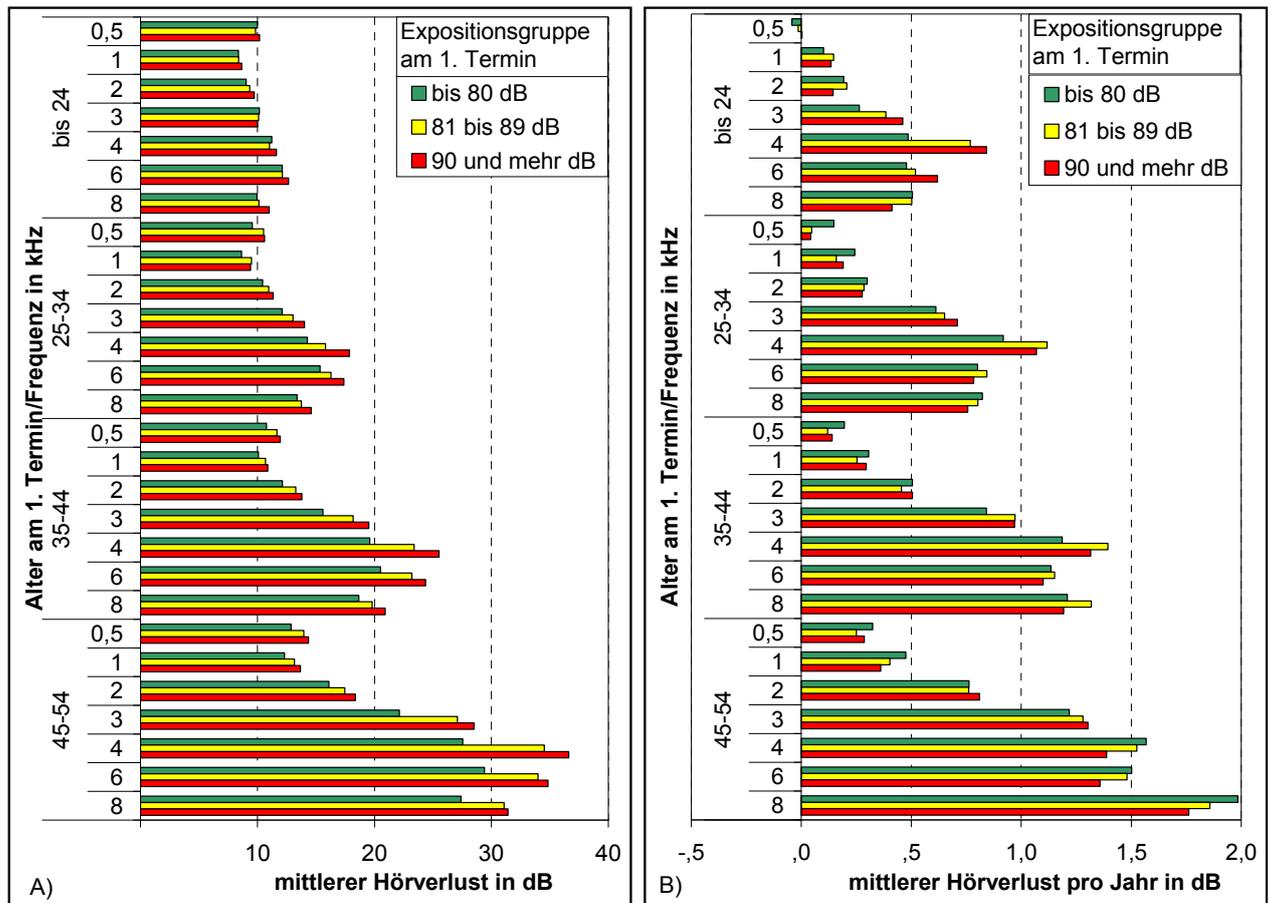
gruppen wider. Bei den Jüngeren steigen die mittleren Hörverluste leicht an, bei den Älteren gehen sie in den höheren Frequenzen (am deutlichsten bei 6 kHz) zurück. Letzteres zeigt sich dann auch bei den Bewertungen nach obigen G20-Kriterien (Abb. 1). Z. B. fallen bei Lärmbelastung >90 dB und Alter 55-64 Jahre bzgl. HV1 1991-1996 35% und 2007-2011 25,4% der Beschäftigten auf. In der Klasse bis 24 Jahre und Lärmbelastung >90dB waren es 4,3% bzw. 3,7 %.



**Abbildung 5** Untersuchte mit auffälligen Werten bei 2 kHz bzw. bei 2, 3 und 4 kHz - auf schlechterem Ohr in Abhängigkeit vom Alter und Untersuchungsjahr (Lärmbelastung >90 dB)

Von den ca. 350.000 Männern mit mindestens einer Untersuchung inkl. vollständiger Audiometrie im Zeitraum 1997-2001 hatten 42.444 auch mindestens eine Folgeuntersuchung (mit Audiometrie) im Zeitraum 2002-2006 und 2007-2011. Davon entfallen 11%, 34%, 36% bzw. 17% auf die Altersklassen bis 24, 25-34, 35-44 bzw. 45-54.

12%, 52% bzw. 20% wurden am ersten Termin der Expositionsgruppe bis 80 dB, 81-90 dB bzw. >90 dB zugeordnet. 82%, 84% bzw. 77% von diesen gehörten bei allen drei Terminen derselben Expositionsgruppe an. Die durchschnittliche Follow-up-Zeit betrug 9,5 Jahre.



**Abbildung 6** A) Mittlerer Hörverlust am 1. Termin im Längsschnittkollektiv B) Mittlerer Hörverlust pro Jahr im Längsschnittkollektiv – jeweils linkes Ohr

Die Hörverluste links und rechts unterscheiden sich am 1. Termin i.d.R. nicht um mehr als +/-10 %. In den jüngeren Altersgruppen ist der jährliche Hörverlust im 4 kHz-Bereich am höchsten (bis 24 Jahre: links 0,5, 0,8, 0,9 dB; rechts 0,4, 0,6, 0,7 dB; bei annähernd gleichem Baseline-Hörverlust von 11 dB). In der Altersgruppe 45-54 Jahre sind die Koeffizienten deutlich höher, die Unterschiede zwischen den Expositionsgruppen aber geringer (4 kHz: links 1,6, 1,5, 1,4 dB; rechts 1,4, 1,4, 1,5 dB; bei deutlich unterschiedlichen Baselinenniveaus links 28-37 dB, rechts 26-35 dB). Zudem übersteigen in der 6 und 8 kHz-Frequenz die jährlichen Hörverluste der weniger exponierten die Zuwächse der hoch exponierten Beschäftigten, die Hörverluste der Expositionsgruppen nähern sich am 3. Termin daher etwas an.

### Schlussfolgerungen

In den Routinedaten der Vorsorge zeigen sich Erfolge der Lärmprävention in den mittleren und höheren Altersgruppen. Dem entsprechen auch zurückgehende BK 2301-Verdachtsmeldungen bei der BG BAU. Die Unterschiede zwischen den Expositionsgruppen weisen aber weiterhin ein hohes Präventionspotential in vielen Bauberufen aus.

Bei den jüngsten Beschäftigten sind Anzeichen für eine Verschlechterung des Hörvermögens beim Berufsstart zu erkennen, auch wenn diese noch keine auffälligen Werte erreichen. Ursachen hierfür könnten u.a. Lärmbelastungen in der Freizeit sein (MP3-Player). Da zudem der jährliche Hörverlust zwischen den Expositionsgruppen hier am höchsten ist, folgt die besondere Bedeutung der Beratung der jüngeren Bauarbeiter hinsichtlich der Gefährdung sowie möglicher Gehörschutzmaßnahmen.

#### Literatur

[1] ISO 1999 (1990) Acoustics - Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment, 2nd edn. International Organisation for Standardization, Geneva

[2] Berufsgenossenschaftliche Grundsätze für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen Herausgeber Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften e. V., 5. Auflage, Gentner Verlag, Stuttgart 2010

## Arbeitsplatz Krankenhaus: Lärmbelastung und Ansätze zur Prävention

**Notbohm G, Siegmann S, Angerer P**

Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

### Einleitung und Fragestellung

Die Lärmbelastung von Patienten in Krankenhäusern ist kein neues Thema: Schon 1963 erschien dazu in den USA ein erster Bericht des Gesundheitsministeriums [1], und auch in Deutschland wurden schon vor Jahrzehnten entsprechende Untersuchungen durchgeführt, in denen sich z. B. auf einer operativen Intensivstation zu jeder Tageszeit impulsbewertete Mittelungspegel über 60 dB(A) ergaben [2]. Auswirkungen des Lärms auf das Krankenhauspersonal wurden damals kaum erörtert. Seitdem hat der Arbeitsplatz Krankenhaus unter Stichworten wie Intensivmedizin, Computertechnologie, Großkliniken oder Kosteneffizienz große Veränderungen erfahren. Deshalb sollen in einer Literaturlauswertung Daten zur heutigen Lärmbelastung in Krankenhäusern gewonnen werden mit besonderem Augenmerk auf die Arbeitsplatzsituation.

### Methode

Mittels Literaturrecherche in PubMed und weiteren Datenbanken wurden Veröffentlichungen der letzten 20 Jahre zu relevanten Stichworten wie „Lärm“, „Schallpegel“, „Krankenhaus“, Intensivstation“ u. ä. gesucht. Es ergeben sich weit über 100 Arbeiten, in denen akustische Belastungen von Personal und/oder Patienten – in der Regel auf bestimmten Stationen – berichtet werden. Im Folgenden werden wesentliche Ergebnisse dargestellt.

### Ergebnisse

Metaanalysen beschreiben international einen kontinuierlichen Anstieg der berichteten Schallpegel in Krankenhäusern im Laufe der letzten 40 Jahre. Bild 1 (nach [3]) gibt eine solche Auswertung der berichteten Mittelungspegel  $L_{eq}$  tagsüber aus Studien im Zeitraum 1960 bis 2010 wieder, die gewissen Mindestansprüchen an Reliabilität der akustischen Messungen genügten. Abgesehen von der deutlichen Zunahme der Studienzahl ab 2000 wird zum einen deutlich, dass die gemessenen Schallpegel von Studie zu Studie äußerst stark variieren, zum anderen lässt sich aus der Regressionsgeraden ein Anstieg des durchschnittlich gemessenen  $L_{eq}$  (im logarithmischen Mittel) von 57 dB(A) für 1960 auf 72 dB(A) im Jahre 2005 ablesen. Für die Mittelungspegel *nachts* wird ein Anstieg des durchschnittlich gemessenen  $L_{eq}$  von 42 dB(A) in 1960 auf 60 dB(A) für 1995 berichtet.

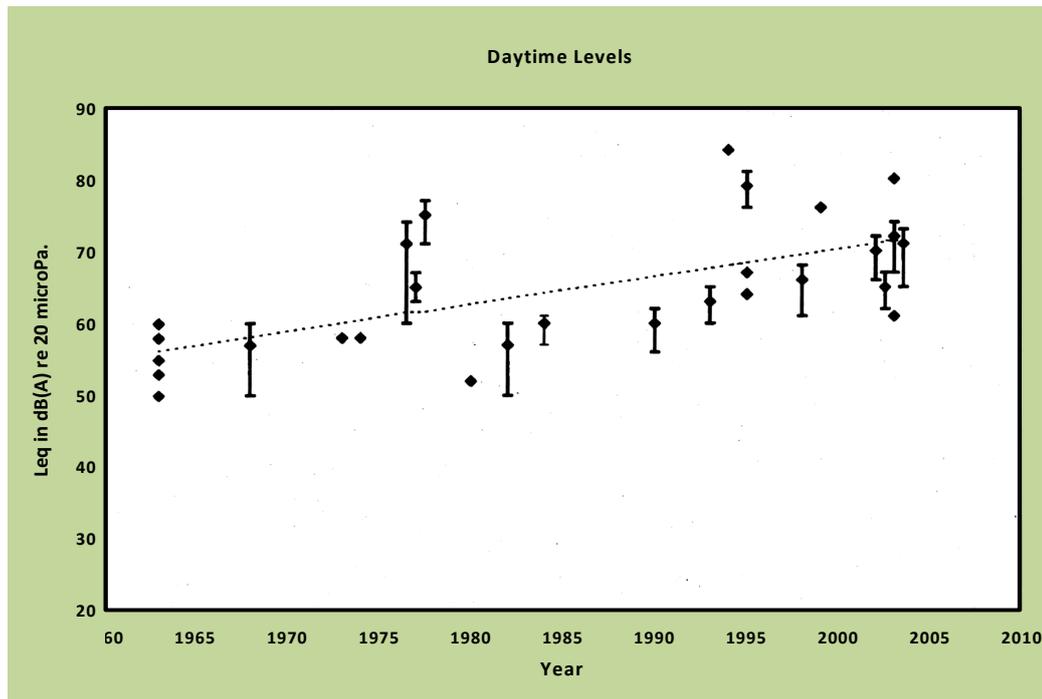


Abb. 1: Messergebnisse aus Krankenhäusern aus Studien von 1965 bis 2005 – Schallpegel  $L_{eq}$  tagsüber in dB(A) (nach [3])

Auch wenn hier internationale Studien mit großen Unterschieden in Messmethodik, Fragestellung und Untersuchungsobjekt zusammengefasst sind, zeigt sich doch ein Trend, der sorgfältig geprüft werden sollte. Aktuelle Studien aus der EU zeigen eine große Streubreite der Schallbelastung je nach Station und Arbeitsvorgängen: In fünf chirurgischen Stationen eines englischen Großkrankenhauses [4] streuten z. B. die Mittelungspegel tags zwischen 42 und 60 dB(A) mit Spitzenpegeln bis 83,5 dB(A) und nachts zwischen  $L_{eq} = 45,4$  bis 56,8 dB(A) mit Spitzen von 81 dB(A). Die mit Abstand höchsten Werte resultierten in der Intensivstation. In einer griechischen Untersuchung in 9 Hospitälern [5] ergibt sich als höchster während einer OP gemessener Mittelungspegel 71,9 dB(A) mit einem Spitzenpegel von 84,7 dB(A). Aus Deutschland liegt eine Studie vor, in der Schallpegelmessungen in Patientenzimmern sowie auf Fluren und im Foyer von Intensivstationen durchgeführt wurden [6]. Im Mittel wurden 7mal pro Stunde Schallpegel von  $L_{eq} > 70$  dB(A) gemessen; sogar in der Nacht gab es in jeder Stunde Lärmereignisse oberhalb dieser Schwelle.

Eine systematische Untersuchung der Auswirkung dieser relativ hohen Schallpegel auf das Personal liegt nicht vor. In der europäischen NEXT-Studie [7] zum vorzeitigen Ausstieg aus dem Pflegeberuf gibt nur bei den Beschäftigten auf Intensivstationen eine deutliche Mehrheit von 60,5 % an, durch Lärm am Arbeitsplatz „sehr“ oder „ziemlich“ belastet zu sein. In einer Mitarbeiterbefragung auf den Intensivstationen der Universität Düsseldorf [8] fühlten sich 55 % der Befragten „manchmal“ und 36 % „häufig“ oder „immer“ durch akustische Alarmer gestört. Als besonders störend empfunden wurde

von 55 % der Befragten die Häufigkeit der Signale, von 48 % die hohe Tonfrequenz vieler Signale und von 34 % die Klangfarbe.

In den letzten Jahren wird in der Literatur häufiger über Programme zur Reduzierung der Lärmbelastung in Krankenhäusern diskutiert, die verschiedene Maßnahmen der Verhaltens- und Verhältnisprävention bündeln, also sowohl Veränderungen im individuellen Verhalten der Beschäftigten als auch in baulichen, technischen und organisatorischen Arbeitsbedingungen. Bei anstehenden Renovierungen können Lärminderungsmaßnahmen bereits in der baulichen Planung berücksichtigt werden; der Lärm technischer Geräte kann systematisch auf Minderungsmöglichkeiten überprüft werden, angefangen mit Berücksichtigung der Schallemission bei Neukäufen [9].

#### Diskussion und Schlussfolgerungen

Die berichteten Lärmbelastungen erreichen nicht die in Deutschland maßgeblichen Auslösewerte nach der LärmVibrationsArbSchV, die erst ab einem Tages-Expositionspegel  $L_{EX,8h} \geq 80$  dB(A) Schutzmaßnahmen vorsehen. Allerdings beziehen sich diese Maßnahmen allein auf den Schutz des Gehörs. Die häufig aus Krankenhäusern berichteten hohen Grundpegel und die z. T. hochfrequenten Spitzenpegel sind nach dem Kenntnisstand der Lärmwirkungsforschung aber durchaus geeignet, sowohl physiologische Stressreaktionen wie auch Kommunikations- und Leistungsstörungen hervorzurufen [10]. Ab Maximalpegeln von 55 dB(A) wird bereits die Sprachverständlichkeit beeinträchtigt; mit weiterer Zunahme des Schallpegels vermindert sich die Konzentration, und die Fehlerhäufigkeit steigt. [11] Angesichts der verantwortungsvollen Tätigkeiten im Klinikbereich sollten also niedrigere Schutzziele für die Arbeitsplätze vorgesehen werden, wie sie auch in der VDI 2058 mit  $L_{eq} \leq 55$  dB(A) für ärztliche Tätigkeiten genannt werden. Noch anspruchsvoller sind die WHO-Schutzziele für Behandlungsräume:  $L_{eq}$  tags  $\leq 30$  dB(A) und für Patientenzimmer ( $L_{eq}$  tags  $\leq 35$  dB(A) und nachts  $\leq 30$  dB(A) mit Spitzenpegeln bis max. 40 dB(A), die z. Zt. offenbar noch weit entfernt sind von der Realität in unseren Krankenhäusern.

Um die tatsächliche Belastung des medizinischen Personals in deutschen Krankenhäusern durch Lärm (und evtl. weitere Faktoren) und den daraus resultierenden Handlungsbedarf präziser einschätzen zu können, wären als erster Schritt systematischere Belastungs- und Beanspruchungsanalysen in repräsentativen Einrichtungen erforderlich. Grundsätzlich ist Lärmbelastung eine Aufgabenstellung für das betriebliche Risikomanagement, das heutzutage in modernen Krankenhäusern eine Selbstverständlichkeit sein sollte.

#### Literatur

[1] Goodfriend, L.; Cardinell, R.: Noise in hospitals: An acoustical study of noises affecting the patients. Technical Report No. 930-D-11. U.S. Department of Health, Education and Welfare, Washington 1963

- [2] Meyer-Falke, A.; Lanzendörfer, A.; Eichwede, F.: Anästhesie und Intensivmedizin: Belastung der Patienten durch Lärm? Z. Lärmbekämpf. 40 (1993) 31-36
- [3] Busch-Vishniac, I.J.; West, J.E.; Barnhill, C.; Hunter, T.; Orellana, O.; Chivukula, R.: Noise levels in John Hopkins Hospital. J. Acoust. Soc. Am. 118 (2005) 3629-3645
- [4] McLaren, E.; Maxwell-Armstrong, C.: Noise pollution on an acute surgical ward. Ann. R. Coll. Surg. Engl. 90 (2008) 136-139
- [5] Tsiou, C; Efthymiatis, G.; Katostaras, T.: Noise in the operating rooms of Greek hospitals. J. Acoust. Soc. Am. 123 (2008) 757-765
- [6] Arnold, J.; Kornadt, O.: Untersuchung zur Lärmbelastung von Patienten und Pflegepersonal auf Intensivstationen. Bauphysik 29 (2007) 296-305
- [7] Simon, M.; Tackenberg, P.; Hasselhorn, H.M. et al.: Auswertung der ersten Befragung der NEXT-Studie in Deutschland. Universität Wuppertal 2005
- [8] Schrader, D.; Schrader, N.: Lärm auf Intensivstationen und dessen Auswirkungen auf Patienten und Personal, Teil II. Intensiv Fachz Intensivpflege Anästhesie 9 (2001) 142-150
- [9] Montague, K.N.; Blietz, C.M.; Kachur, M.: Ensuring quieter hospital environments. Am. J. Nurs. 109 (2009) 208-219
- [10] Notbohm, G.; Siegmann, S.: Schutz vor Lärm. In: Kramer, A. et al. (Hrsg.): Krankenhaus- und Praxishygiene. München: Urban & Fischer 2012, 617 - 621
- [11] Ising, H.; Sust, Ch.; Plath, P.: Lärmwirkungen – Gehör, Gesundheit, Leistung. Schriftenreihe Gesundheitsschutz 4, 11. Aufl. Dortmund: 2004

## **Unterwegs für den Beruf: Formen, Verbreitung und gesundheitliche Implikationen arbeitsbedingter Mobilität. Ein Forschungsüberblick**

**H. Rüger<sup>1,2</sup>, N. F. Schneider<sup>2</sup>, S. Letzel<sup>1</sup>, E. Münster<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

<sup>2</sup>Bundesinstitut für Bevölkerungsforschung (BiB), Wiesbaden

### Ziel der Studie

Arbeitsbedingte Mobilität ist ein weit verbreitetes Phänomen in Deutschland. Neuere Untersuchungen zeigen, dass rund jeder Zweite im erwerbsfähigen Alter bereits Mobilitätserfahrungen gesammelt hat.<sup>1</sup> Die Formen dabei sind vielfältig. Erwerbstätige sind beispielsweise als tägliche Fernpendler, Wochenendpendler oder Dienstreisende im In- und Ausland unterwegs, oder ziehen aus beruflichen Gründen in eine andere Region um. Neben dem Risiko von Dienst- bzw. Arbeitswege-Unfällen könnte das Mobilitätsverhalten einen wichtigen psychomentalen sowie psychosozialen Belastungsfaktor im Rahmen der betrieblichen Gesundheit darstellen.

### Methoden

Es wurde eine systematische Literaturrecherche in den drei internationalen Literaturdatenbanken „Pubmed“, „Sowiport/ CSA Sozialwissenschaftliche Datenbanken“ und „PsychINFO“ durchgeführt. Suchterme mit einschlägigen Schlüsselwörtern bzw. deren Variationen wurden verwendet, die Suchergebnisse auf Relevanz geprüft und selektiert. Die Recherche ergab für „Pubmed“ 119, für „Sowiport“ 69 und für „PsychINFO“ 81 mittelbar relevante Veröffentlichungen. Nach eingehender Prüfung wurde eine weitere Auswahl inhaltlich und methodisch unmittelbar relevanter Studien getroffen.

### Ergebnisse

Insgesamt wurden für Fernpendeln 23, für Dienstreisen 11, für Umzugsmobilität 4 sowie für berufsbedingte Fernbeziehungen 3 unmittelbar relevante Studien berücksichtigt. Die Anzahl der Studien je Mobilitätsform korrespondiert dabei in etwa mit deren Verbreitung in der erwerbstätigen Bevölkerung (vgl. Abb. 1).

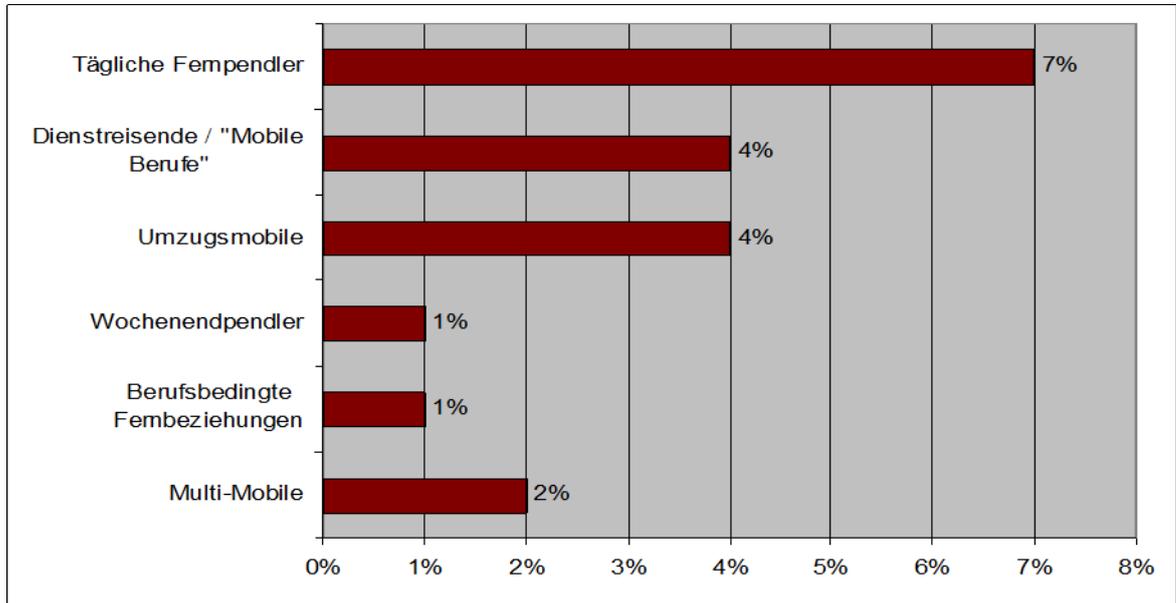


Abb. 1: Formen arbeitsbedingter Mobilität und deren Verbreitung in Deutschland, 25 bis 54-jährige Erwerbstätige, 2007<sup>1</sup>

Es zeigte sich, dass der internationale Forschungsstand lediglich für vereinzelte Formen (Fernpendler) recht gut entwickelt ist, hinsichtlich der gesamten Bandbreite des beruflich bedingten Mobilitätsgeschehens allerdings wenig. Der Forschungsstand beruht weit überwiegend auf Befragungsstudien, die quasi unisono auf einen Zusammenhang zwischen Mobilitätsverhalten und Belastungserleben hinweisen (vgl. Tab. 1).

Tab. 1: Übersicht zu arbeitsbedingter Mobilität und gesundheitlichen Implikationen<sup>2</sup>

Formen arbeitsbedingter Mobilität	Befunde zu gesundheitlichen Implikationen
Berufspendeln	Einheitliche Befunde: erhöhte Stressbeanspruchung, psychosomatische Beschwerden, häufiger krank, häufiger krankheitsbedingte Fehlzeiten, erhöhtes Unfallrisiko, erhöhte Aggression am Arbeitsplatz
Dienstreisen	Gemischte Befunde: erhöhtes Belastungserleben, aber auch mehr Unabhängigkeit und Entlastung von möglichen Problemen am Arbeitsplatz und in der Familie

Umzugsmobilität	Gemischte Befunde: erhöhtes Belastungserleben, insbesondere kurz nach dem Umzug und bei längeren Umzugskarrieren, jedoch geringere Belastungen im Vergleich zu Pendelmobilität
Auslandsentsendungen	Einheitliche Befunde: Extreme Klima- und Umwelteinflüsse, häufig Erkrankungen, Unfälle und Verletzungen, Alkohol- und Tabakkonsum
Berufsbedingte Fernbeziehungen <sup>3,4</sup>	Gemischte Befunde: häufige Stressoren sind zusätzliche finanzielle Kosten und Trennung vom Partner, Vorteile erhöhte Zufriedenheit mit dem Berufsleben und der Zeit für sich selbst
Wochenendpendeln <sup>5</sup>	Weitgehend fehlende Befundlage

### Schlussfolgerungen

Es fehlen objektive Parameter sowie geeignete Längsschnitt-Designs zur validen Untersuchung und Beurteilung der möglichen arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren resultierend aus beruflichen Mobilitätserfordernissen. Daneben fehlt ein integrierter Ansatz zur Erfassung berufsbedingten Mobilitätsverhaltens und mithin ein systematischer Vergleich zwischen verschiedenen Formen von Mobilität. Insgesamt ist der Forschungsstand zu dieser auch für die Arbeitsmedizin zunehmend wichtiger werdenden Thematik wenig entwickelt. Ein potenziell relevanter Parameter der betrieblichen Gesundheit bleibt damit bislang weitgehend unbeachtet.

### Literaturverzeichnis

- <sup>1</sup> Schneider, NF; Ruppenthal, S; Lück, D; Rüger, H; Dauber, A. Germany – A Country of Locally Attached but Highly Mobile People. In: Schneider, NF.; Meil, G (eds.). Mobile Living Across Europe I. Relevance and Diversity of Job-Related Spatial Mobility in Six European Countries, Opladen & Farmington Hills: Barbara Budrich Publishers, 2008, 105-149.
- <sup>2</sup> Ruppenthal, S; Rüger, H. Berufsbedingte räumliche Mobilität – Konsequenzen für Wohlbefinden und Gesundheit. In: BKK Bundesverband (Hrsg.). Zukunft der Arbeit. BKK Gesundheitsreport 2011, 2011, 120-125.
- <sup>3</sup> Pistole, MC; Roberts, A; Chapman, ML. Attachment, relationship maintenance, and stress in long distance and geographically close romantic relationships. In: Journal of Social and Personal Relationships, 27, 4, 2010, 535-552.

- <sup>4</sup> Bunker, BB; Zubeck, JM; Vanderslice, VJ; Rice, RW. Quality of life in dual – career families: Commuting versus single-residence couples. In: *Journal of Marriage & the Family*, 54, 2, 1992, 399-407.
- <sup>5</sup> Fuller, TD. Relationship status, health, and health behavior: An examination of cohabiters and commuters. In: *Sociological Perspectives*, 53, 2, 2010, 221-245.

## **Risikoperzeption von Ernährungsgefahren während der Schwangerschaft im Rahmen einer Machbarkeitsstudie für eine prospektive Kohortenstudie zur Erfassung intrauteriner Risikofaktoren**

**D. Spahn<sup>1</sup>, D. Nitsche<sup>1</sup>, A. Wiesel<sup>2</sup>, A. Queißer-Luft<sup>2</sup>, B. Roßbach<sup>1</sup>, S. Letzel<sup>1</sup>, E. Münster<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der Universitätsmedizin Mainz

<sup>2</sup> Zentrum für Kinder- und Jugendmedizin, Geburtenregister Mainzer Modell der Universitätsmedizin Mainz

### Ziel der Studie

Die Risikoperzeption wird von der individuellen Sozialisation, den sozioökonomischen Verhältnissen, dem Bildungsstand und kulturellen Prägungen beeinflusst<sup>1</sup>. Die Risikowahrnehmung eines jeden Menschen ist von individuell erlebten Situationen und einschneidenden Ereignissen geprägt. Zudem haben große und tragische Katastrophen, wie z.B. die Kernschmelze in Tschernobyl, der 11. September und die damit verbundene mediale Berichterstattung großen Einfluss auf die Ängste der Menschen. Ein im Leben einer Frau ebenfalls sehr einschneidendes und prägendes Ereignis ist die Schwangerschaft. Sie ist nicht nur mit Veränderungen der Körperfunktionen der werdenden Mutter verbunden, sondern kann ebenso mit physiologischen, sozialen und psychologisch bedingten Verhaltensveränderungen einhergehen<sup>2</sup>.

Es ist bekannt, dass die Risikoperzeption Einfluss auf menschliches Verhalten nimmt und daher einen Ansatzpunkt für Präventionsmaßnahmen darstellt. Um diese gezielter entwickeln zu können, ist es notwendig zu wissen, in welchen Bereichen Ängste von Schwangeren existieren.

Bisherige Forschungsergebnisse belegen, dass Alkohol- und Tabakkonsum während der Schwangerschaft reduziert wird, da Schwangere ernstzunehmende Risiken für die Entwicklung ihres Fötus sehen. Wissenschaftliche Erkenntnisse zur Risikowahrnehmung in anderen Bereichen während der Schwangerschaft fehlen bisher für Deutschland weitestgehend. Daher ist es Ziel des Beitrags zu zeigen, wie die Risikoperzeption von Schwangeren in Bezug auf Ernährung und Nahrungsmittel ausgeprägt ist und welchen Einfluss der Faktor einer diagnostizierten Risikoschwangerschaft hat.

### Methoden

In einem Querschnittsstudiendesign wurden Frauen zwischen der 14. und 26. Schwangerschaftswoche in zwei ausgewählten gynäkologischen Praxen in Rheinland-Pfalz von September 2008 bis Februar 2009 rekrutiert. Unter den ausgewählten

Studienzentren befanden sich eine universitäre gynäkologische Ambulanz sowie eine Praxis eines niedergelassenen Gynäkologen. Beide Studienzentren führen spezialisierte Schwangerschaftsuntersuchungen durch. Jede Schwangere wurde von dem Sprechstundenpersonal über die Teilnahmemöglichkeit an der Studie informiert und bekam nach Teilnahmebekundung eine Studieninformation sowie einen Fragebogen ausgehändigt. Der schriftlich auszufüllende Fragebogen beinhaltete 63 Fragen aus den Lebensbereichen Gesundheit, Beruf, Risikowahrnehmung, Informationsverhalten, Ernährung, und Gesundheitsverhalten.

Die ersten Auswertungen der gewonnenen Daten erfolgten uni- und bivariat. Es wurden Chi<sup>2</sup>-Tests und Fisher-Exakt-Tests verwendet. Das Signifikanzniveau wurde mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit  $\alpha=0,05$  definiert.

### Ergebnisse

An der Querschnittstudie nahmen bei einer Teilnehmerate von 55,1% insgesamt 167 Schwangere teil. Das Alter der Teilnehmerinnen lag zwischen 18 und 43 Jahren (Mittelwert 33,2 Jahre  $\pm 5,3$  Jahre). Bei 91 Frauen bestand eine Risikoschwangerschaft, bei 69 war dies nicht der Fall und 7 Schwangere beantworteten diese Frage nicht. Abbildung 1 zeigt, dass 61,6% der Teilnehmerinnen mit einer Risikoschwangerschaft mäßige bis sehr große Angst vor Erregern in der Nahrung oder vor verunreinigten Lebensmitteln haben, ohne Risikoschwangerschaft liegt der Wert bei 46,3%, ( $p=0,022$ ).

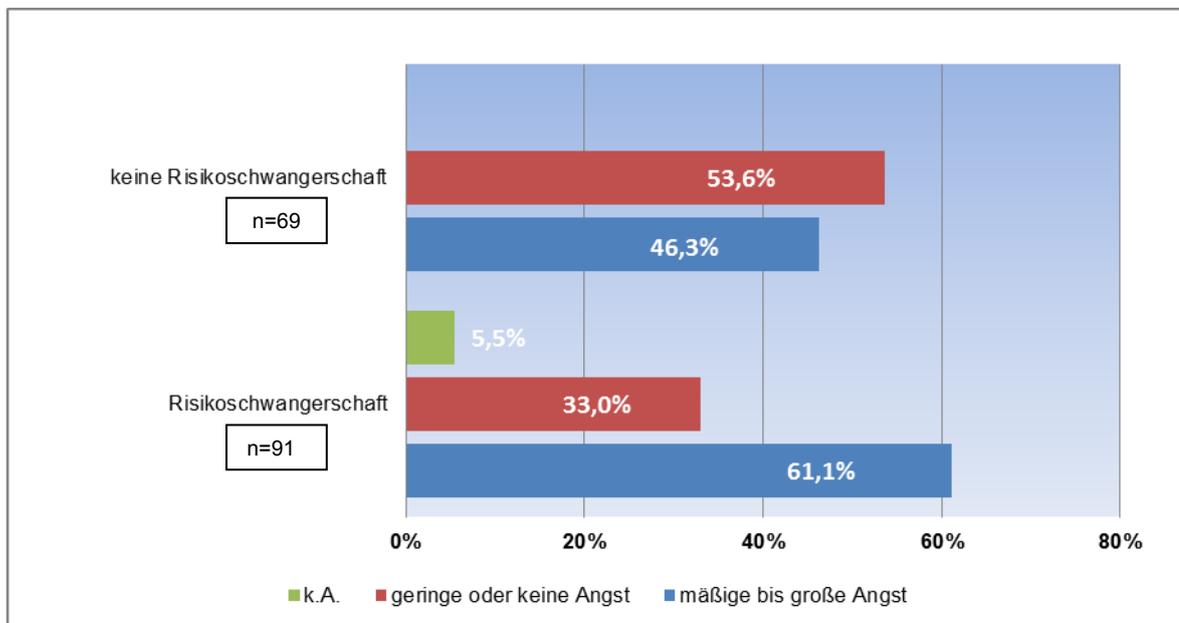


Abbildung 1: Angst der Schwangeren den Fötus durch verunreinigte Lebensmittel oder Erreger in der Nahrung zu gefährden

Auf die Frage, ob sie glauben das unausgewogene Ernährung eine Gefahr für das ungeborene Kind darstellt (Abb. 2), gaben 59,4% der Schwangeren mit Risikoschwangerschaft an, dass sie ein mäßiges bis sehr großes Risiko für ihr Kind sehen, Frauen ohne diagnostizierte Risikoschwangerschaft gaben dies zu 56,5% ( $p=0,309$ ). Auf ihre Ernährung achten 71,4% der Frauen mit Risikoschwangerschaft stark bis sehr stark, Frauen ohne diagnostizierte Risikoschwangerschaft achten darauf zu 84,1% ( $p=0,122$ ).

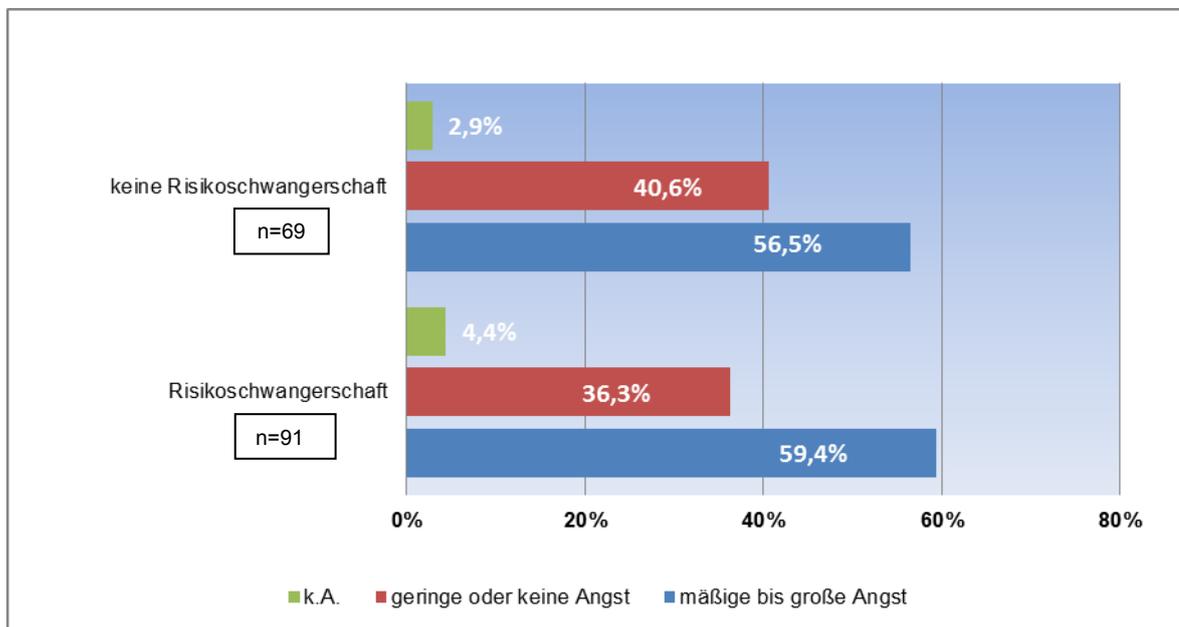


Abbildung 2: Angst der Schwangeren den Fötus durch unausgewogene Ernährung zu gefährden

### Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse zeigen, dass viele Teilnehmerinnen sehr genau auf die Ernährung achten und mögliche Risiken für das ungeborene Kind wahrnehmen. Frauen mit einer diagnostizierten Risikoschwangerschaft haben zudem eine gesteigerte Risikoperzeption im Hinblick auf ihre Ernährung. Es bedarf weiterer aufklärender Angebote, um über tatsächliche oder unnötig empfundene Risiken zu informieren und so vorhandenen Ängsten zu begegnen. Selektionsverzerrungen durch die Auswahl der Untersuchungscentren sind möglich, ebenso muss die geringe Fallzahl berücksichtigt werden. Die Durchführung einer prospektiven Kohortenstudie wäre sehr zu empfehlen, um die Erkenntnisse der Machbarkeitsstudie weiter vertiefen zu können.

**Literatur:**

1. Sutton, S., Perception of Health Risks: A Selective Review of the Psychological Literature. Risk Management, 1999. 1(1): p. 51-59.
2. Crozier, S., et al., Do women change their health behaviours in pregnancy? Findings from the Southampton Women's Survey. Paediatric and Perinatal Epidemiology, 2009. 23: p. 446-453.

## Abhängigkeit kognitiver Leistungen von der Ausprägung des Vegetativums

Thielmann B<sup>1</sup>; Weippert M<sup>2</sup>; Wilke M<sup>1</sup>; Böckelmann I<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Bereich Arbeitsmedizin, Medizinische Fakultät, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

<sup>2</sup>Institut für Präventivmedizin, Universität Rostock

### Einleitung und Ziel der Studie

Verschiedene Studien belegen enge Beziehungen zwischen Vegetativum und bestimmten Zentren im Gehirn (wie für Aufmerksamkeit und Motivation sowie Affekte und exekutive Funktionen). Somit wird die Verschiebung im Bereich der sympathisch-parasympathischen Dynamik als Mediator sowohl für psychosomatische und kardiovaskuläre Erkrankungen angesehen.

Die Herzratenvariabilität (HRV) gilt als Indikator für autonome Kontrollmechanismen der Herz-Kreislauf-Regulation und eine Messgröße der neurovegetativen Aktivität. Vorteil dieser Methode ist die einfache und nichtinvasive Erfassung. Allgemein erfasst die HRV die physiologische Variation der Herzschlagfolge. Die Methoden der HRV-Analyse bzw. die daraus gewonnenen HRV-Parameter differenziert man in solche des Zeit- und Frequenzbereichs sowie wavelet und nichtlineare Methoden [1, 2].

Weippert et al. [3] belegten den Zusammenhang von psychischen Belastungstests auf die Herzfrequenz und Herzratenvariabilität. Außerdem ergab sich, dass ausgeprägte LF- und niedrige HF-Anteile nicht zwangsläufig mit einer erhöhten Herzfrequenz einhergehen.

Ziel dieser Studie war es, aus den Messergebnissen der kardialen Reaktion auf psychomentale Belastungen Rückschlüsse auf den prädiktiven Wert der Ruhe-HRV hinsichtlich der kardiovaskulären Antwort auf das psychische Stressempfinden zu ziehen.

### Probanden und Methodik

Wir untersuchten 228 Probanden (101 Vagotoniker und 127 Sympathikotoniker im Alter zwischen 35 und 65 Jahre).

Im Testlabor erfolgte unter standardisierten Bedingungen die Durchführung von psychomentalen Belastungstests (CORSI, DT, STROOP aus dem Wiener Testsystem, Fa. Schuhfried). Die verwendeten Testverfahren erforderten eine visuelle und akustische Informationsaufnahme und -verarbeitung. Der CORSI-Block-Tapping-Test dient der Erfassung des visuell-räumlichen Kurzzeitgedächtnisses. Der

Determinationstest dient der Messung von sensorisch-motorischen Funktionen bei Reaktionsaufgaben. Der STROOP-Test ist ein Farb-Wort-Interferenztest, bei denen Farbwörter mit teilweise unterschiedlicher Farbe und Bedeutung dargeboten werden. Die kardiovaskulären Beanspruchungsparameter (Blutdruck, Herzfrequenz und die HRV) wurden mit Hilfe des Geräts PowerLab (AD Instruments) in Ruhe, Testphase und Erholung (je 5 Min.) abgeleitet.

Die Klassifizierung in Vago- bzw. Sympathikotoniker erfolgte auf Grundlage einer HRV-Clusteranalyse. Dabei wurde der autonome Ruhetonus mittels anteiliger LF- bzw. HF-Power ermittelt.

Ergebnisse:

Die Analyse der Beanspruchungsparameter (Blutdruck, Herzfrequenz, HRV) während Testbelastungen und in der Erholungsphase ergaben teilweise hoch signifikante Unterschiede zwischen Vago- und Sympathikotonikern. Letztere zeigten insgesamt höhere und somit hypertensive Blutdruckwerte als die Vagotoniker.

Die Betrachtungen von RMSSD ergaben signifikante Unterschiede in nahezu allen Testphasen, wobei die höheren Werte bei den Vagotonikern lagen ( $p_{\text{Ruhe}} < 0,001$ ,  $p_{\text{CORSI}} = 0,001$ ,  $p_{\text{DT}} = 0,031$ ). Ebenso die Analyse der LF- ( $p_{\text{Ruhe}} < 0,000$ ,  $p_{\text{STROOP}} = 0,08$ ,  $p_{\text{Erholung}} = 0,026$ ) und HF-Parameter ( $p_{\text{Ruhe}} < 0,001$ ,  $p_{\text{CORSI}} = 0,003$ ,  $p_{\text{DT}} = 0,031$ ,  $p_{\text{Erholung}} = 0,013$ ) sowie des LF/HF-Quotienten ( $p_{\text{Ruhe}} < 0,001$ ,  $p_{\text{CORSI}} < 0,001$ ,  $p_{\text{DT}} < 0,001$ ,  $p_{\text{STROOP}} < 0,001$ ,  $p_{\text{Erholung}} < 0,001$ ).

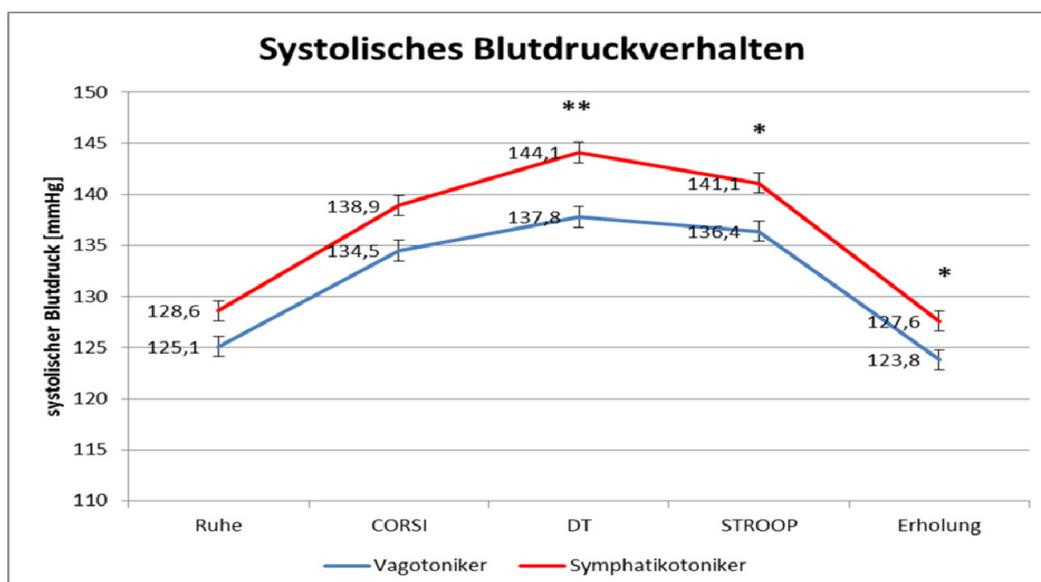
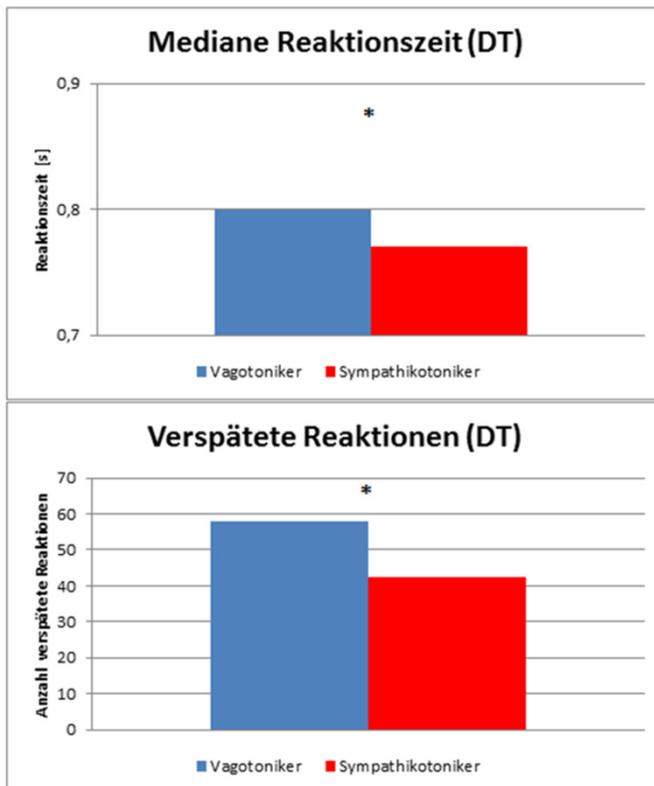


Abbildung 7: Systolisches Blutdruckverhalten der Vago- bzw. Sympathikotoniker während der Absolvierung von psychometrischen Leistungstests

Die Analyse der Leistungsdaten beim CORSI-Test ergaben keine signifikanten Unterschiede. Neben den in der Abbildung 2 grafisch dargestellten Leistungsergebnissen des DT-Tests fand sich auch im Parameter „Falsche Reaktionen“ eine Signifikanz von  $p = 0,023$  zugunsten der Sympathikotoniker. Auch im STROOP-Test ergaben sich signifikante Unterschiede zugunsten der Sympathikotoniker in den Parametern: „Benennzeit“ ( $p = 0,04$ ), „Baseline Reaktionszeit Benennen“ ( $p = 0,008$ ).



**Abbildung 8: Signifikante Testergebnisse des Wiener Determinationstest**

Diskussion:

Vielzählige Arbeitnehmer sind psychischem Stress ausgesetzt.

Die moderne Arbeitsmedizin benötigt praktikable Instrumente zur Messung der Kardioreaktivität auf psychische Belastungen. Die sympathiko-vagale Balance in Ruhe und die kardiale Reaktion auf mentale Provokationstests im Labor könnten Rückschlüsse auf die Bewältigung psychischer Beanspruchungen im Arbeitsalltag geben.

Die HRV könnte als Bindeglied zwischen arbeitsphysiologischer Beanspruchungsforschung und (praktischer) Arbeitsmedizin bei der Risikostratifizierung der Herz-Kreislauf-Erkrankungen betrachtet werden.

## Literaturverzeichnis:

1. Pfister EA, Böckelmann I, Seibt R, Stoll R, Weippert M (2007a) Arbeitsmedizinische Bedeutung der Herzfrequenzvariabilität. Zbl. Arbeitsmed. 57(6): 158-166
2. Pfister EA, Böckelmann I, Rüdiger H, Seibt R, Stoll R, Vilbrandt R (2007b) Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin e.V. Herzrhythmusanalyse in der Arbeitsmedizin. Aktualisiert. Arbeitsmed. Sozialmed. Umweltmed. 42 (6): 348-353
3. Weippert M, Thielmann B, Stoll R, Pfister EA, Böckelmann I (2009): Sympatho-vagale Balance und kardiale Reaktionen bei standardisierten psychomentalen Belastungen. Biomed Tech 54: 197-203

**Arbeitspsychologische Befragung von Teilnehmern eines****Stressbewältigungskurses für Studierende****Thielmann B<sup>1</sup>; Libuda I<sup>1</sup>; Ackermann E<sup>2</sup>; Böckelmann I<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Bereich Arbeitsmedizin, Medizinische Fakultät, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

<sup>2</sup>Abteilung für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie, Medizinische Fakultät, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

**Einleitung und Ziel der Studie:**

Veränderte Studienbedingungen verursachen psychische Beeinträchtigungen unter Studierenden. Die Mehrheit der Studierenden besitzt Kenntnisse über die notwendigen Anpassungsreaktionen und die dementsprechend erforderlichen Anpassungsleistungen. Allerdings gerät jeder 5. Studierende mindestens einmal im Verlauf des Studiums an die Grenzen seiner Bewältigungsmöglichkeiten. Zahlreiche Stressoren wie u. a. Lern- und Prüfungsangst oder Zeitdruck sowie Ungewissheit, Selbstzweifel wirken auf die Studierenden ein. Interventionen zur Bewältigung von Lern- und Arbeitsstörungen gewinnen weiter an Bedeutung. Ziel unserer Untersuchungen war die Erfassung der Effekte durch das Erlernen von Stressbewältigungsmechanismen (wie autogenes Training) oder die Wahrnehmung, Analyse und Bewertung von Stressempfindungen

**Probanden und Methodik:**

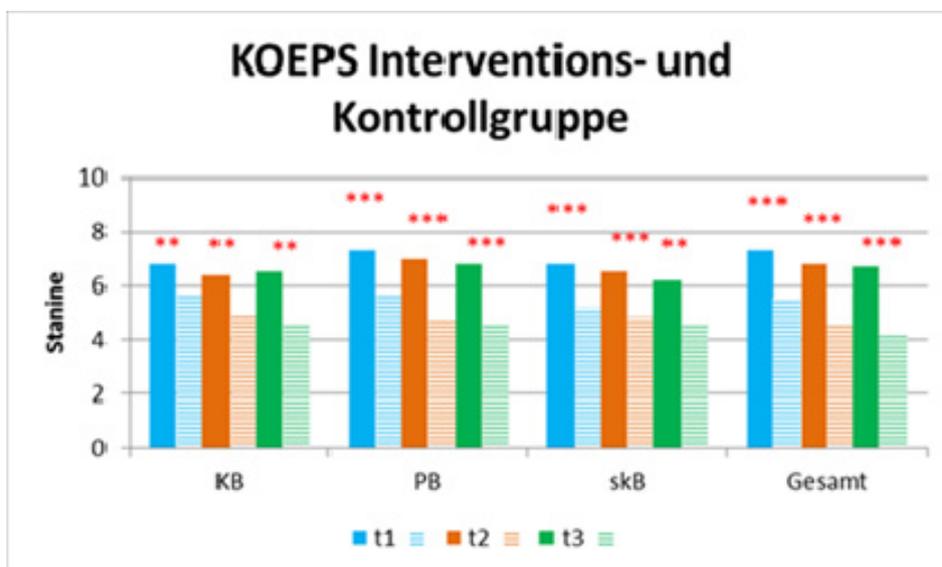
Es erfolgte eine Analyse von 97 Datensätzen von Studierenden verschiedener Fakultäten der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg. 76 davon (mittleres Alter  $25,0 \pm 3,7$  Jahre) absolvierten einen fakultativ angebotenen Stressbewältigungskurs. 21 Studierende (mittleres Alter  $23,7 \pm 2,6$  Jahre) gehörten einer Kontrollgruppe an (keine Teilnahme am Stressbewältigungskurs).

Zu Beginn, am Ende des achtwöchigen Stressbewältigungskurses sowie 3 Monate nach Ende des Kurses erfolgte die Beantwortung von standardisierten Fragebögen (AVEM = Arbeitsbezogenes Verhaltens- und Erlebensmuster, KOEPS = Fragebogen für körperliche, psychische und soziale Symptome, DSI = Differentielles Stressinventar, EBF = Erholungs-Belastungsfragebogen, SVF = Stressverarbeitungsfragebogen und SBUSB = Skalen zur Erfassung der subjektiven Belastung und Unzufriedenheit im beruflichen Bereich).

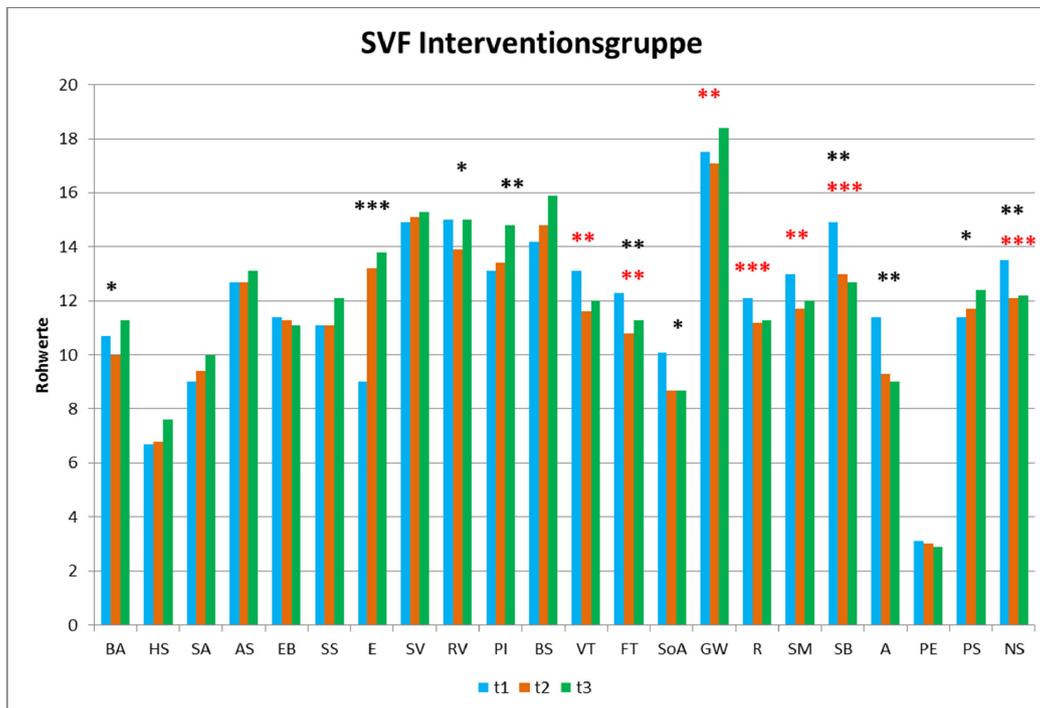
Ergebnisse:

Zu Beginn der Untersuchungen waren 76,4 % der Studierenden in gesundheitsgefährdenden AVEM-Mustern A, B und AB zuzuordnen (Kontrollgruppe 19 %). Es waren keine gesundheitsförderlichen Muster nachweisbar (Kontrollgruppe 47,6 %). 3 Monate nach Kursende waren 70,6 % der Studierenden in AVEM-Mustern A, B und AB vertreten (Vergleich Kontrollgruppe 11,8 %). Dabei war eine Abnahme von Typ AB (48,6 % auf 20,6 %) und Zunahme von A-Typ (1,4 % auf 17,6 %) innerhalb der Interventionsgruppe zu erkennen.

Die Auswertung der standardisierten Fragebögen ergaben teilweise hoch signifikante Unterschiede zwischen Interventions- und Kontrollgruppe. Die Teilnehmer des Stressbewältigungskurses gaben insgesamt eine subjektiv stärkere Stressbelastung an. Durch den achtwöchigen Kursbesuch konnten viele Dimensionen der Fragebogen an die Ergebnisse der Kontrollgruppe angenähert werden, was für verbesserte Stressbewältigungsmaßnahmen spricht. Diese Effekte konnten auch teilweise bei der Nachbeobachtung drei Monate nach Kursende beobachtet werden, was für einen Langzeiteffekt spricht. In der Abbildung 1 sind die Ergebnisse des Fragebogens für körperliche, psychische und soziale Symptome aufgezeigt. Es zeigten sich teilweise hoch signifikante Unterschiede des Beschwerdebildes zwischen Interventions- und Kontrollgruppe. In der Abbildung 2 sind die Ergebnisse des Stressverarbeitungsfragebogens der Interventionsgruppe dargestellt. Es können intra- (schwarz) und interindividuelle (rot) Signifikanzen bestimmter Dimensionen entnommen werden.



**Abbildung 9: Ergebnisse des Fragebogens für körperliche, psychische und soziale Symptome (KOEPS) der Interventions- und Kontrollgruppe** (KB = Körperliche Beschwerden, PB = Psychische Beschwerden, skB = sozial-kommunikative Beschwerden und Gesamt = Gesamtbeschwerden. t1 = Kursbeginn, t2 = Kursende und t3 = drei Monate nach Kursende. Signifikanzen: schwarz intraindividuell, rot = interindividuell mit \* ( $p \leq 0,05$ ), \*\* ( $p \leq 0,01$ ) und \*\*\* ( $p \leq 0,001$ ).



**Abbildung 10: Ergebnisse des Stressverarbeitungsfragebogens (SVF) der Interventionsgruppe** (BA = Bagatellisierung, HS = Herunterspielen, SA = Schuldabwehr, AS = Ablenkung von Situationen, EB = Ersatzbefriedigung, SS = Suche nach Selbstbestätigung, E = Entspannung, SV = Situationskontrollversuch, RV = Reaktionskontrollversuch, PI = Positive Selbstinstruktion, BS = Bedürfnis nach soz. Unterstützung, VT = Vermeidungstendenz, FT = Fluchttendenz, SoA = Soziale Abkapselung, GW = Gedankliche Weiterbeschäftigung, R = Resignation, SM = Selbstbemitleidung, SB = Selbstbeschuldigung, A = Aggression, PE = Pharmakaeinnahme, PS = Positivstrategien, NS = Negativstrategien. Signifikanzen: schwarz intraindividuell, rot = interindividuell mit \* ( $p \leq 0,05$ ), \*\* ( $p \leq 0,01$ ) und \*\*\* ( $p \leq 0,001$ ). Untersuchungszeitpunkte: t1 = Beginn, t2 = Kursende, t3 = 3 Monate nach Kursende

#### Diskussion:

Ein Langzeit-Effekt konnte teilweise nachgewiesen werden. Viele Dimensionen, die auf eine verbesserte Stressbewältigung hinweisen, blieben auch drei Monate nach Kursende stabil.

Es erscheint daher sinnvoll, bereits frühzeitig im Studium gesundheitsgefährdende Belastungen zu thematisieren. Eine angemessene Stressbewältigung ist unumgänglich, um den heutigen Arbeitsanforderungen gerecht zu werden. Der

Stressbewältigungskurs bietet eine Möglichkeit, mit anfallenden Belastungen im Studium umzugehen und persönliche Ressourcen zu stärken. Eine Steigerung der Lebenszufriedenheit ist erkennbar.

## **Herzratenvariabilität bei Erzieherinnen und Erziehern im Kinderheim – Ein Vergleich von Tagen mit und ohne anschließenden Nachtdienst**

**S. Darius<sup>1</sup>, I. Böckelmann<sup>1</sup>; B. Poschadel<sup>2</sup>; R. Wegner<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Bereich Arbeitsmedizin, Medizinische Fakultät, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg;

<sup>2</sup>Zentralinstitut für Arbeitsmedizin und Maritime Medizin Hamburg

### Einleitung

In der heutigen Zeit werden immer mehr psychische Belastungen und auch Erkrankungen von Arbeitnehmern registriert, insbesondere auch von Arbeitnehmern in Sozialberufen. Von Erzieherinnen und Erziehern in Kinderheimen sind zunehmend Klagen über zu hohe Belastungen zu verzeichnen, speziell an Tagen mit anschließender Bereitschaft, an denen die Mitarbeiter mehr als 24 Stunden im Dienst und aufgrund von Personalmangel allein für die Betreuung der zum Teil auffälligen Kinder und Jugendlichen zuständig sind.

Ziel der Untersuchung war es herauszufinden, ob und inwieweit sich die subjektiven Beschwerden über die zunehmende Belastung bei Heimpersonal mittels Herzfrequenzvariabilität (HRV) – ein oft verwendeter physiologischer Beanspruchungsparameter – objektivieren lassen.

### Probanden und Methoden

An den Untersuchungen nahmen 30 Erzieherinnen und Erziehern (20 Frauen und 10 Männer) im Alter von  $43,9 \pm 9,14$  Jahren freiwillig teil, eine schriftliche Einverständniserklärung lag vor. Allen Probanden wurde ein Langzeit-EKG-Gerät sowohl an einem Tag mit Nachtdienst (Schichttag) als auch an einem Arbeitstag ohne Nachtdienst (Vergleichstag) für die Erfassung der HRV angelegt. Die Herztätigkeit wurde in der Freizeit am Vergleichstag mit erfasst. Die Auswertung der RR-Daten gemäß Leitlinie der DGAUM (1) erfolgte mit dem Programm Kubios 2.0 (Finnland) im Zeit-, Frequenz- und non-linearen Bereich. Analysiert wurden wegen der besseren Vergleichbarkeit jeweils drei Stunden in der Nacht (02:00 – 05:00 Uhr) und drei Stunden am Tag (13:00 – 16:00 Uhr). Die Erfassung der Beschwerden erfolgte mittels Mehrdimensionalen Befindlichkeitsfragebogen (MDBF) nach Steyer et al. (2).

Tab. 1 Vergleich der HRV-Parameter im Tagesvergleich (13:00 – 16:00 Uhr)

Parameter	Schichttag		Vergleichstag		p-Wert
	MW	SD	MW	SD	
Mean RR [ms]	731,7	104,2	720,3	94,3	0,436
SDNN [ms]	52,9	29,8	60,0	40,2	0,469
Mean HR [min <sup>-1</sup> ]	84,9	12,0	86,1	10,8	0,510
SDHR [min <sup>-1</sup> ]	6,6	2,6	6,5	2,8	0,769
RMSSD [ms]	51,7	33,5	61,9	47,6	0,328
LF	68,6	16,4	69,2	13,2	0,823
HF	31,4	16,4	30,8	13,2	0,823
LF/HF	3,2	2,4	2,9	1,7	0,508
SD1 [ms]	37	24	44,3	34,1	0,331
SD2 [ms]	116,2	34,3	123,8	36,1	0,248

Tab. 2: Vergleich der HRV-Parameter im Nachtvergleich (02:00 – 05:00 Uhr)

Parameter	Schichttag		Vergleichstag		p-Wert
	MW	SD	MW	SD	
Mean RR [ms]	908,7	128,4	941	125,5	0,137
SDNN [ms]	60,9	39,4	51,2	29,9	0,154
Mean HR [min <sup>-1</sup> ]	68,4	10,4	65,6	9,0	0,160
SDHR [min <sup>-1</sup> ]	5,9	4,2	4,5	2,3	0,490
RMSSD [ms]	67,8	49,6	58,1	43,5	0,223
LF	57,4	16,2	59,5	15,5	0,489
HF	42,6	16,2	40,6	15,5	0,489
LF/HF	1,76	1,35	1,97	1,53	0,421
SD1 [ms]	48,4	35,3	41,5	30,8	0,223
SD2 [ms]	124,5	40,7	123,8	36,1	0,946

### Ergebnisse

Die Analyse der HRV-Parameter entsprechend der Leitlinie der DGAUM (2010) ergab nur geringe Unterschiede im intraindividuellen Vergleich. Statistisch signifikante Unterschiede waren nur im Tag-Nacht-Vergleich der jeweiligen Untersuchungstage zu verzeichnen. Hier wurde die Zunahme der Beanspruchungsparameter (Herzfrequenz, LF/HF-Ratio) am Tage deutlich, während diese nachts zurückgingen. Bei Gegenüberstellung der beiden Arbeitstage war dagegen weder ein Unterschied bei den Beanspruchungsparametern am Tag (Tab. 1) noch in der Nacht (Tab. 2) festzustellen. Auffällig war nur, dass die LF/HF-Ratio bei den Erziehern sowohl am Schichttag als auch am Vergleichstag im Vergleich zu Normwerten erhöht war.

### Diskussion

Ein Zusammenhang der subjektiven Beschwerden mit objektiven HRV-Parametern war nicht festzustellen. Unsere Auswertungen ergaben, dass sich die Erzieherinnen und Erzieher sowohl in der Nacht am Vergleichstag als auch in der Nacht nach Schichtdienst gut erholen konnten. Allerdings spricht die Erhöhung der LF/HF-Ratio dafür, dass die sympathovagale Balance bereits gestört ist. Dieser Befund steht im Einklang mit Studien, in denen eine gestörte sympathovagale Balance bei Schichtarbeitern gefunden wurde (3,4). In einer Studie an über 650 gesunden Arbeitern stellte sich heraus, dass Stress während der Arbeitszeit mit einer Reduzierung der parasympathischen Aktivität einhergeht, dass die LF/HF-Ratio bei hohem Stressfaktor erhöht war (5).

Hier könnte auch die Einstellung von mehr Personal helfen, die alleinige Verantwortung der Erzieherinnen und Erzieher in der Nacht abzuwenden und so die psychische Belastung zu reduzieren. Insgesamt gesehen sind die Ergebnisse weniger gravierend als zuvor angenommen, dennoch sind Studien notwendig, um das Risiko für die Entstehung von Burnout und auch von Herz-Kreislaufkrankungen zu senken.

### Literatur

1. Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin e.V. Herzrhythmusanalyse in der Arbeitsmedizin. (2007) Arbeitsmed. Sozialmed. Umweltmed. 42(6): 348–353
2. Steyer R , Schwenkmezger P, Notz P, Eid M (1997) Hogrefe Verlag
3. van Amelsvoort LGPM, Schouten EG, Maan AC, Swenne CA, Kok FJ (2000) Int Arch Occup Environ Health 73: 255 – 262
4. Mitani S, Fujita M, Shirakawa T (2006) Int Arch Occup Environ Health 79: 27 – 32  
Clays E, De Bacquer D, Crasset V, Kittel F, de Smet P, Kornitzer M, Karasek R, De Backer G (2011) Int Arch Occup Environ Health 84: 185 – 191

## **Erfassung der Arbeitssituation, des Handlungsspielraums und der persönlichen Ressourcen von wissenschaftlichen und ärztlichen Mitarbeiterinnen**

**Kulemann J , Böckelmann I**

Bereich Arbeitsmedizin, Medizinische Fakultät, Otto-von-Guericke-Universität  
Magdeburg

### Einleitung

An den Hochschulen gibt es, trotz Verfestigung der Gleichstellung zwischen Männern und Frauen im Grundgesetz und verschiedenen Hochschulgesetzen, eine Unterrepräsentation von Frauen auf dem fortschreitenden Karriereweg. Zwar ist der Frauenanteil seit den 80er Jahren im Bereich der Wissenschaft angestiegen, doch ist es nach wie vor so, dass ab dem Karrierepunkt Promotion ein Ungleichgewicht zwischen dem weiblichen und männlichen Anteil in höheren beruflichen Positionen besteht. Dafür gibt es vielerlei Ansätze, in denen sich innere/psychologische und äußere/auch soziale Barrieren gegenüberstehen.

### Ziel der Studie

Ziel der Untersuchung war, eine Bedarfsanalyse zur Einschätzung der gewünschten Förderung von wissenschaftlichen (WMA) und ärztlichen Mitarbeiterinnen (ÄMA) zu ermitteln. Dazu erfolgte die Gewinnung der bis jetzt fehlenden Informationen über den förderungswürdigen Nachwuchs unter diesen Mitarbeiterinnen, was die Ermittlung von Arbeitssituation, Handlungsspielraum und persönlichen Ressourcen einschloss. Daneben sollte natürlich das Interesse an der wissenschaftlichen Karriere geweckt werden, um schließlich die auf diese Analyse hin herausgearbeiteten Fördermaßnahmen festzulegen.

### Material und Methodik

Bei der untersuchten Stichprobe wurden 61 akademische Mitarbeiterinnen (MA) der Medizinischen Fakultät der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg mittels einer anonymen Online-Umfrage via EvaSys befragt. Es handelt sich dabei um 34 WMA, 8 ÄMA und 19 MA mit einem gemischten Aufgabenfeld (W/ÄMA). Die Fragebögen wurden folgendermaßen kategorisiert: 1) Soziodemografische Daten, 2) Arbeitssituation und Karriereplanung, 3) mögliche Belastungen und persönliche Ressourcen im Arbeitsleben, 4) familiäre Situation und 5) Fördermaßnahmen.

### Ergebnisse

Anhand der in den Tabellen 1 und 2 veranschaulichten Häufigkeitsverteilungen der Antworten zu gestellten Fragen konnte eruiert werden, dass es Unterschiede, aber auch Angleichungen (diagrammatische Antwortdarstellung) in den drei MA-Gruppen gibt.

Zusammenfassend können die Ergebnisse wie folgt formuliert werden: Die **Arbeitssituation** ist durch eine hohe Arbeitsbelastung für die MA gekennzeichnet. Das beruht auf mehr als 10 Überstunden/Woche, die bei 79,4% der WMA auf Forschungsarbeit und bei 62,5% der ÄMA und 47,4% der W/ÄMA auf Verwaltungstätigkeiten basieren, hohem Arbeitsdruck, für 52,9% der WMA auf der Befristung des Arbeitsvertrages und bei 62,5% der ÄMA auf mangelnder Chancengleichheit in der Abteilung. Diese Umstände erweisen sich für die MA als problematisch, eine Führungsposition zu erreichen. Zwar erhält der Großteil der MA Anerkennung für ihre Arbeit, doch bedeutet dies nicht zwangsläufig, dass sie einen autonomen und unabhängigen **Handlungsspielraum** haben, denn für 50,0% der ÄMA trifft das eher nicht zu. Im Hinblick auf die **Ressourcen** wird deutlich, dass sie durchaus vorhanden sind. 41% der MA ist es wichtig beruflich voranzukommen. Es würden z.B. 37,7% der MA habilitieren, weil sie Spaß an der Arbeit haben, aber 79,6% sehen sich nicht den erhöhten Anforderungen gewachsen. Ist dafür ein mangelndes Weiterbildungsangebot ursächlich? Anhand hier nicht dargestellter Antworten wurde ermittelt, dass es nicht an ungenügenden Weiterbildungsangeboten ( $p=0,621$ ), den MA selbst ( $p=0,607$ ), deren Chefs ( $p=0,634$ ), ihren Familien ( $p=0,197$ ) oder den Kollegen ( $p=0,499$ ) liegt. Für die Erarbeitung der Fördermaßnahmen müssen dazu die genannten Probleme in Frage 6 und die gewünschten geförderten Programme aus Frage 13 berücksichtigt werden.

#### Schlussfolgerungen

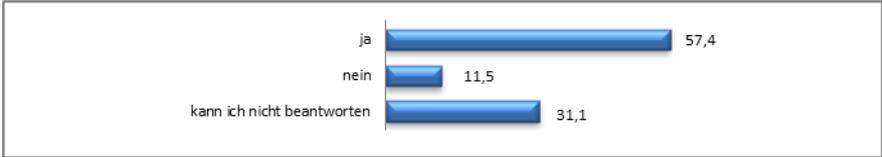
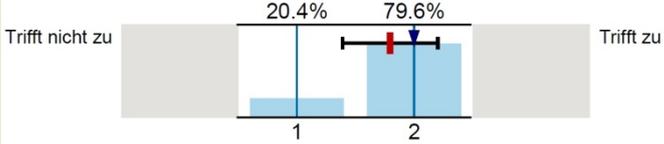
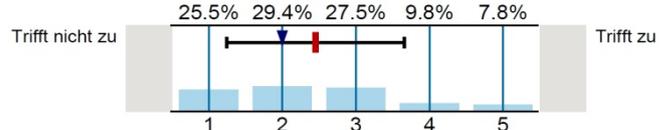
Der Wille, im Beruf Karriere zu machen, ist vorhanden und auch Qualifikationen wie selbstständiges Arbeiten oder Reserven im Ausbau des Handlungsspielraumes und Verantwortungsübernahme bilden eine optimistische Basis für die Förderung vom weiblichen wissenschaftlichen Nachwuchs. Leider erzeugen die genannten Probleme aus Frage 6 (*Welche Probleme sehen Sie, an eine Führungsposition zu kommen?*) im Ergebnisteilbis jetzt zu viele Barrieren, einen wissenschaftlichen Karriereweg einzuschlagen. Anhand dieser Analyse gilt es nun, gezielt Fördermaßnahmen zu erarbeiten und aufzubauen – auch unter der Berücksichtigung der Vorschläge aus Frage 13 (*Welche geförderten Programme wünschen Sie persönlich?*). Schließlich können die Ergebnisse sowohl für das Projekt „Dorothea-von-Erxleben Professur“, Personalentwicklungskonzept (Thema „Weiterbildung“) als auch dem „Konzept der Weiterentwicklung der Familienfreundlichkeit“ (Thema: „Vereinbarkeit von Arbeit und Familie“) genutzt werden.

**Tabelle 3** Fragen zur Arbeitssituation der Mitarbeiterinnen und Häufigkeitsverteilung der Antworten

Frage	Gruppe	WMA	ÄMA	W/ÄMA	Gesamt	P Chi <sup>2</sup>
<b>1. In meiner Abteilung kann man von Chancengleichheit sprechen.</b>						<b>0,002</b>
Keine Angabe		9,4	9,4	5,3	6,8	
Trifft nicht zu		9,4	9,4	15,8	10,2	
Trifft eher nicht zu		6,3	6,3	0,0	11,9	
Teils teils		9,4	9,4	21,1	15,3	
Trifft eher zu		28,1	28,1	26,3	25,4	
Trifft zu		<u>37,5</u>	<u>37,5</u>	<u>31,6</u>	30,5	
<b>2. Ich fühle mich durch die Befristung meines Arbeitsvertrages belastet.</b>						<b>0,071</b>
Keine Angabe		11,8	0,0	15,8	11,5	
Trifft nicht zu		11,8	12,5	<u>31,6</u>	18,0	
Trifft eher nicht zu		5,9	12,5	10,5	8,2	
Teils teils		2,9	<u>37,5</u>	10,5	9,8	
Trifft eher zu		14,7	12,5	0,0	9,8	
Trifft zu		<u>52,9</u>	25,0	<u>31,6</u>	<u>42,6</u>	
<b>3. Für meine Arbeit erhalte ich Anerkennung von anderen.</b>						<b>0,645</b>
						MW=3,6 MD=4 S=1,1
<b>4. Ich muss oft über einen längeren Zeitraum unter hohem Druck arbeiten.</b>						<b>0,475</b>
						MW=3,3 MD=3 S=1,3
<b>5. Bitte geben Sie Ihre vertraglich festgelegte (FWAZ) und tatsächlich geleistete Wochenarbeitszeit (TWAZ) in Stunden an.</b>						
						MW=3,3 MD=3 S=1,3
<b>6. Welche Probleme sehen Sie, an eine Führungsposition zu kommen?</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• befristete Arbeitsverträge bzw. zu wenig Stellen (9 x)</li> <li>• Meinung von Männern „Frauen = keine Karriere“ (4 x)</li> <li>• Keine Unterstützung durch Vorgesetzte bzw. Institution (4 x)</li> </ul>						

- Vereinbarung Familie u. Beruf (4 x)
- zu wenig Zeit, zu viele Aufgaben (3 x)
- zu jung (3 x)
- Männer werden bevorzugt, interne „Politik“ (2 x)
- Frauen sind keine „Ellenbogen-“ bzw. „Alpha-Tierchen“ (2 x)
- Möchte nicht weiter aufsteigen (2 x)

**Tabelle 4** Fragen zu den Ressourcen der Mitarbeiterinnen und Häufigkeitsverteilung der Antworten

Frage	Gruppe	WMA	ÄMA	W/ÄMA	Gesamt	P Chi <sup>2</sup>
<b>7. Sie sind: (Mehrfachnennungen möglich)</b>						
Diplomiert		76,5	12,5	31,6	54,1	
Promoviert		50,0	62,5	68,4	57,4	
Habilitiert		2,9	0,0	0,0	1,6	
<b>8. Mir ist es sehr wichtig, beruflich voranzukommen.</b>						<b>0,183</b>
						
<b>9. Würden Sie habilitieren? (Mehrfachnennungen möglich)</b>						
						
<b>10. Denken Sie an Ihren Chef. Wie schätzt er Sie ein? Gehören Sie zum förderungswürdigen wissenschaftlichen bzw. ärztlichen Nachwuchs?</b>						<b>0,485</b>
						
<b>11. Ich sehe mich den erhöhten und veränderten Anforderungen einer Führungsposition gewachsen.</b>						<b>0,243</b>
						
<b>12. Das an der Universität bestehende Weiterbildungsangebot ist gut geeignet, meine</b>						<b>0,134</b>
						

<b>Fähigkeiten und Fertigkeiten zu fördern.</b>					S=1,2
<b>13. Welche geförderten Programme wünschen Sie persönlich?</b>					<b>0,767</b>
Weiterbildungsangebote für Hochschullehrerinnen	5,9	0,0	10,5	6,6	
Mentoring-Programme	23,5	<u>25,0</u>	<u>31,6</u>	26,2	
Pos. Anreize über spez. Stellen und/oder Ressourcen für Frauen	<u>41,2</u>	<u>25,0</u>	15,8	31,1	
Verstärkte Maßnahmen zur effektiven Durchsetzung der Gebote des Frauenförderplanes	5,9	12,5	15,8	9,8	
Sonstiges (Coaching-Programme, Didaktikkurse)	8,8	12,5	15,8	11,5	

## **Auswirkungen eines Stressbewältigungskurses auf Schlafdauer und kardiovaskuläre Parameter in einer Gruppe von gesunden Probandinnen**

**A. D'Alessandro<sup>1</sup>, J. Schreiber<sup>2</sup>, E. Ackermann<sup>3</sup> und I. Böckelmann<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Universitätsklinikum der Otto-von-Guericke Universität Magdeburg, Med. Fakultät, Bereich Arbeitsmedizin; <sup>2</sup>Universitätsklinikum der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Universitätsklinik für Kardiologie, Angiologie und Pneumologie; <sup>3</sup>Psychotherapeutische Studentenberatung, Studentenwerk Magdeburg

### Einleitung

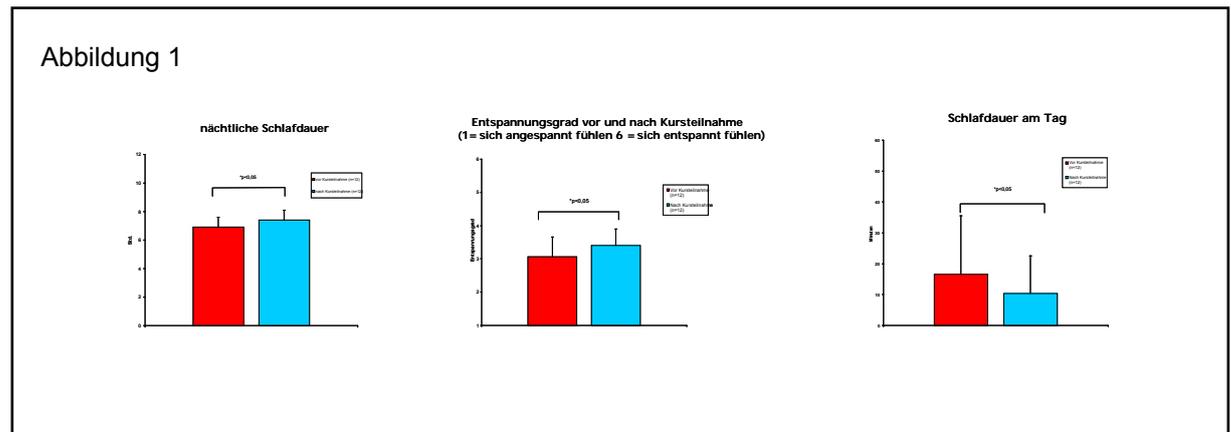
Zu den möglichen langfristigen Folgen von Negativ-Stress am Arbeitsplatz gehört die Entwicklung von Bluthochdruck; jedoch sind die pathophysiologischen Mechanismen von stressbedingtem Bluthochdruck nicht endgültig erforscht. Der Zusammenhang zwischen negativem Stress und Schlafstörungen ist dagegen gut belegt und allgemein akzeptiert. Interessanterweise gibt es zunehmend Arbeiten, die eine epidemiologische Assoziation zwischen Schlafentzug / Schlafmangel und Bluthochdruck zeigen. Es wäre somit denkbar, dass die stressbedingte Schlafstörung eine pathophysiologische Verbindung zwischen Negativ-Stress und Bluthochdruck darstellt. Durch Atem- und Entspannungsübungen, wie beispielsweise autogenes Training, kann dem Stress im Alltag entgegengewirkt werden. Wir haben uns deshalb gefragt, ob die Teilnahme an einem Stressbewältigungskurs die Schlafgewohnheiten und die kardiovaskulären Parameter der Teilnehmer positiv beeinflussen kann. Um unserer Frage nachzugehen, haben wir die Auswirkungen eines Stressbewältigungskurses auf die Schlafgewohnheiten und kardiovaskuläre Parameter von 12 gesunden Studentinnen untersucht.

### Probanden und Methodik

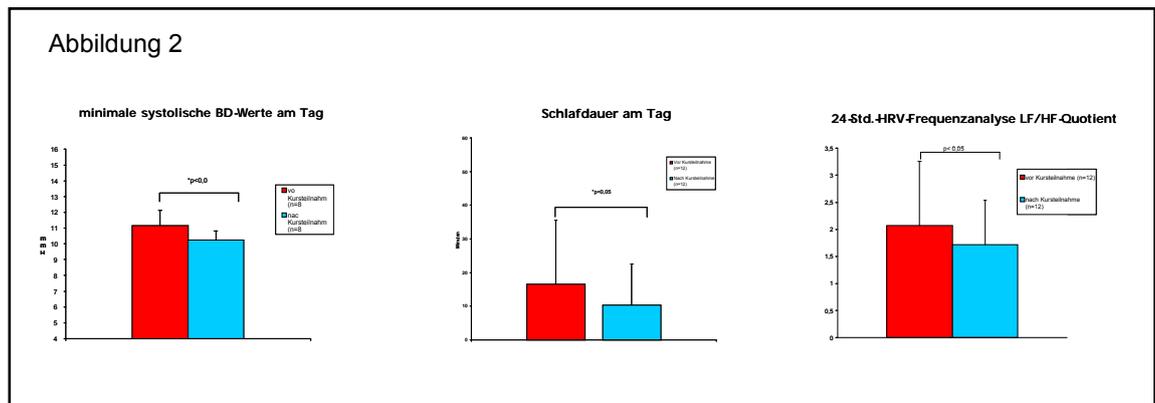
Um die Auswirkungen eines Stressbewältigungskurses auf den Schlaf zu untersuchen, haben wir, Zustimmung der Ethikkommission, die Schlafgewohnheiten von 12 gesunden Studentinnen vor und nach Teilnahme an einem Stressbewältigungskurs beobachtet. Schlaftagebücher mit Abend- und Morgenprotokollen (Deutsche Gesellschaft für Schlafforschung und Schlafmedizin/Arbeitskreis Diagnostik) wurden von den Probanden für jeweils 2 Wochen ausgefüllt. Zusätzlich haben wir, vor und nach Kursteilnahme, bei 8 von den 12 Probandinnen 24-Stunden-Blutdruckmessungen und 24-Stunden-EKG-Aufzeichnungen durchgeführt. Wir haben anschließend die Ergebnisse der Fragebögen und der kardiovaskulären Messungen vor und nach Kursteilnahme verglichen. Das schriftliche Einverständnis der Probanden lag vor.

## Ergebnisse

Die Probandinnen hatten nach dem Kurs einen längeren nächtlichen Schlaf ( $7.4 \pm 0.7$  vs.  $6.9 \pm 0.7$  Std.;  $p < 0.05$ ), am Morgen fühlten sie sich entspannter ( $3.4 \pm 0.5$  vs.  $3.06 \pm 0.6$  in einer Skala von 1 bis 6, wobei 1 für sich angespannt fühlen und 6 für sich entspannt fühlen stand;  $p < 0.05$ ) und das Schlafbedürfnis am Tage ging zurück ( $10.3 \pm 12.3$  vs.  $16.6 \pm 18.9$  min.;  $p < 0.05$ ) (Abbildung 1).



Die durchschnittlichen Blutdruck-Werte sowohl am Tag als auch in der Nacht wiesen keine statistisch signifikanten Unterschiede auf. Jedoch waren die minimalen systolischen Blutdruck-Werte ( $102.5 \pm 5.7$  vs.  $111.4 \pm 9.8$  mm/Hg;  $p < 0.05$ ) und Hf-Werte ( $57.2 \pm 7.2$  vs.  $64 \pm 7$  bpm;  $p < 0.05$ ) am Tag niedriger. Die 24-Std.-Herzfrequenzvariabilitäts-Analyse zeigte, nach dem Kurs eine Reduktion des LF/HF-Quotienten, wobei die LF- und HF-Komponenten vor und nach Kursteilnahme keine signifikanten Unterschiede aufwiesen (LF:  $1805 \pm 1300$  vs.  $1614 \pm 693$  ms<sup>2</sup> HF  $1279 \pm 1379$  vs.  $1208 \pm 791$  ms<sup>2</sup>). In der Nacht dagegen zeigten sich bei den Probandinnen überraschenderweise nach dem Kurs erhöhte minimale systolische ( $97.7 \pm 5.2$  vs.  $92.8 \pm 5.2$  mm/Hg;  $p < 0.05$ ) und diastolische Blutdruck-Werte ( $50.7 \pm 4.5$  vs.  $45.7 \pm 4.5$  mm/Hg;  $p < 0.05$ ) (Abbildung 2).



### Diskussion

Die Teilnahme von jungen, gesunden Studentinnen an einem Stressbewältigungskurs verlängert die nächtliche Schlafdauer, reduziert die Schlafdauer am Tag und steigert das Entspannungsgefühl. Des weiteren reduzieren sich nach dem Kurs die minimale Herzfrequenz am Tag und die minimalen systolischen Blutdruckwerte sowie der LF/HF-Quotient (Kriterium der sympatho-vagalen Balance) für die 24 Stunden. Dieses deutet auf eine Steigerung des vagalen Tonus hin. Entgegen unserer Hypothese jedoch sind die minimalen systolischen und diastolischen Blutdruckwerte in der Nacht nach Kursteilnahme höher als vorher. Da die Blutdruck-Regulation in der Nacht von Schlafphasen und Schlaftiefe abhängig ist, ist es möglich, dass die Teilnahme am Kurs die Schlafstruktur verändert und somit auch die nächtliche Blutdruckregulation.

### Literatur

Schwimmer H, Stauss HM, Abboud F, Nishino S, Mignot E, Zeitzer JM. Effects of sleep on the cardiovascular and thermoregulatory systems: a possible role for hypocretins. *J Appl Physiol.* 2010 Oct;109(4):1053-63.

Sayk F, Teckentrup C, Becker C, Heutling D, Wellhöner P, Lehnert H, Dodt C. Effects of selective slow-wave sleep deprivation on nocturnal blood pressure dipping and daytime blood pressure regulation. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2010 Jan;298(1):R191-7.

Zhong X, Hilton HJ, Gates GJ, Jelic S, Stern Y, Bartels MN, Demeersman RE, Basner RC. Increased sympathetic and decreased parasympathetic cardiovascular modulation in normal humans with acute sleep deprivation. *J Appl Physiol.* 2005 Jun;98(6):2024-32.

## Psychosoziale Belastungen und Beanspruchungen bei Beschäftigten in der Behindertenhilfe

A. Kozak<sup>1</sup>, M. Böhmert<sup>2</sup>, A. Nienhaus<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> CVcare - Kompetenzzentrum für Epidemiologie und Versorgungsforschung bei Pflegeberufen, Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, Hamburg

<sup>2</sup> BGW - Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege, Hamburg

**Ziel der Studie:** Erkenntnisse aus der Forschung zeigen, dass hohe psychische Belastungen am Arbeitsplatz mit vielfältigen Gesundheitsrisiken assoziiert sind. Diese Problematik verschärft sich insbesondere bei Beschäftigten in emotional fordernden Berufen. Die Arbeit in der Behindertenhilfe ist durch Interaktion zu Menschen geprägt, die zum Teil schwierige und komplexe Verhaltensmuster aufweisen. Daneben können Aspekte der Arbeitsorganisation sowie Probleme im Umgang mit Vorgesetzten, Kollegen und Angehörigen das Wohlbefinden beeinträchtigen. In Deutschland gibt es wenige Untersuchungen über die psychosoziale Arbeitssituation der Beschäftigten in der Behindertenhilfe. Das Ziel dieser Studie ist es zu konkretisieren, wie die Arbeit von den Mitarbeiter/-innen empfunden wird. Auf der Grundlage des medizinsoziologischen „Job-Demand-Control-Support-Modells“ werden Zusammenhänge zwischen arbeitsbedingten Belastungen, Schutzfaktoren und Burnout als Zielvariable untersucht. Ferner werden mögliche Folgen im Zusammenhang mit Burnout aufgezeigt.

**Methoden:** Im Rahmen eines Forschungsprojekts wurde von Januar bis März 2011 eine Untersuchung in Wohneinrichtungen der Behindertenhilfe im norddeutschen Raum durchgeführt. Insgesamt wurden 409 Beschäftigte aus zehn Sozialeinrichtungen befragt. Die Responserate betrug 45%. Psychosoziale Belastungen und Beanspruchungen bei der Arbeit wurden mit dem Copenhagen Psychosocial Questionnaire (COPSOQ) erfasst. Dieses Screening-Instrument versucht, mit einem breiten Fragespektrum den Aspekten Belastung und Beanspruchung gerecht zu werden [1]. Für die Beantwortung der Fragen wurde meist eine fünfstufige Likert-Skala vorgegeben, wobei die erste Kategorie den Maximalwert (z.B. immer), die letzte den Minimalwert (z.B. nie) darstellt. Die Items wurden entsprechend der Anzahl der Antwortkategorien auf den Wertebereich zwischen 0 und 100 Punkten transformiert. Alle in der Analyse verwendeten Skalen wurden dichotomisiert. Der mittlere Skalenwert diente zur Einteilung der Variablen. Werte über  $\geq 50$  deuten auf eine hohe Burnout-Symptomatik hin [2]. Mittels logistischer Regression wurden adjustierte Odds Ratios (OR) und 95%-Konfidenzintervalle (KI) für mögliche Prädiktoren von hohen Burnout-Werten berechnet.

**Ergebnisse:** In der Stichprobe überwogen die weiblichen Studienteilnehmer (72%). Das Durchschnittsalter der Befragten betrug zum Befragungszeitpunkt 41 Jahre (SD 12 Jahre). Ausgehend von einem Cutoff-Wert ( $\geq 50$ ) wiesen rund 40% der Befragten eine hohe Burnout-Symptomatik auf. Der Mittelwert auf der Burnout-Skala betrug 43,5 (SD 19). Frauen gaben häufiger an als Männer, emotional erschöpft zu sein. Dies traf auch auf die Beschäftigten in der mittleren Altersgruppe (30-39 Jahren) und auf solche, die

bereits 11-15 Jahre in der Behindertenhilfe tätig sind, zu. Statistisch signifikante Prädiktoren für eine hohe Burnout-Symptomatik waren: hohe quantitative Anforderungen (OR 2; 95%KI 1,1-3,2); Anforderungen, Emotionen zu verbergen (OR 2; 95%KI 1,2-3,5) und Anforderungen hinsichtlich der Vereinbarkeit von Familie und Beruf (OR 6; 95%KI 3,4-9,6). Als Schutzfaktor fungierte ein großer Einfluss bei der Arbeit (OR 0,5; 95%KI 0,34-0,83).

Bei Vorliegen hoher Burnout-Werte dachten die Befragten häufiger daran, ihren Beruf aufzugeben und wiesen stärkere kognitive Stresssymptome auf. Mit zunehmender Burnout-Symptomatik nahm die Zufriedenheit mit der Arbeit und mit dem Leben insgesamt ab. Beschäftigte mit einer hohen Burnout-Symptomatik wiesen auch einen schlechten Gesundheitszustand auf (siehe Abb.).

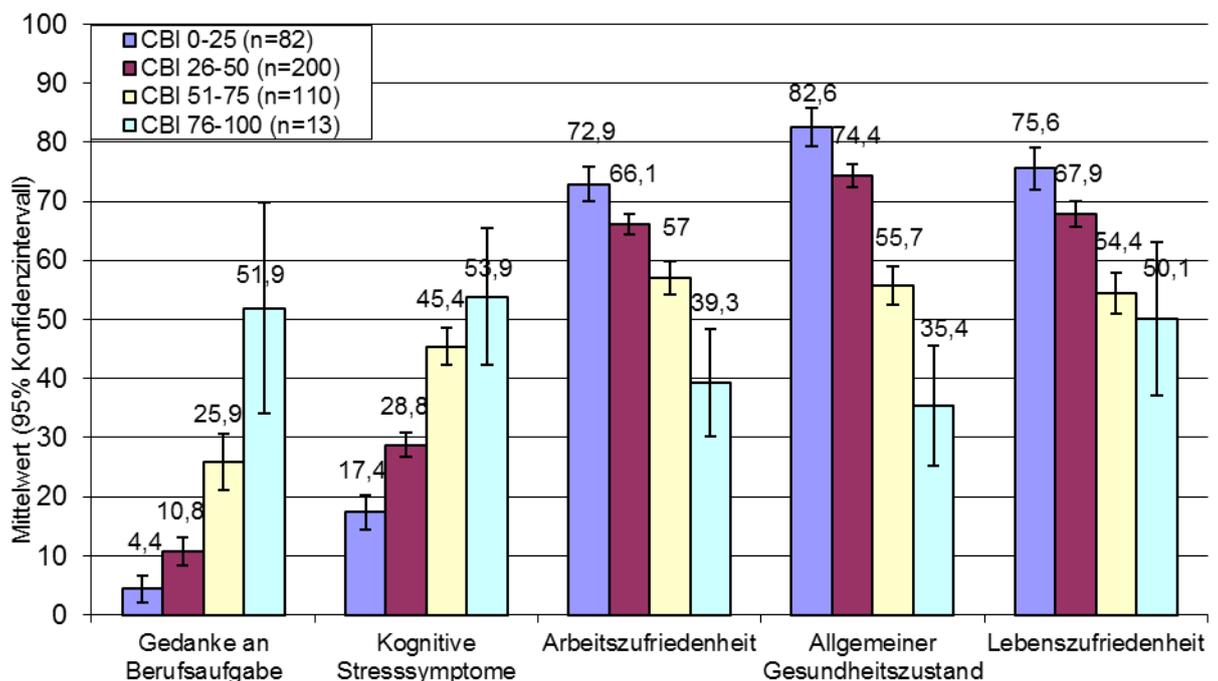


Abb. Mittelwerte der Outcomes bezogen auf die Quartile der Subskala ‚personal burnout‘ des Copenhagen Psychosocial Questionnaire (CBI).

**Schlussfolgerungen:** Die vorliegenden Ergebnisse legen nahe, dass viele Beschäftigte in der Behindertenhilfe von unterstützenden Maßnahmen profitieren würden. Eine nachhaltige Arbeitszeitorganisation, die familiäre und individuelle Bedürfnisse der Mitarbeiter/-innen berücksichtigt, könnte im Hinblick auf die Entwicklung von Burnout-Symptomen vorbeugend wirken. Außerdem zeigt sich, dass eine partizipative Einbeziehung der Beschäftigten in Planungs- und Entscheidungsprozesse des ihnen anvertrauten Arbeitsbereichs eine wichtige

Ressource zur Bewältigung von Burnout ist. Mehrere Studien weisen darauf hin, dass herausforderndes Verhalten im Setting der Behindertenhilfe eine nicht unerhebliche Problematik für das betreuende Personal darstellt [3,4]. Um emotional belastende Situationen im Arbeitsalltag zu minimieren, sind zielgruppenspezifische Gewaltpräventionsmaßnahmen und entsprechende Nachsorgestrategien erforderlich.

Vor dem Hintergrund der demografischen Entwicklung und dem Fachkräftemangel im pflegerischen Bereich gilt es langfristig, die psychische Gesundheit von Beschäftigten in diesem Setting gezielt zu fördern und zu erhalten. Trotz eingeschränkter Möglichkeit bei dem Querschnittsdesign, die Kausalität zu beurteilen, lassen die Ergebnisse vermuten, dass eine Reduktion von persönlichen Erschöpfungszuständen das allgemeine Wohlbefinden sowie die Arbeits- und Lebenszufriedenheit positiv beeinflussen kann. Darüber hinaus kann eine stärkere Bindung an die Arbeitsstelle erzielt werden.

### Literatur

[1] Nübling,M., Stößel,U., Hasselhorn,H.M., Michaelis,M. & Hofmann,F. (2005). Methoden zur Erfassung psychischer Belastungen - Erprobung eines Messinstrumentes (COPSOQ). Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (Hrsg.) Dortmund, Wirtschaftsverlag NW.

[2] Borritz,M., Rugulies,R., Christensen,K.B., Villadsen,E. & Kristensen,T.S. (2006). Burnout as a predictor of self-reported sickness absence among human service workers: prospective findings from three year follow up of the PUMA study. J.Occup.Environ.Med., 63(2), 98-106.

[3] Rose,D. & Rose,J. (2005). Staff in services for people with intellectual disabilities: the impact of stress on attributions of challenging behaviour. J Intellect.Disabil.Res, 49(Pt 11), 827-838.

[4] Franz,S., Zeh,A., Schablon,A., Kuhnert,S. & Nienhaus,A. (2010). Aggression and violence against health care workers in Germany - a cross sectional retrospective survey. BMC.Health Serv.Res., 10(1), -51.

## **Zum Zusammenhang zwischen Pupillenunruheindex (PUI) und Schläfrigkeitsempfinden bei ausgeruhten und schläfrigen Simulatorfahrern**

**Geißler, B.<sup>1</sup>, Barth, A.\*<sup>1</sup>, Kaufmann, T.<sup>2</sup>, Krahn, U.<sup>3</sup>, Muttray, A.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität, Mainz; <sup>2</sup>Institut für Rechtsmedizin der Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität, Mainz; <sup>3</sup>Institut für Medizinische Biometrie, Epidemiologie und Informatik der Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität, Mainz

\*Diese Arbeit enthält Daten aus der med. Dissertation von A. B., in Vorbereitung

### Ziel der Studie

Fahrschläfrigkeit erhöht das Unfallrisiko [1]. Die Messung von Schläfrigkeit kann in der arbeitsmedizinischen Prävention hilfreich sein. Der Pupillographische Schläfrigkeitstest wurde von einzelnen Autoren als valides Instrument zur Messung von Fahrschläfrigkeit propagiert [2]. Unsere Fragestellung lautete: In welchem Ausmaß korrelieren subjektive und objektive Schläfrigkeitsmaße?

### Methoden

In die Studie wurden 20 gesunde junge Männer (22-30 Jahre), vorwiegend Studenten, eingeschlossen. In einem Parallelgruppendesign wurden die Probanden an 2 verschiedenen Experimenttagen jeweils vor und nach einer etwa 1,5-stündigen Fahrt in einem PKW- Fahrsimulator (Foerst F10-P) untersucht. An Tag 1 waren die Probanden beider Subgruppen ausgeruht. An Tag 2 wurden lediglich die 10 Probanden der Kontrollgruppe in ausgeruhtem Zustand untersucht. Die Messungen bei den anderen 10 Probanden erfolgten nach Schlafentzug, d. h. nach einer durchwachten Nacht, die die Probanden unter Aufsicht im Institut verbracht hatten. Die Gruppenzuteilung erfolgte randomisiert. Die subjektiv empfundene Schläfrigkeit wurde mit der 10-stufigen Karolinska Schläfrigkeitsskala (KSS) sowie einer visuellen Analogskala (VAS) (0mm=sehr wach, 100mm=sehr müde) untersucht. Nach einer 10-minütigen Ruhepause wurde der Pupillographische Schläfrigkeitstest durchgeführt, bei dem in Dunkelheit mittels Infrarot-Videographie die spontanen Pupillenoszillationen des Probanden über 11 Minuten aufgezeichnet werden. Ergebnisparameter ist der Pupillenunruheindex (PUI). Er ist ein Maß für die Schwankungen der Pupillenweite. Ein hoher PUI zeigt ein niedriges zentralnervöses Aktivierungsniveau an und wird bei schläfrigen Personen beobachtet. Probanden, die während des PSTs einschlieften, wurden nicht geweckt, sondern erhielten – je nach Zeitpunkt des erstmaligen Einschlafens – einen fiktiven PUI-Wert zwischen 22 und 27 mm/min. Die statistische Auswertung erfolgte deskriptiv und mittels Korrelationsanalysen nach Spearman. Die Studie wurde von der zuständigen Ethikkommission gebilligt. Alle Probanden gaben ihr schriftliches Einverständnis.

### Ergebnisse

Nach Schlafentzug schätzten sich die Probanden im Vergleich zur Kontrollgruppe schläfriger ein, sowohl vor der Fahrt (medianer KSS-Score 8 vs. 2,5, medianer VAS-Score 70,5 vs. 12,5) als auch nach der Fahrt (9 vs. 3 bzw. 99,5 vs. 23). Der PUI war nach Schlafentzug höher (vor Fahrt: Median 22,5 vs. 6,4 mm/min; nach Fahrt 25,8 vs. 8,5 mm/min) (Abb. 1). Bei den gepoolten Daten betragen die Korrelationskoeffizienten zwischen dem PUI und den subjektiven Schläfrigkeitsscores für die KSS  $r=0,52$  (95% CI [0,34;0,66],  $n=80$ ) und für die VAS  $r=0,64$  (95% CI [0,49;0,75],  $n=80$ ). Beispielhaft dargestellt sind die Streudiagramme der PUI- und KSS-Scores an Tag 2 vor und nach der Simulatorfahrt (Abb. 2a und b).

### Schlussfolgerungen

Berücksichtigt man, dass es sich um ein standardisiertes Experiment handelt, ist der Zusammenhang zwischen dem PUI und den untersuchten subjektiven Schläfrigkeitsmaßen als eher schwach einzustufen. Gründe können sein, dass die Verfahren nicht dasselbe messen oder dass die schläfrigen Probanden ihren Wachheitszustand nur schlecht einschätzen konnten.

### Danksagung

Die Studie wurde von der Schleicher-Stiftung gefördert.

### Literatur

- [1] Akerstedt T. Consensus statement: fatigue and accidents in transport operations. *J Sleep Res* 9 (2000): 395.
- [2] Walzl M. Schläfrig am Steuer? Pupillometrische Untersuchungen an PKW-Lenkern. *Zbl Arbeitsmed* 58 (2008): 130-141.

## **Instrumentarium zur Erfassung psychomentaler und physischer Belastungen chirurgisch tätiger Krankenhausärzte**

**Annika Rieger, Sebastian Neubert, Matthias Weippert, Steffi Kreuzfeld, Regina Stoll**

Institut für Präventivmedizin, Universität Rostock

### **Ziel der Studie**

Die Arbeitswelt hat sich rasant verändert: während die physischen Belastungen zurück gehen, ist ein deutlicher Anstieg psychomentaler und psychosozialer Beanspruchungen in der Arbeitswelt zu verzeichnen [1]. Veränderte Arbeitsbedingungen machen sich durch einen deutlichen Anstieg psychischer Erkrankungen bemerkbar [2, 3]. Das Paradoxon, dass der Arztberuf zu den besonders gesundheitsgefährdeten Tätigkeiten zählt, ist seit langer Zeit bekannt und wissenschaftlich untermauert [4, 5]. Ärzte erbringen sehr anspruchsvolle Dienstleistungen unter diffizilen Arbeitsbedingungen, wodurch sie besonders belastet sowie psychomental und physisch vulnerabel sind. In der vorgestellten Pilotstudie wurde das Ziel verfolgt, einen Beitrag zur Ärztegesundheit zu leisten, indem ein neu entwickeltes Instrumentarium zur Erfassung der psychophysiologischen Beanspruchung [6] unter realen Arbeitsbedingungen eingesetzt und evaluiert wurde.

### **Methoden**

Basierend auf freiwilliger Teilnahme wurden 21 chirurgisch tätige Krankenhausärzte im Alter von 26 bis 56 Jahren über einen Zeitraum von  $16,9 \pm 4,8$  Stunden im alltäglichen Kontext untersucht. 6 Assistenzärzte, 5 Fachärzte, 6 Oberärzte sowie 4 leitende Oberärzte/ Chefärzte willigten ein, ein mobiles Assessment durchzuführen.

Das entwickelte telemedizinische Erfassungssystem, bestehend aus Sensor, Brustgurt und Smartphone, wurde den Probanden morgens vor Aufnahme der Arbeit von einem Untersucher angelegt. Die sensorseitig erfassten Parameter umfassten die Herzfrequenz (HSF), Atemfrequenz (AF), Hautoberflächentemperatur (T), Bewegungsmerkmale und Körperpositionen. Auf dem mobilen Gerät erfolgte die Dokumentation der Tagesaktivitäten durch den Arzt. Weiterhin wurden elektronische Versionen standardisierter Kurzfragebögen vor und nach jedem chirurgischen Eingriff ausgefüllt, um Veränderungen im subjektiven Erleben in situ erfassen zu können (vgl. Abb. 1).

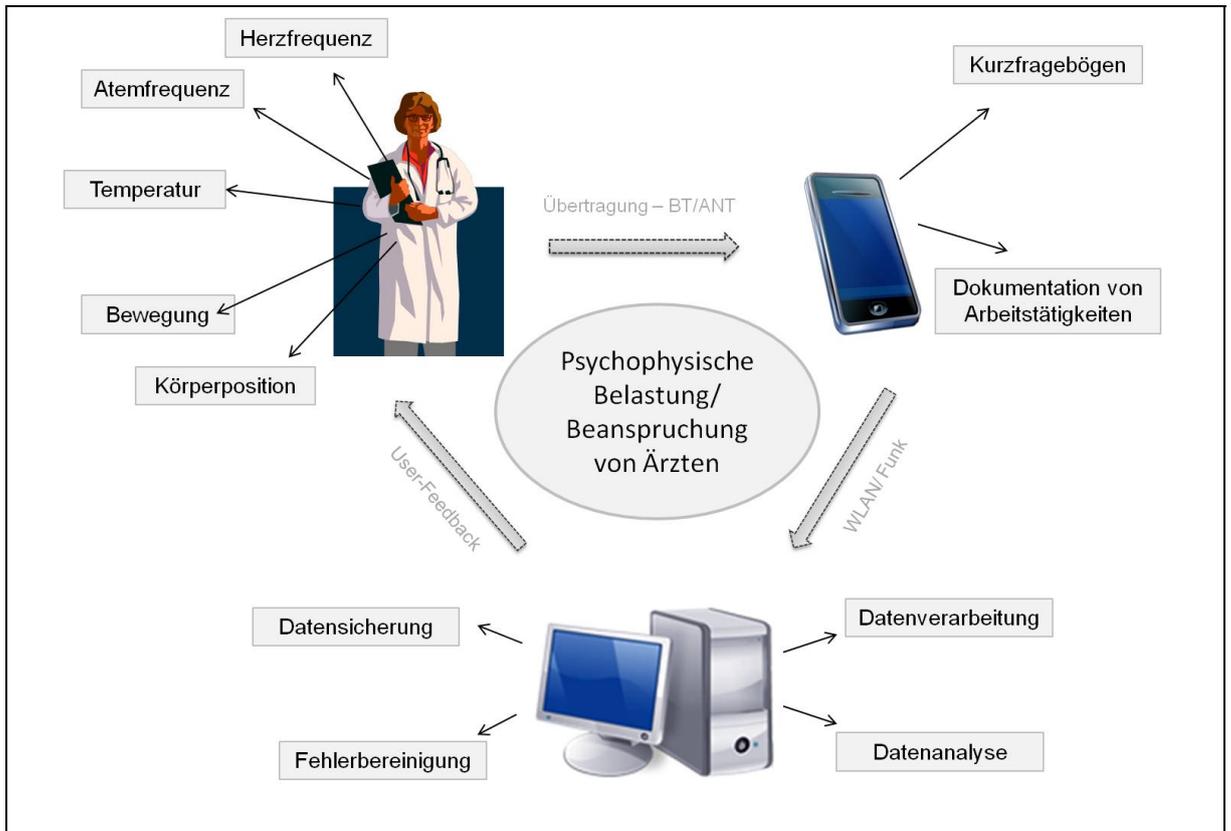


Abb. 1: Methodisches Vorgehen zur Erfassung der psychophysiologischen Belastung und Beanspruchung

**Ergebnisse**

Die durchschnittliche Arbeitserfahrung der männerdominierten Kohorte (20 Männer, 1 Frau) betrug 9,4 Dienstjahre, die mittlere Wochenarbeitszeit der teilnehmenden Ärzte rangierte bei 59,6 Stunden. Die automatische zeitliche Synchronisierung von Vitalparametern und Tagesaktivitäten erlaubte eine Gegenüberstellung der Beanspruchungen in den einzelnen Settings (vgl. Tabelle 1).

Tabelle 5: Verhalten von Vitalparametern bei verschiedenen Alltagstätigkeiten

Tätigkeit	Ø HSF	Ø AF	Ø T
Operation	87,58	21,71	33,47
Station	81,13	18,38	32,07
Sprechstunde	80,53	19,13	32,66
Freizeit	76,26	19,45	32,28
Sport	116,19	27,22	30,01
Ruhe	61,99	15,07	33,40

Sowohl das Verhalten der drei untersuchten Parameter HSF, AF und T, als auch die signifikanten Unterschiede zwischen der bewegungsintensiven Stationsarbeit und der

vorwiegend statischen Tätigkeit im OP untermauern die speziellen Beanspruchungen während chirurgischer Eingriffe. Mit Ausnahme der sportlichen Betätigung in der Freizeit wurden während der Operationen die höchsten Werte der Vitalparameter erfasst. Weiterhin konnten signifikante Unterschiede zwischen den drei genannten Messdaten beim Operieren mit Bleischürze und beim Operieren ohne Bleischürze festgestellt werden. Darüber hinaus zeigte sich, dass Ärzte in der Funktion als Operateur nachweislich höher beansprucht waren als assistierende Ärzte.

Anhand der Ergebnisse der Kurzfragebögen zur psychomentalen Beanspruchung konnte eine Klassifizierung in stressbehaftete und stressfreie Eingriffe vorgenommen werden. Es ließen sich signifikante Unterschiede zwischen diesen beiden Stressklassen sowohl für die subjektiven als auch für die objektiven Parameter aufzeigen.

Die mündliche Nachbefragung zur Alltagstauglichkeit und Handhabbarkeit des Systems ergab eine hohe Akzeptanz des entwickelten Monitoringsystems. Alle teilnehmenden Ärzte sprachen sich für den Einsatz des mobilen Assessments zur Erfassung von Arbeitsbelastungen und –beanspruchungen aus. Lediglich im Bereich der Akkukapazität der Mobiltelefone seien Verbesserungen wünschenswert.

### **Schlussfolgerungen**

Das vorgestellte Erfassungssystem stellte sich als praktikable Lösung für ein ambulantes Assessment auch im klinischen Setting heraus. Um den subjektiven Bias gering zu halten, erwies sich eine umfassende Messung psychischer und physischer Beanspruchungen als empfehlenswert, bei der sowohl objektiv- als auch subjektiv-personenbezogene Verfahren miteinander kombiniert werden. Anhand der vorgestellten Methodik konnte eine Objektivierung der von den klinisch tätigen Ärzten häufig als hoch empfundenen psychophysiologischen Beanspruchung vorgenommen werden.

**Literaturquellen**

1. Klien C (2011). Psychosoziale Belastungen in der Arbeitswelt aus arbeitsmedizinischer Sicht. Österreichisches Forum Arbeitsmedizin 2: 10-12.
2. Eben E, Zobel A (2011). Psychische Belastung am Arbeitsplatz. Arbeitsmedizin Sozialmedizin Umweltmedizin 46 (8): 482-487.
3. Bundesministerium für Arbeit und Soziales (Hrsg.). Psychische Gesundheit am Arbeitsplatz. Arbeitsmedizinische Empfehlung. Bonn, 2011.
4. Buddeberg-Fischer B, Stamm M, Buddeberg C, et al. (2010). Chronic stress experience in young physicians: Impact of person- and workplace-related factors. International Archives of Occupational and Environmental Health 83 (4): 373-379.
5. Von dem Knesebeck O, Klein J, Grosse Frie K, et al. (2010). Psychosoziale Arbeitsbelastung bei chirurgisch tätigen Krankenhausärzten. Deutsches Ärzteblatt 104 (14): 248-253.
6. Neubert S, Behrendt S, Rieger A, et al. Echtzeit-Telemonitoring-System in der Präventivmedizin. In: Duesburg F, ed. E-Health 2012 – Informationstechnologien und Telematik im Gesundheitswesen. Solingen: Medical Future Verlag, pp. 249-252, 2011.

## Risikoeinschätzung von stinkenden Arbeitsstoffen: Subjektive und objektive Indikatoren

**S. Kleinbeck, N. Riether, M. Schäper, C. van Thriel**

Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der TU Dortmund

### Ziel der Studie

Viele Arbeitsstoffe können durch olfaktorische Wahrnehmungen belästigend wirken. Grenzwerte für die zulässige Konzentration eines Arbeitsstoffes sollen daher u.a. unangemessene Belästigungen vermeiden (vgl. MAK- und BAT-Werte-Liste). Während bewährte Verfahren für die subjektive Erfassung von Belästigung und Geruchswirkung existieren (Labeled Magnitude Scale; Green et al. 1996), werden kaum objektive Verfahren für die Risikoabschätzung eingesetzt.

Erste Hinweise für die Übereinstimmung subjektiver Einschätzungen mit objektiven Daten konnten in eigenen Experimenten beobachtet werden (van Thriel et al., 2011). Dabei zeigten sich in verschiedenen vierstündigen Expositionsszenarien Übereinstimmungen zwischen subjektiven Einschätzungen der Augenirritation und der Lidschlussfrequenz. Allerdings waren beide Erhebungen aus messtechnischen Gründen um mehrere Minuten asynchron. Um die Angemessenheit der subjektiven Verfahren stärker mit objektiven Daten abzusichern, wurden zwei objektive und reliable Verfahren zur Messung von Geruchswirkungen eingesetzt, die simultan mit der subjektiven Einschätzung durchgeführt werden können.

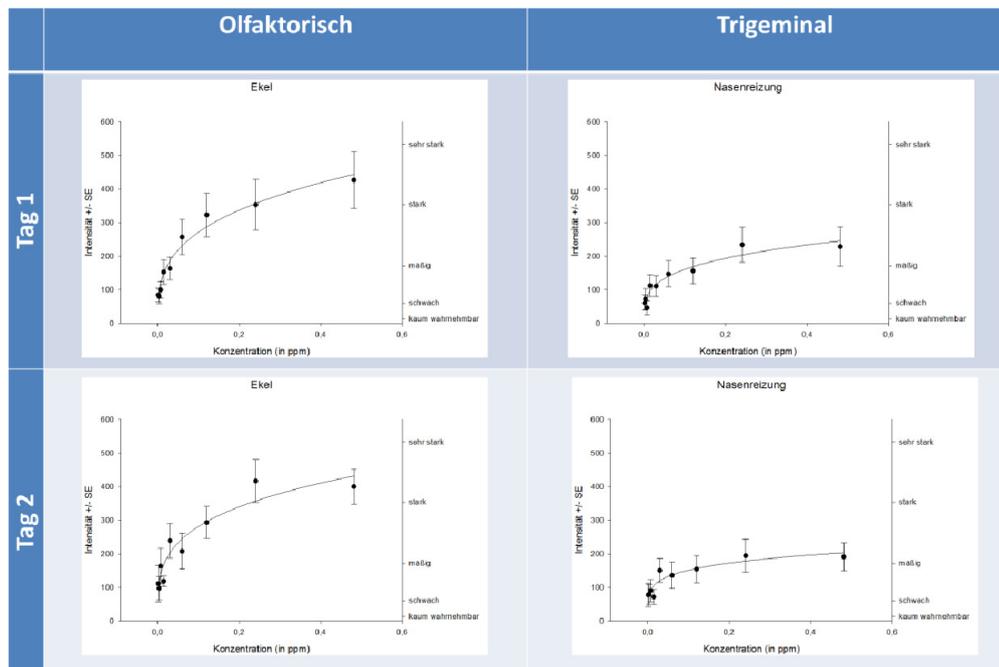
### Methoden

18 Versuchspersonen haben olfaktorische (Geruchsintensität, Lästigkeit, Ekel) und trigeminale (Nasenreizung, brennend, stechend, Niesreizerrregend, scharf, kitzelnd, prickelnd) Empfindungen (vgl. Laska et al, 1997) bei neun Konzentrationen von Mercaptoethanol (Permissible Exposure Limit: 0,2 ppm; OSHA) an zwei durch mindestens eine Woche getrennten Terminen eingeschätzt. Es wurden mehr Frauen (15) als Männer (3) untersucht, da Frauen als empfindlicher für Gerüche gelten. Die verschiedenen Konzentrationen (0,002-0,48 ppm in geometrischer Reihe) wurden mit Hilfe eines Flow-Olfaktometers (Ecoma TO7; ECOMA GmbH, Kiel) zur Verfügung gestellt, das eine normale Nasenatmung ermöglicht. Gleichzeitig wurde die Atemtiefe als objektiver Indikator für protektive Reaktionen (Danuser, 2001; Walker et al., 2001) und die elektrodermale Reaktion als Indikator autonomer Reaktionen (Moller & Dijksterhaus, 2003) auf den Geruch erfasst. Die Atemtiefe wurde mit Hilfe eines Brustgurts gemessen und auf einem Biosignal-Recorder gespeichert. Zur Messung der elektrodermalen Reaktion wurden Elektroden an Ring- und Mittelfinger der nicht-dominanten Hand befestigt. Das Experiment wurde durch die lokale Ethikkommission genehmigt. Die Versuchspersonen wurden im Voraus über das Experiment informiert und erklärten sich schriftlich damit einverstanden.

## Ergebnisse

Im Hinblick auf die subjektiven Einschätzungen olfaktorischer Empfindungen zeigte sich über beide Messzeitpunkte hinweg eine große Stabilität (nahezu identische psychophysische Kurven, vgl. Abb. 1), sowohl für die olfaktorische Empfindung „Ekel“ als auch für die trigeminale Empfindung „Nasenreizung“.

## EXPERIMENT: SUBJEKTIVE EMPFINDUNGEN



**Abbildung 1:** Einschätzungen olfaktorischer (Ekel) und trigeminaler Empfindungen verschiedener Konzentrationen von Mercaptoethanol an zwei Messzeitpunkten (Tag 1, Tag 2).

Erste deutliche Erhöhungen der subjektiven Einschätzungen sind bei 0,03 ppm zu beobachten. Die höchste Konzentration (0,48 ppm) löste starke bis sehr starke olfaktorische und mäßige bis starke trigeminale Empfindungen aus.

Die Atemtiefe verringerte sich bei einer Konzentration von 0,24 ppm sprunghaft um mehr als 15 % (vgl. Abb. 2a). Eine deutliche Zunahme der elektrodermalen Leitfähigkeit zeigte sich bei der höchsten Konzentration von 0,48 ppm (vgl. Abb. 2b). Die Unterschiede sind signifikant (geplante Kontraste: Vergleich der aktuellen Konzentration mit dem Mittelwert der niedrigeren Konzentration).

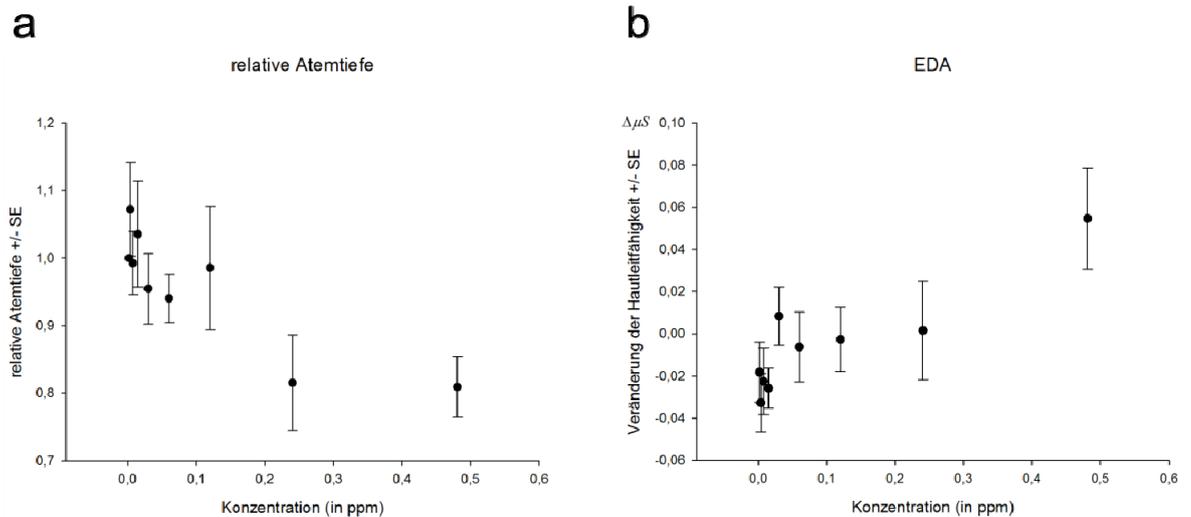


Abbildung 2: Relative Atemtiefe (a) und Elektrodermale Aktivität (b) bei verschiedenen Konzentrationen von Mercaptoethanol

### Schlussfolgerungen

Reliable Einschätzungen olfaktorischer Empfindungen konnten im subjektiven Verfahren nachgewiesen werden. Die Verringerung der Atemtiefe wird als protektive Reaktion gewertet, bei der unklar bleibt, ob es sich um eine reflexive oder willentliche Steuerung handelt. Unabhängig davon sollte eine so extreme, adverse Reaktion auf einen Arbeitsstoff durch einen Grenzwert vermieden werden. Die elektrodermale Veränderung entzieht sich als autonome Reaktion fast vollständig einer willentlichen Steuerung. Mit beiden Verfahren konnten physiologische Reaktionen auf von Mercaptoethanol nachgewiesen werden. Die Verringerung der Atemtiefe mit mindestens starkem Ekeempfinden verbunden, die elektrodermale Reaktion ist mit starkem bis sehr starkem Ekeempfinden. Ob und welche subjektiven Einschätzungen mit physiologischen Reaktionen in einer reliablen Beziehung stehen, ist offen. Jedoch sind neben subjektiven Einschätzungen also sowohl elektrodermale Reaktion als auch Atemtiefe als kritische Endpunkte bei der Risikoabschätzung geeignet und können z.B. für eine Benchmarkdosis-Modellierung herangezogen werden. Bislang fehlen jedoch klare Empfehlungen, welche physiologische Änderung bzw. subjektive Einschätzung als adverser Effekt gewertet werden kann.

## Literatur

Danuser B. Candidate physiological measures of annoyance from airborne chemicals. *Chem Senses* 26 (2001); 333-337.

Green BG, Dalton P, Cowart B, Shaffer G, Rankin K, Higgins J. Evaluating the 'Labeled Magnitude Scale' for measuring sensations of taste and smell. *Chem Senses* 21 (1996); 323-34.

Laska M, Distel H, Hudson R. Trigeminal perception of odorant quality in congenitally anosmic subjects. *Chem Senses* 22 (1997); 447-56.

Moller P, Dijksterhaus G. Differential human electrodermal responses to odours. *Neuroscience Letters* 346 (2003); 129-132.

Walker JC, Kendall-Reed M, Hall SB, Morgan WT, Polyakov VV, Lutz RW. Human responses to propionic acid II. Quantification of breathing responses and their relationship to perception. *Chem Senses* 26 (2001); 351-358.

van Thriel C, Schäper M, Kleinbeck S, Kiesswetter E, Zimmermann A, Golka K, Blaszkewicz M, Brüning T, Hey K. Reizwirkungen durch Ethylacrylat – Ergebnisse experimenteller Expositionen. In: Griefahn B, Golka K, Hengstler JG, Bolt HM (Hrsg.): Transport und Verkehr. Dokumentation der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin e.V., 50. wiss. Jahrestagung, 16.-19. Juni 2010 in Dortmund (S 134-138). Aachen: DGAUM, 2010

## Korrelate emotionaler Erschöpfung im Geschlechtervergleich bei Lehrkräften

**Seibt, R., Neustadt, K., Druschke, D., Spitzer, S.**

Institut und Poliklinik für Arbeits- und Sozialmedizin, Technische Universität Dresden

### 1 Problem- und Zielstellung

Das Burnout-Phänomen stellt nach wie vor ein nicht eindeutig definierbares Konstrukt dar, das keine diagnostischen Kriterien hat und somit auch nicht als Diagnose gestellt werden kann. Nach derzeitigem Kenntnisstand ist Burnout ein multidimensional beeinflusstes Konstrukt mit der Kernkomponente *emotionale Erschöpfung* (EE). Um das Burnout-Phänomen zu erklären, wurde eine Vielzahl von Erklärungs- und Verlaufsmodellen entwickelt, wobei in den meisten Studien nur isolierte Variablenbereiche (z.B. nur Merkmale der Arbeit) auf ihren Zusammenhang mit Burnout untersuchen.

Zum Burnout-Risiko für Lehrkräfte liegen allerdings ambivalente Ergebnisse vor. Unabhängig davon besteht im Lehrerberuf ein erhöhtes Risiko für *emotionale Erschöpfung*, das im Zusammenhang mit der beruflichen Belastung diskutiert wird (Bauer et al. 2006, Neustadt & Seibt 2009, Schaarschmidt 2005, Seibt et al. 2007). Nach bisherigen Studien ist bei Lehrkräften für *emotionale Erschöpfung* von Geschlechtsunterschieden auszugehen, wonach Frauen diese stärker erleben. Daher wurde in vorliegender Studie der Zusammenhang arbeits-, gesundheits- bzw. personenbezogener Merkmale mit *emotionaler Erschöpfung* geschlechtervergleichend für Lehrer (LE<sub>M</sub>) und Lehrerinnen (LE<sub>F</sub>) zu untersucht.

### 2 Methodik

*Stichprobe.* Die Stichprobe setzt sich aus 83 Lehrern und 630 Lehrerinnen im Alter zwischen 28 - 62 Jahren (Durchschnittsalter 46±7 Jahre) aus allgemeinbildenden Schulen zusammen. In den soziodemografischen Daten liegen keine Geschlechtsunterschiede vor. Lehrer und Lehrerinnen unterscheiden sich im Beschäftigungsverhältnis: Fast dreiviertel der Lehrerinnen (71 %) und knapp die Hälfte der Lehrer (43 %) sind teilzeitbeschäftigt ( $p < .001$ ).

*Eingesetzte Verfahren.* Emotionale Erschöpfung (Gefühl der Entkräftung durch Ressourcenverbrauch) wurde mit der gleichnamigen Subskala der deutschen Form des Maslach Burnout Inventory (MBI-D: Büssing & Perrar 1992) erfasst. Als arbeitsbezogene Variablen wurden Arbeitsbedingungen und -anforderungen (z.B. Arbeitsumfang, Klassengröße, Vor- und Nachbereitungszeiten, außerunterrichtliche Tätigkeiten, Zusatzaufgaben) mittels lehrerspezifischer Berufsanamnese (BA: Seibt & Dutschke 2005), Arbeitsfähigkeit mit dem Work Ability Index (WAI: BAuA 2003) und das Effort-Reward-Ratio (ER-Ratio) mit dem ERI-Questionnaire (Rödel et al. 2004) erhoben. Als *gesundheitsbezogene* Daten wurden physische und psychische Beschwerden (BFB: Höck & Hess 1975), sowie kardiovaskuläre Risikofaktoren (u.a. Blutdruck, Body Mass Index, Waist Hip Ratio) berücksichtigt. Einbezogene

personenbezogene Merkmale waren Erholungsunfähigkeit (Skala des Fragebogens zur Analyse belastungsrelevanter Anforderungsbewältigung - FABA: Richter et al. 1996), Kohärenzerleben (Sense of Coherence-Fragebogen in der Leipziger Kurzform - SOC-L9: Schumacher et al. 2000) und Lebensgewohnheiten (Sport, Genussmittelkonsum).

*Statistische Auswertung.* Zur Analyse der Geschlechtsunterschiede zwischen Lehrern und Lehrerinnen wurden in Abhängigkeit vom Datenniveau der untersuchten Variablen Unterschiedstests (t-Test; Chi-Quadrat-Unterschiedstest) durchgeführt. Für die Ermittlung der Zusammenhänge zwischen EE mit den arbeits-, gesundheits- und personenbezogenen Merkmalen erfolgten Korrelations- (Korrelationskoeffizienten nach Pearson, Spearman und Kendalls Tau) und *hierarchische* Regressionsanalysen.

### 3 Ergebnisse

*Geschlechtseffekte (Tab. 1).* Für EE sind zwischen Lehrern und Lehrerinnen keine Geschlechtseffekte festzustellen; die Ausprägungen von EE sind durchschnittlich moderat. Lehrer unterrichten mehr Stunden und in mehr verschiedenen Klassen. Die Arbeitsfähigkeit ( $d=.16$ ) und das ER-Ratio ( $d=.25$ ) unterscheiden sich zwischen beiden Geschlechtergruppen nicht bedeutsam. Lehrer unterscheiden sich von Lehrerinnen in den Gesundheitsparametern. Erwartungsgemäß geben sie weniger Beschwerden an, weisen aber einen höheren Anteil an Hypertonie ( $d=.22$ ) und Übergewicht ( $d=.38$ ) auf. Erholungsunfähigkeit ist bei Lehrern geringer ausgeprägt ( $p<.000$ ); 14 % von ihnen und 19 % der Lehrerinnen weisen *auffällige* Erholungswerte auf. Im Kohärenzerleben bestehen dagegen keine Geschlechtsunterschiede ( $p=.222$ ). In ihren Lebensgewohnheiten unterscheiden sich Lehrer und Lehrerinnen teilweise. Es liegen keine Geschlechtsunterschiede zur *Häufigkeit sportlicher Aktivitäten* vor; 43 % der Befragten geben an, mindestens zweimal *in der Woche Sport zu treiben*. Der *Fitnesszustand* ist in beiden Gruppen bei circa zwei Drittel der Befragten als *gut* zu klassifizieren. Für Rauchen liegt ein praktisch nicht bedeutsamer Geschlechtsunterschied vor; 5 % der Lehrer und 13 % der Lehrerinnen rauchen. Bezüglich des *Alkoholkonsums* geben Lehrerinnen an, öfter gelegentlich Alkohol zu konsumieren, während Lehrer einen höheren Anteil an regelmäßigen Konsumenten haben; Lehrer überschreiten häufiger die tolerierbare Alkoholmenge (TOAM).

*Tabelle 1: Geschlechtseffekte arbeits-, gesundheits- und personenbezogener Merkmale der Lehrer und Lehrerinnen*

Variablen		Lehrer (N = 83)	Lehrerinnen (N = 630)	Signifikanz p (Effektstärke)
<b>Burnout [Range: 1-6]</b>				
Emotionale Erschöpfung	MW±SD	3,2 ± 0,8	3,2 ± 0,8	p = .617 (n.s.)
<b>Arbeitsbezogene Variablen</b>				
Gesamtarbeitszeit [Zeitstunden/Woche]	MW±SD	42 ± 9	39 ± 10	p = .131 (n.s.)
Unterrichtsstunden [Schulstunden/Woche]	MW±SD	21 ± 4	20 ± 4	p < .000 (.46)
Klassengröße [Schüleranzahl]	MW±SD	20 ± 4	20 ± 4	p = .682 (n.s.)
Unterrichtete Klassen [Anzahl]	MW±SD	9 ± 3	6 ± 3	p = .000 (.81)
Arbeitsfähigkeit [Range: 7-49]	MW±SD	39 ± 5	38 ± 6	p = .035 (.25)

ER-Ratio	MW±SD	0,7 ± 0,3	0,6 ± 0,3	p = .065 n.s.
ER-Risiko [ER-Ratio >1]	%	13	7	p =.037 (.16)
<b>Gesundheitsbezogene Variablen</b>				
Physische Beschwerden	MW±SD	5 ± 4	8 ± 6	p < .000 (.48)
Psychische Beschwerden	MW±SD	2 ± 2	3 ± 3	p =.005 (.31)
Systolischer Blutdruck [mmHg]	MW±SD	142 ± 17	131 ± 17	p =.000 (.61)
Diastolischer Blutdruck [mmHg]	MW±SD	93 ± 11	90 ± 11	p =.029 (.26)
Hypertonie <sup>1</sup> [≥ 140/90 mmHg oder/und]	%	68	51	p = .004 (.22)
Body Mass Index [kg/m <sup>2</sup> ]	MW ± SD	26,5 ± 3,0	25,0 ± 4,2	p < .000 (.50)
Übergewicht <sup>2</sup> [BMI ≥ 25 kg/m <sup>2</sup> ]	%	70	41	p < .000 (.38)
<b>Personenbezogene Variablen</b>				
Erholungsunfähigkeit [Range: 6-24]	MW±SD	14 ± 4	16 ± 4	p < .000 (.43)
Kohärenzerleben [Range: 9-63]	MW±SD	52 ± 6	51 ± 6	p = .222 n.s.
Sportliche Aktivität [- ≥ 2 x Sport/Woche]	%	43	43	p = .874 n.s.
Nichtraucher	%	95	87	p = .031 (.16)
Alkoholkonsum über TOAM <sup>3</sup>	%	27	16	p = .012 (.19)

Anmerkungen: MW ± SD: Mittelwert ± Standardabweichung; t-Test; Chi-Quadrat-Test

Signifikanz (2-seitig): \*\*\* p < .001 \*\* p < .01 \* p < .05 n.s. nicht signifikant

<sup>1</sup> Hypertoniegrenzwerte der Deutschen Hochdruckliga (2005)

<sup>2</sup> Deutsche Adipositas Gesellschaft et al. (2007); Männer WHR > 1,0; Frauen WHR < 0,85

<sup>3</sup> TOAM: tolerierbare obere Alkoholmenge (Männer: 20 g Alkohol/Tag; Frauen: 10 g Alkohol/Tag)

*Korrelationsanalyse (Tab. 2).* EE korreliert in beiden Geschlechtergruppen *nicht* bzw. *sehr gering* ( $r < .20$ ) mit Arbeitsplatzmerkmalen und kardiovaskulären Risikofaktoren und *gering* mit Beschwerden, Kohärenz sowie Subskalen des ERI. *Mittelstarke* Korrelationen ergeben sich für EE mit Arbeitsfähigkeit und Erholungsunfähigkeit

**Tabelle 2:** Korrelationsanalyse für emotionale Erschöpfung (EE)

Korrelationen mit EE	Lehrer (N = 83)	Lehrerinnen (N = 630)
<b>keine bzw. sehr geringe Korrelationen</b> ( $r < .20$ )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Arbeitszeit</li> <li>- Unterrichtsstunden</li> <li>- Klassengröße und Klassenanzahl</li> <li>- Blutdruck</li> </ul>	
<b>geringe Korrelationen</b> ( $.20 \leq r < .50$ )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ER-Ratio</li> <li>- Beschwerden</li> <li>- Kohärenz erleben</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- physische Beschwerden</li> </ul>
<b>mittlere Korrelationen</b> ( $.50 \leq r < .70$ )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Arbeitsfähigkeit</li> <li>- Erholungsunfähigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ER-Ratio</li> <li>- Kohärenz erleben</li> <li>- Arbeitsfähigkeit</li> <li>- psychische Beschwerden</li> <li>- Erholungsunfähigkeit</li> </ul>

*Regressionsanalysen.* In den geschlechtsabhängigen Regressionsanalysen erweisen sich neben den Beschwerden die Variablen aus dem personenbezogenen Bereich als stärkste Prädiktoren (Erholungsunfähigkeit, Kohärenz erleben). Zudem sind in beiden Lehrergruppen die Arbeitsfähigkeit und das ER-Ratio mit EE assoziiert. Insgesamt unterscheiden sich die Prädiktoren für EE nur gering zwischen den Geschlechtern.

#### 4 Schlussfolgerung

Als Prädiktoren der EE erweisen sich arbeitsbezogene Konstrukte und personenbezogene Variablen; klassische Merkmale der Arbeitssituation sind in dieser Studie für die Varianzaufklärung der EE von untergeordneter Bedeutung. Diese Konstrukte und die personenbezogenen Merkmale stellen einen wichtigen Ansatzpunkt für Präventions- und Interventionsmaßnahmen dar, die bisher zugunsten arbeitsplatzbezogener Merkmale vernachlässigt wurden.

#### 5 Literatur

Bauer, J., Stamm, A., Virnich, K., Wissing, K., Müller, U., Wirsching, M. & Schaarschmidt, R. (2006). Correlation between burnout syndrome and psychological and psychosomatic symptoms among teachers. *Int Arch Occup Environl Health* 79, 199-204.

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) (Hrsg.) (2003). Arbeitsbewältigungsindex - Work Ability Index. (2. Aufl.). Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW. (Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Ü 14: Tuomi, K., Ilmarinen, J., Jahkola, A., Katajarinne, L., Tulkki, A.: Work Ability Index. (2. ed.). Helsinki: Finnish Institute of Occupational Health 1998)

Büssing, A., Ferrar, K.-M. (1992). Die Messung von Burnout. Untersuchung einer deutschen Fassung des Maslach Burnout Inventory (MBI-D). *Diagnostica*, 38 (4), 328 - 353.

Höck, K., Hess, H. (1975). *Der Beschwerdenfragebogen (BFB)*. Berlin: Deutscher Verlag der Wissenschaften.

Neustadt, K., Seibt, R. (2009). Geschlechtseffekte und Korrelate im Burnouterleben sächsischer Lehrkräfte. In: Dokumentation des 55. Arbeitswissenschaftlichen Kongresses in Dortmund, 04.03.-06.03.2009. *Arbeit, Beschäftigungsfähigkeit und Produktivität im 21. Jahrhundert*. Dortmund: GfA-Press, 2009, S. 727-732

Richter, P., Rudolf, M., Schmidt, C. F. (1996). Fragebogen zur Analyse belastungsrelevanter Anforderungsbewältigung (FABA). Handanweisung. Frankfurt: Swets Test Service.

Rödel, A., Siegrist, J., Hessel, A., Brähler, E. (2004). Fragebogen zur Messung beruflicher Gratifikationskrisen. Psychometrische Testung an einer repräsentativen deutschen Stichprobe. *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie* 25, 227 - 238.

Schaarschmidt, U. (2005). Psychische Beanspruchung im Lehrerberuf - Von wegen beneidenswerte Halbtagsjobber! In: Deutscher Philologenverband (Hrsg.). *Prävention statt Reaktion* Berlin: Pädagogik & Hochschulverlag, 21 - 39.

Schumacher, J., Wilz, G., Gunzelmann, T., Brähler, E. (2000). Die Sense of Coherence Scale von Antonovsky Teststatistische Überprüfung in einer repräsentativen Bevölkerungsstichprobe und Konstruktion einer Kurzskala. *Psychotherapie, Psychosomatik und Medizinische Psychologie* 50, 472-482.

Seibt, R., Dutschke, D. (2005). Fragebogen zur lehrerspezifischen Berufsanamnese. Dresden: Technische Universität, Institut und Poliklinik für Arbeits- und Sozialmedizin (unveröff.).

Seibt, R., Galle, M., Dutschke, D. (2007). Psychische Gesundheit im Lehrerberuf. *Prävention und Gesundheitsförderung* 2 (4), 228-234.

## Hepatitis C-Transmission nach Nadelstichverletzung

**Sabine Wicker<sup>1</sup>, Heiko Himmelreich<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Betriebsärztlicher Dienst, <sup>2</sup> Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie  
Klinikum der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt,  
Theodor-Stern-Kai 7, 60590 Frankfurt am Main

**Zielsetzung:** Berufsbedingte Hepatitis C (HCV)-Übertragungen sind selten, wurden jedoch in der Literatur wiederholt beschrieben. Eine frühzeitige Diagnose und Therapie einer akuten HCV-Infektion ist mit hohen Heilungsraten assoziiert. Chronische HCV-Infektionen führen dagegen in der Mehrzahl der Fälle zu langsam progredienten Hepatitiden.

**Methoden:** In dem hier vorgestellten Casereport beschreiben wir eine NSV bei einem Indexpatienten mit einer hochvirämischen HCV- und HIV-Infektion, die zur HCV-Übertragung auf einen 37-jährigen Arzt führte.

**Ergebnisse:** Zwei Wochen nach D-Ärztlicher Primärversorgung der NSV wurde bei dem betroffenen Mitarbeiter im Rahmen der betriebsärztlichen Weiterbehandlung eine Bestimmung der HCV-RNA veranlasst; es zeigte sich eine Viruslast von 221.000 IU/ml. Das positive Ergebnis der HCV-PCR-Untersuchung bei gleichzeitig negativen HCV-Antikörpern belegte eine frische HCV-Infektion. Nach Hybridisierung mit einem spezifischen Sonden-Typ fand sich bei dem Mitarbeiter das Bandenmuster einer HCV-Infektion Typ 1a, hierbei handelte es sich um den gleichen Genotyp wie bei der Indexpatientin.

Bei Patienten mit einer HCV Genotyp 1 Infektion und bei fehlender klinischer Symptomatik sowie fehlender laborchemischer Hepatitis ist die Wahrscheinlichkeit für eine Chronifizierung deutlich erhöht. Im vorliegenden Fall wurde bei fehlender klinischer Symptomatik und praktisch fehlender laborchemischer Hepatitis nach Abschluss der HIV-PEP mit der antiviralen Therapie der Hepatitis C begonnen.

Die HIV-PEP wurde über 4 Wochen gemäß den Empfehlungen der Deutschen AIDS Gesellschaft durchgeführt. Initial wurde bei bekannt hohem Risiko als zusätzliche Transmissionsprophylaxe für 1 Woche Enfuvirtid 90 mg s.c. verabreicht. Nach Diagnose der HCV-Transmission erhielt der Mitarbeiter zusätzlich Zidovudin und Raltegravir zur laufenden medikamentösen HIV-PEP.

**Schlussfolgerungen:** Eine HCV-Transmission lässt sich auf der Grundlage einer HCV-PCR Untersuchung bereits 1-2 Wochen nach Infektion nachweisen. Deswegen sollten Beschäftigte mit NSV bei HCV-positiven Indexpatienten engmaschig kontrolliert werden. Das Follow-up nach NSV ist sowohl für den betroffenen medizinischen Beschäftigten als auch für die betreuten Patienten wichtig, um etwaige weitere nosokomiale Infektionsübertragungen zu verhindern. Die Steuerung des D-Ärztlichen Verfahrens erfordert eine hohe interdisziplinäre Kompetenz; das betriebsärztliche Überwachungskonzept hat sich dabei in der Praxis bewährt.

Himmelreich H, Sarrazin C, Stephan C, Rabenau HF, Marzi I, Wicker S: Frühzeitige Diagnose einer Hepatitis C-Übertragung nach Nadelstichverletzung. *Der Unfallchirurg* 2012 *in press*

## "Ich brauche keine Grippeimpfung" – Kompensatorische Gesundheitsüberzeugungen können erklären, weshalb Mitarbeiter nicht an der Schutzimpfung teilnehmen

**Anna Ernsting<sup>1</sup>, Ralf Schwarzer<sup>1</sup>, Sonia Lippke<sup>2</sup> & Michael Schneider<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Freie Universität Berlin, <sup>2</sup>Jacobs University Bremen, <sup>3</sup> Boehringer Ingelheim

**Ziel der Studie:** Die Teilnahme an der saisonalen Influenzaimpfung stellt angesichts der zum Teil umfangreichen und dichten Arbeitsbedingungen in einem Betrieb eine wichtige präventive Maßnahme dar. Zur Förderung des Gesundheitsverhaltens wurde daher in einem deutschen Großunternehmen eine theoriebasierte Intervention zur Förderung der Impfteilnahme in einer randomisierten kontrollierten Studie durchgeführt und hinsichtlich Wirksamkeit und Wirkmechanismen evaluiert. In Anlehnung an das sozial-kognitive Prozessmodell gesundheitlichen Handelns (Schwarzer, 2004; 2008) wurde erwartet, dass die Impfteilnahme wahrscheinlicher ist, wenn in der Intervention über motivationale Faktoren (Standardgruppe) hinaus auch volitionale Faktoren, wie bspw. Handlungsplanung, (Interventionsgruppe) gefördert werden, da diese eine Umsetzung der Intention in Verhalten unterstützen (*Hypothese 1*).

Ferner wurden kompensatorische Gesundheitsüberzeugungen (CHB) als Rechtfertigungskognition untersucht (Knäuper et al., 2004), die erklären könnte, warum Menschen nicht an der Impfung teilnehmen. Kompensatorische Gesundheitsüberzeugungen beschreiben die Annahme, dass Menschen darauf vertrauen, durch ein Gesundheitsverhalten, wie z.B. einem hohem Obst- und Gemüseverzehr, ausreichend geschützt zu sein und daher andere gesundheitsschädigende Verhaltensweisen ausführen können (z.B. nicht an der Schutzimpfung teilnehmen). Es wurde angenommen, dass geringere Intentionen zur Impfung mit höheren kompensatorischen Gesundheitsüberzeugungen assoziiert sind und diese sollten eine Impfteilnahme weniger wahrscheinlich machen (*Hypothese 2*).

Hauptziel der Studie stellte die Exploration des Zusammenspiels von kompensatorischen Gesundheitsüberzeugungen und der Intervention im Kontext der Intention-Verhaltens-Beziehung dar. Es wurde der Frage nachgegangen, ob der Intention-CHB-Verhaltens-Zusammenhang in Abhängigkeit der Intervention zugunsten der Interventionsgruppe variiert (*Hypothese 3*).

**Methoden:** N=851 Mitarbeiter erhielten randomisiert eine von zwei Interventionen per Email: in der Standardintervention wurden nur motivationale Konstrukte (Risikowahrnehmung, negative und positive Handlungsergebniserwartungen) angesprochen; in der Interventionsgruppe wurden zusätzlich volitionale Interventionskomponenten (Handlungs- und Bewältigungsplanung, Selbstwirksamkeit) thematisiert. Zur Untersuchung der Fragestellungen wurden die Mitarbeiter zu zwei Messzeitpunkten im Abstand von 5 Monaten befragt (vor und nach der Impfsaison).

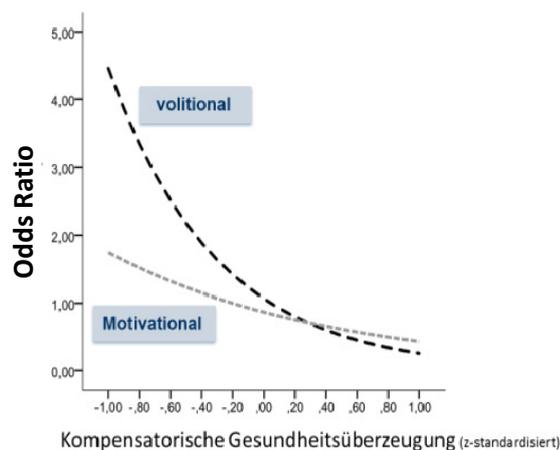
Validierte Skalen wurden zur Erfassung der sozial-kognitiven Variablen (Intention, Handlungs- und Bewältigungsplanung, Selbstwirksamkeit adaptiert nach Schwarzer, 2008; Kompensatorische Gesundheitsüberzeugungen, adaptiert nach Knäuper et al., 2004) und des Verhaltens eingesetzt. Alle Analysen wurden für das vergangene Verhalten, Geschlecht und Alter kontrolliert. Regressionsanalysen wurden zur Untersuchung der Mediationsanalysen (Hypothesen 1, 2) und der moderierte Mediationsanalyse (Hypothese 3) mit Hilfe von SPSS Macros (Preacher & Hayes, 2008) durchgeführt.

**Ergebnisse:** Die Ergebnisse (*Hypothese 1*) zeigen einen indirekten Effekt der Intervention über Planung auf Verhalten (*indirekter Effekt* = .33\*\*\*): in der Interventionsgruppe wurden Planungskompetenzen effektiv gefördert, die eine Teilnahme wahrscheinlicher machten. Allerdings konnte nicht die Selbstwirksamkeit gesteigert werden ( $p > .05$ ), die neben Planung jedoch ein bedeutsamer Prädiktor für das spätere Verhalten war.

Ferner medierten kompensatorische Gesundheitsüberzeugungen (*Hypothese 2*) zwischen Intention und Verhalten (*indirekter Effekt* = .12\*\*\*): geringere Impfinditionen sagten stärkere kompensatorische Gesundheitsüberzeugungen vorher, die wiederum mit einer geringeren Impfteilnahmewahrscheinlichkeit assoziiert waren.

Die Hauptanalyse (*Hypothese 3*) zeigte, dass die Intervention den indirekten Effekt der kompensatorischen Gesundheitsüberzeugungen auf Verhalten moderierte ( $\beta = -.06^*$ ): die OR zur Impfteilnahme waren in der Interventionsgruppe bedeutsam höher als in der Standardgruppe, wenn Teilnehmer geringe kompensatorische Gesundheitsüberzeugungen aufwiesen. Ab einem bestimmten Grad an kompensatorische Gesundheitsüberzeugungen waren die OR zur Impfteilnahme jedoch in beiden Gruppen sehr niedrig (Abbildung 1).

*Abbildung 1.* Interaktion kompensatorische Gesundheitsüberzeugungen, Intervention, Verhalten



*Anmerkung:* Auf der Y-Achse sind die OR zur Impfteilnahme und auf der X-Achse die Ausprägung der kompensatorischen Gesundheitsüberzeugungen (z-standardisiert) abgetragen. Die beiden Linien indizieren die Verläufe für beide Gruppen.

**Schlussfolgerungen:** Die Förderung von Planung über motivationale Faktoren hinaus macht eine Impfteilnahme wahrscheinlicher, indem dieser volitionale Faktor die Umsetzung einer Intention in Verhalten unterstützt. In künftigen Studien sollte der fehlende Interventionseffekt auf Selbstwirksamkeit untersucht werden (bspw. Modifikation des Interventionsmaterials oder veränderte Messung des Konstrukts), da sie neben Planung einen bedeutsamen Prädiktor für die Impfteilnahme darstellt. Es zeigte sich insgesamt, dass auch im Kontext der Impfung Motivation den ersten Schritt darstellt, dem eine Unterstützung zur Handlungsrealisierung in Interventionen folgen sollte.

Kompensatorische Gesundheitsüberzeugungen wurden als Rechtfertigungskognition identifiziert, die erklären kann, warum Mitarbeiter sich nicht impfen lassen: Menschen haben die Überzeugung, dass sie aufgrund ihres gesunden Lebensstils ausreichend vor der Grippe geschützt sind und daher keine Impfung brauchen. Interventionen sollten künftig kompensatorische Gesundheitsüberzeugungen berücksichtigen sowie den Umgang mit ihnen. Es könnte künftig ferner analysiert werden, ob kompensatorische Gesundheitsüberzeugungen tatsächlich realisiert werden (bspw. Durchführung von Hygienemaßnahmen) und welche Kompensationswege konkret angegeben werden (z.B. sozialer Rückzug, Hygienemaßnahmen, etc.). In dieser Studie lag jedoch der Fokus auf der Rechtfertigungsfunktion der Kognition und nicht auf der inhaltlichen Validität.

Die abschließenden Analysen zeigten, dass die volitionale Intervention (Interventionsgruppe) besser kompensatorische Gesundheitsüberzeugungen entgegenwirken kann als die Standardintervention (motivationale Intervention), da konkurrierende selbstregulative Strategien gefördert wurden, die einen anderen, gesundheitsförderlichen Umgang mit dem Impfen unterstützen. Die OR zur Teilnahme in der Interventionsgruppe waren bei niedrigen kompensatorischen Gesundheitsüberzeugungen mehr als doppelt so hoch wie in der Standardgruppe.

Zusammenfassend zeigten die Ergebnisse, dass volitionale Faktoren für die Impfteilnahme auf zwei Wegen bedeutsam sind: Sie unterstützen die Umsetzung einer Intention in Verhalten und machen so die Impfteilnahme wahrscheinlicher. Ferner können volitionale selbstregulative Strategien (Handlungs- und Bewältigungsplanung) kompensatorischen Gesundheitsüberzeugungen besser entgegenwirken als motivationale, zumindest bis zu einem gewissen Grad. Es ist jedoch weitere Forschung zu dem genauen Zusammenspiel nötig. Folglich gilt es, motivationale und volitionale selbstregulative Faktoren in Interventionen zu fördern und kompensatorische Gesundheitsüberzeugungen verstärkt in den Fokus zu ziehen.

**Referenzen:** Knäuper, B., Rabiau, M., Cohen, O., & Patriciu, N. Compensatory Health Beliefs: Scale Development and Psychometric Properties *Psychol Health*, 19(5), 2004: 607-624; Preacher, K. J., Rucker, D. D., & Hayes, A. F. Addressing Moderated Mediation Hypotheses: Theory, Methods, and Prescriptions. *Multiva Behav Res*, 42(1), 2008: 185-227; Schwarzer, R. Modeling Health Behavior Change: How to Predict and Modify the Adoption and Maintenance of Health Behaviors. *Appl Psychol*, 57(1), 2008: 1-29; Schwarzer, R. *Psychologie des Gesundheitsverhaltens* (Vol. 3), 2004: Göttingen: Hogrefe.

## Risiko einer latenten Tuberkulose-Infektion bei Auszubildenden im Gesundheitswesen

Anja Schablon<sup>1</sup>, Genia Diner<sup>2</sup>, Ute Anske<sup>2</sup>, Albert Nienhaus<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CVcare - Kompetenzzentrum für Epidemiologie und Versorgungsforschung bei Pflegeberufen, Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, Hamburg

<sup>2</sup> Vivantes Institut für betrieblichen Gesundheitsschutz, Berlin

**Zielsetzung:** Vorsorgeuntersuchungen im Gesundheitswesen dienen dazu, Beschäftigte über mögliche Erkrankungen aufzuklären und ihnen dadurch frühzeitig geeignete Behandlungsmethoden aufzuzeigen. Sie dienen aber auch dazu, das Infektionsrisiko für Kollegen und Patienten zu verringern, das von einem infektiösen Beschäftigten ausgeht. Gerade bei jungen Auszubildenden ist eine Chemoprävention sinnvoll, da bei ihnen im Falle eines positiven Tests von einer frischen Infektion auszugehen ist. In der Studie wurden erstmals Auszubildende systematisch über drei Jahre hinsichtlich ihres LTBI- Infektionsrisikos untersucht.

**Methode:** In der prospektiven Kohortenstudie wurden alle Auszubildenden (n=194), die zum 1.10.2008 und zum 1.04.2009 mit der Ausbildung zum bzw. zur Gesundheits- und KrankenpflegerIn oder AltenpflegerIn am Institut für berufliche Bildung im Gesundheitswesen Vivantes in Berlin begonnen hatten, zu drei unterschiedlichen Zeitpunkten mit dem Interferon-gamma Release Assay (IGRA) untersucht. Die Untersuchungen erfolgten jeweils zu Beginn der Ausbildung und nach Abschluss des ersten und des zweiten Ausbildungsjahres. Soziodemografische Daten und mögliche Risikofaktoren (TB-Kontakt, Auslandsaufenthalt, Arbeitsbereich etc.) wurden mit einem standardisierten Fragebogen erfasst. Die pseudonymisierten Daten wurden von der betreuenden Betriebsärztin und der zuständigen Betriebsarztschwester erhoben und in anonymisierter Form weitergegeben. Von der Ethikkommission der Ärztekammer wurde die Studie genehmigt.

**Ergebnisse:** Die Kohorte bestand zur Baseline-Erhebung (Beginn der Ausbildung) aus insgesamt 194 Auszubildenden, davon 70% Frauen. Das Durchschnittsalter betrug 23 Jahre, die LTBI-Prävalenz ergab 2,1% (4/194). 40 Probanden brachen die Ausbildung im ersten Ausbildungsjahr ab. Im ersten Follow-up waren 2/154 Probanden IGRA-positiv, 151 wiesen konstant negative Ergebnisse auf. Ein IGRA- Test blieb konstant positiv, zudem gab es eine Konversion und eine Reversion. Im zweiten Follow-up (zum Abschluss der Ausbildung) fanden sich wiederum eine Konversion, eine Reversion und ein über drei Jahre konstant positives Testergebnis (Proband mit eigener TB-Anamnese). Alle anderen Testergebnisse waren zu allen Zeitpunkten konstant negativ. Eine aktive Tuberkulose wurde im Beobachtungszeitraum von drei Jahren nicht diagnostiziert.

**Schlussfolgerung:** Die Prävalenz- und Neuinfektionsraten bei den Auszubildenden sind gering und die negativen IGRA-Ergebnisse erwiesen sich zudem als sehr konstant. Dieses spricht für ein geringes TB-Infektionsrisiko in der Gruppe der Auszubildenden. Daher ist es zu Beginn der Ausbildung nicht empfehlenswert, ein routinemäßiges Einstellungsscreening auf eine LTBI oder gar auf eine aktive Tuberkulose durchzuführen. Es ist vielmehr sinnvoll, zu Beginn der Ausbildung nur Berufseinsteiger mit einem persönlichen Infektionsrisiko (z. B. Migration aus einem Hochinzidenzland, Erkrankungen, die mit einer Immunsuppression einhergehen, TB in der Anamnese oder längere Auslandsaufenthalte) zu untersuchen. Alle anderen sollten erst nach einem engen Kontakt zu einem TB-Indexpatienten untersucht werden.

## Parasiten am Arbeitsplatz: Mögliche Gesundheitsrisiken für Personal und Besucher im Tiergarten

I. Jekel <sup>1,2</sup>, C. Augner <sup>1</sup>

Universitätsklinikum Salzburg:

<sup>1</sup>) IGGMB - Forschungsinstitut für Grund- und Grenzfragen der Medizin und Biotechnologie

(Stv. Leitung: Dr. Mag. C. Augner)

<sup>2</sup>) Institut für Medizinische Mikrobiologie, Hygiene & Infektiologie  
(Leitung: OA Dr. M. Hell)

### Ziel

In einem Tiergarten befinden sich sowohl Personal als auch Besucher in permanenter Nähe von bestimmten Humanparasiten. Um Schutz vor parasitärer Infektion zu gewährleisten, muss man einerseits wissen, wie Parasiten übertragen werden und andererseits richtig informieren, ohne dabei zu verängstigen.

Ziel dieser Pilotstudie war es, erstmals einen Überblick über das Vorkommen von humanpathogenen Parasiten bei Tieren des Zoos Hellbrunn (Salzburg) zu bekommen. Der Schwerpunkt der Diagnostik lag bei Stuhlparasiten.

### Kollektiv und Methode

Es wurden 300 Kotproben von 51 Tierarten mittels der sogenannten Natrium-Formaldehyd-Acetat-Methode angereichert und fixiert. Die Bestimmung der einzelnen Parasitenarten erfolgte mittels Lichtmikroskopie.

### Ergebnisse

Aus den Kotproben von 51 Tierarten konnten 13 verschiedene Parasitenarten nachgewiesen werden.

Die wichtigsten humanpathogenen Arten waren 2 Gewebeparasiten, *Toxascaris leonina* und *Toxocara cati* (Abb. 1), *Capillaria aerophila* (Lungenparasit), Magen-Darm-Strongyliden (je nach Spezies, Parasit des Magen-Darmtraktes oder der Lunge) sowie *Balantidium coli* (Abb. 2, Auslöser schwerer, blutiger Durchfälle).

### Schlussfolgerung

Weltweit gibt es kaum bzw. nur eingeschränkte Publikationen über Zoopersonal oder Besucher, die eine realistische Infektionsrate mit Humanparasiten wieder geben. Untersuchungen von Angestellten des Tiergartens Schönbrunn zeigten jedoch, dass z.B. bei 2 Personen Antikörper gegen *Capillaria* sp. nachgewiesen werden konnten (Juncker-Voss 2000, Fuehrer 2011). Auch berichtete Rietschel 2006, dass bei Tierpflegern Infektionen mit Nematoden (Strongyloides oder Askariden) und Protozoen (*Entamoeba histolytica*, *Giardia lamblia* und *Blastocystis hominis*) diagnostiziert wurden. Von auffällig gehäuft aufgetretenen Infektionen beim Menschen mit Parasiten

aus Zootieren ist bisher in keiner Studie nachzulesen (Lechner 2011). Es ist jedoch anzunehmen, dass gerade dieses Wissen über das Vorhandensein von Krankheitserregern am Arbeitsplatz ein sorgsames und hygienisch richtiges Verhalten mit sich bringt. Nur so ist wahrscheinlich die geringe Anzahl von Berichten über Infektionen mit Durchfallparasiten beim Zoopersonal und bei Besuchern zu erklären. Mit der richtigen Information und dem Einhalten der gesetzlich vorgeschriebenen Hygienemaßnahmen kann die Freude am Betreuen von seltenen Tierarten und am Besuch von Tiergärten ohne Bedenken erhalten bleiben.

### **Schlüsselwörter**

Humanparasiten, Tiergarten, mögliche Infektionsgefahr für Personal und Besucher

### **Literatur**

**Fuehrer HP, Igel P., Auer H.** *Capillaria hepatica* in man - an overview of hepatic capillariosis and spurious infections. Parasitol Res 2011; (109), 4 969-979.

**Juncker-Voss M, Prosl H, Lussy H, Enzenberg U, Auer H, Nowotny N.** Serological Detectin of *Capillaria hepatica* by Indirect Immunofluorescence Assay. J Clin Microbiol 2000; 38(1):431-433.

**Lechner M., Jekel I., Prosl H., Augner C.** Human- und veterinärmedizinisch bedeutsame Parasitosen im Zoo Hellbrunn, Salzburg. Ber Nat-Med Ver Salzburg 2011; 16:7-32.

**Rietschel W, Heckel J.-O.** Zoonosen bei Zoo-, Wild- und exotischen Heimtieren oder was man sich als Tierarzt sonst so außer der Geflügelgrippe holen kann. Frühjahrstag. 2006; DVG-FG "Fische, Amphibien und Evertebraten" der Dt Ges f Zootier-, Wildtier- und Exotenmedizin München



Abb. 1: *Toxocara cati* Wurmei (65x55  $\mu\text{m}$ ) aus Schneeopard und Gepard



Abb. 2: *Balantidium coli* Trophozoit (145X75  $\mu\text{m}$ ) aus Pinselohrschwein

## Schwere Erkrankung eines Landwirts durch Infektion mit MRSA-ST398 – Eine Kasuistik aus dem Gewerbeärztlichen Dienst in Niedersachsen

**Stefan Baars, Irma Popp**

Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Hannover, Gewerbeärztlicher Dienst

### Ausgangslage

Etwa 15 % der außerhalb von Krankenhäusern erworbenen MRSA-Infektionen in Deutschland sind durch „Livestock associated“- (LA-) MRSA verursacht (1). Diese MRSA sind in landwirtschaftlichen Nutztierbeständen weit verbreitet. Am häufigsten ist der MRSA-Serotyp ST398. In Deutschland sind z. B. 40–70% der Schweinebestände befallen (u. a. 2).

Bis zu 71% der Schlachttiere sind nasal kolonisiert (3). Andere Nutztierarten sind ebenfalls betroffen. Die Tiere erkranken in der Regel nicht. Eine Kolonisation von Landwirten und anderen Beschäftigten mit beruflichem Kontakt zu MRSA-positiven Nutztieren ist häufig (86% der Betroffenen [138-fach erhöhtes Risiko] bei Kontakt zu Schweinen, 4).

Die Übertragung erfolgt primär durch engen körperlichen Kontakt. Manifeste Erkrankungen sind jedoch selten, dann meist als Haut- und Weichteilinfektionen.

Die Resistenzentwicklung ist vor dem Hintergrund des häufigen Antibiotikaeinsatzes in der Tiermast zu sehen (z. B. Niedersachsen: 77% der Schweinemastbetriebe, 92% der Putenmastbetriebe, 5)

### Kasuistik

Landwirt B. (\*1969), führt seit 22 Jahren gemeinsam mit seinem Vater einen Schweinemastbetrieb (120 Zuchtsauen, 450 Mastschweine) im Südwesten Niedersachsens. Keine relevanten Vorerkrankungen. Laufend kleinere Verletzungen (z. B. Schnittverletzungen), die ab und zu mit einem Pflaster abgedeckt wurden.

01.03.2010 notfallmäßige stationäre Aufnahme wegen Kollaps bei seit 10 Tagen bestehendem, mit Doxycylin behandeltem, pulmonalen Infekt. Schweinetypischer MRSA (Spa-Typisierung als t001, Untergruppe des MRSA-ST398) in Blutkultur.

04.03.2010 akute Paraplegie der Beine, Hypästhesie ab TH9 abwärts, Pyramidenbahnzeichen pos., Meningismus, Harn- und Stuhlinkontinenz. MRT: ausgedehnter intraspinaler Abszess BWK1 – BWK6 mit Kompression des thorakalen Myelons.

05.03.2010 mikrochirurgische Dekompression mittels Laminektomie und Abszessentfernung, wenige Tage nach OP beginnende Willkürmotorik der Beine.

22.03.-27.05.2010 Frührehabilitation bei sensiblem Querschnitt Höhe TH11, hochgradiger Paraparese der Beine und neurogener Blasenentleerungsstörung.

Ergebnis: in den Aktivitäten des täglichen Lebens auf Fremdhilfe angewiesen, Gehen mit Rollator möglich. Für längere Wegstrecken Rollstuhl erforderlich.

27.05.–28.07.2010 Stationäre Rehabilitation, Ergebnis: Gehfähigkeit für ca. 500 m (Gehgeschwindigkeit 1 km/h), in den Aktivitäten des täglichen Lebens selbstständig, Rückkehr in den Beruf zurzeit nicht möglich.

05.03.2011 Gehfähigkeit auch für längere Spaziergänge, aber eingeschränktes Gangbild durch spastische Tonuserhöhung beider Beine.

01.08.2011 Neurologisch – psychiatrisches Gutachten: inkomplettes Querschnittssyndrom TH10 mit Parese der Bauchmuskulatur, spastische Paraparese der Beine, z. T. mit Kontrakturen im Sinne von Spitzfuß, Hypästhesie und Hypalgesie ab TH10, spastisch ataktisches Gangbild. Beurteilung: Absturzgefahr auf Leitern und Gerüsten, schweres Heben und Tragen sowie längeres Sitzen (Trecker) nicht möglich, Arbeitsfähigkeit in der alten Tätigkeit nicht mehr zu erwarten.

Ergänzung: Beim Vater des Erkrankten wurde ebenfalls eine Kolonisation mit MRSA ST398 nachgewiesen.

#### Schlussfolgerung

Durch die weite Verbreitung des MRSA-Serotyps ST398 bei Schweinen und die häufige Kolonisation beruflich exponierter Landwirte muss auch mit schweren invasiven Infektionen in diesem Personenkreis gerechnet werden. Dies belegen bereits andere Einzelfälle (z. B. Endokarditis, beatmungspflichtige Pneumonie, Multiorganversagen).

Im Fall des Landwirts B. stellen die beschriebenen kleineren Verletzungen eine mögliche Eintrittspforte des MRSA dar. Durch die antibiotische Therapie des pulmonalen Infekts mit Doxycyclin wurde die Infektion mit MRSA möglicherweise begünstigt.

Bereits eingeleitete Aufklärungskampagnen (s. <http://mrsa-net.org/DE/vetmedinfo.html>) zu hygienischen Präventionsmaßnahmen (einschließlich der sterilen Abdeckung möglicher Eintrittspforten [Verletzungen]) für Landwirte, deren Angehörige und andere Beschäftigte mit Kontakten zu Nutztieren sollten intensiviert werden.

Da in der alternativen Schweinemast das Risiko einer MRSA-Kolonisation anscheinend deutlich niedriger ist (6), müssen Haltungsbedingungen und Antibiotikaeinsatz in der Tiermast im Interesse eines nachhaltigen Gesundheitsschutzes hinterfragt werden.

## Literatur

- (1) RKI, Epidemiologisches Bulletin 26/2011
- (2) Köck, R. et al.: Prevalence and molecular characteristics of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) among pigs on German farms and import of livestock-related MRSA into hospitals. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis*, 28: 2009, 1375-82
- (3) Tenhagen BA et al.: Prevalence of MRSA types in slaughter pigs in different German abattoirs. *Vet Rec*; 165: 2009, 589-93
- (4) Cuny C et al.: Nasal coloinzation of humans with methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) CC398 with and without exposure to pigs. *PLoS One*; 4: 2009, e6800
- (5) Nds. Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung und Nds. Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit: Bericht über den Antibiotikaeinsatz in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung in Niedersachsen, November 2011
- (6) Cuny, C. et al.: Absence of Livestock-Associated Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* Clonal Complex CC 398 as a Nasal Colonizer of Pigs Raised in an Alternative System. *Appl. Environ. Microbiol.*, 78(4): 2012, 1296

## **Vorstellung der Arbeitsgruppe Beruf und Multiresistente Erreger (MRE) der Bayerischen LandesArbeitsgemeinschaft MultiResistente Erreger (LARE)**

**C. Herr<sup>1</sup>, A. Albrecht<sup>2</sup>, F. Allinger<sup>3</sup>, R. Dehm<sup>4</sup>, G. Güzel-Freudenstein<sup>3</sup>, A. zur Mühlen<sup>5</sup>, U. Ochmann<sup>6</sup>, B. Pawlitzki<sup>1</sup>, H. Wagner<sup>7</sup>, H. Wagner<sup>8</sup>, G. Wittkowski<sup>9</sup>**

<sup>1</sup>Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit, München; <sup>2</sup>Berufsgenossenschaft Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege; <sup>3</sup>Landwirtschaftliche Sozialversicherung, Landshut; <sup>4</sup>Bayerisches Rotes Kreuz, Neustadt a. d. Aisch; <sup>5</sup>Gewerbeärztlicher Dienst, Regierung von Oberbayern, München; <sup>6</sup>Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, LMU München; <sup>7</sup>Regierungspräsidium Stuttgart; <sup>8</sup>Landratsamt Bamberg; <sup>9</sup>Tiergesundheitsdienst Bayern e.V.

### Hintergrund

Methicillin-resistente *Staphylococcus aureus* (MRSA) sowie andere antibiotikaresistente Erreger sind ein ernst zu nehmendes infektiologisches Problem, das alle Institutionen des Gesundheitswesens, wie z. B. Kliniken, Praxen, Heime, Pflegedienste, Rettungs- und Transportdienste sowie das Personal verschiedener Gesundheitsfachberufe betrifft. Es ist das Ziel der LARE, das Vorkommen von MRSA und anderen antibiotikaresistenten Erregern zum gesamtgesellschaftlichen Nutzen zu verringern.

### Gründung der LARE

Unter Koordination des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Gesundheit (StMUG) und des Bayerischen Landesamts für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL) wurde 2008 ein landesweites Netzwerk zum Thema Methicillin-resistente *Staphylococcus aureus* (MRSA) und andere antibiotikaresistente Erreger in Bayern gebildet.

### Aufgaben der LARE

Aufgabe des Netzwerks wird es unter anderem sein, spezifische Fragestellungen bezüglich des Umgangs mit multiresistenten Erregern im Bereich der medizinischen Versorgung interdisziplinär zu bearbeiten.

### AG Beruf und MRE

Diese Arbeitsgruppe der LARE befasst sich mit dem Thema „multiresistente Erreger und Arbeitsschutz“. Beschäftigte und Arbeitgeber müssen gut über die Risiken und vorbeugenden Maßnahmen in Bezug auf Übertragungswege von Mikroorganismen und auch deren Behandlung informiert sein, um sich und andere adäquat schützen zu können. Für schwangere Beschäftigte ist rechtzeitig individuell zu prüfen, ob eine Gefährdung für die Mutter und ihr werdendes Kind sowie die stillende Mutter besteht.

Die von biologischen Arbeitsstoffen ausgehenden Infektionsgefahren für Beschäftigte unterliegen der Biostoffverordnung (BioStoffV) und der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbmedVV). Ziel ist ausschließlich der Schutz der

Beschäftigten, dagegen werden Patienten über Maßnahmen des Infektionsschutzgesetzes (IfSG) und der Hygieneverordnung geschützt. Bei der praktischen Umsetzung von Arbeitsschutz und Patientenschutz ergeben sich jedoch viele synergistische Effekte.

Schwierigkeiten bereitet die Frage ob und wann Pflegepersonal einem Screening unterzogen werden soll, da derzeit unklar ist, inwieweit kolonisiertes Personal MRSA verbreiten und dadurch auch ein Problem des Patientenschutzes verursachen kann. Unter Beschäftigten und Arbeitgebern bestehen aus verschiedenen Gründen Vorbehalte gegen diese Untersuchungen. Zudem ist die Übernahme der Kosten von Screening und Sanierung in vielen Einrichtungen bislang nicht geklärt.

Durch die Verbreitung eines bestimmten Klon von MRSA (ST398) bei Nutztieren ergibt sich ein weiteres aktuelles Problem aus der zunehmenden MRSA-Besiedlung von Beschäftigten mit beruflichem Tierkontakt und deren Familien. Derzeit ist offen, inwieweit dieser Klon auch für ambulante Pflegekräfte bei der Betreuung von MRSA-Patienten aus diesem Umfeld zum Problemkeim werden kann.

Auf Basis bestehender Empfehlungen möchte die AG Informationen und praxisnahe Anleitungen für sinnvollen Arbeits- und Patientenschutz, insbesondere auf der Homepage durch FAQ's und ausgewählte Links, bereitstellen. Weiterhin sollen durch die Wissensvermittlung unnötige Maßnahmen vermieden und Unsicherheiten abgebaut werden. Adressaten sind sowohl Arbeitgeber und Arbeitnehmer als auch Betriebsärzte und Sicherheitsfachkräfte.

Auswahl häufig gestellte Fragen (FAQ`s) und der zugehörigen Antworten

*Wurden Infektionen mit MRSA bereits als Berufskrankheit anerkannt?*

*Antwort:* In seltenen Fällen ja. Bis 2008 waren es deutschlandweit 17 Anerkennungen bei Beschäftigten im Gesundheitsdienst mit Infektionen vor allem der Haut und der oberen Atemwege. Bei entsprechender epidemiologischer Datenlage ist eine Anerkennung auch ohne Nachweis eines Indexpatienten möglich.

*Besteht eine gesetzliche Meldepflicht für den Arzt, wenn dieser Kenntnis über die chronische MRSA Besiedlung (Kolonisation) eines Beschäftigten erlangt?*

- a) nach dem Berufskrankheitenrecht*
- b) nach dem Infektionsschutzrecht*

*Antwort:* Zu a): Bei Nachweis einer Infektion mit MRSA, nicht bei einer alleinigen Besiedlung, besteht für den Arzt dann eine Anzeigepflicht nach § 202 Sozialgesetzbuch VII, wenn er den begründeten Verdacht auf eine beruflich bedingte Infektion hat.

Zu b): Meldepflichtig ist seit 2009 nach der „Verordnung zur Anpassung der Meldepflicht nach § 7 des Infektionsschutzgesetzes“ der Nachweis von MRSA aus Blut oder Liquor. Im Falle von gehäuften Infektionen mit MRSA besteht nach § 6 IfSG grundsätzlich folgende Meldepflicht, die auch bei MRSA-Infektionen relevant werden

könnte: „Meldepflichtig ist u.a. das gehäufte Auftreten nosokomialer Infektionen, bei denen ein epidemischer Zusammenhang wahrscheinlich ist oder vermutet wird“.

**Besteht beim Vorliegen einer asymptomatischen MRSA Besiedlung, die nur zufällig bei einem im Gesundheitsdienst Beschäftigten festgestellt wurde, die Indikation zur Erstellung einer Berufskrankheiten-Anzeige?**

*Antwort:* Nein, die reine Besiedlung ohne weitere Symptome ist keine Infektion und stellt keinen begründeten Verdacht auf eine Berufskrankheit dar. Es wird diskutiert, ob es sich bei dauerhafter Besiedlung um einen regelwidrigen Körperzustand handelt.

*Welche Arbeitsschutzmaßnahmen sind bei der medizinisch-pflegerischen Betreuung von Personen mit einer MRSA-Besiedlung oder -Infektion sinnvoll?*

*Antwort:* Zusätzlich zur Basishygiene sind folgende besondere Maßnahmen entsprechend der TRBA 250 zu ergreifen: Die Beschäftigten sind über die erforderlichen Hygienemaßnahmen zu unterrichten und anhand der Betriebsanweisung und des Hygieneplans über die auftretenden Gefahren und über die Schutzmaßnahmen zu unterweisen. Zum Schutz vor Luft getragenen Erregern sind Partikel filtrierende Atemschutzmasken (z.B. FFP2) geeignet.

### **Frage zu ST 398**

*Welche Arbeitsschutzmaßnahmen sind zu empfehlen um eine Besiedlung mit MRSA bei der Nutztierhaltung, (insbesondere Schweine, Mastkälber und Geflügel) zu vermeiden?*

*Antwort:* Um die Übertragung von MRSA auf Beschäftigte zu minimieren und eine Weiterverbreitung in andere Bereiche zu erschweren, sind klassische Hygienemaßnahmen durchzuführen. In der Unterweisung ist auf das erhöhte Risiko einer Infektion für immungeschwächte Beschäftigte (Diabetiker etc.) und Beschäftigte mit Hautläsionen hinzuweisen.

## Auswahl sicherer Desinfektionsmittel im Gesundheitsdienst

U. Eickmann <sup>(1)</sup>, R. Knauff-Eickmann <sup>(2)</sup>, M. Seitz <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW), Köln

<sup>(2)</sup> SMB, Bornheim

**Problemstellung:** Ein gutes Desinfektionsmittel muss neben der notwendigen hygienischen Wirksamkeit und einem attraktiven Preis auch eine sichere Handhabung gewährleisten, da viele Produkte die Haut und die Atemwege der Beschäftigten schädigen können. Dabei ist es Praktikern aufgrund der Produktfülle fast unmöglich, einen qualifizierten Überblick über die Marktsituation in Deutschland zu behalten. Die Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW) hat sich daher die Aufgabe gestellt, Empfehlungen zur Auswahl von arbeitstechnisch „sicheren“ Desinfektionsmitteln zu formulieren, die eine Minimierung der intrinsischen Gefahren für die Anwender sicherstellen.

**Methode:** Da Anwendern für eine Auswahl sicherer Produkte nur die Kennzeichnung der Produkte sowie Sicherheitsdatenblätter und Produktinformationen zur Verfügung stehen, wurden diese Informationen von 478 Flächen-, 182 Instrumenten- und 136 Haut- bzw. Händedesinfektionsmitteln gesammelt und u.a. nach der Produktkennzeichnung (Gefahrensymbole und R-Sätze) ausgewertet [1]. Dies geschah getrennt für die einzelnen Anwendungen (Flächen-, Instrumenten-, Hände-/Hautdesinfektion).

Ein Desinfektionsmittel ohne oder mit nur einer geringen Gefahrstoffeigenschaft wird kein Gefahrensymbol aufweisen. Je mehr gefährliche Eigenschaften hinzukommen, desto mehr Gefahrensymbole bzw. R-Sätze werden dem Produkt zuzuordnen sein. Zudem gibt es eine Staffelung gefährlicher Eigenschaften: Ätzende Produkte sind gefährlicher als reizende, giftige Produkte gefährlicher als gesundheitsschädliche. So ergibt sich ein System für Gefahrenklassen, denen die Desinfektionsmittel zugeordnet werden können.

**Tabelle1:** Ableitung von Gefahrenklassen für Desinfektionsmittel aufgrund von Gefahrensymbolen

Gefahrenklasse	Gefahrensymbole
A	keine
B	Xi; Xn; F; N
C	C; F+; Xi und F; Xi und F+; Xi und N; Xi und O; Xi und Xn; Xn und F; Xn und N;
D	C und N; C und O; C und O und N; T; T und N; Xi und C; Xi und C und O Xi und O und N; Xn und C

Eine weitere Einordnung der Desinfektionsmittel ergibt sich aus der Betrachtung bestimmter Risiko-Sätze, die für die sichere Anwendung von Desinfektionsmitteln von besonderer Bedeutung sind. Darunter fallen die R-Sätze:

- R40 Verdacht auf krebserzeugende Wirkung
- R41 Gefahr ernster Augenschäden
- R42 Sensibilisierung durch Einatmen möglich
- R43 Sensibilisierung durch Hautkontakt möglich
- R42/43 Sensibilisierung durch Einatmen und Hautkontakt möglich.

Das Ziel einer Produktauswahl sollte es nun sein, ein hygienisch wirksames Produkt zu finden mit einer möglichst niedrigen Gefahrenklasse und ohne die R-Sätze R40 bis R43 (abgekürzt „R4x“). Damit eine Vergleichbarkeit hygienisch ähnlich wirkender Mittel möglich ist, wurde die Auswertung auch nach (wesentlichen) Wirkstoffgruppen gem. VAH-Liste [2] getrennt vorgenommen.

**Ergebnisse:** Die Tabellen 2 und 3 enthalten die Ergebnisse der Auswertung für Flächendesinfektionsmittel. So sind von 233 Produkten mit der wesentlichen Wirkstoffgruppe „quaternäre Verbindungen“ 39 Produkte in der niedrigsten Gefahrenklasse A eingestuft, 95 Produkte in B, 69 in C und nur 30 in der höchsten Gefahrenklasse D (Tabelle 2).

**Tabelle 2:** Flächendesinfektionsmittel: Wirkstoffgruppen und Klassen:

(\*) Angaben zu R-Sätzen in nachfolgenden Tabellen

	Anzahl alle	Anzahl ohne R4x	Anzahl mit R4x	Gefahrenklasse			
				A	B	C	D
Aldehyd/abspalter	29	0	29	0	10*	15*	4*
Alkohol	154	103	51	78	68*	8*	0
Alkylamin	22	14	8	0	7*	8*	7*
Amphotenside	1	1	0	0	0	1	0
Chlorabspaltende Verbindung/Chloramide	7	2	5	0	1	6*	0
Glykolderivat	2	2	0	0	0	2	0
Peroxidverbindung	22	19	3	7	7*	4	4
Phenolderivat	3	1	2	0	2*	1	0
Quaternäre Verbindungen	233	157	76	39	95*	69*	30*
Säuren	5	4	1	0	5*	0	0
Summe	478	303	175	124	195	114	45

Die R-Sätze R40 bis R43 wurden in der Gefahrenklasse A überhaupt nicht vergeben. In der Gefahrenklasse B führten 46 % der Produkte den R-Satz R41 (Tabelle 3), in Gefahrenklasse C waren bei ca. 22 % der Produkte auch der R-Satz R43 bzw. R42/43 vertreten, in Gefahrenklasse D gab es 8 Einstufungen in R43, entsprechend 27 %.

Die Vielfalt der Produkteigenschaften ermöglicht es nun einem Anwender, bewusst zu entscheiden, ob er ein Produkt auf der Grundlage „quaternärer Verbindungen“ mit einer geringen Gefährdung (Gefahrenklasse A oder B) und ohne die R-Sätze R40 bis R43 („ohne R4x“) verwenden möchte. Dies wird auch von der Art des geplanten Einsatzes abhängen.

**Tabelle 3:** Flächendesinfektion/ Gefahrenklasse B bis D: Vorkommen der R-Sätze R40 bis R43

Gefahrenklasse B						
	Anzahl	R40	R41	R42	R43	R42/43
Aldehydabspalter	10	5	8	0	2	8
Alkohol	68	0	46	0	1	0
Alkylamin	7	0	6	0	0	0
Peroxidverbindung	7	0	3	0	0	0
Phenolderivat	2	0	1	0	1	0
Quaternäre Verbindungen	95	0	44	0	2	0
Säuren	5	0	1	0	0	0
Gefahrenklasse C						
Aldehydabspalter	15	7	1	0	0	15
Alkohol	8	0	4	0	0	0
Alkylamin	8	1	0	0	0	0
Chlorabspaltende Verbindung/Chloramide	6	0	0	5	0	0
Quaternäre Verbindungen	69	1	10	0	9	6
Gefahrenklasse D						
Aldehyd/abspalter	4	2	0	0	0	4
Alkylamin	7	0	0	0	1	0
Quaternäre Verbindungen	30	0	0	0	8	0

**Folgerungen:** Das beschriebene System zur Auswahl und Bewertung von Desinfektionsmitteln im Gesundheitsdienst wurde für die Tätigkeiten Flächen-, Instrumenten- und Haut-/Händedesinfektion erstellt und ausgewertet. Ein Anwender erkennt anhand der Tabellen, in unserem Beispiel für die Flächendesinfektion, ob ein Produkt, welches sich in der betrieblichen Anwendung befindet, im gesamten

Desinfektionsmittelmarkt eher zu den „problematischen“ oder den „sicheren“ Produkten gehört.

Anwender sollten stets im Auge behalten, dass die beschriebene Auswahl der Desinfektionsmittel entscheidend von der Qualität der Herstellerinformationen abhängt.

Da das Auswahlssystem auf Produktkennzeichnungen basiert, muss es überarbeitet werden, wenn die Desinfektionsmittel spätestens 2015 mit der neuen Produktkennzeichnung nach GHS/CLP-Verordnung [3] versehen werden.

Quellenangaben:

[1] U. Eickmann; R. Knauff-Eickmann, M. Seitz: Desinfektionsmittel im Gesundheitsdienst – Stand 2010; Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft, 71 (2011) Nr. 9, S. 393-396

[2] Desinfektionsmittel-Liste des VAH (Verbund für Angewandte Hygiene e.V.) Stand 01. September 2010, mhp-Verlag, Wiesbaden

[3] Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über die Einstufung und Verpackung von Stoffen und Gemischen sowie die Änderungsverordnung (EG) Nr. 790/2009 der Kommission vom 10. August 2009.

## Biomonitoring bei beruflicher 2-Chloropren-Belastung

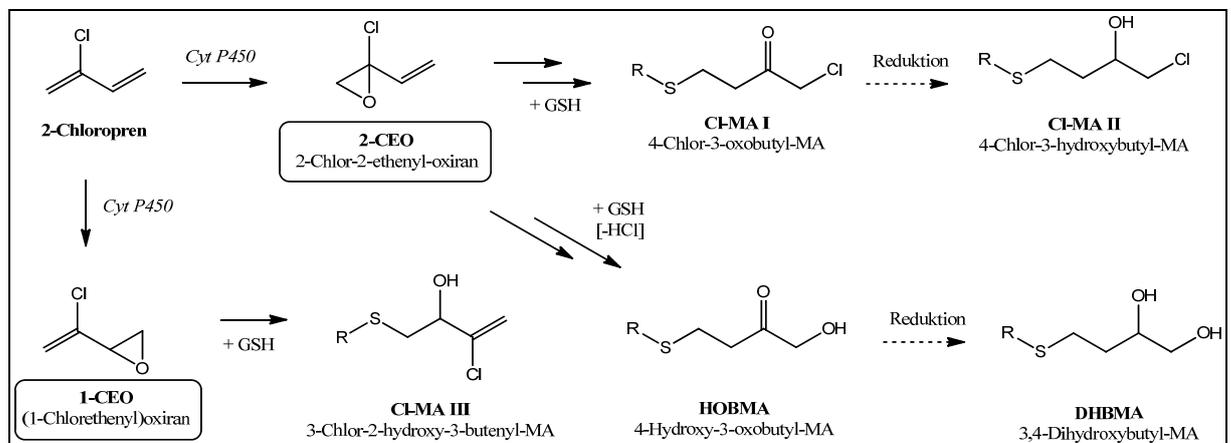
E. Eckert <sup>1</sup>, W. Gries <sup>2</sup>, G. Leng <sup>2</sup>, T. Göen <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin (IPASUM) der Universität Erlangen-Nürnberg

<sup>2</sup> Currenta GmbH & Co. KG, Gesundheitsschutz-Institut für Biomonitoring, Leverkusen

### Einleitung

2-Chloropren ist mit einer weltweiten Produktionsmenge von mehr als 300.000 t pro Jahr eine bedeutende Industriechemikalie und wird fast ausschließlich als Monomer in der Produktion von Polychloropren (Markenname: Neopren®) eingesetzt. Chloropren-Kautschuk besitzt hervorragende Isolierungseigenschaften und findet vielfältig Anwendung, z.B. als Material für Thermo-Schutzanzüge. Von der DFG-Arbeitsstoffkommission wurde 2-Chloropren als im Tierversuch eindeutig nachgewiesenes Kanzerogen eingestuft (Kat. 2). Der Metabolismus von 2-Chloropren wurde bisher fast ausschließlich *in vitro* an Lebermikrosomen von Nagetieren und Menschen untersucht (Munter et al. 2003 / 2007). Zur Entgiftung der primär gebildeten Epoxidverbindungen kommt demnach der Bildung und Ausscheidung von Mercaptursäuren über den Urin eine bedeutende Rolle zu (siehe Abb. 1). Eine Auswahl potentieller Mercaptursäuren des Chloroprens ist in Abb. 1 dargestellt.



**Abbildung 11:** Vorgeschlagener Biotransformationsweg von 2-Chloropren, auszugsweise und modifiziert nach Munter et al., 2003 und 2007 (Cyt P450: Cytochrom P450, GSH: Glutathion, MA: Mercaptursäure).

### Zielstellung

Aufgrund der potentiellen Gesundheitsgefährdung beruflich gegenüber 2-Chloropren exponierter Personen besteht dringender Bedarf an Verfahren zur inneren Expositionserfassung an entsprechenden Arbeitsplätzen. Deshalb war es das Ziel der Studie ein geeignetes Verfahren zum biologischen Belastungsmonitoring von 2-Chloropren zu entwickeln.

## Methoden

Im Rahmen einer erweiterten Vorsorgeuntersuchung von 14 Beschäftigten einer Chloropren-Polymerisationsanlage wurde ein Biomonitoring durchgeführt, bei dem die Gehalte fünf potentieller Chloropren-Metabolite im Nachschichturin bestimmt wurden (exponierte Gruppe). Zusätzlich wurden Urinproben von 30 Personen ohne berufliche 2-Chloropren-Exposition auf diese Metabolite untersucht (Kontrollgruppe). Für das quantitative Screening wurden neben drei chlorhaltigen Analyten auch zwei Mercaptursäuren (MA) ohne Chloratom bestimmt. Als Parameter wurden im Einzelnen 3-Chlor-2-hydroxy-3-butenyl-MA (CI-MA III) als Folgeprodukt des 1-CEO sowie 4-Chlor-3-oxobutyl-MA (CI-MA I), 4-Chlor-3-hydroxybutyl-MA (CI-MA II), 4-Hydroxy-3-oxobutyl-MA (HOBMA) und 3,4-Dihydroxybutyl-MA (DHBMA) als postulierte 2-CEO-Folgeprodukte ausgewählt (siehe Abb. 1). Die simultane Bestimmung dieser Mercaptursäuren erfolgte nach online-Anreicherung unter Einsatz isotonenmarkierter interner Standards mittels LC-MS/MS (Eckert et al., 2012). Die Nachweisgrenzen lagen im Bereich von 1,4 µg/L für CI-MA III bis 4,2 µg/L für HOBMA. Zur Berücksichtigung diuresebedingter Schwankungen erfolgte die Auswertung in der Bezugsgröße µg/g Kreatinin.

## Ergebnisse

CI-MA I und CI-MA II waren in keiner der untersuchten Urinproben nachweisbar. CI-MA II erwies sich zudem als nicht ausreichend stabil in wässrigen Medien und ist daher offensichtlich kein geeigneter Biomarker in Urin. Die chlorhaltige Mercaptursäure CI-MA III war in den Urinproben der Kontrollgruppe ebenfalls nicht nachweisbar, konnte aber in 11 der 14 Urinproben der exponierten Gruppe in Gehalten von bis zu 25 µg/g Kreatinin nachgewiesen werden. DHBMA und HOBMA wurden in allen Urinproben gefunden, wobei für HOBMA leicht und für DHBMA deutlich erhöhte Gehalte im Urin der exponierten Gruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe feststellbar waren (vergleiche Tab. 1). Darüber hinaus zeigte sich in den Urinproben der exponierten Gruppe eine signifikante lineare Korrelation zwischen den Mercaptursäuren CI-MA III und DHBMA mit einem Ausscheidungsverhältnis von etwa 1:400 ( $r = 0,918$ ;  $p < 0,001$ ).

**Tabelle 6:** Gehalte der untersuchten Mercaptursäuren im Urin der exponierten Gruppe und der Kontrollgruppe in µg/g Kreatinin. (< NWG: Gehalt unterhalb der Nachweisgrenze).

Analyt	Exponierte Gruppe (n = 14)		Kontrollgruppe (n = 30)	
	Median	Bereich	Median	Bereich
CI-MA I	< NWG	< NWG	< NWG	< NWG
CI-MA II	< NWG	< NWG	< NWG	< NWG
CI-MA III	6,1	< NWG – 25,7	< NWG	< NWG
HOBMA	214	97,9 – 436	111	26,8 – 775
DHBMA	3255	176 – 12187	179	72,3 – 523

### Schlussfolgerungen

Unsere Untersuchungen weisen darauf hin, dass die Mercaptursäuren CI-MA III und DHBMA geeignete Biomarker für berufliche Chloropren-Belastungen sind. DHBMA präsentierte sich dabei als ein Hauptmetabolit und besonders sensibler Marker des 2-Chloroprens. CI-MA III stellt dagegen einen chlorhaltigen und somit spezifischen 2-Chloropren-Biomarker dar. Bei unklaren Expositionssituationen ist daher eine gemeinsame Anwendung beider Parameter zu empfehlen.

### Literatur

Eckert E., Leng G., Gries W., Göen, T.: A method for the simultaneous determination of mercapturic acids as biomarkers of exposure to 2-chloroprene and epichlorohydrin in human urine. *J. Chromatogr. B* 889-890 (2012), 69-76.

Munter T., Cottrell L., Golding B.T., Watson W.P.: Detoxication pathways involving glutathione and epoxide hydrolase in the in vitro metabolism of chloroprene. *Chem. Res. Toxicol.* 16 (2003), 1287-1297.

Munter T., Cottrell L., Ghai R., Golding B.T., Watson W.P.: The metabolism and molecular toxicology of chloroprene. *Chem.-Biol. Interact.* 166 (2007), 323-331.

## **Metabolite der Monoterpene Limonen und $\alpha$ -Pinen und deren renale Elimination nach oraler Aufnahme**

**Lukas Schmidt, Hans Drexler, Thomas Göen**

Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der Universität Erlangen-Nürnberg  
Schillerstraße 25/29, 91054 Erlangen

### **Ziel der Studie**

Monoterpene sind Naturstoffe, die aufgrund ihrer lipophilen Eigenschaften und ihrer relativ hohen Flüchtigkeit als alternative Lösemittel vielfältig eingesetzt werden. Neben der vielbeschriebenen Exposition von Beschäftigten der Holzbranche gegenüber Monoterpenen ist deshalb auch an zahlreichen weiteren Arbeitsplätzen mit einer hohen Monoterpen-Belastung zu rechnen.

Als Grundlage für die Etablierung eines Verfahrens zum biologischen Belastungsmonitoring von Monoterpenen wurden Untersuchungen zum humanen Metabolismus und der renalen Eliminationskinetik der Metabolite für die beiden bedeutendsten Monoterpene Limonen und  $\alpha$ -Pinen durchgeführt. Für die Untersuchungen liegt ein positives Votum der Ethik-Kommission der Universität Erlangen-Nürnberg vor.

### **Methoden**

Nach oraler Applikation von 75mg Limonen und 20mg  $\alpha$ -Pinen über eine magensaftresistente Kapsel wurde der Urin zweier Probanden bis 16 h nach Applikation sukzessiv gesammelt und die Parameter der Probennahme dokumentiert. In den Urinproben wurden die Konzentrationen der Monoterpenmetabolite cis- und trans-Verbenol, Myrtenol, cis- und trans-Carveol, Perillaalkohol, sowie Limonen-1,2-diol und Limonen-8,9-diol bestimmt. Die Analyse erfolgte nach enzymatischer Hydrolyse, Extraktion und Derivatisierung per Gaschromatographie gekoppelt mit der Tandem-Massenspektrometrie und chemischer Ionisierung (GC-CI-MS/MS). Mit den ermittelten Daten wurden pharmakokinetische Kennzahlen zur Ausscheidungskinetik berechnet und verglichen.

## Ergebnisse

In den Urinproben wurden innerhalb des untersuchten Analysenspektrums neben weiteren minderen Metaboliten Limonen-1,2-diol und Limonen-8,9-diol als Hauptmetabolite des

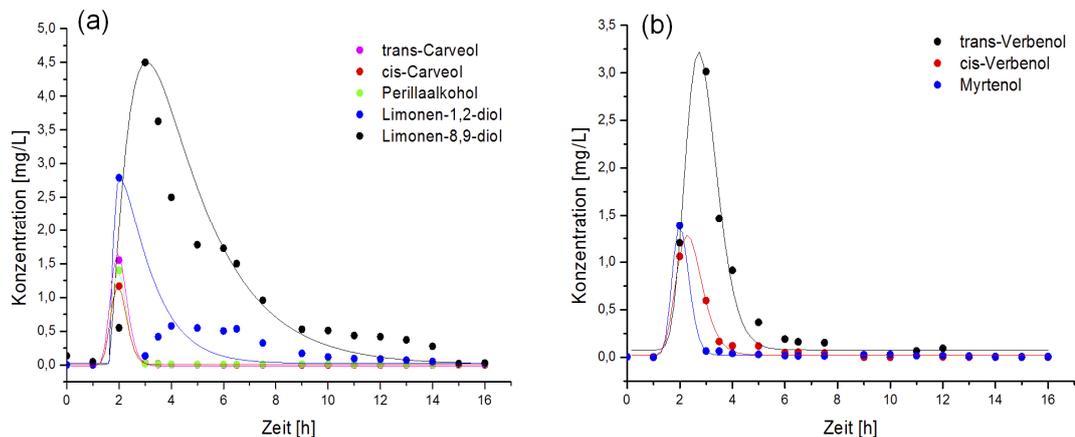
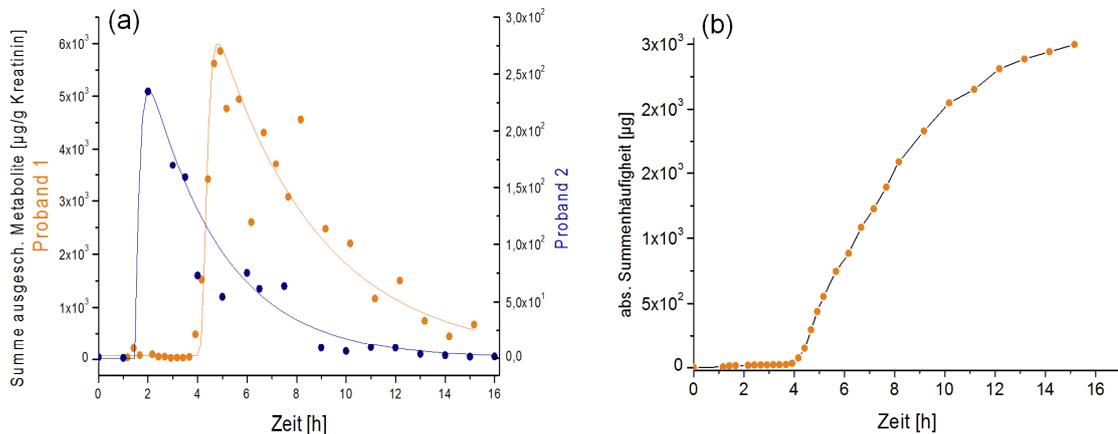


Abb. 1: renale Ausscheidungskinetik der Metabolite von (a) Limonen und (b)  $\alpha$ -Pinen bei Proband 2; Fit: Normal-Log.

Limonens identifiziert (Abb. 1a). Für das  $\alpha$ -Pinen stellen trans- und cis-Verbenol die Hauptmetabolite dar (Abb. 1b). Diese Befunde decken sich mit bereits veröffentlichten Daten [1,2].

Die Ausscheidung der Metabolite erfolgte mit einem Konjugatanteil von 90-100%. Für die beiden Probanden wurden allerdings Unterschiede für den Zeitpunkt des Ausscheidungsmaximums sowie für die Halbwertszeiten der Ausscheidung beobachtet (Abb. 2a). Aus der Darstellung der absoluten Summenhäufigkeiten aller ausgeschiedenen Metabolite (Abb. 2b) ist zudem zu entnehmen, dass bei Proband 1 die Metabolitenausscheidung nach 16h noch nicht vollständig beendet war. Die relative Gesamtausscheidung aller untersuchten Metabolite in Bezug auf die oral aufgenommene Menge an Monoterpenen liegt bei rund 3-5%. Dies lässt sich entweder damit begründen, dass nicht alle über den Urin ausgeschiedenen Metabolite mit der

## Analysemethode erfasst



**Abb. 2:** (a) zeitlicher Verlauf der Summe der Limonen- und  $\alpha$ -Pinen-Metabolite im Urin zweier Probanden nach oraler Aufnahme von Limonen und  $\alpha$ -Pinen. (b) absolute Summenhäufigkeit der gesamten renalen Ausscheidung an Monoterpen-Metaboliten von Proband 1 über die Zeit (Summe aller Limonen und  $\alpha$ -Pinen Metabolite)

werden, oder, dass bei hohen oral aufgenommenen Monoterpendosen (95mg) ein Großteil der aufgenommenen Menge direkt über die Lunge abgeatmet wird. Hierfür sprechen auch subjektiv geschilderte Erfahrungen der Probanden, die während der Versuche kurz vor Auftreten des analytisch erfassten Ausscheidungsmaximums einen deutlichen Terpengeruch im eigenen Atem angaben. Die bisher gefundenen Ergebnisse müssen durch weitere Untersuchungen vor allem unter Berücksichtigung geringerer Expositionsmengen und der arbeitsmedizinisch relevanteren inhalativen Expositionsrouten weiter untermauert werden.

### Schlussfolgerungen

Die Bestimmung der Limonendirole und der Verbenole im Urin bieten sich als Parameter eines biologischen Monitorings von Limonen- und  $\alpha$ -Pinen-Belastungen an.

Aufgrund der schnellen Ausscheidungskinetik werden dabei ausschließlich aktuelle Monoterpen-Belastungen erfasst.

Das Ausmaß und die Einflussfaktoren der interindividuellen Variabilität beim Metabolismus von Monoterpenen sind in weiteren Untersuchungen zu klären.

### Literatur

[1] Sagunski H., Heinzow B., Richtwerte für die Innenraumluft: Bicyclische Terpene (Leitsubstanz  $\alpha$ -Pinen); Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz 46 (4), 2003, 346-352.

[2] **Voss J.-U., Umweltbundesamt**; Richtwerte für monocyclische Monoterpene (Leitsubstanz d-Limonen) in der Innenraumluft. Mitteilung der Ad-hoc-Arbeitsgruppe Innenraumrichtwerte der Innenraumluftthygiene-Kommission des Umweltbundesamtes und der Obersten Landesgesundheits-behörden; Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz 53 (11), 2010, 1206-1215.

## **Aktuelle Daten zur Hintergrundbelastung der Allgemeinbevölkerung mit Hexachlorbenzol und p,p'-DDE**

**Thomas Schettgen, Monika Gube, Andre Esser, Anne Alt,  
Thomas Kraus**

Institut für Arbeits- und Sozialmedizin der RWTH Aachen, Pauwelsstrasse 30, D-52074 Aachen

([www.arbeitsmedizin.rwth-aachen.de](http://www.arbeitsmedizin.rwth-aachen.de))

### Einleitung

Chlororganische Verbindungen wie Hexachlorbenzol oder p,p'-dichlordiphenyl-dichlorethen (DDE) (siehe Abb. 1) als Metabolit des bekannten Insektizids DDT gehören zum sogenannten "dreckigen Dutzend" und sind im Rahmen der Stockholmer Konvention aus dem Jahre 2001 seit 2004 weltweit verboten. Neben ihrer hohen Persistenz in der Umwelt wurden in verschiedenen umweltepidemiologischen Studien endokrine und reproduktionstoxische Effekte beider Substanzen diskutiert [1,2]. Darüber hinaus wurden HCB und DDT von der IARC als möglicherweise krebserregend für den Menschen eingestuft (Gruppe 2B) [3,4].

Aufgrund des langjährigen Verbots beider Pflanzenschutzmittel in Deutschland (HCB: 1981; DDT: 1972 (West), 1991 (Ost)) sind die Konzentrationen beider Stoffe in der Umwelt stark rückläufig. Dennoch können sie auch heute noch im Blut der Allgemeinbevölkerung nachgewiesen werden. Aktuelle Daten zur inneren Belastung der Bevölkerung in Deutschland sind seit dem Umweltsurvey GerES III aus dem Jahre 1997/99 nicht mehr erhoben worden.

Deshalb war es das Ziel unserer Arbeiten, im Rahmen von derzeit an unserem Institut laufenden Studien zur Bestimmung von Persistenten Organochlorverbindungen (POPs) im Plasma [5] auch aktuelle Daten zur Hintergrundbelastung der deutschen Bevölkerung mit HCB und DDE zu gewinnen.

### Methode

Ausgehend von einem von der DFG geprüften Verfahren [6] wurde in unserem Labor eine hochempfindliche Methode zur Bestimmung von HCB und DDE im Plasma erarbeitet. Dabei werden 2 ml der Plasma-Probe durch den Zusatz von Ameisensäure enteiweißt. Die chlororganischen Verbindungen werden mit n-Hexan extrahiert, auf einer Silika-Gel-Säule aufgereinigt und schließlich mittels GC/EI-MS nachgewiesen.

Die Nachweisgrenze der Methode beträgt 0,01 µg pro Liter Plasma für HCB und DDE, die Präzision von Tag zu Tag beträgt 2,2 bzw. 5,2 % (n=54). Die Richtigkeit des Verfahrens wird durch regelmäßige Teilnahme an Ringversuchen gewährleistet.

### Kollektive

Die Methode wurde auf Plasma-Proben von insgesamt 1440 Personen (1022 m, 418 w) der westdeutschen Allgemeinbevölkerung im Alter zwischen 20 und 69 Jahren angewandt. Alle Personen sind wohnhaft in Nordrhein-Westfalen. Die Plasma-Proben wurden im Zeitraum zwischen Juli 2010 und Januar 2012 akquiriert.

Aufgrund der altersabhängigen Kumulation beider Organochlorverbindungen im Fettgewebe wurden aus dem Gesamtkollektiv insgesamt 5 Altersgruppen gebildet:

Gruppe 1: Personen im Alter zwischen 20 und 29 Jahren (n=222, 164 m, 58 w)  
 Gruppe 2: Personen im Alter zwischen 30 und 39 Jahren (n=350, 237 m, 113 w)  
 Gruppe 3: Personen im Alter zwischen 40 und 49 Jahren (n=384, 271 m, 113 w)  
 Gruppe 4: Personen im Alter zwischen 50 und 59 Jahren (n=377, 265 m, 112 w)  
 Gruppe 5: Personen im Alter zwischen 60 und 69 Jahren (n=107, 85 m, 22 w)

### Ergebnisse

Mit Hilfe unserer Methode konnte HCB in 99,8 % aller Proben und DDE in 100 % aller Proben nachgewiesen werden. Die Ergebnisse des Humanbiomonitorings für die unterschiedlichen Altersgruppen sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Insgesamt ergab sich für beide Parameter der erwartete altersabhängige Anstieg der Plasma-Konzentrationen. Die Konzentration von HCB im Plasma war dabei ab der Altersgruppe der 40-49jährigen bei Frauen signifikant höher als bei Männern (t-test, 2seitig), während dies für den Parameter DDE lediglich in der höchsten Alterskategorie (60-69 Jahre) der Fall ist.

Der Vergleich mit den im **Vollblut** ermittelten Referenzwerten des Umweltbundesamtes [7] aus dem Jahre 1999 ergibt nochmals eine deutliche Reduzierung der Hintergrundbelastung in Deutschland. Ausgehend von einem Plasma/Vollblut-Verteilungskoeffizienten von 2 wurden diese Referenzwerte nur in 5 Fällen (für DDE) überschritten. Analog liegen die hier ermittelten 95. Perzentile für HCB bei etwa 10 % des alten Referenzwertes. Dementsprechend liegt die 95. Perzentile für DDE im hier untersuchten Kollektiv bei ca. 25-30 % der alten Referenzwerte für West-Deutschland.

		Gruppe 1 (20 – 29 Jahre)		Gruppe 2 (30 – 39 Jahre)		Gruppe 3 (40 – 49 Jahre)		Gruppe 4 (50 – 59 Jahre)		Gruppe 5 (60 – 69 Jahre)	
		M (n=164)	W (n=58)	M (n=237)	W (n=113)	M (n=271)	W (n=113)	M (n=265)	W (n=112)	M (n=85)	W (n=22)
HCB [µg/L Plasma]	Median	0,07	0,07	0,08	0,09	0,11	0,14	0,15	0,21	0,20	0,20
	95. Perz.	0,16	0,13	0,19	0,18	0,23	0,41	0,45	0,64	0,80	1,40
	Max.	0,26	0,15	0,60	0,30	0,57	0,55	3,38	0,93	1,36	1,50
Referenzwerte UBA 1997/99 [µg/L Vollblut]		0,5		1,0		2,5		3,3		5,8	
DDE [µg/L Plasma]	Median	0,27	0,29	0,41	0,40	0,57	0,66	0,89	1,04	1,04	1,16
	95. Perz.	1,13	1,68	1,75	2,09	3,38	2,34	4,49	7,93	4,60	9,63
	Max.	3,4	6,1	5,2	5,4	10,0	5,9	37,3	30,4	9,7	10,6
Referenzwerte UBA 1997/99 (West/Ost) [µg/L Vollblut]		2/5		4/11		7/18		8/31		11/31	

Zusammenfassung

- **hochempfindlicher und spezifischer Nachweis von HCB und DDE im Plasma**
- **Untersuchung eines großen Kollektivs der deutschen Allgemeinbevölkerung**
- **deutliche Reduktion der Hintergrundbelastung im Vergleich zu alten UBA-Referenzwerten**
- **aktualisierte Basis zur Einschätzung individueller Messwerte im Humanbiomonitoring**

Referenzen

- [1] Chevrier J, Eskenazi B, Holland N, Bradman A, Barr DB. Effects of exposure to polychlorinated biphenyls and organochlorine pesticides on thyroid function during pregnancy. *Am J Epidemiol* 168 (3): 298-310 (2008).
- [2] Longnecker MP, Gladen BC, Cupul-Uicap LA, Romano-Riquer SP, Weber JP, Chapin RE, Hernandez-Avila M. In utero exposure to the antiandrogen DDE in relation to anogenital distance in male newborns in Chiapas, Mexico. *Am J Epidemiol* 165 (9): 1015-1022 (2007).
- [3] IARC (1991) IARC Monograph Eval Carcinog Risks Hum 53:179-249.
- [4] IARC (2001) IARC Monograph Eval Carcinog Risks Hum 79:493-568.
- [5] Schettgen T, Gube M, Esser A, Alt A, Kraus T. Plasma PCB levels of workers of a transformer recycling company, their family members and employees of surrounding companies. *J Toxicol Environ Health A*, in press.
- [6] Schulte E, Lewalter J, Ellrich D, 1993. Polychlorinated biphenyls in blood or serum. In: Angerer, J., Schaller, K.H. (Eds.), *Analyses of hazardous substances in biological materials*, Vol. 3. Deutsche Forschungsgemeinschaft, VCH, Weinheim, p 231f.
- [7] Kommission "Human-Biomonitoring" des Umweltbundesamtes: Aktualisierung der Referenzwerte für PCB-138, -153, -180 im Vollblut sowie Referenzwerte für HCB,  $\beta$ -HCH und DDE im Vollblut. *Bundesgesundhbl.* 46, 161 - 168 (2003).

## Entwicklung einer Analysenmethode zum Nachweis von DPHP (Bis(2-Propylheptyl)phthalat) in der Allgemeinbevölkerung

Leng, Gabriele, Gries, Wolfgang, Koch, Holger

Schlüsselwörter: Bis(2-Propylheptyl)phthalat – DPHP – Biomonitoring

Bis(2-Propylheptyl)phthalat – DPHP – Biomonitoring

### Einleitung und Ziel:

DPHP (Bis(2-propylheptyl)phthalat) wird als Weichmacher für technische Anwendungen verwendet und dient als Substitutionsprodukt für Di-(2-ethylhexyl)phthalat (DEHP) und Diisononylphthalat (DINP). Die Möglichkeit durch Biomonitoring eine DPHP-Belastung nachweisen zu können, wäre sowohl arbeitsmedizinisch als auch umweltmedizinisch von Bedeutung. Ziel dieser Studie ist es, Analysemethoden zu entwickeln zum selektiven und sensitiven Nachweis einer DPHP-Belastung. Hierfür muß überprüft werden, ob die postulierten Metabolite Mono-2-(propyl-6-hydroxy-heptyl)-phthalat (OH-MPHP), Mono-2-(propyl-6-oxoheptyl)-phthalat (oxo-MPHP) und Mono-2-(propyl-6-carboxy-hexyl)-phthalat (cx-MPHxP) die Hauptmetabolite beim Menschen sind.

Die Methodenentwicklung wurde im Rahmen des Kooperationsprojektes „Human-Biomonitoring“ des BMU und des VCI durchgeführt.

### Kollektiv und Methoden:

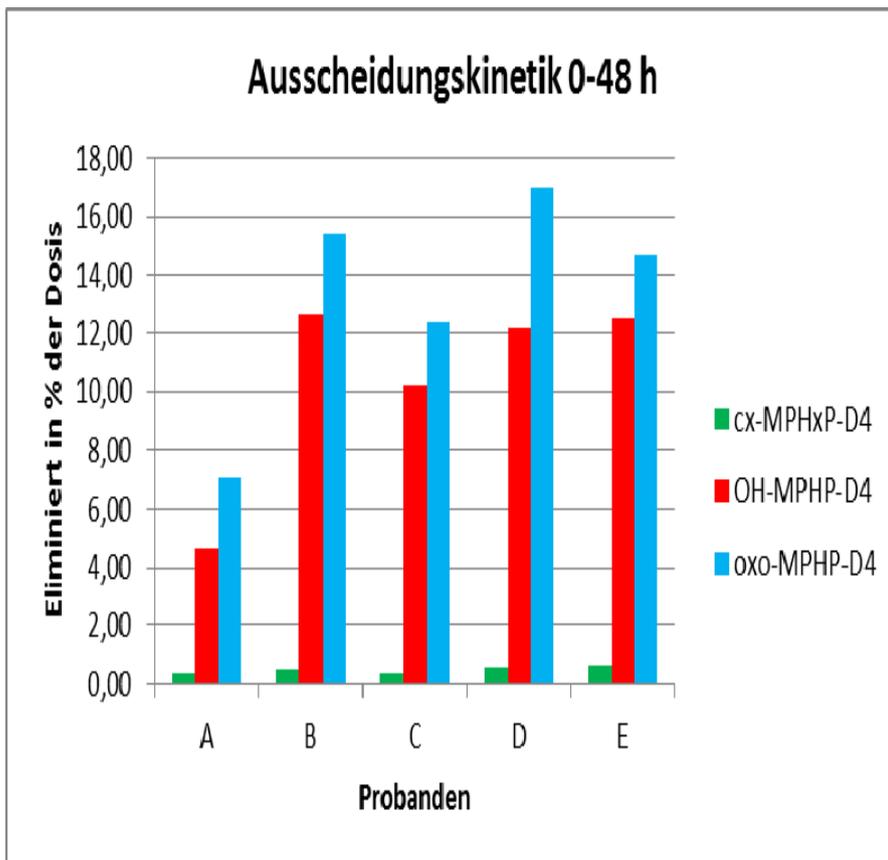
Die nach enzymatischer Hydrolyse aus 1 mL Urin freigesetzten Metabolite OH-MPHP, oxo-MPHP und cx-MPHxP werden mit tert-Butylmethylether extrahiert, anschließend unter Zugabe von 1,1,1,3,3,3- Hexafluorisopropanol (HFIP) und Diisopropylcarbodiimid selektiv an der Carboxylgruppe derivatisiert. Die gebildeten HFIP-Ester werden kapillargaschromatographisch getrennt und mit anschließender GC-MS-NCI-Detektion analysiert. Als interne Standards werden die entsprechend deuterierten Derivate eingesetzt. Die Bestimmungsgrenzen für die einzelnen Metabolite betragen 0,3 - 0,5 µg/L bei der LC-MS/MS und 0,15 - 0,3 µg/L bei der GC-HRMS sowie GC-MS/MS. Die Präzision in der Serie beträgt 2,1 - 7,9 % bei der LC/MS/MS und 0,8 - 3,8 % bei der GC, die Tag zu Tag Präzision 3,4 - 8,0 % (LC) und 1,3 - 7,4 % (GC).

Um die Eliminationskinetik von DPHP zu untersuchen, wurde bei 5 Freiwilligen nach oraler Gabe von ca. 50 mg D4-DPHP 48 Stunden lang in regelmäßigen Abständen Urin gesammelt (durchgeführt im IPA), der dann auf die entsprechenden Metabolite analysiert wurde. Die Untersuchung wurde von der Ethikkommission der Ruhr Universität Bochum genehmigt (Registrier-Nr. 4022-11. Bewilligung vom 24.05.2011). Um eine Übersicht über mögliche Hintergrundbelastungen zu erhalten, wurden 40 Urinproben von nicht beruflich mit DPHP exponierten Personen gesammelt und mittels GC/HRMS analysiert.

Ergebnisse:

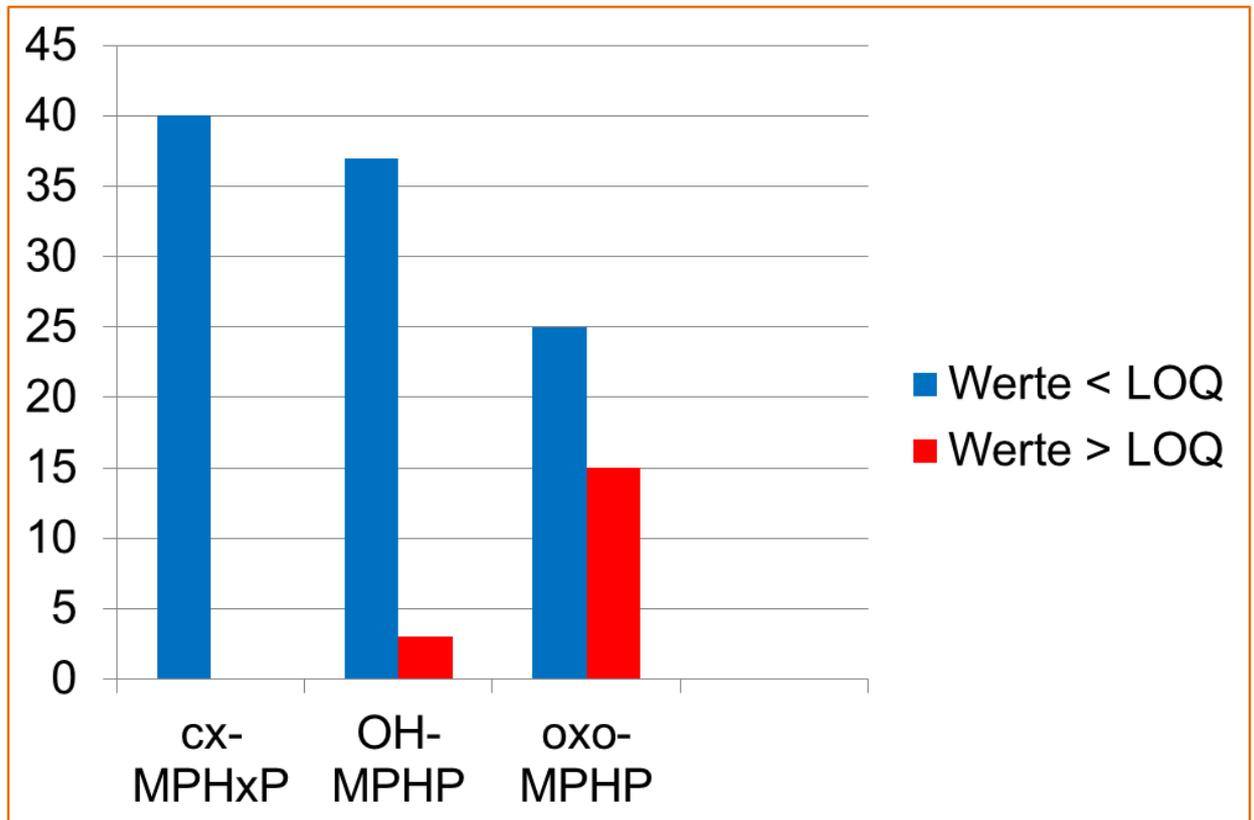
Die Abbildung 1 zeigt die Ergebnisse der Humankinetikstudie. Die postulierten Hauptmetabolite konnten nachgewiesen werden. Die DPHP-Metabolite wurden innerhalb von 48 Std. ausgeschieden, 24 % der applizierten Dosis wurden wiedergefunden, d.h. 12,41 % oxo-MPHP-D4, 9,66 % OH-MPHP-D4 und 0,43 % Cx-MPHxP-D4. Die interindividuellen Unterschiede lagen zwischen 12,13 und 29,77 % der verabreichten Dosis.

Abbildung 1: Eliminationskinetik bei 5 Probanden nach oraler Aufnahme von 50 mg D4-DPHP



In der Abbildung 2 sind die Ergebnisse der Bestimmung der Hintergrundbelastung in 40 Proben von Personen, die keinen bekannten Umgang mit DPHP hatten, dargestellt. Cx-MPHxP war in allen Fällen unterhalb der Nachweisgrenze (LOQ). Oxo-MPHP wurde in 15 Urinproben nachgewiesen mit im Mittel 0,40 µg/l und OH-MPHP wurde in 3 Urinproben nachgewiesen mit im Mittel 0,41 µg/l.

Abbildung 2: Nachweis der DPHP-Metaboliten in 40 Urinproben zur Ermittlung der Hintergrundbelastung



#### Diskussion und Schlußfolgerungen:

Es sind Analysemethoden entwickelt worden zum sensitiven Nachweis der drei Hauptmetabolite von DPHP im Urin. Mittels Eliminationskinetikstudie konnte gezeigt werden, dass DPHP innerhalb von 48 Stunden ausgeschieden wird. Die ersten Untersuchungen zur Hintergrundbelastung haben gezeigt, dass oxo-MPHP in 38 % der Urinproben nachweisbar war. Weitere Bevölkerungsstudien sind geplant, um valide Aussagen zur Hintergrundbelastung treffen zu können.

#### Weiterführende Literatur:

Koch HM, Angerer J: Di-iso-nonylphthalate (DINP) metabolites in human urine after a single oral dose of deuterium-labelled DINP. *Int J Hyg Environ Health* 210 (1), 2007, 9 - 19

Koch HM, Müller J, Angerer J: Determination of secondary, oxidised di-iso-nonylphthalate (DINP) metabolites in human urine representative for the exposure to commercial DINP plasticizers. *Journal of Chromatography B*. 847, 2007, 114 - 125

Koch HM, Calafat AM: Human body burdens of chemicals used in plastic manufacture. Phil. Trans. R. Soc. B. 364, 2009, 2063 - 2078

Wittasek M, Wiesmüller GA, Koch HM et al.: Internal phthalate exposure over the last two decades – A retrospective human biomonitoring study. Int J Hyg Environ Health 210 (3-4), 2007, 319 - 333

Wittasek M, Angerer J: Phthalates: metabolism and exposure. International Journal of Andrology 31, 2008, 131 - 138

Wittasek M, Koch HM, Angerer J, Brüning T: Assessing exposure to phthalates – The human biomonitoring approach. Mol. Nutr, Food Res, 54, 2010 1 - 25

Autoren:

Prof. Dr. med. Gabriele Leng  
Currenta GmbH & Co.OHG  
SI-Gesundheitsschutz-Institut für Biomonitoring  
Chempark Leverkusen, Geb. L 9  
D-51368 Leverkusen  
Tel: (0214)3065679  
Fax: (0214)3021307  
[Gabriele.leng@currenta.de](mailto:Gabriele.leng@currenta.de)

Wolfgang Gries  
Currenta GmbH & Co.OHG  
SI-Gesundheitsschutz-Institut für Biomonitoring  
Chempark Leverkusen, Geb. L 9  
D-51368 Leverkusen  
Tel: (0214)3050487  
Fax: (0214)3021307  
[Wolfgang.gries@currenta.de](mailto:Wolfgang.gries@currenta.de)

Dr. rer. nat. Holger Koch  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen  
Unfallversicherung  
Institut der Ruhr-Universität-Bochum (IPA)  
Bürkle-de-la-Camp-Platz 1  
44789 Bochum  
Tel +49 (0)234 302-4647  
Fax +49 (0)234 302-4505  
E-Mail: [koch@ipa-dguv.de](mailto:koch@ipa-dguv.de)

## Human Biomonitoring von DINCH (Cyclohexan-1,2 dicarbonsäure diisononylester), einem wichtigen Ersatzprodukt für Phthalat-Weichmacher

**Holger M. Koch, André Schütze, Claudia Pälme, Thomas Brüning**

Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung  
Institut der Ruhr-Universität-Bochum (IPA)  
Bürkle-de-la-Camp-Platz 1  
44789 Bochum

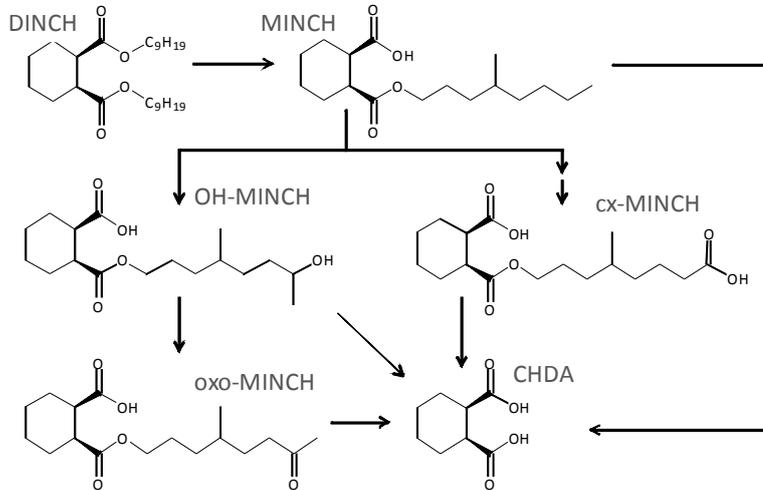
### Zielsetzung

Di(isononyl)cyclohexan-1,2-dicarbonsäure-ester (DINCH) wird seit 2002 als Substitutionsprodukt für höhermolekulare Phthalate wie DEHP (Diethylhexylphthalat) und DiNP (Diisononylphthalat) vermarktet, die bislang als Weichmacher v.a. für PVC-Kunststoffe eingesetzt worden sind. DINCH stellt kein Phthalat dar, ist dem DiNP aber strukturell sehr ähnlich, da es aus diesem durch Hydrierung des aromatischen Ringes gewonnen wird. Bislang gibt es für DINCH, anders als bei den Phthalaten, keine Hinweise auf reproduktionstoxische Eigenschaften; aufgrund des Anwendungsprofils ist jedoch (wie bei den Phthalaten) eine breite Belastung der Allgemeinbevölkerung zu erwarten. Ziel der hier vorgestellten Arbeit war die Aufklärung des DINCH-Metabolismus im Menschen, die Identifizierung valider Biomarker und sich davon ableitend die Ermittlung der metabolischen Konversionsfaktoren, um in Humanstudien von Metabolitkonzentrationen im Urin auf die Aufnahme rückrechnen zu können.

### Methoden

In einer Humanmetabolismus-Studie wurde drei männlichen Probanden jeweils 50 mg DINCH oral verabreicht (Ethikantrag No. 3866-10). Über einen Zeitraum von 48h wurden die anfallenden Einzelurine vollständig gesammelt. Aufgrund der Strukturanalogien zwischen DiNP und DINCH, Hinweisen aus Tierversuchen und unseren eigenen Erfahrungen im Phthalat-Humanmetabolismus postulierten wir als DINCH Hauptmetaboliten folgende Zielanalyten: die unspezifische Cyclohexan-1,2-dicarbonsäure (CHDA), den einfachen Monoester Cyclohexan-1,2-dicarbonsäure monoisononylester (MINCH) und die sekundären Oxidationsprodukte der Alkylseitenkette Cyclohexan-1,2-dicarbonsäure mono hydroxyisononylester (OH-MINCH), Cyclohexan-1,2-dicarbonsäure mono carboxyisooctylester (cx-MINCH) und Cyclohexan-1,2-dicarbonsäure mono oxoisononylester (oxo-MINCH) (siehe Abbildung 1).

Abbildung 1: Postulierter DINCH Metabolismus in Menschen, dargestellt über die 4-Methyl-1-octyl-Seitenkette (trans-Isomer)



Diese Metaboliten lagen uns (ausser oxo-MINCH) als analytische Standardsubstanzen vor und wurden von uns in den Urinen der Probanden über eine neu entwickelte HPLC-MS/MS Methode (Schütze et al. 2012 in press, DOI: 10.1016/j.jchromb.2012.03.030) identifiziert und quantifiziert. Anhand dieser Daten lässt sich nun für die o.g. Metaboliten deren Eliminationskinetik im Urin darstellen, sowie der prozentuale Anteil der Metaboliten im Urin - bezogen auf die oral applizierte Dosis - berechnen (metabolische Konversionsfaktoren). In einer Pilotstudie untersuchten wir in 77 Urinen der Allgemeinbevölkerung (aus den Jahren 2010 und 2011) die DINCH Metabolitausscheidung.

### Ergebnisse

Alle zuvor postulierten DINCH Metaboliten konnten in den Urinen der Metabolismus-Studie nachgewiesen und quantifiziert werden. Die höchsten Metabolit-Konzentrationen wurden ca. 3-6 Stunden nach der oralen Dosierung ausgeschieden. Zunächst wurde CHDA in den höchsten Konzentrationen ausgeschieden, welches dann aber nach ca. 12 Stunden von OH-MINCH als Hauptmetabolit abgelöst wurde. Cx- und oxo-MINCH waren ebenfalls wichtige Metaboliten von DINCH, während der einfache Monoester MINCH nur in deutlich geringeren Konzentrationen nachgewiesen werden konnte. Die Elimination der DINCH Metaboliten folgte einer mehr-phasigen Ausscheidungskinetik mit relativ schnellen Halbwerts-Zeiten der Ausscheidung ( $t_{1/2}$  ca. 2,5 bis 6 h, je nach Metabolit) in der ersten Phase (bis ca. 12 h nach Applikation), und darauf folgend deutlich längeren Halbwertszeiten der Ausscheidung ( $t_{1/2}$  ca. 12 bis 20 h, je nach Metabolit).

Insgesamt konnten wir bei den drei Probanden von der oral applizierten DINCH Dosis ca. 39% als einen der o.g. Metaboliten innerhalb 48 h im Urin wiederfinden (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Renal ausgeschiedene DINCH Metabolite (in % der applizierten DINCH Dosis) über 48 Stunden, gemittelt aus 3 Probanden

Zeit	CHDA	MINCH	OH-MINCH	oxo-MINCH	cx-MINCH	? 5 DINCH Metabolite
Tag 1	22,2	0,7	9,6	1,9	1,7	<b>36,1</b>
Tag 2	1,5	0,1	1,2	0,2	0,4	<b>3,4</b>

Ca. 90% der untersuchten Metaboliten wurden in den ersten 24 h über den Urin ausgeschieden ca. 10% in den zweiten 24 h. Mit über 23% der im Urin wiedergefundenen Dosis war die unspezifische CHDA der Hauptmetabolit; ca.15% der Dosis wurden als oxidierte Monoester (OH-, cx- und oxo-MINCH) und weniger als 1% als einfacher Monoester MINCH wiedergefunden. Trotz der Tatsache, dass die oxidierten DINCH Metaboliten in etwas geringeren Konzentrationen als CHDA ausgeschieden werden, sind diese die aussagekräftigeren Biomarker einer DINCH Exposition, da sie im Gegensatz zu CHDA a) spezifisch für DINCH sind, b) analytisch empfindlicher nachzuweisen sind und c) längere Halbwertszeiten der Ausscheidung aufweisen. Im Biomonitoring der DINCH Belastung in der Allgemeinbevölkerung liegt deshalb der Fokus auf den spezifischen oxidierten DINCH Metaboliten. In der Pilot-Studie zur DINCH Belastung in der Allgemeinbevölkerung finden sich in ca. 85% der untersuchten Urine oxidierte DINCH Metaboliten über der Bestimmungsgrenze (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2: Ergebnisse einer Human Biomonitoring Pilot-Studie mit 77 Freiwilligen aus der deutschen Allgemeinbevölkerung (aus den Jahren 2010/2011)

	cx-MINCH	OH-MINCH	oxo-MINCH	MINCH
Median [ $\mu\text{g/l}$ ]	0,15	0,28	0,18	< LOQ
95. Perzentil [ $\mu\text{g/l}$ ]	2,7	4,0	1,3	0,20
Max [ $\mu\text{g/l}$ ]	152	446	157	18,6
%>LOQ*	78	84	87	8

\* LOQ für OH-MINCH, cx-MINCH und oxo-MINCH: 0,05  $\mu\text{g/L}$ ; für MINCH 0,1  $\mu\text{g/L}$

Die Mediane der Ausscheidung liegen zwischen 0,15 und 0,28  $\mu\text{g/L}$ ; die 95.Perzentile zwischen 1,25 und 3,96  $\mu\text{g/L}$ . Die gemessenen Maximalwerte liegen mit 152 bis 446  $\mu\text{g/L}$  in Bereichen, wie sie auch für die klassischen höhermolekularen Phthalate wie DEHP oder DiNP gefunden werden.

### Schlussfolgerungen und Ausblick

Die oxidierten DINCH Monoester sind aussagekräftige Biomarker einer DINCH Exposition. Wir liefern mit dieser Studie humane Kinetikdaten und metabolische Konversionsfaktoren, mit denen in Folgestudien verlässlich von Metabolit-Konzentrationen im Urin auf die aufgenommene Dosis hochgerechnet werden kann. Obwohl mit dem Einsatz von DINCH erst 2002 begonnen wurde, kann in der Allgemeinbevölkerung bereits eine breite Belastung gegenüber DINCH nachgewiesen werden.

### Acknowledgement

Diese Studie wurde im Rahmen des BMU-VCI Kooperationsprojektes zum Human-Biomonitoring durchgeführt. Die Finanzierung erfolgte durch die Chemie Wirtschaftsförderungs-Gesellschaft mbH. Insbesondere bedanken wir uns für die projektbegleitende Unterstützung durch Dr. Rainer Otter, BASF.

## **Pilotstudie zum Humanbiomonitoring von Organophosphorhaltigen Flammenschutzmitteln bei Mitarbeitern einer Flugzeugwerft**

**B.K. Schindler, T. Weiß, H.C. Broding, J. Bünger, T. Brüning**

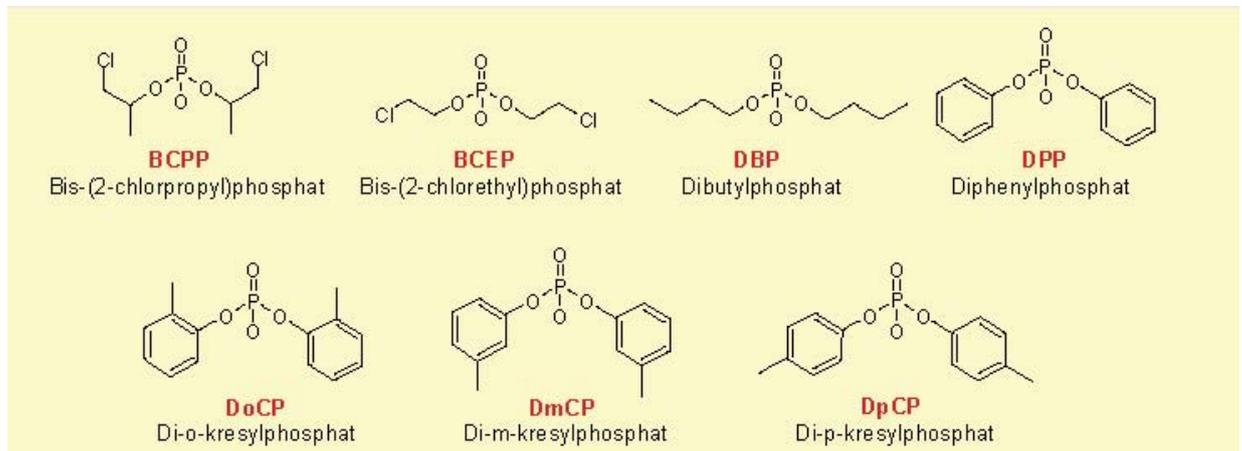
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA), Bürkle-de-la-Camp-Platz 1, D-44789 Bochum

### **Ziel der Studie**

Hydraulik- und Triebwerksöle werden bei Flugzeugen u.a. in Turbinen und im Hydrauliksystem der Landeklappen und Bremsen eingesetzt. Diese Öle enthalten Organophosphate, insbesondere Tributylphosphat (TBP  $\leq$  80%) und Triphenylphosphat (TPP  $\leq$  5%), aber auch Isomere des Trikresylphosphats (TCP  $<$  1%) als Antiabrieb-, Schmier-, Antikorrosions- und Flammenschutzmittel [1-7]. Bei „fume events“ können diese Öle in die Kabinenluft gelangen und werden in diesem Zusammenhang als besorgniserregende Komponenten mit möglicherweise negativen Auswirkungen auf die Gesundheit diskutiert. Deutlich höhere Expositionen sind beim direkten Umgang mit den Hydraulik- und Triebwerksölen zu erwarten. Während Wartungsarbeiten an Turbinen und dem Hydrauliksystem eines Flugzeugs kann das Wartungspersonal in Flugzeugwerften in direkten Kontakt mit den Triebwerks- und Hydraulikölen kommen, weshalb von einer Exposition gegenüber Organophosphaten auszugehen ist. Daneben kann der vermehrte Aufenthalt im Flugzeuginneren zu Wartungszwecken auch eine erhöhte Belastung durch weitere Organophosphate zur Folge haben. Luftmessung in einer norwegischen Flugzeugwerft ergaben je nach Tätigkeit und verwendetem Öl im Median Konzentrationen von bis zu 160  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  TBP, bis zu 0,13  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  TPP und bis zu 1,4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  TCP, wobei o-TCP nicht nachgewiesen werden konnte [8]. Neben der inhalativen Aufnahme ist aufgrund der geringen Dampfdrücke und der insbesondere für Tributylphosphat bekannt guten Hautgängigkeit auch von einer dermalen Aufnahme auszugehen. Diese kann nur mit Hilfe des Humanbiomonitorings vollständig erfasst werden. In einer Pilotstudie sollte aufgezeigt werden, inwieweit es zu einer beruflichen Exposition gegenüber verschiedenen Organophosphaten kommen kann.

## Methoden

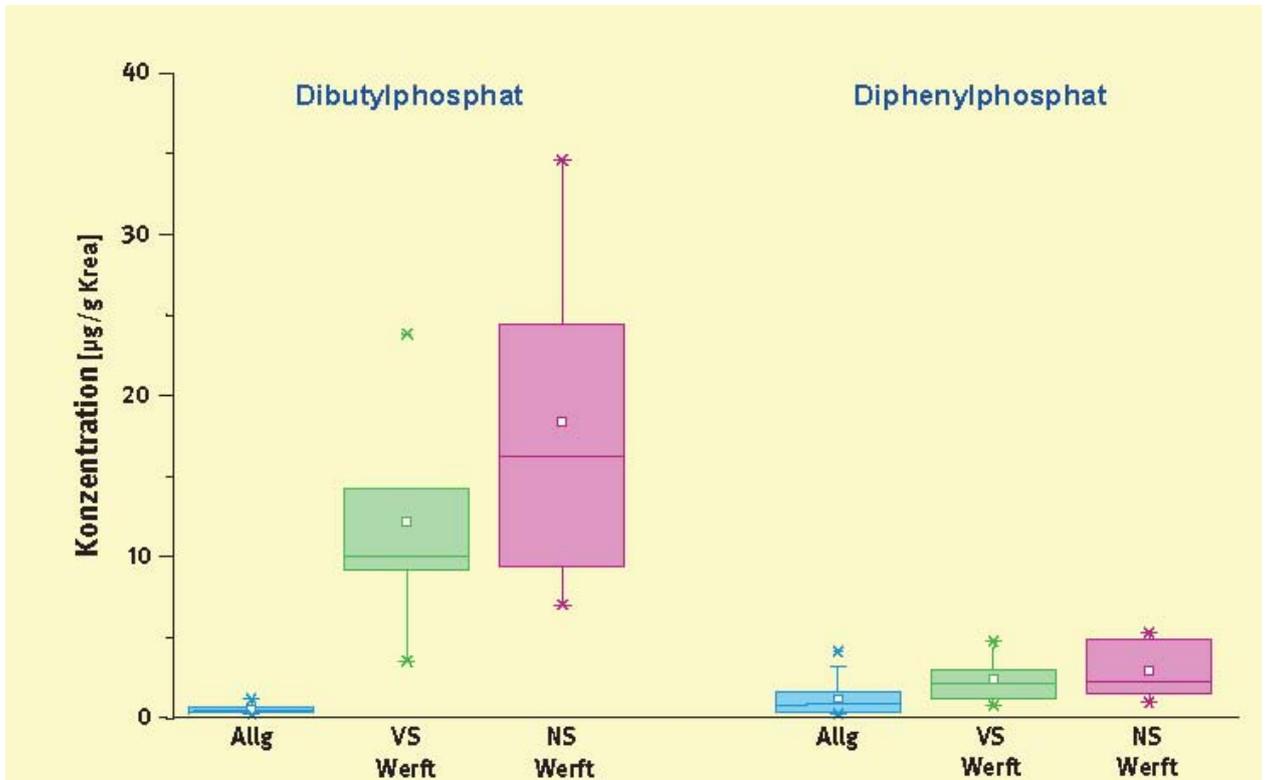
Im menschlichen Körper werden die Trialkyl-/arylphosphate zu den entsprechenden Dialkyl-/arylphosphaten metabolisiert und mit dem Urin ausgeschieden. In einer Pilotstudie wurden Vor- und Nachschichturine von fünf Technikern einer Flugzeugwerft untersucht (Ethikvotum 4069-11, Bochum). Sieben Dialkyl- und Diarylphosphat-Metabolite (Abb. 1) der Trialkyl-/arylphosphate Tributylphosphat, Tris-(2-chlorisopropyl)phosphat, Tris-(2-chlorethyl)phosphat, Triphenylphosphat sowie der o-, m- und p-Isomere des Trikresylphosphats wurden mittels GC-MS/MS im Urin quantifiziert. Die Probenvorbereitung erfolgte mittels Festphasenextraktion, Derivatisierung mit Pentafluorbenzylbromid und erneuter Festphasenextraktion, wie in früheren Arbeiten beschrieben [9,10].



**Abb. 1:** Strukturen der sieben Dialkyl- und Diarylphosphat-Metabolite und verwendete Abkürzungen.

## Ergebnisse

Bereits die Vorschichtwerte der Werftarbeiter für DBP lagen mit 3,6 – 23,8 µg/g Krea (Median 10,0 µg/g Krea) deutlich über den Belastungen der Allgemeinbevölkerung (Max 1,0 µg/g Krea) und stiegen nach der Schicht auf 7,0 – 34,6 µg/g Krea (Median 16,2 µg/g Krea) an (Abb. 2). Für DPP wurden bei den Werftarbeitern Konzentrationen von 0,8 – 4,7 µg/g Krea (Median 2,1 µg/g Krea) vor der Schicht und 0,9 – 5,3 µg/g Krea (Median 2,2 µg/g Krea) nach der Schicht gemessen. Damit liegen die Konzentrationen an DPP aller Arbeiter sowohl vor als auch nach der Schicht deutlich über dem Median von 0,7 µg/g Krea in einem Allgemeinbevölkerungskollektiv (Abb. 2). In keiner der untersuchten Proben konnten Dikresylphosphat-Metabolite oberhalb der Nachweisgrenze von 0,5 µg/l nachgewiesen werden. Die Gehalte der übrigen Flammschutzmittel-Metabolite lagen im Bereich der für die Allgemeinbevölkerung ermittelten Werte.



**Abb. 2:** Vergleich der Belastungen der Werftarbeiter (N=5) vor und nach der Schicht mit Personen der Allgemeinbevölkerung (Allg: Personen der Allgemeinbevölkerung (N=25), VS: Vorschicht, NS: Nachschicht).

### Schlussfolgerung

Diese Pilotstudie zeigt, dass die untersuchten Mitarbeiter der Flugzeugwerft durch ihre berufliche Tätigkeit gegenüber Tributylphosphat und Triphenylphosphat, nicht aber gegenüber Trikresylphosphaten exponiert sind. Die speziellen Tätigkeiten der Werftmitarbeiter sowie die erhöhten Vorschichtwerte deuten vor dem Hintergrund der bekannten Eliminationshalbwertszeiten und niedriger Dampfdrücke auf eine mit einer verzögerten Ausscheidung verbundene zusätzliche dermale Aufnahme von Tributyl- und Triphenylphosphat hin. Um weitere Aussagen über die Aufnahmewege zu treffen, ist eine breiter angelegte Untersuchung einer größeren Anzahl von Arbeitern notwendig.

**Literaturverzeichnis**

- [1] IPCS, "TKP Trikresylphosphat EHC 110," 1990.
- [2] WHO, "(World health organisation);Tri-n-butyl phosphate," Genf, 1991.
- [3] OECD, "Sids Triphenylphosphate," 2002.
- [4] OECD, "Sids Tributylphosphate," 2001.
- [5] Exxon Mobil, Material Safety Data Sheet "Hyjet IV-A Plus", Revision 21.April 2009, 2009
- [6] Exxon Mobil, Material Safety Data Sheet "Hyjet V", Revision 21. April 2009, 2009
- [7] Skydrol, Material Safety Data Sheet "Skydrol PE5", Version 5.5, 2008
- [8] K. Solbu, H. L. Daae, S. Thorud, D. G. Ellingsen, E. Lundanes, and P. Molander, "Exposure to airborne organophosphates originating from hydraulic and turbine oils among aviation technicians and loaders.," *Journal of environmental monitoring : JEM*, vol. 12, no. 12, pp. 2259-68, Dec. 2010.
- [9] B. K. Schindler, K. Forster, and J. Angerer, "Quantification of two urinary metabolites of organophosphorus flame retardants by solid-phase extraction and gas chromatography-tandem mass spectrometry," *Anal Bioanal Chem*, p. -, 2009.
- [10] B. K. Schindler, K. Forster, and J. Angerer, "Determination of human urinary organophosphate flame retardant metabolites by solid-phase extraction and gas chromatography-tandem mass spectrometry," *J. Chromatogr. B*, vol. 877, no. 4, pp. 375-381, 2009.

## Untersuchung der Ausscheidung von 1-Hydroxypyren und Dihydroxypyren im Urin bei gegenüber polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen exponierten Beschäftigten

A. Lotz<sup>1\*</sup>, A. Seidel<sup>2\*</sup>, G. Dettbarn<sup>2</sup>, H.-P. Rihs<sup>1</sup>, M. Raulf-Heimsoth<sup>1</sup>, B. Pesch<sup>1</sup>, T. Brüning<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA)

<sup>2</sup>Biochemisches Institut für Umweltcarcinogene Prof. Dr. Gernot Grimmer-Stiftung, Grosshansdorf

\*contributed equally

### Ziel der Studie

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) zählen zu den arbeitsmedizinisch relevanten Gefahrstoffen. Ziel der Untersuchungen war es, die Ausscheidung von 1-Hydroxypyren (1-OHP) im Urin, einem etablierten Biomarker der Exposition gegenüber PAK, mit derjenigen an 1,6- und 1,8-Dihydroxypyrenen ( $\Sigma$ Di-OHP) zu vergleichen.

### Methoden

Es wurden 95 Gussasphaltarbeiter und 42 Beschäftigte ohne berufliche PAK-Exposition untersucht. Im Spontanurin nach einer Arbeitsschicht wurde die Konzentration an 1-OHP und  $\Sigma$ Di-OHP bestimmt, entsprechend der in Jacob, Grimmer und Dettbarn (1999) und Seidel et al. (2008) beschriebenen Methodik. Ein schriftliches Einverständnis der Probanden und die Zustimmung der Ethikkommission lagen vor. Die statistische Auswertung umfasste deskriptive Maßzahlen und lineare Regressionsmodelle auf den log-transformierten Zielvariablen 1-OHP und  $\Sigma$ Di-OHP mit dem adjustierten  $R^2$  als Modellgütemaß. Einflussfaktoren der Modellierung waren die Expositionsgruppe (Referenzgruppe, Gussasphaltarbeiter), der Rauchstatus (Nichtraucher, aktuelle Raucher), das Alter und die Kreatininkonzentration im Urin.

### Ergebnisse

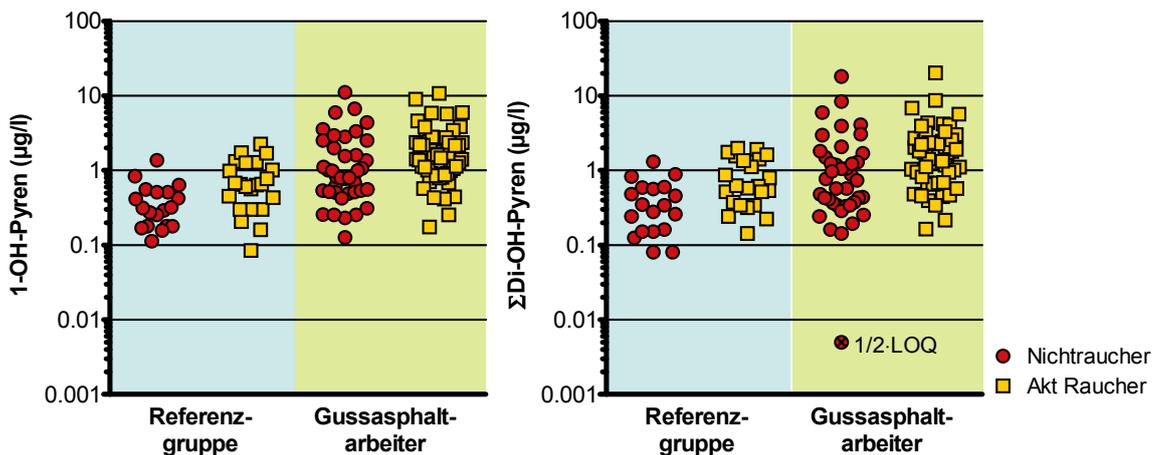
Tabelle 1 beschreibt das Studienkollektiv. Das Alter und ebenso der Anteil an Rauchern im Referenzkollektiv und bei den Gussasphaltarbeitern war vergleichbar. Die Konzentration von 1-OHP und  $\Sigma$ Di-OHP war bei den Gussasphaltarbeitern etwa doppelt so hoch wie in der Referenzgruppe. Die Konzentrationen von 1-OHP und  $\Sigma$ Di-OHP waren stark assoziiert ( $r=0,89$ ; 95%-CI 0,85 - 0,92).

Tabelle 1: Studienkollektiv

	Referenzgruppe N=42	Gussasphaltarbeiter N=95
Aktuelle Raucher (Prozent)	55%	58%
Alter (Median, Interquartilsbereich)	45,5 (39-52)	44 (37-50)
1-OH-Pyren ( $\mu\text{g/l}$ ) (Median, Interquartilsbereich)	0,48 (0,27-0,77)	1,27 (0,70-2,47)
$\Sigma\text{Di-OH-Pyren}$ ( $\mu\text{g/l}$ ) (Median, Interquartilsbereich)	0,52 (0,26-0,87)	1,22 (0,48-2,45)

Abbildung 2 zeigt, dass die Konzentrationen von 1-OHP und  $\Sigma\text{Di-OHP}$  bei den Gussasphaltarbeitern höher waren wie im Referenzkollektiv und dass aktuelle Raucher eine höhere 1-OHP und  $\Sigma\text{Di-OHP}$  Ausscheidung hatten als Nichtraucher.

Abbildung 2: Konzentrationen von 1-OH-Pyren und 1,6- und 1,8-Dihydroxypyrenen nach Expositionsgruppe und Rauchstatus



Die Modellierung von 1-OHP zeigte, dass Gussasphaltarbeiter um den Faktor 2,4 ( $P < 0,001$ ) höhere 1-OHP Konzentration im Urin hatten als Arbeiter des Referenzkollektivs. Raucher lagen um den Faktor 1,7 ( $P < 0,001$ ) höher als Nichtraucher. Das Modell zur  $\Sigma\text{Di-OHP}$  Konzentration im Urin zeigte ein ähnliches Bild mit 1,9-fach bzw. 2,1-fach höheren Konzentrationen an  $\Sigma\text{Di-OHP}$  in Gussasphaltarbeitern bzw. aktuellen Rauchern (jeweils  $P < 0,001$ ). Die Modellgüte betrug 0,359 für 1-OHP und 0,355 für  $\Sigma\text{Di-OHP}$ .

### Schlussfolgerungen

1-OHP und  $\Sigma$ Di-OHP wurden im gleichen Verhältnis und in höheren Konzentrationen bei Gussaphaltierern und Rauchern ausgeschieden. 1-OHP und  $\Sigma$ Di-OHP erwiesen sich in dieser Studie als gleichwertige Biomarker einer PAK-Exposition.

### Literatur

Jacob, J., G. Grimmer, und G. Dettbarn. "Profile of urinary phenanthrene metabolites in smokers and non-smokers." *Biomarkers* 4. 1999. 319-327.

Seidel, A., A. Spickenheuer, K. Straif, H.P. Rihs, B. Marczynski, M. Scherenberg, G. Dettbarn, et al. "New biomarkers of occupational exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons." *J.Toxicol.EnvIRON.Health A* 71 (11-12). 2008. 734-745.

## **Human-Biomonitoring zur Erfassung und Bewertung einer möglichen Exposition durch Polychlorierte Biphenyle (PCB) aus Baumaterialien während Sanierungsarbeiten**

**Michael Bader und Michael Nasterlack**

BASF SE, Occupational Medicine & Health Protection, 67056 Ludwigshafen

### **Ziel der Untersuchung**

In einem Verwaltungsgebäude war im Zusammenhang mit Umbaumaßnahmen festgestellt worden, dass in Fugenmaterial sowie in Wand- und Deckenfarben Polychlorierte Biphenyle (PCB) enthalten waren. Trotz sehr geringer Raumluft-Konzentrationen ( $< 100 \text{ ng/m}^3$ ) wurde für eine umfassendere Gefährdungsabschätzung eine Biomonitoring-Untersuchung der Handwerker durchgeführt, die zeigen sollte, ob eine über die allgemeine Hintergrundbelastung hinaus gehende Aufnahme von PCB nachweisbar ist.

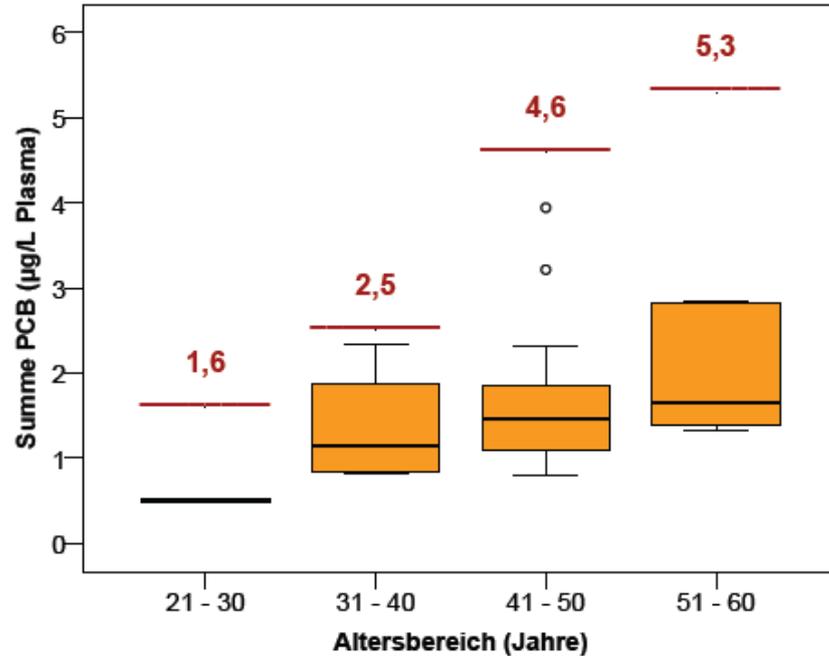
### **Studienkollektiv und Methoden**

Für das Human-Biomonitoring wurden 32 Mitarbeiter ausgewählt, von denen die Mehrzahl mindestens 3 Jahre lang mehr als 400 Stunden pro Jahr staubintensive Arbeiten im Gebäude ausgeführt hat (Schleifen, Fräsen, Schlitzen, Demontage, Abbruch). Als Zielparameter wurden sechs PCB-Leitkongenere (PCB 28, 52, 101, 138, 153, 180) sowie zwölf „dioxin-ähnliche“ koplanare PCB (77, 81, 105, 114, 118, 123, 126, 156, 157, 167, 169, 189) mittels Gaschromatographie-Massenspektrometrie in Plasmaproben untersucht (Institut für Arbeits- und Sozialmedizin, Universitätsklinikum RWTH Aachen) (Schulte et al. 1991).

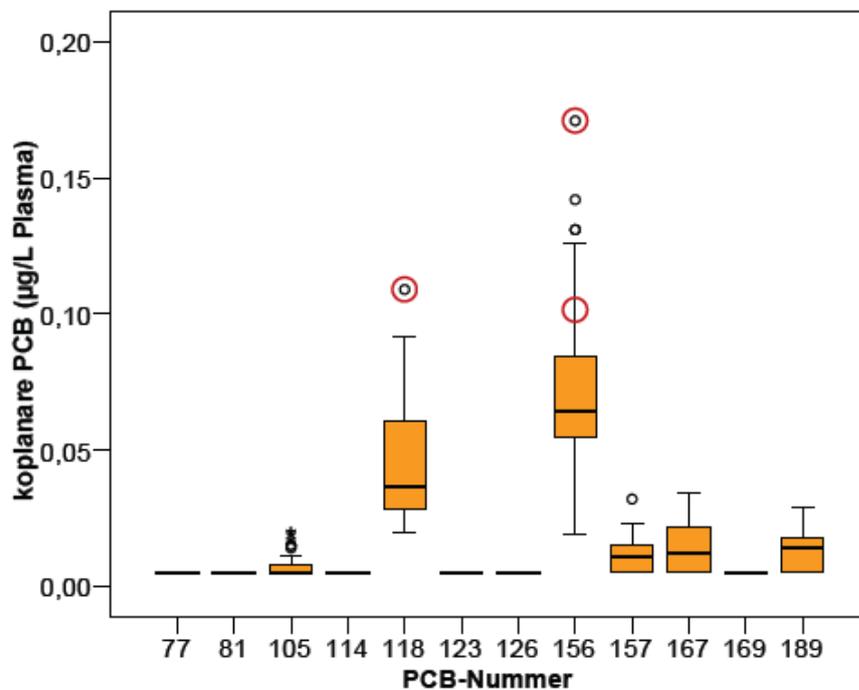
### **Ergebnisse**

Bei allen Mitarbeitern lag die Summe der PCB im Bereich der altersabhängigen Referenzwerte (95. Perzentile) für die Allgemeinbevölkerung (Leitkongenere:  $0,48 - 3,94 \text{ µg/L}$ , koplanare Kongenere:  $< 0,01 - 0,17 \text{ µg/L}$ ) (Abbildung 1). Da die PCB-Referenzbelastung einem zeitlichen Abwärtstrend folgt, wurden aktuell verfügbare Vergleichswerte zugrunde gelegt (Schettgen et al. 2011a, 2011b).

**Abbildung 1:** Altersgruppierete Konzentrationen der PCB-Leitkongenere in Plasmaproben von Handwerkern (rote Markierungen: Referenzwerte, Schettgen et al. 2001a)



**Abbildung 2:** Konzentrationen der koplanaren PCB in Plasmaproben von Handwerkern (rote Markierungen: Ergebnisse über dem altersbezogenen Referenzwert. Schettaen et al. 2011a)



Bei 3 von 384 Einzelbestimmungen der koplanaren Kongenere (Abbildung 2) wurden geringfügig gegenüber den altersbezogenen Vergleichswerten erhöhte Konzentrationen gefunden. Dieses Ergebnis ist vermutlich auf den geringen Stichprobenumfang der Vergleichsgruppe zurückzuführen (n = 15 pro Altersdekade) und hat daher nur statistische Bedeutung.

### **Schlußfolgerungen**

Eine über die allgemeine Hintergrundbelastung hinausgehende PCB-Aufnahme hat bei den untersuchten Mitarbeitern nicht vorgelegen. Die Sanierungsarbeiten konnten unter Beibehaltung der bereits implementierten Arbeitsschutzmaßnahmen fortgeführt werden. Human-Biomonitoring ist ein sehr praktikables und valides Instrument zur Erfassung, Bewertung und Kommunikation von Gefahrstoffbelastungen und möglichen gesundheitlichen Risiken.

### **Literatur**

Schettgen Th, Gube M, Alt A, Fromme H, Kraus Th (2001) Pilot study on the exposure of the German general population to non-dioxin-like and dioxin-like PCBs. *Int J Hyg Environ Health* 214:319-325

Schettgen Th, Alt A, Preim D, Keller D, Kraus Th (2011) Biological monitoring of indoor-exposure to dioxin-like and non-dioxin-like polychlorinated biphenyls (PCB) in a public building. *Toxicol Lett* (in press)

Schulte E, Lewalter J, Ellrich D (1991) Polychlorinated Biphenyls. in: Angerer J, Schaller KH (eds.) *Analyses of hazardous substances in biological materials*. Vol. 3. pp. 231-261, VCH-Wiley, Weinheim

**„Gesundheit am Arbeitsplatz“ Das Konzept aus dem Werk Salzgitter der Volkswagen AG****Dr. med. Andreas Linfante, Dr. med. Klaus-Peter Saake, Ulrike Gundlach (Ergotherapeutin, B.Sc.), Frauke Ackenhausen (Ergotherapeutin, B.Sc.)**

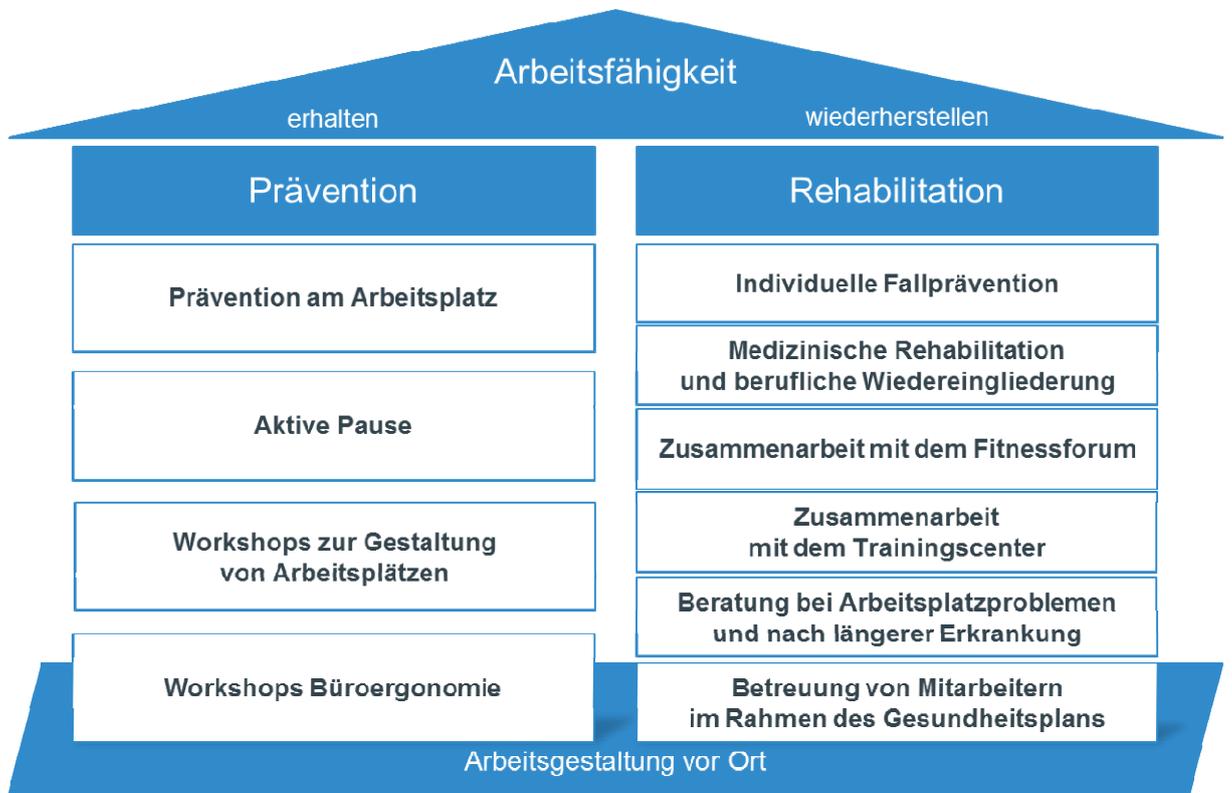
Volkswagen AG, Werk Salzgitter

Ergotherapie ist ein anerkanntes Heilmittel und befasst sich mit der Ausführung konkreter Betätigung und deren Auswirkungen auf den Menschen, dessen Gesundheit und Umwelt. Ergotherapeuten arbeiten vorwiegend in Kliniken, niedergelassenen Praxen oder anderen Einrichtungen zur ambulanten medizinischen sowie psychiatrischen Versorgung. In der Regel auf Verordnung eines Arztes informieren, trainieren, schulen und beraten sie dort ihre Klienten, damit diese alltags- und arbeitsrelevante Tätigkeiten trotz Erkrankung durchführen können. Bestehende Einschränkungen in der körperlichen Handlungsfähigkeit sollen therapiert, potenzielle verhindert werden.

Die Arbeit bzw. der Arbeitsplatz ist dabei ein besonderes Betätigungsfeld mit Einfluss auf die physische und psychische Gesundheit des Menschen und damit ein häufiges Behandlungsthema in der Ergotherapie.

Im Werk Salzgitter der Volkswagen AG wurden diese Potentiale aufgegriffen. Zwei Ergotherapeutinnen gehen hier zu den Mitarbeitern an die Arbeitsplätze, beziehen sie in die Arbeitsgestaltung aktiv ein und leiten zur individuellen Verhaltensprävention an. Im Unternehmen besteht die hervorragende Möglichkeit, Arbeitstätigkeiten mit ihren Belastungen und individuellen Beanspruchungen konkret vor Ort und nicht nur abstrakt zu analysieren und diese bei präventiven oder rehabilitativen Maßnahmen gezielt einzubeziehen.

Das gemeinsam entwickelte Konzept von Arbeitsmedizin, Personalabteilung und Betriebsrat verzeichnet seit dem Beginn vor drei Jahren ausschließlich positive Rückmeldungen sowohl aus der Belegschaft als auch von der Unternehmensleitung. Es umfasst neben Maßnahmen zur Betreuung von Mitarbeitern mit bestehenden Leistungseinschränkungen auch Maßnahmen zur Prävention, um möglichen Beschwerden – vor allem vor dem Hintergrund des demographischen Wandels – vorzubeugen. Es geht dem Projektteam dabei nicht nur darum die Mitarbeiter/innen fit zu halten, sondern vor allem sie bei ihrer Arbeitsplatzgestaltung direkt mit einzubeziehen.



Das Poster zeigt auf, wie das Konzept und seine konkrete Umsetzung aussehen, welche 10 Module dafür entwickelt wurden und welcher Beitrag zur Verhaltens- und Verhältnisprävention geleistet werden kann.

Das Konzept „Gesundheit am Arbeitsplatz“ mit seinen 10 Modulen

### Ergebnisse

Die Maßnahme „Prävention am Arbeitsplatz“ wurde in 19 Abteilungen durchgeführt. Es wurden 1400 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter durch die Ergotherapeutinnen beraten.

Aus 650 analysierten Arbeitsplätzen ergaben sich 163 umgesetzte Maßnahmen zur Ergonomie-Optimierung.

152 Mal wurde die Maßnahme „Aktive Pause“ zum Ausgleich zur Arbeitstätigkeit durchgeführt.

In 28 Workshops zur Gestaltung von Arbeitsplätzen waren die Ergotherapeutinnen im Arbeitsteam.



Verhaltensprävention vor Ort

#### Projektpräsentationen

Oktober 2011: Artikel in Fachzeitschrift ErgoMed. Linfante A. Saake K.-P. Gundlach U. Ackenhausen F. Ergotherapie in Industrieunternehmen. ErgoMed / Prakt. Arb.med. 5/2011 (35) 6.

September 2011: Gastdozentenvortrag in der Hogeschool Zuyd in Heerlen. „Gesundheit am Arbeitsplatz – Ein Konzept zur betrieblichen Gesundheitsförderung durch Ergotherapeutinnen im Werk Salzgitter der Volkswagen AG“.

Mai 2011: Präsentation auf dem 56. Ergotherapiekongress in Erfurt. „Aktiv bleiben durch Rehabilitation – Wie Ergotherapeutinnen Arbeitnehmer im Rehabilitationsprozess unterstützen können“.

Februar 2011: Artikel in Fachzeitschrift Ergotherapie und Rehabilitation. Ackenhausen F. Gundlach U. Ergotherapie als Baustein der Prävention und Rehabilitation im Betrieb. Ein Konzept aus dem Werk Salzgitter der Volkswagen AG. Ergotherapie und Rehabilitation, 50. Jg. 2011, Nr. 2, 12-16, Hrsg.: Deutscher Verband der Ergotherapeuten e.V.

November 2010: Präsentation auf dem 1. Deutschsprachigen Symposium für Ergotherapie in Gesundheitsförderung und Prävention in Innsbruck. „Gesundheit am

Arbeitsplatz – Ein Konzept für die betriebliche Gesundheitsförderung durch Ergotherapeutinnen“.

Mai 2010: Präsentation auf dem 55. Ergotherapiekongress in Erfurt. „Es gibt nichts Gutes, außer man tut es“ – Wie kann man Mitarbeiter in Betrieben dazu befähigen, gesundheitsbewusstes Verhalten nachhaltig in den Alltag zu integrieren?

**Die soziale Dimension des betrieblichen Eingliederungsmanagement.  
BEM als gemeinsamer Bewältigungsprozess – Ein Prozess der  
Professionalisierung und Netzwerkbildung**

**Ralf Stegmann (BAuA), Ulrike Euler (BAuA),  
Ute B. Schröder (ces)**

**Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, centrum für qualitative  
evaluations- und sozialforschung e.V.**

Das betriebliche Eingliederungsmanagement (BEM) muss als ein systematischer, kontinuierlicher und zusammenhängender Prozess verstanden werden. Es ist ein Such- und Problemlösungsprozess, in dem förderliche und hemmende Faktoren auf dem Weg der Wiedereingliederung identifiziert werden, die es bei der Maßnahmenentwicklung entsprechend zu berücksichtigen bzw. zu überwinden gilt. Besonderes Augenmerk muss auf die Aufrechterhaltung des Prozesses gelegt werden. Dies setzt eine aktive Rolle der betroffenen Beschäftigten voraus sowie eine darauf abgestimmte Unterstützung durch Arbeitgeber, direkte Vorgesetzte, Kollegen und überbetriebliche Akteure. In diesem Kontext ist es je nach Bedarf erforderlich:

- vermeidbare, gesundheitsgefährdende Belastungen abzubauen
- psychosoziale Ressourcen der Betroffenen und des Betriebes zu stärken
- die Kommunikation zwischen den beteiligten Akteuren zu optimieren
- Transparenz, Akzeptanz und Vertrauen in Bezug auf das BEM zu schaffen sowie
- die Gesundheit und das Selbstmanagement der erkrankten Beschäftigten zu fördern

(Andersen et al. 2011; Noordik et al. 2010; Pomaki et al. 2010; Franche 2004 et al; Badura 1985).

Im Mittelpunkt dieses Such- und Problemlösungsprozesses steht der betroffene Beschäftigte. Das entscheidende Prinzip des BEM ist das der Freiwilligkeit. Freiwilligkeit setzt eine Verständigung der am Prozess der Wiedereingliederung beteiligten Personen voraus. Verständigungs- und Abstimmungsprozesse erfolgen über Ziele und Vorgehensweisen, über die Vereinbarkeit unterschiedlicher Interessen und Bedürfnisse sowie über Barrieren, Unterstützungsmöglichkeiten und Lösungswege. Hierzu bedarf es eines Minimums an gemeinsam geteilten Überzeugungen. So gesehen sollte der Return-to-Work-Prozess als ein gemeinsamer Bewältigungsprozess - eingebettet in ein soziales Netzwerk - verstanden werden. Unterschiedliche internationale Studien legen den Schluss nahe, dass ein gemeinsam getragener

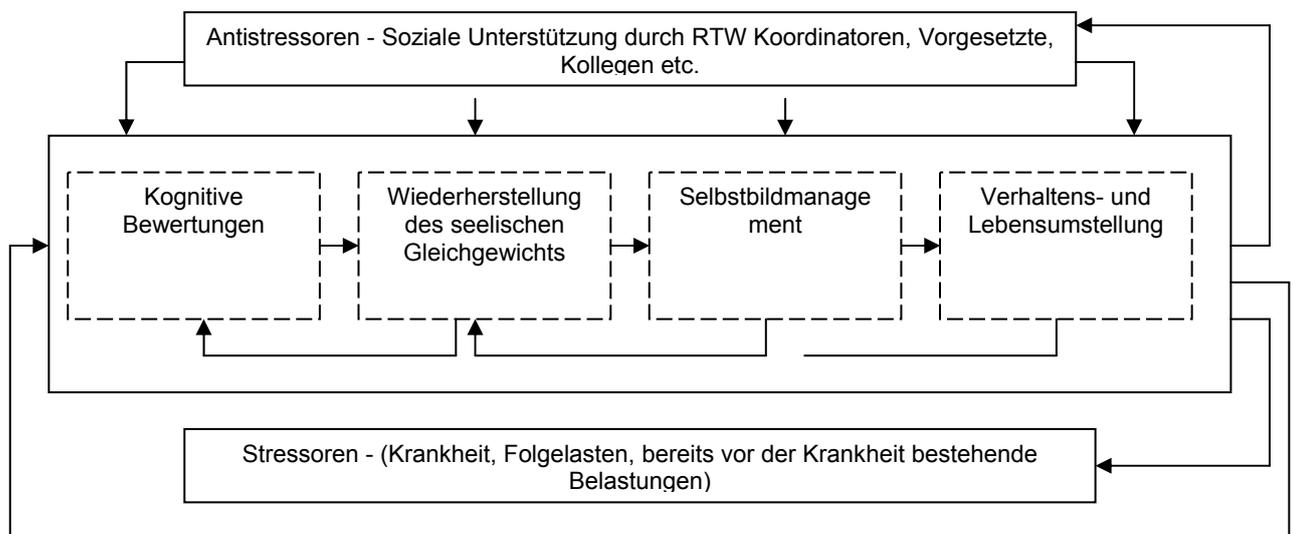
Bewältigungs- und Unterstützungsprozess ein wesentlicher Faktor für die erfolgreiche Bewältigung einer Krankheit und die dauerhafte Rückkehr an den Arbeitsplatz zu sein scheint. Eine qualitative Übersichtsarbeit zur Wiedereingliederung von Menschen mit psychischen Erkrankungen aus dem Jahr 2011 konstatiert, dass sowohl die erwartete als auch die tatsächlich erfahrene soziale Unterstützung das Denken, Fühlen und Verhalten der betroffenen Beschäftigten im Return-to-Work Prozess beeinflusst (Andersen et al. 2011). Vor diesem Hintergrund, schlussfolgern die Autoren, dass sich die Maßnahmen oder Unterstützungsmöglichkeiten nicht nur auf die individuellen Bewältigungsstrategien der Betroffenen konzentrieren, sondern auch auf den Arbeitsplatz und die soziale Integration der Wiedereingliedernden. Als eine mögliche Intervention werden Qualifizierungen von Kollegen/innen als auch direkten Vorgesetzten genannt, wie beispielsweise Mentorenschulungen als auch Schulungen zum Thema psychische Erkrankungen in der Arbeit.

Die Relevanz sozialer Beziehungen und Unterstützungsangebote wird in unterschiedlichen qualitativen und quantitativen Einzelstudien und Übersichtsarbeiten hervorgehoben. Von besonderer Bedeutung erscheint in diesem Kontext die emotionale Unterstützung (als Ausdruck eines empathischen und verständigungsorientierten Handelns) durch Kollegen/innen, Vorgesetzte und in einem vermittelnden Sinn durch Return-to-Work Koordinatoren (Lysaght/Lamour-Trode 2008). Soziale Beziehungen im Prozess der Wiedereingliederung erscheinen deshalb so wichtig, weil sie das Selbstbild beeinflussen und auf diesem Wege Einfluss auf die seelische Langzeitbewältigung einer Erkrankung haben (Badura 1985). Ein positives Selbstbild trägt - vermittelt über soziale Anerkennung, Vertrautheit und Zugehörigkeit - zu der Überzeugung bzw. dem Gefühl bei, auch in kritischen Lebenssituationen handlungsfähig zu bleiben und selbstwirksam zu sein. Wer im Rahmen eines systematisch organisierten und transparenten Return-to-Work-Prozesses darauf vertrauen kann, dass:

- er seinen Kollegen und Vorgesetzten seine Einschränkungen glaubhaft vermitteln kann und diese Verständnis dafür zeigen,
- sie ihn praktisch und emotional bei der Bewältigung seiner Aufgaben unterstützen,
- er gemeinsam mit den Vorgesetzten und BEM-Koordinatoren erforderliche Änderungen der Arbeitsumgebung bzw. -organisation vorbereiten und umsetzen kann,

wird tendenziell eher bereit sein, sich aktiv und erfolgversprechend in das Geschehen einzubringen. Ein derart gemeinsam getragenes Selbstverständnis von Selbstmanagement sollte integraler Bestandteil des BEM sein. Selbstwirksamkeit ist nach bisherigen Erkenntnissen keine statische Größe, sondern kann gezielt unterstützt werden, ist sozusagen durch die soziale Umgebung (d.h. durch Familie, Kollegen, Arbeitgeber, direkte Vorgesetzte, Betriebsärzte/Disability Manager) positiv wie negativ beeinflussbar (Shaw et al. 2011). Im Mittelpunkt stehen dabei nicht so sehr explizite Hilfeleistungen, die in ihrer sozialen Bedeutung oft ambivalent empfunden werden,

sondern vor allem interpersonelle Prozesse: „Für unser seelisches Befinden meist wichtiger als diese expliziten Hilfeleistungen sind in Prozessen alltäglichen Umgangs eingebettete Signale der Zuneigung oder Ablehnung, enger Vertrautheit oder Distanz, sozialer Anerkennung oder Herabwürdigung, sozialer Zugehörigkeit oder Zurückweisung. In ihrer Wirkung unterstützend oder belastend bilden derartige Beziehungssignale einen konstitutiven Bestandteil interpersoneller Prozesse jedweder Art. (...) Der bedrohliche Charakter einer schweren Erkrankung liegt daher auch in der mit diesem Ereignis verbundenen Angst vor Minderung oder Verlust elementarer Unterstützungsprozesse aus der sozialen Umwelt.“ (Badura 1985)



**Abb.: Krankheitsbewältigung als psychosozialer Prozess (Badura 1985)**

Bisherige qualitative Studien fokussieren im Wesentlichen auf die direkt betroffenen Beschäftigten oder auf Kollegen und Vorgesetzte (Lysaght/Lamour-Trode 2008; Noordik et al. 2010; Tjulin et al. 2011). Vor diesem Hintergrund wird immer wieder ein Forschungsbedarf in Bezug auf die Perspektive von Experten formuliert – Experten, die den Return-to-Work-Prozess begleiten. Darüber hinaus fehlt es an Wissen, ob und wie emotionale Unterstützung und empathisches Handeln im Return-to-Work-Prozess von den unterschiedlichen Akteuren im Einzelnen und im Wechselspiel geleistet werden kann und welche Rolle professionelle Helfer in diesem Kontext einnehmen bzw. einnehmen können. Und zentral erscheint die Frage, wie diese Erkenntnisse theoretisch zu fassen oder zu deuten sind? Die bisherigen Studien operieren meist mit Ansätzen wie der „Social Exchange Theory“ (vgl. Lysaght/Lamour-Trode 2008). Nimmt man allerdings die Erkenntnisse aus den bisherigen Studien ernst, erscheinen diese Ansätze nicht hinreichend, um Phänomene wie emotionale Unterstützung, Empathie, die Rolle von Gefühlen im Return-to-Work Prozess und insbesondere deren Kurz- und Langzeitwirkungen adäquat zu erfassen und in ihrer Komplexität besser verstehen zu lernen (Neumann et al. 2011; Dehmel/Ortmann 2006; Frederikson 2004; Schulz/Schwarzer 2003; Mercer/Reynolds 2002; Herriger 1997; Badura 1985). Das damit verbundene Fühlen, Denken und Handeln lässt sich durch ein nutzenabwägendes, rationales Vorgehen nicht ausreichend abbilden. Dazu erscheint

es vielmehr erforderlich, sozialpsychologische Konzepte der Krankheitsbewältigung, der sozialen Unterstützung und professionelle Empowerment-Ansätze heranzuziehen, die die soziale Dimension des kommunikativen Handelns im Return-to-Work-Prozess besser beschreiben und darstellen können. Kommunikatives Handeln im Return-to-Work-Prozess, wenn er auf Freiwilligkeit basieren soll, so die These, muss es leisten, die Handlungspläne der Beteiligten in dem Sinne zu koordinieren, dass die Handelnden sich auf der Grundlage gemeinsamer Situationsdefinitionen abstimmen können (vgl. Habermas 1997). Kommunikatives Handeln ist so verstanden ein freiwilliger Aushandlungs- und Abstimmungsprozess zwischen den zentralen Akteuren und kann umso besser seine Wirkung entfalten, je mehr er sich an dieser Maxime orientiert.

An diesen theoretischen Erkenntnissen und empirischen Ergebnissen sowie den daraus gezogenen Schlussfolgerungen setzt das Projekt F 2319 „Kommunikatives Handeln als ein Faktor im BEM aus der Perspektive von Koordinatoren des Return-to-Work-Prozesses“ an. Die Studie untersucht die soziale Dimension des BEM-Prozesses aus der Perspektive betrieblicher Experten, die den Return-to-Work-Prozess begleiten, koordinieren und im günstigsten Fall mit gestalten. Ziel der qualitativ angelegten Studie ist, das praktische Handlungs- und Erfahrungswissen der genannten Experten, ihre „Orientierungen, ihr Vertrautsein mit oder das Sich-Auskennen in bestimmten Handlungs- und Sachzusammenhängen“ (Mittelstraß 2000) zu rekonstruieren und die Erkenntnisse für die Wiedereingliederung psychisch erkrankter Beschäftigter nutzbar zu machen und diese, wenn möglich, in einer nachfolgenden Interventionsstudie zu überprüfen. Damit zusammenhängende relevante Fragestellungen des Projektes sind:

- Wie beschreiben und erleben betriebliche Koordinatoren den Prozess der Wiedereingliederung psychisch erkrankter Beschäftigter und seine sozialen Dimensionen?
- Welche Aufgaben und Rollen kommen aus dieser Perspektive den zentralen Akteuren im betrieblichen Umfeld zu – z.B. den direkten Vorgesetzten, Kollegen und den direkt Betroffenen?
- Wie verorten sich die Experten selbst in diesem Prozess? Welche Einstellungen, Orientierungen lassen sich durch diese Beschreibungen erfassen?
- Was macht eine verständigungsorientierte, emphatische Einstellung aus?
- Welche allgemeinen Strukturen von Verständigungsprozessen lassen sich daraus ableiten?
- Welche spezifischen Anforderungen verbinden sich mit der erfolgreichen Wiedereingliederung von psychisch Erkrankten?
- Welche Kompetenzen benötigen die betrieblichen Akteure für diesen Prozess?
- Was heißt dies für eine Modellbildung zur besseren Wiedereingliederung von Menschen mit psychischen Erkrankungen?

Dementsprechend werden von 2012 bis 2014 20 narrativ fundierte Experteninterviews mit Betriebsärzten, Disability Managern, Schwerbehindertenvertretungen etc., die den Prozess der Wiedereingliederung begleiten bzw. koordinieren. Darüber hinaus werden die Ergebnisse der Interviews durch 2 Focusgruppendifkussionen mit direkten Vorgesetzten und Betroffenen ergänzt. Derzeit werden in Vorbereitung der Studie Expertengespräche durchgeführt, um die Schwerpunktthemen der Interviews zu konkretisieren, den Leitfaden für die Experteninterviews zu erstellen und bei Bedarf die Forschungsfragen zu differenzieren.

Sollten sie sich als Betriebsarzt, Disability Manager etc. in ihrer Funktion im BEM angesprochen fühlen und Ihr Wissen in unsere Studie einbringen wollen oder weitere Fragen und Anregungen zu dem Projekt haben, dann wenden Sie sich bitte an folgende Kontaktadresse: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Fachbereich 3 Arbeit und Gesundheit, Fachgruppe 3.3 „Evidenzbasierte Arbeitsmedizin, betriebsärztliche Tätigkeit, Sozialer Arbeitsschutz“, Ansprechpartner: Ralf Stegmann, Email: [stegmann.ralf@bua.bund.de](mailto:stegmann.ralf@bua.bund.de), Telefon: 030 - 51548 – 4120, Nöldnerstraße 40-42, 10317 Berlin.

### Literatur

- Andersen et al. (2011): Meta-synthesis of qualitative research on return to work among employees with common mental disorders
- Badura (1985): Zur Soziologie der Krankheitsbewältigung. Oder: Das emotionale Defizit soziologischer Handlungstheorie
- Dehmel/Ortmann (2006): Social Support – Ein Verstehens- und Handlungskonzept für die gesundheitsbezogene Sozialarbeit
- Franche et al. (2004): Workplace-based RTW Intervention: A Systematic Review
- Frederickson (2004): The broaden-and-built theory of positive emotions
- Habermas (1987): Theorie des kommunikativen Handelns, Bd. 1
- Herriger (1997): Empowerment in der sozialen Arbeit. Eine Einführung
- Lysaght/Lamour-Trode (2008): An exploration of social support as a factor in the return-to-work process
- Mercer/Reynolds (2002): Empathy and Quality of Care
- Mittelstraß (2000): Das lebensweltliche Apriori, in: Preyer/Peter/Ulfig, Protosoziologie
- Neumann et al. (2011): Bedeutung und Barrieren ärztlicher Empathie im Praxisalltag – Stand der Forschung und qualitative Kurzumfrage mit Ärzten
- Pomaki et al. (2010): Best Practices for Return-to-Work/ Stay-at-Work Interventions for Workers with Mental Health Conditions
- Schulz/Schwarzer (2003): Soziale Unterstützung bei der Krankheitsbewältigung
- Tjulin et al. (2011): The social interaction of return to work from co-workers experience

## **Sicherung des Rehabilitationserfolgs durch Arbeitsplatzbegleitung**

**Kusma B, Thümmeler-Fink M, Graupner I, Pohrt U**

Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege, Fachbereich  
Berufsdermatologie und Interventionsstrategien

### **Einleitung**

Pflegekräfte haben ein erhöhtes Risiko für muskuloskeletale Erkrankungen. Die Arbeitsplatzbegleitung (APB) wurde als Baustein einer sekundären individuellen Präventionsmaßnahme für Versicherte der Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW) entwickelt, um das Ausscheiden aus der Pflegetätigkeit aufgrund einer bandscheibenbedingten Erkrankung der Lendenwirbelsäule durch schweres Heben und Tragen (BK 2108) zu verhindern. Teilnehmer einer 3-wöchigen stationären Rehabilitationsmaßnahme wurden danach zwei Tage von einem Therapeuten am Arbeitsplatz begleitet. Sie erhielten Unterstützung bei der Anwendung der im Rehabilitationsprogramm erlernten Inhalte. Ziel der Studie war die Erfassung der Zufriedenheit von Arbeitnehmern und ihren Arbeitgebern mit der APB und der Umsetzung der erlernten Inhalte.

### **Methode**

Im Jahr 2010 erfolgte eine schriftliche Nachbefragung in Einrichtungen der stationären und ambulanten Pflege und Kliniken, in denen eine APB zwischen 2007-2009 durchgeführt wurde. Der Rücklauf betrug 68.1% (Mitarbeiter) bzw. 42.1% (Arbeitgeber). Die Mehrzahl der befragten Arbeitnehmer war weiblich (90.6%). Das durchschnittliche Alter betrug 48.2 (SD = 7.3) Jahre.

Mithilfe des Fragebogens wurden der Nutzen der Arbeitsplatzbegleitung, die Umsetzung des in der Rehabilitationsmaßnahme Erlernten und die Akzeptanz der erlernten Techniken durch andere Mitarbeiter auf einer 5-stufigen Skala (1 = „stimme ganz und gar nicht zu“ bis 5 „stimme ganz entschieden zu“) erfasst. Arbeitnehmer und Arbeitgeber erhielten unterschiedliche Versionen, um ihre unterschiedlichen Sichtweisen zu erheben. Die Angaben wurden deskriptiv-statistisch ausgewertet. Dabei wurden die Antwortbereiche „stimme ganz entschieden zu“ und „stimme zu“ zusammengefasst betrachtet.

### **Ergebnisse**

Die Maßnahme war für 96% der Mitarbeiter von großem persönlichen Nutzen. Dies stimmt mit der Sicht der Arbeitgeber (91%) überein. Die Versicherten wenden das Erlernte an (88%) und achten bewusst auf ihre Körperhaltung (100%). Sie achten auf eine stabile Arbeitshaltung (97%), nutzen die Eigenaktivität der Patienten (83%) und probieren die bei der APB demonstrierten neuen Techniken aus (87%). Sie analysieren eine Tätigkeit bevor sie diese ausführen (92%), um rückengerechte Arbeitsweisen anzuwenden (Abb. 1).

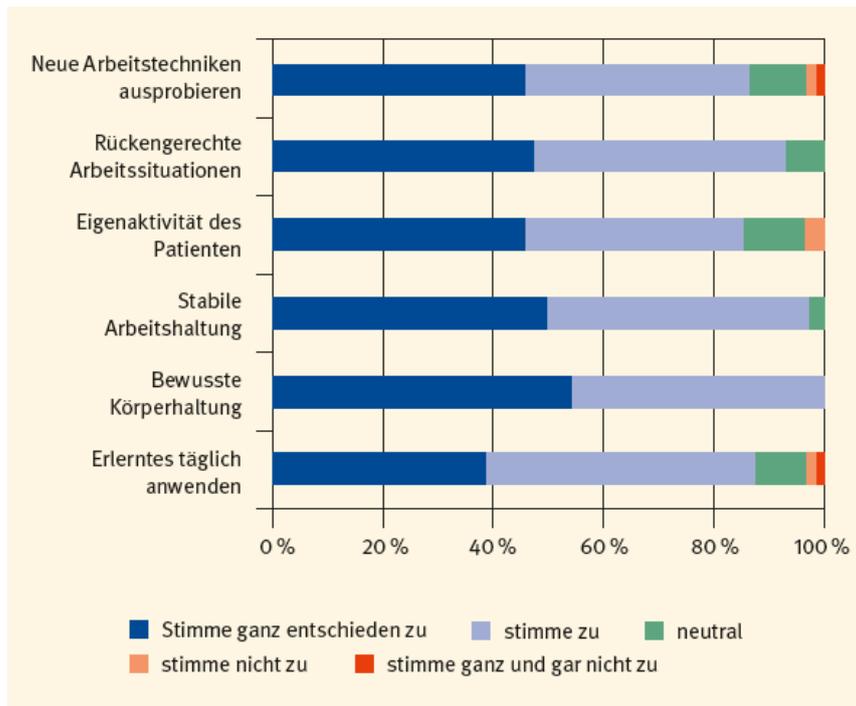


Abbildung 1: Anwendung der erlernten Inhalte aus der Arbeitsplatzbegleitung

Der Nutzen für die gesamte Einrichtung ist begrenzt. Nur 50% der Befragten gaben an, auch Kollegen zur Anwendung der neu erlernten Techniken motivieren zu können. Die Mehrheit hatte nicht den Eindruck, dass sich nach der APB positive Auswirkungen auf das gesamte Team und die Arbeitsabläufe in der Einrichtung ergeben hätten. Die Anwendung rückengerechter Arbeitsweisen im gesamten Team wurden von Arbeitgebern höher eingeschätzt (58%) als von den Mitarbeitern selbst. Unterschiede zeigten sich auch in Bezug auf die Ausstattung der Einrichtungen mit kleinen Hilfsmitteln. Hier gaben 55% der Mitarbeiter die Anschaffung und das Nutzen von Hilfsmitteln an. Demgegenüber stehen 75% der Arbeitgeber (Abb 2).

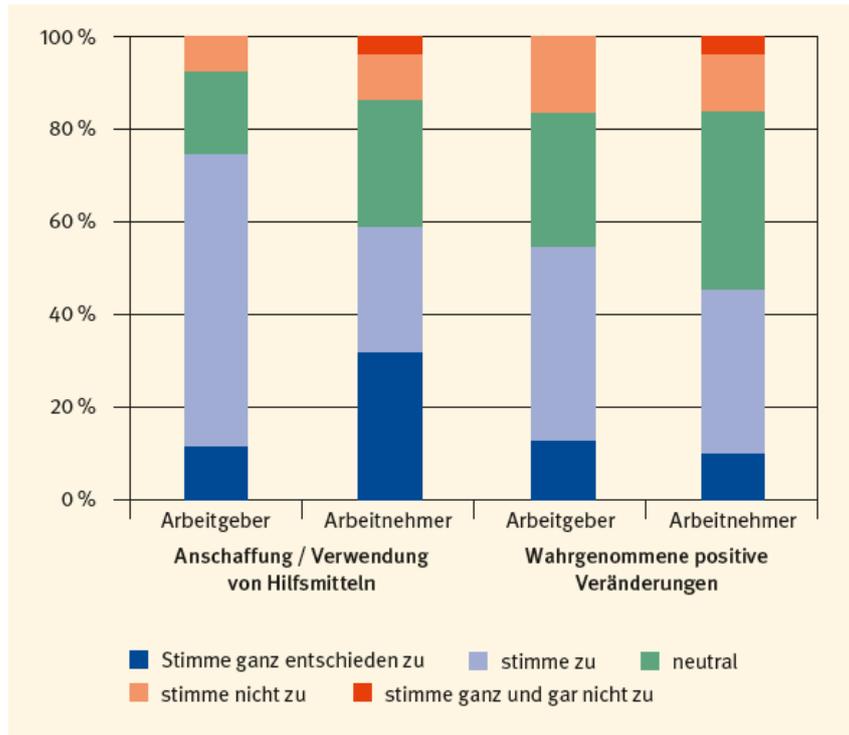


Abbildung 2: Veränderungen in der Einrichtung im Vergleich

### Schlussfolgerung

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen gute Erfolge in der Veränderung von Arbeitsweisen der Versicherten selbst. In einem nächsten Schritt sollen unterstützende Maßnahmen und Herangehensweisen geplant werden, die darüber hinaus die nachhaltige positive Auswirkung auf die gesamte Einrichtung verbessern.

## **Pilotprojekt „interdisziplinäre Reha“: Evaluation eines Modells zur Integration berufsspezifischer Präventionsmaßnahmen in Maßnahmen der medizinischen Rehabilitation**

Gerhard Rauls<sup>1</sup>, Astrid Heutelbeck<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Klinik Limberger, Bad Dürkheim (*jetzt: Klinik Westfalen, Wyk auf Föhr*)

<sup>2</sup> Abteilung Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Universitätsmedizin Göttingen

**Hintergrund:** Rehabilitation ist eine interdisziplinäre Aufgabe und umfasst gemäß WHO-Definition den koordinierten Einsatz medizinischer, sozialer, beruflicher, pädagogischer und technischer Maßnahmen in einem multidisziplinären Team. In der Behandlung berufsbedingter Atemwegserkrankungen stehen dabei – neben einer Leitlinien-gerechten Atemwegstherapie – auch Karenzmaßnahmen bezüglich der auslösenden Stoffe im Vordergrund. Bislang fehlen strukturierte Konzepte, um den aktuellen Kenntnisstand zu arbeitsplatzspezifischen Präventionsmaßnahmen den Betroffenen zu vermitteln.

**Ziel** der Untersuchung war die Evaluation eines Modells zur Integration arbeitsplatzspezifischer Präventionsmaßnahmen in den Rahmen stationärer Maßnahmen zur medizinischen Rehabilitation bei Landwirt/innen mit chronischer Atemwegserkrankung.

**Methodik:** Von Januar 2008 bis März 2009 wurde allen landwirtschaftlichen Patient/innen mit arbeitsplatzbezogener Atemwegssymptomatik der Reha-Klinik Limberger, Bad Dürkheim, ein Seminar zur Arbeitsplatz-spezifischen Rehabilitation durch den Präventionsdienst der landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaft angeboten („interdisziplinäre Reha“). Dabei handelt es sich um eine Unterrichtseinheit, welche im Rahmen eines präventionsmedizinischen Umsetzungsprojektes mit Unterstützung der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA, Berlin) sowie dem Spitzenverband der Landwirtschaftlichen Sozialversicherung (SpLSV, Kassel) entwickelt wurde (Heutelbeck et al., in Druck). Die Unterrichtseinheiten bereiten - zielgruppenorientiert für Landwirt/innen - den aktuellen Kenntnisstand zur Allergieprävention in der Landwirtschaft auf. Dabei werden sowohl Grundlagen zum Verständnis der Allergie als auch zu den notwendigen Maßnahmen an landwirtschaftlichen Arbeitsplätzen zur Arbeitshygiene, Bau- und Lüftungstechnik, Arbeitsorganisation und Körperschutz vermittelt, desweiteren notwendige Maßnahmen im Wohnbereich zur Reduzierung der Allergendepots. Auf der Basis einer anonymisierten Auswertung der Patientenakten erfolgte retrospektiv die Evaluation zu Bedarf (Lungenfunktion zu Beginn der Rehabilitation, Stand zum Arbeitsschutz auf dem landwirtschaftlichen Betrieb), Akzeptanz (Teilnahmequote) und Umsetzbarkeit dieses Pilotprojektes.

**Ergebnisse:** Im genannten Zeitraum kamen 38 konsekutive Patient/innen (26 m, 12 w) im Alter von durchschnittlich 52 Jahren (min. 27, max.72, Median 51 Jahre) auf Zuweisung der Landwirtschaftlichen Sozialversicherungsträger zur stationären Rehabilitationsmaßnahme in der Klinik Limberger in Bad Dürkheim. Die häufigste Zuweisungsdiagnose war ein allergisches Asthma (n=31), welches bei 63 % als Berufskrankheit 4301, meist ausgelöst durch Vorratsmilben (n=11) und Tierhaare (n=9, meist auch vom Rind) anerkannt (n=19) war. Weitere Zuweisungsdiagnosen waren Intrinsic Asthma (n=5) und Farmerlunge (n=2). Die Werte der FEV1 in der Ruhespirometrie lagen zu Beginn der stationären Rehabilitationsmaßnahme zwischen 34 und 128 (MW 92) % Soll, wobei jeder/jede vierte Patient/in (n=9) eine FEV1 < 80% Soll aufwies. Die Werte der Vitalkapazität lagen zwischen 49 und 135 (MW 95) % Soll, bei 18% der Patient/innen (n=7) < 80 % Soll. Nur auf 63% (n=24) der landwirtschaftlichen Betriebe der durchgängig symptomatischen Patient/innen war Atemschutz vorhanden, überproportional häufig bei Landwirt/innen mit anerkannter Berufskrankheit (84%). Bauliche und/oder organisatorische Maßnahmen zur Trennung von Arbeits- und Wohnbereich – „Schwarz-Weiß“-Trennung, um eine Verschleppung von allergenen Arbeitsstoffen in den Wohnbereich zu vermeiden – war bei weniger als der Hälfte (42%; n=16) der Betriebe installiert, auch diesbezüglich häufiger auf Betrieben von Landwirt/innen mit anerkannter Berufskrankheit (58%). Insgesamt war in 29% (n=11) der Betriebe weder Atemschutz vorhanden noch ein „Schwarz-Weiß“-Bereich vorhanden. Nur 42% der landwirtschaftlichen Patient/innen (n=16) konnte das Seminar zur „interdisziplinären Reha“ angeboten werden, davon nahmen alle teil (Teilnahmequote 100%).

**Diskussion und Schlussfolgerung:** Im Pilotprojekt „interdisziplinäre Reha“ wurden Aspekte zum landwirtschaftsspezifischen Arbeitsschutz in den Prozess einer medizinischen Rehabilitationsmaßnahme integriert. Der hohe Anteil von Landwirt/innen mit Einschränkungen der Lungenfunktion und nur unzureichend in den Betrieben umgesetzten Arbeitsschutz unterstreicht eindrücklich den Bedarf an arbeitsplatzspezifischen Maßnahmen. Die strukturierte und – für die Referenten der landwirtschaftlichen Präventionsdienste kommentierte Unterrichtseinheit – stellen einen ersten Schritt dar, um flächendeckend den aktuellen Kenntnisstand zum Arbeitsschutz in der Landwirtschaft vermitteln zu können. Die hohe Teilnahmequote (100%) unterstreicht eindrücklich die Akzeptanz der Maßnahme im Rahmen einer medizinischen Rehabilitationsmaßnahme. Ob das Seminar den Rehabilitationsprozess günstig beeinflusst, soll durch Longitudinaluntersuchungen evaluiert werden. Aus logistischen Gründen konnte das Seminar wegen wochenweise zu geringerer Teilnehmerzahl nicht für alle Landwirt/innen angeboten werden. Für die vollständige Umsetzung bei allen aus dem landwirtschaftlichen Bereich stammenden Patient/innen ist es notwendig, zukünftig seitens der Landwirtschaftlichen Sozialversicherungsträger eine gleichmäßigere und kontinuierliche Zuweisung vorzunehmen. Das gezeigte Modell ist geeignet, symptomatische Beschäftigte aus Branchen mit einem hohen Anteil von Klein- und Mittelbetrieben mit geringerem Aufwand im Vergleich zu Einzelbesuchen mit Arbeitsplatz-spezifischen Präventionsmaßnahmen zu erreichen. Es ist in dieser Form auch auf andere Branchen übertragbar. Für eine erfolgreiche Umsetzung ist eine enge Abstimmung der Träger, Präventionsdienste und Kliniken erforderlich.

**Literatur:** Heutelbeck ARR, Metzner R (2011): Prävention obstruktiver Atemwegserkrankungen in der Landwirtschaft: Verbesserung der Primär- und Sekundärprävention zu arbeits- und berufsbedingten obstruktiven Atemwegserkrankungen in der Landwirtschaft: Erstellung, Erprobung und Evaluierung eines territorial organisierten integrierten Modells auf der Basis wissenschaftlicher und praktischer Erkenntnisse; BAuA Schriftenreihe (im Druck).

**Danksagung:** Wir danken der LBG Baden-Württemberg – insbesondere Herrn Herbert Müller - für die Durchführung der Seminare zur Arbeitsplatz-spezifischen Rehabilitation.

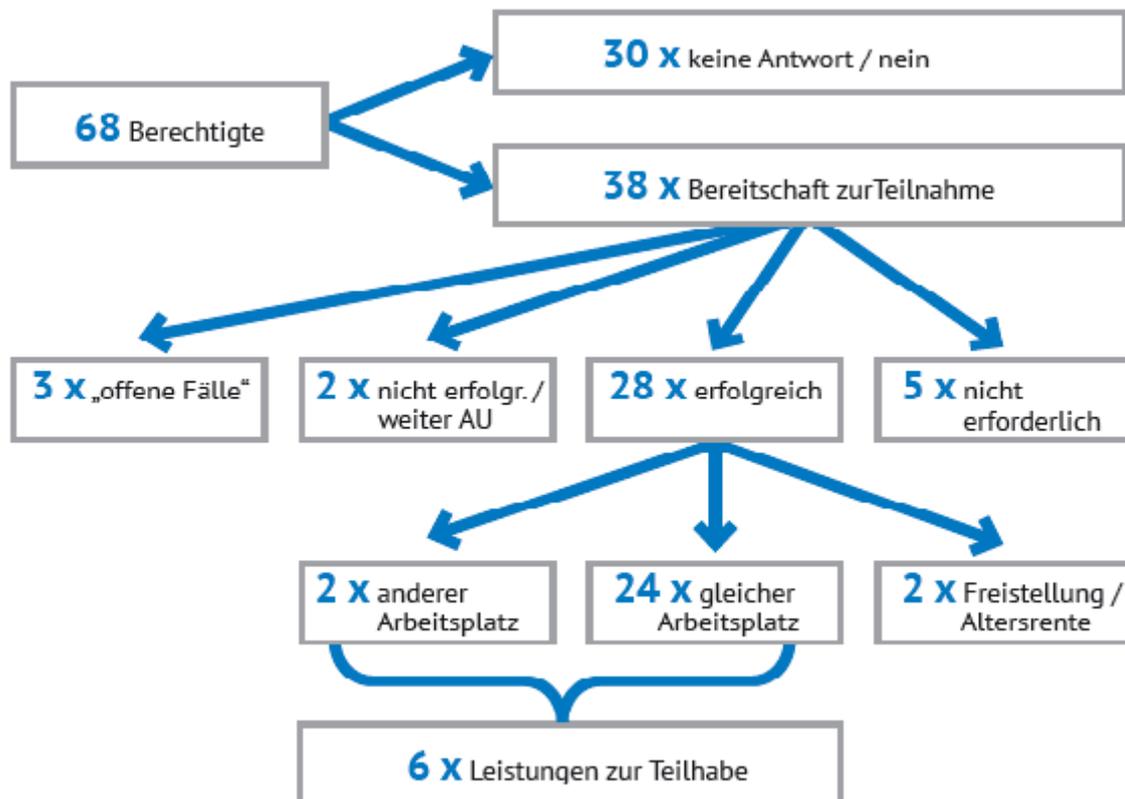
## iBEM: Integratives Betriebliches Eingliederungsmanagement – Die zentrale Rolle des Betriebsarztes

Wildgans, H., Hirschmann, W., Mayr, T.

ias Aktiengesellschaft, München/Berlin

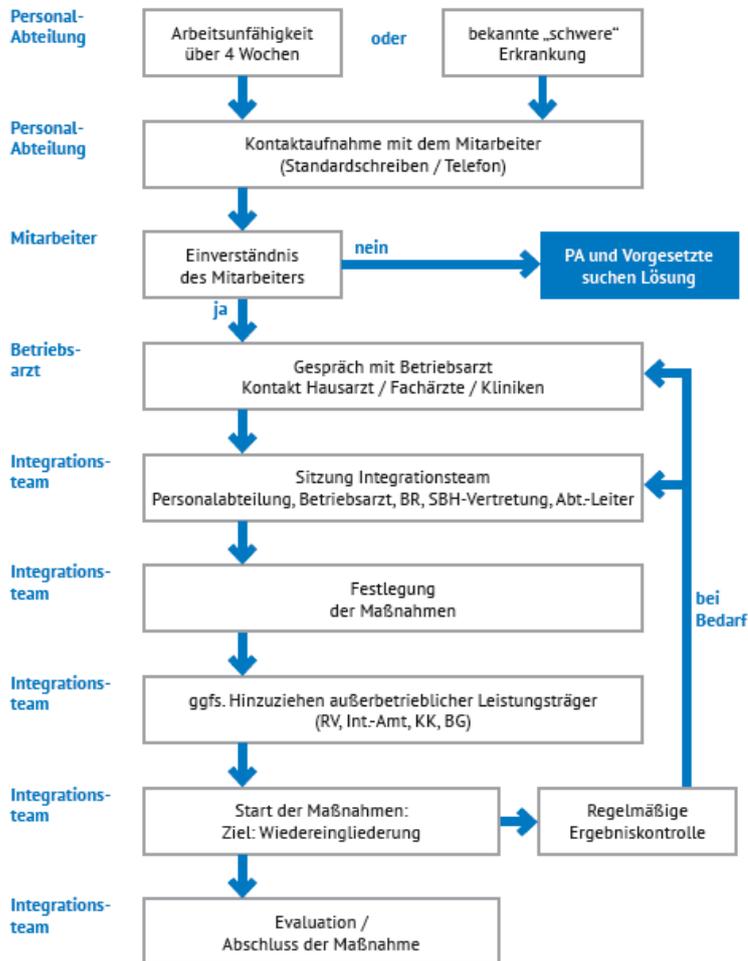
**Ziel der Studie:** 3,9 % der pflichtversicherten Beschäftigten in Deutschland sind nach einer Untersuchung des BKK-Bundesverbandes mehr als 6 Wochen pro Jahr arbeitsunfähig und verursachen 44,1 % der jährlichen AU-Tage.<sup>1)</sup> Im Rahmen der gesetzlichen Regelungen nach SGB V und IX sowie unter Beachtung der Regeln zu Datenschutz und Schweigepflicht erarbeitete die Arbeitsgruppe ein Modell, das Langzeiterkrankte möglichst frühzeitig wieder in das Arbeitsleben eingliedern sollte.

**Methode:** Nach entsprechenden Betriebsvereinbarungen wurde im Zeitraum zwischen Juli 2009 und Dezember 2011 in drei Unternehmen insgesamt 68 Mitarbeitern das neue Konzept angeboten. 56 % nahmen das Angebot an, über die am Kongress berichtet werden konnte:



Nach § 3 (1) 1.f) ASiG ist die „Beratung in Fragen des Arbeitsplatzwechsels sowie die Eingliederung und Wiedereingliederung Behinderter“ bereits eine Kernaufgabe des Betriebsarztes. Dabei betreffen Eingliederung und Wiedereingliederung in der Praxis zwei unterschiedliche Rechtsbereiche: Einerseits wird „stufenweise WIEDER-Eingliederung“ auf denselben Arbeitsplatz (nach § 74 SGB V) während weiterbestehender Arbeitsunfähigkeit angeboten, während das „betriebliche Eingliederungsmanagement“ als offener Suchprozeß in eine beliebige Tätigkeit im selben Unternehmen ohne weiterbestehende Arbeitsunfähigkeit (nach § 84 SGB IX) definiert ist. Über die AU-Richtlinien (GBA 2006)2) ist der Betriebsarzt vom behandelnden Arzt bei der Planung und Durchführung von Maßnahmen der stufenweisen Wiedereingliederung nach § 74 SGB V und § 28 SGB IX bereits formal eingebunden. Voraussetzung für die Durchführung des iBEM waren die Achtung der Selbstbestimmung des Betroffenen, eine geeignete Vertrauenskultur im Unternehmen, die Einhaltung der Regelungen der Schweigepflicht und des Datenschutzes, eine offen kommunizierte Integrationsvereinbarung als Unternehmensleitlinie oder Betriebsvereinbarung und ein – individuell auf den Fall zugeschnittenes – Integrationsteam. Die eingesetzten BEM-Instrumente mussten mit den geltenden gesetzlichen Bestimmungen und der ausgestaltenden Rechtsprechung konform sein, sich am Grundsatz der Selbstbestimmung des Betroffenen orientieren, die nach SGB II vorgesehenen internen (AGVertreter, BR, SBV) und externen Experten beteiligen, ressourcen- statt defizitorientiert, barrierefrei und nachhaltig sein sowie den interkulturell unterschiedlichen Umgang mit Erkrankungen berücksichtigen.

## Poster – „Rehabilitation“



**Durchführung:** Die AU-Meldungen über vier Wochen wurden durch die Personalabteilung, ergänzt durch Hinweise auf „schwere Erkrankungen“ mit mehr als drei Wochen aus den Abteilungen erfasst und an die betriebliche Integrationsmanagerin (Mitarbeiterin der Personalabteilung) weitergegeben. Daraufhin wurde der Mitarbeiter mit dem Angebot einer Kontaktaufnahme durch den Betriebsarzt und die Möglichkeit der Einleitung eines BEM angeschrieben. Eine Auswahlliste für das individuelle Integrationsteam (BA – BR – SBV – AbtLtr. – SiFa – PA – Vertreter des Integrationsamtes, der BG, eigene Vorschläge) lag dem Schreiben bei. Nach Eingang der Zustimmung nahm der Betriebsarzt einen ersten telefonischen Kontakt mit dem Mitarbeiter auf, sichtete die vorhandenen medizinischen Befundberichte und diskutierte das geplante weitere Vorgehen. Er schlug in diesem Rahmen auch eine Schweigepflichtentbindung der behandelnden Ärzte vor, um die vorhandenen Informationen bündeln zu können. In der Folge hielt der Betriebsarzt mit behandelnden Ärzten (HA, FA, Akutklinik) und Reha-Kliniken (Versand einer Arbeitsplatzbeschreibung) regelmäßig Kontakt. Frühestens ab der 6. Woche trat das individuelle Integrationsteam mit Beratung der Möglichkeiten einer Eingliederung unter Einbeziehung externer Hilfen zusammen und plante die Einleitung der Maßnahmen zur Arbeitsplatzgestaltung in Kenntnis der aktuellen positiven Leistungsprofils und der dem

Betriebsarzt bekannten Prognosen. Nach Beginn der Wiedereingliederung im Betrieb bestand eine engmaschige Betreuung durch den Betriebsarzt bis zum Abschluss der Maßnahme.

**Ergebnisse:** Betriebs- und Werksärzte können frühzeitig Erholungs- und Rehabilitationsbedarf erkennen, fachlich im Akutfall begleiten, auf Wunsch zu Behandlungsalternativen beraten, bei der Auswahl der Rehabilitationsmaßnahmen helfen, Informationen zum Anforderungsprofil für die Reha-Klinik beschaffen, bei der Wiedereingliederung im Betrieb begleiten, im Abgleich zwischen Belastung und Beanspruchung einen nachhaltigen Genesungs- und Rehabilitationserfolg sichern und so den Arbeitsplatz des Mitarbeiters erhalten. Darüberhinaus leisten sie fachliche und sozialmedizinische Hilfestellung im Krankheitsprozess.

Vorteile der intensivierten Rolle des Betriebsarztes sind der gesicherte vertrauensvolle Umgang mit sensiblen Daten durch die ärztliche Schweigepflicht, die praxisbezogene Umsetzung der Gesundheitsstörungen in ein positives Leistungsprofil durch Kenntnis der betrieblichen Gegebenheiten und seine Mitwirkung bei einer spezifischen Gefährdungsbeurteilung am Arbeitsplatz.

**Schlussfolgerungen:**

**1. iBEM bringt großen Nutzen für den erkrankten Mitarbeiter:**

Es stärkt das Selbstwertgefühls des Mitarbeiters („Unterstützung in schweren Zeiten“) und gibt eine zusätzliche Chance für gezielte Diagnostik und Therapie (Betriebsarzt als „Lotse“ im Medizinschunzel / „second opinion“). Der Betriebsarzt kann auch zu Unterstützungsansprüchen (z.B. GdB-Antrag) beraten. Auf der Basis des positiven Leistungsprofils kann ein effizienter Einsatz am Arbeitsplatz organisiert werden, der eine Überforderung am Arbeitsplatz vermeidet und einer drohenden Chronifizierung von Erkrankungen vorbeugt. Dies schafft Selbstvertrauen trotz schwerer Krankheit.

**2. iBEM nützt auch den Unternehmen:**

Die Maßnahme wird als positiver Imagefaktor durch kompetente und weitblickende Personalarbeit gesehen und hat positive Auswirkungen auf die Mitarbeiterzufriedenheit und die Identifikation mit dem Betrieb. Sie ermöglicht den beschleunigten Wiedereinstieg in das Arbeitsleben und die gezielte Inanspruchnahme externer Leistungen (Beratung, Förderung). Die Arbeitserprobung ist ohne Kosten für die Unternehmen. Die bessere „Planbarkeit“ von Langzeiterkrankungen durch rechtzeitiges Bekanntwerden der Prognose führt zu Kostenreduktion für zusätzliches Personal und Einarbeitung und gibt dem Betrieb die Möglichkeit, sich frühzeitig auf zu erwartende Einschränkungen vorzubereiten. Nicht zuletzt besteht auch mehr Rechtssicherheit bei krankheitsbedingten Kündigungen.

**3. iBEM bereichert auch die Rolle des Betriebsarztes im Unternehmen:**

Es stärkt die Vertrauensstellung im Unternehmen und führt zu einer verstärkten Akzeptanz bei Unternehmensführung und Belegschaft. Damit vergrößert sich auch sein Einfluß auf Arbeitsplatzgestaltungsmaßnahmen in Zeiten des demographischen Wandels. Nicht zu vernachlässigen ist auch das „Job-Enrichment“ durch intensive Befassung mit interdisziplinären Fragestellungen.

**Literatur:**

1) BKK Bundesverband, BKK Gesundheitsreport 2010, S. 17

2) Gemeinsamer Bundesausschuss: Richtlinien des Gemeinsamen Bundesausschusses über die Beurteilung der Arbeitsunfähigkeit und die Maßnahmen zur stufenweisen Wiedereingliederung (Arbeitsunfähigkeits-Richtlinien) nach § 92 Abs. 1 Satz 2 Nr. 7 SGB V, (in Kraft getreten am 23.

Dezember 2006) Köln, 2006, veröffentlicht im Bundesanzeiger (2006) Nr. 241: S. 7356

**Anschrift für die Verfasser:**

Dr. med. Hanns Wildgans, Kompetenzfeldleiter Medizin der ias-Gruppe,  
ias Aktiengesellschaft, Lothstr. 19/IV, 80797 München, [Hanns.Wildgans@ias-gruppe.de](mailto:Hanns.Wildgans@ias-gruppe.de),

## **Implementierung einer arbeitsplatzorientierten Präventionsmaßnahme nach dem Modell der JobReha für MitarbeiterInnen einer Universitätsklinik**

**M. Schwarze<sup>1</sup>, T. Neugebauer<sup>1</sup>, C. Egen<sup>1</sup>, M. Danz<sup>1</sup>, S. Schriek<sup>2</sup>,  
H. Fuhr<sup>1</sup>, K. Höpner<sup>1</sup>, Burzlaff, P<sup>3</sup>., C. Gutenbrunner<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Rehabilitationsmedizin, Koordinierungsstelle Angewandte Rehabilitationsforschung, Hannover

<sup>2</sup>Medizinische Hochschule Hannover, Betriebsärztlicher Dienst, Hannover

<sup>3</sup>Medizinische Hochschule Hannover, Personalentwicklung, Hannover

### **Einleitung**

Betriebliche Gesundheitsförderung und medizinisch-beruflich orientierte rehabilitative Maßnahmen gewinnen im Zuge der demographischen Entwicklung zunehmend an Bedeutung. Die gestiegene Belastung der sozialen Sicherungssysteme und die Pflicht zum Eingliederungsmanagement (§ 84 Abs. SGB IX) unterstreichen zusätzlich die Bedeutung von Angeboten zum Erhalt der Gesundheit und der Arbeitskraft. In Anbetracht dieser Tatsache ist mit einem steigenden Bedarf an präventiven und rehabilitativen Maßnahmen bei gleichzeitiger Verknappung der Ressource Arbeitskraft zu rechnen. Als Konsequenz ist mit einem frühzeitigen Einsatz von Interventionen zu rechnen, die einerseits zum Erhalt der Arbeitskraft führen und andererseits einer drohenden Chronifizierung vorbeugen und somit die Erwerbsfähigkeit möglichst langfristig sichern. Diesem gestiegenen Druck müssen Betriebe in ihrer Personalverantwortung gerecht werden. Die Vernetzung und Zusammenarbeit aller am Prozess beteiligten Personen (Personalrat, Personalentwicklung, Betriebs- und RehabilitationsärztInnen, TherapeutInnen sowie Führungskräfte und MitarbeiterInnen) fördern die Umsetzung derartiger Maßnahmen. Das Modell der JobReha [1] als arbeitsplatzspezifische Rehabilitation kann helfen, eine drohende Gefährdung der Erwerbsfähigkeit und Gesundheitsrisiken frühzeitig über den betriebsärztlichen Dienst zu identifizieren, die Gesundheit und die Arbeitsfähigkeit der MitarbeiterInnen durch arbeitsplatzorientierte präventive und rehabilitative Maßnahmen zu erhalten und bei Bedarf Veränderungen am Arbeitsplatz anzuregen.

### **Methodik**

In Analogie des JobReha-Modells [1] wurde eine 1-wöchige ambulante Intensivmaßnahme mit einem 3-monatigen weiterführenden Training für MitarbeiterInnen einer Universitätsklinik mit muskuloskelettalen Beschwerden eingeführt (JobReha<sup>MHH</sup>). Das Kernstück der Maßnahme bildet ein arbeitsplatzbezogenes Therapieangebot, das sowohl präventiven als auch rehabilitativen Charakter hat. Die Maßnahme wurde durch den betriebsärztlichen Dienst eingeleitet, der auch die Wiedereingliederung begleitete.

Das Projekt wurde wissenschaftlich durch die Koordinierungsstelle Angewandte Rehabilitationsforschung begleitet und evaluiert. Mittels Fragebogenerhebung wurden die Zufriedenheit mit der JobReha<sup>MHH</sup> und die Arbeitsbewältigung (Work Ability Index)

[2] im 3-Monatsverlauf aus Sicht der TeilnehmerInnen erhoben. Zur Auswertung der vorläufigen Ergebnisse wurden deskriptive und varianzanalytische Verfahren mit Hilfe von SPSS 19 durchgeführt. Die Auswertung der AU-Tage im Beobachtungszeitraum von 6 Monaten erfolgte durch die Personalentwicklung der Medizinischen Hochschule Hannover.

### Ergebnisse

Im Zeitraum zwischen August 2010 und September 2011 insgesamt 116 MitarbeiterInnen aus elf Bereichen (Bettzentrale, Krankentransport, Wäscherei, Abfalltransport, Labortransport, Poststelle, Transportwesen, Medizintechnik, Drittmittelabteilung, Patientenabrechnung, Finanzabteilung) der Universitätsklinik teil. Unter den Teilnehmern befanden sich 70 Frauen (60,3%) und 46 (39,7 %) Männer. Das Durchschnittsalter lag bei 47 Jahre (Min. 20 Jahre, Max. 63 Jahre).

Die Zufriedenheit der TeilnehmerInnen ist ein wichtiger Indikator, der über den Erfolg der Prävention mit entscheidet. 92 % der Befragten gaben an, dass ihnen die durchgeführten Maßnahmen halfen angemessener mit Ihren Beschwerden am Arbeitsplatz umzugehen (n=97).

Da sich das Angebot an MitarbeiterInnen richtet, die zwar Schmerzen aber noch keinen akuten Rehabilitationsbedarf aufwiesen, war es notwendig die entsprechende Zielgruppe zu erreichen. Die TeilnehmerInnen haben, wie aus dem Summenwert des Work Ability Index (WAI) [Abbildung 1] hervorgeht, zu 80% einen Bedarf an präventiv-rehabilitativen Maßnahmen und entsprechen somit der anvisierten Zielgruppe.

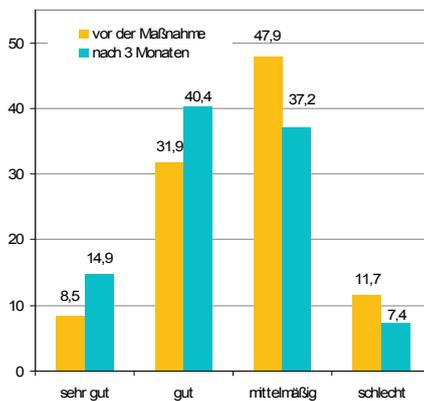


Abb 1. Arbeitsbewältigung (WAI)

Die Arbeitsbewältigung der TeilnehmerInnen verbessert sich, gemessen am WAI-Summenwert von 35,2 auf 37,3 signifikant mit einer Effektstärke von  $SES = 0.4$ , was einer guten Arbeitsbewältigung entspricht [Abbildung 1]. Hinsichtlich Geschlecht und Beruf bestehen keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Arbeitsbewältigung.

Die Arbeitsunfähigkeitszeiten verringern sich im 6-Monatsbeobachtungszeitraum pro TeilnehmerIn um 34 Prozent, was ein hohes Einsparpotenzial vermuten lässt. Auswertungen des Pilotprojektes JobReha bei Volkswagen Nutzfahrzeugen ergaben eine ähnliche Reduzierung der Arbeitsunfähigkeitszeiten. Die Kostenersparnis bezüglich der betrieblichen Lohnfortzahlung lag bei über 50 Prozent und bewirkte bei Volkswagen Nutzfahrzeuge eine Rentabilität von 25 Prozent [3].

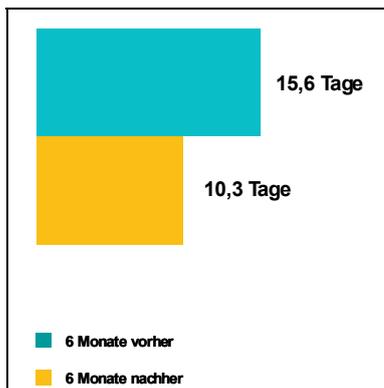


Abb. 2 Veränderung der Arbeitsunfähigkeitszeiten im 6 Monatsverlauf pro TeilnehmerIn

### Fazit und Ausblick

Das JobReha Modell ist auf die Strukturen einer Universitätsklinik übertragbar, so dass derzeit eine Implementierung der JobReha<sup>MHH</sup> in das Betriebliche Gesundheitsmanagement der Medizinischen Hochschule Hannover angestrebt wird.

Zur Erfassung des langfristigen Nutzens ist eine Nachbefragung zur Arbeitsbewältigung sowie die Analyse der Arbeitsunfähigkeitstage nach 12 Monaten geplant.

Ein positives Ethikvotum der Medizinischen Hochschule Hannover liegt vor.

### Literatur:

1. Gutenbrunner C, Schwarze M. JobReha – bedarfsgerechte arbeitsbezogene Rehabilitation: systematische Modellentwicklung. Phys Med Rehab Kuror 2011; 21: 234-241
2. Tuomi K, Ilmarinen J, Jahkola A, Katajarinne L, Tulkki A. Arbeitsbewältigungsindex – Work Ability Index. Dortmund/Berlin: Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, 2001
3. Teumer F, Wassmus A-K, Cyganski L, Teichler N, Gutenbrunner C, Schwarze M. Gesundheitsökonomische Evaluation der JobReha bei Volkswagen Nutzfahrzeuge Hannover. Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed 2010; 45: 102-104

## **Psychosomatische Sprechstunde im Betrieb – Erfahrungen, Chancen, Grenzen, Transferierbarkeit in kleine und mittlere Unternehmen**

**Christine Preiser, M.A., Prof. Dr. Monika A. Rieger**

Institut für Arbeitsmedizin, Sozialmedizin und Versorgungsforschung,  
Universitätsklinikum Tübingen

### **Hintergrund und Ziel der Studie**

Vermeht wird in aktuellen Publikationen auf einen Wandel in der Arbeitswelt hingewiesen, bei dem zeitgleich eine Verschiebung von physischen hin zu psychischen Belastungen stattfindet [1; 2]. Einige Autoren bringen die in den letzten Jahren beobachtbare Zunahme von krankheitsbedingten Fehlzeiten und Frühverrentungen aufgrund psychischer Erkrankungen mit diesem Wandel in der Arbeitswelt in Zusammenhang [6]. Zugleich sehen sich Beschäftigte mit Bedarf an ambulanten Psychotherapieangeboten oftmals mit einem schwierigen Zugang zu psychosomatischen und psychotherapeutischen Angeboten der kassenärztlichen Regelversorgung konfrontiert. Sie müssen häufig lange Wartezeiten für Erstgespräche (nach aktuellen Daten bis zu 2,2 Monate) bzw. für den Beginn einer Psychotherapie (nach aktuellen Daten bis zu 4,8 Monate) in Kauf nehmen [4]. Dem mit diesen langen Wartezeiten verbundenen Versorgungsdefizit in der psychosomatischen und psychotherapeutischen Betreuung soll mit dem Angebot der „Psychosomatischen Sprechstunde im Betrieb“ entgegengewirkt werden [4].

Vor diesem Hintergrund haben einige größere Unternehmen das Angebot einer „Psychosomatischen Sprechstunde im Betrieb“ eingerichtet. Sie ermöglicht Beschäftigten auf Kosten des Betriebs ein sondierendes Erstgespräch oder mehrerer Gespräche mit einem in der Regel externen psychosomatisch spezialisierten Arzt oder psychologischen Psychotherapeuten. Ziel der durchgeführten Studie war es, von Seiten der Akteure des betrieblichen Gesundheitsschutzes Erfahrungen, Haltungen, Optimierungsvorschläge und Transfermöglichkeiten des Angebots zu erheben.

Das positive Votum der Ethik-Kommission an der Medizinischen Fakultät der Eberhard-Karls-Universität und am Universitätsklinikum Tübingen liegt vor (060/2012BO2).

### **Methode**

Das Angebot der Psychosomatischen Sprechstunde (PS) im Betrieb existiert erst seit einigen Jahren [4], bislang ohne Publikationen zu den Effekten. Eine erste Übersicht über die Gestalt und die Nutzung des Angebots bei der Daimler AG wurde von Mayer et al. 2010 publiziert. Entsprechend liegt der Studie ein exploratives Forschungsdesign zu Grunde, für das sich qualitative Methoden empirischer Sozialforschung eignen. Es wurden acht leitfadengestützte Einzelinterviews und zwei leitfadengestützte

Fokusgruppeninterviews durchgeführt. Die Fokusgruppen bestanden aus jeweils fünf Betriebsärzten, in den Einzelinterviews wurden Expertinnen aus Personalvertretungen, Personalleitungen, Betriebskrankenkassen, innerbetrieblichen Beratungsangeboten und betriebsärztlichen Diensten befragt. Zur Kontrastierung wurden bei den Einzel- und Fokusgruppeninterviews jeweils Expertinnen mit und ohne Erfahrung mit dem Angebot befragt.

Die Interviews wurden zur Qualitätssicherung im Team nach der Methode von Mayring [5] inhaltsanalytisch ausgewertet. Es wurden auf Basis der Leitfragen und aus dem Interviewmaterial heraus zentrale Themen und dazugehörige Sub-Themen herausgearbeitet, die sich interviewübergreifend wiederfinden ließen. Die Analyseergebnisse wurden in einem Workshop kommunikativ validiert, zu dem Experten aus den befragten Bereichen sowie Vertreter von Arbeitgeber- und Arbeitnehmerverbänden eingeladen worden waren.

### Ergebnisse

Von den Befragten werden als Chancen und Wirkungsfaktoren der PS der im Vergleich zur kassenärztlichen Regelversorgung frühzeitige und schnelle Zugang zu einem psychosomatischen Spezialisten thematisiert. Dass es sich dabei um einen externen Experten handelt, wird dabei als Vorteil für die Themensortierung gesehen. Durch die Chancen und Wirkungsfaktoren können lange Fehlzeiten vermindert werden. In einem Teil der Fälle reicht das Angebot der Psychosomatischen Sprechstunde bereits aus, um die Problemlage des Beschäftigten so aufzufangen, dass ein Übergang in die kassenärztliche Regelversorgung nicht notwendig wird.

Von den Befragten werden gleichzeitig betriebsinterne und -externe Grenzen der PS formuliert. Das Angebot kann betriebsintern dort an seine Grenzen stoßen, wo in der Sprechstunde arbeitsplatzbedingte Fehlbelastungen und Erkrankungen festgestellt werden und strukturelle Veränderungen dennoch ausbleiben. Als externe Grenze wird von den Befragten das Versorgungsdefizit in der kassenärztlichen Regelversorgung benannt. Wenn für den Beschäftigten eine Weiterbehandlung im Rahmen einer Therapie notwendig ist, sind die Beschäftigten erneut der Problematik von schwierigen Zugängen und langen Wartezeiten ausgesetzt.

Als fördernde Faktoren für die Nutzung der PS werden unter anderem die Gestaltung des Zugangs zur PS und deren Ort thematisiert. Ein Teil der Befragten bevorzugt einen breiten Zugang mit vielen Zuweisenden, bei dem neben den Betriebsärzten auch andere zentrale Akteure im Betrieb Beschäftigte in die PS verweisen können. Dies wird vor allem für Betriebe als Vorteil gesehen, in denen der Betriebsarzt nur selten anwesend ist. Andere Befragte sprechen sich hingegen für einen begrenzten Zugang mit dem Betriebsarzt als alleinigen Zuweiser aus, was mit seiner potenziellen Vertrauensrolle im Betrieb und seiner fachlichen Qualifikation begründet wird.

Für den Ort der PS befürwortet ein Teil der Befragten die Räumlichkeiten des externen Kooperationspartners, etwa um Abstand zum Betrieb zu erhalten und eine Sicherung von Anonymität zu gewährleisten. Ein anderer Teil der Befragten zieht hingegen eine

Durchführung in betriebsinternen Räumlichkeiten vor, um das Angebot möglichst niedrigschwellig zu gestalten.

Als hemmende Faktoren für die Nutzung der PS durch die Beschäftigten werden von den Befragten die fehlende Gewährleistung von Anonymität und Vertraulichkeit thematisiert. Beschäftigte kann die Angst vor der Stigmatisierung am Arbeitsplatz und vor Konsequenzen für das Arbeitsverhältnis davon abhalten, trotz Bedarf die PS zu besuchen. In der Tendenz bringen die Befragten jedoch wenig hemmende Faktoren zur Sprache, sondern zeigen eine hohe Zufriedenheit und Aufgeschlossenheit gegenüber der PS.

Hinsichtlich der Transferierbarkeit der PS in kleine und mittlere Unternehmen (KMU) werden von den Befragten zwei Aspekte besonders hervorgehoben. Es werden flexible Lösungen gefordert, etwa durch die Verschlinkung des Prozesses durch nur einen Arztkontakt – sei es, weil ein breiter Zugang zur PS gewählt wird oder der Betriebsarzt durch entsprechende Weiterbildung die Funktion der PS in die betriebsärztliche Sprechstunde integriert. Als weitere Transfermöglichkeit wird eine Netzwerkbildung benannt. Diese kann sowohl auf Unternehmensseite stattfinden, indem sich mehrere KMU zusammenschließen und gemeinsam einen externen Kooperationspartner finanzieren. Es wird aber auch die Möglichkeit einer Netzwerkbildung auf Anbieterseite gesehen, sodass KMU dann vorhandene Strukturen unkompliziert nutzen können.

### **Diskussion**

Insgesamt zeigt sich in der präsentierten Studie eine hohe Zufriedenheit bei den Befragten mit Erfahrung mit dem Angebot bzw. eine hohe Akzeptanz und Aufgeschlossenheit bei den Befragten ohne Erfahrung mit dem Angebot der PS. Transfermöglichkeiten in KMU werden unter der Bedingung einer Netzwerkbildung auf Seiten der Betriebe oder der Anbieter gesehen. Auch wenn alle Unternehmen dieselbe Ausgangslage besitzen – eine zunehmende Bedeutung psychischer und psychosomatischer Erkrankungen, sowie ein Versorgungsdefizit in der kassenärztlichen Regelversorgung – zeigt sich eine hohe Heterogenität in der faktischen bzw. bevorzugten Gestaltung des Angebots. „Die“ PS gibt es in dem Sinne nicht, sondern vielmehr an den Bedürfnissen des jeweiligen Unternehmens orientierte Gestaltungen der PS im Betrieb.

### **Danksagung:**

Die Autoren danken allen Probanden. Die Durchführung der Studie wurde finanziell unterstützt durch das Ministerium für Arbeit und Sozialordnung, Familie, Frauen und Senioren des Landes Baden-Württemberg. Die Arbeit des Instituts für Arbeitsmedizin, Sozialmedizin und Versorgungsforschung Tübingen wird finanziell unterstützt durch den Verband der Metall- und Elektroindustrie Baden-Württemberg e.V. (Südwestmetall).

**Literatur**

- [1] Barmer Ersatzkasse (2009): Gesundheitsreport. Eigenverlag.
- [2] BKK Bundesverband (2006): Psychisch krank im Job. Was tun? Essen: Eigenverlag.
- [3] Kruse, J.; Herzog, W. (2012): Zur psychosomatischen/ psychotherapeutischen Versorgung in der kassenärztlichen Versorgung in Deutschland – Formen der Versorgung und ihre Effizienz. Zwischenbericht. Gutachten im Auftrag der Kassenärztlichen Bundesvereinigung. Heidelberg/Gießen.
- [4] Mayer, D.; Schmidt, H.; Hölzer, M. (2010): "Psychosomatische Sprechstunde" und "Psychosomatische Grundversorgung in der Arbeitsmedizin". Erfahrungen aus der Automobil-Industrie. In: Arbeitsmedizin Sozialmedizin Umweltmedizin, 45. Jg., H. 10, S. 593–597.
- [5] Mayring, P. (2003): Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken. 8. Aufl. Weinheim: Beltz Verlag, 100-101.
- [6] Rehfeld, U. G. (2006): Gesundheitsbedingte Frühberentung. Herausgegeben von Robert Koch-Institut. (Gesundheitsberichterstattung des Bundes Themenheft, 30).

## **Ophthalmologische Analysen zur quantitativen Differenzierung der visuellen Wahrnehmungseinschränkung bei der Anwendung verschiedener Typen von Head-Mounted-Displays basierend auf Mobile Reality**

**A. Lüder<sup>1</sup>, J. S. Sánchez Márquez<sup>1,2</sup>, O. Chegrynets<sup>1</sup>, S. Darius<sup>1</sup>, I. Böckelmann<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Bereich Arbeitsmedizin, Medizinische Fakultät, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

<sup>2</sup>Lehrstuhl für Arbeitswissenschaft und Arbeitsgestaltung, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

### **Einleitung**

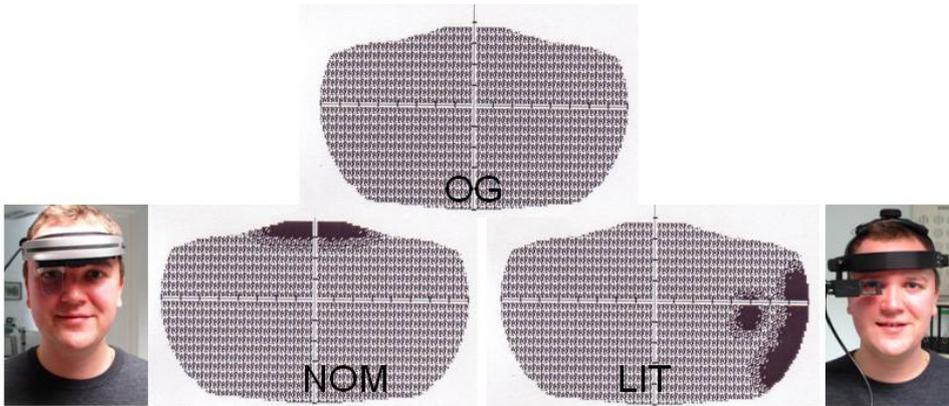
Bei der Anwendung von Mobile Augmented Reality wird die Augmented Reality (AR) durch den mobilen Einsatz von u. a. hochwertigen Displaybrillen in Verbindung z. B. mit einem Smartphone realisiert. In unserer Studie wurde die ophthalmologische Beanspruchung beim Tragen von am Kopf befestigten AR-Displays untersucht. Daraus resultierten Fragestellungen: welche visuellen Leistungen beeinflusst werden, welche quantitativen ophthalmologischen Veränderungen sich abzeichnen und inwieweit sich Unterschiede beim Einsatz unterschiedlicher Typen von Head-Mounted-Displays (HMD) ergeben.

### **Probanden und Methoden**

An den Untersuchungen nahmen insgesamt 25 junge, augengesunde Probanden (25,5±4,0 Jahre) freiwillig teil. Eine Zustimmung der Ethikkommission lag vor. Es erfolgte eine anamnestische Erhebung über Erkrankungen, Medikation sowie die Visuserfassung. Alle Probanden demonstrierten sehr gute visuelle Leistungen. In der Hauptuntersuchung wurden die periphere Wahrnehmung und das Gesichtsfeld (Periphere Wahrnehmung aus der Wiener Testbatterie, Fa. Schuhfried und Medmont Perimeter) sowie die afferente dynamische Sehleistung beim bzw. ohne Einsatz von HMD bestimmt. Wir untersuchten vergleichend zwei unterschiedliche Typen von HMD (LitEye LE-750A und Microvision Nomad ND 2100).

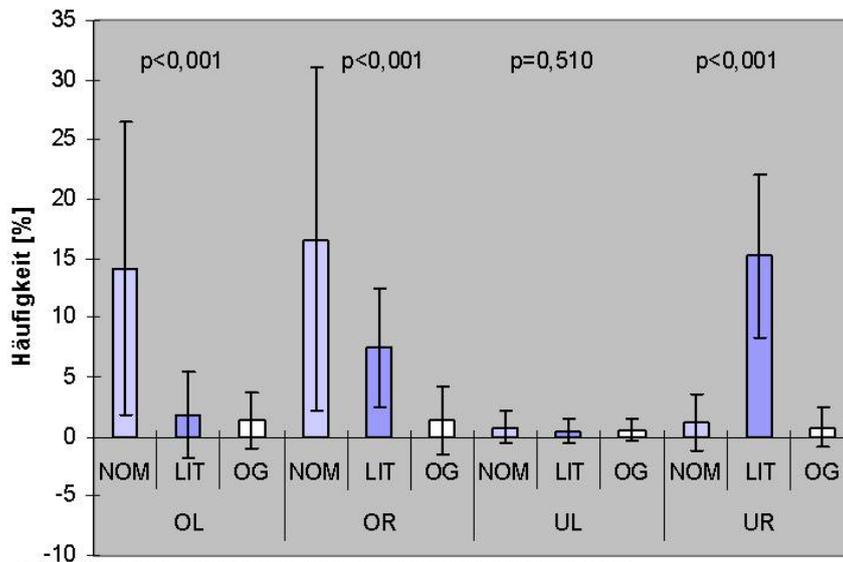
### **Ergebnisse**

Es resultierten beim Einsatz des LitEye-Typs Gesichtsfeldeinschränkungen im rechten oberen und rechten unteren Quadranten. Beim Nomad-Typ zeigten sich visuelle Defizite des Gesichtsfelds im rechten oberen und linken oberen Quadranten (Abb. 1).



**Abb. 1:** Ergebnisse der Gesichtsfeldmessung

Die Unterschiede erwiesen sich im Vergleich zur Gesichtsfeldprüfung ohne HMD als statistisch höchst signifikant ( $p < 0,001$ ; Abb. 2).



**Abb. 2:** Ergebnisse der peripheren Wahrnehmung

Aus der Betrachtung des okulären Blickwinkels beim Test zur Peripheren Wahrnehmung ergaben sich für das rechte Auge bei der Anwendung des LitEye-Typs ( $70^\circ$  vs.  $90^\circ$ ;  $p < 0,001$ ) signifikante Diskrepanzen. Der linke Blickwinkel der Probanden wurde nicht eingeschränkt. Die afferente dynamische Sehleistung wird durch das Tragen von HMD nicht beeinflusst.

**Schlussfolgerung**

Die Ergebnisse unterstreichen, dass es bei der ergonomischen Gestaltung der HMD noch Optimierungsbedarf im Bezug auf die Arbeitssicherheit gibt. Das Ziel der Anwendung von AR-Displays ist die Wahrnehmungserweiterung, -vereinfachung und -assistenz bei der Aufgabendurchführung und nicht die Einschränkung oder Behinderung bei dieser. Desweiteren unterstützen die Erkenntnisse der Untersuchungen die Entscheidungsfindung für den Einsatz bestimmter HMD-Typen.

## Analyse der Arbeitsbedingungen bei der Lederherstellung

**Böckelmann I<sup>1</sup>, Zavgorodnij I<sup>2</sup>, Kapustnik W<sup>3</sup>, Darius S<sup>1</sup>**

- 1) Bereich Arbeitsmedizin, Medizinische Fakultät, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
- 2) Lehrstuhl für Hygiene und Ökologie N° 2, Charkower Nationale Medizinische Universität
- 3) Lehrstuhl für Innere und Berufskrankheiten, Charkower Nationale Medizinische Universität

### Einleitung

Die moderne Lederherstellung stellt einen Komplex von mehreren technologischen Linien mit einer mehrstufigen Verarbeitung natürlicher Rohstoffe und Halbfabrikate aus Leder dar. Dazu gehören solche Arbeitsschritte wie mechanische, thermische oder physikalisch-chemische Prozesse. Es entstehen dabei im Arbeitsprozess der Lederherstellung mehrere verschiedene Schadfaktoren, die dann ihre Wirkung kombiniert entfalten. Die wissenschaftliche Ausarbeitung von Arbeitsschutz- und Präventionsmaßnahmen in der Produktion mit einem mehrstufigen technologischen Schema muss über Datensystematisierung der Arbeitsbedingungen im Betrieb als Ganzes und in einzelnen Etappen durchgeführt werden. Außerdem sollen die wichtigsten beruflichen Faktoren bestimmt und berücksichtigt werden. Ziel der Arbeit war die Berechnung des integralen Index und die Systematisierung der Eigenschaften des Produktionsprozesses in der Lederproduktion mittels gezielter Datenanalyse über die arbeitshygienischen Faktoren an solchen Arbeitsplätzen.

### Material und Methodik

Die Entwicklung des integralen Index der 18 Arbeitsbedingungen und Belastungsfaktoren bei der Herstellung von Chromleder enthielt eine Beschreibung für jeden Vorgang des technologischen Prozesses. Zu den 18 Arbeitsbedingungen gehören: Raumlufttemperatur ( $X_1$ ), relative Luftfeuchtigkeit ( $X_2$ ), Luftgeschwindigkeit ( $X_3$ ), Schallpegel dB ( $X_4$ ), äquivalenter Schallpegel dB(A) ( $X_5$ ), Arbeitsleistung ( $X_6$ ), Gewicht der transportierten Ladung ( $X_7$ ), statische Belastung ( $X_8$ ), die Anzahl der Oberkörpervorneigungen pro Arbeitsschicht ( $X_9$ ), Zeit in der Oberkörpervorneigung bis zu 30° ( $X_{10}$ ), Zeit in der Oberkörpervorneigung über 30° ( $X_{11}$ ), Dauer der Überwachungstätigkeit ( $X_{12}$ ), Dichte der Aufgaben innerhalb einer Stunde ( $X_{13}$ ), Anzahl der sich wiederholenden Elemente ( $X_{14}$ ), Dauer der Arbeitsaufgaben ( $X_{15}$ ), Schichtarbeit ( $X_{16}$ ), Vorhandensein von chemischen Verbindungen ( $X_{17}$ ) und Vibration ( $X_{18}$ ).

Die Berechnung des *integralen Index (II)* erfolgt als arithmetische Summe aller normierten Abweichungen der Arbeitsbedingungen von den jeweils zulässigen Werten in der warmen und kalten Jahreszeit in jeder einzelnen Stufe des Arbeitsprozesses.

Dadurch wurde es möglich, ein Ranking der einzelnen Schritte des technologischen Prozesses vorzunehmen und die Schritte herauszusuchen, die sich als besonders ungünstig in Bezug auf hygienische Arbeitsbedingungen erweisen.

Mittels einer *Clusteranalyse* nach Ward wurden die einzelnen Arbeitsprozesse klassifiziert und homogene Gruppen von Arbeitsschritten gebildet.

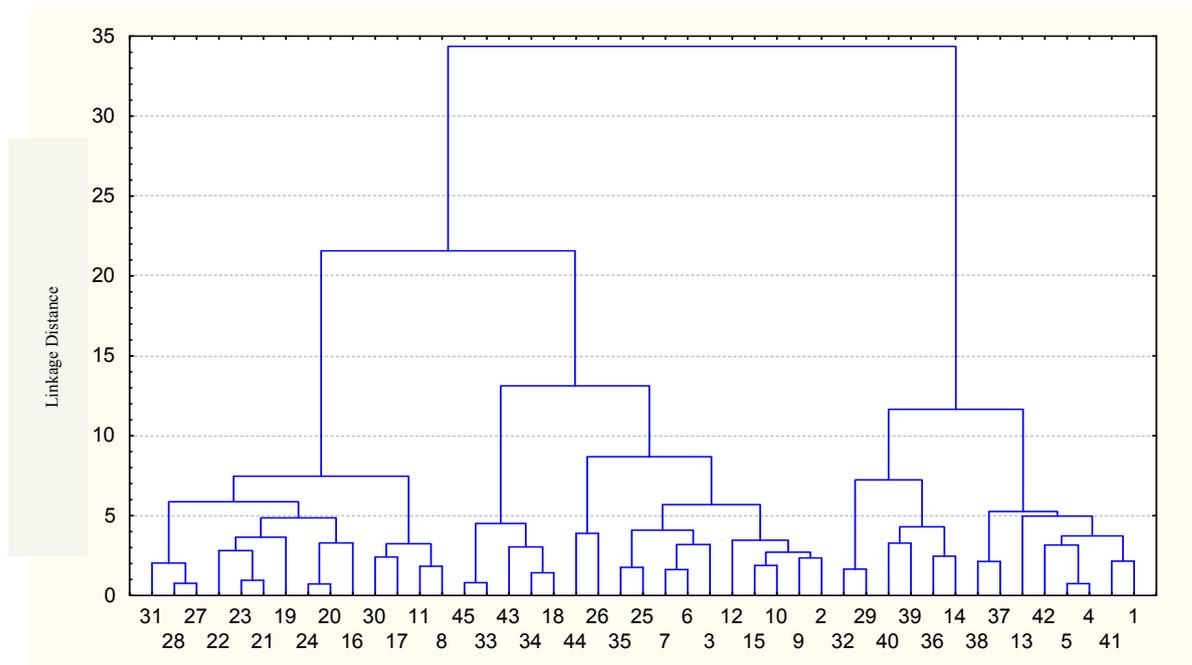
Die Aufteilung der wichtigsten Faktoren in der Lederproduktion – sowohl als Ganzes als auch für einzelne Prozessgruppen der Lederherstellung – erfolgte mittels *Regressionsanalyse*.

#### Ergebnisse

Zu den 45 technologischen Prozessen der Lederherstellung gehören Appretur (Vorschub) (8), Lederstreckung (16), Beizung (28), primäre Lederstreckung (21), Verdünnung (27), Ausstreichen und Zuschneiden von Stiefelschaft (35), Pressung auf durchlaufender Presse (17), Trocknen (19), Sortierung von Rohstoffen (Hilfsarbeit) (43), Pressung auf Hohlpresse (30), Streicherei (11), Ausfleischung (15), Äscherung (31), Verpackung (6), Streckung auf Vakuumtrockenanlage (23), Befeuchtung (20), Ausweiden, Bearbeitung (18), Eigene Sortierung von Rohstoffen und Ausrüstungen (42), Belegung (45), Abpressen (25), Abschleifen auf "Hydroblitz" (26), Pressung von Chromfalzspänen (22), Sortierung von Rohstoffen (Erfassung) (33), Appretur (Annahme) (39), Lederabschneiden (4), Abschneiden und Sortierung von Halbfabrikaten (12), Lederabschneiden (handbetätigt) (10), Hydroschmieden (40), Lederabschneiden mit Pressluftschere (24), Desinfektion und die Bildung einer Produktionscharge (44), Lieferung von Rohstoffen, Halbfabrikaten und Materialien per Kran (36), Falzen (29), Ledersortierung (5), Herstellung von Farben (serieller Abschnitt) (9), Annahme – Abgabe von Leder (3), Ledermessen (1), Transport von Halbfabrikaten, Werkstoffen und Fertigprodukten (41), Annahme von Rohstoffen (34), Abschleifen (7), Herstellung von Farben (experimenteller Teil) (2), Spaltung (32), Vorbereitung von Kalkmilch (14), Herstellung von chemischen Lösungen (37), Fettvorbereitung (38), Vorschub von Rohstoffen sowie Halbfabrikaten und Chemikalien (13).

Für jede Produktionsstätte wurde der *integrale Index* berechnet. Der höchste *I* ergab sich bei der Appretur (Vorschub) mit 13,76 (warme Jahreszeit) und 13,704 (kalte Jahreszeit), der niedrigste beim Vorschub von Rohstoffen, Halbfabrikaten und Chemikalien (warme Jahreszeit) und Ledersortierung (kalte Jahreszeit).

Mittels Clusteranalyse wurden 4 „ähnliche Gruppen“ verschiedener Arbeitsprozesse (Abb. 1 und Tab. 1) zusammengesetzt.



**Abb. 1:** Clustering von Herstellungsprozessen in der kalten Jahreszeit (X: Prozesse, Y – Linkage Distance)

Bei der Analyse der relativen Abweichungen der Umweltfaktoren während des Arbeitsprozesses in der kalten Jahreszeit ergab sich folgende Regressionsfunktion:

$$Y = 0,2426011 + 0,0454054 X_2 + 0,0956137 X_3 + 0,0936827 X_5 + 0,1435241 X_9 + 0,1618954 X_{12} + 0,0849019 X_{17}$$

Diese Analyse deutet darauf hin, dass  $X_9$  (die Anzahl der Oberkörpervorneigungen pro Arbeitsschicht) und  $X_{12}$  (die Dauer der Überwachungstätigkeit) die wichtigste Faktoren darstellen.

**Tab. 1:** Festlegung der wichtigsten negativen Faktoren bei der Chromlederherstellung in der kalten Jahreszeit mittels Regressionsanalyse

Objekt der Regressionsanalyse	Faktoren, die den integralen Index beeinflussen	Wichtige ungünstige Produktionsfaktoren
Herstellung im Ganzen	relative Luftfeuchtigkeit ( $X_2$ ), Luftgeschwindigkeit ( $X_3$ ), äquivalenter Schallpegel ( $X_5$ ), Anzahl der Oberkörperverneigungen pro Arbeitsschicht ( $X_9$ ), die Dauer der Überwachungstätigkeit ( $X_{12}$ ), das Vorhandensein von chemischen Verbindungen ( $X_{17}$ )	Anzahl der Oberkörperverneigungen pro Arbeitsschicht ( $X_9$ ), die Dauer der Überwachungstätigkeit ( $X_{12}$ )
I Prozessgruppe	Lufttemperatur ( $X_1$ ), Schallpegel ( $X_4$ ), Dauer der Arbeitsaufgaben ( $X_{15}$ ), das Vorhandensein von chemischen Verbindungen ( $X_{17}$ )	Schallpegel ( $X_4$ )
II Prozessgruppe	Anzahl der Oberkörperverneigungen pro Arbeitsschicht ( $X_9$ )	Anzahl der Oberkörperverneigungen pro Arbeitsschicht ( $X_9$ )
III Prozessgruppe	Arbeitsleistung ( $X_6$ ), Dauer der Arbeitsaufgaben ( $X_{15}$ )	Arbeitsleistung ( $X_6$ )
IV Prozessgruppe	Schallpegel ( $X_4$ ), Gewicht der transportierten Ladung ( $X_7$ )	Gewicht der transportierten Ladung ( $X_7$ )

### Diskussion

Es wurde gezeigt, dass es die gezielte Systematisierung der Arbeitsbedingungen in der modernen Produktion von natürlichem Chromleder mittels Clusteranalyse und Regressionsanalyse erlaubt, die verschiedenen Arbeitsprozesse zu klassifizieren, homogene Gruppen von Arbeitsschritten herauszubilden sowie Rückschlüsse auf die Arbeitsbedingungen zu ziehen. Dieser systematische Ansatz zur Beurteilung der Arbeitsbedingungen ist auch auf weitere technologische Prozesse übertragbar.

## **Ergebnisse der arbeitsmedizinischen Begleitstudie zum Gesundheitsschutz bei der Ultraschallvergütung von Metalllegierungen in der Gießerei**

**Sánchez Márquez, J.S<sup>1,2</sup>, Böckelmann, I<sup>1</sup>, Deml, B<sup>2</sup>.**

1Bereich Arbeitsmedizin, Otto-von-Guericke Universität Magdeburg

2Lehrstuhl für Arbeitswissenschaft und Arbeitsgestaltung der Otto-von-Guericke Universität Magdeburg

### Ziel der Studie

Bei der Bauteilentwicklung werden die Materialeigenschaften der Aluminiumlegierungen durch die Anwendung von Hochleistungsltraschall so beeinflusst, dass die Herstellung von „Leichtbau-Baugruppen“ möglich ist. In der Praxis wäre der Ersatz von schwereren Bauteilen (z. B. aus Stahl) durch die Leichtbau-Bauteile denkbar. Doch bevor eine Einführung moderner Prozess-Technologien wie die Ultraschallvergütung im Werk stattfindet, muss die Frage der Auswirkungen und derer Folgen bei den Arbeitnehmern gestellt werden, damit mögliche Gefahren vermieden bzw. minimiert werden können.

### Methoden

Um möglichen Belastungen und Folgen bei Ultraschallbeschallung bei einer Betriebsfrequenz von 20 kHz beobachten zu können, wurde eine Gruppe von 30 (20,6 ± 4,22 Jahre; 29 weiblich, 1 männlich) hörgesunden Probanden untersucht.

Bei dieser arbeitsmedizinischen Begleitstudie wurden Verfahren wie Schalldruckpegelmessungen, die objektive Audiometrie, Herzschlagfrequenz- und Blutdruckmessungen sowie Instrumente, die die mögliche Erscheinung der in der Literatur genannten extraauralen Wirkungen bei Ultraschallbeschallung abfragten, eingesetzt.

Es wurden jeweils zwei Beschallungsphasen von 3 Minuten mit einer Ruhe- und einer Erholungsphase von jeweils 5 Minuten vor und nach der Beschallung durchgeführt.

Es wurden jeweils vor dem Versuch und nach jeder Beschallungsphase (Erholungsphase) Beschwerdefragebögen von den Versuchspersonen (VP) ausgefüllt. Die VP trugen beim gesamten Versuchsablauf Geräte für die Herzschlagfrequenz- (EKG-Gerät MT-200, Fa. Schiller) und Blutdruckerfassung (Blutdruckmessgerät, Fa. SpaceLabs, Model 90207).

Die Schalldruckpegelmessungen (s. Abb.2) wurden 1,5 m Abstand zur Schallquelle und Höhe von 75 cm durchgeführt. Die Einstellungen bei der Schnittstelle (MatLab, SigLab) wurden für dB (A) und für bis zur 50 kHz ausgewählt.

Die durchgeführten Experimente erfolgten mit Einsatz von Gehörschutz, bestehend aus einem Peltor 3M Kopfbügel OPTIME III (H540A-411-SV) (s. Abb. 1) mit einem Dämmwert (SNR) von 35 dB und Ohrstöpsel von OHROPAX GmbH, mit einem SNR von 27 dB, die gleichzeitig getragen wurden.

### Ergebnisse

Der gemessene Schalldruckpegel schwankte während des Versuchs bis zu einem Wert von 121 dB(A) für die Betriebsfrequenz von 20 kHz und die verwendeten Beschallungsphasen von 3 Minuten. Auf diesen Grund wurde der höchste Pegel der aufgetreten ist genommen und so behandelt als hätte die drei Minuten konstant gewirkt.

Wenn man aber den Dämmwert des verwendeten Gehörschutzes betrachtet, kommt man auf einen gesamt Dämmwert die sich aus der Kombination des Kopfbügels und Stöpsel ergibt, von 62 dB. Das macht selbst bei dem höchsten gemessenen Schalldruckpegel (121 dB(A)) nach der Dämmwertdifferenz (62 dB), einen Schalldruckpegel von 59 dB.

Selbst wenn man aus diesen zwei Versuchsabläufe von jeweils drei Minuten einen Mittelungspegel errechnen würde, ergibt sich einen Mittelungspegel von  $L_{Aeq} = 126$  dB(A). Nach Abzug des Dämmwertes vom kombinierten Gehörschutz ergibt sich einen Wert von 64 dB (A).

Die gewonnenen Ergebnisse zur Erfassung der vegetativen Reaktionen zeigen keine signifikanten Veränderungen bei den untersuchten Parametern. Die HRV-Parameter und die Blutdruckwerte bleiben fast unverändert. Die subjektiven Beschwerden sprechen für eine beanspruchungsfreie Arbeit. Es lassen sich insgesamt keine gesundheitlichen Beeinträchtigungen bei den VP nachweisen.

Der Einsatz des Gehörschutzes erwies sich als wirkungsvoll. Es kann davon ausgegangen werden, dass der Schutz der Arbeitnehmer für ein solches Verfahren unter diesen Arbeitsbedingungen mit herkömmlichen Gehörschutzmitteln gewährleistet werden kann.



Abb. 1. Probanden bei der Ultraschallbeschallung

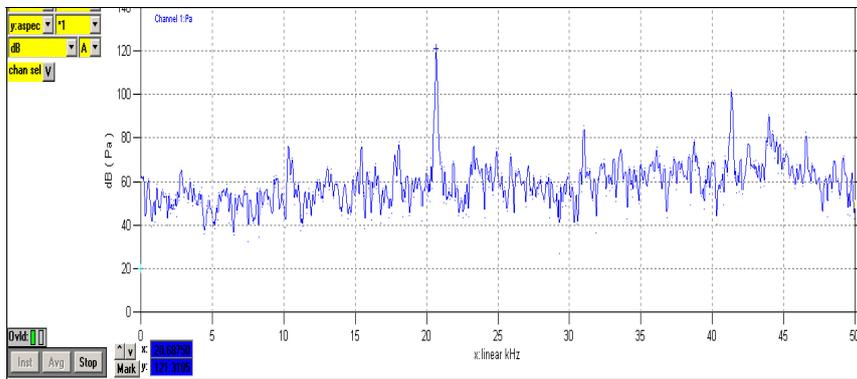


Abb. 2. Schalldruckpegelmessung bei 20 kHz Betriebsfrequenz

## **Berufsbedingte muskulo-skelettale Erkrankungen und Risikofaktoren bei Mitarbeitern an Schulen für schwerst- und mehrfachbehinderte Kinder und Jugendliche**

**Zier U<sup>1</sup>, Spahn D<sup>1</sup>, Burger U<sup>2</sup>, Münster E<sup>1</sup>, Rose DM<sup>2</sup>, Kimbel R<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der Universitätsmedizin Mainz

<sup>2</sup> Institut für Lehrergesundheit am Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der Universitätsmedizin Mainz

### Ziel der Studie

Im Jahr 2009 wurde zur arbeitsmedizinischen Betreuung von Lehrkräften und pädagogischen Fachkräften in Rheinland-Pfalz eine spezielle Sprechstunde im Institut für Lehrergesundheit der Universitätsmedizin Mainz eingerichtet. Es zeigte sich eine verstärkte Inanspruchnahme der Sprechstunde durch Beschäftigte an Förderschulen für schwerst- und mehrfachbehinderte Kinder. Die Lehrkräfte und pädagogischen Fachkräfte an diesen Schulen unterschieden sich in ihren Beratungsanliegen und Beschwerdebildern deutlich von Lehrkräften an allgemeinbildenden Schulen. Es wurde über besondere Anforderungen durch pflegerische Maßnahmen im Umgang mit den behinderten Schülern berichtet. Internationalen Studien zufolge, kann die pflegerische Beanspruchung mit Rückenschmerzen zusammenhängen<sup>1</sup>. Zugleich können Hilfseinrichtungen für diese Tätigkeiten zur Prävention von Muskel-Skelett-Erkrankungen beitragen<sup>2</sup>.

Vorliegende Studie untersucht die Prävalenz von und mögliche tätigkeitsspezifische Einflussfaktoren auf muskulo-skelettale Erkrankungen bei Lehrkräften und pädagogischen Fachkräften an Schulen für schwerst- und mehrfach-behinderte Kinder und Jugendlichen in Rheinland-Pfalz.

### Methoden

Zur Erfassung der gesundheitlichen Belastung von Lehr- und pädagogischen Fachkräften wurde eine Felduntersuchung an 11 entsprechenden Schulen mit insgesamt je 232 Lehr- und 381 pädagogischen Fachkräften durchgeführt. Die Ethikkommission der Landesärztekammer Rheinland-Pfalz bewertete die Studie positiv. Die Beschäftigten konnten sich freiwillig zur Teilnahme an der Studie während ihrer Arbeitszeit anmelden. Neben einer ärztlichen Untersuchung wurden mittels eines Fragebogens die Themenkomplexe Infektionsrisiken, psychomentele Belastungen, Muskel-Skelett-Erkrankungen und potentielle Risikofaktoren erhoben. Darunter waren sieben pflegerische Tätigkeiten (Heben, Tragen, Umlagern; Waschen; Katheterisieren; Umziehen; Windeln; Toilettengang; Nahrungs- und Medikamentenverabreichung) sowie die Nutzung von Hilfsmitteln zu vier der Tätigkeiten (zum Heben, Tragen, Umlagern; Waschen; Windeln; Toilettengang).

Die ersten Auswertungen der gewonnenen Daten erfolgten uni- und bivariat, um mögliche Einflussfaktoren auf die Prävalenz von Muskel-Skelett-Erkrankungen in besagten Berufsgruppen zu identifizieren. Es wurden Chi<sup>2</sup>-Tests verwendet (Signifikanzniveau:  $\alpha=0,05$ ).

## Ergebnisse

An der Querschnittstudie nahmen 116 Lehrkräfte (LK) und 252 pädagogische Fachkräfte (PF) teil. Die Teilnahmerate für LK lag bei 50,0% und für PF bei 66,2%. Eine kurze Beschreibung des Probandenkollektivs bildet Tabelle 1 ab.

Tabelle 1: Deskription des Probandenkollektivs nach Berufsgruppen

	Insgesamt		Lehrkräfte		Pädagogische Fachkräfte	
	n=368	%	n=116	%	n=252	%
<b>Geschlecht</b>	p>0,05					
weiblich	319	86,7	99	85,3	220	87,3
männlich	49	13,3	17	14,7	32	12,7
<b>Alter</b>	p<0,001					
jünger als 41 Jahre	128	34,8	63	54,3	65	25,8
41 Jahre und älter	240	65,2	53	45,7	187	74,2
<b>Schulbildung</b>	p<0,001					
Abitur oder äquivalent	170	46,2	113	97,4	57	22,6
Fachhochschulreife	90	24,5	3	2,6	87	34,5
Realschule	108	29,3	-	-	108	42,9

In der Befragung gaben 39,7 % der Lehrkräfte und 55,6 % der pädagogischen Fachkräfte an, mindestens drei Monate lang täglich an Rückenschmerzen gelitten zu haben. Die berufliche Belastung führte nach eigener Aussage bei 11,2 % der Lehrkräfte (LK) und 29,5 % der pädagogischen Fachkräfte (PF) zu einer ärztlich diagnostizierten Muskel-Skelett-Erkrankung (p<0,001). Weitergehend zeigten sich signifikante Zusammenhänge zwischen der untersuchten Diagnose und dem häufigen Heben oder Tragen von Lasten >10 kg bzw. >20 kg (p<0,001; LK: p>0,05; PF: p=0,005 bzw. p<0,001; LK: p=0,002; PF: p=0,002) sowie häufigem Arbeiten in gebückter, hockender, kniender oder liegender Stellung oder über Kopf (p=0,005; LK: p=0,002; PF: p>0,05). Abgesehen vom Katheterisieren ergaben sich für alle abgefragten pflegerischen Tätigkeiten signifikante Zusammenhänge zu ärztlich diagnostizierten Muskel-Skelett-Erkrankungen:

- Heben, Tragen, Windeln ( $p=0,001$ ; LK:  $p>0,05$ ; PF:  $p=0,012$ )
- Waschen ( $p<0,001$ ; LK:  $p>0,05$ ; PF:  $p=0,012$ )
- Toilettengang ( $p=0,003$ ; LK:  $p=0,045$ ; PF:  $p>0,05$ )
- Windeln ( $p<0,001$ ; LK:  $p=0,047$ ; PF:  $p=0,009$ )
- Umziehen ( $p=0,003$ ; LK:  $p>0,05$ ; PF:  $p=0,016$ )
- Nahrungs-/Medikamentenverabreichung ( $p=0,002$ ; LK:  $p>0,05$ ; PF:  $p=0,010$ ).

Kein signifikanter Zusammenhang zeigte sich zwischen muskulo-skelettalen Erkrankungen und der Nutzung von Hilfsmitteln bei Befragten, die jeweils die entsprechende pflegerische Tätigkeit ausüben. Auch zwischen dem Vorhandensein von Kenntnissen zum rückschonenden Arbeiten und Muskel-Skelett-Erkrankungen waren die Zusammenhänge nicht signifikant.

#### Schlussfolgerungen

Es zeigt sich eine hohe Prävalenz ärztlich diagnostizierter Muskel-Skelett-Erkrankungen bei Lehr- und insbesondere bei pädagogischen Fachkräften, die von den Befragten auf die berufliche Belastung zurückgeführt werden. Zudem wurde ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Heben schwerer Lasten, ungünstigen Arbeitspositionen sowie nahezu allen pflegerischen Tätigkeiten und der untersuchten Diagnose festgestellt. Dies deutet darauf hin, dass diese beschäftigungsspezifischen Aufgaben spezielle Risikofaktoren für die untersuchten Berufsgruppen darstellen. Zur weiteren Absicherung und differenzierten Betrachtung dieser ersten Ergebnisse sind weitergehende, multivariate Analysen notwendig. Künftige Untersuchungen und Erhebungen im Rahmen der arbeitsmedizinischen Betreuung der untersuchten Schulen können die Interpretation von Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen ggf. weiter absichern. Zudem könnten durch das vorliegende Betreuungsverhältnis gezielte Maßnahmen zur Prävention von Muskel-Skelett-Krankheiten evaluiert werden. Den vorliegenden ersten Untersuchungen zufolge zeigen theoretische Kenntnisse zum rückschonenden Arbeiten und der Einsatz von Hilfsmitteln für körperlich belastende Tätigkeiten bisher keinen signifikanten Einfluss auf die Prävalenz von Muskel-Skelett-Erkrankungen.

#### Literatur:

<sup>1</sup> Muto S, Muto T, Seo A, Yoshida T, Taoda K, Watanabe M: Prevalence of and risk factors for low back pain among staffs in schools for physically and mentally handicapped children. *Ind Health* 2006; 44(1): 123-127.

<sup>2</sup> Muto S, Muto T, Seo A, Yoshida T, Taoda K, Watanabe M: Effect of nursing assistance tools on preventing musculoskeletal pain among staff in schools for disabled children. *J Occup Health* 2008; 50(3): 245-250.

## Wirbelsäulen- und Gelenkbelastungen bei Beschäftigten in der Kranken- und Altenpflege

**Bolm-Audorff, U., Martin-Hahn, K., Meyer, U.<sup>†</sup>, Teuffel-Schilling, C., Wunderlich, A.,**

Landesgewerbearzt, Wiesbaden

### Einleitung:

Seit längerem ist bekannt, dass Beschäftigte in der Krankenpflege ein erhöhtes Risiko für die Entwicklung von bandscheibenbedingten Erkrankungen der Lendenwirbelsäule aufweisen (Jørgensen et al. 1994). Studien zur Häufigkeit von Wirbelsäulenbelastungen bei Beschäftigten in der Kranken- und Altenpflege in der Bundesrepublik fehlen jedoch.

### Methodik:

Bei 50 Beschäftigten in der stationären Krankenpflege, darunter 29 Beschäftigte in der Inneren Medizin und 21 Beschäftigte in der Chirurgie sowie 49 Beschäftigten in der Altenpflege, darunter 23 Beschäftigte in der stationären Altenpflege und 26 Beschäftigte in der ambulanten Altenpflege, wurde durch Mitarbeiter des hessischen Landesgewerbearztes während einer Arbeitsschicht die Häufigkeit von Wirbelsäulenbelastungen durch Patiententransfers, Lastenhandhabung, Rumpfbeugung, Ziehen und Schieben, Arbeit mit den Händen auf Schulterniveau oder über Kopf sowie durch Arbeiten im Knien, Hocken oder Fersensitz mit einer Checkliste und Stoppuhr erfasst. Ferner wurde ermittelt, ob die Beschäftigten bei Patiententransfers Hilfsmittel für die Senkung der Wirbelsäulenbelastung verwenden. Der Medianwert der Beobachtungsdauer pro Schicht lag bei 4,7 Stunden mit einer Schwankung zwischen 3,9 und 11 Stunden. Der Medianwert der Schichtdauer lag bei 8 Stunden mit einer Schwankung zwischen 5 und 11 Stunden. Der Medianwert des Anteils der Beobachtungsdauer an der Schichtdauer lag bei 70 % mit einer Schwankung zwischen 47 und 100 %. Die erfassten Wirbelsäulen- und Gelenkbelastungen wurden auf die gesamte Schichtdauer hochgerechnet. 52,5 % der Beobachtungen fanden in der Frühschicht statt, 39,4 % in der Spätschicht und 8,1 % in der Nachtschicht. In der ambulanten Altenpflege wurde nur in Früh- und Spätschicht gearbeitet. 87 der beobachteten Beschäftigten waren Frauen, 12 Probanden waren Männer. Der Medianwert des Alters lag bei 34 Jahren mit einer Schwankung zwischen 21 und 58 Jahren. Die Beobachtungen fanden zwischen August 2005 und Februar 2007 statt. Die Wirbelsäulenbelastung wurde nach dem Mainz-Dortmunder Dosismodell (MDD, Jäger et al. 1999) unter Berücksichtigung des Urteils des Bundessozialgerichts vom 30.10.2007 (Az.: B 2 U 4/06 R) bewertet. Dabei wurden für die Druckkraft bei Patiententransfers Empfehlungen von Theilmeier et al. (2006) sowie der Präventionsabteilung der Berufsgenossenschaft Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege berücksichtigt. Ferner wurde berechnet, ob bei den Beschäftigten ein besonderes Gefährdungspotential durch hohe Belastungsspitzen in Höhe von 4,5 kN bei Frauen und 6,0 kN bei Männern mit Erreichen der Hälfte des MDD-Tagesdosis-Richtwertes im Sinne der Fallkonstellation B2 der Konsensempfehlung zur Begutachtung der Berufskrankheit 2108 (Bolm-Audorff et al. 2005) vorliegt. Schließlich wurde berechnet wie lange die Beschäftigten in den verschiedenen Arbeitsbereichen

arbeiten müssen, bis sie den Richtwert für die MDD-Lebensdosis nach dem oben genannten BSG-Urteil in Höhe von 12,5 MNh erreichen. Die maximale Zugkraft beim Ziehen von Betten und Wagen wurde mit Hilfe einer Federwaage mit Schleppanzeiger ermittelt. Die Kraft beim Schieben wurde mit Hilfe der Kraft beim Ziehen simuliert. Nach mehreren Versuchen wurde davon ausgegangen, dass die Dauer-Zugkraft beim Ziehen von Betten und Wagen der Hälfte der maximalen Zugkraft entspricht. Ferner wurde die Dauer des Zieh- und Schiebevorgangs sowie die Anzahl der Anschieb- und Anzugvorgänge ermittelt. Die Höhe der Druckkraft auf die Bandscheibe L5/S1 beim Ziehen und Schieben wurde nach der Veröffentlichung von Jäger (1994) ermittelt. Die Beurteilungsdosis  $D_R$  wurde mit Hilfe des MDD und Zugrundelegung dieser Druckkraft berechnet, ohne dass eine Mindestdruckkraft gefordert wurde. Die Signifikanz von Mittelwertsunterschieden wurden mit dem t-Test für ungepaarte Stichproben mit dem Programm SPSS 18.0 ermittelt.

### Ergebnisse:

Die Wirbelsäulenbelastung der Beschäftigten in der Kranken- und Altenpflege ist in Tabelle 1 dargestellt.

**Tabelle 1: Wirbelsäulenbelastungen bei Beschäftigten in der Kranken- und Altenpflege**

Arbeitsbereich (Anzahl Beobach- tungen)	Patienten- transfers pro Schicht	MDD- Beurteilungs- dosis $D_R$ (Nh)	Belas- tungs- spitzen <sup>3</sup> (%)	Expositions- dauer bis zum Erreichen des BSG-Richtwertes <sup>4</sup> (Jahre)	Ziehen und Schieben (Nh)
Stationäre Krankenpflege Innere Medizin (n=29)	47 <sup>1</sup> (0 – 221) <sup>2</sup>	3.630 <sup>1</sup> (0 – 6.743) <sup>2</sup>	89,7	15,7 <sup>1</sup> (8,4 - ∞) <sup>2</sup>	928 <sup>1</sup> (0 – 2.613) <sup>2</sup>
Stationäre Krankenpflege Chirurgie (n=21)	29 <sup>1</sup> (0 – 78) <sup>2</sup>	3.154 <sup>1</sup> (0 – 5.599) <sup>2</sup>	61,9	18,0 <sup>1</sup> (10,2 - ∞) <sup>2</sup>	1.332 <sup>1</sup> (0 – 4.675) <sup>2</sup>
Stationäre Altenpflege (n=23)	84 <sup>1</sup> (11 – 191) <sup>2</sup>	5.303 <sup>1</sup> (1.828 – 8.132) <sup>2</sup>	95,7	10,7 <sup>1</sup> (7,0 – 31,1) <sup>2</sup>	614 <sup>1</sup> (0 – 2.461) <sup>2</sup>
Ambulante Altenpflege (n=26)	23 <sup>1</sup> (0 – 84) <sup>2</sup>	3.170 <sup>1</sup> (422 – 4.598) <sup>2</sup>	61,5	17,9 <sup>1</sup> (12,4 – 134,6) <sup>2</sup>	0 <sup>1</sup> (0 – 1.293) <sup>2</sup>
Gesamt (n=99)	42 <sup>1</sup> (0 – 221) <sup>2</sup>	3.630 <sup>1</sup> (0 – 8.132) <sup>2</sup>	77,8	15,7 <sup>1</sup> (7,0 - ∞) <sup>2</sup>	614 <sup>1</sup> (0 – 4.675) <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Median, <sup>2</sup> Minimum und Maximum, <sup>3</sup> besonderes Gefährdungspotential durch hohe Belastungsspitzen im Sinne der Fallkonstellation B2 der Konsensempfehlung (Bolm-Audorff et al. 2005), <sup>4</sup> in Höhe von 12,5 MNh unter der Annahme der Beurteilungsdosis nach Spalte 3 und von 220 Schichten pro Jahr

Es zeigte sich, dass Beschäftigte in der stationären Altenpflege die meisten Patiententransfers pro Schicht und die höchste MDD-Beurteilungsdosis aufwiesen sowie am häufigsten Arbeiten mit besonderem Gefährdungspotential durch hohe Belastungsspitzen verrichteten, gefolgt von Beschäftigten in der stationären Krankenpflege in der Inneren Medizin, Beschäftigten in der stationären Krankenpflege in der Chirurgie und Beschäftigten in der ambulanten Altenpflege. Bei diesen Ergebnissen ist zu berücksichtigen, dass der Medianwert der Schichtdauer in der ambulanten Altenpflege bei 6,5 Stunden, in der stationären Altenpflege bei 7,5 Stunden und in der stationären Krankenpflege bei 8 Stunden lag. Die MDD-Beurteilungsdosis zeigte bei Frauen und Männer in der Gesamtgruppe und in den einzelnen Arbeitsbereichen keine signifikanten Unterschiede. Bei Beschäftigten über 50 Jahre (n=16) fand sich im Vergleich zu den jüngeren Beschäftigten keine signifikanten Unterschiede bezüglich der MDD-Beurteilungsdosis. Folgende allein durchgeführte Patiententransfers wurden in der Gesamtgruppe am häufigsten beobachtet [in Klammern der Medianwert der Häufigkeit pro Schicht (sowie das Minimum und Maximum)]: ein Bein anheben [6(0-92)], Patienten drehen/in Seitenlage bringen [4(0-49)], beide Beine anheben [3(0-30)], Aufsetzen im Bett [2(0-27)], im Bett höher lagern [2 (0-17)], aus dem Liegen zum Sitzen an der Bettkante oder zurück [2 (0-16)], Patienten windeln [1 (0-38)], von der Bettkante in den Stuhl oder zurück [1 (0-23)] und Bettpfanne unterschieben oder entfernen [0 (0-11)]. Die übrigen Patiententransfers zeigten einen Medianwert der Häufigkeit von 0 pro Schicht

Der Medianwert der Expositionsdauer bis zum Erreichen des Richtwertes für die Lebensdosis nach dem o. g. Urteil des Bundessozialgerichts in Höhe von 12,5 MNh war bei Beschäftigten in der stationären Altenpflege mit 10,7 Jahren am niedrigsten und bei Beschäftigten in der stationären Krankenpflege in der Chirurgie und Beschäftigten in der ambulanten Krankenpflege mit 18,0 bzw. 17,9 Jahren am höchsten (Tabelle 1).

Wirbelsäulenbelastungen durch Ziehen und Schieben von Betten und Wagen waren im Vergleich zu den Belastungen durch Patiententransfers insgesamt gering. Sie lagen am höchsten im Bereich der stationären Krankenpflege in der Chirurgie, gefolgt von der stationären Krankenpflege in der Inneren Medizin, der stationären Altenpflege und der ambulanten Altenpflege (Tabelle 1).

Kleine Hilfsmittel und Patientenlifter wurden bei Patiententransfers selten eingesetzt. 7 % der Beschäftigten verwendeten gelegentlich, d. h. 1 – 2 mal pro Schicht, kleine Hilfsmittel, z. B. Anti-Rutsch-Matten, Rutschbretter oder Rollbretter, darunter 13,8 % der Beschäftigten in der stationären Krankenpflege in der Inneren Medizin, 4,8 % der Beschäftigten in der stationären Krankenpflege in der Chirurgie, 8,6 % der Beschäftigten in der stationären Altenpflege und keine Beschäftigten in der ambulanten Altenpflege. 10,2 % der Beschäftigten verwendeten gelegentlich, d. h. 1 – 2 mal pro Schicht, einen mobilen Lifter für Patiententransfers, darunter 13 % der Beschäftigten in der stationären Altenpflege und 26,9 % der Beschäftigten in der ambulanten Altenpflege, jedoch keine Beschäftigten in der stationären Krankenpflege. Die übrigen

Gelenkbelastungen wie Arbeit mit den Händen auf Schulterniveau oder über Kopf sowie durch Arbeiten im Knien, Hocken oder Fersensitz traten nur selten mit einer Expositionsdauer von wenigen Minuten pro Schicht auf.

**Diskussion:**

Bei den Beschäftigten in der stationären Krankenpflege sowie der stationären und ambulanten Altenpflege wurden erhebliche Wirbelsäulenbelastungen beobachtet, die vermehrte präventive Maßnahmen erforderlich machen. Der Stand der Hebetchnik nach der Lastenhandhabungsverordnung mit Verwendung kleiner und großer Hilfsmittel wurde an den allermeisten Arbeitsplätzen nicht umgesetzt. In den Betrieben gelingt es nicht, für ältere Beschäftigte über 50 Jahre Arbeitsbedingungen bereit zu stellen, die zu niedrigeren Wirbelsäulenbelastungen führen als bei jüngeren Beschäftigten.

**Literatur:**

Bolm-Audorff, U., Brandenburg, S., Brüning, T., Dupuis, H., Ellegast, R., Elsner, G., Franz, K., Grasshoff, H., Grosser, V., Hanisch, L., Hartmann, B., Hartung, E. (†), Hering, K.G, Heuchert, G., Jäger, M., Krämer, J., Kranig, A., Ludolph, E., Luttmann, A., Nienhaus, A., Pieper, W., Pöhl, K. D., Remé, T., Riede, D., Rompe, G., Schäfer, K., Schilling, S., Schmitt, E., Schröter, F., Seidler, A., Spallek, M., Weber, M. (2005) Medizinische Beurteilungskriterien zu bandscheibenbedingten Berufskrankheiten der Lendenwirbelsäule (I) Konsensempfehlungen zur Zusammenhangsbegutachtung der auf Anregung des HVBG eingerichteten interdisziplinären Arbeitsgruppe, Trauma und Berufskrankheit 7: 211-252.

Jäger, M. (1994) Lumbar load during uni- and bi-manual sagittal pulling, Proceedings of the 12<sup>th</sup> Triennial Congress of the International Ergonomics Association, Ergonomics in Occupational Health and Safety, 2: 265 – 267.

Jäger, M., Luttmann, A., Bolm-Audorff, U., Schäfer, K., Hartung, E., Kuhn, S., Paul, R., Francks, H.-P. (1999) Mainz-Dortmunder Dosismodell (MDD) zur Beurteilung der Belastung der Lendenwirbelsäule durch Heben oder Tragen schwerer Lasten oder Tätigkeiten in extremer Rumpfbeugehaltung bei Verdacht auf eine Berufskrankheit Nr. 2108, Teil 1: Retrospektive Belastungsermittlung für risikohafte Tätigkeitsfelder, Arbeitsmedizin, Sozialmedizin, Umweltmedizin 34: 101-111.

Jørgensen, S., Hein, H.O., Gyntelberg, F. (1994) Heavy lifting at work and risk of genital prolapse and herniated lumbar disc in assistant nurses. Occupational Medicine (London) 44: 47-49.

Theilmeier, A., Jordan, C., Wortmann, N., Kuhn, S., Nienhaus, A., Luttmann, A., Jäger, M.: (2006) Belastung der Lendenwirbelsäule von Pflegepersonen bei Patiententransfers - Kennwerte zur Nutzung in Berufskrankheiten-Feststellungsverfahren. Zentralblatt für Arbeitsmedizin 56: 228-251

**Danksagung:** Herrn PD Dr. Jäger und Herrn Prof. Luttmann, Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der Universität Dortmund sowie Herrn Dipl.-Ing. Kuhn, Präventionsabteilung der Berufsgenossenschaft Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege, Mainz, danken wir für wertvolle Hinweise bezüglich des Studiendesigns und der Druckkräfte bei Patiententransfers.

## "Mehrkampf Musical..." - Gesundheitsprobleme bei angehenden Musicaldarstellern/innen

**E. M. Wanke, D. A. Groneberg**

<sup>1</sup>Abteilung Tanzmedizin, Institut für Arbeitsmedizin, Charité – Universitätsmedizin Berlin

<sup>2</sup>Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Goethe-Universität, Frankfurt/Main

**Einleitung:** Das Musical erfreut sich seit vielen Jahren einer konstanten Beliebtheit. Es entwickelte sich aus bestehenden, älteren Formen des Musiktheaters, wie beispielsweise der Operette. Musicals beinhalten eine große Stilfülle, was die eigentliche Definition des Begriffes erschwert (Bronner & Brownstein 1997). Die Anforderungen der verschiedenen Musicals sind sehr variabel und einzig von der jeweiligen Rolle abhängig. Musicaldarsteller/innen sind die „Triathleten“ innerhalb der darstellenden Kunst (Wanke et al. 2011) Die Anforderungen im Musical-Bereich, die sich unter anderem aus der Vielseitigkeit der Fähigkeiten in Tanz, Gesang und Schauspiel sowie einer hohen Vorstellungsfrequenz ergeben, sind bereits während der Ausbildung hoch. Daraus entstehende gesundheitliche Probleme wurden jedoch bisher nicht untersucht. Ziel dieser Studie ist die Analyse und Evaluation der gesundheitlichen Situation im Musical-Ausbildungsbereich am Beispiel einer kompletten Ausbildungseinrichtung in Deutschland (n = 37).

**Methoden:** Grundlage für die Auswertung bildete die Kombination aus Fragebogenstudie (m: n = 20; w: n = 17) und Interview.

**Ergebnisse:** Allgemeines. Durchschnittl. Gewicht: m:  $71,9 \pm 7,4$  kg, w:  $58,3 \pm 8$  kg. Durchschnittsalter:  $21,3 \pm 2,15$  Jahren (m:  $21,5 \pm 2,2$ ; w:  $21,1 \pm 2,2$ ), Durchschnittsgröße:  $174,4 \pm 10,6$ cm (m:  $182,3 \pm 6,8$ cm; w:  $165,2 \pm 5,7$ cm). 62% der Studenten haben aus finanziellen Gründen einen Nebenjob. 47,5% haben bis 299 Euro/Monat zur Verfügung. 67,7% gibt eine nur „teilweise Zufriedenheit“ mit dem eigenen Körper an (zu dick: 32,4%, zu dünn: 29,7%). Bei 60% hat sich das Konsumverhalten während der Ausbildung geändert (weniger Alkohol, mehr Zigaretten/koffeinhaltige Getränke).

**Verletzungen und Erkrankungen:** 16,2% erkranken (orthopädisch und internistisch) bis zu einem Mal pro Jahr, 45,9% bis zu zweimal, 29,7% drei- bis viermal. Insgesamt werden n=49 (=1,3 akute Verletzungen/Schüler/in) akute Verletzungen und n=42 (=1,1 chronische Schäden/Beschwerden/Schüler/in) chronische Erkrankungen genannt. Die untere Extremität stellt mit insgesamt 65,3% den am häufigsten akut verletzten Bereich dar, gefolgt von der Wirbelsäule (16,3%) und der oberen Extremität (14,3%). Bei den chronischen Schäden stellt die Lendenwirbelsäule den am häufigsten betroffenen Bereich dar, gefolgt vom Hüftgelenks- und Beckenbereich mit 16,7% (Abb.1). Es finden sich zeitliche Häufungen im Tages- und Jahresverlauf. 33% der akuten Verletzungen ereignen sich während des „Drehens“, 24% während des „Dehnens“. Die Ursachen sind vielseitig (z. B. Überforderungssituation, chronische Ermüdung, schwierige Choreografie, Leistungsanspruch, Ignorieren von Warnsignalen). Discussion: Die Ergebnisse zeigen sowohl Parallelen als auch Unterschiede zur thematisch relevanten

Literatur auf. Insgesamt wird mit dieser Arbeit aufgezeigt, dass sich bereits in der Ausbildung zum/zur Musicaldarsteller/in gesundheitliche Probleme ergeben.

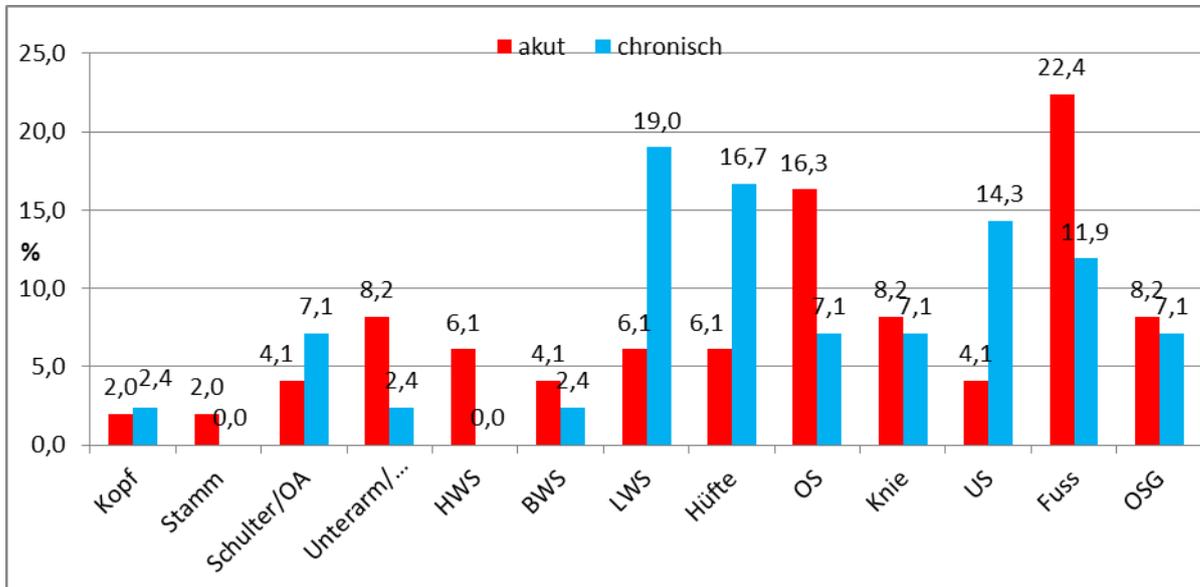


Abb 1: Lokalisation akuter Verletzungen und chronischer Überlastungsschäden im bei angehenden Musical-Darsteller/innen (n=91)

**Art der Verletzungen/chronischen Beschwerden:** Zerrungen (48,6%), Verstauchungen (27,0%) und Prellungen (10,8%) sind die häufigsten Verletzungsarten, gefolgt von Frakturen (5,4%), Bänderrissen (5,4%) und Muskelfaserrissen (2,7%). Bei den chronischen Beschwerden sind vor allem Muskelverspannungen (39,4%), gefolgt von Tendinopathien (33,3%) und Gelenkbeschwerden, wie Arthrosen, Gelenkblockierungen und Chondropathien (24,3%) zu nennen.

**Diskussion:** Musical-Darsteller/innen können lediglich „Körper-Kapital“ einsetzen (Evans et al. 1996a, Evans 1996b, Evans et al. 1998). Daher kommt der Prävention von Verletzungen und Schäden eine große Bedeutung zu (Wanke et al. 2011). Die Ergebnisse zeigen sowohl Parallelen als auch Unterschiede zur thematisch relevanten Literatur aus dem Bühnentanz- und Musical-Bereich auf. Insgesamt wird mit dieser Arbeit aufgezeigt, dass sich bereits in der Ausbildung zum/zur Musical-Darsteller/in gesundheitliche Gefährdungen charakterisieren lassen. Diese liefern Hinweise für die Implementierung präventiver Maßnahmen im Rahmen der theoretischen und praktischen Ausbildung und sprechen zudem für eine lang angelegte Studie sowie größere Fallzahlen.

**Danksagung:** Unser Dank gilt der Joop van den Ende Academy für die Unterstützung, die nicht besser hätte sein können.

## Literatur:

1. Bronner S, Brownstein B. Profile of dance injuries in a Broadway show: a discussion of issues in dance medicine epidemiology. *J Orthop Sports Phys Ther* 1997; 26(2): 87–94.
2. Evans RW, Evans RI, Carvajal S, Perry S. A survey of injuries among Broadway performers. *Am J Public Health* 1996(a); 86(1):77-80
3. Evans RW, Evans RI, Carvajal S. A survey of injuries among Broadway performers: types of injuries, treatments and perceptions of performers. *Med Probl Perform Art* 1996(b); 11:15-19
4. Evans RW, Evans RI, Carvajal S. Survey of injuries among West End performers. *Occup Environ Med* 1998 Sep; 55(9):585-593.
5. Wanke EM, Groneberg DA, Quarcoo D. Analyse und Evaluation von akuten Verletzungen bei Musical-Darsteller/innen. *Sportverletz Sportschaden* 2011 Sep;25(3):179-83.

## Alters- und Gewichtsabhängigkeit von Messergebnissen mit der Medimouse® bei verschiedenen Berufsgruppen

Ochsmann Elke<sup>1</sup>, Winkler Rebecca<sup>1</sup>, Kraus Thomas<sup>1</sup>

1) Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin, Universitätsklinikum Aachen, RWTH Aachen, Pauwelsstrasse 30, 52074 Aachen

### Ziel der Studie:

Die Medimouse® (Idiag, Schweiz) ist ein Oberflächen-Messinstrument, das die Wirbelsäule (WS) strahlenfrei und nicht-invasiv vermessen kann. Während sich verschiedene Studien im klinischen Bereich schon mit der Medimouse® beschäftigt haben, wurden die Einsatzmöglichkeiten der Medimouse® im präventiven, arbeitsmedizinischen Bereich bisher noch nicht näher beleuchtet. Die vorliegende explorative Studie untersucht die Medimouse®-Messwerte in einem arbeitsmedizinischen Kontext.

### Methoden:

Medimouse®: Mit der Medimouse® kann die Konturlinie der Wirbelsäule abgebildet werden. Die Krümmung der BWS und LWS wird durch Summation der Winkel zwischen den Wirbelkörpern berechnet. Die Inklination der WS ergibt sich durch den Winkel zwischen der Verbindungslinie Th1/S1 und dem Lot. Die Messungen werden im aufrechten Stand, in Flexion und nach dem sog. Mathias-Test (das Halten eines Gewichts (2x1,5 kg) an den ausgestreckten Armen vor dem Körper für 30s) durchgeführt (dies entspricht dem vorgegebenen Protokoll „Spine Score“). Folgende Medimouse®-Messwerte wurden für die vorliegende explorative Auswertung herangezogen:

- Aufrechter Stand: - Krümmung BWS/LWS, Inklination (*Auf-BWS, Auf-LWS, Auf-Inkl*)
- Flexion: - Krümmung BWS/LWS, Inklination (*Flex-BWS, Flex-LWS, Flex-Inkl*)
- Mathias-Test: - Krümmung BWS/LWS, Inklination (*M-BWS, M-LWS, M-Inkl*)

Probanden: Insgesamt 83 Berufstätige (43,0 ± 8,8 Jahre, 76 Männer, 7 Frauen, 89,1 ± 16,5 kg, BMI: 28,4 ± 4,4 kg/m<sup>2</sup>) verschiedener Berufsgruppen (Kranführer, Lokführer, Bauarbeiter, Büroarbeiter). Fragebogen: Die demographischen Daten wurden per Fragebogen erfasst. Größe und Gewicht wurden bei der Untersuchung gemessen. Die Berufsgruppen wurden hinsichtlich BWS- und LWS-Belastung sortiert (basierend auf Beobachtungen bzw. Gefährdungsbeurteilungen am Arbeitsplatz). Variable Beruf-BWS: Berufe sortiert von niedriger bis zu höherer BWS-Belastung; Variable Beruf-LWS: Berufe sortiert von niedriger bis zu höherer LWS-Belastung. Statistik: Es wurden Spearman-Korrelationen berechnet; (Korrelationskoeffizienten und p-Werte; Tab. 1). Weiterhin wurde eine explorative lineare Regression (Rückwärtsselektion) durchgeführt (β und T-Werten; Tab. 2). Signifikanz p<0,05. Votum der Ethikkommission des

Universitätsklinikums Aachen liegt vor. Limitationen: kleines Kollektiv mit einer ungleichmäßigen Verteilung demographischer Faktoren, subjektive Beobachtung/Expositionserfassung den Variablen Beruf-BWS und Beruf-LWS, Querschnitt-Design.

**Ergebnisse:**

Korrelation demographischer und beruflicher Daten mit Medimouse®-Messwerten (Tab. 1):

- Frauen haben häufiger ein sogenanntes „Hohlkreuz“
- in höherem Alter findet sich häufiger eine große BWS-Kurvatur,
- bei höherem Gewicht wird insgesamt eine weiter vorgebeugte Haltung eingenommen und fällt der Bewegungsumfang der Flexion geringer aus
- bei Berufen mit höherer Belastung der BWS findet sich gleichzeitig zu einer verminderten Flexibilität der BWS eine höhere Flexibilität der LWS,
- bei Berufen mit höherer Belastung der LWS nehmen die Mitarbeiter eine eher vorgeneigte Körperhaltung ein (CAVE: konkurrierender Faktor Gewicht), außerdem findet sich hier eine geringe Flexibilität im LWS-Bereich und eine schlechter ausgeprägte Haltemuskulatur.

Explorative lineare Regressionsanalysen (zwei Modelle, Tab. 2):

- verschiedene Medimouse®-Messwerte sind, unabhängig von demographischen Faktoren, mit (mechanistisch passenden) beruflichen Belastungen assoziiert.

**Schlussfolgerungen:**

Trotz sehr unterschiedlicher beruflicher Belastungen ließen sich erwartete Zusammenhänge zwischen demographischen Faktoren und der Form und Funktionalität der Wirbelsäule in der Analyse der Medimouse®-Messwerte wiederfinden. Einzelne Messwerte wurden aber zudem durch berufliche Belastung beeinflusst (Auf-LWS, Flex-BWS, Flex-Inkl). Dieses Ergebnis sollte mit objektiven Expositionsanalysen verifiziert werden. Sollte es sich bestätigen lassen, könnte die Medimouse® als nicht-invasives Untersuchungsinstrument eine sinnvolle Ergänzung der ärztlichen Untersuchung bei der Prävention von Muskel-Skelett-Beschwerden sein. Tabelle 1: Spearman-Korrelation zwischen Medimouse®-Messwerten, demographischen Daten und beruflicher Belastung (nur statistisch signifikante Ergebnisse dargestellt)

	Auf- BWS	Auf- LWS	Auf- Inkl	Flex- BWS	Flex- LWS	Flex- Inkl	M- BWS	M- LWS	M- Inkl
Geschlecht (p)	--	-0,24 (0,029)	--	--	--	--	--	-0,33 (0,003)	-0,29 (0,009)
Alter (p)	0,37 (0,001)	--	--	--	--	--	0,26 (0,017)	--	0,32 (0,004)
Größe (p)	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Gewicht (p)	--	--	0,26 (0,018)	--	-0,25 (0,023)	--	--	--	0,23 (0,037)
BMI (p)	--	--	0,26 (0,018)	--	-0,36 (0,001)	--	--	--	0,23 (0,037)
Beruf-BWS (p)	--	--	--	-0,36 (0,001)	0,23 (0,041)	0,27 (0,016)	--	--	--
Beruf-LWS (p)	--	--	0,29 (0,009)	--	-0,40 ( $<0,001$ )	--	--	--	0,30 (0,006)

Tabelle 2: Explorative lineare Regression (Modell 1: blau unterlegt, Modell 2: weiß unterlegt); (Modell: schrittweise Rückwärtsselektion; abhängige Faktoren: Medimouse®-Messwerte; unabhängige Faktoren: Geschlecht, Alter, Größe, Gewicht, Beruf-BWS (Modell 1) bzw. Beruf-LWS (Modell 2))

	Auf-BWS	Auf-LWS	Auf-Inkl	Flex-BWS	Flex-LWS	Flex-Inkl	M-BWS	M-LWS	M-Inkl
Geschlecht ( $\beta$ ; T)	--	--	--	--	--	0,275; 1,74	--	-0,215; 1,94	-0,188; 1,74
p						0,087		0,057	0,086
Alter ( $\beta$ ; T)	0,323; 3,00	--	--	--	--	--	0,258; 2,346	--	0,284; 2,63
p	0,004						0,022		0,010
Größe ( $\beta$ ; T)	--	--	--	--	0,399; 3,11	--	--	--	--
p					0,003				
Gewicht ( $\beta$ ; T)	--	--	0,240; 2,17	--	-0,530; 4,13	--	--	--	--
p			0,033		<0,001				
Beruf-BWS ( $\beta$ ; T)	--	--	--	-0,329; 3,05	--	0,412; 2,60	--	--	
p				0,003		0,011			
Geschlecht ( $\beta$ ; T)	--	-0,395; 2,51	--	0,506; 3,32	-0,403; 2,75	--	--	-0,215; 1,94	-0,188; 1,74
p		0,014		0,001	0,007			0,057	0,086
Alter ( $\beta$ ; T)	0,323; 3,00	--	--	--	--	--	0,258; 2,346	--	0,284; 2,63
p	0,004						0,022		0,010
Größe ( $\beta$ ; T)	--	--	--	--	0,291; 2,33	--	--	--	--
p					0,023				
Gewicht ( $\beta$ ; T)	--	--	0,240; 2,17	--	-0,390; 2,77	--	--	--	--
p			0,033		0,007				
Beruf-LWS ( $\beta$ ; T)	--	-0,332; 2,11	--	0,451; 2,96	-0,505; 3,36	--	--	--	
p		0,038		0,004	0,001				

## Arbeitsfehltag zu Studienende als Outcome in Therapiestudien und andere Studienoutcomes – Meta-Analyse von Einzelpatientendaten aus Studien zur Behandlung von Fibromyalgie mit Pregabalin

Sebastian Straube<sup>1</sup>, Luisa Rüter<sup>1</sup>, R. Andrew Moore<sup>2</sup>, Jocelyn Paine<sup>3</sup>, Sheena Derry<sup>2</sup>, Henry J. McQuay<sup>2</sup>, Ernst Hallier<sup>1</sup>

1. Abteilung Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Universitätsmedizin Göttingen
2. Pain Research and Nuffield Division of Anaesthetics, Department of Clinical Neurosciences, University of Oxford, United Kingdom
3. Spreadsheet Factory, Oxford, United Kingdom

### Einleitung

Chronische Schmerzerkrankungen beeinträchtigen die Betroffenen in verschiedenen Bereichen ihres täglichen Lebens, auch in ihrer Arbeitsfähigkeit. In vielen klinischen Behandlungsstudien zu chronischen Schmerzerkrankungen wie der Fibromyalgie werden zwar Beurteilungen von Arbeitsfähigkeit und Arbeitsfehlzeiten der Studienteilnehmer durch Fragebögen erfasst, diese Daten werden aber selten separat und mit Bezugnahme auf arbeitsbezogene Endpunkte ausgewertet. In der hier vorgestellten Untersuchung werden Einzelpatientendaten aus drei randomisierten kontrollierten Studien zur Behandlung der Fibromyalgie mit Pregabalin analysiert. **Analog zur in Schmerzstudien etablierten Beschreibung des Therapieerfolges als Schmerzintensität zu Studienende erfolgt hier eine Beschreibung der Arbeitsfähigkeit zum Zeitpunkt des Studienendes.** (Im Gegensatz dazu beschreibt Poster P57 das Outcome *Veränderung der Arbeitsfähigkeit über den Studienverlauf.*) Um die Geeignetheit des Studienoutcomes **Arbeitsfähigkeit zu Studienende** zu beurteilen, werden die Beziehung zwischen den Arbeitsfehltagen pro Woche am Studienende und folgenden anderen Studienoutcomes untersucht:

- Schmerzstatus beschrieben durch die visuelle Analogskala (VAS; von 0 mm [keine Schmerzen] bis 100 mm [stärkster vorstellbarer Schmerz]),
- Gesamtbewertung des Fibromyalgia Impact Questionnaire (FIQ, Skala von 0 [keine Probleme oder Einschränkungen durch Fibromyalgie] bis 100 [starke Einschränkungen durch die Erkrankung]) und
- Dimensionen des Short Form 36 Health Survey (SF-36, Skalen von 0 [starke Einschränkung] bis 100 [keine Einschränkung]).

### Methoden

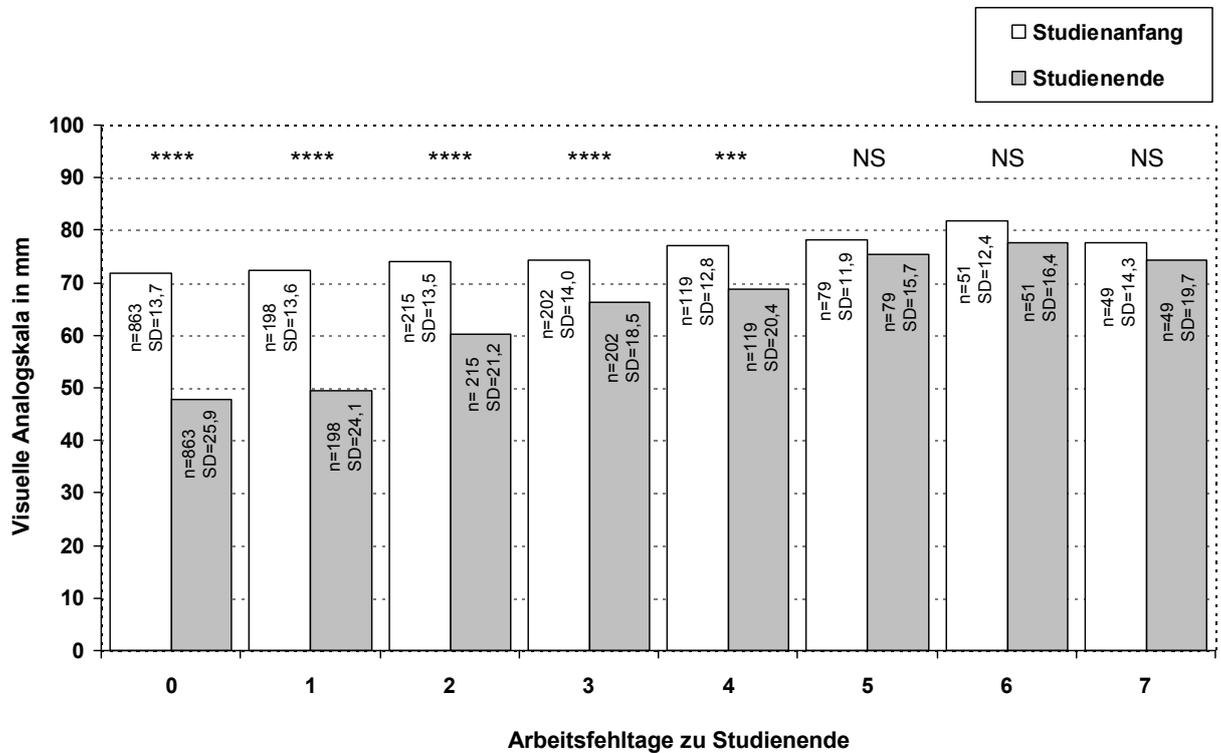
Die Firma Pfizer Inc. stellte Einzelpatientendaten von Studienteilnehmern aus drei randomisierten, 13- bzw. 14-wöchigen Studien zur Behandlung von Fibromyalgie mit Pregabalin (300-600 mg/Tag) oder Placebo zur Verfügung [1-3]. 1776 Datensätze wurden analysiert. Die Anzahl der Arbeitsfehltag pro Woche wurde aus den Antworten auf eine Frage aus dem FIQ („Wie viele Tage konnten Sie in der vergangenen Woche wegen Fibromyalgie nicht arbeiten, inklusive Hausarbeit?“) abgeleitet. Die Patienten wurden bezüglich der Arbeitsfehltag pro Woche am Studienende unterteilt und dann hinsichtlich der anderen Studienoutcomes am Studienanfang und -ende verglichen.

### Ergebnisse

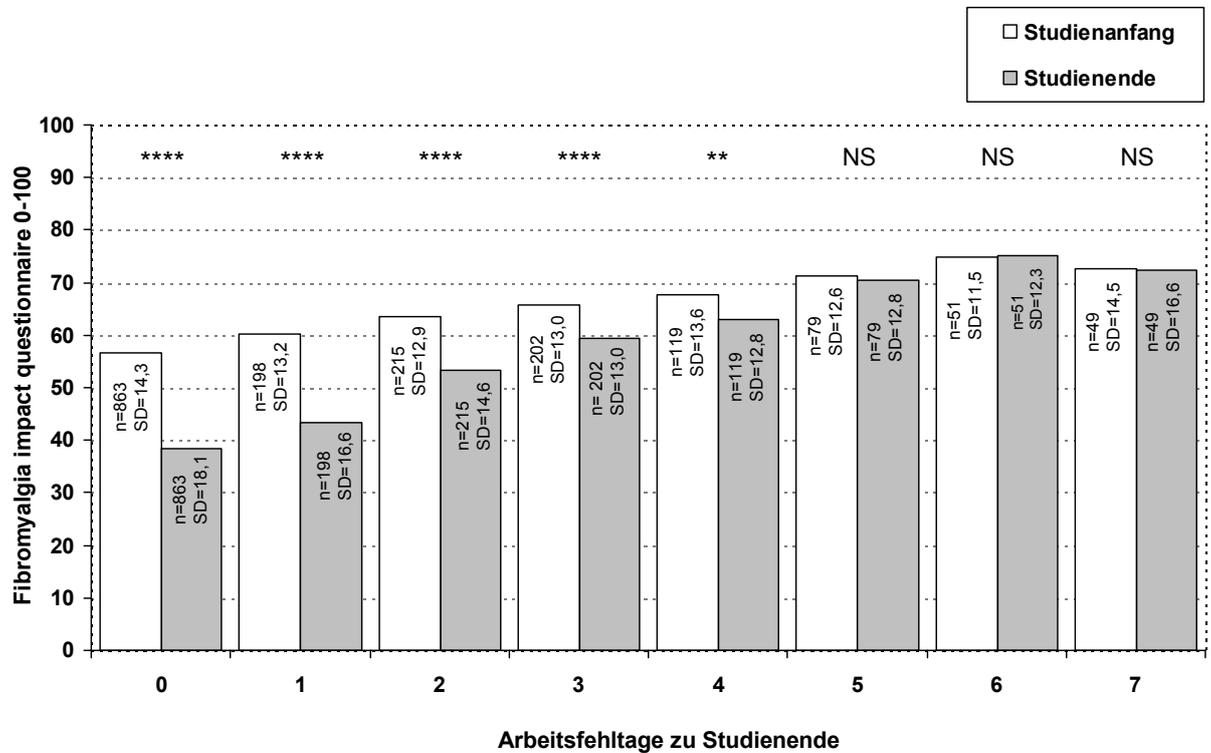
- Probanden mit den wenigsten Arbeitsfehltagen am Studienende wiesen die größten Differenzen bezüglich Schmerzempfinden und FIQ-Scores zwischen Studienanfang und Studienende auf. Probanden die fünf, sechs oder sieben Arbeitsfehltag pro Woche am Studienende angaben, erlebten keine signifikanten Verbesserungen in ihren VAS- und FIQ-Bewertungen über den Studienverlauf (Abb. 1 und 2).
- Ähnliche Ergebnisse zeigten sich für die verschiedenen Dimensionen des Fragebogens SF-36, wie z.B. für die körperliche und emotionale Rollenfunktion. Für die emotionale Rollenfunktion erreichten die Werte für Probanden ohne Arbeitsfehltag am Studienende fast Bevölkerungs-Referenzwerte.

### Schlussfolgerungen

- Eine effektive Behandlung bei Fibromyalgie-Patienten zeigt sich auch in deren Arbeitsfähigkeit. Diese Ergebnisse verdeutlichen die wirtschaftliche Bedeutung einer erfolgreichen Schmerztherapie.
- Arbeitsfehltag am Studienende von RCTs spiegeln den Behandlungserfolg bezüglich einer Reihe anderer Studienoutcomes, die verschiedene Lebensbereiche betreffen, wider.
- Arbeitsfähigkeit, beschrieben als Arbeitsfehltag pro Woche am Studienende, erscheint daher als vielversprechendes Outcome in Therapiestudien zu chronischen Schmerzerkrankungen, das der weiteren Untersuchung bedarf.



**Abb. 1** Beziehung zwischen Arbeitsfehltagen zu Studienende und der Schmerzintensität zu Studienbeginn und -ende; n – Anzahl der Probanden, NS – nicht signifikant, \*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ , \*\*\*\*  $p < 0,0001$ , SD – Standardabweichung.



**Abb. 2** Beziehung zwischen Arbeitsfehltagen zu Studienende und der Gesamtbewertung des Fibromyalgia Impact Questionnaire zu Studienbeginn und -ende; Abkürzungen siehe Abb. 1.

**Danksagung:** Die Autoren danken der Firma Pfizer Inc. für die Bereitstellung der Daten.

- Literatur:**
1. Mease et al. J Rheumatol 2008; 35: 502-514.
  2. Arnold et al. J Pain 2008; 9: 792-805.
  3. Pauer et al. Ann Rheum Dis 2008; 67(Suppl): 256.

## Beziehungen zwischen der Veränderung der Arbeitsfähigkeit über den Studienverlauf und anderen Outcomes in Therapiestudien zur Behandlung von Fibromyalgie mit Pregabalin

Luisa Rüter<sup>1</sup>, R. Andrew Moore<sup>2</sup>, Jocelyn Paine<sup>3</sup>, Sheena Derry<sup>2</sup>, Henry J. McQuay<sup>2</sup>, Ernst Hallier<sup>1</sup>, Sebastian Straube<sup>1</sup>

1. Abteilung Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Universitätsmedizin Göttingen
2. Pain Research and Nuffield Division of Anaesthetics, Department of Clinical Neurosciences, University of Oxford, United Kingdom
3. Spreadsheet Factory, Oxford, United Kingdom

### Einleitung

Beeinträchtigungen in verschiedenen Bereichen des täglichen Lebens, auch in der Arbeitsfähigkeit, sind typisch für chronische Schmerzerkrankungen wie Fibromyalgie. In der hier vorgestellten Untersuchung werden Einzelpatientendaten aus randomisierten kontrollierten Studien zur Behandlung des Fibromyalgie-Syndroms mit Pregabalin ausgewertet. **Analog zur in Schmerzstudien etablierten Beschreibung des Therapieerfolges als Veränderung der Schmerzintensität über den Studienverlauf erfolgt hier eine Beschreibung der Veränderung der Arbeitsfähigkeit über den Studienverlauf.** Um die Geeignetheit dieses Studienoutcomes zu beurteilen, werden die Beziehungen zwischen der Veränderung der Arbeitsfehltag pro Woche über den Studienverlauf und Veränderungen in folgenden anderen Outcomes analysiert:

- Schmerzstatus beschrieben durch die visuelle Analogskala (VAS; Skala von 0 bis 100 mm),
- Gesamtbewertung des Fibromyalgia Impact Questionnaire (FIQ, Skala von 0 bis 100) und
- Dimensionen des Short Form 36 Health Survey (SF-36, Skalen von 0 bis 100).

### Methoden

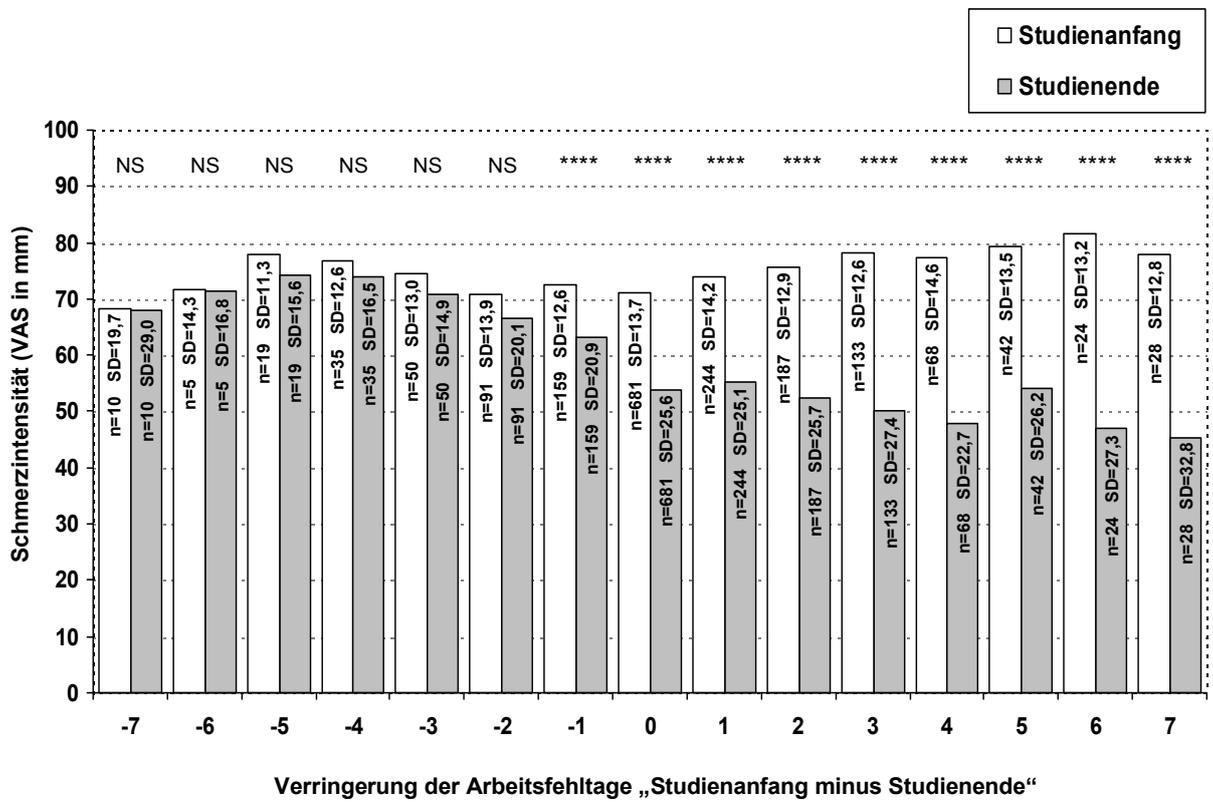
Einzelpatientendaten von 1776 Studienteilnehmern aus 3 randomisierten, 13- bzw. 14-wöchigen Studien zur Behandlung von Fibromyalgie mit Pregabalin (300-600mg pro Tag) oder Placebo wurden von der Firma Pfizer Inc. bereitgestellt. Die Patienten wurden hinsichtlich der Veränderung der Arbeitsfehltag pro Woche zwischen Studienanfang und -ende unterteilt (von -7 bis +7 Tage; abgeleitet aus den Antworten auf eine Frage aus dem FIQ) und bezüglich der anderen Outcomes verglichen.

### Ergebnisse

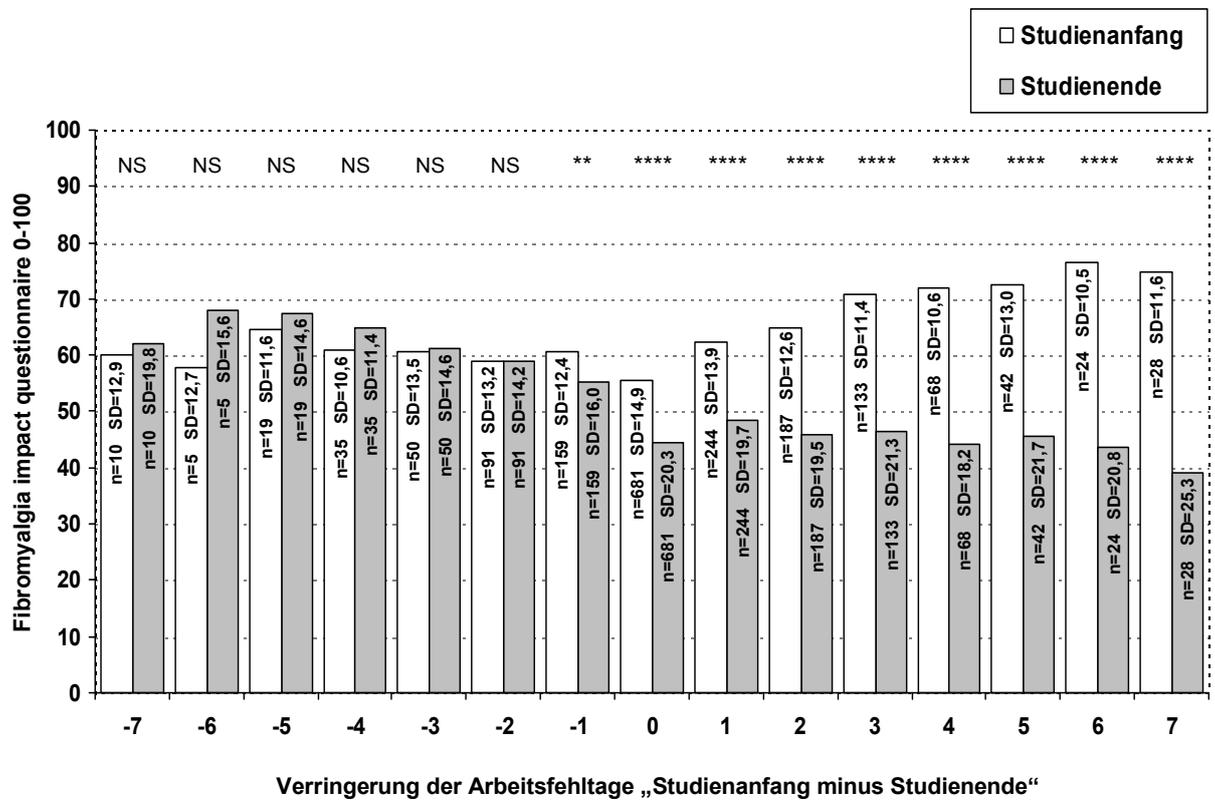
- Probanden mit einer ausgeprägten Verringerung der Arbeitsfehltage im Studienverlauf erzielten die größten Verbesserungen bezüglich ihrer Schmerzintensität und FIQ-Bewertung.
- Probanden, die einen Zuwachs der Arbeitsfehltage über den Studienverlauf von zwei bis sieben Tagen pro Woche angaben, erlebten keine signifikanten Veränderungen in ihren VAS- und FIQ-Bewertungen (Abb. 1 und 2).
- Ähnliche Ergebnisse zeigten sich für SF-36.

### Schlussfolgerungen

- Eine wirksame Behandlung bei Fibromyalgie-Patienten zeigt sich auch in einer Verringerung der Arbeitsfehltage.
- Die Veränderung der Arbeitsfehltage über den Studienverlauf von Therapiestudien spiegelt den Behandlungserfolg bezüglich einer Reihe anderer Studienoutcomes, die verschiedene Lebensbereiche betreffen, wider und erscheint daher selbst als vielversprechendes Studienoutcome, das der weiteren Untersuchung bedarf.



**Abb. 1** Verringerung der Arbeitsfehltag und Schmerzintensität; n – Anzahl der Probanden, NS – nicht signifikant, \* p<0,05, \*\* p<0,01, \*\*\* p<0,001, \*\*\*\* p<0,0001, SD – Standardabweichung.



**Abb. 2** Verringerung der Arbeitsfehltag und Gesamtbewertung des Fibromyalgia Impact Questionnaire; Abkürzungen siehe Abb. 1

**Danksagung:** Die Autoren danken der Firma Pfizer Inc. für die Bereitstellung der Daten.

- Literatur:**
1. Mease et al. J Rheumatol 2008; 35: 502-514.
  2. Arnold et al. J Pain 2008; 9: 792-805.
  3. Pauer et al. Ann Rheum Dis 2008; 67(Suppl): 256.

## **Beschreibung arbeitsbezogener Endpunkte in Studien zur Behandlung chronischer Schmerzerkrankungen – systematische Literaturübersicht**

**Ingmar Wolf<sup>1,2</sup>, Tim Friede<sup>1</sup>, Ernst Hallier<sup>2</sup>, Sebastian Straube<sup>2</sup>**

1. Abteilung Medizinische Statistik, Universitätsmedizin Göttingen
2. Abteilung Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Universitätsmedizin Göttingen

### **Einführung**

Chronische Schmerzerkrankungen sind eine bedeutende Ursache für Arbeitsunfähigkeit und Produktivitätsverlust. Diese systematische Literaturübersicht untersucht die Beschreibung von arbeitsbezogenen Studienendpunkten in Placebo- oder Sham-kontrollierten, randomisierten Studien zur Behandlung chronischer Schmerzerkrankungen.

### **Methoden**

Es wurde eine systematische Literatursuche in Medline (Pubmed) durchgeführt mit den Limits „Meta-Analysis“, „Review“ oder „Clinical Trial“ und unter Beschränkung auf deutschsprachige oder englischsprachige Arbeiten. Die Suchstrategie enthielt Suchbegriffe zu arbeitsbezogenen Studienendpunkten (work, work\*, workday, lost workday, lost workday equivalents, LWDE, sick leave, sick listed, economic; verbunden mit OR-Verknüpfung), zur Identifikation von Studien zu chronischen Schmerzerkrankungen (chronic pain, chronic pain\*, arthritis, back pain, neck pain, complex regional pain syndrome, fibromyalgia, myofascial pain syndrome, chronic myofascial pain, chronic whiplash injury, neuralgia, facet syndrome, hemicrania continua, postherpetic neuralgia, chronic pelvic pain syndrome; Suchtermini wiederum verbunden mit OR-Verknüpfung) und zum Studiendesign (placebo OR sham). Zusätzlich wurden Übersichtsarbeiten nach relevanten Originalarbeiten durchgesehen.

### **Ergebnisse**

Die Suche ergab 409 potentiell geeignete Artikel, von denen 331 aufgrund des Abstracts ausgeschlossen wurden. Von 78 Artikeln wurde der Volltext gesichtet; 67 davon wurden danach ausgeschlossen. Elf Studien mit insgesamt 5723 Patienten enthielten für die Fragestellung relevante Ergebnisse (Abb. 1). Diese Studien bezogen sich auf Rückenschmerzen<sup>2, 4, 6, 7, 8, 11</sup>, Fibromyalgie<sup>5, 10</sup>, Spondylitis ankylosans<sup>9</sup>, Osteoarthritis<sup>3</sup> und rheumatoide Arthritis<sup>1</sup>.

Von den 11 Studien beschrieben 4 Artikel Arbeitszeitverluste<sup>2, 9, 10, 11</sup>.

Zehn Studien beschrieben Bewertungen der Arbeitsfähigkeit oder Produktivität; dafür wurden verwendet:

- Short Form 36 (arbeitsbezogene Teilfragen) <sup>9, 10</sup>
- Fibromyalgia Impact Questionnaire (arbeitsbezogene Teilfragen) <sup>5, 10</sup>
- Brief Pain Inventory (Unterpunkt für Arbeit) <sup>2, 3</sup>
- Work Productivity and Activity Impairment Questionnaire <sup>2,8</sup>
- eine visuelle Analogskala für Produktivität <sup>9</sup>
- eine Beschreibung des Beschäftigungsstatus (arbeitslos, halbe Stelle, volle Stelle) <sup>4</sup>
- McGill Work Scale <sup>6</sup>
- Multidimensional Assessment of Fatigue (arbeitsbezogene Teilfrage) <sup>10</sup>
- Sheehan Disability Scale (arbeitsbezogene Teilfrage) <sup>10</sup>
- Befragungen über die Rückkehr in ein Arbeitsverhältnis <sup>7</sup>
- Fragebogen „Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand“ („Work Domain“) <sup>1</sup>

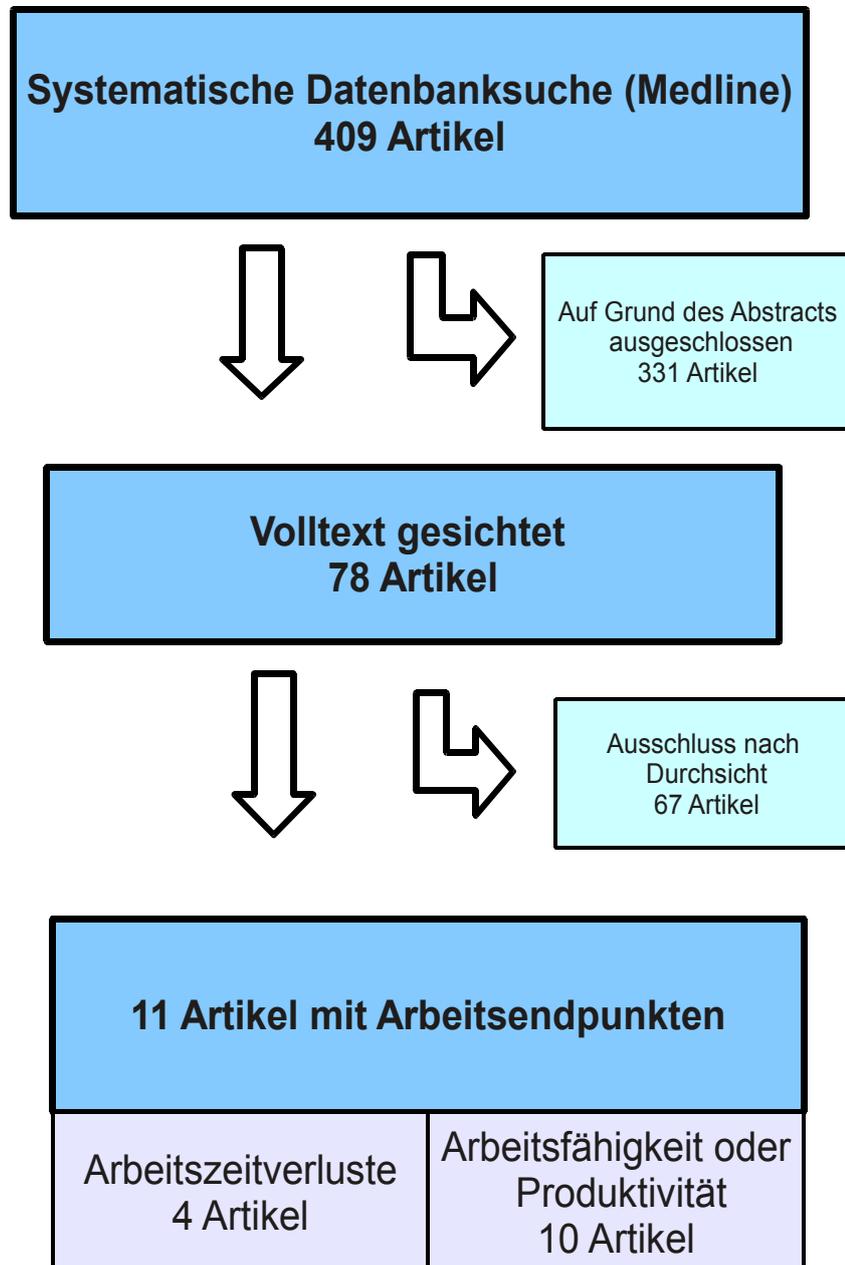


Abb 1. Systematische Literaturrecherche

**Diskussion**

Nur in relativ wenigen Studien zur Behandlung chronischer Schmerzerkrankungen wurden arbeitsbezogene Studienendpunkte beschrieben. Die Beschreibung dieser Endpunkte in den einzelnen Studien war heterogen.

**Literatur**

1. Meireles et al. Clin Rheumatol 2010; 29: 501–509
2. Skljarevski et al. J Pain 2010; 11: 1282-1290
3. Markenson et al. Clin J Pain 2005; 21: 524–535
4. Carlsson et al. Clin J Pain 2001; 17: 296–305
5. Bradley et al. Arthritis Res Ther 2010, 12: R141
6. Jarzem et al. J Musculoskelet Pain 2005; 13: 11-17
7. Lehmann et al. Pain 1986; 26: 277-290
8. Baron et al. Pain 2010; 150: 420–427
9. Van der Heijde et al. Arthritis Rheum 2006; 55: 569-574
10. Straube et al. BMC Musculoskelet Disord 2011; 12: 125
11. Licciardone et al. Spine 2003; 28: 1355–1362

## **Ehemals asbestexponierte Mitarbeiter der Energieindustrie: Asbestbelastungen und Häufigkeit gutartiger konventionell radiologischer Veränderungen**

**Michael K. Felten<sup>1</sup>, Marcus Bauer<sup>1</sup>, Christian Eisenhawer<sup>1</sup>, Johannes Hüdepohl<sup>2</sup>, Wolfgang Zschesche<sup>2</sup>, Christian Feldhaus<sup>3</sup>, Martin Mädler<sup>1</sup>, Thomas Kraus<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin, Universitätsklinikum der RWTH Aachen

<sup>2</sup>Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse, Köln

<sup>3</sup>RWE Power AG, Essen

### **Einleitung und Zielsetzung**

Es gibt eine jahrzehntelange Latenz zwischen der Asbestexposition und dem Auftreten möglicher Erkrankungen [1]. Dies gilt auch für das Auftreten gutartiger asbestassoziierter Veränderungen im konventionellen Röntgenbild des Thorax. Ein typischer Wirtschaftszweig mit Asbestbelastung war die Energieindustrie, wobei Art und Ausmaß der Exponierten in der Zeit vor 1993 je nach Arbeitsbereich unterschiedlich war. Ziel unserer Studie war es, die Folgen der Gefährdungen bei ehemals asbestexponierten Mitarbeitern aus den Bereichen Energieerzeugung, Energieverteilung und Gasversorgung zu bestimmen. Mit Hilfe dieser Ergebnisse sollte es möglich sein, den Effekt ähnlicher Belastungen auch für andere Industriebereiche abzuschätzen.

### **Kollektiv und Methoden**

Zwischen März 2002 und April 2011 wurden n = 7659 Probanden aus einer Kohorte von insgesamt n = 8565 (davon 31 weiblich) ehemals asbestexponierten Mitarbeitern der Energieindustrie auf asbestbedingte Veränderungen der Lunge und der Pleura untersucht. Grundlage der Untersuchungen war der berufsgenossenschaftliche Grundsatz G1.2, der unter anderem eine Berufsanamnese und ein Thoraxröntgenbild (CXR) vorsieht. Zum Vergleich der Arbeitsbereiche wurden die Faktoren Alter, Expositionsdauer, sowie die Häufigkeiten der asbesttypischen fibrotischen Veränderungen im CXR mittels ILO-Kodierung bei n = 7642 Probanden analysiert [2,3,4]. Als „ILO-positiv“ wurden irreguläre Fleckschatten  $\geq 1/1$  oder Pleurabefunde (diffus  $\geq 2$  oder Plaques  $\geq 1$ ) bewertet.

## Ergebnisse

Von den untersuchten Probanden gehörten 64 % zur Gruppe der Kraftwerker, 30 % waren in der Energieverteilung und 6 % in der Gasversorgung beschäftigt (Tab. 1).

	Alter [Jahre]			BMI [kg/m <sup>2</sup> ]			Expositionsdauer [Jahre]		
	n	Mw	s	n	Mw	s	n	Mw	s
<b>Kraftwerker</b>	4916	<b>55,83</b>	11,91	4642	<b>28,16</b>	4,12	4645	<b>19,38</b>	10,60
<b>Energieverteiler</b>	2300	<b>49,12</b>	11,81	2287	<b>27,88</b>	3,99	2251	<b>13,47</b>	9,85
<b>Gasversorger</b>	443	<b>57,26</b>	9,70	440	<b>28,00</b>	4,16	431	<b>15,65</b>	10,63
Gesamt	7659	53,90	12,17	7369	28,06	4,08	7327	17,35	10,73

**Tab. 1** Basisdaten des nach G 1.2 im Zeitraum zwischen März - 2002 bis April 2011 untersuchten DIVA-Kollektivs (n = 7659, registrierte Gesamtkohorte n = 8565, [♀ n = 31, ♂ n = 8534])

Kraftwerker und Gasversorger waren im Durchschnitt mit 56 und 57 Jahren etwa gleich alt, die Kraftwerker waren aber mit im Mittel 19 Jahren etwas länger exponiert (gegenüber 16 Jahren). Die Energieverteiler waren mit 49 Jahren die jüngste Gruppe und nur 13 Jahre exponiert. Der aus Gewicht und Größe berechnete Bodymassindex (BMI) lag bei durchschnittlich 28 und zeigte keinen Unterschied bei den drei Gruppen.

Unter den 7642 konventionell radiologisch untersuchten Probanden zeigten 1428 (18,7 %) Hinweise auf asbestassoziierte Veränderungen in Form einer Fibrose (Lunge oder Pleura, „ILO-Positivkollektiv IPK: Irreguläre Fleckschatten  $\geq$  1/1 oder Pleurabefunde diffus  $\geq$  2 oder Plaques  $\geq$  1).

Die folgende Tab. 2 zeigt deutlich, dass die Rate der Untersuchten mit Zeichen einer asbestassoziierten Fibrose (Lunge oder Pleura) in der Gruppe der Kraftwerker mit 25 % deutlich höher war als in den Gruppen der Energieverteiler (7,5 %) und Gasversorger (19 %).

	ILO-positiv (Lu/Pl)		ILO-positiv Lu		ILO-positiv Pl		ILO-positiv Lu + Pl	
	n	%	n	%	n	%	n	%
<b>Kraftwerker</b>	<b>1222</b>	<b>24,9</b>	<b>38</b>	<b>0,8</b>	<b>1206</b>	<b>24,6</b>	<b>22</b>	<b>0,4</b>
<b>Energieverteiler</b>	<b>173</b>	<b>7,5</b>	<b>18</b>	<b>0,8</b>	<b>158</b>	<b>6,9</b>	<b>3</b>	<b>0,1</b>
<b>Gasversorger</b>	<b>33</b>	<b>7,4</b>	<b>4</b>	<b>0,9</b>	<b>29</b>	<b>6,5</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>
Gesamt	1428	18,7	60	0,8	1393	18,2	25	0,3

**Tab. 2 Asbestassoziierte Veränderungen im CXR bei den Beschäftigten in den verschiedenen Tätigkeitsbereiche (RTK n = 7642, außer für Gesamt (hier Bezug: n = 7462) bezieht sich die %-Zahl auf die Merkmalsträger im jeweiligen Tätigkeitsbereich, ILO-Positiv siehe Methodenbeschreibung, Lu: Lunge, Pl: Pleura)**

### Schlussfolgerungen

Bei Beschäftigten der Energieindustrie zeigt sich eine deutliche Prävalenz vermutlich asbestassoziiertter Veränderungen im CXR. Im konventionellen CXR nachweisbare Fibrosen des Lungenparenchyms stellen im untersuchten Kollektiv eine Rarität dar. Bei der Interpretation der Ergebnisse ist die geringe Sensitivität und Spezifität der konventionellen Röntgenuntersuchung zu berücksichtigen. Ein Vergleich der erzielten Ergebnisse mit denen eines mit CT untersuchten Subkollektivs kann die Validität der Ergebnisse verbessern. Die erhobenen Daten machen es möglich, Erkrankungsraten in vergleichbaren Kohorten abzuschätzen.

### Literatur

- [1] Coenen W, Schenk H: Ermittlung differenzierter Vorsorgegruppen bei Asbestexponierten. In: HVBG (Hrsg) BIA-Report 1/91 Schriftenreihe des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften. Sankt Augustin 1991
- [2] International Labour Office: Guidelines for the use of ILO international classification of radiographs of pneumoconiosis. Rev ed International Labour Office occupational safety and health series No 22 Rev 80. Geneva International Labour Office 1980
- [3] Hering KG, Tuengerthal S, Kraus T, Wiebe V, Wegener HO, Raab W, Bohlig H: CT-Untersuchung und standardisierte Befundung bei berufsbedingten Lungen- und Pleuraveränderungen in Anlehnung an die ILO-Staublungen-Klassifikation von 1980. Röntgenpraxis 1994; 47: 262-269
- [4] Hering KG, Jacobsen M, Borsch-Galetke E, Elliehausen, H-J, Hieckel H-G, Hofmann-Preiß K, Jaques W, Jeremie U, Kotschy-Lang, Kraus Th, Menze B, Raab, W, Raithel H-J, Schneider WS, Straßburger K, Tuengerthal S, Weitowitz H-J: Die Weiterentwicklung der Internationalen Staublungenklassifikation – Von der ILO 1980 zur ILO 2000 und zur ILO 2000/Version Bundesrepublik Deutschland. Pneumologie 2003; 57: 576 - 584

## Reduktion von Dieselmotoremissionen durch Abgasbehandlung mittels „Selektiver katalytischer Reduktion“: Einfluss von verunreinigtem Biodiesel auf die Effektivität

G. Westphal<sup>1</sup>, A. Munack<sup>2</sup>, O. Schröder<sup>2</sup>, Y. Ruschel<sup>2</sup>, M. Müller<sup>3</sup>, E. Hallier<sup>3</sup>, T. Brüning<sup>1</sup>, J. Krahl<sup>4</sup>, J. Büniger<sup>1</sup>

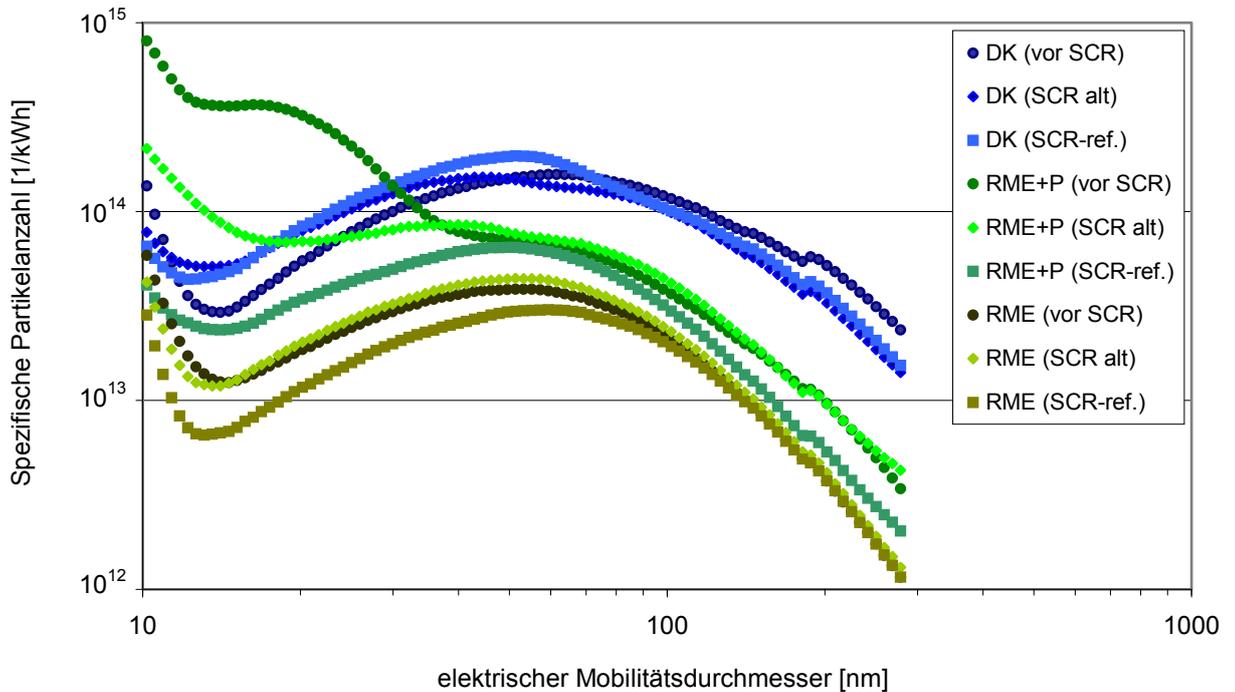
<sup>1</sup> Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der DGUV, Institut der Ruhr-Universität Bochum, Bochum; <sup>2</sup> Institut für Agrartechnologie und Biosystemtechnik, vTI - Johann Heinrich von Thünen-Institut, Braunschweig; <sup>3</sup> Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Georg-August-Universität, Göttingen; <sup>4</sup> Technologietransferzentrum Automotive der Hochschule Coburg, Coburg

**Fragestellung:** Dieselmotoremissionen (DME) enthalten zahlreiche Stoffe, von denen sehr unterschiedliche gesundheitliche Risiken ausgehen können. Die gesundheitlichen Wirkungen von DME umfassen akute und chronische Reizwirkungen auf die Atemwege sowie kardiovaskuläre und mutagene/krebserzeugende Effekte (HEI, 2010). Verbesserte Motoren und eine Abgasnachbehandlung können DME mindern. Die „selektive katalytische Reduktion“ (SCR) ist eine Technik der Abgasnachbehandlung, um neben anderen Abgaskomponenten insbesondere die Stickoxide (NO<sub>x</sub>) in DME zu mindern. Eine dauerhafte Wirkung dieser Abgaskatalysatoren kann jedoch nur gewährleistet werden, wenn der Kraftstoff keine Katalysatorgifte wie Schwefel oder Phosphor enthält. Pflanzenölmethylester (Biodiesel) enthält natürliche Phosphorverbindungen, die als Katalysatorgifte wirken (StMLU, 2002). In dieser Studie wurde untersucht, wie sich Biodiesel mit einem zu damaligen Zeitpunkt nach der Biodiesel-Norm DIN EN 14214 maximal zulässigen P-Gehalt von 10 ppm auf die Alterung des Abgasnachbehandlungssystems auswirkt. Da keine Biodieselqualität mit 10 ppm Phosphor erhältlich war, wurde der Gehalt künstlich eingestellt.

**Methoden:** Die Haltbarkeit eines SCR-Systems bei Verbrennung eines Biodiesels (Rapsmethylester, RME) mit 10 ppm Tributylphosphat (RME+P) wurde in einem 6 Zylinder IVECO Turbo-Diesel (Euro IV) im E46-Endurance Test (Lauf über 1000 h) getestet. Vergleichende Messungen fanden vor und nach dem Dauerlauf im ESC-Test (European Stationary Cycle) mit Mineralöldiesel (DK), RME und RME+P statt. Gemessen wurden gesetzlich limitierte Emissionen, Aldehyde und Ketone, die Partikelanzahl- und Partikelgrößenverteilung sowie die bakterielle Mutagenität der Partikelextrakte (Maron & Ames, 1983).

**Ergebnisse:** Partikelmasse (PM), NO<sub>x</sub> und Kohlenwasserstoffe (HC) wurden durch das SCR-System deutlich reduziert. Nach dem Dauertest zeigte sich allerdings eine verminderte Effektivität des Systems. Der unlösliche Anteil an den PM-Emissionen war vergleichsweise gering. Den größten Anteil hatten die lösliche organische und die wasserlösliche Fraktion. Dauerbetrieb mit RME+P setzte die Effektivität des SCR-Systems auch hinsichtlich der nicht limitierten Emissionen deutlich herab; besonders hinsichtlich der emittierten Aldehyde und Ketone. SMPS- (Scanning Mobility Particle Sizer) und ELPI-Messungen ([Electrical Low Pressure Impactor](#)) zeigten für Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser von 50 bis 280 nm kaum Unterschiede,

während die Wirkung des Katalysators im Bereich von 10 bis 40 nm eindeutig erkennbar war (der Bereich von 10 bis 28 nm wird vom ELPI nicht erfasst). Mit dem gealterten SCR zeigte sich ein deutlicher Anstieg dieser kleinen Partikel für beide Biokraftstoffe nicht aber für DK (Abb. 1).



**Abb. 1:** Partikelanzahl- und -größenverteilung der Emissionen bei Verbrennung verschiedener Kraftstoffe im ESC-Test; Messung mit dem SMPS.

Die Mutagenität der Partikelextrakte war mit (+S9) und ohne (-S9) metabolische Aktivierung niedrig und wurde durch das SCR-System weiter vermindert. Nach Alterung des SCR-Systems stieg die Mutagenität leicht an, blieb aber deutlich niedriger als bei Studien ohne Abgasnachbehandlung.

**Schlussfolgerungen:** Das SCR-System minderte die meisten gesundheitsschädlichen Komponenten von DME effektiv. Phosphatzugabe zum Kraftstoff führt zu Aktivitätsverlust des Katalysators. Der hohe Phosphorgrenzwert von 10 ppm der bis 2009 gültigen RME-Spezifikation (DIN EN 14214) ist kritisch für das Abgasnachbehandlungssystem.

Nach Maßgabe der Untersuchungen wurde der maximal im Biodiesel zulässige P-Gehalt auf 4 ppm limitiert.

**Referenzen:**

HEI (2010) Health Effects Institute Panel on the Health Effects of Traffic-Related Air Pollution. Traffic-related air pollution: A critical review of the literature on emissions, exposure, and health effects. HEI Special Report 17. Health Effects Institute, Boston, MA. Available at: <http://pubs.healtheffects.org/getfile.php?u=553>.

Maron DM, Ames BN (1983) Revised methods for the Salmonella mutagenicity test. *Mutat Res* 113:173–215.

StMLU (2002) Pflanzenölbetriebene Blockheizkraftwerke: Leitfaden. Aus der Reihe Materialien Umwelt & Entwicklung Bayern, Augsburg.

**Biomarker im EBC von Schweißern: Einfluss der verwendeten Schweißelektrode beim Schweißen von niedriglegiertem Stahl****F. Hoffmeyer, M. Raulf-Heimsoth, M. Lehnert, B. Kendzia, J. Henry, V. Harth, T. Weiß, B. Pesch, T. Brüning und die WELDOX Study Group.**

Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA)

**Hintergrund und Ziel der Studie:**

Schweißen ist ein verbreitetes Verfahren in der Verarbeitung von Metallen und kann insbesondere zu adversen Effekten im Bereich der Atemwege führen. Metallschutzgasschweißen wird in der Bearbeitung von niedrig legiertem Stahl (Baustahl) verwendet. Die beim Schweißen entstehende Emission ist eine komplexe Mischung aus Gasen und Partikeln, wobei die Exposition wesentlich von dem verwendeten Zusatzwerkstoff (Schweißdraht) bestimmt wird [1]. Beim Metallschutzgasschweißen werden unterschiedlich emissionsreiche Schweißdrähte verwendet. Ziel der Studie war die Bestimmung von Biomarkern im Atemkondensat (exhaled breath condensate, EBC) [2] von Schweißern, die entweder Massivdrähte (MD) oder Fülldrähte (FD) verwendeten, unter der Hypothese, dass bei FD-Benutzung höhere Emissionen und stärkere Effekte vorliegen.

**Kollektiv und Methoden:**

Es erfolgte die Analyse einer Teilgruppe der WELDOX- Kohorte (37 Schweißer, 16 Raucher, mittleres Alter 45 Jahre). Die Schweißer bearbeiteten niedrig legierten Stahl unter Verwendung von ebenfalls niedriglegierten Schweißdrähten (MD, n=20; FD, n=17), wobei neben Eisen kein anderes Metall mit einem Anteil von mehr als 5 Prozent enthalten war. MD- und FD-Schweißer unterschieden sich nicht bezüglich Lebensalter und Berufsjahren; beide Gruppen zeigten unauffällige Lungenfunktionsparameter (FVC, FEV<sub>1</sub>, FEV<sub>1</sub>/VC). Es wurde kein Atemschutz verwendet und die Messung der alveolengängigen Partikelkonzentration (A-Staub) erfolgte personenbezogen im Atembereich. Die Masse des alveolengängigen Schweißrauchs wurde durch Wägung bestimmt; die Quantifizierung der Metallbestandteile erfolgte mittels ICP-MS (Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung - IFA). EBC wurde mittels ECoScreen2<sup>®</sup> nach einer Arbeitsschicht gewonnen und die Konzentrationen der Biomarker Leukotrien B<sub>4</sub>, (LTB<sub>4</sub>), Prostaglandin E<sub>2</sub> (PGE<sub>2</sub>) und 8-Isoprostan (8-iso PGF<sub>2α</sub>) jeweils mittels ELISA-Test bestimmt; der pH-Wert wurde nach Behandlung mit Argon gemessen [3]. Die Ergebnisse werden einer nicht exponierten lungengesunden Vergleichsgruppe (24 nicht exponierte Personen, 8 Raucher, mittleres Alter 48 Jahre) gegenübergestellt. Die statistische Analyse erfolgte mit der Software GraphPad Prism

Version 5.01. Ergebnisse werden mit Median und Interquartilbereich angegeben; die t- bzw. Mann-Whitney Tests für unverbundene Stichproben erfolgten mit einseitiger Signifikanzberechnung.

Die Zustimmung der Ethikkommission der Ruhr-Universität Bochum sowie das schriftliche Einverständnis der Probanden lagen vor.

### Ergebnisse:

Der gemessene A-Staub war bei Fülldraht-Schweißern (7,1 (4,4-10,0) mg/m<sup>3</sup>) signifikant höher als bei Massivdraht-Schweißern (3,4 (2,2-7,8) mg/m<sup>3</sup>; p = 0,03). Es zeigten sich deutliche Unterschiede der Metalle Chrom und Nickel in der A-Fraktion der jeweiligen Schweißrauche. Chrom: FD 1,10 (0,23-1,50) mg/m<sup>3</sup>, MD 1,75 (1,03-5,75) mg/m<sup>3</sup>; p = 0,004 sowie Nickel: FD 0,8 (0,73-1,80) mg/m<sup>3</sup>, MD 3,55 (1,00-23,5) mg/m<sup>3</sup>; p = 0,0005. Die Exposition gegenüber A-Staub bzw. darin nachweisbare Metalle war dabei für Raucher und Nichtraucher vergleichbar (Ergebnisse nicht dargestellt). MD-Schweißer zeigten im Vergleich zu FD-Schweißern sowie einer Vergleichsgruppe die niedrigsten EBC-pH Werte; die Unterschiede waren jeweils für Nichtraucher am deutlichsten: MD 6,63 (6,26 - 6,90), FD 7,06 (6,94 - 7,22); p = 0,002 sowie Vergleichsgruppe 7,59 (7,28 - 7,73); p < 0,0001 (Abb.1). Unter Verwendung der verschiedenen Schweißdrähte zeigten LTB<sub>4</sub>, PGE<sub>2</sub> sowie 8-Iso PGF<sub>2α</sub> keine signifikanten Unterschiede im EBC. Bei Rauchern war jeweils eine Erhöhung der LTB<sub>4</sub> Konzentrationen im Vergleich zur entsprechenden Vergleichsgruppe (17,3 (11,7 - 28,5) pg/mL) nachweisbar: FD 29,7 (22,9 - 131,9) pg/mL; p = 0,027 sowie MD 41,4 (22,2 - 82,5) pg/mL; p = 0,028 (Abb.2).

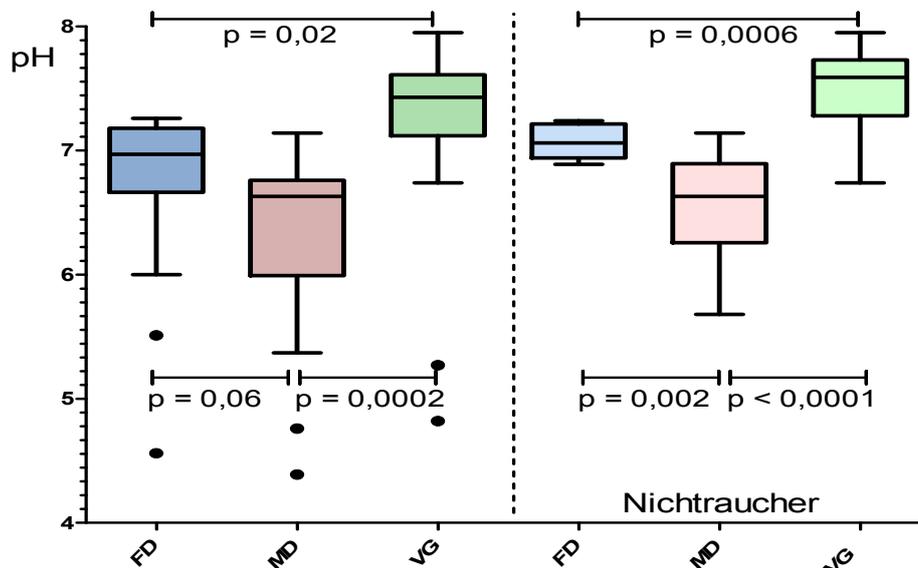


Abb. 1: pH-Werte im EBC von Fülldraht (FD)- und Massivdraht (MD)- Schweißern sowie einer nicht exponierten Vergleichsgruppe (VG). Nichtraucheranteil: FD (n=9/17), MD (n=12/20) sowie VG (n=16/24).

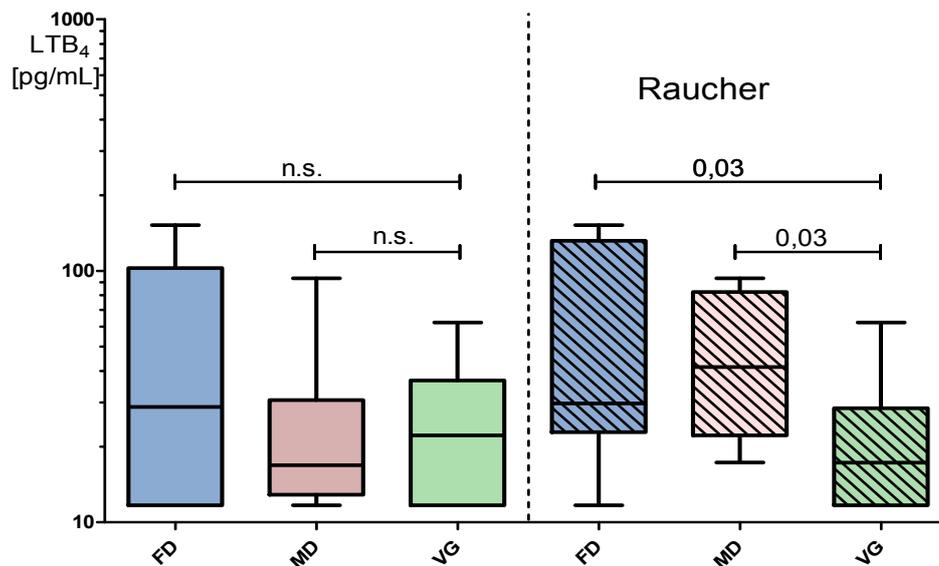


Abb 2: LTB<sub>4</sub>-Konzentrationen im EBC von Fülldraht (FD)- und Massivdraht (MD)-Schweißern sowie einer nicht exponierten Vergleichsgruppe (VG). Raucheranteil: FD (n=8/17), MD (n=8/20) sowie VG (n=8/24).

### Schlussfolgerungen:

Die Bestimmung von Biomarkern im EBC kann das Effektbiomonitoring ergänzen [4]. Bei Schweißern zeigte sich nach einer Arbeitsschicht im Vergleich zu nicht exponierten Personen bei Rauchern eine LTB<sub>4</sub>-Erhöhung. Deutliche Unterschiede ergaben sich beim pH-Wert mit niedrigeren Werten bei Verwendung des emissionsärmeren Massivdrahts. Möglicherweise sind hier neben quantitativen auch qualitative Aspekte der jeweiligen Schweißrauche (z.B. Metallkomposition, Gase) von Bedeutung. In der Studie zeigten sich bei dem Schweißen von Baustählen mit niedriglegierten Massivdraht signifikant höhere Konzentrationen von Nickel und Chrom im A-Staub als bei Verwendung des – bezogen auf den Gesamt-A-Staub – emissionsreicheren Fülldrahts.

**Literatur:**

1. Spiegel-Ciobanu, V. E. Schadstoffe beim Schweißen und bei verwandten Verfahren (BGI 593), Hrsg. VMBG, Ausg. 2008; Carl Heymanns Verlag, Köln.
2. Corradi, M., Gergelova, P., and Mutti, A. Use of exhaled breath condensate to investigate occupational lung diseases. *Curr. Opin. Allergy Clin. Immunol.* 2010; 10: 93-98.
3. Hoffmeyer, F., Raulf-Heimsoth, M., Harth, V., Bünger, J. and Brüning, T. Comparative analysis of selected exhaled breath biomarkers obtained with two different temperature-controlled devices. *BMC Pulm. Med.* 2009; 9: 48.
4. Mutti A, Corradi M. Recent developments in human biomonitoring: non-invasive assessment of target tissue dose and effects of pneumotoxic metals. *Med. Lav.* 2006; 97: 199-206.

## Untersuchungen zur inhalativen Berylliumexposition von Flugpersonal

**W. Rosenberger, R. Wrbitzky**

Medizinische Hochschule Hannover, Institut für Arbeitsmedizin, Carl-Neuberg-Straße 1, 30625 Hannover

Schlüsselwörter/Keywords

Berylliumexposition, Aerotoxisches Syndrom, Luftmessungen

Beryllium exposure, sick aeroplane syndrome, air monitoring

Einleitung

Die potentielle Gesundheitsgefährdung von Flugpersonal und Passagieren in Verkehrsflugzeugen ist aktuell Gegenstand arbeitsmedizinischer, politischer und öffentlicher Diskussionen [1, 2]. Nachdem zunächst der Begriff „Aerotoxisches Syndrom“, ein Beschwerdebild, dessen Ursache in einer Exposition gegenüber Trikresylphosphaten vermutet wird, geprägt wurde, ist 2010 die Bezeichnung „sick aeroplane syndrome“ eingeführt worden [3]. Hierunter werden von den Autoren unterschiedliche Krankheitsbilder verstanden, die auf physikalische, biologische und chemische Noxen in Flugzeugen zurückzuführen seien. In diesem Zusammenhang wird auch eine Exposition gegenüber Beryllium (Be) vermutet, da dieses Leichtmetall im Flugzeugbau Verwendung findet.

Untersuchungen der Innenraumlufte von Flugzeugen hinsichtlich Beryllium wurden in der wissenschaftlichen Literatur bislang nicht publiziert. Insgesamt liegen wenige Erkenntnisse über die Luftkonzentration an Beryllium in Innenräumen vor. Auch hinsichtlich beruflicher Expositionen gegenüber Be sind auf nationaler Ebene nur wenige Daten veröffentlicht worden [4].

Beryllium (Be), CAS-Nr.: 7440-41-7, zählt zu den Leichtmetallen der Erdalkaligruppe des Periodensystems. Das sehr harte und spröde Metall mit der Ordnungszahl 4 und einer Atommasse von 9,012 u wird vorwiegend in Form von Legierungen, u. a. in der Luft- und Raumfahrttechnik verwendet. Funkenfrei Werkzeuge, die insbesondere in explosionsgefährlichen Arbeitsbereichen eingesetzt werden, enthalten Kupfer-Beryllium-Legierungen. Metallisches Beryllium kommt im Wesentlichen in der Röntgen- und Kerntechnik zur Anwendung.

Beryllium und seine anorganischen Verbindungen sind als sehr giftig und beim Menschen als krebserzeugend (K 1) eingestuft. Als nicht maligne Erkrankung durch akute und chronische Exposition gegenüber Be ist vor allem die Berylliose zu nennen [5, 6]. Die American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) führt in ihrer aktuellen Liste (2011) einen Luftgrenzwert (TLV) von 50 ng/m<sup>3</sup> für Beryllium. Ein nationaler Luftgrenzwert (TRGS 900, MAK-Werte-Liste der DFG) liegt gegenwärtig nicht vor.

### Ziel der Studie

Ziel dieser Arbeit war es, durch Luftmessungen während verschiedener Flugphasen eines Verkehrsflugzeuges quantitative Erkenntnisse über den Eintrag bzw. die Verteilung von Beryllium in die Flugzeugkabine durch das Lüftungssystem zu erhalten. Der Optimierung der Probenahme durch die Konstruktion entsprechender Halterungs- und Befestigungssysteme, insbesondere der vibrationsgedämpften Filterpositionierung, wurde besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Im Rahmen der Analytik wurde ein Mirowellenaufschluss-verfahren mit anschließender Untersuchung der Proben mittels Atomabsorptionsspektrometrie (Graphitrohr-AAS) entwickelt und validiert.

### Methoden

Zunächst wurden die Probenahmebedingungen in einem am Boden stehenden Flugzeug getestet. Die Auswahl der Messpunkte orientierte sich zum Einen an den Lüftungstechnischen Voraussetzungen und zum anderen an sicherheitsrelevanten Fragen. Das Cockpit des untersuchten Flugzeugtyps wird nach Turbinenstart ausschließlich über die linke Turbine direkt mit 100 % Frischluft versorgt. Der restliche Innenraum wird von beiden Turbinen über sogenannte Packs und das Mixmanifold (Mischeinheit) belüftet. Die Kabinenluft wird anschließend über einen Partikelfilter (HEPA-Filter) geleitet und mit einem Anteil von ca. 40 bis 60 % als sogenannte recycled air wieder in die Kabine geleitet. Bei abgeschaltete Turbinen erfolgt die Luftversorgung entweder über das Hilfstriebwerk (apu = auxillary power unit) oder gegebenenfalls über die sogenannte ground air, die flughafenseitig zur Verfügung gestellt wird. Vor und während eines Pilotentrainings mit 50 direkt aufeinanderfolgenden Start- und Landevorgängen wurden im Cockpit und im Küchenbereich des Flugzeugs mit durchflussstabilen Pumpen (600 L/h) Luftproben auf Mischcellulosefiltern (Durchmesser: 37 mm, Porenweite 0,8 µm) über Zeiträume von 1 bis 6 h gesammelt. Die beaufschlagten Filter wurden mit einem Gemisch aus 2 Vol.-Teilen Salpetersäure (65 %) und 1 Teil Salzsäure (25 %) [7] in einer Mikrowelle bei 200 °C unter Druck aufgeschlossen. Die klaren Lösungen wurden mittels Graphitrohr-Atomabsorptionsspektrometrie (GF-AAS) analysiert. Die Quantifizierung erfolgte gegen eine externe Kalibrierung (Siehe Abbildung 1).

### Ergebnisse

Wie in der Tabelle 1 zusammengefasst dargestellt, wurde in den sechs untersuchten Proben kein Beryllium nachgewiesen. Dabei wurden verschiedene Betriebszustände des Flugzeugs betrachtet. Aufgrund der damit verbundenen unterschiedlichen Probenahmezeiten lagen die Nachweisgrenzen je nach Probenvolumen zwischen 0,12 und 2 ng/m<sup>3</sup>. Damit liegen die Nachweisgrenzen im Bereich von Außenluftkonzentrationen des Berylliums (urban air USA: < 0.1 to 6.7 ng/m<sup>3</sup>, Gütersloh 1995: Mittelwert: 0,012, max. 0,4 ng/m<sup>3</sup> [8, 9]).

Die im Rahmen der Methodenoptimierung durchgeführten vergleichenden Untersuchungen verschiedener Aufschlussverfahren zeigten, dass der Berylliumgehalt in den Luftproben mit dem beschriebenen Säureaufschluss quantitativ erfasst wurde.

### Diskussion

Die Luftmessungen wurden in verschiedenen Betriebszuständen des Flugzeugs durchgeführt. Zunächst wurde lediglich der Turbinenstart am Boden messtechnisch betrachtet. Darauf folgte die Untersuchung eines Kurzstreckenfluges. Danach wurde unter erheblicher technischer Beanspruchung des Fluggerätes das Pilotentraining während 50 Start- und Landevorgängen erfasst. In keiner der Situationen wurde Beryllium nachgewiesen, so dass ein Berylliumeintrag in die Kabinenluft dieses Flugzeuges ausgeschlossen werden konnte. Untersuchungen weiterer Flugzeuge folgen, um die Datenlage zu erweitern.

Abbildung 1: Kalibrierung im Bereich von 0,1 bis 1,0 ng/mL Beryllium

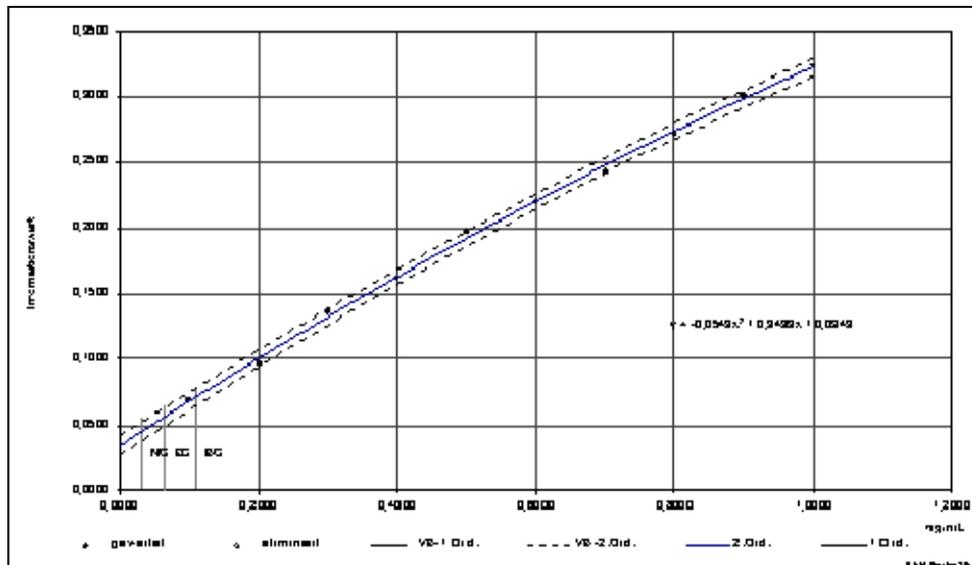


Tabelle 1: Ergebnisse der Beryllium-Messungen

	Probevolumen	Proben-Code	Be-Gehalt
	m³		ng/m³
enginestart on ground	0,32	Be-1	< 2
enginestart on ground	0,31	Be-2	< 2
Kurzstrecke	2,60	Be-3	< 0,25
Kurzstrecke/Training	2,51	Be-4	< 0,25
Training	5,15	Be-5	< 0,12
Training	1,66	Be-6	< 0,36

## Literatur

- [1] Pressemitteilung Markus Tressel, MdB, Antrag: Kabinenluft verbessern, 07.11.2011
- [2] Deutscher Bundestag, Drucksache 17/7480, 26.10.2011
- [3] Pressemitteilung, Deutscher Berufsverband der Umweltmediziner e.V., [http://www.dbuonline.de/fileadmin/Veroeffentlichungen/Artikel\\_zur\\_Pressemitteilung120810.pdf](http://www.dbuonline.de/fileadmin/Veroeffentlichungen/Artikel_zur_Pressemitteilung120810.pdf) , 13.10.2010
- [4] Protokoll des Fachgesprächs am 17.05.2006 in Berlin zum Thema: Berylliumexposition – ein unerkanntes Arbeitsschutzproblem in Deutschland? <http://www.baua.de/de/ThemenvonAZ/Gefahrstoffe/Stoffinformationen/pdf/Beryllium.pdf?blob=publicationFile&v=3>, 17.05.2006
- [5] van Kampen V, Bünger J, Merget R, Brüning Th,: Lungentumor durch die Bearbeitung berylliumhaltiger Werkzeuge?, BGFA-Info 02/08
- [6] Deutsche Forschungsgemeinschaft, MAK- und BAT-Werte-Liste 2010, Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe, Mitteilung 46, Wiley-VCH Verlag, Weinheim
- [7] Analytischen Methoden zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe – Luftanalysen, Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), Band 1, 16. Lieferung, 2009, Hartwig, A. (Hrsg.), Wiley-VCH Verlag, Weinheim
- [8] International Programme on Chemical Safety, Environmental Health Criteria 106, Beryllium, WHO 1990
- [9] [http://geodaten.guetersloh.de/umblick\\_neu/index.php?id=75](http://geodaten.guetersloh.de/umblick_neu/index.php?id=75)

## Erfahrungen mit einem Betrieblichen Präventionsprogramm "Knochengesundheit"

Klaus Schmid<sup>1</sup>, Greta Flüh<sup>1</sup>, Barbara Schaller<sup>1</sup>, Kerstin Hiddemann-Koca<sup>1</sup>, Hans Drexler<sup>1</sup>, Tanja Bergmann<sup>2</sup>, Christof Schöff<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, <sup>2</sup>Schwerpunkt Endokrinologie und Diabetologie, Medizinische Klinik 1, Universitätsklinikum Erlangen

### Ziel der Studie

Osteoporose zählt zu den großen „Volkskrankheiten“. Auch wenn die kostenintensiven Folgeerscheinungen der Osteoporose meist erst im höheren Lebensalter auftreten, so muss die Prävention Jahre bis Jahrzehnte früher erfolgen. Für die Prävention und Früherkennung der Osteoporose ist deshalb ein betriebliches Setting sehr gut geeignet.

### Probanden und Methode

Im Zeitraum von Mai bis November 2011 wurde allen Beschäftigten des Universitätsklinikums Erlangen die Teilnahme an einem Präventionsprogramm „Knochengesundheit“ zu Sonderkonditionen (Eigenbeteiligung 35 €) angeboten. Die Untersuchung umfasste neben einer detaillierten Anamnese und einer Messung der Knochendichte (DEXA Lunar Prodigy; GE Healthcare, München) auch eine umfangreiche Untersuchung von Laborwerten (BSG; großes Blutbild, Calcium, Phosphat, Kreatinin, Gamma-GT, Eiweiß-Elektrophorese, alkalische Knochenphosphatase, 25-Hydroxy-Vitamin-D) und Hormonwerten (TSH; Östradiol und FSH bzw. Testosteron und LH). Die Knochendichtewerte wurden als Abweichungen vom Normalen in Vielfachen einer Standardabweichung (als sogenannter T-Wert, engl. t-score, dimensionslose Größe) angegeben. Nach der gültigen Definition der WHO liegt eine Osteoporose vor, wenn der Messwert der Knochendichtemessung mindestens 2,5 Standardabweichungen unter dem Durchschnitt der geschlechtsgleichen 30-jährigen Gesunden (*peak bone mass*) liegt, d.h. ein T-Wert  $\leq -2,5$  vorliegt. Zwischen -1 und -2,5 Standardabweichungen wird von einer Osteopenie gesprochen. Für alle Teilnehmer wurde ein Internet-basierter Risikotest des Dachverbandes Osteologie (DVO) durchgeführt. (<http://www.dv-osteologie.org>).

Jeder Teilnehmer erhielt einen detaillierten Befundbericht mit weiteren Empfehlungen und Hinweisen zur Prävention der Osteoporose.

### Ergebnisse

Insgesamt wurden 272 Probanden untersucht. Zu 94% nahmen Frauen das Untersuchungsangebot wahr. Das mittlere Alter betrug  $49,5 \pm 6,8$  Jahre. Von zwei Probandinnen liegen keine Knochendichtewerte vor. Die meisten TeilnehmerInnen kamen aus der Verwaltung und dem Bereich der Pflege.

Mittels Osteodensitometrie wurde bei 28,1 % der Untersuchten eine Osteopenie festgestellt, bei 4,4% fand sich eine Osteoporose. Eine geschlechtsspezifische Darstellung zeigt die folgende Tabelle:

	Normalbefund (n)	Osteopenie (n)	Osteoporose (n)
Männer (n=16)	11 (69%)	5 (31%)	0
Frauen (n= 254)	171 (67%)	71 (28%)	12 (5%)

Von den 12 Frauen mit Osteoporose ist bei zwei Frauen nach den DVO Leitlinien eine Therapie angezeigt.

Für alle Teilnehmer wurde ein Internet-basierter Risikotest des Dachverbandes Osteologie (DVO) durchgeführt. (<http://www.dv-osteologie.org>). Dieser erwies sich als wenig aussagekräftig hinsichtlich der Vorhersage eines pathologischen Befundes bei der Osteodensitometrie (positiver prädiktiver Wert: 0,43; negativer prädiktiver Wert 0,68). Die Sensitivität lag bei 6,8% und die Spezifität bei 96%.

Der Vitamin D Wert betrug im Mittel  $23,2 \pm 8,8$  ng/ml (Abbildung 1). In 81,6 % der Fälle lag der Wert unterhalb des Referenzbereiches von 30-70 ng/ml. 31,6% der Messwerte waren unterhalb von 20 ng/ml. Bei 4,0 % fand sich sogar ein schwerer Vitamin D Mangel (Messwert <10,0 ng/ml). Nur in einem Fall wurde unter bekannter Substitution der obere Normwert überschritten (Messwert: 92,5 ng/ml).

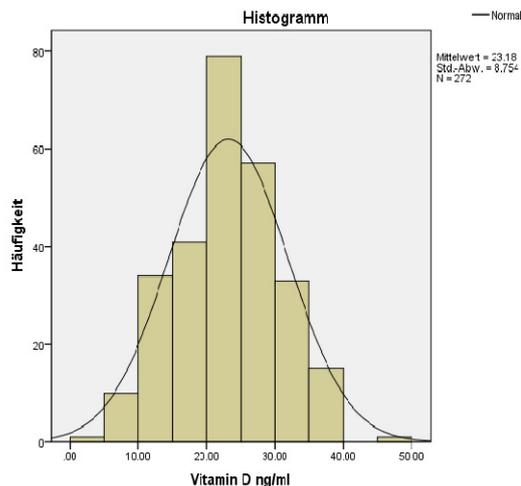


Abbildung 1: Verteilung der Vitamin D Werte (ohne Ausreißer mit 92,5 ng/ml).

Als Nebenbefunde wurden in drei Fällen ein M-Gradient bei der Eiweißelektrophorese und in einem Fall aufgrund von Blutbildveränderungen eine monoklonale B-Zell Lymphozytose diagnostiziert.

#### Schlussfolgerungen

Bei zunehmend älter werdenden Belegschaften sollte auch das Gesundheitsthema „Osteoporose“ im Rahmen von betrieblichen Präventionsmaßnahmen Berücksichtigung finden. Die Ergebnisse unseres Präventionsprogrammes belegen eine hohe Anzahl auffälliger Befunde. Die entsprechenden Mitarbeiter können von frühzeitig einsetzenden gezielten Präventions- bzw. Therapiemaßnahmen profitieren. Einschränkend ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Teilnehmer sicher nicht repräsentativ für die gesamte Belegschaft sind, sondern dass gewisse Selektionseffekte unterstellt werden müssen.

## Übergewicht, Taillenumfang und Begleiterkrankungen bei Bauarbeitern

**D. Seidel, B. Hartmann, D. Segat, A. Wahl-Wachendorf**

Arbeitsmedizinisch-Sicherheitstechnischer Dienst der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft, Berlin

### Einleitung

Übergewicht bzw. Adipositas kann zu Einschränkungen der Lebensqualität sowie zu Begleit- bzw. Folgeerkrankungen wie Typ-II-Diabetes, Fettstoffwechselstörungen, Hypertonie und anderen Herz-Kreislauf-Erkrankungen führen. Im Arbeitsleben kann es zudem die körperliche Leistungsfähigkeit und die Einsatzfähigkeit z.B. bei Arbeiten mit Atemschutzgeräten einschränken.

In der betrieblichärztlichen Praxis wird das Ausmaß des Übergewichts i.d.R. mittels Body-Mass-Index (BMI) beurteilt. Der Taillenumfang (TU) ist ein anerkanntes Maß für das viszerale Fettdepot und für das damit verbundene metabolische und kardiovaskuläre Risiko[1]. Er und seine Verknüpfung mit dem BMI werden in der Praxis allerdings seltener benutzt.

An einem Bauarbeiterkollektiv sollen Zusammenhänge zwischen BMI, TU und dem Risiko für Begleiterkrankungen vorgestellt und diskutiert werden.

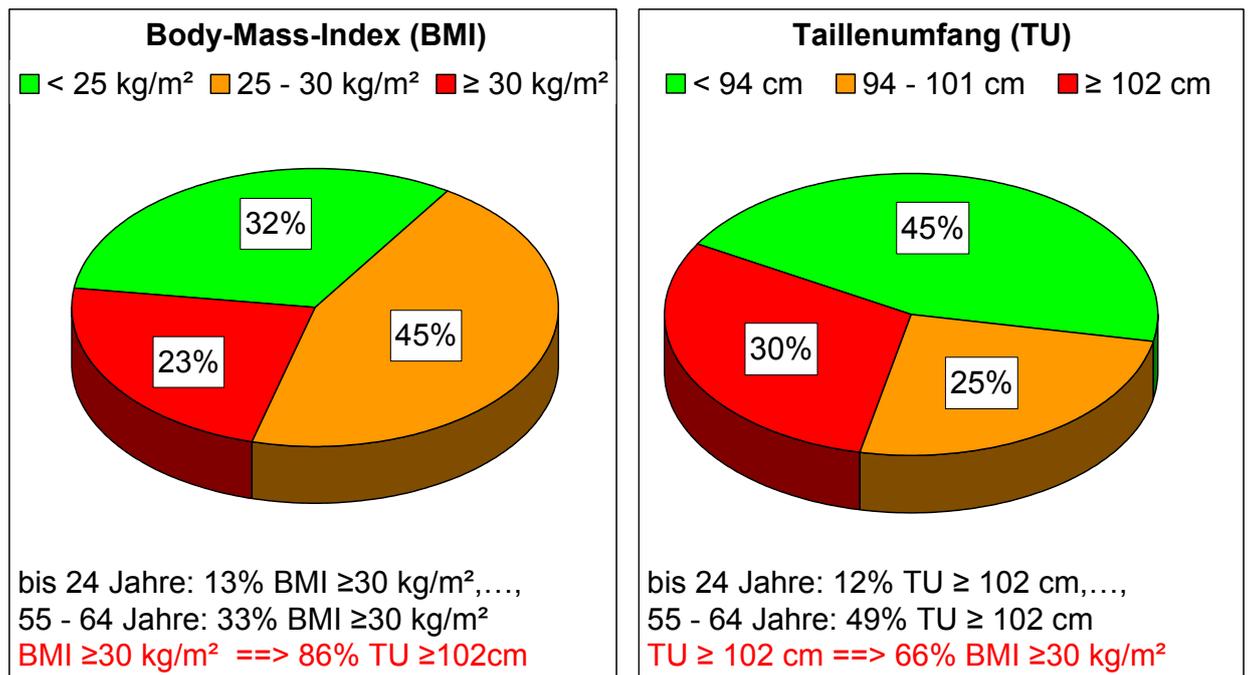
### Methode

Daten arbeitsmedizinischer Vorsorgeuntersuchungen (1998-2010, ca. 600.000 Beschäftigte) sowie der METABAU-Studie (2007-2009, ca.14.000, nur hier wurde der Taillenumfang bestimmt) männlicher Beschäftigter der Bauwirtschaft wurden analysiert. Anhand des großen Pools werden Bedeutung und Entwicklung von Übergewicht und Adipositas dargestellt sowie Vergleiche mit Bevölkerungsdaten des Mikrozensus durchgeführt.

Im Studienkollektiv wurden Zusammenhänge zwischen BMI, TU und Begleiterkrankungen analysiert. Das Erkrankungsrisiko für Typ-2-Diabetes, Bluthochdruck und andere kardiovaskuläre Erkrankungen wurde in Abhängigkeit von Taillenumfang und Body-Mass-Index klassifiziert [2]. Adipositas Stufe 3 (BMI  $\geq 40$  kg/m<sup>2</sup>) wird demnach stets ein extrem hohes und Adipositas Stufe 2 (BMI 35,0-39,9 kg/m<sup>2</sup>) ein sehr hohes Erkrankungsrisiko zugewiesen. Ebenfalls ein sehr hohes Risiko haben Personen mit BMI 30,0 – 34,9 kg/m<sup>2</sup> und Taillenumfang  $\geq 102$  cm (Männer) bzw. bzw. 88 cm (Frauen).

## Ergebnisse

Angepasst an die Altersverteilung deutschlandweiter Daten (Alter 18-64 Jahre) zeigt sich für den mittleren BMI: Bevölkerung 1999 (2009) 25,7 kg/m<sup>2</sup> (26,1), Bauarbeiter-Pool 26,7 (27,2). Adipositas (BMI ≥ 30 kg/m<sup>2</sup>) haben: Bevölkerung 1999 (2009) 11,6% (14,6), Bauarbeiter-Pool 18,7% (22,1). Besonders gravierend fällt der Unterschied und der Anstieg bei den jüngeren Bauarbeitern (20-24) von 6,2% (1999) auf 10,5% (2009) auf (Bevölkerung: 3,5% auf 5,4%).



**Abbildung 12** BMI und Taillenumfang – alle Männer

Das METABAU-Kollektiv weist im Mittel einen BMI von 27 kg/m<sup>2</sup> und einen TU von 96 cm auf. 23% haben einen BMI ≥30 kg/m<sup>2</sup> und 30% ein TU ≥102cm (vgl. Abb.1). Kreuzt man BMI und TU und benutzt die Risikoschätzungen der NIH, haben 33% ein hohes bis extrem hohes Erkrankungsrisiko. Bei den jüngeren (bis 24) sind es 16%, bei den älteren (55+) bereits 51%. Bei 39% dieser Hochrisikopersonen wurden bereits mindestens zwei der in Abbildung 2 dargestellten Erkrankungen festgestellt. In den Gruppen BMI ≥25 bzw. 30 kg/m<sup>2</sup> wären es 29 bzw. 42%. Der Zuwachs an Risikopersonen korreliert stark mit der Körpergröße. So ist ein Drittel ≥184 cm groß.

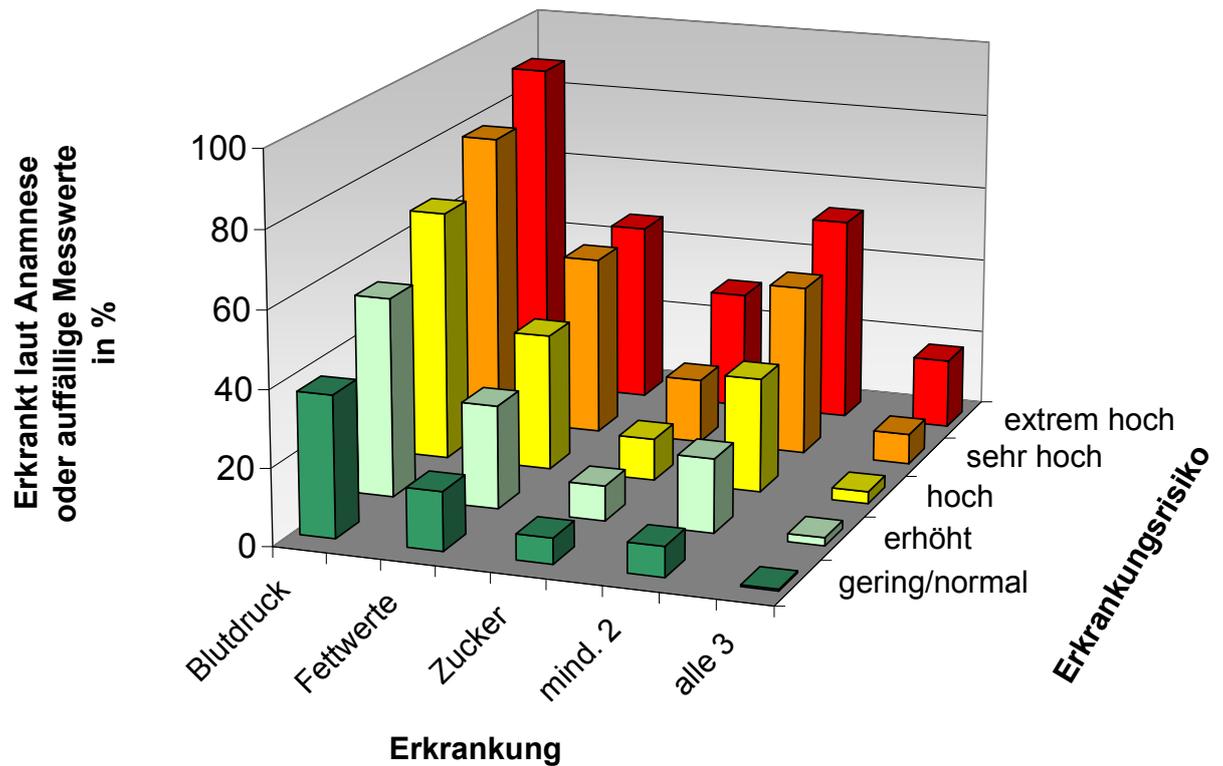


Abbildung 13 Ausgewählte Erkrankungen in Abhängigkeit von der Risikoklassifikation [2] - alle Männer

### Schlussfolgerung

Der generelle Trend zum Übergewicht ist in der Bauwirtschaft deutlich ausgeprägt. Fehlernährung mit hoher Energiezufuhr bei geringerem Energieverbrauch (beruflich häufig hohe Kraftbelastungen bei geringer Ausdauerbelastung und damit weniger dynamische Arbeiten) sind eine mögliche Ursache. Das frühe Erkennen von Risikopersonen und eine umfassende Beratung zu beeinflussbaren Faktoren spielt daher in der betrieblichen Gesundheitsförderung eine bedeutende Rolle. 2011 und 2012 spiegelt sich dies beim ASD der BG BAU u.a. im gewählten Schwerpunktthema „Wohlstandkrankheiten wie Bluthochdruck, Übergewicht und Diabetes“ wider[3].

Der Taillenumfang kann einfach und ohne teure Messinstrumente jederzeit bestimmt werden. Er sollte in Verbindung mit dem BMI als Instrument zur Risikoeinstufung und -kommunikation auch in der betriebsärztlichen Tätigkeit genutzt werden.

Ein Übergang vom Taillenumfang zum Taillen-Körpergrößen-Index sollte ebenso geprüft werden wie eine Anpassung der Schwellenwerte.

**Literatur**

[1] WHO Waist circumference and waist-hip ratio: report of a WHO expert consultation, Geneva, 8–11 December 2008.

[2] NHLBI Obesity Education Initiative. The practical guide: Identification, evaluation and treatment of overweight and obesity in adults. National Institutes of Health (NIH Publication Number 00-4084), 2000.

[3] Konerding, J.: Jeder kann was tun - Wohlstandskrankheiten wie Bluthochdruck, Übergewicht und Diabetes sind 2011 Schwerpunktthema des Arbeitsmedizinisch-Sicherheitstechnischen Dienstes der BG BAU, BG BAU aktuell, 2, 2011: 22-23

## **Lassen sich Beschäftigte mit hohen körperlichen Belastungen am Arbeitsplatz für nachhaltige Gesundheitsförderung gewinnen? Eine Pilotstudie bei Mitarbeitern von Forstbetrieben**

**Michaelis M.<sup>1,2</sup>, Blomberg N.<sup>1</sup>, Rieger M.A.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Institut für Arbeitsmedizin, Sozialmedizin und Versorgungsforschung, Tübingen

<sup>2</sup> FFAS - Freiburger Forschungsstelle Arbeits- und Sozialmedizin, Freiburg

### Hintergrund und Ziele

Beschäftigte im Forstdienst üben häufig körperlich stark beanspruchende Tätigkeiten aus und weisen gegenüber Büroangestellten bis zu 4,5-fach erhöhte Arbeitsunfähigkeitsraten auf [1]. Erkrankungen des Bewegungsapparates und gesundheitsbezogene Risikofaktoren treten in den Vordergrund [2]. Als Beitrag zur Demografiefestigkeit von Forstbeschäftigten fand im Landkreis Heidenheim (Baden-Württemberg) ein auf acht Termine à 1,5 Stunden befristetes wöchentliches betriebliches Gesundheitsförderungsangebot (BGF) der AOK statt. In dieses verpflichtende Angebot wurde die Zielgruppe „Jüngere“ (Auszubildende) ausdrücklich eingeschlossen. Im Fokus standen Elemente der klassischen Rückenschule plus allgemeine Informationen zur Gesundheitsprävention (Lebensstil, Stressbewältigung).

Die Begleitevaluation im Sinne einer Machbarkeitsstudie (d.h. ohne Kontrollgruppendesign) zur Akzeptanz der Maßnahme umfasste folgende Fragestellungen: Sind Beschäftigte mit hohen körperlichen Belastungen am Arbeitsplatz bereit, solche BGF-Angebote auch längerfristig in ihren Alltag zu integrieren? Wie wird die Maßnahme beurteilt? Welche Gesundheitsthemen wünschen sich die Beschäftigten in Zukunft (Bedarfe)? Unterscheiden sich „jüngere“ (Auszubildende) von „älteren“ Beschäftigten?

### Methoden

Mittels standardisiertem Fragebogen 14 Tage nach Kursende wurde die Kursbewertung (Schulnoten), der Grad erfüllter Erwartungen an den Kurs, die Bereitschaft, auch in Zukunft an BGF-Maßnahmen während der Arbeits- bzw. Freizeit teilzunehmen, sowie Interessen an zukünftigen Gesundheitsthemen erhoben. (Zu weiteren Methoden zur Messung subjektiv erhobener Gesundheitseffekte siehe Michaelis et al. [3], P70 in diesem Band). Die Ergebnisse wurden querschnittlich deskriptiv und der Vergleich von Auszubildenden („Azubis“) und ausgebildeten Beschäftigten über Mittelwertvergleiche (Mann-Whitney-U-Test, SPSS 18, Signifikanzschwelle  $p < .05$ ) analysiert. Als Effektstärkemaß gilt  $\phi$  ( $z_{\text{MW-U}}/\sqrt{n}$ ).

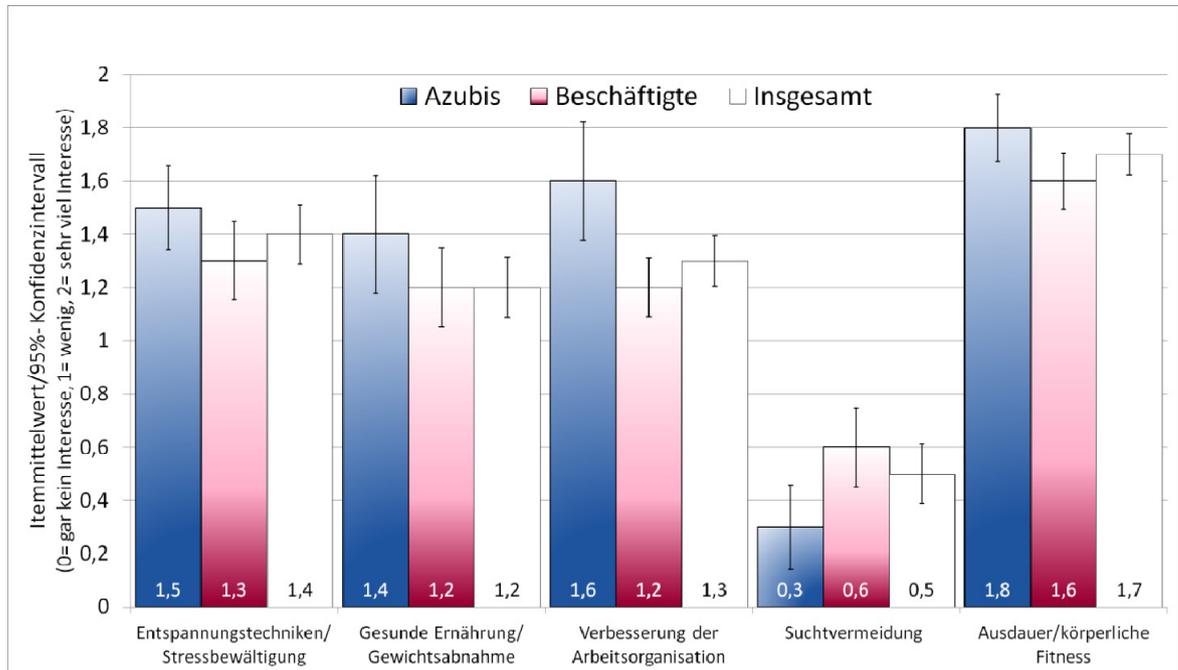
### Datenrücklauf, Kursbeteiligung und Kollektiv

An der Befragung beteiligten sich n=48 der 55 männlichen Kursteilnehmer; n=39 von 46 nahmen an mindestens sechs der acht wöchentlichen Termine teil. Das Kollektiv bestand aus 34 Forstwirten/-schaftsmeistern, zwei Revierleitern und 10 Auszubildenden. Altersdurchschnitt: Beschäftigte 46 Jahre (Standardabweichung SD= 8), Azubis 21 Jahre (SD= 12, Median: 18).

### Ergebnisse

Die Azubis bewerteten den Kurs tendenziell besser als die Beschäftigten (mittlere Gesamtnote  $1,6 \pm 0,4$  (SD) vs.  $2,0 \pm 0,5$ ;  $p_{(MW-U)} = 0,06$ ;  $\phi = 0,29$ ). Der Indexmittelwert für die Bereitschaft, auch in der Freizeit an einer BGF-Maßnahme teilzunehmen (0= „nein, auf keinen Fall“ bis 10= „ja, sehr gerne“), lag bei  $6,5 \pm 2,3$  Punkten (Median: 7), teils in der Arbeits-, teils in der Freizeit bei 7,8 Punkten ( $\pm 2,9$ ; Median: 9). Statistisch und praktisch bedeutsame Unterschiede zwischen Auszubildenden und Beschäftigten bestanden nicht ( $p_{(MW-U)} = 0,14$  bzw.  $0,84$ ;  $\phi = 0,23$  bzw.  $0,03$ ).

Ausdauer und körperliche Fitness war für die Befragten die wichtigste Zielgröße für zukünftige BGF-Angebote, gefolgt von Stressbewältigung und Ernährungsthemen (Abbildung 1); Suchtvermeidung war für einige Befragte ein Thema; jeweils ohne statistisch und praktisch bedeutsame Unterschiede zwischen Azubis und Beschäftigten ( $p_{(MW-U)}$  jeweils  $>0,1$ ;  $\phi$  jeweils  $<0,3$ ). Themen zur Arbeitsorganisation interessierten die Azubis tendenziell mehr als ihre Kollegen mit Erfahrung ( $p_{(MW-U)} = 0,09$ ,  $\phi = 0,3$ ).



**Abb.1: Interesse an besonderen BGF-Themen: Item-Mittelwerte (standardisierte Mehrfachantworten; n=39-43 gültige Nennungen von 48)**

### Schlussfolgerung

Die Ergebnisse dokumentieren eine hohe Akzeptanz und eine hohe Bereitschaft für zukünftige Kurse, die offenbar auch in der Freizeit willkommen wären. Dies ermutigt zu der Schlussfolgerung, dass auch Beschäftigte, die bereits am Arbeitsplatz einen hohen körperlichem Einsatz zeigen müssen, für die Teilnahme an Bewegungsangeboten motivierbar sind, die über eine (verpflichtende) Teilnahme im betrieblichen Rahmen hinaus gehen. Diese Annahme gilt gleichermaßen für langjährige wie für junge Mitarbeiter. Die Verallgemeinerbarkeit dieser Ergebnisse sollte in größeren Kollektiven überprüft werden.

### Danksagung und Finanzierung der Studie

Die Autoren danken allen Studienteilnehmern und -organisatoren. Das Projekt wurde aus Eigenmitteln finanziert. Die Arbeit des Instituts für Arbeitsmedizin, Sozialmedizin und Versorgungsforschung Tübingen wird finanziell unterstützt durch den Verband der Metall- und Elektroindustrie Baden-Württemberg e.V. (Südwestmetall).

## Literatur

- [1] Liebers F, Brendler C, Walzer Liebers, Latza U. Arbeitsunfähigkeit durch Muskel-Skelett-Erkrankungen in land- und forstwirtschaftlichen Berufen in Deutschland – Ergebnisse einer Sekundärdatenauswertung für das Jahr 2008 (Abstract P16). *Arbeitsmed. Sozialmed. Umweltmed.* 46, 3, 2011, 184
- [2] Blomberg N, Michaelis M, Freist-Dorr M, Wolff D, Rieger MA. Auch Forstarbeiter werden älter. Ansätze für die betriebliche Gesundheitsförderung (P68). in Triebig G (Hrsg.): *Dokumentationsband zur 51. Wissenschaftliche Jahrestagung der DGAUM in Heidelberg, 9.-12.3.2011*, Eigenverlag, 2011, 574-577
- [3] Michaelis M, Blomberg N, Rieger MA Effekte betrieblicher Gesundheitsförderung bei Beschäftigten im Forstbetrieb – Ergebnisse einer Pilotstudie (Abstract P70). *Arbeitsmed. Sozialmed. Umweltmed.* 47, 3, 2012, 189

## Effekte betrieblicher Gesundheitsförderung bei Beschäftigten im Forstbetrieb - Ergebnisse einer Pilotstudie

Michaelis M.<sup>1,2</sup>, Blomberg N.<sup>1</sup>, Rieger M.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut für Arbeitsmedizin, Sozialmedizin und Versorgungsforschung, Tübingen

<sup>2</sup> FFAS - Freiburger Forschungsstelle Arbeits- und Sozialmedizin, Freiburg

### Hintergrund und Ziele

Eine befristete Maßnahme zur betrieblichen Gesundheitsförderung (BGF) für Auszubildende und Beschäftigte in Forstberufen wurde als Pilotstudie ohne Kontrollgruppendesign evaluiert (Rückenschule plus allgemeine Informationen zum gesundheitsbezogenen Lebensstil und zur Stressbewältigung). Details zum Design der Intervention und zur Frage der Machbarkeit werden im Beitrag P69 in diesem Band referiert [1]. Die Fragestellung für den hier vorliegenden Beitrag lautet: Welche *Effekte* können im Rahmen dieser befristeten BGF-Maßnahme identifiziert werden? Im Fokus stehen die Rückengesundheit, der Funktionsstatus des Bewegungsapparates, das Bewegungsverhalten, der Erwerb gesundheitsbezogener Kompetenzen und die allgemeine Selbstwirksamkeitserwartung.

### Methoden

Die ausschließlich subjektiv basierte Datenerhebung erfolgte mittels standardisiertem Fragebogen (Basiserhebung T0, Follow up T1 zehn Wochen später). Es kamen ausschließlich validierte Instrumente zum Einsatz, unter anderem: (a) zu Beschwerden des Stütz- und Bewegungsapparats: Nordischer Fragebogen [2]; (b) zum motorischen Funktionsstatus: FFBS-Mot mit den vier Subskalen Kraft, Beweglichkeit, Ausdauer, Koordination und den Zusatzskalen „minimale körperliche bzw. sportliche Leistungsfähigkeit“ (ADL/SPORT) [3], (c) zum Gesundheitsverhalten sowie zum Tabak- und Alkoholkonsum Fragen aus dem nationalen Bundesgesundheitsurvey 1998/99 [4] und dem Fragebogen zur „Motivation zu sportlicher Aktivität“ [5], (d) zur allgemeinen Selbstwirksamkeitserwartung (SWE) [6] und (e) zum Gesundheitsbewusstsein (zu T1) Fragen aus dem „IKKimpuls-Handbuch Evaluation“ [7].

Die Ergebnisse wurden querschnittlich deskriptiv (Punkt e) auf der Basis gültiger Angaben bzw. längsschnittlich (Punkte a-d) mittels Wilcoxon-Test analysiert (SPSS 18, Signifikanzschwelle  $p < .05$ ). Als Effektstärkemaß gilt phi ( $Z_{Wilc} \sqrt{n}$ ).

### Datenrücklauf, Kursbeteiligung und Kollektiv

An der T1-Befragung beteiligten sich n=48 der 55 männlichen Kursteilnehmer (an T0 n=52); im Längsschnitt auswertbar waren n=40. Insgesamt 39 von 46 mit gültigen Angaben (T1) nahmen an mindestens sechs der acht wöchentlichen Termine teil. Das Kollektiv mit gültigen Angaben bestand aus 34 Forstwirten/Forstwirtschaftsmeistern, zwei Revierleitern und 10 Auszubildenden. Der Altersdurchschnitt lag bei 41 Jahren (Standardabweichung SD= 14; Datenbasis: T1).

### Ergebnisse

Auswertung im Querschnitt: Hinsichtlich gesundheitsbezogener Kompetenzen (siehe Abbildung 1) berichteten vier Fünftel einen Wissenszuwachs zur Entstehung und Vorbeugung von Muskel- und Skelettbeschwerden, drei Viertel gaben Verbesserungen ihrer Beweglichkeit und die Hälfte Effekte auf körperliche Beschwerden, den Umgang mit körperlichen Belastungen und Stressbewältigungskompetenzen an. Weiterhin reduzierten nach eigenen Aussagen 10 von 42 ihren Alkohol- und 9 von 33 ihren Zigarettenkonsum.

Auswertung im Längsschnitt: Keine statistisch bedeutsamen Effekte fanden sich bei den Aspekten Rücken-, Nacken- und Schulterbeschwerden (Siebentageprävalenz), sportliche Aktivitäten, den Skalen SWE und „Kraft/Ausdauer/Koordination/ADL/SPORT“ des FFB-Mot. Die Werte der FFB-Mot-Subskala „Beweglichkeit“ waren zum Zeitpunkt T1 signifikant besser als zu T0 ( $p_{Wilc} = 0,001$ ,  $\phi=0,53$ ; siehe Abbildung 2).

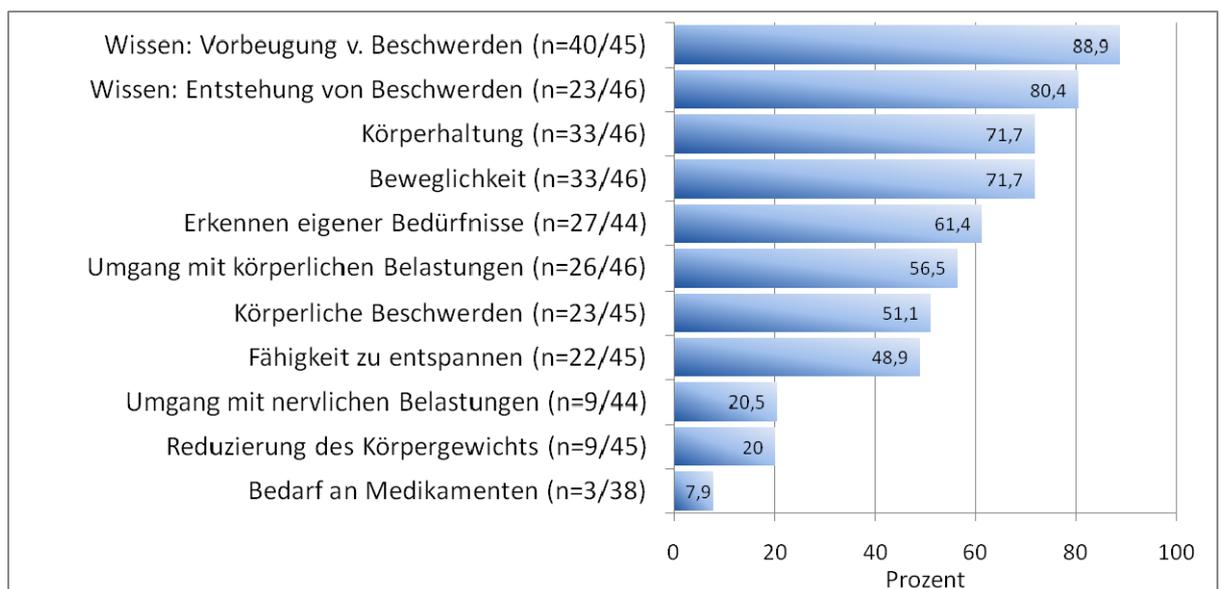


Abbildung 1: Verbesserung gesundheitsbezogener Kompetenzen (standardisierte

Mehrfachantworten, subjektive Angaben T1; Werte in Klammern: Anzahl "sehr/eher verbessert" von allen gültigen Angaben vs. "gleichgeblieben")

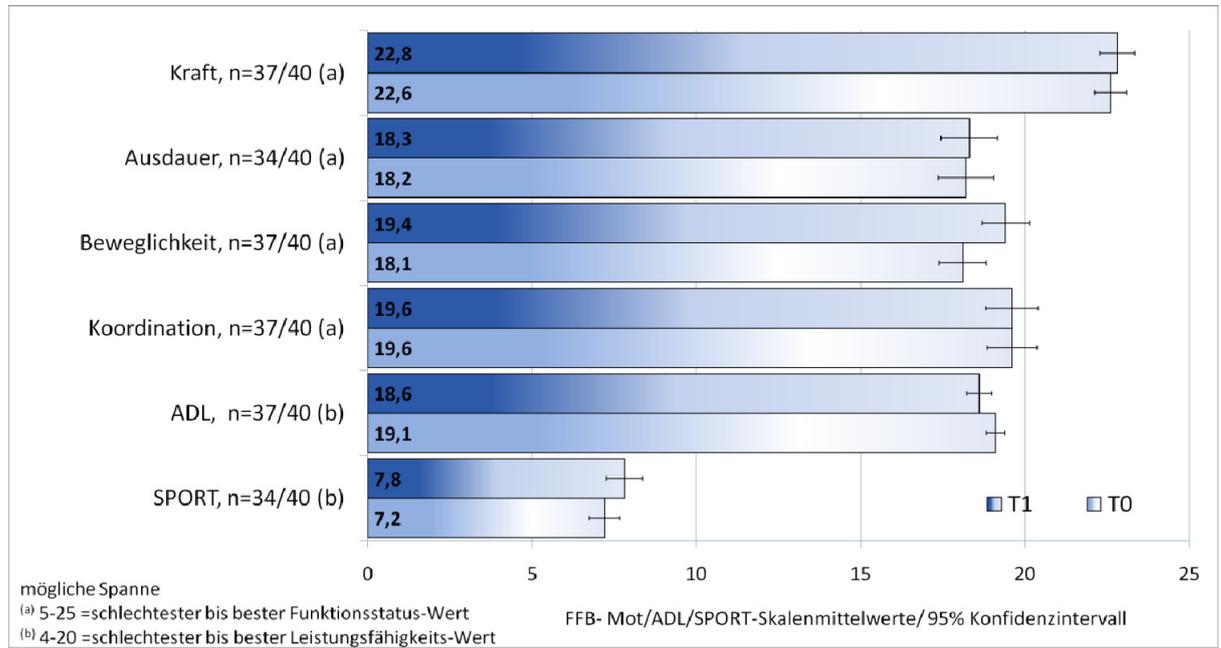


Abbildung 2: Motorischer Funktionsstatus (FFB-Mot) und körperliche bzw. sportliche Leistungsfähigkeit“ (ADL/SPORT), Längsschnitt-Vergleich T0-T1; n= Anzahl auswertbarer Werte

### Schlussfolgerungen

Zwar handelte es sich in dieser Machbarkeitsstudie um ein relativ kleines Kollektiv und einen kurzen Interventionszeitraum, dennoch konnte ein Zuwachs der subjektiv wahrgenommenen Beweglichkeit (FFB-Mot) deutlich gemacht werden. Weitere gesundheitsbezogene Effekte waren angesichts des geringen Zeitraums nicht zu erwarten. Die positiven subjektiven Einschätzungen der Intervention ermutigen zu einer Etablierung nachhaltig orientierter Gesundheitsförderungsangebote in der Berufsgruppe der Forstwirte und Waldarbeiter.

Die Qualität der Evaluation sollte dann mittels der bereits erprobten Erhebungsinstrumente im Kontrollgruppendesign mit der Messung von Langzeiteffekten und ggf. einer Ergänzung objektivierender Funktionstests gesichert werden.

### Danksagung und Finanzierung der Studie

Die Autoren danken allen Studienteilnehmern und -organisatoren. Das Projekt wurde aus Eigenmitteln finanziert. Die Arbeit des Instituts für Arbeitsmedizin, Sozialmedizin und Versorgungsforschung Tübingen wird finanziell unterstützt durch den Verband der Metall- und Elektroindustrie Baden-Württemberg e.V. (Südwestmetall).

### Literatur

(letzter Zugang von Internetmanuskripten 19.3.2012)

- [1] Lassen sich Beschäftigte mit hohen körperlichen Belastungen am Arbeitsplatz für nachhaltige Gesundheitsförderung gewinnen? Eine Pilotstudie bei Mitarbeitern von Forstbetrieben. Pilotstudie (Abstract P69). Arbeitsmed. Sozialmed. Umweltmed. 47, 3, 2012, 189
- [2] Kuorinka I, Jonsson B, Kilbom A, Vinterberg H, Biering-Sorensen F, Andersson G, Jörgensen K. Standardised Nordic questionnaires für the analysis of musculoskeletal symptoms. Appl. Ergonomics 18, 3, 1987, 233-237
- [3] Bös K, Abel T, Woll A, Niemann S, Tittlbach S, Schott N. Der Fragebogen zur Erfassung des motorischen Funktionsstatus (FFB-Mot). Diagnostika 48, 2, 2002, 101-111
- [4] RKI – Robert Koch-Institut. Bundes-Gesundheitssurvey. Das Gesundheitswesen 61, Sonderheft 2, 1999. Internet: [www.rki.de/cln\\_145/nn\\_201180/DE/Content/GBE/Erhebungen/Gesundheitsveys/BGS98/BGS98\\_\\_node.html?\\_\\_nnn=truetsnew/](http://www.rki.de/cln_145/nn_201180/DE/Content/GBE/Erhebungen/Gesundheitsveys/BGS98/BGS98__node.html?__nnn=truetsnew/)
- [5] Basler H-D, Keller S, Herda C, Ridder K. Selbstwirksamkeitserwartung, Entscheidungsbalance und rückenbewusstes Verhalten zur Prävention von Rückenschmerz - eine Studie zum transtheoretischen Modell. Zeitschrift für Medizinische Psychologie 4, 1998, 149-157. Internet: <http://iospress.metapress.com/content/12u53961jegjducp/fulltext.pdf>
- [6] Schwarzer R, Jerusalem M (Hrsg. Skalen zur Erfassung von Lehrer- und Schülermerkmalen. Dokumentation der psychometrischen Verfahren im Rahmen

der Wissenschaftlichen Begleitung des Modellversuchs Selbstwirksame Schulen. Freie Universität, Berlin 1999. Internet: <http://userpage.fu-berlin.de/~health/germscal.htm>

- [7] Riemann K, Gläser K. Evaluation der präventiven Kurse der IKK Baden-Württemberg. Zeitschrift für Gesundheitsförderung 2001. Internet: [www.gesomed.de/quellen/ikkbw-eva.pdf](http://www.gesomed.de/quellen/ikkbw-eva.pdf)

## Lassen sich Beschäftigte mit leichter arterieller Hypertonie durch „Motivierende Gesprächsführung“ zu einer Lebensstiländerung motivieren? Ergebnisse einer Machbarkeitsstudie

**Carmen Farian<sup>1,2</sup>, Martina Michaelis<sup>1,3</sup>, Barbara Schüle<sup>4</sup>, Martin K. Riedel<sup>4</sup>, Corinna Henkel-Hancock<sup>4</sup>, Studienteam „Ihr Blutdruck-Check“<sup>4</sup>, Helmut Schmidt<sup>4</sup>, Monika A. Rieger<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Institut für Arbeitsmedizin, Sozialmedizin und Versorgungsforschung, Universitätsklinikum Tübingen

<sup>2</sup>Institut für Allgemeinmedizin und Familienmedizin, Universität Witten/Herdecke.

<sup>3</sup>FFAS - Freiburger Forschungsstelle Arbeits- und Sozialmedizin Freiburg/Brsg

<sup>4</sup>Daimler AG, Health & Safety

### Ziel der Studie:

Bei erstmals diagnostizierter leichter arterieller Hypertonie (140-159/90-99 mmHg) ist eine Beratung der Betroffenen zu einer Änderung Lebensstil-assoziiierter Faktoren angezeigt. Vor dem Hintergrund der hohen Prävalenz der arteriellen Hypertonie unter Beschäftigten (bis 20%) kann das betriebsärztliche Setting zur entsprechenden Beratung wie auch zur Umsetzung der Lebensstiländerung im Rahmen der Betrieblichen Gesundheitsförderung genutzt werden. Im Rahmen einer Machbarkeitsstudie im Vorfeld einer geplanten späteren hypothesenüberprüfenden randomisiert-kontrollierten Studie (RCT) wurde für die betriebsärztliche Praxis ein auf der Technik der „Motivierenden Gesprächsführung“ (motivational interviewing - MI) fußendes Beratungskonzeptes für Beschäftigte mit leichter arterieller Hypertonie entwickelt. Die Intervention bestand in einer einmaligen betriebsärztlichen Beratung, die ergänzt wurde durch eine 4-malige telefonische Beratung durch geschultes nicht-ärztliches medizinisches Personal (sog. Health Coach). Das Beratungskonzept knüpft damit an positive Ergebnisse entsprechender Studien aus dem Bereich der klinischen und ambulanten Versorgung vor allem im englischsprachigen Bereich an (Details vgl. Manuskript zu P72 in diesem Tagungsband). Im Rahmen der Machbarkeitsstudie wurden Effekte der Beratung (Zielgrößen: Lebensstiländerungen, Blutdruckwerte) explorativ qualitativ und quantitativ erfasst.

### Methoden:

Für die Überprüfung der Machbarkeit eines RCT-Designs wurde die Pilotstudie bereits im randomisiert-kontrollierten Design durchgeführt. Die Sicherung der Diagnose im Vorfeld der Interventionsstudie erfolgte über mehrmalige Blutdruckmessungen [1]. In die Studie wurden n=17 Personen (Teilnahmerate 100%) eingeschlossen. Die Probanden der Interventionsgruppe (IG, n=9; 8 Männer, 1 Frau) erhielten eine einmalige betriebsärztliche Beratung (T0) gefolgt von vier telefonischen Beratungen durch einen sog. Health Coach (t1 – t4: t1=T0+1 Woche, t2=t1+1 Woche, t3=t2+3 Wochen, t4=t3+4 Wochen), jeweils mittels Motivierender Gesprächsführung (MI – zu den Details vgl. Manuskript zu P72), die Kontrollgruppe (KG, n=8 Männer) erhielt eine übliche betriebsärztliche Beratung. Inhalte der betriebsärztlichen Beratung waren in beiden Gruppen Risikofaktoren und Lebensstiländerung bei arterieller Hypertonie. Bei

der IG wurden dabei individuelle Gesundheitsziele im Hinblick auf Lebensstiländerungen vereinbart, in der KG lag der Schwerpunkt auf der Vermittlung von Informationen. Die Lebensstiländerung (qualitativ und quantitativ) (Summenscores zu Ernährungsgewohnheiten (Block Food Frequency Questionnaire BFFQ [2]) und/oder Bewegung (Freiburger Fragebogen zur Körperlichen Aktivität FFKA [3]) wurde als primäre Zielgröße, die Blutdrucksenkung (qualitativ) als sekundäre Zielgröße erfasst. Die Daten wurden mittels Fragebogen vor der betriebsärztlichen Beratung (T0) und zu T1 (Ende des Follow-up-Zeitraums, 6 Monate nach T0, d.h. rund 16 Wochen nach t4) erhoben und längsschnittlich ausgewertet. Eine Blutdruckveränderung als sekundäre Zielgröße wurde schriftlich erfragt, jedoch nicht gemessen. Weitere sekundäre Zielgrößen waren z.B. die allgemeine Selbstwirksamkeitserwartung, selbst eingeschätzte Gesundheit und gesundheitsbezogene Lebensqualität (nicht gezeigt). Die Ergebnisse werden auf Grund der für quantitative statistische Verfahren zu geringen Fallzahl auf deskriptiver Basis verglichen.

Ein positives Votum der zuständigen Ethikkommission der Medizinischen Fakultät und Universitätsklinikum Tübingen liegt vor (329/2010BO1).

### **Ergebnisse:**

Von den initial eingeschlossenen Probanden schieden in der IG im Verlauf der telefonischen Beratungen zwei Probanden aus. Die übrigen beteiligten sich an der Follow-up-Befragung. In der KG konnten zwei Personen nicht für die Follow-up-Befragung angesprochen werden, so dass letztlich 13 Probanden (IG n=7, KG n=6) für die Datenerhebung zu T1 zur Verfügung standen. Angaben zu den Blutdruckwerten lagen allerdings nur von acht Personen vor (IG n=5, KG n=3). Die Inhalte der betriebsärztlichen Beratung umfassten in beiden Gruppen Körpergewicht, Ernährung und Bewegung. In der IG erreichten in den nachfolgenden telefonischen Beratungen n=4 Personen ihre vorher definierten persönlichen Ziele. Im Hinblick auf die *primäre Zielgröße* Ernährungsverhalten zeigten sich in dem sehr kleinen Kollektiv in der IG eine leichte Zunahme des Verzehrs von Obst und Gemüse sowie eine Abnahme des Verzehrs von Fertiggerichten (Abbildung 1). Im Hinblick auf das Bewegungsverhalten kam es in beiden Gruppen zu einem Anstieg, wobei leichte Unterschiede zwischen beiden Gruppen in dem sehr kleinen Kollektiv auf die Angaben einzelner Personen zurückzuführen waren (Abbildung 2). Bei Betrachtung der *sekundären Zielgröße* Blutdruck ließ sich ein geringfügiger Unterschied zugunsten der IG dokumentieren: zum Zeitpunkt T1 waren hier 4/5 Personen normoton, in der KG dagegen ein 1/3.

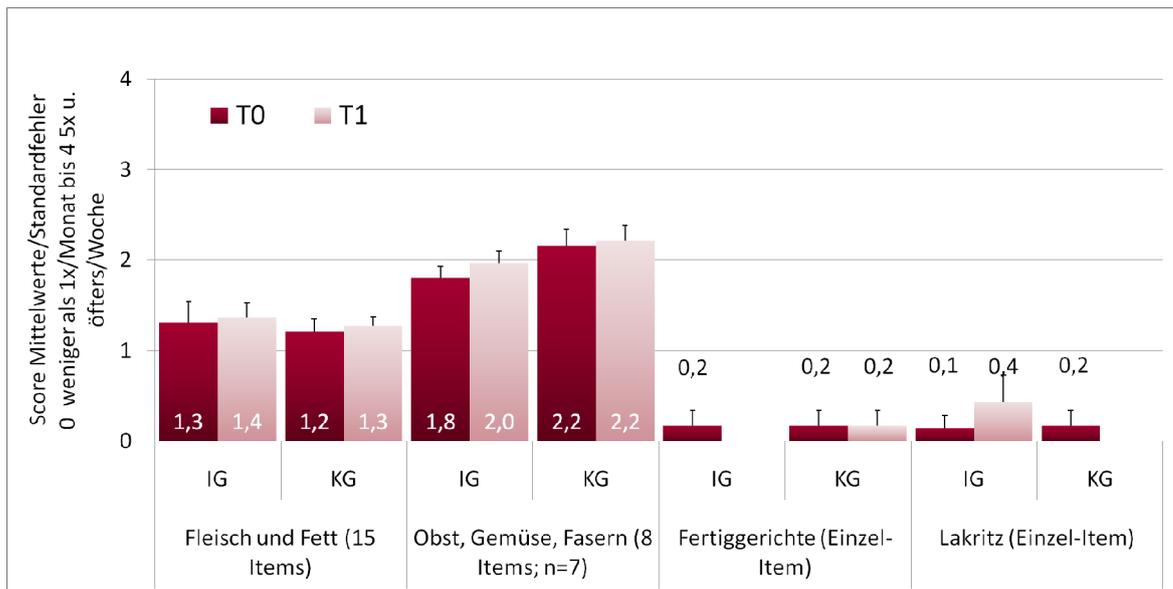


Abbildung 1: Angaben zum Ernährungsverhalten zu T0 und T1 (BFFQ/Einzelitems) zu T0 und T1 (0= weniger als einmal/Monat bis 4= 5x und öfters/Woche)

#### Diskussion, Limitationen und Schlussfolgerungen:

Im Rahmen der Machbarkeitsstudie konnten die Effekte der Intervention "Beratung zu Lebensstilfaktoren bei Beschäftigten mit leichter arterieller Hypertonie mittels motivierender Gesprächsführung durch Betriebsärzte und unter Einbeziehung nicht-ärztlichen medizinischen Personals" nur an einem kleinen Kollektiv untersucht werden. Die Zahl der untersuchten Probanden erlaubt keine statistisch fundierten Aussagen zur Effektivität der Intervention, erlaubt aber die Planung einer hypothesenüberprüfend angelegten Studie zur Überprüfung der Effektivität der Intervention. Nicht zuletzt in Zusammenschau mit der hohen Akzeptanz der MI-Beratung durch Betriebsärzte und den sog. Health Coach bei den Beschäftigten (vgl. Beitrag zu P72 in diesem Tagungsband) belegt die vorliegende Studie die generelle Machbarkeit einer entsprechenden randomisiert-kontrollierten Studie.

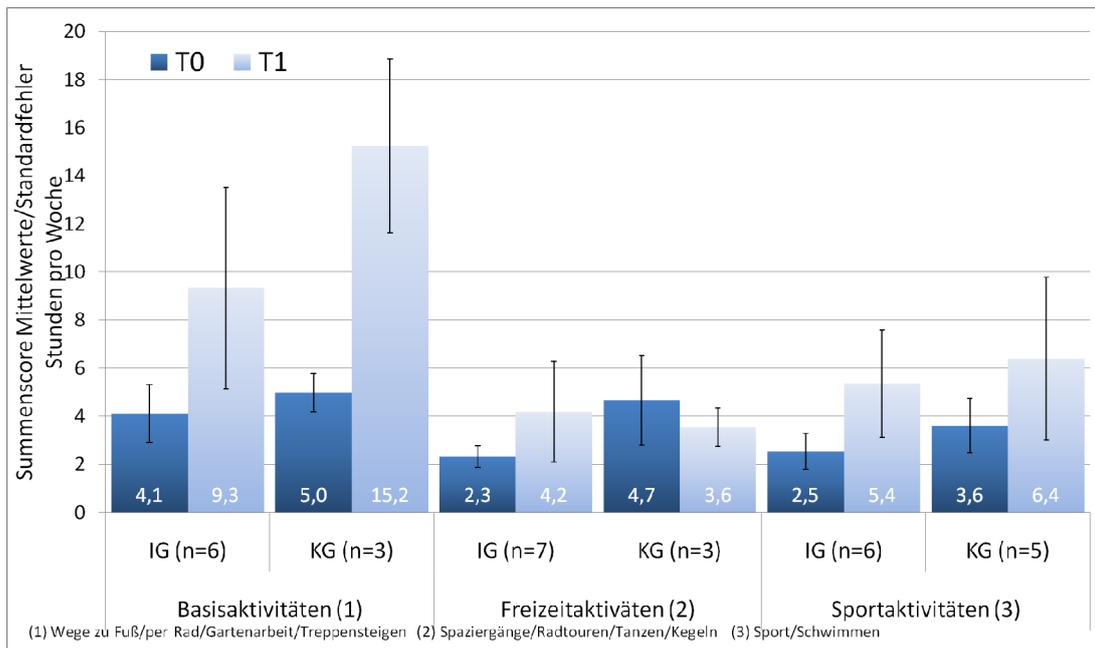


Abbildung 2: Körperliche Aktivität (Stunden / Woche) zu T0 und T1 (FFKA)

Die hier vorgestellten Daten sind Teilergebnisse der Dissertation der Erstautorin.

### Danksagung:

Die Autoren danken allen Probanden für die Mitwirkung an der Studie. Die Durchführung der Studie wurde personell bzw. finanziell unterstützt durch den Werksärztlichen Dienst Stuttgart der Daimler AG sowie durch die Daimler BKK. Die Arbeit des Instituts für Arbeitsmedizin, Sozialmedizin und Versorgungsforschung Tübingen wird finanziell unterstützt durch den Verband der Metall- und Elektroindustrie Baden-Württemberg e.V. (Südwestmetall).

### Literatur:

- [1] Farian C, Michaelis M, Schüle B, Riedel K, Studententeam „Ihr Blutdruck-Check“, Rieger MA. Wiederholende Blutdruck-Messung - Praktikabilität zweier Methoden zur Validierung hoher Messwerte bei Beschäftigten im werksärztlichen Setting. Ergebnisse einer Machbarkeitsstudie. In: GfA (Hrsg.): Gestaltung nachhaltiger Arbeitssysteme – Frühjahrstagung 2012, Eigenverlag, 2012, 923-926.
- [2] Block G. Improving diet methods, improving epidemiologic methods. Ann Epidemiol. 4, 1994, 257-258. Deutsche Version in: Suter PM. Checkliste Ernährung, 3., aktualisierte Auflage, Thieme, Stuttgart, 2008.
- [3] Frey I, Berg A, Keul J. Notwendigkeit der Erfassung von körperlicher Aktivität. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin, 47, 1996, 591-594

## **Implementierung einer Lebensstil-Beratung mittels „Motivierender Gesprächsführung“ in die betriebsärztliche Betreuung von Beschäftigten mit leichter arterieller Hypertonie**

**Carmen Farian<sup>1,2</sup>, Martina Michaelis<sup>1,3</sup>, Barbara Schüle<sup>4</sup>, Martin K. Riedel<sup>4</sup>, Corinna Henkel-Hancock<sup>4</sup>, Studienteam „Ihr Blutdruck-Check“<sup>4</sup>, Helmut Schmidt<sup>4</sup>, Monika A. Rieger<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Institut für Arbeitsmedizin, Sozialmedizin und Versorgungsforschung, Universitätsklinikum Tübingen

<sup>2</sup>Institut für Allgemeinmedizin und Familienmedizin, Universität Witten/Herdecke.

<sup>3</sup>FFAS - Freiburger Forschungsstelle Arbeits- und Sozialmedizin Freiburg/Brsg

<sup>4</sup>Daimler AG, Health & Safety

### **Ziel der Studie:**

Für die ambulante Versorgung wurde die sog. „Motivierende Gesprächsführung“ (motivational interviewing - MI) als effektive Beratungsstrategie in der Behandlung von Erkrankungen beschrieben, die mittels Lebensstiländerungen therapiert werden können. Hierbei kann MI auch von dafür geschultem nicht-ärztlichem medizinischen Personal erfolgreich durchgeführt werden [v. Nees & Sawatzky 2010, Hardcastle et al. 2008]. Wiederholt durchgeführt, stellen sich die Beratungen wirkungsvoller dar als einmalige ärztliche Beratungen. Vor dem Hintergrund der hohen Prävalenz der arteriellen Hypertonie unter Beschäftigten (bis 20%) wurde für die betriebsärztliche Praxis ein auf dieser Technik fußendes Beratungskonzept für Probanden mit leichter arterieller Hypertonie entwickelt. Das betriebliche Setting eignet sich in besonderem Maße zur Sekundärprävention von arterieller Hypertonie, da Betriebsärzte zum Einen Anlaufstelle sind für Menschen, die selten einen Hausarzt aufsuchen. Zum Anderen ist die Betreuung durch den Betriebsarzt kontinuierlich und kann die Möglichkeit bieten, Angebote der betrieblichen Gesundheitsförderung einzubinden. Das Beratungskonzept bestand aus einer einmaligen betriebsärztlichen Beratung mittels MI, die ergänzt wurde durch eine viermalige telefonische Beratung (ebenfalls MI) durch geschultes nicht-ärztliches medizinisches Personal (sog. Health Coach). Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, im Vorfeld einer späteren hypothesenüberprüfenden randomisiert-kontrollierten Studie (RCT) über eine Machbarkeitsstudie explorativ fördernde und hemmende Faktoren für die Implementierung des Beratungskonzepts in die betriebsärztliche Betreuung zu erfassen und die Beurteilung des Beratungskonzepts durch Probanden, Betriebsärzte und Health Coach zu erheben.

### **Methoden:**

In die randomisiert-kontrollierte Machbarkeitsstudie wurden Beschäftigte mit leichter arterieller Hypertonie (140-159/90-99 mmHg) ohne medikamentöse Behandlung eingeschlossen. Betriebsärzte und Health Coach wurden in einer eintägigen Schulung in MI geschult. Teilnehmer der Interventionsgruppe (IG) erhielten eine Beratung mittels MI durch einen Betriebsarzt (T0) und im Anschluss vier telefonische Beratungen mittels MI durch den Health Coach (t1 – t4: t1=T0+1 Woche, t2=t1+1 Woche, t3=t2+3 Wochen, t4=t3+4 Wochen). Inhalt der Beratungen war die Exploration von

Verhaltensweisen mit Risikopotential für arterielle Hypertonie und die Erarbeitung von individuellen, realistischen und konkreten Zielen, wie diese Verhaltensweisen um- oder eingestellt werden konnten. Betriebsärzte und Health Coach verwendeten einen für die Studie entwickelten Gesprächsleitfaden sowie eine einheitliche Dokumentation der Beratungen. Es erfolgte eine kontinuierliche Begleitevaluation mittels qualitativer Methoden (Prozessprotokoll) sowie eine Follow-up-Befragung (T1, für Details des Zeitpunktes siehe P71 des Tagungsbandes) mit qualitativen (halbstandardisierten Interviews) und quantitativen (Fragebogen) Verfahren. Teilnehmer der Kontrollgruppe (KG) erhielten einmalig eine übliche betriebsärztliche Beratung. Für die Evaluation standen die Daten von 15 der in die Studie eingeschlossenen 17 Personen (IG n=7/9, KG n=8/8) aus Verwaltung und Produktion zur Verfügung. Ein positives Votum der zuständigen Ethikkommission der Medizinischen Fakultät und Universitätsklinikum Tübingen liegt vor (329/2010BO1).

### Ergebnisse:

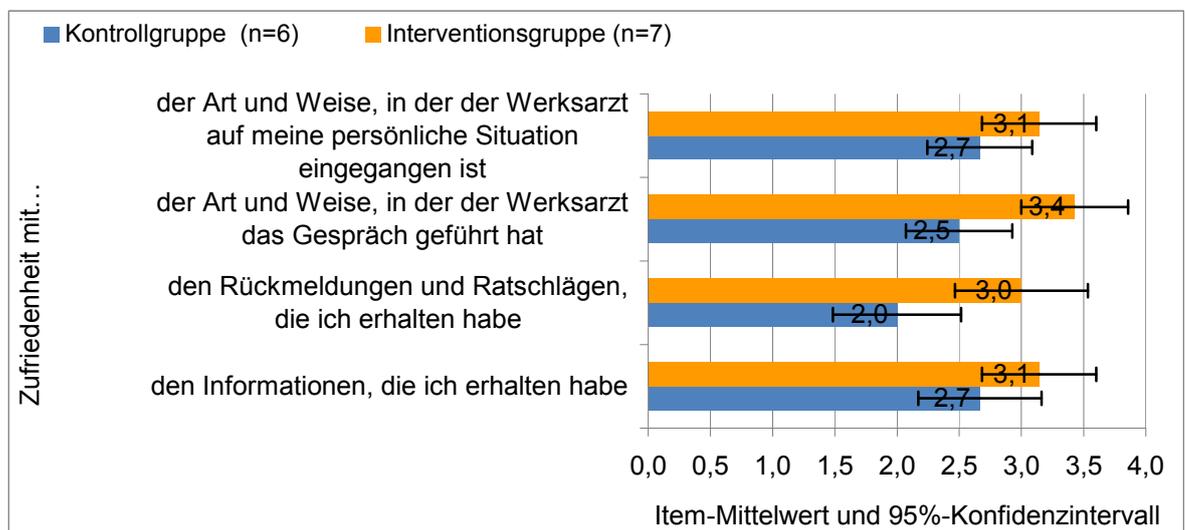
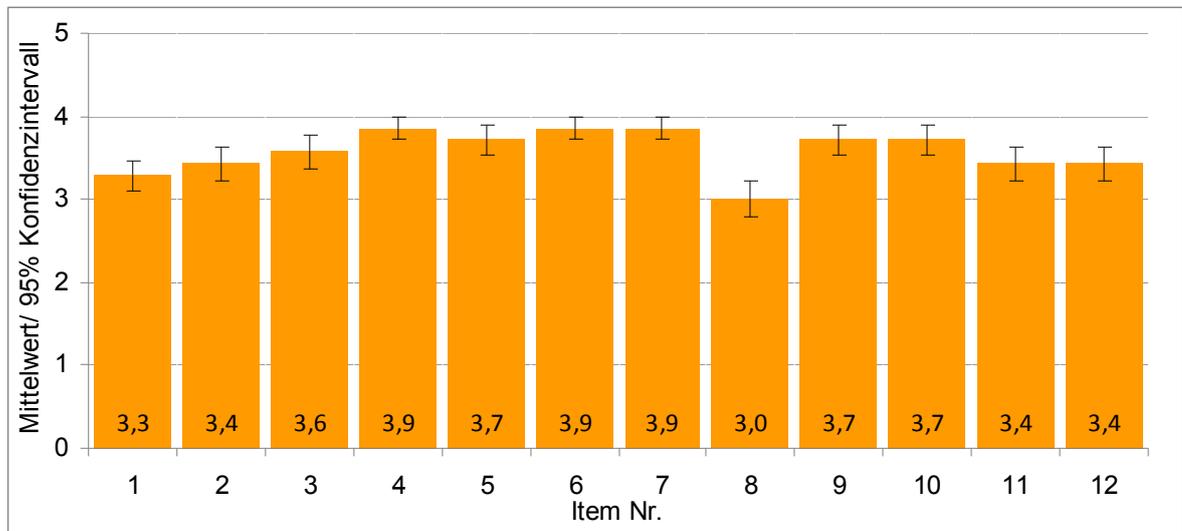


Abbildung 1: Zufriedenheit mit der ärztlichen Beratung (0= gar nicht, 4= sehr zufrieden)

Die Probanden der IG waren mit verschiedenen Aspekten der betriebsärztlichen Beratung durchschnittlich etwas zufriedener als diejenigen der KG (Abbildung 1). Die Zustimmung zu der Aussage, dass die Beratung durch den Betriebsarzt ein wichtiger Auslöser dafür war, das Gesundheitsverhalten ändern zu wollen, wurde in IG und KG mit jeweils 2,7 angegeben (MW; SD: IG 1,25, KG 1,51; 0= trifft gar nicht zu, 5= trifft voll zu). Die Beratung würde Freunden in der IG etwas stärker empfohlen werden (MW 3,1, SD 1,21) als in der KG (MW 2,3, SD 1,37).



- 1 Die Telefongespräche konnte ich gut in meinen Tagesablauf integrieren
- 2 Die Atmosphäre im Gespräch war positiv/angenehm
- 3 Ich fühlte mich verstanden und in meinen Sichtweisen ernst genommen
- 4 Mir wurde während des Gesprächs aufmerksam zugehört
- 5 Ich wurde ermutigt, über mein aktuelles Gesundheitsverhalten zu sprechen
- 6 Meine Entscheidungen und bisher Erreichtes während der Gespräche wurden anerkannt
- 7 Vereinbarte Ziele konnte ich in meinem eigenen Tempo erreichen
- 8 Die Telefongespräche waren ein wichtiger Auslöser, um mein Gesundheitsverhalten ändern zu wollen
- 9 Die Telefongespräche würde ich einem Freund/einem Kollegen empfehlen
- 10 Die Telefongespräche waren sehr hilfreich, um bei meinen Gesundheitszielen "am Ball" zu bleiben
- 11 Die Erwartungen, die ich an die Telefongespräche hatte, haben sich erfüllt
- 12 Insgesamt bin ich mit der telefonischen Beratung sehr zufrieden

Abbildung 2: Bewertung der Telefonberatungen (0= trifft gar nicht zu, 5= trifft voll zu, n=7)

Die Erwartungen, die die Probanden an die betriebsärztlichen Beratungen hatten, wurden nicht gänzlich erfüllt (IG 2,5, SD 1,22; KG 2,6, SD 1,14). Als Erwartungen wurden konkrete Vorschläge (n=4), Ermutigung und Motivation (n=6) und regelmäßige Erinnerung an die Gesundheitsziele (n=6) angegeben. In beiden Gruppen half die ärztliche Beratung den Probanden teilweise, sich über ihr Gesundheitsverhalten klar zu werden (IG 2,7, SD 0,95; KG 2,5, SD 1,05).

7 von 9 Probanden der IG nahmen alle 4 Telefontermine wahr. Diese dauerten durchschnittlich 20 Minuten.. Die Probanden waren durchschnittlich sehr mit den Telefonberatungen zufrieden (Abbildung 2). 5 von 6 Probanden würden sich weitere Telefonberatungen wünschen. Oft war es schwierig, die Beschäftigten telefonisch zu erreichen, die Kooperationsbereitschaft der erreichten Probanden war jedoch sehr gut. Die Zufriedenheit mit der Studiendurchführung allgemein war bei den Probanden durchschnittlich sehr gut bis gut, beim Personal des werksärztlichen Dienstes

durchschnittlich gut. Die Betriebsärzte konnten die Beratungen gut in ihren Arbeitsalltag integrieren und waren von der Methode des MI überzeugt

**Schlussfolgerungen:**

Im Rahmen dieser Pilotstudie wurde an einem kleinen Kollektiv die Machbarkeit eines späteren RCT erprobt. Aus der kontinuierlichen Begleitevaluation und den abschließenden Erhebungen durch Interviews und Fragebögen wurde die hohe Akzeptanz und gute Beurteilung der ärztlichen und telefonischen MI-Beratungen durch alle Beteiligten deutlich. Mit einem großen personellen Aufwand bei der Durchführung eines RCTs muss jedoch gerechnet werden

*Die hier vorgestellten Daten sind Teilergebnisse der Dissertation der Erstautorin.*

**Danksagung:**

Die Autoren danken allen Probanden. Die Durchführung der Studie wurde personell bzw. finanziell unterstützt durch den Werksärztlichen Dienst Stuttgart der Daimler AG sowie der Daimler BKK. Die Arbeit des Instituts für Arbeitsmedizin, Sozialmedizin und Versorgungsforschung Tübingen wird finanziell unterstützt durch den Verband der Metall- und Elektroindustrie Baden-Württemberg e.V. (Südwestmetall).

**Literatur:**

Hardcastle S, Taylor A, Bailey M, Castle R. A randomised controlled trial on the effectiveness of a primary health care based counselling intervention on physical activity, diet and CHD risk factors. *Patient Educ Couns*; 70, 2008, 31-39.

Nes van M, Sawatzky JA V. Improving cardiovascular health with motivational interviewing: A nurse practitioner perspective. *Journal of the American Academy of Nurse Practitioners*; 22, 2010, 654-660.

## **Einfluss des Beschäftigungsverhältnisses auf körperliches und seelisches Wohlbefinden bei Ärztinnen und Ärzten in Sachsen**

**Eva Haufe**, Klaus Scheuch, Andreas Seidler

Institut und Poliklinik für Arbeits- und Sozialmedizin, Medizinische Fakultät Carl Gustav Carus der Technischen Universität Dresden

### **Problemstellung:**

Das Durchschnittsalter der sächsischen Bevölkerung ist in den vergangenen 20 Jahren um 6,5 auf 45,9 Jahre gestiegen. Insbesondere der Anteil älterer Personen wächst kontinuierlich: Während 2010 bereits 5,2 % der sächsischen Bevölkerung über 80 Jahre alt waren, wird für 2020 sogar ein Anteil von 9,4 % prognostiziert. Dies lässt einen wachsenden Bedarf an medizinischer Versorgung, insbesondere im ambulanten Bereich erwarten. Andererseits besteht bereits heute ein gravierender Mangel an Hausärzten, der sich – bei einem derzeitigen mittleren Alter von 52,8 Jahren – wegen des Erreichens der Altersgrenze bei einer ganzen Generation von niedergelassenen Ärzten künftig noch wesentlich verstärken wird.

Vor diesem Hintergrund werden in der vorliegenden Untersuchung ausgewählte Indikatoren körperlicher und seelischer Gesundheit bei angestellten Krankenhausärztinnen und -ärzten und in eigener Praxis selbstständig tätigen Ärztinnen und Ärzten unter präventiven Aspekten vergleichend untersucht. Verwendet werden dazu Daten einer im Jahr 2007 im Auftrag der Sächsischen Landesärztekammer im Rahmen einer repräsentativen Studie (Hübler et al., 2009) durchgeführten schriftlichen Befragung sächsischer Ärztinnen und Ärzte.

### **Methoden:**

*Stichprobe:* Einbezogen wurden Datensätze von 2.154 Ärztinnen und Ärzten, für die Angaben zum Beschäftigungsverhältnis vorlagen. Der Frauenanteil betrug 51,9 % (1.119 Frauen und 1.035 Männer), 42,2 % der Befragten waren Angestellte. Das Durchschnittsalter betrug  $45,6 \pm 10,9$  Jahre. *Fragebogeninventar:* Globalurteile (7-stufige, an den Endpunkten semantisch untersetzte Likert-Skalen, Scheuch et al., 1988), MBI-GS (Schaufeli et al., 1996), Gießener Beschwerdebogen GBB-24 (Brähler & Scheer, 1995). *Verwendete Indikatoren für körperliches und seelisches Wohlbefinden:* Subskalen des MBI-GS: Emotionale Erschöpfung, Zynismus (Klientenaversion), professionelle Effizienz; Gesamtbeschwerdeniveau (Summenskala des GBB-24); Globalurteile zu eigenem Gesundheitszustand, beruflicher Belastung (BB), beruflicher Leistungsfähigkeit (BL) und Anspruchsverwirklichung im Beruf (AV); Differenzskalen: BB – BL und BB – AV. *Statistik (SPSS 19.01):* t-Tests und Kontingenztafelanalysen mit  $\chi^2$ -Test zur Analyse soziodemografischer Parameter, geschlechtsspezifische altersadjustierte univariate Varianzanalysen.

**Ergebnisse:**

Sowohl angestellte als auch selbstständige Ärztinnen sind ca. zwei Jahre jünger als ihre männlichen Kollegen ( $p = 0,011$ ). Darüber hinaus sind Selbstständige unabhängig vom Geschlecht durchschnittlich zwölf Jahre jünger als Angestellte ( $p = 0,000$ ). Dabei ist der Anteil der über 50-Jährigen bei den selbstständigen Ärzt/innen mit 52,6 % mehr als dreimal so hoch ( $p = 0,000$ ) wie bei ihren im Krankenhaus angestellten Kolleg/innen. Deutlich mehr als die Hälfte der älteren in eigener Praxis selbstständig tätigen Ärztinnen und Ärzte sind Frauen (Tabelle 1).

Tabelle 1: Soziodemografische Parameter

	Angestellte (N = 1.245)	Selbstständige (N = 909)
Frauenanteil	48,7 %	56,4 %
Angaben zum Alter		
Frauen	39,8 ± 9,2 Jahre	51,6 ± 8,3 Jahre
Männer	41,8 ± 9,9 Jahre	53,1 ± 9,3 Jahre
Anteil über 50 Jahre	16,5 % davon 42,2 % Frauen	52,6 % davon 54,8 % Frauen

Unterschiede zwischen den befragten Ärztgruppen fallen zunächst in der Bewertung der Subskalen des Maslach-Burnout-Inventary auf. Die nachweisbaren Unterschiede betreffen dabei in differenzierter Weise männliche und weibliche Ärzt/innen. So reflektieren in eigener Praxis selbstständig tätige männliche Ärzte eine signifikant höhere emotionale Erschöpfung als ihre angestellten Kollegen ( $p = 0,014$ , altersadjustiert). Unabhängig vom Alter lassen sich für selbstständig tätige Ärzte zudem höhere Werte der Klientenaversion/Zynismus-Skala nachweisen ( $p = 0,007$ ). Für Frauen kann dagegen unabhängig vom Alter eine höhere professionelle Effizienz (MBI-GS) bei in eigener Praxis selbstständigen Ärztinnen und Ärzten gegenüber Beschäftigten im Angestelltenverhältnis gezeigt werden ( $p = 0,003$ ).

Ärztinnen wie auch Ärzte zeigen unter Berücksichtigung des unterschiedlichen Lebensalters keine Unterschiede in den Beschwerdeskalen wie auch im Gesamtbeschwerdedruck in Abhängigkeit vom Beschäftigungsverhältnis.

Dazu konsistent wird auch der eigene Gesundheitszustand (Abbildung 1a) global von Selbstständigen mit 5,2 Skalenpunkten bei Männern und Frauen vergleichbar positiv bewertet wie von Angestellten (5,6 bzw. 5,4 Skalenpunkte für Männer bzw. Frauen). Selbstständige wie angestellte Ärztinnen und Ärzte erleben ihre berufliche Leistungsfähigkeit als sehr hoch, angestellte Ärzte übertreffen dabei ihre selbstständigen Kollegen noch (Unterschied ist nicht signifikant).

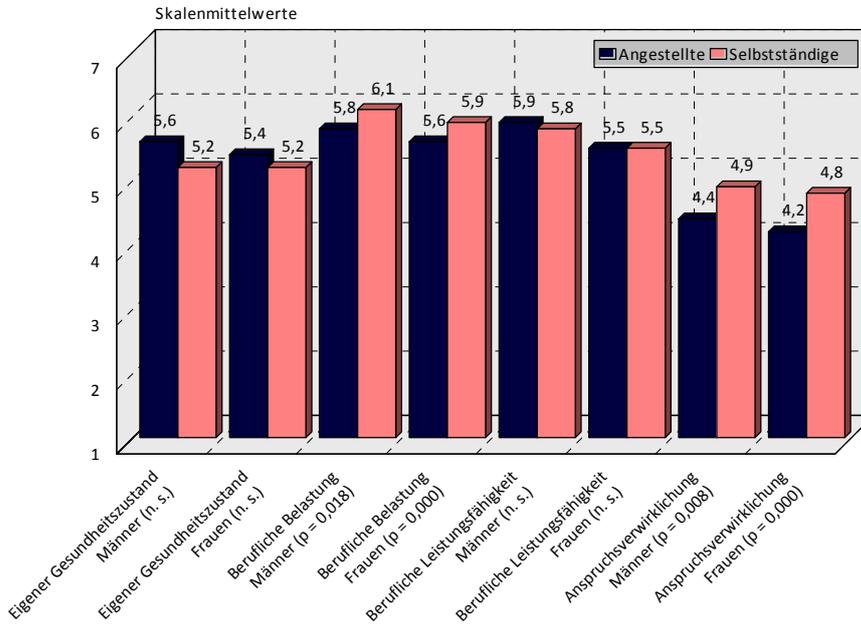


Abbildung 1a: Selbstständige und angestellte Ärzt/innen: Bewertung der Globalurteile, Männer und Frauen

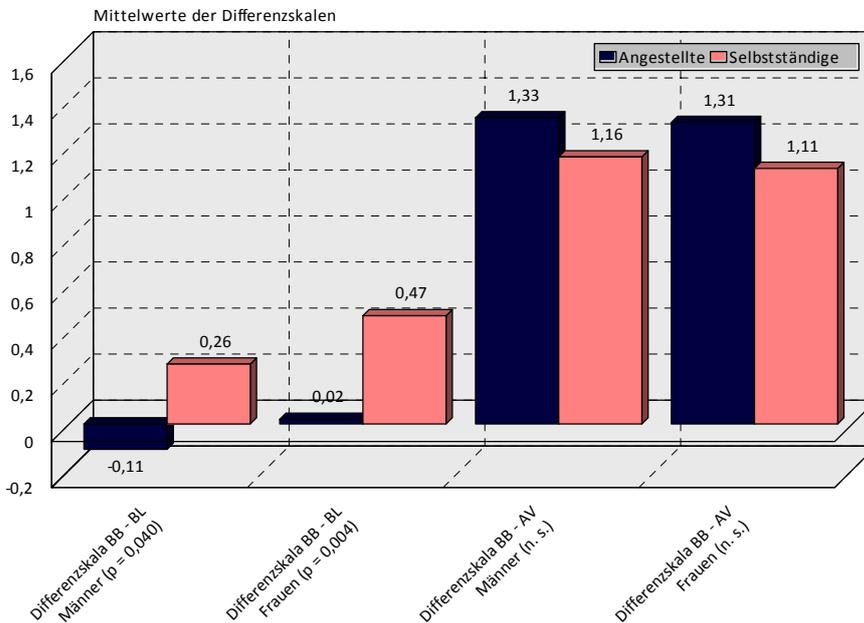


Abbildung 1b: Selbstständige und angestellte Ärzt/innen: Defiziterleben (Differenzskalen), Männer und Frauen

Unterschiede zwischen den Ärzt/innengruppen mit unterschiedlichem Beschäftigungsverhältnis zeigen sich in der Belastung und der Anspruchsverwirklichung: Zwar berichten Selbstständige (Männer und Frauen) höhere Belastungen durch den Beruf ( $p = 0,018$  bzw.  $p = 0,000$ ), sie reflektieren aber dabei auch eine signifikant höhere Verwirklichung eigener Vorstellungen und Ansprüche ( $p = 0,008$  bzw.  $p = 0,000$ ) als Angestellte (ebenfalls Abbildung 1a).

Männliche Krankenhausärzte zeichnen sich durch eine positive Leistungsbilanz (Differenzskala BB - BL < 0) aus, selbstständig tätige Ärzte berichten dagegen Leistungsdefizite (Differenzskala BB - BL > 0, Abbildung 1b). Die gezeigten Unterschiede sind signifikant ( $p = 0,000$ ). Auch bei Frauen fällt die Belastungs-Leistungsfähigkeits-Bilanz für Krankenhausärztinnen günstiger aus als für ihre in eigener Praxis selbstständig tätigen Kolleginnen (Abbildung

1b).

Defizite im Erleben von Anspruchsverwirklichung im Beruf gemessen an beruflicher Belastung (Differenzskala BB – AV) sind für Krankenhausärzte und Selbstständige hoch, ermittelte Unterschiede jedoch nicht signifikant. Dies gilt sowohl für Männer als auch für Frauen (Abbildung 1b).

### **Diskussion und Schlussfolgerungen:**

Ärztinnen und Ärzte in eigener Praxis sind in Sachsen deutlich älter als angestellte Krankenhausärzt/innen. Dem wird in der vorgelegten Untersuchung durch die Berücksichtigung des Alters als Kovariate bei der Analyse von Zusammenhängen von Beschäftigungsverhältnis und Wohlbefinden Rechnung getragen.

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass das Beschäftigungsverhältnis von Ärztinnen und Ärzten in unterschiedlichem Maße mit körperlichem und seelischem Wohlbefinden im Zusammenhang steht. Es zeigt sich insgesamt, dass Defizite Selbstständiger im Bereich von Gesundheit und Wohlbefinden unabhängig von Alter und Geschlecht bestehen.

Eine von in eigener Praxis selbstständig tätigen Ärzt/innen gegenüber ihren in Krankenhäusern angestellten Kolleg/innen als deutlich höher reflektierte Verwirklichung eigener Vorstellungen und Ansprüche im Beruf wird durch die als besonders hoch erlebte berufliche Belastung wieder aufgehoben – somit scheint Selbstständigkeit zugleich erfüllender wie auch belastender zu sein.

Unter dem in der Problemstellung formulierten Aspekt des demografischen Wandels in der Bevölkerung und im Bereich der ärztlichen Versorgung erscheinen Maßnahmen der Verhältnisprävention zur Aufrechterhaltung einer hohen Versorgungsqualität in Sachsen dringend geboten. In diesem Zusammenhang muss die universitäre Lehre in der Medizin die Studierenden stärker als bisher zur Übernahme von Aufgaben der ambulanten medizinischen Grundversorgung in der Region motivieren.

### **Literatur:**

Brähler, E.; Scheer, J. W. (1995): Der Gießener Beschwerdebogen (GGB). Handbuch. 2. ergänzte und revidierte Auflage. Bern: Huber.

Hübler, A.; Scheuch, K.; Müller, G.; Kunath, H. (2009): Berufliche Belastung, Gesundheitszustand und Berufszufriedenheit sächsischer Ärzte. Abschlussbericht. Dresden: SLÄK.

Schaufeli, W. B.; Leiter, M. P.; Maslach, C.; Jackson, S. E. (1996): Maslach Burnout Inventory – General Survey. In: Maslach, C.; Jackson, S. E.; Leiter, M. P.: The Maslach Burnout Inventory (3rd ed.) – Test Manual. Palo Alto: Consulting Psychologists Press.

Scheuch, K.; Vogel, H.; Naumann, W.; Koch, R. (1988): Erfassungsbogen zur Einschätzung des Gesundheitszustandes und der Handlungsfähigkeit. Forschungsbericht. Dresden: Medizinische Akademie Carl Gustav Carus.

## Hautschutzschulungen durch Peer Education bei Auszubildenden in der Friseurbranche

**Morch-Röder A, Paeschke K, Pohrt U**

Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege; Fachbereich Berufsdermatologie und Interventionsstrategien

### Einleitung und Zielsetzung

Auszubildende und junge Friseurinnen und Friseure sind im besonderen Maße gefährdet, eine berufsbedingte Hauterkrankung zu entwickeln. Die aktuellen Daten der Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW) zeigen, dass junge Menschen unter 25 Jahren den größten Anteil der Berufskrankheiten Verdachtsmeldungen in diesem Tätigkeitsfeld ausmachen. Die BGW hat mit einem Peer Education Ansatz ein Programm für Friseurauszubildende entwickelt, die als Multiplikatoren in ihren Klassen zum Thema Hautschutz aktiv werden.

Ziel der Untersuchung war es zu überprüfen, ob der Ansatz geeignet ist, eine Wissens- und Einstellungsänderung zum Thema Hautschutz sowie Motivation zur Verhaltensänderung zu erreichen.

### Methode

In einem Berliner Oberstufenzentrum wurden Auszubildende aus dem 1. Ausbildungsjahr als Multiplikatoren gewonnen und in einer dreistündigen Veranstaltung bei der BGW zum Thema Hautschutz geschult, um die Inhalte in ihren Klassen im Rahmen einer einstündigen Unterrichtseinheit zu präsentieren. Vor (t1) und unmittelbar nach (t2) der Schulung durch die Multiplikatoren wurde bei den Auszubildenden mittels eines Fragebogens der Wissensstand zum Thema Hautschutz, die affektive Einstellung sowie die Verhaltensabsicht zum Tragen von Schutzhandschuhen erhoben. Das Wissen wurde mit Hilfe eines Multiple-Choice-Fragenkomplexes erfasst (max. Punktwert 20). Die Einstellungen wurden mit einer 4-stufigen Skala (1= unwichtig bis 4= sehr wichtig) und das Verhalten mit einer 5-stufigen Rating-Skala (1= nie bis 5= immer) erhoben. Bei der Betrachtung der Antworten wurden die Bereiche „oft“ und „immer“ bzw. „wichtig“ und „sehr wichtig“ zusammengefasst. Signifikante Unterschiede wurden mit dem Wilcoxon-Rangtest geprüft.

### Ergebnisse

Es konnten 156 Fragebögen ausgewertet werden. Insgesamt zeigte sich ein signifikanter Wissenszuwachs ( $p < .001$ ). Die Auszubildenden verbesserten ihren durchschnittlichen Punktwert von 14.25 auf 16.72 zwischen den Messzeitpunkten (Abb.1).

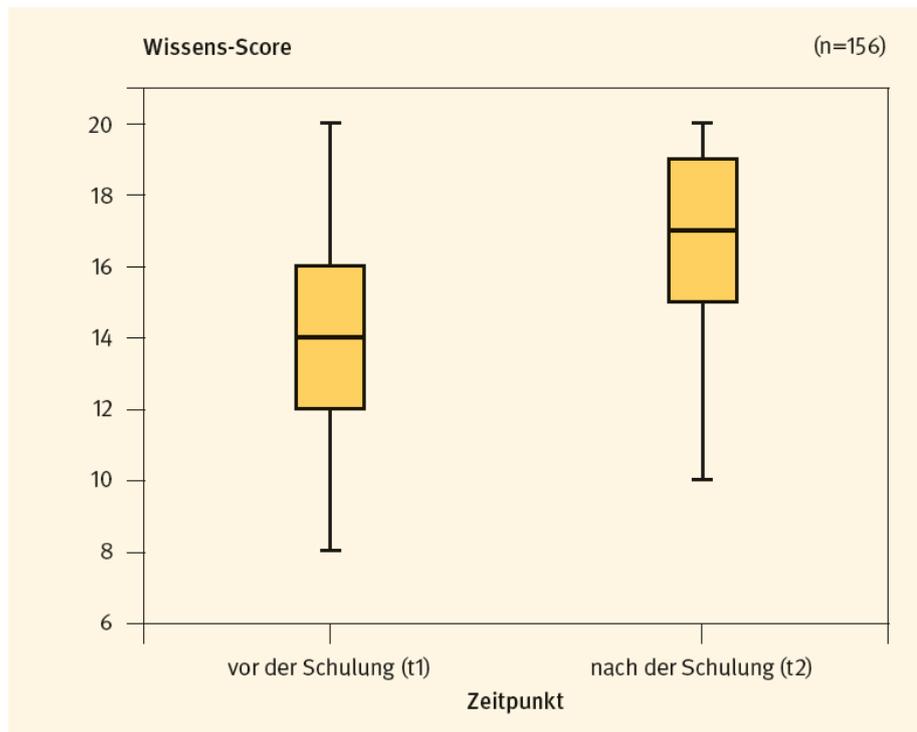


Abb. 1: Wissensscore vor und nach der Durchführung der Schulung durch die Multiplikatoren

Die Bedeutsamkeit des Handschuhtragens bei friseurtypischen Tätigkeiten wurde von t1 zu t2 ( $M = 2.8$  vs.  $M = 3.1$ ) signifikant höher eingeschätzt ( $p < .001$ ). Dabei stieg der Anteil der Befragten, die die Verwendung von Handschuhen beim Shampooieren (t1: 53% vs. t2: 69%), bei Reinigungsarbeiten (t1: 56% vs. t2: 71%) und bei der Kopfmassage mit Pflegemitteln (t1: 32% vs. t2: 48%) für wichtig halten an. Deutlich wird, dass bereits vor der Schulung die Bedeutung des Tragens von Handschuhen im Kontakt mit Friseurchemikalien (95%) sehr hoch eingeschätzt wurde. Dieser Wert veränderte sich danach nur unwesentlich (97%) (Abb. 2). Im Anschluss an die Maßnahme äußern die Befragten die Absicht, zukünftig deutlich häufiger Handschuhe bei hautbelastenden Tätigkeiten zu tragen.

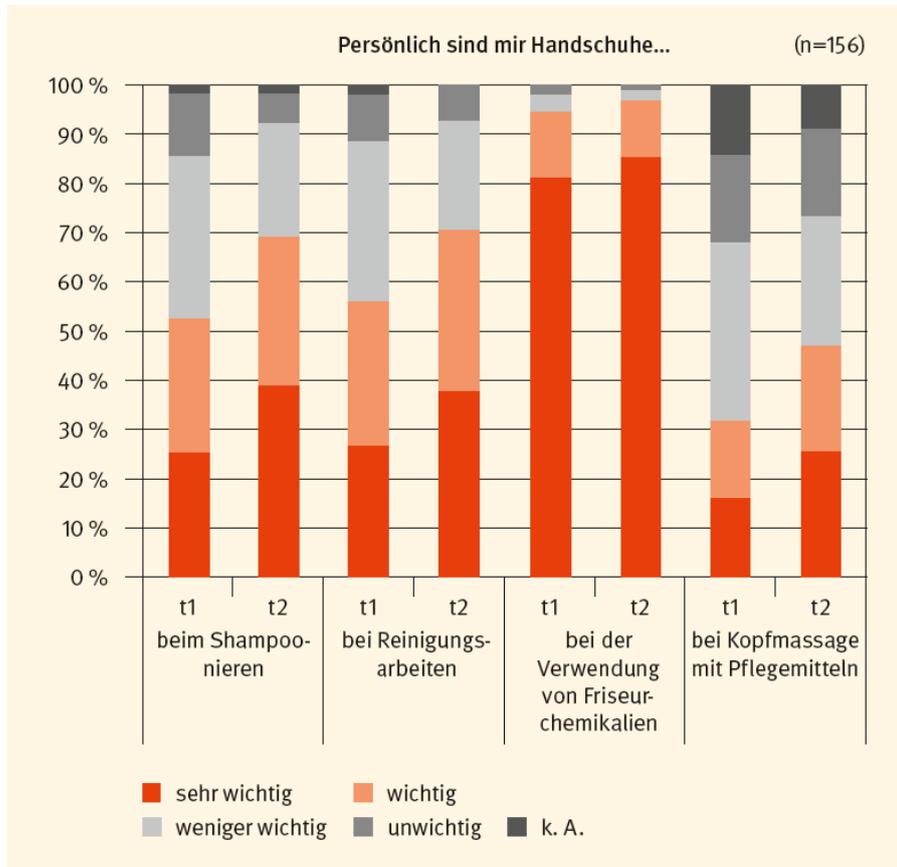


Abb. 2: Affektive Einstellungen zum Handschuhe tragen

Die Schulung durch die Multiplikatoren wurde von 78% der Auszubildenden positiv aufgenommen. Der Mehrheit der Befragten (91%) stehen nach eigenen Angaben ausreichend Handschuhe und Handcreme in den Salons zur Verfügung.

### Schlussfolgerung

Für eine wirksame Primärprävention von berufsbedingten Hauterkrankungen sind Wissen, Einstellungen und Verhalten der Auszubildenden zu Hautschutzmaßnahmen wesentlich. Die hier vorgestellte Peer Education - Maßnahme bei Friseurauszubildenden scheint ein vielversprechender Ansatz zu sein, Hautschutzbewusstsein frühzeitig zu fördern, ist aber mit einem hohen Organisationsaufwand für die Multiplikatoren und die Ausbildungseinrichtung verbunden. Es bedarf weiterer Untersuchungen, um die Umsetzung der Verhaltensabsicht im Ausbildungsverlauf zu evaluieren.

## **Delphi-Befragung: Kriterien für berufliche Hautmittel in der Sekundärprävention**

**Verena Kagel ,Ute Pohrt, Christine Gäbel**

Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege

### Ziel der Studie

Hauterkrankungen zählen mit Abstand zu den häufigsten berufsbedingten Erkrankungen.

Die Wahl des für den jeweiligen Beruf geeigneten Hautmittels (Hautschutz-, Hautpflege- und Hautreinigungspräparat) stellt sich auf Grund kaum verlässlicher Daten und Studien schwierig dar.

Ziel der Studie ist es, Kriterien zu ermitteln, nach denen die Auswahl geeigneter, beruflicher Hautmittel für BGW -Versicherte mit bestehendem Handekzem und beruflicher Belastung durch Feuchtarbeit erfolgen soll.

### Methode

Im Rahmen der Untersuchung kommt das Delphi- Verfahren zum Einsatz. Diese Methode ist ein mehrstufiges Befragungsverfahren von Experten mit Rückkopplung. Sie ermöglicht eine systematische Konsensfindung zu Sachverhalten, zu denen evidenzbasierte Wissensgrundlagen ganz oder teilweise fehlen.

Auf der Basis eines Pretests wurde ein standardisierter Fragebogen an 63 Experten (Kollegen mit durchschnittlich 16-20 Jahren Berufserfahrung aus den Bereichen dermatologischer Praxen, Kliniken, Universitäten, Hochschulen und weiterer Institutionen) versandt, der neben Sachfragen auch Fragen zum subjektiven Sicherheitsgrad der Beantwortung enthielt.

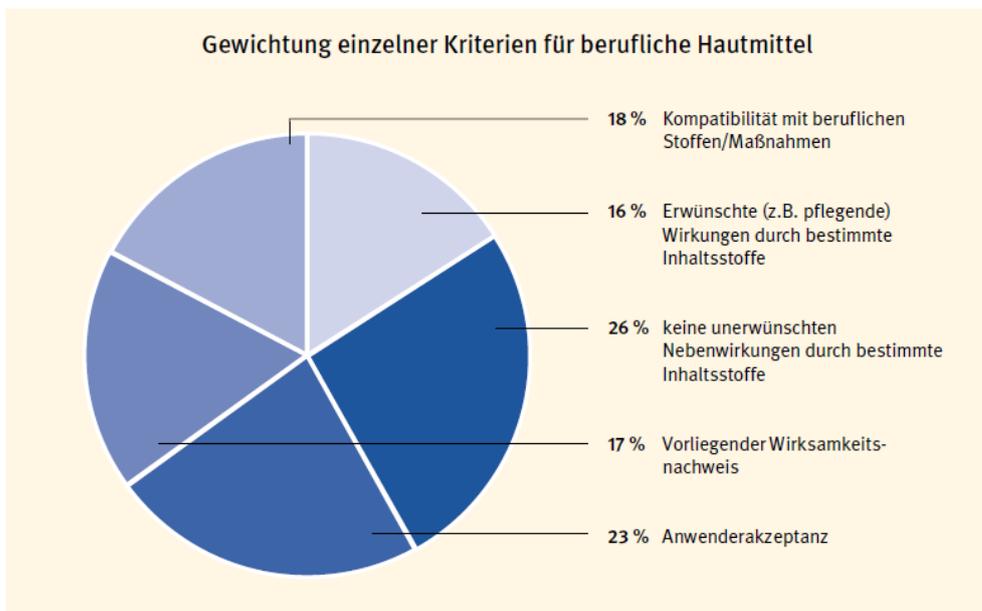
### Ergebnisse

36 Experten (57 %) nahmen an der ersten Befragungswelle teil.

Als wichtigstes Kriterium für die Auswahl von Hautmitteln galt, dass von den Inhaltsstoffen

keine unerwünschten Nebenwirkungen ausgehen dürfen. Deutliche Diskrepanzen in der Einschätzung ergaben sich bei den Inhaltsstoffen Mikrosilber, Dexpanthenol und Hamamelis virginiana. Uneinigkeit besteht auch bei der Beurteilung eines Kombinationspräparates aus Hautschutz- und Hautpflege (eher gut: 44,7%, eher nicht gut: 36,8%, sehr gut 7,9%, überhaupt nicht gut: 7,9%). Die Anwenderakzeptanz eines Präparates wurde als sehr bedeutsam eingeschätzt, und sollte bevorzugt durch Anwenderakzeptanztests von unabhängigen Institutionen überprüft werden. Die Kompatibilität mit beruflichen Stoffen /Maßnahmen galt als wichtiges Kriterium, wobei die fehlende Beeinträchtigung sowohl der

Schutzfunktion des Handschuhs als auch der Wirkung des Desinfektionsmittels gefordert wird. Für Wirksamkeitsnachweise werden als Mindestanforderung repetitive Irritationsmodelle verlangt. Bezüglich der Einschätzung pflegender Wirkungen von Hautmitteln zeigt sich, dass Präparate mit einer Derma- Membran- Struktur im Hinblick auf die Regeneration der Hornschicht als sehr gut (10,5%) bzw. eher gut (60,5%) eingeschätzt werden. Bei dieser Fragestellung ist jedoch eine relativ geringe Urteilssicherheit der Experten zu verzeichnen.



### Schlussfolgerungen

Nach Auswertung der ersten Befragungsrunde gelten die Sicherheit und die Akzeptanz der Hautmittel als wichtigste Kriterien bei der Auswahl von Produkten für hauterkrankte BGW -Versicherte in Feuchtberufen. Für die Bedeutung spezieller Inhaltsstoffe in Hautschutz- bzw. Hautpflegepräparaten in Bezug auf Erhaltung bzw. Regeneration der Hornschicht bestehen auch in Expertenkreisen große Unklarheiten, die gezielte Studien erfordern, damit eine bestmögliche Versorgung der hauterkrankten Versicherten gewährleistet werden kann.

## Handekzem erzwingt frühes Ende einer chirurgischen Laufbahn

**Domenica Varwig<sup>1</sup>, Sabine Wicker<sup>2</sup>, Helmut Schöfer<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie, <sup>2</sup> Betriebsärztlicher Dienst, Klinikum der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt, Theodor-Stern-Kai 7, 60590 Frankfurt am Main

**Zielsetzung:** Handekzeme mit Erstmanifestation und Aggravation im Rahmen der Berufstätigkeit sind häufig beschrieben. In der Literatur finden sich etliche Beispiele für Patienten/innen die im Frisörgeschäft oder Handwerk beschäftigt sind.

Berufsbedingte Auslösung und maßgebliche Verschlechterung eines Handekzems durch die berufliche Tätigkeit bei Ärzten und die Konsequenzen aus häufiger mehrstündiger operativer Tätigkeit sind wenig publiziert.

**Methoden:** In dem hier vorgestellten Fallbericht beschreiben wir den Krankheitsverlauf eines jungen Chirurgen bei dem ein chronisch rezidivierendes tyloisch-rhagadiformes, irritatives und kummulativtoxisches Handekzem zu Aufgabe zunächst der operativen Tätigkeit und letztlich Aufgabe des Berufes als Chirurg führte.

**Ergebnisse / Befunde:** Bei unserem Patienten trat nach mehreren Jahren chirurgischer Tätigkeit erstmals ein beidseitiges Handekzem auf. Da sich der Befund gegenüber topischen Behandlungen über 9 Monate weitgehend resistent zeigte, erfolgte die Vorstellung in der Hautklinik. Die histologische Untersuchung bestätigte die klinische Diagnose eines Handekzems, für eine Psoriasis palmaris oder eine palmare Keratose ergab sich kein Anhalt. Die Lokalthherapie wurde intensiviert und erste Pflege und Hautschutzmaßnahmen ergriffen. Dennoch führte die weitere Tätigkeit (mit mehrstündigen Operationen und Schwitzen in den Handschuhen) innerhalb von 2 Monaten zu einer massiven Verschlechterung so, dass erstmals eine Arbeitsunfähigkeit festgestellt wurde. Es fanden sich weder Hinweise auf eine atopische Diathese noch konnten Kontaktsensibilisierungen auf Berufsstoffe nachgewiesen werden. Jedoch zeigte sich eine verminderte Alkaliresistenz. Es kam wiederholt zu bakteriellen Superinfektionen der Ekzeme, die eine systemische antibiotische Therapie erforderlich machten und zu Arbeitsunfähigkeit führten. Nachfolgend wurden alle operative Tätigkeiten, das Tragen von Handschuhen und die Verwendung von Desinfektionsmitteln über 3 Wochen ausgesetzt.

Die Kombination aus Meiden der Irritation und therapeutischer UV Exposition führten zunächst zu einer Stabilisierung und stellenweisen Abheilung.

Bereits kurze Zeit nach Wiederaufnahme der chirurgischen Tätigkeit war jedoch eine systemische Therapie mit oralen Steroiden und Initiierung einer oralen Therapie mit Alitretinoin erforderlich. Auch unter dieser intensiven Therapie war in den folgenden 5 Monaten insgesamt über 7 Wochen eine Ausübung der beruflichen Tätigkeit nicht möglich. Der Patient entschied sich notgedrungen aus der Chirurgie in die Radiologie zu wechseln.

**Schlussfolgerungen:** Auch im Arztberuf kann eine Aufgabe der ursprünglichen Fachrichtung durch die rezidivierende Exposition gegenüber irritativen Stoffen (wie z.B. Desinfektionsmitteln), häufigem Händewaschen und feuchtem Milieu in Handschuhen notwendig werden.

## **Bestimmung von Fluorid mittels LC-ICP-MS zur Quantifizierung der dermalen Penetration nach Flusssäure-Exposition**

**Thomas Jäger, Gintautas Korinth, Hans Drexler, Thomas Göen**

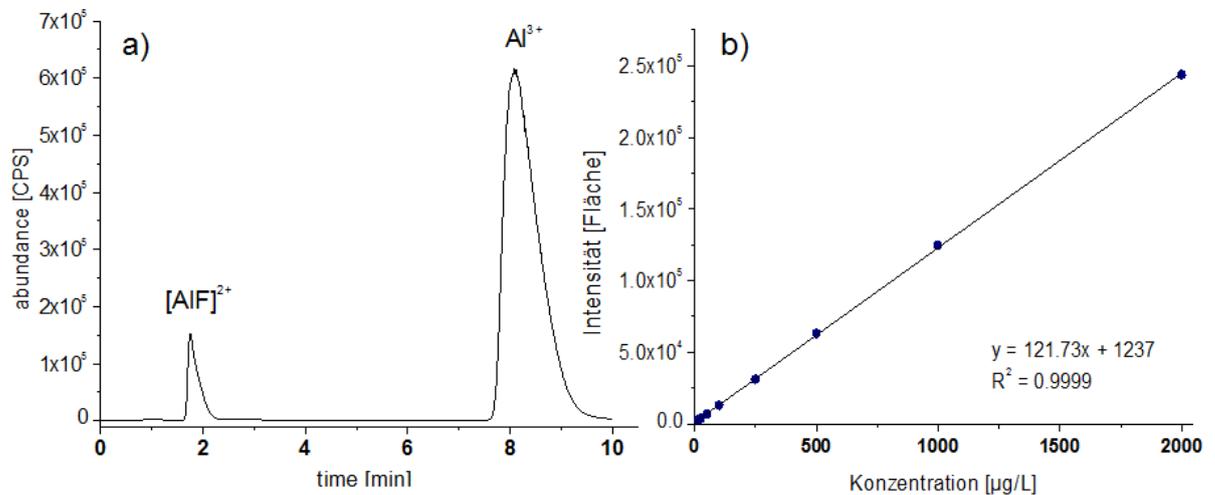
Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der Universität Erlangen-Nürnberg, Schillerstraße 25/29, 91054 Erlangen

### **Einführung und Zielsetzung**

Flusssäure ist eine klare, stechend riechende, wässrige Lösung von Fluorwasserstoff. Bei ihr handelt es sich um eine schwache Säure, die zumeist als Ätzmittel in verschiedenen Industriezweigen wie z.B. der Glas-, Halbleiter- und Metallindustrie zur Anwendung kommt [1,2]. Der MAK-Wert für Fluorwasserstoff liegt bei  $1 \text{ ml/m}^3$  [3]. Aufgrund der hohen Lipophilie und des geringen Dissoziationsgrades besitzt die Flusssäure ein hohes Penetrationsvermögen in menschliches Gewebe [2], so dass sich ihre ätzende Wirkung in tieferen Gewebeschichten entfalten kann. Zur Untersuchung der Hautpenetration von Flusssäure sollte eine neuartige Analysenmethode zur Quantifizierung von Fluorid in wässrigem Medium bzw. Hautlysaten entwickelt werden, da das im Fluorid-Biomonitoring etablierte Verfahren unter Verwendung einer ionenselektiven Elektrode nur einen sehr begrenzten Arbeitsbereich aufweist und zu störanfällig ist. Eine direkte Bestimmung des Fluorids mit induktiv-gekoppelter Plasma-Massenspektrometrie (ICP-MS) konnte aufgrund unzureichender Ionisierung im Argon-Plasma nicht eingesetzt werden, deshalb wurde eine indirekte Bestimmung unter Bildung eines Aluminiumfluorid-Komplexes als Grundlage dieses Messverfahrens gewählt.

### **Methode**

Für die indirekte Bestimmung des Fluorids wurde eine Komplexierung mit Aluminium im sauren Milieu durchgeführt [4]. Um eine vollständige Umsetzung des Fluorids sicherzustellen, wurden Proben mit Aluminiumnitrat im Überschuss versetzt, mit Salpetersäure angesäuert und bei  $60^\circ\text{C}$  eine Stunde lang umgesetzt. Der gebildete  $[\text{AlF}]^{2+}$ -Komplex wurde vom  $\text{Al}^{3+}$ -Überschuss mittels Flüssigchromatographie (LC) an einer Kationenaustauschersäule getrennt (siehe Abb. 1a). Durch Kopplung der LC an ein ICP-MS-System erfolgte dann eine Al-spezifische Detektion bei der Masse 27. Die Quantifizierung wurde mittels externer Kalibration mit Matrix-angepassten Standards im Bereich von 10 bis  $2000 \mu\text{g/L}$  durchgeführt.



**Abbildung 14** a) Chromatogramm einer Qualitätskontrolle; b) Kalibriergerade für die Assoziation zwischen [AlF]<sup>2+</sup>-Komplex-Signal und der Fluorid-Konzentration in der Akzeptor-Lösung

## Ergebnisse

Unter den oben genannten Reaktionsbedingungen konnte im gewählten Kalibrationsbereich ein linearer Zusammenhang zwischen Fluoridkonzentration und Messsignal gezeigt werden (siehe Abb. 1b), was für eine zuverlässige Umsetzung der vorhandenen Fluorid-Ionen spricht. Die Nachweis- und Bestimmungsgrenze für Fluorid (Bestimmung gemäß DIN 32645) lag bei 10 µg/L bzw. 30 µg/L und konnte im Vergleich zur potentiometrischen Methode deutlich um den Faktor 10 verbessert werden. Die Zuverlässigkeitsdaten (siehe Tab. 1) der Methode wurden mit dotierten Qualitätskontrollproben (LQC: 40µg/L, MQC: 300 µg/L und HQC: 900 µg/L) in isotonischer Kochsalzlösung ermittelt. Die Präzision in Serie (n = 6) lag zwischen 0.4 und 4.9 % und von Tag zu Tag (n = 8) zwischen 2.1 – 7.2 %. Die Wiederfindung lag im Bereich von 95 bis 104 %. Beim Einsatz des Verfahrens auf Realproben zeigten sich keine Störungen der Analytik und eine plausible Kinetik der Hautpenetration [5].

**Tabelle 7** Zuverlässigkeitsdaten der LC-ICP-MS-Methode

	LQC	MQC	HQC
Präzision in Serie [%]	4.9	0.4	2.8
Präzision von Tag zu Tag [%]	7.2	2.5	2.1
Wiederfindung [%]	95	102	104

LQC: niedrige Qualitätskontrolle (40 µg/L); MQC: mittlere Qualitätskontrolle (300µg/L); HQC: hohe Qualitätskontrolle (900 µg/L)

### Schlussfolgerung

Mit der entwickelten und erfolgreich validierten Methode steht ein zuverlässiges und empfindliches Analysenverfahren zu Verfügung, mit dem die quantitative Untersuchung der Hautpenetration und des Hautreservoirs von Flusssäure durchgeführt werden kann.

### Literatur

- [1] Seyb, S. T., L. Noordhoek, S. Botens, and M. M. Mani. 1995. A study to determine the efficacy of treatments for hydrofluoric acid burns. *Journal of Burn Care and Rehabilitation* 16 (3 1):253-257.
- [2] Matsuno, K. 1996. The treatment of hydrofluoric acid burns. *Occupational Medicine* 46 (4):313-317.
- [3] Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), List of MAK and BAT Values 2011, Wiley-VCH, Weinheim, Germany, 2011.
- [4] Montes Bayón, M., A. Rodríguez Garcia, J. I. García Alonso, and A. Sanz-Medel. 1999. Indirect determination of trace amounts of fluoride in natural waters by ion chromatography: A comparison of on-line post-column fluorimetry and ICP-MS detectors. *Analyst* 124 (1):27-
- [5] Korinth G., Jäger Th., Kiesewetter F., Dennerlein K., Göen Th. und Drexler H. 2012. Ein Ex-vivo-Humanhautmodell zur Untersuchung der Hautschädigung durch Flusssäure. Dokumentation der Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin e. V., 14. - 17. März 2012 in Göttingen

## **Der Einfluss von Basiscreme und künstlichem Sebum auf die Penetration von chemischen Stoffen durch exzidierte Humanhaut**

**K. Dennerlein, D.F. Schneider, T. Göen, H. Drexler, G. Korinth**

Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der Universität Erlangen-Nürnberg, Schillerstraße 25/29, D-91054 Erlangen

### *Einleitung*

Die Anwendung von Hautcremes führt bei gleichzeitiger Exposition gegenüber Arbeitsstoffen in der Regel zu gesteigerter Hautpenetration [1]. Die Daten bezüglich dermalen Penetration stammen meist aus Diffusionszellstudien unter Verwendung von exzidierten, im Rahmen von Operationen desinfizierter (63% Isopropanol-Lösung) Humanhaut. Bisher unklar ist jedoch, wie sich der natürliche Sebumfilm der Haut auf die dermale Penetration von chemischen Stoffen auswirkt.

### *Ziel der Studie*

Ziel dieser Studie war es, die Penetration von zwei chemischen Stoffen mit unterschiedlichen physikochemischen Eigenschaften durch unbehandelte sowie durch mit Basiscreme oder künstlichem Sebum behandelte, exzidierte Humanhaut zu untersuchen.

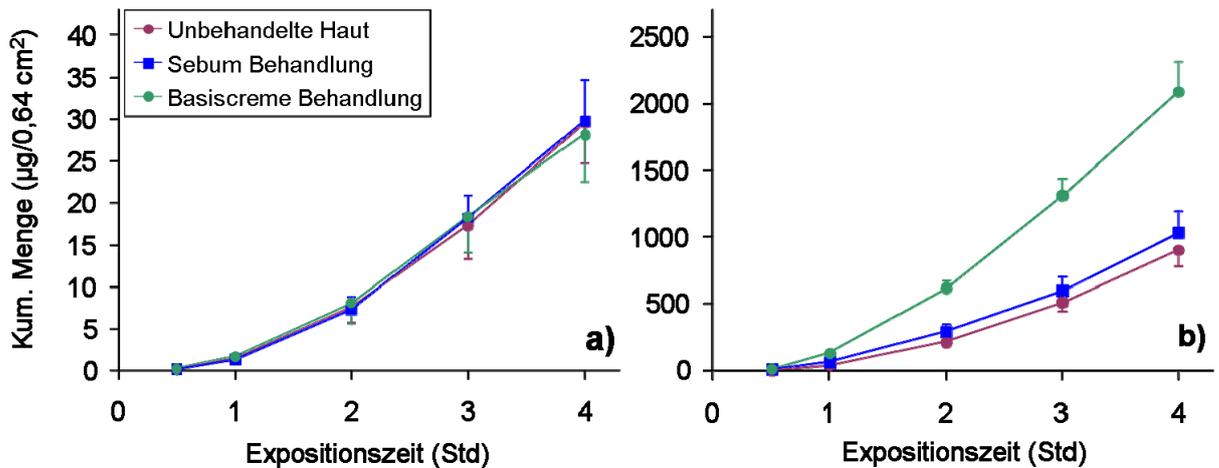
### *Material und Methoden*

Die Penetration von Ethanol und Toluol wurde mittels der statischen Diffusionszelle nach Franz durch exzidierte Humanhaut (Abdomen; 4 Probanden je 2 Testansätze) über 4 h unter Okklusion untersucht. Die Teststoffe wurden unverdünnt auf unbehandelte sowie auf mit Basiscreme nach DAC (Öl-in-Wasser- und Wasser-in-Öl-Formulierung) oder künstlichem Sebum behandelte Haut (n=8) appliziert (160 µl/0,64 cm<sup>2</sup> Hautoberfläche). Als Rezeptorflüssigkeit diente 0,9% NaCl Lösung. Das künstliche Sebum wurde gemäß der Erkenntnisse beim Menschen hergestellt [2]. Basiscreme und Sebum wurden nach Gewicht dosiert (Mittelwerte: 7,41 bzw. 3,63 mg).

Nach Beendigung der Exposition wurden die Teststoffe mit Wattestäbchen und mit jeweils 5 Tesafilm-Abrissen entfernt. Aus den exponierten Hautarealen wurden Stenzen entnommen, die für die Analytik in 1,5 M KOH-Lösung aufgelöst wurden. Ethanol und Toluol wurde sowohl in der Rezeptorlösung der Diffusionszellen als auch in den Hautstanzproben gaschromatographisch (GC-FID) analysiert. Unterschiede wurden mit einem Signifikanz-Niveau von 0,05 getestet (einseitige ANOVA).

### *Ergebnisse und Diskussion*

Da davon auszugehen ist, dass der natürliche Sebumfilm bei exzidierten Haut durch chirurgische Desinfektion entfernt wird, wurde in dieser Studie ein künstlich hergestelltes Sebum appliziert. Die dermalen Penetrationskinetiken von Toluol und Ethanol sind in Abb. 1 dargestellt.

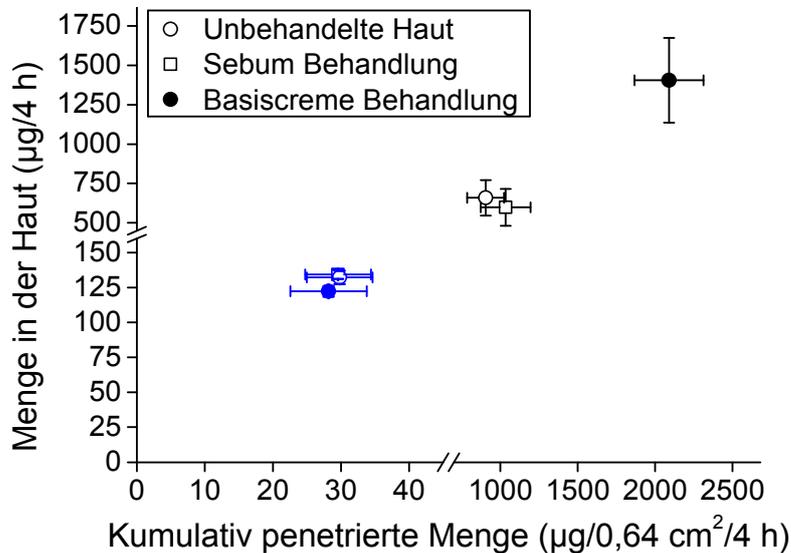


**Abb. 1:** Kumulativ penetrierte Mengen von Toluol (a) und Ethanol (b) (Mittelwerte  $\pm$  SEM)

Die Penetration von Ethanol durch unbehandelte Haut war im Vergleich zu Toluol um Faktor  $\sim 30$  ( $905,3$  vs.  $29,6 \mu\text{g}/0,64 \text{ cm}^2$  Haut/4 h) höher. Basiscreme führte bei Ethanol im Vergleich zu un behandelter Haut zu einer deutlichen Penetrationserhöhung (Faktor:  $\sim 2,3$ ;  $p < 0,001$ ), während die Behandlung mit Sebum nur zu einer minimalen Zunahme der Penetration führte (14%). Bei Toluol waren die Penetrationsunterschiede bei den Hautbehandlungen im Vergleich zu un behandelter Haut nicht signifikant ( $p > 0,83$ ).

Die Fluxe zeigten ein vergleichbares Verhältnis, wie die kumulativ penetrierten Mengen der Teststoffe. Mit einem Bereich von 1,1 - 1,8 h wiesen die „Lag times“ zwischen allen Hautbehandlungen auf ein ähnliches Penetrationsverhalten der Teststoffe hin.

In der Abb. 2 ist das Verhältnis zwischen den in die Rezeptorflüssigkeit penetrierten Mengen und des intradermalen Reservoirs der Teststoffe dargestellt.



**Abb. 2:** Kumulativ in die Rezeptorflüssigkeit penetrierte Mengen an Ethanol (in schwarz) und Toluol (in blau) im Vergleich zu deren dermale Reservoir (Mittelwerte  $\pm$  SEM)

Für das lipophile Toluol wurde intradermal ein beträchtliches Reservoir gebildet (454% der in 4 h in die Rezeptorflüssigkeit penetrierten Menge;  $p < 0,001$ ). Das für Ethanol gebildete Hautreservoir war hingegen wesentlich kleiner (58-73% der in 4 h in die Rezeptorflüssigkeit penetrierten Menge).

### Schlussfolgerungen

Die Behandlung der Haut mit künstlichem Sebum beeinflusste die Penetration und die Größe des intradermalen Reservoirs von Ethanol und Toluol nicht. Der Einfluss von Sebum auf die Hautpenetration von Arbeitsstoffen ist somit vernachlässigbar. Demzufolge kann bei *in vitro* Hautpenetrationsstudien bei der Verwendung von exzidiierter Humanhaut von einem Sebum Ersatz abgesehen werden.

Durch Anpassung von Hautschutzcremes an die Zusammensetzung des humanen Sebums könnte eine dermale Penetrationserhöhung von chemischen Stoffen bei Arbeitern möglicherweise verhindert werden.

### Literatur

1. Korinth G., Schaller K.H., Drexler, H., Neue Erkenntnisse zur perkutanen Aufnahme von Gefahrstoffen – Einfluss von Hautläsionen und Hautschutzcremes. *Dermatologie in Beruf und Umwelt* 55 (2007) 2-9
2. Stefaniak A.B., Harvey C.J., Dissolution of materials in artificial skin surface film liquids. *Toxicology In Vitro* 20 (2006) 1265-1283

## Effektive Zeckenstichprävention durch Permethrin-imprägnierte Uniform

**Alexander Keth<sup>1</sup>, Martin Rutenfranz<sup>1</sup>, René von Chamier-Glisczinski<sup>1</sup>, Michael Faulde<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Sanitätskommando II, Abt Gesundheitswesen, Dez 3 - Arbeitsmedizin, Gewerbearzt, Diez

<sup>2</sup> Zentrales Institut des Sanitätsdienstes der Bundeswehr Koblenz, Abt I – Medizin, Laborgruppe Medizinische Zoologie, Koblenz

### ***Einleitung / Ziel der Arbeit***

Besondere Risiken, sich durch Zeckenstiche mit Krankheiten zu infizieren, gibt es auch in Deutschland. Davon ist nur die Frühsommer-Meningo-Enzephalitis (FSME) impfpräventabel. Wegen des erhöhten Expositionsrisikos bei der Geländeausbildung („Tätigkeit in niedriger Vegetation“) sind in der Bundeswehr Zeckenstiche per Unfallvermerk unter anderem an die zuständigen Aufsichtsbehörden für den medizinischen Arbeitsschutz („Arbeitsschutzarzt“) zu melden. Eine große Zahl von Zeckenstichen wurde 2009 bei vier Bundeswehreinheiten in Hessen und Rheinland-Pfalz gemeldet, in welchen regelmäßig Rekruten ihre Grundausbildung durchlaufen und weitere Lehrgänge mit hohem Geländeausbildungs-Anteil durchgeführt werden. Daher werden seit 2010 in diesen Einheiten an die Soldaten präventiv neue Felduniformen ausgegeben, welche durch werkseitige Permethrin-Imprägnierung mit einem Vektorenschutz ausgerüstet sind. Solche Uniformen werden bereits bei Auslandseinsätzen zum Schutz gegen potentiell infektiöse Vektoren eingesetzt.

Ziel der Arbeit ist die Bewertung der Wirksamkeit dieser persönlichen Schutzausrüstung gegen Zecken im Inland.

### ***Methoden***

An den identifizierten vier Standorten erhielten die Soldatinnen und Soldaten mit besonderem Expositionsrisiko durch Geländeausbildung in der Zeit des Jahres, in welcher erfahrungsgemäß mit dem höchstem Zeckendruck zu rechnen ist, vektorengeschützt ausgerüstete Felduniformen. Diese bestehen derzeit aus permethrinimprägnierten Feldblusen und Feldhosen, welche während der Geländetätigkeiten getragen werden. Zur werkseitigen Imprägnierung wird das Insektizid Permethrin bereits vor der Konfektionierung, in einer neuartigen Polymermatrix eingebettet, homogen auf die Faseroberflächen appliziert; nicht mit den üblichen Sprüh- oder Tauchverfahren. Dies bewirkt eine deutliche Erhöhung der Residualaktivität und Waschresistenz von bis zu 100 Maschinenwäschen<sup>(1)</sup>. Nach Einschätzung des Bundesinstituts für Risikobewertung (BfR) ist bei Verwendung dieses Imprägnierungsverfahrens mit einer erhöhten gesundheitlichen Gefährdung der Nutzer durch dermale Permethrinaufnahme nicht zu rechnen<sup>(2)</sup>.

In den 2. und 3. Quartalen der Jahre 2010 bzw. 2011 erhielten 2.885 bzw. 1.289 Soldaten (Rekruten und Ausbilder) die neue Uniform. Insgesamt wurden in den beiden Jahren also etwa 4.200 Soldaten ausgestattet. Die für die Einheiten zuständigen Truppenärzte und Betriebsärzte wurden gebeten, Fälle von zeckenassoziierten Erkrankungen (z.B. Borreliose) anonymisiert an den Arbeitsschutzarzt im Sanitätskommando II zu melden. Es wurde die Anzahl der gemeldeten Zeckenstich-Fälle 2010 und 2011 in den betroffenen Einheiten mit den Zahlen des Jahres 2009 verglichen. Mit einem standardisierten Erhebungsbogen wurden auch Einzelheiten über die näheren Umstände der Zeckenstiche, insbesondere die Art des Vektorenschutzes erfragt.

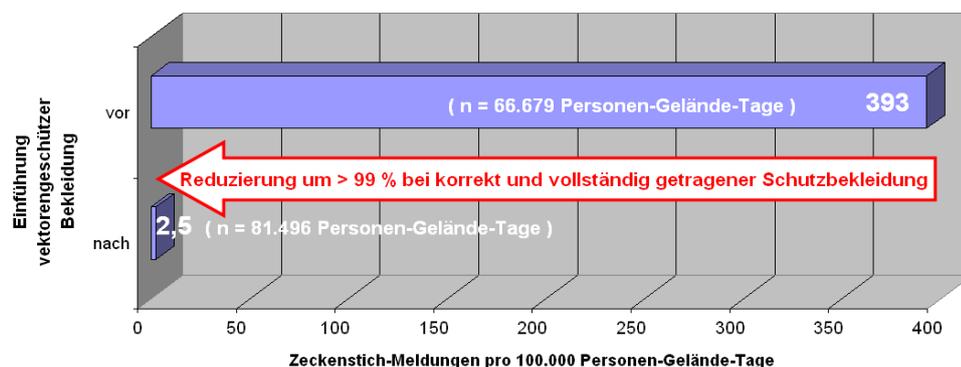
Zur qualitativen und quantitativen Bestimmung der Zeckenpopulationsdichten, und damit des Zeckenbefallsdrucks, wurden identifizierte Infestationsgebiete auf Standort- und Truppenübungsplätzen nach einer standardisierten Methode abgeflaggt<sup>(3)</sup>. Die in den Jahren 2010 und 2011 während der Aktivitätsphase monatlich gesammelten Zecken wurden hinsichtlich Zeckenspezies, Stadien- und Geschlechtsverteilung sowie auf ihre Infektionsprävalenz mit *Borrelia burgdorferi* s.l. untersucht. Der mikrobiologische Nachweis lokal endemischer humanpathogener *B. burgdorferi* Genospezies wurde mittels Multiplex-Light-Cycler PCR durchgeführt<sup>(3,4)</sup>.

### Ergebnisse

Nach Einführung der vektorengeschützt ausgerüsteten Uniformen war in den vier Bundeswehreinheiten in den Jahren 2010 (53 Fälle) und 2011 (18 Fälle) eine deutliche Reduzierung der Zahl gemeldeter Zeckenstiche im Vergleich zu 2009 (262 Fälle) zu beobachten. Wegen der Aussetzung der Wehrpflicht kamen 2011 deutlich weniger Soldaten zur Grundausbildung. Folglich wurden auch weniger Soldaten mit der neuen Uniform ausgestattet. Um ausschließlich die Zeiten mit tatsächlich möglicher Exposition zu erfassen, wurde die Inzidenz gemeldeter Zeckenstichfälle pro 100.000 Soldaten, multipliziert mit den Ausbildungstagen im Gelände („Personen-Gelände-Tage“), berechnet (s. Abb.).

Von Zeckenstichen waren fast nur Personen betroffen, die aus Ausbildungs- oder organisatorischen Gründen keine, oder nur teilweise vektorengeschützte Kleidung tragen konnten (z.B. Lehrgangsteilnehmer aus anderen Einheiten, Rollenspieler in ziviler Kleidung).

Abb. 2: Zeckenstich-Inzidenzen vor und nach der Einführung vektorengeschützter Bekleidung



In sieben Fällen erlitten Soldaten Zeckenstiche, obwohl sie die vollständige Vektorenschutzbekleidung (Feldbluse und -hose) trugen. Für fünf dieser Fälle ließ sich ermitteln, dass über der Schutzbekleidung noch andere, nicht geschützte Bekleidung (z.B. Nässeschutz, Parka) getragen wurde. Dies führt offenbar zu einer deutlichen Verminderung der Protektionswirkung. Es verbleiben also nur zwei Fälle, bei denen es trotz korrekt und vollständig getragener Vektorenschutz-Bekleidung noch zu Zeckenstichen gekommen ist. Von Truppen- und Betriebsärzten wurden keine zeckenassoziierten Erkrankungen gemeldet.

In den Standorten (StO) Germersheim und Kusel wurden von Juli bis Oktober 2010 insgesamt 283 bzw. 244 *I. ricinus*-Zecken als einzige Spezies gefangen. Die Zeckendichte variierte nach Abflagen im StO Germersheim je nach Habitat von 2-99 (n=7; 40,2±36,5) Zecken pro 100 m<sup>2</sup>; im StO Kusel von 1-199 (n=4; 61±92,9) *I. ricinus*-Zecken pro 100 m<sup>2</sup>. Die *B. burgdorferi* s.l.-Prävalenz in Zecken betrug in 2010 am StO Germersheim nur 3,9%, wobei ausschließlich *B. afzelii* in 2 adulten ♀ und 9 Nymphen nachgewiesen wurden. Am StO Kusel lag die Prävalenz von *B. burgdorferi* s.l. in Zecken überraschenderweise bei 0%. In 2011 wurden in den identischen Abflaggorten wie in 2010 am StO Germersheim 317 *I. ricinus* mit Dichten von 0-170 (n=11; 28,9 ± 50,4) pro 100 m<sup>2</sup> sowie im StO Kusel insgesamt 189 *I. ricinus* bei einer Populationsdichte zwischen 4 und 118 (n=5; 37,8±48,2) pro 100 m<sup>2</sup> bei einer gegenüber 2010 jeweils erniedrigten mittleren Populationsdichte nachgewiesen. Die *B. burgdorferi* s.l.-Prävalenz in 2011 lag im StO Germersheim nach Untersuchung von 269 von 317 Zecken bei 3,4% mit einer Genospezies-Subverteilung von 1,5% *B. burgdorferi* s.s., 1,1% *B. afzelii* und 0,8% *B. garinii*. Entsprechende Analysen zum StO Kusel stehen noch aus.

Bei erhöhten mittleren Populationsdichten lag damit die Prävalenz von *B. burgdorferi* s.l. in Zecken auf den beiden Übungsplätzen auf deutlich niedrigerem Niveau, als aus den Großregionen bekannt und zu erwarten ist (3,4).

### Diskussion

Auch wenn die Autoren keine Hinweise auf ein verändertes Meldeverhalten erkennen konnten und die Sensibilität für das Thema „Zeckenschutz“ über die Jahre eher angestiegen zu sein scheint, soll angesichts der geringeren Zahl von Soldaten in 2011 ein Vergleich der Inzidenzen als Maßstab für die Bewertung vorgeschlagen werden. Zur Abschätzung der Protektionswirkung wird daher eine „Versagerquote“ als Inzidenz I der Zahl von Zeckenstich-Meldungen, bezogen auf die Zahl der Soldaten multipliziert mit der Zahl von Ausbildungstagen im Gelände, berechnet. Bei zwei Zeckenstich-Meldungen auf 81.496 „Personen-Gelände-Tage (PGT)“ mit bzw. 262 Meldungen auf 66.679 PGT ohne Vektorenschutz ergeben sich diese Inzidenzen zu

$$I_{\text{mit Vektorenschutz}} = \frac{2}{81.496} = 2,5 \times 10^{-5} \quad I_{\text{ohne Vektorenschutz}} = \frac{262}{66.679} = 393 \times 10^{-5}$$

Anders ausgedrückt: In 100.000 Personen-Gelände-Tagen kam es bei „korrekt vektorengeschützt“ bekleideten Soldaten zu nur 2,5 gemeldeten Zeckenstichfällen, gegenüber 393 pro 100.000 Personen-Gelände-Tagen vor Ausgabe der vektorengeschützten Uniformen. Das bedeutet einen Schutzfaktor von 1 : 157 oder eine Reduzierung der Inzidenz von Zeckenstich-Meldungen um 99,4 Prozent.

### **Schlussfolgerungen**

Bei sachgerechter Anwendung kann durch vektorenschutz-ausgerüstete Oberbekleidung das Risiko von Zeckenstichen bei Tätigkeiten in niedriger Vegetation auf nahe Null reduziert werden. Es wird daher aus fachlicher Sicht dringend empfohlen, Soldatinnen und Soldaten, die ein erhöhtes Expositionsrisiko gegen Zecken bzw. gegen zeckenassoziierte Erreger haben, ganzjährig mit vektorengeschützt ausgerüsteten Uniformen auszustatten.

### **Literatur**

(1) Faulde M, Mross KG: Fabric impregnation using acaricides: effective and safe method for the prevention of tick-infestation and tick-borne diseases. Hyg Med 2008; 33 [4]: 135-141.

(2) Appel KE, Gundert-Remy U, Fischer H, Faulde M, Mross KG, Letzel S, Rossbach B: Risk assessment of Bundeswehr (German Federal Armed Forces) permethrin-impregnated battle dress uniforms (BDU). Int J Hyg Environ Health 2008; 211[1-2]: 88-104.

(3) Faulde MK, Robbins RG: Tick infestation risk and *Borrelia burgdorferi* s.l. infection-induced increase in host-finding efficacy of female *Ixodes ricinus* under natural conditions. Exp Appl Acarol 2008; 44: 137-145.

(4) Faulde M, Scharninghausen J, Tisch M: Preventive effect of permethrin-impregnated clothing to *Ixodes ricinus* ticks and associated *Borrelia burgdorferi* s.l. in Germany. Int J Med Microbiol 2008; 298[S1]: 321-324.

**Danksagung:** Die Autoren danken Herrn Oberfeldarzt d. R. Dr. Bernhard Stein für seine Unterstützung sowie allen weiteren Beteiligten für ihre technische Zuarbeit.

## **Permethrinimprägnierte Bekleidung bei Beschäftigten der Forstwirtschaft – Ein Fortschritt im Schutz gegen Zecken?**

**Kegel P, Zier U, Rüger H, Letzel S, Roßbach B**

Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

### Einleitung

Für Beschäftigte in der Forstwirtschaft besteht gegenüber der Allgemeinbevölkerung ein erhöhtes Risiko, an Infektionen zu erkranken, die durch Zecken übertragen werden [1-3]. Da einige Erkrankungen wie beispielsweise die Lyme-Borreliose zurzeit nicht impfpräventabel sind, kommt der Vermeidung von Zeckenstichen eine entscheidende Bedeutung im Rahmen der Primärprävention zu. In einer Feldstudie an Beschäftigten der deutschen Forstwirtschaft wurde unter anderem untersucht, ob durch mit dem akariziden Wirkstoff Permethrin imprägnierte Arbeitshosen eine erhöhte Schutzwirkung gegenüber Zecken erreicht werden kann.

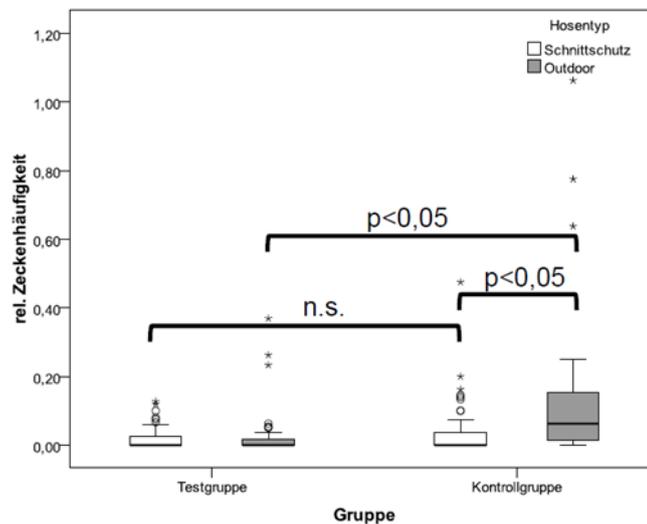
### Methoden

Zur Untersuchung der Wirksamkeit permethrinimprägnierter Schutzbekleidung gegen Zeckenbefall wurden in einem Parallelgruppendesign 85 Probanden mit permethrinimprägnierten Arbeitshosen (Testgruppe, Alter: 19-61 Jahre, Mittelwert: 45) sowie 86 Probanden mit konventionellen, nicht imprägnierten Arbeitshosen (Kontrollgruppe, Alter: 18-59 Jahre, Mittelwert: 44) ausgestattet. Zur Ausstattung der Probanden wurde in beiden Gruppen kommerziell erhältliche Bekleidung zweier unterschiedlicher Hersteller verwendet. In Abhängigkeit von der zu verrichtenden Tätigkeit erhielten die Teilnehmer entweder Schnittschutzhosen oder Hosen ohne Schittschutz („Outdoorhosen“). Bei den Probanden handelt es sich um männliche Beschäftigte der Forstwirtschaft aus den Bundesländern Brandenburg, Berlin, Baden-Württemberg, Hessen, Mecklenburg-Vorpommern, Nordrhein-Westfalen, Sachsen und Niedersachsen. Die Erfassung von Anzahl und Lokalisation der Zecken (stechende und/oder auf der Haut befindliche adulte Zecken, Nymphen und Larven) als Zielvariable erfolgte mit Hilfe von Fragebögen, die innerhalb der Zeckensaisons (ca. Mai-Dezember) der Jahre 2010 und 2011 an insgesamt maximal 16 Untersuchungstagen von den Beschäftigten nach Beendigung der Arbeit ausgefüllt wurden. Als mögliche Einflussvariablen wurde mit Hilfe der Fragebögen zum Zeckenkontakt die individuelle tägliche Gefährdung durch Zecken (Selbsteinschätzung auf einer dreiteiligen Ordinalskala anhand der Arbeitstätigkeit und Vegetation) und die Tragedauer von Langarm-Jacken während der Arbeitsschicht sowie vor Studienbeginn die Anfälligkeit gegenüber Zecken („Zeckens susceptibilität“, Selbsteinschätzung „niedrig oder hoch“) erfragt. Es erfolgte eine Untersuchung des Zusammenhanges von relativer Zeckenhäufigkeit (Anzahl Zecken/Anzahl gültiger Angaben) und Gruppenzugehörigkeit mittels nicht-parametrischer Tests und multivariater Regression (unabhängige Variablen: Zeckens susceptibilität, mittlere individuelle tägliche Zeckengefährdung, Hosentyp (Hosen mit/ohne Schnittschutz), mittlere Tragedauer von Langarmoberbekleidung und Gruppenzugehörigkeit). Für die Analysen wurde die

Software SPSS 17 (IBM Deutschland GmbH, München) eingesetzt und ein Signifikanzniveau von  $p < 0,05$  zugrunde gelegt. Für die Studie liegt ein positives Votum der Ethikkommission der Landesärztekammer Rheinland-Pfalz vor.

### Ergebnisse

Es wurde eine Gesamtzahl von 647 Zecken gefunden (127 bzw. 520 in Test- bzw. Kontrollgruppe). Bei 5630 bzw. 5120 gültigen Angaben (Test- bzw. Kontrollgruppe) unterschieden sich die relativen Zeckenhäufigkeiten in der Testgruppe (Mittelwert/Median: 0,025/0,000) und in der Kontrollgruppe (0,088/0,026) statistisch signifikant (Mann-Whitney-Test  $p < 0,05$ ). Die Mehrzahl der Zecken wurde im Hand-Arm-Bereich (Testgruppe) bzw. Unterschenkel-/Fußbereich (Kontrollgruppe) gefunden. Bei detaillierter Betrachtung der relativen Zeckenhäufigkeiten in den Teilkollektiven zeigte sich, dass die Kontrollgruppe der Träger von Outdoorhosen eine signifikant höhere relative Zeckenhäufigkeit als die anderen Teilkollektive aufweist (Abb. 1). Ein protektiver Nutzen der permethrinimprägnierten Hosen konnte anhand der nicht-parametrischen Tests lediglich für die Träger von Outdoorhosen nachgewiesen werden (Median Kontroll-/Testgruppe: 0,0625/0,000; Mann-Whitney Test,  $p < 0,05$ ). In der multivariaten Regression bleiben Gruppenzugehörigkeit und Hosentyp als signifikante Einflussvariable auf die relative Zeckenhäufigkeit bestehen (Tab. 1).



**Abbildung 15:** Boxplotdarstellung der relativen Zeckenhäufigkeit in Abhängigkeit vom Typ der getragenen Bekleidung (Schnittschutzhosen/Outdoorhosen) und Zugehörigkeit zu Test- oder Kontrollgruppe.

Unabhängige Variablen	Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	95% Konfidenzintervalle für B	
	B	Standardfehler	Beta	Untergrenze	Obergrenze
Zeckens susceptibilität	0,014	0,009	0,118	-0,004	0,032
Gruppe	0,066	0,02	0,253**	0,026	0,106
Hosentyp	0,045	0,02	0,173*	0,006	0,085
tägl. Zeckengefährdung	0,049	0,025	0,149	-0,001	0,099
mittlere Tragedauer Langarmoberbekleidung	0,001	0,004	0,02	-0,006	0,008

**Tabelle 8:** Ergebnisse der multivariaten linearen Regression (Methode: Einschluss;  $R^2 = 0,133$ ,  $F = 4,808^{**}$ ). Einschlussvariablen: Gruppenzugehörigkeit (Test-/Kontrollgruppe), Hosentyp (Schnittschutz-/Outdoorhose); \*= $p < 0,05$ ; \*\*= $p < 0,01$ .

#### Diskussion

Träger von Hosen ohne Schnittschutz (mehrheitliche Berufsgruppe: Revierleiter) haben sich als besonders Zecken-gefährdetes Teilkollektiv erwiesen. Gründe hierfür könnten einerseits im Tätigkeitsprofil dieser Berufsgruppe und dem damit verbundenen Aufenthalt in Gebieten mit hohem Zeckenaufkommen liegen. Andererseits stellt die in dieser Kontrollgruppe getragene Bekleidung möglicherweise eine weniger effektive mechanische Barriere gegen das Eindringen von Zecken, als die in der Kontrollgruppe der Träger von Schnittschutzhosen (vorwiegende Berufsgruppe: Forstwirte) verwendeten Hosen. Diese könnten ggf. schon aufgrund ihres Schnittes und/oder ihrer Isolationswirkung eine erhöhte Schutzwirkung gegenüber Zecken besitzen. Eine vollständige Schutzwirkung konnte für die permethrinimprägnierten Hosen nicht nachgewiesen werden, da sich auch im Beinbereich noch Zecken fanden. Permethrinimprägnierte Hosen können demnach für bestimmte Berufsgruppen wie beispielsweise Revierleiter als zusätzliches Instrument zum Schutz vor Zeckenstichen in Erwägung gezogen werden, sofern auch ihre gesundheitliche Unbedenklichkeit bestätigt wird.

## Literatur

1. Buczek, A. Rudek, A. Bartosik, K. Szymanska, J. & Wojcik-Fatla, A. Seroepidemiological study of Lyme borreliosis among forestry workers in southern Poland, *Ann Agric Environ Med* 16 (2009), 257–261.
2. Oehme, R. Hartelt, K. Backe, H. Brockmann, S. & Kimmig, P. Foci of tick-borne diseases in southwest Germany, *Int. J. Med. Microbiol.* 291 Suppl 33 (2002), 22–29.
3. Rath, P. M. et al. Seroprevalence of Lyme borreliosis in forestry workers from Brandenburg, Germany, *Eur. J. Clin. Microbiol. Infect. Dis.* 15 (1996), 372–377.

## Untersuchungen zur genetischen Prädisposition für das allergische Kontaktekzem

**Götz A. Westphal**<sup>1</sup>, Hans-Peter Rihs<sup>1</sup>, Antje Schaffranek<sup>1</sup>, Thomas Zeiler<sup>3</sup>, Thomas Werfel<sup>4</sup>, Katja Wichmann<sup>4</sup>, Vera Martin<sup>4</sup>, Kristian Reich<sup>4</sup>, Elke Weisshaar<sup>4</sup>, Knut Schäkel<sup>4</sup>, Claudia Schröder-Kraft<sup>4</sup>, Sibylle Schliemann<sup>4</sup>, Christiane Szliska<sup>4</sup>, Petra Spornraft-Ragaller<sup>4</sup>, Andrea Bauer<sup>4</sup>, Stephanie Soost<sup>4</sup>, Margitta Worm<sup>4</sup>, Rita Varga<sup>4</sup>, Heinrich Dickel<sup>4</sup>, Christoph Skudlik<sup>4</sup>, Claudia Pföhler<sup>4</sup>, Burkhard Kreft<sup>4</sup>, Jürgen Büniger<sup>1</sup>, Thomas Brüning<sup>1</sup>, Johannes Geier<sup>2</sup>, Axel Schnuch<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA), Bürkle-de-la-Camp-Platz 1, D-44789 Bochum; <sup>2</sup> Informationsverbund Dermatologischer Kliniken (IVDK), Institut an der Georg-August Universität Von Siebold Str. 3, D-37075 Göttingen; <sup>3</sup> DRK-Blutspendedienst West, Breitscheid; <sup>4</sup> Beteiligte Kliniken im IVDK

**Einleitung:** Das allergische Kontaktekzem gehört zu den häufigsten allergischen Erkrankungen am Arbeitsplatz. Die Empfindlichkeit gegenüber Allergenen ist individuell sehr unterschiedlich ausgeprägt. Kenntnisse über die Ursachen dieser Unterschiede können eine effektive Prävention ermöglichen. Epidemiologische Studien zeigen, dass besonders aktive genetische Varianten entzündungsfördernder Botenstoffe (Zytokine) bei den Personen gehäuft vorkommen, die Sensibilisierungen gegen drei und mehr strukturell unterschiedliche Kontaktallergene aufweisen (Polysensibilisierte) (Westphal et al., 2003; Reich et al., 2003). Diesen Hinweisen soll in der vorliegenden Studie gezielt nachgegangen werden.

**Methoden:** Da praktisch jeder bei entsprechender Exposition eine Kontaktallergie erwerben kann, zielt diese Studie auf den Schweregrad der Erkrankung: Polysensibilisierte erkranken leichter, häufiger und schwerer. Die Rekrutierung der Patienten erfolgt durch die dem IVDK angeschlossenen Kliniken. Die genetischen Varianten wurden in der Abteilung Molekulare Genetik des IPA mit Realtime-PCR- und Sequenzierungstechniken untersucht.

**Ergebnisse:** Bislang konnten Proben von 271 Kontrollpersonen und 160 Patienten gewonnen, analysiert und ausgewertet werden. 92 Patienten wurden als „polysensibilisiert“ eingestuft und 68 Patienten als „monosensibilisiert“. Signifikante Trends werden sichtbar hinsichtlich der Wildtypallele von *IL16 P434S* (*rs4072111*) und *IL16-295T>C* (*rs4778889*). Für beide Allele wird dies deutlicher, wenn die Polysensibilisierten extra betrachtet werden. Das weniger aktive homozygote Wildtypallel (*IL1B-31TT*) (Lind et al., 2007) des entzündungsfördernden Botenstoffes Interleukin-1 $\beta$  tritt in unserer Studie bei monosensibilisierten Patienten signifikant häufiger auf, während der homozygot variante Genotyp *IL1B-31TT* nicht signifikant häufiger bei sensibilisierten Patienten ist. Die Allelverteilung der SNPs *IL6-174*, *IL10-819* und *TNFA-308* war bis dato unauffällig.

**Diskussion:** Signifikante Assoziationen zur Kontaktallergie finden wir für die Wildtypallele von *IL16 P434S* und *IL16 -295C>T*. Möglicherweise wurde bislang die Rolle von IL-16 in der Pathogenese der Kontaktallergie unterschätzt. Studien an Mäusen zeigten eine Freisetzung von IL-16 in der Haut während der Sensibilisierungsphase nach dermalen Gabe von Oxazolon oder 2,4,6-Trinitrochlorbenzol (Pikrylchlorid) (Masuda et al., 2005). IL-16 kann zudem die Wanderung von Langerhans-Zellen der Haut zu den lokalen Lymphknoten bewirken (Stoitzner et al., 2001). Andeutungsweise wirken sich diese Allel-Varianten bei Polysensibilisierten stärker aus. Dies stützt unsere ursprüngliche Annahme, dass Polysensibilisierung ein Phänotyp mit besonderer Empfindlichkeit ist und variante Allele, die die Erkrankung begünstigen, hier gehäuft vorkommen können. Allerdings konnten die Ergebnisse unserer früheren Studien nicht bestätigt werden. Hier waren die homozygoten Varianten *TNFA -308AA* und *IL16 -295TT* häufiger bei Polysensibilisierten mit *para*-Stoff Allergie (Westphal et al. 2003; Reich et al., 2003). Möglicherweise unterscheiden sich Allergene in Bezug auf die Beteiligung varianter Allele. Starke Allergene wirken möglicherweise unabhängig von individueller Prädisposition. Die Ausweitung der Fallzahlen soll zeigen, ob diese vorläufigen Trends stabil bleiben.

#### Referenzen

- Masuda K, Katoh N, Soga F, Kishimoto S (2005) The role of interleukin-16 in murine contact hypersensitivity. *Clin Exp Immunol* 140(2):213-9.
- Reich K, Westphal G, König IR, Mössner R, Krüger U, Ziegler A, Neumann C, Schnuch A (2003) Association of allergic contact dermatitis with a promoter polymorphism in the *IL16* gene, *J Allergy Clin Immunol* 112:1191-1194.
- Stoitzner P, Ratzinger G, Koch F, Janke K, Schöller T, Kaser A, Tilg H (2001) Cruikshank WW, Fritsch P, Romani N. Interleukin-16 supports the migration of Langerhans cells, partly in a CD4-independent way. *J Invest Dermatol* 116(5):641-9.
- Westphal GA, Schnuch A, Moessner R, König IR, Hallier E, Neumann C, Ziegler A, Reich K (2003) Cytokine gene polymorphisms in allergic contact dermatitis. *Contact Dermatitis* 48:93-98.
- Lind H, Haugen A, Zienolddiny S (2007) Differential binding of proteins to the *IL1B -31 T/C* polymorphism in lung epithelial cells. *Cytokine* 38(1):43-8.

## **Stellenwert medizinischer Leitlinien in der Berufsdermatologie am Beispiel der S1 Leitlinie „Management von Handekzemen“**

**B. Emmert<sup>1</sup>, E. Hallier<sup>2</sup>, S. Emmert<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Betriebsärztlicher Dienst der Universitätsmedizin Göttingen und Georg-August-Universität Göttingen

<sup>2</sup>Abteilung für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der Georg-August-Universität Göttingen

<sup>3</sup>Abteilung Dermatologie, Venerologie und Allergologie der Universitätsmedizin Göttingen

### **Einleitung**

Klinisch heterogene Erkrankungen wie das chronische Handekzem (CHE), die auch häufig einer multimodalen Therapie bedürfen, stellen eine Herausforderung für jeden Arzt und das Gesundheitswesen im Allgemeinen dar. In dieser Situation können Leitlinien strukturierte Orientierungshilfen bieten. Sie werden von den einzelnen Fachgesellschaften erstellt. Die S1-Leitlinie Management von Handekzemen ist hierfür aufgrund der Konsensus-basierten Strukturierung von Klinik und Therapie ein instruktives Beispiel [1].

### **Befunde und Ergebnisse**

Das Handekzem ist eine weit verbreitete Hauterkrankung: Etwa 500.000 Patienten in Deutschland leiden an einem chronischen Handekzem, das aber auch die Füße betreffen kann. Bei ca. 90% aller beruflich bedingten Hauterkrankungen handelt es sich um ein chronisch-rezidivierendes Ekzem. Von der schweren, chronisch-rezidivierenden Form sind bis zu 7% dieser Patienten betroffen. Oft führen die klassischen äußerlichen Behandlungen, z.B. mit Cortison, zu keinem nachhaltigen Erfolg. Ca. 23% der Betroffenen müssen wegen des Handekzems sogar ihren Beruf aufgeben. Den Unfallversicherungsträgern entstehen dadurch jährlich bis zu 1,2 Mrd. € Kosten u.a. für Therapien und Rehabilitationsmaßnahmen.

Nach international anerkannter Definition sind Leitlinien systematisch entwickelte Aussagen, die den gegenwärtigen Erkenntnisstand wiedergeben, um Ärzte und andere Gesundheitsberufe sowie Patienten bei der Entscheidungsfindung für eine angemessene Versorgung in spezifischen Krankheitssituationen und bei speziellen Gesundheitsproblemen zu unterstützen. Es handelt sich dabei um Orientierungshilfen im Sinne von Handlungs- und Entscheidungskorridoren, von denen in begründeten Fällen abgewichen werden kann oder sogar muss. Leitlinien sind für Ärzte rechtlich nicht bindend und haben somit weder eine haftungsbegründende noch eine haftungsausfüllende Wirkung. Allerdings kann durchaus ein gewisser Rechtfertigungszwang resultieren, falls von ihnen abgewichen wird.

Das breite Interesse an medizinischen Leitlinien beruht auf der Tatsache, dass alle Gesundheitssysteme der industrialisierten Länder mit vergleichbaren Problemen konfrontiert werden: steigende Kosten infolge erhöhter Nachfrage nach Gesundheitsdienstleistungen, immer teurer werdende Technologien und Medikamente

und alternde Bevölkerungen. Gleichzeitig sind einerseits Qualitätsschwankungen mit z.T. inadäquater Gesundheitsversorgung zu beobachten und andererseits der selbstverständliche Wunsch der Patienten bzw. der Leistungsanbieter im Gesundheitswesen nach einer bestmöglichen Versorgung. Genau darin liegen die Möglichkeiten und Chancen der Leitlinien, zeigen aber auch deren Grenzen auf. Vorrangiges Ziel beim systematischen Einsatz von Leitlinien ist eine konsistente und effiziente Gesundheitsversorgung auf Grundlage der besten aktuell verfügbaren wissenschaftlichen und praktischen Erkenntnisse. Die Grenzen liegen hauptsächlich in der flächendeckenden Akzeptanz und Anwendung der Leitlinien in der Klinik und Praxis. Zahlreiche Untersuchungen belegen, dass Leitlinien nicht ohne Weiteres von Ärzten bzw. im Gesundheitswesen tätigen Berufsgruppen akzeptiert und befolgt werden.

Die Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF) ist in Deutschland die Dachorganisation zur Ausarbeitung, Bewertung und Veröffentlichung von medizinischen Leitlinien, die in den drei Entwicklungsstufen S1 bis S3 hinsichtlich ihres formalen Evidenzniveaus („evidence levels“) und der Methode der Konsensusfindung eingeteilt werden. Die momentan 59 dermatologischen Leitlinien werden unter der Ägide der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft erstellt. Ein Beispiel aus der Berufsdermatologie stellt die S1 Leitlinie „Management von Handekzemen“ mit der AWMF-Leitlinien-Register-Nr. 013/053 dar [2]. Eine bemerkenswerte Besonderheit bei der Erstellung dieser Leitlinie liegt in der Aufnahme einer neuen Systemtherapie des Handekzems mit Alitretinoin, bereits zu einem Zeitpunkt, bei dem diese Therapie gerade erst spezifisch für diese Indikation zugelassen wurde [3]. Alitretinoin ist ein Vitaminsäure A-Derivat, das unter dem Handelsnamen Toctino® bekannt ist (Abb.1).

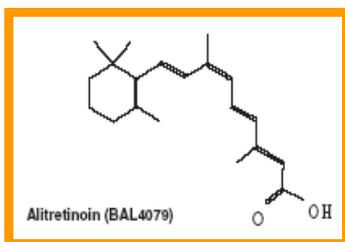


Abb.1: Strukturformel von Alitretinoin (Toctino®)

Ein wichtiger Beitrag der S1-Leitlinie „Management von Handekzemen“, die von Dermatologen aus Praxen und Kliniken sowie Berufsdermatologen erstellt wurde, liegt in einer bisher nicht da gewesenen einheitlichen und strukturierten Klassifikation von Handekzemen. Daraus ergibt sich ein nicht unerheblicher Nutzen für die Klinik, da das Handekzem keine einheitliche Erkrankung darstellt, sondern durch unterschiedliche klinische Erscheinungsformen (Morphe, Lokalisation) sowie unterschiedliche Ätiologien (häufig multifaktoriell) gekennzeichnet ist.

Der neben einer Vereinheitlichung der Klassifikation wichtigste Nutzen der Leitlinie ist allerdings die vereinheitlichte Darstellung der mehrschrittigen Behandlung des

Handekzems entsprechend des Schweregrades und des Krankheitsverlaufes. Als Resultat der Konsensusfindung besteht nun die Empfehlung einer mehrschrittigen Stufentherapie, bei der eine indifferente Basistherapie, topische Behandlungen, Lichttherapien und systemische Therapien kombiniert werden (siehe Abb. 2).

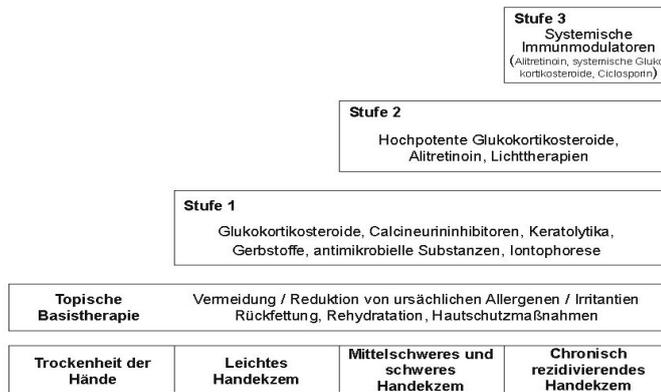


Abb.2:Mehrschrittige

### Stufentherapie

### Schlussfolgerung/Diskussion

Die S1 Leitlinie „Management von Handekzemen“ zeigt die Vorteile von Leitlinien, wie der standardisierten Definition bestimmter Erkrankungen (oder Erkrankungsgruppen), der objektiven Schweregrad-Bestimmung sowie standardisierter Therapiealgorithmen. Insbesondere bei schwer zu behandelnden Krankheitsbildern wie dem chronischen Handekzem führt eine konsequente Leitlinienumsetzung mit frühzeitiger Aufnahme neuer Therapieverfahren, wie z.B. Alitretinoin, bei Betroffenen zu einer deutlichen Steigerung der Lebensqualität. Zukünftige Aufgaben werden in der Verbesserung der flächendeckenden Akzeptanz und Anwendung dieser Leitlinie in Praxis und Klinik sowie der Weiterentwicklung bis auf ein S3-Niveau liegen.

### Literatur

[1]Emmert B, Hallier E, Schön MP, Emmert S (2011) Disease management guidelines in dermatology: implementation, potentials and limitations exemplified by guidelines for the management of hand eczema]. Hautarzt 62(4):308-14.

[2]Korting HC, Callies R, Reusch M, Schlaeger M, Sterry W (2009) Dermatologische Qualitätssicherung. Leitlinien und Empfehlungen. Abw-Wissenschaftsverlag, Berlin, 6. Auflage.

[3]Blank PR, Blank AA, Szucs TD (2010) Cost-effectiveness of oral alitretinoin in patients with severe chronic hand eczema: a long-term analysis from a Swiss perspective. BMC Dermatol 10:4.

## **Altersverteilung der Arbeitsunfähigkeit von ausgewählten Herz-Kreislauf-Erkrankungen**

**Claudia Brendler, Falk Liebers, Ute Latza**

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Berlin

### *Hintergrund und Ziel*

Herz-Kreislauf-Erkrankungen (HKE) sind weiterhin die häufigste Todesursache in Deutschland und ein wichtiger Grund für Morbidität, die in der berufstätigen Bevölkerung oft zu Arbeitsunfähigkeit führt. Mehr als sechs Prozent der Tage von Arbeitsunfähigkeit (AU) und mehr als vier Prozent der AU-Fälle wurden im Jahre 2008 durch HKE verursacht. Fast alle HKE, insbesondere die ischämischen, haben eine steigende Prävalenz mit dem Alter. Aufgrund des geplanten höheren Renteneintrittsalters und der demografischen Entwicklung ist dementsprechend eine größere Bedeutung der HKE in der Arbeitswelt zu erwarten.

Zielsetzung der hier vorgelegten Auswertung ist die Darstellung des Anstiegs der AU aufgrund von HKE insbesondere von der Altersgruppe 45-54 Jahre zur Altersgruppe 55-64 Jahre in Deutschland anhand von Daten der Gesetzlichen Krankenversicherung im Jahre 2008. Damit soll eine Grundlage für die Abschätzung zukünftiger AU anhand ausgewählter Diagnosen vorgegeben werden.

### *Methodik*

Es wurde eine Sekundärdatenanalyse aggregierter Daten mit Schichtung nach: Alter (15 - 64 Jahren, gruppiert in fünf 10-Jahres-Altersgruppen), ausgewählten Diagnosen (ICD 10 GM Version 2010, Kapitel IX „Krankheiten des Kreislaufsystems) und Geschlecht analysiert. Es lagen von fast allen gesetzlichen Krankenkassen Daten zu den 22 häufigsten HK-Diagnosen von AU (mindestens ein Fall/ 10.000 Versicherte in der Statistik der AOK von 2007 in beiden Geschlechtern) für das Jahr 2008 vor. Die Studienpopulation umfasst 26,3 Millionen versicherte Erwerbstätige (13,7 Mio. männliche und 12,5 Mio. weibliche Versicherte) und damit ca. 90 Prozent der gesetzlich versicherten Erwerbstätigen.

In der hier durchgeführten geschlechtsstratifizierten deskriptiven Analyse wurde sowohl der relative als auch der absolute Anstieg von AU-Fällen über die Altersgruppe ausgewertet.

### *Ergebnisse*

Über die betrachteten 22 Diagnosen von HKE zeigt sich ab der Altersgruppe 25-34 Jahre ein kontinuierlicher Anstieg der Anzahl der Fälle von Arbeitsunfähigkeit. Die Anzahl der AU-Fälle steigt von 64 AU-Fällen/ 1.000 Versicherte in der Altersgruppe 45-54 Jahre auf nahezu das Doppelte, 114 AU-Fällen/ 1.000 Versicherte, in der Altersgruppe 55-64 Jahre. Bei den Männern fällt dieser Anstieg besonders im höheren

Alter deutlich größer als bei den Frauen (Anstieg der AU-Fälle zwischen Altersgruppe 15-24 Jahre und 55-64 Jahre bei Männern von 18 auf 138 Fälle/ 1.000 Versicherte vs. von 29 auf 87 Fälle/ 1.000 Versicherte bei Frauen).

Für fast alle untersuchten Diagnosen steigt die relative AU-Fallzahl mit dem Alter – nur durch Erkrankungen der Lymphgefäße bzw. Lymphknoten werden teilweise im jüngeren und mittleren Alter mehr Fälle von AU verursacht als im höheren. Obwohl die Beschäftigtenanzahl in der höchsten Altersgruppe wesentlich geringer ist als in den mittleren Altersgruppen, fallen sieben Diagnosen auch mit einem absoluten Anstieg der Anzahl der AU-Fälle aufgrund von HKE mit dem Alter auf. Dies betrifft die ICD-Diagnosen: I11 „Hypertensive Herzkrankheit“, I25 „Chronisch ischämische Herzkrankheit“, I48 „Vorhofflattern und Vorhofflimmern“, I50 „Herzinsuffizienz“, I70 „Artherosklerose“, I63 „Hirnfarkt“ und I73 „Sonstige periphere Gefäßkrankheiten“. Die arterielle Hypertonie (I10) bildet in allen Altersgruppen den bei weitem häufigsten Grund für AU aufgrund von HKE und verstärkt bzw. verursacht (ebenso wie arteriosklerotische Prozesse) diese Erkrankungen.

In der höchsten Altersgruppe sind ca. zwei Drittel der AU-Fälle, die durch HKE verursacht werden, auf die fünf Diagnosen: I10 „Essentielle (primäre) Hypertonie“, I25 „Chronisch ischämische Herzkrankheit“, I83 „Varizen der unteren Extremität“, I20 „Angina pectoris“ und I48 „Vorhofflattern und Vorhofflimmern“ zurückzuführen. Diese Diagnosen zeigen alle einen starken Altersgang. (Abb.1 und Tab.1)

#### *Diskussion/Schlussfolgerungen*

Mit einer Erfassung von ca. 90% der gesetzlich versicherten Erwerbstätigen (dies entspricht ca. 75% der sozialversicherungspflichtigen Erwerbsbevölkerung) sind die Daten als repräsentativ anzusehen. Ältere Beschäftigte sind aufgrund von HKE, durch den bekannten Altersgang, häufiger arbeitsunfähig als Jüngere. Besonders arteriosklerotische, aber auch venöse Erkrankungen führen zu einem relativen und teilweise auch absoluten Anstieg der AU im höheren Alter.

Die Auswertung beruht auf Querschnittdaten und stellt somit keinen Verlauf dar. Trotzdem ist davon auszugehen, dass auch für die heute Jüngeren ein ähnlicher Anstieg der AU aufgrund von HKE mit dem Alter entstehen wird, wenn nicht durch Gesundheitsförderungs- und Präventionsmaßnahmen ein Großteil der HKE verhindert oder das Auftreten ins höhere Alter verschoben wird. Die Morbidität und nachfolgende AU aufgrund von HKE kann hier nur ohne die akute Mortalität dargestellt werden, da die Sekundärdatenauswertung dies nicht ermöglicht.

Da in Zukunft wesentlich mehr Erwerbstätige in der höchsten Altersgruppe zu erwarten sind, ist eine (primäre und auch sekundäre) Prävention von HKE in allen Altersgruppen dringend zu empfehlen. Diese Maßnahmen sollen nicht nur auf Verhaltensprävention, sondern auch auf die Verhältnisprävention zielen. Anhand des Datensatzes ist eine weitergehende berufsbezogene Untersuchung der AU in den unterschiedlichen Altersgruppen geplant.

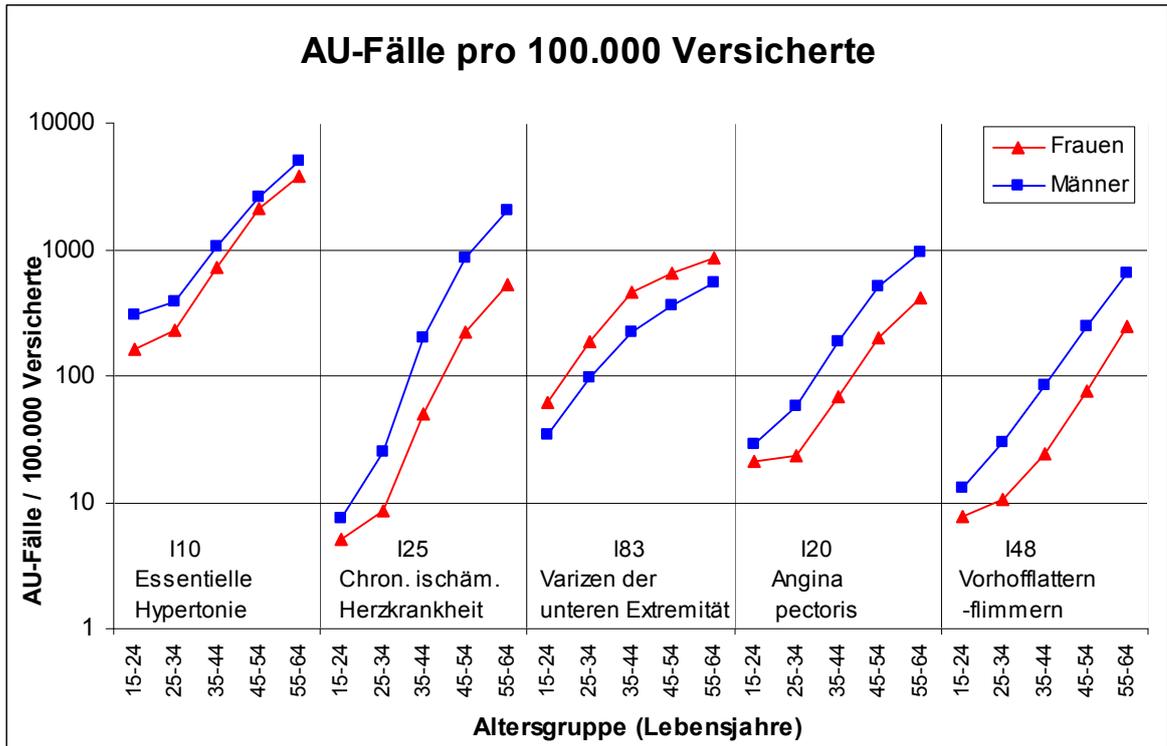


Abb.1 AU-Fälle von HKE – ausgewählt die häufigsten Diagnosen der Altersgruppe 55-64 Jahre, für Deutschland im Jahre 2008, getrennt nach Geschlecht, gesetzlich Versicherte, halblogarithmische Darstellung

Tab.1 Relative und absolute AU-Fälle von HKE – ausgewählt die häufigsten Diagnosen der Altersgruppe 55-64 Jahre, für Deutschland im Jahre 2008, getrennt nach Geschlecht, gesetzlich Versicherte

AU-Fälle pro 100.000 Versicherte				Diagnose	Absolute AU-Fälle			
Männer		Frauen			Männer		Frauen	
45-54 Jahre	55-64 Jahre	45-54 Jahre	55-64 Jahre		45-54 Jahre	55-64 Jahre	45-54 Jahre	55-64 Jahre
2.629	5.088	2.074	3.802	I10 Essentielle Hypertonie	84.51 7	83.21 7	67.16 2	58.52 7
859	2.041	220	536	I25 Chr. ischäm. Herzkrankheit	27.61 9	33.38 9	7.128	8.250
365	538	645	863	I83 Varizen d. unt. Extremität	11.73 2	8.798	20.87 3	13.27 9
504	937	203	414	I20 Angina pectoris	16.19 0	15.32 3	6.577	6.368
244	655	75	249	I48 Vorhofflattern u. - flimmern	7.827	10.71 3	2.438	3.828

## Werden durch verschiedene Belastungsverfahren unterschiedliche Leistungen erzielt? – ein Vergleich der Stufen- und Rampenbelastung am Fahrradergometer in der arbeitsmedizinischen Vorsorge- und Eignungsuntersuchung

**Preisser AM, Bittner C, Velasco Garrido M, Baur X**

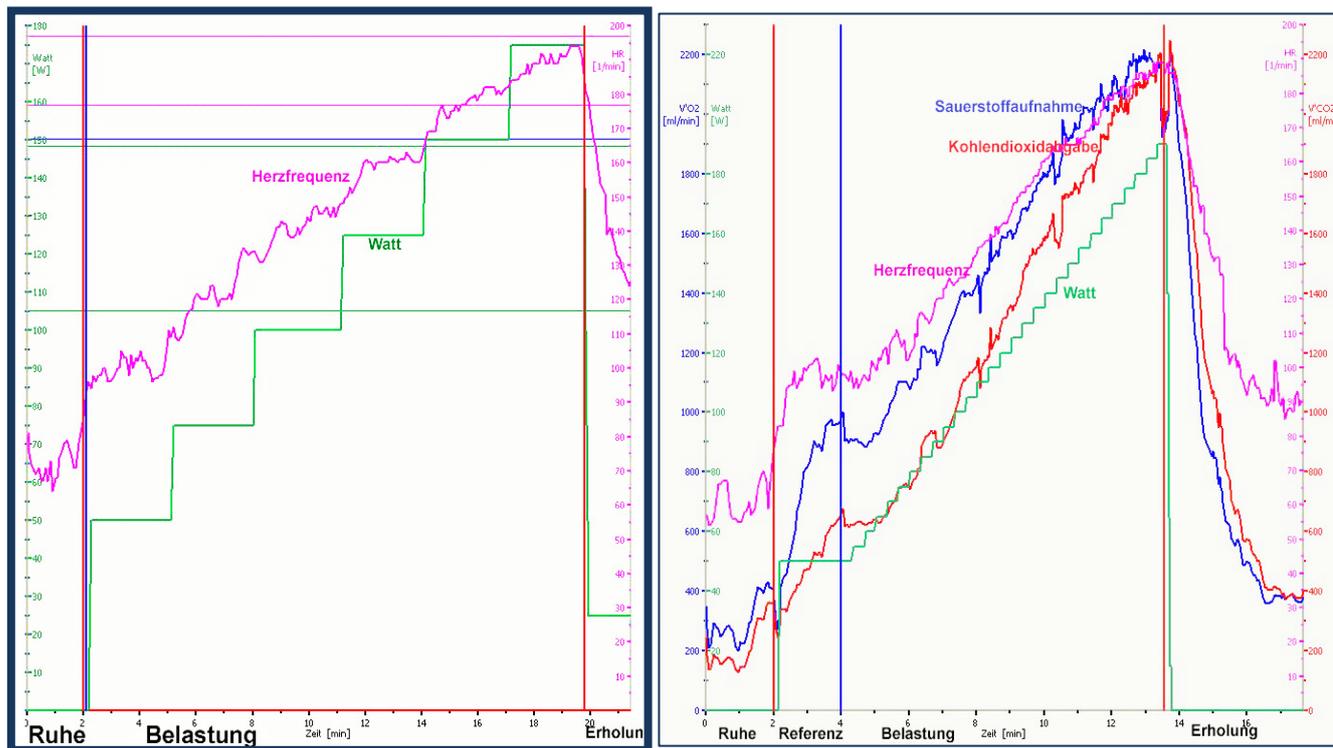
Zentralinstitut für Arbeitsmedizin und Maritime Medizin (ZfAM), Klinische Arbeitsmedizin, Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, Hamburg

Hintergrund: Der „Leitfaden für die Ergometrie“ der „BG-Grundsätze für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen (Anhang 2)“ beschreibt das Belastungsverfahren mittels Fahrradergometrie (ST), welches für verschiedene Untersuchungen (G 26.3, G 41, G 31) empfohlen wird. Wegen des zusätzlichen Informationsgewinns zu Ausdauerleistung, Atemmechanik und Gasaustausch bei den genannten Untersuchungsindikationen ist die Durchführung der Spiroergometrie sinnvoll. Hier wird die rampenförmige, nahezu kontinuierliche Belastungssteigerung (RA) bevorzugt, die geglättete Kurven mit besserer Auswertbarkeit als die ST-Belastung zeigt. Die beiden Methoden werden hinsichtlich der Beurteilung der körperlichen Leistungsfähigkeit verglichen.

Methoden: Es wurden in Januar bis Mai 2011 im Rahmen einer G 31 („Überdruck“-) Untersuchung 10 Probanden (je 5 Frauen und Männer,  $30,4 \pm 7,0$  J.,  $74,5 \pm 15,8$  kg,  $24,9 \pm 2,4$  BMI) auf dem Fahrradergometer bis zur maximalen körperlichen Erschöpfung belastet; zunächst mittels Spiroergometrie unter RA, 2-7 (Median 6) Tage später unter ST entsprechend o.g. „Leitfaden“. Erfasst wurden die Belastung [W] initial und maximal sowie als PWC<sub>150</sub> (Watt bei einer Herzfrequenz von 150/min) und PWC<sub>170</sub>, außerdem die Belastungsdauer. Die Differenzen der Einzelparameter wurden im gepaarten t-Test analysiert.

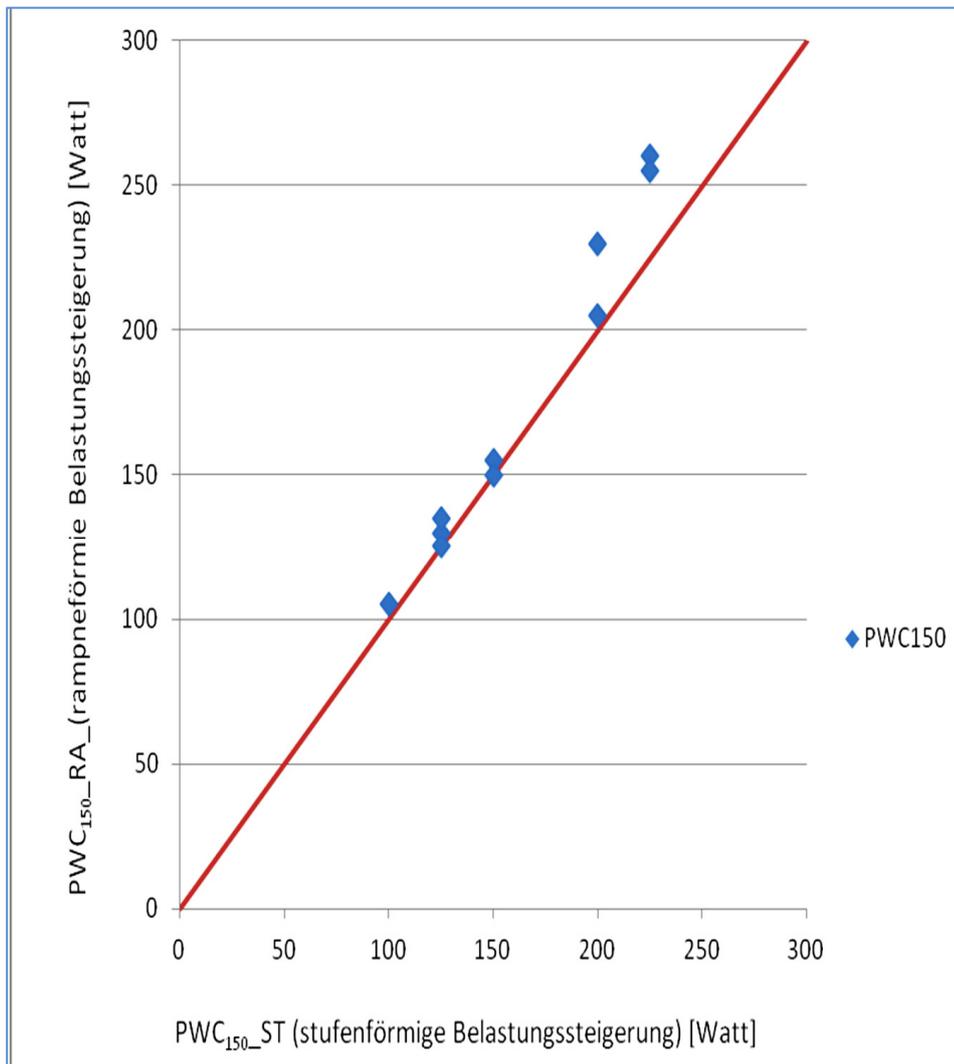
Ergebnisse: Die maximale Herzfrequenz war nicht different (RA:  $178 \pm 12,9$ /min; ST:  $179 \pm 9,6$ ; ns), die Leistung lag mit rampenförmiger Belastungssteigerung um 11 Watt höher ( $244 \pm 59$  vs.  $233 \pm 51$ , ns), auch die PWC<sub>150</sub> und PWC<sub>150</sub>/kg KG ( $175 \pm 57$  vs.  $163 \pm 46$ ,  $p < 0,05$  bzw.  $2,7 \pm 0,4$  vs.  $2,3 \pm 0,5$ ,  $p < 0,01$ ). Die Belastungsdauer unterschied sich nicht ( $13,1$  vs.  $13,0$  min, ns). Die Soll-Leistungen wurden in Bezug auf Wattzahl in beiden Belastungsarten und bzgl.  $\dot{V}O_2$  in RA signifikant überschritten.

Schlussfolgerungen: Anhand der sich nicht unterscheidenden maximal erreichten Pulsfrequenz wurde in beiden Verfahren die gleiche körperliche Leistung abverlangt. Unter der rampenförmigen Belastung wurden gering höhere maximale Wattzahlen erreicht (siehe Abb. 2); dies ist erklärlich, da diese Spitzenleistung nur für kurze Zeit durchgehalten werden muss. Auch die PWC-Werte liegen geringfügig, wenn auch signifikant höher bei rampenförmiger Belastungssteigerung. Insgesamt zeigen die Verfahren aber vergleichbare Ergebnisse. Die Watt-Leistungen und die PWC150 bei RA sind direkt zu bestimmen bzw. im Protokoll abzulesen, Interpolationen entfallen.



**Abb. 1 a:** stufenförmige Belastungssteigerung (grüne Kurve) bei 33jähriger Probandin, Beginn mit 50 Watt, Steigerung um 25 Watt alle 2 Minuten, maximal 100 Watt. In Pink ist die Herzfrequenz aufgetragen, max. 190/min.

**Abb. 1 b** rampenförmige Belastungssteigerung (grüne Kurve, gleiche Probandin) mit 2-minütiger Referenzphase bei 50 Watt und max. 110 Watt. Herzfrequenz in Pink, CO<sub>2</sub>-Abgabe in Rot, O<sub>2</sub>-Aufnahme in Blau.



**Abb. 2:** Vergleich der erreichten Leistung auf dem Fahrradergometer bei einer Herzfrequenz von 150 (PWC<sub>150</sub>) unter rampenförmiger Belastungssteigerung und Stufenbelastung (n=10)

150

**Belastung von Atemschutzgeräteträgern****Heblich F, Gast P,**

Fachsanitätszentrum Kiel, Department of Occupational Health

Hintergrund: In den Anforderungen der berufsgenossenschaftlichen Grundsatzuntersuchung G26.3 für Träger schwerer Atemschutzgeräte (ASG) wird die geforderte Mindestleistung auf das Körpergewicht bezogen ( $PWC_{170}$  bzw.  $PWC_{150}$  bei der Fahrradergometrie). Bei vielen dieser Untersuchungen wird aufgrund mangelnder Leistungsfähigkeit der Probanden jedoch von der Möglichkeit zur Reduzierung der Leistungsanforderung Gebrauch gemacht.

Methoden: Während der Ausbildung zum Atemschutzgeräteträger wird die maximal erreichte Leistung der Lehrgangsteilnehmer und deren maximale Herzfrequenz in der Atemschutzgeräteträger-Übungsstrecke (ASÜb) bestimmt und mit der Maximalleistung bzw. Herzfrequenz verglichen, die im Rahmen der G26.3 auf dem Fahrrad erbracht wurde.

Ergebnisse: In dem untersuchten Kollektiv (n=270) mussten mit Ausnahme weniger Probanden, die auf dem Fahrradergometer ausbelastet wurden und dann als Spitzenbelastung im Median 11 Watt mehr leisteten, alle Versuchsteilnehmer in der ASÜb eine deutlich größere Leistung erbringen. Auf der Endlosleiter mussten hier im Vergleich zu der bei der Ergometrie erbrachten Spitzenleistung im Median 73 Watt mehr geleistet werden. Eine ähnliche, aber nicht so stark ausgeprägte Verteilung zeigte sich bei der maximal erreichten Herzfrequenz. Die maximale Herzfrequenz der meisten Probanden lag nach Absolvieren der ASÜb im Median um 12 Schläge pro Minute höher als bei der Ergometrie.

Schlussfolgerungen:

- Den meisten der bisher untersuchten Probanden wurde in der Atemschutzgeräteträger-Übungsstrecke eine höhere Leistung abverlangt als bei der Fahrradergometrie im Rahmen der berufsgenossenschaftlichen Grundsatzuntersuchung G26.3.
- Entsprechend findet sich eine höhere Herzfrequenz im Sinne einer größeren Beanspruchung.
- Die zur Untersuchung verwendete ASÜb repräsentiert keine besonders anstrengende Übungsstrecke, so dass in anderen Strecken und in scharfen Einsätzen von zum Teil deutlich größeren Differenzen ausgegangen werden kann.
- Aufgrund der gefundenen Diskrepanzen zwischen im Rahmen der G26.3 geforderten Maximalleistung und der in der ASÜb verlangten Leistung auf der Endlosleiter sollten ASG-Träger zum eigenen Schutz ihre körperliche Fitness mindestens auf dem von den Berufsgenossenschaften geforderten Niveau erhalten und Arbeitsmediziner in der Regel auf die Möglichkeit zur Reduzierung der Leistungsanforderungen verzichten.

Die Zustimmung der Ärztekammer Schleswig-Holstein für die Studie liegt vor.

## Herzratenvariabilität in der langfristigen Erholungsphase nach einem Marathonlauf

**Böckelmann I, von Hintzenstern J**

Bereich Arbeitsmedizin, Medizinische Fakultät, Otto-von-Guericke-Universität  
Magdeburg

### Einleitung

Es ist bekannt, dass eine herabgesetzte Herzrate (HR) in Ruhe ein Zeichen für die gute Trainierbarkeit einer Person ist. Die Meinung zu den Ursachen dieser Bradykardie ist jedoch uneinheitlich. Vorstellbar sind eine para-sympathische Aktivierung, Dämpfung des sympathischen Antriebs sowie eine Kombination aus beiden. Die HR liefert die Information über den Beanspruchungsgrad des Herz-Kreislauf-Systems. Deren Variabilität (HRV) sagt zusätzlich etwas über die Qualität der Herz-Kreislauf-Regulation aus und ist das Resultat der Anpassungsfähigkeit an die Belastung.

Ziel unserer Untersuchung war es, anhand der HR- und HRV-Daten von einer Marathonsiegerin, die Aktivität des autonomen Nervensystems in der langfristigen Regenerationsphase zu überprüfen.

### Material und Methodik

Die RR-Intervalle einer 41-jährigen Sportlerin wurden mit einer Pulsuhr Polar RS800CX aufgezeichnet und dann im Programm Kubios HRV 2.0 einer HRV-Analyse im Zeit-, Frequenz- und Phasenbereich [1] unterzogen. Die Messungen erfolgten beim Marathonlauf und bei 5minütigen Abschnitten im Sitzen und Liegen an den darauffolgenden Tagen. Am 1. Tag erfolgte ein leichtes Regenerationstraining. Am 4. und 8. Tag wurde eine leichte Trainingseinheit von ca. 40 Minuten am Fahrradergometer (< 70 %, 137 Watt) vorgenommen.

### Ergebnisse

Während des Marathons (Abb. 1) betrug die HR im Durchschnitt  $158,8 \text{ min}^{-1}$ . So eine Extrembelastung ruft zuerst eine Verschiebung der sympathovagalen Balance zugunsten einer Sympathikusdominanz hervor. Der Indikator für die Gesamtvariabilität der Herzschlagfolge SDNN und der Indikator der kurzfristigen (parasymphathischer Einfluss) Veränderungen RMSSD betragen dabei 3,4 bzw. 4,0 ms. Das sympathikusmodulierte Leistungsspektrum VLF sowie das sympathikus- und parasymphathikusmodulierte LF-Band lagen bei 14,1 bzw. 26,9 %. Das in Verbindung mit der Respiration stehende HF-Band betrug 59,1 %. Der Parameter der Kurzzeitvariabilität SD1 (Poincare Plot) war stark reduziert.

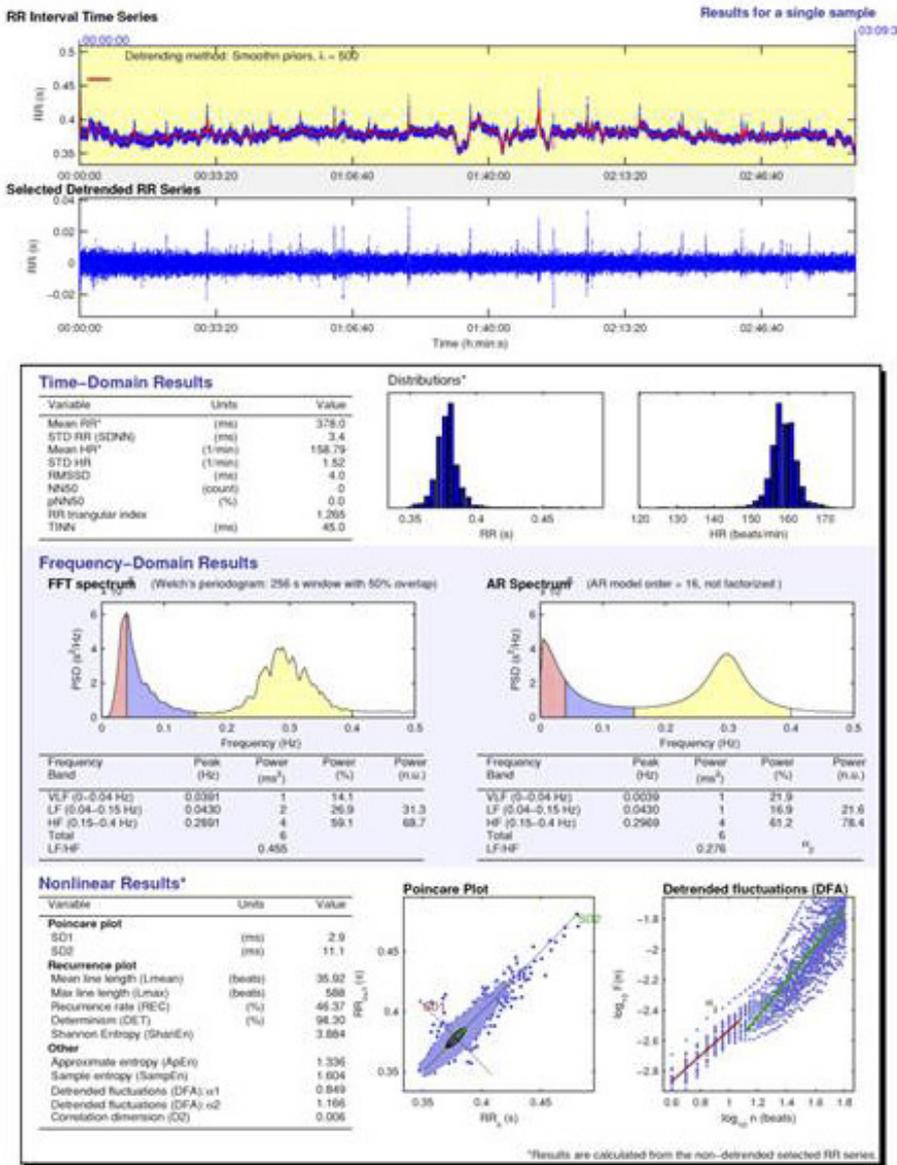


Abb. 1 Die HRV-Ergebnisse während des Marathons

Im Verlauf der Regenerationswoche (Abb. 2) nahm die Aktivität des Parasympathikus zu (von SD1 11,3 ms, HF-Power 22 % und RMSSD 20,3 ms bis SD1 84,5 ms, HF-Power 65,4 % und RMSSD 95,6 ms) und die des Sympathikus ab (VLF-Power 5,3 % und LF 72,7 % bis VLF 2,2 % und LF 32,5 %). Die HR lag in Ruhe zwischen 47,6 und 51,5 min<sup>-1</sup>.

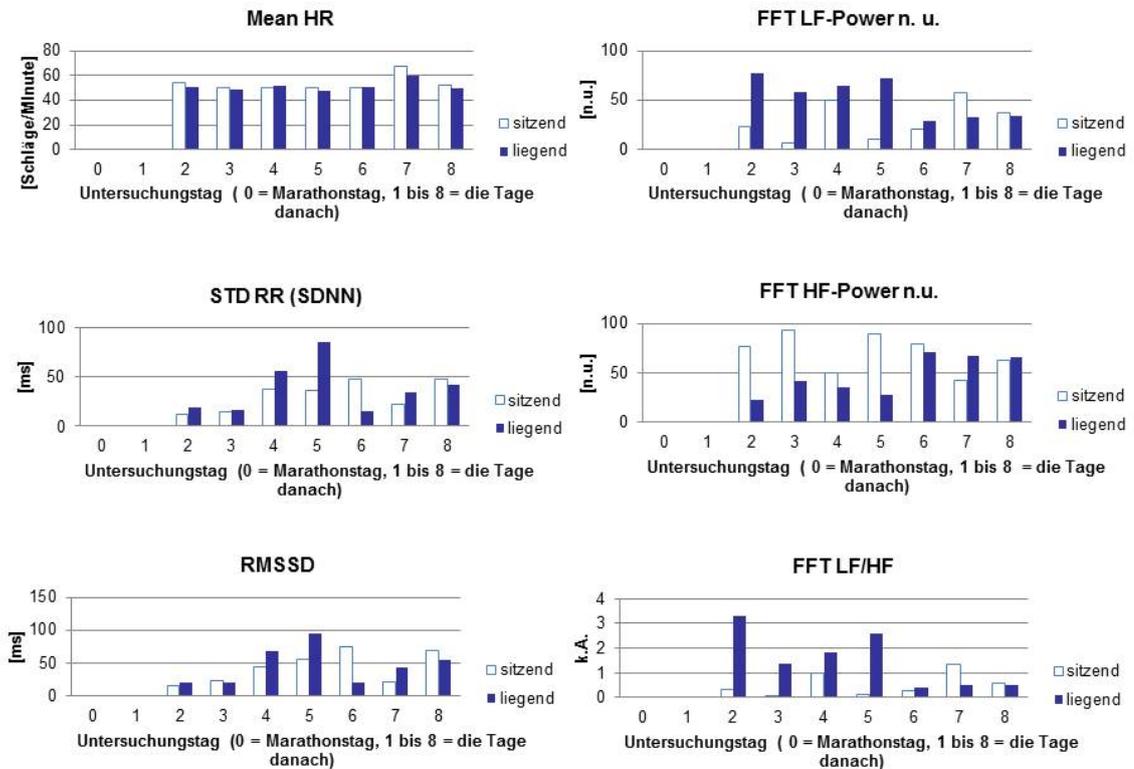


Abb. 2 Die HRV-Ergebnisse während der Erholungswoche

Im Vergleich zu der in liegender Position ermittelten HRV (SDNN und RMSSD) waren die Auslenkungen der HRV im Sitzen weniger ausgeprägt.

### Diskussion

Diese Veränderungen innerhalb der bestimmten Zeit nach der Extrembelastung zeigen die gut funktionierenden Kontrollmechanismen im autonomen Nervensystem dieser Sportlerin. In der langfristigen Erholungsphase kommt es zu einer Erhöhung der Gesamtvariabilität und der vagalen Modulation des Herzschlages. Der Einfluss einer erschöpfenden Ausdauerbelastung auf die HRV zeigt sich noch mehrere Tage danach. Die HRV ist ein brauchbarer Indikator des Regenerationszustandes nach einmaliger Extrembelastung, der die Funktionalität kardiovaskulärer Regelkreise widerspiegelt. Es wäre noch zu untersuchen, wie die Dauer der Regenerationsphase von der Intensität der Belastung abhängt.

## Literatur

- [1] Leitlinie der DGAUM „Herzrhythmusanalyse in der Arbeitsmedizin“  
<http://www.dgaum.de/>

## **Funklose mobile Herzschlagfrequenzmessinstrumente – Einsetzbarkeit unter hoher körperlicher Belastung**

**Sammito S<sup>1,2</sup>, Böckelmann I<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Laborabteilung IV – Wehrmedizinische Ergonomie und Leistungsphysiologie, Zentrales Institut des Sanitätsdienstes der Bundeswehr Koblenz

<sup>2</sup>Bereich Arbeitsmedizin der Medizinischen Fakultät der Otto-von-Guericke Universität Magdeburg Institution

**Einleitung:** Die Messung der Herzschlagfrequenz ist in der Arbeitsmedizin eine seit langem bewährte und anerkannte Methode zur Einschätzung der kardialen Beanspruchung von Arbeitsnehmer [1]. In der jüngsten Vergangenheit hat sich die Messung der Herzratenvariabilität zur Bestimmung des Aktivitätszustandes darüber hinaus etabliert [1]. Messinstrumente zur Erfassung und Speicherung der Herzschlagfrequenz bzw. der Herzratenvariabilität müssen hierbei die Qualitätskriterien hinsichtlich Nichtinvasivität, Robustheit und Rückkopplungsfreiheit erfüllen [1]. In der arbeitsmedizinischen Labor- und Feldforschung werden neben kabelgebundenen EKG-Holtersystemen auch funkübertragende Pulsuhrsysteme eingesetzt. Während EKG-Holtersysteme, als Goldstandard definiert, eine durch die notwendigen Kabeln eingeschränkte Rückkopplungsfreiheit besitzen, zeigen die funkübertragenden Pulsuhrsysteme insbesondere im Bereich elektromagnetischer Felder [2] und in Fahrzeugen [3,4] hohe Artefaktraten. Die bei dem Pulsuhrsystem notwendige Funkübertragung von Brustgurt auf speichernde Uhr scheint in diesen Umfeldern gestört zu sein. Als Alternative bieten sich Brustgurtsysteme mit direkter Speicherung der RR-Daten an (z. B. Suunto Memory Belt). Die Autoren konnten in einer vorangegangenen Untersuchung [4,5] die Validität dieses funklosen Brustgurtsystems in Ruhebedingungen zeigen. In wie weit auch unter körperlicher Belastung das Brustgurtsystem valide Messungen durchführt, war Ziel dieser Studie.

**Methodik:** Hierzu wurden 14 freiwillige herzgesunde Probanden (Alter: 36,6 ± 6,8 Jahre) einem stufenförmigen Laufbahnbelastungstest bis zur Ausbelastung (Beginn mit 8 km/h, Steigerung alle 3 min um 2 km/h mit 30 sek Stufenpause) untersucht. Alle Probanden trugen gleichzeitig ein kabelgebundenes Holtersystem (Schiller MT-101) und ein funkloses Brustgurtsystem (Suunto Memory Belt). Die Korrelation der RR-

Intervalle sowie des HRV-Parameters „Very Low Frequenz“ aus dem Frequenzbereich (VLF) einschließlich der jeweiligen Limit of Agreement nach Bland & Altman [6] wurden berechnet.

**Ergebnis:** Die 13 männlichen und die eine weibliche Probandin erreichten eine max. Laufbandleistung von  $15,3 \pm 1,2$  km/h (13,3 – 17,3 km/h). Ein Vergleich der RR-Intervalle nach manueller Artefaktkorrektur über einen gleitenden Mittelwert [7] zeigte eine hohe Übereinstimmung zwischen dem Holter-EKG und dem Brustgurtsystem. Die mittlere Abweichung der Werte betrug  $3,14 \pm 34,48$  ms bei einer Korrelation von  $r = 0,879$

( $p < 0,001$ ). Das Limit of Agreement (LoA) betrug 96,83%. Der Vergleich des HRV-Parameter VLF des Frequenzbereichs zeigte keine übereinstimmende Korrelation (VLF<sub>Peak</sub>:  $r = 0,441$ ,  $p = 0,114$ , LoA = 85,7%; VLF<sub>Power</sub>:  $r = 0,486$ ,  $p = 0,078$ , LoA = 92,9%). Eine detaillierte Übersicht zeigt Tab. 1.

**Tab. 1.** Übersicht über die Korrelationen bezüglich RR-Intervalle und HRV-Parameter und die dazugehörige Limit of Agreement

	EKG	SMB	Korrelation	Limit of Agreement
Artefaktrate	1,3%	0,0%		
RR [ms]	$389,1 \pm 71,5$	$386,0 \pm 66,0$	$r = 0,879$ ( $p < 0,001$ )	96,83%
VLF <sub>Peak</sub>	$0,0340 \pm 0,0045$	$0,0335 \pm 0,0043$	$r = 0,441$ ( $p = 0,114$ )	92,86%
VLF <sub>Power</sub>	$27,86 \pm 38,53$	$12,86 \pm 17,51$	$r = 0,486$ ( $p = 0,078$ )	92,86%

**Diskussion:** Die hier vorgestellte Untersuchung unterstreicht die bisher nur in Ruhe festgestellte hohe Validität des funktlosen Brustgurtsystems (SMB) [5] mit den in der Arbeitsmedizin als Goldstandard eingesetzten kabelgebundenen Holtersystems. Insbesondere die Erfassung der RR-Intervalle und damit der daraus berechenbaren Herzschlagfrequenz zeigt zwischen beiden Geräten eine geringe Abweichung und eine

hohe Korrelation. Dies gilt jedoch nicht für den HRV-Parameter VLF, der aufgrund der hohen bis maximalen Belastung der Probanden gewählt wurde.

Bisherige Studien prüften zumeist die Validität verschiedener Messinstrumente im Vergleich von Pulsuhren mit Holtersystemen unter Ruhebedingungen [8-13]. Untersuchungen für die Validität unter körperlicher Belastung sind selten und für den hier eingesetzten SMB bisher nicht erfolgt.

Zusammenfassend zeigt sich mit dem Vorteil der deutlich geringeren Artefaktraten in Fahrzeugen [5] bzw. im Bereich elektromagnetischer Felder ein funkloses Brustgurtsystem wie der SMB als Alternative zu den häufig eingesetzten funkübertragenden Pulsuhrsystemen. Die nicht notwendige separate Uhr erhöht die Rückwirkungsfreiheit, fehlende Kabel erhöhen den Tragekomfort gegenüber herkömmlichen EKG-Holtersystemen.

Für die Untersuchung lagen positive Voten der Ethikkommissionen der Universität Magdeburg und der Ärztekammer Westfalen-Lippe vor.

#### **Literatur:**

1. Pfister EA, Böckelmann I, Rüdiger H, Seibt R, Stoll R, Vilbrandt R. Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin e.V. - Herzrhythmusanalyse in der Arbeitsmedizin. *Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed* 2007; 42 (6): 348-353.
2. Hottenrott K. Trainingskontrolle mit Herzfrequenz-Messgeräten. Meyer & Meyer Verlag Aachen, 2007. 2. Auflage.
3. Sammito S. Kardiales Belastungsprofil eines Militärnotarztes (BAT-Arzt) im Rahmen des Afghanistanauslandseinsatzes – Eine Pilot-Studie. Vortrag auf dem 12. Symposium „Arbeitsmedizin für Nachwuchswissenschaftler“. Schwerte 14.-16.11.2008.
4. Sammito S, Böckelmann. Vergleich verschiedener Messverfahren zur Erfassung der Herzschlagfrequenz unter Laborbedingungen und in Fahrzeugen (Rettungswagen, Mannschaftstransportwagen). In: Tagungsband zur 50. Wissenschaftlichen Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Arbeits- und Umweltmedizin e. V. (DGAUM), 16.-19. Juni 2010 in Dortmund. Hrsg: Griefahn B, Golka K, Hengstler JG, Bolt HM 2010: 722-723.
5. Sammito S, Darius S, Böckelmann I. Validierungsstudie zum Einsatz eines funklosen Brustgurtsystems zur Messung der Herzratenvariabilität unter Ruhebedingungen und in Fahrzeugen. *Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed* 2011; 46 (2): 60-65.

6. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986; 1: 307-310.
7. Messmann M, Boese J, Scharf R. Vergleich der Methoden zur Bestimmung der Herzfrequenzvariabilität. *Herschr Elektrophys* 1994; 5 (Suppl 2): 25-29.
8. Parrado E, García MÁ, Ramos J, Cervantes JC, Rodas G, Capdevila L. Comparison of Omega Wave System and Polar S810i to Detect R-R Intervals at Rest. *Int J Sports Med* 2010; 31: 336-341.
9. Vanderlei LCM, Silva RA, Pastre CM, Azevedo FM, Godoy MF. Comparison of the Polar S810i monitor and the ECG for the analysis of heart rate variability in the time and frequency domains. *Braz J Med Biol Res* 2008; 41 (10): 854-859.
10. Radespiel-Tröger M, Rauh R, Mahlke C, Gottschalk T, Mück-Weymann M. Agreement of two different methods for measurement of heart rate variability. *Clin Auton Res* 2003; 13: 99-102.
11. Schönfelder M, Hinterseher G, Peter P, Spitzenfeil P. Scientific Comparison of Different Online Heart Rate Monitoring Systems. *International Journal of Telemedicine and Applications* 2011: Article ID 631848.
12. Schega L, Hamacher D, Böckelmann I, Huckauf A, Mecke R, Grubert J, Tümler J. Vergleich von Messverfahren zur Analyse der Herzfrequenzvariabilität (HRV). *Dtsch Z Sportmed* 2010; 61 (12): 305-309.
13. Weippert M. Frequenzanalyse der Herzratenvariabilität in der Präventivmedizin. Inauguraldissertation an der medizinischen Fakultät der Universität Rostock, 2010.

**Keywords:** Herzratenvariabilität, Messungen, körperliche Leistungsfähigkeit

## Die Herzratenvariabilität in Abhängigkeit vom Erholungs-Belastungs-Modell nach Kallus bei Schichtarbeitern

Henze T<sup>1</sup>, Sammito S<sup>2,3</sup>, Böckelmann I<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Fachsanitätszentrum Augustdorf, Bundeswehr

<sup>2</sup> Zentrales Institut des Sanitätsdienstes der Bundeswehr Koblenz,  
Laborabteilung IV –

Wehrmedizinische Ergonomie und Leistungsphysiologie

<sup>3</sup> Bereich Arbeitsmedizin der Medizinischen Fakultät, Otto-von-Guericke  
Universität Magdeburg

**Einleitung:** Schichtarbeit führt über eine Störung der circadianen Rhythmik zu einer physiologischen Desynchronisation mit dem äußeren Umfeld [1]. Da eine vollständige körperliche Adaptation an Schichtarbeit nicht gelingen kann, potenzieren sich metabolische und psychosoziale Störgrößen mittel- bis langfristig mitunter zu ernsthaften kardiovaskulären bzw. psychovegetativen Erkrankungen [2]. Die Herzratenvariabilität hat sich als Parameter zur Beurteilung der neurovegetativen Anpassungsfähigkeit an Belastungssituationen etabliert. Mit dem Erholungs-Belastungs-Fragebogen nach Kallus [3] wird dem gegenüber mittels 73 Items der subjektive Erholungs- und Belastungsstatus der vorangegangenen 3 Tage erfasst. Es konnte gezeigt werden, dass es einen Zusammenhang zwischen eingeschränkter HRV und erhöhten Belastungsparametern (BP) bzw. erniedrigten Erholungsparametern (EP) gibt [4]. Inwiefern dies für Arbeiter im Schichtdienst zutrifft, ist bisher nicht bekannt.

**Studienziel:** Ziel dieser Untersuchung war es, die erhobenen subjektiven Erholungs- bzw. Beanspruchungszustände nach Kallus mit HRV-Parametern zu vergleichen und auf Schnittmengen hin zu prüfen.

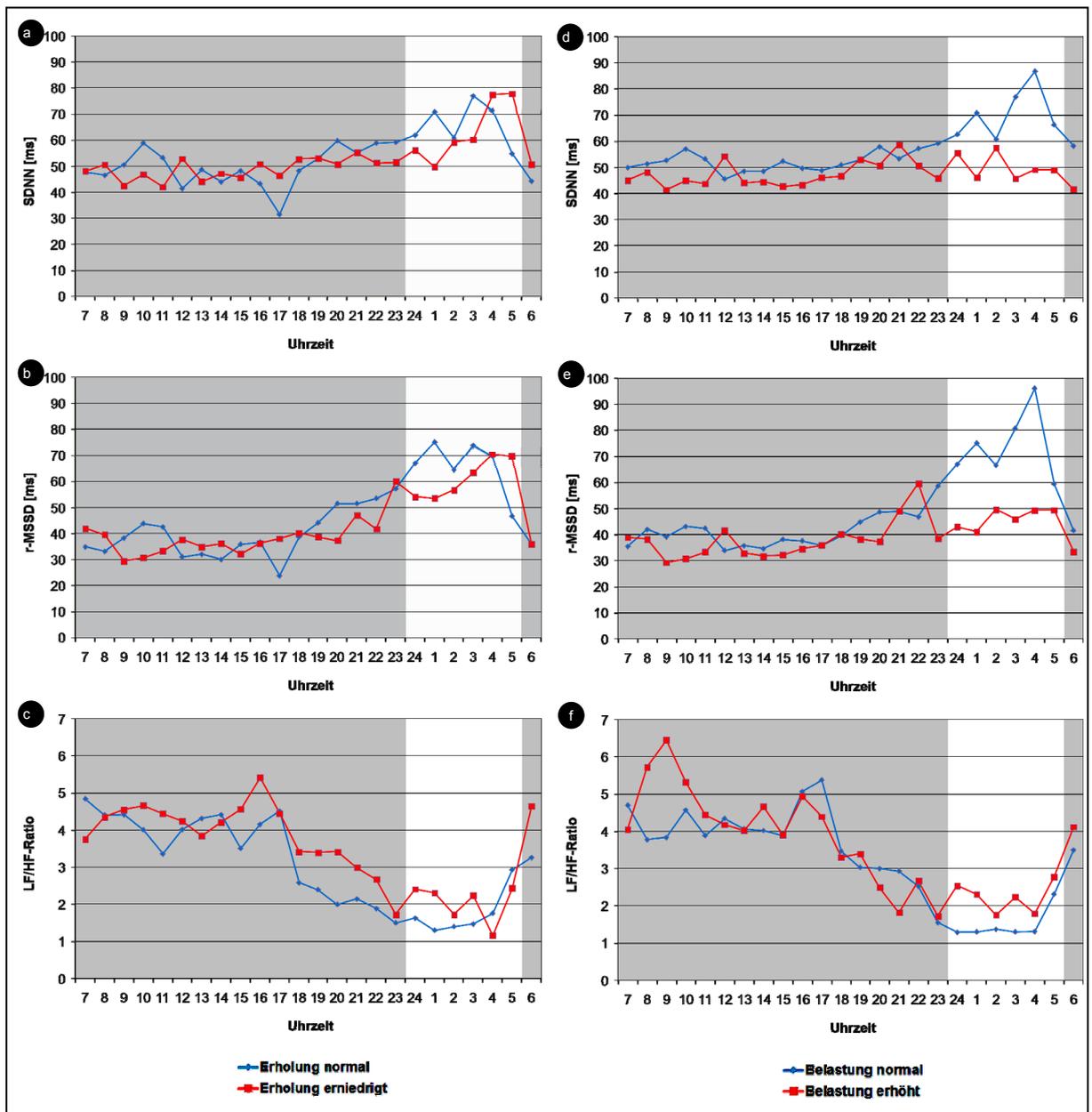
**Methodik:** Bei einer Gruppe von 15 herzgesunden, freiwilligen Probanden im Schichtdienst wurde mittels des EBF-Fragebogens die subjektive Selbsteinschätzung der letzten 3 Tage neben einem standardisierten Fragebogen zu Basisdaten erhoben. Mittels eines Langzeit-EKG's (Schiller MT-101) wurden über 24 Stunden (07:00 Uhr bis 07:00 Uhr des Folgetages) die RR-Intervalle erfasst. Ausschlusskriterien waren die Einnahme herzfrequenzmodulierender Medikamente, kardiovaskuläre Vorerkrankungen, Schilddrüsenerkrankungen sowie ein bestehender Diabetes mellitus. Höhergradige Herzrhythmusstörungen wurden mittels eines Ruhe-EKG im Vorfeld der Untersuchung ausgeschlossen. Mittels Kubios HRV Version 2.0 (University of Kuopio, Finnland) wurden die HRV-Parameter aus dem Zeit- (SDNN, r-MSSD) und Frequenzbereich (LF/HF-Ratio) ermittelt. Es lagen positive Voten der Ethikkommissionen der Universität Magdeburg und der Ärztekammer Westfalen-Lippe vor.

**Ergebnisse:** Insgesamt wurden 15 herzgesunde Probanden (13 männlich, 2 weiblich, Alter  $31,6 \pm 7,8$  Jahre) erfasst. Probanden, die in mindestens einem der BP nach Kallus oberhalb der Normwerte lagen ( $n = 7$ ), zeigten im Median niedrigere HRV-Parameter als Probanden ( $n = 8$ ), die in allen BP des EBF keine erhöhten Werte aufwiesen (SDNN: 52,3 ms vs. 53,6 ms; r-MSSD 41,7 ms vs. 48,1 ms; LF/HF-Ratio: 3,0 vs. 1,9). Demgegenüber ergaben sich bei Probanden, die in mindestens einem EP unterhalb der Normwerte lagen ( $n = 11$ ) gegenüber Probanden, mit normalen EP ( $n = 4$ ) im Median höhere HRV-Parameter (SDNN: 52,6 ms vs. 46,3 ms; r-MSSD 47,6 ms vs. 39,5 ms; LF/HF-Ratio: 2,3 vs. 2,5). Jedoch zeigte sich keiner der Unterschiede als statistisch signifikant (siehe Tab. 1).

**Tab. 1:** Medianwerte der HRV-Parameter aus der 24h-EKG-Aufzeichnung von Probanden mit normaler bzw. erniedrigter Erholung (EP) und normaler bzw. erhöhter Belastung (BP), n.s. = nicht signifikant.

	EP normal	EP erniedrigt	p
n	4	11	---
SDNN [ms]	46,3	52,6	n.s.
r-MSSD [ms]	39,5	47,6	n.s.
LF/HF-Ratio	2,5	2,3	n.s.
	BP normal	BP erhöht	p
n	8	7	---
SDNN [ms]	53,6	52,3	n.s.
r-MSSD [ms]	48,1	41,7	n.s.
LF/HF-Ratio	1,9	3,0	n.s.

Es erfolgte zudem die stündliche Auswertung der HRV-Parameter. Die Parameter der Probanden mit normaler Erholung wurden denjenigen mit erniedrigter Erholung gegenübergestellt (Abb. 1 a-c [linke Spalte]). Selbiges erfolgte für Probanden mit normaler bzw. erhöhter Belastung (Abb. 1 d-f [rechte Spalte]). Obgleich die Ergebnisse der Messungen am Tage keine nennenswerten Unterschiede hervorbrachten, zeigten die Werte der Nachtmessung tendenziell schlechtere HRV-Parameter sowohl für Probanden mit erniedrigter Erholung als auch für Probanden mit erhöhter Belastung (Abb. 1b, 1d und 1e).



**Abb. 1:** Median der stündlich berechneten HRV-Parameter in Abhängigkeit der Zugehörigkeit der Probanden zur Gruppe mit normalen bzw. erniedrigten EP (linke Spalte) und normalen bzw. erhöhten BP (rechte Spalte)

**Diskussion:** Vorhergehende, eigene Untersuchungen wiesen einen Zusammenhang zwischen erhöhten BP bzw. erniedrigten EP und reduzierter HRV nach [4]. Die aktuelle Studie zeigte bei Schichtarbeitern eine Assoziation von erhöhten BP und eingeschränkter HRV, die jedoch nicht signifikant war. Tendenziell stellten sich hierbei erniedrigte HRV-Parameter betont während der Nachtphase dar. Eine Analogie zu erniedrigten EP und reduzierter HRV ließ sich in der stündlichen Auswertung feststellen. Somit besteht in dem untersuchten Probandenkollektiv eine Assoziation aus subjektiven Empfinden von reduzierter Erholung bzw. erhöhter Belastung und dem objektiven Parametern der HRV-Analyse. Ob dies auch mit einem erhöhten Risiko für verlängerte Ausfallzeiten durch stressbedingte Folgeerkrankungen führt, kann zu diesem Zeitpunkt noch nicht ausgesagt werden. Einschränkend ist darüber hinaus die geringe Probandenzahl zu nennen. Weiterführende Untersuchungen müssen zeigen, inwieweit eine größere Probandenzahl oder spezifische äußere Rahmenbedingungen diese Untersuchung bestätigen und in wie weit diese Ergebnisse auch mit verlängerten Ausfallzeiten einhergehen.

**Literatur:**

1. Seibt A, Thum P, Knauth P, Griefahn B, Stork J, Kessel R, Tautz A, Schiele R. Leitlinie Nacht- und Schichtarbeit. *Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed* 2006; 41 (8): 390-397.
2. Angerer P, Petru R. Schichtarbeit in der modernen Industriegesellschaft und gesundheitliche Folgen. *Somnologie* 2010; 14 (2): 88-97.
3. Kallus KW. Erholungs-Belastungs-Fragebogen. Version 22.00, 2004.
4. Henze T, Sammito S, Böckelmann I. Die Herzratenvariabilität in Abhängigkeit vom Erholungs-Belastungsmodell nach Kallus. Postervortrag. In: Seibt R, Spitzer S, Steputat A (Hrsg.). Abstractband 15. Symposium Arbeitsmedizin und Arbeitswissenschaft für Nachwuchswissenschaftler und gemeinsame Tagung Physiologische Messungen in Interventionsstudien: Potentiale, Erfahrungen, Limitationen. Dresden, 11.-13. November 2011: 24.

## **Ermittlung der Leistungsbreite mittels respiratorischem Quotienten und Laktat bei Erwachsenen über 60 Jahren**

**Melanie Funk, Joachim Schneider**

Institut und Poliklinik für Arbeits- und Sozialmedizin des Universitätsklinikums Gießen und Marburg

### **Zielsetzung**

Objektive Verfahren zur gutachterlichen Abschätzung von Leistungseinschränkungen sind arbeits- und sozialmedizinisch erforderlich. Relevant ist neben der Ermittlung der Maximalleistung die Bestimmung der Dauerleistungsgrenze, da die Leistungsbeurteilung auf eine Arbeitsschicht zu beziehen ist. Die spiroergometrische Belastungsuntersuchung ist in der klinischen Arbeitsmedizin etabliert. Der Respiratorische Quotient (RQ) stellt einen geeigneten Parameter für die Ermittlung der anaeroben Schwelle und somit der Dauerleistungsgrenze dar. Dieser ist vom Probanden u.a. willentlich beeinflussbar. Sportphysiologisch sind in der Leistungsdiagnostik Laktatbestimmungen üblich. Beide Methoden zur Bestimmung der Dauerleistungsgrenze sollen verglichen werden [1]. Gutachtenpatienten weisen überwiegend ein höheres Lebensalter auf. Daher sollen zudem die leistungsphysiologischen Parameter bei gesunden Personen im Alter von über 60 Jahren bestimmt und mit den in der Literatur vorhandenen Werten verglichen werden.

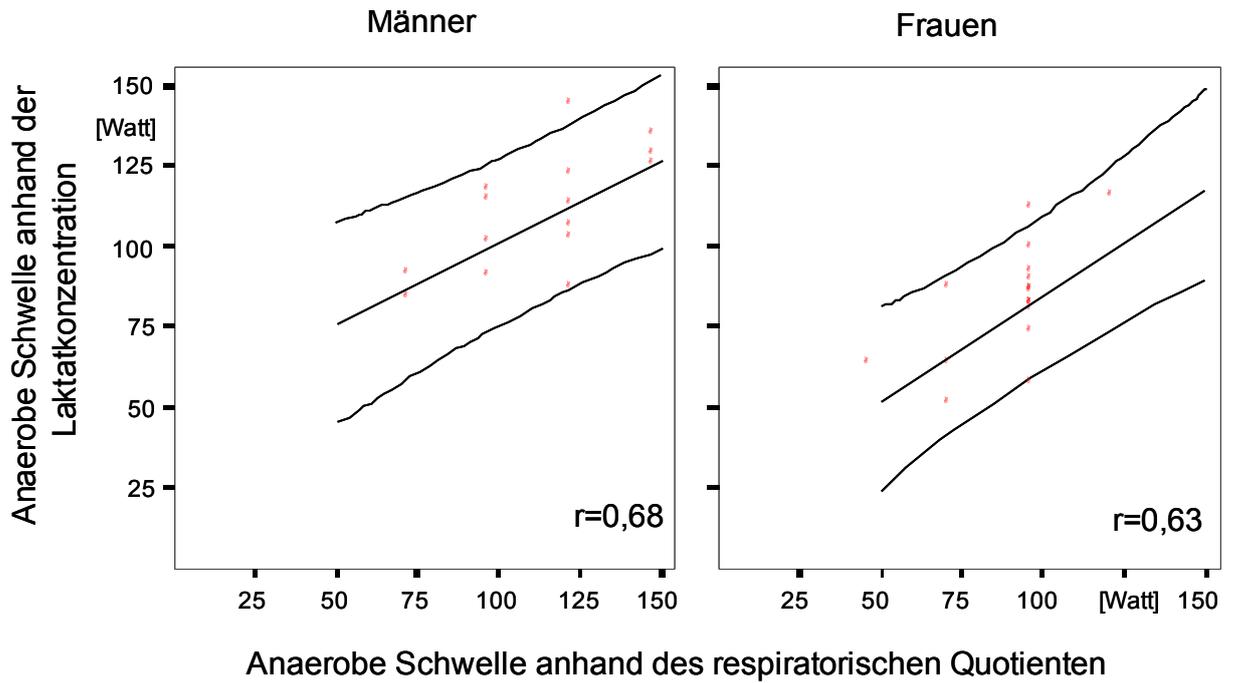
### **Methoden**

43 gesunde Personen (21♀/ 22♂) im Alter von 60-79 Jahren wurden spiroergometrisch untersucht und die Laktatkonzentration bestimmt. Die Ergebnisse wurden mit publizierten Referenzwerten verglichen.

### **Ergebnisse**

Es zeigte sich eine gute Übereinstimmung der über den RQ und die Laktatkonzentration an der 4 mmol/l-Schwelle [2] bestimmten Dauerleistungsgrenzen in Watt, Abb.1.

Abb. 1: Korrelation der mittels Laktat und respiratorischem Quotienten bestimmten Dauerleistungsgrenze. Eingezeichnet ist die lineare Regression und das 90% Konfidenzintervall ( $r$  = Korrelationskoeffizient).



Tab. 1: Spiroergometrische Parameter bei Männern und Frauen nach Altersklassen. Angegeben ist der Mittelwert und die Standardabweichung.

Parameter (Einheit)	Frauen			Männer		
	Gesamt	60-69 Jahre	70-79 Jahre	Gesamt	60-69 Jahre	70-79 Jahre
Anzahl (Personen)	21	14	7	22	13	9
Leistung (Watt)	98 ± 16	100 ± 17	93 ± 12	155 ± 26	165 ± 22	139 ± 25
Leistung (Watt/kgKG)	1,43 ± 0,23	1,47 ± 0,23	1,33 ± 0,22	1,92 ± 0,46	2,03 ± 0,49	1,77 ± 0,37
Laktat (mmol/l)	5,83 ± 1,52	6,14 ± 1,61	5,21 ± 1,21	6,58 ± 2,77	7,15 ± 3,21	5,77 ± 1,86
RQ max.	1,08 ± 0,08	1,09 ± 0,08	1,05 ± 0,07	1,07 ± 0,15	1,05 ± 0,08	1,12 ± 0,22
VO <sub>2</sub> max. (ml/min)	1476 ± 275	1431 ± 254	1566 ± 313	2292 ± 245	2402 ± 189	2134 ± 237
VO <sub>2</sub> max. (ml/min/kg)	21,6 ± 4,9	21,2 ± 4,3	22,3 ± 6,3	28,4 ± 4,6	29,2 ± 4,7	27,4 ± 4,5
O <sub>2</sub> Puls max. (ml/Schlag)	10,7 ± 2,8	9,8 ± 1,8	12,3 ± 3,7	16,4 ± 2,1	16,2 ± 1,9	16,6 ± 2,5

Die wichtigsten leistungsphysiologischen Parameter sind in Tab. 1 nach Altersklassen zusammengestellt.

Die Bruttoleistungsfähigkeit und die körpergewichtsbezogene Leistungsfähigkeit nahmen bei beiden Geschlechtern im höheren Alter ab. Die maximale Sauerstoffaufnahme, die körpergewichtsbezogene Sauerstoffaufnahme und der Sauerstoffpuls lag bei Frauen in den gebildeten Altersgruppen jeweils signifikant niedriger als bei Männern ( $p < 0,001$ ). Das maximal erreichte Laktat lag bei den Frauen im Median bei 5,83 mmol/l, bei den Männern bei 6,58 mmol/l ( $p = 0,761$ ). Alle erhobenen Werte liegen im Referenzbereich.

### Schlussfolgerungen

In vorhandenen Studien zur Bestimmung von Normwerten wurden die für die Abschätzung von Leistungseinschränkungen erforderlichen leistungsphysiologischen Parameter überwiegend bei jüngeren Personen erhoben. Leistungsphysiologische Parameter unterliegen aber einem Altersverlauf. Daher sollten bei der Ermittlung von Leistungseinschränkungen in der sozialmedizinischen Begutachtung altersentsprechende Referenzwerte zugrunde gelegt werden. Zur Bestimmung der Dauerleistungsgrenze ist neben der Bestimmung des respiratorischen Quotienten die weniger durch den Patienten beeinflussbare Laktatmessung eine praktikable Methode. Die beste Aussagekraft hat die Kombination beider Methoden.

### Literatur

1. Funk M, Arhelger R, Brandt-Younis S, Schneider J: Laktatbestimmungen zur arbeits- und sozialmedizinischen Abschätzung des körperlichen Restleistungsvermögens bei Patienten mit Atemwegs- und Lungenerkrankungen. *Arbeitsmed. Sozialmed. Umweltmed.* 46 (2011) 656-661
2. Mader H, Liesen H, Heck H, Philippi H, Rost R, Schürch P, Hollmann W: Zur Beurteilung der sportspezifischen Ausdauerleistungsfähigkeit im Labor. *Sportarzt und Sportmed.* 27 (1976) 109

## **Analyse der raumklimatischen Belastungen bei Beschäftigten in städtischen Bädern - eine Pilotstudie**

**N. Kralj, , B. Kampmann, C. Wimmer, A. Wittmann, F. Hofmann**

Bergische Universität Wuppertal, Arbeitsphysiologie, Arbeitsmedizin und Infektionsschutz

### **Ziel der Pilotstudie**

Im Fachgebiet Arbeitsphysiologie, Arbeitsmedizin und Infektionsschutz an der Bergischen Universität Wuppertal wurde eine von der Unfallkasse Nordrhein-Westfalen beauftragte Pilotstudie in städtischen Bädern durchgeführt mit dem Ziel, raumklimatische Belastungen und daraus resultierende Beanspruchungen zu erfassen. Das Ziel dieser Pilotstudie war es, den geeigneten Ablauf einer Folgestudie zu entwickeln, in der dann ein Instrument erstellt werden sollte, das flächendeckend eingesetzt werden kann, um raumklimatische Expositionen und Beanspruchungen bei Beschäftigten in städtischen Bädern zu ermitteln.

### **Material und Methoden**

Ausgewählte Klima-Parameter in den Bädern wurden während einer achteinhalbstündigen Arbeitsschicht an verschiedenen, strategisch ausgewählten Punkten erfasst [1]. Zu den Messpunkten gehörten Positionen, an denen die Beschäftigten den Großteil ihrer Arbeitszeit verrichteten: der Beckenbereich, der Aufsichtsraum und der Pausenraum. Für die Messungen standen vier Messgeräte zur Verfügung. Drei von ihnen wurden an Punkten im Bad positioniert, das vierte wurde für die Messung des Außenklimas eingesetzt. Bei den Positionen im Bad handelte es sich um

- den Beckenbereich (Messgerät 1), unmittelbar in Wassernähe, an dem die Aufsichtspersonen entweder länger verweilen oder den sie auf ihren Rundgängen passieren,
- den Aufsichtsraum (Messgerät 2), der in der Regel verschlossen und klimatisiert ist, und
- den Pausenraum (Messgerät 3), der Fensteröffnungen haben und in dem eventuell geraucht werden kann.

In einem Bad wurde ein Beschäftigter mit einem Messgerät ausgerüstet, sodass Messungen in verschiedenen Arbeitsbereichen, in denen er sich bewegte, durchgeführt werden konnten.

In einem der untersuchten Bäder gab es keinen Pausenraum, hier fungierte der Aufsichtsraum ebenfalls als Refugium für die Beschäftigten. Das Messgerät 3 wurde somit an einer anderen Stelle positioniert. Eine Außentür in unmittelbarer Beckennähe (2,20 m) ließ sich nicht mehr verschließen und besaß einen Spalt (1,4 cm), in dessen

Nähe ein deutlicher Temperaturunterschied zu spüren war. Um festzustellen, wie sich die raumklimatischen Gegebenheiten an diesem Punkt verhalten, wurde an dieser Stelle die zusätzliche Messung durchgeführt.

Die gemessenen Parameter wurden auf

- Lufttemperatur,
- relative Luftfeuchte,
- Windgeschwindigkeit und den
- Wärme-Index eingegrenzt.

Weiterhin wurde ein Fragebogen entwickelt, der von den Beschäftigten ausgefüllt wurde. Er sollte insbesondere auch helfen, während der Messung gewonnenen Daten den von den Beschäftigten subjektiven Empfindungen des Klimas gegenüberzustellen. Der Fragebogen wurde in der Anlehnung an Work-Ability-Index (WAI) entwickelt und wurde schon einige Tage vor dem Untersuchungstag an den Badbetreiber gesandt, der für die Weiterleitung an die Personalräte und Beschäftigten die Verantwortung übernahm. Die Ausfüllung des Fragebogens erfolgte in dieser Phase unter Hilfestellung des Forschungspersonals, um eventuelle missverständliche Formulierungen erkennen und in zukünftigen Versionen vermeiden zu können. Die grundsätzliche Idee der Anonymisierung konnte also hier nur aufgrund einer Vertrauensbasis zwischen dem Beschäftigten und dem Forschungspersonal erfolgen.

### **Ergebnisse und Diskussion**

Der zeitliche und ortsgebundene Ablauf der Messungen hat sich als erfolgreich und sinnergebend erwiesen. Insbesondere die Positionen im Aufsichtsraum und Beckenbereich konnten einen genauen Aufschluss über die raumklimatischen Expositionen der Beschäftigten geben. Der Pausenraum hingegen wurde nur in einem der Bäder genutzt und fungierte auch hier nur als Raucherraum. Allgemein wird auf die Nutzung dieses Raumes verzichtet. Bei der Messung am Körper mittels Gürteltasche konnte der Proband problemlos ausgestattet werden und wurde von dem Gerät während seiner Tätigkeiten nicht behindert.

Auch wenn die bisherigen Untersuchungen der Pilotstudie keine repräsentativen Ergebnisse lieferten, so lässt sich dennoch insbesondere bei dem Vergleich zwischen erneuerten und technisch überholten, gegenüber veralteten und teilweise baufälligen Bädern ein Unterschied bei der Regulierung und Abstimmung des Raumklimas in den untersuchten Bereichen feststellen.

	Temperatur [°C]	Rel. Luftfeuchte [%]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Heat Index [°C]
<b>Bad 1</b>	<b>33,6573</b>	<b>27,8788</b>	<b>0</b>	<b>33,2899</b>
N	466	466	466	466
Standardabweichung	0,45508	2,16588	0	0,52001
<b>Bad 2</b>	<b>30,6186</b>	<b>46,6421</b>	<b>0,0017</b>	<b>32,1801</b>
N	361	361	361	361
Standardabweichung	0,41314	3,01382	0,03158	0,40851
<b>Bad 3</b>	<b>31,0242</b>	<b>36,5659</b>	<b>0</b>	<b>31,0621</b>
N	211	211	211	211
Standardabweichung	0,27104	2,22757	0	0,54396
<b>Bad 4</b>	<b>31,6931</b>	<b>35,9793</b>	<b>0</b>	<b>32,0097</b>
N	421	421	421	421
Standardabweichung	0,19254	1,76799	0	0,42948

Abb.1: Vergleich der Durchschnittswerte der Messergebnisse aller untersuchten Bäder im Beckenbereich, aufgenommen während einer achteinhalbstündigen Frühschicht

Bei der Auswertung der Fragebögen konnte man eine hohe subjektiv wahrgenommene Häufung von Atemwegsbeschwerden aufgrund der raumklimatischen Exposition feststellen; die Messergebnisse ordnen die Klimabedingungen allerdings größtenteils in den Behaglichkeitsbereich ein (Abb. 1).

Um aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten, sollte die Studie – unter Berücksichtigung der gewonnenen Ergebnisse – weitergeführt werden, allerdings sind folgende Verbesserungen bei der Durchführung der nachfolgenden Studie zu diskutieren:

- Persönliche Vorstellung des Fragebogens bei Personalräten und Beschäftigten durch das Forschungspersonal, da in persönlichen Gesprächen die Bereitschaft gewachsen ist, den Fragebogen auszufüllen,
- Anwesenheit des Forschungspersonals auf Auf- und Abbau der Messutensilien beschränken, um zum einen nicht den Anschein einer Kontrollfunktion zu erwecken, zum anderen aber den Zeitaufwand für Personal und Betreiber klein zu halten,
- Rücksendung der ausgefüllten Fragebögen an die Forschungsstelle mittels frankierter Umschläge,
- Optimierung von Messpositionen

#### Literatur

- 1) [www.kestrelmeters.com/products/kestrel-4000-weather-meter](http://www.kestrelmeters.com/products/kestrel-4000-weather-meter) (zuletzt abgerufen am 22.03.2012)

## Ecological Momentary Assessment kognitiver Leistungsfähigkeit – Validierung einer Smartphone-Applikation

Matthias Weippert<sup>1</sup>, Sebastian Neubert<sup>2</sup>, Annika Rieger<sup>1</sup>, Mohit Kumar<sup>3</sup>, Steffi Kreuzfeld<sup>1</sup>, Regina Stoll<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut für Präventivmedizin der Universität Rostock | <sup>2</sup>celisca (Center for Life Science Automation) der Universität Rostock | <sup>3</sup>Institut für Automatisierungstechnik der Universität Rostock

**Einleitung:** Das *Ecological Momentary Assessment (EMA)*, die aktuelle Erfassung unterschiedlicher Beanspruchungskennwerte einer Person in ihrer natürlichen Umwelt, ist nicht mehr nur im Bereich der Belastungs-Beanspruchungsforschung von Bedeutung. Das EMA gilt mittlerweile auch als „method of the future“ im Bereich der klinischen Psychopharmakologie (Moskowitz & Young, 2006). Die Entwicklung von Smartphones mit speziellen Anwendungen ermöglicht die elektronische Erfassung von subjektiven Angaben, Kontextinformation und Aktivitäten. Darüber hinaus gibt es einige wenige Ansätze zur standardisierten Erfassung kognitiver Leistungen mit mobilen Geräten (z. B. (Buse & Pawlik, 2001; Waters & Li, 2008)). Die Erfassung von Reaktionszeiten im Genauigkeitsbereich von Millisekunden war in der Vergangenheit aufgrund der dafür notwendigen technischen Voraussetzungen eingeschränkt. Ziel dieser Studie war die Überprüfung der Verlässlichkeit und Validität einer selbst entwickelten Smartphone-Anwendung zur Erfassung einfacher Reiz-Reaktionsleistungen im Feld.

**Methode:** Insgesamt wurden 47 Personen (25-64 Jahre) ohne bekannte psychische Vorerkrankungen untersucht. Alle absolvierten einen einfachen Reiz-Reaktionstest mit Hilfe einer Smartphone-Applikation (Abb. 1). Es wurde 30 Items mit einem zufälligen Inter-Stimulusintervall (Minimum: 1 Sekunde/ Maximum: 5 Sekunden) dargeboten und die prämotorische und motorische Reaktionszeit (RT) analysiert. Zur Prüfung der Reliabilität der Messungen absolvierten 25 Probanden den Reiz-Reaktionstest nach 30 Minuten und unter vergleichbaren Bedingungen ein zweites Mal. Zur Überprüfung der Reliabilität dienten die Korrelationskoeffizienten nach Spearman. Die Untersuchung von Alters- und Geschlechtseffekten auf die Reaktionszeitleistungen erfolgte mit Hilfe einer Kovarianzanalyse. Dafür wurden die gemessenen RT aufgrund der – für RT typischen – rechtsschiefen Verteilung in ihren natürlichen Logarithmus überführt, um das Kriterium der Normalverteilung zu erfüllen. Die Varianzhomogenität in den untersuchten Gruppen wurde mittels Levene-Test geprüft und bestätigt.

**Ergebnisse:** Es ergeben sich sowohl für die prämotorische RT ( $r=0,827$ ) als auch für die motorische RT ( $r=0,906$ ) hohe Korrelationskoeffizienten (Abb. 2 und 3). Die Varianzanalyse ergibt einen schwachen signifikanten Einfluss der Kovariate Alter und keinen Einfluss des Geschlechts auf die gemessenen Reaktionszeiten (prämotorische RT: Alter  $F(1,43) = 5.813$ ,  $p=0.02$ , motorische RT: Alter  $F(1,43) = 12.244$ ,  $p=0.001$ ). Der Effekt des Alters auf die motorische RT ist im Vergleich zur prämotorischen RT fast doppelt so hoch ausgeprägt ( $\eta^2 = 0,222$  vs.  $\eta^2 = 0,119$ )(Abb. 4).

**Schlussfolgerung:** Sowohl die hohen Korrelationskoeffizienten als auch die nachweisbaren Alterseffekte auf die RT sprechen für eine hohe Reliabilität und die Validität der entwickelten Anwendung. Der zwar signifikante, aber dennoch kleine Effekt des Alters auf die Reaktionsgeschwindigkeiten lässt sich auf den Altersbereich der untersuchten Population zurückführen. Eine stärkere Abnahme der mittleren Reaktionsgeschwindigkeiten setzt erst ab einem Alter von ungefähr 50 Jahren ein (Der & Deary, 2006). Der Anteil der von uns untersuchten Personen, die dieses Alter deutlich (>60 Jahre) überschreiten, ist relativ gering. Zusammenfassend: Verlässlichkeit und Validität der untersuchten Smartphone-Applikation sind gegeben. Die Nutzung des Systems zur ambulanten Erfassung einfacher kognitiver Funktionen kann empfohlen werden.

#### Literatur:

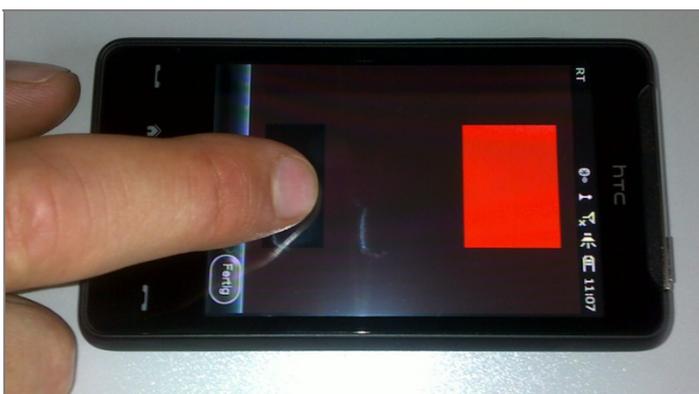
Buse, L., & Pawlik, K. (2001). Computer-Assisted Ambulatory Performance Tests in Everyday Situations: Construction, Evaluation, and Psychometric Properties of a Test Battery Measuring Mental Activation. In J. Fahrenberg & M. Myrtek (Eds.), *Progress in Ambulatory Assessment* (pp. 3-23). Göttingen: Hogrefe & Huber.

Der, G., & Deary, I. J. (2006). Age and sex differences in reaction time in adulthood: Results from the United Kingdom health and lifestyle survey. *Psychology and Aging*, 21(1), 62-73.

Moskowitz, D. S., & Young, S. N. (2006). Ecological momentary assessment: What it is and why it is a method of the future in clinical psychopharmacology. *Journal of Psychiatry and Neuroscience*, 31(1), 13-20.

Waters, A. J., & Li, Y. (2008). Evaluating the utility of administering a reaction time task in an ecological momentary assessment study. *Psychopharmacology*, 197(1), 25-35.

#### Abbildungen:



**Abbildung 16:** Smartphone-Applikation zur Messung einfacher Reiz-Reaktionsleistungen

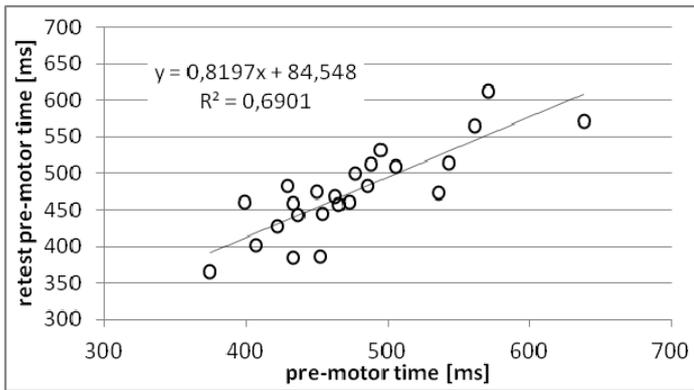


Abbildung 17: Test-Retest Reliabilität der prämotorischen Reaktionszeit

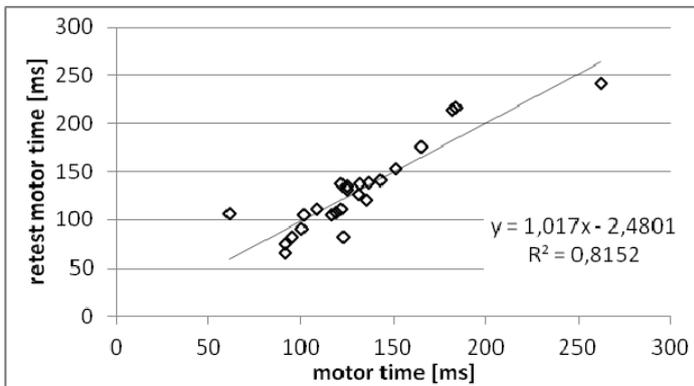


Abbildung 18: Test-Retest Reliabilität der motorischen Reaktionszeit

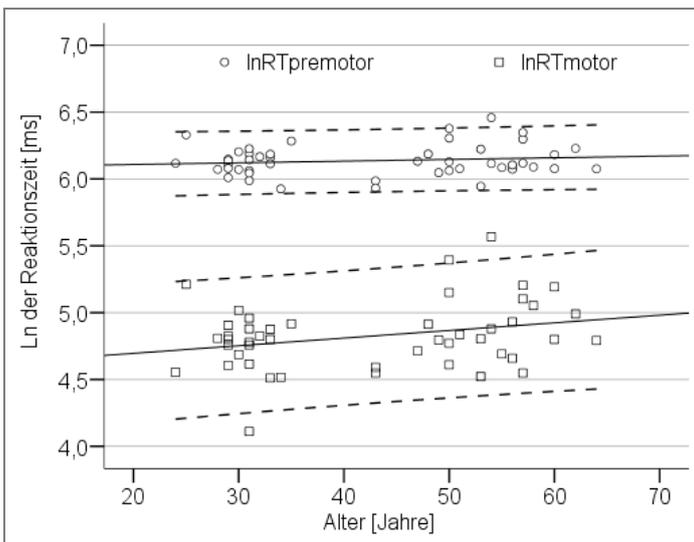


Abbildung 19: Prämotorische und motorische Reaktionszeiten im Altersgang (logarithmierte Werte)

## Exhalierendes NO bei wiederholter Isocyanat-Exposition

O. Hagemeyer, R. Merget, T. Brüning

Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV)  
Institut der Ruhr-Universität Bochum

Einleitung:

Die Messung exhalierendes Stickstoffmonoxids (eNO) kann bei Asthma zur Sicherung der Diagnose beitragen. Prospektive Studien zur Bedeutung von eNO bei beruflich inhalativ Exponierten liegen nicht vor. Wiederholte spezifische Inhalationsteste (SIT) gegenüber Isocyanaten werden in der Literatur nicht beschrieben. Der Fall zeigt die Bedeutung von eNO bei wiederholtem SIT.

Kasuistik:

Beruflich: 17 Jahre als Betriebsschlosser Exposition gegenüber Diphenylmethandiisocyanat (MDI), z.T. mit Atemschutz. 1987 Diagnose einer „Isocyanatallergie“, dann innerbetriebliche Umsetzung, jedoch weiterhin geringe Exposition (Präventionsdienst). Anamnese: Zunächst abends Husten und „Pfeifen“, ab 1987 Sofortreaktion bei MDI-Kontakt. Regelmäßige Dosieraerosole. Nachweis Obstruktion 2002. Rauchen: 1,5 packyears bis Expositionsbeginn.

1. Untersuchung (6 Monate nach Vorruhestand) : Kein Nachweis von IgE- oder IgG-AK gegen Isocyanate, Prick-Test negativ. Lungenfunktion: Ohne Antiobstruktiva keine Obstruktion, grenzwertige bronchiale Hyperreaktivität. SIT mit MDI: nach 5 ppb über 30 Minuten Abfall von FEV1 (3,22L -> 2,48L, 77%) und nicht-signifikanter Anstieg des sRt von 0,62 auf 1,72 kPa\*s. Nach MDI-Dosissteigerung keine weitere sichere Zunahme der Obstruktion. eNO stieg von 44 ppb vor SIT auf 81 ppb nach 24 Stunden signifikant an. Diagnose: keine Empfehlung BK 1315.

2. Untersuchung ( 2 Jahre später): Anamnese: Antiobstruktiva bei Bedarf. Kein Nachweis von IgE- oder IgG-AK gegen Isocyanate, Prick-Test negativ. Lungenfunktion.: Keine Obstruktion, leichtgradige bronchiale Hyperreaktivität. SIT mit MDI: nach 5 ppb Abfall des FEV1 (3,05L -> 2,49L, 81%), Anstieg des sRT von 1,05 auf 1,67. Bei weiterer Steigerung der Expositionsdosis kein weiterer Abfall des FEV1. eNO stieg von 25 ppb vor SIT auf 52 ppb nach 24 Stunden signifikant an. Diagnose: Empfehlung BK 1315.

3. Untersuchung (weitere 2 Jahre später): Anamnese: beschwerdefrei, keine Antiobstruktiva. Lungenfunktion: normal bei leichter bronchialer Hyperreaktivität. eNO: 34 ppb.

## Diskussion:

Nach langjähriger MDI-Exposition und kurzer Expositions-karenz lag ein grenzwertiger eNO vor, der mit zunehmender Expositions-karenz weiter sank. Zweimalig erfolgte ein Nachweis eines reproduzierbarer signifikanten Anstieg des eNO nach SIT. Dieser wurde noch 2,5 Jahre nach Expositions-karenz gefunden.

### **Modulierende Faktoren des exhalieren Stickstoffmonoxids (eNO) beim spezifischen inhalativen Expositionstest (SIT)**

O. Hagemeyer, A. Lotz, S. Ewald-Kleimeier, R. Merget, T. Brüning

Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV)  
Institut der Ruhr-Universität Bochum

**Zielsetzung:** Die Neufassung der „Reichenhaller Empfehlung“ wird voraussichtlich Stickstoffmonoxid als einen geeigneten Effektmarker in der Ausatemluft (eNO) bei einem spezifischen inhalativen Expositionstest (SIT) nennen. Studienziel war die Analyse von Parametern, die das Verhalten von eNO beim SIT beeinflussen.

**Methodik:** Einbezogen wurden 66 Probanden, die in der Poliklinik des IPA wegen Verdacht auf eine BK 1315/4301/4302 mit SIT untersucht wurden (Tab. 1). Die Messung von eNO (NIOX Flex, Fa. Aerocrine) erfolgte vor sowie 4 und 24 Stunden nach SIT. SIT wurden synoptisch nach klinischen und lungenfunktionsanalytischen Befunden (Abfall  $FEV_1 \geq 20\%$  bzw. Anstieg der  $sRt$  um  $\geq 100\%$  und auf  $\geq 2$  kPa\*s) bewertet. Atopie wurde definiert als wenigstens ein Pricktest mit Umweltallergenen  $> 3$ mm. Atemwegswirksame Medikamente wurden mindestens 24 Stunden vorher abgesetzt. Die statistische Auswertung erfolgte mit dem mixed linear model, dem Wilcoxon-Rangsummentest und dem Kruskal-Wallis-Test.

**Ergebnisse:** Von 66 Probanden wurden 17 mit hoch-, 21 mit niedrigmolekularen Substanzen und 28 mit Isocyanaten exponiert. 22 SIT waren positiv. eNO nach SIT war abhängig von (Tab. 2): Höhe des eNO vor SIT, Zeitpunkt der Messung 24 Stunden nach SIT, Atopiestatus, tendenziell vom Ergebnis des SIT. Vermindert war das eNO bei Rauchern.  $FEV_1$  und eNO korrelierten nicht. Allergengröße (niedrig-, hochmolekular, Isocyanat), Medikation, Dauer der Exposition sowie Zeitdauer zwischen Expositionsende und Untersuchung hatten keinen Einfluss. Bei positivem SIT war der SIT-bedingte Anstieg des eNO ( $eNO_{diff}$ ) signifikant höher bei Nicht-Atopikern und Isocyanatprovokation (Abb. 1).  $eNO_{diff}$  korrelierte mit einer kürzeren Dauer der beruflichen Exposition bis Beschwerdebeginn ( $p = 0,0163$ ; nicht graphisch dargestellt). Höher war der eNO-Anstieg bei Rauchern, fehlender bronchialer Hyperreaktivität und einjähriger Expositionskarenz, ohne jedoch bei zu geringer Fallzahl statistische Signifikanz zu erreichen. Maximaler  $FEV_1$ -Abfall und Höhe des eNO vor SIT beeinflussten  $eNO_{diff}$  nicht.

**Diskussion:** eNO (absolut) wird durch verschiedene Faktoren beeinflusst. Allerdings korrelieren diese Faktoren nur in wenigen Fällen statistisch signifikant auch mit  $eNO_{diff}$ . Im Rahmen der Begutachtung sollte ein „signifikanter“ eNO-Anstieg nach SIT durch den Absolutwert des eNO-Anstiegs definiert werden.

Tabelle 1: Beschreibung der untersuchten Probanden

Provoziertes Allergen	Hochmolekular (Latex, Mehl, Tierhaare, Schimmelpilze)		Niedermolekular (Friseurstoffe, Platin, Rhodium)		Isocyanate	
	Frauen	Männer	Frauen	Männer	Frauen	Männer
Anzahl	4	12	11	10	8	20
Alter [Jahre] (Mittelwert; Range)	40 (26 - 55)	44 (27 - 60)	39 (20 - 63)	35 (22 - 48)	45 (25 - 52)	44 (22 - 62)
Anzahl: Nieraucher   Exraucher   Raucher	4   0   0	4   5   3	3   0   8	3   2   5	3   3   2	4   11   5
Anzahl: Atopiker (Prick-Test)	4	8	4	4	2	8

Tabelle 2: Abhängigkeiten des exhalierten NO (eNO)

Zielvariable: NO [log ppb]	Kategorie	Exp( $\beta$ )	95% Konfidenz- intervall	p-Wert
Interzept		7.95	6.32 – 10.00	<.0001
NO vor Provokation (ppb)		1.03	1.02 – 1.03	<.0001
Testergebnis	negativ	1.00	-	-
	positiv	1.23	1.00 – 1.51	0.0467
Zeitpunkt der Messung	vor Provokation	1.00	-	-
	nach 4h	0.91	0.82 – 1.01	0.0744
	nach 24h	1.32	1.12 – 1.57	0.0012
Rauchstatus	Nichtraucher	1.00	-	-
	Ex-Raucher	1.06	0.84 – 1.35	0.6118
	Raucher	0.74	0.59 – 0.93	0.0121
Sensibilisierung im Sinne einer Atopie	nein	1.00	-	-
	ja	1.28	1.05 – 1.55	0.0140

## **Allergisches Asthma bronchiale durch Disulphonat-haltige Reaktiv-Farbstoffe eines Arbeitnehmers in einer Textilfärberei**

Sabine Straube<sup>1</sup>, Johannes Huss-Marp<sup>2</sup>, Hans Drexler<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin (IPASUM) der Universität Erlangen-Nürnberg

<sup>2</sup> PHADIA GmbH, Munzigerstr. 7, 79111 Freiburg

### **Einleitung**

Reaktivfarbstoffe des Remazol-Typs sind bedeutende Textilfärbemittel. Für einige dieser Färbemittel, die häufig aromatische Disulphonat-Einheiten enthalten, wurden in den 80er Jahren mehrfach allergische Atemwegs-beschwerden im Sinne einer Typ-I-Allergie beschrieben. Bei diesen Textilfärbemitteln handelt es sich um niedermolekulare Antigene und somit um keine typischen Typ-I-Allergene. In den folgenden 20 Jahren wurden keine Fälle dieser Problematik mehr veröffentlicht. Wir berichten über einen aktuellen Fall eines Arbeitnehmers mit arbeitsplatzbezogenem Asthma, sowie über die spezifische Diagnostik.

### **Methode**

Im Rahmen einer Begutachtung mit Verdacht auf eine BK 4301 stellte sich ein Beschäftigter vor, der über eine Beschwerdesymptomatik seit vier Jahren im Sinne einer sich zu einem allergischen Asthma bronchiale aggravierenden Rhinokonjunktivitis und Urticaria mit zeitlich eindeutigem Bezug zur beruflichen Tätigkeit mit Reaktiv-Farbstoffen in der Textilindustrie berichtete.

### **Untersuchung/ Ergebnisse**

Lungenfunktionsanalytisch zeigte sich initial kein pathologischer Befund, im bronchialen Reaktionstest mit Methacholin fand sich eine mittel-gradige bronchiale Hyperreagibilität. Spiroergometrisch zeigte sich bei nicht erreichter cardialer Ausbelastung keine ventilatorische Limitierung. Da Disulphonate nicht zu den Stoffen mit allergener Potenz zählen, da sie ein niedriges Molekulargewicht aufweisen, versuchten wir spezifisches IgE gegen Reactive Black 5 nachzuweisen.

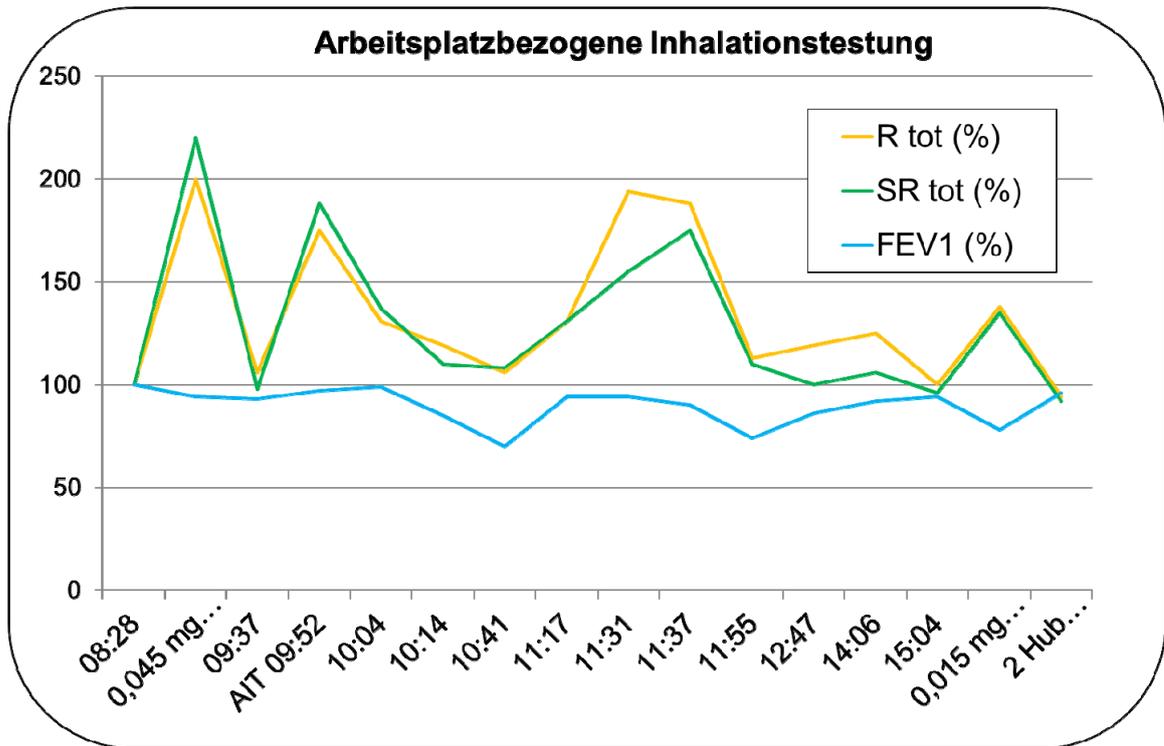
Hierzu wurde humanes Serumalbumin mit dem Farbstoff bebrütet, um ein optimales Konjugat, das mit dem zyano-bromid aktivierten Zellulose Schwamm verbunden wurde. (Dies wird im ImmunoCAP-System verwendet). Das Ergebnis war in einer Höhe von 14 kUA/l positiv. Wir führten eine Prick-Testung auf ubiquitäre Antigene sowie auf die symptom-erzeugende Farbe durch, auf die der Versicherte eindeutig positiv reagierte (9/14 mm; siehe Tab. 1).

**Tab. 1:** Ergebnisse der Prick-Testung (Quaddel/Rötung in mm)

	Histamin	NaCl	Remazol black
Proband	4/20	0/0	9/14
Kontrolle 1	8/20	0/0	0/0
Kontrolle 2	5/25	0/0	0/0

Weiterhin zeigte sich in der Prick-Testung auf ubiquitäre Antigene eine signifikant positive Reaktion auf Gräser/Getreide, Kräuter und Milbe I und II. Die Prick-Testung der Farbe bei zwei Kontrollpersonen war negativ.

Die arbeitsplatzbezogene Inhalations-Testung (AIT) erbrachte klinisch Naselaufen, Augentränen und Luftnot sowohl mit auskultierbarem Giemen als auch lungenfunktionsanalytisch (SR<sub>tot</sub> vor 0,5 kPasec/l und nach AIT 0,96 kPasec/l) einen eindeutig positiven Ausfall (siehe Abb. 1).



**Abb. 1:** AIT

### Schlussfolgerung

Die positive Prick-Testung, der Nachweis von spezifischen IgE-Antikörpern gegenüber dem Human-Albumin-Konjugat und der positive AIT sprechen für eine klinisch relevante Typ-I-Sensibilisierung gegenüber Disulphonat-Reaktivfarbstoff, die unseres Wissens bislang nicht beschrieben wurde.

### Literatur

Jin HJ, Kim JH, Kim JE, Ye YM, Park HS. Occupational Asthma Induced by the Reactive Dye Synozol Red-K 3BS. *Allergy Asthma Immunol Res.* 2011,3(3):212-4.

Koh DH, Won J, Ahn YS, Kim HR, Koh SB. Asthma mortality in male workers of the dye industry in Korea. *J Occup Health.* 2008,50(2):130-5.

Nilsson R, Nordliner R, Wass U, Meding B, Belin L. Asthma, rhinitis, and dermatitis in workers exposed to reactive dyes. *Br J Ind Med.* 1993, 50(1):65-70.

Park HW, Kim DI, Sohn SW, Park CH, Kim SS, Chang YS, Min KU, Kim YY, Cho SH.  
Outcomes in occupational asthma caused by reactive dye after long-term avoidance.  
Clin Exp Allergy. 2007, 37(2):225-30.

Warnquist 1990. Substantial Risk Rep., EPA-NO8 EHQ- 290-0885

## Umweltmedizinische Bewertung von Bioaerosolimmissionen aus Anlagen: Erfahrungen bei der Anwendung des Gründrucks der VDI 4250 Blatt 1

Herr C<sup>1</sup>, Brenner B<sup>1</sup>, Franzen-Reuter I<sup>2</sup>, Sedlmaier N<sup>3</sup>; Winkler G<sup>3</sup>, Kummer V<sup>4</sup>; Tesseraux I<sup>5</sup>, Eikmann T<sup>6</sup>

### <sup>1</sup>Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit, München

<sup>2</sup>Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN - Normenausschuss KRdL, Düsseldorf

<sup>3</sup>Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg

<sup>4</sup>Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Wiesbaden

<sup>5</sup>Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz, Baden-Württemberg

<sup>6</sup>Institut für Hygiene und Umweltmedizin, Universität Gießen

#### **Kurzfassung:**

Im Rahmen von Genehmigungs- und Nachbarklageverfahren wurde zur Frage der gesundheitlichen Gefährdung des Menschen durch Bioaerosol-Immissionen aus Mastgeflügelanlagen Stellung genommen. Die umweltmedizinische Bewertung wurde anhand der Richtlinie VDI 4250 Blatt 1 „Bioaerosole und biologische Agenzien – Umweltmedizinische Bewertung von Bioaerosol - Immissionen – Wirkungen mikrobieller Luftverunreinigungen auf den Menschen“ vorgenommen. Nach dem Bewertungsschema dieser Richtlinie ist es aus präventiver Sicht unerwünscht, dass in der Nachbarschaft durch die anlagenspezifischen Immissionen die natürliche Hintergrundkonzentration deutlich überschritten wird. Die für diese Beurteilung erforderlichen Messergebnisse zu realen Bioaerosolkonzentrationen liegen jedoch zumeist nicht vor. Ersatzweise werden Immissionsprognosen und für die natürliche ortsübliche Hintergrundkonzentration als Bezugsgröße ein Wertebereich aus der Literatur herangezogen. Aufgrund der damit verbundenen Ungenauigkeiten kann es erforderlich sein, dass im Zweifelsfall reale Messungen durchgeführt werden. Da die gesundheitliche Relevanz der Bioaerosolimmissionen aufgrund nicht vorhandener Grenzwerte nicht quantifiziert werden kann, sind sie rechtlich meist nicht einforderbar.

#### **1. Erfahrungen bei der umweltmedizinische Bewertung anhand der VDI 4250/1**

Die Ansiedlung großer Tierhaltungsanlagen und die intensive landwirtschaftliche Nutztierhaltung führen insbesondere bei Anwohnern in der Nachbarschaft solcher Anlagen zu Akzeptanzproblemen. Im Rahmen von mehreren immissionsschutzrechtlichen Genehmigungs- und Nachbarklageverfahren wurde zur Frage der gesundheitlichen Gefährdung des Menschen durch Bioaerosol-Immissionen aus solchen Anlagen Stellung genommen.

Wissenschaftliche Studien zeigen, dass es in der Nähe von Tierhaltungsanlagen zu erhöhten Bioaerosol-Konzentrationen kommen kann. Aktuell wurden in einer holländischen Untersuchung im Abstand von 250 m Endotoxine in erhöhter Konzentration nachgewiesen. Auch *Staphylococcus aureus*, die Mehrfach-Resistenzen gegenüber verschiedenen Antibiotika entwickeln können, konnten in dieser Studie noch in 1000 m Entfernung von Stallanlagen nachgewiesen werden [1]. Diese holländische Studie hat zudem ergeben, dass Anwohner im Umfeld von Tierhaltungsanlagen häufiger Lungenentzündungen haben; hier sind insbesondere Anwohner um Geflügel- und Ziegenbetriebe betroffen. Auch hatten Menschen mit chronischen Erkrankungen der Atemwege (Asthma, COPD) in der Nähe zu Intensivtierhaltungsbetrieben häufiger Komplikationen, vor allem Atemwegsinfektionen [1].

Die aus landwirtschaftlichen Betrieben über die Luft ausgetragenen Mikroorganismen unterliegen in der Außenluft je nach Art des Erregers einer raschen Verdünnung und werden durch klimatische Faktoren wie relative Feuchte, Temperatur und insbesondere Strahlung in ihrer Überlebensfähigkeit negativ beeinflusst [2]. Da Bioaerosole hauptsächlich mit dem Feinstaub transportiert werden und dieser in gleichem Maße abgeschieden wird wie Ammoniak, werden die zu erwartenden Immissionskonzentrationen von Ammoniak auf die Bioaerosol-Immissionen für die geplanten und bestehenden Anlagen übertragen. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass Ergebnisse der Ausbreitungsrechnung erheblich von den realen Messergebnissen vor Ort abweichen können.

Für Bioaerosole im Außenluftbereich sind weder Dosis-Wirkungs-Beziehungen bekannt noch existieren Grenzwerte. Dies liegt unter anderem daran, dass in Bioaerosolen vielfältige, unterschiedliche Arten von Mikroorganismen in unterschiedlichen Konzentrationen, abhängig von Anlagencharakteristika, Prozessspezifika, meteorologischen Bedingungen sowie jahreszeitlichen und örtlichen Gegebenheiten usw. enthalten sein können und viele dieser Arten auch natürlicherweise vorkommen. Ferner sind gesundheitliche Wirkungen von Bioaerosolen (irritativ, allergisch, toxisch, infektiös) abhängig von der individuellen Prädisposition und vom Immunstatus der exponierten Einzelperson.

Die umweltmedizinische Bewertung kann anhand der Richtlinie VDI 4250 Blatt 1 (Gründruck 11/2011) „Bioaerosole und biologische Agenzien – Umweltmedizinische Bewertung von Bioaerosol - Immissionen – Wirkungen mikrobieller Luftverunreinigungen auf den Menschen“ vorgenommen werden. Nach dem Bewertungsschema dieser Richtlinie ist es aus präventiver Sicht unerwünscht, dass in der Nachbarschaft die natürliche Hintergrundkonzentration durch anlagenspezifische Immissionen deutlich überschritten wird. Dieses Vorgehen ist im Innenraumbereich und am Arbeitsplatz bekannt; zusätzlich wird auch hier die Außenluftkonzentration (Hintergrund gegenüber Innenraum) in die Beurteilungen einbezogen.

Gerade für Risikogruppen wie immuneingeschränkte Personen, Allergiker und Atemwegsvorgeschädigte kann bereits der bestehende Hintergrund mit einem zusätzlichen Gesundheitsrisiko verbunden sein. Deshalb soll die Gesamtbelastung und

somit Immissionen bestehender Anlagen in der Nachbarschaft bei der Bewertung berücksichtigt werden.

Die für diese Beurteilung erforderlichen Messergebnisse zu den Bioaerosolkonzentrationen liegen zumeist nicht vor, daher wird auf die oben beschriebenen Immissionsprognosen zurückgegriffen. Zudem wird als Surrogat für die natürliche ortsübliche Hintergrundkonzentration als Bezugsgröße wird ein Wertebereich aus der Literatur [3] herangezogen.

Auf Basis der Immissionsprognosen wurde beispielsweise unter Berücksichtigung der Vorbelastung in einem zu beurteilenden zu beurteilenden Fall ein Anhalt dafür gesehen, dass Anwohner in der Nachbarschaft durch anlagenspezifische luftgetragene Bakterien

gesundheitlich gefährdet werden. Einschränkend wurde in der Bewertung jedoch darauf hingewiesen, dass die Ergebnisse der Ausbreitungsrechnung erheblich von den realen Messergebnissen vor Ort nach Inbetriebnahme der Anlagen abweichen können. Deshalb ist es, in Fällen wie dem zuvor beschriebenen, aus umweltmedizinischer Sicht zumeist notwendig, Immissionsmessungen bereits vorhandener Bioaerosole aus anthropogenen Quellen in Ansiedlungen in der Nachbarschaft durchzuführen. Auch nach Errichtung der Anlage können diese Messungen wegen der Unsicherheit der Immissionsprognose notwendig sein.

## 2. Rechtliche Situation bei der Anwendung der VDI 4250/1

Sichere Aussagen über die Gefährlichkeit der Bioaerosolimmissionen sind, wie oben dargelegt, bis dato nicht möglich. Deshalb gibt es immissionsschutzrechtlich keine Anhaltspunkte, die eine Schutzpflicht nach Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) begründen und emissionsmindernde oder -begrenzende Maßnahmen, die über den derzeitigen Stand der Technik hinausgehen, rechtfertigen könnten. Nach geltender Rechtslage ist es nach § 5 Abs. 1 Satz 1 Nr. 2 Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) unter Vorsorgegesichtspunkten allenfalls wünschenswert, jede Erhöhung von Immissionskonzentrationen gegenüber den Hintergrundwerten zu vermeiden. Deshalb sind Forderungen zur messtechnischen Erfassung der Exposition gegenüber Bioaerosolen sowie auch emissionsmindernde Maßnahmen, rechtlich zumeist nicht durchzusetzen.

[1] Heederik DJJ, IJzermans CJ. Mögliche Effekte der intensiven Tierhaltung auf die Gesundheit von Anwohnern, Universität Utrecht, Juni 2011

[2] Hartung J. Luftverunreinigungen in der Nutztierhaltung. KTBL-Schrift 436, 2005

[3] Kolk A, Van Gelder R, Schneider G, Gabriel S. Mikrobiologische Hintergrundwerte in der Außenluft - Auswertung der BGIA-Expositionsdatenbank MEGA in Gefahrstoffe Reinhaltung der Luft, 69 (2009) Nr. 4

## Welchen Qualitätsgrad haben Lungenfunktionsuntersuchungen und wie beeinflusst die Qualität das Messergebnis?

M. Velasco Garrido<sup>1</sup>, A. Langhammer<sup>2</sup>, X. Baur<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Zentralinstitut für Arbeitsmedizin und Maritime Medizin (ZfAM), Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, Hamburg; <sup>2</sup>Dept. Public Health and General Practice, Norwegian University of Science and Technology, Levanger, Norwegen.

### Hintergrund

Für die Beurteilung der Spirometrie werden die gemessenen Werte mit den aus Stichproben der gesunden Bevölkerung ermittelten Sollwerten verglichen.

Es stellt sich die Frage, welche Qualität die Spirometrien in den Sollwertstudien aufweisen und ob die ermittelten Sollwerte mit der Qualität der zugrundegelegten spirometrischen Untersuchungen zusammenhängen könnten. Zur Bewertung der Qualität der Spirometrie wird nach den Kriterien von ATS die Akzeptabilität und Reproduzierbarkeit der Kurven bewertet. Nach der Anzahl der akzeptierten und reproduzierbaren Kurven wird die gesamte Untersuchung einem Qualitätsgrad zugeordnet (A bis F).

### Methode

Datengrundlage: Stichprobe (n=394) aus dem norwegischen Gesundheitssurvey HUNT-3 (Nord-Trøndelag Health Study); gesunde Nicht-Raucher im Alter >18 Jahre.

Akzeptabilität der Spirometrie-Kurven: Bewertung durch einen erfahrenen Reviewer anhand modifizierter ATS-Kriterien. Für eine Subgruppe wurde die Übereinstimmung (Kappa-Koeffizient) mit einem zweiten Reviewer verglichen.

Nicht akzeptiert wurden Kurven die

- Artefakte (z. B. Husten),
- keine maximale Anstrengung (rückextrapoliertes Volumen  $\geq 5\%$  /  $\geq 150\text{ml}$ , Expirationszeit  $< 6$  Sek.),
- kein Plateau oder
- ein abruptes Ende zeigten.

**Auswertung:** Die FEV<sub>1</sub> und die FVC im % vom Sollwert für die akzeptierten und für die nicht akzeptierten Kurven wurden für eine Subgruppe explorativ verglichen.

### Ergebnisse

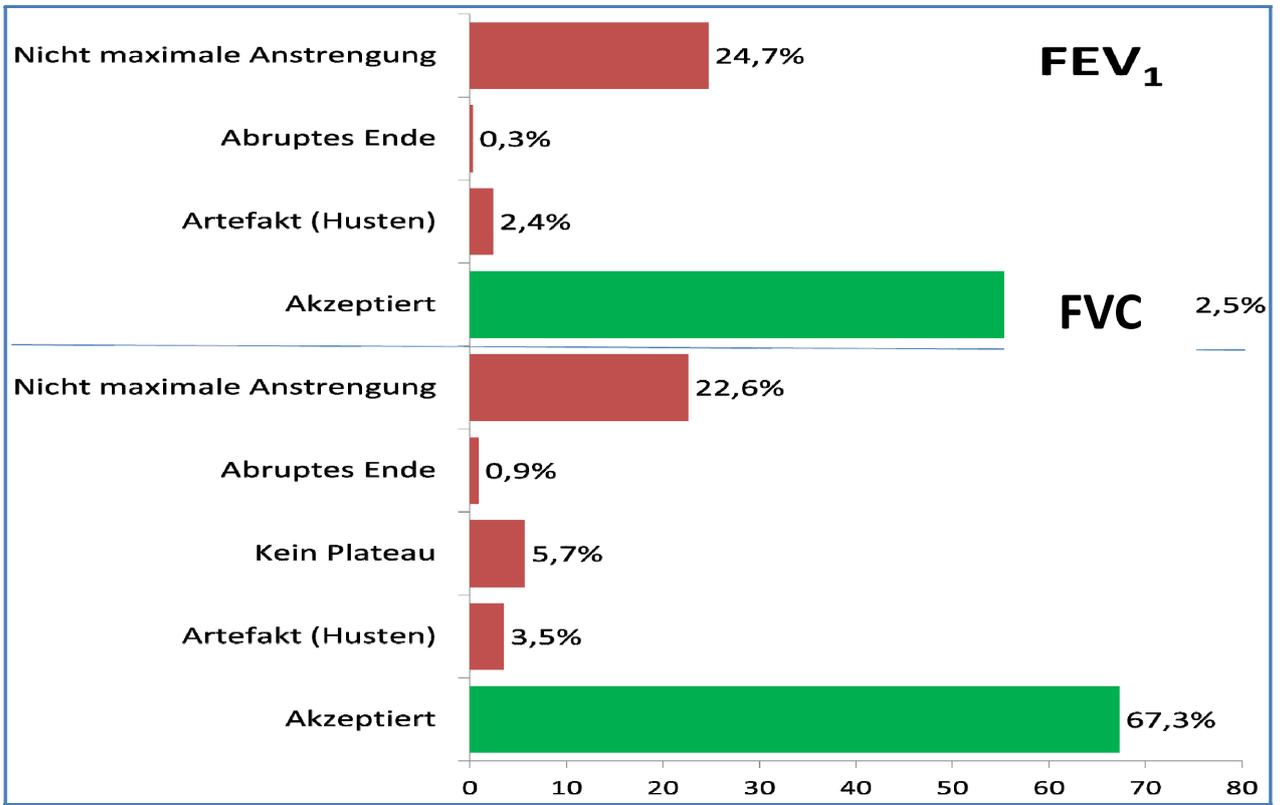
Für die 394 gesunden Individuen lagen 1153 spirometrische Fluß- und Zeitvolumen-Kurven vor. 86% der Probanden wiesen 3 oder mehr Kurven auf.

Die Inter-Reviewer-Übereinstimmung war bezogen auf die Einzelkurven gut: für die FVC  $k=0,62$  (95%-CI 0,53-0,70); für die FEV<sub>1</sub>  $k=0,72$  (95%-CI 0,65-0,80).

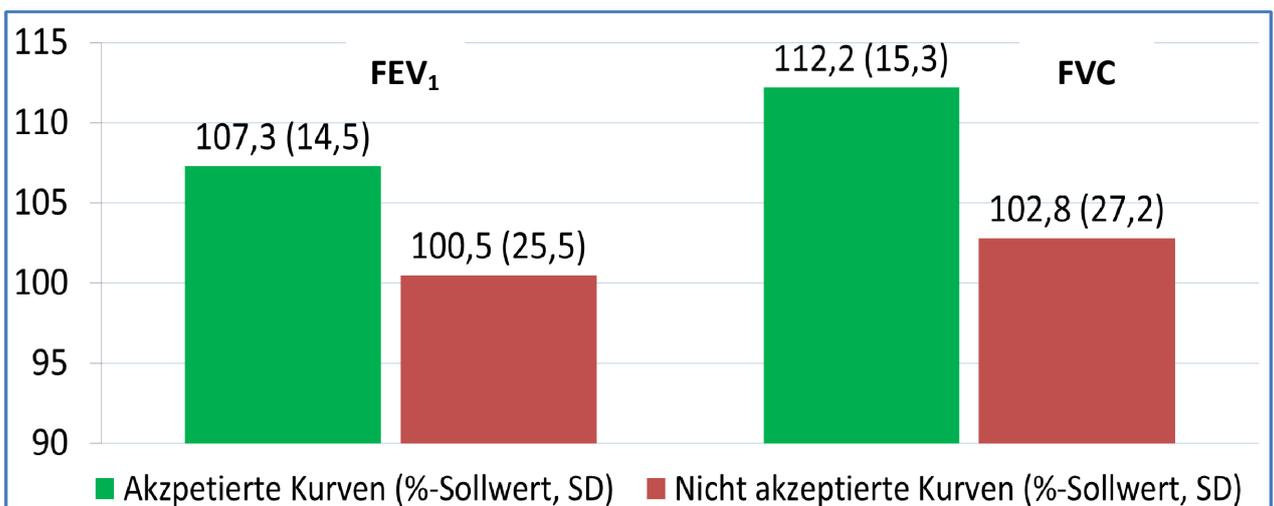
Die FVC wurde in 67%, die FEV<sub>1</sub> in 72% aller Kurven als akzeptabel bewertet. Der häufigste Grund für die Nichtakzeptanz war das Fehlen einer maximalen Anstrengung (69% bei FVC und 90% bei FEV<sub>1</sub>), also ein verzögerter Beginn oder das Fehlen einer ausreichender Expirationszeit (Abb. 1).

In der Bewertung der FVC wurde bei 31% der Probanden maximal eine Kurve akzeptiert (somit Qualitätsgrad niedriger als D). Für die FEV<sub>1</sub> war dies bei 24% der Probanden der Fall. Bezogen auf die Anzahl der akzeptierten Kurven erreichten im besten Fall 38% (FVC) bzw. 42% (FEV<sub>1</sub>) der Untersuchungen den höchsten Qualitätsgrad A .

Der Mittelwert der FVC und FEV<sub>1</sub> in % vom Sollwert war in den akzeptierten Kurven statistisch signifikant höher als jener in den nicht akzeptierten ( $p=0,0002$  bzw.  $0,0035$ ) (Abb. 2). Die Differenz zwischen gemessenem Wert und Sollwert war für beide Parameter statistisch signifikant ( $p=0,0002$  bzw.  $0,0048$ ) höher in den akzeptierten Kurven als in den nicht akzeptierten.



**Abb. 1:** Akzeptabilität aller Spirometrie-Kurven und Ausschlussgründe für FEV<sub>1</sub> (oben) und FVC (unten). Grün: akzeptiert, Rot: nicht akzeptiert (n=1153).



**Abb. 2:** Prozent vom Sollwert (SD) der akzeptierten (grün) und der nicht akzeptierten (rot) Spirometrie-Kurven. FEV<sub>1</sub> (n=298); FVC (n=301).

**Schlussfolgerungen**

- Die Anzahl der akzeptierten Kurven einer gesunden Probandengruppe unterscheidet sich für FVC und FEV<sub>1</sub>.
- Die Werte der akzeptierten Kurven sind höher als die der nicht akzeptierten Kurven sowohl für FVC als auch für FEV<sub>1</sub>.
- Eine abschließende Graduierung der Qualität unter Berücksichtigung der Reproduzierbarkeit ist notwendig, um in einem weiteren Schritt die Beziehung zwischen Qualitätsgrad und Messergebniss näher zu untersuchen.
-

**Cof a 1 – Identifizierung und Charakterisierung des ersten Kaffeeallergens****Manavski N.<sup>1</sup>, Peters U.<sup>1</sup>, Oldenburg M.<sup>2</sup>, Baur X.<sup>2</sup>, Brettschneider R.<sup>1</sup>, Bittner C.<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Biozentrum Klein Flottbek, Hamburg<sup>2</sup>Zentralinstitut für Arbeitsmedizin und Maritime Medizin (ZfAM), Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf

**Hintergrund:** Seit den 1950er Jahren sind wiederholt Beobachtungen allergischer Reaktionen wie Rhinokonjunktivitis und Asthma bronchiale unter Kaffeearbeitern beschrieben worden. Seitdem wird eine potentielle Allergenität von grünem Kaffee diskutiert. Allergen wirkende Proteine wurden in der Kaffeebohne bislang jedoch nicht gefunden. Unser Ziel war, die Allergenität von Kaffee anhand von Einzelallergenen nachzuweisen. Uns ist es erstmalig gelungen, ein Kaffeeallergen zu identifizieren.

**Methoden:** Wir haben eine pJuFo cDNA-Expressionsbibliothek aus Rohkaffee (*Coffea arabica*) erstellt und mittels Phage display mit den Seren von 17 Kaffeearbeitern gescreent und verschiedene Kaffeeklone gefischt. Wir haben zufällig ausgewählte Klone anhand von Sequenzhomologien und Western blots identifiziert und in *E. coli* überexprimiert. Im ELISA untersuchten wir die Allergenität der Kaffeeallergene.

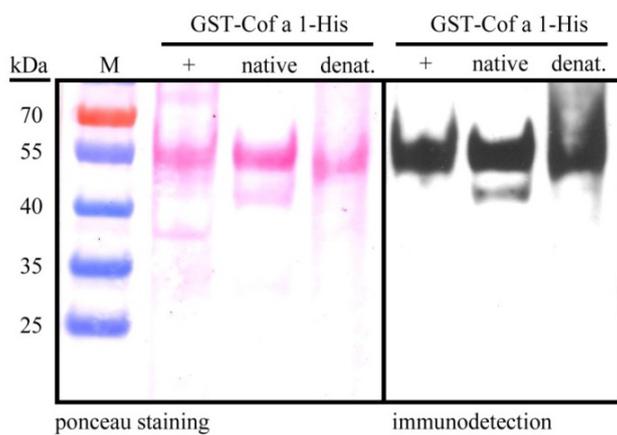
**Ergebnisse:** Anhand von Sequenzhomologien haben wir Allergene aus verschiedenen Proteinfamilien identifiziert. Eine *Coffea arabica* Chitinase III stellte sich im Immunoblot (GST-Cof a 1-His) in der erwarteten Größe von 55 kDa dar (Abb. 2). IgE-Antikörper gegen das rekombinant hergestellte Protein fanden wir in 3 der 17 untersuchten Kaffeearbeiter (18 %), die alle über arbeitsplatzbezogene Atemwegsbeschwerden (vornehmlich Rhinokonjunktivitis) klagten.

Cof a 1 wurde in die internationale Liste der Allergene (WHO/IUIS Allergen Nomenclature) aufgenommen.

**Schlussfolgerungen:** Erstmals ist uns der Nachweis von Einzelallergenen in grünem Kaffee gelungen, womit ein sensibilisierendes Potential von Rohkaffee belegt werden konnte. Die Relevanz von rCof a 1 entspricht lediglich einem Minorallergen. Um das Ausmaß der Allergenität des Rohkaffees zu bestimmen und eine gezielte Diagnostik zu entwickeln, sollen weitere Kaffeeallergene untersucht werden.



**Abb. 1:** Grüne Kaffeekirschen (*Coffea arabica*) aus dem Gewächshaus des Botanischen Gartens zur Herstellung einer cDNA Bank



**Abb. 2:** Immunoblot von rCof a 1.

Links: Ponceau-Protein-färbung. Rechts: Immunodetektion mit anti His-AK.

## Stellt die Serin-Protease-Inhibitor-Variante aus Weizen im Zusammenhang mit dem Bäckerasthma ein relevantes Allergen dar?

Hans-Peter Rihs<sup>1</sup>, Ingrid Sander<sup>1</sup>, Heike Heimann<sup>1</sup>, Ulla Meurer<sup>1</sup> Monika Raulf-Heimsoth<sup>1</sup>, Thomas Brüning<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung - Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA)

**Einleitung:** Neuere Untersuchungen aus unserem Institut (Sander et al. Allergy; 2011) belegen, dass die Allergenprofile der Bäcker sich individuell stark unterscheiden. Obwohl bislang keine Hauptallergene detektiert werden können, stellen bisher verschiedene Weizen-alpha-Amylase-Inhibitoren und eine Thiolreduktase die häufigsten Bäckerallergene dar. Zwei kürzlich erschienene Artikel von Constantin et al. (2008, 2009) lieferten Anhaltspunkte dafür, dass es sich beim Serin-Protease Inhibitor (SPILA) aus Weizen, um ein wichtiges Allergen bei Bäckern mit einer Sensibilisierungshäufigkeit von 14 bzw. 27% handeln könnte.

**Methoden:** Um die Bedeutung von SPILA als Allergen des Bäckerasthmas zu überprüfen, amplifizierten wir aus einer Weizen-cDNA die SPILA-Sequenz und klonierten diese nach Sicherung der Sequenz im pDrive-Vektor-System in das pMAL-Expressionssystem um.

**Ergebnisse:** Die von uns isolierte Variante unterscheidet sich in zwei Nukleotidpositionen von der Erstbeschreibung und führt zu Aminosäureaustauschen in zwei Positionen (Gly11Arg; Gly16Ser). Nach der analytischen Expression in *E. coli* erfolgte die präparative Isolierung des löslichen rekombinanten Maltose-Binde-Protein (MBP)-SPILA-Fusionsproteins aus *E. coli* mittels Affinitätschromatographie. Die so gereinigte und angereicherte SPILA-Isoform wurde an ImmunoCAP's gekoppelt und anschließend Seren von 37 deutschen Bäckern mit Allergiesymptomen, sowie zehn Seren von Graspollenallergikern mit Weizenmehlsensibilisierung getestet. CAP-Werte  $\geq 0.35$  kU/L wurden als positiv gewertet. In der Gruppe der Bäcker zeigten sieben Seren (19%); SPILA-spezifisches IgE (Range: 0.35-51.8 kU/L). Unter den Graspollenallergikern war kein Serum positiv. CAP-Werte mit dem Trägerprotein MBP waren in allen Fällen negativ.

**Schlussfolgerungen:** Unsere Ergebnisse unterstützen die Daten von Constantin et al. (2008, 2009) und zeigen, dass die untersuchte SPILA-Variante als Allergen bei der Untersuchung des Weizeneinzelallergenprofils mit berücksichtigt werden sollte obwohl auch SPILA bei den untersuchten Bäckern kein Weizenhauptallergen darstellt.

### Referenzen

Constantin C, Quirce S, Grote M, Touraev A, Swoboda I, Stoecklinger A, Mari A, Thalhamer J, Heberle-Bors E, Valenta R (2008) Molecular and immunological characterization of a wheat serine protease inhibitor as a novel allergen in baker's asthma. *J. Immunol* 180: 7451-7460

Constantin C, Quirce S, Poorafshar M, Touraev A, Niggemann B, Mari A, Ebner C, Akerström H, Heberle-Bors E, Nystrand M, Valenta R (2009). Micro-arrayed wheat seed and grass pollen allergens for component-resolved diagnosis. *Allergy* 64: 1030-1037.

Sander I, Rozynek P, Rihs HP, van Kampen V, Chew FT, Lee WS, Kotschy-Lang N, Merget R, Brüning T, Raulf-Heimsoth M (2011). Multiple wheat flour allergens and cross-reactive carbohydrate determinants bind IgE in baker's asthma. *Allergy* 66: 1208-1215.

**IgE-vermittelte Holzallergie: Ursachenaufklärung mit Hilfe eines diagnostischen Algorithmus****Kespohl S<sup>1</sup>, Kotschy-Lang N<sup>2</sup>, Ochmann U<sup>3</sup>, Nowak D<sup>3</sup>, Maryska S<sup>1</sup>, Raulf-Heimsoth M<sup>1</sup>, Brüning T<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>IPA – Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum, <sup>2</sup>Berufsgenossenschaftliche Klinik für Berufskrankheiten, Falkenstein/Vogtland, <sup>3</sup>Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, LMA-München

**Hintergrund:** Europaweit sind mehr als drei Millionen Beschäftigte gegenüber Holzstäuben, die sowohl allergische als auch irritative Atemwegsbeschwerden induzieren können, exponiert. Die Sensibilisierungsprävalenz liegt in Abhängigkeit des jeweils verarbeiteten Holzes bei exponierten Beschäftigten zwischen 3% für nicht tropische Hölzer und bis zu 30% bei tropischen Hölzern. Aus der heterogenen Sensibilisierungsprävalenz gegen die unterschiedlichen Holzarten wurde deutlich, dass es kein einheitliches Holzallergen gibt, welches als Screening-Instrument für die Untersuchung von IgE-vermittelten Holzstaubsensibilisierungen genutzt werden kann. Vielmehr ist es erforderlich, für jede Expositionssituation angepasst jeweils individuelle Holzstaubextrakte für die relevante Holzart zu untersuchen [1]. Für die Testung von IgE-vermittelter Holzstaubsensibilisierung sind nur wenige kommerzielle Testextrakte verfügbar. Darüber hinaus ist die Standardisierung von Holzextrakten aufwändig und schwierig. Weiterhin verweisen aktuelle Publikationen darauf, dass es bei der *in vitro*-Testung pflanzlicher Allergene teilweise falsch positive IgE-Sensibilisierungsnachweise gibt, die auf kreuzreaktiven Kohlenhydratstrukturen (*cross-reactive carbohydrate determinants*, CCDs) basieren [2]. Die Sensibilisierungsrate gegen CCD-Strukturen liegt bei allergischen Personen bei etwa 20%. Die klinische Relevanz der CCD-spezifischen IgE-Antikörper wird jedoch kontrovers diskutiert. Das Ziel dieser Studie ist es mit Hilfe eines diagnostischen Algorithmus die jeweils klinisch relevanten Holzallergene bei Patienten zu identifizieren, die eine berufsbedingte Holzallergie entwickelt haben.

**Methoden:** Drei männliche Beschäftigte mit Verdacht auf Holzallergie wurden untersucht. Die *in vitro* Testung erfolgte mittels standardisierter Holz-ImmunoCAPs gegen die jeweils expositionsrelevanten Hölzer, sowie gegen Meerrettichperoxidase als glykogene, kreuzreaktive Komponente (CCD). Die Holz-spezifische IgE-Bindung wurde durch ImmunoCAP-Inhibitionstest mit CCD als Inhibitor spezifiziert. Weiterhin wurden Basophilenaktivierungstestungen (BAT) und Hautteste (intradermal, ID oder Skin-Prick-Test, SPT) mit Holzextrakten durchgeführt. Alle *in vitro* Testdaten wurden durch Rangverteilung (1= höchste Wertung, alle weiteren Ergebnisse entsprechend aufsteigende Ränge) bewertet. Die Evaluation der klinischen Relevanz aller *in vitro* Testergebnisse erfolgte durch Summenbildung der jeweils erzielten Ränge. Die Holzspezies, mit der niedrigsten Rangkalkulation wurde für eine Provokationstestung ausgewählt, um die klinische Relevanz der Holzsensibilisierung durch inhalative Provokation zu überprüfen.

**Ergebnisse:** Alle drei Patienten waren polysensibilisiert gegen Holzstäube, Umweltallergene und CCDs. In allen drei Fällen bestand eine berufliche Holzstaubexposition seit mehr als 16 Jahren gegen verschiedene Hart- und Weichholzarten (insbesondere gegen Ahornholz, Buchenholz, Fichtenholz und Kiefernholz, sowie gegen Baumschnitt einheimischer Sträucher und Gehölze). Die berufsbedingten allergischen Symptome traten bei allen drei Personen nasal und bronchial auf. Der erste Schritt des diagnostischen Algorithmus bestand im Nachweis von spezifischem IgE gegen im beruflichen Umfeld vorhandene Holzarten mittels ImmunoCAP. Spezifische IgE-Bindungen wurden für Patient 1 auf 13 Holzarten, für Patient 2 auf 11 Holzarten und für Patient 3 auf 5 Holzarten gemessen. Die Spezifizierung der IgE-Bindung erfolgte entsprechend dem zweiten diagnostischen Verlaufsschritt durch CCD-ImmunoCAP-Inhibitionstest, zellulärem BAT und Allergentestung auf der Haut (SPT oder ID). In diesem zweiten diagnostischen Verlaufsschritt wurde in allen drei Patientenseren sowohl proteinogene als auch glykogene Holzkomponenten als IgE-Epitope nachgewiesen. Eine Reduktion der IgE-Bindung durch CCD um mehr als 50% wurde als primär Glykogen-basierte IgE-Bindung gewertet, die wahrscheinlich eine klinisch stumme Sensibilisierung darstellt. Im Gegensatz dazu wurden CCD-Inhibitionen um weniger als 50% als primär Protein-basierte Sensibilisierungen bewertet mit potenzieller klinischer Relevanz. Im BAT wurde die allergenspezifische CD63-Expression nach Inkubation mit den verschiedenen Holzextrakten im Durchflußzytometer quantifiziert. Hierbei wurde eine induzierte CD63-Expression >20% als Indikator für eine relevante Holzsensibilisierung gewertet. Der BAT zeigte bei Patient 1 eine deutliche Induktion der CD63-Expression auf den Basophilen durch vier von 13 getesteten Holzarten, bei Patient 2 wurde die CD63-Expression durch drei von 11 getesteten Holzextrakten induziert. Zusätzlich wurden Hautteste durchgeführt, die mehrfach positive Reaktionen (Quaddel  $\geq 3$  mm im Pricktest, jede Hautreaktion bei intradermaler Testung) auf Holzextrakte in allen drei Patienten ergaben. Durch eine Bewertung aller Einzelergebnisse wurde eine Rangverteilung ermittelt. Mittels dieses Verfahrens war es möglich, Ahornholz für zwei Patienten und Weichholz (Fichte/Kiefer) in dem dritten Patienten als Ursache der Holzstaubsensibilisierung zu benennen und durch jeweils einen positiven bronchialen Provokationstest zu verifizieren.

**Schlussfolgerungen:** Der Einsatz dieses *in vitro* Diagnostik-Algorithmus ermöglicht die Identifizierung von klinisch relevanten Sensibilisierungen gegenüber Holzallergenen bei holzstaubexponierten, polysensibilisierten Patienten.

#### Literatur:

[1] Kespohl S, Raulf-Heimsoth M. Holzstauballergie- Prävalenz und Diagnostik einer seltenen Typ I-Allergie. *Allergologie*, 34, 2011:550-554.

[2] Kespohl S, Schlünssen V, Jacobsen G, Schaumburg I, Maryska S, Meurer U, Brüning T, Raulf-Heimsoth M. Impact of cross-reactive carbohydrate determinants on wood dust sensitization. *Clin Exp Allergy*, 40, 2010:1099-1106.

## **Nachweis von Endotoxin- und pyrogener Aktivität in Luftstaubproben von Bioaerosol-belasteten Arbeitsplätzen**

**Verena Liebers, Vera van Kampen, Jürgen Büniger, Maria Düser, Heike Stubel, Raulf-Heimsoth Monika, Brüning Thomas**

Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA)

### Hintergrund und Zielsetzung

Arbeitsplätze mit Bioaerosol-Exposition sind aufgrund der komplexen Zusammensetzung organischer Stäube, schwierig zu beschreiben. Eine Möglichkeit ist es, Endotoxin stellvertretend für die mikrobiologische Gesamtbelastung zu messen („Leitsubstanz“). Mit dem Vollbluttest kann dagegen summarisch die pyrogene Aktivität einer Probe ermittelt werden. Dieses Verfahren misst die Freisetzung von Botenstoffen, wie zum Beispiel Interleukin 1 $\beta$ , nach Stimulation von Blut mit dem Staubextrakt. Der Test kann sowohl mit frischem humanem Vollblut, als auch mit kryokonserviertem Vollblut durchgeführt werden.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die Anwendungsmöglichkeiten der genannten Tests anhand von Luftstaubproben zu überprüfen. Im Übrigen sollte geprüft werden, ob auch mit Passivsammlern (Noss et al 2010) relevante Staubmengen gesammelt werden können, die zum Nachweis von Endotoxin und/oder pyrogener Aktivität genügen.

### Methoden

In 31 deutschen Kompostanlagen wurde mit zwei verschiedenen Methoden Staub gesammelt: Einerseits mit stationären Filterpumpen (Durchflussrate 3,5 l/min; 2 Std.; Glasfaserfilter) an verschiedenen Arbeitsplätzen (n = 124), andererseits mit 58 Passivsammlern (EDCs = electrostatic dust filter collectors). Die EDCs wurden für 14 Tage in Sozialräumen von Kompostanlagen (n = 31) und als Vergleich in Privathaushalten (n = 27; Nichtraucher) deponiert.

Alle Filter wurden mit Aqua inieciabilia ohne Detergenz eluiert. Die Endotoxinaktivität wurde mittels Limulus-Amöbozyten-Lysat-Test (LAL-Test, Charles River, Sulzfeld, Deutschland) gemessen. Die pyrogene Aktivität (IL-1 $\beta$ -Aktivität; 1pg IL1 $\beta$  = 1 pyrogene Unit = 1PU) wurde mittels Vollbluttest unter Verwendung von Kryoblut (Zwisler Laboratorium, Konstanz, Deutschland) bestimmt (Liebers et al. 2009).

### Ergebnisse

In allen Proben ließen sich sowohl pyrogene Aktivität als auch Endotoxinaktivität nachweisen. Hohe Endotoxinwerte gehen immer mit hoher pyrogener Aktivität einher, da Endotoxin auch pyrogen wirkt. Aber auch bei geringer Endotoxinaktivität, ließ sich in einzelnen Proben eine hohe pyrogene Aktivität nachweisen.

Unsere Untersuchungen zeigen, dass sowohl die Endotoxin- als auch pyrogene Aktivität der Staubproben von den Arbeitsplätzen im Radlader sich von anderen Arbeitsplätzen innerhalb einer Kompostanlage unterscheiden. Diese unterschiedliche Bioaerosolexposition könnte durch die Schutzbelüftung in den Fahrzeugen verursacht sein. Ebenso unterschieden sich Stäube, die mittels Passivsammlern gesammelt wurden: Sowohl im LAL-Test als auch im Vollbluttest ließen sich Stäube aus Sozialräumen von Kompostanlagen von Stäuben aus Privathaushalten differenzieren.

Es besteht eine signifikante Korrelation zwischen pyrogener Aktivität und Endotoxinaktivität für die Gesamtheit der getesteten Proben (aus Passivsammlern und stationären Luftstaubfiltern). Betrachtet man allerdings den Testvergleich nur für die Gruppe „Radlader aus Kompostanlagen“ ist die Korrelation von Vollbluttest und LAL-Test nicht signifikant ( $R = 0,08$ ). Trotz geringer Endotoxinaktivität finden sich in einigen Filterproben hohe Werte pyrogener Aktivität.

### Schlussfolgerungen

LAL Test und Vollbluttest sind geeignet, um organische Stäube zu charakterisieren. Sie sind ausreichend sensitiv, um Unterschiede in der mikrobiologischen Belastung von Arbeitsplätzen zu beschreiben. Pyrogene Aktivität und Endotoxinaktivität können parallel aus demselben Extrakt bestimmt werden, wenn die Extraktion ohne Zusatz von Detergenz erfolgt. Proben, die kaum Endotoxinaktivität enthalten, aber andere fieberauslösende Substanzen wie z.B. Schimmelpilzkomponenten, können durch den Vollbluttest, aber nicht durch den LAL-Test erfasst werden. Der Vollbluttest liefert also wichtige zusätzliche Informationen zur Einschätzung eines gesundheitsrelevanten Potentials der Stäube für den Menschen.

## Literatur

Liebers V, Stubel H, Düser M, Brüning T, Raulf-Heimsoth M. Standardization of whole blood assay for determination of pyrogenic activity in organic dust samples. *Int J Hyg Environ Health*. 2009; 212(5):547-56.

Noss I, Doekes G, Sander I, Heederik DJ, Thorne PS, Wouters IM. Passive airborne dust sampling with the electrostatic dustfall collector: optimization of storage and extraction procedures for endotoxin and glucan measurement. *Ann Occup Hyg*. 2010;54(6):651-8.

## Risikofaktorenanalyse an der Rinderallergikerkohorte CAS

### *(Cattle Allergy Study)*

Frank Konietschke<sup>1</sup>, Ernst Hallier<sup>2</sup>, Astrid Heutelbeck<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Abteilung Medizinische Statistik, Universitätsmedizin Göttingen

<sup>2</sup> Abteilung Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Universitätsmedizin Göttingen

**Hintergrund:** Die Landwirtschaft zählt zu den Branchen mit hoher Allergiegefährdung. Erkenntnisse zur Rolle der verschiedenen Arbeitsschutzmaßnahmen sind noch wenig durch kontrollierte Studien gesichert..

**Ziel:** Auf Basis der systematischen Auswertung (*Cattle Allergy Study*, Heutelbeck et al., 2007) aller den landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften in den Jahren 1990 bis 2001 gemeldeten Berufskrankheitenfälle (BK 4301 durch Rinderallergen) wurde eine Analyse möglicher Risikofaktoren bezüglich des technischen und organisatorischen Arbeitsschutzes für den klinischen Verlauf durchgeführt.

**Methodik:** Einbezogen wurden 513 Fälle (234 w, Alter 14-74, MW 41 Jahre, arbeitsbezogene Symptomatik mit Rhinitis und/oder Konjunktivitis und/oder Asthma bronchiale) mit Daten aus unterschiedlichen Quellen der landwirtschaftlichen Sozialversicherungen (berufliche Laufbahn, arbeitstechnische Daten, Krankengeschichte, allergologisch-pneumologische Untersuchungs-ergebnisse, Verlauf des Berufskrankheitenverfahrens). In einem ersten Schritt untersuchten wir die mögliche Assoziation zwischen der bautechnischen Gestaltung des Stalls (Boxenlaufstall vs. Anbindestall) bzw. des Vorhandenseins einer „Schleuse“ zur Trennung zwischen Arbeits- und Wohnbereich mit den dokumentierten Ergebnissen (FEV1%Soll) der Lungenfunktionsprüfung bei den 417 Fällen, bei denen diese Angaben vorhanden waren. Als statistische Verfahren wurden Zwei-Stichprobentests (t-Test für z.B. Altersvergleiche, Wilcoxon-Tests für z.B. Atemwiderstandsvergleiche, Chi-Quadrat-Tests für Mehrfeldervergleiche) und faktorielle Two-Way ANOVA's für Interaktionsvergleiche der FEV1%Soll zwischen mehreren Faktoren (z.B. Asthma und der bautechnischen Gestaltung der Ställe) eingesetzt.

**Ergebnisse:** Die bautechnische Gestaltung des Stalls (Boxenlaufstall (FEV1%Soll min. 43,3, max. 141, median 92, MW 88) vs. Anbindestall (FEV1%Soll min. 32, max. 131, median 89, MW 88)) zeigte keinen Einfluss auf die FEV1%Soll ( $p \geq 0,05$ ). Das Vorhandensein einer „Schleuse“ zur Trennung zwischen Arbeits- und Wohnbereich war nur bei Patienten mit Asthma bzw. ausgeprägten, komplexeren Symptomen zu finden. Landwirte, die die Rinderbetreuung aufgegeben hatten (FEV1% Soll min. 26, max. 135, median 87, MW 83), wiesen eine geringere FEV1%Soll auf als solche mit fortgesetzter Rinderbetreuung (FEV1%Soll min. 34, max. 141, median 92, MW 89;  $p=0,0238$ ).

**Diskussion und Schlussfolgerungen:** Die statistischen Risikofaktorenanalyse der Rinderallergikerkohorte weist keine positive Assoziation des bezüglich der Lüftungstechnik moderneren Boxenlaufstalls zur Lungenfunktion FEV1%Soll auf. Dies ist möglicherweise bedingt durch die dort höhere Tierbelegung im Vergleich zu den

herkömmlichen Anbindeställen. Das durch die größere Anzahl von Tieren bedingte höhere Allergenaufkommen als möglicher verschlechternder Faktor für die Lungenfunktion wird durch die moderne Lüftungstechnik nicht kompensiert; dies zeigten bereits eindrücklich messtechnische Untersuchungen zum Rinderallergengehalt in der Luft von Stallungen verschiedener Bauart, bei denen die Luft der Boxenlaufställe höhere Werte als die der Anbindeställe aufwies (Turowski et al., 2007). Auch die Aufgabe der Tierbetreuung zeigt keinen positiven Effekt auf die FEV1% Soll, möglicherweise infolge Vernachlässigung begleitender Sanierungsmaßnahmen im häuslichen Bereich. Die Tatsache, dass eine Schleuse nur in Betrieben von Rinderallergikern mit ausgeprägter, komplexer Symptomatik bzw. asthmatischer Symptomatik zu finden ist, kann als ein Hinweis gelten, dass das präventive Potential der „Schwarz-Weiß“-Trennung im Arbeitsschutz noch nicht ausgenutzt wird. Dies deckt sich mit den Erkenntnissen von Arbeiten anderer Arbeitsgruppen (Berger et al., 2005; Hinze et al., 1996; Hinze et al., 1997; Schierl et al., 2003), die erst bei Senken der Rinderallergenbelastung im häuslichen Bereich eine klinische Besserung beobachteten, nicht durch die Aufgabe der Rinderbetreuung allein. Die Vorgehensweise der retrospektiven übergreifenden Analyse von Daten verschiedenen Ursprungs eröffnet die Möglichkeit, ohne langjährige prospektive Studien präventivmedizinische Erkenntnisse ableiten zu können. Die Heterogenität der Datensätze stellt dabei eine besondere statistische Herausforderung dar.

**Literatur:** Berger, I.; Schierl, R.; Ochmann, U.; Egger, U.; Scharrer, E.; Nowak, D.: Concentrations of dust, allergens and endotoxin in stables, living rooms and mattresses from cattle farmers in southern Bavaria. *Ann. Agric. Environ. Med.* 12 (2005), 101–107.

Heutelbeck ARR, Janicke N, Hilgers R, Kütting B, Drexler H, Hallier E, Bickeböller H (2007): German Cattle Allergy Study (CAS): Public health relevance of cattle-allergic farmers. *Int Arch Occup Environ Health* 81: 201-208.

Hinze, S.; Bergmann, K.C.; Løwenstein, H.; Nordskov-Hansen, G.: Different Schwelldwertkonzentrationen für Sensibilisierungen durch das Rinderallergen Bos d2 bei atopischen und nicht-atopischen Landwirten. *Pneumologie* 50 (1996), 177–181.

Hinze, S.; Bergmann, K.C.; Løwenstein, H.; Nordskov-Hansen, G.: Cow hair allergen (bos d 2) content in house dust: correlation with sensitization in farmers with cow hair asthma. *Int. Arch. Allergy Immunol.* 112 (3) (1997), 231–237.

Schierl, R.; Berger, I.; Scharrer, E.; Ochmann, U.; Egger, U.; Nowak, D.: Allergen-Konzentrationen im Wohn- und Stallbereich von Rinderhaar-Allergikern. *Verh. Dt. Ges. Arbeitsmed. Umweltmed.* 43 (2003), 346-349.

Turowski S, Baur J, Seeckts A, Lange M, Metzner R, Scheuermann H, Hallier E, Heutelbeck ARR (2007): Charakterisierung der Rinderallergenexposition in Niedersächsischen und Baden-Württembergischen Rinderstallungen. Verh Dt Ges Arbeitsmed 47: 500 – 502.

*Wir danken den Landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften für Ihre ausdauernde und effektive Zusammenarbeit bei der Auslesung der Daten zur Erstellung des Datensatzes!*

## Allergische Rhinopathie bei Antibiotika-Exposition in der Tiermedizin – Zwei Kasuistiken aus dem Gewerbeärztlichen Dienst in Niedersachsen

**Stefan Baars**

Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Hannover, Gewerbeärztlicher Dienst

Ausgangslage:

In der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung werden in großem Umfang Antibiotika zur Therapie eingesetzt (in Niedersachsen z. B. in 77% der Schweinemastbetriebe und 92% der Putenmastbetriebe, 1). Die benötigten Antibiotika erwirbt der Landwirt über den behandelnden Tierarzt. Teilweise werden in den Tierarztpraxen Antibiotika aus größeren Gebinden abgefüllt.

Einige Antibiotika verfügen über sensibilisierende Eigenschaften. So wirkt das Makrolid Tylosin bei Hautkontakt hochallergen. Fälle von beruflich bedingtem Asthma sind ebenfalls beschrieben (2). Für das Polypeptid-Antibiotikum Colistin (Polymyxin E, Einsatz bei Darminfektionen) wurde kürzlich über ein beruflich bedingtes Asthma in der Antibiotikaproduktion berichtet (3). Colistin wird auch in der Humanmedizin bei der Therapie der Mukoviszidose eingesetzt. Bronchokonstriktion ist als mögliche Nebenwirkung einer inhalativen Therapie bekannt, die ursächlichen Mechanismen vielgestaltig (4).

Es stellt sich die Frage, ob auch andere berufliche Expositionen zu klinisch bedeutsamen Reaktionen im Bereich der Atemwege führen können.

Kasuistik 1 (2003)

K. (geb. 1981): Keine Vorerkrankungen. Seit Beginn der Ausbildung 1999 beim Abfüllen von Antibiotika (insbesondere Colistin und Tetracyclin) Niesreiz und ab 2000 zusätzlich Atemnot. Arbeitsplatz: Deckenventilator, keine Absaugung, Atemschutzmasken vorhanden aber ohne Effekt. Pricktest: Colistin 12% schwach positiv, Hundehaare positiv. Ges.-IgE: 86,8 kU/L, spezifische IgE-AK: bis auf Hundeschuppen negativ. Lungenfunktion: unspezifische Hyperreagibilität mitarbeitsbedingt nicht prüfbar, keine manifeste bronchiale Obstruktion. Inhalative spezifische Provokation mit Colistin: Lungenfunktion und Rhinomanometrie ohne signifikante Änderung, nach 1 Stunde klinisch eindeutig behinderte Nasenatmung mit leichter Heiserkeit. (Nach Angaben der Erkrankten war die berufliche Exposition intensiver als im Rahmen der Provokation.) Therapie: inhalatives Glukokortikoid, bei Bedarf inhalatives Betamimetikum.

## Kasuistik 2 (2010)

S. (geb. 1982): Keine Vorerkrankungen. Seit 2009 beim Abfüllen bzw. Anrühren von Tylosinphosphat und Colistin heftiger Niesreiz, verstopfte Nase, hämorrhagischer Nasenausfluss, Augenrötung und -jucken sowie Hustenreiz. Leichtere Beschwerden bereits 2002. Arbeitsplatz: keine Absaugung, Staubmaske ohne Ventil vorhanden. Prick- und Epicutantest: Colistin positiv, Tylosin nur im Epicutantest verzögert positiv. Ges.-IgE 2,7 kU/L, spezifische IgE-AK neg. Lungenfunktion: unspezifische Hyperreagibilität neg., keine manifeste bronchiale Obstruktion. Eine spezifische inhalative Provokation erfolgte nicht. Nach Umstellung der innerbetrieblichen Arbeitorganisation ohne Abfüllung von Antibiotika sistierten die Beschwerden weitgehend. Bei erneuter Exposition (z. B. im Rahmen von Urlaubs- oder Krankenvertretung) jedoch erneut Beschwerden trotz Atemschutz (P2). Therapie: topisches Glukokortikoid

## Schlussfolgerungen

Klinisch relevante beruflich bedingte allergische Reaktionen auf Colistin wurden bisher lediglich aus der Antibiotikaproduktion berichtet. Die vorgestellten Fälle zeigen, dass in Nutz-tierarztpraxen grundsätzlich ebenfalls mit klinisch relevanten Reaktionen auf Colistin und andere Antibiotika zu rechnen ist, wenn diese Antibiotika in Pulverform abgefüllt werden. Der Pathomechanismus ist allerdings nicht ganz klar (allergisch oder irritativ). Arbeitsschutzmaßnahmen zur Expositionsminimierung sind unbedingt zu realisieren. Hierzu gehören insbesondere: Verzicht auf eine Abfüllung kleinerer Mengen durch die Verwendung ausreichend kleiner Gebinde, Verwendung von Granulat statt Pulver, Absaugung, Schutzkleidung (Kittel, Hauben, Handschuhe), Atemschutz (P2-Filtermasken).

## Literatur

- (1) Nds. Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung und Nds. Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit: Bericht über den Antibiotikaeinsatz in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung in Niedersachsen November 2011
- (2) Lee HS et al.: Occupational asthma due to tylosin tartrate. *Br J Ind Med.* 46(7); 1989; 498–499
- (3) Gomez-Olles S et al.: Occupational asthma due to a colistin in a pharmaceutical worker. *Chest*; 137; 2010; 1200-1202
- (4) Falagas M et al.: Toxicity of polymyxins: a systematic review of the evidence from old and recent studies. *Critical Care*, 10; 2006; R27

## Untersuchungen des Gens *Ataxia Telangiectasia Mutated (ATM)* mittels epigenetischer und Expressionsmarker in einem Kollektiv beruflich strahlenexponierter Personen für den Aufbau einer Bioprobenbank

**Yvonne von der Gathen<sup>1</sup>, Georg Johnen<sup>1</sup>, Peter Rozynek<sup>1</sup>, Beate Pesch<sup>1</sup>, Martin Lehnert<sup>1</sup>, Dirk Taeger<sup>1</sup>, Oleksandr Bryk<sup>1</sup>, Daniel G. Weber<sup>1</sup>, Bettina Dumont<sup>1</sup>, Simone Naumann<sup>1</sup>, Maria Gomolka<sup>2</sup>, Michaela Kreuzer<sup>2</sup>, Thorsten Wiethage<sup>1</sup> und Thomas Brüning<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA)

<sup>2</sup> FB Strahlenschutz und Gesundheit, Bundesamt für Strahlenschutz, Oberschleissheim

### Fragestellung

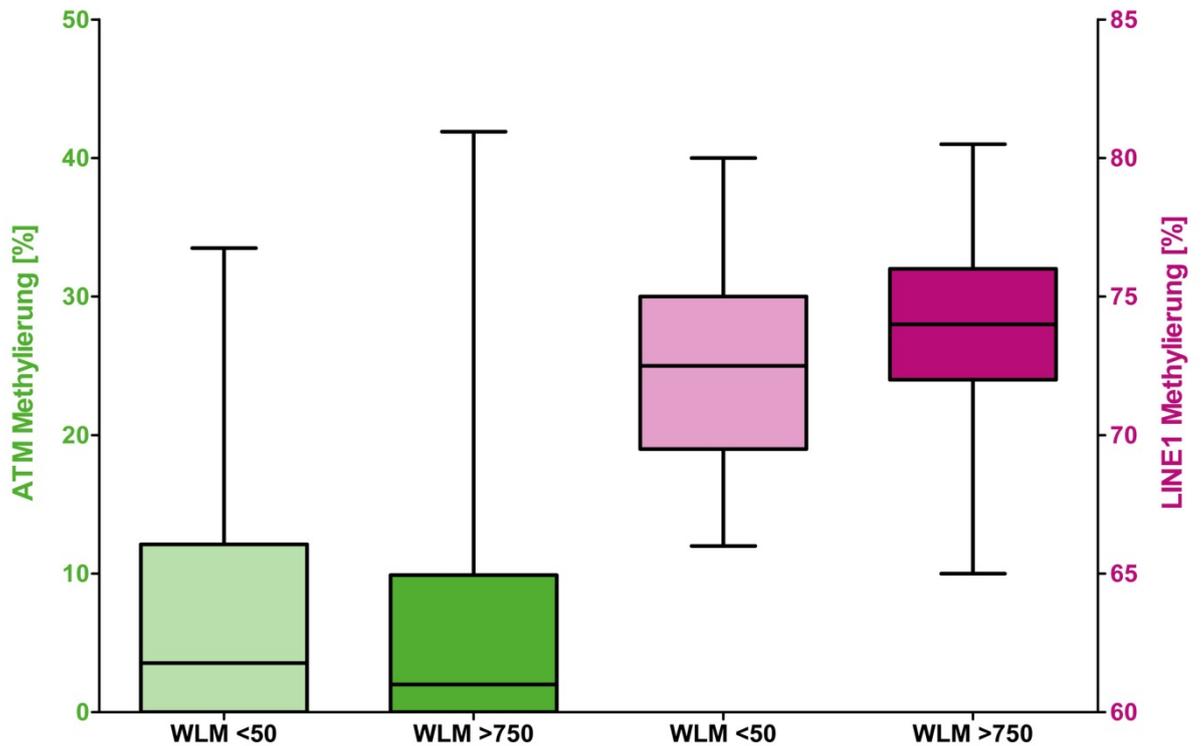
Bioprobenbanken sind ein unverzichtbarer Bestandteil zukünftiger medizinischer Forschung. Auch in der Arbeitsmedizin kommt ihnen eine bedeutende Rolle zu, z.B. für die Evaluierung von Biomarkern zur Früherkennung berufsbedingter Krebserkrankungen. So können Marker weitaus schneller validiert werden. Aus diesem Grund wird eine Biobank auf Basis der weltweit größten Kohorte beruflich strahlenexponierter Personen aufgebaut. Es handelt sich dabei um ehemalige Uranbergbaubeschäftigte der SDAG Wismut, deren Exposition gegenüber Strahlung gut abschätzbar ist. Da die Proben der Biobank vor allem auch für Fragestellungen zur Krebsentstehung heranzuziehen sind, sollten diese mit dem Gen *Ataxia Telangiectasia Mutated (ATM)* auf ihre Verwendbarkeit zur Analyse von DNA-Methylierung und mRNA-Expression geprüft werden.

### Methoden

Nach der Genehmigung durch die Ethikkommission wurde 422 Probanden, eingeteilt in zwei Expositionsgruppen, im Rahmen von erweiterten nachgehenden Untersuchungen nach ihrer Zustimmung Blut entnommen und daraus DNA und RNA isoliert. Die Promotor-Methylierung von *ATM* wurde mit Hilfe der methylierungsspezifischen PCR untersucht. Zur Bestimmung des globalen Methylierungsstatus wurde *LINE1* mittels Pyrosequencing analysiert. Die Analyse der mRNA von *ATM* sowie des Referenzgens *GAPDH* erfolgte mit TaqMan-Assays. Die Signifikanz wurde mittels des Mann-Whitney-U-Tests berechnet.

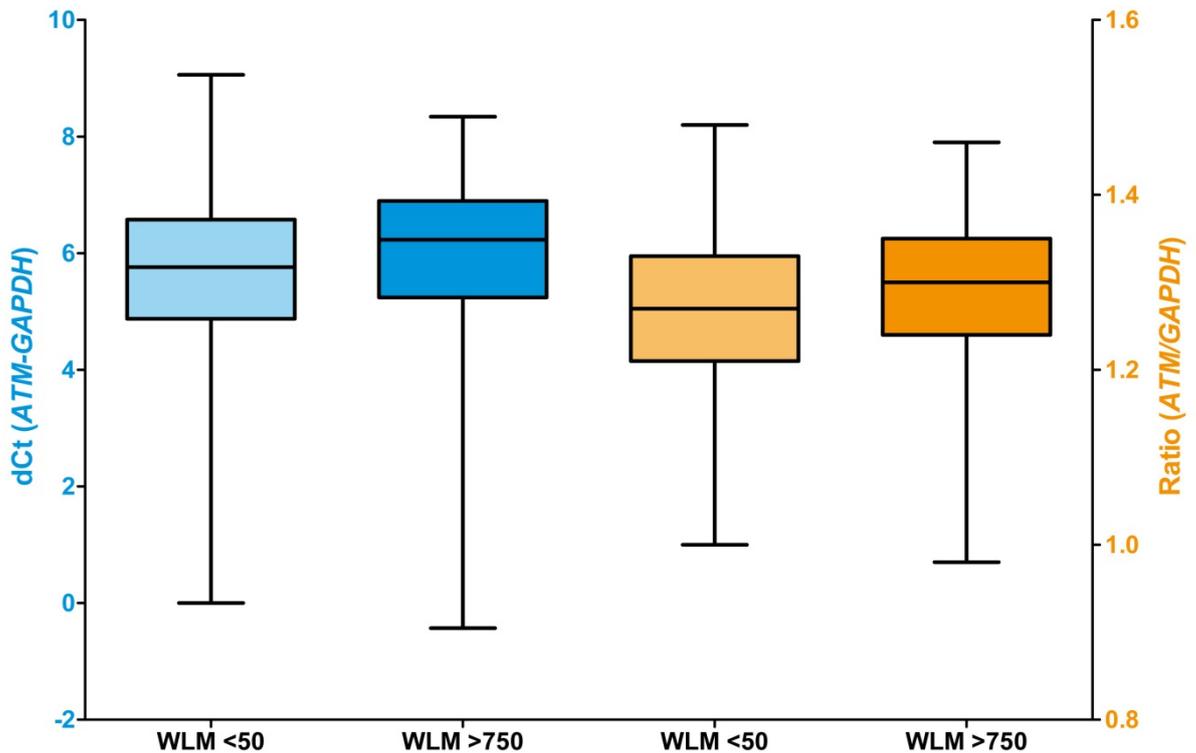
### Ergebnisse

Bei der Untersuchung des Methylierungsstatus von *ATM* war kein signifikanter expositionsabhängiger Unterschied zwischen den beiden Gruppen zu erkennen [Abb. 1, links]. Der Methylierungsgrad von *LINE1* zeigte zwar einen Unterschied zwischen beiden Expositionsgruppen, dieser bewegte sich aber im Rahmen der natürlichen Variationen dieses Markers [Abb. 1, rechts].



**Abbildung 1:** Analyse der Promotor-Methylierung des Gens *ATM* mit Hilfe der methylierungsspezifischen PCR (links), sowie des globalen Methylierungsstatus mittels des Pyrosequencing-Assays *LINE1* (rechts). Die Beschäftigten (n=442) wurden gemäß ihrer Exposition gegenüber Strahlung in hoch-radonexponierte Probanden (WLM [working level month] > 750, n=292) und niedrig-radonexponierte Probanden (WLM < 50, n=150) eingeteilt und diese Gruppen miteinander verglichen. Der Boxplot zeigt den Median (mittlere Linie), den Interquartilsabstand (Box), sowie den Minimal- und Maximalwert.

Für die mRNA-Analyse wurde sowohl die Differenz (dCt) als auch das Verhältnis von *ATM* zu *GAPDH* bestimmt. Bei Niedrigexponierten im Vergleich zu Hochexponierten ergab sich eine gering signifikante Herunterregulierung in der *ATM*-Expression [Abb.2].



**Abbildung 2:** Analyse der mRNA von *ATM* sowie des Referenzgens *GAPDH* mit TaqMan-Assays. Abgebildet sind dCt (*ATM-GAPDH*) (links) und Ratio (*ATM/GAPDH*) (rechts) der Niedrigexponierten (WLM [working level month] < 50, n=150) im Vergleich zu den Hochexponierten (WLM > 750, n=292). Der Boxplot zeigt den Median (mittlere Linie), den Interquartilsabstand (Box), sowie den Minimal- und Maximalwert.

### Schlussfolgerung

Für den Aufbau einer großen Bioprobenbank ist die Probenqualität ein entscheidender Faktor. Repräsentativ für die wichtigen molekularen Ebenen Genexpression und epigenetische Genregulation wurde das für Strahlungsexpositionen relevante Gen *ATM* untersucht. Hier zeigten sich zwischen Hoch- und Niedrigexponierten keine Unterschiede im Methylierungsgrad, jedoch geringe statistisch signifikante Unterschiede bei der mRNA-Expression. Eine Verifizierung in einem größeren Kollektiv ist zu erwägen.

## Bestimmung der zeit- und konzentrationsabhängigen Bildung spezifischer *anti*-Benzo[*a*]pyren-7,8-diol-9,10-epoxid-DNA-Addukte in humanen A549-Lungenkarzinomzellen nach Benzo[*a*]pyren-Exposition *in vitro*

S. Plöttner, B. Marczynski, H. U. Käfferlein, B. Engelhardt, A. Erkes, H. Groth, K. Schmitz, P. Welge, T. Brüning

Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA), Bürkle-de-la-Camp-Platz 1, D-44789 Bochum

### Ziel der Studie

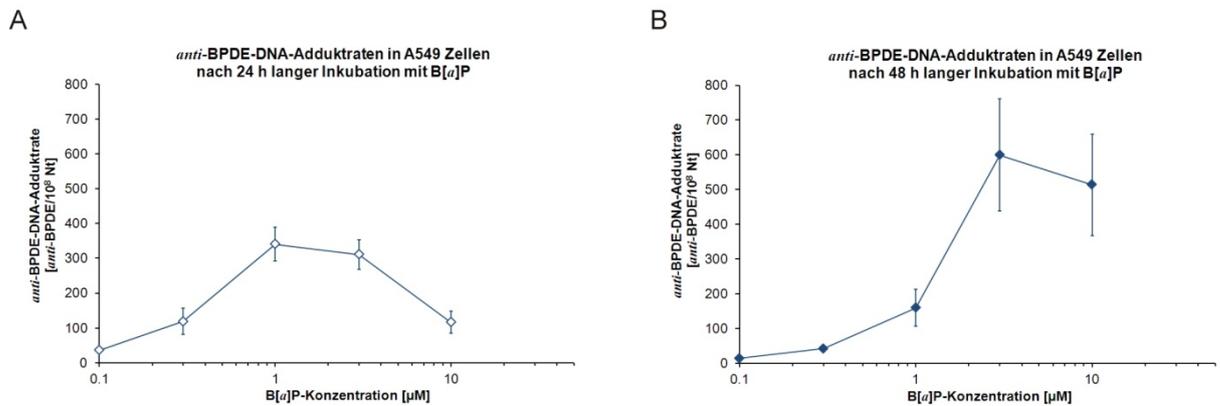
Die Substanzklasse der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) umfasst eine Vielzahl von Verbindungen mit unterschiedlichem kanzerogenem Potenzial, die am Arbeitsplatz stets in Gemischen vorkommen. Für die Abschätzung des kanzerogenen Potenzials von PAK-Gemischen gilt Benzo[*a*]pyren (B[*a*]P) als Leitsubstanz. Ziel der vorliegenden Pilotstudie war es, in humanen Lungenzellen die zeit- und konzentrationsabhängige Bildung von *anti*-Benzo[*a*]pyren-7,8-diol-9,10-epoxid (*anti*-BPDE)-DNA-Addukten nach B[*a*]P-Exposition zu untersuchen.

### Methoden

Als *In-vitro*-Modell wurden A549-Lungenkarzinomzellen verwendet, die Eigenschaften von Alveolarepithelzellen vom Typ II aufweisen. Sie exprimieren verschiedene fremdstoffmetabolisierende Enzyme (Castell *et al.* 2005) und sollten somit in der Lage sein, B[*a*]P metabolisch zu aktivieren. In Inkubationsexperimenten wurden A549-Zellen 1 bis 48 h lang mit unterschiedlichen B[*a*]P-Konzentrationen behandelt. Die Bildung spezifischer *anti*-BPDE-DNA-Addukte wurde in Form des B[*a*]P-spezifischen Analyten ( $\pm$ )-r-7,c-10,t-8,t-9-tetrahydroxy-7,8,9,10-tetrahydro-B[*a*]P (B[*a*]P-tetrol) in Anlehnung an Alexandrov *et al.* (1992) und Rojas *et al.* (1998) bestimmt. Nach saurer Hydrolyse der DNA wurde B[*a*]P-tetrol mittels HPLC und Fluoreszenzdetektion analysiert. Der Tetrol-Standard wurde von Dr. A. Seidel (BIU, Großhansdorf) synthetisiert. Zytotoxische Effekte wurden mit Hilfe des Neutralrot-Tests nach Borenfreund & Puerner (1985) und anschließender Proteinbestimmung mittels Bicinchoninsäure (BCA)-Assay ermittelt.

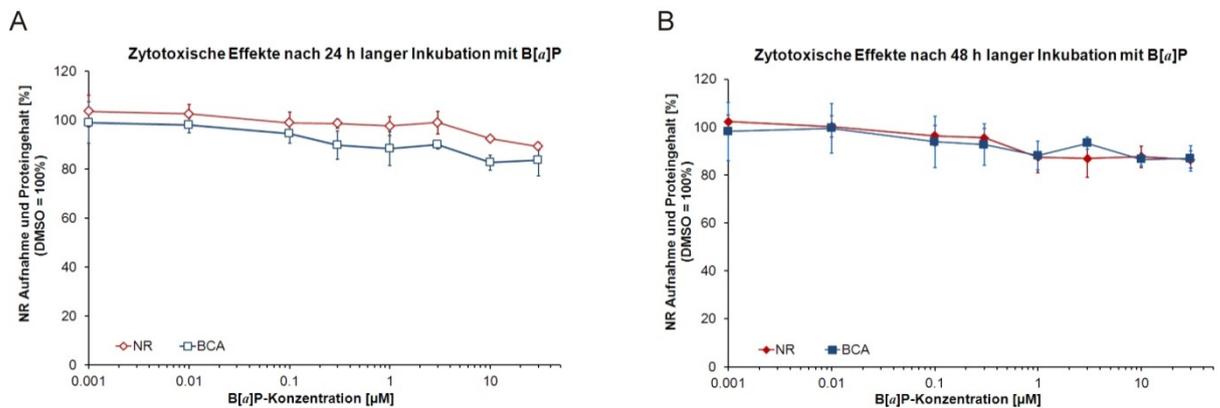
### Ergebnisse

Eine zeit- und konzentrationsabhängige Bildung von spezifischen *anti*-BPDE-DNA-Addukten wurde nach Inkubation mit B[*a*]P nachgewiesen (Abb. 1). Maximale Adduktraten von  $340,5 \pm 39,1$  und  $599,6 \pm 132,4$  *anti*-BPDE/ $10^8$  Nukleotiden (Nt) wurden nach Inkubation mit 1  $\mu$ M (24 h) bzw. 3  $\mu$ M B[*a*]P (48 h) gemessen. Bei noch höheren Konzentrationen wurde eine Reduktion der mittleren Adduktraten beobachtet. Dieser Rückgang war nach 24 h stärker ausgeprägt als nach 48 h.



**Abb. 1:** Zeit- und konzentrationsabhängige Bildung von *anti*-BPDE-DNA-Adduktraten in A549-Zellen nach 24 h und 48 h langer Inkubation mit B[a]P (n = 3).

Nach 24 h langer Inkubation mit 10 und 30 µM B[a]P bzw. nach 48 h mit 1 bis 30 µM B[a]P wurden nur schwache zytotoxische Effekte (ca. 10% in Relation zur Negativkontrolle) detektiert (Abb. 2). Der beobachtete Rückgang der spezifischen DNA-Adduktraten kann daher nur partiell auf Zytotoxizität zurückgeführt werden.



**Abb. 2:** Zytotoxische Effekte in A549-Zellen nach 24 h und 48 h langer Inkubation mit B[a]P. Veränderungen der Neutralrot (NR) Aufnahme und des Proteingehalts (BCA) sind in Relation zur DMSO-Kontrolle dargestellt (n = 3).

### Schlussfolgerung

Die Inkubation von A549-Lungenkarzinomzellen mit B[a]P führte zu einer zeit- und konzentrationsabhängigen Zunahme von *anti*-BPDE-DNA-Addukten und zeigt, dass die verwendeten A549-Zellen in der Lage sind, mutagene *anti*-BPDE-DNA-Addukte zu bilden. Das benutzte Zellkultursystem und die im Rahmen dieser Arbeit generierten Daten können als Basis herangezogen werden, um das Zusammenwirken von B[a]P mit anderen PAK, wie es der Situation am Arbeitsplatz entspricht, hinsichtlich der Bildung von *anti*-BPDE-DNA-Addukten zu untersuchen. Diese Erkenntnisse können zur Klärung potentieller synkanzerogener Effekte von PAK beitragen.

### Literaturverzeichnis

Alexandrov K, Rojas M, Geneste O, Castegnaro M, Camus AM, Petruzzelli S, Giuntini C, Bartsch H. An improved fluorometric assay for dosimetry of benzo[a]pyrene diol-epoxide-DNA adducts in smokers' lung: comparisons with total bulky adducts and aryl hydrocarbon hydroxylase activity. *Cancer Res.* 52 (1992), 6248–6253.

Borenfreund E & Puerner JA. Toxicity determined *in vitro* by morphological alterations and neutral red absorption. *Toxicol. Lett.* 24 (1985), 119-124.

Castell JV, Donato MT, Gómez-Lechón MJ. Metabolism and bioactivation of toxicants in the lung. The *in vitro* cellular approach. *Exp. Toxicol. Pharmacol.* 57 Suppl. 1 (2005), 189-204.

Rojas M, Alexandrov K, Cascorbi I, Brockmöller J, Likhachev A, Pozharisski K, Bouvier G, Auburtin G, Mayer L, Kopp-Schneider A, Roots I, Bartsch H. High benzo[a]pyrene diol-epoxide DNA adduct levels in lung and blood cells from subjects with combined CYP1A1 *MspI/MspI-GSTM1\*0\*0* genotypes. *Pharmacogenetics* 8 (1998), 109–118.

## Signalwege der Karzinogenese biobeständiger faseriger und granulärer Stäube

**Simone Helmig<sup>1</sup>, Sibylle Wenzel<sup>1</sup>, Elke Dopp<sup>2</sup>, Dirk Walter<sup>1</sup>, Joachim Schneider<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Institut und Poliklinik für Arbeits- und Sozialmedizin des Universitätsklinikums Gießen und Marburg

<sup>2</sup>Institut für Hygiene und Arbeitsmedizin der Universität Duisburg-Essen

### *Hintergrund:*

Die Abschätzung des kanzerogenen Potenzials biobeständiger faseriger und granulärer Stäube ist in der Arbeitsmedizin von großem Interesse. Die Identifizierung eines Algorithmus könnte ein hilfreicher Beitrag zur Klassifizierung eines Gefahrenpotenzials sein. Die molekulare Charakteristik von Fasern und Stäuben in Zellen, kann hierfür wertvolle Information liefern. Wir haben das Gen-Expressionsprofil von Krokydolith- sowie Chrysotil-Asbest repräsentativ für biobeständige Fasern und Titandioxid (TiO<sub>2</sub>), Zirkoniumdioxid (ZrO<sub>2</sub>) sowie Hämatit, repräsentativ für biobeständige granuläre Stäube (GBS) verglichen.

### *Methode:*

SV-40 virustransformierte humane Bronchialepithelzellen (Beas-2B) wurden mit Krokydolith-, Chrysotil-Asbest, TiO<sub>2</sub> (100-200 nm), ZrO<sub>2</sub> (50-100 nm) sowie Hämatit (20 nm) für 48h exponiert. Eine Charakterisierung der Stäube erfolgte mittels Transmissions Elektronenmikroskopie (TEM) inklusive der energiedispersiven Röntgenmikroanalyse (EDX) bzw. Thermogravimetrie (TG). Mit dem Human Stress & Toxicity PathwayFinder PCR Array (SABioscience) wurde die mRNA Expression von 24, für die Krebsentstehung relevanten, Genen ermittelt.

### *Ergebnis:*

Die Analyse der PCR Arrays ergab, dass eine für die Krebsentstehung relevante Expressionänderung der Signalmoleküle am häufigsten von Krokydolith (15/24), gefolgt von Chrysotil-Asbest (6/24) induziert wurde. TiO<sub>2</sub> (2/24) rief ähnliche Veränderungen wie ZrO<sub>2</sub> (2/24) hervor, während nanopartikuläres Hämatit keine Expressionänderung der untersuchten Signalmoleküle verursachte.

### *Schlußfolgerung:*

Die Erstellung eines Genexpressions-Profiles ist eine nützliche Methode um frühe molekulare Ereignisse zu untersuchen. Ergebnisse von Stäuben mit bekanntem Gefährdungspotenzial könnten zukünftig helfen, das Risiko für neue Stoffe einzuschätzen.

## RNA-Expression der Stäube im Vergleich:

DNA Damage and Repair	Kontrolle	Krokydolith	Chrysotil	Titandioxid	Zirkoniumdioxid	Hematit
ATM		▲				
CHEK2						
DDB1		▲				
ERCC1		▲	▲			
ERCC3		▲	▲			
RAD23A		▲				
RAD50		(▲) p=0,055			▼	
UGT1A4	Keine Expression					
UNG		▲			▲	
XRCC1		▲				
XRCC2			▲			
Growth Arrest / Senescence	Kontrolle	Krokydolith	Chrysotil	Titandioxid	Zirkoniumdioxid	Hematit
CDKN1A					(▲) p=0,09	
DDIT3		(▲) p=0,0502	▲	▲		
GADD45A		▲				
GDF15		▲				
IGFBP6			▲			
MDM2						
TP53		▲				
Proliferation / Carcinogenesis	Kontrolle	Krokydolith	Chrysotil	Titandioxid	Zirkoniumdioxid	Hematit
CCNC		(▲) p=0,067		(▲) p=0,076		
CCND1		▲	▲	▲		(▲) p=0,062
CCNG1		(▲) p=0,073				
E2F1		(▲) p=0,098				
EGR1						
PCNA			(▲) p=0,066			

Projekt gefördert von der E.W. Baader-Stiftung

## Hohe innere Chrom- und Kobalt-Belastungen durch eine Hüftgelenksprothese – ein Fallbericht

J. Bertram<sup>1</sup>, T. Schettgen<sup>1</sup>, J.S. Lang<sup>2</sup>, H.J. Raithel<sup>3</sup>, T. Kraus<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut für Arbeits- und Sozialmedizin der RWTH Aachen

<sup>2</sup> Praxis für Innere Medizin, Aachen

<sup>3</sup> Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der Universität Erlangen-Nürnberg

### Einleitung:

Als Bestandteil von hochlegierten Edelstählen wird Chrom (Cr) gemeinsam mit Kobalt (Co) unter anderem auch in Gelenkprothesen eingesetzt. Eine substantielle Freisetzung dieser Metalle in den Blutkreislauf sollte auch unter worst-case Bedingungen im Einsatz nicht erfolgen. Es ist bekannt das Cr(III)- und Cr(VI)-Ionen sowie atembare Co-Aerosole sensibilisierend wirken können. Cr(VI)-Verbindungen werden von der DFG seit 2009 als K1-Stoffe gelistet. Co wird in Form atembarer Stäube seit 1971 als K2-Stoff geführt.

In unserer Ambulanz hat sich ein 58-jähriger Mann vorgestellt, dessen Hüftgelenksprothese nach Angaben des Herstellers fehlerhaft ist und wegen ausgeprägter Beschwerden ausgetauscht werden musste. In diesem Zusammenhang erfolgte bei dem Patienten ein Human-Biomonitoring (HBM) der Metalle Cr und Co in Blut und Urin vor und nach Entfernung der Prothese sowie eine Gewebeanalyse von Proben, die im Rahmen der operativen Intervention gewonnen wurden.

### Diagnosen und Behandlung:

Es handelt sich bei der Person um einen changierenden, mittelstarken Raucher (5-8 Zigaretten/d), der beruflich nicht gegen Chrom und Kobalt exponiert war. Nach der Diagnose beidseitige Coxarthrose 2006 wurden verschiedene weitere Diagnosen erstellt. Im Einzelnen waren dies ein Colonadenom und ein Harnblasenkarzinom 2008, letzteres wurde mittels radikaler Zystoneoplasie behandelt und eine Neoblase angelegt. Weiter Diagnosen waren 2011 ein Perianalabszess und ein gutartiger Knoten in der rechten Brust. Ebenfalls seit 2011 leidet die betroffene Person unter Juckreiz im Oberkörper.

Der erste operative Eingriff zum Ersatz eines Hüftgelenks erfolgte an der linken Hüfte im Juni 2006. Es wurde eine Totalendoprothese (TEP) der Firma Smith & Nephew implantiert. Im Januar 2007 wurde das rechte Hüftgelenk durch eine Prothese der Firma DePuy ersetzt (Modell: DePuy ASR™). Das Implantat brach nach zwei Monaten aus dem Oberschenkelknochen und wurde mit einem Verankerungsschaft versehen. Dabei kam es zum Bruch des Oberschenkelknochens in dessen Folge der Schaft

durch einen Verankerungsschaft nach Peter Brehm ersetzt wurde. 2010 wurde das Gelenk der Firma DePuy aufgrund von gehäuften Mängeln im Praxiseinsatz zurückgezogen.

#### **Materialien und Methoden:**

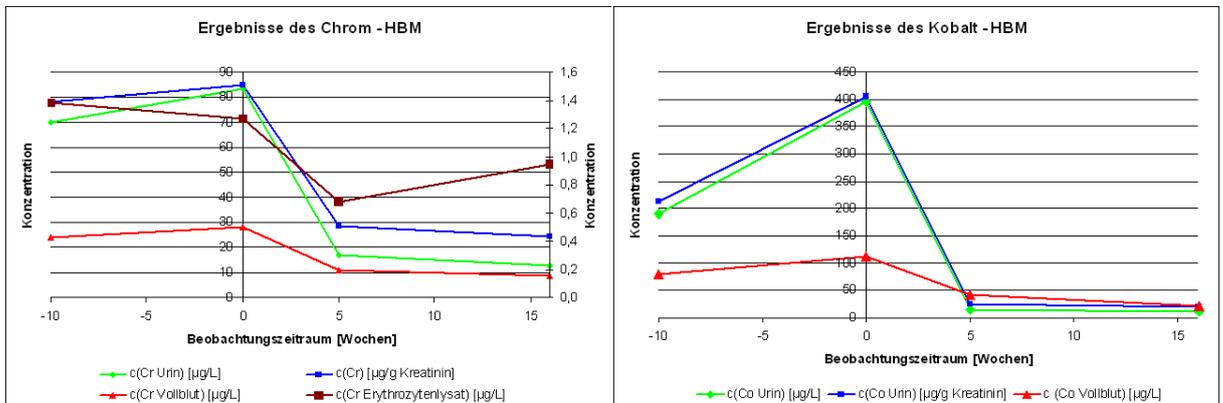
Die für das HBM in Blut und Urin durchgeführten Analysen wurden mit einem hochauflösenden Kontinuumsstrahl-Atomabsorptionsspektrometer (HRCS-AAS) durchgeführt. Für die Chrombestimmung im Erythrozyten wurde EDTA-Blut drei mal mit isotoner Kochsalzlösung gewaschen und anschließend in bidestilliertem Wasser lysiert. Die Gewebeanalytik erfolgte nach Veraschung und in Lösung bringen der einzelnen Gewebeproben mit einer Graphitrohr-AAS am Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der Universität Erlangen-Nürnberg.

#### **Ergebnisse:**

Dem Patienten wurde zwei Monate vor der Operation (OP), am Tag der OP sowie an zwei nachfolgenden Terminen im Abstand von fünf bzw. elf Wochen Blut entnommen und eine Urinprobe einbehalten. Zudem wurden die bei der Operation gewonnenen, benachbarten Gewebe (Kapsel, Pfanne, Femur und Muskel) untersucht. Dabei wurden sehr hohe Cr und Co-Werte gemessen. Bezogen auf das Trockengewicht (TG) des Gewebes wurden in der Kapsel 865,5 µg/g TG Cr und 86,0 µg/g TG Co, in der Pfanne 363,5 µg/g TG Cr und 37,8 µg/g TG Co und im Femur 1444,5µg/g TG Cr sowie 147,5 µg/g TG Co nachgewiesen. Die Analyse des Muskelgewebes ergab eine Cr-Konzentration von 1,6 µg/g TG und eine Co-Konzentration von 0,5 µg/g TG. Auffällig ist das die Cr-Konzentration in diesen Geweben (mit Ausnahme des Muskels) zehn mal höher ist als die dort ermittelten Co-Konzentrationen. Auf eine Zusammensetzung

der Metallprothese kann aber nicht geschlossen werden. Die genaue chemische Zusammensetzung der Prothese ist unbekannt. Gängige Metallprothesen haben eine Metallzusammensetzung von ca. 60 % Co und ca. 30 % Cr.

Die ermittelten Cr- und Co-Werte im Gewebe überstiegen dabei Vergleichswerte von Personen mit einer losen Polyethylen-auf-Metall-Prothese (PoM) deutlich [1]. Die Vergleichswerte wurden im Gegensatz zu den eigenen Messungen auf die feuchte Masse bezogen. Auffällig ist der Wert für Co im Blut. Er übersteigt mit 112,4 µg/L den maximalen Vergleichswert der PoM-Prothesen von 7,5 µg/L um Faktor 15.



**Abb.1:** Verlauf der Chrom- und Kobaltbelastung in Urin, Blut und Erythrozytenlysat prä- und post-OP

Die Metallkonzentrationen in Blut und Urin stiegen in dem Monat bis zum Tag der OP, ausgehend von bereits sehr hohen Werten, noch einmal deutlich an (s.Abb.1). So stieg der Cr-Gehalt im Urin von  $69,7 \mu\text{g/L}$  auf  $83,2 \mu\text{g/L}$  Urin (s.Tab.1) und der Cr-Blutgehalt von  $24,2 \mu\text{g/L}$  auf  $28,0 \mu\text{g/L}$  am Tage der OP. Co im Urin erhöhte sich innerhalb dieses Zeitraums von  $190,2 \mu\text{g/L}$  auf  $395,9 \mu\text{g/L}$  Urin bzw. von  $79,5 \mu\text{g/L}$  im Blut auf  $112,4 \mu\text{g/L}$ . Nur der Cr-Gehalt im Erythrozyten blieb mit  $1,4$  bzw.  $1,3 \mu\text{g/L}$  Lysat nahezu unverändert.

Fünf bzw. elf Wochen nach der operativen Prothesenentfernung sanken die Konzentrationen deutlich auf Cr-Werte von  $17,2$  bzw.  $12,5 \mu\text{g/L}$  Urin und  $11,0$  bzw.  $8,7 \mu\text{g/L}$  Vollblut. Die Co-Konzentration sank noch deutlicher auf  $15,1$  bzw.  $10,3 \mu\text{g/L}$  im Urin sowie  $41,4$  bzw.  $21,2 \mu\text{g/L}$  im Vollblut. Der Cr-Gehalt im Erythrozyten wurde mit  $0,7$  bzw.  $1,0 \mu\text{g/L}$  Lysat bestimmt was knapp über der analytischen Nachweisgrenze unserer Methode von  $0,5 \mu\text{g/L}$  liegt.

**Tab.1.:** Tabellarische Darstellung der HBM-Ergebnisse in Urin und Blut vor und nach Entfernung der schadhafte Hüftgelenksprothese

Datum	15.06.2011	23.08.2011	28.09.2011	14.11.2011
c Cr(Urin) [ $\mu\text{g/L}$ ]	69,7	83,2	17,0	12,5
c Cr(Urin) [ $\mu\text{g/g}$ Kreatinin]	78,3	84,9	28,3	24,5
c Cr(Vollblut) [ $\mu\text{g/L}$ ]	24,2	28,0	11,0	8,7
c Cr(Erythrozytenlysat) [ $\mu\text{g/L}$ ]	1,4	1,3	0,7	1,0
c Co(Urin) [ $\mu\text{g/L}$ ]	190,2	395,9	15,1	10,3
c Co(Urin) [ $\mu\text{g/g}$ Kreatinin]	213,7	404,0	25,2	20,3
c Co(Vollblut) [ $\mu\text{g/L}$ ]	79,5	112,4	41,4	21,2

Die gemessene Cr-Belastung im Urin ist mit 83,2  $\mu\text{g/L}$  am Tag der Operation um den Faktor 140 höher als der biologische Arbeitsstoff Referenzwert [2] von 0,6  $\mu\text{g/L}$  Urin. Die Cr-Konzentrationen im Blut nichtexponierter Personen liegen unter 1  $\mu\text{g/L}$  [3] und werden um das 28-fache überschritten. Die Co-Konzentration im Urin übersteigt die höchste von der DFG gelistete EKA-Korrelation von 0,5  $\text{mg/m}^3$  und entsprechenden 300  $\mu\text{g/L}$  Co im Urin ebenfalls noch deutlich.

#### Zusammenfassung und Diskussion:

- Extrem hohe Chrom- und Kobaltbelastungen in Urin, Blut und Gewebe durch mangelhafte Hüftgelenksprothese
- Deutliche Reduzierung der Metallbelastungen durch operative Entfernung der Prothese nach wenigen Wochen
- Belastungen immer noch sehr hoch im Vergleich zur Normalbevölkerung
- Human Biomonitoring wird in größeren Zeitintervallen weitergeführt
- Akute und chronische Gesundheitsstörungen sind weder auszuschließen noch zu beweisen
- Ableitung von tolerablen Metallgrenzwerten für Prothesen möglich?
- Überarbeitung des geltenden Rechts bezüglich der Zulassung von Prothesen?

## Literatur:

- [1] F.F. Hennig, Nickel-, Chrom and Cobalt-Concentrations in Human Tissue and Body Fluids of Hip Prosthesis Patients, J.Trace Elem. Electrolytes Health Dis.Vol.6,1992 pp.239-243
- [2] Deutsche Forschungsgemeinschaft, The MAK-Collection für Occupational Health and Safety
- [3] Deutsche Forschungsgemeinschaft, Analytische Methoden zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe – Analysen in biologischem Material

## Follikuläres Lymphom durch Ethylenoxid? Eine Kasuistik

Jana Henry, Thomas Behrens, Heiko Käfferlein, Thomas Brüning

Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA)

### Einleitung

Der Ursachenzusammenhang zwischen Expositionen gegenüber Ethylenoxid (EO) und dem gehäuften Auftreten von Erkrankungen des blutbildenden/lymphatischen Systems wurde in der Vergangenheit immer wieder diskutiert. Die vorliegenden Bewertungen der MAK-Kommission (Kategorie 2, „Stoffe, die als krebserzeugend beim Menschen anzusehen sind, weil durch hinreichende Ergebnisse aus Langzeit-Tierversuchen oder Hinweisen aus Tierversuchen und epidemiologischen Untersuchungen davon auszugehen ist, dass sie einen Beitrag zum Krebsrisiko leisten“, 1984) und der IARC (Kategorie I, „krebserzeugend beim Menschen“, 1994/2008/2011) berücksichtigen jedoch neuere Studien nicht.

### Kasuistik

Anfang 2010 wurde bei dem damals 46-Jährigen die Diagnose eines Non-Hodgkin-Lymphoms der B-Zell-Reihe (follikuläres Lymphom Grad II) gestellt. Es lag ein Stadium II A vor. Nach involved-field-Bestrahlung bis 40 Gy liegt anhaltend eine komplette Remission (CR) vor. Krankheitsassoziiert berichtete der Patient über fortbestehende Abgeschlagenheit.

Der Patient war nach einer kurzen Tätigkeit in einem Sägewerk seit 1983 bei einem Hersteller von Einmalspritzen beschäftigt. Hier arbeitete er zunächst in der Prägeabteilung und Verpackung, später als Begasungsleiter in der Sterilisation. Bis Mitte der 1990er Jahre lag nach den Ermittlungen des Aufsichtsdienstes eine hohe Exposition gegenüber Ethylenoxid (EO) vor. Mehrfache Messungen dokumentierten die Überschreitung des damals gültigen Grenzwertes um das bis zu 20fache in den Arbeitsbereichen und um das dreifache im Pausenraum. Bei dem Beschäftigten wurden im Arbeits- und Pausenbereich Werte bis  $100 \text{ mg/m}^3$  (ca. 55 ppm) bzw.  $20 \text{ mg/m}^3$  (ca. 11 ppm) gemessen. Ab 1995 war aufgrund verbesserter technischer Anlagen von keiner relevanten Exposition mehr auszugehen. Eine Exposition gegenüber Benzol konnte ausgeschlossen werden.

### Ethylenoxid

EO ist ein hochentzündliches Gas mit keimtötender Wirkung. Es wird zur Sterilisation thermolabiler Produkte wie z. B. Verbandstoffe, Spritzen etc. eingesetzt. Zudem spielt es eine Rolle als Grundstoff in der chemischen Industrie für die Herstellung anderer Produkte wie z. B. Ethylenglykol (Kühl-/Frostschutzmittel). Die Aufnahme erfolgt sowohl dermal als auch inhalativ. Die chronische Toxizität beruht im Wesentlichen auf der direkt alkylierenden Wirkung (genotoxische Wirkung) von EO.

## Ergebnisse

Die IARC stellte 1994, 2008 und 2011 fest, dass zahlreiche Studien eine Assoziation von EO mit bösartigen Erkrankungen des lymphatischen und hämatopoetischen Systems sowohl beim Menschen als auch bei Tieren zeigten, wobei die epidemiologische Datenlage inkonsistent sei, hier fanden jedoch nicht alle neueren Studien Berücksichtigung. Im Folgenden eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Studien der letzten Jahre:

*Coggon et al. (2004)* fanden in einem Follow-up einer Kohortenstudie von 2.876 Männern und Frauen, die gegenüber EO in der chemischen Industrie oder in Sterilisationsabteilungen in Krankenhäusern exponiert waren, erhöhte Sterberisiken für Krebserkrankungen des lymphatischen und blutbildenden Systems für Hodgkin-Lymphome und Non-Hodgkin-Lymphome). Für die Chemiewerker mit gesicherter EO-Exposition wurde ein 1,8fach erhöhtes Risiko für alle Krebserkrankungen des lymphatischen und blutbildenden Systems beobachtet. Die Zahl der an Krebs verstorbenen Personen in dieser Studie war jedoch sehr klein, und keiner der beobachteten Risikoschätzer konnte statistisch gesichert werden.

*Steenland et al. (2004)* beobachteten im Follow-up einer großen Kohortenstudie mit 18.235 exponierten Arbeitern zwar leicht erhöhte Risiken für Hodgkin- und Non-Hodgkin-Lymphome bei Männern, jedoch waren diese ebenfalls statistisch nicht signifikant. Die Beschäftigten waren zu einem kleinen Teil (ca. 20%) in der Sterilisation, jedoch überwiegend in der EO-Produktion tätig (Steenland et al. 1991). In Abhängigkeit von der Expositionszeit berichtete diese Studie ein ansteigendes Sterberisiko bei Männern für Krebserkrankungen des lymphatischen und blutbildenden Systems. Für Frauen wurden dagegen keine erhöhten Risiken beobachtet.

*Swaen et al. (2009)* konnten in einer Kohortenstudie mit 2.063 exponierten Arbeitern aus der EO-Produktion generell keine statistisch signifikant erhöhten Krebsrisiken zeigen. Dies schloss auch Krebserkrankungen des lymphatischen und hämatopoetischen Systems ein. Hier ist jedoch anzumerken, dass die Ergebnisse von Beschäftigten aus der Produktion nicht mit denen aus der Desinfektion gleichzusetzen sind.

*Kiran et al. 2010* werteten die Ergebnisse einer multizentrischen Fall-Kontroll-Studie aus. Es wurden 2.347 Lymphomfälle und 2.436 Kontrollen aus sechs europäischen Ländern unter Nutzung der WHO-Klassifikation für Lymphome (2001) ausgewertet. Die Exposition wurde retrospektiv mittels Fragebogen erfasst und durch Expertenranking hinsichtlich Häufigkeit und Intensität in eine 4-Punkte-Skala eingeordnet, ebenso wurde die Dauer der Exposition berücksichtigt. Aus diesen Angaben errechneten die Autoren eine kumulative Exposition für jedes Individuum. Es ergab sich zwar bei mittel bis hoch gegenüber EO Exponierten eine Risikoerhöhung, an einem Lymphom zu erkranken, eine sichere Dosis-Wirkungs-Beziehung konnte aber auch aus dieser Studie nicht abgeleitet werden.

In den Folgejahren wurde seitens mehrerer Autoren versucht, die zunächst rein qualitativen

Ergebnisse epidemiologischer Studien zusätzlich auch quantitativ auszuwerten beziehungsweise potenzielle Dosis-Wirkungsbeziehungen zu untersuchen. So berechnete eine gepoolte Analyse der beiden zitierten Kohorten von Coggon et al. und Steenland et al. quantitative Indizes für eine Exposition gegenüber EO (*Valdez-Flores et al. 2010*). Dieselben Autoren schätzten das Lebenszeit-Exzessrisiko für Männer, an einem Lymphom zu versterben, nach einer 40-jährigen beruflichen Exposition gegenüber durchschnittlich 2,27 ppm EO auf 4/10.000 Personen (*Valdez-Flores et al. 2011*).

#### Schlussfolgerung

Die Ergebnisse neuerer Studien deuten auf einen Zusammenhang zwischen EO-Expositionen und dem gehäuft en Auftreten von NHL, insbesondere in Arbeitsbereichen mit höherer EO-Exposition, hin. Es bestehen jedoch Unsicherheiten hinsichtlich einer quantitativen Dosis-Wirkungs-Beziehung. Im konkreten Einzelfall konnte auf Basis

des gegenwärtigen medizinisch-wissenschaftlichen Kenntnisstandes eine abschließende Klärung nicht herbeigeführt werden („non liquet“). Eine Aufarbeitung und erneute wissenschaftliche Bewertung in den entsprechenden Gremien wäre wünschenswert.

#### Literatur

Coggon D, Harris EC, Poole J, Palmer KT. Mortality of workers exposed to ethylene oxide: extended follow up of a British cohort. *Occup Environ Med* 2004; 61: 358-362.

Kiran S, Cocco P, Mannetje A, Satta G, D'Andrea I, Becker N, de Sanjosé S, Foretova L, Staines A, Kleefeld S, Maynadié M, Nieters A, Brennan P, Boffetta P. Occupational exposure to ethylene oxide and risk of lymphoma. *Epidemiology* 2010; 21: 905-910.

Steenland K, Stayner L, Greife A, Halperin W, Hayes R, Hornung R, Nowlin S. Mortality among Workers Exposed to Ethylene Oxide. *N Engl J Med* 1991; 324:1402-1407

Steenland K, Stayner L, Deddens J. Mortality analyses in a cohort of 18235 ethylene oxide exposed workers: follow up extended from 1987 to 1998. *Occup Environ Med* 2004; 61: 2-7.

Swaen GM, Burns C, Teta JM, Bodner K, Keenan D, Bodnar CM. Mortality study update of ethylene oxide workers in chemical manufacturing: a 15 year update. *J Occup Environ Med* 2009; 51: 714-723.

Valdez-Flores C, Sielken RL Jr, Teta MJ. Quantitative cancer risk assessment based on NIOSH and UCC epidemiological data for workers exposed to ethylene oxide. *Regul Toxicol Pharmacol* 2010;56(3):312-20.

Valdez-Flores C, Sielken RL Jr, Jane Teta M. Quantitative cancer risk assessment for ethylene oxide inhalation in occupational settings. *Arch Toxicol* 2011;85(10):1189-93.

## Randbedingungen bei Untersuchungen an Probanden in Expositionslaboratorien

**Christian Monsé, Horst Christoph Broding, Birger Jettkant, Hans Berresheim, Kirsten Sucker, Jürgen Bünger, Thomas Brüning**

Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA)

**Fragestellung:** Bei der Ableitung von Arbeitsplatzgrenzwerten (AGW) werden neben tierexperimentellen und epidemiologischen Ergebnissen auch im zunehmenden Maße Humandaten herangezogen, die aus Studien in Expositionslaboratorien gewonnen werden. Dabei zeigt sich, dass neben unterschiedlichen Effektmessungen, auch Laborausstattungen, Geräteeinstellungen und Methoden für ähnliche Expositionsszenarien eine unüberschaubare Vielfalt von Testbedingungen verursachen. Daher wäre eine Harmonisierung wünschenswert, die es ermöglicht, die Planung, Durchführung und Auswertung von Expositionsstudien zu standardisieren. Einen solchen Standard hat das IPA für hausinterne Untersuchungen erarbeitet und stellt diesen nachfolgend vor.

**Methoden:** Nach dem Aufbau des IPA-Expositionslabors wurden verschiedene Validierungsexperimente durchgeführt, um die generierten Gas- und Partikelatmosphären zu charakterisieren. Zunächst kamen Schwefelhexafluorid und Rußnanopartikel zum Einsatz, mit deren Hilfe das Dosiersystem optimiert, verschiedene Inhomogenitätsprofile erstellt und die Analytik etabliert wurde. Zusätzlich wurden n-Butanolexperimente im unteren ppb-Bereich durchgeführt, um das Verhalten von Konzentrationswechsellern zu studieren. Bei der Durchführung der ersten Humanstudie (CO<sub>2</sub>-Studie) wurden die relevanten Klimaanlagenparameter derart angepasst, dass die Probanden maximalen Komfort erlebten. Aus diesen Erfahrungen heraus können eine Reihe von Kriterien zur Harmonisierung abgeleitet werden.

**Ergebnisse:** Der Aufbau der Dosiertechnik und der Klimaanlage ermöglichen die Produktion homogener Atmosphären, die zeitlich konstant und reproduzierbar einstellbar sind. Außerdem sind Simulationen von Spitzenbelastungen möglich, da verschieden hohe Zielkonzentrationen innerhalb von ca. 30 Minuten stabil erzeugt werden können. Dabei spielt die Luftaustauschrate eine entscheidende Rolle, wobei verlässliche Ergebnisse mit einem 12-fachem Luftwechsel pro Stunde erreicht werden. Bei der CO<sub>2</sub>-Studie zeigte sich, dass die Behaglichkeit der Probanden bei einer vierstündigen Exposition bei 23 °C und 50 % relativer Luftfeuchte am größten ist.

**Schlussfolgerung:** Die Erfahrungen aus der Validierungsphase und der Betrieb des IPA-Expositionslabors liefern eine Reihe von Vorschlägen, die als Grundlage einer weitergehenden Harmonisierung dienen können. Der Maßnahmenkatalog wird durch allgemeine Kriterien vervollständigt, die sich aus grundsätzlichen Zielen einer Harmonisierung ableiten lassen. Dieser Beitrag soll als Aufforderung an alle Expositionslaborbetreiber, die Humanstudien durchführen, verstanden werden, um auf deutscher oder europäischer Ebene eine Harmonisierung voranzutreiben.

## Testung der Leistungsfähigkeit in körperlich fordernden Berufsgruppen – Exemplarisch am Beispiel des Militärs

### Sammito S<sup>1,2</sup>, Erley OM<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laborabteilung IV – Wehrmedizinische Ergonomie und Leistungsphysiologie, Zentrales Institut des Sanitätsdienstes der Bundeswehr Koblenz

<sup>2</sup>Bereich Arbeitsmedizin der Medizinischen Fakultät der Otto-von-Guericke Universität Magdeburg

**Einleitung:** Die Testung der körperlichen Leistungsfähigkeit anhand der Fahrradergometrie ist Bestandteil arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen [1]. Gerade in körperlich fordernden Berufen, wo eine mangelnde körperliche Leistungsfähigkeit oder krankhafte Veränderungen (z. B. KHK, Herzrhythmusstörungen) zur Gefährdung des Arbeitnehmers führen können, hat sich die Testung als wesentlicher Bestandteil dieser Vorsorgeuntersuchung etabliert (z. B. G26). In einigen Berufsgruppen wird unabhängig von arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen eine hohe körperliche Leistungsfähigkeit gefordert (z. B. Militär [2]). Deren Testung anhand des Fahrradergometers überprüft jedoch nur testspezifisch, die Übertragbarkeit auf aufgaben- und arbeitsspezifische bzw. militärspezifische körperliche Leistungen [3]. Da jedoch die Testung unter realen Einsatzbedingungen nur schwer standardisiert und unter hohem Aufwand durchgeführt werden kann, werden sportmotorische und koordinative Tests stellvertretend angewandt. Nachfolgend werden anhand des „Basis-Fitness-Tests“ und des „Kommandotest“ zwei Möglichkeiten zur Testung ausgewählter Fähigkeiten (Schnelligkeit, Koordination, Kraft und Ausdauer) präsentiert und Möglichkeiten und Grenzen diskutiert.

**Basis-Fitness-Test:** Seit 2010 ist für alle Soldaten verpflichtend der „Basis-Fitness-Test“ [4] eingeführt worden. Der Gesamttest besteht aus drei sportmotorischen Einzeltests, die in der Reihenfolge 11x10m-Pendellauf, Klimmhang und 1000-m-Lauf zu absolvieren sind. Hierbei repräsentieren die einzelnen Tests die kurzen, schnellen Bewegungen innerhalb einer militärischen Gefechtslage (Pendellauf), das Überwinden von Hindernissen bzw. das Tragen von Ausrüstung (Klimmhang) und die Ausdauerleistung während längerer Aktivität (1000-m-Lauf). In allen Disziplinen sind

alters- und geschlechtsunabhängige Mindestleistungen zu erzielen (Tab. 1), darüber hinaus kann die Leistung in ein Notensystem übertragen werden [5].

**Tab. 1:** Mindestleistungen für die einzelnen Disziplinen des Basis-Fitness-Test (nach [4]). Wird die Mindestleistung in einer Testdisziplin nicht erfüllt, gilt der gesamte BFT als nicht bestanden.

Teildisziplin	Mindestleistung
11x10m Pendellauf	60 sek
Klimmhang	5 sek
1000m-Lauf	6 min 30 sek

**Kommandotest:** Der Kommandotest wird seit 2010 regelmäßig im Rahmen des (sport-) medizinischen Check-ups am Sportmedizinischen Institut der Bundeswehr in Warendorf für spezialisierte Kommandosoldaten durchgeführt. Seit 2010 ist er Bestandteil der regelmäßigen Überprüfung der körperlichen Leistungsfähigkeit dieser besonderen Gruppe von Soldaten. Neben ausführlicher internistischer und orthopädischer Anamnese und Untersuchung erfolgt eine Testbatterie aus drei Einzeldisziplinen: (1) ein stufenförmiger Laufbandbelastungstest unter fortlaufender EKG-Registrierung (1,5% Steigung, Beginn mit 8 km/h, Steigerung alle 3 min um 2 km/h bis zur Ausbelastung, Stufenpause von 30 Sekunden Dauer zwecks Laktatabnahme), (2) Kraftmessungen der Streck- und Beugemuskeln des Bauch-/Rückenbereichs mittels eines isokinetischen Messinstrument und (3) ein Sprinttest über 50 m mit Lichtschranken gesteuerter Zeitmessung nach 20 m und 50 m. Es müssen in allen drei Disziplinen Mindestanforderungen erfüllt werden (s. Tab. 2), wird die Mindestanforderung in einer Teildisziplin nicht erfüllt, gilt der gesamte Test als nicht bestanden.

**Tab. 2:** Mindestleistungen für die einzelnen Disziplinen des Kommandotest.

Teildisziplin	Mindestleistung
Laufbandergometrie	- Maximalleistung $\geq 16$ km/h oder - 4 mmol/l-Laktatschwelle bei $\geq 12,5$ km/h
Isokinetik	- Flexion $\geq 2,0$ Nm/kg oder - Extension $\geq 3,2$ Nm/kg
Sprinttest	- 20m-Durchgangszeit $\leq 3,6$ sek oder - 30m-Fliegende Zeit (20 bis 50m-Zeit) $\leq 4,3$ sek

**Diskussion:** Mit dem „Basis-Fitness-Test“ und dem „Kommandotest“ stehen aktuell gut untersuchte und teilweise validierte Verfahren zur Verfügung, um im Rahmen sportmotorischer und koordinativer Testverfahren die körperliche Leistungsfähigkeit von Soldaten zu testen. Im direkten Vergleich beider Tests zeigt sich der Kommandotest als deutlich zeit- und personalintensiver. Hierdurch bleibt dieses Testinstrument (vorerst) auch nur speziellen und ausgesuchten Untergruppen vorbehalten.

Die Übertragbarkeit dieser Stellvertretertest unabhängig von dem erzielten Ergebnis, auf die reelle körperliche Fähigkeit am Arbeitsplatz (Einsatzfähigkeit) steht noch aus. Hier besteht in den kommenden Jahren noch deutlicher Forschungsbedarf.

#### **Literatur:**

1. DGUV. Grundsätze für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen. Gentner Verlag, 5. vollständig neubearbeitete Auflage, Stuttgart 2010.
2. Bundesministerium der Verteidigung. Allgemeiner Umdruck Nr. 80: Fachdienstliche Anweisungen des Inspektors des Sanitätsdienstes der Bundeswehr. Bonn 2004.
3. Ulmer HV. Arbeits- und Sportphysiologie. In: Schmidt RF, Thews G, Lang F (Hrsg.) Physiologie des Menschen. Springer-Verlag, 28. Auflage, Heidelberg, 2000: 672-696.
4. Generalinspekteur der Bundeswehr. Weisung zur Ausbildung und zum Erhalt der Individuellen Grundfertigkeiten (Weisung IGF). Bonn, 2009.
5. Leyk D, Witzki A, Gorges W et al. Körperliche Leistungsfähigkeit, Körpermaße und Risikofaktoren von 18- bis 35-jährigen Soldaten: Ergebnisse der Evaluierungsstudie zum Basis-Fitness-Test (BFT). Wehrmed Mschr 2010; 54 (11-12): 278-282.

**Keywords:** Militär, Basis-Fitness-Test, körperliche Leistungsfähigkeit, G26

## Die neue „Reichenhaller Empfehlung“

### A.M. Preisser

Zentralinstitut für Arbeitsmedizin und Maritime Medizin, Klinische Arbeitsmedizin, Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf

Obstruktive Atemwegserkrankungen (Asthma bronchiale, COPD) haben in Deutschland eine Prävalenz von je ca. 5%. Etwa jeder zehnte Fall geht auf die Einwirkung von Allergenen oder chemisch-irritativen Stoffen in der Arbeitswelt zurück (sensibilisierend, atemwegs-irritativ bzw. toxisch wirkende Stäube, Tröpfchen, Gase und Aerosole).

Die im September 2011 vorgelegte „Begutachtungsempfehlung für die Berufskrankheiten der Nr. 1315 (ohne Alveolitis), 4301 und 4302 der Anlage zur BKV“, die „Reichenhaller Empfehlung“ ist eine vollständige Überarbeitung und Aktualisierung des bisherigen „Reichenhaller Merkblatts“ und wurde in den Jahren 2009 bis 2011 von einem interdisziplinären Arbeitskreis unter anderem mit Vertretern der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin (DGAUM) und der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin (DGP) auf Einladung der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung e.V. (DGUV) auf Konsensbasis erstellt.

Die aktualisierte Empfehlung zur Begutachtung obstruktiver Atemwegserkrankungen soll nicht nur ärztliche Sachverständige und Sachbearbeiter der Unfallversicherung im Berufskrankheiten-Feststellungsverfahren unterstützen. Auch für die Betroffenen soll sie das Verfahren als solches transparent machen und so das grundgesetzlich garantierte Gleichbehandlungsgebot der Versicherten gewährleisten. Die umfassend überarbeitete Leitlinie

- konkretisiert die unfallversicherungsrechtlichen Belange der Begutachtung und
- dokumentiert die aktuellen begutachtungsrelevanten medizinisch-wissenschaftlichen Grundlagen zu Diagnostik und Beurteilung des Kausalzusammenhangs von beruflicher Exposition und Erkrankung.

Die Darstellung folgt dem typischen Ablauf der Begutachtung: Sie beginnt mit dem Beweis einer schädigenden Exposition und der Sicherung der Diagnose, dann folgen die Beurteilung der Kausalität und zuletzt die Beurteilung der Funktionsausfälle. Die Neuauflage berücksichtigt u. a. die Frage der Medikation zum Zeitpunkt der gutachterlichen Untersuchung und die Bewertung einer unspezifischen Hyperreaktivität.

Modifiziert wurde die Tabelle zur Bemessung der Minderung der Erwerbsfähigkeit (MdE): Sie weicht damit von den Tabellen zur Silikose und zu den asbestbedingten Berufskrankheiten ab, um den Besonderheiten der beiden Krankheitsentitäten der obstruktiven Atemwegserkrankungen besser Rechnung zu tragen. Dabei ist die parallele Darstellung von Asthma bronchiale, COPD und den Übergangsformen zwischen diesen Erkrankungen eine besondere Herausforderung.

Ausführlich abgebildet sind zudem die möglichen Ursachen sowie zugehörige Präventionsmaßnahmen, die im sogenannten „Unterlassungszwang“ Auswirkungen auf die Anerkennung der Berufskrankheit haben können. Es ist nicht zwingend erforderlich,

die gesamte Tätigkeit oder den ausgeübten Beruf aufzugeben. Allerdings kann nur eine vollständige Expositions-karenz gegenüber dem schädigenden Stoff die Verschlimmerung arbeitsbedingter Allergien und obstruktiver Atemwegserkrankungen zuverlässig verhindern. Die „Reichenhaller Empfehlung“ erläutert exemplarisch, welche Konstellationen diese in der Berufs-krankheiten-Definition geforderte Tätigkeitsaufgabe erfüllen.

Allergologische und immunologische Testverfahren, Stickstoffmonoxid-Messungen (FeNO), Provokations- und Expositionstests sowie weitere mögliche diagnostische Verfahren werden hinsichtlich ihrer Aussagekraft in der Empfehlung bewertet.

Der Kausalzusammenhang von Asthma und beruflicher Exposition kann über den „Goldstandard“ des arbeitsplatzbezogenen inhalativen Provokationstests nachgewiesen werden. Aber auch ein Nachweis der Sensibilisierung gegen einen beschwerdeauslösenden Arbeitsstoff, die Erfassung typischer Beschwerden und serielle Lungenfunktions-untersuchungen direkt am Arbeitsplatz, können für den Nachweis der Kausalität ausreichen, um eine Kausalität zu dokumentieren. Insbesondere bei komplexen, chemisch nicht eindeutig definierten Gemischen von Schadstoffen sind arbeitsplatzbezogene Inhalationstests meist jedoch nicht möglich.

Die „Reichenhaller Empfehlung“ steht demnächst zum Download zur Verfügung auf: [www.dguv.de](http://www.dguv.de)

## **„Erfahrungen mit der Leitlinie „Diagnostik und Begutachtung asbestbedingter Berufskrankheiten“**

### **Joachim Schneider**

Institut und Poliklinik für Arbeits- und Sozialmedizin am Universitätsklinikum Gießen

#### **Einführung**

Die Deutsche Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin (DGAUM) und die deutsche Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin (DGP) haben in Zusammenarbeit mit der Deutschen Gesellschaft für Pathologie, der Deutschen Röntgengesellschaft und der Deutschen Gesellschaft für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde, Kopf- und Halschirurgie unter Beteiligung des Autors eine Leitlinie zur Diagnostik und Begutachtung asbestbedingter Berufskrankheiten erarbeitet [1]. Wesentliche Beweggründe waren die heterogene, nicht qualitätsgesicherte und nicht dem aktuellen medizinisch-wissenschaftlichen Kenntnisstand entsprechende Diagnostik, Begutachtung der Entschädigungspraxis asbestbedingter Erkrankungen. In dieser Leitlinie (LL) wurden die Kriterien der Kausalzusammenhangsbegutachtung dargelegt. Etwa ein Jahr nach Veröffentlichung der LL sollen Erfahrungen über die Begutachtungspraxis aus einer internistisch-arbeitsmedizinischen Poliklinik berichtet werden. Hier soll die Kasuistik eines 64 Jahre alten Patienten vorgestellt werden.

#### **Kasuistik**

Von 1963 bis 1966 absolvierte der Patient eine Lehre und hat asbesthaltige Hitze- und Brandschutzplatten beim Schweißen verwendet. Ebenso hat er Wellasbestplatten geflext und Lüftungskanäle mit Spritzasbest ausgespritzt. In Zeiten, in denen er nicht selbst spritzte bestand eine Bystanderexposition. Weiterhin war er Helfer im Heizungsbau, wobei Arbeiten mit Spritzasbest erfolgten. Von 1966-1973 war er Technischer Zeichner der Fachrichtung Heizungs-, Klima- und Sanitärtechnik und absolvierte von 1973 bis 1977 ein Maschinenbaustudium in der Schweißtechnik. Danach war er als Prüfenieur von Tank-, Dampf- und Druckanlagen im Heizungsbau tätig und entfernte Asbestverkleidungen. Sicherheitstechnisch wurde eine Asbestfaserstaubexposition von mindestens 25 Faserjahren eingeschätzt. Der Patient klagte seit einigen Jahren über progrediente Dyspnoe. Im Januar 2008 erfolgte eine Lungenbiopsie mit histologischer Sicherung einer Fibrose (UIP Muster). Es bestand eine sekundäre pulmonale Hypertonie mit seit 2010 mittelgradiger respiratorischer Insuffizienz. Die aktuelle stationäre Aufnahme erfolgte zur Vorbereitung einer Lungentransplantation. Klinisch bestand das für eine Fibrose typische Knisterrasseln über beiden basalen Lungenfeldern. Die Vitalkapazität war auf 54 %, die Diffusionskapazität auf 31,5 % des Sollmittelwertes eingeschränkt. Im HR-CT fand sich eine Wabenlunge mit einzelnen Kalkstippchen in der Pleura. Die Histologie des Lungentransplantates ergab eine ausgedehnte subpleural bzw. peripher betonte Fibrose mit Vernarbung des Lungenparenchyms immer wieder unter Einschluss anthrakosilikotischer Mischstaubablagerungen mit teils wabigem Umbau des Lungenparenchyms und stellenweise dystrophen Verkalkungen. Die Pleura war verfestigt und weißlich, im Unterlappen war eine weißliche plaqueartige Struktur

feststellbar. Vom Mesotheliomregister in Bochum wurde eine fortgeschrittene Lungenfibrose bis hin zur initialen Wabenlunge vom Typ einer UIP bestätigt. 0,2 g Lungengewebe standen für eine Lungenstaubanalyse zur Verfügung. Hochgerechnet auf 1 g ergaben sich, wenn überhaupt, weniger als 8 Asbestkörper, in der ersten Probe aber 44 und in der zweiten Probe 7 Substanzen mit nicht identifizierbarer Zentralfaser. Asbestassoziierte fibrosierende Lungenveränderungen vom Typ der Asbestose oder Minimalasbestose konnten lichtmikroskopisch ausgeschlossen werden. Nach dem Ergebnis der Lungenstaubanalyse war auch nicht davon auszugehen, dass dem Asbest die Wertigkeit einer Ursache oder wesentlichen Teilursache für die Entstehung und Erhaltung der fibrosierenden Lungenveränderungen zukommt.

### Diskussion

Aufgrund der arbeitsanamnestischen Angaben und der sicherheitstechnischen Ermittlungen bestand eine deutlich erhöhte Asbestfaserstaubeinwirkung am Arbeitsplatz von mehr als 25 Faserjahren. Klinisch, röntgenologisch und histologisch konnte eine schwere Lungenfibrose mit Wabenbildung gesichert werden. Das Röntgenbild passte zur Asbestose, wobei im CT zusätzliche pleurale Verkalkungen nachweisbar waren. In Anlehnung an die interdisziplinäre S2-Leitlinie: „Diagnostik und Begutachtung asbestbedingter Berufskrankheiten“ wären gemäß Algorithmus zur Diagnostik der Berufskrankheit der Nr. 4103 der BKV als solche anzuerkennen.

Diese Anerkennung ist aufgrund einer negativen lichtmikroskopischen Asbestkörperchenzählung nicht erfolgt. Bei dem Patienten bestand eine erhöhte Chrysotilasbesteinwirkung. Die Kernaussagen der Leitlinien sind wie folgt:

1. „Wichtig für die Beurteilung der Ergebnisse der lichtmikroskopischen als auch der elektronenmikroskopischen Analysen ist, dass in der Regel keine erhöhten Chrysotilfaserkonzentrationen im Lungengewebe nachgewiesen werden und damit die Aussagen beider Methoden hinsichtlich der stattgehabten Chrysotilexposition eindeutig limitiert sind (Lichtmikroskopie limitiert wegen Fasergröße, Elektronenmikroskopie wegen des sog. Fahrerfluchtphänomens)“.
2. „Im fortgeschrittenen Stadium der Lungenfibrose (Wabenlunge) ist pathoanatomisch eine Abgrenzung von idiopathischen Lungenfibrosen bei fehlendem histologischem Nachweis von Asbestkörpern selbst durch eine elektronenmikroskopische Bestimmung der pulmonalen Asbestfaserbelastung nicht mehr möglich“.
3. „Staubanalytische Untersuchungen (Lungengewebe/bronchoalveoläre Lavage) können die Feststellung aus der Arbeitsanamnese und aus den Ermittlungen der TAD nicht ersetzen und nicht Anlass sein, die ermittelten kumulative Exposition nach unten zu korrigieren...“
4. „Es gibt keinen staubanalytischen Grenzwert für asbestbedingte Lungenveränderungen.“

Obwohl die im Konsens verabschiedeten wissenschaftlichen Leitlinien bereits seit mehr als einem Jahr veröffentlicht sind, werden nicht konforme Beurteilungen beobachtet. Im Auftrag der gewerblichen Berufsgenossenschaften werden

Asbestkörperchenzählungen im Rahmen von Berufskrankheitenfeststellungsverfahren vom „Mesotheliomregister“ durchgeführt, dem eine Art Monopolstellung zukommt [2]. Bei fehlendem Nachweis einer erhöhten Anzahl von Asbestkörperchen soll sich pathologisch-anatomisch kein Hinweis auf eine vergleichsweise vermehrte Asbestbelastung ergeben. Daraus wird gefolgert, dass eine Berufskrankheit nicht vorliegt. Dies steht teilweise im Gegensatz zu sicherheitstechnischen Expertisen mit Bestätigung einer erhöhten Asbestfaserstaubbelastung am Arbeitsplatz. Demzufolge wird nicht selten im Gegensatz zur Leitlinie sowie zur arbeitsmedizinischen und pneumologischen Zusammenhangsgutachten das Vorliegen einer Berufskrankheit verneint. [3] gehen sogar davon aus, dass Chrysotil-Asbest aufgrund seiner geringen Biobeständigkeit kaum fibrogene Wirkung hat und aufgrund der „Fahrerflucht“ ein Schaden in Form einer Lungenfibrose nicht unterstellt werden kann. Auch würden Chrysotilfasern nicht zur Pleura gelangen. Diese Ansicht kann von [4] nicht geteilt werden. Wie im Einzelfall dargestellt, wird demzufolge von den Leitlinien abgewichen.

Aus lichtmikroskopischen Befunden werden nicht die Leitlinien konformen Schlüsse gezogen. Elektronenmikroskopische Analysen unterbleiben. Die Anerkennung von Berufskrankheiten nach Einwirkung von Chrysotilasbest (mehr als 90 % des verwendeten Asbests) wird praktisch unmöglich.

Als Lösungsvorschlag sollte das häufig praktizierte und wenig zielführende Verfahren der Asbestkörperchenzählung aufgehoben werden. Die in den Leitlinien angemahnte qualifiziert erhobene Arbeitsanamnese ist zeitintensiv und sollte adäquat honoriert werden.

#### **Literatur:**

[1] Baur X, Clasen M, Fissler-Eckhoff A, Heger M, Hering KG, Hofmann-Preiss K, Köhler D, Kranig A, Kraus T, Letzel S, Neumann V, Tannapfel A, Schneider J, Sitter H, Teschler H, Voss H T, Weber A: Diagnostik und Begutachtung asbestbedingter Berufskrankheiten. Interdisziplinäre S2-Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin und der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin. Pneumologie 65 (2011) 159-188.

[2] Clasen M: Stellungnahme des Bundesverbandes der Asbestoseselbsthilfegruppen. In Falkensteiner Tage 2010. Kolloquium zur Begutachtung asbestbedingter Berufskrankheiten, Berlin. DGUV (2011) 129-133.

[3] Neumann V, Theile A, Losecker S, Tannapfel A: Neue Aspekte zur Pathogenese der Asbestose. Arbeitsmed. Sozialmed. Umweltmed. 46 (2011) 569-579.

[4] Baur X, Velasco-Garrido M, Schneider J, Woitowitz HJ: Gibt es Unterschiede in den Gesundheits-adversen Wirkungen von Chrysotil- und Amphibol-Asbest? Pneumologie (eingereicht).

**Einführung ins Thema: Gefährdungsbeurteilung psychischer Belastungen im Betrieb – Eine vielschichtige Herausforderung auch für den Betriebsarzt****Wolfgang Zschesche, Susanne Bonnemann**

Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse, Köln

Gefährdungsbeurteilung – auch von psychische Belastungen!

Die Ermittlung und Beurteilung von Gefährdungen am Arbeitsplatz wird durch das Arbeitsschutzgesetz bereits seit rd. 15 Jahren gefordert. Hierzu gehören unzweifelhaft auch psychische Faktoren am Arbeitsplatz, insbesondere psychomentele Belastungen. Allerdings können auch psychosoziale Faktoren zu „Gefährdungen“ im weiteren Sinne führen, so dass auch deren Berücksichtigung in modernen Arbeitsschutzsystemen berücksichtigt wird. Wie auch im Bereich anderweitiger Gefährdungen folgt die Beurteilung psychischer Einwirkungen am Arbeitsplatz dem Belastungs-Beanspruchungs-Konzept.

Gleichwohl tun sich Unternehmen wie Arbeitsschutzakteure, und hierbei auch Betriebsärzte, mit diesem Thema schwer. Dies mag zum einen daran liegen, dass es anfänglich vielleicht als vermeintliches „Modethema“ betrachtet worden sein kann; dies ist es jedoch angesichts der zunehmenden Veränderungen der Arbeitswelt sicherlich nicht. Zudem dürften unrealistische Vorstellungen und Erwartungen wie auch Ängste von Arbeitgeber- wie Arbeitnehmerseite zu einer Verzögerung des Aufgreifens des Themas in den Betrieben geführt haben. Gerade die Gefährdungsbeurteilung psychischer Faktoren verlangt gute Vorbereitung, einen kontinuierlichen, langfristigen Prozess bei der Ermittlung möglicher Gefährdungen und insbesondere bei der Ableitung, der Umsetzung und der Überprüfung der Wirksamkeit von Maßnahmen.

Dass das Thema nunmehr verstärkt sowohl von Seiten der Betriebe wie auch der Betriebsärzte aufgegriffen wird, verdeutlichen die jüngst abgeschlossene gemeinsame Verlautbarung der Bundes Deutscher Arbeitgeberverbände (BDA) mit dem Verband Deutscher Betriebs- und Werksärzte (VDBW) wie auch die Broschüre des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales (BMAS) und seines Ausschusse für Arbeitsmedizin „Psychische Gesundheit im Betrieb – Arbeitsmedizinische Empfehlung“.

**Eingrenzung psychischer Belastungen am Arbeitsplatz**

Psychische Belastungen werden nach der derzeit noch gültigen Fassung der DIN 10075 als die Gesamtheit aller erfassbaren Einflüsse, die von außen auf den Menschen zukommen und psychisch auf ihn einwirken bestimmt; bedeutsam ist der Hinweis, dass nur unmittelbar eintretende Folgen betrachtet werden sollen. Dass diese Norm in der jetzigen Form gewisse Defizite hinsichtlich längerfristiger Auswirkungen derartiger Belastungen besitzt und auch psychosozialen Faktoren wenig Aufmerksamkeit schenkt, ist erkannt und soll bei einer Überarbeitung berücksichtigt werden.

Thema für den Betriebsarzt!

Dass die Thematik Betriebsärzte betrifft, ergibt sich bereits aus dem Arbeitssicherheitsgesetz von 1974, worin u. a. die Beratung des Arbeitgebers bei „arbeitspsychologischen Fragen“ zu ihren Aufgaben gezählt wird. In jüngerer Zeit finden sich in der DGUV-Vorschrift 2 „Betriebsärzte und Fachkräfte für Arbeitssicherheit“ im Bereich des betriebsspezifischen Teils der Regel-Betreuung ebenfalls explizite Handlungsfelder, wie z. B. „Anforderungen ... mit Potenzialen psychischer Fehlbeanspruchungen“.

Besonderheiten der Beurteilung psychischer Faktoren am Arbeitsplatz

Im Vergleich zu anderweitigen Arbeitsplatzfaktoren, wie etwa Gefahrstoffen und physikalischen Einwirkungen, besitzen psychische Belastungen einige Besonderheiten: Die qualitative und quantitative Erfassung/Ermittlung der Belastung erfordert einen höheren Aufwand; die Einschätzung möglicher Gesundheitsgefährdungen ist aufwändig und hängt neben objektiven Belastungsfaktoren auch von den individuellen Ressourcen und der subjektiven Bewertung jedes einzelnen Mitarbeiters ab; Maßnahmen können auch bei gleicher Ausgangssituation u. U. auf unterschiedlichen Ebenen erforderlich sein: z. B. im Bereich der Arbeitsebene (Arbeitsaufgabe/Arbeitsgestaltung/Arbeitsorganisation ...), der individuellen Ebene (Qualifikation/Information/Unterweisung ...) oder der Interaktionsebene (Teamverhalten/Führungsverhalten/Kommunikation ...). Das sonst gängige Schema „Substitution – Technische Maßnahmen - Organisatorische Maßnahmen – Persönliche Schutzmaßnahmen“ mit einer klaren hierarchischen Abstufung greift hier nicht. Dementsprechend vielfältig sind die Einflussfaktoren auf den Einzelnen, und es ergibt sich ein größeres Geflecht an Interaktionen im Betrieb zur Erfassung und Beurteilung psychischer Faktoren am Arbeitsplatz und zur Ableitung von Maßnahmen, die in Abb. 1 dargestellt sind.



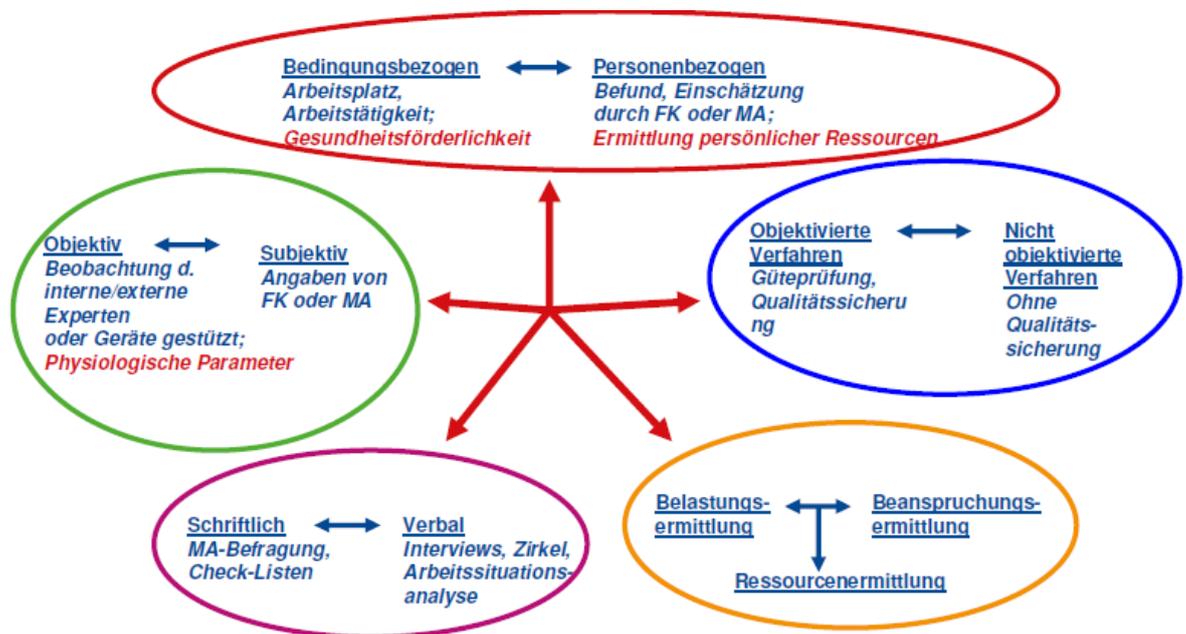


Abb. 2: Differenzierung von Methoden, Verfahren und Instrumenten

## Wege zu einer rationalen Gefährdungsbeurteilung

Auch wenn die Vielfalt der Verfahren und Instrumente auf den ersten Blick verwirrend und unüberschaubar sein mag, so lassen sich doch mit einiger Erfahrung und fachkundiger Beratung und Begleitung Mittel und Wege finden, die für den jeweiligen Betrieb und die konkrete Situation am Arbeitsplatz sinnvollen und effizienten Vorgehensweisen zu finden und auf diesem Wege auch konkrete Maßnahmen abzuleiten. Einen beispielhaften Überblick über die Arten möglicher Vorgehensweisen, Verfahren und einsetzbarer Instrumente, ihre Eigenschaften und Besonderheiten sollen die Beiträge dieses Symposiums und die Vertiefung in den Workshops liefern. Hierdurch wird in den Betrieben hoffentlich die Scheu vor dem Aufgreifen dieser wichtigen Thematik genommen.

## **PREVA - Beispiel für ein umfassendes Konzept der Gefährdungsermittlung/- beurteilung und Maßnahmenergreifung**

### **PREVA-Kurzdiagnostik Beispiel für ein gütegeprüftes Kurz-Instrument einer Mitarbeiterbefragung**

**Dipl. Psych. Claudia Nebel, Dipl. Psych. Anja Henze**

Technische Universität Dresden – Institut für Arbeits-, Organisations- und Sozialpsychologie

Psychische Belastungen und Beanspruchungen am Arbeitsplatz werden auf internationaler, europäischer und nationaler Ebene von den Sozialpartnern übereinstimmend als bedeutendes und zunehmendes Problem eingestuft und es werden wirksame Präventionsmaßnahmen gefordert (vgl. „Framework agreement on work-related stress“, UNICE/UEAPME, CEEP und ETUC, 2004). Die wirtschaftliche Bedeutung des Problems ist unbestritten; die Kosten der mittelfristigen und langfristigen Folgen belaufen sich auf 10 – 14 Mrd. Euro/Jahr (BAuA, 2002-3). Dabei sind die gesicherten Effekte psychosozialer Faktoren auf körperliche Erkrankungen wie chronische Rückenschmerzen noch nicht berücksichtigt. Eine verbesserte Prävention von gesundheitlichen Stressfolgen werden deshalb auch innerhalb der BGen intensiv diskutiert, aber erst vereinzelt neue Wege zu geeigneten evidenzbasierten Analyse- und Interventionsverfahren beschritten. Für Diagnose und Intervention sind vielerlei Angebote auf dem Markt. Leider ist der Markt für solche Verfahren jedoch völlig unübersichtlich und vieles ist für die präventive Praxis nicht brauchbar.

Die *wissenschaftliche Evidenzbasis* der vorhandenen orientierenden und vertiefenden Methoden, die den Arbeitspsychologen, Arbeitsmedizinern und den technischen Aufsichtspersonen der BGen zur Verfügung steht, ist derzeit unbefriedigend.

Aus diesem Grund hat sich PREVA die Ziele gesetzt, betriebliche Gesundheitsressourcen aufzubauen und zu fördern, eine Sicherung und Steigerung von Ressourcen i. S. der Effektivität und Effizienz im Unternehmen voranzutreiben sowie ein ganzheitliches und gleichberechtigtes Beratungskonzept für Arbeitgeber und -nehmerseite mit Transfermöglichkeiten (durch Multiplikatoren Ausbildung) zu generieren.

### **Gesetzliche Verpflichtung für Unternehmen**

Angesichts steigender Fälle von Arbeitsunfähigkeitstagen und Frühberentungen mit psychosozialen Hintergrund wurde das Arbeitsschutzgesetz bereits 1996 erweitert:

Arbeitsschutzgesetz (1996) § 5: Beurteilung der Arbeitsbedingungen

- 1 Der Arbeitgeber hat durch eine Beurteilung der für die Beschäftigten mit ihrer Arbeit verbundenen Gefährdung zu ermitteln, welche Maßnahmen des Arbeitsschutzes erforderlich sind.
- 2 Der Arbeitgeber hat die Beurteilung je nach Art der Tätigkeiten vorzunehmen. Bei gleichartigen Arbeitsbedingungen ist die Beurteilung eines Arbeitsplatzes oder einer Tätigkeit ausreichend.
- 3 Eine Gefährdung kann sich insbesondere ergeben durch
  - die Gestaltung und die Einrichtung der Arbeitsstätte und des Arbeitsplatzes,
  - physikalische, chemische und biologische Einwirkungen,
  - die Gestaltung, die Auswahl und den Einsatz von Arbeitsmitteln, insbesondere von Arbeitsstoffen, Maschinen, Geräten und Anlagen sowie den Umgang damit,
  - die Gestaltung von Arbeits- und Fertigungsverfahren, Arbeitsabläufen und Arbeitszeit und deren Zusammenwirken,
  - unzureichende Qualifikation und Unterweisung der Beschäftigten.

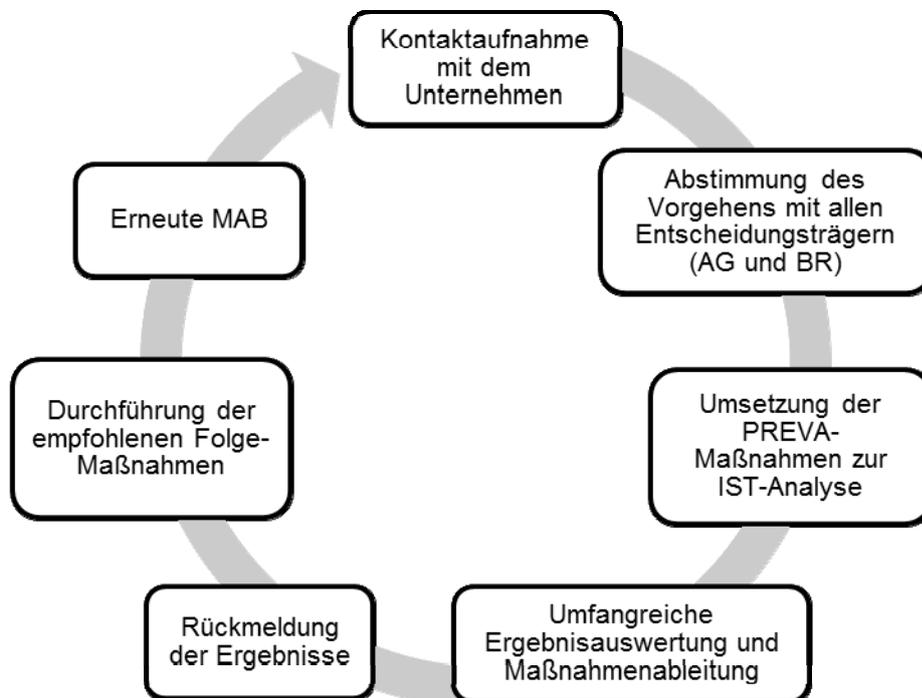
Somit sind Unternehmen verpflichtet psychische Belastungen zu erheben und gemäß der Berufsgenossenschaftlichen Vorschrift für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit (BGV A1) ist es auch Pflicht des Unternehmers die Maßnahmen zu planen, zu organisieren, durchzuführen und erforderlichenfalls an veränderte Gegebenheiten anzupassen entsprechend den Bestimmungen des § 3 Abs. 1 Sätze 2 und 3 und Absatz 2 Arbeitsschutzgesetz

### Instrumente der Gefährdungsbeurteilung

Um eine umfassende Gefährdungsbeurteilung durchführen zu können, bedarf es objektiver und subjektiver Verfahren. Aus diesem Grund empfiehlt es sich eine Kombination folgender Methoden in der Praxis einzusetzen.

- Subjektive Verfahren: Fragebögen (z.B. PREVA-Basisdiagnostik) und Interviews (z.B. Diagnoseinterview)
- Objektive Verfahren: Arbeitsplatzanalysen (z.B. Screening Gesunde Arbeit) und Verhaltensbeobachtungen

### PREVA-Prozess



**PREVA-Basisdiagnostik - Belastungs- und Beanspruchungsdefinition**

Die Belastungs-Beanspruchungsforschung ist eines der ältesten Forschungsthemen der Psychologie und Arbeitswissenschaft (Richter & Hacker, 1998). Erst im Jahr 2000 erfuhren die Begriffe Belastung und Beanspruchung in der ergonomischen Literatur eine Standardisierung durch die DIN EN ISO 10 075-1 (DIN, 2000). Die Definitionen lauten:

Psychische Belastung: Die Gesamtheit aller erfassbaren Einflüsse, die von außen auf den Menschen zukommen und psychisch auf ihn einwirken.

Psychische Beanspruchung: Die zeitlich unmittelbare und nicht langfristige Auswirkung der psychischen Belastung auf die Einzelperson in Abhängigkeit von ihren eigenen habituellen und augenblicklichen Voraussetzungen einschließlich der individuellen Auseinander-setzungsstrategien. (Richter & Hacker, 1998, S. 32)

Belastung wird demnach als ein von der Person unabhängiges Phänomen definiert und fasst alle äußeren, objektiven Faktoren zusammen. Beanspruchung hingegen ist durch die individuellen Voraussetzungen subjektiv gefärbt. Beide Begriffe sind völlig wertfrei. Erst bei den Beanspruchungsfolgen unterscheidet man gesundheits- und entwicklungsförderliche und gesundheits- und entwicklungsbeeinträchtigende Folgen. Gesundheits- und entwicklungsförderliche Beanspruchungsfolgen sind zum Beispiel Anregung, Frische, Freude, Effekte des Lernens, Motivation und Arbeitszufriedenheit. Monotonie, psychische Sättigung, Burnout, psychische Ermüdung und Stress sind Beispiele für gesundheits- und entwicklungsbeeinträchtigende Beanspruchungsfolgen (Richter & Hacker, 1998).

**Bestandteile der PREVA-Basisdiagnostik**

Die PREVA-Basisdiagnostik setzt sich aus wissenschaftlich fundierten und international anerkannten Verfahren zusammen und ist somit eine umfassende Methode zur Erhebung psychischer Belastungen, Ressourcen und Beanspruchungsfolgen. Die eingesetzten Verfahren wurden auf Objektivität, Validität und Reliabilität getestet und weisen zufriedenstellende Werte auf. Es liegt neben der Langform auch eine Kurzform der Basisdiagnostik vor. Welche statt 209 Items auf 100 Items gekürzt wurde und ebenfalls zufriedenstellende Reliabilitäten von .63 bis .93 aufweist.

**Auswertung der PREVA-Basisdiagnostik**

Um über die Analyse hinaus (Mittelwert, Streuung) zu einer normativen Bewertung potentieller Risiken in den einzelnen Abteilungen (festzulegende Daten-Aggregationsstufen) zu kommen, bedarf es einer zwischen Arbeitgeber und Arbeitnehmer gemeinsam getroffenen Entscheidung. Die Festlegung von cut offs, Grenzwerten und die Farbfestlegungen (rot, gelb oder grün) der Rückmeldung ist zum einen von wissenschaftlichen Schwellwerten (z. B. deutsche Normwerte) abhängig, zum anderen aber auch vom angezielten Präventions- Maßnahmen- Katalog und den praktischen Möglichkeiten/Grenzen von Gestaltungsmaßnahmen. Nicht zuletzt wohl auch davon, ob das durch den Auftraggeber selbst geschieht oder ausgelagert wird.

**Maßnahmenableitung**

Je nach Einsatz der subjektiven und objektiven Analyseinstrumente entsteht ein umfangreicher Katalog mit Maßnahmenableitungen auf Verhaltens- und Verhältnisebene. Dabei werden die gesammelten Ergebnisse aus den Analysen aggregiert und durch die Mitarbeiter des PREVA-Teams ergänzt. Ziel ist es kurz-, mittel- und langfristige Empfehlungen für das Unternehmen aussprechen.

**Literaturverzeichnis:**

Richter, P. & Hacker, W. (1998). *Belastung und Beanspruchung. Stress, Ermüdung und*

*Burnout im Arbeitsleben*. Heidelberg: Asanger.

**weitere Empfehlungen:**

Richter, P., Nebel, C., Wolf, S. (2009). Jenseits von Kontrolle und Belohnung- Moderne arbeitspsychologische Ansätze zur Bewertung und Gestaltung von Arbeit. *Zeitschrift Arbeit* (4) 18 , S.266-281.

Richter, P., Nebel, C., Wolf, S. (2006). Ressourcen in der Arbeitswelt– Replikationsstudie zur Struktur und zur Risikoprädiktion des SALSA- Verfahrens. *Wirtschaftspsychologie*, 2/3, S. 14 – 21.

Richter, P., Nebel, C. & Wolf, S. (2010). Ja, mach nur einen Plan! Gesundheitsinterventionen in turbulenten Zeiten. In T. Rigotti, S. Korek & K. Otto (Hrsg.), *Gesund mit und ohne Arbeit* (S. 73 - 90). Lengerich: Pabst Science Publishers.

Nebel, C., Wolf, S. & Richter, P. (2009). Instrumente und Methoden zur Messung psychischer Belastung. In: D. Windemuth, D. Jung & O. Petermann (Hrsg.), *Praxishandbuch psychischer Belastungen im Beruf*. Wiesbaden: Universum Verlag.

Wolf, S., Hüttges, A., Hoch, J., Wegge, J. (2009). Führung und Gesundheit. In: D. Windemuth, D. Jung & O. Petermann (Hrsg.), *Praxishandbuch psychischer Belastungen im Beruf*. Wiesbaden: Universum Verlag.

Wolf, S., Nebel, C. (2007). PREVA - Analyse psychosozialer Ressourcen und Risiken in der Arbeit – ein Analysebeispiel an Gymnasiallehrern. In P. G. Richter, R. Rau, & S. Mühlpfordt (Hrsg.), *Arbeit und Gesundheit. Zum aktuellen Stand in einem Forschungs- und Praxisfeld* (S. 145-162 ). Lengerich: Pabst Science Publishers.

## **PREVA - Beispiel für ein umfassendes Konzept der Gefährdungsermittlung/- beurteilung und Maßnahmenergreifung**

### **PREVA-Kurzdiagnostik Beispiel für ein gütegeprüftes Kurz-Instrument einer Mitarbeiterbefragung**

#### **Dipl. Psych. Claudia Nebel, Dipl. Psych. Anja Henze**

Technische Universität Dresden – Institut für Arbeits-, Organisations- und Sozialpsychologie

Psychische Belastungen und Beanspruchungen am Arbeitsplatz werden auf internationaler, europäischer und nationaler Ebene von den Sozialpartnern übereinstimmend als bedeutendes und zunehmendes Problem eingestuft und es werden wirksame Präventionsmaßnahmen gefordert (vgl. „Framework agreement on work-related stress“, UNICE/UEAPME, CEEP und ETUC, 2004). Die wirtschaftliche Bedeutung des Problems ist unbestritten; die Kosten der mittelfristigen und langfristigen Folgen belaufen sich auf 10 – 14 Mrd. Euro/Jahr (BAuA, 2002-3). Dabei sind die gesicherten Effekte psychosozialer Faktoren auf körperliche Erkrankungen wie chronische Rückenschmerzen noch nicht berücksichtigt. Eine verbesserte Prävention von gesundheitlichen Stressfolgen werden deshalb auch innerhalb der BGen intensiv diskutiert, aber erst vereinzelt neue Wege zu geeigneten evidenzbasierten Analyse- und Interventionsverfahren beschritten. Für Diagnose und Intervention sind vielerlei Angebote auf dem Markt. Leider ist der Markt für solche Verfahren jedoch völlig unübersichtlich und vieles ist für die präventive Praxis nicht brauchbar.

Die *wissenschaftliche Evidenzbasis* der vorhandenen orientierenden und vertiefenden Methoden, die den Arbeitspsychologen, Arbeitsmedizinern und den technischen Aufsichtspersonen der BGen zur Verfügung steht, ist derzeit unbefriedigend.

Aus diesem Grund hat sich PREVA die Ziele gesetzt, betriebliche Gesundheitsressourcen aufzubauen und zu fördern, eine Sicherung und Steigerung von Ressourcen i. S. der Effektivität und Effizienz im Unternehmen voranzutreiben sowie ein ganzheitliches und gleichberechtigtes Beratungskonzept für Arbeitgeber und -nehmerseite mit Transfermöglichkeiten (durch Multiplikatoren Ausbildung) zu generieren.

### Gesetzliche Verpflichtung für Unternehmen

Angesichts steigender Fälle von Arbeitsunfähigkeitstagen und Frühberentungen mit psychosozialen Hintergrund wurde das Arbeitsschutzgesetz bereits 1996 erweitert:

#### Arbeitsschutzgesetz (1996) § 5: Beurteilung der Arbeitsbedingungen

- 1 Der Arbeitgeber hat durch eine Beurteilung der für die Beschäftigten mit ihrer Arbeit verbundenen Gefährdung zu ermitteln, welche Maßnahmen des Arbeitsschutzes erforderlich sind.
- 2 Der Arbeitgeber hat die Beurteilung je nach Art der Tätigkeiten vorzunehmen. Bei gleichartigen Arbeitsbedingungen ist die Beurteilung eines Arbeitsplatzes oder einer Tätigkeit ausreichend.
- 3 Eine Gefährdung kann sich insbesondere ergeben durch
  - die Gestaltung und die Einrichtung der Arbeitsstätte und des Arbeitsplatzes,
  - physikalische, chemische und biologische Einwirkungen,
  - die Gestaltung, die Auswahl und den Einsatz von Arbeitsmitteln, insbesondere von Arbeitsstoffen, Maschinen, Geräten und Anlagen sowie den Umgang damit,
  - die Gestaltung von Arbeits- und Fertigungsverfahren, Arbeitsabläufen und Arbeitszeit und deren Zusammenwirken,
  - unzureichende Qualifikation und Unterweisung der Beschäftigten.

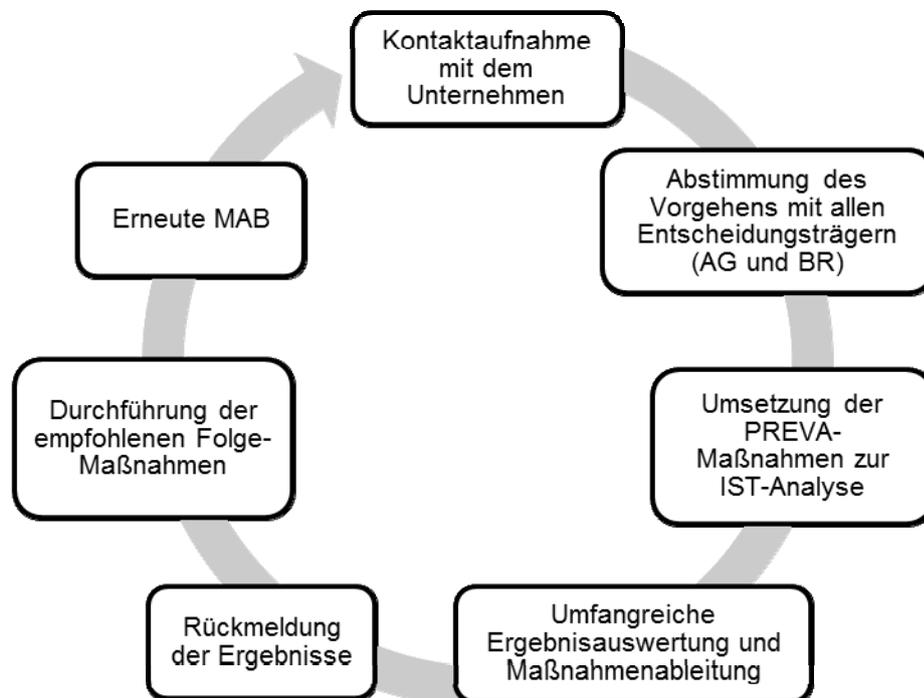
Somit sind Unternehmen verpflichtet psychische Belastungen zu erheben und gemäß der Berufsgenossenschaftlichen Vorschrift für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit (BGV A1) ist es auch Pflicht des Unternehmers die Maßnahmen zu planen, zu organisieren, durchzuführen und erforderlichenfalls an veränderte Gegebenheiten anzupassen entsprechend den Bestimmungen des § 3 Abs. 1 Sätze 2 und 3 und Absatz 2 Arbeitsschutzgesetz

### Instrumente der Gefährdungsbeurteilung

Um eine umfassende Gefährdungsbeurteilung durchführen zu können, bedarf es objektiver und subjektiver Verfahren. Aus diesem Grund empfiehlt es sich eine Kombination folgender Methoden in der Praxis einzusetzen.

- Subjektive Verfahren: Fragebögen (z.B. PREVA-Basisdiagnostik) und Interviews (z.B. Diagnoseinterview)
- Objektive Verfahren: Arbeitsplatzanalysen (z.B. Screening Gesunde Arbeit) und Verhaltensbeobachtungen

### PREVA-Prozess



**PREVA-Basisdiagnostik - Belastungs- und Beanspruchungsdefinition**

Die Belastungs-Beanspruchungsforschung ist eines der ältesten Forschungsthemen der Psychologie und Arbeitswissenschaft (Richter & Hacker, 1998). Erst im Jahr 2000 erfuhren die Begriffe Belastung und Beanspruchung in der ergonomischen Literatur eine Standardisierung durch die DIN EN ISO 10 075-1 (DIN, 2000). Die Definitionen lauten:

Psychische Belastung: Die Gesamtheit aller erfassbaren Einflüsse, die von außen auf den Menschen zukommen und psychisch auf ihn einwirken.

Psychische Beanspruchung: Die zeitlich unmittelbare und nicht langfristige Auswirkung der psychischen Belastung auf die Einzelperson in Abhängigkeit von ihren eigenen habituellen und augenblicklichen Voraussetzungen einschließlich der individuellen Auseinander-setzungsstrategien. (Richter & Hacker, 1998, S. 32)

Belastung wird demnach als ein von der Person unabhängiges Phänomen definiert und fasst alle äußeren, objektiven Faktoren zusammen. Beanspruchung hingegen ist durch die individuellen Voraussetzungen subjektiv gefärbt. Beide Begriffe sind völlig wertfrei. Erst bei den Beanspruchungsfolgen unterscheidet man gesundheits- und entwicklungsförderliche und gesundheits- und entwicklungsbeeinträchtigende Folgen. Gesundheits- und entwicklungsförderliche Beanspruchungsfolgen sind zum Beispiel Anregung, Frische, Freude, Effekte des Lernens, Motivation und Arbeitszufriedenheit. Monotonie, psychische Sättigung, Burnout, psychische Ermüdung und Stress sind Beispiele für gesundheits- und entwicklungsbeeinträchtigende Beanspruchungsfolgen (Richter & Hacker, 1998).

**Bestandteile der PREVA-Basisdiagnostik**

Die PREVA-Basisdiagnostik setzt sich aus wissenschaftlich fundierten und international anerkannten Verfahren zusammen und ist somit eine umfassende Methode zur Erhebung psychischer Belastungen, Ressourcen und Beanspruchungsfolgen. Die eingesetzten Verfahren wurden auf Objektivität, Validität und Reliabilität getestet und weisen zufriedenstellende Werte auf. Es liegt neben der Langform auch eine Kurzform der Basisdiagnostik vor. Welche statt 209 Items auf 100 Items gekürzt wurde und ebenfalls zufriedenstellende Reliabilitäten von .63 bis .93 aufweist.

**Auswertung der PREVA-Basisdiagnostik**

Um über die Analyse hinaus (Mittelwert, Streuung) zu einer normativen Bewertung potentieller Risiken in den einzelnen Abteilungen (festzulegende Daten-Aggregationsstufen) zu kommen, bedarf es einer zwischen Arbeitgeber und Arbeitnehmer gemeinsam getroffenen Entscheidung. Die Festlegung von cut offs, Grenzwerten und die Farbfestlegungen (rot, gelb oder grün) der Rückmeldung ist zum einen von wissenschaftlichen Schwellwerten (z. B. deutsche Normwerte) abhängig, zum anderen aber auch vom angezielten Präventions- Maßnahmen- Katalog und den praktischen Möglichkeiten/Grenzen von Gestaltungsmaßnahmen. Nicht zuletzt wohl auch davon, ob das durch den Auftraggeber selbst geschieht oder ausgelagert wird.

**Maßnahmenableitung**

Je nach Einsatz der subjektiven und objektiven Analyseinstrumente entsteht ein umfangreicher Katalog mit Maßnahmenableitungen auf Verhaltens- und Verhältnisebene. Dabei werden die gesammelten Ergebnisse aus den Analysen aggregiert und durch die Mitarbeiter des PREVA-Teams ergänzt. Ziel ist es kurz-, mittel- und langfristige Empfehlungen für das Unternehmen aussprechen.

**Literaturverzeichnis:**

Richter, P. & Hacker, W. (1998). *Belastung und Beanspruchung. Stress, Ermüdung und*

*Burnout im Arbeitsleben*. Heidelberg: Asanger.

**weitere Empfehlungen:**

Richter, P., Nebel, C., Wolf, S. (2009). Jenseits von Kontrolle und Belohnung- Moderne arbeitspsychologische Ansätze zur Bewertung und Gestaltung von Arbeit. *Zeitschrift Arbeit* (4) 18 , S.266-281.

Richter, P., Nebel, C., Wolf, S. (2006). Ressourcen in der Arbeitswelt– Replikationsstudie zur Struktur und zur Risikoprädiktion des SALSA- Verfahrens. *Wirtschaftspsychologie*, 2/3, S. 14 – 21.

Richter, P., Nebel, C. & Wolf, S. (2010). Ja, mach nur einen Plan! Gesundheitsinterventionen in turbulenten Zeiten. In T. Rigotti, S. Korek & K. Otto (Hrsg.), *Gesund mit und ohne Arbeit* (S. 73 - 90). Lengerich: Pabst Science Publishers.

Nebel, C., Wolf, S. & Richter, P. (2009). Instrumente und Methoden zur Messung psychischer Belastung. In: D. Windemuth, D. Jung & O. Petermann (Hrsg.), *Praxishandbuch psychischer Belastungen im Beruf*. Wiesbaden: Universum Verlag.

Wolf, S., Hüttges, A., Hoch, J., Wegge, J. (2009). Führung und Gesundheit. In: D. Windemuth, D. Jung & O. Petermann (Hrsg.), *Praxishandbuch psychischer Belastungen im Beruf*. Wiesbaden: Universum Verlag.

Wolf, S., Nebel, C. (2007). PREVA - Analyse psychosozialer Ressourcen und Risiken in der Arbeit – ein Analysebeispiel an Gymnasiallehrern. In P. G. Richter, R. Rau, & S. Mühlpfordt (Hrsg.), *Arbeit und Gesundheit. Zum aktuellen Stand in einem Forschungs- und Praxisfeld* (S. 145-162 ). Lengerich: Pabst Science Publishers.

**Verbale Verfahren der Gefährdungsbeurteilung****Dipl.-Psych. Andrea Landgraf-Rütten**

Ziel+Impuls, Kassel

Verbale Verfahren der Gefährdungsbeurteilung können eine sinnvolle Ergänzung oder eine pragmatische Alternative zu schriftlichen Verfahren sein. In kleineren Betrieben sind sie oft passender als umfangreiche Fragebögen.

Verbale Verfahren nehmen auch die Ressourcen in den Blick, beinhalten eine Formulierung erster Lösungsideen und stärken die Eigenverantwortung der Mitarbeiter bei der Gestaltung ihrer Arbeitssituation.

Vorgestellt werden die Arbeitssituationsanalyse nach Nieder und Interviews mit Schlüsselpersonen.

1. Die klassische Arbeitssituationsanalyse nach Nieder

**Ziel:** Subjektive Beurteilung der Arbeitssituation durch die Mitarbeiter

**Durchführung:**

- mündliche Form der Befragung mit max. 15 Mitarbeitern eines Arbeitsbereichs und einer Hierarchie-Ebene.
- Dauer pro Gruppe ca. 3 Stunden

**Vorgehensweise:**

- Mitarbeiter analysieren mit externen Moderatoren die momentane Arbeitssituation. Sie besprechen belastende Faktoren im Arbeitsbereich, entwickeln und bewerten erste Lösungsmöglichkeiten zum Abbau der Belastungen.
- Bereiche: Arbeitsumgebung, Tätigkeit, Betriebsklima, Organisation, Vorgesetztenverhalten und Stärken (Ressourcen).

**Ablauf der Arbeitssituationsanalyse**

- Einstieg: Worum geht es hier? Was passiert mit den Ergebnissen?
- Halten Sie eine Veränderung Ihrer Arbeitssituation für  
- sehr wichtig - teilweise wichtig – unwichtig?

- **Priorisierung:**  
In welchen Bereichen sollten die Veränderungen liegen?

Tätigkeit / Arbeitsumgebung / Betriebsklima / Organisation /  
Vorgesetztenverhalten

- **Konkretisierung:** Was genau belastet?
- **Lösungsmöglichkeiten:** Haben Sie Ideen, wie es besser laufen kann?
- **Ressourcen**  
Was gefällt Ihnen an Ihrer Arbeit?
- „Absegnung“ der Ergebnisse u. Info über weitere Schritte

#### Vorteile und Chancen

- **Nachfragen möglich:** Belastungen und Auswirkungen werden sehr konkret benannt
- **Lösungsorientierung:** Mitarbeiter erarbeiten direkt Lösungsvorschläge
- **Eigenverantwortung** wird gefördert: „Was können wir selbst tun?“
- Mitarbeiter machen sich (betriebliche) Ressourcen bewusst
- Mitarbeiter setzen Prioritäten
- rasche Ergebnisse
- Einbindung der Mitarbeiter steigert die Akzeptanz und Unterstützung bei der Umsetzung der Maßnahmen
- wenn Maßnahmen umgesetzt werden: Selbstwirksamkeitserleben

#### Nachteile und Risiken

- Organisatorischer Aufwand
- externe Moderation erforderlich
- Konflikte im Team werden eher nicht benannt
- es werden hohe Erwartungen geweckt
- wenn sich nichts verändert, ist das Verfahren kontraproduktiv

## 1. Interviews mit Schlüsselpersonen

### Leitfragen

#### Sicht des Interviewpartners

- Wie sehen Sie die Arbeitssituation in Abteilung/Bereich X?
- Was läuft aus Ihrer Sicht gut? Was macht den Mitarbeitern Spaß? Was stärkt sie?
- Welche Belastungen oder Probleme gibt es dort aus Ihrer Sicht?

#### Perspektivenwechsel

- Wenn ich die Mitarbeiter/innen fragen würde: Was würden sie antworten?
- Wenn ich die Führungskraft fragen würde...
- Wenn ich die Kunden, die Kollegen der Nachbarabteilung ... fragen würde?

#### Lösungsorientierung

- Welche Lösungsmöglichkeiten sehen Sie? Was müsste sich aus Ihrer Sicht vor allem ändern, damit die Mitarbeiter dort gesünder arbeiten können?
- Wenn ich die Mitarbeiter fragen würde: Was würden sie sich vor allem wünschen?
- Was können Sie selbst ab morgen tun, damit die Arbeitssituation in dieser Abteilung sich verbessert?
- Wenn ich die Mitarbeiter der Abteilung fragen würde: Was glauben Sie würden sie sagen, was Sie tun können?
- Was können die anderen tun?
- Was können die Mitarbeiter selbst tun?

### Nächste Schritte - Maßnahmen

- Wie gehen Sie weiter vor?
- Wer bringt was auf den Weg?

#### Vorteile und Chancen

- geben ein erstes Bild → Hypothesenbildung
- sensibilisieren die Akteure im Betrieb
  - für die Arbeitssituation und mögliche Auswirkungen der Arbeit auf die Gesundheit
  - für das Bewusstmachen und Fördern von Ressourcen
  - für ihre eigene Verantwortung für und ihren Beitrag zu dieser Arbeitssituation
- können erste Impulse für Veränderungen geben

#### Schwierigkeiten

- ergeben nur ein Teilbild
- ersetzen nicht die Einbindung der Mitarbeiter
- Zirkuläre Fragen irritieren oft – gute Einführung nötig

## Vom Arbeitsplatz zur Beurteilung und Aktion – der analytisch-deduktive Weg – Beispiele für objektive Verfahren

### Uwe Debitz

Technische Universität Dresden, Fachbereich Psychologie, Arbeitsgruppe „Wissen-Denken-Handeln“

#### Einleitung

Für die Gefährdungsbeurteilung stehen zahlreiche Methoden zur Verfügung.

Zur Berücksichtigung psychischer Faktoren im Rahmen von Gefährdungsbeurteilungen wurde in Anlehnung an die DIN EN ISO 10 075-3 ein 3-Stufen-Konzept (Abb. 1) erarbeitet und in der Praxis getestet. Dieses Vorgehen soll den Aufwand bei der Beurteilung psychischer Belastung und Beanspruchung minimieren und ggf. notwendige Gestaltungsmaßnahmen gezielt unterstützen. Zum Einsatz kommen Verfahren, die auf bedingungsbezogene Anforderungen, d. h. personenunabhängige, allgemein gültige Bedingungen und auf erlebte Anforderungen, d. h. durch die dort tätige Person subjektiv erlebte und bewertete Bedingungen bezogen sind.

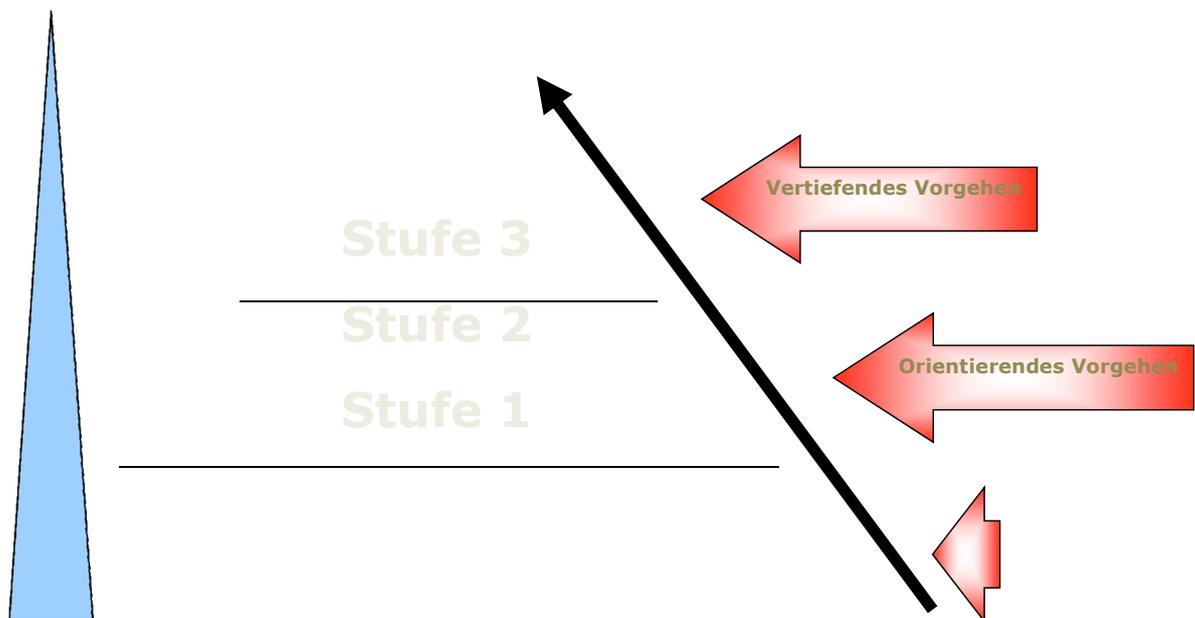


Abb. 1: 3-Stufen-Konzept (nach Debitz et al., 2010, S. 17)

Die Gefährdungsbeurteilung psychischer Faktoren sollte auf Stufe 1 durch eine geschulte Fachkraft (z. B. Abteilungsleiter, Meister, Sicherheitsfachkraft, Betriebsarzt) unter Verwendung orientierender Verfahren erfolgen. Das Verfahren kann

abgebrochen werden, sofern keine Risiken festgestellt worden bzw. daraufhin eingeleitete Arbeitsgestaltungsmaßnahmen Erfolg gezeigt haben. Die Gefährdungsbeurteilung sollte dann nach einem definierten Zeitraum oder im Falle von tiefgreifenden organisatorischen Veränderungen wiederholt werden.

Sollten die eingeleiteten Maßnahmen jedoch punktuell nicht die gewünschte Wirkung zeigen, wird für diesen Problembereich der Einsatz allgemeiner, validierter arbeitspsychologischer Verfahren (Stufe 2) empfohlen. Die Analyse, Bewertung und Gestaltung der Arbeitstätigkeiten sollte in diesem Fall jedoch durch speziell geschultes Personal (z. B. durch eine für die Ermittlung psychischer Fehlbeanspruchung geschulte Fachkraft) erfolgen. Fehlt entsprechend ausgebildetes Personal oder sind keine zufriedenstellenden Ergebnisse erreicht worden, wird auf Stufe 3 die Zusammenarbeit mit externen Beratern empfohlen. In diesem Fall ist eine umfassende Beurteilung der Arbeits- und Organisationsbedingungen mittels speziell für diesen Problembereich entwickelter Analyse- und Gestaltungsverfahren erforderlich.

Im Folgenden soll jeweils ein Verfahren für den Einsatz auf Stufe 1 bzw. 2 kurz vorgestellt werden.

### **Methoden**

Für den Einsatz auf Stufe 1 wurde in Zusammenarbeit von Berufsgenossenschaften, der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Beratungsinstituten sowie der Technischen Universität Dresden eine Handlungshilfe entwickelt, die das Einbeziehen psychischer Faktoren in die Gefährdungsbeurteilung für Unternehmer, Sicherheitsfachkräfte, Betriebsärzte und Personalvertreter transparent machen soll (Debitz et al., 2010). Diese Handlungshilfe beschreibt ausschließlich die Gefährdungsbeurteilung arbeitsbedingter psychischer Belastung und daraus resultierender möglicher Fehlbeanspruchungen (siehe Klassifikation der Gefährdungsfaktoren Nr. 10). Es werden Begriffe definiert, Ablaufschritte erklärt und die Dokumentation des Beurteilungsprozesses unterstützt

Die dargestellten Gestaltungsvorschläge und -beispiele sollen helfen, selbst Maßnahmen zur Verhütung psychischer Fehlbeanspruchung im Betrieb zu ergreifen.

Das beschriebene Verfahren unterscheidet sich dabei im Ablauf nicht wesentlich von dem der „gewohnten“ Gefährdungsbeurteilung. Es erfolgt zuerst die Präzisierung der Aufgabenstellung, danach folgt die Ermittlung der Gefährdungen, die Risikoeinschätzung und –bewertung sowie die Risikominderung und Ergebniskontrolle. Eine Ergänzung besteht im Einsatz von Fragebogenverfahren. Die Arbeitsplatzbegehung durch die Fachkraft kann Hinweise auf mögliche resultierende Fehlbeanspruchungsfolgen geben. Werden entsprechende Problembereiche erkannt, empfiehlt sich die Verwendung von Checklisten zur Erfassung von Fehlbeanspruchungsfolgen. Diese können von den jeweils betroffenen Arbeitsplatzinhabern (Selbsteinschätzung) und auch durch die unmittelbaren Vorgesetzten (Fremdeinschätzung) ausgefüllt werden und erweitern damit den Blickwinkel. Entsprechende Empfehlungen für den Einsatz solcher Fragebogenverfahren in Unternehmen sollen möglichen Vorbehalten entgegenwirken.

Entscheidend für den Erfolg dieser Methode ist ein transparentes Vorgehen und der Einbezug der Beschäftigten in den betrieblichen Gestaltungsprozess. Sind Gestaltungsmaßnahmen notwendig, sollten diese weitgehend gemeinsam mit den verantwortlichen Konstrukteuren, Arbeitssystemgestaltern bzw. Ergonomen und den betroffenen Beschäftigten erarbeitet werden. Die Arbeitsplatzinhaber kennen die Arbeitstätigkeiten und die organisatorischen Bedingungen in der Regel am besten und können (gegebenenfalls unter Anleitung) umfangreiche Ideen zu Veränderungen einbringen. Das aktive Nutzen dieses Potenzials ist eine Voraussetzung für eine hohe Akzeptanz der angestrebten Ziele und für die Motivation der Beschäftigten bei der Umsetzung der Maßnahmen.

Für den Einsatz auf Stufe 2 wird beispielsweise das bedingungsbezogene Verfahren ergoInstrument REBA (Rechnergestütztes Dialogverfahren für die Bewertung und Gestaltung von Arbeitstätigkeiten unter Einbeziehung von Sicherheit und Gesundheitsschutz; Pohlandt et al., 2009) empfohlen. Neben der Analyse und Bewertung auf den Ebenen der „Ausführbarkeit“ (anthropometrische und sinnesphysiologische Kennwerte) und „Schädigungslosigkeit“ (Gesundheitsgefährdungen durch Umweltfaktoren sowie körperliche und psychische Belastungen) liefert dieses Verfahren Hinweise, wie sich Arbeitsaufgaben- und Organisationsstrukturen auf die psychische Beanspruchung (vgl. DIN EN ISO 10075) der Mitarbeiter auswirken.

Mit den ermittelten Prädiktoren zur Vorhersage von Fehlbeanspruchungsfolgen (psychische Ermüdung, Monotonie, psychische Sättigung und Stress) ermöglicht das die ergonomische Bewertung von Arbeitsinhalten und -bedingungen nicht nur bei bereits laufenden Arbeitsprozessen ("korrektive Arbeitsgestaltung") sondern auch schon bei frühen Stufen der Projektierung von Arbeitsprozessen ("prospektive Arbeitsgestaltung"). Der geschulte betriebliche Anwender kann auf der Ebene der „Lern- und Persönlichkeitsförderlichkeit“ durch die inhaltlich gestufte Beschreibung von 22 Tätigkeitsmerkmalen ein Profil des untersuchten Tätigkeitsbereichs erstellen und zu jedem Profil die durch das Prädiktionsmodell beschriebene Auftrittswahrscheinlichkeit des Eintretens von Fehlbeanspruchungsfolgen auch ohne den Einsatz von Fragebogenverfahren bestimmen lassen. Damit kann das Blickfeld von Arbeitsgestaltern und Fertigungsplanern hinsichtlich der Gestaltung beanspruchungsoptimaler Arbeitsbedingungen erweitert werden. Zahlreiche Hinweise zu entsprechenden Arbeitsgestaltungslösungen können auch hier die Gefährdungsbeurteilung unterstützen und als Vorlage für einen partizipativen Gestaltungsprozess dienen.

**Literatur**

1. Debitz U, Gruber H, Richter G. & Wittmann S. Psychische Faktoren in der Gefährdungsbeurteilung. Psychische Gesundheit am Arbeitsplatz. Teil 2. 5. vollständig überarbeitete Auflage. Bochum: InfoMediaVerlag e.K.; 2010.
2. ISO 10075-1. Ergonomische Grundlagen bezüglich psychischer Arbeitsbelastung - Teil 1: Allgemeines und Begriffe. Berlin: Beuth; 2000.
3. Pohlandt A, Schulze F, Debitz U, Hänsgen C & Lüdecke S. ErgoInstrument REBA 9.0. PC-Programm mit Handbuch zur Analyse, Bewertung und Gestaltung von Tätigkeiten unter Berücksichtigung von Sicherheit und Gesundheit. Bochum: InfoMediaVerlag e.K.; 2009.

## Von der Bewertung zur Aktion – der subjektiv-induktive Weg bei der Prävention psychischer Gesundheitsgefahren

**Dr. Ulla Nagel, Susan Kainrat, Kristin Kramer und Rutger Nagel**

IPU Dr. Nagel & Partner Dresden

### Wie misst man psychische Belastungen und ihre Folgen?

Zur Erfassung des Ausmaßes psychischer Belastungen und Beanspruchungen wurde der **psy.Risk®-10-Faktoren-Test zu Gesundheitsrisiken in der Arbeit** (Belastungen) und der **psy.Res®-Gesundheitsressourcen-Test** (Beanspruchungsfolgen) verwendet. Entwickelt wurde er von den Autoren im Auftrag der BG ETEM in Zusammenarbeit mit der TU Dresden.

Das wissenschaftliche Modell, das die Grundlage der eingesetzten Instrumente darstellt, ist das Belastungs-Beanspruchungs-Konzept. Belastungen sind zunächst einmal entgegen der umgangssprachlichen Bedeutung völlig wertneutral alle äußeren Einflussfaktoren, die in Abhängigkeit von den persönlichen und sozialen Dispositionen und Rahmenbedingungen eine individuelle Beanspruchung bewirken. Diese Beanspruchungswirkung äußert sich im Denken, Fühlen, Vegetativum, Muskel-Skelett-Apparat und/oder Verhalten der Person.

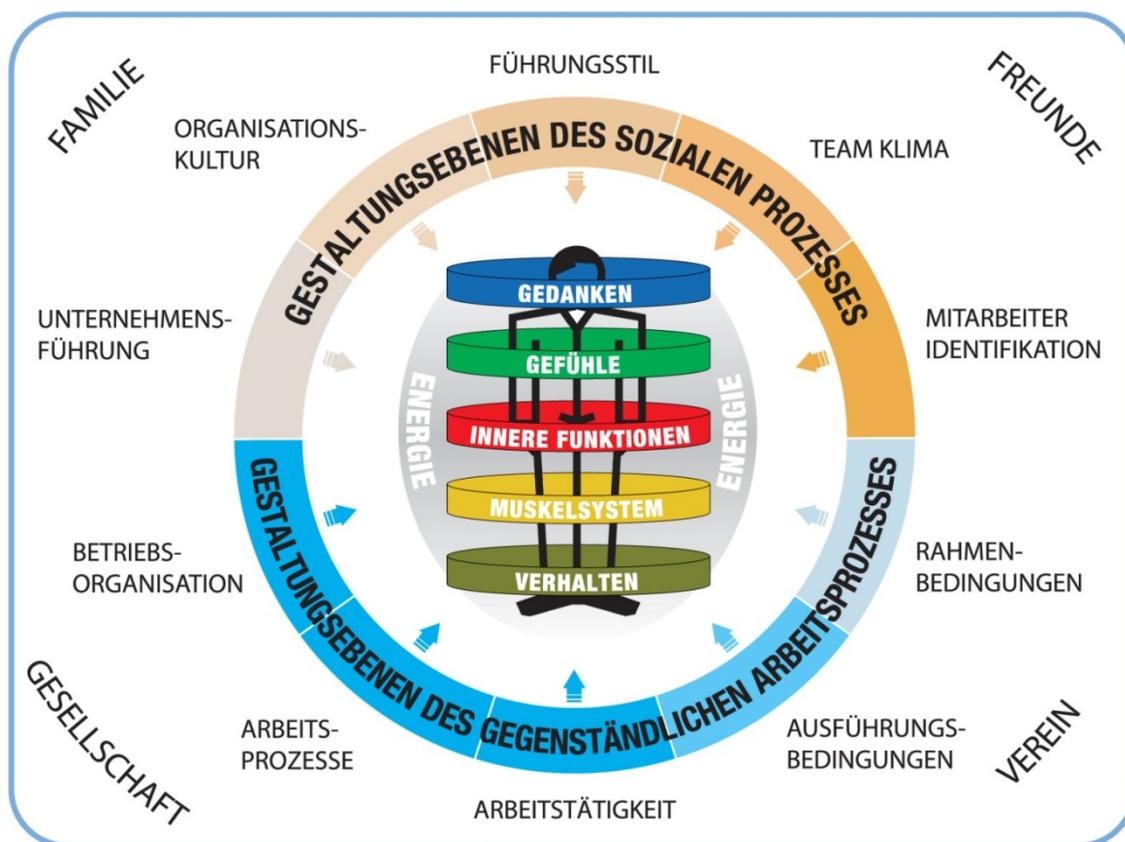
### Besonderheiten der Gefährdungsbeurteilung im psychischen Bereich

Erfahrungen zu allgemeinen Richtwerten sind noch rar: Ob Einwirkungen fehlbelastend oder förderlich wirken, hängt vom Individuum ab. Objektive Einwirkungen (Belastungen) und subjektive Auswirkungen (Beanspruchungsfolgen beim Einzelnen) müssen gleichermaßen erfasst werden. Expertenverfahren stoßen demnach an ihre Grenzen – Betroffene müssen einbezogen werden. Der Arbeitsplatz- und Tätigkeitsbezug nach ArbSchG §5 ist nicht aufnahmefähig für komplexe psychische Gefährdungen. Bei der Gefährdungsbeurteilung im psychischen Bereich muss über die „Grenzen der Box“ hinaus gedacht werden. Die Mühen lohnen sich: Die Beseitigung einer psychischen Gefährdung führt immer gleichzeitig zum Aufbau einer Ressource. Befähigt man ein z.B. ein Team, einen Konflikt zu lösen, dann vermittelt man eine Konfliktlösekompetenz, die in einem späteren Konflikt bereits als Ressource genutzt werden kann. Ein abgedecktes Kabel hingegen beseitigt lediglich die Gefährdung.

### Das psy.Risk®-10-Faktoren-Modell

Entsprechend des Belastungs-Beanspruchungs-Modells werden mit dem psy.Risk®-Test psychische Belastungen und mit dem psy.Res®-Gesundheitsressourcentest psychische Beanspruchungen und deren positive und negative Folgen erfasst.

Die Wurzeln psychischer Gesundheitsgefährdungen am Arbeitsplatz liegen in der weniger günstigen Gestaltung der Arbeit (gegenständlicher Prozess) sowie der Arbeitsbeziehungen (sozialer Prozess). Das **psy.Risk®-Modell** weist für beide Ebenen je 5 betriebliche Einflussfaktoren auf, aus denen, wie gesagt, je nach Qualität der Gestaltung Fehlbelastungen oder Gesundheitsressourcen erwachsen können. Andere Einflüsse wirken aus der Freizeit in die Arbeit hinein: aus dem Privatleben (Familie, Freunde), aus nebenberuflicher Betätigung (z.B. Verein) sowie aus den Problemen von Nachbarschaft, Kommune und Gesellschaft.



Copyright © Dr. Ulla Nagel - IPU Nagel & Partner - psy.Risk® - www.ipu-nagel.de

Abbildung 1: Das Systemische Zwei-Ebenen-Modell der Belastung und Beanspruchung (Nagel 2004 in Toolbox psy.Risk®)

## Das Testsystem

Der **psy.Risk®-10-Faktoren-Test zu Gesundheitsrisiken in der Arbeit** erfasst und bewertet die Fehlbelastungen und Ressourcen in der Arbeit (siehe Abbildung 1: psy.Risk®-Modell). Er existiert als **Fremdcheck** für Führungskräfte/Experten und als **Selbsttest** für Betroffene.

Der **psy.Res®-Gesundheitsressourcen-Test** erfasst und bewertet die Ausprägung folgender Fehlbeanspruchungsfolgen und individueller Ressourcen (**Selbsttest** für Betroffene):

1. Monotonie, psychische Sättigung, psychische Ermüdung
2. Stress – psychisch und körperlich
3. Erschöpfung und Burnout
4. Angst und Depression
5. Gewalt und Mobbing
6. Sucht
7. Motivation
8. Positive Beanspruchungsfolgen: Persönliche Ressourcen

Die **Gesamtbilanz „Meine Arbeit & Gesundheit“** (Abbildung 2) wiegt Arbeitsbelastungen (psy.Risk®-10-Faktoren-Test) und Beanspruchungsfolgen – also Gesundheit – (psy.Res®-Gesundheitstest) gegeneinander auf. Sind beide positiv zu bewerten, ist keine aktuelle psychische Gefährdung vorhanden. Steht gesunder Arbeit eine beeinträchtigte Gesundheit gegenüber, scheint es sich um belastende Einflüsse aus dem privaten Bereich zu handeln. Hier ist der Mitarbeiter gefragt. Anders wenn der Ampelmann bei der Bewertung der Arbeit auf Rot steht, die Gesundheit sich aber noch im grünen Bereich befindet: Hier muss innegehalten werden, um die Verhältnisse auf der Arbeit zu verbessern (sog. „**Verhältnisprävention**“). Auf lange Sicht wird die Gesundheit sonst angegriffen. Das vierte mögliche Ergebnis zeigt Rot sowohl für Arbeit als auch für Gesundheit. Drei Alarmstufen kennzeichnen dann das Dringlichkeitsgebot des Handelns. Neben der Verhältnisprävention wird auch Verhaltensveränderung beim Betroffenen dringend notwendig (sog. „**Verhaltensprävention**“).

**Ermitteln Sie hier Ihre Gesamtbilanz „Meine Arbeit & Gesundheit“!**

Schritt 1:	Schritt 2:	Schritt 3:	Schritt 4:	Weiter zu Schritt 5:
<b>Gesamturteil Arbeit</b> Schauen Sie auf Ihr dreifarbiges Ampelprofil im 10-Faktorentest über Ihre Arbeit (blauer Hintergrund). Ermitteln Sie nun das Gesamturteil zu Ihrer <b>Arbeit</b> entsprechend der Fußgängerampel: nur grün oder rot! <b>Kreuzen Sie nach folgender Regel an:</b>	<b>Gesamturteil Gesundheit</b> Schauen Sie auf Ihr dreifarbiges Ampelprofil im Test Ihrer Gesundheit (orangefarbener Hintergrund). Ermitteln Sie nun das Gesamturteil zu Ihrer <b>Gesundheit</b> entsprechend der Fußgängerampel: nur grün oder rot! <b>Finden Sie Ihre Paarung gemäß Regel:</b>	<b>Kombination Schritt 1+2</b> <b>Meine Schlussbilanz:</b> Markieren Sie das Feld in der Reihe, in der Sie sowohl in den Spalten „Schritt 1“ und „Schritt 2“ ein Kreuz gesetzt haben.	<b>Handlungserfordernis</b> <b>Was bedeutet mein Ergebnis?</b> Die im Test bewerteten Einflüsse aus Arbeit und Gesundheit stehen in einem engen wissenschaftlich nachgewiesenen Zusammenhang!	
= Alle Faktoren: = Mindestens 1 Faktor:	oder maximal 3 Faktoren: oder mehr als 3 Faktoren:			
<b>So schätze ich meine Arbeit ein:</b> gute Bedingungen gute Bedingungen beeinträchtigte Bedingungen beeinträchtigte Bedingungen	<b>So schätze ich meine Gesundheit ein:</b> gute Gesundheit beeinträchtigte Gesundheit gute Gesundheit beeinträchtigte Gesundheit	<b>Bilanz</b> GO! ACHTUNG! im gesundheitlichen Bereich ACHTUNG! im beruflichen Bereich STOPP!	Sie sind auf dem richtigen Weg! Achten Sie aber dennoch weiterhin auf gesundheitsförderliche Gestaltung Ihrer Arbeit und Lebensweise. Was können Sie noch verbessern? Achtung, Ihre Gesundheit ist beeinträchtigt! Die Ursachen scheinen eher im außerberuflichen Umfeld zu liegen. Falls das zutrifft, warten Sie nicht länger: Sprechen Sie mit Freunden bzw. suchen Sie Hilfe durch Fachleute (Coach, Arzt, Psychotherapeut). In Ihrer Arbeit gibt es Risiken. Regen Sie Veränderungen an! Die Risiken wirken sich früher oder später auf Ihre Gesundheit aus! So sollten Sie nicht weiter machen! Sowohl Arbeit als auch Gesundheit sind kritisch! Handeln Sie umgehend je nach Alarmstufe.	
<b>Verhältnisprävention</b>	<b>Verhaltensprävention</b>	<b>In beiden Profilen zusammen:</b> kein  = ① max. 6  = ② mehr als 6  = ③	<b>Handlungserfordernis je nach Alarmstufe:</b> → Suchen Sie das Gespräch! → Gesundheit ist jetzt das Topthema! → Es ist höchste Zeit zum Handeln!	Weiter zu Schritt 5:

Copyright © IPU Dr. Nagel & Partner, 2011. Alle Rechte vorbehalten. \* Innovative Personal- und Unternehmensentwicklung, Arndtstr. 11, 01099 Dresden, Tel.: 0351 33 20 500, Fax: 0351 40 45 142, info@ipu-nagel.de

Abbildung 2: Ermitteln der Gesamtbilanz im psy.Res@-Infoflip (IPU 2012)

### Betrieblicher Einsatz zur Gefährdungsbeurteilung psychischer Risiken in der Arbeit

**psy.Risk@-Testvariante für Führungskräfte:** Dieser „Fremdcheck“ aus Beobachtersicht ist für die jährliche Gefährdungsbeurteilung geeignet. Führungskräfte, Experten (Sicherheitsfachkräfte, Betriebsärzte, Multiplikatoren) beurteilen die Belastung und tauschen sich in Führungsrunden, Arbeitskreisen, Gesundheitszirkeln etc. zur Prävention aus. Frühwarn-Quickchecks werden genutzt, um das Entstehungsrisiko von Fehlbeanspruchungsfolgen bei Mitarbeitern, wie z.B. Burnout, Innerer Kündigung oder körperlichen Stress zu minimieren

**Testvariante für Mitarbeiter:** In Unterweisungen/Teamgesprächen können Mitarbeiter die Belastungen aus ihrer Arbeit selbst beurteilen (Schritt 1). Im 2. Schritt überprüfen sie ihre Gesundheit mittels des psy.Res@-Gesundheitstests. Im 3. Schritt ermitteln sie ihre Gesamtbilanz „Meine Arbeit & Gesundheit“. Präventionsmaßnahmen sind direkt ableitbar (Schritt 4).

### **Vom Einfachen zum Komplexen – Vom Teil zum Ganzen Möglichkeiten der Herangehensweise in der Praxis**

#### **Susanne Bonnemann, Wolfgang Zschesche**

Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse, Köln

##### Komplexe Aufgabenstellung

Die Komplexität der Aufgabe, die verschiedenen Facetten psychische Faktoren am Arbeitsplatz sowohl von der Belastungs- als auch der Beanspruchungsseite zu ermitteln, zu bewerten und bei Bedarf geeignete Maßnahmen abzuleiten und deren Wirksamkeit zu überprüfen, schreckt viele Betriebe und Akteure des betrieblichen Arbeitsschutzes einschl. Betriebsärzte häufig ab, sich dieses Themas anzunehmen. Dennoch gibt es in der Praxis durchaus Vorgehensweisen, die das Aufgreifen des Themas erleichtern und die Scheu vor der Gefährdungsbeurteilung nehmen können. Wichtig ist im Vorfeld, mehr noch als bei anderen Einwirkungen, wie etwa durch Gefahrstoffe oder physikalische Belastungen, eine gute Planung und Vorbereitung sowie eine gut durchdachte Kommunikationsstrategie.

##### Planungsphase

Es empfiehlt sich, zunächst einen Steuerungskreis im Betrieb einzurichten; dieser kann z. B. im Rahmen der Arbeitssicherheitsausschuss-Sitzung (ASA) oder eines evtl. schon bestehenden Gesundheitskreises etc. etabliert werden, oder aber als gesonderte Institution. Angehören sollten diesem Kreis in jedem Fall betriebsverantwortliche Führungskräfte, Vertreter der Personalabteilung, Betriebsräte bzw. Vertreter der Beschäftigten, Vertrauensleute, Betriebsärzte und Fachkräfte für Arbeitssicherheit, soweit vorhanden ggf. auch Sozialarbeiter, Arbeits-Psychologen etc. des Betriebs. Häufig ist es, insbesondere in der Initiierungsphase, hilfreich, eine(n) externe(n) Moderator(in), z. B. des zuständigen Unfallversicherungsträgers, einer Krankenkasse oder einer arbeitspsychologischen, arbeitswissenschaftlichen oder sozialwissenschaftlichen Einrichtung einzubeziehen. Folgende Aspekte sollen vor Durchführung der Belastungsermittlung unbedingt geklärt werden: Sicherstellung der Unterstützung und der aktiven Beteiligung der Unternehmensführung/Betriebsleitung etc.; Sicherstellung der erforderlichen Vertraulichkeit von Daten und Angaben; Definition von Umfang und Grenzen des Arbeitsauftrags; Strategie und Vorgehensweise in der Ermittlung und Beurteilung von Belastungen, Beanspruchungsfolgen und ggf. Ableitung und Umsetzung von Maßnahmen; Klärung der Randbedingungen, z. B. im Hinblick auf nicht veränderbare Gegebenheiten oder Vorgaben (z. B. bzgl. Arbeitsorganisation, Qualitätsstandards etc.) sowie den möglichen finanziellen Rahmen; Festlegung der Zeitschiene; Konzept der Information von Belegschaft und allen Beteiligten im Vorfeld sowie bei der Vermittlung der Ergebnisse und der Umsetzung von Maßnahmen. Andernfalls besteht die Gefahr, dass in der Belegschaft Erwartungen geweckt werden, die enttäuscht werden. Unabdingbar

ist eine offene Kommunikation und Rückmeldung von Ergebnissen und angestrebten Maßnahmen; hierbei ist die aktive Einbeziehung der Mitarbeiter unbedingt anzustreben. Andernfalls droht für Folgeprojekte eine Verweigerungshaltung der Mitarbeiter. Es sollten nicht nur Defizite und Handlungsbedarf angesprochen werden, sondern auch über positive Ergebnisse der Zustandsbeurteilung berichtet werden. Welches weitere Vorgehen dann optimal ist, hängt von den konkreten Gegebenheiten im jeweiligen Betrieb bzw. dem Gesamt-Unternehmen (Größe, Struktur, Homo- bzw. Heterogenität, Führungsspanne, Hierarchieebenen etc.) ab. Deshalb können im Folgenden nur einige allgemeine Hinweise gegeben werden.

### Einbeziehung von Vorwissen - Vom Einfachen zum Komplexen

Beginnen Sie nicht unbedingt mit einer flächendeckend eingesetzten und alle wesentlichen Handlungsfelder abdeckenden Mitarbeiterbefragung, die aufwändig ausgewertet werden muss und für die meist externe Experten ins Haus geholt werden müssen.

Nützen Sie vorhandenes Vorwissen: Befragen Sie Betriebsärzte, Sicherheitsfachkräfte, Betriebsräte, Vorgesetzte, Sicherheits- u. a. Beauftragte, soweit im Betrieb vorhanden auch Sozialarbeiter etc. Dort besteht häufig bereits ein Fundus an Erkenntnissen über besondere psychische Belastungsfaktoren, eventuelle negative Auswirkungen und oft auch schon Ideen für Verbesserungsvorschläge und -maßnahmen, so dass hierdurch schon die ersten Weichenstellungen in der Gefährdungsbeurteilung und ggf. Abstufungen bzgl. Dringlichkeit, Handlungsbedarf etc. erfolgen können! Auch die Auswertung von Unfällen und „kritischen Situationen“ können Hinweise auf besonders ungünstige psychische Faktoren (wie z. B. Zeitdruck mit unfallträchtigem Arbeiten) geben. Auch eine Fehlzeitenanalyse, u. U. unterstützt von Gesundheitsberichten einer Krankenkasse, können erste Hinweise auf „hot spots“ geben; aber Vorsicht: hier lauern viele Fallstricke, so dass nicht voreilig von besonderen Häufungen an Arbeitsunfähigkeit oder bestimmten Diagnosegruppen in einzelnen Arbeitsbereichen auf die Kausalität mit der beruflichen Tätigkeit geschlossen werden darf; die Ergebnisse können jedoch Anlass für eine vertiefte Analyse sein.

Für die weitere Vorgehensweise sollten dann in jedem Fall Verfahren und Instrumente gewählt werden, die die Kriterien der DIN-Norm 10075 abbilden, wenigstens die Bereiche der Arbeitstätigkeit, der Arbeitsumgebung, der Arbeitsorganisation und der sozialen Interaktion abdecken. Dies erleichtert auch die strukturierte Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung. Darüber hinaus sollten die Verfahren qualitätsgesichert sein und den Gütekriterien bzgl. der Aussagefähigkeit (Validität), der Zuverlässigkeit (Reliabilität) und der Unabhängigkeit von Untersucher und Situation (Objektivität) entsprechen.

Es bietet sich häufig an, in einzelnen Organisationseinheiten des Betriebes zunächst einfachere Verfahren, wie z. B. Checklisten-Instrumente, zur objektiven Beobachtung durch entsprechend geschulte interne Experten (z. B. Sifa, Betriebsarzt) in Kombination mit gezielten strukturierten Interviews von sog. „Schlüsselpersonen“ oder

einer Zufallsstichprobe an Interviewpartnern einzusetzen. Hierdurch lässt sich in vielen Fällen schon klären, ob Belastungen und negative Auswirkungen auf die Mitarbeiter (= Fehlbeanspruchungen) erkennbar sind und ob überhaupt ein Bedarf an vertiefender Analyse besteht und der Einsatz weitergehender Instrumente oder Analysen erforderlich ist. Der Einsatz von aufwändigen, oft nur durch besonders geschulte betriebliche Akteure des Arbeitsschutzes oder durch externe Experten anwendbaren Instrumenten und Verfahren kann dann u. U. vermieden oder auf einige (wenige) Teilbereiche des Betriebs bzw. Unternehmens begrenzt werden. So kann das Vorgehen rational, effizient und zeit- wie kostensparend erfolgen. Hieraus ergibt sich dann eine schrittweise Vorgehensweise mit ansteigenden Anforderungen an die Sach- und Fachkunde bzgl. der Arbeitspsychologie, wie Sie sich in Abb. 1 darstellt.



Abb. 1: Stufenweises Vorgehen bei der Gefährdungsbeurteilung mit zunehmender Komplexität und Anforderungen an die durchführenden Akteure.

Vom Teil zum Ganzen

In vielen Fällen wird es sinnvoll sein, mit der Gefährdungsbeurteilung zunächst nur in bestimmten, wenigen Bereichen des Betriebs zu beginnen, z. B. in solchen, in denen anhand des Vorwissens mit besonders ungünstigen Bedingungen zu rechnen ist. Vor einer etwaigen Ausweitung der gewählten Vorgehensweise auch auf andere Bereiche kann dann zunächst geprüft werden, ob das geplante Vorgehen für den Betrieb praktikabel ist oder ob noch Veränderungen in Konzeption und Steuerung erforderlich sind. So können Mehraufwand und Nachsteuerungen, die andernfalls flächendeckend im Gesamtbetrieb erforderlich sein könnten, vermieden werden. Bei sehr unterschiedlichen Arbeits- und Gefährdungs-Bedingungen in verschiedenen

Betriebsbereichen kann es zudem sinnvoll sein, individuell in Einzelbereichen unterschiedlich vorzugehen.

## **Schritte zur Anwendung des AGS-Konzeptes zur Minimierung krebserzeugender Stoffe**

### **Henning Wriedt**

Beratungs- und Informationsstelle Arbeit & Gesundheit, Hamburg

#### Rahmenkonzept

Ende 2007 hat der Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) ein risikobasiertes Konzept verabschiedet, mit dem die in der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) vorgeschriebene Minimierung krebserzeugender Stoffe operationalisiert werden soll. Für die Mehrzahl solcher Stoffe kann keine Wirkschwelle bestimmt und damit kein gesundheitsbasierter Grenzwert abgeleitet werden. Lässt sich ein solcher Stoff betrieblich nicht substituieren, so greift das Minimierungsgebot der GefStoffV.

Zur Unterstützung dieser Vorgabe enthielt die GefStoffV bis 2004 ein Konzept, das sich auf technikbasierte Grenzwerte (Technische Richtkonzentrationen, TRK) stützte. Das TRK-Konzept wies jedoch gravierende Schwachstellen auf und war zudem nicht kompatibel mit dem gesundheitsbasierten Ansatz der 2005 novellierten GefStoffV, so dass es nicht in diese übernommen wurde.

An seine Stelle tritt jetzt das neue, risikobasierte Konzept. Ausgangsbasis ist ein stoffunabhängiges Rahmenkonzept, in dem Schutzmaßnahmen und risikobasierte Konzentrationswerte für Einzelstoffe miteinander verknüpft sind. Beschrieben ist das Konzept in der Bekanntmachung Gefahrstoffe 910 (BekGS 910), die zum Technischen Regelwerk der GefStoffV gehört.

Ausgehend von zwei stoffunabhängigen Risikogrenzen (Akzeptanz- und Toleranzrisiko). gelangt man mit Hilfe stoffspezifischer Exposition-Risiko-Beziehungen (ERB) – speziellen Dosis-Wirkungs-Beziehungen – zu den stoffspezifischen Konzentrationswerten (Akzeptanz- und Toleranzkonzentration).

Bewertungsmaßstab für die Größe „Risiko“ ist die Wahrscheinlichkeit, aufgrund arbeitslebenslanger Exposition mit einem krebserzeugenden Stoff an Krebs zu erkranken (häufig verkürzt als „zusätzliches Krebsrisiko“ bezeichnet). Für die beiden Grenzen dieses zusätzlichen Krebsrisikos hat sich der AGS auf die Werte 4 : 1.000 (Toleranzrisiko – Grenze zwischen hohem und mittlerem Risiko) und 4 : 100.000 (Akzeptanzrisiko – Grenze zwischen mittlerem und niederem Risiko) verständigt. Während der Einführungsphase des Konzepts, jedoch längstens bis 2018, ist mit 4 : 10.000 vorübergehend ein zehnmal höherer Wert für das Akzeptanzrisiko zugelassen, um so den Betrieben den Einstieg in das Konzept zu erleichtern.

Die beiden Risikogrenzen sind differenziert zu betrachten: Während die obere Grenze grundsätzlich nicht überschritten werden soll und – sollte dies doch vorkommen – unmittelbar wirksame Maßnahmen zu treffen sind, handelt es sich bei der unteren

Grenze um einen Zielwert, der in vielen Betrieben erst mittel- oder langfristig erreicht werden kann.

Im gestuften Maßnahmenkonzept, dem zweiten Element des Rahmenkonzepts, sind Vorgaben für die in den drei Risikobereichen (hohes, mittleres und niederes Risiko) zu treffenden Maßnahmen beschrieben. Es besteht aus 19 in sich gestufte Einzelmaßnahmen, deren jeweilige Anforderungen mit der Risikohöhe korrespondieren.

Komplettiert wird das Rahmenkonzept durch ein drittes Element, die Methodik zur Ableitung von Exposition-Risiko-Beziehungen (ERB). Sie ist in einem umfangreichen „Leitfaden zur Quantifizierung von Krebsrisikozahlen bei Exposition gegenüber krebserzeugenden Gefahrstoffen für die Grenzwertsetzung am Arbeitsplatz“ beschrieben (Anlage 2 der BekGS 910).

#### Anwendung des Konzepts auf Einzelstoffe

Um das Konzept auf einen Stoff anwenden zu können, muss zuvor dessen ERB abgeleitet und daraus seine Akzeptanz- und Toleranzkonzentration bestimmt worden sein. Bis Frühjahr 2012 hatte der Unterausschuss III (UA III) des AGS bereits für 15 Stoffe ERB abgeleitet, von denen schon für neun Stoffe die Konzentrationswerte in der BekGS 910 veröffentlicht sind. Für die anderen sechs Stoffe stehen einige abschließende Klärungen hinsichtlich der Umsetzung der feststehenden Werte noch aus. Ihre Publikation wird im Lauf des Jahres bzw. bis Mitte 2013 erwartet. Für 14 weitere Stoffe arbeitet der UA III gegenwärtig noch an der Ableitung der ERB.

Neben den beiden Konzentrationswerten, die für die Einbeziehung eines Stoffes in das Konzept unabdingbar sind, kann es für einzelne Stoffe erforderlich sein, bei der betrieblichen Umsetzung zusätzliche „Randbedingungen“ als stoffspezifische Besonderheiten zu berücksichtigen. Bei diesen Bedingungen handelt es sich unter anderem um das Auftreten einer nicht-malignen toxischen Wirkung unterhalb der stoffspezifischen Toleranzkonzentration, das Vorliegen einer Hintergrundexposition des Stoffes oberhalb seiner Akzeptanzkonzentration, die Lage der messtechnische Bestimmungsgrenze oberhalb der stoffspezifischen Akzeptanzkonzentration, die Unterschreitung der stoffspezifischen Toleranz- oder Akzeptanzkonzentration durch den bereits früher ermittelten Stand der Technik (quantifiziert durch den ehemaligen TRK-Wert), das Auftreten von Expositionsspitzen oberhalb der stoffspezifischen Toleranzkonzentration sowie die Verfügbarkeit von Biomonitoring-Verfahren.

In den Arbeiten zur Integration der ersten Stoffe in das Konzept sind für die meisten der genannten Punkte bereits einvernehmliche Lösungen gefunden worden. Darauf aufbauend wird vom AGS gegenwärtig eine Verallgemeinerung der Ergebnisse vorbereitet, um die BekGS 910 um entsprechende Hinweise zu ergänzen, die den Betrieben als zusätzliche Hilfestellung für die Gefährdungsbeurteilung dienen sollen.

#### Hilfen für die Erprobung des Konzepts und Ausblick

Obwohl das Konzept derzeit noch nicht in der GefStoffV und daher nicht rechtlich verankert ist, müssen sich Betriebe bereits heute damit auseinandersetzen, da das Minimierungsgebot der GefStoffV gem. § 9 (2) zwingend greift. Das Risikokonzept des AGS weist einen Weg, wie dieses Gebot verordnungskonform umgesetzt werden kann. Selbstverständlich steht es Betrieben frei, die Vorgaben der Verordnung auf anderem Wege zu erfüllen. Als Grundsatz gilt aber, dass „zumindest in vergleichbarer Weise der Schutz der Gesundheit und die Sicherheit der Beschäftigten gewährleistet werden“ (§ 7 (2) GefStoffV).

Zur Unterstützung der Betriebe hat der AGS einen speziellen Fragen-Antworten-Katalog zum Konzept erarbeitet, der als BekGS 911 im Technischen Regelwerk veröffentlicht ist. Ferner befinden sich gegenwärtig die oben erwähnten Hinweise in Vorbereitung, mit denen die BekGS 910 voraussichtlich Ende des Jahres um zusätzliche Hilfestellungen für die Gefährdungsbeurteilung ergänzt werden soll. Darüber hinaus hat der AGS Mitte 2011 auf seiner Website einen Bereich „Risikoakzeptanz-Konzept des AGS“ eingerichtet ([www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/AGS/Risikoakzeptanz-Konzept.html](http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/AGS/Risikoakzeptanz-Konzept.html)), in dem ein erläuternder Übersichtsartikel sowie ein Foliensatz zum Konzept zu finden sind.

Als Zeitpunkt für die Integration des Konzepts in die GefStoffV wird gegenwärtig Mitte 2015 genannt. Dann läuft die Übergangsfrist für die Einführung des GHS-Systems in der EU aus (GHS: Global Harmonisiertes System zur Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien), und die GefStoffV muss komplett auf das neue System umgestellt werden. Mit dem Konzept, das verbesserte Voraussetzungen für eine verstärkte Expositionsminimierung bietet, erfolgt der Übergang von einer Grenzwertorientierung hin zu einer Maßnahmenorientierung. Daran knüpft sich die Erwartung, das in vielen Betrieben verbreitete statische Verständnis des früheren TRK-Konzepts zu überwinden, das im Fall eines eingehaltenen TRK-Wertes einer weitergehenden Minimierung entgegenstand.

## **Virushepatitis B und C - Möglichkeiten der prä- und der postexpositionellen Prophylaxe**

**Hofmann, F.**

Lehrstuhl für Arbeitsphysiologie, Arbeitsmedizin und Infektionsschutz, Bergische Universität Wuppertal

### **Zielsetzung**

Überblick über die Möglichkeiten der prä- und der postexpositionellen Prophylaxe zur Vermeidung von Hepatitis-B-Virus (HBV)- und Hepatitis-C-Virus (HCV)-infektionen.

### **Methode**

Auswertung von Studien zur Prophylaxe von HBV-Infektionen durch die (präexpositionelle) Hepatitis B-Schutzimpfung und die (postexpositionelle) Gabe von Hepatitis-B-Immunglobulin (HBIG) sowie zur begleitenden serologischen Diagnostik, Auswertung von Studien zur Frühbehandlung der HCV-Infektion und zur begleitenden Diagnostik.

### **Ergebnisse**

Die seit 1982 in Deutschland empfohlene Hepatitis-B-Schutzimpfung hat entscheidend zur günstigen Beeinflussung des Berufskrankheitengeschehens beigetragen. Da die Erregerzirkulation des Hepatitis B-Virus (HBV) in der Bevölkerung durch die seit 1995 eingeführte Standardimpfung für Personen unter 18 Jahren weiter behindert wurde, konnte der Rückgang der Berufskrankheitenzenzahlen noch einmal erheblich beschleunigt werden. Diverse serologisch orientierte Querschnittsstudien zur Prävalenz von HBV-Markern in Deutschland, die fast ausschließlich von unserer eigenen Arbeitsgruppe durchgeführt wurden, zeigen folgerichtig eine Annäherung an die bei Angehörigen der Allgemeinbevölkerung gefundenen Werte.

Bei der Beurteilung der Postexpositionellen Prophylaxe (PEP), deren Einsatz bei möglichen HBV-Kontakten immer dann indiziert ist, wenn es sich um nicht immune Beschäftigte handelt ergibt sich, dass einzig die Simultanprophylaxe mit HBIG und HB-Impfstoff einen verlässlichen Schutz vor der Infektion versprechen – falls früh genug nach infektiösem Kontakt interveniert wird. (Tabelle 1).

Personal	n	keine Hepatitis	Anti HbC-Serokonv.	Hepatitis	PEP
geimpft	43	43			keine
anti HbC +	16	16			keine
antiHbC/s -	17	15	2		HBIG 1x
	38	29	3	6	HBIG 2x
	29	29			simultan
	2	1	1		SIG
	2	2			Impfung
	18	7		11	keine

Tabelle 1: Untersuchung des Verlaufs von 4.300 Nadelstichen, bei denen sich 155 als HBV-infektiös herausstellten, in Abhängigkeit von der Art der Postexpositionsprophylaxe (PEP)

Die Wirksamkeit der präexpositionellen Prophylaxe (mit Hilfe der Hepatitis B-Schutzimpfung) konnte eindrucksvoll im Rahmen einer Studie an 1235 Hepatitis B-Berufskrankheitenfällen demonstriert werden. Impfdurchbrüche mit dem Ergebnis einer akuten oder chronischen Hepatitis B(-virusinfektion) konnten in den 23 Fällen, in denen Beschäftigte vor der (vollständigen) Hepatitis B-Impfung gescreent (Bestimmung von anti HbC) und 4 – 8 Wochen nach Impfung quantitativ auf anti HBs getestet worden waren, nur dann objektiviert werden, wenn es sich um Personen handelte, bei denen eine ungenügende Immunantwort auf die Impfung vorgelegen hatte (Non- oder Lowresponse) (Tabelle 2).

Impfanamnese	n	Anti HbC-Serokonversion	Hepatitis B, akut selbstlimitierend	Chronische Hepatitis B / HBV-Infektion
Nonresponder	18	1	7	10
Lowresponder	1	0	0	1
Responder	4	4	0	0

Tabelle 2: Verlauf bei 23 regelrecht Hepatitis B-Geimpften in Abhängigkeit vom Erfolg der Impfung (Responder 100 IU/l und mehr anti HBs nach Impfung, Lowresponder 11 – 99 IU/l anti HBs nach Impfung, Nonresponder: 10 IU/l anti HBs nach Impfung und weniger), verändert nach [2].

Was die HCV-Infektion angeht, steht nach wie vor keine präexpositionelle Prophylaxe zur Verfügung. Alle Versuche, einen Impfstoff – notwendiger Weise im Hinblick auf die fehlende Kreuzprotektion (3) bei insgesamt 11 Genotypen/Typen 11 Impfstoffe – zu entwickeln, sind bislang fehlgeschlagen. Dies liegt auch daran, dass anti HCV kein protektiver Antikörper ist (in Analogie zum anti HBs bei der HBV-Infektion). Daraus folgt auch, dass – ebenso im Gegensatz zur HBV-Infektion – eine immunologische Postexpositionsprophylaxe mit Hilfe von Immunglobulin ebenfalls bei der HCV-Infektion nicht greifen kann. Deshalb bleibt als einzige Möglichkeit nach einem (potenziell) infektiösen Nadelstich die Testung auf HCV-RNA einen Monat nach dem Arbeitsunfall und – als Konsequenz bei eingetretener Infektion – die antivirale Frühbehandlung, bei der die Erfolgsaussichten allerdings sehr gut sind; so wurden 44 Personen unmittelbar nach der Diagnose einer entweder durch Sexualkontakte, i.v.Drogenkonsum oder durch Arbeitsunfälle (Nadelstichverletzung) entstandenen HCV-Infektion 24 Wochen lang mit Interferon alfa-2b behandelt. Nur bei einem einzigen Patienten war die Therapie nicht erfolgreich (4). Bei einem Hepatitis C-Ausbruch in einem westeuropäischen Krankenhaus infizierte ein HCV-positiver Patient zunächst einen Pfleger, der selbst wiederum zur Infektionsquelle für fünf weitere Patienten wurde. Bei diesen war ebenfalls die antivirale Frühbehandlung in jedem Fall erfolgreich. (5)

### Schlussfolgerung

Die fachgerechte prä- und die rechtzeitige postexpositionelle Prophylaxe sind geeignet, eine Hepatitis-B-Virusinfektion zu verhindern. Im Falle des Hepatitis C-Virus sind nach wie vor technische (z.B. sichere Instrumente, adäquate Abfallentsorgung), organisatorische und persönliche (z.B. doppelte Handschuhe) Möglichkeiten im Einsatz, da auf absehbare Zeit nicht mit der Entwicklung eines Impfstoffs zu rechnen sein dürfte. Der schon jetzt gesicherte Erfolg der Frühbehandlung dürfte vor dem Hintergrund der Einführung neuerer antiviraler Substanzen in den nächsten Jahren noch deutlich besser werden.

### Literatur

- 1 Hofmann, F., Kralj, N., Hasselhorn, H.-M., Nübling, M., Michaelis, M., Berthold, H.: Zur Effizienz der Hepatitis-B-Schutzimpfung. Gesundheitswesen 59, 1997, 527 – 534
- 2 Hofmann, F., Kralj, N.: Criteria for Successful Hepatitis B Vaccination in Adults – Results of a Case Study, Infection 37, 2009, 266 – 269
- 3 Prince, A.M., Brotman, B., Huima, T. et al.: Immunity in hepatitis C infection; J.Infect.Dis. 165, 1992, 438 - 443
- 4 Jaeckel, E., Cornberg, M., Wedemeyer, H., Santantonio, T. et al.: Treatment of Acute Hepatitis C with Interferon Alfa-2b, N.Engl.J.Med. 345, 2001, 1452 – 1457
- 5 Ross, R.S., Viazov, S.O., Gross, T., Hofmann, F., Seipp, H.M., Roggendorf, M.: Transmission of hepatitis C virus from a patient to an anaesthesiology assistant to five patients. N.Engl.J.Med. 25, 2000, 1851 - 1854

## Die Rolle des Technischen Infektionsschutzes bei der Prävention parenteraler viraler Infektionen

### N. Kralj

Bergische Universität Wuppertal, Arbeitsphysiologie, Arbeitsmedizin und Infektionsschutz

Würde man die Bedeutung der Wörter „Technik“ und „Infektionsschutz“ als Basis für eine Definition des technischen Infektionsschutzes (TIS) verwenden, so könnte man den ihn wie folgt definieren: „Der technische Infektionsschutz ist Gesamtheit aller Maßnahmen, Einrichtungen und Verfahren, die dazu dienen, Übertragung, Haftenbleiben und Eindringen von Mikroorganismen (Infektionserregern) in den menschlichen Organismus sowie ihre Vermehrung in ihm zu verhindern“. Darunter fallen würden auch immunologische und medikamentöse Infektionsschutzmaßnahmen (Impfung, Antibiotika usw.); sie werden aber traditionsgemäß gesondert und aus Sicht der Mediziner oft als übergeordnet betrachtet. Dabei ist die immense Verbesserung allgemeiner hygienischer Verhältnisse und des Lebensstandards die Hauptursache für den Rückgang der Infektionskrankheiten in den „Industrieländern“ in den letzten 50 Jahren. Die Maßnahmen des Arbeits- und damit des Infektionsschutzes werden v. a. durch das Arbeitsschutzgesetz geregelt. Das Arbeitsschutzgesetz ist mittlerweile durch eine Vielzahl von Verordnungen unterlegt. Eine davon ist die Biostoffverordnung (BiostoffV), die bei der Umsetzung der Maßnahmen des TIS eine entscheidende Rolle spielt, insbesondere auch deswegen, weil sie die gesetzliche Grundlage für technische Regeln (TRBA) bildet, die konkrete Vorschriften und Erkenntnisse zum betrieblichen Arbeitsschutz enthalten.

Durch Maßnahmen des technischen Infektionsschutzes, wie Benutzung von

- sicheren Instrumenten,
- adäquat konstruierten und platzierten Abwurfbehältern,
- Handschuhen (z. B. doppelt getragen und mit Indikatorsystem)
- Schutzkleidung,
- Hautschutzpräparaten,
- Schutzbrillen und
- Masken sowie

durch permanent angestrebte organisatorische Verbesserungen, z. B.:

- gute Arbeitsplatzbeleuchtung,
- exakte Arbeitsanweisungen,
- optimiertes Arbeitsklima und Teamarbeit kann das Infektionsrisiko minimiert und das Arbeiten im Gesundheitsdienst sicherer gemacht werden.

### **Beispiel: Doppelte Handschuhsysteme**

Zur Optimierung des technischen Infektionsschutzes ist es sinnvoll, zwei Handschuhe übereinander anzuziehen. Das Nutzen der doppelten Behandschuhung zur Vermeidung von Blutkontakten wurde durch viele Untersuchungen bestätigt [1]. Eine Optimierung des Infektionsschutzes kann durch die Verwendung doppelter Handschuhe mit Indikatorsystem (z. B. Biogel® Indicator™) erzielt werden. Dieses Handschuhsystem setzt sich aus einem grünen Unterziehhandschuh und einem neutralfarbenen Außenhandschuh zusammen. Wird der letztere bei der Operation perforiert, so sorgt die bei jedem Eingriff vorhandene Flüssigkeit dafür, dass ein gut sichtbarer grüner Fleck entsteht. Bemerkt ein Angehöriger aus dem OP-Team einen solchen Fleck, wird der Handschuh gewechselt und so die Gefahr einer Infektionsübertragung beim Fortführen der Operation minimiert. (Abb. 1)



Abb. 1: Biogel® Indicator™ Handschuhe (Mölnlycke Health Care GmbH). Die Größe des strohfarbenen Außenhandschuhs orientiert sich an der normalerweise getragenen Größe. Der grüne Unterziehhandschuh sollte jedoch eine halbe Nummer größer (!) als üblich getragen werden. Wird der Außenhandschuh bei der Operation perforiert, entsteht ein gut sichtbarer grüner Fleck – die Gefahr einer Infektionsübertragung durch unbemerkte Perforation ist gebannt.

Obwohl die Schutzwirkung doppelter Handschuhsysteme sehr einleuchtend ist, werden sie zurzeit hier zu Lande noch nicht routinemäßig eingesetzt [2]. Der Hauptgrund dafür ist die vermeintliche Einschränkung der Geschicklichkeit und des Tastsinns durch die doppelte Latexschicht. In einer an der Universität Wuppertal durchgeführten Studie konnte bei den Probanden mittels eines standardisierten neurologischen „Zwei-Punkte-Diskriminationstests“ und eines selbst entwickelten „Würfeltests“ keine signifikante Tastsinneinschränkung durch das Tragen von zwei Paar HS festgestellt werden [3].

In einer US-amerikanischen Studie, bei der neben den Tastsinnuntersuchungen auch die Geschicklichkeit bei Operateuren getestet wurde, konnten Beeinträchtigungen nur bei den Chirurgen festgestellt werden, die auch in ihrem Alltag nur mit einfach

getragenen OP-HS operieren; sie konnten sich aber schon nach einer kurzen Zeit an die doppelten Latexmembranen gewöhnen [4].

### **Literatur**

1. Tanner J, Parkinson H. Double gloving to reduce surgical cross-infection (Cochrane Review) In: The Cochrane Library, Issue 3, 2003. Oxford: Update Software
2. Kralj N, Wittmann A, Hehnen T, Hofmann F. Studie zur Akzeptanz doppelter Handschuhe bei medizinischen Interventionen. *Arbeitsmed. Sozialmed. Umweltmed.* 2011; 3: 207
3. Beie M, Kralj N, Sieker S, Hofmann F. Infektionsschutz im Arbeitsleben - Studien zum Tastsinn bei einfacher bzw. doppelter Behandschuhung. In Schäcke, G., Lüth P., (Hrsg.) Dokumentationsband über 40. Jahrestagung der DGAUM,. Fulda: Rindt Druck. 2000; 310-312
4. Novak C B, Patterson MM, Mackinnon SE. Evaluation of Hand Sensibility with Single and Double Latex Gloves. *Plast. Rec. Surg.* 1999; 1: 128-131

## Der HIV-Patient auf Fernreisen

### Rieke, Burkhard

Tropenmedizinische Praxis und Gelbfieberimpfstelle, Düsseldorf, und  
Institut für Arbeits- und Sozialmedizin der RWTH Aachen

Ausgehend von dem hohen Anteil, den Bewohner von Endemiegebieten am HIV-Geschehen hatten, stand wegen deren Besuchen in der Heimat die Beratung von Reisenden mit HIV-Infektion früh im Fokus (Furrer, 2001). Dabei haben sich die anfänglichen Befürchtungen zur Häufigkeit von Infektionen nicht bestätigt. Die Untergruppe der deutlich (Helferzellzahlen  $<200/\mu\text{l}$ ) Immunsupprimierten hat jedoch für die Tuberkulose, für Leishmaniosen und Strongyloides-Befall ein höheres Risiko, einzelne Tiefe Mykosen kommen vor (Heuss, 2000, CDC).

Bei der Beratung von Personen mit HIV-Infektion ist darüber hinaus auf die Möglichkeit zu verweisen, wegen der Mitnahme größerer Mengen von Medikamenten oder überhaupt wegen der dadurch offensichtlichen Infektion an internationalen Grenzen zurückgewiesen zu werden. Im ersten Fall, der ja von einer Zollkontrolle ausgeht, ist die ärztliche Bescheinigung einer laufenden Medikation mit den entsprechenden Präparaten (ART, Prophylaxen, evtl. weitere Medikation aus anderweitiger Indikation) oft hilfreich. Der zweite erwähnte Fall einer Verweigerung der Einreise, eines Arbeitsvisums oder einer längeren Aufenthalts-genehmigung ist für zahlreiche Länder auf der Internetseite [www.hivtravel.org](http://www.hivtravel.org) dokumentiert. Gerade vor einer beruflichen Entsendung, die oft längere fachliche oder sprachliche Vorbereitung erfordert, sollte eine solche, durch berechnete Schutzinteressen des gastgebenden Landes ja nicht gedeckte Reiserestriktion geklärt sein.

Hauptproblem bei der Beratung ist jedoch die Beachtung von Medikamenten-Interaktionen bei laufender antiretroviraler Medikation, da Proteinaseinhibitoren (PI) und nicht-nukleosidale Inhibitoren der Reversen Transkriptase (NNRTI) wie auch viele Malariamedikamente dasselbe Cytochrom-Isoenzym CYP 3A4 zum Abbau nutzen (Schulze, 2011, Meemken, 2012). Dabei induzieren die NNRTI dieses Enzymsystem und können andere Medikamente der antiretroviralen Therapie (ART), aber auch solche gegen Malaria durch Verminderung der Konzentrationen unwirksam machen. PI dagegen hemmen diesen Abbauweg und haben daher das Potential, die Wirkung solcher Medikamente zu verstärken und unerwünschte Arzneimittelwirkungen stärker hervorzurufen. Daher gilt für die Kombination aus PI und Lumefantrin nach Angaben des Lumefantrin-Herstellers eine Kontraindikation. Vereinfacht gesagt, ist zur Malariaphylaxe vor allem Doxycyclin indiziert, während zur notfallmäßigen Selbsttherapie Atovaquone/Proguanil bei Beachtung von bestimmten Ausschlüssen geeignet erscheint. Die Indikationsstellung zur Einnahme einer Malariaphylaxe erfolgt unabhängig von der HIV-Infektion.

Beim Impfschutz ist allenfalls mit einer geringeren Wirkung von Totimpfstoffen zu rechnen, Lebendimpfungen sind nur oberhalb von 400 Helferzellen/ $\mu\text{l}$  anwendbar (STIKO, 2005, RKI, 2010). Die WHO hält demgegenüber die Durchführung der

Gelbfieberimpfung auch noch bis oberhalb von 200 Helferzellen pro  $\mu\text{l}$  für sicher. Die BCG-Impfung ist kontraindiziert und auch ohnehin für erwachsene europäische Reisende ohne Nutzen.

Hinsichtlich anderer Aktivitäten, wie beispielsweise dem Tauchen, bestehen im Rahmen der üblichen Vorsichtsmaßnahmen zum Schutz anderer keine Bedenken durch eine HIV-Infektion allein.

#### Literatur

Furrer, H. et al. Trans R Soc Trop Med Hyg. 2001, 95, 484-6

Heuss, L.-T. et al. Schweiz Med Wochenschr. 2000, 130, 1041-50

Kemper, C.A. et al. Int J STD AIDS 1997, 8, 44-9

Meemken, L., Stöhr, A., Plettenberg, A.: FTR 2012;19(1):21-28

Rieke, B., Küpper, Th., Muth, C.-M. (Hg.): Moderne Reisemedizin, Gentner, Stuttgart 2010

RKI: Epid Bull 30/2010 vom 2.8.2010, über [www.rki.de](http://www.rki.de)

Schulze, M., Stich, A.: FTR 2010; 17 (5): 230-236

STIKO am RKI: Epi Bull Sonderheft 11/2005, über [www.rki.de](http://www.rki.de)

[www.cdc.gov/travel/hivtrav.htm](http://www.cdc.gov/travel/hivtrav.htm)

[www.hivtravel.org](http://www.hivtravel.org)

[www.hiv-druginteractions.org](http://www.hiv-druginteractions.org)

## Reisemedizinische Impfungen – Wer zahlt?

### Beez, Harald#, Rieke, Burkhard\*

# Medprae GmbH

\* Tropenmedizinische Praxis und Gelbfieberimpfstelle, Düsseldorf, und Institut für Arbeits- und Sozialmedizin der RWTH Aachen

Mit Inkrafttreten des Wettbewerbsstärkungsgesetzes (WSG) besteht für Gesetzliche Krankenversicherungen (GKV) seit 2007 die Möglichkeit, bestimmte Leistungen außerhalb des Pflichtkanons als freiwillige Leistungen satzungsmäßig zuzusagen (Satzungsleistungen). Viele GKV haben seither reisemedizinische Impfungen zu Satzungsleistungen gemacht, jedoch ist der Ablauf durchaus unterschiedlich. Voraussetzung ist stets der private Reiseanlaß, in manchen Fällen wird auch die Kassenzulassung des durchführenden Arztes zur Voraussetzung erklärt. Der zu beratende Reisende muß – teilweise unter Entrichtung einer sog. Praxisgebühr von 10 EUR, teilweise unter Zuzahlung eines Teils der Impfstoffkosten – in vielen Fällen die ärztlichen Gebühren für Impfungen und ggf. Impfstoffe vorstrecken und sie sich im Kostenerstattungsverfahren zurücküberweisen lassen. In anderen Fällen haben GKV mit den Kassenärztlichen Vereinigungen Vereinbarungen getroffen, nach denen die Satzungsleistungen mit der konventionellen Leistungsabrechnung zusammen am Ende des Quartals eingereicht und abgerechnet werden. Der Beitrag stellt die verschiedenen Modalitäten dar und verweist mit den Seiten [www.reisemed-experten.de](http://www.reisemed-experten.de) und [www.impf-experten.de](http://www.impf-experten.de) auf eine Möglichkeit, die satzungsmäßigen Zusagen aller GKV und PKV aufzurufen und sich ggf. an die auskunftgebende Stelle innerhalb der Krankenkasse zu wenden, falls die Zusagen nicht eingelöst werden.

#### Literatur

Wettbewerbsstärkungsgesetz: [www.bundesrat.de/nr\\_1934482/SharedDocs/...pdf/75-07.pdf](http://www.bundesrat.de/nr_1934482/SharedDocs/...pdf/75-07.pdf)

[www.impf-experten.de](http://www.impf-experten.de)

[www.reisemed-experten.de](http://www.reisemed-experten.de)

## Medizinische Versorgung auf Segeltörns

### Paul-J. Jansing, Bernadette Jansing

Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin der Heinrich-Heine-Universität, Düsseldorf

#### Ziel der Studie

Für den Bereich der so genannten Sportschiffahrt ist die reisemedizinische Literatur sehr überschaubar. Bei näherer Betrachtung stellen sich sehr verschiedenartige Problemfelder heraus, die einer näheren Betrachtung und ggf. wissenschaftlichen Erforschung bedürfen. Diese sollen auf der Basis eigener Erfahrungen und Auswertungen von Aufzeichnungen bei Segeltörns in unterschiedlichen Revieren dargestellt werden. Daraus werden Schlussfolgerungen für eine sinnvolle Prävention und Notfallselbstmedikation (NSM), Erste-Hilfe und Risikoabschätzungen abgeleitet.

#### Methode

Bei der Teilnahme an insgesamt 15 Segeltörns über mehr als 3000 sm und einer Gesamtdauer von sechs Monaten in deutschen, europäischen, afrikanischen und amerikanischen Gewässern kam es immer wieder zu mehr oder weniger ernsten Gesundheitsproblemen bei den Teilnehmern. Die Aufzeichnungen zu den ärztlichen Hilfsmaßnahmen und die speziellen Erfahrungen werden ausgewertet.

#### Ergebnisse

Die Gesamtdauer der 15 Segeltörns betrug 186 Törntage, davon 130 Tage auf See. Insgesamt wurden 3.169 Seemeilen (sm) entsprechend 5.869 km zurückgelegt, was einem durchschnittlichen Etmal von 24,4 sm (45 km) entspricht, was wiederum täglich 5 Segelstunden bedeutet. Es wurden Seegebiete in Europa (Nord- und Ostsee, Mittelmeer), vor Afrika (Kanaren und Seychellen) und Mittelamerika (Karibik) besegelt. Die durchschnittliche Törndauer betrug knapp 2 Wochen (12,4 Tage).

An den Törns nahmen 32 verschiedene Personen (9 Frauen, 23 Männer, alle Teilnehmer haben der Auswertung zugestimmt) teil, mit einem Durchschnittsalter bei Törnstart von 51,1 Jahren. Die Altersverteilung zeigt einen Schwerpunkt im 5. und 6. Lebensjahrzehnt (5. Perz. 43,0 J.; 95. Perz. 60,9 J.). Während dieser Törns wurde in 69 Fällen ärztliche Hilfe in Anspruch genommen. Diese wurden nach Schweregrad in Bagatellfälle (n=9), leichte (n=37), mittelschwere (n=21) und ernste (n=2) Fälle medizinisch stratifiziert (Abb.1). Der Zusammenhang mit spezifischen Einwirkungen bei einem Segeltörn war 31mal gegeben. 10mal handelte es sich eher um „urlaubstypische“ Gesundheitsstörungen, während 28mal Gelegenheitserkrankungen vorlagen. Bei den Gelegenheitserkrankungen waren die klasterartig auftretenden Infektionen des Atemtraktes auffällig, die sich mit dem engen Zusammenleben an Bord erklären lassen, so dass man diese 14 Erkrankungen den törnbedingten Gesundheitsstörungen

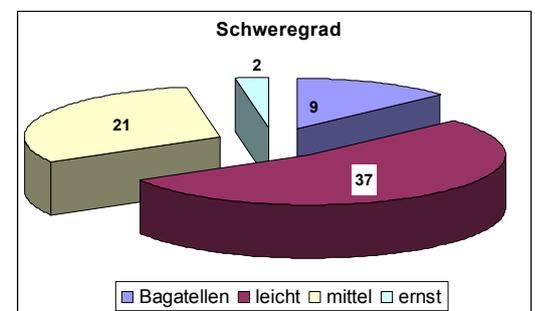


Abbildung 1: Verteilung der medizinischen Vorkommnisse (n = 69) nach Schweregrad

i.w.S. zurechnen könnte. Durchschnittlich gab es 2 medizinische Ereignisse pro 100 sm bzw. jeden zweiten Tag einen Vorfall. Für den einzelnen Teilnehmer ließ sich ein Durchschnittsrisiko für ein Ereignis alle zwei Wochen errechnen.

Gelegentlich wurde auch in Flottillen gesegelt, was dazu führte, dass sich auch andere Crews an den Bordarzt wandten (ca. 7mal mittelschwere und ernste Gesundheitsstörungen). Diese Ereignisse flossen aber nicht in die obige Auswertung ein.

Drei Tendenzen sind bei Segelreisen empirisch festzustellen, ohne dass wissenschaftliche Untersuchungen dazu vorliegen: 1. Ältere Crews, 2. Segeln auf Charterbooten, 3. Fernreisen in Länder mit weniger entwickelter Infrastruktur. Im Einzelnen bedeutet dies, dass die Häufigkeit von schwerwiegenden Vorerkrankungen in den Crews zunimmt, dass das Boot und seine Ausrüstung nicht bekannt sind und dass die Verhältnisse im Reiseland nicht den gewohnten Erfahrungen entsprechen.

Reiserisiken insgesamt werden nicht selten unterschätzt. Besonders dann, wenn medizinisch vorgebildete Mitreisende an einem Segeltörn teilnehmen, fühlen sich auch gesundheitlich angeschlagene Teilnehmer sicher. Sie verkennen, dass selbst in deutschen oder europäischen Gewässern Hilfe von außen zumindest eine lange Vorlaufzeit hat. Schwerste medizinische Zwischenfälle sind an Bord einer Segelyacht kaum zu beherrschen. Selbst banale Gesundheitsstörungen können an Bord weitreichende Folgen haben, zum Beispiel wenn Personen erkranken, die für die sichere Schiffsführung wichtig sind (Skipper, Navigator). In solchen Situationen hängt sehr viel von der Zusammensetzung der Crew ab, d. h. ob noch weitere seefeste und segelerfahrene Crewmitglieder an Bord sind, die notfalls einspringen können. Die Vorschriften für die internationale Sportschiffahrt fordern nur die Benennung eines Co-Skippers, der aber selbst keine Befähigungsnachweise vorlegen muss. Außerhalb der 12-Meilen-Zone hat selbst diese Forderung kaum praktische Bedeutung.

### **Schlussfolgerungen**

Eine gute Vorbereitung und ein angemessenes Risikobewusstsein helfen, kritische Situationen zu vermeiden oder zu meistern. Hier liegt das Aufgabenfeld der reisemedizinischen Untersuchung und Beratung. Basierend auf den Vorerkrankungen und der Einschätzung des aktuellen Gesundheitszustandes sollte unter Berücksichtigung der Aufgaben an Bord die physische und psychische Leistungsfähigkeit beurteilt werden. Behindernde Erkrankungen des Bewegungsapparates schließen weitgehend die aktive Teilnahme am „Segelbetrieb“ aus. Allenfalls bei größeren Crews mit Segelerfahrung können körperlich Behinderte mitreisen. Jedenfalls sollten die anderen Crewmitglieder und besonders der verantwortliche Schiffsführer (Skipper) vorab informiert werden.

Weiterhin sind die regionalen Gesundheitsrisiken einzuschätzen, ggf. Impfungen nach STIKO-Empfehlungen durchzuführen und eine NSM zu erläutern und zu rezeptieren. Dabei ist das Risiko für typische Tropenkrankheiten (Malaria, Dengue-Fieber) in manchen insularen Segelrevieren deutlich geringer als am Festland. Andererseits wird auf Segeltörns viel gebadet und geschnorcht, und das nicht nur an Stränden. Neben Sonnenbränden allgemein drohen in Ankerbuchten vermehrt Kontakte mit giftigen

Meeresbewohnern, wie die Auswertung zeigt. Vom Reisemediziner sollten entsprechende Selbsthilfemaßnahmen erläutert bzw. Hinweise auf spezielle Informationsquellen gegeben werden.

Generell sollte sich der Skipper um eine gut sortierte Bordapotheke bemühen und – so die eigene Erfahrung – am besten selbst mit an Bord bringen. Was man beim Chartern als „Erste-Hilfe-Kasten“ oft vorfindet, spottet jeder Beschreibung. Empfehlungen hierzu gibt es in Fachveröffentlichungen für Segler. Darauf aufbauend gibt es auch eine eigene Empfehlung für eine Medizinbox mit Kurzanleitung für Laien, die aktuell etwa 125 Euro kostet bei einem Gewicht unter 2 kg (Abb. 2).

Eine Garantie für einen unfall- und krankheitsfreien Törn ist das alles jedoch nicht. Es gibt neben Versicherungen, die die pekuniären Folgen absichern, Hilfsangebote, die auf jedem seegängigen Boot bekannt sein sollten (funkmedizinische Beratungsangebote: z.B. TMAS-Germany und MRCC, Bremen) ebenso wie Informationen zur Selbsthilfe (Kohfahl 2003).



Abbildung 2: Medikamentenbox  
für Charterskipper

Mit gravierenden Verletzungen und ernsthaften Erkrankungen ist an Bord immer zu rechnen. Gute Vorbereitung und Ausrüstung können hilfreich sein. Die persönliche Verantwortung des einzelnen Teilnehmers für eine kritische Selbsteinschätzung und eine spezielle reisemedizinische Beratung sind weitere wichtige Faktoren, um das Gefahrenpotential zu verringern. Aber ungefährlich ist es auf dem Wasser nie.

#### **Literaturverzeichnis und weiterführende Informationen**

NN, Empfehlungen der Ständigen Impfkommission (STIKO) am Robert Koch-Institut, Epidemiologisches Bulletin, 30 (2011), 276-94

Kohfahl M, Medizin auf See, DSV-Verlag, 2003, Hamburg

## Auslandseinsätze der Bundeswehr aus ärztlicher Sicht

### Markus Tannheimer

Klinik für Allgemein- Visceral- und Thoraxchirurgie am Bundeswehrkrankenhaus Ulm  
Oberer Eselsberg 40 in 89081 Ulm

Aus ärztlicher Sicht lassen sich bei den Auslandseinsätzen der Bundeswehr mindestens drei Bereiche unterscheiden. Erstens der arbeitsmedizinische Bereich mit organisatorischen und infrastrukturellen Maßnahmen des Dienstherrn, zweitens die Vorbereitung des einzelnen Soldaten, welche sowohl arbeits- als auch reisemedizinische Aspekte betrifft und drittens die Vorbereitung auf die Tätigkeit dort als Arzt am Beispiel eines Einsatzchirurgen. Über allem steht die Maxime des Sanitätsdienstes, die besagt, dass im Auslandseinsatz einem Soldat im Falle einer Erkrankung, eines Unfalls oder einer Verwundung eine medizinische Versorgung zuteil wird, die im Ergebnis dem fachlichen Standard in Deutschland entspricht. Dieser Anspruch an die medizinische Versorgung ist hoch, aber konsequent und folgerichtig, da unsere Soldaten durch ein Mandat des Parlaments in den Auslandseinsatz entsendet werden.

Die Umsetzung dieser Maxime in einem Land wie Afghanistan mit seiner zerstörten Infrastruktur und einem medizinischen Standard, der weit hinter dem europäischen zurück liegt ist schwierig. Hinzu kommen spezifische Probleme wie ubiquitär vorkommende multiresistente Keime und die aus der Reisemedizin bekannten hygienischen Defizite. Demzufolge ist die Einrichtung eines leistungsstarken, modernst eingerichteten lebensmittelchemischen und bakteriologischen Labors notwendig. Beispielsweise hat nach wiederholt festgestellten bakterieller Kontamination des kommerziell käuflichen Trinkwassers dazu geführt, dass inzwischen das Trinkwasser vor Ort selbst erzeugt und abgefüllt wird. Wegen des Keimspektrums sind Schleusenzimmer gerade im Rahmen der humanitären Hilfe bei der Versorgung von Einheimischen an der Tagesordnung, auch werden deshalb repatrierte Soldaten daheim in den Bundeswehrkrankenhäusern routinemäßig solange in Schleusenzimmern behandelt bis durch Abstriche eine multiresistente Keimbesiedelung ausgeschlossen ist. Ein großer logistischer Aufwand ist auch bei der Versorgung mit und Lagerung von Arzneimitteln, Blut- sowie Gerinnungsprodukten erforderlich. Hier hat sich eine deutliche Erleichterung durch die Einrichtung der Einsatzlazarette in klimatisierten Festbauten ergeben. Auch die Reparaturanfälligkeit der empfindlichen Medizingeräte durch die massive Staubbelastung im Einsatzland ist viel besser geworden. Insgesamt kann man die Infrastruktur, Ausstattung und Arbeitsbedingungen in den Einsatzlazaretten als sehr gut bezeichnen. Einen ganz wesentlichen Baustein zur Erfüllung der Maxime stellt der StratAirMedEvac, eine als fliegende Intensivstation umgebauter Airbus A310-304, der 44 Liegendpatienten und 6 Intensivpatienten befördern kann. Es ist sogar möglich in der Luft Notoperationen durchzuführen. Dieser Airbus wurde auch bei der Evakuierung von deutschen Tsunamiopfern 2009 eingesetzt.

Der einzelne Soldat wird medizinisch umfassend auf den Einsatz vorbereitet. Neben der Feststellung der grundsätzlichen gesundheitlichen Eignung sowie der Tropenverwendungsfähigkeit erfolgt eine HNO-, augen- und zahnärztliche Untersuchung auf Behandlungsbedürftigkeit. Jeder Soldat erhält eine auf das Einsatzland abgestimmte, umfangreiche Impfprophylaxe (für Afghanistan: TdP, MMR, Hep A+B, Influenza, Tollwut, FSME, Meningokokken, Typhus, Gelbfieber und Japanische Enzephalitis) für die Duldungspflicht besteht. Allein schon deshalb ist vor einem Auslandseinsatz ein relativ großer zeitlicher Vorlauf notwendig, alternativ muss der Impfschutz für Bereitschaftspersonal ständig aktuell gehalten werden. Neben der Erste-Hilfe-Ausbildung erfolgt eine spezielle Schulung in der Anwendung von Hämostyptika (z.B. Quickclot) und Tourniquets für die temporäre Blutstillung auf dem Gefechtsfeld sowie für die Morphin-Autoinjektoren. Außerdem werden spezielle Krankheitsbilder wie unter anderem Malaria, Leishmaniose oder auch PTBS ausgebildet um richtige Verhaltensweisen zu schulen und mögliche Hemmschwellen abzubauen. Im Einsatzland werden in und außerhalb der Lager Vektoren gemonitort und z.B. eine Malariachemoprophylaxe durchgeführt oder ausgesetzt.

An medizinischen Besonderheiten finden sich im Auslandseinsatz sog. Combat First Responder. Dabei handelt es sich um Nichtsanitäter z.B. Fallschirmjäger oder Gebirgsjäger, die für spezielle medizinische Szenarien hochspezialisiert ausgebildet werden, um in Notsituationen ohne originär medizinisches Personal z.B. im Gefecht über mehrere Stunden erweiterte medizinische Hilfsmaßnahmen leisten zu können. Eine im Heimatland unübliche Option ist die Warmblutspende. Diese dient als ultima ratio falls alle bevorrateten Blutkonserven aufgebraucht sind, sie hat sich aber auch als lebensrettende therapeutische Maßnahme bei desolater Gerinnungssituation (z.B. nach Exsanguination und Massentransfusion) erwiesen. MasCal-Situationen also der zahlenmäßig so große Anfall von Patienten, dass aktuell die Behandlungskapazitäten der medizinischen Einrichtung (-en) überfordert werden und daher eine Triage erforderlich ist, sind auch in Deutschland nicht unbekannt (z.B. Eschede). Im Auslandseinsatz wird dieses Szenario regelmäßig auf allen Ebenen beübt. Damage Control Surgery, also das chirurgische Beschränken auf das aktuell vital notwendigste um den Patienten schnellstmöglich auf der Intensivstation zu stabilisieren und ihn danach geplant weiter zu operieren ist bei polytraumatisierten Patienten auch in Deutschland gebräuchlich. Im Auslandseinsatz ist diese chirurgische Taktik die Regel, um Verwundete für den StratAirMedEvac zu stabilisieren und sie dann nach erfolgter Repatriierung im Heimatland chirurgisch Auszuversorgung. Eine weitere Besonderheit ist neben der Arbeit im internationalen Teambefreundeter Nationen, dass seit Jahren eine intensive medizinische Zusammenarbeit mit und Ausbildung von afghanischen Kollegen durchgeführt wird.

Als Arzt wird man beim Auslandseinsatz im Rahmen der humanitären Hilfe mit bis dahin nie gesehenen Krankheitsbilder und in seiner eigentlichen Funktion mit daheim (zum Glück) nur selten anzutreffenden perforierenden Verletzungen und Explosionsverletzungen (Blast-Lunge, Verbrennungen) konfrontiert. Dies in Kombination mit dem Bewusstsein selbst letzte Instanz ohne die Möglichkeit des Hilfeholens bei möglicherweise persönlich bekannten, verwundeten Personen zu sein führt regelhaft zu hohem emotionalem Stress. Gerade jungen chirurgischen Fachärzten droht die Gefahr von der chirurgischen Persönlichkeit daran zu zerbrechen. Das

„Hineinwachsen“ in diese verantwortungsvolle Rolle erleichtern die erlebten Einsätze als chirurgischer Assistent und die seit Anfang 2010 wieder aufgefrischte Kooperation mit dem „Chris Hani Baragwanath Hospital“ in Johannesburg, Südafrika. Dort wird täglich eine große Anzahl an Opfer von Gewaltverbrechen, darunter viele Schuss- und Stichverletzungen versorgt. Während des 3-4-monatigen Aufenthalts lernen die jungen Kollegen neben der jeweiligen spezifischen notfallmäßigen Therapie grundsätzliche chirurgisch-taktische Herangehensweisen, Tirage und das Arbeiten im internationalen Team.

Der ideale Einsatzchirurg ist versiert in abdominellen und thorakalen Eingriffen mit einem hohen Maß an gefäßchirurgischer Kompetenz. Osteosynthesen werden bei verwundeten Soldaten in der Regel nicht durchgeführt, die erste Stabilisierung erfolgt mittels Fixateur externe. Allerdings werden Plattenosteosynthesen im Rahmen der humanitären Hilfe häufig durchgeführt, so dass zusätzlich eine solide unfallchirurgische Ausbildung, am besten sogar mit Trepanationserfahrung diese, bislang bundeswehrinterne, Qualifikation abrundet.

Aus den Realitätszwängen der aktuellen Auslandseinsätzen mit zunehmender Intensität der Kampfhandlungen ergeben sich aus ärztlicher Sicht vielschichtige Anforderungen. Diese reichen von erheblichen infrastrukturellen Maßnahmen, Prophylaxemaßnahmen und speziellen Ausbildungen des einzelnen Soldaten bis hin zur Schaffung militärspezifischer Qualifikationen wie die des „Combat First Responders“ und des „Einsatzchirurgen“. Die getroffenen Maßnahmen haben sich in der Einsatzrealität bewährt, müssen aber ständig an die jeweiligen Szenarien angepasst und ggf. überarbeitet werden. Die Tätigkeit als Einsatzchirurg ist spannend und bietet Erfahrungen und Entwicklungsmöglichkeiten, die in diese Art und Intensität im Inland nur schwer erlebbar sind.

## Mountain Madness never ends – wohin geht die Trekking-Industrie?

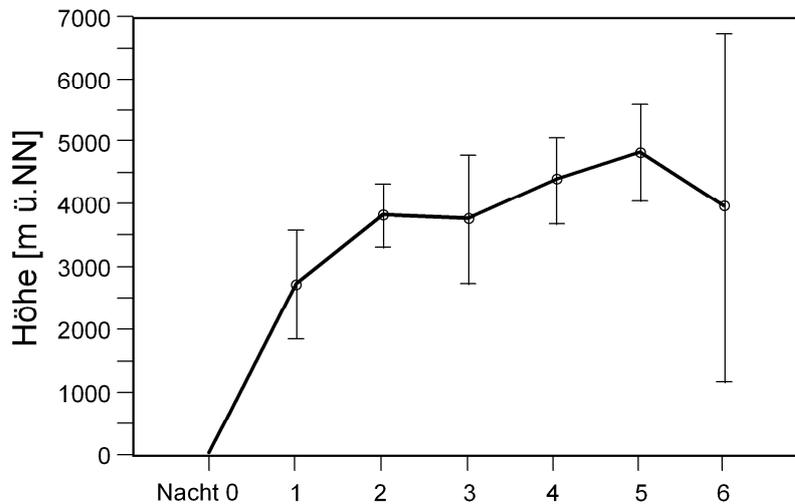
### Küpper, Th.

Institut für Arbeits- und Sozialmedizin, RWTH Aachen, und Medizinische Kommission der Union Internationale des Associations d'Alpinisme (UIAA), Bern / Schweiz

Die ADEMED-Expedition 2011 (Aachen Dental and Medical Expedition, [www.ademed.de](http://www.ademed.de)) ist gerade vom Mt. Everest zurück gekommen und alles, die Wissenschaft der 10 Dissertationsstudenten wie auch ihre Gesundheit, war perfekt. Soweit so gut – man könnte sagen: eine perfekte Expedition, wären da nicht einige Beobachtungen am Rande. Während das Team mit den Kollegen der Himalaya Rescue Organization (HRA) im Posten Pheriche plauderte, wurde die Konversation abrupt von einem Notfall unterbrochen. Ein Norweger, ein Hüne von Mann aber auch psychisch stark genug, um einen Menschen in dieser Höhe 2 ½ Stunden zu tragen, hatte einen Porter auf den Schultern, mehr tot als lebendig. Als Teraibewohner, also Flachländer, hatte er für eine amerikanische Gruppe gearbeitet, die relativ schnell nach Lobuche (4.940m) aufstieg. Auf dem Weg von Pheriche (4.200m) nach Lobuche entwickelte der Porter ein Höhenlungenödem (HAPE), welches von der Gruppe korrekt erkannt wurde. Aber anstatt ihm die lebensrettenden Medikamente zu geben wurde seine Last auf andere Porter umgeladen und er seinem Schicksal überlassen während die Gruppe weiter nach Lobuche aufstieg. Zynisch könnte man sagen, daß dies mir ermöglichte, meine Studenten in der Notfallbehandlung des HAPE zu unterrichten, aber statt dessen mußte ich die Frage beantworten: „Was machen die Gruppen mit ihren Trägern? Ist das normal in der Trekking-Industrie? Das ist ja wie in der Sklavenzeit! Gleuben die denn, sie hätten keinerlei Verantwortung gegenüber ihren Angestellten?“ Damit hatte ich zwei Aufgaben: die Behandlung des HAPE-Patienten und eine Gruppe schockierter Studenten. Glücklicherweise besserte sich die Stimmung, als klar wurde, daß der Patient überleben würde.

Aber leider hatten meine Studenten noch reichlich Gelegenheit, die Diagnose und Therapie schwerer Höhenzwischenfälle zu üben. Einige Gruppenführer gehen schlicht viel zu schnell hinauf. Sie haben ausschließlich ihren Zeitplan im Kopf und ignorieren die Bedürfnisse ihrer Gäste. In Gorak Shep (5.170m) hatte eine große kommerzielle Gruppe drei Höhenkranke, davon zwei mit akuter Höhenkrankheit (AMS) und einen mit HAPE und Höhenhirnödem (HACE). Letzterer hatte Ruhedyspnoe, eine SaO<sub>2</sub> von 57%, einen Ruhepuls von 118/min., schwere Ataxie und Verwirrtheit. Die Tourenleiterin fragte unsere Ärzte um Rat, befolgte diesen für die beiden AMS-Kranken, jedoch nicht für den, der es am dringlichsten benötigte. Bei akuter Lebensgefahr war Nifedipin, Dexamethason, Sauerstoff und hyperbare Therapie unmittelbar indiziert. Statt dessen wurde er auf ein Pferd gebunden, um nach Pheriche zu reiten. Ein Schwerstkranker, der niemals zuvor auf einem Pferd gesessen hatte, auf einem steilen Pfad ohne medizinische Versorgung und ohne zusätzlichen Kälteschutz im Schneesturm bei -22°C! Wiederum mußte ich eine irritierte Gruppe Studenten beruhigen, die eine hilflose Person in den Tod reiten sahen. Die Gruppenleiterin verteidigte ihr Vorgehen mit der Reiseplanung der Gruppe. Auch wenn die meisten Trekking-Veranstalter in ihrer Werbung behaupten, daß die Zeitplanung flexibel ist, wenn Gäste an Höhenkrankheit

leiden sollten [1], [2], so ist die in der Hochsaison völlig unrealistisch [2]. Während unseres Aufenthaltes in der Everestregion im Oktober und November 2011 war jede Lodge komplett ausgebucht und falls eine Gruppe ihren Zeitplan ändern sollte, so verdammt sie sich damit zu einer Serie von Biwaks. In dem von uns beschriebenen Fall führte dies zu der fatalen Entscheidung der Gruppenleiterin. Dabei handelt es sich keineswegs um Einzelfälle: Die Mitarbeiter der HRA können fast täglich von derartigen Fällen berichten. Am Kilimanjaro (Barafu Biwak) habe ich folgende Situation erlebt: Nur 7/45 (15,6%) Personen waren beschwerdefrei, dagegen litten 36/45 (80,0%) an AMS und je eine Person (2,2%) an HAPE bzw. HACE – und dies, obwohl 21/45 (46,7%) Personen Diamox, 18/45 (40,0%) Dexamethason und 2/45 (4,5%) Cocablätter genommen hatten – nur 4/45 (8,8%) waren „clean“ [3]! Die Gruppe der HACE-Patientin war nicht dazu zu bringen, durch Abstieg das Leben ihrer Kameradin zu retten. Das Ganze hat System: Die Tourenplanung ist grob fahrlässig, indem viel zu schnell zu große Höhen aufgesucht werden. Ein Beispiel von 19 Touren der drei größten deutschen Veranstalter verdeutlicht dies (Abb.1) [4], [3]. Das macht die Touren im wahrsten Sinn des Wortes zu einem „atemberaubenden“ Erlebnis. Damit steigert der Kunde im Moment der Unterschrift unter die Buchung sein eigenes Todesrisiko um den Faktor 5 [5]. Es ist nur zu hoffen, daß aufgeklärte, kritische Kunden von den Veranstaltern die Befolgung internationaler Empfehlungen zur Höhenakklimatisation fordern [6].



**Abb. 1:** Höhenprofile von 19 Touren der drei größten deutschen Veranstalter (aus [4], [3]). Mit der zweiten Nacht im Bereich der 4000m-Marke sind Höhenkrankheiten vorprogrammiert!

Weniger dramatisch, aber ebenso fragwürdig, ist die recht öffentliche medizinische „Versorgung“ bei kommerziellen Trekkinggruppen. Bei vielen Gruppen kann man das tägliche Frühstücksritual mit dem öffentlich abgefragten persönlichen Gesundheitsreport beobachten. Dabei muß eine Liste von Fragen beantwortet werden: „Hast Du Kopfschmerzen? Wie hast Du geschlafen? Hast Du normal Wasser gelassen? Hast Du normal Stuhlgang gehabt?“ – Wie steht es hier eigentlich mit der

Privatsphäre? Wenn Ärzte eine öffentliche Anamnese während des Gruppenfrühstücks machen würden, würde das der direkte Weg vor das Landesgericht sein! Die Fragerei endet mit der Aufforderung des Tourenleiters: „o.k., Leute, dann trinken wir jetzt noch einen Kaffee und nehmen dann unsere Diamox-Pillen“ Sollten wir Ärzte tatsächlich den massenhaften unkritischen Gebrauch von Medikamenten ohne individuelle Indikation sanktionieren? Sollten wir dies gut heißen im Hinblick auf schnelle Aufstiege und Ignoranz der notwendigen Akklimatisationszeit von Kunden und Trägern? Das Argument ist immer das Gleiche: „Sie haben nur beschränkt Ferientage und die sollen sie genießen!“ Dieses Motto „Happy pills for happy people“ beinhaltet jedoch das Risiko schwerer Nebenwirkungen und ignoriert internationale Empfehlungen [6], [7]. Das Problem schneller Aufstiege bei Ignorieren basaler Guidelines führt zu einem erheblichen Gesundheitsrisiko und dabei handelt es sich um ein internationales! Eine kürzlich publizierte Arbeit von Shah et al. wies darauf hin, daß die meisten britischen Veranstalter die Akklimatisationsregeln ignorieren [8]. Dies stimmt mit den Ergebnissen von Lechner et al. überein, die u.a. die Profile von kommerziellen Gruppen auf der Annapurnarunde untersucht haben [2]. Karinen et al. beschrieben das Gleiche für den Kilimanjaro [9]. Die vorläufigen Ergebnisse der ADEMED Expedition 2011 untermauern diese Ergebnisse für die Everest-Region (Küpper et al., in Vorbereitung).

Ist es nicht endlich Zeit, zu den Grundsätzen und der Ethik des Bergsteigens zurück zu kehren? Es sollte doch möglich sein, kommerzielle Interessen mit verantwortungsbewußten Konzepten zu verbinden und Kameradschaft zu leben, die Träger, Kunden und Reisepartner einschließt. Das gilt auch für den Fall von Gesundheitsstörungen: Alle sollten das gleiche Recht auf Hilfe haben – so gut es eben unter den Bedingungen des Geländes geht! Natürlich darf niemals auf Teilnehmer oder Personal Druck ausgeübt werden, irgendwelche Medikamente zum Kaschieren höhenbedingter Symptome einzunehmen.

### Literatur

1. Eggert J. Sicherheitsaspekte bei kommerziell geführten Trekkingtouren unter besonderer Berücksichtigung der Höhenproblematik. Bayreuth: Universität Bayreuth; 1998.
2. Lechner K. Risikomanagement beim Trekking. Aachen: Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule; 2012.
3. Küpper T, Ebel K, Gieseler U. Moderne Berg- und Höhenmedizin. Gentner Verlag, Stuttgart, 2010.
4. Küpper T. Organisierte Berg- und Trekkingtouren - ein faires Geschäft? Rundbrief der Österr Ges f Alpin- & Höhenmed 1998; 18: 5.
5. Shlim DR, Gallie J. The causes of death among trekkers in Nepal. International journal of sports medicine 1992; 13 Suppl 1: S74-76.
6. Küpper T, Gieseler U, Angelini C, Hillebrandt D, Milledge J. Consensus Statement of the UIAA Medical Commission Vol.2: Emergency Field Management of Acute Mountain Sickness, High Altitude Pulmonary Oedema, and High Altitude Cerebral Oedema. 2008 [cited 2012; Available from: [www.theuiaa.org/medical\\_advice.html](http://www.theuiaa.org/medical_advice.html)

7. Luks AM, McIntosh SE, Grissom CK, Auerbach PS, Rodway GW, Schoene RB, Zafren K, Hackett PH. Wilderness Medical Society consensus guidelines for the prevention and treatment of acute altitude illness. *Wilderness Environ Med* 2010; 21(2): 146-155.
8. Shah NM, Windsor JS, Meijer H, Hillebrandt D. Are UK commercial expeditions complying with wilderness medical society guidelines on ascent rates to altitude? *Journal of travel medicine* 2011; 18(3): 214-216.
9. Karinen H, Peltonen J, Tikkanen H. Prevalence of acute mountain sickness among Finnish trekkers on Mount Kilimanjaro, Tanzania: an observational study. *High Alt Med Biol* 2008; 9(4): 301-306.

## **Prävalenz und Inzidenz von Allergien in Deutschland – Warum sind Allergien Volkskrankheiten?**

### **Harald Renz**

Institut für Laboratoriumsmedizin und Pathobiochemie, Molekulare Diagnostik, Universitätsklinikum Gießen und Marburg GmbH

Zweifelsfrei haben Inzidenz und Prävalenz allergischer Erkrankungen (allen voran Asthma Bronchiale, atopisches Ekzem (Neurodermitis) und allergische Rhinokonjunktivitis) in den letzten Jahrzehnten dramatisch zugenommen. Was sind mögliche Gründe hierfür? Allergien sind chronische Entzündungserkrankungen, die sich an den Grenzflächen des Organismus zur Umwelt manifestieren und die Folge einer fehlgeleiteten Immunantwort gegenüber eigentlich harmlosen Umweltantigenen (Allergenen) darstellt. Dies ist letztlich Ausdruck einer gestörten klinischen und immunologischen Toleranzentwicklung. Jüngste Forschungsergebnisse zeigen, dass die Toleranzmechanismen bereits in der Pre- und Postnatalperiode entscheidend programmiert und geprägt werden und dass hieran Mikroben aus der Umwelt nachhaltig beteiligt sind. Die Besiedlung der Haut und Schleimhäute mit einem koordinierten Mikrobiom spielt offensichtlich in der Toleranzentwicklung eine nachhaltige Rolle. Dies wird unterstützt durch prenatale Einflüsse, die über die Mutter direkt vermittelt und gesteuert werden. Mütter, die bereits in der Schwangerschaft mit bestimmten Mikroben (Quantität und Qualität) in Kontakt gekommen sind (z. B. inhalativ) übermitteln pro-inflammatorische positive Steuerungssignale an das fetale Immunsystem mit der Folge einer geförderten Toleranzentwicklung. Diese engen Umwelt-Immuninteraktionen spielen eine entscheidende Rolle in der Weichenstellung des Immunsystems. Es wird von großer Bedeutung sein, zum einen die zu Grunde gelegenen molekularen Mechanismen dieser Interaktion näher zu entschlüsseln, um andererseits hieraus neue und wirksame Präventionsstrategien abzuleiten und klinisch zu prüfen.

## Allergene am Arbeitsplatz – Allergiker im Beruf

### Monika Raulf-Heimsoth

Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA)

Allergien sind chronisch bzw. chronisch-rezidivierend, bringen erhebliche Einschränkungen der Leistungsfähigkeit mit sich und führen zu großen sozio-ökonomischen Belastungen [1]. Beruflich bedingte Allergien gehören schon seit Jahren neben „Lärm“ (BK 2301), „Lendenwirbelsäule“ (BKen 2108, 2110), „Asbestose“ (BK 4103), „Lungen- und Kehlkopfkrebs, Asbest“ (BK 4104) zu den am häufigsten gemeldeten Berufskrankheiten. Die Problematik allergischer Erkrankungen an den Arbeitsplätzen ist vielfältig, da einerseits zahlreiche Arbeitsstoffe als potenzielle Auslöser einer Allergie wirksam sein können und entsprechende Expositionsgefährdungen an zahlreichen Arbeitsplätzen vorliegen und andererseits auch Personen mit Allergien gegen Umweltstoffe (wie Pollen und Milben) und u.a. mit saisonalen Beschwerden ihre Tätigkeiten ausüben müssen. Beide Personengruppen haben gesundheitliche allergische Beschwerden am Arbeitsplatz. Darüber hinaus ist in den nächsten Jahren mit einem Anstieg von Sensibilisierten und an Allergie Erkrankten in Deutschland zu rechnen, da zunehmend Personen, die sich in Arbeitsprozessen befinden, betroffen sein können.

Zu den allergischen Berufskrankheiten (BK) gehören das allergische Asthma und die allergische Rhinitis (BK-Nr. 4301), die allergische Alveolitis (BK-Nr. 4201) und die schwere bzw. rückläufige allergische Hauterkrankung (BK-Nr. 5101). Grundsätzlich können fast alle ubiquitären Inhalationsallergene zu Berufsallergenen werden. Zusätzlich gibt es auch Allergene, die nur während Produktionsprozessen und bei speziellen beruflichen Tätigkeiten in relevantem Umfang auftreten. Weit über 250 Arbeitsstoffe konnten mittlerweile als potenzielle Auslöser einer Typ 1-Allergie beschrieben werden [2]. Unter den bestätigten Fällen einer Berufskrankheit sind nach wie vor die häufigsten Auslöser Mehle und Mehlprodukte, Stäube von Nahrungs- und Futtermitteln, sowie Labor- und Nutztierstäube. Während hochmolekulare Arbeitsstoffe in der Regel Proteine bzw. Glykoproteine sind und IgE-vermittelte Symptomaten wie Rhinitis, Konjunktivitis, Asthma bronchiale usw. auslösen, kann in der Differentialdiagnostik bei den niedermolekularen Stoffen häufig nicht eindeutig zwischen der immunologisch-allergischen und nicht-immunologischen (chemisch-irritativen/toxischen) Komponente unterschieden werden. Veränderungen in Arbeitsprozessen, Einführung neuer Technologien und anderer Arbeitsstoffe können darüber hinaus zu immer neuen Allergenbelastungen und damit auch zu weiteren Sensibilisierungsquellen führen [3].

Die Diagnostik berufsbedingter allergischer Erkrankungen vom Soforttyp wird meist in Form einer Stufendiagnostik mit den vier Schritten Anamnese, Hauttest (in der Regel Pricktest), In-vitro-Diagnostik (in der Regel Bestimmung spezifischer IgE-Antikörper) und Expositionstest durchgeführt [4, 5]. Die zweifellos wichtigste und praxistauglichste In-vitro-Untersuchung ist die Bestimmung von allergenspezifischen IgE-Antikörpern im Serum [6]. In der Regel ist der sIgE-Nachweis zielführend, allerdings können bei

Verdacht einer IgE-vermittelten Allergie und unklaren diagnostischen Vorbefunden weitere In-vitro-Verfahren die Diagnostik ergänzen. Hierzu gehören auch zelluläre Testsysteme, die auf der allergenspezifischen Basophilenaktivierung beruhen (z.B. FlowCAST oder CAST). Die Aussagekraft der Allergiediagnostik ist massiv von der Qualität der verwendeten Allergene, meist Allergenextrakte, abhängig. Da für Berufsallergene Extrakte häufig fehlen oder nicht ausreichend standardisiert sind [7], kann sich die In-vivo- und In-vitro-Diagnostik in vielen Fällen als schwierig erweisen. Dieses liegt zum einen daran, dass nur wenige häufig vorkommende Berufsallergene wie zum Beispiel Naturlatex und auch Weizenmehl systematisch bis hin zur molekularen Einzelallergenaufklärung erforscht wurden.

Wichtige Hilfsmittel der modernen Allergiediagnostik sind mit wachsender Bedeutung rekombinant hergestellte Allergene, die auch für die Standardisierung von Berufsallergenen hilfreich sein können. So konnte die In-vitro-Diagnostik der Naturlatexallergie eindeutig durch die Zugabe des rekombinant hergestellten Hauptallergens rHev b 5 zum natürlichen Latexallergenextrakt verbessert werden [8]. Da auch Berufsallergene, insbesondere diejenigen pflanzlichen Ursprungs (zum Beispiel Naturlatex, Hölzer [9]), kreuzreaktive Kohlenhydratdeterminanten (so genannte „cross-reactive carbohydrate determinants“; CCD) besitzen können, kann die Spezifität der In-vitro-Diagnostik nachteilig beeinflusst werden. Diese auf CCD basierenden Kreuzreaktivitäten sollten unbedingt durch die Verwendung von entsprechenden CCD-Screening-Tools Beachtung finden. Für die Diagnostik berufsbedingter allergischer Erkrankungen ist es daher erforderlich, alle geeigneten verfügbaren Verfahren und Tools zu nutzen und in Einzelfällen auch arbeitsplatz-relevantes Material als Allergenquelle zu untersuchen, aufzubereiten und geeignetes Testmaterial für die In-vitro-Testung zu etablieren. Ein sorgfältig durchgeführter spezifischer inhalativer Provokationstest entspricht am ehesten dem Goldstandard-Verfahren für viele Auslöser des Berufsasthmas. Zusätzlich gewinnt der Einsatz von nicht-invasiven Methoden wie die Gewinnung und Analyse von induziertem Sputum und Atemkondensat oder auch exhalierendes Stickstoffmonoxid zunehmend auch für die Diagnostik berufsbedingter Atemwegsallergien an Bedeutung [10].

Um den Zusammenhang zwischen der Exposition und den berufsbezogenen allergischen Erkrankungen zu klären bzw. um geeignete Maßnahmen zur Reduktion oder Vermeidung der Allergenbelastung einzuführen und diese auch zu überwachen, besteht die Notwendigkeit, die Allergenbelastung messtechnisch zu erfassen. Die alleinige Staubbestimmung für eine Allergenexpositionsabschätzung kann zu falschen Befunden führen. Niederländische Untersuchungen in Bäckereien zeigten, dass es bei gleicher Staubexposition zu auffälligen Unterschieden in der Weizenmehlantigenkonzentration an den untersuchten Arbeitsplätzen kommen kann [11].

Verfahren zur Bestimmung der Allergenbelastung bestehen aus der Staubprobensammlung am Arbeitsplatz, der Elution des Materials vom Sammelequipment und der danach folgenden Allergenanalyse im Labor. Insbesondere die Sammlung von inhalierbarem Staub mittels personengetragener Pumpen gilt als „Goldstandard“ für die Expositionsbeurteilung an Arbeitsplätzen, da sie Auskunft über die individuelle Allergenexposition gibt. Die eigentliche Analyse des Allergenmaterials

erfolgt in der Regel mit Hilfe von sensitiven und spezifischen immunologischen Nachweisverfahren wie ELISA (enzyme linked immunosorbent assay). Dabei werden Antikörper eingesetzt, die direkt gegen das Allergen gerichtet sind.

Zurzeit wird im Rahmen einer Task Force der EAACI ein Positionspapier erstellt, in dem die wichtigsten Eckpunkte zur Expositionserfassung sowohl in der Umwelt als auch am Arbeitsplatz zusammengefasst und bewertet werden.

Handlungsbedarf bei allergischen Berufserkrankungen besteht daher nicht nur im Bereich der Primärprävention, sondern auch im Bereich der Diagnostik und Behandlung. Die Basis stellen daher nicht nur fundierte Erkenntnisse über die allergenen Stoffeigenschaften, sondern auch über individuelle und berufliche Risikofaktoren dar. Insgesamt müssen sich Grundlagenforschung, Regulation und Arbeitsschutz zukünftig noch starker vernetzen, um die Herausforderungen der Volkskrankheit „Allergie“ zu lösen.

#### Literatur:

- [1] Ring J, Bachert C, Bauer C-P, Czech W (Hrsg) Weißbuch Allergie in Deutschland. 3. Auflage, Urban & Vogel, München, 2010
- [2] Raulf-Heimsoth M, van Kampen V, Kespohl S, Sander I, Merget R, Brüning T. Inhalationsallergien am Arbeitsplatz – Aktuelle Entwicklungen. Bundesgesundheitsblatt 2012; 55:363-372
- [3] Quirce S, Sastre J New causes of occupational asthma. Curr Opin Allergy Clin Immunol 2011; 11:80-85
- [4] Raulf-Heimsoth M. Berufliche Typ-I-Allergien – in-vitro-Diagnostik: Was gibt es Neues? Haut 2010; 2: 60-64.
- [5] van Kampen V, Merget R, Raulf-Heimsoth M. Aktueller Stand der in vivo- und in vitro-Diagnostik für berufsbedingte Soforttypallergien. Allergologie 2012; 35: 82-87
- [6] Renz H, Biedermann T, Bufe A, Eberlein B, Jappe U, Ollert M, Petersen A, Kleine-Tebbe J, Raulf-Heimsoth M, Saloga J, Werfel T, Worm M. In-vitro-Allergiediagnostik. Allergo J 2010; 19: 110-128.
- [7] van Kampen V, Merget R, Rabstein S, Sander I, Brüning T, Broding HC, Keller C, Müsken H, Overlack A, Schultze-Werninghaus G, Walusiak J, Raulf-Heimsoth M. Comparison of wheat and rye flour solutions for skin prick testing: a multi-centre study (Stad 1). Clin Exp Allergy 2009; 39: 1896-1902.
- [8] Raulf-Heimsoth M, Rihs HP. Latexallergene: Sensibilisierungsquellen und Einzelallergenprofile erkennen. Allergo J 2011; 20: 241-243.

[9] Kespohl S, Schlünssen V, Jacobsen G, Schaumburg I, Maryska S, Meurer U, Brüning T, Sigsgaard T, Raulf-Heimsoth M. Impact of cross-reactive carbohydrate determinants on wood dust sensitization. *Clin Exp Allergy* 2010; 40: 1099-1106.

[10] Quirce S, Lemière C, de Blay F, del Pozo V, Gerth Van Wijk R, Maestrelli P, Pauli G, Pignatti P, Raulf-Heimsoth M, Sastre J, Storaas T, Moscato G. Noninvasive methods for assessment of airway inflammation in occupational settings. *Allergy*. 2009; 65: 445-458.

[11] Houba R, Van Run P, Heederik D, Doekes G. Wheat antigen exposure assessment for epidemiological studies in bakeries using personal dust sampling and inhibition ELISA. *Clin Exp Allergy* 1996; 26: 154-163.

## **Expositions-Risiko-Beziehungen, ein neuer Ansatz zur Bewertung der Exposition gegenüber krebserzeugenden Stoffen**

**Erstautor: Prof. Dr. Bender**

Institution: BASF SE, GUS/T – M 940

Für genotoxische krebserzeugende Stoffe können normalerweise keine Wirkschwellen festgelegt werden, bei deren Einhaltung eine Gesundheitsgefahr ausgeschlossen werden kann. Im Gegensatz hierzu können für nicht-genotoxisch wirkende Kanzerogene gesundheitsbasierte Arbeitsplatzgrenzwert abgeleitet werden. Zum Schutz der Beschäftigten kann bei Einhaltung dieser gesundheitsbasierten Grenzwerte im Allgemeinen eine Gesundheitsgefährdung ausgeschlossen werden.

Für genotoxische Stoffe wird grundsätzlich die Existenz einer Wirkschwelle ausgeschlossen. Zur Minimierung der Arbeitsplatzrisiken sind daher alternative Arbeitsschutzkonzepte notwendig. Bis 2005 dienten zur Festlegung der Arbeitsschutzmaßnahmen die Technischen Richtkonzentrationen. Die TRK-Werte orientierten sich am Stand der Technik; das damit assoziierte Krebsrisiko wurde, von Ausnahmen abgesehen, nicht quantifiziert. Die mit der Exposition verbundenen Gesundheitsrisiken waren daher weder transparent noch für die Beschäftigten erkennbar. Darüber hinaus wurden in der Praxis häufig Fehlinterpretationen bei der Bewertung festgestellt. Folgende Schwachstellen des früheren Konzeptes waren für die Neuausrichtung maßgeblich:

- In der Praxis wurden AGW-, MAK-Werte und TRK-Werte häufig als „gleich sicher“ angesehen.
- Das Risiko an Krebs zu erkranken wurde bei der Ableitung der TRK-Werte nicht systematisch berücksichtigt.
- Das Minimierungsgebot der GefStoffV wurde nicht immer konsequent umgesetzt, bzw. erfolgte oft nur mit großer zeitlicher Verzögerung.
- TRK-Werte wurden nur in großen Zeitabständen angepasst.
- Die Höhe des Restrisikos ist von Stoff zu Stoff sehr unterschiedlich und wurde nicht transparent kommuniziert.

Mit der Aufhebung der TRK-Werte sollten auch für krebserzeugende Stoffe Luftgrenzwerte festgelegt werden, die das Gesundheitsrisiko quantifizieren und transparent darstellen. In der Projektgruppe „Risikoakzeptanz“ des Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) wurde 2007 mit der Erarbeitung risikobasierter Grenzwerte begonnen. Die Festlegung der stoffspezifischen Konzentrationen erfolgt mit Hilfe der für jeden Stoff abzuleitenden Exposition-Risiko-Beziehung. Ausgangspunkt der Überlegungen waren die im Bericht der Länderarbeitsgruppe Immissionsschutz von 1992 ermittelten Krebsrisiken der Stadtbevölkerung im Vergleich zu ländlichen Bewohnern.

**LAI-Bericht 1992:**

- Ausgangspunkt: Summe der 7 wichtigsten Umweltkarzinogene  
 Stadtbevölkerung: **1 : 1.000/Lz**  
 Landbevölkerung: **1 : 5.000/Lz**

Risiko für Stadtbevölkerung wird als zu hoch bewertet.

**Angestrebt:** Angleichung an Verhältnisse der Landbevölkerung.

- Zwischenschritt:  
 Stadtbevölkerung: **1 : 2.500/Lz**

Lz: Lebenszeit (70 Jahre)

Im Strahlenschutz existieren bereits seit langem Grenzwerte für die Strahlenexponierte, sowohl festgelegt als die maximal jährliche Strahlendosis als auch eine Begrenzung über die gesamte Arbeitszeit. Diese wurden in Relation zur natürlichen Strahlendosis bewertet:

Maximal zulässige <u>jährliche</u> Strahlendosis für Arbeitnehmer: mS/a	⇒	20
Maximal zulässige <u>Arbeitslebenszeit</u> -Strahlendosis mS	⇒	400
⇒ <b>zusätzliches Krebsrisiko:</b>		<b>2: 100/ALz</b>
Allgemeinbevölkerung: Natürliche Strahlenbelastung mS/a	⇒	~ 1
⇒ <b>Zusätzliches Lebenszeitkrebsrisiko:</b>		<b>4: 1.000/Lz</b>

ALz: Arbeitslebenszeit (40 Jahre)

Lz: Lebenszeit (70 Jahre)

Weiterhin wurden die Gesundheitsrisiken in der gewerblichen Wirtschaft zum Vergleich herangezogen. Bezogen auf die Lebensarbeitszeit besteht in der „sichersten“ Gewerbebereich ein Todesfallrisiko von 4 Personen bezogen auf 100.000 Beschäftigte:

Forstwirtschaft	<b>2,5 : 1.000 /ALz</b>
Landwirtschaft	<b>3 : 1.000 /ALz</b>
Bauwirtschaft	<b>2 : 1.000 /ALz</b>

Bergbau	<b>3 : 1.000 /Alz</b>
Einzelhandel	<b>4 : 10.000 /Alz</b>

Expositions-Risiko-Beziehungen sollen ausschließlich für genotoxische Kanzerogene und Mutagene abgeleitet werden, für die keine gesundheitsbasierten Wirkschwellen abgeleitet werden können. Für nicht-genotoxische Kanzerogene und Mutagene sowie für reproduktionstoxische Stoffe existieren Schwellenwerte, daher werden für diese gesundheitsbasierte Arbeitsplatzgrenzwerte festgelegt (siehe TRGS 900).

Beim Vergleich der Risiken der Allgemeinbevölkerung mit den Risiken der Beschäftigten sind die unterschiedlichen Expositionsszenarien zu berücksichtigen. Im Gegensatz zur Exposition im Alltag besteht am Arbeitsplatz lediglich eine typischerweise 40jährige Exposition über jährlich 220 Tage und 8 Stunden pro Tag. Aus dieser Zeitbetrachtung wird deutlich, dass am Arbeitsplatz eine um den Faktor 9 höhere Konzentration herrschen muss, um bei angenommen kontinuierlicher Belastung über das ganze Arbeitsleben eine vergleichbare Gesamtdosis wie die Allgemeinbevölkerung aufzunehmen.

Für Allgemeinbevölkerung gilt:	Expositionsdauer insgesamt:	70 a
	Jährliche Exposition:	52 w
	Wöchentliche Exposition:	7 d
	Tägliche Exposition:	24 h
	Exponiertengruppe:	alle

Für Arbeitsplatzsituation gilt:	Expositionsdauer insgesamt:	40 a
	Jährliche Exposition:	44 w
	Wöchentliche Exposition:	5 d
	Tägliche Exposition:	8 h
	Exponiertengruppe:	Arbeitnehmer

Als weitere Erkenntnisgrundlage zur Festlegung der Risikozahlen wurden die in zahlreichen Quellen zitierten Risiken bei Röntgenuntersuchungen herangezogen. Bei einmaliger Anwendung wird mit folgender Wahrscheinlichkeit ein Tumor induziert:

Hand, Zahn, Knochendichtemessung	1 : 10 Millionen
Ellenbogen, Knie	1 : 1 Million
Lunge, Halswirbelsäule, Schädel	1 : 100 000
Brustwirbelsäule, Hüfte, Mammographie	1 : 40 000
Lendenwirbelsäule, Bauchraum, Venen (Bein), CT- Kopf	1 : 10 000
Magen und Dünndarm (Durchleuchtung), CT der Wirbelsäule	1 : 2 000

Dickdarm und Schlagader (Durchleuchtung), CT-Brustkorb

1 : 1 000

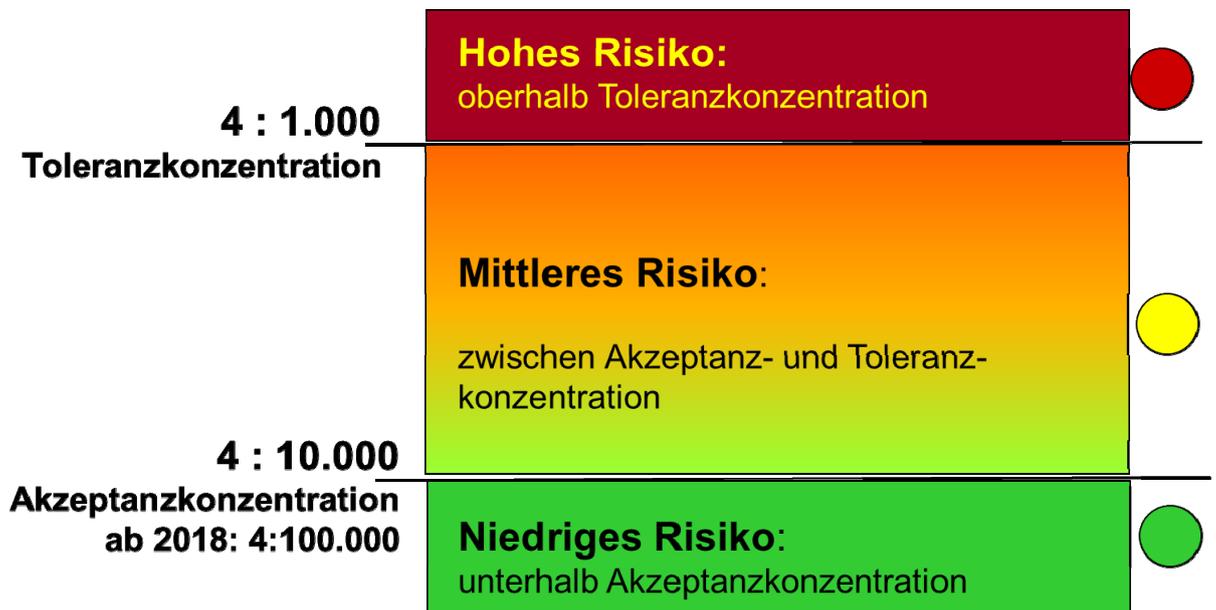
Als obere Schwelle wurde ein sogenanntes Toleranzrisiko festgelegt. Arbeitsplatzexpositionen mit einem höheren stoffspezifischen Krebsrisiko sollen künftig nicht mehr zulässig sein - nicht mehr toleriert werden. Als untere Schwelle wurde das Akzeptanzrisiko definiert, unterhalb dessen kein relevantes zusätzliches Krebsrisiko mehr besteht - diese Arbeitsplatzrisiken gelten als gesellschaftspolitisch akzeptiert.

Die Festlegung des Akzeptanz- und Toleranzrisikos erfolgte nach intensiver Diskussion und Beratung in einer Projektgruppe des AGS (Ausschuss für Gefahrstoffe), in dem die gesellschaftlich relevanten Gruppen vertreten waren. Zur Festlegung der Risikozahlen waren unter anderem die Arbeitsunfälle der deutschen Wirtschaft in unterschiedlichen Wirtschaftsbereichen herangezogen, wobei sowohl die tödlichen als auch die nicht tödlichen Unfälle betrachtet wurden. Ergänzend wurden die Krebsrisiken der Allgemeinbevölkerung diskutiert, die mit krebserzeugenden Stoffen assoziiert werden. Zusätzlich wurden die Risiken der Allgemeinbevölkerung gegenüber den unterschiedlichen krebsauslösenden Faktoren untersucht und die Risiken einer vergleichenden Betrachtung unterzogen.

Am Ende eines umfassenden gesellschaftspolitischen Konsensprozesses wurde für das Toleranzrisiko ein Wert von 4 zu 1.000 festgelegt, für das Akzeptanzrisiko vorläufig ein Wert von 4 zu 10:000, zwischen 2013 und 2018 wird die Absenkung auf 4 zu 100.000 geprüft. Die Risikozahlen beschreiben das zusätzliche Risiko an Krebs zu erkranken, bei einer 40jährigen Exposition gegenüber dem krebserzeugenden Stoff, bei einer Expositionsdauer von täglich 8 Stunden, 5 Tage pro Woche, 220 Arbeitstagen pro Jahr. Unterstellt wird hierbei, dass diese Exposition während des gesamten Arbeitslebens über 40 Jahre gleichmäßig besteht.

Stoffspezifisch ist auf Basis der Expositions-Risiko-Beziehung (ERB) die Toleranzkonzentration bzw. Akzeptanzkonzentration festzulegen. Die Ableitung der ERB erfolgt auf Basis des „Leitfaden zur Quantifizierung von Krebsrisikozahlen bei Exposition gegenüber krebserzeugenden Gefahrstoffen für die Grenzwertsetzung am Arbeitsplatz“, publiziert in der Bekanntmachung für Gefahrstoffe (BekGS) 910 auf Basis der verfügbaren tierexperimentellen sowie epidemiologischen Daten.

Als Toleranzrisiko wird das Risiko verstanden, das als „nicht tolerable“ verstanden wird. Grundsätzlich sollen keine Tätigkeiten bei Expositionen oberhalb der Toleranzkonzentration durchgeführt werden. Das Akzeptanzrisiko gibt das Arbeitsplatzrisiko wieder, das in etwa dem Risiko entspricht, das auch für die Allgemeinbevölkerung angestrebt wird. Dabei ist zu berücksichtigen, dass tatsächlich in den Industrienationen jeder Dritte im Laufe seines Lebens eine Krebserkrankung erleidet. Bei Expositionen unterhalb der Akzeptanzkonzentration wird das verbleibende „Restrisiko“ als so klein bewertet, dass keine zusätzliche Maßnahmen zur Expositionsreduzierung notwendig sind. Als wesentliche Maßnahme im Sinne des Arbeits- und Gesundheitsschutzes bei Unterschreitung der Akzeptanzkonzentration ist durch kontinuierliche Überprüfung der Arbeitsplatzsituation darauf zu achten, dass keine Verschlechterungen der Exposition eintritt.



Das Risikokzept des AGS ist eingebettet in ein Maßnahmenpaket, das ebenfalls in der Bekanntmachung für Gefahrstoffe (BekGS) 910, Anlage 1, publiziert ist. Die Toleranz- und Akzeptanzkonzentrationen werden von den zuständigen Gremien des AGS abgeleitet und nach intensiver Diskussion verabschiedet. Unter Nr. 3 der Bekanntmachung werden die festgelegten Risikokonzentrationen veröffentlicht und regelmäßig fortgeschrieben. Die Anwendung von Toleranz- und Akzeptanzkonzentrationen zur Arbeitsplatzbewertung wird in TRGS 400 empfohlen; mit der Neufassung der Gefahrstoffverordnung in 2015 ist die Übernahme in die Verordnung geplant.

Die Basis der Ableitung der stoffspezifischen Expositions-Risiko-Beziehungen stellen wissenschaftliche Untersuchungen mit validen Dosis-Wirkungs-Beziehungen dar. Auf Grund häufig fehlender oder nicht valider Expositionsdaten sowie zusätzlicher Exposition gegenüber Confoundern können epidemiologische Studien an realen Arbeitsplätzen in der Regel nur begrenzt heran gezogen werden.

#### Grundlagen der ERB-Ableitung:

- tierexperimentelle Studien: valide 2-Jahre Kanzerisierungsstudie
- Epidemiologische Studien:
  - ausreichende Kohortengröße
  - kausaler Zusammenhang zwischen Erkrankung und Exposition
  - valide arbeitsmedizinische Untersuchung
  - valide Expositionserhebung

Zur Vermeidung von Fehlinterpretationen ist unbedingt zu beachten, dass mit den Toleranz- und Akzeptanzrisiken keine „realen“ Wahrscheinlichkeiten assoziiert werden, an Krebs am Arbeitsplatz zu erkranken. Sie werden überwiegend aus Tierversuchen aus dem Hochdosisbereich abgeleitet, die Extrapolation in den für den Arbeitsplatz relevanten Niedrigdosisbereich folgt anerkannten Konventionen, die tierexperimentell in der Regel nicht überprüfbar sind. Toleranz- und Akzeptanzkonzentration dienen zur Bewertung der Arbeitsplatzsituation bei Tätigkeiten mit krebserzeugenden und erbgutverändernden Stoffen ohne Wirkschwelle und sollen die Risiken unterschiedlicher Stoffe besser bewertbar und vergleichbar machen.

Das Expositions-Risiko-Konzept wurde zwischenzeitlich auf Zuge eines gesellschaftlichen Konsensprozesses weiterentwickelt. Auf Grund praktischer Notwendigkeiten wurden folgende Festlegungen getroffen:

- ⇒ **Berücksichtigung der Hintergrundkonzentration**
- ⇒ **Expositionsspitzen**
- ⇒ **Bestimmungsgrenzen**
- ⇒ **Nicht-maligne toxikologische Wirkungen**
- ⇒ **Endogene Metaboliten**
- ⇒ **Stand der Technik**
- ⇒ **Absenkung auf Niveau 4 : 100.000**
- ⇒ **Beurteilungszeiträume**
- ⇒ **Exposition gegenüber mehreren Kanzerogenen**

## Referenzwerte im Kontext der Risikodiskussion

**...oder warum Referenzwerte ein unverzichtbares Kriterium der Prävention beim Umgang mit kanzerogenen Arbeitsstoffen sind**

### Jürgen Angerer, Tobias Weiß

Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA)

Mit Novellierung der Gefahrstoffverordnung bestanden an Arbeitsplätzen in Deutschland zunächst keine Grenzwerte für krebserzeugende Arbeitsstoffe. Mittlerweile wurden durch den AK „Risikoakzeptanz“ des Ausschusses für Gefahrstoffe (AGS) sog. Expositions-Risiko-Beziehungen (ERB) für die Arbeitsplatzluft evaluiert. Daraus sollen durch den AGS stoffspezifische Grenzwerte, das Akzeptanz- und das Toleranzrisiko, abgeleitet werden. Bislang wurden für Acrylamid, Acrylnitril, Asbest, 1,3-Butadien, Trichlorethen, Aluminiumsilikat-Fasern, 4,4'-Methyldianilin, Ethylenoxid, und Benzo(a)pyren in bestimmten PAK-Gemischen ERBs erarbeitet und veröffentlicht. Aus diesen lässt sich das sog. Akzeptanzrisiko, unterhalb dessen ein zusätzliches Risiko akzeptiert und oberhalb dessen ein Risiko unter Einhaltung der in einem Maßnahmenkatalog spezifizierten Maßnahmen toleriert wird sowie das sog. Toleranzrisiko, oberhalb dessen ein Risiko nicht mehr tolerabel ist, entnehmen.

Darüber hinaus hat der Sachverständigenkreis „Biomonitoring“ des AGS eine Empfehlung für Biomonitoringuntersuchungen bei Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen erarbeitet, die vom Ausschuss für Arbeitsmedizin bestätigt wurde. Demnach sollen auf der Basis der ERB arbeitsmedizinische Äquivalenzwerte in biologischem Material abgeleitet werden, die dem Akzeptanz- bzw. Toleranzrisiko entsprechen. Sofern vom AGS noch keine entsprechenden ERB verabschiedet wurden, sollen übergangsweise Referenzwerte im biologischen Material für die Beurteilung der inneren Belastung im Rahmen arbeitsmedizinischer Vorsorgeuntersuchungen nach ArbMedVV herangezogen werden.

Referenzwerte werden vom Umweltbundesamt und der MAK-Kommission erarbeitet. Der Referenzwert für einen chemischen Stoff im Körper ist ein rein statistischer Wert, der aus einer Reihe von entsprechenden Messwerten einer repräsentativen Stichprobe aus einer Bevölkerungsgruppe abgeleitet wird und im Allgemeinen als das 95. Perzentil der Stichprobe definiert wird. Das bedeutet, dass 95 % der Messwerte aus der Stichprobe unter diesem die Hintergrundbelastung beschreibenden Wert liegen. Die individuelle Hintergrundbelastung ergibt sich je nach Substanz aus verschiedenen Quellen, wie Luftverunreinigungen, Ernährung oder Körperpflegemitteln und kann einem zeitlichen Trend unterliegen, z.B. wenn wesentliche Quellen entfallen (z.B. bleihaltige Antiklopfmittel) oder gar hinzukommen. Die individuelle Hintergrundbelastung ist zudem durch verschiedenste individuelle Faktoren wie Lebensalter, Geschlecht, Zeitpunkt der Probenahme, Wohnort, Ernährungsgewohnheiten, Lifestyle, etc. beeinflusst. Diese Faktoren sind bei der Auswahl repräsentativer Bevölkerungsstichproben zur Ermittlung von Referenzwerten

zu berücksichtigen. So ergeben sich z.B. für PAK oder aromatische Amine unterschiedliche Referenzwerte für Raucher und Nichtraucher.

Mittels Humanbiomonitoring kann bei exponierten Beschäftigten festgestellt werden, ob und in welchem Ausmaß eine im Vergleich zur Stichprobe zusätzliche systemische Belastung vorliegt. Eine Erhöhung des Krebsrisikos ist dann anzunehmen, wenn die innere Belastung „eindeutig“ über der Hintergrundbelastung der Allgemeinbevölkerung liegt. Da bei Überschreitung des Referenzwertes gemäß der „Empfehlung für Biomonitoringuntersuchungen bei Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen“ Maßnahmen abzuleiten sind, ist der Definition des Begriffs „eindeutig“ besondere Beachtung zu schenken. Vor diesem Hintergrund sind Kriterien zu definieren, ab welcher inneren Belastung von einer eindeutigen Überschreitung eines Referenzwertes zu sprechen ist. Ein solches Kriterium könnte die Häufigkeit von Referenzwertüberschreitungen bei beruflichen Expositionen darstellen, aber auch eine besondere Höhe der Überschreitung, wie ein Beispiel bei beruflichen Expositionen gegenüber Acrylamid (Abb. 1) zeigt. Für Acrylamid besteht allerdings der glückliche Umstand, dass vom AGS aufgrund einer hinreichenden Datenlage eine ERB aufgestellt werden konnte. Rechnet man für das Acrylamid den bestehenden Referenzwert über ein einfaches Modell in eine Acrylamidluftkonzentration um, so zeigt sich, dass selbst eine (kontinuierliche) innere Belastung unterhalb des entsprechenden Referenzwerts mit einem Risiko assoziiert sein kann, das gemäß bestehender ERB oberhalb des ab 2018 geltenden Akzeptanzrisikos liegt.

Letztlich ist mit einer Überschreitung des Referenzwertes eine Erhöhung des Krebsrisikos verbunden. Die Erhöhung des Risikos an Krebs zu erkranken ist aber unmittelbar existenzbedrohend für die Arbeitnehmer und deren Familien. Diese Situation muss deshalb Vorsorgeuntersuchungen unter Einschluss des Humanbiomonitorings nach sich ziehen. Der Mangel an risikobasierten Grenzwerten begründet es nicht, den Arbeitnehmern Vorsorgeuntersuchungen zu verweigern. Dies widerspricht dem Vorsorgeprinzip und ist weder gesundheitlich noch toxikologisch zu begründen. Daher erachten wir beim beruflichen Umgang mit krebserzeugenden Arbeitsstoffen ein Humanbiomonitoring im Rahmen Vorsorgeuntersuchungen als unverzichtbar. Ein anderes Vorgehen wäre ethisch nicht zu vertreten.

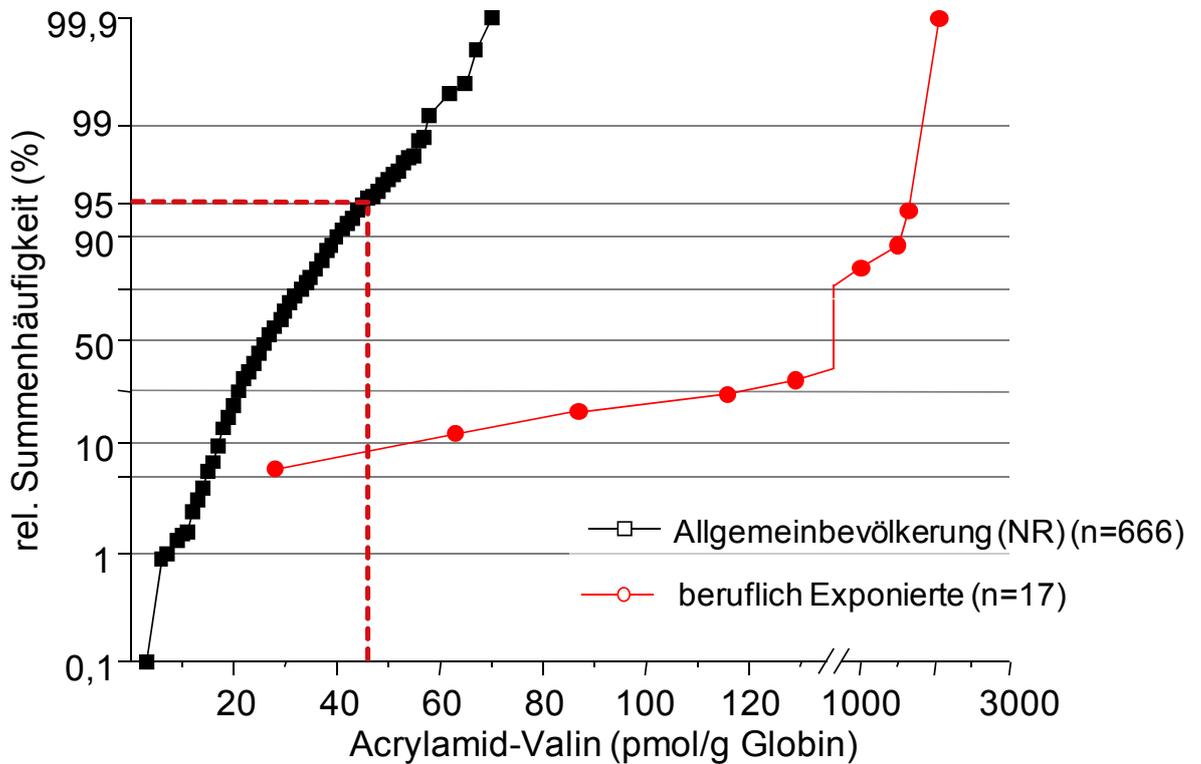


Abb.1: Beispielhafter Vergleich der inneren Acrylamidbelastung in der Allgemeinbevölkerung und bei beruflich exponierten Personen (Nichtraucher).

Der Wunsch nach risikobasierten Beurteilungswerten muss zurücktreten hinter die Notwendigkeit, die Arbeitnehmer vor Gesundheitsrisiken beim Umgang mit krebserzeugenden Arbeitsstoffen zu schützen. Solange eine mangelhafte Datenlage die Aufstellung von ERBs nicht gestattet, sollten Referenzwerte, sofern vorhanden, als orientierender Beurteilungsmaßstab für den Schutz von Arbeitnehmern vor Krebsgefahren herangezogen werden. Vorsorgeuntersuchungen mit Humanbiomonitoring müssen dafür unverzüglich auf juristisch einwandfreie Grundlagen gestellt werden.

## **Risiko-Akzeptanz: Herausforderungen für Risikokommunikation in der Arbeitsmedizin.**

### **Peter Wiedemann**

Karlsruher Institut für Technologie, ITAS

#### Einleitung

Die Vermittlung der Botschaft, dass bestimmte Gesundheitsrisiken am Arbeitsplatz zu akzeptieren sind, wirft Probleme auf. Zwar kann man im Prinzip einsehen, dass es kein Nullrisiko geben kann und somit bestimmte Risiken hingenommen werden müssen. Ungleich schwerer ist es jedoch, diese Einsicht aktiv zu vertreten, d.h. das zu akzeptierende Risiko zu quantifizieren und zufriedenstellend zu kommunizieren. Im Weiteren sollen diese Schwierigkeiten behandelt werden. Dabei steht das Ampel-Modell des Ausschusses für Gefahrenstoffe (AGS 2008) im Mittelpunkt. Darauf bezogen geht es um drei Fragen: (1) Was macht es so schwer, Risikoakzeptanz zu erreichen? (2) Welche Kommunikationsprobleme gibt es? (3) Welche Ansatzpunkte eignen sich für die Kommunikation?

#### Das Akzeptanz-Problem

Risikoakzeptanz ist ein Thema, mit dem sich die Forschung schon seit mehr als 30 Jahren befasst (Fischhoff et al. 1981). Klare Lösungen sind jedoch nicht in Sicht. Das liegt vor allem daran, dass es in der Gesellschaft kein Verfahren gibt, das Konsens darüber herstellen kann, welches Risiko zu akzeptieren ist und welches nicht (Keeney 1995). Es gibt gute Gründe, ein zusätzliches Risiko von 1:1Mio. für akzeptabel zu halten, andere Akzeptanzwerte - etwa ein Risiko von 1:100 000 - sind jedoch ebenfalls begründungsfähig. Es gibt aber auch gute Argumente, die gegen jedwedes Risiko sprechen und nur das Null-Risiko für gerechtfertigt halten. Wer zum Beispiel würde ein Totschlag-Risiko von 1:1Mio. hinnehmen wollen? Das bürgerliche Gesetzbuch orientiert sich hier am Null-Risiko.

Ein Risiko zu akzeptieren oder zu verwerfen kann zudem verschieden begründet werden. Die Begründung kann entweder aus einer Nutzen/Kosten-Perspektive erfolgen, sie kann sich an der Machbarkeit orientieren oder aber an Rechtsprinzipien (Recht auf körperliche Unversehrtheit) ausrichten. Damit aber noch nicht genug: Weiterhin muss Akzeptanz - d.h. die faktische Zustimmung der Menschen - von der Akzeptabilität unterschieden werden. Das, was in Expertengremien als „akzeptabel“ gilt, kann in der Gesellschaft auf Ablehnung stoßen. Und es mag Risiken geben, die breite Zustimmung finden, obwohl deren Akzeptabilität umstritten ist, wie im Fall des Trinkens von Wein, Bier und anderen alkoholischen Getränken. Dazu kommt die Unklarheit, ab welchem Zustimmungsgrad man von Akzeptanz ausgehen kann, einmal abgesehen von dem unwahrscheinlichen Fall einer 100%igen Billigung. Risikoakzeptanz, so könnte man meinen, ist ein Sachverhalt, über den sich vortrefflich streiten lässt.

### Kommunikationsprobleme

Sinnvolle Kommunikation zur Risikoakzeptanz setzt voraus, dass es gute Gründe für die Akzeptabilität der Risiken gibt. Anders formuliert: Die Notwendigkeit der Risiko-Kommunikation entsteht, wenn die Differenz von Risiko-Akzeptabilität und Risiko-Akzeptanz überwunden werden soll. Dabei ist erfolgreiche Kommunikation, eben ein Konsens über ein zu akzeptierendes Risiko, eher unwahrscheinlich.

Die Gründe dafür sind vielfältig. So unterscheidet der Toxikologe zwischen Risiken, die man beobachten kann und solchen, die sich nur noch rein rechnerisch feststellen lassen. Letztere werden aus Tierversuchen, in denen man mit hohen Dosen eines Gefahrenstoffes experimentiert, auf den Menschen extrapoliert, der aber weitaus geringeren Dosen in seiner Lebenswelt ausgesetzt ist. Ein rechnerisches Risiko, etwa von 1:100 000, muss nicht real sein. Diese Einschränkung ist nur schwer zu vermitteln. Vielmehr werden die Rezipienten versuchen, die Risiko-Zahlen zu kontextualisieren: Könnte ich nicht selbst der Risikofall sein? Die psychologische Risikoforschung hat gezeigt, dass in einer solchen Perspektive Risikozahlen nicht mehr zählen. Die Risikowahrnehmung wird über den Affekt gesteuert.

Darüber hinaus gilt, dass komplexe Risiko-Informationen immer vereinfacht werden, wenn Menschen sie aufnehmen, verarbeiten und abspeichern (Reyna 2008). Dabei kann der zeitliche Kontext verloren gehen, ohne den eine Risiko-Information nicht sinnvoll interpretiert werden kann. So wird aus dem Risiko von 4: 100 000, das auf eine Lebensarbeitszeit von 40 Jahren bezogen ist, oft ein Zusatz-Risiko ohne Referenz.

Schließlich bleibt eine andere Referenz unklar, die eine noch wichtigere Rolle spielt; nämlich die Autorenschaft: Von wem wurde das zu akzeptierende Risiko festgelegt? Wer hat aus welchen Gründen hier entschieden? Solange das im Dunkeln bleibt, ist Vertrauen in die Risikoregulation schwer zu gewinnen. Koehler & Gershoff (2003) zeigen darüber hinaus, dass die Autorenschaft bei der Beurteilung von Risikomoral eine wichtige Rolle spielt. Zugespitzt formuliert: Wenn gerade die, die für den Schutz der Gesundheit verantwortlich sind, Risikoakzeptanz propagieren, finden sie nur schwer Zustimmung.

Diese hier nur kurz skizzierten Kommunikationsprobleme verweisen darauf, dass – selbst wenn es gute Gründe für Risiko-Akzeptanz-Schwellen gibt – nicht zwangsläufig mit faktischer Akzeptanz gerechnet werden kann. Was also ist zu tun?

### Ansätze für die Risikokommunikation

Je nach Vorkenntnis und kognitiver Anstrengungsbereitschaft der Rezipienten, sind unterschiedliche Wege für die Risikokommunikation zu gehen. Im ersten Fall, in dem das Vorwissen gering ist und die Leistungsbereitschaft niedrig, geht es vor allem darum, Vertrauen zu schaffen. Im zweiten Fall, in dem diese Voraussetzungen gegeben sind, zählen gute Argumente.

Um das Vertrauen in Risikoregulation zu stärken, ist es erforderlich, dessen Autoren ein Gesicht zu geben und damit die Regelung zu personalisieren. Dazu gilt es, relevante Hintergrundinformation zur Entstehung des Akzeptanz-Modells zu vermitteln

(Wiedemann et al. 2012): Welche Personen haben hieran mitgewirkt? Welche Kompetenz hatten diese? Und wie wurden fachliche Qualität, Integrität und Fairness der Entscheidungen gesichert? Wie transparent sind die Entscheidungen?

Gutes Argumentieren ist vor allem zweiseitiges Argumentieren, d.h. eine faire Auseinandersetzung mit Pro- und Kontra-Argumenten für die Regelung. Im Kern geht es dabei um die Darstellung der Vorteile gegenüber den technischen Richtkonzentrationen (TRK) sowie um Risikovergleiche und Regulationsvergleiche. Während der Vergleich mit dem TRK-Ansatz der Auseinandersetzung mit den Vor- und Nachteilen beider Ansätze dient, werden die anderen Vergleiche gebraucht, um die Risiko-Schwellen (insbesondere das Akzeptanz-Risiko und das Toleranz-Risiko) zu legitimieren. Die vorhandenen Studien zu Risikovergleichen zeigen jedoch, dass solche Vergleiche zwar sinnvoll, aber eben für den Kommunikationserfolg nicht hinreichend sind (Schütz et al. 2006). Somit bleiben noch Kommunikationsaufgaben zu lösen. Hierbei sollte man sich nicht allein auf Erfahrungen und intuitive Einsichten verlassen, sondern evidenzbasierten Risikokommunikations-Ansätzen den Vorzug geben.

#### Literatur

AGS (2008). Risikowerte und Expositions-Risiko-Beziehungen für Tätigkeiten mit krebserregenden Gefahrenstoffen. Bekanntmachung 910.

Fischhoff B, Lichtenstein S, Slovic P, Derby SL and Keeney RL (1981). *Acceptable Risk*. New York: Cambridge University Press,

Keeney, RL (1995). Understanding life-threatening risks. *Risk Analysis*, 15 (6): 627-637

Reyna VF (2008). A theory of medical decision making and health: Fuzzy-trace theory. *Medical Decision Making*. *Medical Decision Making*, 28: 850-865.

Koehler JJ & Gershoff AD (2003). Betrayal aversion: When agents of protection become agents of harm. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 90: 244–261.

Schütz H, Wiedemann PM, Hennings W, Mertens J, & Clauberg M (2006). *Comparative risk assessment: Concepts, problems and applications*. Weinheim: Wiley-VCH.

Wiedemann PM, Börner F, Schütz H (2012). Communicating scientific evidence. In J. Arvai & L. Rivers (Eds): *Risk Communication: New Perspectives*. London: Taylor & Francis (in press).

## Berufsbedingte Hautkrankheiten im Reinigungsgewerbe

**Andrea Bauer<sup>1</sup>, Johannes Geier<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Klinik und Poliklinik für Dermatologie, Universitätsklinikum Carl Gustav Carus, Technische Universität Dresden

<sup>2</sup>Informationsverbund Dermatologischer Kliniken (IVDK), Georg-August-Universität Göttingen

### Hintergrund

Berufsbedingte ekzematöse Erkrankungen, vor allem an den Händen, sind ein häufiges Problem im Reinigungsgewerbe.

### Ziele

Ermittlung der Hauptallergene, Sensibilisierungshäufigkeiten und Zeittrends in den Sensibilisierungsprofilen bei weiblichen Reinigungskräften.

### Methoden

Wir analysierten die Epikutantestdaten von 803 weiblichen Reinigungskräften, die unter dem Verdacht auf ein berufsbedingtes allergisches Kontaktekzem in 45 dermatologischen Kliniken des IVDK von 1996 bis 2009 getestet wurden. Weibliche Patienten (mit Ausnahme von Reinigungskräften) mit berufsbedingten Handekzemen (n=14494) und weibliche Kontrollen ohne berufsbedingte Handekzeme (n=64736) dienten als Kontrollgruppen.

### Ergebnisse

156 (19,4%) Reinigungskräfte gaben an, aktuell oder anamnestisch unter einem atopischen Ekzem zu leiden oder gelitten zu haben. 655 (81,6%) Reinigungskräfte litten unter berufsbedingten Handekzemen. Ein allergisches Kontaktekzem wurde bei 249 (31%) Reinigungskräften diagnostiziert. Im Vergleich zur Kontrollgruppe der Frauen ohne berufsbedingte Handekzeme waren weibliche Reinigungskräfte signifikant häufiger gegen berufsrelevante Allergene wie Thiurame (11,6%; 95% CI 9,1-14,1% versus 1,5%; 95% CI 1,4-1,6), Zinkdiethyldithiocarbamate (3,4%; 95% CI 2,1-4,7 versus 0,4; 95%CI 0,3-0,4) und Mercaptobenzothiazole (1,8; 95% CI 0,7-2,9 versus 0,5; 95%CI 0,4-0,6) sowie Formaldehyd (3,4%; 95% CI 2,0-4,7 versus 1,4%; 95%CI 1,3-1,5) sensibilisiert (Tabelle 1 und 2). Es fanden sich keine Unterschiede in den Sensibilisierungsprofilen bei weiblichen Reinigungskräften unter 40 im Vergleich zu über 40 jährigen Reinigungskräften.

Tabelle 1: Sensibilisierungsraten gegen Gummichemikalien im Reinigungsgewerbe

Gummichemikalien	Weibliche Reinigungskräfte mit Berufsdermatose				Weibliche Kontrollen ohne Berufsdermatose			
	n test.	n pos.	std. % pos.	95% CI	n test.	n pos.	std. % pos.	95% CI
Thiuram Mix	747	90	11,6	9,1 – 14,1	59057	975	1,5	1,4 – 1,6
<i>Tetraethylthiuramdisulfid*</i>	514	52	9,8	6,9 – 12,6	7627	215	2,6	2,3 – 3,0
<i>Tetramethylthiurammonosulfid*</i>	514	38	7,8	5,2 – 10,5	7635	197	2,5	2,1 – 2,9
<i>Tetramethylthiuramdisulfid*</i>	514	27	5,3	3,2 – 7,5	7634	141	1,7	1,4 – 2,1
<i>Dipentamethylthiuramdisulfid*</i>	514	14	3,1	1,4 – 4,9	7633	123	1,5	1,2 – 1,8
Zink- diethyldithiocarbamat	747	30	3,4	2,1 – 4,7	58613	245	0,4	0,3 – 0,4
Mercaptobenzothiazol*	692	13	2,0	0,8 – 3,2	45984	219	0,5	0,4 – 0,6
N-Isopropyl-N'-phenyl-p-phenyldiamin	746	14	1,9	0,8 – 3,0	58631	327	0,5	0,5 – 0,6

\*Diese Allergene wurden in weniger als 90% der Testpopulation getestet

Tabelle 2: Sensibilisierungsraten gegen Desinfektionsmittel im Reinigungsgewerbe

Desinfektionsmittel	Weibliche Reinigungskräfte mit Berufsdermatose				Weibliche Kontrollen ohne Berufsdermatose			
	n test.	n pos.	std. % pos.	95% CI	n test.	n pos.	std. % pos.	95% CI
Glyoxal*	440	20	3,7	1,8 – 5,5	7708	54	0,8	0,5 – 1,0
Benzalkoniumchlorid*	581	18	3,5	1,7 – 5,3	24741	248	0,9	0,8 – 1,1
Formaldehyd	754	27	3,4	2,0 – 4,7	59060	798	1,4	1,3 – 1,5
Glutardialdehyd*	589	17	2,8	1,3 – 4,2	14786	98	0,7	0,6 – 0,9

\*Diese Allergene wurden in weniger als 90% der Testpopulation getestet

**Schlussfolgerungen:**

Formaldehyd und Gummichemikalien wie Thiurame, Carbamate und Benzothiazole sind beruflich relevante Allergene im Reinigungsgewerbe. Die Sensibilisierungsraten sind weiterhin hoch. Diese Ergebnisse implizieren, dass sich die Expositionen zu berufsrelevanten Allergenen im Reinigungsgewerbe in den letzten Jahrzehnten nicht geändert haben und dass die bisherigen Präventionsanstrengungen deutlich verstärkt werden müssen.

## **Abnahme der Körperkerntemperatur beim Kommissionieren unter Kälteexpositionen von +3°C und -24°C – ein Vergleich zwischen Männern und Frauen zweier Altersklassen**

**Sandra Baldus, Mario Penzkofer, Karsten Kluth**

Fachgebiet Arbeitswissenschaft/Ergonomie,  
Universität Siegen, Paul-Bonatz-Str. 9-11, D-57068 Siegen

### **Einleitung**

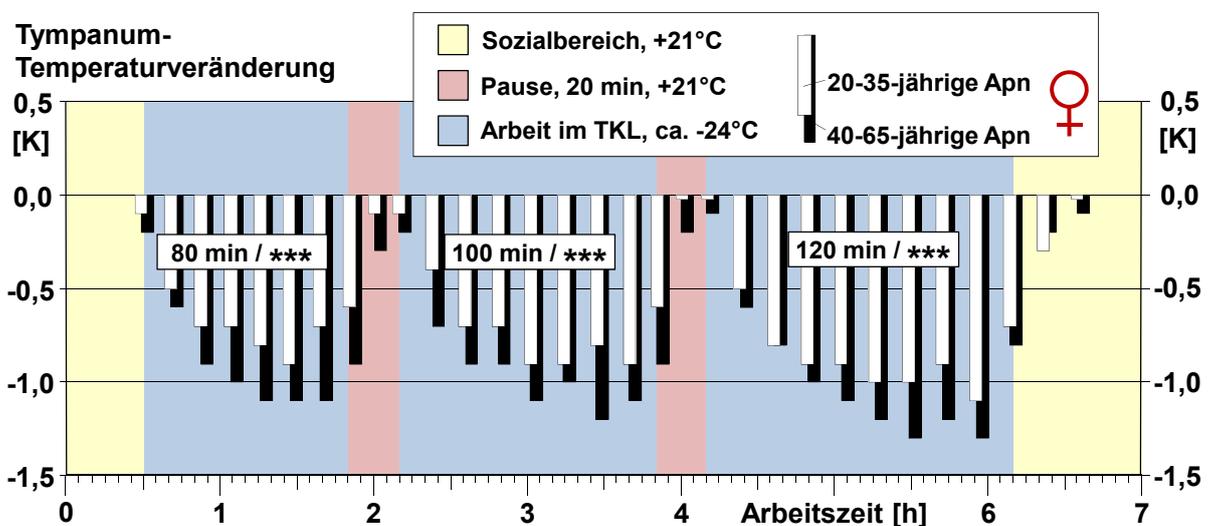
Beim Kommissionieren von Kühl- bzw. Tiefkühlware bei Temperaturen von +3°C und -24°C kommt es trotz peripherer Vasokonstriktion und dem Tragen moderner Kälteschutzkleidung immer zu gewissen Wärmeverlusten im Körper, die hohe Anforderungen an die Thermoregulation des Menschen stellen. Denn Abweichungen von der thermischen Komfortzone des Menschen führen zu einer Einschränkung der physischen (vgl. Oksa, 1998) und mentalen Leistungsfähigkeit (vgl. Palinkas, 2001). Langfristig sind tägliche Kälteexpositionen mit chronischen Gesundheitsproblemen wie etwa kardiovaskulären Krankheiten, Atemwegssymptomen, Muskel-Skelett bezogenen Beschwerden, Durchblutungsstörungen sowie Hautkrankheiten in Verbindung zu bringen (vgl. Hassi et al., 2005). Um diesem entgegenzuwirken, muss neben der Optimierung bestehender Kälteschutzkleidung auch das für Kältarbeit weitgehend unregelmäßige Arbeitszeit-Pausenregime auf Basis wissenschaftlicher Erkenntnisse angepasst werden. Hierzu führten Kluth et al. (2008/2009) bereits Feldstudien an Männern zweier Altersklassen in einem Warenverteilzentrum durch, wobei für die älteren Männer sowohl im Kühllager (+3°C) als auch im Tiefkühlager (-24°C) substantiell größere Abnahmen der Körperkerntemperatur dokumentiert wurden als dies bei den jüngeren Männern der Fall war.

### **Methode**

Um die gewonnenen Erkenntnisse eines Altersunterschiedes bei der Abnahme der Körperkerntemperatur zu festigen und mögliche geschlechtsdifferenzierte Unterschiede zu objektivieren, sollten die bereits mit Männern durchgeführten Ganztagsanalysen mit Frauen der gleichen Altersklassen (jeweils 15 Frauen im Alter von 20-35 bzw. 40-65 Jahren) in gleicher Weise wiederholt werden. Hierzu mussten in drei randomisierten Arbeitsphasen von 80, 100 und 120 Minuten Länge Waren zwischen 2 und 15 kg umgesetzt werden, wobei die Kältephasen durch eine 20-minütige Aufwärmphase bei +21°C unterbrochen wurden. Während der beiden Versuchstage (jeweils einer im Kühllager und Tiefkühlager mit Umgebungstemperaturen von +3°C respektive -24°C) wurde die Körperkerntemperatur mittels des Infrarot-thermometers Braun Thermoscan IRT 4520 diskontinuierlich am Trommelfell der Arbeitspersonen (Apn) erfasst. Neben der Körperkerntemperatur wurde auch der Blutdruck, die Herzschlagfrequenz, der Energieumsatz sowie die Hautoberflächentemperatur bestimmt (vgl. Baldus & Kluth 2012; Baldus et al. 2012; Kluth et al. 2012).

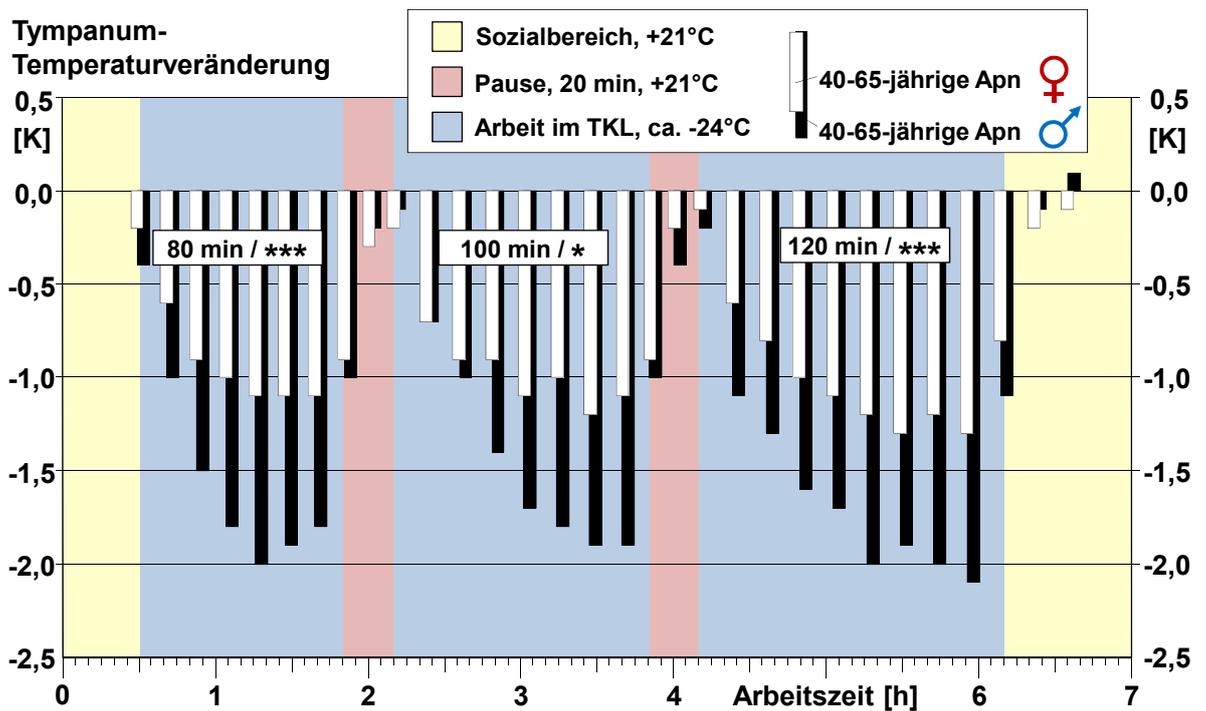
## Ergebnisse

Im altersdifferenzierten Vergleich der Frauen konnten deutliche Unterschiede hinsichtlich der Abnahme der Körperkerntemperatur festgestellt werden. Abbildung 1 veranschaulicht, dass die älteren Apn während der Arbeit im Tiefkühlager ( $-24^{\circ}\text{C}$ ) in allen drei Arbeitsphasen höhere Abnahmen aufzeigten als die jüngeren Apn. Die maximalen Abnahmen der Körperkerntemperatur betragen am Ende der 120-minütigen Arbeitsphase 1,1K bzw. 1,3K für die jüngeren respektive älteren Apn. Im Kühllager hingegen waren bei den weiblichen Kommissionierern kaum altersdifferenzierte Unterschiede erkennbar. So betrug die Abnahme der Körperkerntemperatur bei beiden Probandengruppen im Maximum 0,5K.



**Abb. 1:** Tympanum-(Körperkern-)Temperaturveränderungen [K] von weiblichen Kommissionierern vor, während und nach unterschiedlich langen Kälteexpositionen von ca.  $-24^{\circ}\text{C}$  im Tiefkühlager (TKL). Mittelwerte über jeweils 15 weibliche Arbeitspersonen in den Altersklassen „20-35-jährige“ und „40-65-jährige“. Symbolische Kennzeichnung der Signifikanzunterschiede nach dem zweiseitigen t-Test ( $-:p \geq 0,05$ ,  $*:p < 0,05$ ,  $** :p < 0,01$ ,  $***:p < 0,001$ )

Im geschlechtsdifferenzierten Vergleich zeigten sich sowohl bei den jüngeren Apn als auch bei den älteren Apn über alle drei Arbeitsphasen hinweg deutliche Unterschiede, wobei in beiden Fällen die Temperaturabnahmen bei den männlichen Apn größer ausfielen als bei den weiblichen Apn. Abbildung 2 zeigt die Abnahmen der älteren männlichen und weiblichen Apn, wobei am Ende der 120-minütigen Arbeitsphase ein Abnahmemaximum von 2,1K respektive 1,3K erreicht wurde. Bei den jüngeren Kommissionierern sind bei Betrachtung der maximalen Abnahmen der Körperkerntemperatur geringere Unterschiede mit Maximalwerten von 1,5K für die männlichen Apn und 1,1K für die weiblichen Apn erkennbar.



**Abb. 2:** Tympanum-(Körperkern-)Temperaturveränderungen [K] von Kommissionierern vor, während und nach unterschiedlich langen Kälteexpositionen von ca. -24°C im Tiefkühlager (TKL). Mittelwerte über jeweils 15 männliche und weibliche Arbeitspersonen in der Altersklasse „40-65-jährige“. Symbolische Kennzeichnung der Signifikanzunterschiede nach dem zweiseitigen t-Test (-:  $p \geq 0,05$ , \*:  $p < 0,05$ , \*\*:  $p < 0,01$ , \*\*\*:  $p < 0,001$ )

### Diskussion

Die Ergebnisse zeigen, dass moderne Kälteschutzkleidung in Verbindung mit der physischen Belastung des Kommissionierens, die Kältebeanspruchung in weiten Teilen kompensieren kann. Dennoch bleibt festzustellen, dass der Wärmeverlust mit dem Alter zunimmt und auch die Wiedererwärmungseigenschaften in den Pausen bei den älteren Apn meist schlechter waren, sodass diese häufig „vorbelastet“ in die nächste Kältephase gegangen sind. Vor dem Hintergrund, dass die jüngeren männlichen Apn größere Temperaturabnahmen aufzeigten als die älteren weiblichen Apn, wird allerdings eine ganzheitliche Anpassung des Arbeitszeit-Pausenregimes für alle Arbeitnehmer notwendig. Zielsetzung dieser Anpassung soll sein, dass es während der Kälteexposition nicht zu gesundheitsgefährdenden Körperkerntemperaturabnahmen kommt und die Pausenzeit eine vollständige Wiedererwärmung gewährleisten kann.

Im geschlechtsdifferenzierten Vergleich zeigten sich für die Männer beider Altersklassen überraschenderweise größere Abnahmen der Körperkerntemperatur als für die Frauen derselben Altersklasse. Hierbei ist zu beachten, dass die Körperkerntemperatur des Menschen neben der Arbeitsbelastung, der Umgebungstemperatur und der Tageszeit im Falle der Frauen auch vom

Menstruationszyklus beeinflusst wird. In eine Ursachenanalyse müssen zudem mögliche Einflussfaktoren wie etwa die physiologischen Eigenschaften der Probandengruppen oder deren Lebensstil mit einbezogen werden. Ebenso sind Zusammenhänge zwischen dem gemessenen Energieumsatz und den Abnahmen der Körperkerntemperatur herzustellen.

### Literatur

1. Baldus, S. und Kluth, K.: Kommissionieren in Kälte – Ein Arbeitsplatz für Frauen jeden Alters? In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), Gestaltung nachhaltiger Arbeitssysteme – Wege zur gesunden, effizienten und sicheren Arbeit, Dortmund, GfA Press, 2012, 851-854
2. Baldus, S.; Kluth, K. and Strasser, H.: Order-picking in deep cold – physiological responses of younger and older females. Part 2: body core temperature and skin surface temperature. *Work: A Journal of Prevention, Assessment and Rehabilitation*, 41 (1), 2012, 3010-3017
3. Hassi, J.; Rytönen, M.; Kotaniemi, J. and Rintamäki, H.: Impacts of cold climate on human heat balance, performance and health in circumpolar areas. *International Journal of Circumpolar Health*, 64, 2005, 459-467
4. Kluth, K.; Penzkofer, M. and Strasser, H.: Physiological responses of core and skin surface temperature of two age groups to working in the cold at +3°C and -24°C. *Occupational Ergonomics*, 8, 2008/2009, 145-157
5. Kluth, K.; Baldus, S. and Strasser, H.: Order-picking in deep-cold – physiological responses of younger and older females. Part 1: heart rate. *Work: A Journal of Prevention, Assessment and Rehabilitation*, 41 (1), 2012, 3002-3009
6. Oksa, J.: Cooling and neuromuscular performance in man. Ph.D. Thesis, University of Jyväskylä, 1998
7. Palinkas, L.A.: Mental and cognitive performance in the cold. *International Journal of Circumpolar Health*, 60, 2001, 430-439

Mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft (Projekt-Nr. DFG KL 2067/1-2)

## Vergleich der Aktivität des M. Trapezius während der Tages- und der Nachtschicht im Pflegebereich

**Corinne Nicoletti, Thomas Läubli**

Public and Organizational Health, Gruppe Ergonomie und Umwelt, ETH Zürich

### 1. Einleitung

Muskuloskelettale Erkrankungen (MSD) sind unter Pflegefachangestellten weit verbreitet. Bezüglich MSD im Pflegebereich zeigen mehrere Studien (Harcombe et al. 2009; Smith et al. 2004), dass im Bereich des Nackens am zweithäufigsten Beschwerden auftreten und dass die Prävalenz für Nackenbeschwerden bis zu 50% beträgt. Weiter ist die Ausstiegsrate im Pflegeberuf gross. So wird die mittlere Verweildauer auf dem Beruf in der Schweiz auf 13.5 Jahre geschätzt (Dolder et al., 2009).

Die Belastungen im Pflegeberuf sind vielfältig, beinhalten aber sicherlich die Schichtarbeit als besondere Belastung. Es konnte bereits mehrfach gezeigt werden, dass Nachtschichten zu work-family-Konflikten führen können (z. B. Cameron et al. 2010). Hammig et al. (2011) konnten nun zeigen, dass diese work-family-Konflikte mit vermehrten Nackenbeschwerden assoziiert sind.

Im Bereich der Elektromyographie (EMG) scheinen die fehlenden Erholungsphasen für die Beschwerden verantwortlich zu sein (Hagg 1991; Sandsjo et al. 2000).

Unser Ziel war es, die Ruhephasen im EMG zwischen der Tages- und der Nachtschicht zu vergleichen, sowie die Entwicklung der Ruhephasen mit steigendem Berufsalter zu untersuchen.

### 2. Methoden

An der Studie nahmen 19 Pflegefachangestellte aus der Schweiz teil. Sie waren alle weiblich, arbeiteten seit mindestens einem Jahr auf dem Beruf, hatten eine Anstellung von mindestens 80% und wiesen keinen klinischen Befund für Schulter- oder Nackenbeschwerden auf. Gemessen wurde das bilaterale Oberflächen-EMG des M. Trapezius descendens sowie die Beschleunigung mittels eines Beschleunigungsmessers am dominanten Oberarm, die Haltung mittels eines Lagesensors im Bereich der Brustwirbelsäule und das Elektrokardiogramm. Mittels eines Tagebuchs wurden die Parameter Verspannung, Zeitdruck und Stress erfasst. Die Elektroden des EMG wurden auf der Linie von Akromion zu C7 zwei Zentimeter medial des Mittelpunktes platziert. Bei jeder Probandin wurden zwei Früh- und eine Nachtschicht gemessen. Zur Beschreibung der Muskelaktivität wurde das EMG-Rohsignal mit einem root mean square (Fensterbreite 250 Millisekunden) bearbeitet. Um die Messungen zwischen den

Schichten und den Personen vergleichbar zu machen, wurde die Muskelaktivität während submaximalen Referenz-contraktionen bestimmt. Aus dieser Muskelaktivität wurde der Wert berechnet, mit welchem die Normalisierung durchgeführt wurde (RVE). Aus dem EMG wurde der Parameter der Erholzeit berechnet. Dieser wurde definiert als die Gesamtzeit pro Schicht unter der Schwelle von 5% RVE. Da die Schichten nicht alle genau gleich lang waren, wurde die Erholzeit auf eine Schichtlänge von 9 Stunden normiert. Bisher wurde nur der Parameter EMG auf der dominanten Seite ausgewertet.

Für die Auswertung nach dem Berufsalter wurden die Probandinnen in drei Gruppen eingeteilt. Die erste Gruppe weist ein geringes Berufsalter auf (1-3 Jahre), die zweite ein mittleres Berufsalter (4-11 Jahre) und die dritte ein hohes Berufsalter (19-31 Jahre).

### 3. Resultate

Der berechnete Wert der Erholzeit korrelierte mit dem RVE-Wert, also mit der Normalisierungsgrundlage ( $R^2=0.23$ ). Da die RVE-Werte zwischen 28 und 226  $\mu\text{V}$  schwankten, ergab sich durch die Korrelation eine leichte Datenverfälschung. Um diese Verfälschung zu reduzieren, wurde der RVE-Wert in die Modelle einbezogen.

Beim Vergleich der Tages- mit der Nachtschicht war während der Nachtschicht signifikant mehr Erholzeit möglich als während der Tagesschicht ( $\alpha=0.05$ ).

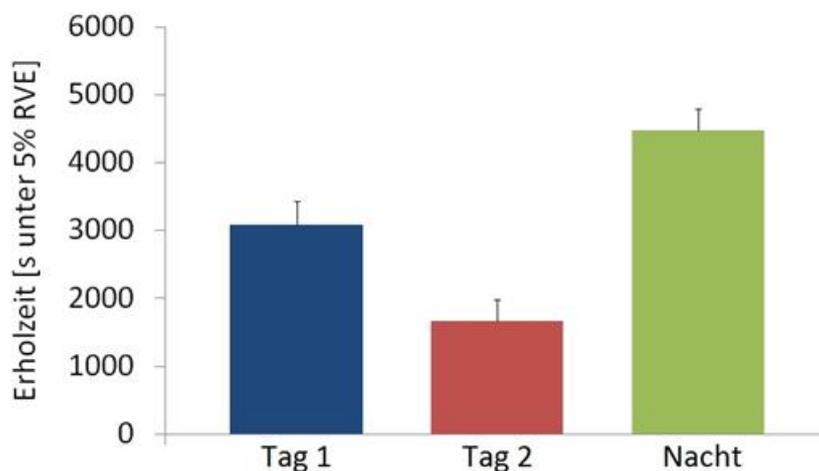


Abbildung 1: Vergleich der adjustierten Erholzeit zwischen den beiden Tagesschichten und der Nachtschicht. Dargestellt ist der Mittelwert und der Standardfehler der Messungen.

Wurden die Mittelwerte der Erholzeit der Gruppe mit geringem Berufsalter (2040 s/Schicht) mit jenen der Gruppe mit hohem Berufsalter (3372 s/Schicht) verglichen, so ergab sich ein statistisch signifikanter Unterschied bei  $\alpha=0.1$ .

Beim Darstellen der einzelnen Messwerte der drei Gruppen ergab sich neben der grösseren Erholzeit auch eine Tendenz zu grösserer Streuung.

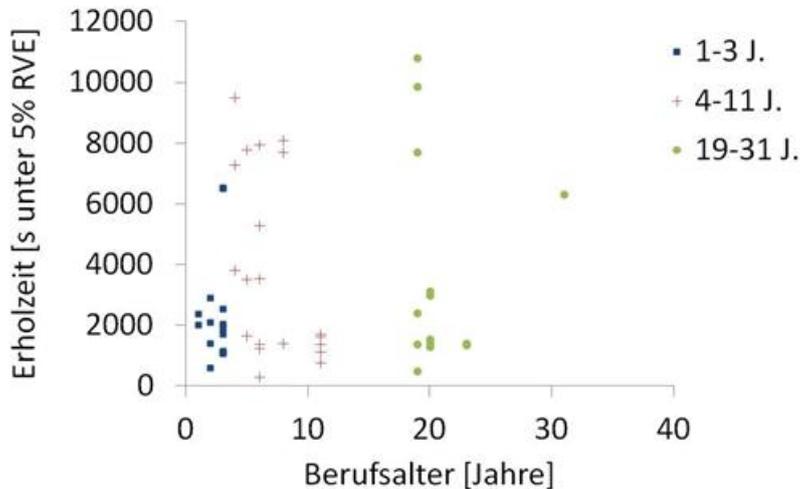


Abbildung 2: Adjustierte Erholzeit im Bezug zum Berufsalter. Die einzelnen Werte sind RVE korrigiert.

#### 4. Diskussion

Die Korrelation zwischen der Erholzeit und den RVE-Werten kann zum aktuellen Zeitpunkt noch nicht erklärt werden. Es wurde bisher auch keine Literatur gefunden, die dieses Phänomen beschreibt. Dies erstaunt, da die von uns verwendete Methode der Normalisierung häufig verwendet wird (z.B. Rissen et al. 2000).

Dass eine gewisse Streuung vorhanden ist, kann trotz genauer Versuchsdurchführung durch das wiederholte Neuanbringen der Elektroden und die nicht völlig identische Ausführung der Referenzkontraktionen erklärt werden.

Die vermehrte Erholzeit während der Nachtschicht wurde so nicht erwartet und widerspricht der Datenlage aus der Literatur, welche die Nackenbeschwerden über die erhöhte psychische Belastung in der Nachtschicht erklärt (Hammig et al. 2011). Ein möglicher Erklärungsversuch unsererseits führt über die Freiwilligkeit der Schichtarbeit und das abweichende Tätigkeitsprofil in der Nachtschicht. In vielen Kliniken der Schweiz beruht das Arbeiten während Nachtschichten auf Freiwilligkeit. Dadurch ändert sich womöglich die Einstellung bezüglich der Arbeit, was die psychische Belastung reduzieren und somit die Ruhephasen erhöhen kann.

Wenn man die Entwicklung der Erholzeit mit steigendem Berufsalter betrachtet, muss man bei der momentanen Datenlage sagen, dass es sich lediglich um eine interessante Beobachtung handelt. Unter anderem im Bezug auf die relativ geringe Verweildauer im Beruf, sollte sie jedoch weiterverfolgt werden.

## 5. Literatur

Camerino, D., Sandri, M., Sartori, S., Conway, P. M., Campanini, P. and Costa, G. (2010). Shiftwork, work-family conflict among Italian nurses, and prevention efficacy. *Chronobiology International* 27(5): 1105-1123.

Hagg, G. M. (1991). Static work loads and occupational myalgia – a new explanation model. *Electromyographical Kinesiology* 949:141-144.

Hammig, O., Knecht, M., Laubli, T. and Bauer, G. F. (2011). Work-life conflict and musculoskeletal disorders: A cross-sectional study of an unexplored association. *BMC Musculoskeletal Disorders* 12(1): 60.

Harcombe, H., D. McBride, et al. (2009). Prevalence and impact of musculoskeletal disorders in New Zealand nurses, postal workers and office workers. *Australian and New Zealand Journal of Public Health* 33(5): 437-441.

Dolder, P. and Grünig, A. (2009). Nationaler Versorgungsbericht für die Gesundheitsberufe 2009. Personalbedarf und Massnahmen zur Personalsicherung auf nationaler Ebene [http://www.odasante.ch/de/01\_aktuell/pdf/Versorgungsbericht\_Deutsch\_20091201\_def.pdf, 7.11.2011].

Rissen, D., Melin, B., Sandsjo, L., Dohns, I. and Lundberg, U. (2000). Surface EMG and psychophysiological stress reactions in women during repetitive work. *European Journal of Applied Physiology* 83(2-3): 215-222.

Sandsjo, L., Melin, B., Rissen, D., Dohns, I. and Lundberg, U. (2000). Trapezius muscle activity, neck and shoulder pain, and subjective experiences during monotonous work in women. *European Journal of Applied Physiology* 83(2-3): 235-238.

Smith, D. R., N. Wei, et al. (2004). Musculoskeletal disorders among professional nurses in mainland China. *Journal of Professional Nursing* 20(6): 390-5.

## Herzfrequenzvariabilität in Gruppen mit unterschiedlichem Body-Mass-Index

**Jenny Hinz<sup>1</sup>, Sabine Darius<sup>1</sup>, Beate Peter<sup>1</sup>, Alessandra D'Alessandro<sup>1</sup>, Siegfried Kropf<sup>2</sup>, Irina Böckelmann<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Bereich Arbeitsmedizin der Medizinischen Fakultät,<sup>2</sup>Institut für Biometrie und Medizinische Informatik, Otto- von-Guericke-Universität Magdeburg, Leipziger Straße 44, 39120 Magdeburg

### 1. Ziel der Studie

Seit 1980 hat sich weltweit die Zahl übergewichtiger Menschen ungefähr verdoppelt. Nach WHO-Schätzungen sind ca. 1,2 Milliarden Menschen der Erdbevölkerung übergewichtig. 2,8 Mio. Menschen sterben jährlich an den Folgen von Adipositas. Einige dieser Folgen betreffen das Herz-Kreislauf-System. Adipositas ist ein klassischer Risikofaktor bspw. an der koronaren Herzkrankheit, an einem Schlaganfall oder an Herzinsuffizienz zu leiden. Die Herzfrequenzvariabilität (Heart Rate Variability, HRV) ist ein Maß für die Anpassungsfähigkeit des vegetativen Nervensystems. Sie spiegelt unter anderem die autonome Herzfunktion wieder. Nicht zuletzt eröffnet uns die Messung der HRV-Parameter die Möglichkeit das Risiko für diverse Herz-Kreislauf-Erkrankungen (HKE) einzuschätzen. Aufgrund der Heterogenität der Datenlage aus den bisher veröffentlichten Studien stellten wir uns die zentrale Frage ob und inwiefern die verschiedenen BMI-Gruppen und die Herzfrequenzvariabilität miteinander in einem Zusammenhang stehen.

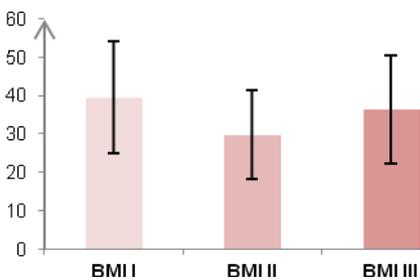
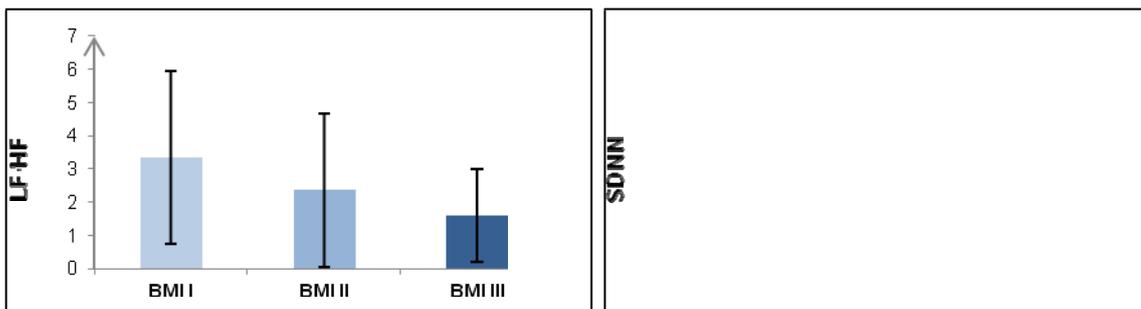
### 2. Methodik

229 klinisch gesunde Probanden im Alter von 35 bis 67 Jahren (Durchschnittsalter 50,4 ± 6,7 Jahre) nahmen freiwillig an verschiedenen Präventionsstudien teil. Es wurden mehrere klinische Statusdaten aus dem anamnestischen Bereich sowie Laborparameter in Bezug auf klassische Risikofaktoren für HKE erhoben. Außerdem wurde mit einem 24-Stunden-Langzeit-EKG (MT 101, Firma Schiller) das Herzrhythmusverhalten im Tagesverlauf und unter kognitiv-visuellen Provokationstests im psychophysiologischen Labor analysiert. Das Probandengut wurde jeweils geschlechterspezifisch in drei BMI-Gruppen eingeteilt: Gruppe I = BMI < 25, Gruppe II = BMI von 25 bis 30, Gruppe III = BMI > 30.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Geschlechterspezifische Vergleiche in drei BMI-Gruppen

Die Ergebnisse der HRV-Analyse in Ruhe zeigten, dass zwischen den drei BMI-Gruppen ein signifikanter Unterschied besteht. Bei den Männern bezogen sich die Unterschiede auf die NN-Intervalle ( $p_{ANOVA} = 0,008$ ), die Average Heart Rate ( $p_{ANOVA} = 0,007$ ) sowie auf die sympathikovagale Balance, und zwar hier zwischen den BMI-Gruppen I und III ( $p_{ANOVA} = 0,014$ ;  $p_{DUNNETT} = 0,007$ ; Abb. 1). Bei dem weiblichen Probandengut gab es in der Ruhephase bezüglich der SDNN hochsignifikante Unterschiede zwischen den Gruppen I und II ( $p_{ANOVA} = 0,006$ ;  $p_{DUNNETT} = 0,007$ ; Abb. 2). Auch in der Belastungsphase gab es bei den männlichen Probanden einen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen bei der Average Heart Rate ( $p_{ANOVA} = 0,009$ ).



**Abb. 1:** Unterschiede zwischen BMI-Gruppen und LF/HF ♂

**Abb. 2:** Unterschiede zwischen BMI-Gruppen und SDNN ♀

3.2 Geschlechter- und altersspezifische Faktorenanalysen in der Gesamtstichprobe

Im Rahmen einer multivariaten Faktorenanalyse wurden latente Variablen zu entsprechenden Faktoren zusammengefasst. Tabelle 1 schlüsselt die einzelnen Faktoren auf.

Faktor	Variablen
1	mean NN, median NN, Average Heart Rate in Ruhe-, Test-, Erholungsphase, mean Heart Rate tagsüber und nachts
2	SDNN, SDANN, Standardabweichung Heart Rate
3	HF, LF/HF
4	SDNN, SDD, rMSSD, NN50, TP, LF, HF in Ruhe- und Erholungsphase

**Tab. 1:** Faktoren aufgeschlüsselt nach latenten Variablen

Die Ergebnisse der Faktorenanalyse weisen ausschließlich bei den männlichen Probanden signifikante Zusammenhänge zwischen der HRV und dem BMI auf. Ohne Berücksichtigung des Alters gab es einen Zusammenhang zwischen dem Faktor 2 und dem BMI ( $r = 0,225$ ;  $p = 0,09$ ). Mit der Kovariable Alter gab es weitere signifikante Zusammenhänge zwischen dem BMI und dem Faktor 1 ( $r = -0,265$ ;  $p = 0,002$ ), dem Faktor 2 ( $r = 0,220$ ;  $p = 0,01$ ) sowie dem Faktor 3 ( $r = 0,238$ ;  $p = 0,006$ ). Unter den Frauen gab es sowohl mit als auch ohne Altersberücksichtigung keinerlei Zusammenhänge zwischen HRV-Parametern und dem BMI. Lediglich der Faktor 4 korrelierte negativ mit den klinischen Laborparametern LDL und Cholesterin ( $r = -0,361$ ;  $p = 0,002$ ) und positiv mit HDL ( $r = 0,243$ ;  $p = 0,039$ ).

4. Schlussfolgerungen

Übergewicht und Adipositas stellen bekannterweise für das Herz-Kreislauf-System eine starke Belastung dar und sind oft mitbeteiligt an Erkrankungen wie z. B.

Arteriosklerose, arterielle Hypertonie, Schlaganfall, Angina pectoris oder Herzinsuffizienz. Aus der Literatur ist bekannt, dass das Risiko an einer HKE zu sterben mit der Gewichtsreduktion erheblich sinkt. Die HRV ist u.a. auch ein guter Prognosefaktor für das Überleben nach einem akuten Myokardinfarkt (Kleiger et al. 1987). Antelmi et al. fanden bei 653 Probanden im Alter von 14 bis 82 Jahren ( $40 \pm 12$ ) weder bei Frauen noch bei Männern einen Zusammenhang zwischen dem BMI und HRV-Parametern (Antelmi et al. 2004). Unsere Beobachtungen widersprechen jenen Ergebnissen. Wir fanden sehr wohl signifikante Zusammenhänge zwischen zahlreichen HRV-Parametern und dem BMI, allerdings lediglich bei Männern. Gleichwohl betonten Kuch et al. ebendiesen geschlechterspezifischen Unterschied. Hier fanden sich bei den männlichen Probanden negative Korrelationen zwischen BMI und LF. Die Unterschiede zwischen beiden Geschlechtern sind vermutlich durch die sich auf die HRV positiv auswirkende vermehrte vagale kardiale Modulation beim weiblichen Geschlecht zurückzuführen. Viele Studien belegen, dass HF bei Frauen größer und LF kleiner ist als bei Männern (Umetani et al. 1998; Kuo et al. 1999; Kuch et al. 2001; Evans et al. 2001). Bekannterweise spiegelt das hohe Frequenzband parasymphatische kardiale Einflüsse wieder und das niedrige Frequenzband die des Sympathikus. Wenngleich dieser Vorteil gegenüber den Männern wahrscheinlich hormonell bedingt ist und somit nur für prämenopausale Frauen zutrifft, so profitieren scheinbar auch noch ältere Frauen nach der Menopause von diesem Benefit (das mittlere Alter lag bei unseren weiblichen Probanden bei 50,4 Jahren, s.o.). Kuch und Koautoren (2001) ziehen sogar in Betracht, dass dieser Sachverhalt eine Erklärung für die geringere kardiale Arrhythmieanfälligkeit der Frauen darstellen könnte. Im Gegensatz hierzu gibt es allerdings auch Ergebnisse, die keine geschlechterspezifischen Differenzen bezüglich der HRV-Parameter aufweisen (Ramaekers et al. 1998).

Unter Beachtung der epidemiologischen Verhältnisse von Adipositas sowie ihrer nahezu pandemischen Verbreitung vor allem in den Industriestaaten und der Bedeutung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen bezogen auf Morbidität und Mortalität, könnte die Betrachtung von HRV-Parametern im Zusammenhang mit dem individuellen BMI behilflich sein prognostische oder sogar auch diagnostische Aussagen zum HKE-Risiko treffen zu können. Die Confounder Alter und Geschlecht müssen bei der HRV-Analyse besondere Berücksichtigung genießen. Zukünftige Studien sollten allerdings auf die sogenannte Waist-to-hip-ratio bzw. Waist-to-height-ratio zurückgreifen, da hierbei eine Aussage über das individuelle Fettverteilungsmuster gemacht werden kann und somit die Aussagekraft bezüglich des gesundheitsrelevanten Risikos des Übergewichts größer ist.

Literaturverzeichnis

1. Evans, J.M., Ziegler, M.G., Patwardhan, A.R., Ott, J.B., Kim, C.S., Leonelli, F.M., Knapp, C.F. 2001, Gender differences in autonomic cardiovascular regulation: spectral, hormonal and hemodynamic indexes. *Journal of Applied Physiology*, 91, 2611-2618
2. Jensen-Urstad, K., Storck, N., Bouvier, F., Ericson, M., Lindblad, L.E., Jensen-Urstad, M. 1997, Heart rate variability in healthy subjects is related to age and gender. *Acta Physiologica Scandinavica*, 160, 235-241
3. Kleiger, R.E., Miller, J.P., Bigger Jr, J.T., Moss, A.J. 1987, Decreased heart rate variability and its association with increased mortality after acute myocardial infarction. *American Journal of Cardiology*, 59, 256-262
4. Kuch, B., Hense, H.W., Sinnreich, R., Kark, J.D., von Eckardstein, A., Sapoznikov, D., Bolte, H.D. 2001, Determinants of Short-period Heart Rate Variability in the General population, *Cardiology*, 95, 131-138
5. Ramaekers, D., Ector, H., Aubert, A.E., Rubens, A., van de Werf, F. 1998, Heart rate variability and heart rate in healthy volunteers. Is the female autonomic nervous system cardioprotective?, *European Heart Journal*, 19, 1334-1341
6. Umetani, K., Singer, D.H., McCraty, R., Atkinson, M. 1998, Twenty-Four Hour Time Domain Heart Rate Variability and Heart Rate: Relations to Age and Gender Over Nine Decades, *Journal of the American College of Cardiology*, 31, 593-601

## Zusammenhang von beruflichen Gratifikationskrisen und Burnout-Risiko bei Lehrerinnen und Ärztinnen

Steputat, A.<sup>1</sup>; Hübler, A.<sup>2</sup>; Scheuch, K.<sup>2</sup>; Seibt, R.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut und Poliklinik für Arbeits- und Sozialmedizin, Technische Universität Dresden

<sup>2</sup> Zentrum für Arbeit und Gesundheit Sachsen der Gesellschaft für Wissens- und Technologietransfer der Technischen Universität Dresden (GWT-TUD) GmbH

### 1. Einleitung

Lehrerinnen und Ärztinnen sind bei ihrer Tätigkeit hohen psychosozialen und - emotionalen Belastungen ausgesetzt. Psychische Fehlbelastungen können schwerwiegende gesundheitliche Folgen wie das Auftreten von Burnout nach sich ziehen. In den letzten Jahren nahmen gesundheitliche Beeinträchtigungen infolge psychischer Fehlbelastungen weltweit zu (Nebel et al. 2010). Siegrist (1996) beschreibt als Ursache solcher Fehlbelastungen ein Ungleichgewicht von *Verausgabung* (Effort) und *Belohnung* (Reward) im Arbeitsumfeld (Gratifikationskrise), d.h. ein hohe Effort-Reward-Imbalance (ERI) kann zu chronischem Stress und damit zu negativen gesundheitlichen Konsequenzen führen. Der Zusammenhang wurde überwiegend an männlichen Stichproben überprüft (van Vegchel et al. 2005), wobei die Stärke dieser Zusammenhänge in den einzelnen Studien stark variiert und oft keine personenbezogenen Merkmale beachtet wurden.

In dieser Untersuchung soll überprüft werden, inwieweit das Verausgabungs-Belohnungs-Verhältnis bedeutsam für die psychische Gesundheit von Lehrerinnen und Ärztinnen ist. Dabei liegt das Augenmerk auf dem Burnout-Risiko, da dieses in beiden Berufsgruppen höher als in der Allgemeinbevölkerung ist (Bauer et al. 2006). Als zusätzliche Einflussfaktoren auf das ERI werden personenbezogene Merkmale wie Erholungsunfähigkeit und Lebensgewohnheiten einbezogen.

### 2. Methode

**Stichprobe.** Im Rahmen von arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen wurden bei 148 Grundschul- und Gymnasiallehrerinnen (Durchschnittsalter: 42±5 Jahre) und 150 im Krankenhaus tätigen Ärztinnen (Durchschnittsalter: 40±6 Jahre) arbeits-, gesundheits- und personenbezogene Merkmale erfasst. Alle Teilnehmerinnen waren in Sachsen tätig und übten ihren Beruf seit mindestens einem Jahr aus. Ein bedeutsamer Unterschied zwischen den Berufsgruppen bestand im Beschäftigungsverhältnis: Während fast alle der Lehrerinnen (98,0 %) einen unbefristeten Arbeitsvertrag hatten, traf dies nur auf rund die Hälfte (54,7 %) der Ärztinnen zu.

**Eingesetzte Verfahren.** Die für diese Untersuchung bedeutendste Variable, das berufliche Verausgabungs-Belohnungs-Verhältnis, wurde mit der Kurzversion des Effort-Reward-Imbalance Questionnaire (ERI-Q, Siegrist 1996) erhoben, die sich aus

den Skalen Veraus-  
gabung, Belohnung sowie dem ERI-Ratio zusammensetzt. Das Burnout-Risiko wurde  
mit der  
deutschen Form des Maslach Burnout Inventory - General Survey (MBI-GS) nach  
Schaufeli  
et al. (1996) erhoben und besteht aus den drei Dimensionen emotionale Erschöpfung,  
Depersonalisation und reduzierte Leistungsfähigkeit. Das personenbezogene Merkmal  
Erholungsunfähigkeit wurde mit der gleichnamigen Skala des Fragebogens zur  
Analyse belastungs-relevanter Anforderungsbewältigung (FABA-E) von Richter et al.  
1996 erfasst. Lebensgewohnheiten wie sportliche Aktivität, Genussmittelkonsum sowie  
berufliche Aufgaben und Anforderungen wurden mit einem Fragebogen zu  
soziodemografischen Angaben, Berufsanamnese und Gesundheit erfasst (Seibt 2002).

**Statistische Auswertung.** Zur Analyse der Berufsgruppenunterschiede und der  
Zusammenhänge zwischen ERI und Burnout sowie personenbezogenen Merkmalen  
wurden in Abhängigkeit vom Datenniveau der untersuchten Variablen  
Unterschiedstests (t-Test; Chi-Quadrat-Unterschiedstest), bivariate bzw. partielle  
Korrelationsanalysen (Pearson's  $r$ ; Rangkorrelationskoeffizient) und  
Regressionsanalysen (Odds Ratio) durchgeführt. Als Kontrollvariable wurde das Alter  
in die Berechnungen einbezogen.

### 3. Ergebnisse

**Berufsgruppenunterschiede zwischen Lehrerinnen und Ärztinnen.** Das ERI-Ratio  
der Lehrerinnen ist mit 0,68 signifikant günstiger als das der Ärztinnen mit 0,86  
( $p=.029$ ; Tab. 1).

**Tabelle 1:** Berufsgruppenunterschiede zwischen Lehrerinnen und Ärztinnen

Variable		Lehrerinnen (N=148)	Ärztinnen (N=150)	Signifikanz (Effektstärke)
<b>Verausgabungs-Belohnungs-Verhältnis</b>				
Verausgabung/Effort [Range 6-30] Kovariate Alter	MW ± SD	18,4 ± 4,1	16,8 ± 4,4	.000*** (.042) .133 n.s.
Belohnung/Reward [Range 11-55] Kovariate Alter	MW ± SD	42,1 ± 8,1	47,2 ± 5,9	.000*** (.128) .058 n.s.
<b>ERI-Ratio</b> [Risiko: ≥ 1]	% (Anzahl)	13,1 (39)	5,0 (15)	.000*** (.206)
<b>ERI-Ratio</b> [Risiko: ≥ 1] Kovariate Alter	MW ± SD	0,86 ± 0,34	0,68 ± 0,25	.000*** (.009) .029* (.016)
<b>Burnout</b>				
<b>MBI</b> [Range 0-6] Kovariate Alter	MW ± SD	1,4 ± 0,8	1,8 ± 0,9	.001** (.037) .930 n.s.
<b>MBI-Klassifikation</b> <sup>1</sup> kein Burnout [0-1,49]	% (Anzahl)	55,4 (82)	46,0 (69)	.045* (.291)
einige Burnout-Symptome [1,50-3,49]	% (Anzahl)	43,9 (65)	49,3 (74)	
Burnout [3,50-6,00]	% (Anzahl)	0,7 (1)	4,7 (7)	
<b>Personenbezogene Merkmale</b>				
Erholungsunfähigkeit [Range 6-24] Kovariate Alter	MW ± SD	15,8 ± 4,0	16,5 ± 4,0	.266 n.s. .105 n.s.
sportliche Aktivität [Range 0-1] Kovariate Alter	MW ± SD	0,76 ± 0	0,95 ± 0,2	.000*** (.069) .401 n.s.
Alkoholkonsum [Range 0-2] Kovariate Alter	MW ± SD	0,81 ± 0	0,91 ± 0,4	.020* (.019) .557 n.s.
Tabakkonsum [Range 0-1] Kovariate Alter	MW ± SD	0,11 ± 0,3	0,09 ± 0,3	.746 n.s. .957 n.s.

Anmerkungen: MW: Mittelwert; SD: Standardabweichung; Signifikanz (2-seitig): \*\*\* p < .001 \*\* p < .01 \* p < .05; <sup>1</sup>: Burnout-Klassifikation nach Kalimo et al. (2003)

Ein gesundheitsgefährdendes ERI ≥ 1 besteht bei 5% der Lehrerinnen und 13% der Ärztinnen. Für das Burnout-Risiko ergeben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Berufsgruppen. Ein komplettes Burnout-Syndrom liegt nur bei 1% der Lehrerinnen und 5% der Ärztinnen vor. In beiden Berufsgruppen berichtet allerdings fast die Hälfte der Beschäftigten „einige Burnout-Symptome“. Für die personenbezogenen Merkmale liegen ebenfalls keine signifikanten Berufsgruppeneffekte vor. In beiden Berufsgruppen weisen rund 30% auffällige bis sehr auffällige Erholungswerte auf, 10% rauchen und 5% der Lehrerinnen sowie 24% der Ärztinnen treiben keinen Sport.

**Zusammenhangsanalysen.** Es bestehen mittlere Korrelationen zwischen ERI-Ratio und Burnout (r=.43 bzw. r=.42; p<.001; Abb. 1) sowie zwischen ERI-Ratio und Erholungsunfähigkeit (r=.41 bzw. r=.51; p<.001), wonach das Burnout-Risiko und die Erholungsunfähigkeit in beiden Berufsgruppen mit zunehmendem ERI ansteigen. Auch

geht mit ansteigendem ERI bei Lehrerinnen eine geringe sportliche Betätigung einher ( $r = -.25$ ;  $p < .01$ ).

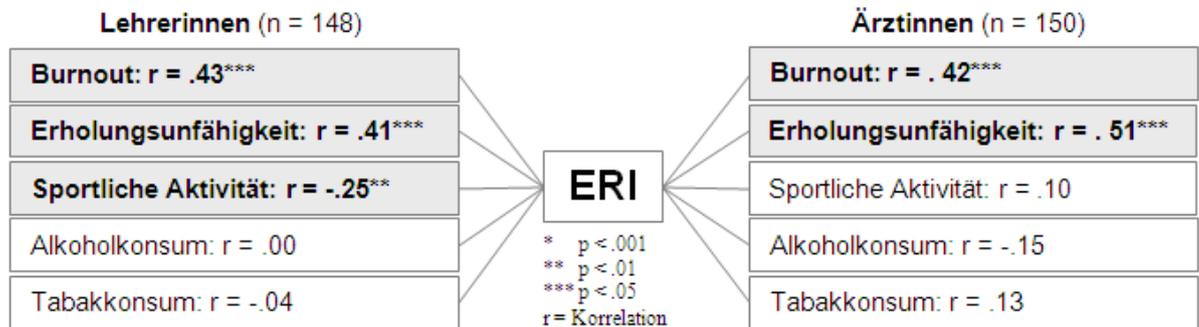


Abb. 1: Korrelationen zwischen ERI-Ratio und Burnout sowie personenbezogenen Merkmalen

**Regressionsanalysen.** In die Regressionsanalysen gingen die Variablen ein, die einen signifikanten Zusammenhang zum ERI aufwiesen (Burnout, Erholungsunfähigkeit, sportliche Aktivität). Bei den Lehrerinnen und Ärztinnen konnte ein signifikantes Odds Ratio für die Variable Burnout ermittelt werden ( $p = .008$  bzw.  $p < .001$ ). Lehrerinnen haben eine fast sechsfach erhöhte Chance für das Auftreten von Burnout, wenn ein Verausgabungs-Belohnungs-Ungleichgewicht vorliegt. Bei den Ärztinnen ist diese Chance sogar siebenfach erhöht. Die Chance, dass Erholungsunfähigkeit auftritt, steigt außerdem bei den Ärztinnen um den Faktor 3,4, wenn eine Gratifikationskrise besteht ( $p = .002$ ).

#### 4. Diskussion und Schlussfolgerung

Im Vergleich zu anderen Lehrer- und Ärztstichproben ist das ERI-Ratio und der Anteil der an Burnout-Erkrankungen bei den Lehrerinnen und Ärztinnen in dieser Untersuchung geringer (Bauer et al. 2006, Buddeberg-Fischer et al. 2005, Deckert 2009). Somit ist im Durchschnitt von keinem ungünstigen psychischen Gesundheitszustand auszugehen. Allerdings wiesen 44 % der Lehrerinnen und 49% der Ärztinnen „einige Burnout-Symptome“ auf. Einer Verschlimmerung der Symptomatik ist durch geeignete Entlastungsmaßnahmen vorzubeugen, um die Entwicklung eines ausgeprägten Burnout-Syndroms zu verhindern.

#### 4. Diskussion und Schlussfolgerung

Im Vergleich zu anderen Lehrer- und Ärztstichproben ist das ERI-Ratio und der Anteil der an Burnout-Erkrankungen bei den Lehrerinnen und Ärztinnen in dieser Untersuchung geringer (Bauer et al. 2006, Buddeberg-Fischer et al. 2005, Deckert 2009). Somit ist im Durchschnitt von keinem ungünstigen psychischen Gesundheitszustand auszugehen. Allerdings wiesen 44 % der Lehrerinnen und 49% der Ärztinnen „einige Burnout-Symptome“ auf. Einer Verschlimmerung der Symptomatik ist durch geeignete Entlastungsmaßnahmen vorzubeugen, um die Entwicklung eines ausgeprägten Burnout-Syndroms zu verhindern.

Durch die Korrelations- und Regressionsanalysen konnte bestätigt werden, dass ein hohes Verausgabungs-Belohnungs-Ungleichgewicht ein Risiko für die psychische Gesundheit der Lehrerinnen und Ärztinnen darstellt. Dieses Ungleichgewicht scheint das Burnout-Risiko zu erhöhen und die Erholungsunfähigkeit zu verstärken. Daher sollten Präventionsmaßnahmen bereits bei den arbeits- und personenbezogenen Faktoren ansetzen, die das Entstehen einer Gratifikationskrise begünstigen.

### 5. Literatur

Bauer, J., Stamm, A., Virnich, K., Wissing, K., Müller, U., Wirsching, M. & Schaarschmidt, R. (2006). Correlation between burnout syndrome and psychological and psychosomatic symptoms among teachers. *International Archives of Occupational Environmental Health*, 79, 199-204.

Buddeberg-Fischer, B., Klaghofer, R., Abel, T. & Buddeberg, C. (2005). Junior physicians' workplace experiences in clinical fields in German-speaking Switzerland. *Swiss Medical Weekly*, 135, 19-26.

Deckert, S. (2009). Wunsch und Wirklichkeit im Arbeitsalltag. Die Bedeutung des Verausgabungs-Belohnungs-Verhältnisses für Gesundheit und Arbeitsfähigkeit bei Lehrern und Führungskräften. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Hochschule Magdeburg-Stendal.

Kalimo, R.; Pahkin, Kr.; Mutanen, P.; Toppinen-Tanner, S. (2003). Staying well or burning out at work: work characteristics and personal resources as long-term predictors. *Work & Stress*, 17 (2), 109-122.

Nebel, C., Wolf, S. & Richter, P. (2010): Instrumente und Methoden zur Messung psychischer Belastung. In: Windemuth, D., Jung, D. & Petermann, O. (Hrsg.). *Praxishandbuch psychische Belastungen im Beruf*. Stuttgart: Gentner, 261-274

Siegrist, J. (1996). Adverse health effects of high-effort/low-reward conditions. *Journal of Occupational Health Psychology*, 1 (1), 27-41.

Van Veghel, N., Jonge, J., Bosma, H. & Schaufeli, W. (2005). *Reviewing the effort-reward imbalance model: drawing up the balance of 45 empirical studies*. *Social Science & Medicine*, 60, 1117-1131.

## Autorenverzeichnis

---

Ackenhausen, Frauke P37  
Volkswagen AG, Werk Salzgitter, 38231 Salzgitter

Ackermann, Evelin Dr. P11, P14  
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Psychosomatische Medizin und Psychotherapie,  
Leipziger Str. 44, 39120 Magdeburg

Albrecht, Andreas Dr.med. P25  
Berufsgenossenschaft Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege, Pfarrstraße 3,  
80538 München

Allinger, Friedrich P25  
Landwirtschaftliche Sozialversicherung, Pfarrstraße 3, 80538 München

Alt, Anne P29  
Universitätsklinikum der RWTH Aachen Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin,  
Pauwelsstrasse 30, 52074 Aachen

Angerer, Peter Prof. Dr.med. V05, V06, V88, P05  
Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin, Heinrich Heine Universität Düsseldorf,  
Universitätsstraße 1, 40225 Düsseldorf

Angerer, Jürgen Prof. Dr. K6  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung  
Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA) Kompetenzzentrum Toxikologie, Bürkle-de-la-  
Camp-Platz 1, 44789 Bochum

Armbruster, Lorenz Dr. V14  
Verein für technische Sicherheit und Umweltschutz (TSU) e.V. Gotha  
Neckarstraße 62, 45219 Essen

Augner, Christoph Dr. P23  
Universitätsklinikum Salzburg, IGGMB - Forschungsinstitut für Grund- und Grenzfragen der  
Medizin und Biotechnologie, Gesundheitsforschungsinstitut, Müllner Hauptstrasse 48,  
5020 Salzburg

Baars, Stefan Dr. med. P24, P106  
Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Hannover, Gewerbeärztlicher Dienst, Am Listholze 74,  
30177 Hannover

Bader, Michael PD Dr. P34  
BASF SE, Occupational Medicine & Health Protection, GUA/CB - H 308,  
67056 Ludwigshafen

- Baldus, Sandra **NS1**  
Universität Siegen, Institut für Produktionstechnik  
Arbeitswissenschaft/Ergonomie, Paul-Bonatz-Straße 9-11, Siegen
- Banek, Séverine **V56**  
Klinik für Urologie, Eberhard Karls Universität, Tübingen,  
Hoppe-Seyler-Straße 3, 72076 Tübingen
- Barbinova, Liubov **V70**  
Zentralinstitut für Arbeitsmedizin und Maritime Medizin, Klinische  
Arbeitsmedizin, Seewartenstrasse 10, 20459 Hamburg
- Barth, Alexander **P16**  
Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Institut für  
Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Obere Zahlbacher Str. 67, 55131 Mainz
- Bauer, Andrea PD Dr. **P84**  
Informationsverbund Dermatologischer Kliniken (IVDK), Von Siebold Str. 3,  
37075 Göttingen
- Bauer, Andrea **K13**  
Klinik und Poliklinik für Dermatologie, Universitätsklinikum Carl Gustav Carus,  
Technische Universität Dresden, Dresden
- Bauer, Marcus Dr.med. **P59**  
Universitätsklinikum der RWTH Aachen, Institut für Arbeitsmedizin und  
Sozialmedizin, Pauwelsstr. 30, 52074 Aachen
- Baumeister, Thomas Dr.med **P02**  
Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der Universität  
Erlangen, Schillerstraße 25+29, 91054 Erlangen
- Baur, Xaver Prof. Dr .med. **V13, V16, V70, P87, P100, P101**  
Ordinariat für Arbeitsmedizin, Universitätsklinikum Hamburg-  
Eppendorf, Zentralinstitut für Arbeitsmedizin und Maritime Medizin,  
Seewartenstr. 10, 20459 Hamburg
- Beez, Harald **S23**  
MedPrae GmbH, Torgauer Str.18, Düsseldorf
- Behrend, Sabine **P95**  
Universität Rostock, Institut für Präventivmedizin, St.-Georg-Straße 108,  
18055 Rostock

- Behrens, Thomas PD Dr. P114  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen  
Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA), Kompetenz-  
Zentrum Epidemiologie, Weiherstr. 10, 44789 Bochum
- Bender, Herbert F. Prof. Dr. K5  
BASF AG, GUS/TD - M940, 67056 Ludwigshafen
- Berges, Markus Dr. V68  
Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA),  
Alte Heerstraße 111, 53757 Sankt Augustin
- Bergmann, Tanja Dr. P67  
Friedrich- Alexander Universität Erlangen-Nürnberg, "Abteilung Endokrinologie  
u. Diabetologie; Medizinische Klinik 1", Ulmenweg 18, 91054 Erlangen
- Bergmann, Annkatrin Dr. med. V79  
Universität Halle/Wittenberg, Institut für medizinische Epidemiologie, Biometrie  
und Informatik, Magdeburger Straße 20, 06097, Halle
- Berresheim, Hans Dipl.-Ing. P115  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der DGUV, Institut der Ruhr-  
Universität Bochum, Bürkle-de-la-Camp-Platz 1, 44789 Bochum
- Bertram, Jens P112  
Universitätsklinikum der RWTH Aachen, Institut für Arbeits- und Sozialmedizin,  
Pauwelsstr. 30, 52074 Aachen
- Bittner, Cordula Dr.med. P87, P101  
Zentralinstitut für Arbeitsmedizin und Maritime Medizin, Klinische  
Arbeitsmedizin, Seewartenstr. 10, 22459 Hamburg
- Blaszkewicz, Meinolf Dr.phil. V57  
Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der TU Dortmund (IfADo), Ardeystr. 67,  
44139 Dortmund
- Blomberg, Nicole Dipl.-Ing. P69, P70  
Universitätsklinikum, Institut für Arbeits- und Sozialmedizin, Neckaraue 8,  
72072 Tübingen

Böckelmann, Irina PD Dr. med. habil. V95, P10, P11, P12, P13, P14, P49,  
**P50**, P51, **P89**, P90, P91, NS5  
Otto-von-Guericke-Universität, Bereich Arbeitsmedizin, Medizinische Fakultät,  
Leipziger Str. 44, 39120 Magdeburg

Böhmert, Maren P15  
Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege,  
Pappelallee 35-37, 22089 Hamburg

Bolm-Audorff, Ulrich Prof. Dr. med. **V19**, V30, V38, **V62**, V65, V79, **P53**  
Landesgewerbearzt, Simone-Veil-Str. 5, 65197 Wiesbaden

Bonberg, Nadine V56  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen  
Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA),  
Bürkle-de-la-Camp-Platz 1, 44789 Bochum

Bonnemann, Susanne S1, S8  
Fachgebiet Arbeitsmedizin / Arbeitsbedingte Gesundheitsgefahren BG ETEM,  
Gustav-Heinemann-Ufer 130, Köln

Breitinger, Anais V46  
Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität, Institut für Arbeits-,  
Sozial- und Umweltmedizin, Obere Zahlbacher Straße 67, 55131 Mainz

Brendler, Claudia **P86**  
Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), "Gruppe 3.1  
Prävention arbeitsbedingter Erkrankungen, Nöldnerstraße 40/42, 10317 Berlin

Brenner, Bernhard Dr. P99  
Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit, Arbeits-  
und Umweltmedizin, Pfarrstr. 3, 80538 München

Brettschneider, Reinhold Dr. P101  
Biozentrum Klein Flottbek und Botanischer Garten, Ohnhorststr. 18, 22609  
Hamburg

Broding, Horst Christoph Dr.med. **V48**, P32, P115  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen  
Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA), Kompetenz-  
Zentrum Medizin - Leiter Expositionslabor [Expo/L], Bürkle-de-la-Camp-Platz 1,  
44789 Bochum

Brüning, Thomas Prof. Dr. med. V08, V17, V31, V32, V36, V41, V48,  
V56, V68, V69, V73, V75, V78, P31,  
P32, P33, P63, P64, P84, P96, P97,  
P102, P103, P104, P108, P109, P114,  
P115

Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen  
Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA,  
Bürkle-de-la-Camp-Platz 1, 44789 Bochum

Bryk, Oleksandr V73, P108  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen  
Unfallversicherung - Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA),  
Buerkle-de-la-Camp-Platz 1, 44789 Bochum

Budnik, Lygia Therese Priv.-Doz. V13  
Zentralinstitut für Arbeitsmedizin und Maritime Medizin, Arbeitstoxikologie und  
Immunologie, Marckmannstrasse 129b, 20539 Hamburg

Bühren, Astrid Dr.med. V28  
Vorstandsmitglied Hartmannbund, Ehrenpräsidentin Deutscher Ärztinnenbund,  
Hagener Str. 31, 82418 Murnau

Bünger, Jürgen Prof. Dr. med. V17, V41, V48, P32, P63, P84, P104,  
P115  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen  
Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA), Medizin, Bürkle-  
de-la-Camp-Platz 1, 44789 Bochum

Burger, Ulrike Dr.med. V94, P52  
Universitätsmedizin Mainz, Institut für Lehrgesundheit am Institut für Arbeits-,  
Sozial- und Umweltmedizin, Obere Zahlbacherstrasse 67, 55116 Mainz

Casjens, Swaantje V68  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen  
Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA) Kompetenz-  
Zentrum Epidemiologie, Bürkle-de-la-Camp-Platz 1, 44789 Bochum

Catrein, Beate Dr.med. V30  
Landesgewerbearzt Hessen, Regierungspräsidium Darmstadt,  
Simone-Veil-Str.5, 65197 Wiesbaden

- Chegrynets, Oleksiy **P49**  
Bereich Arbeitsmedizin, Medizinische Fakultät, Otto-von-Guericke-Universität,  
Leipziger Straße 44, 39120 Magdeburg
- Clarner, Annika Dipl. Psych. **V86**  
Universität Erlangen-Nürnberg, Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin,  
Schillerstraße 29, 91054 Erlangen
- Claus, Matthias **V66**  
Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Institut für  
Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Obere Zahlbacher Str. 67, 55131 Mainz
- D'Alessandro, Alessandra Dr.med. **P14, NS5**  
Bereich Arbeitsmedizin, Medizinische Fakultät, Otto-von-Guericke Universität  
Magdeburg, Leipziger Straße 44 (Haus 20), 39120 Magdeburg
- Danz, M. **P43**  
Medizinische Hochschule Hannover, Koordinierungsstelle Angewandte  
Rehabilitationsforschung, Klinik für Rehabilitationsmedizin, Hannover
- Darius, Sabine Dr.med. **V95, P12, P49, P50, NS5**  
Otto-von-Guericke-Universität, Bereich Arbeitsmedizin, Medizinische Fakultät,  
Leipziger Str. 44, 39120 Magdeburg
- de Blay, Frederic Prof. **V32**  
University Hospital, BP426, 67091 Strasbourg
- Debitz, Uwe Dr. rer. nat. Dipl.Psych. **S5**  
"Arbeitsgruppe ""Wissen-Denken-Handeln"" FB Psychologie, TU Dresden",  
Dresden
- Dehm, Reinhold **P25**  
Bayerisches Rotes Kreuz, Pfarrstraße 3, 91413Neustadt a. d. Aisch
- Deml, Barbara Prof. **P51**  
Lehrstuhl für Arbeitswissenschaft und Arbeitsgestaltung der Otto-von-Guericke  
Universität Magdeburg, Universitätsplatz 2/ 4120, 39016 Magdeburg
- Dennerlein, Kathrin **V39, P81**  
Universität Erlangen-Nürnberg, Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und  
Umweltmedizin, Schillerstrasse 25/29, 91054 Erlangen

- Derry, Sheena P56, P57  
University of Oxford, Pain Research and Nuffield Division of Anaesthetics,  
Department of Clinical Neurosciences, Churchill Hospital, OX3 7LJ Oxford
- Dettbarn, Gerhard P33  
Biochemisches Institut für Umweltcarcinogene, Lurup 4, 22927 Grosshansdorf
- Dickel, Heinrich Priv.-Doz. P84  
Informationsverbund Dermatologischer Kliniken (IVDK), Von Siebold Str. 3,  
37075 Göttingen
- Diel, Roland PD Dr. V72  
Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Pneumologie,  
Carl-Neuberg-Str.1, 30625 Hannover
- Dopp, Elke Prof. Dr. P110  
Institut für Hygiene und Arbeitsmedizin, Universität Duisburg-Essen,  
Virchowstrasse 161, 45147 Essen P110
- Drexler, Hans Prof. Dr. med. V07, V09, V10, V14, V39, V86, P02, P28,  
P67, P80, P81, P98  
Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der Universität  
Erlangen-Nürnberg, Schillerstrasse 25/29, 91054 Erlangen
- Druschke, Diana Dipl. Psych. P18a  
Technische Universität Dresden, Institut und Poliklinik für Arbeits- und  
Sozialmedizin, Fetscherstr. 74, 01307 Dresden
- Dudenhöffer, Sarah Dr.phil. V93  
Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Institut für  
Lehrergesundheit am Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin,  
Kupferbergterrasse 17-19, 55116 Mainz
- Dufey, Florian Dr. V75  
Bundesamt für Strahlenschutz, Abteilung Strahlenschutz und Gesundheit,  
Ingolstädter Landstraße 1, 85764 Neuherberg
- Dulon, Madeleine Dr. V37  
BGW GPR, Pappelallee 33-37, 22089 Hamburg

- Dumont, Bettina P108  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen  
Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA), Buerkle-de-la-  
Camp-Platz 1, 44789 Bochum
- Düser, Maria P104  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen  
Unfallversicherung (IPA), Institut der Ruhr-Universität Bochum, Bürkle-de-la-  
Camp Platz 1, 44789 Bochum
- Eckert, Elisabeth Dr. P27  
Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der Universität  
Erlangen-Nürnberg, Schillerstraße 25, 91054 Erlangen
- Egen, C. P43  
Medizinische Hochschule Hannover, Koordinierungsstelle Angewandte  
Rehabilitationsforschung, Klinik für Rehabilitationsmedizin, Hannover
- Eickmann, Udo PD Dr. P26  
Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW),  
Fachbereich Gefahrstoffe/Toxikologie, Bonner Straße 337, 50968 Köln
- Eikmann, Thomas P99  
Institut für Hygiene und Umweltmedizin, Universität Gießen, Gießen
- Eisenhawer, Christian P59  
Universitätsklinikum der RWTH Aachen, Institut für Arbeitsmedizin und  
Sozialmedizin, Pauwelsstr. 30, 52074 Aachen
- Elliehausen, Heinz-Jörg Dr.med. P03  
Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft, Arbeitsmedizinisch-  
Sicherheitstechnischer Dienst, Hildesheimer Str. 309, 10715 Berlin
- Emken, Emke V81  
Ausbildungszentrum der Bauwirtschaft BAU-ABC Rostrup, Virchowstrasse 5,  
26160 Bad Zwischenahn
- Emmert, Steffen Prof. Dr. med. P85  
Universitätsmedizin Göttingen, Dermatologie, Venerologie und Allergologie,  
Robert-Koch-Str. 40, 37075 Göttingen

- Emmert, Birgit Dr.med. **V49, P85**  
Betriebsärztlicher Dienst der Universitätsmedizin und der Georg-August-Universität, Robert-Koch-Str. 40, 37075 Göttingen
- Engelhardt, Beate **P109**  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung - Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA), Bürkle-de-la-Camp-Platz 1, 44789 Bochum
- Erkes, Anja **P109**  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung - Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA), Bürkle-de-la-Camp-Platz 1, 44789 Bochum
- Erley, Oliver Maria Dr.med. **FA6**  
Zentrales Institut des Sanitätsdienstes der Bundeswehr Koblenz, Laborabteilung IV – Wehrmedizinische Ergonomie und Leistungsphysiologie, Andernacher Straße 100, 56070 Koblenz
- Ernsting, Anna **P21**  
Freie Universität Berlin, Gesundheitspsychologie, Burgherrenstr. 3, 14195 Berlin
- Escobar Pinzon, Luis Carlos Dr. **V66**  
Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Obere Zahlbacher Str. 67, 55131 Mainz
- Esser, André **V43, P29**  
Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin, Universitätsklinikum der RWTH Aachen, Pauwelstr. 30, 52074 Aachen
- Euler, Ulrike Dr. med. **P39**  
Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Nöldnerstraße 40-42, 10317 Berlin
- Ewald-Kleimeier, S. **P97**  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA), Bürkle-de-la-Camp-Platz 1, 44789 Bochum

- Farian, Carmen P71, P72  
Institut für Arbeits- und Sozialmedizin, Universitätsklinikum Tübingen und  
Institut für Allgemeinmedizin und Familienmedizin, Universität Witten /  
Herdecke, Alfred-Herrhausen-Str. 50, 58455 Witten
- Faulde, Michael Prof. Dr. P82  
Zentrales Institut des Sanitätsdienstes der Bundeswehr, Laborgruppe  
Medizinische Zoologie, Andernacher Str. 100, 56070 Koblenz
- Feil, Gerhard Dr. V56  
Klinik für Urologie, Eberhard Karls Universität, Tübingen, Hoppe-Seyler-Straße  
3, 72076 Tübingen
- Feldhaus, Christian Dr.med. P59  
RWE Power AG, Huysenallee 2, 45128 Essen
- Felten, Michael K. Dr. med. P59  
Universitätsklinikum der RWTH Aachen Institut für Arbeitsmedizin und  
Sozialmedizin, Pauwelsstr. 30, 52074 Aachen
- Fleischer, Gerald Prof. Dr. V84  
AG-Hörforschung, Aulweg 123, 35392 Gießen
- Flüh, Greta P67  
Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der Universität Erlangen-  
Nürnberg, Harfenstr. 18, 91054 Erlangen
- Folletti, Ilenia Dr. V32  
University Hospital, Via delle Cove 1, 06126 Perugia
- Franzen-Reuter, Isabelle Dr. P99  
Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN - Normenausschuss KRdL,  
Fachbereich III 'Umweltqualität', VDI-Platz 1, 40468 Düsseldorf
- Friede, Tim Prof. Dr. P58  
Universitätsmedizin Göttingen, Abteilung Medizinische Statistik, Humboldtallee  
32, 37073 Göttingen

Froböse, Ingo Prof. Dr. V83  
Deutsche Sporthochschule Köln, Institut für bewegungsorientierte Präventions-  
und Rehabilitationswissenschaften, Am Sportpark Müngersdorf 6, 50933 Köln

Fuhr, H. P43  
Medizinische Hochschule Hannover, Koordinierungsstelle Angewandte  
Rehabilitationsforschung, Klinik für Rehabilitationsmedizin, Hannover

Funk, Melanie P92  
Justus Liebig Universität Gießen, Institut und Poliklinik für Arbeits- und  
Sozialmedizin, Aulweg 129/ III, 35392 Gießen

Gäbel, Christine P78  
Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege,  
Berufsdermatologie und Interventionsstrategien, Wuhdener Weg 2,  
10777 Berlin

Gast, Peter Dr.med. P88  
Fachsanitätszentrum Kiel, Arztgruppe Betriebsmedizin, Schweriner Straße 16,  
24106 Kiel

Gawrych, Katarzyna V56  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen  
Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA),  
Bürkle-de-la-Camp-Platz 1, 44789 Bochum

Geier, Johannes Dr.med. K13  
Informationsverbund Dermatologischer Kliniken (IVDK), Georg-August-  
Universität, Von Siebold Str. 3, 37075 Göttingen

Geier, Johannes Dr. med. P84  
Universitätsklinikum des Saarlandes, Klinik für Dermatologie, Venerologie und  
Allergologie. Von Siebold Str. 3, 66421 Homburg

Geißler, Britta Dr. med. V46, P16  
Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität, Institut für Arbeits-,  
Sozial- und Umweltmedizin, Obere Zahlbacher Str. 67, 55131 Mainz

Genuneit, Jon Dr. med. V34, V35  
Universität Ulm, Institut für Epidemiologie, Helmholtzstr. 22, 89081 Ulm

Glaser, Jürgen PD Dr. **V92, V05**  
Arbeits- und Organisationspsychologie, Universität Konstanz, Ziemssenstr. 1,  
78464 Konstanz

Göen, Thomas PD Dr. **V07, V09, V10, V39, P27, P28, P80,  
P81**  
Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der Universität  
Erlangen-Nürnberg, Schillerstrasse 25, 91054 Erlangen

Goetze, Elisabeth **V46**  
Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität, Institut für Arbeits-,  
Sozial- und Umweltmedizin, Obere Zahlbacherstr. 67, 55131 Mainz

Golka, Klaus Prof. Dr. **V57**  
Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der TU Dortmund (IfADo), Ardeystr. 67,  
44139 Dortmund

Golz, Martin Prof. Dr. **V46**  
Fachhochschule Schmalkalden Fakultät Informatik, Blechhammer 4-9,  
98574 Schmalkalden

Gomolka, Maria Dr. **P108**  
Bundesamt fuer Strahlenschutz FB Strahlenschutz und Gesundheit,  
Ingolstaedter Landstr. 1, 85764 Oberschleissheim

Göring, Arne **V49**  
DoktorInstitut für Sportwissenschaften Allgemeiner Hochschulsport,  
Sprangerweg, 37073 Göttingen

Görlitz, Anke **V02**  
Institut für anwendungsorientierte Forschung und klinische Studien GmbH  
(IFS), Von-Bar-Straße 2/4, 37075 Göttingen

Graupner, Ilka **P40**  
Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege,  
Fachbereich Berufsdermatologie und Interventionsstrategien,  
Spichernstraße 2-3, 10777 Berlin

Gries, Wolfgang **V11, P27, P30**  
Currenta GmbH&Co.OHG, Gesundheitsschutz-Institut für  
BiomonitoringChempark Leverkusen, Geb. L 9, 51368 Leverkusen

- Grifka, Joachim Prof. Dr. med. V79  
Universität Regensburg, Orthopädische Klinik, Kaiser-Karl-V-Allee 3,  
93077 Bad Abbach
- Groneberg, David Prof. Dr. med. V22, V89, P54  
Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Goethe Universität, Theodor-  
Stern-Kai 7, 60590 Frankfurt/Main
- Groß, Marcel V33  
Berufsgenossenschaftliche Klinik für Berufskrankheiten, Falkenstein,  
Lauterbacher Straße 16, 08223 Falkenstein
- Groth, Heike P109  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen  
Unfallversicherung - Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA),  
Bürkle-de-la-Camp-Platz 1, 44789 Bochum
- Gube, Monika Dr.med. **V43**, P29  
Universitätsklinikum der RWTH Aachen, Institut für Arbeitsmedizin und  
Sozialmedizin, Pauwelsstraße 30, 52074 Aachen
- Gündel, Harald Prof. Dr. V06  
Universitätsklinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie,  
Am Hochsträß 8, 89081 Ulm
- Gundlach, Ulrike P37  
Volkswagen AG, Werk Salzgitter, 38231 Salzgitter
- Gutenbrunner, Christoph Prof. Dr. P43  
Klinik für Rehabilitationsmedizin der MHH, Carl-Neuberg-Str. 1,  
30625 Hannover
- Güzel-Freudenstein, Gamze Dr.med. P25  
Landwirtschaftliche Sozialversicherung, Pfarrstraße 3, 80538 München
- Häck, Hermann-Josef Dr.med. V52  
Hauptstraße 5, 54321 Monheim
- Haenel, Matthias Prof. V57  
Max-Planck-Institut für Kohlenforschung, Kaiser-Wilhelm-Platz 1,  
45470 Mülheim an der Ruhr

Haerting, Johannes Prof. Dr. V79  
Universität Halle/Wittenberg, Institut für medizinische Epidemiologie, Biometrie  
und Informatik, Magdeburgerstr. 27, 06097 Halle

Hagemeyer, Olaf Dr. **P96, P97**  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen  
Unfallversicherung Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA) Medizin,  
Grenzbach 13, 44789 Bochum

Hahn, Jens-Uwe Dr. V68, V69  
Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA),  
Alte Heerstrasse 111, 53757 Sankt Augustin

Hallier, Ernst Prof. Dr. med. V02, V14, V29, V41, P56, P57, P58,  
P63, P85, P105  
Universitätsmedizin Göttingen, Abteilung Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin,  
Waldweg 37 B, 37073 Göttingen

Harling, Melanie V64, V87  
Kompetenzzentrum für Epidemiologie und Versorgungsforschung bei  
Pflegeberufen (CVcare), Universitätsklinikum Eppendorf, Martinistr. 52, 20246  
Hamburg

Harth; Volker PD Dr. P64  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen  
Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA), Gebäude 80.2,  
44789 Bochum

Hartmann, Bernd Prof. Dr. med. V90, P03, P68  
Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft, Arbeitsmedizinisch-  
Sicherheitstechnischer Dienst, Holstenwall 8-9, 10715 Berlin

Hauck, Andrea V090  
Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft, Arbeitsmedizinisch-  
Sicherheitstechnischer Dienst, Holstenwall 8-9, 10715 Berlin

Haufe, Eva Dr. med. **P73**  
Medizinische Fakultät Carl Gustav Carus der TU Dresden, Institut und Poliklinik  
für Arbeits- und Sozialmedizin, Fetscherstraße 74, 01307 Dresden

Heblich, Frank Dr.med. **P88**  
Fachsanitätszentrum Kiel, Arztgruppe Betriebsmedizin, Schweriner Straße 16,  
24106 Kiel

Heiden, Barbara Dr. V88  
Klinikum der Universität München, Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Ziemsenstraße 1, 80336 München

Heimann, Heike P102  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA), Buerkle-de-la-Camp-Platz 1, 44789 Bochum

Heinich, Anneke V25  
Bergische Universität Wuppertal, FB D, Abt. Sicherheitstechnik, Arbeitsphysiologie, Arbeitsmedizin und Infektionsschutz, Hülchrather Str. 3, 42097 Wuppertal

Heinmüller, Mechthild Dr. V06  
Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Ziemssenstr. 1, 80336 München

Heinrich, Sabine Dr. V34, V35  
Institut für Arbeits-, Sozial und Umweltmedizin, Klinikum der Universität München (LMU)Arbeitsgruppe für Umweltepidemiologie & Netteaching, Ziemssenstrasse 1, 80336 München

Heinze, Elvelyn V69  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA), Bürkle-de-la-Camp Platz 1, 44789 Bochum

Helmig, Simone Dr. P110  
Justus-Liebig Universität Gießen, Institut und Poliklinik für Arbeits- und Sozialmedizin, Aulweg 129, 35392 Gießen

Hengstler, Jan G. Prof. Dr. med. V57  
Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der TU Dortmund (IfADo), Ardeystr. 67, 44139 Dortmund

Henry, Jana Dr.med. V68, P64, P114  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA), Kompetenz-Zentrum Medizin, Bürkle-de-la-Camp-Platz 1, 44789 Bochum

- Henze, Thomas **P91**  
Fachsanitätszentrum Augustdorf, Augustdorfer Allee 201, 32832 Augustdorf
- Henze, Anja Dipl.-Psych. **S2, S3**  
Institut für Arbeits-, Organisations- und Sozialpsychologie, TU Dresden,  
Dresden
- Herbig, Britta Dr.phil. **V05, V92**  
"Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin; Klinikum der  
LMU", Ziemssenstr. 1, 80336 München
- Hering, Kurt Georg Dr.med. **V79**  
Knappschaftskrankenhaus, Radiologische Abteilung, Wieckesweg 27,  
44309 Dortmund
- Herr, Caroline Prof. Dr. **V27, P25, P99**  
Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit, Arbeits-  
und Umweltmedizin, Pfarrstraße 3, 80538 München
- Heutelbeck, Astrid Dr.med. **V02, V14, P41, P105**  
Universitätsmedizin Göttingen, Abteilung Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin,  
Waldweg 37, 37073 Göttingen
- Hiddemann-Koca, Kerstin Dr. **P067**  
Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der Universität Erlangen-  
Nürnberg, Harfenstr. 18, 91054 Erlangen
- Himmelreich, Heiko Dr.med. **P20**  
Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie, Theodor-Stern-Kai 7,  
60590 Frankfurt
- Hinz, Jenny **NS5**  
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Bereich Arbeitsmedizin (IAM),  
Leipziger Straße 44, 39120 Magdeburg
- Hirschmann, W. **P42**  
ias Aktiengesellschaft, München/Berlin
- Hirt, Joachim **V19, V65**  
Landesgewerbearzt, Simone-Veil-str./5, 65197 Wiesbaden

- Hoffmann, Matthias V65  
Landesgewerbeamt Hessen, Regierungspräsidium Darmstadt,  
Simone-Veil-Str./5, 65197 Wiesbaden
- Hoffmeyer, Frank Dr.med. P64  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen  
Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA), Klinische  
Arbeitsmedizin, Bürkle-de-la-Camp Platz 1, 44789 Bochum
- Hofmann, Friedrich Prof. Dr. V25, V26, P94, S18  
Bergische Universität Wuppertal, Lehrstuhl für Arbeitsphysiologie,  
Arbeitsmedizin und Infektionsschutz, Gaußstr. 20, 42097 Wuppertal
- Holbach, Michael Dr. med. V71  
Bezirk Unterfranken, Arbeitsmedizin, Am Sommerberg 15, 97816 Lohr
- Höpner, K. P43  
Medizinische Hochschule Hannover, Koordinierungsstelle Angewandte  
Rehabilitationsforschung, Klinik für Rehabilitationsmedizin , Hannover
- Horns, Katrin V06  
Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin,  
Ziemssenstraße 1, 80336 München
- Hübler, Anja NS6  
Zentrum für Arbeit und Gesundheit Sachsen (ZAGS) der Gesellschaft für  
Wissens- und Technologietransfer der Technischen Universität Dresden (GWT-  
TUD) GmbH, Dresden
- Hüdepohl, Johannes Dr. P59  
BG Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse, Gustav-Heinemann-Ufer 120,  
50968 Köln
- Huss-Marp, Johannes P98  
PHADIA GmbH, Munzigerstr. 7, 79111 Freiburg
- Jäger, Thomas V39, P80  
Universität Erlangen-Nürnberg, Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und  
Umweltmedizin, Schillerstr. 25, 91054 Erlangen

- Jansing, Bernadette **S24**  
Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin der Heinrich-Heine Universität,  
Moorenstr. 5,  
Düsseldorf
- Jansing, Paul-J. Priv.-Doz. Dr. **S24**  
Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin der Heinrich-Heine Universität,  
Universitätsstraße 1, 40225 Düsseldorf
- Jasper Gerda **P1**  
Unique GmbH
- Jekel, Ilse Dr. **P23**  
Universitätsklinikum Salzburg, Universitätsinstitut für Medizinische  
Mikrobiologie, Hygiene und Infektiologie, Müllner Hauptstrasse 48, 5020  
Salzburg
- Jettkant, Birger Dr. **V48, P115**  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen  
Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA) Kompetenz-  
Zentrum Medizin, Bürkle-de-la-Camp-Platz 1, 44789 Bochum
- Jöckel, Karl-Heinz Prof. Dr. **V78**  
Institut für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie,  
Universitätsklinikum, Hufelandstr. 55, 45122 Essen
- Johnen, Georg Dr. **V56, V73, P108**  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen  
Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA), Bürkle-de-la-  
Camp-Platz 1, 44789 Bochum
- Jörres, Rudolf PD Dr. **V03**  
Klinikum der LMU, Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und  
Umweltmedizin, Ziemssenstr. 1, 80336 München
- Jose, Gerald Dipl. Psych. **V86**  
Hochschule für angewandte Wissenschaften Coburg, Fakultät Soziale Arbeit  
und Gesundheit, Friedrich-Streib-Str. 2, 96450 Coburg
- Jungclaus, Bernd Dr. med. **V81**  
Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft, Arbeitsmedizinisch-  
Sicherheitstechnischer Dienst, Bloherfelder Straße 97, 26129 Oldenburg

- Käfferlein, Heiko Udo Dr. V08, P109, P114  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen  
Unfallversicherung Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA),  
Kompetenzzentrum Toxikologie, Bürkle-de-la-Camp Platz 1,  
44789 Bochum
- Kainrath, Susan S6  
IPU - Innovative Personal- und Unternehmensführung, Dresden
- Kagel, Verena Dr. **P78**  
Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege,  
Berufsdermatologie und Interventionsstrategien, Universitätsstraße 78, 44789  
Bochum
- Kampmann, Bernhard Prof. Dr. P94  
Bergische Universität Wuppertal, FB D, Abt. Sicherheitstechnik,  
Arbeitsphysiologie, Arbeitsmedizin und Infektionsschutz, Untere Heintzmannstr.  
97a, 42097 Wuppertal
- Kapustnik, Walerij Prof. Dr. P50  
Charkower Nationale Medizinische Universität, Lehrstuhl für Innere und  
Berufskrankheiten, prospekt Lenina 4, 61022 Charkow
- Karstens, Sven V83  
Universität Heidelberg, Abteilung Allgemeinmedizin und Versorgungsforschung,  
Voßstr. 2, 69115 Heidelberg
- Kaufmann, Thomas Dr. V46, P16  
Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität, Institut für  
Rechtsmedizin, Am Pulverturm 3, 55131 Mainz
- Kegel, Peter Dr.med. V40, **P83**  
Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Institut für  
Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Obere Zahlbacher Strasse 67, 55131  
Mainz
- Kellberger, Jessica V03, V34, V35  
Institut für Arbeits-, Sozial, und Umweltmedizin, Klinikum der LMU München,  
AG Arbeits- und Umweltepidemiologie & NetTeaching, Ziemssenstr. 1, 80336  
München

Kempf, Kerstin Dr. V54  
Westdeutsches Diabetes- und Gesundheitszentrum VKKD, Hohensandweg 37,  
40591 Düsseldorf

Kendzia, Benjamin V68, **V78**, P64  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen  
Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA)Epidemiologie,  
Bürkle-de-la-Camp-Platz 1, 44789 Bochum

Kespohl, Sabine Dr. **P103**  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen  
Unfallversicherung (IPA), Institut der Ruhr-Universität Bochum, Bürkle-de-la-  
Camp-Platz 1, 44789 Bochum

Kessel, Richard V83, V91  
Prof.Dr.med. Dr.med.dent  
Universität zu Lübeck, Institut für Arbeitsmedizin, Ratzeburger Allee 160,  
23538 Lübeck

Keth, Alexander Dr.med. **P82**  
Sanitätskommando II, Abteilung Gesundheitswesen, Dezernat 3 -  
Arbeitsmedizin, Gewerbeamt, Schloß Oranienstein, 65582 Diez

Kiesewetter, Franklin Prof. Dr. med. V39  
Universitätsklinikum Erlangen, Hautklinik, Ulmenweg 18, 91054 Erlangen

Kimbel, Renate Dr.med. **V94**, P52  
Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Institut für  
Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Obere Zahlbacherstrasse 67, 55131  
Mainz

Kleinbeck, Stefan Dr. **P18**  
IfADo - Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der TU Dortmund,  
Verhaltenstoxikologie und Chemosensorik, Ardeystr. 67, 44139 Dortmund

Kleindorf, Sophia P1  
Soziale Innovation research & consult GmbH

- Kluckert, Matthias Dr.med. V56  
Berufsgenossenschaft RCI, Fachreferat Arbeitsmedizin, Bereich Prävention,  
Kurfürstenanlage 62, 69115 Heidelberg
- Kluth, Karsten NS1  
Universität Siegen, Institut für Produktionstechnik,  
Arbeitswissenschaft/Ergonomie, Siegen
- Knauff-Eickmann, Renate Dipl.-Bio. P26  
SMB, Bornheim, Hohlgasse 6, 53332 Bornheim
- Knecht, Udo PD Dr. V10  
Institut und Poliklinik für Arbeits- und Sozialmedizin der JLU, Aulweg 129,  
35392 Gießen
- Kobierski, Peter Dr. V32  
Rehabilitationsklinik, Dr.-Georg-Neubauer-Straße 6, 8144 Tobelbad
- Koch, Holger M. Dr. V08, P30, **P31**  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen  
Unfallversicherung Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA),  
Humanbiomonitoring, Bürkle-de-la-Camp Platz 1, 44789 Bochum
- Konietschke, Frank Dr. **P105**  
Universitätsmedizin Göttingen, Medizinische Statistik, Humboldtallee 32,  
37073 Göttingen
- Korinth, Gintautas Dr.med. **V39, P80, P81**  
Universität Erlangen-Nürnberg, Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und  
Umweltmedizin, Schillerstrasse 29, 91054 Erlangen
- KoslitzStephan Dipl.-Ing. V08  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen  
Unfallversicherung Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA),  
Humanbiomonitoring, Bürkle-de-la-Camp Platz 1, 44789 Bochum
- Kotschy-Lang, Nicola Dr. V03, V32, V33. P103  
Berufsgenossenschaftliche Klinik für Berufskrankheiten, Falkenstein,  
Lauterbacher Str. 16, 08223 Falkenstein

- Kozak, Agnessa **V64, P15**  
Kompetenzzentrum für Epidemiologie und Versorgungsforschung bei  
Pflegeberufen (CVcare), Universitätsklinikum Eppendorf,  
Helene-Lange-Straße 3, 20246 Hamburg
- Krahl, Jürgen Prof. Dr. **V41, V86, P63**  
Hochschule Coburg, Eberhard-Streib-Str. 2, 96450 Coburg
- Krahn, Ulrike **P16**  
Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Institut für  
Medizinische Biometrie, Epidemiologie und Informatik, Obere Zahlbacher Str.,  
55131 Mainz
- Kralj, Nenad Prof. Dr.med. **V25, V26, P94, S19**  
Bergische Universität Wuppertal, FB D, Abt. Sicherheitstechnik,  
Arbeitsphysiologie, Arbeitsmedizin und Infektionsschutz, Gauß Str. 20,  
42097 Wuppertal
- Kramer, Kristin **S6**  
IPU - Innovative Personal- und Unternehmensführung, Dresden
- Kraus, Thomas Prof. Dr. med. **V43, P29, P55, P59, P112**  
Universitätsklinikum der RWTH Aachen, Institut für Arbeitsmedizin und  
Sozialmedizin, Pauwelsstraße 30, 52074 Aachen
- Kreft, Burkhard Dr.med. **P84**  
Universitätsklinikum des Saarlandes, Klinik für Dermatologie, Venerologie und  
Allergologie, Von Siebold Str. 3, 66421 Homburg
- Kreuzer, Michaela Dr. **P108**  
Bundesamt fuer Strahlenschutz, FB Strahlenschutz und Gesundheit,  
Ingolstädter Landstr. 1, 85764 Oberschleissheim
- Kreuzer, Michaela Priv.-Doz. **V75**  
Bundesamt für Strahlenschutz, Abteilung Strahlenschutz und Gesundheit,  
Ingolstädter Landstraße 1, 85764 Neuherberg
- Kreuzfeld, Steffi Dr.med. **P17**  
Institut für Präventivmedizin, St.-Georg-Str.108, 18055 Rostock

## Autorenverzeichnis

---

Kromhout, Hans Prof. Dr. V78  
Institute for Risk Assessment Sciences, Utrecht University, PO Box 80176, 3508 Utrecht

Kropf, Siegfried NS5  
Institut für Biometrie und Medizinische Informatik, Otto- von-Guericke-Universität  
Magdeburg, Leipziger Straße 44, 39120 Magdeburg

Krüssel, Martin V49  
Zentrale Verwaltung der Georg-August-Universität, Personalentwicklung, Heinrich-Düker-  
Weg, 5, 37073 Göttingen

Kulemann, Janine P13  
Medizinische Fakultät, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Bereich Arbeitsmedizin,  
Lucas-Cranach-Str. 9, 39112 Magdeburg

Kummer, Volker P99  
Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Wiesbaden

Küpper, Thomas Dr. med. S27  
Institut für Arbeits- & Sozialmedizin der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule  
(RWTH) Aachen und Medizinische Kommission der Union Internationale des Associations  
d'Alpinisme (UIAA MedCom), Pauwelstraße 30, 52074 Aachen / Bern

Kusma, Bianca Dipl. Psych. P40  
Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege, Fachbereich  
Berufsdermatologie und Interventionsstrategien, Spichernstraße 2-3, 10777 Berlin

Kütting, Birgitta Prof. Dr.med. P02  
Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der Universität Erlangen,  
Schillerstr. 25 + 29, 91054 Erlangen

Landgraf-Rütten, Andrea S4  
Ziel+Impuls Beratungsgesellschaft für Führung, Kommunikation und Vitalität,  
Auf der Wiedigsbreite 63, 34128 Kassel

Lang, Josef Stefan Dr P112  
Praxis für Innere Medizin Aachen, Holzgraben 13-15, 52062 Aachen

Lange, Martina V14  
Universitätsmedizin Göttingen Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Waldweg 37, 37073 Göttingen

- Langhammer, Arnulf Prof. P100  
Norwegian University of Science and Technology, Dept. Public Health and  
General Practice, Forskningsvegen 2, 7600 Levanger
- Latza, Ute Prof. Dr. P86  
Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Fachgruppe 3.1  
Prävention arbeitsbedingter Erkrankungen, Nöldnerstraße 40-42, 10317 Berlin
- Läubli, Thomas NS3  
ETH Zürich, Public and Organization Health, Gruppe Ergonomie und Umwelt,  
Zürich
- Lehmann, Marie-Louise V57  
Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der TU Dortmund (IfADo), Ardeystraße,  
44139 Dortmund
- Lehnert, Martin Dr.med. V68, **V69**, P64, P108  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen  
Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA), Kompetenz-  
Zentrum Epidemiologie, Bürkle-de-la-Camp-Platz, 1, 44789 Bochum
- Leng, Gabriele Prof. Dr.med. **V11**, V56, P27, **P30**  
Currenta GmbH&Co.OHG, Gesundheitsschutz-Institut für  
BiomonitoringChempark Leverkusen, Geb. L 9, 51368 Leverkusen
- Letzel, Stephan Prof. Dr. med. V40, V46, V66, V93, V94, P06, P09,  
P83  
Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Institut für  
Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Obere Zahlbacher Str. 67, 55131 Mainz
- Libuda, Isabell P11  
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Bereich Arbeitsmedizin, Leipziger  
Str. 44, 39120 Magdeburg
- Liebers, Falk Dr.med. P86  
Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), "Gruppe 3.1  
"Prävention arbeitsbedingter Erkrankungen"", Nöldnerstraße 40-42, 10317  
Berlin

- Liebers, Verena Dr. **P104**  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen  
Unfallversicherung (IPA), Institut der Ruhr-Universität Bochum, Bürkle-de-la-  
Camp Platz 1, 44789 Bochum
- Limm, Heribert Dr. **V06**  
Universitätsklinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie, Am  
Hochsträß 8,  
89081 Ulm
- Linfante, Andreas Dr. med. **P37**  
Gesundheitswesen Volkswagen AG Salzgitter, Gesundheitswesen /  
Betriebsärztliche Abteilung, Brieffach 7594, Volkswagen AG Salzgitter, 38231  
Salzgitter
- Linhardt, Oliver PD Dr. med. habil. **V79**  
Orthopädiezentrum Arabellapark, Engelschalkingerstr. 12, 81925 München
- Lippke, Sonia Prof. Dr. **P21**  
Jacobs University Bremen, Health Psychology, Jacobs University Bremen,  
Campus Ring 1, 28759 Bremen
- Lotz, Anne **V68, V69, P33, P97**  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen  
Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA) Kompetenz-  
Zentrum Epidemiologie, Bürkle-de-la-Camp-Platz 1, 44789 Bochum
- Lüder, Anna **P49**  
Bereich Arbeitsmedizin, Medizinische Fakultät, Otto-von-Guericke-Universität,  
Leipziger Straße 44, 39120 Magdeburg
- Mach, Chantal **V09**  
Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der Universität  
Erlangen-Nürnberg, Universitätsstr. 42, 91054 Erlangen
- Mädler, Martin **P59**  
Universitätsklinikum der RWTH Aachen Institut für Arbeitsmedizin und  
Sozialmedizin, Pauwelsstr. 30, 52074 Aachen
- Mahler, Vera Prof. **V32**  
Hautklinik Universitätsklinikum, Ulmenweg 18, 91054 Erlangen

- Manavski, Nikolai Dr. P101  
Biozentrum Klein Flottbek und Botanischer Garten, Ohnhorststr. 18, 22609  
Hamburg
- Marczynski, Boleslaw Dr. P109  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen  
Unfallversicherung - Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA), Bürkle-de-la-  
Camp-Platz 1, 44789 Bochum
- Martin, Vera Dr.med. P84  
Informationsverbund Dermatologischer Kliniken (IVDK), Von Siebold Str. 3,  
37075 Göttingen
- Martin, Stephan Prof. Dr. V54  
Westdeutsches Diabetes- und Gesundheitszentrum, Hohensandweg 37,  
40591Düsseldorf
- Martin-Hahn, K. P53
- Maryska, Silke P103  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen  
Unfallversicherung (IPA) Institut der Ruhr-Universität Bochum, Bürkle-de-la-  
Camp-Platz 1, 44789 Bochum
- Matschke, Barbara Dr. med. P01  
Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, FB 1 - Stabsstelle Senior  
Policy Advisor, Nöldnerstraße 40-42, 10317 Berlin
- Mayr, T. P42  
ias Aktiengesellschaft, München/Berlin
- McQuay, Henry J. Prof. Dr. P56, P57  
University of Oxford, Pain Research and Nuffield Division of Anaesthetics,  
Department of Clinical Neurosciences, Churchill Hospital, OX3 7LJ Oxford
- Meier, Svetlana V08  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen  
Unfallversicherung Institut der Ruhr-Universität Bochum  
(IPA) Humanbiomonitoring, Bürkle-de-la-Camp Platz 1,  
44789 Bochum

Merget, Rolf Prof. Dr. med. V31, V32, **V36**, P96, P97  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen  
Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA), Bürkle-de-la-  
Camp-Platz 1, 44789 Bochum

Meurer, Ulla P102  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen  
Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA). Bürkle-de-la-  
Camp-Platz 1, 44789 Bochum

Meurer, Ursula V31  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen  
Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA), Buerkle-de-la-  
Camp-Platz 1, 44789 Bochum

Meyer, U. P53

Michaelis, Martina Dr. **P69, P70**, P71, P72  
Institut für Arbeits- und Sozialmedizin, Universitätsklinikum Tübingen und  
Freiburger Forschungsstelle Arbeits- und Sozialmedizin (FFAS), Freiburg,  
Bertoldstr. 27, 79098 Tübingen/Freiburg

Monsé, Christian Dr V48, P115  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen  
Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA) Kompetenz-  
Zentrum Medizin, Bürkle-de-la-Camp-Platz 1, 44789 Bochum

Moore, R. Andrew Prof. Dr. P56, P57  
University of Oxford, Pain Research and Nuffield Division of Anaesthetics,  
Department of Clinical Neurosciences, Churchill Hospital, OX3 7LJ Oxford

Moormann, Oliver Dr.med. V57  
St.-Josefs-Hospital Dortmund-Hörde, Urologische Abteilung, Wilhelm-Schmidt-  
Str. 4, 44263 Dortmund

Morch-Röder, Alexandra **P77**  
Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege,  
Fachbereich Berufsdermatologie und Interventionsstrategien, Spichernstraße 2-  
3, 10777 Berlin

- Morfeld, Peter PD Dr. **V42**  
Evonik Services GmbH, IERA, Rellinghauser Str. 1-11, 45128 Essen
- Moscato, Gianna Prof. **V32**  
Clinica del Lavoro e della Riabilitazione, Via Ferrata 8, 27100 Pavia
- Müller, Michael Priv.-Doz. **V41, P63**  
Georg-August-Universität, Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin,  
Waldweg 37, 37073 Göttingen
- Müller, Andreas Dr.phil. **V88**  
Klinikum der Universität München, Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und  
Umweltmedizin, Ziemssenstr. 1, 80336 München
- Müller, Katrin **V33**  
Universität Leipzig, Institut für Gesundheitssport und Public Health,  
Jahnallee 59, 04109 Leipzig
- Müller, Dieter Dr.med. **V49**  
Betriebsärztlicher Dienst der Universitätsmedizin und der Georg-August-  
Universität, Robert-Koch-Str. 40, 37075 Göttingen
- Müller, Reinhard Dr. **V84**  
Institut und Poliklinik für Arbeits- und Sozialmedizin, Akustiklabor, Aulweg 123  
35392 Gießen
- Munack, Axel Prof. Dr. **V41, P63**  
vTI - Johann Heinrich von Thünen-Institut, Institut für Agrartechnologie und  
Biosystemtechnik, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig
- Münster, Eva Prof. Dr. **V94, P06, P09, P52**  
Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz Institut für  
Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Obere Zahlbacher Str. 67, 55131 Mainz
- Müsken, Horst Dr. **V32**  
Pneumologische Praxis, Detmolder Str. 267, 33175 Bad Lippspringe
- Muttray, Axel Prof. Dr. med. **V46, P16**  
Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität, Institut für Arbeits-,  
Sozial- und Umweltmedizin, Obere Zahlbacher Str. 67, 55131 Mainz
- Nagel, Rutger **S6**  
IPU - Innovative Personal- und Unternehmensführung, Dresden

- Nagel, Ulla Dr. rer. nat. Dipl. Psych. **S6**  
IPU - Innovative Personal- und Unternehmensführung, Dresden
- Nasterlack, Michael Dr. med. **V56, P34**  
BASF SE, Arbeitsmedizin und Gesundheitsschutz, BASF SE, GUA/C, 67056  
Ludwigshafen
- Naumann, Simone **P108**  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen  
Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA), Buerkle-de-la-  
Camp-Platz 1, 44789 Bochum
- Nebel, Claudia Dipl. Psych. **S2, S3**  
Institut für Arbeits-, Organisations- und Sozialpsychologie, TU Dresden,  
Dresden
- Neubert, Sebastian Dr. **P95**  
Center for Life Science Automation (celisca), St.-Georg-Straße 108,  
18055 Rostock
- Neugebauer, T. **P43**  
Medizinische Hochschule Hannover, Koordinierungsstelle Angewandte  
Rehabilitationsforschung, Klinik für Rehabilitationsmedizin, Hannover
- Neulen, Joseph Prof. Dr. **V43**  
Universitätsklinikum der RWTH Aachen Klinik für Gynäkologische  
Endokrinologie und Reproduktionsmedizin, Pauwelsstraße 30, 52074 Aachen
- Neustadt, Katrin Dipl. Psych. **P18a**  
Technische Universität Dresden, Institut für Klinische, Diagnostische und  
Differentielle Psychologie, Chemnitzer Str. 46, 01187 Dresden
- Nicoletti, Corinne **NS3**  
Eidgenössische Technische Hochschule (ETH) Zürich, Public and  
Organizational Health, Gruppe Ergonomie und Umwelt, Weinbergstraße 109,  
8092 Zürich
- Niemietz, Adrian Dr. **V40**  
Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz Institut für  
Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Obere Zahlbacher Straße 67, 55131  
Mainz

Nienhaus, Albert Prof. Dr. V37, V64, V71, V87, **V72**, P15, P22  
Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, CVcare - Kompetenzzentrum  
Epidemiologie und Versorgungsforschung bei Pflegeberufen, Martinistraße 52,  
20246 Hamburg

Nitsche, Dorothea Dr.med. P09  
Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Institut für  
Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Backhaushohl 21a, 55131 Mainz

Nolte, Britta V26  
Bergische Universität Wuppertal, Lehrstuhl für Arbeitsphysiologie,  
Arbeitsmedizin und Infektionsschutz, Gaußstr. 20, 42097 Wuppertal

Notbohm, Gert Dr.phil. P05  
Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin, Heinrich Heine Universität  
Düsseldorf, Universitätsstr. 1, 40225 Düsseldorf

Nowak, Dennis Prof. Dr. med. V27, V34, V35, V03, P103  
Klinikum der LMU München, Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und  
Umweltmedizin, Ziemssenstr. 1, 80336 München

Ochmann, Uta Dr. **V03**, V32, **V27**, P25, P103  
Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, LMU München,  
Ziemssensstr. 1, 80336 München

Ochsmann, Elke Dr. med. **P55**  
Universitätsklinikum der RWTH Aachen Institut für Arbeitsmedizin und  
Sozialmedizin, Pauwelsstrasse 30, 52074 Aachen

Oldenburg, Marcus Dr. **V16**, P101  
Zentralinstitut für Arbeitsmedizin und Maritime Medizin, Schifffahrtsmedizin,  
Seewartenstr. 10, 20459 Hamburg

Olivieri Mario Dr. V32  
Doktor University Hospital, University of Verona, 37129 Verona

Otto, Andreas Dr.med. **V91**  
Bundeswehrkrankenhaus Westerstede, Abt X - Anästhesie und Intensivmedizin,  
Heinrichstraße 4a, 26655 Westerstede

- Ovsiannikov, Daniel V57  
St.-Marienhospital Lünen, Urologische Abteilung, Altstadtstr. 23, 44534 Lünen
- Pabst, Christoph V41  
vTI - Johann Heinrich von Thünen-Institut, Institut für Agrartechnologie und Biosystemtechnik, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig
- Paeschke, Kerstin P77  
Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege,  
Fachbereich Berufsdermatologie und Interventionsstrategien, Spichernstraße 2-3, 10777 Berlin
- Paine, Jocelyn P56, P57  
Spreadsheet Factory, 23 Stratfield Road, OX2 7BG Oxford
- Pallapies, Dirk Dr. V17, V75  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA) Medizin, Bürkle-de-la-Camp-Platz 1, 44789 Bochum
- Pälmke, Claudia P31  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung - Institut der Ruhr-Universität Bochum  
(IPA) Humanbiomonitoring, Bürkle-de-la-camp-Platz 1, 44789 Bochum
- Pawlitcki, Barbara Dr.med. V27, P25  
Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit,  
Pfarrstraße 3, 80538 München
- Penzkofer, Marion NS 1  
Universität Siegen, Institut für Produktionstechnik,  
Arbeitswissenschaft/Ergonomie, Siegen
- Pesch, Beate PD Dr. V56, V68, V69, V78, P33, P64, P108,  
NS5  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA), Bürkle-de-la-Camp-Platz 1, 44789 Bochum

- Petereit-Haack, Gabriela Dr.med.           V19, **V30, V38, V65**, V79  
Landesgewerbeamt, Simone-Veil-Str. 5, 65197 Wiesbaden
- Peters, Ulrike                                   P101  
Biozentrum Klein Flottbek und Botanischer Garten, Ohnhorststr. 18,  
22609 Hamburg
- Peters, Astrid Dr.med.                       V34, V35  
Institut für Arbeits-, Sozial, und Umweltmedizin, Klinikum der LMU München,  
AG Arbeits- und Umweltepidemiologie & NetTeaching, Ziemssenstr. 1, 80336  
München
- Peters, Susan                                   V78  
Institute for Risk Assessment Sciences, Utrecht University, PO Box 80176,  
3508 Utrecht
- Peters, Claudia                               **V87**  
Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, IVDP / CVcare, Martinistr. 52,  
20246Hamburg
- Pfeiffer, Sebastian                         V02  
Institut für anwendungsorientierte Forschung und klinische Studien GmbH  
(IFS), Von-Bar-Str. 2/4, 37075 Göttingen
- Pföhler, Claudia PD Dr.                   P84  
Universitätsklinikum des Saarlandes, Klinik für Dermatologie, Venerologie und  
Allergologie, Universitätsklinikum des Saarlandes, Geb. 18, 66421 Homburg
- Plöttner, Sabine Dr.                       **P109**  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen  
Unfallversicherung - Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA), Bürkle-de-la-  
Camp-Platz 1, 44789 Bochum
- Pohrt, Ute Dr.med.                         P40, P77, P78  
Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege,  
Fachbereich Berufsdermatologie und Interventionsstrategien, Spichernstr. 2 –  
3, 10777 Berlin
- Popp, Irma Dr.med.                         P24  
Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Hannover, Gewerbeärztlicher Dienst, Am  
Listholze 74, 30177 Hannover

- Poschadel, Bernd P12  
Zentralinstitut für Arbeitsmedizin und maritime Medizin, Seewartenstr. 10,  
22305 Hamburg
- Preiser, Christine P44  
Universitätsklinikum Tübingen, Institut für Arbeits- und Sozialmedizin,  
Wilhelmstr. 27, 72074 Tübingen
- Preisser, Alexandra M Dr.med. V13, V70, P87, FA10  
Zentralinstitut für Arbeitsmedizin und Maritime Medizin, Universitätsklinikum  
Hamburg-Eppe, Klinische Arbeitsmedizin, Seewartenstraße 10, 20459  
Hamburg
- Queißer-Luft, Annette Priv.-Doz. P09  
Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz Zentrum für  
Kinder- und Jugendmedizin, Mainzer Modell , Langenbeckstr.1, 55131 Mainz
- Quirce, Santiago Prof. V32  
CIBER of Respiratory Diseases CIBERES, Av. Reyes Católicos 2, 28040  
Madrid
- Raab, Wolfgang Dr. V03  
Klinik für Berufskrankheiten, Bad Reichenhall, Münchner Allee 10, 83435 Bad  
Reichenhall
- Radon, Katja Prof. Dr. V34, V35  
Institut für Arbeits-, Sozial und Umweltmedizin, Klinikum der Universität  
München (LMU), Arbeitsgruppe für Umweltepidemiologie & Netteaching,  
Ziemssenstr. 1, 80336 München
- Raithel; Hans-Jürgen Prof. Dr. P112  
Universität Erlangen-Nürnberg, Institut für Arbeits-, Sozial, und Umweltmedizin;  
Schillerstr.25; 91054 Erlangen
- Raulf-Heimsoth, Monika Prof. Dr. V31, V32, V36, P33, P64, P102, P103,  
P104, K4  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen  
Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA), Bürkle-de-la-  
Camp-Platz 1, 44789 Bochum

- Rauls, Gerhard Dr.med. V02, **P41**  
Reha Klinik Westfalen, Sandwall 25-27, 25983 Nordseeheilbad Wyk auf Föhr
- Rausch, Susanne V02  
Reha Klinik Westfalen, Sandwall 25-27, 25983 Nordseeheilbad Wyk auf Föhr
- Rebe, Thomas Dr.med. V04  
Institut für Arbeitsmedizin der MHH, Carl-Neuberg-Str.1, 30625 Hannover
- Reich, Kristian Prof. Dr.med. P84  
Informationsverbund Dermatologischer Kliniken (IVDK), Von Siebold Str. 3,  
37075 Göttingen
- Reimers, Karin Dr.med. V49  
Betriebsärztlicher Dienst der Universitätsmedizin und der Georg-August-  
Universität, Robert-Koch-Str. 40, 37075 Göttingen
- Renz, Harald Prof. Dr. med. K2  
Universitätsklinikum Marburg, Abt. klinische Chemie und molekulare Diagnostik,  
Zentrallaboratorium, Baldingerstraße 1, 35043 Marburg
- Riedel, Martin Konrad Dr.med. P71, P72  
Daimler AG, Werksärztlicher Dienst Stuttgart, Mercedes-Str. 139,  
70546 Stuttgart
- Riedel, Walter Dr.med. V11  
Currenta GmbH & Co.OHG, Gesundheitsschutz, Chempark Leverkusen,  
Geb. E 46, 51368 Leverkusen
- Riedel, Wolfgang Dr.med. V38  
Landesgewerbearzt, Simone-Veil-Str. 5, 65197 Wiesbaden
- Rieger, Annika P17, P95  
Institut für Präventivmedizin, St-Georg-Str.108, 18055 Rostock
- Rieger, Monika A Prof.Dr.med. P44, P69, P70, **P71, P72**  
Universitätsklinikum, Institut für Arbeits- und Sozialmedizin, Wilhelmstr. 27,  
72072 Tübingen

## Autorenverzeichnis

---

- Rieke, Burkhardt Dr. med. **S22, S23**  
Reisemedizin-Schwerpunktpraxis und Gelbfieberimpfstelle, Düsseldorf, und Institut für  
Arbeits- und Sozialmedizin der RWTH Aachen (Prof. Dr. Thomas Kraus), Pauwelstr. 30,  
52074 Aachen
- Riether, Nina **P18**  
IfADo - Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der TU Dortmund, Verhaltenstoxikologie und  
Chemosensorik, Ardeystr. 67, 44139 Dortmund
- Rihs, Hans-Peter Dr. **P33, P84, P102**  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung  
Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA), Buerkle-de-la-Camp-Platz 1, 44789 Bochum
- Rohland, Bianca **V14**  
Universitätsmedizin Göttingen Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Waldweg 37,  
37073 Göttingen
- Rose, Dirk-Matthias Prof. Dr.med. **V93, V94, P52**  
Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Institut für Lehrgesundheit  
am Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Kupferbergterrasse 17-19, 55116 Mainz
- Rosenberger, Wolfgang **P66**  
Institut für Arbeitsmedizin, Carl-Neuberg-Straße 1, 30625 Hannover
- Rosenkranz, Nina **V41**  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der DGUV, Institut der Ruhr-Universität Bochum,  
Buerkle-de-la-Camp-Platz 1, 44789 Bochum
- Roßbach, Bernd Dr. **V040, P09, P83**  
Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz Institut für Arbeits-, Sozial-  
und Umweltmedizin, Obere Zahlbacher Strasse 67, 55131 Mainz
- Rozynek, Peter, Dipl.-Bio. **P108**  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung,  
Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA), Buerkle-de-la-Camp-Platz 1, 44789 Bochum
- Rüger, Heiko **P06, P83**  
Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Institut für Arbeits-, Sozial-  
und Umweltmedizin, Obere Zahlbacher Str. 67, 55131 Mainz
- Rühl, Reinhold Dr. **V100**  
BG Bau, Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft, An der Festeburg 27-29, 60389 Frankfurt

- Ruschel, Yvonne Dr. P63  
vTI - Johann Heinrich von Thünen-Institut, Institut für Agrartechnologie und  
Biosystemtechnik, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig
- Rutenfranz, Martin P82  
Sanitätskommando II, Abteilung Gesundheitswesen, Dezernat 3 -  
Arbeitsmedizin, Gewerbearzt, Schloss Oranienstein, 65582 Diez
- Rüter, Luisa P56, **P57**  
Universitätsmedizin Göttingen, Abteilung Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin,  
Waldweg 37 B, 37073 Göttingen
- Saake, Klaus-Peter Dr.med. P37  
Leiter Gesundheitswesen Volkswagen Salzgitter AG, Gesundheitswesen  
Volkswagen AG, Brieffach 7594 Volkswagen AG Salzgitter, 38231 Salzgitter
- Safari, Nilda V84  
Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft, Arbeitsmedizinisch-  
Sicherheitstechnischer Dienst, Holstenwall 8, 20355 Hamburg
- Sammito, Stefan Dr.med. **V51, P90, P91, FA6**  
Sportmedizinisches Institut der Bundeswehr / Bereich Arbeitsmedizin,  
Medizinische Fakultät Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg,  
Andernacherstraße 100, 48231 Warendorf / Magdeburg
- Sánchez Márquez, Juan Sebastián P49, **P51**  
"Bereich Arbeitsmedizin, Medizinische Fakultät; Lehrstuhl für  
Arbeitswissenschaft und Arbeitsgestaltung", Otto-von-Guericke-Universität,  
Leipziger Straße 44, 39120 Magdeburg
- Sander, Ingrid Dr. **V31, P102**  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen  
Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA), Bürkle-de-la-  
Camp-Platz 1, 44789 Bochum
- Sastre, Joaquim Prof. V32  
CIBER of Respiratory Diseases CIBERES, Av. Reyes Católicos 2, 28040  
Madrid
- Sax, Ulrich Prof. Dr. V86  
Hochschule für angewandte Wissenschaften Coburg, Fakultät Angewandte  
Naturwissenschaften, Friedrich-Streib-Str. 2, 96450 Coburg

- Schaak, Jens V41  
vTI - Johann Heinrich von Thünen-Institut, Institut für Agrartechnologie und Biosystemtechnik, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig
- Schablon, Anja V87, **P22**  
Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, IVDP / CVcare, Martinistr. 52, 20246 Hamburg
- Schaffranek, Antje P84  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der DGUV, Institut der Ruhr-Universität Bochum, Bürkle-de-la-Camp-Platz 1, 44789 Bochum
- Schäkel, Knut Prof.Dr.med. P84  
Informationsverbund Dermatologischer Kliniken (IVDK), Von Siebold Str. 3, 37075 Göttingen
- Schaller, Barbara Dr. P67  
Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der Universität Erlangen-Nürnberg, Harfenstr. 18, 91054 Erlangen
- Schaller, Karl-Heinz V07  
Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der Universität Erlangen-Nürnberg, 91054 Erlangen
- Schäper, Michael P18  
IfADo - Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der TU Dortmund, Verhaltenstoxikologie und Chemosensorik, Ardeystr. 67, 44139 Dortmund
- Schettgen, Thomas Dr. V43, **P29**, P112  
Universitätsklinikum der RWTH Aachen Institut für Arbeits- und Sozialmedizin, Pauwelsstrasse 30, 52074 Aachen
- Scheuch, Klaus Prof. Dr.med. P73, NS6  
Medizinische Fakultät Carl Gustav Carus der TU Dresden, Institut und Poliklinik für Arbeits- und Sozialmedizin, Fetscherstraße 74, 01307 Dresden
- Schierl, Rudolf Dr. V36  
Klinikum der LMU München, Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Ziemssenstr. 1, 80336 München

- Schindler, Birgit Dr. V08, **P32**  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen  
Unfallversicherung Institut der Ruhr-Universität Bochum  
(IPA)Humanbiomonitoring, Bürkle-de-la-Camp Platz 1,  
44789 Bochum
- Schindler, Carsten V81  
Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft, Arbeitsmedizinisch-  
Sicherheitstechnischer Dienst, Bloherfelder Straße 97, 26129 Oldenburg
- Schliemann, Sibylle Dr.med. P84  
Informationsverbund Dermatologischer Kliniken (IVDK), Von Siebold Str. 3,  
37075 Göttingen
- Schliemann, Sybille Dr. V32  
Hautklinik Universitätsklinikum, Erfurter Str. 35, 07743 Jena
- Schmid, Klaus PD Dr. med. habil. V14, **P67**  
Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der Universität Erlangen-  
Nürnberg, Harfenstr. 18, 91054 Erlangen
- Schmidt, Helmut Dr.med. P71, P72  
Daimler AG, Leitung Health & Safety, Mercedesstraße 137, 70327 Stuttgart
- Schmidt, Lukas **P28**  
Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin Uni Erlangen-  
Nürnberg, Universitäts Strasse 42, 91054 Erlangen
- Schmitz, Kerstin P109  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen  
Unfallversicherung - Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA), Bürkle-de-la-  
Camp-Platz 1, 44789 Bochum
- Schneider, Norbert F. Prof. Dr. P06  
Bundesinstitut für Bevölkerungsforschung, Friedrich-Ebert-Allee 4, 65185  
Wiesbaden
- Schneider, Michael Dr.med. P21  
Boehringer Ingelheim Pharma GmbH & Co.KG, Werksärztlicher Dienst, Binger  
Straße 173, 55218 Ingelheim

- Schneider, Désirée P81  
Universität Erlangen-Nürnberg, Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Schillerstrasse 25/29, 91054 Erlangen
- Schneider, Joachim Prof. Dr. med. V84, P92, P110, **FA11**  
Justus-Liebig Universität Gießen, Institut und Poliklinik für Arbeits- und Sozialmedizin, Aulweg 129, 35392 Gießen
- Schneider, Michael Dr.med. **V52, V54**  
Boehringer Ingelheim Pharma GmbH&Co.KG, Werksärztlicher Dienst, Binger Straße 173, 55216 Ingelheim
- Schneider, Nico P1  
Unique GmbH
- Schnelzer, Maria Dr. V75  
Bundesamt für Strahlenschutz, Abteilung Strahlenschutz und Gesundheit, Ingolstädter Landstraße 1, 85764 Neuherberg
- Schnuch, Axel Prof. Dr. med. P84  
Universitätsklinikum des Saarlandes, Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie,  
Von Siebold Str. 3, 66421 Homburg
- Schnupp, Thomas V46  
Fachhochschule Schmalkalden, Fakultät Informatik, Blechhammer 4-9, 98574 Schmalkalden
- Schöfer, Helmut Prof. Dr. P79  
Universitätsklinikum Frankfurt, Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie, Theodor-Stern-Kai 7, 60590 Frankfurt
- Schöfl, Christof Prof. Dr. P67  
Friedrich- Alexander Universität Erlangen-Nürnberg, "Abteilung Endokrinologie u. Diabetologie; Medizinische Klinik 1", Ulmenweg 18, 91054 Erlangen
- Schöne, Klaus Dipl.-Ing. V93  
Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Institut für Lehrergesundheit am Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Kupferbergterrasse 17-19, 55116 Mainz

Schreiber, Jens Prof. P14  
Universitätsklinik für Kardiologie, Angiologie und Pneumologie, Leipziger Str.  
44, 39120 Magdeburg

Schriek, S. P43  
Medizinische Hochschule Hannover, Betriebsärztlicher Dienst, Hannover

Schröder, Olaf V41. P63  
vTI - Johann Heinrich von Thünen-Institut, Institut für Agrartechnologie und  
Biosystemtechnik, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig

Schröder, Marcel Dr.med. V91  
Universität Lübeck, Institut für Arbeitsmedizin, Ratzeburger Allee 160, 23538  
Lübeck

Schröder, Ute B. P39  
Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), 10317 Berlin

Schröder-Kraft, Claudia Dr.med. P84  
Informationsverbund Dermatologischer Kliniken (IVDK), Von Siebold Str. 3,  
37075 Göttingen

Schüle, Barbara Dr.med. P71, P72  
Daimler AG, Werksärztlicher Dienst Stuttgart, Mercedes-Str.  
139, 70546 Stuttgart

Schütze, André P31  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen  
Unfallversicherung - Institut der Ruhr-Universität Bochum  
(IPA)Humanbiomonitoring, Bürkle-de-la-Camp-Platz 1, 44789 Bochum

Schwarze, Monika Dr. P43  
Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Rehabilitationsmedizin,  
Koordinierungsstelle Rehabilitationsforschung, Carl-Neuberg-Strasse 1, 30625  
Hannover

Schwarzer, Ralf Prof. P21  
Freie Universität Berlin. Gesundheitspsychologie, Habelschwerdter Allee 45,  
14195 Berlin

## Autorenverzeichnis

---

- Sczesny, Cordula P1,  
Soziale Innovation research & consult GmbH
- Sedlmayer, Nadja P99  
Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg
- Seeckts, Anke V14  
Universitätsmedizin Göttingen Abteilung Arbeits- und Sozialmedizin, Waldweg 37,  
37073 Göttingen
- Seeger, Karin V06  
Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Ziemssenstraße 1,  
80336 München
- Segat, Dario P68  
Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft, Arbeitsmedizinisch-Sicherheitstechnischer Dienst,  
Eulenbergstraße 13 – 21, 10715 Berlin
- Seibt, Reingard Dr. P18a, NS6  
Technische Universität Dresden, Institut und Poliklinik für Arbeits- und Sozialmedizin,  
Fetscherstraße 74, 01307 Dresden
- Seide, Albrecht Priv.-Doz. P33  
Biochemisches Institut für Umweltcarcinogene, Lurup 4, 22927 Grosshansdorf
- Seidel, Dirk Dr. P03, P68  
Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft, Arbeitsmedizinisch-Sicherheitstechnischer Dienst,  
Hildesheimer Str. 309, 10715 Berlin
- Seidler, Andreas Prof. Dr.med. V19, V79, P73  
Medizinische Fakultät Carl Gustav Carus der TU Dresden, Institut und Poliklinik für Arbeits-  
und Sozialmedizin, Fetscherstraße 74, 01307 Dresden
- Seitz, Monika P26  
Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW), Fachbereich  
Gefahrstoffe & Toxikologie, Bonner Str. 337, 50968 Köln
- Selinski, Silvia Dr.phil. V57  
Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der TU Dortmund (IfADo), Ardeystr. 67, 44139  
Dortmund
- Siegmann, Silvester P05  
Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin, Heinrich Heine Universität Düsseldorf,  
Universitätsstr. 1, 40225 Düsseldorf

- Skudlik, Christoph Prof.Dr.med. P84  
Informationsverbund Dermatologischer Kliniken (IVDK), Von Siebold Str. 3,  
37075 Göttingen
- Sogl, Marion V75  
Bundesamt für Strahlenschutz, Abteilung Strahlenschutz und Gesundheit,  
Ingolstädter Landstraße 1, 85764 Neuherberg
- Soost, Stefanie Dr.med. P84  
Informationsverbund Dermatologischer Kliniken (IVDK), Von Siebold Str. 3,  
37075 Göttingen
- Spahn, Daniel V94, P09, P52  
Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Institut für  
Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Obere Zahlbacher Str. 67, 55131 Mainz
- Spallek, Michae Dr. V04, V91  
EUGT e. V. Berlin, Thielallee 69, 14195 Berlin
- Spitzer, Silvia Dipl. Psych. P18a  
Technische Universität Dresden, Institut und Poliklinik für Arbeits- und  
Sozialmedizin, Fetscherstr. 74, 01307 Dresden
- Spornraft-Ragaller, Petra Dr.med. P84  
Informationsverbund Dermatologischer Kliniken (IVDK), Von Siebold Str. 3,  
37075 Göttingen
- Stegmann, Ralf P01, P39  
Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, FG3.3 Evidenzbasierte  
Arbeitsmedizin, Betriebsärztliche Tätigkeit, Sozialer Arbeitsschutz,  
Nölanderstraße 40-42, 10317 Berlin
- Stenzl, Arnulf Prof. Dr. V56  
Klinik für Urologie, Eberhard Karls Universität, Tübingen, 72076 Tübingen
- Steputat, Anne NS6  
Technische Universität Dresden, Institut und Poliklinik für Arbeits- und  
Sozialmedizin, Fetscherstraße 74, 01307 Dresden
- Stoll, Regina Prof. Dr. med. habil. P17, P95  
Institut für Präventivmedizin, St.-Georg-Str. 108. 18055 Rostock

- Straif, Kurt PD Dr. **V78**  
International Agency for Research on Cancer, 150 cours Albert-Thomas,  
69372 Lyon
- Straube, Sabine Dr.med. **P98**  
Institut und Poliklinik für Arbeits-, Umwelt- und Sozialmedizin, Arbeitsmedizin,  
Schillerstr. 25/29, 91054 Erlangen
- Straube, Sebastian PD Dr. **V29, P56, P57, P58**  
Universitätsmedizin Göttingen, Abteilung Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin,  
Waldweg 37 B, 37073 Göttingen
- Stubel, Heike **P104**  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen  
Unfallversicherung (IPA), Institut der Ruhr-Universität Bochum, Bürkle-de-la-  
Camp Platz 1, 44789 Bochum
- Sucker, Kirsten Dr. **V17, V48, P115**  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen  
Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA), Medizin, Bürkle-  
de-la- Camp Platz 1, 44789 Bochum
- Süß, Faralda **V30**  
Landesgewerbeamt Hessen, Regierungspräsidium Darmstadt, Simone-Veil-Str.  
5, 65197 Wiesbaden
- Szliska, Christiane Prof.Dr.med **P84**  
Informationsverbund Dermatologischer Kliniken (IVDK), Von Siebold Str. 3,  
37075 Göttingen
- Taeger, Dirk **V56, V75, P108**  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen  
Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA), Bürkle-de-la-  
Camp-Platz 1, 44789 Bochum
- Tannheimer, Markus **S25**  
Klinik für Allgemein- Visceral- und Thoraxchirurgie am Bundeswehrkrankenhaus  
Ulm, Oberer Eselsberg 40, 89081 Ulm
- Tesch, Dietrich Dr.med. **V90, P03**  
Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft, Arbeitsmedizinisch-  
Sicherheitstechnischer Dienst, Landsberger Straße 307, 10715 Berlin

- Tesseraux, Irene P99  
Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz, Baden-Württemberg,  
12324 Karlsruhe
- Teuffel-Schilling, Claudia V19, V62, V65, P53  
Landesgewerbeamt, Simone-VEil-Str./5, 65197, Wiesbaden
- Thielmann, Beatrice **P10, P11**  
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Bereich Arbeitsmedizin, Leipziger  
Str. 44, 39120 Magdeburg
- Thümmler-Fink, Madeleine P40  
Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege,  
Fachbereich Berufsdermatologie und Interventionsstrategien,  
Spichernstraße 2-3, 10777 Berlin
- Toth, Bettina Prof. Dr. V28  
Universitätsfrauenklinik Heidelberg, Gynäkologische Endokrinologie und  
Fertilitätsstörungen, Voßstr. 9, 69115 Heidelberg
- Ulm, Kurt Prof. Dr. V42  
Technische Universität München, Institut für medizinische Statistik und  
Epidemiologie, Ismaninger Str. 22, 81675 München
- Unrath, Michael Dipl. Psych. V66  
Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Institut für  
Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Obere Zahlbacher Str. 67, 55131 Mainz
- Vaitl, Tobias Dr.med. V79  
Universität Regensburg, Orthopädische Klinik, Kaiser-Karl-V-Allee 3, 93077  
Bad Abbach
- Van Gelder, Rainer V68, V69, V78  
Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA),  
Alte Heestrasse 111, 53757 Sankt Augustin
- van Kampen, Vera Dr. V31, **V32**, V36, P104  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen  
Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA), Buerkle-dela-  
Camp-Platz 1, 44789 Bochum

- van Mark, Anke Dr.med. V83  
Daimler AG Werk Bremen, Werksärztlicher Dienst, Ratzeburger Allee 160,  
28190 Bremen
- van Mark, Anke Dr.med. V91  
Universität zu Lübeck, Institut für Arbeitsmedizin, Ratzeburger Allee 160,  
23538 Lübeck
- van Thriel, Christoph PD Dr. P18  
IfADo - Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der TU Dortmund,  
Verhaltenstoxikologie und Chemosensorik, Ardeystr. 67, 44139 Dortmund
- Varga, Rita Dr.med. P84  
Informationsverbund Dermatologischer Kliniken (IVDK), Von Siebold Str. 3,  
37075 Göttingen
- Varwig, Domenica Dr.med. P79  
Universitätsklinikum Frankfurt, Klinik für Dermatologie, Venerologie und  
Allergologie, Theodor-Stern-Kai 7, 60590 Frankfurt
- Velasco, Garrido Marcial P87, **P100**  
Zentralinstitut für Arbeitsmedizin und Maritime Medizin, Universitätsklinikum  
Hamburg-Eppendorf, Klinische Arbeitsmedizin, Seewartenstr. 10, 20459  
Hamburg
- Vermeulen, Roel Prof. Dr. V78  
Institute for Risk Assessment Sciences, Utrecht University, PO Box 80176,  
3508 Utrecht
- Vogelberg, Christian PD Dr. V34, V35  
Universitätsklinikum Carl Gustav Carus der TU Dresden Klinik und Poliklinik  
für Kinder- und Jugendmedizin, Fetscherstr. 74, 01307 Dresden
- Voigt, Manfred PD Dr. V29  
Deutsches Wachstumszentrum Berlin, AG: Rostock/Sievershagen, Kükensteg  
13, 18069 Sievershagen
- von Chamier-Gliszinski, René P82  
Sanitätskommando II, Abteilung Gesundheitswesen, Dezernat 3 -  
Arbeitsmedizin, Gewerbearzt, Schloß Oranienstein, 65582 Diez

- von der Gathen, Yvonne Dipl.-Bio. **P108**  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen  
Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA), Buerkle-de-la-  
Camp-Platz 1, 44789 Bochum
- von Helden, Franziska **V10**  
Institut und Poliklinik für Arbeits- und Sozialmedizin der Justus-Liebig-  
Universität, Aulweg 129, 35392 Gießen
- von Hintzenstern, Julia **P89**  
Bereich Arbeitsmedizin, Medizinische Fakultät, Otto-von-Guericke-Universität  
Magdeburg, Leipziger Str. 44, 39120 Magdeburg
- von Mutius, Erika Prof. Dr. **V34, V35**  
Dr. von Haunersches Kinderspital, Klinikum der LMU München, Lindwurmstr. 4,  
80336 München
- Wagner, Hannelore Dr. med. **P25**  
Regierungspräsidium Stuttgart, Pfarrstraße 3, 70565 Stuttgart
- Wagner, Heinz Dr.med. **P25**  
Landratsamt, Pfarrstraße 3, 96052 Bamberg
- Wagner, Petra Prof. Dr. **V33**  
Universität Leipzig, Institut für Gesundheitssport und Public Health, Jahnallee  
59, 04109 Leipzig
- Wahl-Wachendorf, Anette Dr.med. **V81, V90, P03, P68**  
Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft, Arbeitsmedizinisch-  
Sicherheitstechnischer Dienst, Hildegartstr. 29/30, 10715 Berlin
- Walsh, Linda Dr. **V75**  
Bundesamt für Strahlenschutz, Abteilung Strahlenschutz und Gesundheit,  
Ingolstädter Landstraße 1, 85764 Neuherberg
- Walter, Dirk Priv.-Doz **V10, P110.**  
Institut und Poliklinik für Arbeits- und Sozialmedizin der JLU, Gefahrstofflabor  
Physik und Chemie, Aulweg 129/III, 35392 Giessen
- Walusiak-Skorupa, Jolanta Prof. **V32**  
Nofer Institute, 8 Teresy st, 91-348 Lodz

- Wanke, Eileen M Dr. **V22, V89, P54**  
Institut für Arbeitsmedizin, Charité- Universitätsmedizin Berlin, Tanzmedizin,  
Fasanenstrasse 64, 10719 Berlin
- Weber, Daniel Dr. **V73, P108**  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen  
Unfallversicherung - Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA), Buerkle-de-la-  
Camp-Platz 1, 44789 Bochum
- Wegner, Ralf Dr. **P12**  
Zentralinstitut für Arbeitsmedizin und maritime Medizin, Witthof 2, 22305  
Hamburg
- Weigl, Matthias Dr.phil. **V88**  
Klinikum der Universität München, Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und  
Umweltmedizin, Ziemssenstr. 1, 80336 München
- Weiler, Stephan Priv.-Doz. **V83, V91**  
AUDI AG, Gesundheitsschutz I/SW-3, Zimmermannstraße 26, 85057 Ingolstadt
- Weinmayr, Gudrun Dr. **V34, V35**  
Universität Ulm, Institut für Epidemiologie, Helmholtzstr. 22, 89081 Ulm
- Weippert, Matthias Dr. **P10, P17**  
Institut für Präventivmedizin, St.-Georg-Str. 108, 18055 Rostock
- Weiß, Tobias Dr. **V08, V68, V69, P32, P64, K6**  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen  
Unfallversicherung Institut der Ruhr-Universität Bochum  
(IPA)Humanbiomonitoring, Bürkle-de-la-Camp-Platz 1,  
44789 Bochum
- Weisshaar, Elke Prof.Dr.med. **P84**  
Informationsverbund Dermatologischer Kliniken (IVDK), Von Siebold Str. 3,  
37075 Göttingen
- Weistenhöfer, Wobbeke Dr.med. **P02**  
Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der Universität  
Erlangen, Schillerstraße 25+29, 91054 Erlangen

- Welge, Peter Dipl.-Bio. P109  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen  
Unfallversicherung - Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA), Bürkle-de-la-  
Camp-Platz 1, 44789 Bochum
- Wellhäußer, Harald Dr.med. V56  
Berufsgenossenschaft RCI, Fachreferat Arbeitsmedizin, Bereich Prävention,  
Kurfürstenanlage 62, 69115 Heidelberg
- Werfel, Thomas Prof.Dr.med. P84  
Informationsverbund Dermatologischer Kliniken (IVDK), Von Siebold Str. 3,  
37075 Göttingen
- Westermann, Claudia V64  
Kompetenzzentrum für Epidemiologie und Versorgungsforschung bei  
Pflegerberufen (CVcare), Universitätsklinikum Eppendorf, Rutschbahn 11,  
20246 Hamburg
- Westphal, Götz Priv.-Doz. V41, P63, P84  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der DGUV, Institut der Ruhr-  
Universität Bochum, Experimentelle Arbeitsmedizin, Bürkle-de-la-Camp-Platz 1,  
44789 Bochum
- Wichmann, Katja Dr.med. P84  
Informationsverbund Dermatologischer Kliniken (IVDK), Von Siebold Str. 3,  
37075 Göttingen
- Wicker, Sabine PD Dr. med. habil. P20, P79, V28  
Universitätsklinikum Frankfurt, Betriebsärztlicher Dienst, Theodor-Stern-Kai 7,  
60590 Frankfurt
- Wiedemann, Peter M. Prof. Dr. K7  
Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Wissenschaftsforum EMF, Anna-Luisa-  
Karsch-Straße 2, 10178 Berlin
- Wiesel, Awi P09  
Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz Zentrum für  
Kinder- und Jugendmedizin, Geburtenregister Mainzer Modell,  
Langenbeckstr.1, 55131 Mainz

- Wiethage, Thorsten Dr. P108  
Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen  
Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA), Bürkle-de-la-  
Camp-Platz 1, 44789 Bochum
- Wildgans, Hanns Dr.med. P42  
Institut für Arbeits- und Sozialhygiene Stiftung, Lothstraße 19, 80797 München
- Wilke, Matthias P10  
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Bereich Arbeitsmedizin, Leipziger  
Str. 44, 39120 Magdeburg
- Wimmer, Christian P94  
Bergische Universität Wuppertal, FB D, Abt. Sicherheitstechnik,  
Arbeitsphysiologie, Arbeitsmedizin und Infektionsschutz, Gaußstr. 20, 42097  
Wuppertal
- Winkler, Rebecca P55  
Universitätsklinikum der RWTH Aachen, Institut für Arbeitsmedizin und  
Sozialmedizin, Pauwelsstrasse 30, 52074 Aachen
- Winkler, Gisela P99  
Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg
- Wittkowski, Gerhard Dr.med. P25  
Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit,  
Pfarrstraße 3, 80538 München
- Wittmann, Andreas Prof. Dr. P94  
Bergische Universität Wuppertal, Technischer Infektionsschutz, Gaußstraße 20,  
42119 Wuppertal
- Wolf, Ingmar P58  
Universitätsmedizin Göttingen, Abteilung Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin  
und Abteilung Medizinische Statistik, Waldweg 37 B, 37073 Göttingen
- Worm, Margitta Prof. V32, P84  
Informationsverbund Dermatologischer Kliniken (IVDK), Luisenstr. 2-5,  
37075 Göttingen
- Wrbitzky, Renate Prof. Dr. med. V04, P66  
Institut für Arbeitsmedizin der MHH, Carl-Neuberg-Straße 1, 30625 Hannover

- Wriedt, Henning Dr. **S13**  
Beratungs- und Informationsstelle Arbeit & Gesundheit, Hamburg
- Wunderlich, A. P53
- Zavgorodnij, Igor Prof. Dr. P50  
Charkower Nationale Medizinische Universität, Lehrstuhl für Hygiene und  
Ökologie, N 2 prospekt Lenina 4, 61022 Charkow
- Zeiler, Thomas Priv.-Doz. P84  
DRK-Blutspendedienst West, Linneper Weg 1, 40885 Ratingen
- Zepf, Kirsten Isabel Dr.phil. V66  
Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Institut für  
Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Obere Zahlbacher Str. 67, 55131 Mainz
- Zier, Ulrike V94, **P52**, P83  
Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Institut für  
Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Obere Zahlbacher Str. 67, 55131 Mainz
- Zschesche, Wolfgang PD Dr. med. P59, **S1**, S8  
BG Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse, Gustav-Heinemann-Ufer 130,  
50968 Köln
- zur Mühlen, Alexandere Dr.med. V27, P25  
Regierung von Oberbayern, Gewerbeärztlicher Dienst, Heßstr. 130, 80797  
München