

Deutsche Gesellschaft für Luft- und
Raumfahrtmedizin (DGLRM) e.V. (Hrsg.)

Abstracts

zur

48. wissenschaftlichen Jahrestagung

der

Deutschen Gesellschaft für Luft- und

Raumfahrtmedizin (DGLRM) e.V.

vom 27.08.-28.08.2010

im Dorint Pallas, Wiesbaden

Impressum

ISBN-13: 978-3-941375-19-2

Titelfoto:

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
(DLR), Köln

Layout: Christopher Neuhaus

Herausgeber:

Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raum-
fahrtmedizin DGLRM (e.V.)

Konzeption:

Mandy Schwalbe

Priv.-Doz. Dr.med. Jochen Hinkelbein, DESA

Inhaltsverzeichnis

Impressum.....	2
Inhaltsverzeichnis.....	3
Grußwort des Präsidenten	4
Allgemeine Hinweise.....	5
Information für die Teilnehmer	6
Termine	7
Abendveranstaltung.....	7
AG Human Factors und Flugmedizin.....	7
AG Notfallmedizin und Luftrettung.....	7
AG Raumfahrtmedizin/Life Sciences.....	7
DGLRM Vorstandssitzung.....	7
DGLRM Vorstandsratsitzung.....	7
DGLRM Gemeinsame Sitzung Vorstand und Vorstandsrat	7
Registrierung.....	7
Mitgliederversammlung.....	7
Posterpräsentation	7
Posterpreisverleihungen und Ehrungen	7
Kongress-Sitzungen (Inhalte)	9
Donnerstag, den 26.08.2010.....	9
Freitag, den 27.08.2010	9
Samstag, den 28.08.2010.....	11
Poster	14
Abstracts	16
Referenten	45

Grußwort des Präsidenten

Liebe Kolleginnen und Kollegen, meine Damen und Herren,

als Präsident der DGLRM darf ich Sie alle ganz herzlich zu unserer Jahrestagung am 27. und 28. August hier in Wiesbaden begrüßen. Erneut haben wir uns entschlossen, diese Tagung in Zusammenarbeit mit der Dt. Akademie für Flug- und Reisemedizin - welche gleichzeitig ihr FAA-Seminar für die europäischen Fliegerärzte durchführt - zu organisieren, damit einen interessanten Rahmen zu bilden und einen zusätzlichen Informationsaustausch zu ermöglichen.

Das Dorint-Hotel bietet uns geeignete Vortragsräume und Pausenmöglichkeiten. Gerade die Kaffee- und Mittagspausen können und sollen dem Besuch der Posterausstellung, Gesprächen und der Pflege bestehender wie der Bildung neuer Kontakte dienen. Nutzen Sie diese Gelegenheiten, denn nur so können wir unsere Gesellschaft und deren Anliegen zur Geltung bringen und weiterentwickeln. Am Nachmittag des 26. August werden bereits der Vorstandsrat und der Vorstand tagen, die Ergebnisse werden Ihnen während des Kongresses vorgetragen werden. Am 27. August werden wir um 8:00 Uhr mit der Anmeldung beginnen und danach die Tagung eröffnen. Einzelheiten dazu finden Sie im Tagungsprogramm.

Besonders ans Herz legen möchte ich Ihnen unsere Mitgliederversammlung am Freitagnachmittag, nicht zuletzt, weil wir in diesem Jahr einen neuen Vorstand wählen werden. Die Mitglieder des Vorstandes vertreten Ihre Interessen, daher ist Ihre Beteiligung und Ihr Mitwirken unverzichtbar.

Die Sitzungsblöcke decken einen weiten fachlichen Bogen ab, jeder von Ihnen wird geeignete Themen finden können. Die Vorstellung und Ehrung der Preisträger(innen), Vorträge, unterbrochen von einem Imbiss und Falldarstellungen werden am Samstag den offiziellen Teil beschließen. Ich freue

mich über Ihr zahlreiches Erscheinen in Wiesbaden und danke Ihnen auch an dieser Stelle für das Vertrauen, welches Sie alle mir als Präsidenten entgegengebracht haben.

Herzliche Grüße,



Oberst a.D.
Dr. Klaus Kimmich
Präsident DGLRM

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'K. Kimmich', written in a cursive style.

Allgemeine Hinweise

Wissenschaftliche Leitung und Kongressleitung:

Oberstarzt a.D. Dr. med. Klaus Kimmich,
Präsident der DGLRM

Programmkomitee:

Dipl.-Phys. E. Glaser, M.A. (SUNY)
Dr. med. H. Glaser
Dr. med. J. Hedtmann
Priv.-Doz. Dr. med. J. Hinkelbein, DESA
Dr. med. K. Kimmich
Priv.-Doz. Dr. med. C. Ledderhos
Dipl.-Ing. Dr. med. H. Pongratz
Dr. med. A. Ruge
Dr. med. C. Stern

Teilnahmegebühr:

Anmeldungen bis 31.07.2010
Mitglieder € 90
Nicht-Mitglieder € 120

Anmeldungen ab 01.08.2010
Mitglieder € 120
Nicht-Mitglieder € 150

Hinweise für Referenten und Sitzungsleiter:

Alle Vortragsräume sind mit Rechner und Beamer ausgestattet. Die Vortragenden werden gebeten, Ihre Präsentation (Stick oder CD) spätestens in der Pause vor ihrer Sitzung abzugeben. Falls ein eigenes Notebook mitgebracht wird, sollten die Systeme rechtzeitig auf Kompatibilität geprüft werden.

Wir bitten alle Redner und Sitzungsleiter strikt auf die Einhaltung der Redezeiten zu achten. Die im Programm angegebenen Zeiten schließen die Diskussion zum Vortrag mit ein. Die Sitzungsleiter werden gebeten, jeweils eine kurze Einführung zu den Themen ihrer Sitzungen zu geben.

Poster:

Poster sollten während des gesamten Kongresses aushängen. Sie können ab Freitag, den 27.08.2010 8:00 Uhr aufgehängt werden. Die Autoren werden gebeten, zu den Pausenzeiten für Diskussionen zum Poster zur Verfügung zu stehen. Außerdem werden die Poster am Samstag in einer separaten Postersitzung erstmals elektronisch einem großen Publikum präsentiert. Die Autoren der Poster erhalten hierzu separat Bescheid.

Die drei besten Poster werden jeweils mit einem Posterpreis der DGLRM ausgezeichnet.

Die Poster müssen selbstständig zum Kongressende am Samstagnachmittag wieder entfernt werden.

Fortbildungspunkte:

Die Jahrestagung ist vom Luftfahrtbundesamt (LBA) als flugmedizinischer Fortbildungslehrgang gemäß §24e Abs. 6 LuftVZO mit insgesamt **10 Stunden** anerkannt (Nr. L501-40601-226.1/2010).

Die Veranstaltung wurde mit insgesamt **12 cme-Punkten** von der Landesärztekammer Hessen anerkannt.

Information für die Teilnehmer

Wir möchten Ihnen zunächst die Rahmenda- ten geben:

- Zeit: 27.08.-28.08.2010
- Ort: Hotel Dorint Pallas, Wiesbaden
- NAV: Auguste- Viktoria- Straße 15, 65185 Wiesbaden

Anreise

Mit dem Auto:

- A66 aus Richtung Frankfurt/Flughafen oder Rüdesheim Richtung Wiesbaden, Ausfahrt Mainzer Straße auf der linken Spur einordnen und dem Schild Kurhaus durch den Tunnel folgen. Nach dem Tunnel die erste Möglichkeit rechts in die Auguste-Viktoria-Str. einbiegen.
- A3 aus Richtung Köln Ausfahrt Niedernhausen/Wiesbaden, auf der B455 in Richtung Wiesbaden Hauptbahnhof, immer geradeaus auf den Gustav-Stresemann-Ring, gegenüber dem Hauptbahnhof nach rechts in die Friedrich-Ebert-Allee abbiegen, die erste Möglichkeit nach rechts in die Lessingstrasse und sofort wieder links in die Auguste-Viktoria-Str.

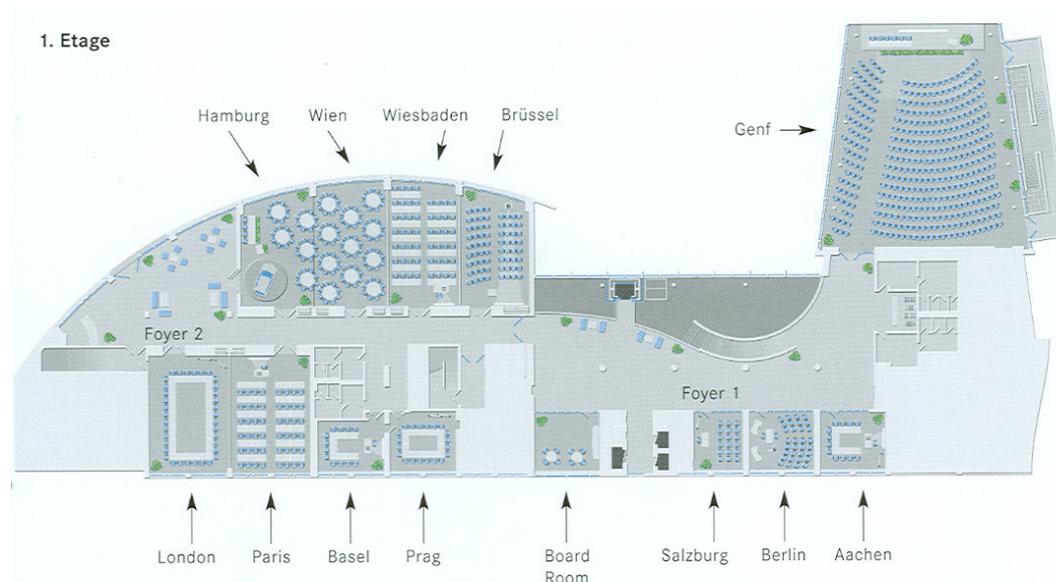
Erreichbarkeit

Während der Tagung sind Sie selbstverständlich im Hotel telefonisch erreichbar:

- ☎ +49 611 3306-0
- 📠 +49 611 3306-1000
- ✉ info.wiesbaden@dorint.com

Dorint

Pallas
Wiesbaden



Termine

Abendveranstaltung

Gemeinsame Abendveranstaltung am Freitag, den 27.08.2010: ungezwungenes Beisammensein mit Aperitif und kaltem Buffet. Beginn 19:30 Uhr, Anmeldung erforderlich. Weitere Informationen an der Registrierung.

AG Human Factors und Flugmedizin

Arbeitsgruppentreffen

Freitag, den 27.08.2010 ab 13 Uhr

Ort: Restaurant Hotel Novotel

AG Notfallmedizin und Luftrettung

Arbeitsgruppentreffen

Donnerstag, den 26.08.2010 ab ca. 21 Uhr

Ort: wird bekanntgegeben

AG Raumfahrtmedizin/Life Sciences

Arbeitsgruppentreffen

Donnerstag, den 26.08.2010 ab ca. 16 Uhr

Ort: Kongresshotel

DGLRM Vorstandssitzung

Donnerstag, den 26.08.2010 um 14:00 Uhr

DGLRM Vorstandsratsitzung

Donnerstag, den 26.08.2010 um 15:00 Uhr

DGLRM Gemeinsame Sitzung Vorstand und Vorstandsrat

Donnerstag, den 26.08.2010 um 16:00 Uhr

Registrierung

Freitag, den 27.08.2010 ab 08:00 Uhr

Mitgliederversammlung

Freitag, den 27.08.2010 um 16:00 Uhr

Posterpräsentation

Freitag, den 27.08.2010 in den Mittags- und Kaffeepausen

Samstag, den 28.08.2010 von 08:30- 09:15 Uhr
erstmalig elektronische Posterpräsentationen in
einer separaten Postersitzung!

Posterpreisverleihungen und Ehrungen

Samstag, den 28.08.2010 um 11:15 Uhr bis
12:00 Uhr

Donnerstag, den 26.08.2010	Freitag, den 27.08.2010		Samstag, den 28.08.2010	
	Raum Hamburg	Raum Wien	Raum Hamburg	Raum Wien
	Registrierung 8:00 bis 8:45 Uhr		Beginn 08:30 Uhr	
	Kongresseröffnung 8:45 bis 9:00 Uhr		Sitzung: Elektronische Posterpräsentationen (Pongratz / Hedtmann) 08:30 bis 09:15 Uhr	
	Eröffnungsvortrag Dr. Lutz Bergau 9:00 bis 9:45 Uhr		Sitzung I: DGLRM St. Auban Vortragsreihe (Knüppel)	Sitzung II: Flugmedizin in Europa (Vermeiren / Ruge)
	UAV (Krause / Ledderhos)		Kaffeepause (Foyer 2), Posterbesichtigung 10:45 bis 11:15 Uhr	
	Kaffeepause (Foyer 2), Posterbesichtigung 10:45 bis 11:15 Uhr		Preisverleihung zum Albrecht-Ludwig-Berblinger-Preis Posterpreise und Ehrungen 11:15 bis 12:00 Uhr	
	Sitzung I: Extreme Umwelten (Gunga / Werner)	Sitzung II: Human Factors in der Allgemeinen Luftfahrt (Dambier / E Glaser)	Sitzung I (Teil 1): Militärische Flugmedizin (Krause / Marwinski)	Sitzung II (Teil 1): Freie Vorträge (Kimmich / Stern)
	Mittagspause (Foyer 2), Posterbesichtigung 12:45 bis 14:00 Uhr		Mittagspause (Foyer 2), Posterbesichtigung 12:45 bis 14:00 Uhr	
	Sitzung I: Notfallmedizin und Luftrettung (Hinkelbein / Genzwürker)	Sitzung II: Luft- und Raumfahrtmedizin (DLR) (Gerzer / Rittweger)	Sitzung I (Teil 2): Militärische Flugmedizin (Krause / Marwinski)	Sitzung II (Teil 2): Freie Vorträge (Kimmich / Stern)
	Sitzung Vorstand 14:00 bis 15:00 Uhr	Kaffeepause (Foyer 2), Posterbesichtigung 15:30 bis 16:00 Uhr		Sitzung I: „Würden Sie mit diesem Piloten fliegen?“ (Marwinski / Quast / Stüben / Landgraf / Kluge) 14:45 bis 16:00 Uhr
	Sitzung Vorstandsrat 15:00 bis 16:00 Uhr	Mitgliederversammlung ab 16:00 Uhr		Ende ca. 16:00 Uhr
Sitzung Vorstand und Vorstandsrat 16:00 bis 19:00 Uhr				
Gemeinsames Abendessen des Vorstands und Vorstandsrats	Gemeinsame Abendveranstaltung ab 19:30 Uhr Anmeldung erforderlich, Information an der Registrierung			

Kongress-Sitzungen (Inhalte)

Donnerstag, den 26.08.2010

- 14:00 Uhr Sitzung Vorstand
15:00 Uhr Sitzung Vorstandsrat
16:00 Uhr Sitzung Vorstand und Vorstandsrat
19:00 Uhr Gemeinsames Essen der Vorstands- und Vorstandsratsmitglieder

Freitag, den 27.08.2010

- 08:45- 09:00 Uhr: Kongresseröffnung und Begrüßung
- Oberstarzt a. D. Dr. Kimmich, Präsident der DGLRM
- 09:00- 09:45 Uhr: Eröffnungsvortrag
- "Mutmaßungen zum Absturz der Air France AF 447"
 - Dr. Lutz Bergau

09:45-10:45 Uhr

Sitzung I: UAV
Vorsitz: KRAUSE W, Fürstenfeldbruck
LEDDERHOS C, Fürstenfeldbruck

Krause W
Unmanned Aerial Systems im militärischen Flugbetrieb und Ihre flugmedizinische Wahrnehmung

Horz O
Unmanned Aerial Systems in der Bundeswehr

Werner U
Medizinische Tauglichkeit bei Führern von unbemannten Luftfahrzeugen (UAS) der Bundeswehr

Schwab A
Ermittlung von Anforderungsprofilen für Bedienpersonal Heron

10:45- 11:15 Uhr Kaffeepause (Foyer 2) und Posterbesichtigung

11:15-12:45 Uhr

Sitzung I: Extreme Umwelten
Vorsitz: GUNGA HC, Berlin
WERNER A, Berlin

Opatz O, Stahn A, Petricek J, Iwase S, Gunga H-C
Measuring Human Core Body Temperature during Acceleration – Consequences for gravitational Thermophysiology

Gunga H-C, Opatz O, Stahn A, Werner A, Sand-sund M, Reinertsen RE, Sattler F, Koch J
Evaluation of a New Non-Invasive Sensor for Continuous Core Body Temperature Measurement in Humans under Different Environmental and Clinical Conditions

Tiedemann J, Gunga H-C, Werner A
Metabolische und physiologische Veränderungen des menschlichen Organismus während einer Überwinterung in der Antarktis

Werner A, Tiedemann J, Gunga H-C, Falk M, Brugger H, Paal P
Measurement of body core temperature by heat flux Double Sensor in hypothermic pigs during artificial avalanche burial

Stahn A, Schultz T, Krel J, Bös K, Opatz O, Gunga H-C
Executive control functions and their neurophysiologic mechanisms during simulated and real micro-gravity conditions

Steinach M, Gunga H-C
Activity, Sleep and Energy Expenditure in Antarctic Overwinterers

11:15-12:45 Uhr

Sitzung II: Human Factors in der Allgemeinen Luftfahrt
Vorsitz: DAMBIER M, Waghäusel
GLASER E, Gerbrunn

Glaser E, Dambier M, Hinkelbein J
Prototypische Verfahren zur Bewertung von Cockpit-Layouts in der Allgemeinen Luftfahrt

Dambier M, Glaser E
Glascockpits in Kleinflugzeugen – aktuelle Trends und offene Fragen

Wittmann C, Fischer F, Johannes B
Objektive Beanspruchungs- und Leistungsmessung am Beispiel eines UL-Piloten

Mainz S
Erwartungen und Erfahrungen beim Einsatz von Flugsimulatoren für das Training von Hubschrauberpiloten

von Mülmann MJA
Sonnenbrille für Piloten

12:45-14:00 Uhr Mittagspause (Foyer 2) und Posterbesichtigung

14:00-15:30 Uhr

Sitzung I: Notfallmedizin und Luftrettung
Vorsitz: HINKELBEIN J, Köln
GENZWÜRKER HV, Buchen

Gau B, Sevenich C, Schlaich C
Sturm vor Hongkong – Medizinische Notfallversorgung an Bord von Kauffahrteischiffen

Kühn S
Polytrauma durch Flugunfall - Falldarstellung eines minderjährigen Segelfliegers

Mainz S
Interdisziplinärer Einsatz von Simulationen für Besatzungen von Rettungshubschraubern

Genzwürker HV
Limitationen des Monitorings beim Transport von Notfall- und Intensivpatienten im Rettungshubschrauber

Schwalbe M, Hinkelbein J
HEMS accidents in Germany: Circumstances, underlying causes, and resulting consequences

Hinkelbein J, Glaser E, Neuhaus Ch, Schwalbe M, Genzwürker HV
Efficiency of Oxygen Application by Face Masks in Rescue Helicopters

14:00-15:30 Uhr

Sitzung II: Luft- und Raumfahrtmedizin (DLR)

Vorsitz: GERZER R, Köln
RITTWEGER J, Köln

Johannes B
Verifikation eines statistischen Skalierungsmodells zur psychophysiologischen Beanspruchungsmessung an zwei großen Stichproben

Wenzel J, Luks N, Plath G, Wittowski M, Deutscher W, Bloch N
Schneller Druckverlust in Verkehrsflugzeugen: Schutzmaßnahmen für die Cockpit-Besatzung

Reitz G
Vermessung des Strahlenfeldes innerhalb der Internationalen Raumstation und Bestimmung der Strahlenexpositionen der Astronauten

Stern C, Kluge G
Sehschärfe nach refraktiven Eingriffen bei Piloten oder Pilotenbewerbern

Rittweger J
Bedeutung der Muskulatur für den Erhalt des Knochens im Weltraum

Kunz D, Mahlberg R
Schlafmedizin und Chronobiologie in Luft- und Raumfahrt

15:30-16:00 Uhr Kaffeepause (Foyer 2) und Posterbesichtigung

16:00 Uhr Mitgliederversammlung
Inklusive Neuwahlen von Vorstand und Vorstandsrat

Samstag, den 28.08.2010

08:30-09:15 Uhr

**Sitzung I: Elektronische
Posterpräsentationen**
Vorsitz: PONGRATZ H, München
HEDTMANN J, Hamburg

*Beruscha F, Hermannstädter P, Dambier M,
Glaser E, Hinkelbein J*
Glascockpits in Kleinflugzeugen bei Farbseh-
schwäche – Ein Hinweis

*Dambier M, Glaser E, Hermannstädter P, Hin-
kelbein J, Neuhaus Ch*
Unfallanalysen von Ultraleicht-Flugzeugen
ultra-schwer

Dumser Th
Häufigkeit und Wert sog. Stickverletzungen bei
der Flugunfalluntersuchung

*Gens A, Kuehn-Winkelmann M, Knobloch A,
Ledderhos C*
Nicht invasive Herz- Kreislauf- Diagnostik in der
Humanzentrifuge- Klassische Methoden in
einem neuen Kontext- III: Erfassung der Herz-
frequenzvariabilität

*Hermannstädter P, Beruscha F, Dambier M,
Glaser E*
Cockpit-Layout-Bewertung mit kognitiven Mo-
dellen – Ein Forschungsvorhaben

Hinkelbein J, Schwalbe M, Neuhaus Ch
Review of Injuries and Injury Patterns in Gen-
eral Aviation Accidents

Ködderitzsch-Frank M, Pippig T, Reichert LM
Überprüfung der muskulären Leistungsfähigkeit
mit Hilfe eines Diagnosesystems zur Erfassung
isometrischer Maximalkraft und Kraftausdauer

Ledderhos C, Gens A, Rall G
Nicht- invasive Herzkreislauf- Diagnostik in der
Humanzentrifuge- Klassische Methoden in
einem neuen Kontext- II: Durchblutungsmes-
sung mittels Photoplethysmographie

Schwalbe M, Genzwuerker HV, Hinkelbein J
Comparison of HEMS accident rates in different
international air rescue systems

09:15-10:45 Uhr

**Sitzung I : DGLRM St. Auban Vortrags-
reihe**
Vorsitz: KNÜPPEL JK, Ziegenhain

*Knüppel JK, Bellenkes A, Hartmann K, Horn G,
Kemmler R, Meyer H, Spiegelberg G*
Flugunfallprävention Allgemeine Luftfahrt,
Neues Konzept / ICAO Empfehlungen

Horn G
CAUSE MAPPING: Ereignisanalyse zur Erhöhung
der Sicherheit in der allgemeinen Luftfahrt

Wassill KH
Optomotorische Grenzen der Kollisionsvermei-
dung mit und ohne FLARM

Knüppel JK
Flugphysiologische Herausforderungen im
Mountain Wave Project (MWP) 2010

Janicke I
Herzrhythmusstörungen in der Sportfliegerei

09:15-10:45 Uhr

Sitzung II : Flugmedizin in Europa
Vorsitz: VERMEIREN R, Brüssel
RUGE A, Köln

Vermeiren R
Neues von der Europäischen Gesellschaft für
Luft- und Raumfahrtmedizin (ESAM)

Ruge A
Der lange Marsch vom "Notice of Proposed
Amendment Part FCL" zur "Opinion Part Medi-
cal"

EASA
Medizinische Tauglichkeit der Kabinenbesat-
zung: Notwendiges Übel oder sinnvolle Sicher-
heitsvorschrift?

Ruge A
Medical für die Leisure Pilot Licences (LAPL) -
Fliegerarzt oder Allgemeinmediziner?

**10:45- 11:15 Uhr Kaffeepause (Foyer 2) und
Posterbesichtigung**

11:15-12:00 Uhr Preisverleihung zum Albrecht-Ludwig-Berblinger-Preis, Posterpreise und Ehrungen

12:00-12:45 Uhr

Sitzung I Militärische Flugmedizin (Teil 1)

Vorsitz: KRAUSE W, Fürstenfeldbruck
MARWINSKI D, Fürstenfeldbruck

Ledderhos C, Gens A, Rall G

Nicht-invasive Herz-Kreislauf-Diagnostik in der Humanzentrifuge- Klassische Methoden in einem neuen Kontext- I: Bestimmung der Kontraktilität des Herzens mittels Photoplethysmographie

Reeb Ch, Schwab A, Eisl M

Vom Computerspieler zum Piloten - Flugsimulationsnutzung als Prädiktor für psychomotorische Eignungstests der Bundeswehr

12:00-12:45 Uhr

Sitzung II Freie Vorträge (Teil 1)

Vorsitz: KIMMICH K, Breisach
STERN C, Köln

Myers KJ

The Historical and Potential Future Contribution of German Scientists to the US manned Space Program

Pippig T, Reichert LM, Förg A

Der Einsatz der kinematisch-positionellen Kernspintomographie der Wirbelsäule in der flugmedizinischen Begutachtung

12:45-14:00 Uhr Mittagspause (Foyer 2) und Posterbesichtigung

14:00-14:45 Uhr

Sitzung I Militärische Flugmedizin (Teil 2)

Vorsitz: KRAUSE W, Fürstenfeldbruck
MARWINSKI D, Fürstenfeldbruck

Wendt St, Wonhas Ch

Asymptomatische Cholelithiasis - „Requiescat in Pace“ bei fliegendem Personal der Bundeswehr?

Frischmuth J

Strabismus, Sursoadduktorius und Trochlearisparese, Waiverpolicy in der Bundeswehr

Jakobs FM

Intraokulare Fremdkörper in der Flugmedizin

14:00-14:45 Uhr

Sitzung II Freie Vorträge (Teil 2)

Vorsitz: KIMMICH K, Breisach
STERN C, Köln

Schlabs T, Werner A, Noack T, Koralewski H E, Gunga H-C

Der Einfluss von schnellen Flüssigkeitsverschiebungen auf den menschlichen Wärmehaushalt während Parabelflügen

Suitner H, Jacoby V

Cabin Air in Verkehrsflugzeugen- Flugsicherheits- und Gesundheitsrisiko ? Ozon, Bleed Air Oil Contamination, Delcing Fluids

Harsch V

Durchbruch Hans Guido Mutke 1945 die Schallmauer?

14:45-16:00 Uhr

Sitzung : „Würden Sie mit diesem Piloten fliegen?“

Vorsitz: MARWINSKI D, Fürstenfeldbruck
QUAST R, Stuttgart
STÜBEN U, Frankfurt
LANDGRAF H, Berlin
KLUGE G, Köln

Poster

Beruscha F, Hermannstädter P, Dambier M, Glaser E, Hinkelbein J
DGLRM e.V. AG Human Factors und Flugmedizin
Glascockpits in Kleinflugzeugen bei Farbsehschwäche – Ein Hinweis

Dambier M, Glaser E, Hermannstädter P, Hinkelbein J, Neuhaus Ch
DGLRM e.V. AG Human Factors und Flugmedizin
Unfallanalysen von Ultraleicht-Flugzeugen ultraschwer

Dumser Th
Flugmedizinisches Institut der Luftwaffe Fürstentfeldbruck; Abteilung Rechtsmedizin und Flugunfallmedizin
Häufigkeit und Wert sog. Stickverletzungen bei der Flugunfalluntersuchung

Gens A¹, Kuehn-Winkelmann M², Knobloch A², Ledderhos C¹
¹Flugmedizinisches Institut der Luftwaffe Fürstentfeldbruck, Abteilung Forschung, Wissenschaft und Lehre Luft- und Raumfahrtmedizin und Abteilung Flugphysiologie; ²Flugmedizinisches Institut der Luftwaffe Königsbrück; Abteilung Forschung, Wissenschaft und Lehre Luft- und Raumfahrtmedizin und Abteilung Flugphysiologie
Nicht invasive Herz- Kreislauf- Diagnostik in der Humanzentrifuge- Klassische Methoden in einem neuen Kontext- III: Erfassung der Herzfrequenzvariabilität

Hermannstädter P, Beruscha F, Dambier M, Glaser E
DGLRM e.V., AG Human Factors und Flugmedizin
Cockpit-Layout-Bewertung mit kognitiven Modellen – Ein Forschungsvorhaben

Hinkelbein J^{1,2,3}, Schwalbe M^{1,2}, Neuhaus Ch¹
¹DGLRM working group „Emergency Medicine and Air Rescue“, German Society of Aviation and Space Medicine; ²Medical Faculty Mannheim, Ruprecht-Karls-University Heidelberg; ³Department of Anesthesiology and Intensive Care Medicine, University Hospital Cologne, Cologne
Review of Injuries and Injury Patterns in General Aviation Accidents

Ködderitzsch-Frank M, Pippig T, Reichert LM
Flugmedizinisches Institut der Luftwaffe Fürstentfeldbruck; Abteilung Klinische Flugmedizin, Fachbereich Orthopädie/Anthropometrie
Überprüfung der muskulären Leistungsfähigkeit mit Hilfe eines Diagnosesystems zur Erfassung isometrischer Maximalkraft und Kraftausdauer

Ledderhos C¹, Gens A¹, Rall G²
¹Flugmedizinisches Institut der Luftwaffe Fürstentfeldbruck, Abteilung Forschung, Wissenschaft und Lehre Luft- und Raumfahrtmedizin; ²Fraunhofer Patentstelle für die Deutsche Forschung
Nicht- invasive Herzkreislauf- Diagnostik in der Humanzentrifuge- Klassische Methoden in einem neuen Kontext- II: Durchblutungsmessung mittels Photoplethysmographie

Schwalbe M^{1,2}, Genzwuerker HV^{2,3}, Hinkelbein J^{1,2,4}
¹DGLRM working group „Emergency Medicine and Air Rescue“, German Society of Aviation and Space Medicine; ²Medical Faculty Mannheim, Ruprecht-Karls-University Heidelberg; ³Clinic of Anesthesiology and Intensive Care Medicine, Neckar-Odenwald-Kliniken gGmbH, Hospitals Buchen and Mosbach, Buchen; ⁴Department of Anesthesiology and Intensive Care Medicine, University Hospital Cologne, Cologne
Comparison of HEMS accident rates in different international air rescue systems

Abstracts

Vorträge

Dambier M, Glaser E

DGLRM e.V. AG Human Factors und Flugmedizin

Glascockpits in Kleinflugzeugen – aktuelle Trends und offene Fragen

Einleitung: Die Ausstattungsvariante Glascockpit bei neu ausgelieferten Kleinflugzeugen nimmt rapide zu. Bereits im Jahr 2006 wurden in den USA 92% der 2540 ausgelieferten Kleinflugzeuge mit Glascockpit geliefert [1,2]. Die Hersteller versprechen unter anderem eine schnelle Erlernbarkeit, ein Mehr an Informationen, eine verbesserte Situational Awareness und damit auch eine gesteigerte Flugsicherheit bei Ausstattung des Flugzeugs mit einem Glascockpit. Doch was ist von diesen Versprechen wahr und wie viel davon ist Marketing? **Material und Methoden:** Das National Transportation Safety Board (NTSB) hat eine Studie zu Glascockpits in Kleinflugzeugen (Light Aircraft) [2,3,4,5,6] durchgeführt. Betrachtet wurden Flugunfälle im Zeitraum 2002 – 2008 von neu verkauften Flugzeugen der Jahre 2002 bis 2006, da deren Erstausrüstung mit Glascockpit oder konventionellem Cockpit bekannt war. In den Jahren 2002 bis 2006 wurden 2848 Kleinflugzeuge mit konventionellem Cockpit und 5516 Kleinflugzeuge mit Glascockpit ausgeliefert. Von diesen verunfallten in den Jahren 2002-2008 141 Kleinflugzeuge mit konventionellem und 125 mit Glascockpit. Tödlich waren davon 23 beziehungsweise 39 Unfälle. Die mit Glascockpit ausgerüsteten Kleinflugzeuge zeigten dabei eine geringere Anzahl an Flugunfällen, allerdings aber mehr tödliche Unfälle. Bei einem Vergleich der Zahlen ist zu berücksichtigen, dass die Kleinflugzeuge mit konventionellem Cockpit meistens für Schulungszwecke verwendet wurden und die Unfälle dabei meist bei der Landung mit hartem Aufsetzen oder beim Start einhergingen. Dahingegen wurden die Kleinflugzeuge mit Glascockpit meist auf längeren Flügen, oft auch unter Instrumentenflugbedingungen von erfahrenen Piloten verwendet. Da die Glascockpit-Kohorte trotz besserer Ausbildung und Erfahrung der Piloten, insbesondere auf dem Kleinflugzeugmuster, eine höhere Anzahl tödlicher Unfälle und eine höhere Unfallrate unter Instrumentenflugbedingungen zeigte als die Kohorte mit konventionellem Cockpit, schließt die NTSB daraus, dass durch die Verwendung eines Glascockpits im Kleinflugzeug die Flugsicherheit nicht signifikant verbessert wird. Auf Basis dieser Studie wurden Empfehlungen an die Federal Aviation Administration (FAA) ausgesprochen, unter anderem die Integration von allgemeinem Wissen über Glascockpits in Tests, die Integration von speziellem typabhängigem Wissen über das jeweilige

eingebaute Glascockpit in die Piloten-Schulung bzw. Einweisung, die Dokumentation aller möglichen Systemzustände und Fehler durch die Hersteller (auch im Aircraft Manual), spezielle (PC-basierte) Trainings zu Fehlerzuständen von Glascockpits (z.B. fällt bei einem verstopftem Pitotrohr bei einem Hersteller die Anzeige von Fahrtmesser, Höhenmesser und Variometer aus [7]) und die Meldung von fehlerhaften Systemzuständen auch durch Service- und Wartungspersonal im Service Difficulty Report (SDR) System der FAA. **Ergebnisse:** Die Vorschläge der NTSB sind umfangreich und gut, berücksichtigen doch einige Punkte auch nicht. Durch das SDR System können umfangreiche Daten über verschiedene Glascockpits gesammelt und zeitnah in entsprechenden Trainings der Piloten berücksichtigt werden. Die Empfehlung der Verwendung von (PC-basierten) Trainingsmethoden zu Fehlerzuständen stellt eine Erweiterung gegenüber der heute üblichen Software-Anwendungen zum Erlernen der Bedienung der Glascockpit-Systeme. Die Studie stellt zwar fest, dass Systeme verschiedener Hersteller sich unterscheiden, spricht jedoch keine Empfehlungen hinsichtlich Einheitlichkeit bzw. Standardisierung von Glascockpits aus. Weiterhin wird auch nicht auf Nutzerorientierung bei der Gestaltung der Anzeigen bzw. der Pilot-Glascockpit Interaktion eingegangen. Hierunter wäre zum Beispiel die Prüfung der Darstellungsfarben im Hinblick auf die nach der medizinischen Tauglichkeit möglichen Farbsehfehler zu verstehen. **Schlussfolgerungen:** Die Umsetzung der Empfehlungen der NTSB hinsichtlich Glascockpits in Kleinflugzeugen ist wünschenswert, auch in Europa. Insbesondere ein Reporting System kann dazu beitragen, Fehlerzustände von Glascockpits umfangreich zu kennen und zu schulen bzw. zu kommunizieren und so Flugunfälle zu vermeiden. Dies zwingt gleichzeitig die Hersteller von Glascockpits zu vermehrten Tests und resultiert damit auch in verbesserten Glascockpits. Eine Orientierung an den Wünschen und Einschränkungen der Piloten von Kleinflugzeugen innerhalb des Entwicklungsprozesses von Glascockpits wäre wünschenswert, worunter auch die Prüfung der Farbtauglichkeit fallen würde.

Literatur:

- [1] General Aviation Manufacturers Association. *General Aviation Airplane Shipment Report, End-of-Year 2006*. Washington DC, USA, 2007.
- [2] NTSB Safety Recommendation Letter A-10-36 through -41.
- [3] J. Kolly. *Safety Study Report: Introduction of Glass Cockpit Avionics into Light Aircraft - Study Overview*. NTSB, 2010.
- [4] L. Groff. *Safety Study Report: Introduction of Glass Cockpit Avionics into Light Aircraft – Quantitative Analysis Results*. NTSB, 2010.
- [5] L. Groff. *Safety Study Report: Introduction of Glass Cockpit Avionics into Light Aircraft – Qualitative Analysis Results*. NTSB, 2010.
- [6] NTSB. *Introduction of Glass Cockpit Avionics into Light Aircraft*. Safety Study, NTSB/SS-01/10, PB2010-917001.
- [7] NTSB accident number DEN07LA082

*Frischmuth J
Flugmedizinisches Institut der Luftwaffe
Abteilung Klinische Flugmedizin, Fachgruppe Augenheilkunde*

Strabismus, Sursoadduktorius und Trochlearisparese, Waiverpolicy in der Bundeswehr

Einleitung: Strabismus sursoadduktorius Trochlearisparese sind beides Diagnosen die sich bei unseren Bewerbern und Piloten finden. Doppelbilder und funktionelle Einäugigkeit sind möglich. Dieses ist nicht vereinbar mit der Flugsicherheit. Beide Schielvarianten machen untauglich für die Militärliegerei. Dargestellt wird die waiver policy in der Bundeswehr. **Material und Methoden:** Zuerst muss die korrekte Diagnose gestellt werden. Der dekompensierte Strabismus sursoadduktorius und die Trochlearisparese sehen klinisch sehr ähnlich aus. In Adduktion, abhängig von der Funktion des Muskulus rektus lateralis und des Muskulus obliquus superius findet sich ein Tiefstand des betroffenen Auges und eine Exzyklotopie. Ein kompletter orthoptischer Status ist notwendig. Nach Diagnosestellung ist in einigen Fällen eine Chirurgie der schrägen Augenmuskeln möglich. **Ergebnisse:** Einige Fälle deutscher Anwärter und Piloten zeigen die deutsche Waiver policy. Nach Differentialdiagnose wurde in einigen Fällen des Strabismus sursoadduktorius eine Chirurgie der Schrägen Augenmuskeln durchgeführt. Mit vergrößerter Doppelbild freier Zone wurden Piloten und Anwärter gewaivert, z.B. nicht als Single Pilot, nicht bei Nacht, nicht mit Night Vision Goggles. In einem Fall war sogar die vollständige Rückkehr in einen high Performance Jet möglich. Andererseits ist in einigen Fällen auch nach operativem Eingriff die Rückkehr ins Cockpit nicht möglich **Schlussfolgerungen:** Die Waiver Policy in der Bundeswehrfliegerei gibt Piloten die Möglichkeit der Rückkehr ins Cockpit ggf. mit Einschränkungen und Auflagen nach Operation eines Strabismus sursoadduktorius.

*Gau B, Sevenich C, Schlaich C
Hamburg Port Health Center (HPHC)/ Zentralinstitut für Arbeitsmedizin und Maritime Medizin (ZfAM)/ Deutsche Gesellschaft für Maritime Medizin e.V. (DGMM)*

Sturm vor Hongkong – Medizinische Notfallversorgung an Bord von Kauffahrteischiffen

Einleitung: Schwere Unfälle an Bord von Kauffahrteischiffen sind keine Seltenheit. Die besondere Arbeitsumgebung auf See fordern Kapitän und Mannschaft zu Höchstleistungen in der medizinischen Versorgung ihrer verunfallten Kameraden. Unter Deutscher Flagge gilt die „Verordnung über die Krankenfürsorge auf Kauffahrteischiffen“, hier werden Schiffsapotheker, Zuständigkeiten für die medizinische Versorgung und Ausbildungspflichten im Kontext des internationalen Gesetzeswerkes definiert. Jeder an Bord muss ausgebildet sein, doch häufig zeigt sich eine weite Kluft zwischen Theorie und Praxis. **Material und Methoden:** Aufgearbeitet wur-

den in Zusammenarbeit mit der Bundesstelle für Seeunfalluntersuchung (BSU) Fälle schwerer Seeunfälle mit Personenschaden. Auf Basis der Erfahrung der medizinischen Ausbildung von nautischen Offizieren und einschlägiger Gremienarbeit werden Empfehlungen zur Fortentwicklung Ausstattung an Bord und Ausbildung erarbeitet. **Ergebnisse:** Im Falle von Personenunfällen an Bord muss die gesamte Mannschaft eines Kauffahrteischiffes Kenntnisse in Erster Hilfe haben. Weiterhin müssen wenigstens die Offiziersränge weiterreichende Kenntnisse und Erfahrungen in Notfall, Traumaversorgung, kardiopulmonaler Reanimation inklusive Frühdefibrillation und der stabilisierenden Patientenversorgung in der oftmals sehr langen Zeit bis zum Abtransport des Verunfallten aufweisen. Das internationale und nationale Regelwerk gibt ein dementsprechendes, komplexes Regelwerk vor, die Realität zeigt jedoch ein schwerwiegendes Defizit in der medizinischen Ausbildung. Die deutsche Schiffsapotheker zählt zu den modernsten und umfangreichsten der Welt. Die Fallstudien zeigen jedoch mangelnde Pflege und Kenntnis über die vorhandene Ausstattung. **Schlussfolgerungen:** Die weitestgehend in der Eigenverantwortung der Seeleute gelegte medizinische Ausbildung muss fortentwickelt und ein System zur Überprüfung des Kenntnisstandes geschaffen werden. Die Staaten inklusive Deutschland müssen verantwortlich kontinuierlich die Ausstattung der Schiffsapotheker vorantreiben, um den Mannschaften fern ab jeder qualifizierten medizinischen Versorgung die Hilfe zur Selbsthilfe zu ermöglichen. **Literatur:** Anleitung zur Krankenfürsorge auf Kauffahrteischiffen ILO-Übereinkommen 164 Standards of Training, Certification and Watchkeeping (STCW) Veröffentlichungen der BSU

*Genzwürker HV
Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin
Neckar-Odenwald-Kliniken gGmbH, Standorte Buchen und Mosbach*

Limitationen des Monitorings beim Transport von Notfall- und Intensivpatienten im Rettungshubschrauber

Im Rahmen der limitierten Aufnahmekapazitäten von Zentren mit Spezialversorgungseinheiten (Trauma- und Verbrennungszentren, kardiologische Zentren, etc.) werden zunehmend Transporte im Rahmen der Akutversorgung, aber auch für Rückverlegungen in Krankenhäuser niedriger Versorgungsstufe notwendig. Aufgrund der teilweise großen Distanzen, die es zu überbrücken gilt, werden dabei zunehmend Rettungshubschrauber eingesetzt. Der Transport stellt eine komplikationsträchtige Phase der Behandlung dar, sodass gerade bei Notfall- und Intensivpatienten hohe Anforderungen an die lückenlose Überwachung während der Verlegung gestellt werden müssen. Die Fortführung oder Etablierung eines auch invasiven Monitorings der Beatmung und der Kreislauffunktionen gewährleistet die rechtzeitige Wahrnehmung von Veränderungen des Patientenzustandes und kann helfen, schwerwie-

gende Komplikationen zu vermeiden. Eine wichtige Einschränkung des Monitorings während des Hubschraubertransports stellt die fehlende akustische Rückkoppelung dar. Notärzte und Intensivmediziner sind es gewohnt, durch akustische Alarme auf Über- oder Unterschreitungen der Sollwerte kritischer Parameter hingewiesen zu werden. Für die Sauerstoffsättigung bieten viele Monitoringsysteme eine Frequenzkoppelung, sodass auch geringfügige Alterationen neben einer Veränderung des angezeigten Zahlenwertes ohne direkten Blick auf den Bildschirm als Tonänderung zusätzlich wahrgenommen werden können. Dieser Aspekt muss im Rahmen der Ausbildung vermittelt werden. Zusätzlich sollten technische Möglichkeiten geprüft werden, um auffällige optische Hinweise bei wechselnden Lichtverhältnissen während des Fluges sicherzustellen. Mögliche Aspekte zur Optimierung des Monitorings während des Hubschraubertransportes könnten auch die Koppelung akustischer Alarme an die Bordkommunikation oder die Nutzung zusätzlicher sensorischer Alarme, beispielsweise über Vibrationsgeber, die Überwachung während luftgebundener Patientenverlegungen optimieren helfen.

Glaser E¹, Dambier M¹, Hinkelbein J^{1,2}

¹DGLRM e. V., AG Human Factors und Flugmedizin

²Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin, Universitätsklinikum Köln (AöR), Kerpener Str. 62, 50937 Köln

Prototypische Verfahren zur Bewertung von Cockpit-Layouts in der Allgemeinen Luftfahrt

Einleitung: Die ergonomische Gestaltung der zentralen Mensch-Maschine Schnittstelle in der Luftfahrt, dem Cockpit, ist ein wesentlicher Sicherheitsfaktor in der Luftfahrt. Dennoch werden in der Praxis Cockpits deutlich unterschiedlich ausgestattet – sei es aufgrund der Flugzeugklasse, z. B. Vereinsflugzeug oder Ultraleichtflugzeug, oder aufgrund mangelnden Bewusstseins des Halters. Auch wirtschaftliche Rahmenbedingungen können dabei eine Rolle spielen.

Material und Methoden: N=100 Bilder von Cockpits aus Flugzeugen der Allgemeinen Luftfahrt (Flugzeugklasse „D-Exxx“, SEP, MTOM < 2 t) wurden zuerst hinsichtlich der einzelnen Platzierung der Instrumente analysiert. Dabei wurden ein Gitter mit möglichen Einbauplätzen sowie das sog. „Standard-T“ des T-Scans eingezeichnet. Für jedes „Standard-Instrument“ (Fahrtmesser, Künstlicher Horizont, Höhenmesser, Wendezeiger, Kurskreisel, Variometer) wurden die unterschiedlichen Einbauorte in einem Analyse-Gitter vermerkt. Da das 2D-Histogramm-Verfahren nur einzelne Instrumente betrachtet, wurde ein zweites Verfahren angewandt, mit dem die Interaktionen beim T-Scan im vorhandenen Cockpitlayout bewertet werden. Hierzu wurde davon ausgegangen, dass Blickbewegungen nur horizontal oder vertikal zwischen benachbarten Instrumenten auftreten. Diagonale Blicke wurden ausgeschlossen. Unter diesen Annahmen wurde die prototypische Blickbewegung Künstlicher Horizont -> Fahrtmesser -> Künstlicher Horizont -> Höhenmesser -> Künstlicher

Horizont -> Kurskreisel -> Künstlicher Horizont bewertet. Beim Abarbeiten der Sequenz, ausgehend vom Einbauort des künstlichen Horizonts, wird pro Gitterpunktwechsel im Cockpit-Layout in der korrekten Richtung der Blickzähler um eins erhöht, in einer falschen Richtung um zwei. Die minimale (richtige) „Blickbewegungszahl“ für die oben beschriebene Sequenz beträgt also „max. Blickzähler/2“ = 3. Analog dazu wurde der Inverted-V Scan für den Kurvenflug ausgewertet, mit der Blickfolge künstlicher Horizont -> Wendezeiger -> künstlicher Horizont -> Variometer -> künstlicher Horizont. Die kumulative (T-Scan und Inverted-V Scan) Blickbewegungszahl B ergibt sich aus $B_{\text{gesamt}} = 2 \cdot B_T + B_V$. Ergebnisse: Die entstandenen 2D-Histogramme zeigen, dass mehrheitlich für einzelne Instrumente der „Standard“-Einbauort gewählt wurde. N=76 mit den notwendigen Instrumenten der Sequenzen ausgestattete Cockpits wurden mit der modifizierten Methode analysiert. Dabei zeigten N=51 Cockpits die Standard-Anordnung. Drei Cockpit-Layouts zeigen eine Blickbewegungszahl von über 20, was eine deutliche Abweichung von der normalen Blickbewegungszahl darstellt. Diese hohen Werte lassen sich auf eine fast beliebige Anordnung der Instrumente zurückführen. Besonders die räumliche Variabilität des Fahrtmessers und des Höhenmessers ist auffällig. Schlussfolgerungen: Um weitere Aussagen treffen zu können ist eine systematische Erhebung von Cockpit-Bildern und eine weitere Vergrößerung der Datenbasis notwendig. Die folgenden Analysen sollten, wie bereits gezeigt, den Einbauort der Instrumente und die für bestimmte, der Flugzeugklasse entsprechenden Aufgaben notwendigen Blickfolgen berücksichtigen.

Gunga H-C¹, Opatz O¹, Stahn A¹, Werner A¹, Sandsund M², Reinertsen RE², Sattler F³, Koch J³

¹Charité Medical University, Center for Space Medicine Berlin, Berlin, Germany; ²SINTEF, Trondheim, Norway; ³Draegerwerk AG, Luebeck, Germany

Evaluation of a New Non-Invasive Sensor for Continuous Core Body Temperature Measurement in Humans under Different Environmental and Clinical Conditions

Introduction: Accurate measurement of the core body temperature (cbt) is fundamental to the study of human temperature regulation. As standard sites for the placement of cbt measurement sensors have been used: the rectum, the esophagus, the nasopharynx and the acoustic meatus (1,2). Nevertheless those measurement sites exhibit limited applicability under field conditions and in rescue operations. The ideal non-invasive measurement of core temperature has to meet requirements such as i) a convenient measurement site, ii) no bias through environmental conditions, and iii) a high sensitivity of the sensor regarding time shift and absolute temperature value. Recently the Draegerwerk AG has developed a non-invasive cbt sensor (*Double Sensor*)⁽¹⁾ aiming to meet the requirements described above (3,4). It was the aim of the three presented investi-

gations to evaluate the applicability of this *Double Sensor* in humans under physical strain, extreme environmental conditions including space and in a clinical setting at operations of the heart and the central vessels. We will report on the latest methodological improvements of the sensor system and about its applicability. **Material and Methods:** The first study (study 1), evaluating the sensor under physiological conditions, was performed at the laboratory of occupational physiology in Trondheim (Norway). 20 male subjects (39.5 ± 10.2 years, height 1.80 ± 0.06 m, 83.8 ± 11.0 kg) participated in the study. Thermal (rectal, nasopharyngeal, skin temperatures, Double Sensor temperatures) and cardiovascular data were collected continuously before, during and after the different experimental set-ups from 25-55% maximal intensity work load at 10, 25, and 40°C environmental temperatures. In the second (study 2) experimental setting, the double sensor was used during a regular VO₂ ergometer testing before, several times in space on the ISS, and after spaceflight in one male long-term astronaut. In the third setting (study 3), which was performed in collaboration with the German Heart Institute Berlin, we determined the core body temperature of 24 patients during cardiac operations and compared it to the clinical gold standard: the vesical or rectal temperature. The patients were cooled down to 14-16°C (deep hypothermia). After the operation was finished the patients were heated again up to physiological temperature. In addition to the standard monitoring we recorded the cbt via the *Double Sensor* at the forehead and the blood flow using a Laser-Doppler-Tissue-Oxymeter (O₂C). As statistical methods descriptive statistics (study 2) as well as GLM (general linear model) and paired t-Test were applied (study 1 and 3), $P < 0.05$ was considered for statistical significance. To show the correlation between the two methods we used Lin's Concordance Correlation Coefficient (CCC). **Results:** The study 1 revealed that the device under test i) differed between -0.16 to 0.1°C from the average of the rectal temperature and the Double Sensor, ii) showed with increasing ambient temperatures increasing concordance correlation coefficients (CCC) ($10^{\circ}\text{C}:0.49$; $25^{\circ}\text{C}:0.69$; $40^{\circ}\text{C}:0.75$), and iii) exhibited a faster temperature decrease at all resting periods during all ambient conditions as compared to rectal temperature ($P < 0.01$). Study 2 in space showed marked increases during exercise in core temperature, sometimes $>40^{\circ}\text{C}$. Study 3 during the operations under hypothermia depicted that the sensor showed great accuracy (Lin's $\text{CCC}=95\%$) and it reflects in a dense temporal pattern the reperfusion rate of a body part after occlusion of the great vessels. **Conclusions:** The device under test seems to be a reliable method of assessing core temperature under different environmental and clinical conditions including space.

References:

1. González-Alonso J, Teller C, Andersen SL, Jensen FB, Hyldig T, Nielsen B. Influence of body temperature on the development of fatigue during pro-

longed exercise in the heat. *J Appl Physiol.* 1999;86:1032-1039.

2. Gunga HC Wärmehaushalt und Temperaturregulation. *Lehrbuch der Physiologie* Urban & Fischer, 669-698, (2005).
3. Gunga HC, Sandsund M, Reinertsen RE, Sattler F, Koch J. A non-invasive device to continuously determine heat strain in humans. *J Therm Biol.* 2008;33:297-307.
4. Gunga HC, Werner A, Stahn A, et al. The Double Sensor-A non-invasive device to continuously monitor core temperature in humans on earth and in space. *Respir Physiol Neurobiol.* 2009;169 Suppl 1:S63-S68.

Harsch V

Zentrum für Flug- und Reisemedizin Neubrandenburg, AG Geschichte der Flugmedizin

Durchbruch Hans Guido Mutke 1945 die Schallmauer?

Einleitung: Der Flugmediziner und Gründungsmitglied der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrtmedizin, Dr. med. Hans Guido Mutke durchbrach möglicherweise als einer der Ersten die Schallmauer, als er am 9. April 1945 in einer strahlgetriebenen Messerschmitt Me 262 nahe Innsbrucks in den aerodynamischen Grenzbereich vorstieß. Material und Methoden: Oral History, Internetrecherche und das Pilotenhandbuch Me-262 A-1 Pilots Handbook (by F. D. Van Wart, 1st Lt., Air Corps, Release Date: 15 July 1946. Headquarters Air Material Command, Wright Field, Dayton Ohio) dienen als Grundlage für die Bewertung. Ergebnisse: Am 9. April 1945 führte Mutke aus 12.000 m ein Abkippen seiner zweistrahligem Messerschmitt Me 262 herbei (sog. Wing-Over-Manöver) und leitete in einen Sturzflug mit rund 40° und Vollgas über (sog. Powerdive), um seinen von einer Mustang bedrängten Geschwaderkommodore zu entlasten. Hierbei wurde das Strahlflugzeug vorübergehend nicht manövrierbar: Vibrationen folgte ein horizontales Flattern (Buffeting) und der Fahrtenmesser verharrte hierbei bei 1.100 km/h. Mutke gelang es nur Mithilfe der Höhenruderttrimmung den Flugzustand zu stabilisieren. Er verringerte zudem die Geschwindigkeit, verlor aber zeitweise beide Triebwerke. Das überbeanspruchte Flugzeug war nur noch schwer zu kontrollieren und Mutke musste mit 350 km/h anstelle der üblichen 250 km/h eine Notlandung durchführen. An der Messerschmitt wurden schwerwiegende Schäden vor allem der Tragflächen festgestellt, wo zahlreiche Nieten fehlten. Schlussfolgerungen: Es stellt sich die Frage, ob es sich beim geschilderten Powerdive Guido Mutkes tatsächlich um einen Überschallflug handelte, was mit letzlicher Sicherheit nicht zu klären ist. Die Indizien sprechen allerdings für Mutkes Behauptung, vor allem unter Berücksichtigung des Pilotenhandbuches der Siegermächte aus dem Jahr 1946. Nachdem mehrere Beuteflugzeuge in England und den USA erprobt wurden, widmete sich das Pilotenhandbuch dem Flugverhalten der Me-262,

und das ein Jahr vor dem offiziellen Yaeger-Rekordflug (S. 13): *“Speeds of 950 km/h (590 mph) are reported to have been attained in a shallow dive 20° to 30° from the horizontal. No vertical dives were made. At speeds of 950 to 1000 km/h (590 to 620 mph) the airflow around the aircraft reaches the speed of sound and it is reported that the control surfaces no longer effect the direction of flight. The results vary with different airplanes; some wing over and dive while others dive gradually. It is also reported that once the speed of sound is exceeded, this condition disappears and normal control is restored.”* Einschränkung ist festzuhalten, dass die Testpiloten der Siegermächte offenbar nicht selber in den Überschallbereich.

Hinkelbein J^{1,2,3}, Glaser E¹, Neuhaus Ch¹, Schwalbe M^{1,2}, Genzwuerker HV^{2,4}

¹ Department of Anesthesiology and Intensive Care Medicine, University Hospital Cologne, Cologne; ² Medical Faculty Mannheim, Ruprecht-Karls-University Heidelberg; ³ DGLRM working group „Emergency Medicine and Air Rescue“, German Society of Aviation and Space Medicine; ⁴ Clinic of Anesthesiology and Intensive Care Medicine, Neckar-Odenwald-Kliniken gGmbH, Hospitals Buchen and Mosbach, Buchen

Efficiency of Oxygen Application by Face Masks in Rescue Helicopters

Background: Effective oxygenation during acute respiratory insufficiency depends on the inspiratory oxygen fraction (FiO₂) and the technical specifications of the oxygen face mask used. Recent studies demonstrated significant advantages of the Hi-Ox⁸⁰ mask as compared to a basic mask during a perioperative anesthesiology setting [1]. The aim of this study was to measure the inspiratory oxygen fraction (FiO₂) in the laryngopharynx of patients and to apply these data to the setting in rescue helicopters. **Methods:** In spontaneously breathing patients, the FiO₂ was measured with an O₂-sensor (Draeger Medical, Luebeck, Germany) in the laryngopharynx depending on the adjusted oxygen flow. Flow increments by 1 up to 12 L•min⁻¹ were analyzed using a basic oxygen mask (Intersurgical Ltd., Berkshire, UK) and a Hi-Ox⁸⁰ mask (Viasys Healthcare GmbH, Hoechberg, Germany) in a randomized order on the same patient. Data were applied to the special helicopter environment with special regard to altitude induced hypobaria as well as analysed in respect of oxygen delivery per minute and resulting equipment benefits. Statistika* (StatSoft GmbH, Hamburg, Germany), the T-test, and multiple regression analysis were used for statistical analysis. P≤0.05 was considered statistically significant. **Results:** Twenty patients with a mean age of 69±7 years were investigated. At a low oxygen flow up to 1 L•min⁻¹, the Hi-Ox⁸⁰ mask was not superior to the basic mask (FiO₂ at 1 L•min⁻¹ 24±3 % vs. 27±5 % and paO₂ 164±68 vs. 193±53 mmHg; n.s.). Using a flow of 2 L•min⁻¹ or more a significant difference for the FiO₂ and paO₂ in both masks was found (P<0.05). Therefore, the Hi-Ox⁸⁰

face mask could have up to about 3 times longer oxygen availability in a rescue helicopter setting using standard oxygen flows. Additionally, a reduced required oxygen flow and therefore a potential calculated weight reduction could be possible. **Conclusions:** The Hi-Ox⁸⁰ mask allows a more effective usage of the administered oxygen flow. Efficiency of the new mask is greater, hence similar flow adjustment produces a significantly higher FiO₂. Thus, oxygen-, cost-, and weight-savings are feasible. These aspects are of outstanding importance both in the field of air rescue or ground-based emergency medicine. **References:** [1] Hinkelbein J et al. Abhängigkeit der inspiratorischen Sauerstofffraktion (FiO₂) und des Sauerstoffpartialdrucks (paO₂) vom Gasfluss in verschiedenen Sauerstoffmasken. Anästhesiol Intensivmed 2007;48(11):605-614

Horn G

Horn-Engineering.de, Frankfurt /Main

CAUSE MAPPING: Ereignisanalyse zur Erhöhung der Sicherheit in der allgemeinen Luftfahrt

Einleitung: Aus der Analyse von Vorfällen und Zwischenfällen kann man präventive Maßnahmen ableiten. Hierdurch lassen sich weitere Unfälle vermeiden. **Material und Methoden:** Eine neue Methode, „Cause Mapping“ nutzt MS Excel als Basis und führt mit Hilfe einer Vorlage mit zeitlicher Abfolge schrittweise durch die Untersuchung. Diese Problem-Analysen werden auf der Zeitebene hintereinander, sowohl in Werten und Definitionen, als auch grafisch dargestellt. **Ergebnisse:** Die Analyse sollte von allen Beteiligten mitgetragen werden. Sie sollten all ihre Erkenntnisse und Wissen beisteuern, indem sie diese in das System Punkt für Punkt mit einfügen. Folgende Punkte sind weiter zu beachten:

- Alle Fakten sachlich beschreiben.
- Keine Beschuldigungen („Wer hat den Fehler gemacht, wer ist schuldig?“ ist kontraproduktiv)
- Denken in größeren Gesamt-Bereichen. Keine eindimensionale Teil-Argumentation
- Schrittweises Vorgehen, keine unüberlegten Schnellschüsse.
- Beschreibung aller Maßnahmen, aller soliden Tatsachen mit entsprechenden Zusammenhängen
- Aussagekräftige Darstellung aller Analysen und Komplexe.
- Dokumentation der Erkenntnisse und Ableiten aller Maßnahmen
- Einfache, strukturierte grafische Systematik.

Schlussfolgerungen: Es wird eine neue systematische Flugunfall-Analyse demonstriert, eine neue Methode, CAUSE MAPPING. Mit dieser Methode können Erkenntnisse in einer klaren Art und Weise synchron dargestellt und zur zukünftigen Flugunfallprävention weiter genutzt werden. **Literatur:** Mark Galley: Cause Mapping, Effective Root Cause Analysis, Houton, Tx; USA; www.thinkreliability.com

Horz O

Luftwaffenführungskommando A7d UAV¹/ Organisation zur Weiterentwicklung von Taktik, Technik und Verfahren der Luftwaffe

Unmanned Aerial Systems in der Bundeswehr

Die Bundeswehr wird zum Ende des laufenden Jahres 2010 im Bereich „Unbemannte Luftfahrzeuge“ (Unmanned Aerial Systems, UAS) Systeme besitzen, die das gesamte Aufklärungseinsatzspektrum, beginnend mit der taktischen bis hin zu strategischen Ebene, abdecken. So unterschiedlich die technischen Auslegungen der unbemannten Systeme der Bundeswehr sind, so erfüllen sie derzeit alle die gleiche, operationelle Aufgabe: Deckung des auftragsbezogenen Informationsbedarfes. Die Teilstreitkraft Heer kann auf mehrjährige Erfahrungen mit UAS zurückgreifen; jedoch fokussiert die Expertise ausschließlich auf kleinere, taktische UAS des Typs Aladin, Luna oder KZO, deren Betrieb geringe Parallelen zu den Anforderungen der bemannten Luftfahrt aufweisen.

Die Luftwaffe hingegen ist mit der Einführung und dem sofortigen operationellen Betrieb von UAS der so genannten MALE und HALE Klasse (Medium / High Altitude Long Endurance) beauftragt. Diese UAS sind zulassungspflichtige Luftfahrzeuge, bislang nur durch militärische Nutzer betrieben, die im gleichen Luftraum und unter den gleichen Rahmenbedingungen wie bemannte militärische und zivile Luftfahrzeuge fliegen werden. Daraus leiten sich nicht nur (zulassungs-) technische Anforderungen an die Systeme ab, sondern auch verfahrenstechnische für die Luftraumkontrollstellen, rechtliche Anforderungen an politische Instanzen aber insbesondere auch medizinische und psychologische Anforderungen an die Bediener der UAV. Denn die konventionelle Steuerung tritt hinter der Aufnahme, Analyse und gleichzeitigen Verteilung von Bild und Toninformationen via multiple Kommunikationskanälen zurück bzw. findet „nur“ noch anhand von Tastatureingaben und Instrumentenbeobachtung am Bildschirm, nachgeordnet zum Sensorbetrieb des UAS statt. Dieser Vortrag nutzt eine kurze, aktuelle Sachstandsdarstellung der „UAS in der Bundeswehr“, um die existierenden, militärischen Anforderungen an die UAV-Führer und deren Aufgaben innerhalb des UAS vorzustellen. Weiterführend sollen die Teilnehmer angeregt werden, sich mit Fragen der medizinischen und psychologischen Auswahlkriterien und dem damit erforderlichen Eignungsfeststellungsverfahren für militärische UAV-Führer auseinanderzusetzen.

Jakobs FM

Flugmedizinisches Institut der Luftwaffe Fürstfeldbruck, Abteilung Klinische Flugmedizin, Fachgruppe Augenheilkunde

Intraokulare Fremdkörper in der Flugmedizin

Einleitung: Etwa 7% aller Verletzungen des menschlichen Körpers betreffen das Auge. Die beiden massgeblichen Verletzungsmuster hierbei sind oberflächliche und perforierende Traumen. Von flugophthal-

mologischer Bedeutung sind insbesondere im Auge verbliebene Fremdkörper, die sich unter Normalbedingungen asymptomatisch verhalten, unter Gravitations- und Vibrationsbelastungen aber zu einem erheblichen Risiko für die Flugsicherheit werden können. **Material und Methoden:** Vorgestellt werden Mechanismen und Primärkomplikationen gedeckter und penetrierender Bulbusverletzungen sowie die diagnostischen Möglichkeiten einer exakten Identifikation und Lokalisation intraokularer Fremdkörper. Therapeutisch steht die Frage einer operativen Entfernung im Vordergrund, wobei zu berücksichtigen ist, dass die im Falle intravitreal lokalisierter Fremdkörper erforderliche pars plana-Vitrektomie (Glaskörperentfernung) zu den aufwändigsten Eingriffen in der Augenheilkunde zählt und per se primär untauglich für den zivilen wie auch militärischen Flugdienst macht. **Ergebnisse:** Abhängig von der Wucht der Perforation bleiben die meisten intraokularen Fremdkörper in der fädig-viskösen Grundsubstanz des Glaskörpers verfangen. Flugmedizinisch relevante Sekundärkomplikationen umfassen intraokulare Oxidationsprozesse im Falle eisen- oder kupferhaltiger Fremdkörper, Netzhautablösungen durch Traktions- und G-Kräfte sowie die klinische Manifestation uveitischer Spätreaktionen, die sowohl das verletzte, als auch (als sympathische Ophthalmie) das nicht-traumatisierte Partnerauge betreffen können. Allen Pathomechanismen gemeinsam ist ein erhebliches Gefahrenpotenzial für die retinale Sehfunktion bis hin zur finalen Erblindung. **Schlussfolgerungen:** Intraokular persistierende Fremdkörper stellen ein erhebliches Risiko für die Flugsicherheit dar. Ein Waivering betroffener Piloten bzw. Anwärter wie auch weiteren fliegenden Personals kann aufgrund der Gefahr einer Inflight Medical Incapacitation ophthalmologischerseits nicht befürwortet werden. Ausnahmen von dieser Policy setzen eine operative Entfernung des Fremdkörpers voraus.

Janicke I

Herzzentrum Duisburg, DGLRM, ASMA, DAeC

Herzrhythmusstörungen in der Sportfliegerei

Einleitung:

- U.a. bei körperlich untrainierten Piloten können gelegentlich unregelmäßige Herzschläge auftreten.
- Nicht immer müssen diese aber flugmedizinisch disqualifizierend sein.
- Es werden in einem kurzen Abriss die problematischen von den eher funktionellen Störungen unterschieden, die nicht untauglich machen.

Material und Methoden:

- Verschiedene Arten von Herzrhythmusstörungen werden differentialdiagnostisch beleuchtet.
- Es wird auf Untersuchungsmethoden eingegangen.
- Unproblematische Herzrhythmusstörungen werden vorgestellt und mit praktischen Hinweisen beleuchtet.

Ergebnisse:

- Funktionelle Herzrhythmusstörungen, die unter Belastung wieder verschwinden sind eher unproble-

matisch. Unproblematische Fälle werden demonstriert.

-Im umgekehrten Fall kann man im CT mit einer Katheteruntersuchung ggf. die Herzkranzgefäße untersuchen.

-Sind wesentliche Einschränkungen vorhanden, werden limitierende Entscheidungen / Prognosen erklärt.

Schlussfolgerungen:

-Es ist sinnvoll, frühzeitig einen Facharzt / Fliegerarzt für eine Diagnostik aufzusuchen.

-Für den möglichen Ausschluss einer Herzerkrankung mit Rhythmusstörungen ist es förderlich, wenn man mit EKG, Herzsono, 24h EKG etc. eine eindeutige Differenzierung durchführt.

Literatur: vielfältig

Johannes B

DLR, Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, Köln/Hamburg

Verifikation eines statistischen Skalierungsmodelles zur psychophysiologischen Beanspruchungsmessung an zwei großen Stichproben

Einleitung: Die objektive Beurteilung des aktuellen Beanspruchungsgrades eines Menschen unter besonderen Bedingungen ist von hohem Interesse in vielen Lebensbereichen. Die Nutzung physiologischer Parameter bietet sich an, birgt aber das Problem in sich, dass die Reaktivität aller vegetativen und Herzkreislauf-Korrelate einen hohen Grad von Individualität aufweist, der ihre direkte Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Menschen als Beanspruchungsmaß unmöglich macht. Ein statistisches Skalierungsmodell, das die individuellen vegetativen Eigenheiten zumindest in groben Klassen berücksichtigt, wurde an zwei großen Stichproben ($n_1 = 910$, $n_2 = 845$) überprüft. **Material und Methoden:** Im Rahmen des DLR-Auswahlverfahrens für Luftfahrtpersonal wird als Abschlusstest ein Flugsimulatortest (FST) durchgeführt, bei dem für einen Projektzeitraum physiologische Parameter als Beanspruchungsindikatoren getestet wurden. Dazu wurde zuvor eine Kalibrierungsmessung durchgeführt, die zur Klassifikation der individuellen vegetativen Reaktionsmuster (Autonomic Outlet Pattern, AOP) diente. EKG, Hautleitwert, Hauttemperatur und Pulswellenlaufzeit wurden in beiden Messungen kontinuierlich erfasst, während der Kalibrierung wurde zusätzlich oszillografisch Blutdruck gemessen. Die AOP wurden clusteranalytisch aus den Kalibrierungsdaten ermittelt. Zur Integration der kontinuierlichen psychophysiologischen Daten wurde ein faktorenanalytisches Modell genutzt, das es gestattet, die ermittelten Grundvektoren mathematisch als Vektorsumme in einem Skalenwert (Psychophysiological Arousal Vector, PAV) zusammen zu fassen. Zur Schaffung einer interindividuellen Vergleichbarkeit der Skalenwerte wurden die Grundvektoren AOP-weise normiert. Der mathematische Apparat (Johannes et al. 2008) wurde an der ersten Stichprobe erarbeitet und dann an der zweiten Stichprobe geprüft. **Ergebnisse:** Die AOP-Klassifikation konnte in der zweiten Stich-

probe wiederholt gefunden werden ($cc = .781$, $\lambda = .578$, $p < .001$). Die AOP-spezifischen Unterschiede der physiologischen Ausgangsdaten wurden identisch in den FST-Daten gefunden. Die für die zweite Stichprobe berechneten PAV-Werte hingegen unterschieden sich nicht mehr zwischen den AOP-Gruppen ($F(4) = 1.219$, $p = .303$), wohingegen die Testsituation FST sich signifikant in allen AOP-Gruppen als wirksam erwies ($F(5, 319) = 69.4$, $p = .000$). **Schlussfolgerungen:** Der Skalierungsansatz, der die individuelle AOP-Klassifikation berücksichtigt, erwies sich auch in einer zweiten großen Stichprobe als wirksam, die individuellen Besonderheiten zu nivellieren und den Informationsgehalt über das Beanspruchungsprofil zu erhalten. D. h., es konnte erfolgreich mit dieser Skala an Teilnehmern, die nicht zur Skalierung herangezogen wurden, Beanspruchung objektiv und zwischen den Teilnehmern vergleichbar gemessen werden. Das spricht für die Robustheit und Anwendbarkeit der Skala. **Literatur:** Johannes B. (2010) A new approach to psychophysiological strain assessment considering individual cardiovascular and autonomic response patterns due to mental load. Submitted. Johannes B, Salnitski VP, Soll H, Rauch M, Hoermann HJ. (2008) De-individualized psychophysiological strain assessment during a flight simulation test – validation of a space methodology. Acta Astronautica 63, 791-799.

Knüppel JK

Fliegerarzt, DAeC, DGLRM; Mountain Wave Project / MWP

Flugphysiologische Herausforderungen im Mountain Wave Project (MWP) 2010

Einleitung: Seit dem Jahre 1998 gibt es das Mountain-Wave-Project, welches sich mit Flügen mit Segelflugzeugen in Lee-Wellen von höheren Bergzügen beschäftigt. Neben wissenschaftlichen meteorologischen Untersuchungen in Höhen zwischen 5000 bis ca. 12500 m wurden auch neue Weltrekorde in der Distanz, als auch mit höheren Geschwindigkeiten geflogen. Die besten Wellengebiete findet man zurzeit in den Leewellen der Anden in Argentinien.

Material und Methoden: In Höhen zwischen 5000 m und bis zur physiologischen Grenze von ca. 12500 m nimmt der Sauerstoffdruck kontinuierlich ab. Dies erfordert eine verlässliche technische Logistik, um zu überleben. Mit Pulsoxymetern kann man die Sauerstättigung im Blut messen. Allerdings sind diese Methoden immer noch nicht so suffizient, wie sinnvoll ausgestattet, sodass dies professionellen Standards entspricht. Um dem Piloten in den extremen Höhen eine zuverlässige Überprüfung dieser, als auch anderer Vitalparameter zuerst als Warnsystem im Flug zur Verfügung zu stellen, wird zur Zeit hier modernste Technik eingeplant. Es geht u.a. um die Frage, was macht die Atmung, was das Herz, gibt es Veränderungen in der Körpertemperatur, wie sieht die mentale Leistungsbereitschaft, etc. aus? **Ergebnisse:** In ersten praktischen Flügen wurden Sensoren und digitale Technik dem Piloten angelegt und im Flug ausprobiert, inwieweit diese mit dem Segelflugzeug

kompatibel sind. Im Segelflugzeug mit geringen Platzverhältnissen können Einstellungen an den Geräten kaum noch verändert werden. Aus diesem Grund sind zuverlässige, vorherig klar strukturierte technische Vorbereitungen wichtig. So können Checklisten die Zuverlässigkeit des Versuchsaufbaus zuverlässiger gestalten. Das Ziel, die Vitalfunktions-ergebnisse mit denen der Flug-Events zu synchronisieren ist technisch möglich, praktisch aber noch nicht umgesetzt. Weitere praktische Tests sind nötig, um für weitere wissenschaftliche Wellenflüge gewappnet zu sein. **Schlussfolgerungen:** Gemäß der theoretischen Überlegungen, als auch der heutigen technischen Möglichkeiten können die Vitalfunktionen heute besser und effektiver als Warnsystem eingesetzt werden. Sowohl die Methoden als auch das Testpersonal muss vorher gut trainiert sein, um die Zuverlässigkeit der Messungen und der Flugsicherheit der Flüge weiter zu gewähren. **Literatur:** www.daec.de/med/; <http://www.luftwaffe.de/portal/a/luftwaffe/org/gena>

Knüppel JK¹, Bellenkes A, Hartmann K, Horn G, Kemmler R, Meyer H, Spiegelberg G

¹Fliegerarzt; DAeC HF Arbeitsgruppe, DGLRM

Flugunfallprävention Allgemeine Luftfahrt, Neues Konzept / ICAO Empfehlungen

Einleitung: Im Juni 2010 wurden die 10 Flugsicherheitsinspektoren vom DAeC gekündigt. Das Verkehrsministerium wollte finanzielle Mittel kürzen. Damit wurde von heute auf morgen ein über 50 Jahre bestehendes, gut funktionierendes Flugsicherheits-Präventions-System beendet. Kompetente Flugsicherheits-Fachleute haben die aktuellen Referenzen und Quellen zu diesem Thema durchleuchtet. Gemeinsam mit entsprechenden Kommentaren wurde ein Positionspapier entworfen, welches mit entsprechenden Vorschlägen und Quellen als Grundlage für die Konzipierung eines modernen Flugunfall-Präventionsprogramms in Deutschland und Europa dienen kann.

Material und Methoden:

-Entwurf eines 2 seitigen Positionspapiers für Entscheidungsträger

-Zusammenstellung aktuell relevanter Quellen zum Thema

-Entwurf eines optionalen Flugsicherheitskonzepts mit inhaltlichen Aufgaben und Personalstruktur

-Wichtige Fach-Empfehlungen zur Flugunfallprävention und Human Factors Ausbildung

-Weitere Quellen, aktive Arbeitskonzepte, FLUSI-Erfahrungsbericht des DAeC

Ergebnisse:

-Vorgaben für Verantwortliche der Luftsportverbände und zuständige Institutionen des Staates.

-Festlegung der Verantwortlichkeiten und Vorgaben für Struktur einer modernen Flugsicherheitsarbeit.

-FAAST, ein neues, ausreichend finanziertes Internet- und Ausbildungs-Konzept der FAA in den USA.

Schlussfolgerungen:

-Gemäß EASA ist ein Hauptanliegen: Flugsicherheit und Flugunfallprävention in allen Staaten der EU.

-Mit diesem Positionspapier gibt es eine Grundlage für die Weiterentwicklung dieses wichtigen Bereiches.

-Die Entscheidungsträger im Staat benötigen starke fachliche und konzeptionelle Beratung.

Literatur: ICAO Accident Prevention Program, Montreal 2005; www.icao.int/icao/en/anb/aig/app20050907.pdf // www.dglrm.de/

Krause W

Leiter des Flugmedizinischen Institutes der Luftwaffe Unmanned Aerial Systems im militärischen Flugbetrieb und Ihre flugmedizinische Wahrnehmung

Der militärische Flugbetrieb mit unbemannten Luftfahrzeugen (UAV) in mittleren und großen Flughöhen, deren Steuerung durch Personal am Boden, auf Schiffen oder innerhalb anderer Luftfahrzeuge vorgenommen werden kann, hat insbesondere in der westlichen Welt in den letzten Jahren dramatisch an Bedeutung und Umfang gewonnen. Die Gründe sind teilweise technischer Natur, indem die Systeme zur Steuerung der UAV in ihrer Reife und Leistungsfähigkeit einen Grad erreicht haben, der einen Betrieb über große Entfernungen hinweg zuverlässig darstellbar macht und sowohl Sensordaten als auch weitere Optionen verlässlich verfügbar geworden sind. Ihre großen Vorzüge gegenüber bemannten Waffensystemen entwickeln die UAV in Szenarien, in denen „station times“ von vielen Stunden in einem Einsatzgebiet erforderlich werden, spezifische Fähigkeiten dauerhaft genutzt werden müssen oder in denen unvermeidbare Risiken für bemannte Systeme zu vermeiden sind. Sie sind zudem wegen ihrer vergleichsweise geringeren Vielfalt technischer Komponenten, insbesondere wegen des Fehlens der Mensch-Maschine-Schnittstelle an Bord grundsätzlich preiswerter als bemannte Waffensysteme. Zudem erlauben sie den Konstrukteuren ein höheres Maß an gestalterischer Freiheit (Größe, Beschleunigung, Geschwindigkeit etc). Ihre Nachteile bewegen sich in technischen Fragen der Limitierung von Sensordaten, der Qualität und Latenz der Signalübermittlung, der partiellen Autonomie der UAV, letztlich damit in der Ausformung der aus dem Luftfahrzeug verlagerten Mensch-Maschine-Schnittstelle. An dieser Stelle wurde mit Einführung der UAV weltweit, auch in der Luftwaffe der Bundeswehr, Neuland betreten, welches für die UAV-Führer und in Wahrnehmung der Interessen des Bedienpersonals und der Einsatzverantwortlichen eine neue Herausforderung für die Flugmedizin, die Ergonomie und die spezifische Flugpsychologie darstellt. Analysen der Leistungsanforderungen münden in Empfehlungen zur Personalauswahl. Erfahrungen der Bündnispartner unterstützen die Festlegung flugmedizinischer Anforderungen und Ausschlusskriterien für das Bedienpersonal. Die wesentliche Erkenntnis liegt jedoch in der Anerkennung der permanenten mentalen Präsenz des UAV-Personals im Luftfahrzeug und der Gewinnung und des Erhalts der „Situational Awareness“ im Raum, die ebenso wie die Bewältigung der Informationsflut ohne Unterschied zu

Besatzungen bemannter Luftfahrzeuge eine Kernfähigkeit darstellt. Aus dieser Tatsache erwächst neben dem Erfordernis einer fliegerischen Ausbildung ebenso folgerichtig eine flugmedizinische Wahrnehmung dieses Personals, wie sie in der Bundeswehr bereits jetzt durch den fliegerärztlichen Dienst geleistet wird. Analoge Entwicklungen im Bereich der zivilen Fliegerei sind absehbar.

Kühn S

Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin und Schmerztherapie; Dr. Horst Schmidt Kliniken Wiesbaden

Polytrauma durch Flugunfall - Falldarstellung eines minderjährigen Segelfliegers

Einleitung: Aus der Statistik der Bundesstelle für Flugunfalluntersuchungen lässt sich regelmäßig eine hohe Zahl an Unfällen mit Segelflugzeugen entnehmen. Trotz z.T. dramatischen Umständen werden auch schwere Flugunfälle zunächst polytraumatisiert überlebt. Material und Methoden: Wir präsentieren den Fall eines 14jährigen, beginnenden Flugschülers, der im Rahmen eines Startzwischenfalls mit seinem Fluglehrer über einem Waldgebiet abstürzte und sich schwer verletzte. Die Umstände des Unfalls, die Situation vor Ort, die Rettungsmaßnahmen und die klinische Versorgung des Verunfallten bis zur Entlassung werden beleuchtet. Ergebnisse: Der Patient verließ die Klinik trotz schweren Verletzungsmusters nach wenigen Wochen zur Rehabilitation ohne dauerhafte Folgeschäden. Schlussfolgerungen: Standardisierte Polytraumaversorgung im Rahmen moderner Behandlungskonzepte reduziert Morbidität und Mortalität auch bei schweren Flugunfällen. Literatur: Statistik Flugunfälle 2007 der BFU

Kunz D, Mahlberg R

Institut für Physiologie, Charité- Universitätsmedizin Berlin (CBF)

Schlafmedizin und Chronobiologie in Luft- und Raumfahrt

Flugpersonal und Astronauten erfahren regelhaft Ein- und Durchschlafstörungen. Über deren Ursachen, Folgen und Therapiemöglichkeiten ist bislang wenig bekannt. In den vergangenen Jahren wurden wichtige Funktionen von Schlaf nachgewiesen. Schlaf ist beteiligt an der Ausprägung neuronaler Plastizität und damit an Gedächtniskonsolidierung und Lernleistung, Schlaf fördert die Koordination metabolischer Prozesse und stärkt die Integrität des Immunsystems. Bereits partieller Schlafentzug ist mitverantwortlich für das Entstehen von Volkserkrankungen wie Bluthochdruck, Diabetes mellitus und Fettleibigkeit, Impferfolge sowie kognitive Leistungsfähigkeit sind massiv beeinträchtigt durch bereits kurzfristige Schlafreduktion. Einer der am Schlaf-Wach-Zyklus beteiligten Mechanismen ist das circadiane System. Das circadiane System wird täglich durch den äußeren Hell-Dunkel-Zyklus auf den Umgebungs-24-Stunden-Tag angepasst. So sind Zeitzonensprünge bei Reisen innerhalb weniger Tage

aufholbar, führen aber vorübergehend zu allgemeinen Befindlichkeitsstörungen. Die Synchronisation des circadianen Systems mit dem äußeren Hell-Dunkel-Zyklus erfolgt über den täglichen Wechsel von hell und dunkel, meditiert über einen nonvisuellen Photorezeptor auf der Netzhaut. Auf der anderen Seite bedingt eine Veränderung von Länge und Zeitpunkt des Tages eine externe Desynchronisation des äußeren Hell-Dunkel Rhythmus gegenüber dem inneren 24-Stunden Rhythmus sowie eine interne Desynchronisation der endogenen Rhythmen miteinander. Kurzfristige und vorübergehende Auswirkungen sind gut bekannt im Zusammenhang mit Transkontinentalflügen. Der eher unspezifische Symptomenkomplex mit Schlafstörung, Müdigkeit, Verdauungsstörungen, Schwindel, Kopfschmerz u.a. wird Jet Lag genannt und dauert in der Regel zwischen wenigen Tagen und ein bis zwei Wochen. Als Langzeitfolgen bei z.B. Schichtarbeitern sind chronische Schlafstörungen sowie eine erhöhte Morbidität und Mortalität für jede kardiovaskuläre Erkrankung (z.B. Herzinfarkt), für Depressionen und Tumorerkrankungen nachgewiesen. In der Präsentation werde ich nach einem kurzen Abriss über die Funktionen von Schlaf, das circadiane System und seine möglichen Störungen vorstellen. Einen besonderen Schwerpunkt werde ich auf die Wirkungsweise von Licht auf die Leistungsfähigkeit und die Gesundheit beim Menschen legen.

Ledderhos C¹, Gens A¹, Rall G²

¹Flugmedizinisches Institut der Luftwaffe Fürstfeldbruck, Abteilung Forschung, Wissenschaft und Lehre Luft- und Raumfahrtmedizin; ²Fraunhofer Patentstelle für die Deutsche Forschung

Nicht-invasive Herzkreislauf-Diagnostik in der Humanzentrifuge- Klassische Methoden in einem neuen Kontext- I: Bestimmung der Kontraktilität des Herzens mittels Photoplethysmographie

Einleitung: Um die Leistungsfähigkeit des LFF unter hohen Gz-Belastungen im Lfz zu sichern, muss in aller erster Linie sein Kreislauf verlässlich aufrechterhalten werden. Insofern kommt der Beurteilung der Herz-Kreislauf-Funktion unter Gz-Belastungen eine Schlüsselrolle zu. Eine Erfassung eben dieser Funktion unter hohen Gz-Belastungen ist jedoch auch heute noch ein Problem. Auch dadurch sind die Charakterisierung von Anti-G-Schutzausrüstungen und –manövern hinsichtlich ihrer Wirksamkeit und Effizienz sowie Voraussagen zum Auftreten eines Gz-induzierten Bewusstseinsverlustes (sog. G-LOC) mittels objektiver, nichtinvasiv messbarer, physiologischer Meßmethoden nach wie vor nicht allumfassend und verlässlich möglich. Während die Ableitung eines EKG auch unter hohen Gz-Belastungen relativ störungsfrei gelingt und damit Herzrhythmus und Herzrate beurteilt werden können, sind Aussagen zu anderen Stellgrößen der Kreislaufregulation, wie Blutdruck, Volumenangebot, venöser Rückstrom etc. bei Gz-Belastungen gegenwärtig nur sehr begrenzt und wenn, dann nur im unteren Gz-Bereich oder aber gar nicht möglich. **Fragestellung:** Daher wurden

in der Klinik etablierte, nichtinvasive Methoden zur Charakterisierung der Herz-Kreislauf-Funktion hinsichtlich ihrer Tauglichkeit zum hämodynamischen Monitoring unter den Bedingungen hoher Gz-Belastungen auf den Prüfstand gestellt. Ziel war es, eine Entscheidungshilfe für die Bewertung der Wirksamkeit von Anti-G-Schutzsystemen und –maßnahmen anhand objektiver Kriterien zu erhalten.

Methodik: Im Rahmen von Vergleichsuntersuchungen verschiedener Anti-G-Schutzanzüge haben insgesamt 45 Probanden sog. Gradual Onset Runs (GOR) in der Humanzentrifuge des Flugmedizinischen Institutes der Luftwaffe in Königsbrück absolviert. Die vom Stirnsensor eines nach dem Reflexionsprinzip arbeitenden Pulsoxymeters der Firma NONIN gelieferten Signale im Rot- und Nahinfrarot-Bereich wurden in ihre beiden Anteile, den pulssynchronen AC-Anteil (AC: engl. alternating current = Wechselspannung) und den sog. DC- oder Gleichstrom-Anteil (DC: engl. direct current = Gleichspannung) zerlegt und einer systematischen Auswertung zugeführt. Im diesem Vortrag sollen die unter Gz-Belastung aufgetretenen Veränderungen der Amplitude und der Anstiegssteilheit des AC-Signals, die vor allem als Indikatoren von Veränderungen der Kontraktilität des Herzens und des Gefäßtonus gelten, näher erörtert werden. **Ergebnisse:** Bei allen Testprofilen kam es zu einem deutlichen Anstieg der Pulswellenamplitude und damit zu gleichgerichteten Veränderungen der Kontraktilität des Herzens (bis zu 326 % im Vergleich zur Ausgangslage unter Ruhebedingungen), der allerdings in Abhängigkeit vom benutzten Anti-G-Anzug unterschiedlich ausfiel. Erwartungsgemäß war dabei bei dem Anzug mit der höchsten erreichten sog. relaxed Gz-Toleranz auch der größten Zuwachs an der Pulswellenamplitude zu verzeichnen. **Schlussfolgerungen:** Erste Untersuchungen im Rahmen von Vergleichsuntersuchungen verschiedener Anti-G-Schutzanzüge haben zeigen können, dass sich das Photoplethysmogramm auch unter Beschleunigungsbedingungen gut aufzeichnen lässt und das sich aus der Erfassung der AC-Anteile des Photoplethysmogramms Aussagen zu Veränderungen der Kontraktilität des Herzens und des Gefäßtonus während der Gz-Beschleunigung gewinnen lassen, die dazu beitragen, die Effizienz des Gz-Schutzes besser charakterisieren zu können.

Mainz S

ADAC-Luftrettung GmbH, Sankt Augustin, Leiter theoretische Ausbildung

Interdisziplinärer Einsatz von Simulationen für Besatzungen von Rettungshubschraubern

Jeder Angehörige von Rettungshubschrauber-Besatzungen erhält Trainings – nach den Möglichkeiten und Gepflogenheiten der entsprechenden Berufsgruppe. Die Piloten erfahren theoretische und praktische Ausbildungen in ihre Hubschraubermuster, die Rettungsassistenten (HEMS-Crewmember) durchlaufen ihre Berufsausbildung und die Ärzte ihr Studium samt folgender Fortbildungen. Ein gemeinsames Training als Vorbereitung auf die sehr beson-

dere und anspruchsvolle Arbeit unter teilweise erschwerenden Bedingungen fand bisher jedoch nicht und nur sehr begrenzt statt. Mit Inbetriebnahme der ADAC-HEMS-Akademie im Jahr 2009 hat die ADAC-Luftrettung GmbH erstmalig eine interdisziplinäre Ausbildungsmöglichkeit geschaffen, die das Training von Piloten, Rettungsassistenten (HEMS-Crewmember) und Notärzte über das bisherige Maß hinaus ermöglicht. Hier werden nicht nur die speziellen Arbeitsabläufe isoliert geschult, vielmehr wird den besonderen Bedingungen der Luftrettung während des Anfluges, an der Einsatzstelle, des Patiententransportes und bei der Übergabe im Schockraum des aufnehmenden Krankenhauses in der Ausbildung Rechnung getragen. Die Trainer, die sowohl in der Luftrettung in den betroffenen Berufsgruppen als auch in den beteiligten Stellen wie zum Beispiel Intensivstationen erfahren und aktiv sind, vermitteln die Kenntnisse, die für die sehr „verzahnte“ Arbeit der Besatzungen notwendig sind sehr Praxisbezogen und Realitätsnah.

Mainz S

ADAC-Luftrettung GmbH, Sankt Augustin, Leiter theoretische Ausbildung

Erwartungen und Erfahrungen beim Einsatz von Flugsimulatoren für das Training von Hubschrauberpiloten

Im Jahr 2009 hat die ADAC-Luftrettung für die Ausbildung und Prüfung ihrer Besatzungen die Nutzung eines Flugsimulators der Stufe B gebaut und anschließend in Betrieb genommen. In diesem Vortrag werden die Erwartungen an die Trainingsmöglichkeiten, Kostenentwicklung und Akzeptanz durch die Besatzungen den Erfahrungen in der Realität gegenübergestellt. Dem Bestreben, Sicherheit zu schaffen und zu erhöhen stehen technische und juristische Grenzen entgegen. So kann das Verhalten zum Beispiel bei einem Triebwerkbrand während des Fluges oder bei einem Total-Ausfall des Heckrotors nicht oder nur sehr begrenzt trainiert werden, was im „Ernstfall“ bedeutet, das die Piloten das Wissen über die notwendigen Maßnahmen nur „theoretisch“ abrufen können. Verhaltensweisen, Abläufe, Handgriffe haben keine Routine. Aus wirtschaftlichen Gründen werden manche Verfahren wie zum Beispiel Autorotationen nach Triebwerksausfall nur angedeutet, nicht aber bis zum Stillstand des Hubschraubers am Boden zu Ende geflogen. Das Sachschadenrisiko ist zu hoch, als dass ein Unternehmen dieses dauerhaft tragen könnte. Ein Flugsimulator bietet dem Unternehmer die Möglichkeit, Verfahren deutlich kostengünstiger zu trainieren. Der Lehrberechtigte kann den Lerneffekt beim Flugschüler durch „learning-by-doing“ auf einen sonst nicht erreichbaren Stand bringen, Prüfer können bei Bewerbern in realitätsnahen Situationen die Verhaltensweisen beobachten, die sonst nur besprochen werden könnten. Jedoch verlangt ein Simulator entsprechender Qualität auch eine hohe Erstinvestition, professionelle Betreuung durch gut geschultes Personal und zusätzlichen Schulungsaufwand.

Myers KJ

Associate Clinical Professor , Florida Institute of Technology, and University of Florida

The Historical and Potential Future Contribution of German Scientists to the US manned Space Program

Einleitung: The US manned space program owes much of its success to the contributions of a number of great scientists who immigrated from Germany to help build the US programs. Both the rockets themselves such as the Saturn series, and the early space medicine knowledge originated from the drawing boards of German-American scientists. The current US program is transitioning from a government sponsored entity (NASA) to a free market global initiative. As the Space Shuttle program ends, the US program will depend on private (and International) enterprise for the next phases of Space exploration. **Material und Methoden:** This will be an historical review format, proposing Potential opportunities for new ventures in space exploration and for International cooperation. **Ergebnisse:** The nature of the paper will be descriptive only of the historical accomplishments and contributions of the German rocket scientists such as Werner Von Braun and others in the historical Apollo program and of the Space Medicine contributions which contributed to these successes. **Schlussfolgerungen:** The conclusion is really a proposal of the opportunities which the change in the US space program represents Internationally. Private and International groups may bid on various projects or propose projects, vehicles, missions, and techniques to be used as the exploration of space moves forward and becomes more privately and Internationally accessible. **Literatur:** AsMA Space Medicine Archives. Wright State University SOM Archives. NASA Kennedy Space Center Historical Archives.

Opatz O¹, Stahn A¹, Petricek J², Iwase S³, Gunga H-C¹
¹Charité University Medicine Berlin, Center for Space Medicine, ²Department of Flying Safety, Institute of Aviation Medicine, Prague Czech Republic, ³Department of Physiology, Aichi University, Nagoya, Japan

Measuring Human Core Body Temperature during Acceleration – Consequences for gravitational Thermophysiology

Introduction: Extreme accelerations are – as is the loss of gravity – an enormous challenge to our cardiovascular and vegetative system. Core temperature of the human body might be one surrogate parameter reflecting various changes in the human vegetative system. However it has always been an unpleasant issue to measure it rectally. Now there are new devices available to determine core temperature via an easy, non-invasive way. Through the measurement of the heat flux it is possible to record quick temperature changes of the core temperature with a high accuracy. **Material and Methods:** In collaboration with the Institute of Aviation Medicine in Prague and the Aichi Medical University in Nagoya the impact of two different types of acceleration simulation

on changes of the core body temperature was recorded in 31 healthy volunteers. Core temperature was measured using a special Double Sensor at the forehead and the shin (21 in Prague, 10 in Nagoya). **LBNP** Using a tiltable *Lower Body Negative Pressure* device (LBNP) we produced a significant so-called "Push-Pull-Effect" producing a short and fast fluid shift. During the measurement the LBNP procedure produced a remarkable effect on the subjects' circulation system. Nine of the 21 participants were able to finish the measurement within the proposed time parameters. However, twelve subjects in the LBNP experiment had a harsh decline of bloodpressure of more than 70 mm Hg and therefore had to stop. Skin temperature showed a concomitant reaction probably due to vegetative vasomotor responses. The double sensors also noted this vegetative reaction. **Centrifuge** Using a short arm centrifuge a longer lasting effect on the fluid shift was generated, which was monitored by Bioimpedance Analysis. Moreover we recorded vascular reactions using Tissue Oximetry and Temperatures of the Core and the Shell of the subjects using double sensors and infrared thermography. **Results:** The 21 LBNP subjects showed a remarkable cardiovascular reaction to the maneuver. Additionally they showed a fast fluid shift towards the lower half of the body with a concomitant temperature decrease at the head of 0.5 degrees. Repeating the LBNP procedure without tilting the table after 2 minutes some of the subjects show a faster recovery concerning the measured head temperatures. This might indicate an elevated vegetative alertness. To shed light on this effect and produce a reliable number of subjects it is needed to undertake further investigations. In the centrifuge we observed a fluid shift towards the gravity vector as expected. The measured temperature at the feet dropped about 2-4°C. In parallel we measured a fall intissue perfusion at the legs. **Outlook:** By comparing short, intermediate and long term effects (ISS) of acceleration on intra- and extravascular human fluids in the 31 subjects we hope to catch a glimpse on the complex temporal patterns of acceleration caused thermophysiological changes. Further analysis of the data provides information on how vegetative vascular responses might influence central and peripheral thermoregulation and which of the measured values might be a good predictor for an imminent blackout.

References

1. Gunga, H. C., Werner, A., Stahn, A., Steinach, M., et al. The Double Sensor-A noninvasive device to continuously monitor core temperature in humans on earth and in space. *Respir Physiol Neurobiol* (2009).
2. Dosel, P., Hanousek, J., Petricek, J. & Cettl, L. LBNP and push-pull effect. *J Gravit Physiol* 14, P135-P136 (2007).
3. Yao, Y. J., Zhao, Z. G., Liu, T. S., Shi, J., et al. [Effect of lower body negative pressure and rotating-table simulated push-pull effect in flight on cardiovascular function]. *Space Med Med Eng (Beijing)* 14, 400-404 (2001).

Pippig T, Reichert LM, Förg A

Der Einsatz der kinematisch-positionellen Kernspintomographie der Wirbelsäule in der flugmedizinischen Begutachtung

Die Beurteilung spinalen Segmentstabilität/-instabilität bei angeborenen (z.B. Spondylolyse/Spondylolisthesis, kongenitaler Blockwirbel) und erworbenen (z.B. bei Degeneration oder nach abgelaufenen Trauma) Wirbelsäulenveränderungen ist das entscheidende Kriterium bei der flugmedizinischen Begutachtung militärischer Luftfahrzeugführer, Besatzungsmitglieder und Anwärter für eine fliegerische Verwendung in der Bundeswehr. Gründe sind die hohen physischen Belastungen der Wirbelsäule (max. +Gz, G-Onset, Rettungsausstieg mit dem Schleudersitz, Ganzkörpervibrationen, Stauchungsbelastungen im Sitzen, „schwere“ Fliegerhelme), denen der Luftfahrzeugführer und das Besatzungsmitglied im Flugdienst ausgesetzt sind. Die „konventionelle“ Kernspintomographie der Wirbelsäule im Liegen, aber auch die konventionellen Röntgen-Funktionsaufnahmen der Hals- oder Lendenwirbelsäule in Reklination und Inklination, haben aufgrund der Methodik (MRT-Untersuchung im Liegen) und der diagnostischen Aussagen (im konventionellen Röntgenbild keine direkte Darstellung der Zwischenwirbelscheiben und des Myelons) beurteilungs- und begutachtungsrelevante Einschränkungen. Mit der Upright-Kernspintomographie steht eine strahlungsfreie Untersuchungsmethode zur Beurteilung der Wirbelsäule (oder deren Abschnitte) unter natürlicher Gewichtsbelastung (im Sitzen oder im Stehen) und der Wirbelsäulenfunktion (MRT-Aufnahmen in Inklination, Reklination, Rotation oder Lateralflexion; komplette Bewegungsstudien) zur Verfügung. Der FONAR-Upright-MR-Tomograph ist ein wassergekühlter Elektromagnet, welcher ein Magnetfeld von 0,6 Tesla generiert. Der Magnet besteht aus zwei sich gegenüberstehenden Polen, in deren Mitte sich ein frei bewegliches Patientenbett (Stuhl) befindet, welches Untersuchungen der Wirbelsäule im Liegen, Sitzen, Stehen und in Funktion erlaubt. In diesem Vortrag wird über die unsere ersten Ergebnisse und Erfahrungen mit dieser Methodik berichtet: 1. Ein asymptomatischer männlicher Bewerber mit einer beidseitigen Spondylolyse L5 bds., keine Spondylolisthesis bei der MRT-Untersuchung im Liegen. Aus strahlenhygienischen Gründen wurde keine konventionelle Röntgenuntersuchung der LWS im Stehen und keine Röntgen-Funktionsaufnahmen der LWS in Reklination und Inklination durchgeführt. Die ergänzenden kinematisch-positionellen MRT-Aufnahmen (im Stehen unter natürlicher Gewichtsbelastung, in Reklination und in Inklination) zeigten keine segmentale Instabilität. 2. Ein asymptomatische Bordtechniker auf dem Hubschrauber CH-53 mit einem Zustand nach einer zervikaler Fusion C5/C6 nach einem spinalen Trauma 1985 mit einer fokalen Myelonmalazie. Bei der nativen MRT-Untersuchung der HWS (im Liegen) am FMI konnte die segmentale Stabilität Blockwirbel C56/C7 nicht beurteilt werden. Die ergänzenden kinema-

tisch-positionellen MRT-Aufnahmen der Halswirbelsäule zeigen eine deutliche segmentale Instabilität, besonders bei der Reklination des Kopfes mit einer regionalen absoluten Spinalkanalstenose.

Reeb Ch, Schwab A, Eisl M

Flugmedizinisches Institut der Luftwaffe Fürstentfeldbruck; Abteilung Flugpsychologie

Vom Computerspieler zum Piloten- Flugsimulationsnutzung als Prädiktor für psychomotorische Eignungstests der Bundeswehr

Einleitung: Die Mehrzahl der heutigen Jugendlichen verbringt einen großen Teil seiner Freizeit mit Computer- oder Konsolenspielen. In einer Vielzahl von Studien konnte bislang schon belegt werden, dass diese Spiele – die immer komplexer und realitätsnäher werden – in positiven Zusammenhang mit diversen kognitiven und psychomotorischen Fähigkeiten ihrer Nutzer stehen, so z.B. mit Aufmerksamkeitssteuerung, räumlicher Orientierung, multi-tasking, Kurzzeitgedächtnis und Reaktionsschnelligkeit. Ziel der vorliegenden Studie war es zu überprüfen, ob sich Zusammenhänge zwischen der Dauer und Intensität der Nutzung von Flugsimulatoren und der gemessenen Leistung im Instrument Coordination Analyzer 90-II (ICA 90-II) von Bewerbern für den Fliegerischen Dienst der Bundeswehr nachweisen lassen. **Material und Methoden:** Es wurde zu diesem Zweck ein Fragebogeninstrument entwickelt und an einer Stichprobe von N=202 Bewerbern validiert, wobei die verwendeten Skalen gute Reliabilitäten aufwiesen. Die durch den Fragebogen gewonnenen Daten wurden mit den im ICA 90-II generierten Ergebniswerten der Bewerber verglichen. **Ergebnisse:** In allen drei betrachteten Subtests erzielten Flugsimulatorspieler signifikant bessere Ergebnisse als Nichtspieler, und zwar zum überwiegenden Teil mit Effektstärken im mittleren und starken Bereich. Die Spieldauer/Woche erzeugt dabei einen deutlichen prädiktiven Effekt im Hinblick auf die psychomotorischen Testresultate, und zwar über den der realen Flugvorerfahrung der untersuchten Bewerber hinaus. **Schlussfolgerungen:** Personen, die regelmäßig und viel an Flugsimulatoren spielen, schneiden in den untersuchten psychomotorischen Tests klar besser ab als Nichtspieler, insbesondere bei Steuerungsaufgaben, die mittels Joystick zu bewältigen sind. Ob diese Unterschiede auf einen Trainings- oder Selektionseffekt zurückzuführen sind, muss noch im Rahmen eines experimentellen Untersuchungsdesigns geklärt werden.

Reitz G

Abteilung Strahlenbiologie, Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Köln

Vermessung des Strahlenfeldes innerhalb der Internationalen Raumstation und Bestimmung der Strahlenexpositionen der Astronauten

Seit Beginn der bemannten Raumfahrt wurde die kosmische Strahlung als einer der Schlüsselfaktoren

für die zeitliche Begrenzung von Langzeit- und interplanetaren Missionen identifiziert. Neben der kontinuierlichen Exposition durch hochenergetische Protonen und schwere Ionen der kosmischen Strahlung und Protonen und Elektronen des Strahlungsgürtels kommen noch Expositionen durch Protonen in sporadisch auftretenden Sonneneruptionen hinzu. Die Höhe der Exposition hängt von der Sonnenaktivität, von der Flughöhe der ISS, der Inklination der Flugbahn und von den Abschirmdicken der Wände der einzelnen Module und deren Geräteausrüstung ab. Die Strahlenexposition in der ISS ist um mehr als das Hundertfache höher als auf der Erde; als Richtwert kann eine Strahlenexposition während minimaler Sonnenaktivität von 1 mSv angegeben werden. Die genaue Kenntnis der Strahlenexposition der Astronauten ist eine notwendige Voraussetzung zur Bestimmung des Risikos an strahleninduziertem Krebs zu erkranken und zu sterben. Ziel der notwendigen Messungen ist daher auch, Maßnahmen zur Reduktion der Strahlenexposition zu definieren und zu optimieren. Zur Sicherstellung der Strahlenschutzmaßnahmen für die Astronauten ist eine kontinuierliche Bestimmung der Strahlenexposition ein Muss. Neben den notwendigen operationellen Maßnahmen ist die genaue Charakterisierung des Strahlenfeldes in dem alle Teilchenarten von sehr niedrigen bis zu extrem hohen Energien vorkommen eine sehr große Herausforderung. Ein einzelnes Instrument ist wegen der Komplexität des Strahlenfeldes nicht in der Lage alle erforderlichen Daten zu liefern, deshalb werden verschieden Instrumente mit sich zum Teil ergänzenden Registriereigenschaften eingesetzt. Passive Dosimeter wie Thermolumineszenz-detektoren und Kernspurdetektoren werden zur Vermessung des Strahlenfeldes innerhalb der einzelnen Module an vielen Positionen als Ortsdosimeter und Personendosimeter eingesetzt. Diese Dosimeter müssen zur Auswertung allerdings auf die Erde zurückgebracht werden. Als registrierende Instrumente werden Geräte unter Verwendung von Siliziumdetektoren, Ionisationskammern und Szintillatoren eingesetzt. Letztes Jahr wurden im europäischen Modul COLUMBUS zwei Siliziumteleskope integriert, die seitdem kontinuierlich Daten zur Erde liefern. Die Daten beinhalten Angaben zur Teilchenrate, Spektren zur Energieübertragung und Dosisraten. Strahleninduzierte Krebsrisiken werden basierend auf der Summe der Exposition der einzelnen Organe im Körper des Astronauten bestimmt. Die hierfür notwendige Messung der Tiefendosisverteilung im menschlichen Körper wird durch den Einsatz eines menschlichen Phantoms als Herzstück der ESA-Facility MATROSHKA durchgeführt. Aus diesen Messungen wird die Dosis einzelner Organe berechnet, die dann durch im Strahlenschutz festgelegte Verfahren eine sehr genaue Bestimmung der Strahlenexposition der Astronauten sicherstellen.

Rittweger J

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, Köln

Bedeutung der Muskulatur für den Erhalt des Knochens im Weltraum

Einleitung: Noch immer stellt der Knochenabbau in der Schwerelosigkeit eines der großen Probleme für die bemannte Raumfahrt dar. Biomechanische Untersuchungen legen nahe, dass Knochen sich an die auf sie einwirkenden Kräfte anpassen, und dass diese Kräfte durch Muskelkontraktion entstehen. Wir haben darum die Hypothese verfolgt, dass der immobilisations-bedingte Knochenabbau durch Muskeltraining unterbunden werden kann. **Material und Methoden:** Es wurden insgesamt drei experimentelle Bettruhe-Studien durchgeführt, in denen 3 verschiedene Gegenmaßnahmen zum Einsatz kamen: 1) Pamidronat als Hemmstoff der Knochenresorption 2) Widerstandstraining mit dem sogenannten Flywheel, und 3) Widerstandstraining in Zusammenhang mit Ganzkörper-Vibration. Die Knochen wurden mittels Computer-Tomographie und über biochemische Marker des Knochenstoffwechsels untersucht. Die Muskulatur der unteren Extremität wurde durch Kernspin-Tomographie und dynamometrisch untersucht. **Ergebnisse:** Flywheel-Training hat keinen ausreichenden Effekt auf die Plantarflexoren der Wade und kann den Knochenabbau in der Tibia nur in unzureichendem Maße aufhalten. Pamidronat hat keinen Effekt auf die Muskulatur und ist ebenfalls ungeeignet, den Knochenabbau in der Tibia aufzuhalten. Die Kombination aus Widerstandstraining und Vibration hingegen konnte die Kraft der Wadenmuskulatur und ebenfalls den Knochenmineralgehalt in der Tibia erhalten. **Schlussfolgerungen:** Ein ausreichendes Muskeltraining scheint Voraussetzung zu sein für die Entwicklung von physikalischen Interventionen zum Erhalt des Knochens in der Schwerelosigkeit. Welche Bedeutung die Vibration dabei hat ist in zukünftigen Studien zu klären.

Schlabs T, Werner A, Noack T, Koralewski H E, Gunga H-C

Charité Medical University, Center for Space Medicine Berlin, Berlin, Germany

Der Einfluss von schnellen Flüssigkeitsverschiebungen auf den menschlichen Wärmehaushalt während Parabellflügen

Einleitung: Bemannte Raumflüge stellen eine Extremsituation für den menschlichen Körper dar. Während des Aufenthalts in Schwerelosigkeit klagen Astronauten über Unbehagen bezüglich ihrer Wärmeregulation. Sie berichten über kalte Extremitäten und überwärmte Köpfe. Zudem ist bekannt, dass Astronauten ödematös geschwollene Köpfe (puffy faces) und Storchenbeine (stork legs) entwickeln. Frühere Studien während kurzzeitiger (Parabellflug) und langfristiger (Raumflüge) Mikrogravitation lieferten Hinweise darauf, dass diese klinischen Befunde durch eine Flüssigkeitsverschiebung in kranialer Richtung, infolge eines fehlenden hydrostatischen Druckgradienten, bedingt sind. Bisher gab es noch

keine Untersuchung, welche den zeitlichen Verlauf der Flüssigkeitsverschiebungen und der Veränderung der Körperkerntemperatur eines Menschen während des Aufenthalts in Mikrogravitation untersucht hat. Darüber hinaus fand bislang keine Quantifizierung der damit im Zusammenhang stehenden Temperaturveränderungen statt. Das Ziel der vorliegenden Studie war daher, die enge zeitliche Verknüpfung der Flüssigkeitsverschiebungen und der Temperaturveränderungen darzustellen. **Material und Methoden:** Im Zuge einer Reihe von Parabelflügen wurden insgesamt 12 gesunde Probanden untersucht. Jeder Proband absolvierte ein Protokoll von bis zu 15 Parabeln wechselnder Gravitationsbedingungen (1G - 1.8G - 0G - 1.8G - 1G). Die Probanden befanden sich in aufrechter Position, mit dem Gesicht dem Flugzeugheck zugewandt. Während des Protokolls wurden die folgenden Parameter kontinuierlich registriert: Herzfrequenz (HF), Körperkerntemperatur an zwei Messstellen und die Mikrozirkulation mittels der relativen Hämoglobinkonzentration (RAH) am Unterschenkel und am Kopf (Schläfe). Die Körperkerntemperatur wurde an zwei Messstellen (Stirn, Brustbein) mittels eines neuartigen, *nicht-invasiven* Sensors (DoppelSensor) gemessen, welcher schnelle Änderungen der Körperkerntemperatur besser erfassen kann als z.B. eine Rektalsonde. Außerdem zeichnete eine Infrarotkamera Wärmebilder des Gesichtes und des Halses (Bildwiederholungsrate: 2Hz) auf, um schnelle Änderungen der Hauttemperatur zu erfassen. **Ergebnisse:** Die Analyse der Mikrozirkulations-Daten ergab eine Erhöhung der RAH von 59 ± 4 (1G) auf 68 ± 5 (0G) [+15%] am Kopf. Im Gegensatz dazu zeigte sich am Unterschenkel ein Rückgang der RAH von 82 ± 4 (1G) bis 72 ± 4 (0G) [-12%, $p < 0,05$]. Die mittlere Körperkerntemperatur blieb im Laufe der Parabelflüge stabil. Allerdings registrierte der Doppel-Sensor am Kopf eine Erhöhung der Körperkerntemperatur während 0G im Vergleich zu 1G. Unterstützt wird dieser Befund durch die Wärmebildaufnahmen, welche eine Erhöhung der Hauttemperatur in verschiedenen Bereichen des Gesichts (perioral, temporal, periokulär) zeigen. Die Veränderungen der Mikrozirkulation traten stets vor den Temperaturveränderungen auf. Die Zeitdifferenz betrug im Mittel weniger als 5 Sekunden. **Schlussfolgerungen:** Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass schnelle Flüssigkeitsverschiebungen die Mikrozirkulation der Haut verändern. Da der relative Anteil des Hämoglobins im Blut konstant ist, muss der Erhöhung der RAH eine verstärkte Hautperfusion am Kopf zugrundeliegen. Im Gegensatz hierzu ist der Rückgang der RAH am Unterschenkel durch eine verminderte Hautperfusion erklärbar. Der Anstieg der Hauttemperatur am Kopf, welche unmittelbar nach der Erhöhung der Hautperfusion auftrat, zeigt, dass die verstärkte Wärmeabgabe durch schnelle Flüssigkeitsverschiebung in kranialer Richtung induziert wird. Zudem konnte die enge zeitliche Verknüpfung beider physiologischer Prozesse demonstriert werden.

Schwab A

Flugmedizinisches Institut der Luftwaffe; Abteilung Flugpsychologie, Fachgruppe Auswahl

Ermittlung von Anforderungsprofilen für Bedienpersonal Heron

Einleitung: Für Führer HERON ist die Durchführung einer Eignungsfeststellung erforderlich. Zur Feststellung der medizinischen und psychologischen Eignungskriterien wurde unter Leitung von GenArztLW Dez II eine Arbeitsgruppe („Runder Tisch“) einberufen, die im November 2009 erstmalig tagte und die Durchführung einer Arbeitsplatzanalyse beschloss. **Material und Methoden:** Literaturanalyse; Befragung von in der Ausbildung befindlichem Bedienpersonal (Piloten und Sensoroperatoren) HERON; **Ergebnisse:** In der Literatur beschriebene notwendige Fähigkeiten und Fertigkeiten von Führern unbemannter Luftfahrzeuge (ULfz) variieren, z.B. in Abhängigkeit des Automatisierungsgrades oder des Einsatzspektrums des betrachteten ULfz. Einigkeit scheint jedoch darüber zu bestehen, dass zumeist psychomotorische Fähigkeiten hinter komplexe kognitive Fähigkeiten (z.B. Mehrfacharbeits-, Informationsverarbeitungskapazität) und Persönlichkeits- und Teamfähigkeiten zurücktreten. Bei der durchgeführten Befragung von in der Ausbildung befindlichem Bedienpersonal HERON konnten kognitive und Persönlichkeitsmerkmale identifiziert werden, die ein Anforderungsprofil für Bediener HERON generieren. Dabei unterscheiden sich Piloten und Sensoroperatoren in der Ausprägung der geforderten Merkmale. **Schlussfolgerungen:** Die ermittelten Eignungsmerkmale sind ein erster Wegweiser für die Erstellung eines spezifischen Eignungsfeststellungsverfahrens für Bedienpersonal HERON. In einem weiteren Schritt wird eine Anforderungsanalyse im Einsatzbetrieb durchgeführt, um letztlich eine Empfehlung für ein Auswahlverfahren für den Bedarfsträger zu erarbeiten. **Literatur:** Kay, G., Dolgin, D., Wasel, B., Langelier, M. & Hoffman, C. (1999). Identification of the cognitive, psychomotor and psychosocial skill demands of uninhabited combat aerial vehicle (UCAV) operators. Patuxent River, MD: Naval Air Warfare Center Aircraft Division. Pavlas, D., Burke, S.C., Fiore, S.M., Salas, E., Jensen, R. & Fu, D. (2009). Enhancing unmanned aerial systems training: A taxonomy of knowledge, skills, attitudes and methods. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 53rd Annual Meeting – 2009.

Schwalbe M^{1,2}, Hinkelbein J^{1,2,3}

¹DGLRM working group „Emergency Medicine and Air Rescue“, German Society of Aviation and Space Medicine; ²Medical Faculty Mannheim, Ruprecht-Karls-University Heidelberg; ³Department of Anesthesiology and Intensive Care Medicine, University Hospital Cologne, Cologne

HEMS accidents in Germany: Circumstances, underlying causes, and resulting consequences

Introduction: In Germany, the first mission by helicopter emergency medical service (HEMS) was performed as early as 1970 (“Christoph 1”). Only few

months later, it crashed fatally. In comparison to commercial transport, the risk of accidents during HEMS missions is significantly higher but remains largely unclear in detail. The use of helicopters for EMS of critically ill or injured persons has increased significantly over the past years. Today, 81 helicopters cover the area of Germany providing together approximately 80.000 primary and secondary missions per year. Approximately 2-4 crashes do occur per year in Germany [1]. The aim of the present study was to review both HEMS crashes and accident rates in a 40 years period. **Materials and methods:** For analysis of HEMS accidents, a retrospective case-by-case analysis ranging from 1970-2009 was carried out using published flight accident data from the BFU (Federal Agency for Flight Accident Investigation [2]) and the Internet [3]. Additionally, data for operating hours, missions, and accident characteristics were gathered. Fisher's exact test was used for statistical analysis, $P < 0.05$ was considered statistically significant. **Results:** During the period analyzed, a total of 1.698 million missions (1970 vs. 2009: 61 vs. 98,471) were completed by a mean of 50 ± 27 (1970 vs. 2009: 1 vs. 81) helicopters. To date, missions resulted in a total of 99 accidents with a mean of 2.4 ± 1.7 accidents per year (max. 7/year in 1994). Both yearly accident rates and yearly fatal accident rates sank significantly during the last years as published elsewhere [4]. Although accident rates decreased during the last years, absolute numbers of accidents remain on the same level. 64 % of accidents did not result in any occupants' injuries, whereas 19.2 % were fatalities. From the accidents analyzed, 43.4 % were due to an obstacle collision during landing, take-off or hovering. Landing was the phase of flight most often associated with accidents (44.4 %) followed by en-route accidents (26.3 %). **Conclusions:** Accident rate is comparable to previously published data. Today, accident risk is significantly lower as compared to the early years of HEMS. Although gathering data on the early years is nearly impossible, further analysis is required to calculate e.g. fatality risk, injury patterns, and accident causes. **References:** [1] Hinkelbein J et al. A 6-year analysis of German emergency medical service helicopter crashes. *J Trauma* 2008;64(1):204-210. [2] www.bfu-web.de. [3] www.rth.info. [4] Schwalbe M et al. *Aviat Space Environ Med* 2010;81(3):307.

Stahn A¹, Schultz T², Krel J³, Bös K³, Opatz O¹, Gunga H-C¹

¹Charité University Medicine Berlin, Center for Space Medicine, ²Karlsruhe Institut für Technologie (KIT), Cognitive Systems Laboratory, Institute for Anthropomatics, Department of Computer Science, ³Karlsruhe Institut für Technologie (KIT), Institut für Sport und Sportwissenschaft

Executive control functions and their neurophysiologic mechanisms during simulated and real micro-gravity conditions

Einleitung: Living and travelling in space represents exposure to various environmental stressors that can

affect physical and mental performance. One of those primary stressors is exposure to microgravity conditions. While a large body of research has documented the effects of microgravity on the cardiovascular system, body fluids, skeletal muscle, and bone metabolism (Pavy-Le et al., 2007), there is a renewed interest in the understanding how microgravity affects cognitive functioning. Early detection of any cognitive impairments are crucial for mission success and preventing performance decrements in critical mission tasks (Manzey, 2000). Given the prolonged duration, these problems will be amplified in future explanatory space missions, such as mission to Mars. Presently, the knowledge derived from simulated and real microgravity conditions is far from sufficient to assess the impact and risks associated with such endeavours (Manzey, 2004). However, a number of previous studies have predominantly relied on behavioural outcome measures, and interpretations about physiologic processes remain speculative (Lipnicki and Gunga, 2009). Accordingly, there is a great demand for future studies of combining behavioural data with neuroelectric and neuroimaging techniques as well as biochemical data to explore the neurophysiologic correlates and/or mechanisms underlying the association between bed rest and cognitive functioning. **Material und Methoden:** The presentation summarizes the latest developments and research regarding the interaction between brain function, cognitive performance, and physical (in)activity. Specific emphasis is given to the effect of exposure to simulated and real microgravity conditions. **Ergebnisse:** Bedrest as well as exposure to real micro-gravity conditions can be associated with changes in cognitive performance and brain function. These observations might be explained by psychological as well hemodynamic effects. In addition, various studies from space medicine, neuroscience, and exercise physiology support the notion that possible changes in brain function and decline in cognitive performance observed under simulated and micro-gravity conditions might be also associated with a lack of stimulation of mechanoreceptors located in the feet. **Schlussfolgerungen:** Gravity and its effects on the cardiovascular and musculoskeletal system might also impact brain function and cognitive performance. Specifically, the role of mechanoreceptors in the feet clearly deserves further research to (i) better understand the mechanisms underlying the relationship between cognitive performance and physical (in)activity, and (ii) to develop appropriate countermeasures for future missions in space. Given a decreased active lifestyle as well as the skyrocketing increase in the number of cases of dementia, this research has also important implications for and improving cognitive performance and mental well-being and targeting tomorrow's challenges of the health care system.

Literatur:

Manzey D (2000) *Aviat. Space Environ. Med* 71: A69-A75

Manzey D (2004) *Acta Astronaut.* 55: 781-790

Lipnicki DM, Gunga HC (2009) Eur. J Appl. Physiol 105: 27-35
Pavy-Le TA, Heer M, Narici MV, Rittweger J, Vernikos J (2007) Eur. J Appl. Physiol 101: 143-194

*Steinach M, Gunga H-C
Charité Medical University, Center for Space Medicine Berlin, Berlin, Germany*

Activity, Sleep and Energy Expenditure in Antarctic Overwinterers

Introduction: Human curiosity and the search for new territories have let scientists, soldiers and entrepreneurs into the farthest and inhospitable regions. Life and work in extreme environments like the Antarctic have been related to physiological and psychological stress. Research in this field is required to investigate the influence of the extreme conditions on the human physiology, psychology and the ability to perform in these environments. Also, studies in polar research facilities like the German Antarctic station Neumayer III can serve as an analogue for space missions and other human presence in other isolated and extreme environments. Isolation, cold climate and a darkness period during the Antarctic winter are aspects differentiating this environment from the temperate conditions and overwintering crew is accustomed to. Effects of such extreme environments on the human physiology have been described as adaptation to the influences on the circadian rhythm, thermoregulation and energy balance. The aim of this study was to investigate the effects on activity, sleep and energy expenditure in the Antarctic overwinterers. **Materials and Methods:** A team of overwinterers (n=7) consisting of five male and two female volunteers have spent fifteen months (December 2008 to February 2010) in the German Antarctic research station Neumayer III. Technicians, engineers and scientists were part of the crew, as during their stay, the crew had to operate the station and conducted polar research in their different fields of expertise such as meteorology, biology and geology. The crew volunteered into physiological measurements twice per month and the taking of blood every two months. Several physiological parameters like respiration, heart frequency and body composition were determined. In addition the crew measured their level of activity with the SenseWear-System (Bodymedia, USA) which yielded the data that were focused on in this study. This device determines activity and energy expenditure through accelerometry, thermometry and the measurement of perspiration; also sleep length and sleep efficiency are computed. **Results:** Preliminary results show that the subjects exhibit an increase in energy expenditure especially during the beginning of their stay. The sleep length trends to be reduced in general with a great range of interindividual differences. Sleep efficiency shows a decline from the start (median 90%) to the end of the overwintering period (median 75%). **Conclusions:** The current results suggest an impact of the extreme Antarctic environments on activity, energy expendi-

ture and sleep of Antarctic overwinterers. The high energy expenditure has consequences on the need for energy intake, further research is warranted to determine the influence of physical strain on inhabitants in cold other extreme environments. The decline in sleep efficiency suggests a need to improve sleep hygiene and warrants further research in this field.

Literature:

Benso, A., F. Broglio, et al. (2007). „Endocrine and metabolic responses to extreme altitude and physical exercise in climbers.“ Eur J Endocrinol 157(6): 733-40.;
Rivolier, J., Goldsmith, R., Lugg, D.J., Taylor, A.J.W., „Man in the Antarctic“ (1988);
Winkler D., et al. (2005). „Actigraphy in patients with Seasonal Affective Disorder and healthy control subjects treated with light therapy.“ Biol Psychiatry 2005; 58: 331-336

*Stern C, Kluge G
Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin des DLR, Köln*
Sehschärfe nach refraktiven Eingriffen bei Piloten oder Pilotenbewerbern

Einleitung: Das Ziel eines Piloten oder Pilotenanwärters, der sich einem refraktiven Verfahren unterzieht, ist im Normalfall das Erreichen einer guten Sehschärfe ohne Brillen- oder Kontaktlinsenkorrektur. Aus diesem Grunde wollten wir die Frage klären, wie viele Bewerber um ein Fliegertauglichkeitszeugnis nach refraktiven Eingriffen tatsächlich eine unkorrigierte Sehschärfe von 1,0 erreichen. Refraktive Chirurgie führt nach JAR-FCL 3 zur Untauglichkeit. Wir betrachteten die Daten aller Piloten und Bewerber, die in unser Flugmedizinisches Zentrum kamen und einen Antrag auf Erteilung einer Sondergenehmigung stellten. **Material und Methoden:** Von Juli 2001 bis Oktober 2008 kamen 83 Piloten bzw. Bewerber mit insgesamt 163 refraktiv-chirurgisch behandelten Augen in unser Flugmedizinisches Zentrum. Zwei Personen wurden aufgrund einer bestehenden Amblyopie ausgeschlossen. Es verblieben 80 Personen mit 160 behandelten Augen, von denen 8 Frauen waren. Der Behandlungszeitraum erstreckte sich von 1988 bis 2008. Das Alter bei Behandlung lag zwischen 20 und 62 Jahren. Die präoperative Refraktion lag zwischen +7,75 und -8,5 Dioptrien. **Ergebnisse:** Von 160 Augen hatten 62 Augen einen Fernvisus < 1,0. Bei 10 Augen war der Fernvisus nicht auf 1,0 korrigierbar. In 11 von 82 Fällen wurde die Erteilung einer Sondergenehmigung verweigert. In 4 dieser 11 Fälle handelte es sich um aktive Berufspiloten. Als Gründe für den reduzierten Visus sind hauptsächlich Hornhauttrübungen, aber auch eine Hornhautektomie anzusehen. **Schlussfolgerungen:** Das Ziel eine gute oder volle Sehschärfe ohne Korrektur zu erreichen wurde in unserem Kollektiv bei fast 40% nicht erreicht. Dies widerspricht der Literatur. Als Gründe hierfür können zum Beispiel eine weitere Myopinisierung in jungen Jahren, aber auch eine kurze Nachbeobachtungszeit, sowie eine

Visustestung des Operators, die nicht der DIN-Norm entspricht, angesehen werden.

Suitner H, Jacoby V

Arbeitsgruppe Flugmedizin der Vereinigung Cockpit VC, Frankfurt

Cabin Air in Verkehrsflugzeugen- Flugsicherheits und Gesundheitsrisiko ? Ozon, Bleed Air Oil Contamination, Delcing Fluids

Einleitung: Betriebsstörungen, Vorfälle mit Crew-Incapacitation und Meßflüge bei strahlgetriebenen Verkehrsflugzeugen haben deutlich gezeigt, dass man das Thema Kabinenluft und Luftversorgungssysteme unter dem Aspekt der Flugsicherheit und des Gesundheitsrisikos neu bewerten muss. Ozon das bei Reiseflughöhen an der Tropopause in die Kabine gelangt, Verunreinigungen durch Triebwerksöl in bestimmten Betriebszuständen der Triebwerke oder bei technischen Störungen, sowie Enteisungsflüssigkeiten stehen jetzt im Fokus der Untersuchungen. Insbesondere die im Triebwerksöl enthaltenen akut und langfristig toxischen Organophosphate können auch in Öldämpfen nachgewiesen werden. **Material und Methoden:** Untersuchungen der betroffenen Besatzungsmitglieder, Ozonmessflüge, Berichte der BFU, Flightreports, Wischproben, Literaturrecherche, Konferenzen. **Ergebnisse:** Die Ozonmessflüge haben eine Überschreitung des MAK-Wertes an verschiedenen Messpunkten in der Kabine ergeben. Die Untersuchungen und Recherchen zur Ölbelastung der Kabinenluft bei technischen Störungen, aber auch im Routinebetrieb, zeigen ein eindeutiges Risiko für die Flugsicherheit und die Gesundheit. Statistisch korrelieren bestimmte Muster der Hersteller BAe, Boeing und Airbus, respektive bestimmter Triebwerkshersteller, mit einem höheren Risiko. **Schlussfolgerungen:** Die Beseitigung des Ozon-Risikos ist einfach: Einbau von Ozonfiltern oder Reiseflughöhen unterhalb der Tropopause. Desgleichen benötigen wir Filtertechnologien der Zapfluentnahme an den Triebwerken und entsprechende Warnsysteme beim Auftreten von toxischen Gasen und Dämpfen.

Literatur:

BFU Jahresbericht 07, Michaelis: Aviation Contaminated Air Refrence Manual, LBA LTA 2001-349/2, Montgomery et.al.: Human Intoxication following inhalation eposure to synthetic jet oil in CLINICAL TOXOLOGY 423-426, ATSB Aviation and Analysis Report B2006/0170, BAe Systems All Operator Message

Ref 00/030V Smoke and Smell, ASHRAE Requirements for bleed air contaminant monitoring 03/09, etc.

Tiedemann J, Gunga H-C, Werner A

Charité Medical University, Center for Space Medicine Berlin, Berlin, Germany

Metabolische und physiologische Veränderungen des menschlichen Organismus während einer Überwinterung in der Antarktis

Einleitung: Das Leben und Arbeiten in extremer Umwelt, wie in der Antarktis, ist verbunden mit physiologischem und psychologischem Stress. Studien in polaren Forschungsstationen, wie der Neumayer-Station II dienen als Analogie für Welt- raumflüge, Isolation und anderen Missionen in extremer Umwelt, wie bspw. Auslandseinsätzen. Diese Studie wurde durchgeführt, um Veränderungen auf metabolischer und physiologischer Ebene bei den Überwinterungsteams zu erfassen und eventuelle Geschlechtsunterschiede aufzuzeigen, welche für die Planung und das reibungslose Gelingen solcher Missionen von bedeutender Relevanz sind. Neben der kalten Umgebung und der aus der Überwinterung resultierenden Isolation, wurde besonderes Augenmerk auf den Aspekt der verlängerten Licht- und Dunkelphasen gelegt, welche auf die Isolation und deren Einfluss auf physiologische Parameter einwirkt. Die Effekte extremer Umwelten auf den Menschen werden als Verhaltens- und physiologische Adaptation durch zirkadiane Rhythmen, Temperatur und Höhe, mit direkten Einflüssen auf Energiebalance und Körpergewicht beschrieben (Westerterp-Plantenga 1999). Frühere Studien konnten zeigen., dass im Menschen endokrine und metabolische Veränderungen unter Isolation in extremen Umweltbedingungen auftraten (Benso, Broglio et al. 2007). Es gibt Berichte, die durch ansteigende Nahrungsaufnahme und Anstieg des Körpergewichts zu einem Abfall der Leptinkonzentration, während Antarktisexpeditionen führten (Vats, Singh et al. 2005). **Material und Methoden:** Untersucht wurden drei Überwinterungsteams (n=24) in 2005 bis 2007 der deutschen Antarktisstation Neumayer II, welche sich aus Wissenschaftlern und Technikern zusammensetzten. Jedes Team verbrachte 15 Monate und damit je eine vollständige Dunkelphase in Mittwinter von Mai bis August in der Antarktis. Alle zwei Wochen wurden am Morgen die physiologischen Daten, wie Herzfrequenz (HF), Atemfrequenz (AF), Herzfrequenzvariabilität (HRV) in liegender Position mittels des HealthLab Systems (HealthLab, Koralewski, Germany) für 12 min aufgezeichnet. Das Körpergewicht (KG) und die Körperzusammensetzung (BC) – Fettfreie Masse (FFM), Fettmasse (FM), der Hydrationszustand- wurden zur gleichen Zeit mittels bioelektrischer Impedanzanalyse (BIA, Akern, Italien) erfasst. Um hämatopoetische, nutritive und zirkadiane Veränderungen zu ermitteln, wurden alle zwei Monate Blutproben entnommen und die Konzentrationen von Leptin (Lp), Adiponektin (Apo), Erythropoietin (EPO), Serum-Transferrin-Rezeptor (sTfR), und Thyreoidea stimulierendem Hormon (TSH) mittels ELISA analysiert. **Ergebnisse:** Während der Dunkelperiode (Mittwinter), im Vergleich zu den Lichtphasen davor und danach, konnte eine Synchronisation von Herz- und Atemfrequenz in allen Teams aufgezeichnet werden. Die Betrachtung der Körperzusammensetzung zeigt eine signifikante Zunahme (p<0,05) des Körpergewichts innerhalb des weiblichen und eine signifikante Abnahme (p<0,05) des männlichen Kollektivs. Außerdem stieg bei den Frauen die Fettmasse über die Zeit der Überwinterung.

runge während die fettfreie Masse abnahm. Bei den männlichen Teilnehmern zeigte sich eine Abnahme der Fett- und fettfreien Masse. Das Hormon Leptin zeigte einen signifikanten Abfall ($p < 0,05$) im Mittwinter innerhalb aller drei Teams im männlichen Kollektiv. Innerhalb des hämatopoetischen Systems konnte sowohl in der Hämoglobin- und Erythropoietin- als auch in der sTfR-Konzentration ein signifikanter Abfall ($p < 0,01$) beobachtet werden. **Schlussfolgerungen:** Es konnte gezeigt werden, dass es innerhalb der Isolation in extremer Umwelt - Antarktis zu geschlechtsspezifischen Unterschieden innerhalb des hormonellen und metabolischen Haushalts zwischen Männern und Frauen kommt. Außerdem findet bei der Mehrzahl der Überwinterer eine Synchronisation der Herz- und Atemfrequenz über die Zeit der Isolation statt. Vor allem in Feldmissionen oder unter Bedingungen der Schwerelosigkeit sind diese Aspekte essentiell, da sie mit weiteren Einflussfaktoren kombiniert auftreten. Ziel der weiteren Forschung sollte es sein die Veränderungen, die in dieser Studie erhobenen Resultate weiter zu evaluieren, um Ansätze zur Optimierung physiologischer Leistungsniveaus und ggf. psychologischer Funktionen und zu definieren.

Literatur:

- Benso, A., F. Broglio, et al. (2007). "Endocrine and metabolic responses to extreme altitude and physical exercise in climbers." *Eur J Endocrinol* **157**(6): 733-40.
- Moser, M., M. Fruhwirth, et al. (2006). "Why life oscillates--from a topographical towards a functional chronobiology." *Cancer Causes Control* **17**(4): 591-9.
- Vats, P., S. N. Singh, et al. (2005). "Appetite regulatory peptides in Indian Antarctic expeditioners." *Nutr Neurosci* **8**(4): 233-8.
- Westerterp-Plantenga, M. S. (1999). "Effects of extreme environments on food intake in human subjects." *Proc Nutr Soc* **58**(4): 791-8.

Vermeiren R

Präsident der ESAM

Neues von der Europäischen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrtmedizin (ESAM)

Die ESAM ist laut ihrer Satzung ein gesamteuropäisches unabhängiges Forum mit dem Ziel, für die Sicherheit und Gesundheit aller Beteiligten im Bereich der Luft- und Raumfahrt zu arbeiten, einschließlich der Passagiere. Unser Rat und unsere Entscheidungen stützen sich auf Fachwissen, Nachweise bzw. Belege und offene Diskussionen innerhalb der Gesellschaft. Um sicherzustellen, dass die europäischen flugmedizinischen Sachverständigen mit einer Stimme sprechen, haben wir Beziehungen mit der EASA, mit EUROCONTROL und anderen einschlägigen Regulierungsinstanzen und wissenschaftlichen Organisationen in Europa und weltweit geknüpft. Die ESAM ist ein Dachverband, der sich aus den bestehenden nationalen und internationalen Verbänden zusammensetzt, und vertritt heute 44 Gesellschaften und etwa 4000 Fachleute im Luftfahrtbereich. Wir sind eine wissenschaftliche Organi-

sation. In Übereinstimmung mit unserer Satzung haben wir zusammen mit dem ungarischen Verband der AMEs einen ersten europäischen Kongress für Luft- und Raumfahrtmedizin (ECAM) organisiert, der 2008 in Budapest stattfand. Den zweiten Kongress, auf dem auch der AsMA-Dachverband vertreten sein wird, halten wir gemeinsam mit der Hellenischen Gesellschaft vom 10. bis 13. November 2010 in Athen ab. Der wissenschaftliche Beirat, der dem Exekutivkomitee zuarbeitet, spielte eine wichtige Rolle bei der Erarbeitung der Kommentare, die der EASA im Rahmen der NPA 17 vorgelegt wurden. Das *Comment Response Document* (CRD) der EASA im Zusammenhang mit der Stellungnahme zur Lizenzierung von Luftfahrern zur Vorlage an die EU-Kommission wird vom wissenschaftlichen Beirat nach Erscheinen diskutiert und kommentiert werden. Die ESAM entsendet Vertreter in alle von der EASA im Rahmen der ESSI-Initiative (*European Strategic Safety Initiative*) eingerichteten Gruppen: das EHEST-Team für Hubschrauber, das EGAST für die Allgemeine Luftfahrt und das ECAST für die gewerbliche Luftfahrt. Diese erarbeiten mögliche Sicherheitsthemen zur Regulierung durch die EASA. Seit 2010 sind wir auch mit einem Vertreter für die europäische Luftfahrtmedizin im SSCC vertreten, einen von zwei Lenkungsausschüssen des EASA-Rulemaking Directorate. Wir wurden zur Teilnahme an den Arbeiten der Gruppe eingeladen, die den Vorschlag zur NPA (*Notice of Proposed Amendment*) für die Zertifizierung von Luftfahrtpersonal erörtert, wozu auch die sehr kontroverse Pilotenlizenz für Leichtflugzeuge (*Light Aircraft Pilot Licence - LAPL*) gehört. Die ESAM-Arbeitsgruppe zur Harmonisierung der europaweiten Ausbildung in der Luft- und Raumfahrtmedizin hat mittlerweile einen Lehr- und Studienplan veröffentlicht. Er muss eventuell noch mit der kompetenzbasierten Ausbildung (CBT), wie sie derzeit von der ICAO entwickelt wird, integriert werden. Wir müssen dabei der Tatsache Rechnung tragen, dass die Verantwortungsbereiche der flugmedizinischen Sachverständigen (AME) und der flugmedizinischen Zentren (AeMCs) in der Zukunft wohl noch größer werden und dass eine angemessene Ausbildung daher einen wichtigen Sicherheitsaspekt darstellt.

von Müllmann MJA

Medizinischer Dienst Lufthansa, Frankfurt a. Main, FRA PM/F, Frankfurt

Sonnenbrille für Piloten

An Sonnenbrillen für Piloten werden seit jeher besondere Anforderungen gestellt. Allerdings wurden dazu bisher keine klinischen Untersuchungen durchgeführt und so gibt es ein vielfältiges Angebot, das nicht selten noch zusätzlich durch Modetrends beeinflusst wird. Bedingt durch neue Technologien in der Darstellung, insbesondere der Flugführungs- und Navigationsdisplays durch die Bildschirmdarstellung, sind der Sehleistung und Farbtüchtigkeit spezielle Aufmerksamkeit zu schenken. Zunehmend werden die Informationen noch farblich codiert um sie be-

sonders hervorzuheben. Die Sonnenbrille muß somit einerseits vor übermäßigem Lichteinfall einschließlich UV-Strahlung schützen, blendungs- und reflexfrei sein und andererseits eine weitestgehende natürliche Farbwiedergabe gewährleisten. Dazu darf es keine formbedingten Verzerrungen in den Randbereichen geben. Während die Schädlichkeit der UV-Strahlung außer Frage steht, rückt das blaue Spektrums des sichtbaren Lichtes im Bereich zwischen 420nm und 490nm zunehmend in den Blickpunkt. Obwohl es bisher keinerlei wissenschaftlich gesicherte Erkenntnisse über eine etwaige Schädlichkeit gibt, wird zunehmend vorwiegend populärwissenschaftlich argumentiert, dieser Bereich begünstigt u.a. die Entwicklung der altersabhängigen Makuladegeneration und der Katarakt. Seitens der optischen Industrie wird dies zum Anlaß genommen, nicht nur Sonnenbrillen mit einem Blaufilter zu versehen sondern auch Kunstlinsen, wie sie bei einer Kataraktoperation implantiert werden. Dabei wird völlig außer acht gelassen, ob und wie sich das auf die Farbwiedergabe auswirkt. Gleiches gilt für weitere physiologische Bedingungen wie die mögliche Entwicklung eines wenn auch sehr kleinen Zentralkotoms oder einer Myopie durch Blockierung eines Teiles des sichtbaren Lichtes in der Fovea centralis. Am *Flugmedizinischen Institut der Swiss Air Force in Dübendorf/Zürich* wurden 50 farbtüchtige Piloten jeweils drei Testverfahren (Ishihara-Tafeln¹, Anomaloskop² und Spektrolux Lantern³) unter Verwendung einer herkömmlichen für den Flugbetrieb zugelassenen und zwei weiteren mit einem Blaufilter versehenen Sonnenbrillen unterzogen. Hierbei zeigte sich, daß die konventionellen Brille eine leichte Protanomalie erzeugte während die beiden anderen zu einer deutlichen Deutanomalie führten (bei ¹ und ²; *ohne Ergebnis* ³). Diese Resultate konnten mit einer identischen Vergleichsgruppe im *Aeromedical Center Lufthansa* bestätigt werden (Ishihara-Tafeln und Anomaloskop). Die Gefahr bei Sonnenbrillen mit Blaufilter besteht darin, daß wichtige Informationen, die auf den Anzeigendisplays im Cockpit in *blau* erscheinen, nunmehr zu *dunkelblau* oder gar *schwarz* werden und damit auf dem ebenfalls *schwarzen Hintergrund* des Monitors nur schwer oder überhaupt nicht mehr gesehen werden können. Damit ist diese Art des Lichtschutzes im modernen Cockpit nicht nur von Verkehrsflugzeugen sondern auch der allgemeinen Luftfahrt nicht zulässig. Aus Gründen der Flugsicherheit wäre sogar ein Verbot zu erwägen wie dies in der Schweiz bereits der Fall ist!

Wassill KH
 Klinik und Poliklinik für Augenheilkunde, Justus-Liebig-Universität Giessen,
 Universitätsklinikum Giessen and Marburg GmbH,
 Giessen Campus

Optomotorische Grenzen der Kollisionsvermeidung mit und ohne FLARM

Einleitung: Um die Anzahl der Kollisionsunfälle in der Sichtfliegerei zu vermeiden, wurde aus gegebenem Anlaß von einer Staatsanwaltschaft eine große

Studie in Auftrag gegeben. (Suchbegriff: BEKLAS) Zum Zeitpunkt der Studie waren die technischen Mittel zu teuer und die optischen Mittel waren nicht ausreichend zu einer effektiven Kollisionsvermeidung. **Material und Methoden:** Dargestellt werden die physiologischen, optomotorischen Abläufe bei der "normalen" Kollisionsvermeidung und die dabei unvermeidbaren Latenzen. Einige Latenzen sind auch bei technisch unterstützter Wahrnehmung nicht zu unterbieten. Die Informationsaufnahmekanäle des Piloten sind begrenzt, sie müssen deshalb bei drohender Gefahr doppelt, besser redundant belegt werden. **Ergebnisse:** Auf freiwilliger Basis wurde von einer Gruppe von Schweizer Piloten ein höchst effizientes Antikollisionssystem (FLARM) entwickelt, welches für Normalflieger erschwinglich ist. Das System analysiert die Bewegung des potentiellen Kollisionsgegners und warnt akustisch und optisch in abgestufter Form. Eine interne Hindernisdatenbank alarmiert vor de facto unsichtbaren Hochspannungsleitungen oder Seilbahnen. Die Durchsuchungsrate aller Luftraumnutzer mit diesem Gerät steigt unauflöschlich, sogar im Flachland, dies ohne gesetzlichen Zwang. **Schlussfolgerungen:** Seit Lillienthal stürzt eine spezielle Gruppe von Fliegern aufeinander zu, wenn sie andere Flieger in bestimmten Flugzuständen entdecken. Diese Gruppe dokumentiert elektronisch immerhin mehrere Millionen Flugkilometer im engen, deutschen Luftraum pro Jahr. Die neue Technik hat enorme Wahrnehmungsfähigkeiten und führt zu angenehmen Nebenwirkungen, die demonstriert werden.

Wendt St, Wonhas Ch
 Flugmedizinisches Institut der Luftwaffe; Abteilung Klinische Flugmedizin, Fachgruppe Innere Medizin
Asymptomatische Cholelithiasis - „Requiescat in Pace“ bei fliegendem Personal der Bundeswehr?

Einleitung: Die Diskussion um die optimale Therapie des stummen Gallensteins ist so alt wie die Gallenblasensteinchirurgie selbst. Während noch Mayo 1911 [1] den sog. „innocent“ Gallenstein als einen Mythos erklärt, Moynihan 1908 [2] die Cholezystektomie in jedem Fall empfiehlt um Komplikationen vorzubeugen, sind Gracie u. Ranchoff 1982 [3] der Meinung, daß der stumme Gallenstein „requiescat in pace“. Dieser Meinung haben sich die derzeit gültigen evidenzbasierten Leitlinien angeschlossen und empfehlen keine Therapie, da lediglich 25% aller asymptomatischen Steine mit der Zeit Komplikationen entwickeln. [4] Gefürchtet sind in der militärischen Flugmedizin besonders kleine Gallensteine, die nach Auslösen einer Kolik durch Einklemmung eine „sudden incapacitation“ und damit eine Gefährdung des militärischen wie des Flugauftrags verursachen können. Dies wirft die Frage einer gesonderten flugmedizinischen Bewertung von asymptomatischen Gallensteinen bei Soldaten einer „Einsatzarmee“ auf. Nachfolgend soll das Vorgehen bei fliegerischem Personal der Bundeswehr aufgezeigt und analysiert werden. **Material und Methoden:** Retrospektive Analyse der Daten

über Gallensteine, die im Rahmen der Begutachtung am Flugmedizinischen Institut in den Jahren 1/2007 – 6/2010 erhoben wurden. **Ergebnisse:** Insgesamt muss man von einer relativ geringen quantitativen Relevanz der Problematik ausgehen. Von 11501 Gesamtuntersuchten in der FG Innere wiesen lediglich 36 GB-Steine auf. Dies entspricht 0,3%. Akute Komplikationen entwickelten hiervon 4 Probanden – dies entspricht 11% aller Steinträger, welche leitlinienkonform allesamt cholezystektomiert wurden. Die Analyse der asymptomatischen Soldaten ergab folgendes Bild: 9 wehrfliegerverwendungsfähig (WFV-tauglich) durch Erteilung einer Sondergenehmigung mit Doppelsteuerauflage (43%), 12 WFV-tauglich nach erfolgter elektiver CHE (57%). Die restlichen 11 Fälle teilen sich auf in Zivilisten (5), die im Rahmen des AMC nach JAR-FCL 3 begutachtet wurden, Erstbewerber (3), die damit untauglich wurden und Soldaten (3), die wegen anderer gesundheitlicher Probleme letztendlich untauglich wurden. **Schlussfolgerungen:** Die elektive CHE bei asymptomatischen GB-Steinen ist sinnvoll im Rahmen einer Einzelfallüberprüfung bei ständigen Besatzungsmitgliedern, da nicht nur der militärische und fliegerische Auftrag gefährdet ist, sondern auch die Gesundheit des Probanden. Zur Bewertung muss hierzu Flugzeugtyp, Größe der Steine und Alter des Probanden und selbstverständlich besonders die bevorstehende Verwendung des Probanden mit einfließen. **Literatur:**

- 1) Mayo WJ (1911) „Innocent“ gallstones a myth. JAMA 56: 1021
- 2) Moynihan B (1908) An address on inaugural symptoms. BMJ 2: 1579
- 3) Gracie WA, Ransehoff DR (1983) The Silent stone requirescat in pace. In: Delany JP, Varco RL (eds) Controversies in surgery II. Saunders, Philadelphia, pp 361-370
- 4) Evidenzbasierte Leitlinie zu Diagnose und Therapie des Wissensnetzwerkes „evidence.de“ der Universität Witten/Herdecke; 7/2005; aktuelle Version

Wenzel J¹, Luks N¹, Plath G¹, Wittowski M¹, Deutscher W², Bloch N³
¹DLR-Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, ²Airbus Deutschland, ³Intertechnique France

Schneller Druckverlust in Verkehrsflugzeugen: Schutzmaßnahmen für die Cockpit-Besatzung

Einleitung: Die Druckkabine ist eine wesentliche Voraussetzung für die Rolle des Flugzeugs als Massenverkehrsmittel; Flughöhen jenseits von 10 km als Grundlage für einen effizienten Luftverkehr erfordern den Schutz der Insassen gegen die lebensfeindlichen Bedingungen außerhalb des Flugzeugs. Als Notmaßnahme gegen einen plötzlichen Druckverlust der Kabine stehen Sauerstoffmasken zur Verfügung, die für die Piloten die volle Einsatzbereitschaft sicherstellen müssen, da die Beherrschung der Situation nur durch einen sofortigen Notabstieg gewährleistet ist. Abhängig von der Geschwindigkeit des Druckabfalls ist dazu die Vorratung eines sauerstoffangereicherten Atemgemisches erforderlich. Bei

Luftfahrzeugen mit kleinem Kabinenvolumen erfolgt der Druckabfall so schnell, dass keine effizienten Atemmanöver möglich sind; für eine Zielhöhe von 45,000 ft. ist ein Atemgemisch mit mindestens 52% Sauerstoff erforderlich. Dagegen kann für große Verkehrsflugzeuge erwartet werden, dass in einem typischen Intervall von minimal 10 - 20 s für den Druckabfall bei sofortiger Umschaltung auf 100% Sauerstoff eine deutliche Aufstockung des alveolaren Sauerstoffs mittels mehrerer Atemzüge möglich ist.

Material und Methoden: Die Untersuchung wurde an 10 Probanden (m, 29-71 J, MW = 49 J) in der Druckkammeranlage des DLR-Instituts für Luft- und Raumfahrtmedizin durchgeführt, indem ein computergesteuerter Druckausgleich entsprechend einem Druckverlust in 45,000 ft. Reiseflughöhe innerhalb 20 s über großlumige Rohrverbindungen zwischen einzelnen Kammerteilen herbeigeführt wurde. Die Probanden wurden über eine handelsübliche Cockpitmaske (Intertechnique, Frankreich) zunächst mit Luft als Startgemisch, nach Einleitung der Dekompression mit Sauerstoff versorgt; die Umschaltung erfolgte mittels eines Magnetventils. Die Sauerstoffversorgung der Probanden wurde mittels Fingerpulsoximetrie und Sauerstoffpartialdruckmessung in der Maske überwacht. **Ergebnisse:** Als Tiefstwerte nach der Dekompression sowie während des Aufenthalts auf maximaler Höhe von 10 s wurde im Mittel ein endtidaler Sauerstoffpartialdruck von 43 hPa (41-62) sowie eine arterielle Sauerstoffsättigung von 77% (62-92) erreicht. Der Druckausgleich gelang ohne Schwierigkeiten sowohl während des Druckabfalls als auch für den Notabstieg; eine sauerstoffmangelbedingte Handlungseinschränkung konnte nicht beobachtet werden. **Schlussfolgerungen:** Bei sofortiger (t = 2 s) Umschaltung der Versuchsmaske auf reinen Sauerstoff mit Beginn der Dekompression (t = 20 s) ist die Vorratung eines sauerstoffangereicherten Gemisches auch bei einer Endhöhe von 45,000 ft. nicht erforderlich, da während des Druckabfalls mehrere Atemzüge zur alveolaren Sauerstoffanreicherung möglich sind. Voraussetzung zu diesem Szenario ist die Entwicklung einer entsprechenden Maske, die ab einer geeigneten Flughöhe zu tragen ist und deren Umschaltung automatisch erfolgt (im Gegensatz zur derzeit üblichen Einstellung eines höhenangepassten Gemisches, ggf. unter Einbeziehung von Überdruckatmung). Die Akzeptanz der prophylaktischen Anwendung eines solchen Schutzsystems gegenüber der derzeitigen Cockpitausrüstung könnte sowohl bei Piloten als auch Betreibern erheblich gesteigert werden und damit zu einer höheren Sicherheit im Luftverkehr führen.

Literatur: Gradwell DP, Prevention of hypoxia, in.: Rainford DJ, Gradwell DP (eds.), Ernsting's Aviation Medicine, 4th ed., Hodder Arnold 2006

Werner A¹, Tiedemann J¹, Gunga H-C¹, Falk M², Brugger H³, Paal P²

¹Charité Medical University, Center for Space Medicine Berlin, Berlin, Germany; ²Chief Information Officer, Inova Q Inc., Via Tinkhauserstr. 5b, 39031

Bruneck/Brunico, Italy; ³Innsbruck Medical University, Head of Institute of Mountain Emergency Medicine, EURAC research, Drususstrasse/Viale Druso 1, 39100 Bozen/Bolzano, Italy; ⁴Department of Anesthesiology and Critical Care Medicine, University Hospital Innsbruck, Anichstr. 35, 6020 Innsbruck, Austria

Measurement of body core temperature by heat flux Double Sensor in hypothermic pigs during artificial avalanche burial

Introduction: If an avalanche victim is completely buried by snow prolonged survival is only possible if breathing is possible due to an air pocket surrounding his airways. Hence, two thirds of buried victims die from obstructive asphyxia within 35min (10-11, 15), but one third will survive for more than 35min depending on the size of an air pocket and snow density (2). Therefore, in victims with an air pocket hypothermia becomes an important co-morbidity. It is known that hypothermia can have a protective effect on highly oxygen dependent brain and heart in reducing oxygen metabolism by ~6% per °C body core temperature (13), but it may also provoke cardiac arrest below the critical level of 32°C (4, 6, 12, 15-16). Deep hypothermia has a mortality rate between 30 and 80% (1, 5). Previous studies found core temperature cooling rates of 1.2°C/hour (7) in contrast to some recent case reports with ≈9°C/hour (15). To this day, onsite temperature measurement is still unreliable with epitympanic, not practicable with rectal probes, and semi-invasive method with an esophageal or invasive with pulmonary artery probe, which are only applicable in intubated patients (3). Core temperature is predictive of survival and hence essential in guiding on-site treatment (11). Thus, a reliable, fast and *non-invasive* method for body core temperature measurement is warranted to optimize onsite treatment of avalanche victims. **Material and Methods:** In a prospective, randomized study, officially approved by the Veterinary Study Committee of the Science Ministry of Austria, and conducted in the Oetz Valley, Austria, at 1,900m of altitude, avalanche burial was simulated by burying intubated, continuously anesthetized and spontaneous breathing pigs (weight 25-42kg) beneath avalanche snow. From a total of eight pigs, randomized in group A (n=3) and B (n=2) having a closed air pocket of 1L and 2L respectively, the control group C (n=3) with an open air pocket to the outside permitting to breath into ambient air was used to assess agreement between the different methods of core temperature measurement. Pigs were monitored continuously and body core temperature (T_c) was measured and recorded manually by pulmonary artery (T_{cPA}) and esophageal probes (T_{cOE}). In comparison to those, T_c was measured with the non-invasive, heat flux Double Sensor (8-9), placed on the head (submandibular; T_{chead}) and sternum (T_{cster}) and recorded continuously every 2sec by HealthLab-System (Koralewski, Hambühren, Germany). Statistical analyses were done with PASW statistics 18.0 and Matlab 2009, significance level $p < 0.05$. **Results:** Because survival times in group A

and B were short and we could not find a correlation between $T_{cPA/OE}$ and $T_{chead/ster}$ temperature due to concomitant hypoxia, we present only results of group C to demonstrate long term temperature sequences without hypoxia. Survival in the control group ranged from 78 to 178min with a mean survival of 137min (± 48.8 min). Mean decrease in body core temperature from baseline to the endpoint per piglet was -10.5°C (± 3.9) with T_{cPA} , -11.5°C (± 3.9) with T_{cOE} , -14.12°C (± 6.2) with T_{cster} , and -17.3°C (± 2.0) with T_{chead} . A Bland-Altman analysis revealed significant negative correlations between the difference and mean of T_{cPA} to T_{cOE} ($r = -.58$, $p < .001$) as well as T_{cster} ($r = -.87$, $p < .001$) and T_{chead} ($r = -.76$, $p < .001$), indicating that T_{cOE} , T_{cster} and T_{chead} are lower than T_{cPA} with lower core temperatures. After correcting for this measurement bias mean decrease in body core temperature was, -10.7°C (± 3.7) with T_{cOE} , -9.3°C (± 4.1) with T_{cster} , and -10.6°C (± 1.2) with T_{chead} . Using those corrected values 95% confidence intervals for agreement are $\pm .75$ °C for T_{cOE} , ± 1.73 °C for T_{cster} and ± 3.1 °C for T_{chead} with intraclass correlation coefficients (ICC(3,1)) of .99, .97 and .92 respectively. **Conclusions:** Brain temperature, cerebral cooling rate and absolute temperatures are decisive for the outcome of avalanche victims (14). Various techniques have been developed to measure body core temperature but an optimal method has not been found yet. This study shows a possibility to measure T_c *non-invasively* by heat flux DoubleSensor with a quick response rate and in good agreement as compared to standard pulmonary artery or esophageal methods. Although mean T_{cster} was not statistically significant different from T_{chead} it seems to produce better results than T_{chead} possibly related to the location of the sensor. Moreover, with DoubleSensor we did notice in two pigs an initial increase in T_{chead} followed by a steep drop thereafter not seen in PA or OE. The same could be observed in one pig with T_{cster} . It has to be figured out if it is related to physiological or methodological reasons. Nevertheless, our results on three piglets do suggest that DoubleSensor measurement will most probably be reliable for the on-site as well as in hospital measurement of core temperature in avalanche and other hypothermic patients.

Werner U

Generalarzt der Luftwaffe, Dezernat Ia

Medizinische Tauglichkeit bei Führern von unbemannten Luftfahrzeugen (UAS) der Bundeswehr

Einleitung: Der Betrieb unbemannter Luftfahrzeuge (UAS) nimmt seit Jahren einen zunehmenden Stellenwert im Spektrum der Militärluftfahrt ein. Die Größe dieser Luftfahrzeuge reicht bis zum tonnenschweren Gerät in der Größe einer Boeing 737. Die UAS sollen dabei gemeinsam im Luftraum mit bemannten LFZ betrieben werden. Bestandteil der Lizenzierung des Bedienpersonals sind auch Bestimmungen über die medizinische Tauglichkeit. **Material und Methoden:** Darstellung der Vorschriften bei der Bundeswehr bezüglich medizinischer Tauglichkeits-

richtlinien für Führer und Führerinnen unbemannter Luftfahrzeuge. **Ergebnisse:** Unbemannte Luftfahrzeuge werden bei der Bundeswehr in 3 Kategorien aufgeteilt in:

- nicht zulassungspflichtige unbemannte LFZ
- Zulassungspflichtige unbemannte LFZ
- zulassungspflichtige unbemannte LFZ der MALE und HALE Klasse

Die medizinischen Tauglichkeiten für diese Kategorien sind sukzessive

- Kraftfahrtauglichkeit
- Fluglotsentauglichkeit
- Berufspilotentauglichkeit

Schlussfolgerungen:

Im Verantwortungsbereich der Bundeswehr sind für Führer von unbemannten Luftfahrzeugen klare Tauglichkeitsrichtlinien vorgegeben, die sich von bestehenden medizinischen Vorgaben für Straßenverkehrsteilnehmer und Luftverkehrsteilnehmer ableiten. Im zivilen Luftrecht ist das Feld gänzlich unbesetzt. **Literatur:** LuftVG § 30; ZDv 19/13; ZDv 46/1; ZDv 46/6; BesAnGenArztLw 707/5096

Wittmann C¹, Fischer F², Johannes B³

¹Koralewski Industrie Elektronik oHG, Hambühren,

²SpaceBit GmbH, Eberswalde, ³DLR, Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, Köln/Hamburg

Objektive Beanspruchungs- und Leistungsmessung am Beispiel eines UL-Piloten

Einleitung: Die Beurteilung der Leistung von Sportfliegern um UL und PPL Bereich erfolgt durch die Beobachtung durch den erfahrenen Fluglehrer/Prüfer. Häufig stellen die Prüfungssituationen eine zusätzliche Stressbelastung für den zu beurteilenden Piloten dar. Dieser Vortrag präsentiert die kasuistische Anwendung einer objektiven Beanspruchungsmessung in der Flugausbildung sowie eine Methode zur objektiven Leistungsbeurteilung im Platzrundenflug. **Material und Methoden:** Bei einem UL-Schüler wurde während seiner Ausbildung (Erstflug mit Lehrer, erster Alleinflug, Ausbildungsflüge) mit Hilfe eines mobilen Messsystems (HEALLY) u.a. Herzrate und physiologische Höhe (Luftdruck) kontinuierlich gemessen. Dadurch lassen sich der Flugverlauf und die Herzratenreaktion synchron analysieren. Mit dem gleichen System wurde in anderen Flügen der Flugweg mittels GPS synchron aufgezeichnet. Für den Simulatorbereich wurde eine Methode entwickelt, realen und vorgegebenen Flugweg zu vergleichen, die auch auf „real flight“-Daten anwendbar ist.

Ergebnisse: Es lässt sich deutlich das unterschiedliche Beanspruchungsniveau in den verschiedenen Flugsituationen nachweisen. Das aufgezeichnete GPS-Signal lässt eine klare Beziehung zum vorgeschriebenen Flugweg erkennen und macht einen objektiven Vergleich möglich. **Schlussfolgerungen:** Die Daten haben nur kasuistischen Wert, demonstrieren aber die technischen und methodischen Möglichkeiten, um Luftsportbereich zu neuen Beurteilungsmethoden zu kommen, die sowohl die Leistung als auch die dabei erfahrene Beanspruchung berücksichtigen. Das würde u.E. deutlich zur Erhöhung der

Flugsicherheit in der Ausbildung führen und z.B. Überforderungssituationen verhindern helfen. **Literatur:** C Ledderhos, A Gens, B Johannes (2008) Zur Problematik der Messung der psychophysiologischen Beanspruchung von Luftfahrzeugführern während des realen Flugbetriebes. Wehrmedizinische Monatsschrift 52 (8), 251 – 255., Johannes B, Salnitski V, Soll H, Rauch M, Goeters KM, Maschke P, Stelling D, Eißfeldt H. (2007) Performance Assessment in a Flight Simulator Test – Validation of a Space Psychology Methodology. Acta Astronautica (69), 379-382.

Poster

Beruscha F, Hermannstädter P, Dambier M, Glaser E, Hinkelbein J

DGLRM e.V. AG Human Factors und Flugmedizin

Glascockpits in Kleinflugzeugen bei Farbsehschwäche – Ein Hinweis

Einleitung: Die Beurteilung des Sehvermögens bei Piloten ist ein wichtiger Punkt bei der Tauglichkeitsuntersuchung. Einschränkungen hinsichtlich des Farbsehens müssen im Einzelfall begutachtet und entschieden werden. Hierbei ist es wichtig, neue Technologien im Cockpit von Kleinflugzeugen, die sich einer umfangreichen Farbdarstellung bedienen wie beispielsweise das Glascockpit, zu berücksichtigen. Dieser Beitrag zeigt an einem Beispiel die Auswirkungen von Farbsehschwäche bzw. Farbenblindheit auf die Wahrnehmung eines Glascockpits. **Material und Methoden:** Am Beispiel von im Internet verfügbaren Abbildungen eines Garmin G1000 [1-3] wurden mit Hilfe des Colorblind Web Page Filters [4] folgende Farbsehschwächen simuliert:

- Protanomalie (Rotsehschwäche)
- Protanopie (Rotblindheit bzw. Rotgrünblindheit 1. Ordnung)
- Deutanomalie (Grünsehschwäche)
- Deuteranopie (Grünblindheit)
- Tritanomalie (Blausehschwäche)
- Tritanopie (Blaublindheit)
- Atypische Achromatopsie (Farbenblindheit mit Restsichtigkeit im Blaubereich)
- Achromatopsie (totale Farbenblindheit)

Die Resultate der farbverzerrten Cockpitabbildungen wurden anschließend gegenüberstellend nach Augenschein beurteilt und mit den Veränderungen einer Standard (Six Pack) Cockpit-Ausrüstung [5] verglichen. **Ergebnisse:** Insbesondere die Skalenanzeigen der notwendigen Instrumente verlieren in entscheidenden Bereichen, wie zum Beispiel den roten Bereichen an Kontrast und damit auch an Informationsgehalt über den Handlungsbedarf in kritischen Bereichen. Weiterhin lassen sich die Übergänge der Farbskalen an wichtigen Instrumenten wie beispielsweise dem Fahrtmesser oder der Motorüberwachung nur schwer identifizieren. Zum Teil sind diese Farbskalen kaum noch von zum Hintergrund gehörenden Bereichen zu unterscheiden. Ebenso verlieren auch angezeigte Warnmeldungen sowie VOR-Anzeigen und Flight-Director-Anzeigen an Kontrast. Unkritisch erscheint hingegen die Darstellung der Flugnavigationskarte. Ähnlich den vielfach verwendeten Falschfarbendarstellungen verändert sich die Farbpalette – je nach Art der Farbsehschwäche – zwar kaum bis deutlich. Jedoch sind in den meisten Bildregionen die Quantisierungen der Farbregionen weiterhin unterscheidbar. Der Informationsgehalt der Beschriftung und Symbolik bleibt aufgrund der Wahl eindeutig zuordenbarer Piktogramme weitgehend unverändert. Änderungen in

den Farben der Luftraum-Kennzeichnungen konnten anhand der verwendeten Beispiele nicht geprüft werden. In der von Garmin verwendeten Synthetic Vision Technology (SVT) sind die geringsten Veränderungen erkennbar, da diese Technologie keine Farbskalen in den Instrumenten verwendet. Lediglich der Kontrast und die veränderte Farbpalette der 3D-Ansicht könnten problematisch werden, konnten jedoch anhand des vorliegenden Beispiels nicht umfassend bewertet werden. Im Vergleich zu einem Cockpit mit einem Standard Six Pack fällt die Gleichartigkeit der Farbskala-Probleme auf, sowie die Kontrast-Probleme, die lediglich das Glascockpit zeigt. **Schlussfolgerungen:** Glascockpits finden zunehmend Verbreitung im Bereich der Kleinflugzeuge [6,7]. Diese neuen Technologien sollten bei der Fliegertauglichkeitsbeurteilung von Piloten berücksichtigt werden. Es ist anzunehmen, dass sich die beobachtete Entwicklung fortsetzen wird und auch bei Light Sport Aircrafts (LSA) zur Anwendung kommt. Die verwendete Methode stellt eine einfache Möglichkeit dar, bereits im Entwicklungsprozess das Design des Glascockpits hinsichtlich Farbsehschwächen der Piloten zu prüfen und insbesondere in den kritischen und notwendigen Anzeigebereichen Informationsverlust zu vermeiden. **Literatur:** [1] http://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/6/69/G1000_PFD_screenshot.png; [2] <http://www8.garmin.com/HiRes/aviation/g1000/g1000-svt-runway-ident-MG.jpg>; [3] http://marc.merlins.org/blogmedia/g1000_mfd.gif; [4] M. Wickline. *Colorblind Web Page Filter*. Human-Computer Interaction Resource Network, <http://colorfilter.wickline.org/>; [5] http://en.wikivisual.com/images/0/07/Six_flight_instruments.JPG; [6] General Aviation Manufacturers Association. *General Aviation Airplane Shipment Report, End-of-Year 2006*. Washington DC, USA, 2007; [7] NTSB. *Introduction of Glass Cockpit Avionics into Light Aircraft*. Safety Study, NTSB/SS-01/10, PB2010-917001.

Dambier M, Glaser E, Hermannstädter P, Hinkelbein J, Neuhaus Ch

DGLRM e.V. AG Human Factors und Flugmedizin

Unfallanalysen von Ultraleicht-Flugzeugen ultraschwer

Einleitung: Eine maßgebliche Schwierigkeit der Unfallanalysen von Ultraleicht-Flugzeugen stellt nicht etwa die Kompliziertheit des Unfallgeschehens, sondern meistens die mangelnde Datenerfassung dar. Viele Zwischenfälle und Unfälle werden der Bundesstelle für Flugunfall-Untersuchung (BFU), die seit 2007 wieder für die Bearbeitung von UL-Flugunfällen zuständig ist, nicht gemeldet. Die Unfälle, die gemeldet und untersucht werden sind schwere Unfälle mit Todesfolge, bei denen die BFU automatisch hinzugezogen wird. Da aber diese schweren Unfälle von besonderem Interesse zur Ableitung von (Schulungs-) Maßnahmen sind, wird hier der Versuch

einer Analyse gemacht. **Material und Methoden:** Unfalldaten der Jahre 2008 – 2009 wurden in der BFU Flugunfalldatenbank (<http://flugunfall-db.bfu-web.de/e4-web/login.htm>, Login: gast) recherchiert unter Zuhilfenahme der vorhandenen Suchabfrage „Gyro, Microlight, other unknown“. Unfälle deutscher Luftfahrzeuge im Ausland wurden nicht analysiert. Die Flugunfälle wurden auf aerodynamisch gesteuerte Ultraleicht-Flugzeuge (Flächenflugzeuge) beschränkt und bei der Analyse von zwei Experten verschiedenen Kategorien zugeordnet. **Ergebnisse:** Die Suche erzielte n=31 Flugunfälle aerodynamisch gesteuerter Ultraleicht-Flugzeuge in den Jahren 2008 (19 Unfälle) und 2009 (12 Unfälle) in Deutschland. 29 Personen starben bei den Unfällen, 13 wurden schwer und 3 wurden leicht verletzt. Über unverletzte Personen existieren keine Daten. Diese Zahlen unterstützen die Annahme, dass leichte Unfälle nicht gemeldet werden und die BFU nur Flugunfälle mit Todesfolge untersucht. Weitere Hinweise hierfür liefert auch der Beschädigungsgrad der Luftfahrzeuge. Die Ultraleicht-Flugzeuge wurden bei n=25 Unfällen (80,6%) zerstört und bei n=6 (19,4%) substantiell geschädigt. Die Unfälle ereigneten sich zu 32,3% (n=10) im Start bzw. Anfangssteigflug, 38,7% (n=12) im Reiseflug und 19,4% (n=6) im Landeanflug bzw. bei der Landung. n=3 (9,7%) der Unfälle konnten aufgrund mangelnder Daten keiner Flugphase zugeordnet werden. Die Einteilung der Unfälle nach HFACS ergab „Mangelndes Können“ zu 61,3% (n=19) als beitragenden Faktor zu den Flugunfällen. Weiterhin wurden „Wahrnehmung“ (35,5%, n=11), „Entscheidungsfindung“ (19,4%, n=6) und „schwere Übertretungen“ (6,5%, n=2) als beitragende Faktoren identifiziert. Technische Fehler lagen als weiterer Faktor bei n=5(16,1%) Unfällen vor. Neun Unfälle waren dabei aufgrund mangelnder Daten nicht nach HFACS analysierbar. **Schlussfolgerungen:** Unfall-Analysen von Ultraleicht-Flugzeugen gestalten sich aufgrund mangelnder Daten bzw. Nicht-Meldungen von Flugunfällen „ultra-schwer“. Die Ergebnisse, welche mit besonderer Vorsicht –und als Trend zu sehen sind, zeigen kein eindeutiges Muster, welches Rückschlüsse für die Aus- und Weiterbildung und somit eine konsekutive Risikominderung zulässt. Die systematische Meldung von Flugunfällen mit standardisierter Datenerfassung zur Schaffung einer soliden Datenbasis sind hierfür unerlässlich.

Dumser Th

Flugmedizinisches Institut der Luftwaffe Fürstentfeldbruck; Abteilung Rechtsmedizin und Flugunfallmedizin

Häufigkeit und Wert sog. Stickverletzungen bei der Flugunfalluntersuchung

Einleitung: In einer kürzlich veröffentlichten Studie wurde von Campman und Luzi [1] die Wertigkeit sog. Stickverletzungen angezweifelt, da sie solche Verletzungen auch in einem hohen Prozentsatz bei Passagieren feststellen konnten. Das eigene Kollektiv tödlicher Flugunfälle wurde dahingehend überprüft. **Material und Methoden:** Retrospektive Analyse der

Fallakten einschließlich der Obduktionsprotokolle hinsichtlich verschiedener Verletzungsbefunde der Hände und der Funktion an Bord zum Zeitpunkt des Unfalls. **Ergebnisse:** 148 Fälle mit ausreichend erhalten gebliebenen Leichen wurden ausgewertet. Die statistische Analyse für das Auftreten von Stickverletzungen und die Funktion an Bord ergab eine höhere Spezifität, eine geringere Sensitivität und höhere positive und negative Vorhersagewerte als bei [1]. **Schlussfolgerungen:** Die Beschränkung auf Verletzungen der Hände und etwas unterschiedliche Beurteilungskriterien könnten die in dieser Untersuchung festgestellte höhere Spezifität erklären und betonen die Notwendigkeit einer umfassenden und sorgfältigen Untersuchung der Hände im Rahmen der Flugunfalluntersuchung. **Literatur:** [1] Campman SC, Luzi SA. The sensitivity and specificity of control surface injuries in aircraft accident fatalities. *Am J Forens Med Pathol* 28 (2007) 2:111-5

Gens A¹, Kuehn-Winkelmann M², Knobloch A², Ledderhos C¹

¹Flugmedizinisches Institut der Luftwaffe Fürstentfeldbruck, Abteilung Forschung, Wissenschaft und Lehre Luft- und Raumfahrtmedizin und Abteilung Flugphysiologie; ²Flugmedizinisches Institut der Luftwaffe Königsbrück; Abteilung Forschung, Wissenschaft und Lehre Luft- und Raumfahrtmedizin und Abteilung Flugphysiologie

Nicht invasive Herz- Kreislauf- Diagnostik in der Humanzentrifuge- Klassische Methoden in einem neuen Kontext- III: Erfassung der Herzfrequenzvariabilität

Einleitung: Die Herzfrequenzvariabilität (HRV) gilt in der Fachwelt als quantitativer Marker um Aktivitätsänderungen des vegetativen Nervensystems näher zu beschreiben und wird daher im klinischen Bereich zur Risikostratifizierung und Gesundheitsprognose eingesetzt. In neuerer Zeit ist man dazu übergegangen, diese Methode auch zu benutzen, um Aktivitätsänderungen des autonomen Nervensystems, die mit physischer Belastung einhergehen, zu beschreiben und sie so als Kenngröße in der Leistungsdiagnostik und zur Trainingssteuerung zu benutzen. Der bei Gz-Beschleunigungen in der Humanzentrifuge auftretende Stress mit der damit einhergehenden Volumenverschiebung, Herzverlagerung und –dehnung etc. ist in seinen Auswirkungen auf den Organismus und den damit verbundenen reflektorischen Kompensationsmechanismen und Antwortreaktionen bisher nach wie vor noch nicht endgültig verstanden. Die Bestimmung der HRV könnte dabei unter Beachtung bestimmter Kautelen (Wahl entsprechend langer Aufzeichnungsperioden) ein Baustein zum tieferen Verständnis der physiologischen Antwortreaktionen auf Gz-Belastungen sein. **Fragestellung:** Ziel der Studie war es, die Frage zu beantworten, ob mittels klassischer Methoden der linearen HRV-analyse (Zeitbereichs- und Spektralindizes) zusätzliche Informationen über die autonome Kontrolle des Herzens bei Zentrifugenbelastungen gewonnen werden können, die über die konventionel-

le, bloße Erfassung der Herzfrequenz hinausgehen. **Methodik:** 20 Probanden absolvierten jeweils zwei Zentrifugenläufe auf der Humanzentrifuge des Flugmedizinischen Institutes der Luftwaffe in Königsbrück mit jeweils 1-minütigen Belastungsabschnitten von +2.5, +3, +3.5 und +4.0 Gz sowie isochronen Ruhephasen bei 1.4 Gz zwischen den einzelnen Belastungsstufen. Der Gz-onset bzw. -offset betrug 1 Gz/s. Für die HRV-Analyse wurde die EKG Brustwandableitung V5 benutzt. Die Herzrate und RR-Intervalle sowie die Parameter der HRV (Zeitbereichsindizes: Varianz, SDNN, NN50, RMSSD; Spektralindizes: Totale Power, LF Power, HF Power und der LF/HF-Quotient) wurden vor, während und nach den Gz-Belastungen ermittelt. **Ergebnisse:** Die Herzfrequenz stieg beginnend mit $70,83 \pm 12$ bpm bei 1 Gz bis auf $123,03 \pm 16$ bpm bei 4 Gz erwartungsgemäß mit jeder Belastungsstufe deutlich an. Gleichzeitig kam es zu einer signifikanten Verminderung aller Zeitbereichsindizes der HRV. Die bei dem vorgegebenen Gz-Belastungsmuster erhobenen Daten sprechen dafür, dass es mit wachsender Gz-Belastung insgesamt zu einer zunehmenden Predominanz des Sympathikus (Abfall von Totaler und LF Power) sowie einer begleitende Reduktion der efferenten vagalen Aktivität (Verminderung der HF Power und der Zeitbereichsindizes) gekommen ist. Nach der Gz-Belastung blieben alle Parameter im Vergleich zur Ausgangsmessung, die vor Beginn der Zentrifugenläufe erhoben wurde, leicht erhöht. **Schlussfolgerungen:** Die Daten der vorliegenden Studie belegen, dass bei ausreichend langen Aufzeichnungsperioden und damit anzunehmender Stationarität des Systems, die Analyse der HRV zum besseren Verständnis der autonomen Kontrolle unter Gz-Belastungen beitragen kann. Inwieweit robustere, nichtlineare HRV-Methoden unter diesen Bedingungen von Vorteil wären, bleibt zu klären.

Hermannstädter P, Beruscha F, Dambier M, Glaser E DGLRM e.V., AG Human Factors und Flugmedizin
Cockpit-Layout-Bewertung mit kognitiven Modellen – Ein Forschungsvorhaben

Einleitung: Die ergonomische Gestaltung des Cockpits – der zentralen Mensch-Maschine Schnittstelle des Luftfahrzeugs – ist ein wesentlicher Sicherheitsfaktor. Eine Studie [1,2] zeigt jedoch, dass in der Praxis Cockpits im Vergleich zu Flugzeugen für die Pilotenausbildung sehr unterschiedlich ausgestattet werden. Dies ist auf die Flugzeugklasse, z.B. Ultraleichtflugzeuge, auf mangelndes Bewusstsein des Halters oder auf wirtschaftliche Faktoren zurückzuführen. [1,2] stellt eine sehr einfache, für jeden Piloten durchführbare Methode zur Bewertung von Cockpit-Layouts vor. Die hier vorgestellte Verwendung eines Piloten-Modells in einer kognitiven Architektur zur Bewertung von Cockpit-Layouts stellt eine Verbesserung der Methodik [1,2] aus dar, da diese sich mehr an den physiologischen Blickbewegungen und der psychologischen Informationsverarbeitung des Menschen orientiert. Kognitive Modelle wurden in der Literatur [3] erfolgreich in einem Forschungs-

projekt der NASA zur Untersuchung und Bewertung von Pilotenfehlern beim Rollen sowie von An- und Abflügen mit Synthetic Vision System (SVS) eingesetzt. **Material und Methoden:** Die Modellierung der kognitiven Prozesse wird in ACT-R (Adaptive Control of Thought - Rational) [4], einer sog. kognitiven Architektur, vorgenommen. Modelle in dieser Architektur setzen sich aus Perzeptions- und Aktuatormodulen, faktischen und prozeduralen Wissensmodulen, sowie Entscheidungs- und Erfahrungsmodulen zusammen. Kognition wird dabei als das Zusammenwirken der Module verstanden und unterliegt Lernkurven. Menschliche Informationsverarbeitung kann somit als Reihe von prozeduralen Verhaltensmustern schrittweise erlernt werden. In Situationen, in denen mehrere Verhaltensmuster anwendbar sind, wird darüber hinaus wahrscheinlichkeitsbasiert die „brauchbarste“ Prozedur gewählt. Die Module der Architektur lassen sich nahelegend auf das instrumentenorientierte Verhalten eines Piloten übertragen. So ist zum Beispiel der in der Pilotenausbildung gelernte T-Scan ein Muster, das zusammen mit anderen in Prozeduren der regelbasierten Architektur übertragen wird. Aber auch intuitivere Verhaltensweisen, wie eine situative Auswahl aus möglichen Prozeduren werden über den Wahrscheinlichkeitsansatz abgebildet. Faktisches, sog. deklaratives Wissen, wird in die Architektur eingebracht, indem jedem Instrument ein Satz von Merkmalen zugewiesen wird. Zusätzlich werden statistische Annahmen über die Zeitdauern für Erfassung und Repräsentation von Informationen getroffen, um die Wahrnehmungsfunktionalität möglich zu machen. Zentraler Baustein der Beurteilung von Instrumentenanordnungen ist das visuelle Modul von ACT-R [5]. Dieses nimmt visuelle Eindrücke wahr, zerlegt diese in deklarierte Objekte und erkennt die Objekte über die Identifikation von deklarierten Eigenschaften und Attributen. Dabei ist für die Erkennung entscheidend, ob der Aufmerksamkeitsfokus auf dem Objekt ruht. Aus Simulationen von Kognitionsaufgaben bei verschiedenen Instrumentenanordnungen können Maße für die Bewertung der Anordnung extrahiert werden. Einige davon sind z. B. die Durchführungszeit, die Varianz einzelner Modulparameter oder auch die Fehler im Endresultat. Über diese Maße lassen sich Anordnungen einschätzen, vergleichen und verbessern. **Ergebnisse:** Das Bewertungssystem auf Basis eines kognitiven Modells in der kognitiven Architektur ACT-R befindet sich derzeit im Aufbau. Ergebnisse dazu werden an anderer Stelle berichtet. Hier wird lediglich das Forschungsvorhaben präsentiert. **Schlussfolgerungen:** Die Verwendung kognitiver Modelle in der Bewertung von Cockpit-Layouts stellt eine neue Methodik dar. Sie kann im Vergleich zu anderen Verfahren [1,2] auch dazu verwendet werden, den Umschulungsaufwand für neue Cockpit-Systeme zu schätzen. **Literatur:** [1] E. Glaser, M. Dambier. *Prototypische Verfahren zur Bewertung von Cockpit-Layouts in der Allgemeinen Luftfahrt*. 47. wissenschaftliche Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrtmedizin, Fürstenfeldbruck,

2009; [2] E. Glaser, M. Dambier, J. Hinkelbein. *An experimental procedure to evaluate the efficiency of cockpit layouts*. Aviat Space Environ Med 2010;81(3):372, 81st Annual AsMA Meeting, Phoenix, AZ, 2010; [3] D. C. Foyle, B. L. Hooey. *Human Performance Modeling in Aviation*. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, Florida, USA, 2008.; [4] Anderson (1996). *ACT: A Simple Theory of Complex Cognition*. American Psychologist, 51, 355-365.; [5] Anderson, Matessa, Douglass (1995). *The ACT-R Theory and Visual Attention*. In Proc. o.t. 17th Annual Conf. of the Cognitive Science Society (p. 61-65). Hillsdale, NJ.

Hinkelbein J^{1,2,3}, Schwalbe M^{1,2}, Neuhaus Ch¹

¹DGLRM working group „Emergency Medicine and Air Rescue“, German Society of Aviation and Space Medicine; ²Medical Faculty Mannheim, Ruprecht-Karls-University Heidelberg; ³Department of Anesthesiology and Intensive Care Medicine, University Hospital Cologne, Cologne

Review of Injuries and Injury Patterns in General Aviation Accidents

Introduction: Approximately 25-28 % of aircraft accidents in General Aviation (GA) do result in injuries and 10-22 % in fatalities of occupants [1, 2]. Although aircraft accidents are usually analyzed with special regard to probable causes, resulting injuries and injury patterns are seldom investigated. However, these are also of special interest to improve aviation safety. The aim of the present study was to review published data to determine injuries and common injury patterns in General Aviation. **Materials and methods:** To retrieve published data on injuries and injury patterns in GA, a Medline search (<http://www.pubmed.com>) was performed using the keywords “aviation accident”, “aircraft accidents”, “injuries”, “injury patterns”, and “autopsy”. Analysis was limited to the years 1970 to 2009. Articles on other aviation fields than GA were excluded from further analysis. **Results:** Using the defined criteria for the Medline search, a total of eight relevant papers concerning injuries and injury patterns in GA were identified. Six articles reported on post-mortem autopsies in GA accidents (1x Canada, 1x Germany, 1x New Zealand, and 3x USA), and two studies (New Zealand and USA) reported on surviving aircraft occupants. Multiple traumata (42-88 %) were the leading cause of death in GA accidents. Concerning the body region, injuries of the head (16-77 %), thorax (3-74 %), abdomen (3-53 %), pelvis (12-36 %), and extremities (5-45 %) were affected in traumatized occupants and furthermore frequent causes of death. In comparison, severe burns (3-33 %) and drowning (3-29 %) were seldom in GA accidents. **Conclusions:** Data on injuries and injury patterns are rarely published for General Aviation. Most studies report on results of autopsies. Data concerning survivors’ injuries are very limited, but of outstanding interest. Data analysis was limited due to the use of different categories to classify injuries. For Germany, detailed injuries and injury patterns are not

recorded in a data base and are therefore not available for further analysis. These data should be available in a designated data base for Germany as well. Further efforts are vital to collect these data in future. **References:** [1] Dambier M et al. *Air Med J Air Med J* 2006;25:265-269. [2] Li G et al. *Aviat Space Environ Med* 1999;70:305-309

Köderitzsch-Frank M, Pippig T, Reichert LM
Flugmedizinisches Institut der Luftwaffe Fürstentfeldbruck; Abteilung Klinische Flugmedizin, Fachbereich Orthopädie/Anthropometrie

Überprüfung der muskulären Leistungsfähigkeit mit Hilfe eines Diagnosesystems zur Erfassung isometrischer Maximalkraft und Kraftausdauer

Einführung: Luftfahrzeugführer (LFF) und Besatzungsmitglieder in militärischen Luftfahrzeugen sind, bedingt durch die Einführung moderner Luftfahrzeuge (z.B. EF-2000, KHS Tiger), hohen physischen Belastungen ausgesetzt. Somit trägt die muskuläre Leistungsfähigkeit und /-diagnostik dazu bei, Rückenbeschwerden vorzubeugen. Um das Muskelkorsett so optimal wie möglich aufzubauen und dessen Maximalkraft und Kraftausdauer zu bestimmen, werden maschinengestützte Übungen bzw. Messungen am FMI durchgeführt. Ziel ist es eine Datenbank der muskulären Leistungsprofile verschiedener Probandengruppen (z.B. Männer, Frauen; Anwärter, aktive Luftfahrzeugführer,...) am FMI zu erstellen. In Abhängigkeit der unterschiedlichen beruflichen Anforderungen sollen luftfahrzeugtypische (Primärprävention) und individuelle (Sekundärprävention) Trainingsprogramme entwickelt werden. **Material und Methoden:** Von Januar bis Juni 2010 wurden 92 Probanden nach med. Voruntersuchungen (Video-rasterstereographie, Bioimpedanz) an 6 Geräten der Firma Schnell analysiert: HWS-Flexion/Extension, HWS-Lateralflexion re/li, HWS-Rotation re/li; Rumpfflexion/Extension, Rumpfflateralflexion re/li und Rumpffrotation re/li. Die Probanden wurden in folgende Gruppen eingeteilt: Anwärter (18-28 Jahre), LFF/Inbunghalter (34-40 Jahre), Adipöse, BMI > 30 (33-51 Jahre), Frauen (24-28 Jahre) und eine „nicht-fliegende“ Vergleichsgruppe (18-26 Jahre). Es wurden die Maximalkraft („5-Sek-Test“) und die Kraftausdauerleistung („100 Sek-Test“, 50% der Maximalkraft) bestimmt. Anschließend wurden die Absolutkraft (Nm) und die Relativkraft (Nm/kg) berechnet und die Probandengruppen miteinander verglichen. Weitere körperlicher Eigenschaften (PWCmax, Bioimpedanz-Fitnessscore) wurden zusätzlich betrachtet. **Ergebnisse:** Erste Ergebnisse zeigen im Vergleich mit den Studien von 2006/ 2007 (Diplomarbeiten), dass es große Unterschiede bei der Interpretation von Daten und der Körpermassenberechnung nach Denner und der allgemeinen Relativkraftermittlung gibt. So wirken sich minimale Unterschiede der Halsmuskulatur bei der Berechnung von Kopf- und Rumpfmuskel anders aus, als größere Unterschiede der Rumpfmuskulatur zwischen den Gruppen. Letztgenannte zeigen Trends bei gutem individuellem Fitnesszustand, wobei die

Halsmuskulatur vor allem durch Anpassungsprozesse bei durchschnittlich vielen Flugstunden von LFF als überdurchschnittlich zu bewerten ist. **Schlussfolgerungen:** Die Frage, was eine gute Fitness bei Piloten ausmacht, kann derzeit nur näherungsweise für die statische Muskelkraft bestimmt werden, weiterhin dienen die dynamische Arbeitsweise und die koordinative Komponente als zusätzliche Indikatoren. Die zweite Studie, welche auf der ersten aufbaut, soll dann Re-Tests nach 8 und 12 Wochen spezifischen Trainingsprogramms aufzeigen, um Möglichkeiten einer geeigneten Trainingsintervention in der Bundeswehr auszuloten.

Ledderhos C¹, Gens A¹, Rall G²

¹Flugmedizinisches Institut der Luftwaffe Fürstfeldbruck, Abteilung Forschung, Wissenschaft und Lehre Luft- und Raumfahrtmedizin; ²Fraunhofer Patentstelle für die Deutsche Forschung

Nicht-invasive Herzkreislauf-Diagnostik in der Humanzentrifuge- Klassische Methoden in einem neuen Kontext- II: Durchblutungsmessung mittels Photoplethysmographie

Einleitung: Die nicht-invasive messtechnische Erfassung und Beurteilung der Herz-Kreislauffunktion unter den Bedingungen hoher Beschleunigungen, wie sie in Hochleistungskampfflugzeugen wie dem Eurofighter oder aber in der Humanzentrifuge auftreten, stellt auch heute noch ein schwieriges methodisches Problem dar. Dies gilt es insofern zu lösen, als dass auf diese Weise eine objektive Beurteilung der Effektivität von Anti-G-Schutzsystemen und -maßnahmen möglich wäre. **Fragestellung:** Eine seit den dreißiger Jahren bekannte einfache, risikolose und nicht-invasive Untersuchungsmethode zur technischen Erfassung des peripheren arteriellen Pulses – die Photoplethysmographie (PPG) –, die heute immanenter Bestandteil jeder pulsoxymetrischen Bestimmung der arteriellen Sauerstoffsättigung ist, sollte auf ihre Eignung zur Erfassung der Herz-Kreislaufsituation unter den Bedingungen hoher Gz-Belastungen untersucht werden. Insbesondere sollte dabei geprüft werden, ob die beobachteten Veränderungen der Gleichanteile des photoplethysmographischen Signals eine Entscheidungshilfe für die Bewertung der Wirksamkeit von Anti-G-Schutzsystemen und -maßnahmen bieten könnten.

Methodik: Insgesamt 45 Probanden haben unter Benutzung unterschiedlicher Anti-G-Schutzanzüge in der Humanzentrifuge des Flugmedizinischen Institutes der Luftwaffe in Königsbrück sog. Gradual Onset Runs (GOR) absolviert. Die vom Stirnsensor eines Reflexionspulsoxymeters der Firma NONIN gelieferten Signale im Rot- und Nahinfrarot-Bereich wurden in ihren pulssynchronen AC-Anteil und den sog. DC- oder Gleichstrom-Anteil zerlegt und einer systematischen Auswertung zugeführt. Im vorliegenden Beitrag sollen nur die unter Gz-Belastung aufgetretenen Veränderungen der Gleichanteile, die als Maß für die Füllung des Gefäßbettes angesehen werden, näher betrachtet werden. **Ergebnisse:** Bei allen GOR kam es mit zunehmender Gz-Belastung zu einem deutli-

chen Anstieg der Gleichanteile und damit zur zunehmenden Entleerung des Gefäßbettes im Kopfbereich. Je nach Wirksamkeit des Anti-G-Schutzes fiel diese jedoch unterschiedlich aus. Erwartungsgemäß zeigten die Testpersonen mit der besseren sog. „relaxierten Gz-Toleranz“ mit zunehmender Gz-Belastung einen wesentlich geringeren Zuwachs der Gleichanteile. Dies spricht für eine erfolgreiche Behinderung des Gz-bedingten Volumenverlustes durch den Anti-G-Schutzanzug. **Schlussfolgerungen:** Die vorliegenden Ergebnisse sprechen dafür, dass die Methode der Photoplethysmographie eine neue Möglichkeit eröffnet, diagnostisch relevante Informationen über das Herz-Kreislaufsystem auch unter Beschleunigungsbedingungen zu erhalten. Dabei lassen sich die beobachteten Veränderungen der Gleichanteile des Photoplethysmogramms als objektiver Indikator für die Güte von Anti-G-Schutzanzügen heranziehen.

Schwalbe M^{1,2}, Genzwuerker HV^{2,3}, Hinkelbein J^{1,2,4}

¹DGLRM working group „Emergency Medicine and Air Rescue“, German Society of Aviation and Space Medicine; ²Medical Faculty Mannheim, Ruprecht-Karls-University Heidelberg; ³Clinic of Anesthesiology and Intensive Care Medicine, Neckar-Odenwald-Kliniken gGmbH, Hospitals Buchen and Mosbach, Buchen; ⁴Department of Anesthesiology and Intensive Care Medicine, University Hospital Cologne, Cologne

Comparison of HEMS accident rates in different international air rescue systems

Introduction: In comparison to the early years of Helicopter Emergency Medical Services (HEMS), both accident rates and fatal accident rates have decreased. Nevertheless, each year approximately 2 to 4 HEMS crashes do occur in Germany [1]. The aim of the present study was to compare crash rates and fatal crash rates in Germany to rates of other countries. **Materials and methods:** To retrieve published data on accident rates in different international HEMS systems, a Medline® search (<http://www.pubmed.com>) was performed using combinations of the keywords “HEMS”, “rescue helicopter”, “accident”, “accident rates”, “crash” and “crash rates”. Analysis was limited to the years 1970 to 2009. Data were compared on the basis of 10,000 missions completed and 100,000 flying hours of helicopters. Identified publications were supplemented by publications from cited references and not-indexed, but known papers. These data were allocated to the specific time frames. Fisher’s exact test was used for statistical analysis, P<.05 was considered significant. **Results:** Six studies (3x Germany, 2x USA, 1x Australia) analyzing HEMS accidents on the basis of 10,000 missions were identified. Crash rates per 10,000 missions ranged between 0.4 and 3.05 and fatal crash rates between 0.04 and 2.12. In addition, twelve studies (8x USA, 3x Germany, 1x Australia) used 100,000 flying hours as a denominator. Crash rates per 100,000 flying hours ranged from 1.7 to 13.4 and fatal crash rates between 0.91 and 4.7.

Conclusions: Published data of three countries were identified with the Medline search. Data analysis was complicated by publication of mean data and due to the use of different time frames published. Additionally different HEMS systems of countries complicate comparisons. Data and accident rates were inhomogeneous and differed significantly.

References: [1] Hinkelbein J et al. A six year Analysis of German Emergency Medical Services Helicopter Crashes. J Trauma 2008;64(1):204-210

Sehr geehrte Damen und Herren,

auch von den letzten Kongressen der DGLRM (Jahr 2008 in Wiesbaden und Jahr 2009 in Fürstentfeldbruck) sind noch die Abstracts verfügbar. Diese können Sie per eMail bestellen:

sekretaer@dglrm.de

Referenten

B

Bellenkes A 11, 21
Bergau L 9
Beruscha F 11, 13, 36, 38
Bloch N 10, 33
Bös K 9, 28
Brugger H 9, 34

D

Dambier M 9, 11, 13, 14, 16, 36, 38
Deutscher W 10, 33
Dumser Th 11, 13, 37

E

EASA 11
Eisl M 12, 25

F

Falk M 9, 34
Fischer F 10, 35
Förg A 12, 25
Frischmuth J 12, 15

G

Gau B 10, 15
Gens A 11, 12, 13, 22, 37, 40
Genzwürker H 10, 11, 13, 15, 18, 40
Gerzer R 10
Glaser E 9, 10, 11, 13, 14, 16, 18, 36, 38
Gunga HC 9, 12, 16, 24, 26, 28, 29, 30, 34

H

Harsch V 12, 17
Hartmann K 11, 21
Hedtman J 11
Hermannstädter P 11, 13, 36, 38
Hinkelbein J . 9, 10, 11, 13, 16, 18, 27, 36, 39, 40
Horn G 11, 18, 21
Horz O 9, 19

I

Iwase S 9, 24

J

Jacoby V 12, 30
Jakobs FM 12, 19
Janicke I 11, 19
Johannes B 10, 20, 35

K

Kemmler R 11, 21
Kimmich K 12
Kluge G 10, 12, 29
Knobloch A 11, 13, 37
Knüppel JK 11, 20, 21
Koch J 9, 16
Ködderitsch-Frank M 11, 13, 39
Koralewski H E 12, 26
Krause W 9, 12, 21
Krel J 9, 28
Kuehn-Winkelmann M 11, 13, 37
Kühn S 10, 22
Kunz D 10, 22

L

Landgraf H 12
Ledderhos C 9, 11, 12, 13, 22, 37, 40
Luks N 10, 33

M

Mahlberg R 10, 22
Mainz S 10, 23
Marwinski D 12
Meyer H 11, 21
Myers KJ 12, 24

N

Neuhaus Ch 10, 11, 13, 18, 36, 39
Noack T 12, 26

O

Opatz O 9, 16, 24, 28

P

Paal P 9, 34
Petricek J 9, 24
Pippig T 11, 12, 13, 25, 39

Plath G 10, 33
Pongratz H 11

Q

Quast R..... 12

R

Rall G..... 11, 12, 13, 22, 40
Reeb Ch 12, 25
Reichert LM 11, 12, 13, 25, 39
Reinertsen RE 9, 16
Reitz G 10, 25
Rittweger J 10, 26
Ruge A 11

S

Sandsund M 9, 16
Sattler F..... 9, 16
Schlabs T 12, 26
Schlaich C 10, 15
Schultz T 9, 28
Schwab A..... 9, 12, 25, 27
Schwalbe M..... 10, 11, 13, 18, 27, 39, 40
Sevenich C 10, 15

Spiegelberg G 11, 21
Stahn A 9, 16, 24, 28
Steinach M..... 9, 29
Stern C 10, 12, 29
Stüben U 12
Suitner H 12, 30

T

Tiedemann J..... 9, 30, 34

V

Vermeiren R 11, 31
von Mülmann MJA 10, 31

W

Wassill KH 11, 32
Wendt St 12, 32
Wenzel J 10, 33
Werner A 9, 12, 16, 26, 30, 34
Werner U 9, 34
Wittmann C 10, 35
Wittowski M 10, 33
Wonhas Ch 12, 32

Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrtmedizin e. V. – DGLRM
Assoziiertes Mitglied der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt e.V. – Berlin
Affiliated Organization of the Aerospace Medical Association – Washington DC, USA

Mitgliedsantrag

als ordentliches Mitglied

zur Aufnahme in die Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrtmedizin e. V.

Name: **Geburtstag:**.....

Vorname: **Titel:**

Beruf und Stellung:

Zusatzbezeichnungen:

1. Anschrift:

Telefon: **Fax:**

2. Anschrift:

Telefon: **Fax:**

E-mail:

Ich interessiere mich für die Mitarbeit in einer der folgenden Arbeitsgruppen:

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Raumfahrtmedizin/ Life Sciences | <input type="checkbox"/> Kommerzielle Luftfahrt |
| <input type="checkbox"/> Lufttransportwesen | <input type="checkbox"/> Polarmedizin/ Extreme Umwelten |
| <input type="checkbox"/> Geschichte der Luft- und Raumfahrt | <input type="checkbox"/> Human Factors und Flugmedizin |
| <input type="checkbox"/> Arbeitsmedizin | <input type="checkbox"/> Flugtourismus |
| <input type="checkbox"/> Notfallmedizin und Luftrettung | <input type="checkbox"/> Fliegerärztliche Fortbildung |

Der Jahresbeitrag beträgt € 100,- (ohne Einzugsermächtigung, zusätzlich 5 € Bearbeitungsgebühr). Ermäßigt (€ 50,-) für Studierende und Kollegen/innen die nicht mehr oder nicht mehr dauerhaft im Erwerbsleben stehen. Eine formlose schriftliche Mitteilung ist erforderlich:

Ich zahle den Mitgliedsbeitrag per Bankeinzug

Ermächtigung zum Einzug des Mitgliedsbeitrages durch Lastschrift

Hiermit ermächtige ich die DGLRM, meinen Mitgliedsbeitrag durch Lastschriftverfahren zu

Lasten meines Girokontos Nr.: BLZ:

bei der Bank: einzuziehen.

Bitte senden an:

Priv.-Doz. Dr. med. Jochen Hinkelbein, Neckarpromenade 16, 68167 Mannheim

Ort. , den Unterschrift: