

Zivilschutz- Forschung

Schriftenreihe der Schutzkommission beim Bundesminister des Innern
Herausgegeben vom Bundesverwaltungsamt – Zentralstelle für Zivilschutz –
im Auftrag des Bundesministerium des Innern

Neue Folge Band **44**

Prof. Dr. med. E. Pfenninger, D. Hauber

**„Medizinische Versorgung
beim Massenanfall Verletzter
bei Chemikalienfreisetzung“**

ISSN 0343-5164

ZIVILSCHUTZFORSCHUNG
Neue Folge Band 44

Zivilschutz- Forschung

Schriftenreihe der Schutzkommission beim Bundesminister des Innern
Herausgegeben vom Bundesverwaltungsamt – Zentralstelle für Zivilschutz –
im Auftrag des Bundesministerium des Innern

Neue Folge Band **44**

Prof. Dr. med. E. Pfenninger, D. Hauber

**„Medizinische Versorgung
beim Massenanfall Verletzter
bei Chemikalienfreisetzung“**

ISSN 0343-5164

Herausgeber: Bundesverwaltungsamt – Zentralstelle für Zivilschutz –
Deuschherrenstr. 93–95, 53177 Bonn
Telefon: (0 18 88) 3 58-0
Telefax: (0 18 88) 3 58-58 03
Internet: www.bundesverwaltungsamt.de

Autoren:

Prof. Dr. E. Pfenninger
Universitätsklinik für Anästhesiologie
Klinikum der Universität Ulm
89075 Ulm

D. Hauber
Universitätsklinik für Anästhesiologie
Klinikum der Universität Ulm
89075 Ulm

Anmerkung

Dieser Bericht ist vom AN im Auftrag des Bundesamtes für Zivilschutz im Rahmen des Vorhabens, Auftrags-Nr. 1013/95/1BZS – III A erstellt worden. Die Verantwortung für den Inhalt liegt allein bei den Autoren. Der Eigentümer behält sich alle Rechte vor. Insbesondere darf dieser Bericht nur mit Zustimmung des Auftraggebers zitiert, ganz oder teilweise vervielfältigt bzw. Dritten zugänglich gemacht werden.

Dieser Bericht gibt die Meinung und Auffassung des Auftragnehmers wieder und muss nicht mit der Meinung des auftraggebenden Bundesamtes für Zivilschutz übereinstimmen.

Dieser Bericht spiegelt den Stand vom 31.12.1997 wieder. Zwischenzeitlich eingetretene Veränderungen können die getroffenen Aussagen relativieren.

Die Autoren

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	S. 7
2.	Detektion der freigesetzten Chemikalien	S. 11
2.1.	Prüfröhrchen	S. 11
2.2.	Mobiles Gaschromatograph-Massenspektrometer-System.	S. 14
2.2.1.	Das Analyseverfahren	S. 14
2.2.2.	Praktische Erprobung	S. 15
2.2.3.	Expertenanbindung	S. 16
2.2.4.	Einsatzmöglichkeiten	S. 17
2.3.	Schlussfolgerungen	S. 18
3.	Evaluierung von Gefahrstoffdatenbanken	S. 21
3.1.	Einleitung	S. 21
3.2.	Die Datenbanken	S. 21
3.2.1.	CHEMIS	S. 22
3.2.2.	Gefahrgut CD-Rom	S. 22
3.2.3.	Giftliste PC	S. 23
3.2.4.	IGS	S. 24
3.2.5.	Keudel	S. 25
3.2.6.	Medizinisches Informations-System	S. 26
3.2.7.	RESY	S. 26
3.2.8.	SIGEDA	S. 27
3.2.9.	TOMES Plus	S. 28
3.2.10.	WEKA Praxissoftware Gefahrstoffe	S. 29
3.3.	Methodik	S. 33
3.3.1.	Testkriterien	S. 33
3.3.2.	Testsubstanzen	S. 34
3.3.3.	Testpersonen und Testablauf	S. 40
3.4.	Ergebnisse	S. 40
3.5.	Schlussfolgerungen	S. 55
4.	Organisatorische Aspekte	S. 59
4.1.	Technische Einsatzleitung	S. 59
4.2.	Dekontamination	S. 60
4.3.	Triage	S. 61

5.	Erhebung zum Kenntnisstand des nichtärztlichen Personals	S. 63
5.1.	Testmethode	S. 63
5.2.	Durchführung des Tests	S. 69
5.3.	Auswertung der Testergebnisse	S. 69
5.4.	Ergebnisse	S. 73
5.4.1.	Ergebnisse des theoretischen Tests	S. 73
5.4.2.	Ergebnisse des praktischen Tests	S. 75
5.5.	Schlussfolgerungen	S. 84
6.	Spezifische Therapie bei Vergiftungen	S. 85
6.1.	Chlorgas	S. 85
6.2.	Ammoniak	S. 86
6.3.	Schwefelwasserstoff	S. 87
6.4.	Schwefelsäure	S. 89
6.5.	Sarin	S. 89
6.6.	Phosgen	S. 91
6.7.	Acrylnitril	S. 91
6.8.	Schlussfolgerungen	S. 92
7.	Ausbildungsrichtlinien für Katastrophenschutzpersonal	S. 95
8.	Definitive Versorgung von Patienten nach Chemikalienexposition	S. 103
9.	Materialbevorratung zur Versorgung von Patienten nach Chemikalienfreisetzung	S. 109
10.	Schlussfolgerung	S. 135

1. Einleitung

Gefährliche Güter im Sinne des Gesetzes sind Stoffe und Gegenstände, von denen aufgrund ihrer Natur, ihrer Eigenschaft oder ihres Zustandes Gefahren für die öffentliche Sicherheit oder Ordnung, insbesondere für die Allgemeinheit, für wichtige Gemeingüter, für Leben und Gesundheit von Menschen sowie für Tiere und andere Sachen ausgehen können.

Zu den Gefahrgütern gehören insbesondere chemische Substanzen, die in unübersehbarer Vielzahl in einem Industriestaat produziert, gelagert und auf Bahn und Straßen befördert werden.

Durch industrielle Herstellung und Nutzung toxischer Chemikalien ist ein erhebliches chemisches Gefährdungspotenzial vorhanden. Neben den durch Störfälle verursachten Unglücken kann es auch durch Sabotage zu erheblichen Chemikalienfreisetzungen kommen, die zum Massenansturm chemisch Verunfallter führen können. Wir sprechen von einer chemikalieninduzierten Katastrophe, wenn eine größere Zahl akut chemikalienkontaminierter Patienten zu betreuen ist, und wenn die für ihre Behandlung zur Verfügung stehenden Einrichtungen durch die Menge der zu Behandelnden überfordert sind. Besonders wenn Art und Ursache einer akuten Kontamination nicht bekannt sind, kann eine Notsituation zur Katastrophe werden. Selbst eine Bedrohung durch Chemikalien kann ausreichen, um einen katastrophenartigen Zustand herbeizuführen, zu denken ist hier an hochtoxische Substanzen in der Hand von Terroristen.

Durch die Reorganisation des Rettungsdienstes sowie die angestrebte Neuordnung des Katastrophenschutzes sind die Probleme beim Massenansturm von mechanisch oder thermisch geschädigten Patienten weitgehend definiert und einer Lösung zugänglich gemacht worden. Vernachlässigt wurde dabei die Kontamination mit chemischen Stoffen, da bedingt durch die unübersehbare Vielfalt, unbekanntes Lagerungs- und Transportmengen sowie verursacht durch die Geheimhaltung der herstellenden Industrie diese Gefährdung weitgehend unterschätzt wurde.

Erst die in den letzten Jahren eingetretenen Chemiekatastrophen unter weiträumiger Verseuchung von Luft, Boden und Wasser haben zu einer gewandelten Gefahrensicht geführt.

Dieses geänderte Gefahrenbewusstsein hat jedoch nicht zu den entsprechenden Änderungen in der medizinischen Versorgung von Chemikalienopfern geführt. Die bestehenden Strukturen sind nach wie vor auf die Versorgung von mechanisch und thermisch geschädigten Verletzten ausgerichtet, so dass zu hinterfragen ist, ob die vorhandene Notfallsausstattung, die Verfügbarkeit der zur Behandlung notwendigen Medikamente, der Transport kontaminierter Verletzter sowie die definitive Versorgung in vorgehaltenen Krankenhausbetten den zu stellenden Anforderungen genügt. Außerdem ist zu überprüfen, ob Richtlinien und Vorhalten für koordinierende Maßnahmen mit nichtmedizinischen Einsatzkräften vorhanden sind, ob das medizinische Personal für die Versorgung chemisch

kontaminierter Patienten genügend ausgebildet ist und die Informationsgewinnung bei der Freisetzung bekannter und unbekannter Chemikalien und Chemikaliengemische zwischen den informationsvorhaltenden Stellen und den die medizinische Versorgung durchführenden Personen ausreichend gelöst ist.

Laut Rahmenkonzept für die Planung der Forschungs- und Beratungstätigkeit auf dem Gebiet des Zivil-/Katastrophenschutzes 1992 bis 1998 der Schutzkommission beim Bundesminister des Innern besteht deshalb wesentlicher Forschungsbedarf zu Untersuchungen der bestehenden Organisations- und Führungsstrukturen in den am Krisenmanagement beteiligten Stellen, sowie zur Erarbeitung von Verbesserungsvorschlägen.

Ziel der vorliegenden Forschungsarbeit war, die Anforderungen an eine effiziente medizinische Versorgung beim Massenansturm Verletzter bei Chemikalienfreisetzung zu ermitteln und mit den bestehenden Möglichkeiten zu vergleichen. Dabei standen die spezifischen Probleme, die sich bei Vergiftungen, Verätzungen und Kontaminationen ergeben, im Mittelpunkt.

Die Vielzahl der Chemikalien, die in Industriebetrieben hergestellt und verarbeitet und auf den Verkehrswegen transportiert wird, bringt die Notwendigkeit mit, im Falle des Freiwerdens eines unbekanntes Stoffes auf schnelle und sichere Detektionsmethoden zurückgreifen zu können. Dabei bietet sich sowohl die Möglichkeit, Althergebrachtes wie die Prüfröhrchen der Firma Dräger einzusetzen, als auch neuere Analyseverfahren anzuwenden. Eine Möglichkeit, vor Ort zuverlässige Ergebnisse zu erhalten, stellt dabei das mobile Gaschromatograph-Massenspektrometer-System dar. Bei diesem Verfahren können direkt am Schadensort Analysen durchgeführt werden, die bislang nur unter Laborbedingungen möglich waren; das Ergebnis liegt innerhalb weniger Minuten vor.

Ist die freigesetzte Substanz oder das Substanzgemisch analysiert und liegen somit Angaben über Art und Menge des ausgetretenen Stoffes vor, müssen unter Berücksichtigung der substanzspezifischen Besonderheiten die notwendigen Maßnahmen zur Schadensbegrenzung ergriffen werden. Hierzu zählt neben Absperrungen, Evakuieren und Dekontamination des Schadensortes auch die Versorgung von durch Chemikalienwirkung verletzten Personen. Auskunft und Informationen zu den jeweiligen chemischen Substanzen können aus Gefahrstoff-Datenbanken bezogen werden, die direkt vor Ort zur Verfügung stehen sollten. Die beachtliche Anzahl bereits verfügbarer Gefahrstoff-Datenbanken wirft die Frage auf, inwiefern diese Datenbanken die besonderen Bedürfnisse und Notwendigkeiten beim Einsatz unter Notfall- oder Katastrophenbedingungen berücksichtigen.

Nachdem ein Anforderungsprofil erarbeitet worden war, wurden zehn Gefahrstoff-Datenbanken nach den aufgestellten Kriterien getestet und die Eignung für den Einsatz unter oben genannten Bedingungen bewertet.

Neben den Maßnahmen zur Schadstoffdetektion und dem Heranziehen moderner Medien zum Informationsgewinn muss die effiziente Versorgung der Verletzten oberste Priorität haben. Da bei einem Schadensereignis mit Massenansturm von Verletzten mit personellen Engpässen zu rechnen ist, und wohl nicht genügend

Ärzte zur Verfügung stehen, müssen auch die nichtärztlichen Helfer des Katastrophenschutzes über medizinische Grundkenntnisse verfügen, so dass zumindest die adäquate Basisversorgung aller Verletzten gewährleistet ist.

Um die Qualität der medizinischen Versorgung beim Massenansturm von Verletzten nach Chemikalienfreisetzung zu testen, wurde eine Untersuchung des medizinischen Kenntnisstandes der Einsatzkräfte durchgeführt. Dabei sollte überprüft werden, ob der Wissensstand ausreicht, um Leichtverletzte eigenverantwortlich zu betreuen oder den Arzt bei der weiteren Versorgung zu unterstützen. Ebenso wurde überprüft, ob Basismaßnahmen, wie z.B. Beatmung und stabile Seitenlage ausreichend beherrscht werden.

Mit Hilfe dieses Tests, der sowohl theoretische Kenntnisse als auch praktische Fähigkeiten untersuchte, sollten Defizite im Wissensstand der Einsatzkräfte ermittelt werden. Unter Berücksichtigung der derzeit gültigen Curricula wurden Ausbildungsdefizite aufgezeigt und Verbesserungsvorschläge erarbeitet.

Durch die Darstellung der erforderlichen medizinischen Maßnahmen bei einigen speziellen Vergiftungen soll das Augenmerk neben der unmittelbaren Versorgung der Verletzten am Schadensort auch auf die Möglichkeiten der klinischen Versorgung und Weiterbehandlung gerichtet werden. Wesentliche diagnostische und therapeutische Schritte werden exemplarisch an Intoxikationen mit unterschiedlichen Substanzen dargestellt.

Um die Kapazitäten für die Versorgung von Verletzten, die intensivmedizinischer Betreuung bedürfen, aufzuzeigen, wurde eine Aufstellung aller in der Bundesrepublik zur Verfügung stehenden Intensivbetten erstellt.

Die vorliegende Forschungsarbeit diente dazu, derzeitige Schwachstellen zu ermitteln und Wege aufzuzeigen, mit denen eine Verbesserung der medizinischen Versorgung beim Massenansturm chemisch Verunfallter effizienter erreicht werden kann.

2. Detektion der freigesetzten Chemikalien

Chemieunfälle und Brände können eine komplexe Emissionsquelle für toxische organische Substanzen sein. Um das Schadensausmaß zu begrenzen, ist es nötig schnellstmöglich Auskunft über Art, Menge und Verteilung der ausgetretenen Substanz zu erhalten.

Das Problem der Risikoabschätzung ist in solchen Fällen dadurch erschwert, dass grundsätzlich eine große Anzahl verschiedener Stoffe als Ursache der Verunreinigung in Frage kommt. Damit Probenahmen oder Messungen unverzüglich durchgeführt werden können, sind Messmethoden nötig, die sich für den Einsatz vor Ort eignen.

Eine Möglichkeit, Aussagen über Art und Konzentration einer freigesetzten Substanz zu treffen, besteht im Einsatz von Prüfröhrchen der Firma Dräger. Mit dieser Methode, die bereits 1919 entwickelt und seither ständig verbessert wurde, arbeiten derzeit die meisten Feuerwehren.

Die wesentlich genauere Laboranalyse bietet zwar verlässliche Ergebnisse, war aber bislang vor Ort nicht einsetzbar und wegen des daraus entstehenden Zeitverlustes nur als zusätzliche Detektionsmöglichkeit anzusehen. Durch die Entwicklung eines mobilen Gaschromatograph-Massenspektrometers besteht nun auch die Möglichkeit, mit moderner Messtechnik zuverlässige Analyseergebnisse bereits am Schadensort zur Verfügung zu haben.

2.1. Prüfröhrchen

Zur Messung bzw. Identifizierung gasförmiger Luftverunreinigungen können Dräger-Röhrchen direkt vor Ort eingesetzt werden.

Durch die bestehende Stoffvielfalt ist es nicht möglich, mit nur einem einzigen Prüfröhrchen alle denkbaren potentiellen Gasgefahren zu erfassen. Ausgehend von Erfahrungen und bestimmten Überlegungen lassen sich Strategievorschläge ausarbeiten, mit deren Hilfe sich die Zeit bis zur ersten Klassifizierung der wichtigsten chemischen Stoffgruppen wesentlich verkürzen lässt.

Allerdings stellt jeder Strategievorschlag nur einen Kompromiss dar; eine verbleibende strategische Restunsicherheit ist unvermeidlich.

Durch gezieltes Ausnutzen von Querempfindlichkeiten und Beachtung spezieller Prüfvorschriften lassen sich mit über 225 verfügbaren Dräger-Röhrchen etwa 350 bis 400 verschiedene Gase und Dämpfe messen, anorganische Gase und organische Dämpfe gleichermaßen.

Die Prüfröhrchen werden von Dräger kalibriert, sodass eine Kalibrierung oder Justierung am Einsatzort nicht nötig ist. In Zweifelsfällen kann jedoch vor Ort kalibriert werden; hierfür werden Eichgase mitgeliefert.

Normalerweise sind Prüfröhrchen für den Einmalgebrauch vorgesehen, mit einigen Röhrchen besteht jedoch die Möglichkeit, wenn eine Anzeige ausbleibt, sie mehrfach am gleichen Tag zu verwenden.

Ursprünglich wurden Prüfröhrchen zur Messung von Luftverunreinigungen am Arbeitsplatz entwickelt. Sind bestimmte Verunreinigungen in der Umwelt nachzuweisen, eignen sich Prüfröhrchen nicht nur zur Klassifizierung von bestimmten chemischen Stoffgruppen, sondern auch zum Aufspüren des Austrittspunktes eines bekannten Stoffes sowie zum Abgrenzen der Ausbreitungswolken gasförmiger Chemikalien in der Atmosphäre.

Sollen bei Unfällen mit Chemikalien die Luftverunreinigungen festgestellt werden, steht man vor dem Problem, mit spärlichem oder gar keinem Vorwissen, eine Messaufgabe zu erfüllen. Oft kommt noch ein gewisser Zeitdruck als Stressfaktor hinzu, da ein Ergebnis möglichst kurzfristig vorliegen soll, um bei Bedarf Schutzmaßnahmen für die Bevölkerung einleiten zu können. Bezüglich der Genauigkeit der Messung kommt eine zum Teil recht hohe statistische Unsicherheit, z.B. durch starken Wind hinzu.

Prüfröhrchen erlauben vor Ort eine schnelle Aussage über die Konzentration einer Vielzahl gefährlicher Stoffe in der Luft, so dass gegebenenfalls die Bevölkerung schnell gewarnt bzw. evakuiert werden kann. Kann mit Hilfe der Prüfröhrchen-Messungen mit ausreichender Zuverlässigkeit festgestellt werden, dass keine messbaren oder nur sehr geringfügige Konzentrationen gefährlicher Stoffe vorliegen, kann auf zeit- und kostenaufwendige Verfahren verzichtet werden.

Allerdings muss sorgfältig abgewogen werden, wann allein mit Prüfröhrchen die Beurteilung der Situation möglich ist, so z.B. in Situationen, in denen aufgrund von Vorwissen die involvierten Chemikalien genau bekannt sind.

Auch für Untersuchungen kontaminierten Wassers und Bodens sind Prüfröhrchen einsetzbar. Da die Prüfröhrchen jedoch ursprünglich allein für Luftuntersuchungen entwickelt wurden, können Wasser und Boden nicht direkt untersucht werden, da sich beide sehr nachteilig auf das Prüfröhrchen auswirken würden. So würde etwa durch das Prüfröhrchen hindurchgesaugtes Wasser Reagenzien vom Trägermaterial herunterwaschen, während direkt in den Boden gesteckte Prüfröhrchen im Extremfall das Öffnen der Gasspürpumpe völlig verhindern würden.

Zur Untersuchung von Wasser wird eine bestimmte Menge in eine Gaswaschflasche eingefüllt. Das entsprechende Prüfröhrchen wird mit dem Auslassstutzen der Gaswaschflasche verbunden, hieran schließt sich wie bei Luftuntersuchungen die Gasspürpumpe an. Nach dem Zusammendrücken des Balges wird über den Einlassstutzen der Waschflasche Umgebungsluft angesaugt. Dieser Luftstrom bewirkt beim Durchströmen des Wassers den Übergang leicht flüchtiger, im Wasser gelöster Stoffe in die Gasphase, wo sie dann in üblicher Weise mit dem Prüfröhrchen nachgewiesen werden können. Aufgrund des Funktionsprinzips dieses Verfahrens ist der Nachweis auf leichtflüchtige Komponenten beschränkt. Bodenproben können auf ähnliche Weise gehandhabt werden, jedoch muss der Boden entweder mit destilliertem Wasser emulgiert werden oder es wird ein flüssiger Extrakt der Bodenprobe verwendet, wobei das Extraktionsmittel die Prüfröhrchenanzeige nicht beeinflussen darf.

Die Verwendung von Prüfröhrchen zur Untersuchung von Wasser- oder Bodenproben ist ebenfalls im Sinne eines schnellen Tests vor Ort zu verstehen, Labormethoden sollen und können dadurch nicht ersetzt werden.

Beim Identifizieren unbekannter Substanzen ist man gezwungen mit einer gewissen Restunsicherheit zu leben. Auf der Basis statistischen Wissens über Stoffe, die häufig auf der Schiene oder Straße, in der Luft oder auf Wasserwegen transportiert werden, können aber Strategievorschläge erarbeitet werden, um die Zeit bis zur Klassifizierung der wichtigsten Stoffgruppen zu reduzieren. Da in den Industrienationen täglich zwischen 6000 und 8000 verschiedene Chemikalien transportiert werden, kann jede dieser Strategien nur einen mehr oder weniger guten Kompromiss darstellen.

Im Rahmen der Dräger-Röhrchen-Messtechnik wurden für spezielle Anwendungsfälle Mehrfachmessgeräte, sogenannte Simultantest-Sets, entwickelt. Sie bestehen aus jeweils fünf parallel in einer Gummimanschette angeordneten Dräger-Röhrchen. Derzeit sind zwei Sets zur Messung anorganischer Brandgase und ein weiteres Set zur Messung von organischen Dämpfen verfügbar. Die Simultansets werden vormontiert ausgeliefert und nach dem Öffnen über einen Adapter mit der Gasspürpumpe verbunden.

Die Auswertung der Sets wird im Wesentlichen über drei Konzentrationsbereiche vorgenommen: unbedenkliche, bedenkliche und sehr bedenkliche Konzentration. Immer dann, wenn eine bedenkliche oder sehr bedenkliche Konzentration eines Gases vorliegt, wird für dieses Gas die tatsächliche Konzentration mit dem entsprechenden Prüfröhrchen nachgemessen.

Zur optimalen Anwendung der einzelnen Strategievorschläge ist neben dem sorgfältigen Beachten der einzelnen Prüfröhrchen-Gebrauchsanweisungen sehr viel persönliche Erfahrung, ein gutes Beobachtungsvermögen und auch ein gewisses chemisches Grundwissen nötig.

Auch wenn mit den heute verfügbaren über 225 verschiedenen Dräger-Röhrchen zwischen 350 und 400 verschiedene Gase und Dämpfe messbar sind, heißt das nicht, dass Prüfröhrchen komplizierte Verfahren des Analytikers, wie z.B. Gaschromatographen oder Gaschromatograph-Massenspektrometer ersetzen können. Auch kann das Prüfröhrchen nicht immer das Messmittel der Wahl sein, da es eine Reihe von Stoffen, z.B. Dioxine oder Dibenzofurane, gibt, die mit Prüfröhrchen nicht messbar sind. Prüfröhrchen können keine aufwendige Analytik ersetzen, d.h. es lassen sich mit Hilfe von Prüfröhrchen nicht alle denkbaren Chemikalien nachweisen; das Ausbleiben einer Prüfröhrchenanzeige bedeutet nicht in jedem Fall, dass keine gefährlichen Stoffe anwesend sind. Diese Messmethode kann deshalb ergänzend zu anderen Verfahren der Gasanalytik eingesetzt werden, wenn es auf schnelle Resultate ankommt.

Die Prüfröhrchen stellen somit eine vergleichsweise kostengünstige Möglichkeit dar, ohne jeglichen Zeitverlust direkt vor Ort Messungen vorzunehmen und Ergebnisse zu erhalten. Das ohnehin vor Ort agierende Feuerwehrpersonal kann die nötigen Messungen selbständig durchführen und auswerten.

Da in den Industriestaaten aber eine unübersichtliche Vielzahl von Chemikalien hergestellt und transportiert wird, sollte bei der akzidentellen Freisetzung chemischer Stoffe ein möglichst lückenloser Nachweis möglich sein. Aufwendige Analytikmethoden ermöglichen zwar die zuverlässige Schadstoffdetektion, standen aber bisher nicht direkt am Schadensort zur Verfügung und führten so zu erheblichem Zeitverlust durch Probentransport und Übermittlung der Analysenergebnisse.

Um den Zeitverlust bis zum Erhalt der Analysenergebnisse möglichst gering zu halten, gleichzeitig aber qualitativ hochwertige Analysemethoden anwenden zu können, wurde von der Technischen Universität Hamburg-Harburg (TUHH) in Zusammenarbeit mit der Firma Bruker-Franzen-Analytik (BFA) ein Verfahren weiterentwickelt, welches ermöglicht, direkt am Schadensort zuverlässige Analyseergebnisse zu erhalten.

2.2. Mobiles Gaschromatograph-Massenspektrometer-System

Als bereits aus dem Labor bekanntes Messverfahren dient zur Bestimmung von Art und Menge der ausgetretenen Substanz die Gaschromatographie-Massenspektrometrie (GC-MS). Dieses Verfahren ermöglicht die Identifizierung des Großteils der in Frage kommenden Substanzen in möglicherweise komplexen Gemischen und erlaubt auch die Bestimmung deren Konzentration.

Um bereits vor Ort über die nötigen Informationen zu verfügen, wurde ein mobiles GC-MS-System entwickelt, welches durch Einsatzkräfte der Feuerwehr oder des Katastrophenschutzes mit Fahrzeug oder Hubschrauber zum Einsatzort gebracht werden kann, eine einfache und sichere Probenahme ermöglicht sowie innerhalb kurzer Zeit Ergebnisse der automatischen Analyse liefert.

2.2.1. Das Analyseverfahren

Grundsätzlich besteht das Analyseverfahren aus drei Schritten:

- Probenahme ggf. mit Probenaufbereitung
- Trennung des Gemisches im Gaschromatographen in Einzelstoffe
- Detektion im Massenspektrometer

Proben können aus Luft, Wasser, Boden oder an Oberflächen genommen werden und dann das Analyseverfahren durchlaufen.

Zur Probenahme von Schadstoffen aus der Luft wird eine Anreicherungs-methode eingesetzt. Dabei wird ein Probenvolumen von 1 Liter mit einer Gasspürpumpe durch ein Adsorptionsröhrchen gesaugt. Das verhältnismäßig geringe Volumen des Adsorptionsmediums (2 ml), auf dem die organischen Substanzen festgehalten werden, bedingt eine Anreicherung und somit eine Verbesserung der Nachweisgrenzen um den Faktor 100 bis 1000. Durch thermische Desorption bei 240 °C werden die gesammelten Substanzen wieder freigesetzt und in den Gaschromatographen injiziert.

Der Gaschromatograph trennt das Gemisch in die einzelnen Komponenten auf. Aufgrund der stoffspezifisch unterschiedlichen Laufzeiten verlassen die Verbindungen den GC nacheinander. Jeder Stoff erscheint im Gaschromatogramm als Peak.

Ein Analysenzyklus dauert bei diesem Schnellverfahren fünf Minuten.

Die Stoffe, die den Gaschromatographen verlassen haben, gelangen ins Massenspektrometer. Dort erfolgt die Detektion.

Die Massenlinien im Spektrum enthalten die Information über die Art des Stoffes (Identifizierung); die Intensität des Signals ist proportional zur Konzentration des Stoffes (Quantifizierung).

Die Identifizierung erfolgt automatisch im Datensystem durch Vergleich der Massenspektren mit Referenzspektren aus Massenspektrenbibliotheken, die Einträge von 65 000 Verbindungen enthalten.

Sowohl die Abmessungen und das Gewicht des mobilen GC-MS-Systems als auch die notwendige Energieversorgung sind so gestaltet, dass der Transport in Hubschraubern oder Rettungsfahrzeugen sowie die Inbetriebnahme am Schadensort problemlos möglich sind.

2.2.2. Praktische Erprobung

Zur Entwicklung von Standardverfahren für eine einfache Probenahme mit GC-MS-Analyse und deren Erprobung ist ein Feldversuch durchgeführt worden.

Die Einsatzkräfte der beteiligten Feuerwehren nahmen auf realen Einsätzen mit Gefahrstofffreisetzung Luft-, Wasser- bzw. Bodenproben, die nach dem Einsatz auf dem Postweg zur TUHH gesandt und unmittelbar analysiert wurden.

Insgesamt wurden während des Feldversuchs in 500 GC-MS-Analysen etwa 230 verschiedene organische Verbindungen nachgewiesen und in einer speziellen Massenspektren-Bibliothek zusammengefasst.

Die identifizierten organischen Verbindungen lassen sich in folgende Stoffgruppen unterteilen:

- aliphatische Kohlenwasserstoffe (Alkane, Alkene, Alkine)
- alicyclische Kohlenwasserstoffe (z.B. Cyclopentadien)
- Aromaten, polycyclische Aromaten (z.B. Benzol)
- aliphatisch-aromatische Kohlenwasserstoffe (Toluol, Xylol, Styrol)
- hetero-cyclische Verbindungen (Furan, Dioxan, Pyridin, Thiopenten)
- chlorierte/bromierte Kohlenwasserstoffe und Aromaten
- Cyano-Verbindungen
- Phenole
- Säuren, Ester, Ketone
- Alkohole
- Terpene

Diese Untergliederung gibt eine Übersicht der aufgetretenen Klassen von organischen Verbindungen. Diese liefern als mögliche Leitstoffe auch Hinweise auf

nicht nachgewiesene aber bedeutsame Verbindungen, deren Anwesenheit oder Entstehung bei Bränden oder anderen Reaktionen zu vermuten ist.

Betrachtet man die Probenahme-Protokolle sowie die Analysenergebnisse, so lassen sich die Einsätze in drei Kategorien einteilen:

Kategorie I: Chemieunfall – einzelner Stoff

Kommt es bei einem Chemieunfall zu keiner Reaktion der Chemikalien, werden nur einzelne Stoffe freigesetzt. Der freigesetzte Stoff ist in analytisch großen Mengen vorhanden, wodurch die Probenahme und deren Aufbereitung wenig aufwändig sind. Die automatische Analyse führt meist zur Identifizierung des Stoffes.

Durch wiederholte Messungen können Konzentrationsänderungen beobachtet werden und Eingangsdaten für eventuelle Modellrechnungen erstellt werden.

Kategorie II: Chemieunfall – mehrere Stoffe

Die Kategorie II umfasst Chemieunfälle, bei denen mehrere Stoffe freigesetzt werden.

Vor Ort können mit Hilfe von entsprechender Software die Hauptkomponenten mit hoher Sicherheit identifiziert werden. Werden die Messungen wiederholt, kann das Ausbreitungsverhalten bestimmt werden.

Organische Komponenten, deren Anteil am Stoffgemisch mehr als 1% beträgt, können mit diesem Analyseverfahren innerhalb weniger Minuten identifiziert werden.

Kategorie III: Brände – komplexe Gemische

Einsätze, bei denen eine Vielzahl von Stoffen in komplexen Gemischen freigesetzt wird (z.B. Brandeinsätze mit Rauchgasentwicklung), fallen unter die Kategorie III. Die Trennung und Identifizierung dieser Gemische mit Schnellanalyseverfahren ist nur mit spezieller Software zur Auswertung möglich. Die zahlreichen Einflussfaktoren, wie z.B. beteiligte Stoffe, Abbrandrate, Brandtemperatur und Ventilation bedingen, dass es sich bei Rauchgasen um ein heterogenes, zeitvariantes Gemisch verschiedener Stoffe und deren Pyrolyseprodukte handelt. Die einzelne Analyse einer Rauchgas- oder Löschwasserprobe liefert nur ein für einen bestimmten Ort zu einer bestimmten Zeit gültiges Ergebnis.

2.2.3. *Expertenanbindung*

Ist die automatische Auswertung und Beurteilung der GC-MS-Analysen nicht möglich, z.B. bei komplexen Gemischen der Kategorie III oder bei neuen und seltenen Verbindungen, die noch nicht in der Spektrenbibliothek erfasst sind, oder besteht die Notwendigkeit, Analysenergebnisse von einem Analytik-Experten überprüfen zu lassen, so können die GC-MS-Daten per Datenfernübertragung Experten übermittelt werden.

Der externe Experte benötigt hierzu einen Personalcomputer (externes Datensystem) mit Modem an einem Telefonanschluss, über den er die Analysedaten empfangen kann. Es kann auch ein mobiler PC mit Funktelefon verwendet werden. Die gesamte Steuerung des GC-MS-Systems kann von Experten über die Datenverbindung vorgenommen werden. Dies ermöglicht die Veränderung der Parameter der Messmethoden, das Starten von Analysen oder die Fernwartung des Systems.

2.2.4. Einsatzmöglichkeiten

Das mobile GC-MS soll mit dem bestehenden Netz der Luftrettung zum Schadensort transportiert werden.

Derzeit kann mit Rettungshubschraubern jeder Punkt im Bundesgebiet in 30 Minuten erreicht werden. Würden 12 Stützpunkte mit mobilen GC-MS-Systemen ausgestattet, wären bei Einsatzradien von ca. 100 km alle Orte in 25 Minuten Flugzeit erreichbar. Bei einer Ausstattung von lediglich vier Stellen mit GC-MS-Systemen erhöhen sich bei Einsatzradien von 200 km die Flugzeiten auf 50 Minuten.

Einige Dienststellen der Länder und der Industrie sind bereits mit mobilen GC-MS-Systemen ausgerüstet. Über ein MM1, ein mobiles System älteren Typs, mit dem jedoch die gleichen Analyseverfahren durchgeführt werden, verfügen folgende Stellen:

- Berufsfeuerwehr Frankfurt
- Innenbehörde des Landes Berlin
- Landesamt für Immissionsschutz in Essen des Landes Nordrhein-Westfalen
- BASF AG, Ludwigshafen

Die folgenden Stellen arbeiten mit dem Typ EM640:

- Berufsfeuerwehr Hamburg
- Berufsfeuerwehr Mannheim
- Institut der Feuerwehr (IdF), Sachsen-Anhalt
- Landesumweltamt Brandenburg
- Wasser- und Schifffahrtsamt Cuxhaven, MzS „Scharhörn“
- Technische Universität Hamburg-Harburg

Mit diesen bestehenden mobilen GC-MS-Systemen ist ein erstes Netz bereits vorhanden. Werden alle EM640 Hubschrauberverlastbar gemacht und für die MM1 Transportfahrzeuge zur Verfügung gestellt, so sind große Flächen der Bundesrepublik bereits abgedeckt .

Die Einsatzradien liegen für die MM1-Systeme bei ungefähr 50 km, für die EM640 in Hubschraubern bei etwa 150 km. Der Bereich der deutschen Bucht wird bereits von dem Mehrzweckschiff „Scharhörn“ zu Wasser abgedeckt.

Mit den vorhandenen und noch zu beschaffenden Systemen kann ein flächen-deckendes Netz mobiler Analysentechnik aufgebaut werden, das bei Bedarf von Analytik-Experten beratend unterstützt wird. Im Falle eines Chemieunfalles oder eines Brandes kann diese Analysentechnik in der gesamten Bundesrepublik innerhalb von 30 Minuten vor Ort sein und sofort Analysen bereits genommener Proben durchführen. Das erste Analysenergebnis mit zuverlässigen Informationen über die freigesetzten Schadstoffe liegt nach 5 Minuten vor.

2.3. Schlussfolgerungen

Kommt es zur Freisetzung von potentiell toxischen Chemikalien, muss die Möglichkeit, deren Art und Konzentration innerhalb kürzester Zeit zu bestimmen, gegeben sein, um das Schadensausmaß weitestgehend zu begrenzen.

Die verschiedenen Methoden der Schadstoffdetektion werden durch folgende Eigenschaften charakterisiert:

1) Prüfröhrchen

- von der Feuerwehr vor Ort ohne Zeitverzögerung einsetzbar
- Einsatz ermöglicht schnelle Aussage über Konzentration der freigesetzten Stoffe, die Bevölkerung kann falls nötig unverzüglich gewarnt oder evakuiert werden
- kostengünstige Nachweismethode
- durch Lücken in den Nachweismöglichkeiten beschränkt einsetzbar

2) mobiles Gaschromatograph-Massenspektrometer-System

- Verfahren ermöglicht die Identifizierung eines Großteils der in Frage kommenden Substanzen auch in komplexen Gemischen
- durch Möglichkeit des Hubschraubertransports innerhalb von 30 Minuten in der gesamten Bundesrepublik einsetzbar
- detaillierte und zuverlässige Analysenergebnisse innerhalb von fünf Minuten verwertbar
- in Zweifelsfällen durch Datenfernübertragung Expertenbindung möglich

Betrachtet man die Vor- und Nachteile der beiden Nachweismethoden, so stellt die kombinierte Anwendung von Spürröhrchen und dem mobilen GC-MS-System eine Möglichkeit dar, die Vorzüge beider Verfahren auszunützen und deren Nachteile weitgehend auszumerzen.

Eine Beurteilung der Situation mit Prüfröhrchen allein, ist lediglich dann möglich, wenn die beteiligten Chemikalien aufgrund von Vorwissen bereits bekannt sind. Die Dräger-Röhrchen stellen dann aber eine kostengünstige Möglichkeit dar, Konzentrationsbestimmungen durchzuführen.

Um bei unbekanntem Schadstoffgemischen verlässliche Analysenergebnisse zu erhalten, müssen exaktere Nachweismethoden, wie die mobile GC-MS-Methode, angewendet werden.

Bei einer Ausstattung von 12 Stützpunkten mit mobilen GC-MS-Systemen, würde sich bei Einsatzradien von 100 km die Zeit bis zum Erreichen eines Schadensortes auf 25 Minuten reduzieren.

3. Evaluierung von Gefahrstoff-Datenbanken

3.1. Einleitung

Chemische Substanzen werden in unübersehbarer Vielfalt produziert, gelagert und auf Straßen, Schienen und Schifffahrtswegen transportiert. Durch industrielle Herstellung, Nutzung und Transport potenziell toxischer Chemikalien ist ein erhebliches Gefahrenpotenzial allgegenwärtig. Auch im Verteidigungsfall kann es durch den Einsatz von chemischen Kampfstoffen oder durch Sabotageakte zur Freisetzung toxischer Substanzen kommen, die eine erhebliche Gefährdung der Bevölkerung zur Folge hat.

Wurde durch den Einsatz verschiedener Analytikmethoden die freigesetzte Substanz oder das Substanzgemisch identifiziert, müssen als nächstes die geeigneten Maßnahmen zur Schadensbegrenzung, zur Dekontamination, zur Evakuierung und zur Versorgung von Geschädigten ergriffen werden.

Um im Schadensfall die richtigen Maßnahmen ergreifen zu können, ist es nötig, dass Entscheidungsträgern ebenso wie am Einsatz beteiligten Kräften schnellstmöglich der Zugriff auf umfassende Informationen ermöglicht wird.

Hierzu zählt neben einsatztaktischen Maßnahmen auch die Auskunft zur Gefahrenabwehr, zu Evakuierungsmaßnahmen und zur medizinischen Versorgung von Intoxikierten bzw. Verletzten.

In der Vergangenheit wurde bei Informationsbedarf im Zusammenhang mit Gefahrstoffunfällen in der Regel auf Nachschlagewerke oder Loseblattsammlungen zurückgegriffen. Der mittlerweile selbstverständlich gewordene Einsatz von Computern führte dazu, dass inzwischen zahlreiche Datenbanken angeboten werden, die im Schadensfall der Informationsgewinnung dienen sollen. Der Zugriff auf die Daten wird beschleunigt, die Übermittlung der gewonnenen Informationen erleichtert.

Bei all den existierenden Gefahrstoff- und Gefahrgut-Datenbanken stellt sich somit die Frage, inwieweit die einzelnen Datenbanken bedingt durch unterschiedlichen Aufbau und Strukturierung den an sie gestellten Anforderungen gewachsen sind und die Erwartungen erfüllen.

Bei dieser Untersuchung wurde Wert darauf gelegt, dass die Datenbanken insbesondere die Informationen liefern, die zur medizinischen Versorgung beim Massenfall von Verletzten bei Chemikalienfreisetzung notwendig sind.

3.2. Die Datenbanken

Um Datenbanken auszuwählen, die zur Testung in Frage kommen würden, wurden zunächst zahlreiche verschiedene Datenbanken gesichtet, um so diejenigen von vornherein auszuschließen, die sich aufgrund anderen Inhalts bzw. anderer inhaltlicher Schwerpunkte für die Beurteilung nach unseren Gesichtspunkten nicht eigneten.

Mit Hilfe von Umfragen wurde schon im Vorfeld eruiert, welche Datenbanken bei Einsatzzentralen, Feuerwehren oder Giftnotrufzentralen bereits der Gewinnung von Informationen dienen.

Andere Datenbanken wurden uns teilweise nicht zur Verfügung gestellt und konnten somit nicht berücksichtigt werden. Einen Überblick über alle getesteten Datenbanken bietet Tabelle 3.1.

3.2.1. *CHEMIS*

CHEMIS ist ein Chemikalien-Informationssystem mit Angaben über Eigenschaften, Wirkungen, Toxikologie und Ökotoxikologie von Stoffen und Zubereitungen. Herausgegeben vom Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BgVV), bietet CHEMIS Informationen zu ca. 8000 Einzelstoffen und ca. 4000 Zubereitungen.

Das Programm kann in drei verschiedenen Varianten aufgerufen werden.

Die Variante „Gesundheitsschutz“ (chemis gd) enthält zusätzlich zur Variante „Feuerwehr“ (chemis fd) auch toxikologische Daten und Bewertungen, die Variante „Umweltschutz“ (chemis ud) enthält zusätzlich ökotoxikologische Daten.

Gesucht werden kann mit Stoffnamen, Teilnamen, Summenformel, Stoffbeschaffenheit, Verwendungsbereich sowie verschiedenen Kennzeichnungsnummern (CAS-, UN-, UBA-Nummer u.a.)

CHEMIS bietet Informationen zu Brand- und technischen Gefahren, liefert Einsatzhinweise bei Freisetzung und Brand und informiert über Gesundheitsgefahren und Erste-Hilfe-Maßnahmen. Außerdem können chemische und physikalische Stoffdaten abgerufen werden. Ebenso enthalten sind zahlreiche Synonyme, toxikologische Daten, Angaben zu Klassifizierungen, Arbeitsplatzgrenzwerte und Informationen zu Umwelt, Lagerung und Verpackung.

CHEMIS bietet die Möglichkeit, die Recherchedaten über Bildschirmdarstellung, über den Drucker oder über Telefax abrufen zu lassen.

Auf der Festplatte werden für CHEMIS mindestens 70 MB Speicherplatz benötigt.

3.2.2. *Gefahrgut CD-ROM*

Die Gefahrgut CD-ROM des Springer-Verlags Heidelberg enthält sieben separate Datenbanken, die jedoch mit einer Suchanfrage gleichzeitig abgefragt werden.

Erst nachdem feststeht, welche der Datenbanken tatsächlich Informationen enthält, entscheidet der Anwender, in welcher er weiter eruiieren will.

Komplett oder einzeln zusammenstellbar sind folgende Datenbanken verfügbar:

Hommel: Handbuch der gefährlichen Güter

- enthält ca. 1700 Datensätze zu chemisch unterschiedlichen Stoffen mit Angaben über die wichtigsten technischen und physikalischen Eigenschaften, das Reaktionsverhalten, die Umweltdaten und Anweisungen zu Einsatzmaßnahmen sowie Erster Hilfe.

CHEMDATA (brit. National Chemical Emergency Center)

- enthält Einsatz-Informationen zu über 18 000 Substanzen unter Berücksichtigung von Handelsnamen.

Einsatzakten für Chemieereignisse des Schweizer Feuerwehrverbandes

- geben in bildlicher Darstellung und übersichtlicher Form Anweisungen zum Verhalten im Gefahrenfall für 2 500 Stoffe und Zubereitungen.

BAG Giftlisten (Schweizer Bundesamt für Gesundheitswesen)

- enthält u.a. die Giftklassen und Adressen der Anmelderfirmen.

76 000 Stoffe und Produkte sind mit ihren Handelsnamen und allen verfügbaren Synonymen erfasst.

SUVA

- Sicherheitskennzahlen für Flüssigkeiten und Gase (Schweizer Unfallversicherungsverband) für 257 brennbare Flüssigkeiten und Gase zur Sicherheitsbeurteilung der Stoffe.

Chemikalien Katalog (Merck, Darmstadt)

- enthält über 11 000 Produkte der Firma Merck mit Namen, Handelsnamen, technischen Daten und Arbeitsschutzinformationen.

Firmenhandbuch des VCI (econ-Verlag)

- enthält die Anschriften und Produkte der chemischen Industrie und des Chemikalien-Großhandels in Deutschland.

Hardware-Anforderungen: PC(AT), 640 kB RAM, CD-ROM Laufwerk mit MSCDEX ab 2.0, mind. 2 MB Festplatte

Der Anwender kann zusätzliche Datenblätter anlegen, zu vorhandenen Datenblättern zusätzliche Informationen ablegen und suchen.

Erhältlich in Deutsch, Englisch und Französisch.

3.2.3. Giftliste PC

Die Giftliste PC ist die Umsetzung des Tabellenteils des seit 10 Jahren fortgeführten Loseblattwerkes „Giftliste“ der Autoren L. Roth und M. Dauderer in eine Software-Version. Die Giftliste PC beinhaltet Sicherheits- und Notfallhinweise zu über 10 000 giftigen, krebs-erzeugenden, gesundheitsschädlichen und reizenden Stoffen.

Enthalten sind folgende Punkte:

- Hinweise zur Toxikologie :
Toxizitätsdaten (u.a. LD-, LC-Wert) und Wirkungscharakter der Giftstoffe
- Notfalltherapie bei Vergiftungen:
Diagnosehinweise und einzuleitende Notfalltherapien in Abhängigkeit vom Schweregrad der Vergiftungen, eventuell anzuwendende Gegengifte
- Einstufung und Kennzeichnung laut GefStoffV:
u.a. EWG-Kennzeichnung mit Gefahrensymbolen, R- und S-Sätze im Wortlaut

- Arbeitsschutzvorschriften: z.B. GefStoffV, TRGS, VbF-Klasse, MAK
- Umweltschutzvorschriften:
Emissionsklasse, Störfallverordnung, Wassergefährdungsklasse,
Entsorgungs- und Recyclinghinweise
- Gefahrgutklassen
- Identifikationskriterien: CAS-, EG-, UN-Nummer, Schmelzpunkt, etc.

Als Systemvoraussetzungen gelten PC 386, besser 486 mit CD-ROM-Laufwerk, mindestens 4 MB Arbeitsspeicher und Windows ab Version 3.1.

3.2.4. IGS – Informations- und Kommunikationssystem für Gefährliche und umweltrelevante Stoffe

Im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft begann das Land Nordrhein-Westfalen 1988 mit der Entwicklung eines landesweiten Stoff-Informationssystems. Aus diesem Konzept entstand das Gefahrstoff-Informationssystem IGS.

Der Datenbestand beinhaltet derzeit 14 000 Stoffe, die unter 43 000 Synonymen abrufbar sind. Pro Stoff enthält die Datenbank bis zu 200 verschiedene Einzelangaben.

Die IGS-Datenbank gibt es in verschiedenen Varianten, die jeweils für besondere Anwendergruppen konzipiert sind:

IGS-check: Arbeitsschutz und Gewässerschutz

IGS-fire: Gefahrenabwehr

IGS-care: Arbeits- und Umweltschutz für die betriebliche Praxis

Organismen- und Stoffliste (wird 1997 durch IGS-Stoffliste abgelöst)

TRANSEC: Gefahrgutkontrolle

Die Anwendung ermöglicht die Suche über Stoffname, Synonyme, Handelsname, Summenformel oder Stoffnummern wie CAS- oder UN-Nummer. Außerdem kann der Benutzer bei der Suche auch mit Verknüpfungen der ihm bekannten Merkmale arbeiten.

IGS-fire ist die Anwendung für die Gefahrenabwehr; sie richtet sich an Feuerwehr, Polizei und Zivilschutz und beinhaltet u.a. Gefahrenhinweise und einsatztaktische Maßnahmen. Der schnelle Zugriff auf die einsatzrelevanten Daten wird durch eine vordefinierte Kurzinformation ermöglicht, die auch direkt auf Fax ausgegeben werden kann. Falls keine detaillierten Stoffinformationen vorliegen, wird auch die Suche über den Gefahrenzettel angeboten. In diesem Fall werden stoffgruppenbezogene Ersatzhinweise angezeigt.

IGS-check ist besonders für die Anforderungen des Arbeits- und Immissions-schutzes konzipiert. Neben dem Themenschwerpunkt „Gesetze und Verordnungen“ sind in IGS-check Informationen zum Personenschutz, zu Gefahren und Maßnahmen bei Brand und Explosion, zu Gesundheitsgefahren, zur Umweltverträglichkeit, zu Messverfahren, zu den physikalisch-chemischen Eigenschaften, zur Entsorgung und zu Transport und Lagerung abrufbar.

Beide Anwendungen sind lauffähig unter Windows, datenbankfrei, netzwerkfähig und als CD-ROM-Anwendung verfügbar. Vorausgesetzt wird ein 80 486 Prozessor mit mindestens 8 MB Arbeitsspeicher.

Die Nutzung ist für den öffentlich-rechtlichen Bereich des Landes Nordrhein-Westfalen kostenfrei. Anderen Bundesländern ist die kostenlose Datennutzung im öffentlich-rechtlichen Bereich über die GSBL-Vereinbarung (**G**emeinsamer **S**toffdatenpool des **B**undes und der **L**änder) ebenfalls möglich.

3.2.5. *Keudel*

Gefährliche Stoffe 97
Erste Hilfe 97
MET 97

Die Datenbank „Gefährliche Stoffe“ bietet Schnellinformation für den Feuerwehreinsatz mit Gefahrstoffen. Erstmals veröffentlicht im Jahre 1987, liegt mit der aktuellen Version 97 nun die 10. Auflage vor.

Geboten werden chemische Stoffdaten für den Feuerwehreinsatz unter den Aspekten Gefahrenbeschreibung und Gefahrenbeseitigung. Die Datenbank enthält Informationen zu Maßnahmen bei Feuer und Leckage mit Angabe von Atem- und Körperschutz, Beständigkeit von Schutzanzügen, Werkstoffbeständigkeit, Bindemittel, Löschmittel, Prüfröhrchen, Hersteller- und TUIS-Adressen und Literaturangaben.

Das Erweiterungsmodul „Erste Hilfe“ bietet als Ergänzung der Hinweise zur technischen Hilfeleistung der Datei „Gefährliche Stoffe“ Informationen für den Rettungsdienst und den Notarzt. Enthalten sind die wichtigsten Informationen zur Versorgung und Therapie der verunfallten und kontaminierten Personen im Rahmen der Rettungskette.

Das Ausbreitungsmodell für giftige Gase MET (Modell für Effekte mit toxischen Gasen) ermöglicht die Abschätzung der Wirkung giftiger Gase auf Menschen, die sich entweder im Freien oder im Schutz von Häusern aufhalten. Mit Hilfe der berechneten Szenarien können entsprechende Maßnahmen zur Evakuierung ergriffen werden.

Die aktuelle Vollversion 97 der Datei „Gefährliche Stoffe“ enthält mehr als 53 000 Suchbegriffe und über 4 200 Stoffdatenblätter. Die Hard- und Softwarevoraussetzungen entsprechen den Microsoft®-Richtlinien für Windows® 3.1 / 3.11 / 95 / NT.

Updates erfolgen einmal jährlich, wobei das System warnt, wenn mit veralteten Daten gearbeitet wird und somit auf die Notwendigkeit der Aktualisierung hinweist.

3.2.6. *Medizinisches Informations-System (Micromedex®)*

Das Medizinische Informations-System bietet die Möglichkeit, durch die Kombination von verschiedenen Einzeldatenbanken aus dem Micromedex-System umfassende Informationsmöglichkeiten auf dem Gebiet Arzneimittelinformation sowie Toxikologie und Notfallmedizin zu erhalten.

So bietet das **Poisindex®**-System Informationsmöglichkeit zu 750 000 pharmazeutischen und biologischen Substanzen mit Auskunft über Notfalldiagnose und Behandlung, insbesondere lebenserhaltende Sofortmaßnahmen, klinische Effekte und Laborparameter. Das **Poisindex®**-System wurde entwickelt vom Rocky Mountain Poison and Drug Center und dem University of Colorado Health Science Center und findet weltweit Anwendung.

Im **Drugdex®**-System sind 1 600 Arzneistoffmonographien mit ausführlichen pharmakokinetischen und -dynamischen Informationen enthalten.

Mit dem **Emergindex®**-System ist eine Notfalldatenbank enthalten, die neben 17 250 Abstracts aus der Notfall-Literatur auch Möglichkeiten der Diagnose und Behandlung, sowie Fallbeschreibungen mit Differentialdiagnosen bietet.

Auch das **Tomes®**-System (s.u.) kann im Rahmen des Medizinischen Informations-Systems bezogen werden.

Außer den bereits genannten werden noch weitere Datenbanken mit Informationen zu Pharmakologie und Toxikologie angeboten, wie z.B. **Drug-Reax®**, **Kinetindex®**, **Reprotex®**, **Reprorisk®** u.a.

Durch vierteljährliche Updates wird gewährleistet, dass stets mit aktuellen Daten gearbeitet wird und neue wissenschaftliche Erkenntnisse Berücksichtigung finden.

3.2.7. *RESY – Rufbereitschafts- und Ersteinsatzinformations-System*

RESY ist das Ergebnis eines gemeinsamen Forschungs- und Entwicklungsprojektes der Partner des Verwaltungsabkommens Ölunfälle See/Küste und des Umweltbundesamtes (UBA) zur Entwicklung eines überregional nutzbaren DV-gestützten Rufbereitschafts- und Ersteinsatzsystems für Gefahrstoffinformation im Bereich der deutschen Seeschiffahrtsstraßen, Küsten und Häfen.

Das System wird seit 1987 bei der Umweltbehörde Hamburg entwickelt und gepflegt.

Im Laufe des Jahres 1991 wurde der Versuchsbetrieb mit einer neuen, von einer Anwenderfachgruppe entwickelten Benutzeroberfläche und einem, in erster Linie aus Beständen des Umweltbundesamtes, wesentlich erweiterten Stoffdatensatz aufgenommen. 1994 wurde RESY für den bundesweiten Einsatz freigegeben und

wird seitdem kommunalen und hoheitlich tätigen Dienststellen kostenfrei zur Verfügung gestellt. Seit Mai 1996 können auch kommerzielle Interessenten diese Software bei der Umweltbehörde Hamburg gegen eine Kostenbeteiligung beziehen.

RESY enthält rund 2 600 Stoffe mit über 13 000 Synonymen, darunter alle Stoffe des IMDG-Codes (International Maritime Dangerous Goods Code) sowie stark wassergefährdende Einzelstoffe und Chemikalien, die in deutschen Häfen als Massengut umgeschlagen werden.

RESY soll als universell einsetzbares, robustes und vollständig unabhängiges System auf Laptops für den flexiblen Ersteinsatz vor Ort anwendbar sein. Es soll für alle Einsatzkräfte ein identisches Informationspaket bereitstellen; die Einzelinformationen werden für alle Stoffe an stets identischer Position auf dem Bildschirm abgebildet.

Auf sieben Bildschirmseiten sind über 100 Einzelangaben zu Stoffeigenschaften, Regelwerken, Gefahren und Ersteinsatzmaßnahmen komprimiert dargestellt. Wo vertiefende Zusatzangaben nötig erscheinen, wird in Fenstertechnik mit einer zweiten Informationsebene gearbeitet.

Die Datenpflege durch den Anwender ist in Form von stoffbezogenen Einsatzprotokollen möglich; zusätzlich existiert eine pflegbare Adressendatei über Transport- und Entsorgungsbetriebe.

Voraussetzung für die Arbeit mit RESY ist ein IBM-kompatibler PC oder AT mit integrierter Festplatte. Als Betriebssystem muss MS-DOS 3.30 oder höher verwendet werden, ein Farbmonitor ist nicht zwingend nötig.

Für das Programm müssen 14 MB freier Speicherplatz auf der Festplatte zur Verfügung stehen, sowie 400 kB Arbeitsspeicher. Lediglich für den ersten Start nach der Installation benötigt RESY 540 kB RAM, da erforderliche Indexdateien aufgebaut werden müssen.

3.2.8. SIGEDA

Bei SIGEDA handelt es sich um ein Informationssystem, das unter der wissenschaftlichen Leitung von Dipl.- Chem. Karl Birett und Dr. Helmut Vogler im Zentralen Referat für Chemische Sicherheit der Siemens AG in München entwickelt wurde.

Es enthält 4 200 gefährliche Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse mit jeweils bis zu 200 Datenfeldern sowie Zugriffsmöglichkeiten über ca. 10 000 Bezeichnungen oder verschiedene Klassifikationsnummern, wie z.B. CAS-Nummer, EWG-Nummer, RTECS-Nummer u.a.

Die Daten sind in zehn Info-Gruppen unterteilt:

- Basisdaten
- Physikalisch-chemische Daten
- Gefahreinstufungen
- Grenzwerte
- Gesundheitsschutz (Toxizität und Soforthilfe-Maßnahmen)
- Vorbeugende Schutzmaßnahmen
- Gefahrguttransport
- Umweltschutz
- Maßnahmen im Schadensfall
- Analytik

SIGEDA bietet die Möglichkeit, komplett ausgefüllte Betriebsanweisungen zu erstellen, die den Anforderungen des Nutzers entsprechend individuell bearbeitet werden können. Für alle Gefahrstoffe besteht die Möglichkeit, das spezielle Sicherheitdatenblatt nach § 14 und Anhang I Nr. 5 GefStoffV abzurufen und aus-zudrucken.

Im „Schnellinfo Arzt“ sind selektierte und aufbereitete Informationen abrufbar, so z.B. physikalisch-chemische Stoffdaten, Wirkungsweisen und toxikologische Relevanz und Hinweise zur Ersten Hilfe. Für Sicherheits-Fachleute bietet das „Schnellinfo Sicherheit“ entsprechende Informationen.

Systemvoraussetzungen für SIGEDA sind ein PC 486 oder Pentium mit Windows 3.1 oder Windows 95 und CD-ROM-Laufwerk. Es werden 8 MB Arbeitsspeicher empfohlen. Updates erfolgen vierteljährlich, sind allerdings nicht im Preis enthalten.

3.2.9. TOMES Plus

TOMES Plus enthält als wissenschaftliches Gefahrstoff-Informationssystem mehr als 100 000 Stoffmonographien mit ausführlichen toxikologischen und arbeitsmedizinischen Informationen. Die Datenbank richtet sich an die chemische und pharmazeutische Industrie, an Vergiftungszentralen, Transportunternehmen, Umweltbehörden, Sicherheitsbehörden und Feuerwehren.

TOMES Plus setzt sich aus 12 verschiedenen Datenbanken zusammen:

MEDITEXT enthält Therapierichtlinien für den Arzt zur Behandlung von Patienten nach Chemikalienexposition.

HAZARDTEXT enthält Informationen zum sicheren Umgang mit Gefahrstoffen sowie Verhaltensmaßnahmen nach Gefahrstoffunfällen.

SARATEXT liefert medizinische Fallberichte zu Gefahrstoffunfällen.

INFOTEXT bietet allgemeine Informationen zur Berufs- und Arbeitsmedizin.

RTECS from NIOSH bietet toxikologische Informationen zu mehr als 100 000 Chemikalien.

NIOSH Pocket Guide ist das Handbuch für Chemieunfälle des National Institute for Occupational Safety and Health.

HSDB from NLM (Hazardous Substance Database) wird herausgegeben von der National Library of Medicine der USA. Sie enthält toxikologische Bewertungen von ca. 4 000 Chemikalien.

DOT Emergency Response Guides gibt Auskunft über Sofortmaßnahmen zur Bekämpfung von Bränden, Explosionen und Chemieunfällen.

OHM/TADS enthält Informationen zu Reaktionen und Maßnahmen bei Umweltverseuchung durch Erdöl und Erdölprodukte.

CHRIS from U.S. Coast Guard enthält Richtlinien zur Bekämpfung der Unfallfolgen bei Gefahrguttransporten.

IRIS from EPA dient der Risikoabschätzung bei Umweltbelastung durch Chemikalien.

New Jersey Hazardous Substance Fact Sheets from New Jersey Department of Health enthält arbeitsmedizinische Daten des New Jersey Department of Health zu über 700 gefährlichen Substanzen.

TOMES Plus benötigt mindestens einen 386er Prozessor und läuft unter MS-DOS ab Version 3.2 mit internem oder externem CD-ROM-Laufwerk. Ebenso ist eine Windows-Version verfügbar. Es sind mindestens 420 kB freier Speicherplatz nötig, sowie 10 MB auf der Festplatte.

3.2.10. WEKA Praxissoftware Gefahrstoffe

Die „Praxissoftware Gefahrstoffe“ des Augsburger WEKA Fachverlags für technische Führungskräfte richtet sich insbesondere an Anwender, die gesetzliche Bestimmungen und Pflichten erfüllen müssen.

Neben Basisdaten zu über 2 000 Gefahrstoffen bietet sie die Möglichkeit zur individuellen Stoffdatenverwaltung und enthält die wichtigsten gesetzlichen Formulare.

Es besteht die Möglichkeit zur Erstellung von Betriebsanweisungen, EG-Sicherheitsdatenblättern, Unfallmerkbältern und von Formularen des neuen betrieblichen Gefahrstoffkatasters.

Die WEKA-Datenblätter enthalten Informationen zu den einzelnen Gefahrstoffen in ihrem Informationssystem. Sie sind unterteilt in mehrere Hauptabschnitte, so dass in jedem Datenblatt gesuchte Angaben an der gleichen Stelle vorzufinden sind:

- Stoffidentifikation
- Chemische und physikalische Daten
- Allgemeine Sicherheitsratschläge

- Gesundheitliche Gefahren am Arbeitsplatz
- Reaktion mit anderen Stoffen
- Toxikologische Daten
- Gefahren für die Umwelt
- Kennzeichnung für Inverkehrbringen und Umgang
- Einstufung von Zubereitungen
- Verbote und Beschränkungen
- Zuordnungen nach anderen Vorschriften
- Technische Maßnahmen
- Medizinische Maßnahmen

Die Medizinischen Maßnahmen sind unterteilt in Erste-Hilfe-Maßnahmen sowie Hinweise für den Arzt, die auf den Maßnahmen zur Ersten Hilfe aufbauen.

Als Hard- und Softwarevoraussetzungen gelten ein Personalcomputer ab 80 386 Prozessor mit Windows ab Version 3.1. Auf der Festplatte werden ca. 18 MB freier Bereich benötigt zuzüglich Speicherplatz für Formulare und Benutzerstoffe. Als Arbeitsspeicher sollten mindestens 4 MB zur Verfügung stehen.

	CHEMIS	Gefahrgut CD-ROM	Giftliste PC	IGS	Keudel
Anzahl der aufgeführten Substanzen	8 000 Einzelstoffe, 4 000 Zubereitungen	Hommel: 1 700 CHEMDATA: 18 000; Einsatzakten: 2 500; BAG: 76 000; SUVA: 257; Chemikalien-Katalog: 11000;	ca. 10 000	14 000	> 4 200
Zugangsweg	Stoffname, Nummern, Teilnamen, Summenformel, Stoffbeschaffenheit, Verwendungsbereich, Kennzeichnung	Warntafel, UN-Nr., Stoffname, CAS-Nr., ADR-RID-Klassifizierung, IMDG-Klassifizierung, BAG T/G-Nr., Abfall-Code (CH)	Stoffname, UN-Nr., CAS-Nr., Index-Nr., EWG-Nr., RTECS-Nr.	Stoffname, Synonyme, Handelsname, Summenformel, Stoffnummern, Merkmale	Stoffname, Synonyme, Produktname, Kürzel in versch. Sprachen, UN-, CAS-, Gefahr-Nr., Gefährzettel, Abfallschlüssel (im Aufbau)
Sprache	deutsch/englisch	deutsch/englisch/französisch	deutsch	deutsch	deutsch
Synonyme/Suchbegriffe		keine Angaben	keine Angaben	43 000	> 53 000
Datenpflege/ Updates	1-2 x jährlich, kostenfrei	1 x jährlich, im Preis enthalten	1-2 x jährlich je DM 198.-	2 x jährlich kostenfrei über GSBL	1 x jährlich Gef.Stoff. 1750.- Erst.Hilf. 1250.- MET 975.-
Progr.art	DOS	DOS	Windows	DOS	Windows
Systemanforderung	MS-DOS 5.0 oder höher, mind. 70 MB Speicherplatz auf der Festplatte	mind. 2 MB Festplatte, 640 kB RAM, CD-ROM-Laufwerk mit MSCDEX ab 2.0	PC 386, besser 486; CD-ROM-Laufwerk; 4 MB RAM; ab WIN 3.1	PC 486 mind. 8 MB Arbeitsspeicher CD-ROM-Laufwerk	PC gemäß WIN 3.1/3.11/95/NT Speicherplatz Gefährl.Stoffe 40 MB; Erste Hilfe 15 MB
Datenträger d. Software	Festplatte	CD-ROM	CD-ROM	CD-ROM	Festplatte
Kosten	DM 250.-	komplett DM 14 430.-	Einzelpreis DM 398.-; im Abonnement DM 298.- (+ Updates)	kostenlos über GSBL (Gemeinsamer Stoffdatenpool des Bundes und der Länder)	Gef.Stoffe 7 750.- Erste Hilfe 2 900.- MET 2 950.- Ges. 13 600.- zzgl. MwSt.

	Med. Informationssystem	RESY-B	SIGEDA	TOMES Plus	WEKA-Praxissoftware
Anzahl der aufgeführten Substanzen	Poisindex: 750 000	2 600, incl. alle Stoffe d. IMDG-Codes	4 200	ca. 100 000	2 000
Zugangsweg	Stoffname, CAS-Nr., UN-Nr., STCC-Nr., RTECS-Nr., Synonyme	UN-Nr.; Name; CAS-Nr.; Fragmentsuche	Stoffname, CAS-Nr., EWG-Nr., RTECS-Nr., Index-Nr., UN-Nr.	Stoffname, CAS-Nr., NA-Nr., RCRA-Nr., RTECS-Nr., STCC-Nr., UN-Nr.	Stoffname, CAS-Nr., Index-Nr., EWG-Nr., UN-Nr., Summenformel
Sprache	englisch	deutsch	deutsch	englisch	deutsch
Synonyme/Suchbegriffe	keine Angaben	> 13 000	ca. 10 000	keine Angaben	keine Angaben
Datenpflege/Updates	4x jährlich, in Gebühr enthalten	2 x jährlich, bei kommerz. Nutzung DM 200.-	4 x jährlich je DM 128.-	4 x jährlich im Preis enthalten	3 x jährlich je DM 192.-
Progr.art	Windows/DOS	DOS	Windows	DOS/Windows	Windows
Systemanforderung	PC 486; MS-DOS ab 3.2. od. WIN 3.XX/95/NT; CD-ROM-Laufwerk; min. 530 kB Hauptspeicher; ab 15 MB Festplatte	MS-DOS 3.30 oder höher, 14 MB Festplatte, 540 kB RAM	PC 486 od. Pentium, WIN 3.1. od. WIN 95, CD-ROM-Laufwerk, 8 MB RAM	PC 386, ab MS-DOS 3.2 od. WIN 3.x; 4 MB Hauptspeicher, 10 MB Festplatte, CD-ROM-Laufwerk	PC ab 386, Windows ab 3.1; 18 MB Festplatte, mind. 4 MB RAM
Datenträger d. Software	CD-ROM	Festplatte	CD-ROM	CD-ROM	Festplatte
Kosten	inges. ca. DM 20 000.- zzgl. Mwst. jährlich, inclusive vierteljährl. Updates	kostenfrei für kommunale, hoheitliche und schlicht hoheitliche Dienststellen, bei kommerzieller Nutzung DM 850.-	DM 498.-	Einzelpreis DM 6 061.- (zuzügl. MwSt.) pro Jahr inklusive vierteljährl. Updates	DM 792.-

3.3. Methodik

3.3.1. Testkriterien

Um eine einheitliche Beurteilung der Datenbanken zu gewährleisten, wurden Kriterien festgelegt, nach denen die einzelnen Datenbanken getestet werden konnten.

So wurde zunächst die an die Feuerwehr gerichtete Information bewertet. Hierbei wurden einzelne Gesichtspunkte getrennt beurteilt.

1. Eigenschutz:

Hier wurden Informationen berücksichtigt, die den Eigenschutz des zum Einsatz kommenden Personals betreffen, so z.B. Informationen über die Eignung von Schutzanzügen, Erfordernis von Atemschutz oder die Beachtung von besonderen Maßnahmen wie etwa bei Intoxikationen mit Organophosphaten.

2. Ausbreitung:

Es wurde untersucht, ob Aussagen getroffen werden, die Rückschlüsse auf die mögliche Ausbreitung des Stoffes zulassen. Dabei kam es nicht nur darauf an, ein Modell zur Ausbreitungsberechnung zu liefern, sondern auch auf besondere Merkmale eines Stoffes hinzuweisen (z.B. schwerer als Luft), die die Ausbreitung beeinflussen.

3. Evakuierung:

Unter diesem Punkt sollte darüber informiert werden, ob und in welchem Bereich im Falle eines Produktaustritts Evakuierungsmaßnahmen ergriffen werden müssen.

4. Spezifische Gefahrenabwehr:

Hier sollten Hinweise enthalten sein, die Maßnahmen der Gefahrenabwehr durch die Feuerwehr bei Brand, Explosion, Leckage o.a. betreffen. Geeignete Löschmittel sollten ebenso erwähnt werden wie beispielsweise besondere Bindemittel oder aber Substanzen, die keinesfalls mit dem ausgetretenen Stoff in Berührung kommen dürfen. Gleichfalls sollte Berücksichtigung finden, welche Materialien gegen den ausgetretenen Stoff resistent sind, um unter anderem entscheiden zu können, welche Auffangbehälter geeignet sind.

5. Spezielle Dekontaminationsmaßnahmen:

Es wurde überprüft, inwieweit Informationen vorhanden sind, die Maßnahmen zur Dekontamination von kontaminierten Personen, Gebieten oder Einsatzrüstung betreffen.

Die Qualität der medizinischen Informationen wurde anhand von drei Einzelkriterien beurteilt:

6. Spezifische Erste-Hilfe-Maßnahmen:
Dabei wurde besonderer Wert auf eindeutige Informationen für den Ersthelfer gelegt. Die genannten Maßnahmen sollen eine adäquate Basisversorgung gewährleisten und den Zeitraum bis zur Versorgung des Patienten durch einen Arzt bestmöglich überbrücken.

7. Spezifische Behandlungsmöglichkeiten:
Dieser Abschnitt soll den behandelnden Arzt über spezifische Behandlungsmöglichkeiten (Medikamente, Antidota) am Einsatzort informieren.
Da das Wissen über Vergiftungen auch bei Ärzten häufig zu wünschen übrig lässt, sollten hier alle wesentlichen Aspekte der Notfalltherapie enthalten sein.

8. Hinweis auf die klinische Versorgung:
Hierbei soll geklärt werden, ob für die weitere Versorgung des Patienten im Krankenhaus besondere Therapierichtlinien zu beachten sind oder ob spezielle Untersuchungen in die Wege geleitet werden müssen (Monitoring, Laborparameter).

Des Weiteren wurden die Datenbanken auch unter allgemeinen Gesichtspunkten untersucht:

9. Gefahrenpotential:
Es soll darüber informiert werden, welche Konsequenzen aus dem Freiwerden eines bestimmten Stoffes entstehen, wie hoch die von einer Substanz ausgehende Gefahr einzustufen ist oder ab welcher Menge ein Produkt schädliche Wirkungen hat.

10. Selektion der im Schadensfall relevanten Daten:
Es wurde beurteilt, ob die Möglichkeit besteht, auf Daten, die im Schadensfall sofort zugänglich sein müssen, gesondert zuzugreifen und weitergehende Informationen bei Bedarf nachzufordern.

11. Bedienerfreundlichkeit:
Hierbei flossen in die Bewertung mit ein, welcher Zeitbedarf angesetzt werden muss, um mit der Bedienung des Programms vertraut zu werden bzw. wie zeitaufwändig sich die eigentliche Recherche gestaltet.

12. Datenschnittstelle:
Es wurde geprüft, welche Möglichkeiten zum Export von Daten bestehen. So wurde ein Drucker mit ausreichend (=0) bewertet, die Möglichkeit, Daten über ein Fax zu verschicken, mit gut (=1) und ein zusätzliches Modem, mit dem die Datenübertragung von PC zu PC ermöglicht wird, mit sehr gut (=2).

Die einzelnen Bewertungskriterien wurden mit Multiplikatoren versehen, um sie entsprechend ihrer Bedeutung zu gewichten (s. Tabelle 3.2.).

Um eine allzu große Streuung zu vermeiden, wurde ein Bewertungsschlüssel mit nur fünf Stufen verwendet (s. Tabelle 3.3.).

	Faktor
Informationen für die Feuerwehr	
1) Eigenschutz	3
2) Ausbreitung	3
3) Evakuierung	1
4) Spezifische Gefahrenabwehr	3
5) Spezielle Dekontaminationsmaßnahmen	3
Medizinische Maßnahmen	
6) Spezifische Erste-Hilfe-Maßnahmen	5
7) Spezifische Behandlungsmöglichkeiten	5
8) Hinweis auf klinische Versorgung	3
Allgemeine Informationen	
9) Gefahrenpotential	5
10) Selektion der im Schadensfall relevanten Daten	5
11) Bedienerfreundlichkeit	3
12) Datenschnittstelle	1

Tabelle 3.2.: Multiplikatoren

-2	-1-	0	1	2
nicht vorhanden	mangelhaft	ausreichend	sehr gut	gut

Tabelle 3.3.: Bewertungsschlüssel

3.3.2. Testsubstanzen

Die Beurteilung der Datenbanken erfolgte an jeweils sieben Substanzen, an denen die festgelegten Kriterien untersucht werden sollten. Dabei wurden einerseits Stoffe ausgewählt, die häufig verwendet werden und deren Beteiligung im Schadensfall somit eher wahrscheinlich ist, andererseits Substanzen, die seltener zum Einsatz kommen, deren Gefahrenpotenzial im Falle des Freiwerdens aber nichtsdestoweniger bedeutend ist.

Häufig verwendete Substanzen	Seltener verwendete Substanzen
<ul style="list-style-type: none">• Chlorgas• Ammoniak• Schwefelwasserstoff• Schwefelsäure	<ul style="list-style-type: none">• Sarin• Phosgen• Acrylnitril

Tabelle 3.4.: Testsubstanzen

• *Chlorgas*

Chlor wird zur Herstellung anderer Chemikalien verwendet, wie z.B. Tetrachlorkohlenstoff, Trichlorethylen, Pestizide, Herbizide, Vinylchlorid, PVC, Neopren u.a.

Es dient als wichtiges Reagenz in der synthetischen Chemie.

Chlor ist Bestandteil von Bleichmitteln, Deodorants und Desinfektionsmitteln.

Auch in der Papierherstellung und der Metallverarbeitung wird Chlor eingesetzt.

Es dient der Reinigung von Trinkwasser und von Wasser in Schwimmbädern, der Aufbereitung von Industrieabwässern und anderen Desinfektionszwecken.

Verschiedentlich wird Chlor auch bei der Herstellung von Pharmaka, Kosmetika und Nahrungsmittelzusätzen verwendet. Es ist in Hydraulikflüssigkeiten und manchen Batterien enthalten.

Als Giftgas diente es militärischen Zwecken. Aufgrund seiner Reaktionsfreudigkeit mit anderen Chemikalien kommt Chlor nicht frei in der Natur vor. Im Haushalt kann Chlorgas frei werden, wenn Toilettenreiniger, Abflussreiniger oder ähnliche Substanzen mit Bleiche gemischt werden. Chlorgas greift Augen, Haut und Schleimhäute an. Symptome nach Exposition sind Brennen von Augen, Nase und Mund, Tränenfluss, laufende Nase, Übelkeit und Erbrechen, Kopfschmerzen, Schwindel, Bewusstlosigkeit und Dermatitis. Husten, retrosternale Schmerzen, Hypoxämie, Pneumonie, Bronchospasmus und Lungenödem können durch die Chlorgasexposition ebenso ausgelöst werden.

Die pulmonalen Symptome können sofort auftreten oder nach einer gewissen Latenzzeit folgen. Häufig ist mit einer bleibenden Einschränkung der Lungenfunktion zu rechnen.

• *Ammoniak*

Ammoniak ist unter normalen Bedingungen ein farbloses Gas mit einem intensiv stechenden Geruch (Salmiakgeist) und lässt sich unter erhöhtem Druck verflüssigen. Verflüssigt und in Form von Ammoniakverbindungen ist Ammoniak eines der

wichtigsten Düngemittel. Außerdem wird es in Kompressions- und Absorptionskälteanlagen verwendet. Ammoniak benötigt man ebenfalls zur Herstellung von Aziden, aliphatischen und aromatischen Aminen, Säureamiden, Salpetersäure, Nitraten u.a.. Ferner wird es zur Neutralisation von Säuren eingesetzt.

Auch als Haushaltsreiniger ist Ammoniak weit verbreitet.

Verflüssigtes Ammoniak, konzentrierte wässrige Ammoniaklösungen sowie gasförmiges Ammoniak in höheren Konzentrationen wirken auf Haut, Schleimhäute und Augen stark ätzend. Verflüssigtes Ammoniak kann außerdem bei Hautkontakt Erfrierungen hervorrufen.

Ammoniak wirkt als Reizgas vorwiegend auf die Atmungsorgane und kann zu einem lebensbedrohlichen Erstickungszustand durch Kehlkopfschwellung und Lungenödem führen. Diese Symptome können auch nach einer Latenzzeit von bis zu 48 Stunden auftreten.

• *Schwefelwasserstoff*

Schwefelwasserstoff wird in der Landwirtschaft sowie in Brauereien und Gerbereien verwendet. Auch zur Klebstoffherstellung, bei der Vulkanisierung von Gummi, bei Metallverarbeitungsprozessen, zur Erdöl- und Erdgasförderung und -verarbeitung und zur Produktion von schwerem Wasser (für Kernreaktoren) wird Schwefelwasserstoff benötigt. Schwefelwasserstoff wird ebenso in Schlachthöfen, Rübenzuckerfabriken, in der analytischen Chemie und in der Farbstoffherstellung angetroffen.

In der Natur findet man unterirdische Emissionen von Schwefelwasserstoff, wie z.B. in Brunnen, Höhlen, Quellen und Zechen. Außerdem wird Schwefelwasserstoff in Vulkanen frei und bei der bakteriellen Zersetzung von Schwefel im Boden und im Gastro-Intestinal-Trakt.

Schwefelwasserstoff ist ein hochgiftiges, entzündliches, farbloses Gas, das durch die Verwesung organischen Materials entsteht, und riecht in niedriger Konzentration nach faulen Eiern. Über 50 bis 150 ppm wird jedoch der Geruchssinn gelähmt und der Geruch somit nicht mehr wahrgenommen. Bei hohem Druck und niedriger Temperatur liegt Schwefelwasserstoff als Flüssigkeit vor.

Exposition bei Konzentrationen um 250 ppm führen zu Schleimhautirritationen, Konjunktivitis, Lichtscheu, Tränenfluss, Rhinitis, Bronchitis, Zyanose und Lungenödem.

Bei Konzentrationen von 250 bis 500 ppm kommt es außerdem noch zu Kopfschmerzen, Übelkeit, Erbrechen, Durchfall, Schwindel, Amnesie, Benommenheit, Palpitationen, Tachykardie, Hypotension, Muskelkrämpfen, Schwäche, Desorientiertheit und Bewusstlosigkeit. Höhere Konzentrationen können zu Atemlähmung, Krampfanfällen und schließlich zum Tod führen.

• *Schwefelsäure*

Schwefelsäure ist eine der am Häufigsten verwendeten und meistproduzierten Chemikalien. Sie wird in der Herstellung von Essigsäure, Zitronensäure, Aluminiumsulfat, Bariumsulfat, Kupfersulfat, Phenol, Kunstdünger, Sprengstoff, Kunstfasern, Pharmaka, Reinigungsmitteln, Klebstoff, Farbe, Papier u.a. benutzt. Schwefelsäure dient in Akkumulatoren als Elektrolyt und wird in der Raffinerie von Mineral- und Pflanzenöl benötigt. Auch in der Herstellung oder Verarbeitung von Leder, Pelzen, Wolle und Uran findet Schwefelsäure Verwendung; des Weiteren

ren bei der Metallverarbeitung, bei der Herstellung von Kunststoffen und in Petroleum-Raffinerien.

Schwefelsäure entsteht im Smog durch die photochemische Oxidation von Schwefeldioxid zu Schwefeltrioxid und die nachfolgende Reaktion mit Wasser.

Schwefelsäure ist ein Hauptbestandteil des sauren Regens. Schwefelsäure greift Haut, Augen, Nase, Schleimhäute, Atemwege und den Gastrointestinal-Trakt an, bzw. jedes Gewebe mit dem es in Berührung kommt. Nach oraler Aufnahme kommt es zu Nekrosen und Perforationen im Magen-Darm-Trakt, die typischerweise im Magen und im Darm ausgeprägter sind als im Ösophagus. Bei Inhalationstraumata treten Husten, Niesen, reflektorischer Bronchospasmus, Dyspnoe und Lungenödem auf.

Plötzliches Kreislaufversagen, Glottisödem, Magenperforation oder Magenblutungen können zum Tod führen. Bei geringerer Expositions-dosis kommt es zu Irritationen von Augen, Haut, Schleimhäuten, der Atemwege und des Verdauungstraktes. Chronische Exposition führt zu Beeinträchtigung der Lungenfunktion, chronischer Bronchitis, Konjunktivitis, Emphysem, häufigen Atemwegsinfektionen, Gastritis, Schädigungen des Zahnschmelzes und möglicherweise zu bösartigen Neubildungen der oberen Atemwege.

• *Sarin*

Sarin ist eine Organophosphatverbindung mit extrem schnellem Wirkungseintritt und dient als chemischer Kampfstoff. Es zählt zu den Cholinesterase-Inhibitoren und hemmt sowohl die Erythrozyten- als auch die Plasmacholinesterase.

Sowohl orale Aufnahme, als auch Inhalation und Resorption über die Haut führen zur Vergiftung. Ein kleiner Tropfen der flüssigen Substanz auf der Haut kann bereits zum Tod führen. Nach Exposition kommt es zu bleibenden Veränderungen im Elektroenzephalogramm (EEG).

Die Symptome der Intoxikation mit Organophosphaten beruhen auf einem Acetylcholin-Überschuss an den muskarinischen und nikotinischen Rezeptoren und den Rezeptoren im ZNS: Muskarinische Effekte sind Schwitzen, Speichelfluss, Steigerung der Bronchialsekretion, Miosis, Bradykardie, Hypotension, Erbrechen und Durchfall, Bronchokonstriktion und Stuhl- und Harninkontinenz.

Zu den nikotinischen Symptomen zählen Faszikulationen und Muskelschwäche (einschließlich des Zwerchfells), Tachykardie, Hypertension und Mydriasis.

Im ZNS zeigen sich die Auswirkungen der Cholinesterase-Hemmstoffe durch Ruhelosigkeit, Angstgefühle, Kopfschmerzen, Krampfanfälle und Bewusstlosigkeit.

Effekte im ZNS können sich langsam zurückbilden oder aber irreversibel sein.

• *Phosgen*

Phosgen ist ein farbloses Gas, das bei 0 bis 8 Grad Celsius zu einer farblosen bis hellgelben Flüssigkeit kondensiert. Wegen seiner großen Reaktionsfähigkeit ist Phosgen ein bedeutender Ausgangsstoff für die Herstellung von Zwischen- und Endprodukten in vielen Bereichen der chemischen Industrie.

Es wird z.B. verwendet zur Chlorierung, Einführung der CO-Gruppe und zur Dehydratisierung bei der Herstellung von Isocyanaten, Metallchloriden, Polycarbonaten, Farbstoffen, Herbiziden und Insektiziden.

Phosgen bildet sich bei der Zersetzung von Chlorkohlenwasserstoffen und deren Dämpfen bevorzugt an heißen oder glühenden Teilen und offenen Flammen. Unter der Einwirkung von Licht entwickeln sich auch bei Raumtemperatur geringe Mengen Phosgen. Zu den Chlorkohlenwasserstoffen gehören z.B. Trichlorethen („Tri“), Tetrachlorkohlenstoff („Tetra“), Trichlorethan, Methylenchlorid und Chloroform.

Mit Phosgenbildung ist zu rechnen beim Schweißen von Werkstücken, die mit Chlorkohlenwasserstoffen oder deren Zubereitungen, z.B. einigen Kaltreinigern, entfettet werden.

Phosgen ist als sehr giftig eingestuft und greift v.a. Lunge, Augen und Haut an. Symptome einer Phosgen-Vergiftung können mit einer Latenzzeit von bis zu 72 Stunden auftreten und beinhalten schwere Atemnot, Lungenödem, Husten, schaumiges Sputum, Zyanose und Angstzustände. In einzelnen Fällen kam es zu Herzversagen als Komplikation eines schweren Lungenödems. Selbst kurze Exposition bei Konzentrationen über 50 ppm kann schnell zum Tod führen. Längere Exposition bei niedriger Konzentration (z.B. 3 ppm über 170 min.) kann ebenfalls tödlich enden.

Ab 3 ppm kommt es zur Schädigung der oberen Atemwege. Unter 3 ppm treten die Symptome häufig erst nach einer Latenzzeit von 24 Stunden auf.

Flüssiges Phosgen führt zu Erfrierungen.

• *Acrylnitril*

Acrylnitril ist eine farblose, leicht brennbare, sehr reaktionsfähige Flüssigkeit mit einem schwach stechenden Geruch. Mit Wasser ist es nur geringfügig mischbar. Sowohl die Flüssigkeit als auch die Dämpfe sind giftig.

Acrylnitril wird wegen seiner großen Reaktionsfähigkeit als Ausgangsprodukt für zahlreiche organische Synthesen eingesetzt. Hauptsächlich wird es für die Polymerisation zur Polyacrylnitril-Kunstfaser und für die Mischpolymerisation mit Butadien und Styrol verwendet. Außerdem dient Acrylnitril als Schädlingsbekämpfungsmittel, insbesondere für die Vertilgung von Kornkäfern.

Acrylnitril wirkt beim Menschen giftig durch Einnahme der Flüssigkeit, Einatmen der Dämpfe sowie durch Resorption der Flüssigkeit und der Dämpfe über die Haut und die Schleimhäute. Flüssiges Acrylnitril und seine Dämpfe führen bei Berührung mit der Haut zu starken, ekzemartigen Reizungen mit Blasenbildung. Besonders gefährdet sind Augen und Schleimhäute. Diese Gefahren gehen auch von Acrylnitrillösungen aus.

Die Aufnahme geringer Mengen von Acrylnitril kann sich durch Müdigkeit, Übelkeit, Kopf- und Leibscherzen und Erbrechen bemerkbar machen.

Die Aufnahme größerer Mengen von Acrylnitril kann zu Bewusstlosigkeit, Krämpfen, Atemstillstand und schließlich zum Tode führen.

Es besteht starker Verdacht, dass Acrylnitril beim Menschen krebserzeugend wirkt.

3.3.3. Testpersonen und Testablauf

Für die Beurteilung der Datenbanken wurden Personen ausgewählt, die auch im Schadensfall auf die in den Datenbanken enthaltenen Informationen zurückgreifen müssten.

So testeten einerseits drei Ärzte, teils mit langjähriger Praxis in der Notfall- und Intensivmedizin und Qualifikation als Leitender Notarzt, teils mit einschlägigen Erfahrungen und Kenntnissen auf dem Gebiet der Katastrophenmedizin.

Auf der anderen Seite wurden zwei erfahrene Rettungsassistenten für die Beurteilung gewonnen, die den Informationsgehalt der Datenbanken aus der Sicht des Rettungsdienstes bewerteten.

Zunächst sollte sich jede der Testpersonen einen Überblick über Struktur und Aufbau der einzelnen Datenbanken verschaffen, wobei die Bedienung der Programme (Starten der Suche, Aufrufen der Unterpunkte usw.) einer mit dieser Aufgabe vertrauten Person überlassen blieb.

In einem zweiten Durchlauf wurden die einzelnen Testsubstanzen aufgerufen und die jeweiligen Datensätze nach den oben genannten Kriterien bewertet.

Die Punkte 1-5, Informationen für die Feuerwehr, wurden ebenfalls aus Sicht der Ärzte bzw. des Rettungsdienstpersonals beurteilt, unter Berücksichtigung der Tatsache, dass diese Informationen auch für medizinische Einsatzkräfte von Bedeutung sein können.

Die Bewertung der Punkte 10 (Selektion der im Schadensfall relevanten Daten), 11 (Bedienerfreundlichkeit) und 12 (Datenschnittstelle) erfolgte für jede Datenbank nur einmal für alle Substanzen, da sich hier keine substanzspezifischen Unterschiede ergeben.

3.4. Ergebnisse

Nachdem jeder Beurteiler die Datenbanken gesichtet und bewertet hatte, wurde die mittlere Punktzahl für die jeweiligen Kriterien unter Berücksichtigung der einzelnen Stoffe ermittelt und ein Gesamtergebnis erstellt, welches die Beurteilung aller sieben Stoffe beinhaltet. (Tabelle 3.4. – 3.11.)

Die Informationen für die Feuerwehr wurden aus der Sicht des Arztes bzw. des Rettungsdienstes beurteilt, wobei sich der Informationsbedarf von dem des Feuerwehrpersonals geringfügig unterscheidet.

Zum Eigenschutz gaben die meisten Datenbanken zumindest Auskunft darüber, ob Schutzanzüge und Atemschutz notwendig sind. Speziellere Informationen, wie z.B. Herstellerangaben zu den Schutzanzügen oder Details zu geeigneten Atemschutzgeräten waren nur bei wenigen Datenbanken zu finden.

Keudel bietet die Möglichkeit, als Zusatzinformation zu den Schutzanzügen eine Liste der Herstellerfirmen aufzurufen, auf der auch alle geeigneten Modelle aufgeführt sind. Sowohl TOMES als auch das Medizinische Informationssystem machen genaue Angaben zur Eignung von Schutzanzügen und Atemschutzgeräten und geben auch Auskunft über weitere Besonderheiten, wie z.B. bei Vergiftungen mit Kontaktgiften.

Als einzige Datenbank liefert Keudel mit dem Ausbreitungsmodul MET (Modell für Effekte mit toxischen Gasen) die Möglichkeit, Berechnungen zur wahrscheinlichen Ausbreitung aufzustellen. Hierfür sind Angaben zur Wetterlage, zur Menge des freigesetzten Stoffes und zum Freisetzungsmodus (Explosion, Leckage, Lachenverdampfung...) nötig.

Für die Bewertung wurde die Möglichkeit zur Berechnung der Ausbreitung nicht vorausgesetzt. Bereits allgemeine chemische und physikalische Stoffdaten, die Prognosen über die Ausbreitung ermöglichen, wurden berücksichtigt. Trotz der geringen Anforderungen wurde die Ausbreitung bei der Mehrzahl der Datenbanken schlecht bewertet, da oft jegliche Angaben fehlen, die Rückschlüsse über die Ausbreitung zulassen.

Hinweise zur Evakuierung gehen häufig nicht über die Feststellung hinaus, dass die Notwendigkeit der Evakuierung besteht. Werden weitere Angaben zu Evakuierungsmaßnahmen gemacht, so sind diese oft sehr allgemein gehalten („Personen nach Luv entfernen“, „Niederungen meiden“) und bieten keine spezifischen Informationen. Konkrete Zahlenangaben zu Evakuierungsradien liefern nur wenige der Datenbanken (Keudel, TOMES, Medizinisches Informationssystem). Keinerlei Berücksichtigung fanden Ausbreitung und Evakuierung lediglich bei der Giftliste.

Um auf das Freiwerden der unterschiedlichen Gefahrstoffe gezielt reagieren zu können, ist es nötig, dass darüber informiert wird, welche spezifischen Maßnahmen zur Gefahrenabwehr ergriffen werden sollen und was unbedingt beachtet werden muss. So sollte beispielsweise darauf hingewiesen werden, welche Löschmittel geeignet sind oder welche keinesfalls verwendet werden dürfen, um unerwünschte chemische Reaktionen zu vermeiden.

Außerdem sollten spezielle Bindemittel Erwähnung finden, und darüber informiert werden, welche Materialbeschaffenheit Auffangbehälter aufweisen müssen. Nur zwei der untersuchten Datenbanken erhielten für diesen Punkt gute Bewertungen (TOMES, Medizinisches Informationssystem) für umfassende Information. Alle anderen, darunter auch die häufig von den Feuerwehren verwendeten Programme (z.B. CHEMIS), schnitten deutlich schlechter ab.

Außer den bereits genannten Maßnahmen zur spezifischen Gefahrenabwehr sind für die Feuerwehr auch Kenntnisse über spezielle Dekontaminationsmöglichkeiten erforderlich. Hierbei sollten einerseits Maßnahmen zur Dekontamination kontaminierter Personen beschrieben werden, andererseits soll darüber informiert werden, was bei der Dekontamination von Gebäuden, Gegenständen oder Erdreich beachtet werden muss.

Im Allgemeinen waren die Angaben zur Dekontamination wenig spezifisch und lieferten gelegentlich nicht mehr als die Information, dass dekontaminiert werden müsse.

Die positive Ausnahme bildeten hier TOMES und das Medizinische Informationssystem, die bemüht sind, detailliertere Angaben zu machen und teilweise sogar Studienergebnisse zu verschiedenen Dekontaminationsmöglichkeiten zitieren.

Besonderer Wert wurde auf die klare Darstellung der medizinischen Maßnahmen gelegt. Im Idealfall sollte die gesamte Versorgung des Patienten vom Ersthelfer

über den Notarzt bis hin zur stationären Behandlung berücksichtigt werden. Dabei wurde auch bewertet, ob – falls vorhanden – für die einzelnen Substanzen spezifische Maßnahmen und Therapiemöglichkeiten Beachtung fanden.

Mögliche Erste-Hilfe-Maßnahmen werden zwar in fast jeder Datenbank erwähnt, jedoch sind die empfohlenen Maßnahmen gelegentlich wenig hilfreich („Schuhe und Strümpfe entfernen“). Detaillierte Informationen zur Ersten Hilfe bieten sowohl Keudel als auch TOMES und das Medizinische Informationssystem. Hier werden alle wesentlichen Schritte genannt, die für eine angemessene Erstversorgung der Patienten nötig sind, und damit die Voraussetzungen für die effiziente ärztliche Weiterbehandlung geschaffen.

Die Bewertung der spezifischen Behandlungsmöglichkeiten lässt erkennen, dass der Informationsgehalt der Hinweise für den Arzt bereits niedriger einzustufen ist.

Werden Medikamente genannt, die zur Behandlung der jeweiligen Intoxikation bzw. ihrer Symptome geeignet sind, so sind die Dosierungsangaben häufig ungenau oder fehlen ganz. Bis auf wenige Ausnahmen (Keudel, TOMES, Medizinisches Informationssystem) sind die Angaben zu den spezifischen Behandlungsmöglichkeiten so ungenau oder lückenhaft, dass eine angemessene Versorgung der Patienten anhand der in den Datenbanken enthaltenen Informationen nicht gewährleistet ist.

Die Hinweise zur klinischen Versorgung fallen in beinahe allen Fällen noch dürftiger aus oder fehlen vollständig. Lediglich TOMES und das Medizinische Informationssystem wurden für diesen Punkt mit gut bewertet.

Diese beiden Datenbanken weisen auf Laborparameter hin, die im Rahmen der stationären Versorgung kontrolliert werden sollten und erwähnen spezielle Untersuchungen, deren Durchführung wesentlich ist. Außerdem sind in diesen beiden Datenbanken auch Fallberichte enthalten sowie kurze Zusammenfassungen von Studienergebnissen.

Die schlechte Bewertung von RESY-B erklärt sich dadurch, dass diese Datenbank nur allgemeine medizinische Informationen zur Therapie von Vergiftungen bietet, die unabhängig von den einzelnen chemischen Substanzen gesondert aufgerufen werden müssen. Spezifischere Maßnahmen sind nur zu Giftklassen, nicht aber zu den jeweiligen Einzelstoffen abzufragen. Als Ergänzung zu diesen Angaben soll eine Liste der zur Verfügung stehenden Antidota dienen.

Auch CHEMIS erhielt für die medizinischen Informationen durchwegs schlechte Bewertungen. Dies sollte insbesondere bedenklich stimmen, da CHEMIS sehr häufig eingesetzt wird. Unabhängig von den Informationen für die Feuerwehr und den medizinischen Maßnahmen wurden auch allgemeine Informationen bewertet.

Zunächst sollten die untersuchten Datenbanken auch darüber informieren, welche Gefahr von einer bestimmten Substanz ausgeht. In fast allen Fällen wurde das Kriterium „Gefahrenpotenzial“ lediglich mit mittelmäßigen Werten beurteilt.

So wurde meist eine Aussage getroffen, ob ein Stoff sehr giftig, giftig oder weniger giftig ist. Allerdings fehlen Angaben darüber, ab welcher freigesetzten Menge von einer Substanz Gefahr ausgeht, welche Konzentrationen gesundheitliche

Beeinträchtigungen bei Menschen oder Tieren zur Folge haben bzw. Schäden in Ökosystemen hervorrufen.

Ein weiteres Bewertungskriterium war die Selektion der im Schadensfall relevanten Daten. Bei zehn von zwölf Datenbanken wird keine Auswahl getroffen, welche Informationen im Schadensfall dringend nötig sind und welche eventuell nur der zusätzlichen Information dienen. Die gesamten Angaben zur Substanz, über die recherchiert wird, müssen durchgesehen werden, um die jeweils relevanten Aussagen herausfiltern zu können.

Dafür ist in einigen Fällen, insbesondere bei TOMES, dem Medizinischen Informationssystem und der Gefahrgut-CD-ROM ein erheblicher Zeitbedarf anzusetzen.

Die positive Ausnahme stellt hier die Keudel-Datenbank dar. Die wesentlichen Informationen werden so zusammengefasst, dass der Ausdruck nur zwei DIN-A4-Seiten füllt. Werden weitere Informationen benötigt oder erwünscht, so können per Mausclick Zusatzinformationen angefordert werden. Auch SIGEDA versucht mit dem „Schnellinfo Sicherheit“ und dem „Schnellinfo Arzt“, dieses Prinzip zu verwirklichen. Allerdings ist der Informationsgehalt der „Schnellinfos“ zu gering, um als alleinige Informationsquelle zu dienen. Die Bewertung der Bedienerfreundlichkeit erfolgte unter Berücksichtigung verschiedener Einzelkriterien. Zunächst wurde bewertet, wieviel Zeit nötig ist, um eine ausreichende Vertrautheit mit der Bedienung der einzelnen Datenbanken zu erlangen.

So ist die Einarbeitungszeit für manche Datenbanken aufgrund übersichtlichen Aufbaus und eindeutiger Schaltflächen relativ gering (Keudel, SIGEDA, Giftliste, WEKA); bei anderen wiederum dauert es deutlich länger, den Weg zur erwünschten Information zu finden (Gefahrgut-CD-ROM, IGS, CHEMIS).

Außerdem floss auch der Zeitbedarf für die eigentliche Recherche mit in die Bewertung ein. Hierbei ist zu bemerken, dass Datenbanken wie TOMES und das Medizinische Informationssystem zwar eine Fülle an Information bieten, die Nachforschungen aber dadurch erheblich zeitaufwendiger werden. Auch die Tatsache, dass diese beiden Programme nur in Englisch verfügbar sind, trägt nicht zum Bedienerkomfort bei.

Bei der Gefahrgut-CD-ROM geht viel Zeit dadurch verloren, dass die verschiedenen Unterdatenbanken einzeln aufgerufen werden müssen, um alle verfügbaren Informationen zu erhalten.

Als letzter Punkt wurden die Möglichkeiten zur Informationsweiterleitung untersucht.

Bei allen Datenbanken ist es möglich, die Rechercheergebnisse auszudrucken; dies wurde mit ausreichend bewertet.

Keudel und SIGEDA bieten zusätzlich die Möglichkeit, die Daten direkt per Modem an ein Fax weiterzuleiten, ohne den Umweg über Papier nehmen zu müssen. Erstrebenswert wäre allerdings die direkte Datenübertragung von Rechner zu Rechner, die dem Empfänger ermöglicht, die Informationen nach eigenen Wünschen zu bearbeiten.

Addiert man für jede der Datenbanken die für die einzelnen Kriterien erzielten Punkte unter Berücksichtigung der jeweiligen Multiplikatoren (s. Tab. 3.2.), so lässt sich eine Rangliste erstellen (Tab. 3.12.).

Maximal erreichbar waren 80 Punkte, keine der Datenbanken schnitt jedoch mit „sehr gut“ ab. Mit „gut“ wurden drei der getesteten Programme bewertet: Keudel

mit der besten Bewertung und TOMES sowie das Medizinische Informationssystem mit annähernd gleichen Punktzahlen.

Zwar ist der Informationsgehalt der beiden Micromedex-Datenbanken deutlich höher anzusetzen als der der Keudel-Software; der wesentlich bessere Bedienerkomfort, die Vorselektion der wichtigen Daten sowie die besseren technischen Möglichkeiten verhalfen der letzteren jedoch zur höheren Bewertung.

Auch die Tatsache, dass TOMES und das Medizinische Informationssystem nur in englischer Sprache zur Verfügung stehen, schränkt den Kreis der Personen, die diese Datenbanken zur Recherche nutzen können, erheblich ein.

Die Gefahrgut-CD-ROM des Springer-Verlags erreichte mit bereits deutlich geringerer Punktzahl den Platz vier und wurde als einzige Datenbank mit ausreichend bewertet. Während die Informationen für Feuerwehr und medizinisches Einsatzpersonal meist mit „ausreichend“ oder gar „gut“ bewertet wurden, konnten für die Kriterien „Selektion der im Schadensfall relevanten Daten“ und „Bedienerfreundlichkeit“ nur sehr schlechte Ergebnisse erzielt werden.

Alle Übrigen der getesteten Datenbanken konnten lediglich mit mangelhaft bewertet werden.

Die schlechteren Ergebnisse sind einerseits darauf zurückzuführen, dass die von uns aufgestellten Kriterien nur unzureichend erfüllt wurden, andererseits wird der Trend zur niedrigen Punktzahl dadurch begünstigt, dass einzelne Substanzen in verschiedenen Programmen nicht vorhanden waren oder aber keine Eintragungen enthielten.

So waren bei SIGEDA keine Angaben zu Sarin auffindbar. Da SIGEDA aber bei den allgemeinen Kriterien (Datenselektion, Bedienerfreundlichkeit, Datenschnittstelle) höher bewertet werden konnte, fiel auch das Gesamtergebnis besser aus.

IGS erreichte für Feuerwehr- und medizinische Informationen teilweise ausreichende Ergebnisse, stellt aber das Gefahrenpotenzial nur mangelhaft dar und bietet keine Möglichkeit, wesentliche Informationen zu selektieren. Außerdem waren für Ammoniak keine Eintragungen vorhanden.

Das schlechte Abschneiden von CHEMIS lässt sich nicht durch das Fehlen von Angaben zu einer unserer Testsubstanzen erklären. Obwohl CHEMIS von vielen Feuerwehren zur Recherche verwendet wird, sind die enthaltenen Informationen stellenweise so dürftig, dass viele Kriterien nur mit „mangelhaft“ bewertet werden konnten. Auch hier werden Daten, die im Schadensfall sofort verfügbar sein müssen, nicht von Zusatzinformationen unterschieden. Ebenso lässt die Bedienerfreundlichkeit zu wünschen übrig.

Die WEKA-Praxissoftware enthält weder Angaben zu Sarin noch zu Phosgen. Diese Datenbank erzielte nach unseren Kriterien ein schlechtes Gesamtergebnis; es ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Informationen der WEKA-Praxissoftware auf einen anderen Einsatzbereich abgestimmt sind.

Während die Angaben für die Feuerwehr bei RESY-B mit „ausreichend“ bis „mangelhaft“ bewertet wurden, erzielten die Einzelkriterien der medizinischen Maßnahmen noch niedrigere Punktzahlen. Ebenso schlecht fielen die Beurtei-

lung der „Selektion der im Schadensfall relevanten Daten“ sowie der Bedienerfreundlichkeit aus. Außerdem war zu Sarin keine Information enthalten.

Am schlechtesten schnitt die Giftliste ab. Dies ist einerseits dadurch zu erklären, dass weder die Anfrage nach Chlorgas noch nach Sarin positiv beantwortet wird, andererseits durch beinahe völlig fehlende Angaben für die Feuerwehr. Auch die medizinischen Informationen konnten nicht besonders hoch bewertet werden, da die Angaben häufig lückenhaft oder ungenau waren. Des Weiteren erfolgt ebenfalls keine Selektion der wesentlichen Daten.

	CHEMIS	RESY-B	IGS	Kendel	TOMES	Med. Info-System	SIGEDA	Giftliste	Gefährgut-CD-ROM	WEKA-Praxissoftware
Informationen für die Feuerwehr										
1) Eigenschutz	0,3	-0,1	0,6	1,5	1,9	2,0	-0,1	-1,9	0,7	-1,1
2) Ausbreitung	-1,1	-1,6	-1,5	1,3	0,7	0,6	-1,5	-2,0	-0,5	-1,5
3) Evakuierung	-1,0	-1,2	-1,2	0,8	1,6	1,7	-1,6	-2,0	-0,1	-1,4
4) Spezifische Gefahrenabwehr	-0,5	-0,5	-0,3	0,5	1,5	1,5	-0,7	-1,9	0,2	-1,2
5) Spezielle Dekontaminationsmaßnahmen	-1,0	-1,4	-1,6	0,0	1,1	0,9	-0,7	-1,9	-0,4	-1,4
Medizinische Maßnahmen										
6) Spezif. Erste-Hilfe-Maßnahmen	-0,9	-1,6	0,1	1,8	1,7	1,8	-0,3	-1,1	0,5	-0,9
7) Spezif. Behandlungsmöglichkeiten	-1,6	-1,6	0,0	1,4	1,8	1,9	-1,4	-0,8	0,5	-1,0
8) Hinweis auf klinische Versorgung	-2,0	-1,8	-0,6	0,3	1,5	1,3	-1,8	-1,4	-1,0	-1,2
Allgemeine Informationen										
9) Gefährdungspotenzial	-0,9	-0,7	-1,2	0,9	0,9	1,5	-0,7	-1,0	0,3	-1,3
10) Selektion der im Schadensfall relevanten Daten	-2,0	-2,0	-2,0	2,0	-2,0	-2,0	0,0	-2,0	-2,0	-2,0
11) Bedienerfreundlichkeit	-2,0	-2,0	-1,0	2,0	-1,0	-1,0	0,0	-1,0	-2,0	0,0
12) Datenschnittstelle	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0

Tabelle 3.4.: Gesamtbewertung

	CHEMIS	RESYB	IGS	Keudel	TOMES	Med. Info-System	SIGEDA	Giffliste	Gefährgut-CD-ROM	WEKA-Praxissoftware
Informationen für die Feuerwehr										
1) Eigenschutz	0,8	-0,6	1,0	1,2	1,4	2,0	0,8	-2,0	1,2	-0,8
2) Ausbreitung	-1,2	-1,8	-1,8	1,8	0,0	0,0	-1,0	-2,0	-0,4	-1,8
3) Evakuierung	-0,6	-0,8	-1,0	1,2	2,0	2,0	-1,4	-2,0	0,2	-1,4
4) Spezifische Gefahrenabwehr	-0,2	-0,6	-0,4	0,2	1,8	1,0	0,0	-2,0	0,8	-1,2
5) Spezielle Dekontaminationsmaßnahmen	-0,8	-1,0	-1,2	-0,2	0,6	0,8	-0,2	-2,0	0,0	-1,4
Medizinische Maßnahmen										
6) Spezif. Erste-Hilfe-Maßnahmen	-0,4	-1,0	0,8	1,8	1,4	1,8	0,8	-2,0	1,2	-0,8
7) Spezif. Behandlungsmöglichkeiten	-1,4	-1,0	0,8	1,6	1,6	1,8	-1,2	-2,0	1,2	-0,8
8) Hinweis auf klinische Versorgung	-2,0	-1,4	-0,6	0,8	1,0	1,0	-2,0	-2,0	-0,6	-1,0
Allgemeine Informationen										
9) Gefahrenpotenzial	-1,0	-0,8	-1,0	0,8	0,6	1,2	0,6	-2,0	0,8	-0,8
10) Selektion der im Schadensfall relevanten Daten	-2,0	-2,0	-2,0	2,0	-2,0	-2,0	0,0	-2,0	-2,0	-2,0
11) Bedienerfreundlichkeit	-2,0	-2,0	-1,0	2,0	-1,0	-1,0	0,0	-1,0	-2,0	0,0
12) Datenschnittstelle	-2,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0

Tabelle 3.5.: Chlorgas

	CHEMIS	RESY-B	IGS	Kendel	TOMES	Med. Info-System	SIGEDA	Giffliste	Gefährgut-CD-ROM	WEKA-Praxissoftware
Informationen für die Feuerwehr										
1) Eigenschutz	0,6	0,0	-2,0	1,6	2,0	2,0	0,2	-1,6	1,0	-0,6
2) Ausbreitung	-1,4	-1,0	-2,0	1,6	0,8	0,6	-2,0	-2,0	-0,4	-1,0
3) Evakuierung	-0,4	-1,0	-2,0	1,0	2,0	1,8	-2,0	-2,0	0,0	-1,0
4) Spezifische Gefahrenabwehr	-0,4	-0,2	-2,0	0,4	1,6	1,2	-0,2	-1,6	0,4	-0,8
5) Spezielle Dekontaminationsmaßnahmen	-1,2	-1,4	-2,0	0,0	1,6	1,6	-1,0	-1,6	-0,8	-1,0
Medizinische Maßnahmen										
6) Spezif. Erste-Hilfe-Maßnahmen	-1,2	-1,6	-2,0	1,8	1,4	1,6	0,2	-0,2	0,8	-0,8
7) Spezif. Behandlungsmöglichkeiten	-1,6	-1,6	-2,0	1,8	1,8	1,8	-1,6	-0,2	0,6	-0,8
8) Hinweis auf klinische Versorgung	-2,0	-1,8	-2,0	1,2	1,4	0,8	-2,0	-0,4	-1,0	-1,8
Allgemeine Informationen										
9) Gefährdungspotenzial	-1,0	0,0	-2,0	0,6	1,0	1,4	-0,4	-1,2	0,0	-1,0
10) Selektion der im Schadensfall relevanten Daten	-2,0	-2,0	-2,0	2,0	-2,0	-2,0	0,0	-2,0	-2,0	-2,0
11) Bedienerfreundlichkeit	-2,0	-2,0	-1,0	2,0	-1,0	-1,0	0,0	-1,0	-2,0	0,0
12) Datenschnittstelle	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0

Tabelle 3.6.: Ammoniak

	CHEMIS	RESYB	IGS	Keudel	TOMES	Med. Info-System	SIGEDA	Giffliste	Gefährgut-CD-ROM	WEKA-Praxissoftware
Informationen für die Feuerwehr										
1) Eigenschutz	0,6	0,4	1,4	1,6	1,8	1,8	0,2	-2,0	0,6	-0,8
2) Ausbreitung	-0,6	-2,0	-1,2	1,8	0,2	0,2	-1,0	-2,0	-0,8	-1,2
3) Evakuierung	-0,8	-1,0	-0,4	1,2	1,8	2,0	-0,8	-2,0	-0,2	-1,2
4) Spezifische Gefahrenabwehr	-0,6	-0,4	0,0	0,6	1,4	2,0	-0,4	-2,0	-0,2	-0,6
5) Spezielle Dekontaminationsmaßnahmen	-1,2	-1,4	-1,6	0,2	0,4	0,4	-0,6	-2,0	-0,4	-1,0
Medizinische Maßnahmen										
6) Spezif. Erste-Hilfe-Maßnahmen	-0,8	-1,6	0,4	1,8	1,4	1,4	-0,4	-1,2	0,6	-0,4
7) Spezif. Behandlungsmöglichkeiten	-1,8	-1,6	0,4	1,6	1,8	2,0	-2,0	0,4	1,2	0,2
8) Hinweis auf klinische Versorgung	-1,8	-1,8	0,2	-0,2	1,6	1,6	-2,0	-1,8	-0,2	-1,0
Allgemeine Informationen										
9) Gefahrenpotenzial	-1,2	-0,4	-1,0	0,8	1,6	1,6	0,2	-0,8	0,8	-0,8
10) Selektion der im Schadensfall relevanten Daten	-2,0	-2,0	-2,0	2,0	-2,0	-2,0	0,0	-2,0	-2,0	-2,0
11) Bedienerfreundlichkeit	-2,0	-2,0	-1,0	2,0	-1,0	-1,0	0,0	-1,0	-2,0	0,0
12) Datenschnittstelle	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0

Tabelle 3.7.: Schwefelwasserstoff

	CHEMIS	RESY-B	IGS	Kendel	TOMES	Med. Info-System	SIGEDA	Giftliste	Gefährgut-CD-ROM	WEKA-Praxissoftware
Informationen für die Feuerwehr										
1) Eigenschutz	0,8	0,4	0,8	1,4	2,0	2,0	0,6	-2,0	0,8	-1,0
2) Ausbreitung	-1,0	-1,4	-2,0	1,8	0,6	0,6	-1,4	-2,0	-0,8	-1,2
3) Evakuierung	-1,2	-1,2	-1,8	1,2	2,0	2,0	-2,0	-2,0	-0,4	-1,2
4) Spezifische Gefahrenabwehr	-0,6	-0,2	0,2	0,6	1,6	1,6	0,4	-2,0	-0,4	-1,0
5) Spezielle Dekontaminationsmaßnahmen	-0,4	-0,8	-1,4	0,0	1,2	0,8	0,6	-2,0	-0,4	-1,0
Medizinische Maßnahmen										
6) Spezif. Erste-Hilfe-Maßnahmen	-0,6	-1,6	0,6	1,8	2,0	2,0	0,8	0,2	0,0	0,0
7) Spezif. Behandlungsmöglichkeiten	-1,8	-1,6	0,0	1,4	1,8	2,0	-0,4	0,0	0,4	-0,6
8) Hinweis auf klinische Versorgung	-2,0	-1,8	-0,6	0,8	1,6	1,2	-2,0	-0,2	-1,2	-1,2
Allgemeine Informationen										
9) Gefährdungspotenzial	-0,8	-0,8	-1,6	0,8	1,6	1,6	-1,2	-0,8	0,2	-1,2
10) Selektion der im Schadensfall relevanten Daten	-2,0	-2,0	-2,0	2,0	-2,0	-2,0	0,0	-2,0	-2,0	-2,0
11) Bedienerfreundlichkeit	-2,0	-2,0	-1,0	2,0	-1,0	-1,0	0,0	-1,0	-2,0	0,0
12) Datenschnittstelle	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0

Tabelle 3.8.: Schwefelsäure

	CHEMIS	RESYB	IGS	Keudel	TOMES	Med. Info-System	SIGEDA	Giffliste	Gefährgut-CD-ROM	WEKA-Praxissoftware
Informationen für die Feuerwehr										
1) Eigenschutz	-2,0	-2,0	1,0	1,2	2,0	2,0	-2,0	-2,0	0,6	-2,0
2) Ausbreitung	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	1,4	1,0	-2,0	-2,0	-0,8	-2,0
3) Evakuierung	-2,0	-2,0	-2,0	-1,0	1,2	1,6	-2,0	-2,0	0,0	-2,0
4) Spezifische Gefahrenabwehr	-1,2	-2,0	-2,0	0,6	1,8	1,0	-2,0	-2,0	-0,2	-2,0
5) Spezielle Dekontaminationsmaßnahmen	-2,0	-2,0	-2,0	0,4	1,6	0,8	-2,0	-2,0	-0,4	-2,0
Medizinische Maßnahmen										
6) Spezif. Erste-Hilfe-Maßnahmen	-2,0	-2,0	1,0	1,8	1,8	1,8	-2,0	-2,0	0,0	-2,0
7) Spezif. Behandlungsmöglichkeiten	-2,0	-2,0	1,2	1,2	2,0	2,0	-2,0	-2,0	-1,6	-2,0
8) Hinweis auf klinische Versorgung	-2,0	-2,0	0,8	0,4	1,6	1,6	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0
Allgemeine Informationen										
9) Gefahrenpotenzial	-0,8	-2,0	-0,6	0,8	1,6	1,6	-2,0	-1,4	-2,0	-2,0
10) Selektion der im Schadensfall relevanten Daten	-2,0	-2,0	-2,0	2,0	-2,0	-2,0	0,0	-2,0	-2,0	-2,0
11) Bedienerfreundlichkeit	-2,0	-2,0	-1,0	2,0	-1,0	-1,0	0,0	-1,0	-2,0	0,0
12) Datenschnittstelle	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0

Tabelle 3.9.: Sarin

	CHEMIS	RESY-B	IGS	Kendel	TOMES	Med. Info-System	SIGEDA	Giffliste	Gefahrgut-CD-ROM	WEKA-Praxissoftware
Informationen für die Feuerwehr										
1) Eigenschutz	0,8	0,4	1,2	1,6	2,0	2,0	0,2	-2,0	0,8	-2,0
2) Ausbreitung	-0,6	-1,2	-1,0	1,8	1,0	0,6	-2,0	-2,0	-0,6	-2,0
3) Evakuierung	-0,8	-1,2	-0,4	1,0	1,6	1,4	-0,8	-2,0	-0,4	-2,0
4) Spezifische Gefahrenabwehr	0,0	0,0	0,4	0,2	2,0	2,0	0,2	-2,0	0,6	-2,0
5) Spezielle Dekontaminationsmaßnahmen	-0,6	-1,8	-1,0	-0,4	1,6	1,4	-0,4	-2,0	0,0	-2,0
Medizinische Maßnahmen										
6) Spezif. Erste-Hilfe-Maßnahmen	-0,4	-1,6	-1,2	1,8	2,0	1,8	-0,8	-1,2	0,6	-2,0
7) Spezif. Behandlungsmöglichkeiten	-1,0	-1,6	-1,6	0,6	2,0	2,0	-1,2	-1,0	0,6	-2,0
8) Hinweis auf klinische Versorgung	-2,0	-1,8	-1,6	-0,4	1,8	1,8	-2,0	-1,4	-0,8	-2,0
Allgemeine Informationen										
9) Gefahrenpotenzial	-0,4	-0,4	-1,2	0,6	1,6	1,6	-0,4	-0,8	0,4	-2,0
10) Selektion der im Schadensfall relevanten Daten	-2,0	-2,0	-2,0	2,0	-2,0	-2,0	0,0	-2,0	-2,0	-2,0
11) Bedienerfreundlichkeit	-2,0	-2,0	-1,0	2,0	-1,0	-1,0	0,0	-1,0	-2,0	0,0
12) Datenschnittstelle	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0

Tabelle 3.10.: Phosgen

	CHEMIS	RESYB	IGS	Keudel	TOMES	Med. Info-System	SIGEDA	Giffliste	Gefährgut-CD-ROM	WEKA-Praxissoftware
Informationen für die Feuerwehr										
1) Eigenschutz	0,6	0,6	1,0	1,6	2,0	2,0	-0,2	-2,0	0,2	-0,6
2) Ausbreitung	-1,2	-2,0	-0,2	1,8	0,6	0,4	-1,2	-2,0	0,0	-1,0
3) Evakuierung	-1,0	-1,2	-0,6	1,2	1,6	0,8	-2,0	-2,0	0,0	-1,2
4) Spezifische Gefahrenabwehr	-0,8	0,2	-0,2	0,8	0,6	2,0	-0,6	-2,0	0,4	-0,8
5) Spezielle Dekontaminationsmaßnahmen	-1,0	-1,2	-1,8	0,0	0,8	0,4	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2
Medizinische Maßnahmen										
6) Spezif. Erste-Hilfe-Maßnahmen	-1,2	-1,6	1,0	1,8	2,0	2,0	-0,8	-1,0	0,4	0,0
7) Spezif. Behandlungsmöglichkeiten	-1,8	-1,6	1,0	1,4	1,8	1,8	-1,2	-0,8	0,8	-0,8
8) Hinweis auf klinische Versorgung	-2,0	-1,6	-0,4	-0,8	1,6	1,6	-2,0	-1,8	-1,0	-2,0
Allgemeine Informationen										
9) Gefahrenpotenzial	-1,0	-0,4	-0,8	1,8	1,6	1,6	-0,2	-0,8	0,0	-1,6
10) Selektion der im Schadensfall relevanten Daten	-2,0	-2,0	-2,0	2,0	-2,0	-2,0	0,0	-2,0	-2,0	-2,0
11) Bedienerfreundlichkeit	-2,0	-2,0	-1,0	2,0	-1,0	-1,0	0,0	-1,0	-2,0	0,0
12) Datenschnittstelle	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0

Tabelle 3.11.: Acrylnitril

1.	Keudel	48,8	gut (20 bis 59)
2.	TOMES	33,4	
3.	Med. Informationssystem	33,1	
4.	Gefahrgut-CD-ROM	-12,2	ausreichend (19 bis -19)
5.	SIGEDA	-25,1	mangelhaft (-20 bis -59)
6.	IGS	-31,5	
7.	CHEMIS	-46,7	
8.	WEKA-Praxissoftware	-47,3	
9.	RESY-B	-52,5	
10.	Giffliste	-54,4	

maximal erreichbare Punkte: 80 sehr gut: 60 bis 80 Punkte

Tabelle 3.12.: Rangliste

3.5. Schlussfolgerungen

Legt man die von uns erstellten Bewertungskriterien als Maßstab an, erfüllt keine der getesteten Datenbanken die Anforderungen „sehr gut“; lediglich drei erhielten in der Endbewertung das Urteil „gut“.

Keudel, der mit einigem Abstand die beste Bewertung erhielt, weist vor allem bei den Informationen für die Feuerwehr Mängel auf. Zwar finden die Vorkehrungen zum Eigenschutz ausreichend Berücksichtigung und liefern meist detaillierte Angaben, Hinweise zur Evakuierung, zur spezifischen Gefahrenabwehr und zu speziellen Dekontaminationsmaßnahmen werden aber teilweise vernachlässigt und enthalten nicht genügend Details, um im Schadensfall als alleinige Informationsquelle zu dienen.

Während die Erste-Hilfe-Maßnahmen umfassend und gut verständlich geschildert werden und auch die spezifischen Behandlungsmöglichkeiten meist gut dargestellt sind, weisen die Angaben zur klinischen Versorgung deutliche Lücken auf. In manchen Fällen werden Möglichkeiten der weitergehenden Behandlung überhaupt nicht aufgezeigt.

Betrachtet man Bedienerfreundlichkeit und Selektion der relevanten Daten, ist Keudel die einzige Datenbank, die mit sehr gut bewertet werden konnte. Die übersichtliche Gestaltung der Benutzeroberfläche und die einfache Bedienung durch Anklicken von Schaltflächen ermöglichen die Nutzung des Programms ohne wesentliche Einarbeitungszeit. Sowohl Bedienerfreundlichkeit als auch die Vorselektion der relevanten Daten tragen erheblich zur Zeitersparnis bei der Recherche bei.

TOMES und das Medizinische Informationssystem enthalten nahezu gleiche Angaben. Während hier der Informationsgehalt kaum übertroffen werden kann, ist die Bedienerfreundlichkeit durchaus verbesserungswürdig. Besonders nachteilig wirkt sich auch das ausschließliche Vorliegen beider Datenbanken in englischer Sprache aus. Im Schadensfall, der für alle beteiligten Einsatzkräfte ohnehin eine Stresssituation darstellt, ist nicht völlig auszuschließen, dass der englische Text, nicht zuletzt aufgrund der zahlreichen Fachtermini, zu Missverständnissen führt oder aber die Dauer der Recherche unnötig verlängert wird. Da keine Vorselektion der Daten stattfindet, ist die Menge des durchzuarbeitenden englischsprachigen Textes immens.

Bei allen drei Datenbanken ist außerdem zu bemängeln, dass auf das Gefahrenpotenzial der einzelnen Stoffe nicht ausreichend eingegangen wird. Die enthaltenen Informationen erlauben in den meisten Fällen keine eindeutige Aussage über das Maß der Gefährdung, die von einer freigesetzten Substanz ausgeht.

Um im Schadensfall optimal einsetzbar zu sein, sollten die bereits existierenden Datenbanken daher noch weiter verbessert werden. Anzustreben wäre zunächst eine Verbesserung der Suchmöglichkeiten. So wäre es wünschenswert, wenn die durch die modernen Analyseverfahren gewonnenen Daten direkt einlesbar wären und der Datenbank als Ausgangspunkt für die Recherche dienen würden. Es

könnten mit dieser Methode innerhalb kürzerer Zeit genauere Rechercheergebnisse zur Verfügung stehen.

Weiterhin verbessert werden müssen auch die Angaben zur medizinischen Versorgung. Hier ist eine detailliertere Schilderung der Maßnahmen nötig, um die optimale Versorgung der Patienten zu gewährleisten.

Erste-Hilfe-Maßnahmen sollten so dargestellt werden, dass es auch den nicht-medizinischen Einsatzkräften möglich ist, anhand der Informationen aus der Datenbank alle nötigen Maßnahmen zu ergreifen und somit für den später hinzukommenden Arzt die idealen Voraussetzungen zur weiteren Versorgung zu schaffen. Auf eine auch für medizinische Laien verständliche und trotzdem vollständige Darstellung muss Wert gelegt werden. Auch bei den spezifischen Behandlungsmöglichkeiten ist der Nutzer der Datenbanken auf eine lückenlose Darstellung angewiesen. So sollten zu verabreichende Medikamente nicht nur namentlich erwähnt werden; auch über Dosierung und Verabreichungsformen der jeweiligen Medikamente muss detailliert und verlässlich informiert werden. Die bisher stark vernachlässigten Informationen zur weiteren klinischen Versorgung müssen mehr Beachtung finden. Oft sind gesundheitliche Beeinträchtigungen und Schäden erst nach einer Latenzzeit von Stunden bis Tagen (z.B. toxisches Lungenödem) zu diagnostizieren. Wesentliche diagnostische und therapeutische Schritte fallen somit in die Zeit der stationären Behandlung. Auch für den im klinischen Bereich weiterbehandelnden Arzt muss die Datenbank genügend fachlich fundierte Informationen bieten.

Um im Schadensfall einen zeitlich optimal organisierten Ablauf zu gewährleisten, ist unbedingt erforderlich, dass die Rechercheergebnisse den vor Ort agierenden Einsatzkräften verzögerungsfrei zur Verfügung gestellt werden. Hierfür würden sich moderne Methoden der Datenfernübertragung eignen, die die Möglichkeit bieten, die an der Einsatzzentrale oder durch Experten ermittelten Daten direkt an einen am Schadensort verfügbaren Computer zu übermitteln. Alternativ dazu kann die Recherche auch direkt vor Ort durchgeführt werden, wenn die jeweiligen Datenbanken auf einem mobilen PC installiert werden, und die Einsatzkräfte in deren Gebrauch unterwiesen wurden. In beiden Fällen stehen die nötigen Informationen ohne wesentliche Zeitverzögerung am Einsatzort zur Verfügung.

Durch optimierte Datenbanken lassen sich ideale Voraussetzungen für die Informationsgewinnung schaffen. Die beteiligten Einsatzkräfte erhalten alle notwendigen Informationen unter Berücksichtigung der jeweiligen Schadenssituation unverzüglich und vollständig. Eine Gefahrstoff-Datenbank, die das Einsatzpersonal bei einem Schadensereignis mit Chemikalienfreisetzung sinnvoll unterstützen soll, muss somit folgende Bedingungen erfüllen:

- Die Möglichkeiten der Recherche müssen erweitert werden, Ergebnisse aus den Analyseverfahren sollen direkt einlesbar sein und die Stoffsuche ermöglichen.
- Die Angaben für die Feuerwehr müssen vollständig sein, auf stoffspezifische Besonderheiten muss gesondert hingewiesen werden.
- Die Schilderung der medizinischen Maßnahmen muss detailliert sein und – speziell die Angaben zu Erste-Hilfe-Maßnahmen – auch für medizinische Laien verständlich.

- Untersuchungen und therapeutische Schritte, die in den Zeitraum der klinischen Versorgung fallen, müssen dargestellt werden.
- Durch gewissenhafte Datenpflege muss gewährleistet sein, dass alle Angaben stets dem neuesten Stand der Wissenschaft entsprechen und neue Erkenntnisse berücksichtigt wurden.
- Die Datenbank muss in deutscher Sprache verfügbar sein.
- Um eine verzögerungsfreie Datenübertragung zu gewährleisten, müssen moderne Möglichkeiten der Telekommunikation an die Datenbank anknüpfbar sein.

4. Organisatorische Aspekte

Mit der geeigneten Technik zur Detektion des freigesetzten Stoffes und leistungsstarken Datenbanken als Recherche- und Informationsquelle wird die Grundlage zur Bewältigung eines Großschadensereignisses mit Massenansturm von Verletzten nach Chemikalienfreisetzung geschaffen. Es ist die Aufgabe der Technischen Einsatzleitung, unter Berücksichtigung der gewonnenen Informationen, die nötigen Maßnahmen zur Schadensbegrenzung und -bewältigung zu ergreifen und den Einsatz der Hilfskräfte zu koordinieren.

Durch die Technische Einsatzleitung soll die Gefahr der Kontamination für das Einsatzpersonal weitgehend verhindert werden; ebenso müssen Maßnahmen zur Dekontamination von Geschädigten eingeleitet werden.

Um den organisatorischen Ablauf im Rahmen der Möglichkeiten zu optimieren, ist es sinnvoll, die anfallenden Verletzten nach festgesetzten Kriterien zu kategorisieren und so die Dringlichkeit ihrer Versorgung zu bestimmen. Transportkapazitäten und Einsatzkräfte können dann gemäß der geschaffenen Prioritäten eingesetzt werden.

4.1. Technische Einsatzleitung

Der Technischen Einsatzleitung obliegt die technische und taktische Führung aller ihr für den Einsatz unterstellten Einheiten am Gefahren- oder Schadensort. Sie dient der Koordinierung der Einsatzkräfte und der gezielten Auftragserteilung.

„Die technische Leitung hat der Feuerwehrkommandant des Einsatzortes“ (Feuerwehrgesetz für Baden-Württemberg, § 28, Absatz 1). Der technische Leiter hat die Aufgabe, die den Einsatzgegebenheiten entsprechenden Maßnahmen zum Schutz der Allgemeinheit oder des Einzelnen zu treffen, um Gefahren für Menschen, Tiere und Sachen zu beseitigen. Er leitet dabei verantwortlich die ihm unterstellten Einsatzkräfte (Feuerwehrgesetz für Baden-Württemberg und ergänzende Vorschriften, S. 292).

Der Feuerwehrkommandant behält die technische Einsatzleitung, auch wenn andere Hilfeleistungsorganisationen beim Einsatz mitwirken. Solange der Katastrophenfall nicht erklärt ist, bleibt die technische Einsatzleitung beim technischen Leiter der Feuerwehrkräfte, den der Feuerwehrkommandant dafür bestimmt hat (Feuerwehrgesetz für Baden-Württemberg und ergänzende Vorschriften, S. 297).

Werden bei einem Schadensereignis toxische Substanzen freigesetzt, muss dafür Sorge getragen werden, dass der Gefahrenbereich abgesperrt wird, und nur die Einsatzkräfte sich innerhalb des abgesperrten Bereiches befinden, die mit der erforderlichen Schutzausrüstung (Schutzanzüge, Atemschutzgeräte) ausgestattet sind. Medizinischen Einsatzkräften steht weder die nötige Schutzausrüstung zur Verfügung, noch sind sie entsprechend ausgebildet (z.B. Atemschutzübungen). Um eine Dekontamination oder gesundheitliche Schädigung des medizinischen Personals zu vermeiden, ist es daher notwendig, die Verletzten durch die entsprechend ausgerüsteten Einsatzkräfte aus dem Gefahrenbereich zu retten und zu einer Verletzten- Sammelstelle bringen zu lassen. Dort werden dann die Maßnah-

men der medizinischen Erstversorgung durchgeführt (s. Abbildung 4.1.). Für die medizinischen Hilfskräfte besteht damit keine Notwendigkeit, sich direkt im Gefahrenbereich aufzuhalten. Das Beachten allgemeiner Schutzmaßnahmen wie z.B. das Tragen von Handschuhen ist dann ausreichend, um eine Kontamination des medizinischen Einsatzpersonals zu verhindern. Es besteht somit keine Notwendigkeit, spezielle Maßnahmen zur Dekontamination des medizinischen Einsatzpersonals zu ergreifen; der Schutz der medizinischen Hilfskräfte vor einwirkenden Chemikalien ist gegeben.

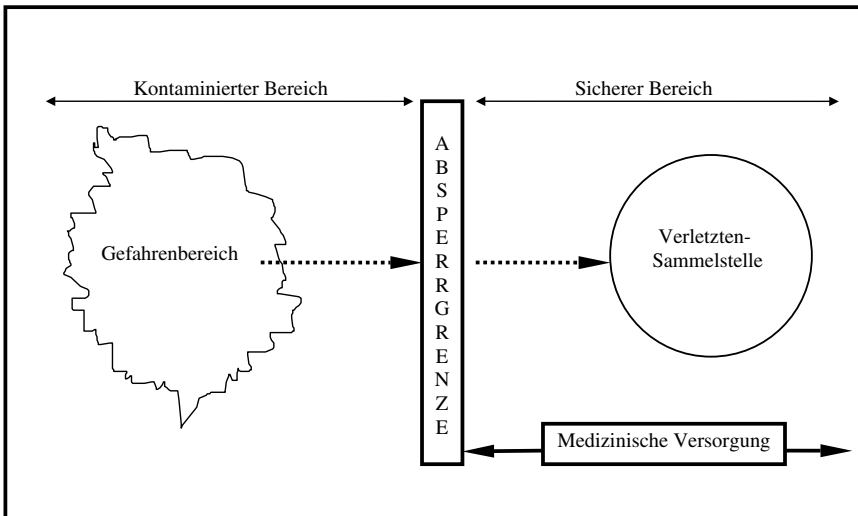


Abbildung 4.1.: Trennung von Gefahrenbereich und Verletzten-sammelstelle

4.2. Dekontamination

Nach Freiwerden einer toxischen Substanz ist es ebenfalls Aufgabe der direkt im Gefahrenbereich tätig werdenden Einsatzkräfte der Feuerwehr, die notwendigen Maßnahmen zur Dekontamination der kontaminierten Patienten zu ergreifen.

Es ist bei jedem Gefahrstoffeinsatz, für den eine entsprechende Körperschutzausstattung erforderlich ist, ein Dekontaminationsplatz einzurichten. Er liegt in der Regel an der windzugewandten Seite am Rand des Absperrbereichs. Bei der Errichtung des Dekontaminationsplatzes müssen außerdem weitere Faktoren, wie Witterungseinflüsse, Geländegegebenheiten, Ver- und Entsorgungsmöglichkeiten (Wasser, Abwasser) und Transportwege berücksichtigt werden. Es ist unabdingbar, ausreichende Wassermengen vorzuhalten, um die gründliche Spülung der Haut kontaminierter Patienten zu ermöglichen.

Besteht eine Kontamination der normalen Kleidung, so sollte diese möglichst schnell abgelegt werden und beispielsweise durch Einmal-Kleidung ersetzt werden, um eine Kontamination der direkten Körperoberfläche zu vermeiden. Trockene Bekleidung bzw. Einmal-Kleidung ist z.B. durch den Betreuungsdienst des Katastrophenschutzes vorzuhalten.

Besteht der Verdacht auf Kontamination der Körperoberfläche, so sollte der Patient nicht erwärmt werden (z.B. nicht heiß duschen), um ein Öffnen der Poren zu vermeiden.

Gelangen Schadstoffe auf die Haut, sind sie möglichst umgehend zu entfernen. Hierbei ist vor allem darauf zu achten, dass die Kontamination nicht weiter auf der Haut verteilt wird (z.B. nicht abreiben, sondern abtupfen).

Stoffe, kontaminierte Gegenstände und kontaminierte Reinigungsflüssigkeit sowie verunreinigtes Wasser sind aufzufangen und durch Fachfirmen zu entsorgen bzw. zu dekontaminieren.

Dringlichkeitskategorien
I. Lebensrettende Sofortmaßnahmen mit Behandlungspriorität am Ort.
II. Aufgeschobene Behandlung mit Transportpriorität zum nächsten geeigneten Krankenhaus.
III. Behandlung von Patienten mit leichten Gesundheitsschäden durch Hilfskräfte.
IV. Abwartende Behandlung von Schwerstgeschädigten.

Abbildung 4.2.: Dringlichkeitskategorien

4.3. Triage

Neben der Koordination des Einsatzes durch die Technische Einsatzleitung und der Durchführung der erforderlichen Dekontaminationsmaßnahmen vor der weiteren medizinischen Versorgung, kommt der Triage, d.h. der Patientensortierung nach Art und Schwere der Verletzung und unter Berücksichtigung der Prognose, eine wesentliche Bedeutung zu.

Beim Massenansturm von Verletzten müssen infolge des Missverhältnisses zwischen Behandlungsbedürftigkeit und verfügbaren personellen und materiellen Therapiemöglichkeiten Behandlungsprioritäten gesetzt werden; Ziel aller Maßnahmen ist das Überleben einer möglichst großen Anzahl von Verletzten. Die Kriterien zur Triage haben beim Massenansturm von Verletzten Gültigkeit, unabhängig davon, welche Art von Schadensereignis den Massenansturm von Verletzten bedingt. Auch bei einem Großschadensereignis mit Chemikalienfreisetzung sind daher die gleichen Kriterien zur Triage der durch Chemikalieneinwirkung geschädigten Patienten anzuwenden. Als Triageziel gilt, mit den zur Verfügung stehenden, zumeist beschränkten Mitteln möglichst viele Verletzte mit Überlebenschance zu behandeln oder durch Herstellen der Transportfähigkeit der zweckmäßigen Behandlung zuzuführen. Der einmal getroffene Triage-Entscheid ist keine definitive Etikettierung des Verletzten. Da sich die Dringlichkeiten rasch ändern können, ist es bei längerem Aufenthalt der Patienten in einer sanitätsdienstlichen Einrichtung nötig, den Triage-Entscheid wiederholt zu kontrollieren und auf jeder neuen Versorgungsstufe des Sanitätsdienstes erneut zu überprüfen.

In der Situation des Massenansturms von Verletzten ist die diagnostische Abklärung unter erschwerten Umständen und mit einfachen Mitteln durchzuführen. Inspek-

tion, Palpation und eventuell Auskultation müssen in der Regel genügen, um den Patienten einer Dringlichkeitskategorie (Abb. 4.2.) zuzuordnen. Zu beurteilen ist einerseits der Allgemeinzustand des Patienten (Atmung, Kreislauf, Bewusstsein, Schmerzen), andererseits muss bei Verletzungen ein Lokalbefund erhoben werden.

Die Untersuchungsergebnisse erlauben im allgemeinen die Entscheidung, ob sich der Patient in akuter Lebensgefahr befindet oder kein vitaler Behandlungszwang besteht, ob der Zustand des Patienten hoffnungslos ist oder ob es sich lediglich um eine geringfügige Schädigung handelt. Daraus ergeben sich die Dringlichkeiten der weiteren Behandlung.

Besondere Beachtung finden müssen dabei die der Dringlichkeitsstufe I zugeordneten Patienten, die der sofortigen Behandlung bedürfen. Es handelt sich dabei hauptsächlich um Patienten mit Erstickungsgefahr, akutem Kreislaufstillstand, massiver Blutung oder Schock. Für Patienten der Dringlichkeitsstufe II (aufgeschobene Behandlung mit Transportkapazität) gilt der Grundsatz, Erste Hilfe und Herstellen der Transportfähigkeit sind wichtiger als unzureichende Frühbehandlung mit ungeeigneten Mitteln und mangelndem Können. Leichtverletzte (Dringlichkeitsstufe III) sollten nach Möglichkeit außerhalb der eigentlichen Einrichtung beurteilt, betreut und eventuell mit Verbandsmaterial oder Medikamenten versorgt werden.

Schwerstgeschädigte (Dringlichkeitsstufe IV) sollten wenn möglich isoliert gelagert und betreut werden. Speziell bei den primär als hoffnungslos triagierten Patienten ist der Triage-Entscheid wiederholt zu überprüfen.

Literatur:

- LANZ, R. & ROSSETTI, M. (1990): Katastrophenmedizin. – Enke, Stuttgart
- REBENTISCH, E. (1991): Handbuch der medizinischen Katastrophenhilfe. – Werk-Verlag Dr. Edmund Banaschewski, München-Gräfelfing
- Feuerwehrgesetz für Baden-Württemberg und ergänzende Vorschriften (kommentiert von Dr. Wilhelm Surwald) (1990). – Richard Boorberg Verlag, Stuttgart, München, Hannover
- VEREINIGUNG ZUR FÖRDERUNG DES DEUTSCHEN BRANDSCHUTZES E.V. (Hrsg.) (1997): vfdb-Richtlinie 10/04: Dekontamination bei Feuerwehreinsätzen mit gefährlichen Stoffen und Gütern. – vfdb Zeitschrift für Forschung, Technik und Management im Brandschutz, 3, S.113 ff.

5. Erhebung zum Kenntnisstand des nichtärztlichen Personals

Um die Qualität der medizinischen Versorgung der durch Chemikalienfreisetzung Verletzten zu erfassen, wurde die Qualifikation der nichtärztlichen Helfer der Einsatzeinheiten des Katastrophenschutzes der Bundesrepublik Deutschland untersucht. Die Untersuchung wurde exemplarisch im Stadtkreis Ulm und dem Alb-Donau-Kreis, im Raum Ludwigshafen und Frankfurt sowie in Hamburg durchgeführt.

Im Raum Ulm/Alb-Donau-Kreis existieren fünf Einsatzeinheiten, von denen drei vom Deutschen Roten Kreuz und zwei vom Arbeiter-Samariter-Bund gebildet werden. Die Personalstärke der Einsatzeinheit beträgt 30 Einsatzkräfte; zusätzlich ist mindestens eine personelle Zweitbesetzung zu gewährleisten. Somit ergibt sich für den Raum Ulm/Alb-Donau-Kreis eine Gesamthelferstärke von 300 Helfern.

Um festzustellen, ob Helfer, die speziell für den Einsatz bei Schadensereignissen mit Chemikalienfreisetzung ausgebildet wurden, die gestellten Anforderungen besser erfüllen, kamen noch zwei Vergleichsgruppen zur Untersuchung.

Die erste Vergleichsgruppe wurde durch Rettungsassistenten und Rettungsassistenten des innerbetrieblichen Rettungsdienstes von Betrieben der chemischen Industrie gebildet. Dankenswerterweise stellten sich hier die Betriebe Höchst/Frankfurt und BASF/Ludwigshafen zur Verfügung. Die von uns getesteten Rettungsdienstmitarbeiter der chemischen Industrie nehmen einerseits die Aufgaben des werksinternen Rettungsdienstes wahr, andererseits sind sie zum Teil auch an der ambulanten Betreuung der Mitarbeiter durch den werksärztlichen Dienst beteiligt. Aufgrund der höheren Wahrscheinlichkeit, chemikaliengeschädigte Patienten betreuen zu müssen, ist bei den Rettungsassistenten und -assistenten der chemischen Industrie sowohl eine bessere Ausbildung als auch detaillierteres Wissen diesbezüglich zu erwarten.

Als zweite Vergleichsgruppe konnten Mitarbeiter der Berufsfeuerwehr Hamburg gewonnen werden. Diese Berufsfeuerwehrmänner haben meistens die Qualifikation als Rettungsassistent vorzuweisen; nur vereinzelte Testteilnehmer der Berufsfeuerwehr waren Rettungsassistenten. Die Mitarbeiter der Berufsfeuerwehr führen den Rettungsdienst einer Großstadt durch und sind besonders für den Einsatz bei Chemikalienunfällen geschult.

5.1. Testmethode

Grundlage der Qualifikationsüberprüfung war die Erarbeitung eines Anforderungsprofils. Die Anforderungen ergeben sich zum Einen aus den zu erwartenden Aufgaben beim Massenansturm von Verletzten, andererseits aus den aktuellen Standards der Behandlung von Notfallpatienten. Die Versorgung von durch Chemikalienfreisetzung geschädigten Patienten erfordert neben den allgemeinen Kenntnissen zur Versorgung von Notfallpatienten noch einige darüber hinausgehende Kenntnisse zu Vergiftungen und deren Therapie.

Grundsätzlich unterscheiden sich die Standardmaßnahmen bei einem Massen-anfall von Verletzten nicht von denen zur Versorgung einzelner Notfallpatienten; Priorität hat immer die Sicherung der Vitalfunktionen.

Die Notfallmedizin im täglichen Rettungsdienst unterscheidet sich von der Katastrophenmedizin vor allem im organisatorischen Bereich. Beim Massen-anfall von Verletzten müssen infolge des Missverhältnisses zwischen Behandlungsbedürftigkeit und verfügbaren Therapiemöglichkeiten Behandlungsprioritäten gesetzt werden; Ziel aller Maßnahmen ist das Überleben einer größtmöglichen Zahl von Verletzten.

Auf der Grundlage der Anforderungen, die ein Katastrophenschutz Helfer erfüllen muss, wurden ein theoretischer und ein praktischer Test entwickelt, mit deren Hilfe die Qualifikation der Helfer untersucht werden sollte.

Der theoretische Test bestand aus zwanzig dem Aufgabenspektrum der Katastrophen-schutz Helfer entsprechenden und bei einem Großschadensereignis mit Chemikalienfreisetzung relevanten Fragen. Die Fragen beinhalteten physiko-chemische Grundkenntnisse zu Vergiftungen (Fragen-Nr. 1 – 5), Basismaßnahmen bei Vergiftungen (Fragen- Nr. 6 – 18) und spezifische medikamentöse Behandlung bei Vergiftungen (Fragen-Nr. 19, 20). Die Fragen sind dargestellt in den Abbildungen 5.1. – 5.3.

Die Beantwortung der Fragen erfolgte im Multiple-Choice-Verfahren, wobei zu jeder Aufgabe fünf Antwortmöglichkeiten vorgegeben waren, von denen jeweils nur eine die richtige Lösung darstellte. Unter dem Punkt f) bestand die Möglichkeit ein Fragezeichen anzukreuzen, so dass die Teilnehmer nicht gezwungen waren zu raten, wenn sie die richtige Antwort nicht kannten.

Beim praktischen Test hatten die Testteilnehmer einen Parcours mit drei Stationen zu durchlaufen, wobei an jeder Station mehrere Aufgaben gelöst werden mussten. Die Aufgabenstellung und die Bewertung erfolgten jeweils durch einen Stations-leiter.

Zu Beginn jeder Station wurde den Testteilnehmern eine Notfallsituation mit Chemikalienfreisetzung geschildert, auf der die weiteren Maßnahmen aufbauten. Als Rahmenhandlung wurde eine Explosion in einer Chemiefabrik angenommen, ein auch in der Praxis möglicher Grund für den Einsatz des Katastrophenschutzes.

Geprüft wurden die Kenntnisse der Testpersonen in den drei wichtigsten Aufgabengebieten der Katastrophenschutz Helfer:

- Station 1: Durchführung einfacher diagnostischer Maßnahmen, selbständiges Ver-sorgen eines Leichtverletzten
- Station 2: Maßnahmen bei Verätzungen, Assistenz bei ärztlichen Maßnahmen
- Station 3: Lebensrettende Sofortmaßnahmen

1. Die normale Atemfrequenz eines Erwachsenen beträgt in Ruhe
 - a) 6 – 10 Atemzüge pro Minute
 - b) 14 – 18 Atemzüge pro Minute
 - c) 20 – 24 Atemzüge pro Minute
 - d) 26 – 30 Atemzüge pro Minute
 - e) 30 – 40 Atemzüge pro Minute
 - f) ?

2. Der Anteil an Sauerstoff in der Umgebungsluft liegt bei
 - a) ca. 21%
 - b) ca. 80%
 - c) ca. 16%
 - d) ca. 4%
 - e) unter 1%
 - f) ?

3. Auf welchen Wegen können Giftstoffe in den Körper gelangen?
 - a) über die Haut
 - b) über den Magen-Darm-Trakt
 - c) über die Schleimhäute
 - d) über die Atemwege
 - e) auf allen genannten Wegen
 - f) ?

4. Mit welchen der genannten Substanzen muss bei Kunststoffbränden gerechnet werden?
 - a) Kohlenmonoxid
 - b) Chlorwasserstoffe
 - c) Blausäure
 - d) Ammoniak
 - e) Mit allen genannten Stoffen
 - f) ?

5. Welche der folgenden Aussagen zu den Warntafeln beim Transport gefährlicher Güter ist **falsch**?
 - a) die obere Zahl kennzeichnet die Gefährlichkeit
 - b) die Warntafeln sind orangefarben rückstrahlend
 - c) Ziffernkombinationen, die eine Null enthalten, deuten auf spezielle Gefahren hin
 - d) X vor der Nummer zur Kennzeichnung der Gefahr bedeutet, der Stoff reagiert gefährlich mit Wasser
 - e) die untere Zahl dient der Kennzeichnung des Stoffes
 - f) ?

Ordnen Sie den unten genannten Krankheitsbildern (Frage 6. – 9.) die richtige der folgenden Lagerungen zu (Eine Lagerung kann bei mehreren Krankheitsbildern richtig sein.)

6. bewusstloser Patient mit ausreichender Eigenatmung a) b) c) d) e) f) ?
7. Patient mit Atemnot a) b) c) d) e) f) ?
8. ansprechbarer Patient im Volumenmangelschock a) b) c) d) e) f) ?
9. Patient im Lungenödem a) b) c) d) e) f) ?

Abbildung 5.2.: Theoriefragen II

10. Zur Elementardiagnostik bei Vergiftungen zählt **nicht** die Beurteilung von
 - a) Bewusstsein
 - b) Atmung
 - c) Kreislauf
 - d) Hirnströmen
 - e) Aussehen
 - f) ?
11. Welche der genannten Maßnahmen eignet sich zur Erstbehandlung einer Säuren- oder Laugenverätzung?
 - a) Natriumbikarbonat aufbringen
 - b) säurehaltige Lösung aufbringen
 - c) steriler Kompressionsverband
 - d) Spülung mit reichlich Wasser
 - e) zentralvenöser Zugang
 - f) ?
12. Welche der genannten Maßnahmen ist bei Bewusstlosen nach Inhalationstrauma **nicht** sinnvoll?
 - a) Rettung aus dem Gefahrenbereich
 - b) Beatmung bei Ateminsuffizienz
 - c) Venöser Zugang, Infusion
 - d) Dosierung der Sauerstoffgabe anhand der Hautfarbe
 - e) Freihalten der Atemwege
 - f) ?
13. Welche der genannten Maßnahmen ist bei Verdacht auf Vergiftung immer vorrangig?
 - a) Informationen über alle Giftwirkungen einholen
 - b) Gabe von medizinischer Kohle als Universalgegenmittel
 - c) Schaffung eines zentralvenösen Zugangs
 - d) Sicherung der Vitalfunktionen
 - e) Auslösung von Erbrechen, ggf. von Durchfällen
 - f) ?

14. Bei einem Patienten, der eine ätzende Flüssigkeit getrunken hat, darf folgende Maßnahme **nicht** durchgeführt werden
- a) reichlich Flüssigkeit, z.B. Leitungswasser oder Tee, in kleinen Schlucken trinken lassen
 - b) Patienten zum Erbrechen bringen, um die Giftstoffe aus dem Körper zu entfernen
 - c) Seitenlage bei Bewusstlosigkeit
 - d) Schockbekämpfung
 - e) alle genannten Maßnahmen sollen durchgeführt werden
 - f) ?
15. Welche der folgenden Maßnahmen zur Erstversorgung eines Patienten mit großflächiger Verätzung beider Beine ist **falsch**?
- a) den betroffenen Bereich sofort unter fließendem kalten Wasser spülen
 - b) vorsichtiges Entfernen aller durch Chemikalien benetzten Kleidungsstücke
 - c) sterile Abdeckung
 - d) Schockbekämpfung
 - e) keine der unter a) bis d) genannten Maßnahmen ist falsch
 - f) ?
16. Welche der folgenden Maßnahmen zur Behandlung eines Patienten nach Chlorgasinhalation ist **falsch**?
- a) Sauerstoffgabe
 - b) Gabe von Auxiloson(-Spray)
 - c) Entfernen des Patienten aus dem Gefahrenbereich unter Beachtung des Eigenschutzes
 - d) wenn nötig Intubation und Beatmung
 - e) keine der unter a) bis d) genannten Maßnahmen ist falsch
 - f) ?

Abbildung 5.3.: Theoriefragen III

17. Bei welchen der genannten Notfälle kann eine Atemspende für den Retter ein Risiko darstellen?
- a) Stromunfall
 - b) Fremdkörperaspiration
 - c) E-605-Vergiftung
 - d) Schlafmittelintoxikation
 - e) Patient mit Asbestose
 - f) ?

- 18.** In folgenden Situationen darf der Patient **nicht** zum Erbrechen gebracht werden
- a) bei Bewusstseinstäubung
 - b) nach Aufnahme von schaubildenden Substanzen
 - c) nach Aufnahme von Benzin
 - d) der Patient darf in keiner der genannten Situationen zum Erbrechen gebracht werden
 - e) der Patient sollte nach oraler Aufnahme (Verschlucken) jedes giftigen Stoffes zum Erbrechen gebracht werden, um das Gift möglichst schnell aus dem Körper zu entfernen
 - f) ?

Ordnen Sie den folgenden Giftstoffen (19. – 20.) die entsprechenden Gegenmittel zu

- 19.** Pflanzenschutzmittel (z.B. E 605) a) b) c) d) e) f)

- 20.** Blausäure (Cyanide) a) b) c) d) e) f)

- a) Atropin
- b) Naloxon (Narcanti®)
- c) Natriumbicarbonat
- d) Natriumthiosulfat
- e) es gibt kein Gegenmittel
- f) ?

Das selbständige Versorgen leichtverletzter Personen, das auch einfache diagnostische Maßnahmen beinhaltet, muss gerade beim Massenansturm von Verletzten, der ja in den meisten Fällen einen Mangel an medizinischem Personal zur Folge hat, jedem Katastrophenschutz Helfer abverlangt werden können. So beinhaltet Station 1 (Abbildung 5.4.) neben der korrekten Lagerung des Patienten die Gabe von Sauerstoff, das Verabreichen von Auxiloson sowie den notwendigen Wärmeerhalt. Als diagnostische Maßnahmen sollten sowohl Blutdruck als auch Pulsfrequenz bestimmt werden, ebenso sollte ein Pulsoxymeter angelegt werden und das Messergebnis richtig bewertet werden.

An Station 2 (Abbildung 5.5.) sollte der Helfer zunächst die bei einer lokalen Verätzung erforderlichen Maßnahmen schildern und danach einen sterilen Verband anlegen. Des Weiteren arbeitete der Helfer als Assistent des Arztes; es musste das Material zum Legen eines intravenösen Zugangs angereicht werden, eine Infusion musste vorbereitet werden, und schließlich sollte der Helfer eine Ampulle aufziehen.

Da praktische Kenntnisse über lebensrettende Sofortmaßnahmen bereits von jedem Führerscheinbesitzer verlangt werden, sollten Katastrophenschutz Helfer auf diesem Gebiet um so mehr über gute Kenntnisse verfügen. An Station 3 (Abbildung 5.6.) wurde daher beurteilt, ob die Testteilnehmer in der Lage waren, die Vitalfunktionen eines Patienten zu überprüfen, die stabile Seitenlage herzustellen und den Patienten suffizient mit Maske und Beatmungsbeutel zu beatmen. Um feststellen zu können, inwiefern ein Helfer in der Lage ist, einen Patienten

selbständig zu versorgen, wurde bei den jeweiligen Aufgaben auch erfasst, ob die notwendigen Maßnahmen spontan ergriffen wurden oder ob der Testteilnehmer dazu aufgefordert werden musste. Die Bewertung der Leistungen erfolgte mittels eines vorher definierten Bewertungsschlüssels. Um die Streubreite in der Bewertung durch die einzelnen Stationsleiter möglichst gering zu halten, wurde der Bewertungsschlüssel auf drei Stufen beschränkt:

Mit „A = gut“ wurden gute Leistungen ohne wesentliche Mängel bewertet.

„B = mit Mängeln“ bezeichnete Maßnahmen mit größeren Mängeln oder Unsicherheiten; die Leistung musste aber zur Versorgung des Patienten ausreichen.

Maßnahmen, die zur Versorgung des Patienten nicht ausreichten oder diesen sogar schädigten wurden mit „C = ungenügend“ bewertet.

Zusätzlich hatte der Untersucher die Möglichkeit, die Bewertung „0 = Unkenntnis“ zu vergeben, wenn der Helfer angab, die geforderte Maßnahme nicht zu kennen.

5.2. Durchführung des Tests

Vor Beginn des Theorietests wurden die Teilnehmer darauf hingewiesen, dass pro Frage nur jeweils eine Antwort richtig sei. Außerdem wurden sie gebeten, nicht zu raten, um ein möglichst unverfälschtes Ergebnis zu erzielen.

Da die Untersuchung anonymisiert durchgeführt wurde, waren zu Beginn einige Fragen zu beantworten, die ermöglichen sollten, die Testergebnisse nach Ausbildungsstand des Helfers, Tätigkeit in der Hilfsorganisation usw. auszuwerten.

Zur Bearbeitung der Fragen wurde kein Zeitlimit gesetzt; die Bearbeitung nahm zwischen 15 und 20 Minuten in Anspruch.

Auch die Ausführung der Aufgaben beim praktischen Test erfolgte ohne Zeitlimit; pro Station und Testteilnehmer lag der Zeitbedarf dann bei etwa 10 Minuten. Die Bewertung der Leistungen im praktischen Test erfolgte durch den jeweiligen Stationsleiter. Um eine größtmögliche Kontinuität in der Durchführung zu gewährleisten, wurde die Zahl der Stationsleiter auf fünf beschränkt. Es wurden ausschließlich erfahrene Rettungsassistenten und Ärzte eingesetzt, mit denen die Durchführungsbestimmungen und die Bewertungskriterien vor Beginn der Tests ausführlich besprochen wurden.

5.3. Auswertung der Testergebnisse

Nach Durchführung der Tests wurden die Testergebnisse von den Testbogen in eine Datenbank übertragen. Dabei wurden alle bei der Testdurchführung erhobenen Daten und Ergebnisse erfasst, so dass eine computergestützte Auswertung aller Fragestellungen möglich war. Bei der Auswertung interessierten neben der Betrachtung der Einzelergebnisse insbesondere Vergleiche zwischen den Leistungen verschiedener Teilnehmergruppen. So wurden die Leistungen der Helfer aus den Einsatzeinheiten mit denen von Rettungsassistenten und Rettungsanleitern der chemischen Industrie sowie mit denen von Rettungsassistenten und Rettungsanleitern der Berufsfeuerwehr verglichen.

STATION 1 : Chlorgasinhalation

In einer örtlichen Chemiefabrik kam es zu einem Großbrand.

Sie sind als Helfer einer Einsatzeinheit eingesetzt. Ihnen wird ein Patient gebracht, der nach Angaben der Feuerwehr vermutlich Chlorgas eingatmet hat. Der Patient klagt über Hustenreiz und Atemnot, weist aber keine weiteren Symptome auf. Bitte überprüfen Sie den Zustand des Patienten und ergreifen Sie die notwendigen Maßnahmen zu seiner Versorgung.

Wenn der Helfer die Maßnahmen nicht spontan durchführt, wird er konkret da aufgefordert: Bestimmen Sie die Pulsfrequenz des Patienten oder: Bringen Sie den Patienten in eine geeignete Lagerung.

- | | | | | | | | |
|------|---|--|---|---|---|---|---|
| 1.1. | Lagerung
<input type="radio"/> spontan | <input type="radio"/> Aufforderung | Bewertung: | 0 | A | B | C |
| 1.2. | Sauerstoff
<input type="radio"/> spontan | <input type="radio"/> Aufforderung | Bewertung: | 0 | A | B | C |
| 1.3. | Pulsoxymeter
<input type="radio"/> spontan | <input type="radio"/> Aufforderung | Bewertung: | 0 | A | B | C |
| 1.4. | Auxiloson,-Spray
<input type="radio"/> spontan | <input type="radio"/> Aufforderung | Bewertung: | 0 | A | B | C |
| 1.5. | Wärmeerhalt
<input type="radio"/> spontan | <input type="radio"/> Aufforderung | Bewertung: | 0 | A | B | C |
| 1.6. | Blutdruck
<input type="radio"/> spontan | <input type="radio"/> palpatorisch
<input type="radio"/> Aufforderung | <input type="radio"/> auskultatorisch
Bewertung: | 0 | A | B | C |
| 1.7. | Puls
<input type="radio"/> spontan | <input type="radio"/> Aufforderung | Bewertung: | 0 | A | B | C |

1.8. Messen Sie nun noch den Blutdruck mit/ohne Stethoskop

Bewertung: 0 A B C

Bewertungsschlüssel: 0 = Unkenntnis A = gut
B = mit Mängeln C = ungenügend

Abbildung 5.4.: Praktischer Test – Station 1

STATION 3 : Blausäurevergiftung

Sie werden zu einem weiteren Patienten gerufen. Er wurde in einem Raum gefunden, in dem Blausäure ausgetreten ist.

Der Patient liegt regungslos auf dem Rücken. Ergreifen Sie die zu seiner Versorgung notwendigen Maßnahmen.

(Durchführung an einem in Rückenlage liegenden Probanden, Patient bewusstlos, Atmung und Kreislauf vorhanden, keine sichtbaren Verletzungen)

Wenn der Helfer die Maßnahmen nicht spontan durchführt, wird er konkret dazu aufgefordert:

Überprüfen Sie die Vitalfunktionen des Patienten, bzw.

überprüfen Sie noch das Bewusstsein / die Atmung / den Puls des Patienten,

ggf. auch: Bringen Sie den Patienten in die stabile Seitenlage.

3.1. Überprüfung der Vitalfunktionen

a. Bewusstsein: spontan Aufforderung Bewertung: 0 A B C

b. Atmung: spontan Aufforderung Bewertung: 0 A B C

c. Kreislauf: spontan Aufforderung Bewertung: 0 A B C

3.2. stabile Seitenlage

spontan Aufforderung Bewertung: 0 A B C

Nachdem sie diesen Patienten versorgt haben, werden Sie zu einem weiteren Patienten gerufen, der ebenfalls regungslos am Boden liegt. Ergreifen Sie die notwendigen Maßnahmen.

(Durchführung an der Übungspuppe, Patient bewusstlos, Atemstillstand, Karotispuls jedoch tastbar)

3.3. Beatmung mit Beatmungsbeutel und Maske

spontan Aufforderung Bewertung: 0 A B C

Fehler: Atemstillstand nicht erkannt vorhandenen Puls nicht erkannt
 Kopf nicht überstreckt Maske falsch aufgesetzt
 Maske undicht Magenbeatmung
 kein Sauerstoff Mund-zu-Mund/Nase-Beatmung

Bewertungsschlüssel: 0 = Unkenntnis A = gut
B = mit Mängeln C = ungenügend

Abbildung 5.6.: Praktischer Test – Station 3

Die Einteilung nach der Funktion der Helfer aus den Einsatzeinheiten berücksichtigte eine Mitarbeit in Katastrophenschutz oder Rettungsdienst. Somit ergaben sich bei der Auswertung dieser Gruppe nach der Tätigkeit der Testteilnehmer drei Untergruppen:

1. Helfer, die ausschließlich im Katastrophenschutz tätig sind (KS), (n = 37)
2. Helfer, die im Katastrophenschutz tätig sind und im Rettungsdienst mitarbeiten (KS +RD), (n = 42)
3. Helfer, die im Rettungsdienst mitarbeiten, nicht aber im Katastrophenschutz (RD), (n = 15)

Die statistische Auswertung der Ergebnisse erfolgte mit den (χ^2 -Mehrfeldertafeln. Hierfür wurden die Bewertungsgruppen A = gut und B = ausreichend zu einer Auswertungsgruppe („gut“) zusammengefasst, die Bewertungsgruppen C = ungenügend und 0 = Unkenntnis zu einer zweiten Auswertungsgruppe („ungenügend“). Somit sind die Leistungen, die zur Versorgung eines Patienten ausreichend waren unter der Kategorie „gut“ subsumiert; die Leistungen, die eine adäquate Versorgung des Patienten nicht gewährleisten, werden in der Kategorie „ungenügend“ aufgeführt.

5.4. Ergebnisse

Der Theorietest wurde von 107 Einsatzkräften des Katastrophenschutzes bearbeitet; 94 von ihnen absolvierten auch den praktischen Test. Insgesamt 29 Rettungsassistenten und Rettungssanitäter der chemischen Industrie nahmen sowohl am theoretischen als auch am praktischen Test teil, außerdem 50 Rettungsassistenten und -sanitäter einer Berufsfeuerwehr.

5.4.1. Ergebnisse des theoretischen Tests

Um die Aussagekraft der Ergebnisse zu erhöhen, wurden die einzelnen Theoriefragen zur Auswertung nach Themenschwerpunkten zusammengefasst:

- I. Physiko-chemische Grundkenntnisse zu Vergiftungen
- II. Basismaßnahmen bei Vergiftungen
- III. Spezifische medikamentöse Versorgung bei Vergiftungen

Die prozentuale Häufigkeit der richtigen Antworten ist in Tabelle 5.7. dargestellt. Abbildung 5.9. stellt die Testergebnisse der drei Themenschwerpunkte graphisch dar und erlaubt somit den direkten Vergleich der Leistungen der einzelnen Prüfungsgruppen.

Besonders auffällig ist das bessere Abschneiden der Rettungsassistenten und -sanitäter der chemischen Industrie bei der Beantwortung der Fragen zur spezifischen medikamentösen Therapie von Vergiftungen. Bei diesem Themenschwerpunkt fällt ebenfalls auf, dass die Mitarbeiter der Berufsfeuerwehr schlechtere Ergebnisse erzielten als die Einsatzkräfte im Katastrophenschutz.

Sowohl bei den Fragen zu physiko-chemischen Grundkenntnissen zu Vergiftungen als auch zu den Basismaßnahmen bei Vergiftungen war das Leistungsniveau

der Einsatzkräfte im Katastrophenschutz niedriger als das der Rettungsassistenten und -sanitäter der chemischen Industrie bzw. der Berufsfeuerwehr.

	Einsatzpersonal im Katastrophenschutz	RA/RS der chemischen Industrie	RA/RS einer Berufsfeuerwehr
I. Physiko-chemische Grundkenntnisse zu Vergiftungen			
1.	79,0%	86,0%	74,0%
2.	94,0%	100,0%	100,0%
3.	92,0%	97,0%	98,0%
4.	58,0%	66,0%	74,0%
5.	39,0%	55,0%	94,0%
Mittelwert	72,4%	82,8%	88,0%
II. Basismaßnahmen bei Vergiftungen			
6.	93,0%	97,0%	98,0%
7.	95,0%	97,0%	96,0%
8.	94,0%	100,0%	98,0%
9.	61,0%	76,0%	81,0%
10.	86,0%	100,0%	96,0%
11.	91,0%	100,0%	100,0%
12.	80,0%	79,0%	87,0%
13.	76,0%	86,0%	87,0%
14.	83,0%	97,0%	94,0%
15.	75,0%	90,0%	80,0%
16.	72,0%	90,0%	43,0%
17.	85,0%	100,0%	83,0%
18.	64,0%	69,0%	83,0%
Mittelwert	81,2%	90,8%	86,6%
III. Spezifische medikamentöse Therapie bei Vergiftungen			
19.	53,0%	72,0%	50,0%
20.	38,0%	69,0%	17,0%
Mittelwert	45,5%	70,5%	33,5%

Tabelle 5.7.: Häufigkeit der richtigen Antworten im Theorietest

Richtige Antworten im Theorietest – Einsatzpersonal im Katastrophenschutz		
nur im Rettungsdienst tätig	nur im Katastrophenschutz tätig	im Rettungsdienst und Katastrophenschutz tätig
84%	62%	83%

Tabelle 5.8.: Richtige Antworten im Theorietest – Einsatzpersonal im Katastrophenschutz aufgliedert nach Tätigkeit

Ergebnisse der Theoriefragen

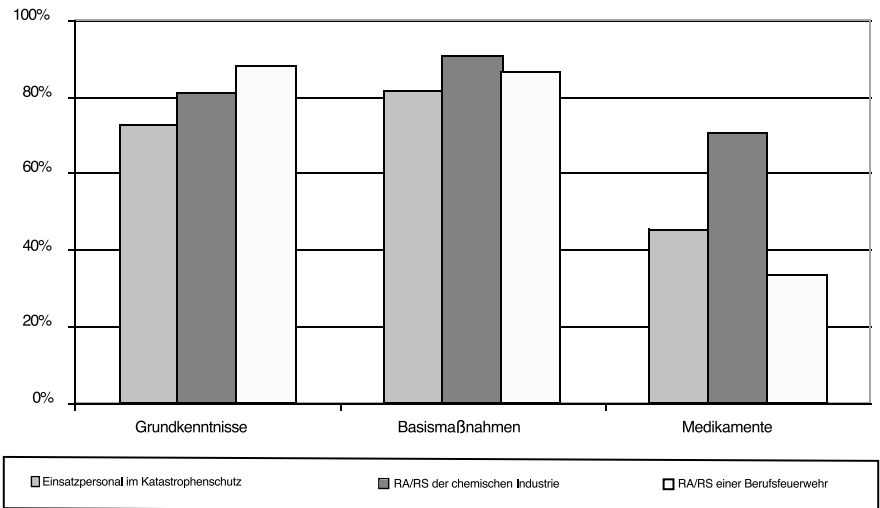


Abbildung 5.9.: Ergebnisse des Theorietests der einzelnen Prüfungsgruppen; Zusammenfassung der Einzelfragen nach Themenschwerpunkten (I. Physiko-chemische Grundkenntnisse zu Vergiftungen, II. Basismaßnahmen bei Vergiftungen, III. Spezifische medikamentöse Therapie bei Vergiftungen)

5.4.2. Ergebnisse des praktischen Tests

Die Überprüfung der Leistungen im praktischen Test umfasste die wesentlichen Aufgaben des Einsatzpersonals im Katastrophenschutz:

- (1) Selbständiges Versorgen eines Leichtverletzten (Station 1; Station 2, Aufgaben 1 und 2) (s. Abb. 5.14.)
- (2) Assistenz des Arztes (Station 2, Aufgaben 3, 4 und 5) (s. Abb. 5.15.)
- (3) Basismaßnahmen (Station 3, Aufgaben 1, 2 und 3) (s. Abb. 5.16.)
- (4) Spezielle Maßnahmen bei Vergiftungen (Station 1, Aufgaben 3 und 4; Station 2, Aufgaben 1 und 2) (s. Abb. 5.17.)

Die Leistungsbewertung der Testteilnehmer im praktischen Test erfolgte mittels des bereits dargestellten Bewertungsschlüssels (A = gut; B = ausreichend; C = ungenügend; 0 = Unkenntnis).

Im Folgenden sind die Ergebnisse der wichtigsten Aufgaben der vier Aufgabengebiete dargestellt. Die vollständigen Ergebnisse aller Aufgaben sind aus den Tabellen 5.10. – 5.12. ersichtlich.

Die Tabellen 5.13. zeigt die Leistungen der Helfer der Einsatzeinheiten aufgegliedert nach deren Tätigkeit im Rettungsdienst und/oder Katastrophenschutz.

Leistungen im Praxistest Station 1: Chlorgasinalation	gut	ausreichend	ungenügend	Unkenntnis
• Lagerung des Patienten				
Einsatzpersonal im Katastrophenschutz	86,0%	6,0%	4,0%	3,0%
RA/RS der chemischen Feuerwehr	93,1%	6,9%	0,0%	0,0%
RA/RS einer Berufsfeuerwehr	92,0%	6,0%	0,0%	2,0%
• Verabreichen von Sauerstoff				
Einsatzpersonal im Katastrophenschutz	66,0%	23,0%	6,0%	4,0%
RA/RS der chemischen Feuerwehr	69,0%	13,8%	13,8%	3,4%
RA/RS einer Berufsfeuerwehr	22,0%	74,0%	4,0%	0,0%
• Einsatz des Pulsoxymeters				
Einsatzpersonal im Katastrophenschutz	54,0%	23,0%	6,0%	16,0%
RA/RS der chemischen Feuerwehr	65,5%	31,0%	3,4%	0,0%
RA/RS einer Berufsfeuerwehr	98,0%	2,0%	0,0%	0,0%
• Verabreichen von Auxiloson-Spray				
Einsatzpersonal im Katastrophenschutz	60,0%	6,0%	15,0%	19,0%
RA/RS der chemischen Feuerwehr	86,2%	10,3%	3,4%	0,0%
RA/RS einer Berufsfeuerwehr*	4,0%	0,0%	96,0%	0,0%
• Wärmeerhalt				
Einsatzpersonal im Katastrophenschutz	74,0%	17,0%	6,0%	2,0%
RA/RS der chemischen Feuerwehr	34,5%	3,4%	0,0%	62,1%
RA/RS einer Berufsfeuerwehr	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%
• Blutdruckmessung palpatorisch				
Einsatzpersonal im Katastrophenschutz	80,0%	10,0%	5,0%	5,0%
RA/RS der chemischen Feuerwehr	93,1%	0,0%	6,9%	0,0%
RA/RS einer Berufsfeuerwehr	78,0%	10,0%	10,0%	2,0%
• Blutdruckmessung auskultatorisch				
Einsatzpersonal im Katastrophenschutz	79,0%	17,0%	1,0%	3,0%
RA/RS der chemischen Feuerwehr	96,6%	3,4%	0,0%	0,0%
RA/RS einer Berufsfeuerwehr	86,0%	10,0%	4,0%	0,0%
• Bestimmen der Pulsfrequenz				
Einsatzpersonal im Katastrophenschutz	81,0%	15,0%	1,0%	3,0%
RA/RS der chemischen Feuerwehr	58,6%	41,4%	0,0%	0,0%
RA/RS einer Berufsfeuerwehr	88,0%	6,0%	6,0%	0,0%

* im Einsatzbereich der Berufsfeuerwehr darf Auxiloson nur auf ärztliche Anweisung verabreicht werden

Tabelle 5.10.: Leistungen im Praxistest – Station 1

Leistungen im Praxistest Station 2: Säurenverätzung	gut	ausreichend	ungenügend	Unkenntnis
• Dekontaminationsmaßnahmen				
Einsatzpersonal im Katastrophenschutz	31,0%	52,0%	16,0%	1,0%
RA/RS der chemischen Feuerwehr	58,6%	27,6%	13,8%	0,0%
RA/RS einer Berufsfeuerwehr	46,0%	50,0%	4,0%	0,0%
• Steriler Verband				
Einsatzpersonal im Katastrophenschutz	65,0%	31,0%	4,0%	0,0%
RA/RS der chemischen Feuerwehr	69,0%	17,2%	13,8%	0,0%
RA/RS einer Berufsfeuerwehr	54,0%	34,0%	12,0%	0,0%
• Venösen Zugang vorbereiten				
Einsatzpersonal im Katastrophenschutz	66,0%	28,0%	4,0%	2,0%
RA/RS der chemischen Feuerwehr	79,3%	17,2%	3,4%	0,0%
RA/RS einer Berufsfeuerwehr	64,0%	24,0%	12,0%	0,0%
• Infusion vorbereiten				
Einsatzpersonal im Katastrophenschutz	68,0%	21,0%	10,0%	1,0%
RA/RS der chemischen Feuerwehr	79,3%	10,3%	10,3%	0,0%
RA/RS einer Berufsfeuerwehr*	78,0%	16,0%	6,0%	0,0%
• Medikament aufziehen				
Einsatzpersonal im Katastrophenschutz	56,0%	33,0%	10,0%	1,0%
RA/RS der chemischen Feuerwehr	62,1%	27,6%	10,3%	0,0%
RA/RS einer Berufsfeuerwehr	54,0%	38,0%	8,0%	0,0%

Tabelle 5.11.: Leistungen im Praxistest – Station 2

Leistungen im Praxistest Station 3: Blausäurevergiftung	gut	ausreichend	ungenügend	Unkenntnis
• Überprüfen von Bewusstsein				
Einsatzpersonal im Katastrophenschutz	86,0%	12,0%	2,0%	0,0%
RA/RS der chemischen Feuerwehr	75,9%	13,8%	6,9%	3,4%
RA/RS einer Berufsfeuerwehr	90,0%	10,0%	0,0%	0,0%
• Überprüfen von Atmung				
Einsatzpersonal im Katastrophenschutz	76,0%	19,0%	5,0%	0,0%
RA/RS der chemischen Feuerwehr	62,1%	27,2%	10,3%	0,0%
RA/RS einer Berufsfeuerwehr	92,0%	8,0%	0,0%	0,0%
• Überprüfen von Kreislauf				
Einsatzpersonal im Katastrophenschutz	71,0%	27,0%	2,0%	0,0%
RA/RS der chemischen Feuerwehr	55,2%	34,5%	10,3%	0,0%
RA/RS einer Berufsfeuerwehr	92,0%	8,0%	0,0%	0,0%
• Durchführen der stabilen Seitenlage				
Einsatzpersonal im Katastrophenschutz	79,0%	19,0%	2,0%	0,0%
RA/RS der chemischen Feuerwehr	79,3%	17,2%	0,0%	3,4%
RA/RS einer Berufsfeuerwehr	56,0%	36,0%	4,0%	4,0%
• Beatmung mit Beutel und Maske				
Einsatzpersonal im Katastrophenschutz	50,0%	36,0%	13,0%	1,0%
RA/RS der chemischen Feuerwehr	58,6%	27,6%	13,8%	0,0%
RA/RS einer Berufsfeuerwehr	46,0%	46,0%	8,0%	0,0%

Tabelle 5.12.: Leistungen im Praxistest – Station 3

Leistungen im Praxistest	gut	ausreichend	ungenügend	Unkenntnis
Station 1: Chlorgasinhalation				
nur im Rettungsdienst tätig	82,5%	14,2%	2,5%	0,8%
nur im Katastrophenschutz tätig	53,2%	20,7%	11,3%	14,8%
in beiden Bereichen (RD und KS) tätig	85,9%	9,7%	2,9%	1,5%
Station 2: Säureverätzung				
nur im Rettungsdienst tätig	61,3%	36,0%	2,7%	0,0%
nur im Katastrophenschutz tätig	44,8%	37,3%	15,7%	2,2%
in beiden Bereichen (RD und KS) tätig	66,6%	28,1%	4,8%	0,5%
Station 3: Blausäurevergiftung				
nur im Rettungsdienst tätig	76,0%	20,0%	4,0%	0,0%
nur im Katastrophenschutz tätig	59,5%	31,3%	8,6%	0,6%
in beiden Bereichen (RD und KS) tätig	82,4%	15,7%	1,9%	0,0%

Tabelle 5.13.: Leistungen im Praxistest – Einsatzpersonal im Katastrophenschutz aufgedgliedert nach Tätigkeit

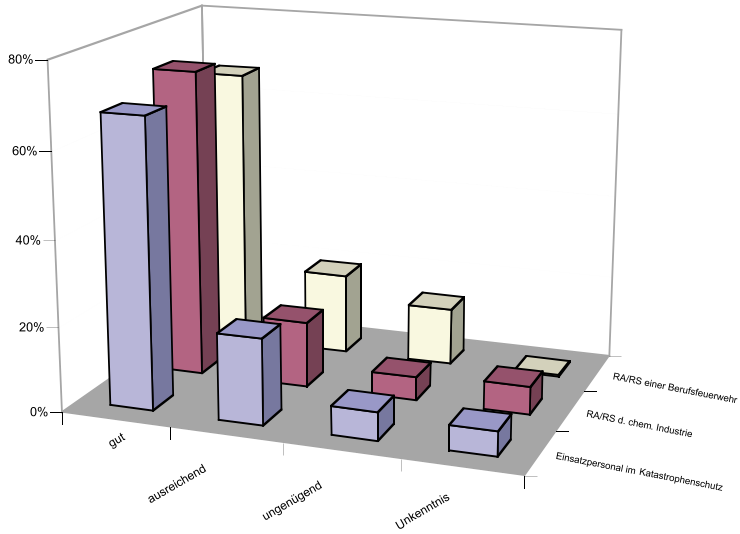


Abbildung 5.14.: Leistungen im Praxistest – Selbständiges Versorgen eines Leichtverletzten

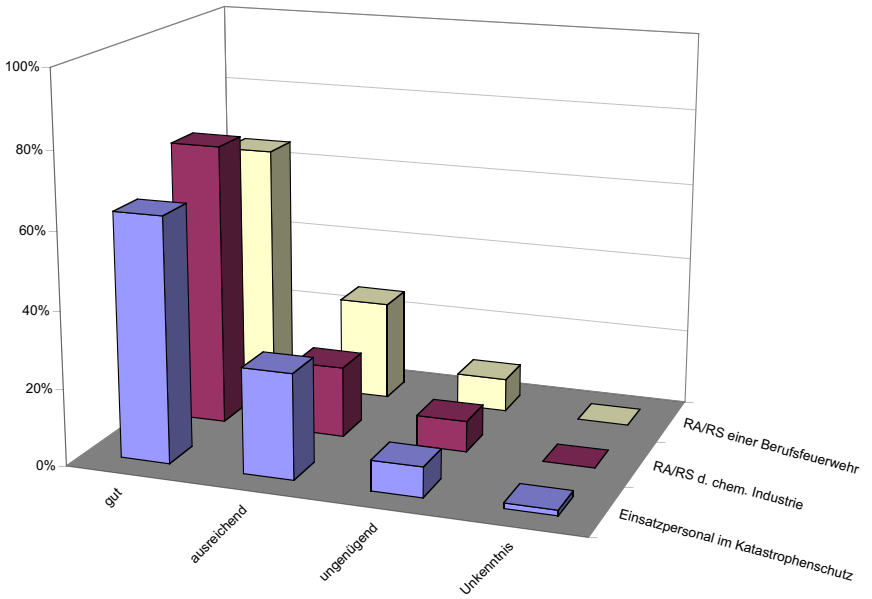


Abbildung 5.15.: Leistungen im Praxistest – Assistenz des Arztes

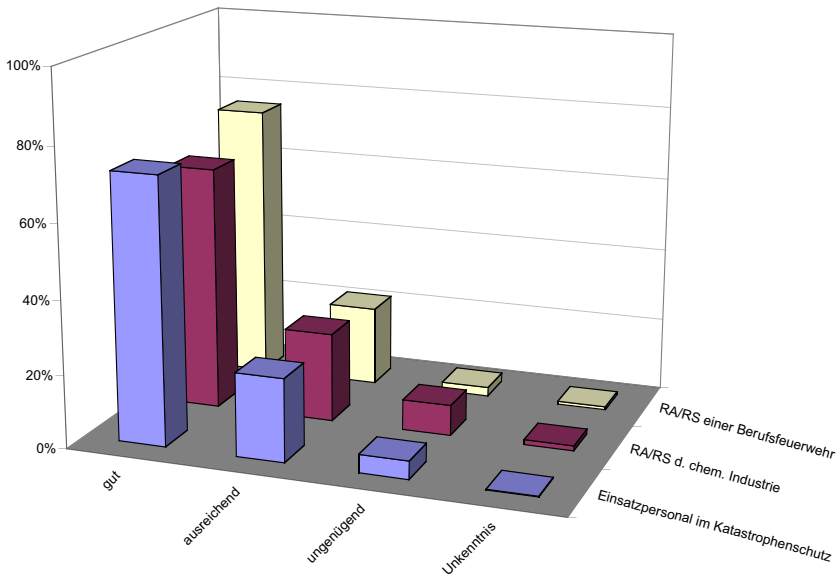


Abbildung 5.16.: Leistungen im Praxistest – Basismaßnahmen

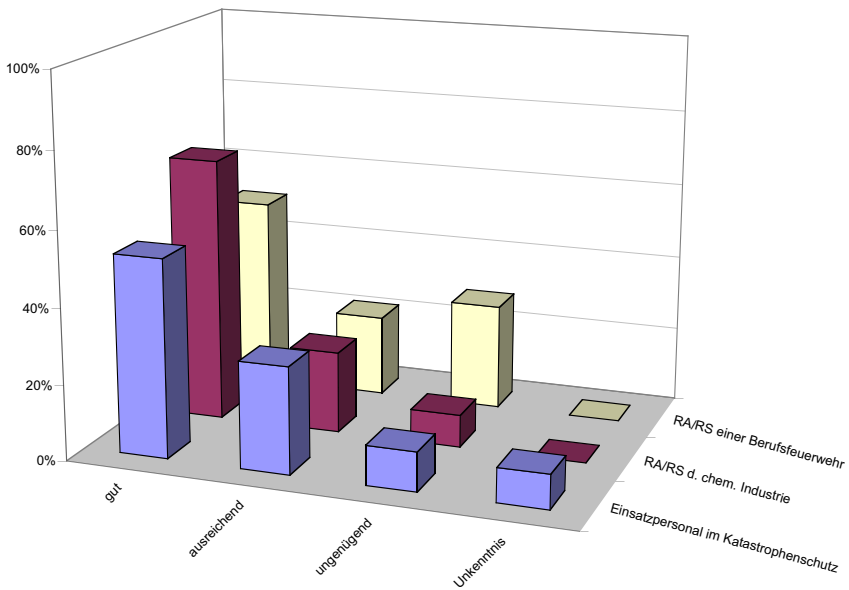


Abbildung 5.17.: Leistungen im Praxistest – Spezielle Maßnahmen bei Vergiftungen

Station 1 – Versorgung eines Patienten nach Chlorgasinhalation

An Station 1 sollten zusätzlich zur Durchführung von elementarer Diagnostik Maßnahmen zur Versorgung eines Patienten nach Chlorgasinhalation ergriffen werden. Während die richtige Lagerung eines Patienten mit Atemnot in keiner der drei Prüfungsgruppen wesentliche Schwierigkeiten bereitete, fällt auf, dass die Mitarbeiter der Berufsfeuerwehr beim Verabreichen von Sauerstoff deutlich schlechter beurteilt wurden. Erwartet wurde eine großzügige Indikationsstellung für das Verabreichen von Sauerstoff sowie ausreichende Dosierung (>4 l/min). Von den Berufsfeuerwehrleuten wurde Sauerstoff nur zurückhaltend und in niedriger Dosierung verabreicht.

16% der Einsatzkräfte im Katastrophenschutz wissen mit einem Pulsoxymeter nicht umzugehen, nur etwas mehr als die Hälfte konnten das Pulsoxymeter bedienen und den Aussagewert richtig einschätzen.

Zwar gaben beinahe 20% der Einsatzkräfte im Katastrophenschutz an, Auxilison nicht zu kennen; immerhin 60% erkannten jedoch in dem geschilderten Fall die Indikation zur Verabreichung von Auxilison und hatten auch gute Kenntnisse zu Anwendungsart und Dosierung. Das auffallend schlechtere Abschneiden der Berufsfeuerwehr liegt darin begründet, dass in deren Einsatzgebiet seit einiger Zeit Auxilison nur noch auf ärztliche Anweisung verabreicht werden darf und dieses Medikament somit von den dortigen Rettungsassistenten und -sanitätern nicht selbständig angewendet wird.

Der Blutdruck konnte von den meisten Testteilnehmern ohne wesentliche Probleme sowohl palpatorisch als auch auskultatorisch ermittelt werden. In der Gruppe der Einsatzkräfte im Katastrophenschutz hatten lediglich 5% keine Kenntnisse der palpatorischen und 3% keine Kenntnisse der auskultatorischen Blutdruckmessung.

Nur knapp 60% der Rettungsdienstmitarbeiter der chemischen Industrie waren problemlos in der Lage die Pulsfrequenz zu bestimmen; über 40% hatten damit – wenn auch leichte – Schwierigkeiten. Es fällt ebenso auf, dass 6% der Berufsfeuerwehrmänner die Pulsfrequenz nur ungenügend bestimmen konnten. Hier argumentierten die meisten Helfer, dass das Bestimmen der Pulsfrequenz vom Pulsoxymeter übernommen werde und somit nicht durch Tasten des Pulses und Errechnen der Frequenz ermittelt werden müsse.

Station 2 – Versorgen eines Patienten nach Säurenverätzung

An Station 2 war ein Patient nach Säurenverätzung zu versorgen; außerdem sollten Assistenzarbeiten des Testteilnehmers den Arzt unterstützen.

Zunächst sollte der Testteilnehmer die nötigen Dekontaminationsmaßnahmen nach Säurenverätzung eines umschriebenen Bereichs am Unterarm schildern. Hier fällt auf, dass selbst von den Rettungsdienstmitarbeitern der chemischen Industrie fast 14% ungenügend abschnitten. Das Anlegen eines sterilen Verbandes bereitete den Helfern im Katastrophenschutz am wenigsten Probleme; insgesamt 96% lösten diese Aufgabe gut oder zumindest ausreichend, lediglich 4% wurden mit ungenügend bewertet. Im Gegensatz dazu führten 13,8% des Rettungsdienstpersonals der chemischen Industrie bzw. 12% der Berufsfeuerwehr diese Maßnahme ungenügend aus.

12% der Rettungsassistenten und Rettungssanitäter der Berufsfeuerwehr waren nur ungenügend in der Lage, das Material für einen venösen Zugang vorzubereiten. Hier wurden die Helfer im Katastrophenschutz besser bewertet (4% ungenügend, 2% Unkenntnis). Die Rettungsassistenten und -sanitäter der chemischen Industrie schnitten bei dieser Aufgabe deutlich besser ab; so konnten 79,3% mit „gut“ und 17,2% mit „ausreichend“ bewertet werden, lediglich 3,4% (dies entspricht einem Testteilnehmer) konnten die Aufgabe nur ungenügend lösen.

Auch das Vorbereiten einer Infusion (steriles Arbeiten, Füllen der Tropfkammer, Entlüften des Infusionssystems) stellte an einige Testteilnehmer zu hohe Anforderungen. So wurden 10% der Katastrophenschutz Helfer, 10,3% der Rettungsdienstmitarbeiter der chemischen Industrie und 6% der Mitarbeiter der Berufsfeuerwehr mit ungenügend bewertet. Während knapp 80% der Mitarbeiter von Feuerwehr und chemischer Industrie die Aufgabe gut bewältigen konnten, waren dazu nur 68% des Einsatzpersonals im Katastrophenschutz in der Lage.

Ebenfalls erhebliche Probleme bereitete das Aufziehen eines Medikamentes aus einer Ampulle. So konnten lediglich 56% der Katastrophenschutz Helfer, 62,1% der Rettungsassistenten bzw. -sanitäter der chemischen Industrie und 54% der Rettungsdienstmitarbeiter der Berufsfeuerwehr diese Aufgabe gut erfüllen. Von den Rettungsdienstmitarbeitern der chemischen Industrie schnitten 10,3% ungenügend ab, bei den Mitarbeitern der Berufsfeuerwehr immerhin 8%.

Station 3 – Durchführen von Basismaßnahmen bei Patienten mit Verdacht auf Blausäurevergiftung

An Station 3 sollten Patienten mit Verdacht auf Blausäurevergiftung versorgt werden. An einem bewusstlosen Patienten sollten die Vitalfunktionen überprüft und danach die stabile Seitenlage hergestellt werden.

Besonders auffallend ist beim Überprüfen des Bewusstseins die Bewertung von 6,9% der Rettungsdienstmitarbeiter der chemischen Industrie mit ungenügend; 3,4% wurde sogar Unkenntnis bescheinigt. Auch beim Überprüfen von Atmung und Kreislauf waren die Leistungen zu jeweils 10,3% ungenügend. Die Überprüfung der Vitalfunktionen führte die Mehrzahl (90 bzw. 92%) der Rettungsassistenten und Rettungssanitäter der Berufsfeuerwehr gut aus; in keinem Fall musste mit ungenügend bewertet werden; niemand gab an, die durchzuführenden Maßnahmen nicht zu kennen bzw. nicht zu beherrschen. Auch die Helfer im Katastrophenschutz konnten diese Aufgaben zu über 90% gut oder zumindest ausreichend durchführen.

Das Herstellen der stabilen Seitenlage bereitete den Berufsfeuerwehrmännern einige Schwierigkeiten; 56% führten diese Maßnahme gut durch, gegenüber 79% der Katastrophenschutz Helfer und 79,3% der Rettungsdienstmitarbeiter der chemischen Industrie. 3,4% der Rettungsassistenten und Rettungssanitäter der chemischen Industrie und 4% der Rettungsassistenten und Rettungssanitäter der Berufsfeuerwehr konnten den bewusstlosen Patienten nicht in die stabile Seitenlage bringen; 4% der Testteilnehmer der Feuerwehr führten die Maßnahme ungenügend aus.

Als letzte Teilaufgabe sollte ein Patient mit Atemstillstand und erhaltener Kreislauffunktion mit Beatmungsbeutel und Maske beatmet werden. Diese Aufgabe wurde am Phantom durchgeführt.

13% der Helfer im Katastrophenschutz, 13,8% der Rettungsdienstmitarbeiter der chemischen Industrie sowie 8% der Mitarbeiter der Berufsfeuerwehr führten diese Maßnahme ungenügend durch. Lediglich 46% der Feuerwehrmänner, bzw. 50% der Katastrophenschutz Helfer und 58,6% der Rettungsdienstmitarbeiter der chemischen Industrie schnitten gut ab.

Betrachtet man die Leistungen der Helfer aus den Einsatzeinheiten aufgliedert nach ihrer Tätigkeit im Rettungsdienst und/oder Katastrophenschutz (Tab. 5.13.), fällt auf, dass die Leistungen der Helfer, die ausschließlich im Katastrophenschutz tätig sind, fast ausnahmslos schlechter sind, als die der Helfer, die im Rettungsdienst tätig sind oder im Katastrophenschutz und Rettungsdienst mitarbeiten.

Besonders ausgeprägt ist der Unterschied im Leistungsniveau bei einigen Teilaufgaben. Während der Einsatz des Pulsoxymeters die im Rettungsdienst tätigen Helfer (0% ungenügend und Unkenntnis) und die Helfer, die in Rettungsdienst und Katastrophenschutz tätig sind (2,4% ungenügend, 7,1% Unkenntnis) kaum vor Probleme stellte, waren die ausschließlich im Katastrophenschutz tätigen Helfer teilweise überfordert (13,5% ungenügend, 32,4% Unkenntnis). Ebenso deutlich ist das Ergebnis beim Verabreichen von Auxilison. So erkannten nur 18,9% der ausschließlich im Katastrophenschutz tätigen Helfer die Indikation zur Verabreichung von Auxilison und waren gleichzeitig in der Lage das Medikament richtig anzuwenden (RD 73,3%, KS+RD 90,5%). 45% gaben an, das Medikament nicht zu kennen (RD 0%, RD+KS 2,4%).

Auch bei den Maßnahmen, die der Assistenz des Arztes dienen, sind erhebliche Leistungsunterschiede festzustellen. Jeweils mehr als 20% der nur im Katastrophenschutz tätigen Helfer sind nicht in der Lage, eine Infusion vorzubereiten oder ein Medikament aufzuziehen (RD je 0%, KS+RD je 4,8%). Auch das Material zum Legen eines venösen Zugangs vorzubereiten, macht den nur im Katastrophenschutz tätigen Testteilnehmern mehr Schwierigkeiten (KS 8,1% ungenügend, 2,7% Unkenntnis; RD je 0% ungenügend und Unkenntnis; KS+RD je 2,4% ungenügend und Unkenntnis).

Betrachtet man die Ergebnisse beim Durchführen der Basismaßnahmen, fällt auf, dass ein Viertel der Helfer, die nur im Katastrophenschutz mitarbeiten, nicht in der Lage sind, die Beatmung mit Maske und Beatmungsbeutel durchzuführen. Von den Helfern, die nur im Rettungsdienst tätig sind, erbrachten lediglich 6,7% ungenügende Leistungen; 4,8% der Testteilnehmer, die im Rettungsdienst und Katastrophenschutz arbeiten wurden mit „ungenügend“ bewertet.

Auch wenn man die Leistungen im Theorietest betrachtet, kann man deutliche Wissensunterschiede der einzelnen Gruppen beobachten (62% richtige Antworten bei den ausschließlich im Katastrophenschutz tätigen Helfern gegenüber 83% bzw. 84% bei Helfern, die nur oder zusätzlich zur Tätigkeit im Katastrophenschutz im Rettungsdienst tätig sind) (s. Tab. 5.8.).

5.5. Schlussfolgerungen

- Betrachtet man die im theoretischen Test erbrachten Leistungen, ist das Theoriewissen der Helfer insgesamt als ausreichend einzustufen. Die Fragen zu physiko-chemischen Grundkenntnissen zu Vergiftungen und zu Basismaßnahmen bei Vergiftungen wurden zu 70 bis 90% richtig beantwortet. Lediglich die Kenntnisse zur spezifischen medikamentösen Versorgung nach Vergiftungen weisen deutliche Mängel auf. Diese Wissensdefizite müssen durch Vertiefung der Ausbildungsinhalte zu Vergiftungen und deren Therapie behoben werden.
- Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die Einsatzkräfte im Katastrophenschutz schlechter ausgebildet sind als die Testteilnehmer aus den Vergleichsgruppen und zudem zahlreiche Helfer ihre Tätigkeit nur ehrenamtlich ausüben, ist deren Leistungsniveau kaum niedriger einzustufen als das der Vergleichsgruppen.
- Auf den Erwerb praktischer Fertigkeiten muss bei der Ausbildung besonderer Wert gelegt werden; hierbei müssen unbedingt lebensrettende und -erhaltende Basismaßnahmen gelehrt und ausreichend geübt werden.
- Es fällt besonders auf, dass diejenigen Einsatzkräfte im Katastrophenschutz, die zusätzlich im Rettungsdienst mitarbeiten, deutlich bessere Leistungen erbringen, als die Helfer, die ausschließlich im Katastrophenschutz tätig sind. Es ist deshalb zu fordern, dass das Personal des Katastrophenschutzes zur Mitarbeit im Rettungsdienst verpflichtet und somit in die praktische Tätigkeit der Akutversorgung einbezogen wird.
- Maßnahmen der Grundversorgung auf Sanitätshelferniveau (Anlegen eines sterilen Verbands, Wärmeerhalt, Bestimmen der Pulsfrequenz) werden von Testteilnehmern, die beruflich im Rettungsdienst tätig sind, nicht mehr beherrscht oder vernachlässigt. Die Bedeutung von Maßnahmen, die ohne technische Hilfsmittel durchführbar sind, ist gerade im Katastrophenfall nicht zu unterschätzen und muss auch den professionellen Einsatzkräften nahegebracht werden.

6. Spezifische Therapie bei Vergiftungen

Der Vergiftungsnotfall macht im Rahmen des allgemeinen Notarztdienstes nur etwa 5% aller Einsätze aus. In den meisten Fällen erfolgt die Aufnahme der Noxe oral. Inhalative Intoxikationen machen etwa 10% aller Vergiftungen aus; seltener erfolgt die Aufnahme eines Giftstoffes über die Haut oder parenteral. Bei Massenvergiftungen, z.B. Lebensmittelintoxikationen durch Massenverpflegung oder Freisetzung von großen Mengen von Reizgasen, steht der orale oder inhalative Aufnahmeweg im Vordergrund.

Bei schweren akuten Vergiftungen bestehen die Maßnahmen einerseits aus der unspezifischen Intensivtherapie, andererseits aus der spezifischen „Entgiftung“ oder Dekontamination sowie bei ausgewählten Fällen in der Gabe eines Gegenmittels (Antidot).

Da das Einsatzpersonal im Katastrophenschutz nur selten mit chemikaliengeschädigten Patienten konfrontiert wird, bestehen bei der Behandlung von Vergiftungen mit Chemikalien häufig Unsicherheiten. Anhand von Vergiftungen mit einigen Beispielsubstanzen sollen die therapeutischen Notwendigkeiten und Möglichkeiten aufgezeigt werden. Zu unterscheiden sind dabei Erstmaßnahmen, Erstversorgung sowie weitergehende Behandlung. Anhand einer solchen Gliederung ist es möglich, eine Entscheidung zu treffen, ob und inwieweit spezifische medizinische Kenntnisse und Vorgehensweisen abweichend von den allgemeingültigen medizinischen Grundsätzen in der Katastrophenmedizin notwendig sind.

Aufgezeigt werden die medizinischen Maßnahmen an den Substanzen, die auch zur Evaluierung der Datenbanken herangezogen wurden.

6.1. Chlorgas

Chlorgas führt zu Irritationen der Augen sowie von Haut und Schleimhäuten. Nach Exposition kommt es zu Brennen von Augen, Nase und Mund, zu Tränenfluss und laufender Nase. Übelkeit und Erbrechen, Kopfschmerzen, Schwindel und Bewusstlosigkeit können ebenfalls durch Chlorgasintoxikation hervorgerufen werden. An der Haut können Erfrierungen und Dermatitis beobachtet werden. Desgleichen kann es zu einer Beeinträchtigung der Atmung im Sinne von Husten, retrosternalen Schmerzen, Hypoxämie, Pneumonie, Bronchospasmus bis hin zum Lungenödem kommen. Die pulmonalen Symptome können mit einer Latenzzeit von mehreren Stunden bis Tagen auftreten. Häufig muss auch mit einer bleibenden Einschränkung der Lungenfunktion gerechnet werden.

Erstmaßnahmen

Nach Chlorgasexposition muss der Verletzte zunächst aus dem Gefahrenbereich und wenn möglich an die frische Luft gebracht werden. Danach ist Sauerstoff zu verabreichen; falls nötig muss der Patient assistiert beatmet werden.

Erstversorgung

Der Chemikalienwirkung ausgesetzte Hautbereiche müssen mit Wasser und Seife gewaschen werden. Kam es durch die Wirkung des Chlorgases zur Bildung von

Frostbeulen oder Erfrierungen, dürfen die betroffenen Bereiche nicht abgerieben oder gespült werden. Um weitere Gewebeschäden zu vermeiden, soll auch gefrorene Kleidung nicht von den erfrorenen Bereichen entfernt werden. Sind die Augen betroffen, muss mindestens 15 Minuten mit reichlich Wasser gespült werden. Halten Schmerz, Rötung, Tränenfluss, Lichtscheu oder Schwellung an, muss ein Augenarzt hinzugezogen werden; ebenso bei Kälteschäden am Auge. Kommt es zur oralen Aufnahme von Chlor oder Chlorgas können erhebliche Schleimhautschäden resultieren. Auf keinen Fall darf Erbrechen ausgelöst werden. Liegt die Exposition nur kurze Zeit zurück, kann eine Magenspülung mit anschließender Gabe von Aktivkohle (30 – 100 g bei Erwachsenen) sinnvoll sein. Dabei muss die Gefahr möglicherweise auftretender Komplikationen, wie z.B. Blutungen oder Perforation gegen den Nutzen einer frühzeitigen Giftentfernung abgewogen werden.

Weitergehende Behandlung

Besteht Verdacht auf schwerwiegende Schädigung des oberen Magen-Darm-Traktes durch Ingestion des Giftstoffes, muss gegebenenfalls endoskopisch das Ausmaß der Läsionen bestimmt und Perforationen ausgeschlossen werden.

Es existieren keine Laborparameter, deren Monitoring sinnvoll erscheinen würde; lediglich die Überwachung der arteriellen Blutgase sollte erfolgen. Dem Patienten ist nach Inhalation von Chlorgas Sauerstoff zu verabreichen; tritt ein Bronchospasmus auf, soll die Bronchodilatation mit Sympathomimetika per inhalationem erfolgen. Entwickelt sich ein toxisches Lungenödem, kann eine frühzeitige maschinelle Beatmung mit positivem endexpiratorischen Druck (PEEP) nötig sein, um einen pO_2 über 50 mmHg bei einer FIO_2 unter 60% aufrechtzuerhalten. Da als nicht bewiesen gilt, dass das Verabreichen von Steroiden die Entwicklung eines toxischen Lungenödems verhindert, muss die Entscheidung über den inhalativen oder systemischen Einsatz von Steroiden unter Berücksichtigung der Klinik getroffen werden.

6.2. Ammoniak

Verflüssigtes Ammoniak, konzentrierte wässrige Ammoniaklösungen sowie gasförmiges Ammoniak in höheren Konzentrationen wirken auf Haut, Schleimhäute und Augen stark ätzend. Verflüssigtes Ammoniak kann außerdem bei Hautkontakt Erfrierungen hervorrufen.

Als Reizgas wirkt Ammoniak vorwiegend auf die Atmungsorgane. Kehlkopfschwellung und Lungenödem können zu lebensbedrohlichen Erstickungszuständen führen.

Erstmaßnahmen

Nach Freiwerden von Ammoniak ist der Patient aus der toxischen Umgebung an die frische Luft zu bringen. Bestehen Husten oder Atembeschwerden, muss untersucht werden, ob Irritationen des Respirationstraktes, eine Bronchitis oder eine Pneumonie vorliegen. Zusätzlich zur Verabreichung von Sauerstoff muss wenn nötig assistiert beatmet werden. Nach schwerwiegender Exposition kann die Intubation oder Tracheotomie zum Freihalten der Atemwege notwendig sein.

Erstversorgung

Geschädigte Hautstellen müssen mit Seife und reichlich Wasser gründlich gereinigt werden. Da flüssiges Ammoniak eine Temperatur von minus 33°C haben kann, kommt es bei Einwirken auf die Haut zu erheblichen Kälteschäden. Die Wiedererwärmung von geschädigten Bereichen sollte im 40 – 42°C warmen Wasser über 20 – 30 Minuten gegebenenfalls unter Analgesie erfolgen. Weist die Haut Kälteschäden auf, darf nur vorsichtig gereinigt werden, um weitere Traumatisierung zu vermeiden. Eine eventuell bestehende systemische Hypothermie muss behoben werden, da nur so eine periphere Vasodilatation ermöglicht wird. Kommt es zur oralen Aufnahme von Ammoniak, darf weder Erbrechen ausgelöst noch eine Magenspülung durchgeführt werden. Versuche, durch Verabreichen von schwachen Säuren eine Neutralisation zu erzielen, müssen ebenfalls unterlassen werden. Ob Maßnahmen zur Verdünnung der Noxe sinnvoll sind, wird kontrovers diskutiert; sofortiges Verabreichen von geringen Mengen Milch oder Wasser kann zur Dekontamination der Mundschleimhaut hilfreich sein. Allerdings besteht die Gefahr, dadurch Erbrechen auszulösen.

Weitergehende Behandlung

Ausgeprägte Irritation der Atemwege kann mit 24- bis 72stündiger Verzögerung zum toxischen Lungenödem fortschreiten. In diesem Fall muss ebenfalls auf adäquate Ventilation und Oxygenierung unter Kontrolle der arteriellen Blutgase geachtet werden. Wenn nötig müssen intubierte Patienten mit positivem endexpiratorischen Druck beatmet werden, nicht-intubierte unter CPAP-Bedingungen (continuous positive airway pressure). Die Zufuhr von Flüssigkeit darf nur sparsam und vorsichtig erfolgen. Die Gabe von Steroiden hat möglicherweise einen positiven therapeutischen Effekt bei der Behandlung des toxischen Lungenödems; dies ist jedoch nicht nachgewiesen. Eine wirkliche Indikation für Steroide sind eventuell ausgeprägte Brochospasmen, die einer Therapie mit Bronchodilatoren und Theophyllin nicht zugänglich sind. Keinesfalls sollten Antibiotika zur Infektionsprophylaxe eingesetzt werden, da so lediglich Infektionen mit resistenten Keimen begünstigt werden. Liegen oropharyngeale Verätzungen vor oder bestehen Schluckbeschwerden, sollte innerhalb von 12 – 24 Stunden nach Exposition eine Endoskopie durchgeführt werden. Werden dabei tiefe, ausgeprägte Verätzungen entdeckt, ist der Einsatz von Steroiden möglicherweise indiziert. Die Dosis soll hierbei 0,1 mg/kg/d Dexamethason bzw. 1 – 2 mg/kg/d Prednison über insgesamt drei Wochen betragen. Bei Magen- oder Ösophagusruptur oder bei aktiver Blutung im oberen Gastrointestinaltrakt sind Steroide jedoch kontraindiziert. Wurden in der Endoskopie Verätzungen nachgewiesen, sollte nach 10 bis 21 Tagen ein Barium-Breischluck durchgeführt werden, um die mögliche Bildung von Narbenstrikturen zu diagnostizieren.

6.3. Schwefelwasserstoff

Schwefelwasserstoff kann nur in niedrigen Konzentrationen durch seinen Geruch nach faulen Eiern wahrgenommen werden; in höheren Konzentrationen wird der Geruchssinn gelähmt. Durch Schwefelwasserstoff werden Irritationen der Augen und der Schleimhäute hervorgerufen. Außerdem kann es zu Kopfschmerzen,

Übelkeit und Erbrechen, Durchfall, Schwindel und Benommenheit, Amnesie und Desorientiertheit kommen. Beeinträchtigungen des Herz-Kreislauf-Systems zeigen sich in Palpitationen, Tachykardie, Hypotension und Bewusstlosigkeit. Höhere Konzentrationen können zu Atemlähmung, Krampfanfällen und schließlich zum Tod führen.

Erstmaßnahmen

Nach Schwefelwasserstoffexposition muss der Patient unter absoluter Wahrung des Eigenschutzes sofort an die frische Luft gebracht werden, Sauerstoff muss verabreicht werden.

Erstversorgung

Kommt es zu Krämpfen, gilt Diazepam als Mittel der ersten Wahl (Erwachsene 5-10 mg i.v. initial, bei Bedarf Wiederholung alle 10 bis 15 Minuten; Kinder 0,2–0,5 mg/kg i.v. initial, bei Bedarf alle 5 Minuten wiederholen). Auf Hypotension, Atemdepression und mögliche Indikation zur Intubation muss geachtet werden. Sind die Krampfanfälle nicht zu durchbrechen oder treten sie nach Verabreichen von 30 mg Diazepam beim Erwachsenen oder 10 mg beim Kind wieder auf, sollte Phenobarbital oder Phenytoin verabreicht werden.

Blutdruckabfällen kann mit intravenöser Flüssigkeitsgabe und Schocklagerung, sowie durch medikamentöse Therapie (Dopamin als Mittel der ersten Wahl) begegnet werden. Die Herzfunktion sollte engmaschig überwacht werden.

Nach dermalen Exposition sind die betroffenen Hautstellen gründlichst mit Wasser und Seife zu reinigen. Die Behandlung von Kälteschäden besteht wiederum in vorsichtigen Maßnahmen zur Wiedererwärmung und chirurgischer Versorgung im Bedarfsfall.

Weitergehende Behandlung

Verabreicht man Amylnitrit per inhalationem und Natriumnitrit intravenös, wird möglicherweise Sulfmethämoglobin gebildet, welches Schwefel aus der Gewebefindung löst. Natriumthiosulfat darf nicht verwendet werden. Der Antidot-Effekt der Nitrit-Therapie wird zwar kontrovers diskutiert, bis zum Vorliegen weiterer Studienergebnisse wird der Einsatz von Nitrit allerdings empfohlen.

Für die Behandlung des toxischen Lungenödems gelten wiederum die allgemeinen Grundsätze: unter engmaschiger Kontrolle der arteriellen Blutgase muss eine adäquate Ventilation und Oxygenierung aufrechterhalten werden. Frühzeitiges Umsteigen auf maschinelle Beatmung mit positivem endexpiratorischem Druck kann nötig sein, um ausreichende pO_2 -Werte zu erzielen.

Verschiedene Fallberichte lassen vermuten, dass die hyperbare Sauerstofftherapie in Fällen schwerer Schwefelwasserstoffintoxikation einen positiven therapeutischen Effekt zeigt. Der definitive klinische Nutzen für die Behandlung der Schwefelwasserstoffvergiftung bleibt allerdings noch nachzuweisen.

6.4. Schwefelsäure

Schwefelsäure greift jedes Gewebe an, mit der sie in Berührung kommt. Nach oraler Aufnahme kommt es zu Schleimhautnekrosen und Perforationen im Magen-Darm-Trakt, die typischerweise im Magen und Darm stärker ausgeprägt sind als im Ösophagus. Ein Inhalationstrauma kann Husten, Niesen, reflektorischen Bronchospasmus, Dyspnoe und ein toxisches Lungenödem auslösen. Komplikationen wie plötzliches Kreislaufversagen, Glottisödem, Magenperforationen oder Magenblutungen können zum Tod führen.

Erstmaßnahmen

Nachdem die Inhalationsopfer aus dem Gefahrenbereich verbracht sind, muss Sauerstoff verabreicht und im Bedarfsfall assistiert beatmet werden.

Erstversorgung

Nach Schädigung der Haut durch Schwefelsäure muss das betroffene Areal extrem sorgfältig mit Wasser und Seife gereinigt werden. Kommt es zu dermalen Überempfindlichkeitsreaktionen, kann der topische oder systemische Einsatz von Steroiden oder von Antihistaminika sinnvoll sein. Wurden die Augen exponiert, sollte mit reichlich Wasser über mindestens 15 Minuten gespült werden. Das Hinzuziehen eines Augenarztes ist anzuraten.

Aufgrund der stark ätzenden Wirkung von Schwefelsäure darf nach oraler Aufnahme kein Erbrechen ausgelöst werden. Der Nutzen einer frühzeitigen teilweisen Giftentfernung durch vorsichtige Magenspülung muss gegen die möglichen Komplikationen wie Perforation oder Blutungen abgewogen werden. Eine Verdünnung mit Milch oder Wasser (100 – 250 ml; nicht mehr als 15 ml/kg bei Kindern) sollte möglichst rasch durchgeführt werden. Neutralisationsversuche mit Natriumbicarbonat sollen unterbleiben.

Weitergehende Versorgung

Bei Verdacht auf Verätzungen von Speiseröhre oder Magen sollte eine Endoskopie durchgeführt werden, um das Ausmaß der Schädigung zu bestimmen. Auf Symptome von akuter Obstruktion des Pylorus sollte geachtet werden; diese Komplikation tritt üblicherweise etwa drei Wochen nach der Ingestion von Schwefelsäure auf.

Aus schwerwiegenden Schädigungen des Respirationstraktes kann sich auch noch mit einer Verzögerung von 24 bis 72 Stunden ein toxisches Lungenödem entwickeln. In diesem Fall muss gegebenenfalls mit Hilfe maschineller Beatmung unter PEEP eine ausreichende Ventilation und Oxygenierung aufrechterhalten werden.

6.5. Sarin

Sowohl die orale Aufnahme von Sarin als auch Inhalation oder Resorption über die Haut führen zur Vergiftung. Die Symptome der Intoxikation beruhen auf einem Acetylcholinüberschuss an den muskarinischen und nikotinischen Rezep-

toren und den Rezeptoren im ZNS. Zu den muskarinischen Effekten zählen Schwitzen, Speichelfluss, gesteigerte Bronchialsekretion, Miosis, Bradykardie, Hypotension, Durchfall und Erbrechen, Bronchokonstriktion sowie Stuhl- und Harninkontinenz.

Nikotinische Symptome sind Faszikulationen und Muskelschwäche (einschließlich des Zwerchfells), Tachykardie, Hypertension und Mydriasis. Im ZNS zeigen sich die Auswirkungen der Cholinesterase-Hemmstoffe durch Ruhelosigkeit, Angstgefühle, Kopfschmerzen, Krampfanfälle und Bewusstlosigkeit. Diese Effekte können sich langsam zurückbilden oder aber irreversibel sein.

Erstmaßnahmen

Zunächst ist der Patient aus der toxischen Umgebung an die frische Luft zu bringen. Gelangt Sarin auf die Haut, müssen die betroffenen Stellen wiederholt gründlichst mit Wasser und Seife gereinigt werden. Kontaminierte Kleidung muss von der Haut entfernt und entsorgt werden. Zur Dekontamination der Haut ist eventuell auch der Einsatz von mit Ionenaustauschern imprägnierten Reinigungspads sinnvoll.

Erstversorgung

Wegen der Gefahr des Auftretens von Krämpfen oder eines Komats ist das Auslösen von Erbrechen kontraindiziert. Bei Patienten, die komatös sind oder eine erhöhte Krampfbereitschaft zeigen, kann jedoch eine Magenspülung indiziert sein, sofern die Aufnahme des Giftes nicht lange zurück liegt. Im Anschluss an die Magenspülung sollte Aktivkohle verabreicht werden (30 – 100 g bei Erwachsenen, 15 – 30 g bei Kindern).

Um die Wirkung der überschüssigen Cholinesterase aufzuheben, muss Atropin verabreicht werden (bei Erwachsenen 2 – 5 mg alle 10 – 15 Minuten, bei Kindern 0,05 mg/kg alle 10 – 15 Minuten). In Fällen schwerer Vergiftung sollte ebenfalls Pralidoxim verabreicht werden (bei Erwachsenen 1 -2 g i.v., mit einer Geschwindigkeit von 0,5 g pro Minute, bei Kindern 25 – 50 mg/kg über einen Zeitraum von 5 bis 30 Minuten); nach einer Stunde und danach alle 6 – 12 Stunden kann die Dosis wiederholt werden, wenn weiterhin Muskelschwäche besteht oder der Patient komatös ist.

Kommt es zu Krampfanfällen, sollte zunächst Diazepam verabreicht werden (bei Erwachsenen 5 – 10 mg initial, bei Bedarf alle 10 – 15 Minuten wiederholen; bei Kindern 0,2 – 0,5 mg/kg initial, bei Bedarf alle 5 Minuten wiederholen). Sind die Krampfanfälle durch Diazepam nicht beherrschbar, sollte die Verabreichung von Phenobarbital und/oder Phenytoin erwogen werden. Im Falle einer ausgeprägten Hypotension sollten intravenöse Volumenersatzmittel verabreicht werden und im Bedarfsfall medikamentös eingeschritten werden (Dopamin als Mittel der ersten Wahl). Kontraindiziert sind alle Medikamente mit cholinergem Wirkung, wie z.B. Succinylcholin.

Weiterführende Behandlung

Abhängig vom Schweregrad der Vergiftung muss die Atropintherapie über Stunden oder Tage fortgeführt werden. Die Therapie mit Pralidoxim kann über mehrere Tage notwendig sein. Eine fortlaufende Infusion von Pralidoxim wird kontrovers diskutiert. Die Behandlung des toxischen Lungenödems erfolgt wie bereits erwähnt.

6.6. Phosgen

Phosgen ist als sehr giftig eingestuft und greift vor allem Lunge, Augen und Haut an. Die Symptome einer Phosgen-Intoxikation können mit einer Latenzzeit von bis zu 72 Stunden auftreten und bestehen aus schwerer Atemnot, Lungenödem, Husten, schaumigem Sputum, Zyanose und Angstzuständen. Selbst kurzzeitige Exposition bei Konzentrationen über 50 ppm kann schnell zum Tode führen. Flüssiges Phosgen führt zu Erfrierungen.

Erstmaßnahmen

Nach Phosgen-Inhalation sollte der Patient an die frische Luft gebracht werden. Sollten Husten oder Atembeschwerden auftreten, muss abgeklärt werden, ob Irritationen des Respirationstraktes, eine Bronchitis oder eine Pneumonie vorliegen. Sauerstoff sollte verabreicht und gegebenenfalls assistiert beatmet werden. Nach dermalen Exposition müssen betroffene Hautstellen sehr sorgfältig mit Wasser und Seife gereinigt werden. Sind die Augen durch Phosgen geschädigt, muss mit reichlich Wasser über mindestens 15 Minuten gespült werden.

Erstversorgung

Durch Phosgen ausgelöste Kälteschäden werden zwar selten beschrieben, sind aber potentiell möglich. In diesem Fall sind die bereits beschriebenen Maßnahmen zur Wiedererwärmung der betroffenen Stellen zu ergreifen. Ebenso sollte eine eventuelle systemische Hypothermie behoben werden, um die Dilatation der Hautgefäße zu ermöglichen. Während der Erwärmungsphase sollten im Bedarfsfall Schmerzmittel verabreicht werden.

Weitergehende Behandlung

Bestehen nach Schädigung der Augen Irritation, Schmerz, Schwellung oder Lichtscheu weiterhin, muss ein Augenarzt hinzugezogen werden. Patienten nach Inhalationstrauma müssen sorgfältig überwacht und wenn nötig symptomatisch behandelt werden; empfohlen wird die Überwachung während 12 bis 24 Stunden. Auch wenn Phosgen nur auf die Haut aufgebracht wurde, muss der Patient überwacht werden, um frühzeitig Symptome der systemischen Wirkung zu erkennen. Kommt es zur Ausbildung eines toxischen Lungenödems, gelten allgemeine Therapiegrundsätze (adäquate Ventilation und Oxygenierung, gegebenenfalls maschinelle Beatmung mit positivem endexpiratorischem Druck). Eine spezifische Antidot-Therapie für die Behandlung des toxischen Lungenödems nach Phosgen-Inhalation existiert nicht.

6.7. Acrylnitril

Bei Berührung mit der Haut führen flüssiges Acrylnitril und seine Dämpfe zu starken ekzemartigen Reizungen mit Blasenbildung. Auch Augen und Schleimhäute sind stark gefährdet. Bei Aufnahme von geringen Mengen Acrylnitril kommt es zu Müdigkeit, Übelkeit und Erbrechen, Kopfschmerzen und Leibscherzen. Die Aufnahme größerer Mengen kann zu Bewusstlosigkeit, Krämpfen, Atemstillstand und schließlich zum Tod führen. Acrylnitril wird verdächtig, beim Menschen krebserzeugend zu wirken.

Die von Acrylnitril ausgehende Giftwirkung beruht hauptsächlich auf der in der Verbindung enthaltenen Blausäure.

Erstmaßnahmen

Zunächst ist der Patient aus der toxischen Umgebung zu retten. Durch Acrylnitril geschädigte Hautstellen müssen sorgfältig mit Wasser und Seife gereinigt werden; Augen müssen mit reichlich Wasser über einen Zeitraum von mindestens 15 Minuten gespült werden.

Erstversorgung

Nach oraler Aufnahme von Acrylnitril sollte so bald als möglich eine Magenspülung durchgeführt und danach Aktivkohle verabreicht werden. Um einen erhöhten pO_2 -Gehalt zu erlangen, muss Sauerstoff zugeführt werden.

Neben der akuten Elementarhilfe und den Maßnahmen der primären Giftelimination steht bei der Cyanidvergiftung ein wirksames Antidot zur Verfügung. Durch den Met-Hämoglobin-Bildner 4-DMAP (4-Dimethylaminophenol) ist eine Bindung von Cyanid-Ionen auch nach erfolgter Resorption noch möglich. Um 30% des normalen Hämoglobingehaltes in Met-Hämoglobin umzuwandeln, genügen 3 mg 4-DMAP pro kg KG. Diese Menge ist in der Lage, eine sonst tödliche Blausäuremenge zu binden. Anschließendes Verabreichen von Natriumthiosulfat 10% (50 – 100 ml i.v.) fördert die körpereigene Bildung ungiftiger Thiocyanide.

Kommt es im Rahmen einer Acrylnitril-Intoxikation zu Krampfanfällen, wird als Mittel der Wahl Diazepam verabreicht (Dosierung s.o.); bei Fortbestehen der Krämpfe oder erneutem Auftreten von Krampfanfällen werden Phenobarbital oder Phenytoin eingesetzt.

Weitergehende Behandlung

Unter der Gabe von Met-Hämoglobin-Bildnern muss auf eine mögliche Kreislaufdepression geachtet werden. Sollte durch die Therapie eine exzessive Met-Hämoglobinämie ausgelöst worden sein, muss eventuell Methylenblau oder Toluidinblau verabreicht werden. In besonders schweren Fällen kann eine Austauschtransfusion nötig sein.

Die Intoxikation mit Cyaniden gilt auch als Indikation für die Durchführung der hyperbaren Oxygenation. Im Tierexperiment erwies sich N-Acetylcystein als wirksames Antidot bei Vergiftungen mit Acrylnitril.

6.8. Schlussfolgerungen

- Im Unterschied zu anderen Notfallpatienten ist der Chemikaliengeschädigte zunächst aus dem Gefahrenbereich zu verbringen.
- Grundlage jeder Behandlung eines Notfallpatienten ist die Sicherung der Vitalfunktionen.
- Handelt es sich um einen intoxikierten Patienten, unterscheidet sich die Therapie nur gegebenenfalls durch die Gabe von Antidota und Maßnahmen zur Dekontamination von der Therapie eines anderen Notfallpatienten.
- Nur für wenige Giftstoffe existieren tatsächlich Gegenmittel (s.Tab. 6.1.).

- Meist ist die stationäre Überwachung eines Vergiftungsopfers über 24 bis 48 Stunden nötig.
- Die weiterführenden Maßnahmen unterscheiden sich nicht von den allgemeinen Grundsätzen der intensivmedizinischen Therapie.
- Eine spezielle weiterführende Therapie bzw. das Vorhalten spezifischer „Intoxikationsnotfallbetten“ über die vorhandenen intensivmedizinischen Behandlungsmöglichkeiten hinaus halten wir deshalb nicht für nötig.

Substanz	Handelsname	Indikation
Acetylcystein	Fluimucil Antidot	Vergiftung mit Acrylnitril, Methacrylnitril, Methylbromid, Paracetamol
Atropinsulfat	Atropin	Alkylphosphatvergiftung
Calcium-trinatrium-pentetat	Ditripentetat-Heyl	Vergiftung durch Blei, Zink, Eisen, Mangan, Chrom, Plutonium u.a. radioaktive Metalle
4-Dimethylaminophenol	4-DMAP	Cyanidvergiftung
Ethanol 96%	Ethanol	Methanol
Flumazenil	Anexate	Vergiftung mit Benzodiazepinen
Naloxon	Narcanti	Opiatvergiftung
Natriumthiosulfat	S-Hydril	Cyanidvergiftung
Obidoxim	Toxogonin	Alkylphosphatvergiftung
Physiostigmin	Anticholium	Vergiftung mit Atropin, trizyklischen Antidepressiva
Toloniumchlorid	Toluidinblau	Methämoglobinämie

Tabelle 6.1.: Im klinischen und präklinischen Bereich eingesetzte Antidota

Hilfsmittel		
Substanz	Handelsname	Indikation
Wasser	–	Dekontamination (wasserlösliche Substanzen)
Polyethylenglykol	Lutrol, Roticlean	Dekontamination (fettlösliche Substanzen)

Tabelle 6.2.: Hilfsmittel zur Dekontamination

Weiterführende Literatur:

- DILGER, J., LUFT, D., RISLER, T., SCHMÜLLING, R.-M. (Hrsg.) (1993): Therapieschemata Akut- und Intensivmedizin. – Urban und Schwarzenberg, München, Wien, Baltimore
- HALL, A.H. & RUMACK, B.H. (Hrsg.): TOMES (R) System. MICROMEDEX, Inc., Englewood, Colorado (Edition expires 4/30/97)
- HALLHUBER, C. (Hrsg.) (1987): Notfälle in der Inneren Medizin. – Urban und Schwarzenberg, München, Wien, Baltimore
- LAWIN, P. (Hrsg.) (1993): Praxis der Intensivbehandlung. – Thieme, Stuttgart, New York
- MADLER, C., JAUCH, K.-W., WERDAN, K. (Hrsg.) (1994): Das NAW-Buch: praktische Notfallmedizin. – Urban und Schwarzenberg, München, Wien, Baltimore

7. Ausbildungsrichtlinien für Katastrophenschutzpersonal

Um die von den Helfern im Test erzielten Leistungen zu beurteilen, müssen die Ergebnisse zu den Inhalten der geltenden Ausbildungsrichtlinien in Beziehung gesetzt, und der jeweilige Ausbildungsstand berücksichtigt werden. Dies erfolgte beispielhaft anhand der Ausbildungsrichtlinien des Deutschen Roten Kreuzes. Die Richtlinien der übrigen Hilfsorganisationen sind in Inhalt und Umfang sehr ähnlich, so dass auf deren Darstellung verzichtet werden kann.

Berücksichtigt wurden die Inhalte der Erste-Hilfe-Ausbildung, die die Pflichtausbildung für ehrenamtliche Katastrophenschutz Helfer darstellt (Abb. 7.2), sowie der Lehrplan für die Sanitätsdienstausbildung, Block A und B (Abb. 7.3 und 7.4). Block C der Sanitätsdienstausbildung befindet sich erst im Aufbau und soll als Fachausbildung für Helfer und Helferinnen in den Sanitätsgruppen der Einsatzeinheiten dienen. Bislang sind für Block C der Sanitätsdienstausbildung lediglich einige Themenschwerpunkte erstellt (Abb. 7.5). Die Erste-Hilfe-Ausbildung umfasst insgesamt 16 Unterrichtsstunden.

Der auf den ersten Blick sehr umfassend wirkende relevante Lehrstoff des Erste-Hilfe-Kurses (s. Abb. 7.2) entspricht mengenmäßig dem Unterrichtsstoff einer Doppelstunde; die einzelnen Themen können infolge dessen nur sehr oberflächlich behandelt werden.

Die Sanitätsdienstausbildung nimmt mit Block A und B insgesamt 60 Stunden in Anspruch. Die hier relevanten Themen entsprechen zusammen ca. 10 Unterrichtsstunden (s. Abb. 7.3 und 7.4). Abbildung 7.1 liefert eine Übersicht über die Ausbildungsstufen des Deutschen Roten Kreuzes für den Katastrophenschutz und den Rettungsdienst.

Näher eingegangen wird im Folgenden auf das Curriculum für den Fachlehrgang Rettungsdienst (Abb. 7.6), der von Rettungssanitätern (Ausbildung über 520 Stunden) und Rettungshelfern (Ausbildung über 240 Stunden) absolviert werden muss. Die Seitenzahlen beziehen sich auf das „Handbuch für die Rettungsdienstausbildung in Baden-Württemberg“ des DRK Landesverbandes Baden-Württemberg.

Um den Anforderungen der medizinischen Versorgung beim Massenansturm von Verletzten nach Chemikalienfreisetzung gerecht zu werden, müssen die Einsatzkräfte nicht nur Kenntnisse über Vergiftungen und deren Therapie aufweisen,

Die Ausbildungsstufen des DRK im Katastrophenschutz und Rettungsdienst

- Erste-Hilfe-Ausbildung (EHA)
- Sanitätsausbildung, Block A (SAN A)
- Sanitätsausbildung, Block B (SAN B)
- Sanitätsausbildung, Block C (SAN C)
- Rettungshelfer (RH)
- Rettungssanitäter (RS)
- Rettungsassistent (RA)

Abbildung 7.1.: Ausbildungsstufen

sondern auch mit den Besonderheiten eines Einsatzes unter Katastrophenbedingungen vertraut sein. Der derzeit gültige Lehrplan umfasst zu beiden Themen folgende Inhalte:

• *Katastrophenschutz*

Definition der Katastrophe und gesetzliche Grundlagen grenzen die Situationen ein, in denen der Katastrophenschutz tätig wird.

Einteilung und Aufgaben der im Katastrophenschutz tätigen Einsatzkräfte werden erläutert, wobei insbesondere auf die Aufgaben des Sanitätsdienstes näher eingegangen wird. (Handbuch für die Rettungsdienstausbildung in Baden-Württemberg, S.189-195)

Folgende Tätigkeiten fallen in den Aufgabenbereich des Sanitätsdienstes:

- Übernahme der Verantwortung für Verletzten-Sammelstellen
- Einrichten eines Verbandsplatzes
- Registrierung der Verletzten
- Einrichtung eines Krankenwagen-Halteplatzes
- Herstellen und Aufrechterhalten der Transportfähigkeit der Verletzten
- Übergabe der Verletzten an die aufnehmende Stelle
- Sanitätsdienstliche Betreuung von bereits ärztlich versorgten Patienten

Zusätzlich werden Organisationsstrukturen von Einsätzen unter Katastrophenbedingungen erklärt, sowie auf die Weisungsbefugnis von Leitendem Notarzt und Einsatzleiter-Rettungsdienst hingewiesen. (Handbuch für die Rettungsdienstausbildung in Baden-Württemberg, S. 195)

Ausführlich erklärt wird außerdem das Ausstellen einer Verletzten-Anhängekarte, sowie deren Funktion und Handhabung. (Handbuch für die Rettungsdienstausbildung in Baden-Württemberg, S.195-198)

Relevante Inhalte des Lehrplanes für den Erste-Hilfe-Kurs	
Verhalten bei großflächigen Gefahrenlagen	
Atemerleichternde Sitzhaltung	
Verlagerung eines Verletzten mit Atemnot	
Verbrennungen	
Unterkühlungen/Erfrierungen	
Vergiftungen	- Aufnahmeweg
	- Allgemeine Erkennungsmerkmale
	- Allgemeine Maßnahmen
Vergiftungen über die Atemwege	
	- Vergiftungen durch Kohlenmonoxid
	- Erstickten durch Kohlenmonoxid
Vergiftung durch Kontaktgifte	
Verätzungen im Bereich des Mundes	
Verätzungen der Haut	
Augenspülungen	

Abbildung 7.2.: Lehrinhalte des Erste-Hilfe-Kurses

Besondere Berücksichtigung findet der Strahlenunfall; hier werden neben physikalischen und physiologischen Grundlagen wichtige Verhaltensregeln beim Einsatz sowie organisatorische Besonderheiten erklärt. Maßnahmen, die zur Vorbeugung einer Kontamination dienen sollen, werden ebenso erwähnt wie Dekontaminationsmaßnahmen. (Handbuch für die Rettungsdienstausbildung in Baden-Württemberg, S.213-220)

• *Vergiftungen*

Im Kapitel „Vergiftungen“ wird zwischen exogenen (Einwirkung von chemischen, tierischen, pflanzlichen, bakteriellen oder sonstigen Giftarten auf den menschlichen Organismus) und endogenen (Vergiftung durch körpereigene Substanzen bei Stoffwechselstörungen) Intoxikationen unterschieden.

Die Auswirkungen einer Intoxikation auf die einzelnen Organsysteme werden beschrieben und die Giftstoffe in folgende Gruppen eingeteilt:

- Medikamente
- Chemikalien (Zyanide, Lösungsmittel, Säuren, Laugen)
- Pflanzenschutz- und Reinigungsmittel
- Genussmittel, Drogen
- Gase (Kohlenmonoxid, Reizgase)

Ebenso erfolgt die Einteilung der Giftstoffe nach ihrer Wirkung:

- Haut- und schleimhautschädigende Stoffe
- Lungenschädigende Gifte
- Blutgifte
- Nervengifte
- Stoffwechselgifte
- Kreislauf- und atemzentrumschädigende Gifte

Die Vergiftungswege über die Haut, die Atemwege und den Magen-Darm-Trakt werden erklärt und Grundsatzfragen zur Elementardiagnostik geklärt.

Zur Elementardiagnostik zählt die Beurteilung von Bewusstsein, Atmung und Kreislauf, Aussehen, Pupillen, Psyche und von vegetativem und zentralem Nervensystem.

Als Elementartherapie sollen Maßnahmen zur Dekontamination ergriffen werden. So soll der Patient nach Inhalation von toxischen Substanzen mit Rautek-Rettungsgriff aus dem Gefahrenbereich entfernt werden. An anderer Stelle (Handbuch für die Rettungsdienstausbildung in Baden-Württemberg, S. 493) wird jedoch darauf hingewiesen, dass bei der Rettung aus gasverseuchten Räumen die Eigengefährdung erheblich ist. Deshalb soll die Feuerwehr mit umluftunabhängigem Atemschutz hinzugezogen werden.

Die Dekontamination bei Kontaktgiften erfolgt bei Schädigung der Haut durch Entfernen der kontaminierten Kleidung und durch gründliche Reinigung der betroffenen Stellen mit Wasser und Seife. Sind die Augen betroffen, soll gespült werden. Wurden die Giftstoffe über den Magen-Darm-Trakt aufgenommen, soll Erbrechen ausgelöst werden oder (bei Erwachsenen) eine Magenspülung durchgeführt werden. Das Vorgehen bei einer Magenspülung wird ausführlich beschrieben; dabei werden sowohl die Voraussetzungen für das Durchführen der Maßnahme (bewusstseinsklarer Patient mit ausreichender Spontanatmung und stabiler Kreislauffunktion) als auch die Indikationen zur endotrachealen Intuba-

tion (abgeschwächte oder aufgehobene Schutzreflexe, Vorliegen einer Atemstörung nach Vergiftungen mit organischen Lösungsmitteln oder Mineralölprodukten) berücksichtigt. Die Indikation zum Durchführen der Magenspülung im außerklinischen Bereich wird allerdings auf einige spezielle Situationen beschränkt (Transportzeiten über 30 Minuten, Vergiftungen mit Phosphorsäureester, Arsen und Blausäuren). Zum Auslösen von provoziertem Erbrechen werden hypertone Kochsalzlösung, Apomorphin i.m. oder Ipecacuanha-Sirup empfohlen. Auf folgende Kontraindikationen wird hingewiesen:

- Bewusstlosigkeit oder starke Bewusstseinstörung
- Aufnahme ätzender Substanzen
- Aufnahme schaubildender Substanzen
- Aufnahme von organischen Lösungsmitteln, Mineralölprodukten oder öligen Lösungen

Zu einigen speziellen Vergiftungen (Alkylphosphate, Schlafmittel, Blausäure) werden Elementardiagnose und -therapie sowie -falls vorhanden- Antidota beschrieben. Gesondert behandelt werden Intoxikationen mit Drogen wie Opiate, Psychodelika und Weckaminen.

Auch auf die Beachtung des Eigenschutzes wird nochmals hingewiesen; so wird die Atemspende bei Vergiftungen mit lungenschädigenden Giften, bei Giftgasen und bei Kontaktgiften verboten. Ebenso wird auf die Notwendigkeit des Tragens von Handschuhen bei der Durchführung von Dekontaminationsmaßnahmen aufmerksam gemacht. Als Abschluss des Kapitels wird eine Liste von Antidota aufgeführt. Indikationen, Dosierung, Wirkung und Kontraindikationen folgender Medikamente werden aufgezeigt:

- Apomorphin
- Atropin
- Auxilolon (Dexamethason)
- Ipecacuanha-Sirup
- Kohlepulver
- Narcanti (Naloxon)
- Natrium-Thiosulfat
- Sab-simplex (Dimethylpolysiloxan)
- Toluidinblau
- 4-DMAP (4-Dimethyl-p-amino-phenol)

Auch außerhalb des Kapitels „Vergiftungen“ werden noch mögliche Schäden durch Chemikalienexposition erwähnt.

Anhand der akuten Reizgasinhalation wird der pathophysiologische Mechanismus des toxischen Lungenödems beschrieben (Handbuch für die Rettungsdienstausbildung in Baden-Württemberg, S. 776). Leitsymptome und elementartherapeutische Maßnahmen werden geschildert, gefolgt von dem speziellen Hinweis, dass auch scheinbar Gesunde nach Reizgasinhalation behandelt werden müssen, da bis zur Ausbildung von Symptomen Stunden bis Tage vergehen können. Ebenso muss nach einem Inhalationstrauma der Patient klinisch versorgt werden (Handbuch für die Rettungsdienstausbildung in Baden-Württemberg, S. 749)

Gesondert beschrieben werden auch Vergiftungen mit Kohlenmonoxid und Kohlendioxid (Handbuch für die Rettungsdienstausbildung in Baden-Württemberg, S. 777-778).

Bei Verätzungen der Haut durch Chemikalien müssen die geschädigten Hautgebiete mit großen Mengen Leitungswasser gespült werden, um die Konzentration der Lauge oder Säure zu vermindern (Handbuch für die Rettungsdienstausbildung in Baden-Württemberg, S. 747).

Zusätzlich zu diesen speziellen Kenntnissen zu Vergiftungen und deren Behandlung sowie zu Einsätzen unter Katastrophenbedingungen müssen Maßnahmen beherrscht werden, die für die Versorgung jedes Patienten nötig sind oder nötig sein können. Hierunter fallen diagnostische Maßnahmen wie das Bestimmen von Pulsfrequenz und Blutdruck und einfache Therapiemaßnahmen wie das Verabreichen von Sauerstoff und das Anlegen von Verbänden. Selbstverständlich müssen auch Basismaßnahmen wie die Herz-Lungen-Wiederbelebung und das Herstellen der stabilen Seitenlage beherrscht werden. All diese Maßnahmen sind bereits Lehrstoff von Erste-Hilfe-Kursen und müssen von jedem Katastrophenschutz Helfer erwartet werden können.

Schlussfolgerungen

- Basismaßnahmen und grundlegende allgemeine Versorgung von Verletzten und Erkrankten sind in den gültigen Curricula ausreichend vertreten.
- Das im Lehrplan enthaltene und gelehrt Wissen über Intoxikationen und deren Behandlung sollte für Katastrophenschutz Helfer weitgehend genügen. Berücksichtigung muss allerdings die Tatsache finden, dass das Gelehrte häufig nicht beherrscht wird. Dies gilt insbesondere für Themen, die im täglichen Einsatz nicht anwendbar sind.

Relevante Inhalte des Lehrplanes für die Sanitätsdienstausbildung Block A
Lebensbedrohliche Störungen der Atmung
- Atemnot
- Atemstillstand
Umgang mit dem Beatmungsbeutel
Feststellen der regelrechten Funktionen
- Puls
- Blutdruck
Verbrennungen/Verbrühungen
Erfrierungen
DRK-Helfer bei Großeinsätzen/im Katastropheneinsatz
Grundlagen der Registrierung

Abbildung 7.3.: Lehrinhalte der Sanitätsdienstausbildung, Block A

Relevante Inhalte des Lehrplanes für die Sanitätsdienstausbildung Block B
Kontrollierte Beatmung
Einsätze im Rahmen von Schnelleinsatzgruppen
Einsätze im Rahmen des Katastrophenschutzes

Abbildung 7.4.: Lehrinhalte für die Sanitätsdienstausbildung, Block B

Relevante Inhalte des Lehrplanes für die Sanitätsdienstausbildung Block C (Fachausbildung für Helfer/-innen in den Sanitätsgruppen der Einsatzinheit)
Unfälle mit Gefahrstoffen KTW 4-Tragen-Wagen

Abbildung 7.5.: Geplante Lehrinhalte der Sanitätsausbildung, Block C

Relevante Inhalte des Lehrplanes für den Fachlehrgang Rettungsdienst (Rettungshelfer/-sanitäter)
Organisation und Einsatztaktik
Massenanfall von Betroffenen
Rettungsdienst und Katastrophenschutz
Respiratorische Störungen
- Reizgasinhalation
- Lungenödem
Vergiftungen
- exogene/endogene Vergiftungen
- Vergiftungswege
- Elementardiagnostik/-therapie
Spezielle Vergiftungen
- Alkylphosphat
- Blausäure
Maßnahmen bei Vergiftung
- Asservation
- Magenspülung
- Antidota
Gefahrgutunfälle

Abbildung 7.6.: Lehrinhalte des Fachlehrgangs Rettungsdienst

- Der optimale Lehrplan sollte den Einsatzkräften deshalb folgende Kenntnisse vermitteln:

Katastrophenschutz
Rechtliche Grundlagen des Katastrophenschutzes
Struktureller Aufbau des Katastrophenschutzes
Grundsätze des sachgerechten Einsatzes und der Aufgabenstellung des Rettungsdienstes sowie die Koordination der organisierten Hilfe bei Großschadensereignissen und Katastrophen
Medizinische Verfahren bei akuten Ereignissen und spezielle Anforderungen an die Medizin im Katastrophenschutz
Grundlagen zum Einsatz beim Massenansturm von Verletzten (Alarmierung, Einsatz- und Alarmpläne, Aufbau der Einsatzleitung, Versorgungsablauf)
Kenntnisse zu speziellen Maßnahmen beim Massenansturm von Verletzten (Registrierung, Dekontamination, Patientenbetreuung, Angehörigenbetreuung, Betreuung der Einsatzkräfte)
Einsatz bei Schadensereignissen mit Chemikalienbeteiligung
Kenntnisse über gefährliche Güter und deren Einteilung in Gefahrenklassen
Kennzeichnung von Fahrzeugen mit Warntafeln und Gefahretiketten für den Gefahrguttransport
Bedeutung der Gefahrensymbole (giftig, reizend, brandfördernd, explosionsgefährlich usw.)
Gefahrenstellen, Gefährdung u. Selbstschutz bei Schadensereignissen mit Chemikalienbeteiligung
Grundsätze der notfallmedizinischen Erstversorgung bei unterschiedlichen Gefahrgutunfällen und der Zusammenarbeit mit Dritten (Feuerwehr, THW, Polizei)
Methoden der Dekontamination bei verschiedenen Giftstoffen
Grenzen und Gefahren der Einsatzmöglichkeiten des Rettungsdienst- und Katastrophenschutzpersonals bei Gefahrgutunfällen
Intoxikationen
Grundwissen über Vergiftungsursachen, endogene und exogene Vergiftung, Giftwirkungsfaktoren, Giftwege, Transport, Verteilung und Ausscheidung
Einteilung der Giftstoffe in Substanzgruppen
Mechanismen der Funktions- und Organschädigung
Erkennen von spezifischen Symptomenkombinationen u. deren Zuordnung zu speziellen Vergiftungen
Indikationen, Dosierungen, Applikation und Nebenwirkungen wichtiger Medikamente, die bei Vergiftungen zum Einsatz kommen (Atropin, Anticholinum, Narcanti, SAB-simplex, Auxiloson, Kohlekompressen, 4-DMAP, Paraffinöl, Natriumthiosulfat, Ipecacuanha-Sirup, Apomorphin)

- Diese Lehrinhalte entsprechen weitgehend den Curricula zur Ausbildung von Rettungsassistenten; lediglich die rechtlichen Grundlagen des Katastrophenschutzes müssen noch in den Lehrplan aufgenommen werden.
- Da der Zeitaufwand der Schulung erheblich wäre, besteht nicht die Möglichkeit, den Einsatzkräften im Katastrophenschutz ebenso profunde Kenntnisse wie den Rettungsassistenten, deren Ausbildung zwei Jahre beansprucht, zu vermitteln. Es erscheint daher sinnvoll, für die Einsätze sogenannte „gemischte Teams“, bestehend aus einem Rettungsassistenten und einem Helfer mit niedrigerem Ausbildungsstand (Rettungshelfer, Sanitäter) zu bilden.
- Um auch die Qualifikation der Einsatzkräfte im Katastrophenschutz, die einen formal niedrigeren Ausbildungsstand aufweisen, zu verbessern, sollen an den ohnehin stattfindenden Gruppenabenden Weiterbildungsveranstaltungen zu für den Einsatz nach Chemikalienfreisetzung relevanten Themen durchgeführt werden. Die Auswahl der Themen sollte gemäß den Curricula für Rettungsassistenten erfolgen.

8. Definitive Versorgung von Patienten nach Chemikalienexposition

Bei einem durch Chemikalienfreisetzung ausgelösten Schadensereignis mit nachfolgendem Massenansturm von Verletzten sind grundsätzlich vier verschiedene Arten der Schädigung von Personen denkbar:

- Aufnahme der Giftstoffe über die Atemwege (Inhalation)
- Aufnahme der Giftstoffe über den Magen-Darm-Trakt (Ingestion)
- Direktes Aufbringen der Chemikalien auf die Haut (dermale Exposition)
- Kombination von Chemikalienwirkung und traumatischen Verletzungen

Je nach Schweregrad der durch die Chemikalienexposition eingetretenen Schädigung bedürfen die Verletzten weitergehender klinischer Versorgung. Ist die gesundheitliche Beeinträchtigung der Geschädigten besonders ausgeprägt oder muss eine engmaschige Überwachung gewährleistet sein, kann die adäquate klinische Weiterversorgung nur unter intensivmedizinischen Bedingungen erfolgen. Führt ein Großschadensereignis zum Massenansturm von Verletzten, werden kurzfristig zahlreiche Krankenhausbetten benötigt. Muss ein Großteil der anfallenden Verletzten auf Intensivstationen versorgt werden, kommt es unweigerlich zu Engpässen, da hier die Kapazitäten nicht beliebig erweitert werden können. Um abschätzen zu können, welche Anzahl an Verletzten oder Geschädigten in der Bundesrepublik intensivmedizinisch versorgt werden kann, muss zunächst bekannt sein, wie viele Intensivbetten bundesweit zur Verfügung stehen.

Geht man von wenigen speziellen Verletzungsmustern aus, wie z.B. Augenverletzungen, sind für die Versorgung von durch Chemikalienfreisetzung Geschädigten insbesondere konservative und operative Intensivbetten relevant.

Die Versorgung von Patienten, die die schädigenden Substanzen über die Atemwege oder über den Magen-Darm-Trakt aufgenommen haben, fällt meist in den Zuständigkeitsbereich der Inneren Medizin. Patienten nach Inhalationstrauma müssen engmaschig überwacht und gegebenenfalls maschinell beatmet werden. Bei Patienten, die toxische Substanzen oral aufgenommen haben, müssen entsprechende Entgiftungsmaßnahmen zur Dekontamination des Gastrointestinaltraktes ergriffen werden, wie Maßnahmen zur Dekontamination von Blut und Gewebe, z.B. Hämooperation und Hämodialyse. Die optimale Versorgung dieser Patienten lässt sich nur unter intensivmedizinischen Bedingungen gewährleisten.

Die Anzahl der konservativen Intensivbetten, die zur stationären Behandlung maximal zur Verfügung steht, geht aufgliedert nach Bundesländern aus Tabelle 8.1 hervor.

Nach vorwiegend dermalen Exposition, d.h. vor allem die Haut ist durch Chemikalienwirkung geschädigt, müssen die Verletzten bevorzugt auf operativen Intensivstationen behandelt werden, wo die Möglichkeit zur chirurgischen Versorgung großflächiger Verätzungen durch Säuren oder Laugen oder anderweitiger schwerwiegender Hautläsionen besteht. Da die Art der Hautschädigung nach Verätzun-

gen den Schäden durch Verbrennungen ähnelt und auch im Wesentlichen gleiche Anforderungen an Therapie und Versorgung stellt, sollte im Bedarfsfall auf die im Bundesgebiet vorgehaltenen Betten für Schwerbrandverletzte zurückgegriffen werden. Derzeit stehen 112 Betten für Erwachsene und 42 Betten für Kinder zur Verfügung; weitere werden nach Fertigstellung der berufsgenossenschaftlichen Kliniken in Berlin und Halle hinzukommen. Anzahl und Verteilung der Betten geht aus Tabelle 8.3 hervor.

Die Daten wurden dem „Verzeichnis der Betten für Schwerbrandverletzte in der Bundesrepublik Deutschland“, Stand März 1997, der Behörde für Arbeit, Gesundheit und Soziales der Freien und Hansestadt Hamburg entnommen.

Je nach Unfallhergang können bei den Geschädigten außer der eigentlichen Schädigung durch Chemikalien noch weitere Verletzungen bestehen (Knochenbrüche, Schädel-Hirn-Trauma, Wirbelsäulenverletzungen o.ä.). Patienten mit solchen Kombinationsverletzungen müssen ebenfalls operativ versorgt und auf operativen Intensivstationen weiterbehandelt werden.

Tabelle 8.2 zeigt eine Auflistung aller operativen Intensivbetten im Bundesgebiet.

Die in den Tabellen 8.1 und 8.2 aufgeführten Zahlen sind einer Erhebung des Statistischen Bundesamtes, Wiesbaden, entnommen (Statistisches Bundesamt VII D, Auskunftstabelle 95 (KR – 2.2.3)). Aus Gründen der Geheimhaltungspflicht ist es nicht möglich, Zahlen zu veröffentlichen, die eine Zuordnung von Intensivbetten zu den jeweiligen Krankenhäusern ermöglichen.

Die Tabellen 8.4 und 8.5 zeigen die Anzahl der operativen und konservativen Intensivbetten in der Relation zur Bevölkerungsdichte. In einem Land mit hoher Bevölkerungsdichte ist auch die Zahl der Opfer eines Schadensereignisses mit Chemikalienfreisetzung statistisch höher zu erwarten.

So weisen die Flächenstaaten mit niedriger Bevölkerungsdichte einen besseren Versorgungsgrad mit Intensivbetten auf als die Stadtstaaten, die im Schadensfall eine größere Anzahl von Verletzten zu erwarten haben.

	Anzahl der konservativen Intensivbetten	Einwoh. pro konserv. Intensivbett
Baden-Württemberg	995	10 347
Bayern	1 225	9 766
Berlin	416	8 344
Brandenburg	108	23 508
Bremen	98	6 938
Hamburg	196	8 710
Hessen	510	11 752
Mecklenburg-Vorpommern	121	15 109
Niedersachsen	755	10 259
Nordrhein-Westfalen	1 969	9 064
Rheinland-Pfalz	374	10 579
Saarland	183	5 922
Sachsen	343	13 339
Sachsen-Anhalt	256	10 744
Schleswig-Holstein	229	11 865
Thüringen	172	14 597
Bundesrepublik gesamt	7 950	10 272

Tabelle 8.1.: Konservative Intensivbetten

	Anzahl der operativen Intensivbetten	Einw. pro operativem Intensivbett
Baden-Württemberg	852	12 084
Bayern	1 012	11 822
Berlin	422	8 225
Brandenburg	158	16 069
Bremen	94	7 232
Hamburg	219	7 796
Hessen	482	12 435
Mecklenburg-Vorpommern	154	11 872
Niedersachsen	669	11 578
Nordrhein-Westfalen	1 729	10 321
Rheinland-Pfalz	237	16 723
Saarland	103	10 521
Sachsen	550	8 319
Sachsen-Anhalt	285	9 650
Schleswig-Holstein	185	14 687
Thüringen	230	10 916
Bundesrepublik gesamt	7 381	11 064

Tabelle 8.2.: Operative Intensivbetten

Schlussfolgerungen

- Die Anzahl vorhandener Intensivbetten über das ganze Bundesgebiet scheint ausreichend, um auch eine größere Anzahl von chemikalienexponierten Patienten versorgen zu können. Die derzeitige Versorgungslage bietet genügend Raum, um auch einem durch Chemikalien induzierten Massenansturm an Verletzten adäquat begegnen zu können.
- Allerdings ergibt sich aus der Betrachtung der Intensivbetten bezogen auf die Bevölkerungsdichte, dass in den Stadtstaaten beim Auftreten eines Massenansturms von chemikaliengeschädigten Patienten eine relative Unterversorgung besteht. Es ist hier nämlich zu erwarten, dass durch die hohe Einwohnerzahl pro km² eine relativ hohe Anzahl an Verletzten anfällt. Eine Umverteilung der Verletzten auf die umliegenden Bundesländer muss deshalb länderübergreifend organisatorisch vorbereitet werden.
- In den Rettungsleitstellen müssen Pläne zur Verfügung stehen, aus denen die Intensivbettenkapazität des eigenen und der umliegenden Rettungsbereiche hervorgeht. Dies ist besonders wesentlich, da von öffentlichen Stellen keine Angaben darüber zu beziehen sind, welches Krankenhaus über welche Anzahl von Intensivbetten verfügt.

	Bettenzahl	
	Erwachsene	Kinder
Baden-Württemberg	6	2
Bayern	20	8
Berlin	4	2
Brandenburg	keine Betten	
Bremen	keine Betten	
Hamburg	6	2
Hessen	9	2
Mecklenburg-Vorpommern	keine Betten	
Niedersachsen	5	2
Nordrhein-Westfalen	40	11
Rheinland-Pfalz	10	2
Saarland	keine Betten	
Sachsen	8	4
Sachsen-Anhalt	–	4
Schleswig-Holstein	4	2
Thüringen	–	2

Tabelle 8.3.: Betten für Schwerbrandverletzte

	Anzahl der konservativen Intensivbetten	Bevölkerungsdichte Einwohner/km ²	konservative Intensivbetten bezogen auf die Bevölkerungsdichte
Baden-Württemberg	995	290	3,43
Bayern	1 225	171	7,16
Berlin	416	3 882	0,11
Brandenburg	108	87	1,38
Bremen	98	1 677	0,06
Hamburg	196	2 262	0,09
Hessen	510	285	1,79
Mecklenburg-Vorpommern	121	78	1,55
Niedersachsen	755	164	4,60
Nordrhein-Westfalen	1 969	527	1,84
Rheinland-Pfalz	374	202	1,85
Saarland	183	422	0,43
Sachsen	343	247	1,39
Sachsen-Anhalt	256	133	1,92
Schleswig-Holstein	229	174	1,32
Thüringen	172	154	1,12

Tabelle 8.4.: Konservative Intensivbetten bezogen auf die Bevölkerungsdichte

	Anzahl der operativen Intensivbetten	Bevölkerungsdichte Einwohner/km ²	operative Intensivbetten bezogen auf die Bevölkerungsdichte
Baden-Württemberg	852	290	2,94
Bayern	1 012	171	3,49
Berlin	422	3 882	0,11
Brandenburg	158	87	1,82
Bremen	94	1 677	0,06
Hamburg	219	2 262	0,10
Hessen	482	285	1,69
Mecklenburg-Vorpommern	154	78	1,97
Niedersachsen	669	164	4,08
Nordrhein-Westfalen	1 729	527	3,28
Rheinland-Pfalz	237	202	1,17
Saarland	103	422	0,24
Sachsen	550	247	2,23
Sachsen-Anhalt	285	133	2,14
Schleswig-Holstein	185	174	1,06
Thüringen	230	154	1,49

Tabelle 8.5.: Operative Intensivbetten bezogen auf die Bevölkerungsdichte

9. Materialbevorratung zur Versorgung von Patienten nach Chemikalienfreisetzung

Die Möglichkeiten der Versorgung von Patienten nach Chemikalienfreisetzung sind im Wesentlichen durch nur begrenzten Materialvorrat limitiert. Durch eine katastrophenschutzrelevante Materialerhebung, die 1993/1994 in den Regionen Ulm/Neu-Ulm sowie Aachen Stadt/Aachen Land durchgeführt wurde, war es möglich, das für den Katastrophenschutz vorgehaltene Material vollständig zu erfassen. Stichprobenartige Nachuntersuchungen 1997 ergaben, dass die erhobenen Zahlen unverändert geblieben sind.

Die Materialerhebung erfolgte im Raum Ulm/Neu-Ulm/Alb-Donau-Kreis an den vorgehaltenen Katastrophenschutzeinheiten. Zusätzlich wurde Material vorgehalten in sechs schnellen Einsatzgruppen sowie in einem weiteren Ortsverein.

In der Region Aachen wurden aus Bundesmitteln 11 Sanitätszüge und ein Betreuungszug vorrätig gehalten. Aus Landesmitteln waren drei Sanitätszüge und zwei Betreuungszüge aufgestellt. Die Organisationen selbst hielten in drei Ortsverbänden Versorgungsmaterial vorrätig, ebenso die Berufsfeuerwehr der Stadt Aachen.

Um die in einer Region vorgehaltenen Materialressourcen beurteilen zu können, müssen diese in Relation zum Auftreten von im Zusammenhang mit Schadenseignissen mit Chemikalienfreisetzung wahrscheinlichen Verletzungsmustern gesetzt werden. Die Schwierigkeit besteht darin, dass zwar in der Individualmedizin ein genaues Zahlenmaterial über Art und Häufigkeit von Notfällen vorliegt, jedoch für Großschadenseignisse und Katastrophen und deren Ausmaß nur Mutmaßungen und Hochrechnungen angestellt werden können. Um zumindest einen modellhaften Anhalt für die Versorgungsleistung einer Region zu erhalten, wurden deshalb drei typische, durch Chemikalienfreisetzung ausgelöste Notfälle ausgewählt und das vorgefundene Material hinsichtlich seiner Eignung in den entsprechenden Situationen überprüft. Folgende drei chemikalienspezifische Notfallsituationen wurden ausgewählt:

- Rauch-/Reizgasinhalation
- Verätzung
- Kombinationsverletzungen/Polytrauma

In einem ersten Schritt wurden entsprechend den geltenden Grundsätzen der medizinischen Versorgung Versorgungsrichtlinien für alle drei Notfälle sowohl unter den Gegebenheiten der Individualmedizin als auch unter der Annahme eines Großunfalls und für den Katastrophenfall definiert.

Rauch-/Reizgasinhalation

Eine Vielzahl von Stoffen entfalten als Gas, Dampf, Rauch oder Staub Reizwirkungen auf die Schleimhäute der Luftwege, die Bindehäute der Augen oder auch auf andere Schleimhäute. An den Schleimhäuten, z.B. der Atemwegsoberfläche, bilden sich aus der gas- oder dampfförmigen Form Säuren und Laugen, die zu lokalen Verletzungen führen. Aus der Menge der möglichen toxischen Stoffe seien nur Ammoniak, Bromverbindungen, Fluorwasserstoffe, Formaldehyd, Schwe-

fel- und Phosphorverbindungen sowie Nitrosegase genannt. Als klinische Symptome finden sich lokale Reizwirkungen der Atemwegsschleimhäute in Form von Hustenanfällen, Obstruktionen der Luftwege bis hin zum toxischen Lungenödem. Über die Resorption an den Schleimhäuten können weitere systemische Intoxikationen hervorgerufen werden. Leitsymptome der Reizgasinhalation sind eine Rötung der Augen, Laryngitis, Dyspnoe, Zyanose, asthmatische Beschwerden, Lungenödem sowie im Extremfall kardiogener Schock. Die Schädigung tieferliegender Luftwege tritt oftmals mit einer gewissen Latenz und somit nicht sofort erkennbar auf. Durch die zunehmende Entwicklung von Schleimhautschwellung und Ödem ist die Prognose oft sehr schwer abschätzbar, da es bis zur kompletten Obstruktion der Atemwege und damit zum Tode des Verletzten kommen kann. Insbesondere bei Großschadensereignissen oder in Katastrophensituationen muss mit dem Entstehen vielfältiger toxischer Produkte gerechnet werden, so dass sich die Initialbehandlung häufig auf symptomatische Maßnahmen beschränken muss.

Wichtigstes therapeutisches Ziel ist die Verhinderung bzw. die Begrenzung des in den Atemwegen entstehenden Schleimhautödems, da hierdurch oftmals eine ansonsten notwendige Intubation und Beatmung vermieden werden kann. Schleimhautabschwellende Effekte entwickeln lokal applizierte Kortikoide, die in Verbindung mit evtl. intravenös verabreichten Kortisonäquivalenten unter den eingeschränkten Behandlungsmöglichkeiten in Katastrophensituationen lebensrettend wirken können. Die ausreichende Sauerstoffzufuhr sowie die Reduktion des Sauerstoffverbrauchs durch eine situationsadaptierte Sedierung ergänzen in der Individualversorgung sowie bei Großschadensereignissen die Behandlungsstrategie.

Therapie von Verätzungen

Die Einwirkung von Säuren oder Laugen auf die Haut kann zu verbrennungsähnlichen Verätzungen führen. Schädigung von mehr als 20% der Körperoberfläche, bei Säuglingen von mehr als 5% der Körperoberfläche gefährden über sekundäre Schäden an Leber und Niere das menschliche Leben.

Zur Behandlung großflächiger Verätzungen gelten im Wesentlichen die allgemeinen Grundsätze zur Therapie von Verbrennungen.

Durch die chemische Einwirkung kommt es zum Integritätsverlust der Haut, so dass hohe Flüssigkeitsverluste über die eröffnete Hautoberfläche drohen. Zudem führen anfallende Toxine über komplexe Regulations- und Funktionsstörungen zur Schädigung einzelner Organsysteme oder gar des Gesamtorganismus. Die Störung des Gesamtorganismus wird unter dem Begriff Verbrennungskrankheit zusammengefasst. Ihr Auftreten sowie die Ausprägung des Schweregrades ist um so gravierender, je länger das schädigende Agens auf den menschlichen Organismus einwirken kann bzw. je länger die adäquate Therapie zur Stabilisierung der Vitalfunktionen unterbleibt.

Die Versorgungsgrundsätze sind neben der Ausschaltung des schädigenden Agens wiederum die Sicherung der Atemwege, die Zufuhr von Sauerstoff, adäquate Analgosedierung sowie die Stabilisierung des Kreislaufs. Darüber hinaus muss genügend Material zur Lokalbehandlung (Brandwundenverbandmaterial)

vorgehalten werden. Unter Katastrophenbedingungen ist als Mindestanforderung die Sauerstoffzufuhr, aufgrund der extrem starken Schmerzen eine entsprechende Analgesie sowie Volumensubstitution und Lokalbehandlung zu fordern.

Kombinationsverletzungen/Polytrauma

Unter einem Polytrauma versteht man die gleichzeitige Verletzung mehrerer Körperregionen oder Organsysteme, wobei wenigstens eine Verletzung oder die Kombination mehrere Verletzungen lebensbedrohlich ist.

Polytraumatisierte Patienten sind vor allem durch den hypovolämischen Schock gefährdet, der bei protrahierten Fortbestehen zu generalisiertem Organversagen und Letalität führt. Selbst unter günstigen notfallmedizinischen Bedingungen ist die Letalität wegen der häufig auftretenden Komplikationen erheblich. Da sich schon sehr früh beim polytraumatisierten Patienten stressbedingte hormonelle Umstellungen ergeben, die sich sowohl auf den Elektolytstoffwechsel als auch auf den Säuren-Basen-Haushalt auswirken, ist jeglicher Zeitverlust bei der Versorgung zu vermeiden.

Da die Schockbekämpfung als wesentliches therapeutisches Kriterium zur Senkung der Letalität anzusehen ist, muss der nichtärztliche Helfer unverzüglich mit der Stillung lebensbedrohlicher Blutungen, mit der Feststellung des tatsächlichen Blutdruckes sowie der Schaffung großlumiger peripherer Zugänge und einer entsprechenden Infusionstherapie beginnen. Während zur adäquaten Kreislaufüberwachung auch bei Großschadensfällen eine EKG-Überwachung zu fordern ist, wird diese Maßnahme in Katastrophensituationen unterbleiben müssen. Polytraumatisierte Patienten weisen ein Ungleichgewicht zwischen Sauerstoffangebot und -bedarf auf. Unerlässlich ist deshalb die Steigerung des Sauerstoffangebotes an die minderversorgten Gewebszellen. Freimachen und Freihalten der Atemwege sowie Sauerstoffzufuhr sind deshalb in der Individual- wie in der Katastrophenmedizin obligat. Zur Optimierung der Sauerstoffversorgung wird in der Notfallmedizin eine adäquate Beatmungsmöglichkeit sowie die Intubation mit ggf. nachfolgender Narkose gefordert. Analgesie und Sedierung senken zusätzlich den Sauerstoffverbrauch des Körpers und sind deshalb in der Einzelversorgung und bei Großunfällen zu fordern.

Während des Transportes ist in Katastrophensituationen als Minimaltherapie die Sauerstoffzufuhr notwendig, eine geeignete Beatmungsmöglichkeit, EKG-Monitoring sowie der freie Zugang zum Patienten optimieren die Versorgungsmöglichkeiten in der Individualmedizin.

Rauch-/Reizgasinhalation – Allgemeine Versorgungsgrundsätze (Inhalationstrauma durch Rauch- bzw. Reizgase)		
Optimale Versorgung (=Rettungsdienststandard)		
Therapie:	Materialbedarf (Primärversorgung):	Transport:
Atmung		
Freimachen/Freihalten der Atemwege	Sauerstoffflasche mit Dosierventil	Sauerstoffversorgung
Sauerstoffzufuhr	Beatmungsmöglichkeit	Beatmungsmöglichkeit
Beatmungsmöglichkeit	Intubationsset	
Intubation, ggf. Narkose	Medikamente zur Narkose	
Kreislauf		
Blutdruckmessung	Blutdruckmessgerät	EKG-Monitor
venöser Zugang	Venenverweilkanüle, mind. 1,5 mm	
Infusionstherapie	1000 ml Ringer-Laktat-Lösung	
EKG-Überwachung		
Medikamente		
Sedierung	Benzodiazepin 2,5 – 10 mg	
Corticoid-Aerosol	Corticoid-Spray (z.B. Auxilason)	
Cortisonäquivalent i.v.	Cortisonäquivalent 1 – 3 mg	
sonstige Therapie		Rundumzugang am Patienten
		Stehhöhe im Patientenraum

Tabelle 9.1.

Rauch-/Reizgasinhalation – Allgemeine Versorgungsgrundsätze		
(Inhalationstrauma durch Rauch- bzw. Reizgase)		
Versorgungsrichtlinien für Großunfall		
Therapie:	Materialbedarf (Primärversorgung):	Transport:
Atmung		
Freimachen/Freihalten der Atemwege	Sauerstoffflasche mit Dosierventil	Sauerstoffversorgung
Sauerstoffzufuhr	Beatmungsmöglichkeit	Beatmungsmöglichkeit
Beatmungsmöglichkeit	Notintubationsset	
Intubation (Notintubation)		
Kreislauf		
Blutdruckmessung	Blutdruckmessgerät	EKG-Monitor
venöser Zugang	Venenverweilkanüle, mind. 1,5 mm	
Infusionstherapie	1000 ml Ringer-Laktat-Lösung	
EKG-Überwachung		
Medikamente		
Sedierung	Benzodiazepin 2,5 – 10 mg	
Corticoid-Aerosol	Corticoid-Spray (z.B. Auxilosen)	
Cortisonäquivalent i.v.	Cortisonäquivalent 1 – 3 mg	
sonstige Therapie		Rundumzugang am Patienten
		Stehhöhe im Patientenraum

Tabelle 9.2.

Rauch-/Reizgasinhalation – Allgemeine Versorgungsgrundsätze		
(Inhalationstrauma durch Rauch- bzw. Reizgase)		
Versorgungsrichtlinien für Katastrophenfall		
Therapie:	Materialbedarf (Primärversorgung):	Transport:
Atmung		
Freimachen/Freihalten der Atemwege	Sauerstoffflasche mit Dosierventil	Sauerstoffversorgung
Sauerstoffzufuhr		
Kreislauf		
Blutdruckmessung	Blutdruckmessgerät	
venöser Zugang	Venenverweilkanüle, mind. 1,5 mm	
Infusionstherapie	1000 ml Ringer-Laktat-Lösung	
Medikamente		
Corticoid-Aerosol	Corticoid-Spray (z.B. Auxilason)	

Tabelle 9.3.

Verätzung – Allgemeine Versorgungsgrundsätze (Verätzung über 15 – 20% der Körperoberfläche) Optimale Versorgung (=Rettungsdienststandard)		
Therapie:	Materialbedarf (Primärversorgung):	Transport:
Atmung		
Freimachen/Freihalten der Atemwege	Sauerstoffflasche mit Dosierventil	Sauerstoffversorgung
Sauerstoffzufuhr	Beatmungsmöglichkeit	Beatmungsmöglichkeit
Beatmungsmöglichkeit	Intubationsset	
Intubation, ggf. Narkose	Medikamente zur Narkose	
Kreislauf		
Wundversorgung der Hautwunden	Brandwundenverbandmaterial	EKG-Monitor
Blutdruckmessung	Blutdruckmessgerät	
mind. 2 großlumige periphere Zugänge	2 Venenverweilkanülen, mind. 1,5 mm	
Infusionstherapie	1000 ml Ringer-Laktat-Lösung pro Stunde	
EKG-Überwachung	1000 ml kolloidale Lösung (z.B. HAES 6%)	
Medikamente		
Analgesie	Ketamin 0,25 – 0,5 mg/kgKG; Morphin 2,5 – 5 mg	
Sedierung	Benzodiazepin 2,5 – 10 mg	
sonstige Therapie		Rundumzugang am Patienten
		Stehhöhe im Patientenraum
		Federung für Tragetisch

Tabelle 9.4.

Verätzung – Allgemeine Versorgungsgrundsätze (Verätzung über 15 – 20% der Körperoberfläche)		
Versorgungsrichtlinien für Großunfall		
Therapie:	Materialbedarf (Primärversorgung):	Transport:
Atmung		
Freimachen/Freihalten der Atemwege	Sauerstoffflasche mit Dosierventil	Sauerstoffversorgung
Sauerstoffzufuhr	Beatmungsmöglichkeit	Beatmungsmöglichkeit
Beatmungsmöglichkeit	Notintubationsset	
Intubation (Notintubation)		
Kreislauf		
Wundversorgung der Hautwunden	Brandwundenverbandmaterial	EKG-Monitor
Blutdruckmessung	Blutdruckmessgerät	
großlumiger peripherer Zugang	Venenverweilkanüle, mind. 1,5 mm	
Infusionstherapie	1000 ml Ringer-Laktat-Lösung pro Stunde	
EKG-Überwachung	1000 ml kolloidale Lösung (z.B. HAES 6%)	
Medikamente		
Analgesie	Ketamin 0,25 – 0,5 mg/kgKG; Morphin 2,5 – 5 mg	
Sedierung	Benzodiazepin 2,5 – 10 mg	
sonstige Therapie		Rundumzugang am Patienten
		Stehhöhe im Patientenraum
		Federung für Tragetisch

Tabelle 9.5.

Verätzung – Allgemeine Versorgungsgrundsätze (Verätzung über 15 – 20% der Körperoberfläche) Versorgungsrichtlinien für Katastrophenfall		
Therapie:	Materialbedarf (Primärversorgung):	Transport:
Atmung		
Freimachen/Freihalten der Atemwege	Sauerstoffflasche mit Dosierventil	Sauerstoffversorgung
Sauerstoffzufuhr		
Kreislauf		
Wundversorgung der Hautwunden	Brandwundenverbandmaterial	
Blutdruckmessung	Blutdruckmessgerät	
venöser Zugang	Venenverweilkanüle, mind. 1,5 mm	
Infusionstherapie	1000 ml Ringer-Laktat-Lösung pro Stunde	
	1000 ml kolloidale Lösung (z.B. HAES 6%)	
Medikamente		
Analgesie	Ketamin 0,25 – 0,5 mg/kgKG; Morphin 2,5 – 5 mg	

Tabelle 9.6.

Kombinationsverletzungen/Polytrauma – Allgemeine Versorgungsgrundsätze		
(Chemikalienschädigung und Schädel-Hirn-Trauma und/oder Thoraxtrauma und/oder Abdominal-/Beckentrauma und/oder Extremitäten-/Wirbelsäulentrauma)		
Optimale Versorgung (=Rettungsdienststandard)		
Therapie:	Materialbedarf (Primärversorgung):	Transport:
Atmung		
Freimachen/Freihalten der Atemwege	Sauerstoffflasche mit Dosierventil	Sauerstoffversorgung
Sauerstoffzufuhr	Beatmungsmöglichkeit	Beatmungsmöglichkeit
Beatmungsmöglichkeit	Intubationsset	
Intubation, ggf. Narkose	Medikamente zur Narkose	
Thoraxpunktion	Thoraxpunktionsset	
Kreislauf		
Blutstillung bei lebensbedr. Blutungen	Verbandmaterial zur Blutstillung	
Blutdruckmessung	Blutdruckmessgerät	EKG-Monitor
mind. 2 großlumige periphere Zugänge	2 Venenverweilkanülen, mind. 1,5 mm	
Infusionstherapie	1000 ml Ringer-Laktat-Lösung	
EKG-Überwachung	1000 ml kolloidale Lösung (z.B. HAES 6%)	
Medikamente		
Analgesie	Ketamin 0,25 – 0,5 mg/kgKG; Morphin 2,5 – 5 mg	
Sedierung	Benzodiazepin 2,5 – 10 mg	
sonstige Therapie		Rundumzugang am Patienten
HWS-Immobilisation	HWS-Immobilisationsmanschette	Federung für Tragetisch
stabile Lagerung auf Vakuummatratze	Vakuummatratze	Stehhöhe im Patientenraum

Tabelle 9.7.

Kombinationsverletzungen/Polytrauma – Allgemeine Versorgungsgrundsätze (Chemikalienschädigung und Schädel-Hirn-Trauma und/oder Thoraxtrauma und/oder Abdominal-/Beckentrauma und/oder Extremitäten-/Wirbelsäulentrauma)		
Versorgungsrichtlinien für Großunfall		
Therapie:	Materialbedarf (Primärversorgung):	Transport:
Atmung		
Freimachen/Freihalten der Atemwege	Sauerstoffflasche mit Dosierventil	Sauerstoffversorgung
Sauerstoffzufuhr	Beatmungsmöglichkeit	Beatmungsmöglichkeit
Beatmungsmöglichkeit	Notintubationsset	
Intubation (Notintubation)		
Kreislauf		
Blutstillung bei lebensbedr. Blutungen	Verbandmaterial zur Blutstillung	
Blutdruckmessung	Blutdruckmessgerät	EKG-Monitor
großlumiger peripherer Zugang	Venenverweilkanüle, mind. 1,5 mm	
Infusionstherapie	1000 ml Ringer-Laktat-Lösung	
EKG-Überwachung	1000 ml kolloidale Lösung (z.B. HAES 6%)	
Medikamente		
Analgesie	Ketamin 0,25 – 0,5 mg/kgKG; Morphin 2,5 – 5 mg	
Sedierung	Benzodiazepin 2,5 – 10 mg	
sonstige Therapie		Rundumzugang am Patienten
HWS-Immobilisation	HWS-Immobilisationsmanschette	Federung für Tragetisch
stabile Lagerung auf Vakuummatratze	Vakuummatratze	Stehhöhe im Patientenraum

Tabelle 9.8.

Kombinationsverletzungen/Polytrauma – Allgemeine Versorgungsgrundsätze		
(Chemikalienschädigung und Schädel-Hirn-Trauma und/oder Thoraxtrauma und/oder Abdominal-/Beckentrauma und/oder Extremitäten-/Wirbelsäulentrauma)		
Versorgungsrichtlinien für Katastrophenfall		
Therapie:	Materialbedarf (Primärversorgung):	Transport:
Atmung		
Freimachen/Freihalten der Atemwege	Sauerstoffflasche mit Dosierventil	Sauerstoffversorgung
Sauerstoffzufuhr		
Kreislauf		
Blutstillung bei lebensbedr. Blutungen	Verbandmaterial zur Blutstillung	
Blutdruckmessung	Blutdruckmessgerät	
venöser Zugang	Venenverweilkanüle, mind. 1,5 mm	
Infusionstherapie	1000 ml Ringer-Laktat-Lösung	
	1000 ml kolloidale Lösung (z.B. HAES 6%)	
sonstige Therapie		
stabile Lagerung auf Vakuummatratze	Vakuummatratze	

Tabelle 9.9.

Ergebnisse

Versorgung von Rauch-/Reizgasinhalationen

Mit Rauch-/Reizgasinhalationen sind bei Großschadensereignissen oder in Katastrophensituationen in vielfältiger Weise zu rechnen. Da das schädigende Agens bei der Vielfalt der vorkommenden Gefahrstoffe oftmals unbekannt ist oder aber die verschiedensten Giftstoffe in Kombination auftreten können, steht bei der Erstversorgung eine symptomatische Behandlung im Vordergrund. Wesentliches therapeutisches Ziel ist es, die drohende Obstruktion der Atemwege bedingt durch Schleimhautschwellung und Sekretbildung zu verhindern. Die lokale Glukokortikoid-Applikation oder aber in schweren Fällen die parenterale Zufuhr von Kortisonäquivalenten gilt deshalb als Therapie der ersten Wahl. Zusätzlich ist die Sauerstoffapplikation zu fordern, da die alveoläre Ventilation vermindert bzw. durch Membranschwellung die alveolokapilläre Diffusionsstrecke deutlich vergrößert ist. Im Extremfall kann nur die frühzeitige Intubation mit nachfolgender kontrollierter Beatmung den Patienten vor der drohenden Hypoxie retten. Die Volumensubstitution steht dagegen weniger im Vordergrund, ein venöser Zugang ist ausreichend, allenfalls findet Ringerlaktatlösung zum Offenhalten des venösen Zuganges Verwendung.

Unter den Gesichtspunkten der lokalen Kortisonapplikation bzw. in schweren Fällen der systemischen Kortisongabe können im Raum Ulm 115 bzw. 40 Patienten nach Reizgasinhalation versorgt werden. Im Raum Aachen ist die Versorgungskapazität äußerst gering, die lokale Kortisonapplikation ist nur bei 8 Patienten bzw. die intravenöse Applikation nur bei 5 Patienten möglich.

Es ergibt sich daraus auch unter katastrophenmedizinischen Gesichtspunkten eine Versorgungskapazität von 76 – 115 Patienten im Raum Ulm und von 8 Patienten im Raum Aachen.

Bezogen auf die Bevölkerungsdichte ist im Raum Ulm eine adäquate Versorgung mit Sauerstoff bei 1,7 Patienten pro 10 000 Einwohner, im Raum Aachen bei 1 Patient pro 10 000 Einwohner möglich. Die Kortisonapplikation kann in Ulm bei 2,7, in Aachen jedoch nur bei 0,14 Patienten pro 10 000 Einwohnern durchgeführt werden.

Versorgungskapazität Gasinhalation				
optimale Bedingungen				
Materialbedarf:				
Materialbedarf pro Patient	Ulm		Aachen	
	Ist-Bestand	Anzahl versorgbarer Personen	Ist-Bestand	Anzahl versorgbarer Personen
Sauerstoffflasche, mind. 2 l mit Dosierventil	76	76	55	55
Venenverweilkanülen, mind. 1,5 mm	697	697	531	531
1000 ml Ringer-Lactat-Lösung	393	196	223	111
Intubationsset	293	293	173	173
Beatmungsmöglichkeit	107	107	76	76
RR-Gerät	104	104	50	50
EKG-Monitoring	8	8	5	5
Material zur Narkoseeinleitung	s.u.	s.u.	s.u.	s.u.
Medikamente				
Ketanest (mg)	18450	123	1700	11
Succinylcholin (mg)	3600	36	1400	14
Curarederivat (mg)	172	34	0	0
Etomidate (mg)	480	24	360	18
Thiopental (mg)	20000	57	0	0
Benzodiazepin (mg)	1500	150	270	27
Cortison-Spray	115	115	8	8
Cortisonäquivalent i.v (mg)	80400	40	10560	5
Transportkapazität:				
	Ulm		Aachen	
	Ist-Bestand	Anzahl versorgbarer Personen	Ist-Bestand	Anzahl versorgbarer Personen
Sauerstoffversorgung	76	76	55	55
Beatmungsmöglichkeit, Beutel	102	102	70	70
Beatmungsmöglichkeit, masch./Kreisteil	5	5	6	6
EKG-Monitoring	8	8	5	5
Rundumzugang am Patienten	8	8	5	5
Stehhöhe im Patientenraum	8	8	5	5

Tabelle 9.10.: Versorgungs- und Transportkapazität bei Reiz-/Rauchgasinhalation unter optimalen Bedingungen

Versorgungskapazität Gasinhalation Großunfallbedingungen				
Materialbedarf:				
Materialbedarf pro Patient	Ulm		Aachen	
	Ist-Bestand	Anzahl versorg- barer Personen	Ist-Bestand	Anzahl versorg- barer Personen
Sauerstoffflasche, mind. 2 l mit Dosierventil	76	76	55	55
Venenverweilkanülen, mind. 1,5 mm	697	697	531	531
1000 ml Ringer-Lactat-Lösung	393	196	223	111
Intubationsset	293	293	173	173
Beatmungsmöglichkeit	107	107	76	76
RR-Gerät	104	104	50	50
EKG-Monitoring	8	8	5	5
Medikamente				
Benzodiazepin (mg)	1500	150	270	27
Cortison-Spray	115	115	8	8
Cortisonäquivalent i.v (mg)	80400	40	10560	5
Transportkapazität:				
	Ulm		Aachen	
	Ist-Bestand	Anzahl versorg- barer Personen	Ist-Bestand	Anzahl versorg- barer Personen
Sauerstoffversorgung	76	76	55	55
Beatmungsmöglichkeit, Beutel	102	102	70	70
Beatmungsmöglichkeit, masch./Kreisteil	5	5	6	6
EKG-Monitoring	8	8	5	5
Rundumzugang am Patienten	8	8	5	5
Stehhöhe im Patientenraum	8	8	5	5

Tabelle 9.11.: Versorgungs- und Transportkapazität bei Reiz-/Rauchgasinhalation unter Bedingungen des Großunfalls

Versorgungskapazität Gasinhalation				
Katastrophenbedingungen				
Materialbedarf:				
Materialbedarf pro Patient	Ulm		Aachen	
	Ist-Bestand	Anzahl versorg- barer Personen	Ist-Bestand	Anzahl versorg- barer Personen
Sauerstoffflasche, mind. 2 l mit Dosierventil	76	76	55	55
Venenverweilkanülen, mind. 1,5 mm	697	697	531	531
1000 ml Ringer-Lactat-Lösung	393	196	223	111
RR-Gerät	104	104	50	50
Cortison-Spray	115	115	8	8
Transportkapazität:				
	Ulm		Aachen	
	Ist-Bestand	Anzahl versorg- barer Personen	Ist-Bestand	Anzahl versorg- barer Personen
Sauerstoffversorgung	76	76	55	55

Tabelle 9.12.: Versorgungs- und Transportkapazität bei Reiz-/Rauchgasinhalation im Katastrophenfall

Versorgung von Patienten mit Verätzungen

Bei Schädigung von mehr als 15% der Körperoberfläche durch Verätzung bei Erwachsenen und mehr als 5% der Körperoberfläche bei Kindern muss von einer akuten Lebensgefährdung ausgegangen werden. Die frühestmögliche, an neuesten medizinischen Erkenntnissen orientierte Therapie gewährleistet auch bei großflächigen Hautschäden durch Verätzung heute das Überleben von Patienten. Die therapeutischen Grundprinzipien bestehen in ausreichender Volumengabe, Analgosedierung sowie der Intubation und Beatmung, vor allem wenn Verätzungen im Gesichtsbereich oder an den oberen Luftwegen stattgefunden haben. Hier gelten die gleichen Grundsätze wie bei Verbrennungen.

Ausgehend von diesen Vorgaben wird im Katastrophenschutz im Raum Ulm und Aachen zwar genügend Material zur Brandwundenbehandlung vorgehalten, die Limitierung ergibt sich jedoch im Raum Ulm auf 196 versorgbare Patienten und im Raum Aachen auf 111 versorgbare Patienten, wenn man den notwendigen Bedarf an Volumenersatz betrachtet. Die Forderung nach Sauerstoffgabe kann nur bei 77 Patienten im Raum Ulm und 55 Patienten im Raum Aachen erfüllt werden. Im Gegensatz dazu steht die überproportionale Bevorratung von Intubationsgeräten.

Die Analgesie der sehr starken Schmerzen bei Verätzungen kann entweder mit Ketamin oder mit Opiaten, z.B. Morphin, durchgeführt werden. Hier lassen sich im Raum Ulm 123 Patienten, im Raum Aachen jedoch nur 51 Patienten behandeln.

Da die aufgeführten Maßnahmen zur Therapie von Verätzungen auch unter Katastrophenbedingungen unabdingbar sind, ergibt sich kein Unterschied zur Versorgungskapazität im Einzelfall oder in Katastrophensituationen.

Der Bezug des vorgehaltenen Materials für den Katastrophenschutz auf 10 000 Einwohner pro betrachteter Region ergibt wiederum, dass im Raum Ulm fast die doppelte Menge an Materialien als im Raum Aachen vorgehalten wird.

Im Raum Ulm können zwar 6,8 Patienten pro 10 000 Einwohner intubiert werden, jedoch nur 2,5 Patienten pro 10 000 Einwohner beatmet werden und nur 1,8 Patienten pro 10 000 Einwohner mit Sauerstoff versorgt werden. Ein ähnliches Missverhältnis, jedoch auf niedrigerem Niveau, findet sich im Raum Aachen. Die Volumerversorgung bei Patienten mit Verätzungen ist im Raum Ulm bei 4,5 Patienten pro 10 000 Einwohner mit Ringerlaktat und bei 2,2 Patienten pro 10 000 Einwohner mit kolloidaler Volumenersatzlösung möglich. Im Raum Aachen kann 1 Patient pro 10 000 Einwohner mit kolloidaler Lösung und 2 Patienten pro 10 000 Einwohner mit kristalloider Lösung versorgt werden. Allerdings lässt sich der drohende oder manifeste Volumenmangel, der sich in einem deutlichen Blutdruckabfall manifestiert, im Raum Ulm nur bei 2,5 und im Raum Aachen nur bei 1 Patienten pro 10 000 Einwohner feststellen, da nicht mehr Blutdruckmessgeräte zur Verfügung stehen. Unter außer Acht lassen der Sauerstoffgabe können somit im Raum Ulm in einer Katastrophensituation ca. 5 Patienten pro 10 000 Einwohner Volumenersatzmittel zur Stabilisierung der Kreislaufsituation erhalten, ca. 3 Patienten pro 10 000 Einwohner sind ausreichend analgetisch versorgbar. Im Raum Aachen ist die Volumentherapie bei 2 Patienten pro 10 000 Einwohner und eine Schmerzlinderung bei 1 Patienten pro 10 000 Einwohner möglich.

Versorgungskapazität Verätzung				
optimale Bedingungen				
Materialbedarf:				
Materialbedarf pro Patient	Ulm		Aachen	
	Ist-Bestand	Anzahl versorg- barer Personen	Ist-Bestand	Anzahl versorg- barer Personen
Sauerstoffflasche, mind. 2 l mit Dosierventil	76	76	55	55
Brandwundenverbandmaterial	ausr.	ausr.	ausr.	ausr.
2 Venenverweilkanülen, mind. 1,5 mm	697	697	531	531
1000 ml Ringer-Lactat-Lösung	393	196	223	111
1000 ml kolloidale Lösung (z.B. HAES 6%)	189	94	103	51
Intubationsset	293	293	173	173
Beatmungsmöglichkeit	107	107	76	76
RR-Gerät	104	104	50	50
EKG-Monitoring	8	8	5	5
Material zur Narkoseeinleitung	s.u.	s.u.	s.u.	s.u.
Medikamente				
Ketanest (mg)	18450	123	1700	11
Succinylcholin (mg)	3600	36	1400	14
Curarederivat (mg)	172	34	0	0
Etomidate (mg)	480	24	360	18
Thiopental (mg)	20000	57	0	0
Benzodiazepin (mg)	1500	150	270	27
Morphin (mg)	0	0	100	40
Transportkapazität:				
	Ulm		Aachen	
	Ist-Bestand	Anzahl versorg- barer Personen	Ist-Bestand	Anzahl versorg- barer Personen
Sauerstoffversorgung	76	76	55	55
Beatmungsmöglichkeit, Beutel	102	102	70	70
Beatmungsmöglichkeit, masch./Kreisteil	5	5	6	6
EKG-Monitoring	8	8	5	5
Rundumzugang am Patienten	8	8	5	5
Stehhöhe im Patientenraum	8	8	5	5

Tabelle 9.13.: Versorgungs- und Transportkapazität bei Verätzungen unter optimalen Bedingungen

Versorgungskapazität Verätzung Großunfallbedingungen				
Materialbedarf:				
Materialbedarf pro Patient	Ulm		Aachen	
	Ist-Bestand	Anzahl versorg- barer Personen	Ist-Bestand	Anzahl versorg- barer Personen
Sauerstoffflasche, mind. 2 l mit Dosierventil	76	76	55	55
Brandwundenverbandmaterial	ausr.	ausr.	ausr.	ausr.
Venenverweilkanüle, mind. 1,5 mm	697	697	531	531
1000 ml Ringer-Lactat-Lösung	393	196	223	111
1000 ml kolloidale Lösung (z.B. HAES 6%)	189	94	103	51
Intubationsset	293	293	173	173
Beatmungsmöglichkeit	107	107	76	76
RR-Gerät	104	104	50	50
EKG-Monitoring	8	8	5	5
Medikamente				
Ketanest (mg)	18450	123	1700	11
Benzodiazepin (mg)	1500	150	270	27
Morphin (mg)	0	0	100	40
Transportkapazität:				
	Ulm		Aachen	
	Ist-Bestand	Anzahl versorg- barer Personen	Ist-Bestand	Anzahl versorg- barer Personen
Sauerstoffversorgung	76	76	55	55
Beatmungsmöglichkeit, Beutel	102	102	70	70
Beatmungsmöglichkeit, masch./Kreisteil	5	5	6	6
EKG-Monitoring	8	8	5	5
Rundumzugang am Patienten	8	8	5	5
Stehhöhe im Patientenraum	8	8	5	5

Tabelle 9.14.: Versorgungs- und Transportkapazität bei Verätzungen unter Bedingungen des Großunfalls

Versorgungskapazität Verätzung Katastrophenbedingungen				
Materialbedarf:				
Materialbedarf pro Patient	Ulm		Aachen	
	Ist-Bestand	Anzahl versorg- barer Personen	Ist-Bestand	Anzahl versorg- barer Personen
Sauerstoffflasche, mind. 2 l mit Dosierventil	76	76	55	55
Brandwundenverbandmaterial	ausr.	ausr.	ausr.	ausr.
Venenverweilkanüle, mind. 1,5 mm	697	697	531	531
1000 ml Ringer-Lactat-Lösung	393	196	223	111
1000 ml kolloidale Lösung (z.B. HAES 6%)	189	94	103	51
RR-Gerät	104	104	50	50
Medikamente				
Ketanest (mg)	18450	123	1700	11
Benzodiazepin (mg)	1500	150	270	27
Morphin (mg)	0	0	100	40
Transportkapazität:				
	Ulm		Aachen	
	Ist-Bestand	Anzahl versorg- barer Personen	Ist-Bestand	Anzahl versorg- barer Personen
Sauerstoffversorgung	76	76	55	55

Tabelle 9.15.: Versorgungs- und Transportkapazität bei Verätzungen im Katastrophenfall

Versorgung von Patienten mit Kombinationsverletzungen/Polytrauma

Bei der Betrachtung des vorgehaltenen Materials zur Versorgung polytraumatisierter Patienten fällt auf, dass die Menge an bevorratetem Material mitunter sehr wenig aufeinander abgestimmt ist. Bei einem angenommenen mittleren Bedarf zur Erstversorgung, der sich aus Erfahrungswerten zur Versorgung unter optimalen Bedingungen, unter Großunfallbedingungen sowie in Katastrophensituationen errechnet, lassen sich im Raum Ulm zwischen 76 und 293 Polytrauma-Patienten optimal versorgen, je nachdem, ob man die Applikation von Sauerstoff oder das Intubationsbesteck betrachtet. Hier zeigt sich schon eine deutliche Diskrepanz, denn eine Intubation ohne entsprechende Sauerstoffgabe ist eine sehr zweifelhafte Maßnahme; sicherlich steht die Sauerstoffgabe in ihrem Stellenwert vor der Intubation. Ähnliche Verhältnisse sind im Raum Aachen anzutreffen. Betrachtet man die Möglichkeit des absolut nötigen Volumenersatzes bei polytraumatisierten Patienten, so liegen die Zahlen zwischen Intubationsmöglichkeit und Sauerstoffversorgung.

Für den Einsatz in der Katastrophenmedizin werden reduzierte Anforderungen an die medizinische Versorgung gestellt. Nichtsdestotrotz zeigt sich, dass auch unter diesen reduzierten Vorgaben weder eine höhere Versorgungskapazität noch eine höhere Transportkapazität erreichbar ist. Limitierend wirken sich hier ebenfalls die absolut lebensnotwendigen Maßnahmen wie Sauerstoffversorgung, Volumenersatz sowie die Transportkapazitäten aus. Die für Katastrophensituationen als entbehrlich zu definierenden Hilfsmittel liegen durchwegs in einem Zahlenbereich, der unterhalb demjenigen liegt, der für die als unverzichtbar angesehenen Materialien als limitierend gilt.

Für Intubations- und Beatmungsmöglichkeiten sowie für Volumenersatz gelten die gleichen Zahlen wie bereits bei der Versorgung von Patienten mit Verätzungen genannt.

Die Überwachungsmöglichkeiten, z.B. durch das Ableiten eines EKG oder die adäquate Lagerung auf eine Vakuummatratze kann nur bei 0,8 Patienten pro 10 000 Einwohner durchgeführt werden. Im Vergleich der beiden Regionen besitzt Ulm die deutlich höheren Versorgungskapazitäten.

Unter Beachtung der auch im Katastrophenfall absolut notwendigen Mindestversorgung lassen sich im Raum Ulm 1,77 polytraumatisierte Patienten pro 10 000 Einwohner versorgen. Im Raum Aachen sind dies lediglich 0,93 Patienten pro 10 000 Einwohner. Dabei wird davon ausgegangen, dass die drei geforderten Maßnahmen Sauerstoffgabe, Blutdruckmessung und Volumenersatz in jedem Fall durchgeführt werden müssen.

Versorgungskapazität Kombinationsverletzungen/Polytrauma				
optimale Bedingungen				
Materialbedarf:				
Materialbedarf pro Patient	Ulm		Aachen	
	Ist-Bestand	Anzahl versorg- barer Personen	Ist-Bestand	Anzahl versorg- barer Personen
Sauerstoffflasche, mind. 2 l mit Dosierventil	76	76	55	55
Verbandmaterial zur Blutstillung	ausr.	ausr.	ausr.	ausr.
2 Venenverweilkanülen, mind. 1,5 mm	697	697	531	531
2000 ml Ringer-Lactat-Lösung	393	98	223	55
1000 ml kolloidale Lösung (z.B. HAES 6%)	189	94	103	51
Vakuummatratze	34	34	30	30
Intubationsset	293	293	173	173
Beatmungsmöglichkeit	107	107	76	76
RR-Gerät	104	104	50	50
EKG-Monitoring	8	8	5	5
Material zur Narkoseeinleitung	s.u.	s.u.	s.u.	s.u.
ggf. Thoraxpunktionsset	7	7	2	2
ggf. HWS-Immobilisationsmanschetten	31	31	9	9
Medikamente				
Ketanest (mg)	18450	123	1700	11
Succinylcholin (mg)	3600	36	1400	14
Curarederivat (mg)	172	34	0	0
Etomidate (mg)	480	24	360	18
Thiopental (mg)	20000	57	0	0
Benzodiazepin (mg)	1500	150	270	27
Morphin (mg)	0	0	100	40
Transportkapazität:				
	Ulm		Aachen	
	Ist-Bestand	Anzahl versorg- barer Personen	Ist-Bestand	Anzahl versorg- barer Personen
Sauerstoffversorgung	76	76	55	55
Beatmungsmöglichkeit, Beutel	102	102	70	70
Beatmungsmöglichkeit, masch./Kreisteil	5	5	6	6
EKG-Monitoring	8	8	5	5
Federungsmöglichkeit für Tragetisch	8	8	5	5
Rundumzugang am Patienten	8	8	5	5
Stehhöhe im Patientenraum	8	8	5	5

Tabelle 9.16.: Versorgungs- und Transportkapazität bei Kombinationsverletzungen unter optimalen Bedingungen

Versorgungskapazität Kombinationsverletzungen/Polytrauma				
Großunfallbedingungen				
Materialbedarf:				
Materialbedarf pro Patient	Ulm		Aachen	
	Ist-Bestand	Anzahl versorgbarer Personen	Ist-Bestand	Anzahl versorgbarer Personen
Sauerstoffflasche, mind. 2 l mit Dosierventil	76	76	55	55
Verbandmaterial zur Blutstillung	ausr.	ausr.	ausr.	ausr.
Venenverweilkanüle, mind. 1,5 mm	697	697	531	531
2000 ml Ringer-Lactat-Lösung	393	98	223	55
1000 ml kolloidale Lösung (z.B. HAES 6%)	189	94	103	51
Vakuummatratze	34	34	30	30
Intubationsset	293	293	173	173
Beatmungsmöglichkeit	107	107	76	76
RR-Gerät	104	104	50	50
EKG-Monitoring	8	8	5	5
Medikamente				
Ketanest (mg)	18450	123	1700	11
Benzodiazepin (mg)	1500	150	270	27
Morphin (mg)	0	0	100	40
Transportkapazität:				
	Ulm		Aachen	
	Ist-Bestand	Anzahl versorgbarer Personen	Ist-Bestand	Anzahl versorgbarer Personen
Sauerstoffversorgung	76	76	55	55
Beatmungsmöglichkeit, Beutel	102	102	70	70
Beatmungsmöglichkeit, masch./Kreisteil	5	5	6	6
EKG-Monitoring	8	8	5	5
Federungsmöglichkeit für Tragetisch	8	8	5	5
Rundumzugang am Patienten	8	8	5	5
Stehhöhe im Patientenraum	8	8	5	5

Tabelle 9.17.: Versorgungs- und Transportkapazität bei Kombinationsverletzungen unter Bedingungen des Großunfalls

Versorgungskapazität Kombinationsverletzungen/Polytrauma				
Katastrophenbedingungen				
Materialbedarf:				
Materialbedarf pro Patient	Ulm		Aachen	
	Ist-Bestand	Anzahl versorgbarer Personen	Ist-Bestand	Anzahl versorgbarer Personen
Sauerstoffflasche, mind. 2 l mit Dosierventil	76	76	55	55
Verbandmaterial zur Blutstillung	ausr.	ausr.	ausr.	ausr.
Venenverweilkanüle, mind. 1,5 mm	697	697	531	531
1000 ml Ringer-Lactat-Lösung	393	196	223	111
1000 ml kolloidale Lösung (z.B. HAES 6%)	189	94	103	51
Vakuummatratze	34	34	30	30
RR-Gerät	104	104	50	50
Transportkapazität:				
	Ulm		Aachen	
	Ist-Bestand	Anzahl versorgbarer Personen	Ist-Bestand	Anzahl versorgbarer Personen
Sauerstoffversorgung	76	76	55	55

Tabelle 9.18.: Versorgungs- und Transportkapazität bei Kombinationsverletzungen im Katastrophenfall

Bewertung

Für den Katastrophenfall eingelagertes und nicht für den täglichen Gebrauch vorgesehenes Material ist überaltert, es bestehen außerdem auch Mängel im praktischen Umgang damit. Des Weiteren besteht die Gefahr, dass dieses eingelagerte Material nicht mehr den modernen medizinischen Anforderungen entspricht. In der vorliegenden Untersuchung wurden deshalb unter Berücksichtigung heute gültiger therapeutischer Prinzipien bei genau definierten Verletzungsmustern das im Katastrophenschutz vorgehaltene Material kritisch gesichtet. Es wurde dabei nur Material aufgenommen, das diesen definierten Anforderungen gerecht wird. Ausgehend von den vorgehaltenen Medikamenten und Geräten wurde die daraus sich ergebende Versorgungskapazität errechnet und auf die zu versorgende Bevölkerung umgelegt. Eine Aufgliederung in Material, das aus Bundesmitteln, aus Landesmitteln oder aus organisationseigenen Mitteln finanziert wurde, ist nicht möglich, da hierzu keine Unterlagen vorhanden sind oder aber nach Abnutzung des Materials Neuanschaffungen getätigt wurden.

Die Sichtung des vorgehaltenen Materials lässt eine große Inhomogenität bezüglich der zu versorgenden Notfälle erkennen. Die Beschaffungen wurden offensichtlich nicht an den Erfordernissen der modernen medizinischen Versorgung von Katastrophenopfern ausgerichtet, sondern erfolgten nach nicht nachvollziehbaren Kriterien. Dies hat zur Folge, dass mit bestimmten Materialien mitunter die doppelte Anzahl von Patienten versorgbar wäre, andere notwendige Geräte bzw. Medikamente aber die Versorgung auf einem niedrigen Niveau limitieren. Es ist deshalb zu fordern, dass ähnlich wie in Kliniken oder auch im Rettungsdienst die Materialbevorratung bedarfsadaptiert vorzunehmen ist, und der Bedarf anhand von Verletzungsmustern definiert werden muss. Nur durch solche Vorgaben lässt sich eine sinnvolle, den medizinischen Erfordernissen gerecht werdende Materialbevorratung gewährleisten.

Unter Betrachtung der in der Vergangenheit stattgefundenen Katastrophen muss allerdings die Versorgungskapazität des Katastrophenschutzes allgemein als zu gering angesehen werden. Mittlere Versorgungszahlen, die allenfalls die Therapie von 50 bis 150 Patienten zulassen, gewährleisten keinesfalls mit den lokal vorgehaltenen Materialien die Versorgung einer größeren Anzahl an Katastrophenopfern. Die Heranführung von Personal und Material außerhalb des Katastrophenraumes ist deshalb als unabdingbar zu erachten und muss entsprechend organisatorisch vorbereitet werden.

Da die Bevorratung an Materialien insgesamt als zu niedrig erscheint, müssen zusätzliche Beschaffungsmöglichkeiten in Form von Herstellerbevorratung und Klinikapotheken regional erfasst und den Organisationsstrukturen, z.B. den Leitstellen, zur Verfügung gestellt werden.

10. Schlussfolgerung

Ziel der vorliegenden Forschungsarbeit war, die Anforderungen an eine effiziente medizinische Versorgung beim Massenansturm Verletzter bei Chemikalienfreisetzung zu ermitteln und mit den bestehenden Möglichkeiten zu vergleichen. Als wesentliche Schlussfolgerung der Forschungsarbeit ergeben sich folgende Punkte:

- Es ist wünschenswert, dass die freigesetzten Substanzen vor Ort möglichst vollständig identifiziert werden, die Messtechnik hierfür muss mobil und leistungsfähig sein, eine weitere Verbesserung ist anzustreben.
- Die von der Feuerwehr vorgehaltenen Prüfröhrchen stehen für relativ wenige Einzelsubstanzen zur Verfügung und können die Vielzahl der potentiell freigesetzten Chemikalien sowie deren Gemische nicht suffizient detektieren. Die GCMS-Analyse erfüllt weitestgehend diese Anforderung. Ein bundesweites, flächenüberdeckendes Stützpunktsystem ist anzustreben.
- Die durch die Messtechnik gewonnenen Ergebnisse sollen an zentralen Stellen anhand von leistungsfähigen Datenbanken verarbeitet und kritisch gewürdigt werden. Hierfür ist entsprechendes Personal vorzuhalten. Die Anbindung der chemischen Analyse vor Ort an die informativen Datenbanken ist bisher ungenügend gelöst.
- Die aus den Datenbanken gewonnenen Ergebnisse werden an die vor Ort agierenden Einsatzkräfte (technische und medizinische) weitergegeben, die nur anhand dieser Informationen sinnvoll arbeiten können.
- Die technische Einsatzleitung des im Gefahrenbereich tätigen Personals liegt in den Händen der Feuerwehr. Sie trägt Sorge dafür, dass das medizinische Hilfspersonal außerhalb des Gefahrenbereiches verbleibt und die Verletzten aus dem Gefahrenbereich zum medizinischen Personal gebracht werden; der Schutz des vor Ort agierenden medizinischen Hilfspersonals vor einwirkenden Chemikalien ist dadurch gegeben. Eine Kontamination des medizinischen Personals wird zuverlässig verhindert. Notwendig werdende Dekontaminationsmaßnahmen entfallen somit.
- Als Dekontaminationsmaßnahme der durch Chemikalien geschädigten Patienten in der Erstversorgungsphase ist nur eine gründliche Spülung der Haut mit Wasser angezeigt. Diese Dekontamination wird durch das Personal der Feuerwehr durchgeführt, genügende Wassermengen sind bereit zu halten. Trockene Bekleidung ist durch den Katastrophenschutz (z.B. Betreuungsdienst) zur Verfügung zu stellen.
- Die für die Behandlung der Patienten notwendigen medizinischen Maßnahmen unterscheiden sich nicht von den medizinischen Maßnahmen der individuellen Notfallmedizin.

- In der einzurichtenden Sichtsungsstelle gelten die aus der Notfall- und Katastrophenmedizin allgemein bekannten Triagekriterien. Eine Neudefinition für mit Chemikalien kontaminierte Patienten ist nicht notwendig und wäre für die allgemeinen Versorgungskriterien undienlich.
- Die Strategien für die Erstbehandlung sowie den Transport und die definitive Versorgung orientiert sich an den in der Notfall- und Katastrophenmedizin gültigen Richtlinien. Die Transportkapazität ist durch die bereitgestellten Hilfskräfte (Rettungsdienst, Schnelle Einsatzgruppen, Sanitätsdienst der Einsatzeinheiten) vorgegeben und ist nach den Erfahrungen der vergangenen Jahre kein quantitatives sondern ein organisatorisches Problem. Die Organisation ist in den neuen Katastrophenschutzgesetzen der Länder festgehalten.
- Das Katastrophenschutzpersonal weist deutliche Defizite im Wissen um die Behandlung chemisch kontaminierter Patienten auf. Diese Kenntnisse sowie die teilweise nicht genügend vorhandenen Kenntnisse um die Basismaßnahmen müssen im praktischen Einsatz im Rettungsdienst und in den schnellen Einsatzgruppen augmentiert werden.
- Um die festgestellten Ausbildungsdefizite, die sich insbesondere auf das Wissen um chemische Stoffe und deren Behandlung beziehen, zu beheben, sind zusätzliche Ausbildungsziele in die Curricula der Hilfsorganisationen aufzunehmen.
- Die definitive Versorgung der Verletzten erfolgt auf konservativen und operativen Aufnahme- und Intensivstationen. Die in der BRD vorgehaltenen Intensivbetten erscheinen hierfür ausreichend. Zur Behandlung ist auf die wissensbasierten Datenbanksysteme zurückzugreifen.
- Für die Versorgung der Chemikaliengeschädigten ist keine besondere Materialbevorratung nötig. Als Medikamente reichen die üblichen Notfallmedikamente sowie die vorgehaltenen Antidota. Größere Mengen an Antidota werden bei den Hilfsorganisationen nicht vorgehalten. Eine Aufstellung über die Bevorratung existiert nicht und sollte erhoben und den jeweiligen Rettungsleitstellen zur Verfügung gestellt werden.

Danksagung

Besonderer Dank bei der Erstellung der vorliegenden Forschungsarbeit gebührt der projektbegleitenden Forschungsgruppe. Diese bestand aus folgenden Mitgliedern:

Herrn Einsle, Geschäftsführer, Deutsche Rettungsflugwacht e.V., Filderstadt

Herrn Medizinaldirektor Dr. Fessel, Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Sozialordnung Baden-Württemberg, Stuttgart

Herrn Dr. Gambihler, BASF AG, Ludwigshafen

Herrn Dipl.-Ing. Harder, Technische Universität Hamburg-Harburg, Hamburg

Herrn Dr. Marzi, Bundesamt für Zivilschutz, Bonn

Herrn Dr. Paschen, Feuerwehr, Hamburg

Herrn Richter, Rettungsdienstleiter, Deutsches Rotes Kreuz, Ulm

Herrn Dr. Siegmund, Leitender Ministerialrat, Ministerium des Innern und für Sport des Landes Rheinland-Pfalz, Mainz

Herrn OA Dr. Spörri, Krankenhaus Bruchsal, Bruchsal

Des Weiteren gebührt Dank den Rettungsdienstkräften sowie den Katastrophenschutzkräften der Stadt Ulm und des Alb-Donau-Kreises, den hauptamtlichen Feuerwehrkräften der Stadt Hamburg sowie dem Rettungsdienstpersonal der Firmen BASF, Ludwigshafen und Hoechst, Frankfurt.

Ulm, 31.12.1997

Zivilschutz-Forschung, Neue Folge

Schriftenreihe der Schutzkommission beim Bundesminister des Innern
Herausgegeben vom Bundesverwaltungsamt
– Zentralstelle für Zivilschutz –
ISSN 0343-5164
im Auftrag des Bundesministeriums des Innern

Band 51 – in Vorbereitung –
Erstellung eines Schutzdatenatlasses
2002, Broschur

Band 50 – in Vorbereitung –
R. Zech
Entgiftung von Organophosphaten durch Phosphorylphosphatasen und Ethanolamin
2002, Broschur

Band 49 – in Vorbereitung –
G. Matz, A. Schillings, P. Rechenbach
Task Force für die Schnellanalytik bei großen Chemieunfällen und Bränden
2002, Broschur

Band 48
Zweiter Gefahrenbericht der Schutzkommission beim Bundesminister des Innern
Bericht über mögliche Gefahren für die Bevölkerung bei Großkatastrophen und im Verteidigungsfall
2001, 92 Seiten, Broschur

Band 47
J. Rasche, A. Schmidt, S. Schneider, S. Waldtmann
Organisation der Ernährungsnotfallvorsorge
2002, 88 Seiten, Broschur

Band 46
F. Gehbauer, S. Hirschberger, M. Markus
Methoden der Bergung Verschütteter aus zerstörten Gebäuden
2002, Broschur

Band 45
V. Held
Technologische Möglichkeiten einer möglichst frühzeitigen Warnung der Bevölkerung
– Kurzfassung –
2001, 144 Seiten, Broschur

Band 44
E. Pfenninger, D. Hauber
Medizinische Versorgung beim Massenanfall Verletzter bei Chemikalienfreisetzung
2002, Broschur

Band 43
D. Ungerer, U. Morgenroth
Empirisch-psychologische Analyse des menschlichen Fehlverhaltens in Gefahrensituationen und seine verursachende und modifizierenden Bedingungen sowie von Möglichkeiten zur Reduktion des Fehlverhaltens
2002, Broschur

Band 42
45., 46. und 48. Jahrestagung der Schutzkommission beim Bundesminister des Innern
– Vorträge –
2000, 344 Seiten, Broschur

Band 41
W. König, M. Köller
Einfluss von Zytokinen und Lipidmediatoren auf die Kontrolle und Regulation spezifischer Infektabwehr bei Brandverletzung
2002, Broschur

Band 40
Institut der Feuerwehr Sachsen-Anhalt
Entwicklung von Dekontaminationsmitteln und -verfahren bei Austritt von Industriechemikalien
2002, Broschur

Band 39
TÜV Energie und Umwelt GmbH
Optimierung des Schutzes vor luftgetragenen Schadstoffen in Wohngebäuden
2002, Broschur

Band 38
W. Kaiser, M. Schindler
Rechnergestütztes Beratungssystem für das Krisenmanagement bei chemischen Unfällen (DISMA®)
1999, 156 Seiten, Broschur

Band 37 – in Vorbereitung –
K.-J. Kohl, M. Kutz
Entwicklung von Verfahren zur Abschätzung der gesundheitlichen Folgen von Großbränden

- Band 36
M. Weiss, B. Fischer, U. Plappert und T. M. Fliedner
Biologische Indikatoren für die Beurteilung multifaktorieller Beanspruchung
Experimentelle, klinische und systemtechnische Untersuchung
1998, 104 Seiten, Broschur
- Band 35
K. Amman, A.-N. Kausch, A. Pasternack, J. Schlobohm, G. Bresser, P. Eulenburg
Untersuchung der Praxisanforderungen an Atem- und Körperschutzausstattung zur Bekämpfung von Chemieunfällen
2002, Broschur
- Band 34
W. Heudorfer
Untersuchung der Wirksamkeit von Selbstschutzausstattung bei Chemieunfällen
1998, Broschur
- Band 33
J. Bernhardt, J. Haus, G. Hermann, G. Lasnitschka, G. Mahr, A. Scharmann
Laserspektrometrischer Nachweis von Strontiumnukliden
1998, 128 Seiten, Broschur
- Band 32
G. Müller
Kriterien für Evakuierungsempfehlungen bei Chemiekalienfreisetzungen
1998, 244 Seiten + Faltkarte, Broschur
- Band 31
G. Schallehn und H. Brandis
Beiträge zur Isolierung und Identifizierung von Clostridium sp. und Bacillus sp. sowie zum Nachweis deren Toxine
1998, 80 Seiten, Broschur
- Band 30
G. Matz
Untersuchung der Praxisanforderung an die Analytik bei der Bekämpfung großer Chemieunfälle
1998, 192 Seiten, Broschur
- Band 29
D. Hesel, H. Kopp und U. Roller
Erfahrungen aus Abwehrmaßnahmen bei chemischen Unfällen
1997, 152 Seiten, Broschur
- Band 28
R. Zech
Wirkungen von Organophosphaten
1997, 110 Seiten, Broschur
- Band 27
G. Ruhrmann, M. Kohring
Staatliche Risikokommunikation bei Katastrophen
Informationspolitik und Akzeptanz
1996, 207 Seiten, Broschur
- Band 26
43. und 44. Jahrestagung der Schutzkommission beim Bundesminister des Innern
– Vorträge –
1997, 326 Seiten, Broschur
- Band 25
K. Buff, H. Greim
Abschätzung der gesundheitlichen Folgen von Großbränden
– Literaturstudie – Teilbereich Toxikologie
1997, 138 Seiten, Broschur
- Band 24
42. Jahrestagung der Schutzkommission beim Bundesminister des Innern
– Vorträge –
1996, 205 Seiten, Broschur
- Band 23
K. Haberer, U. Böttcher
Das Verhalten von Umweltschadstoffen in Boden und Grundwasser
1996, 235 Seiten, Broschur
- Band 22
B. Gloebel, C. Graf
Inkorporationsverminderung für radioaktive Stoffe im Katastrophenfall
1996, 206 Seiten, Broschur
- Band 21
Arbeiten aus dem Fachausschuß III: Strahlenwirkungen – Diagnostik und Therapie
1996, 135 Seiten, Broschur
- Band 20
Arbeiten aus dem Fachausschuß V
I. – D. Henschler: Langzeitwirkungen phosphororganischer Verbindungen
II. – H. Becht: Die zellvermittelte typübergreifende Immunantwort nach Infektion mit dem Influenzavirus

III. – F. Hoffmann, F. Vetterlein, G. Schmidt;
Die Bedeutung vasculärer Reaktionen beim akuten
Nierenversagen nach großen Weichteilverletzungen
(Crush-Niere)
1996, 127 Seiten, Broschur

Band 19

Radioaktive Strahlungen

I. – B. Kromer unter Mitarbeit von K. O. Münnich,
W. Weiss und M. Zähringer:

Nuklidspezifische Kontaminationserfassung

II. – G. Hehn:

Datenaufbereitung für den Notfallschutz

1996, 164 Seiten, Broschur

Band 18

L. Clausen, W.R. Dombrowsky, R.L.F. Strangmeier

Deutsche Regelsysteme

**Vernetzungen und Integrationsdefizite bei der
Erstellung des öffentlichen Gutes Zivil- und
Katastrophenschutz in Europa**

1996, 130 Seiten, Broschur

Band 17

**41. Jahrestagung der Schutzkommission beim
Bundesminister des Innern**

– Vorträge –

1996, 197 Seiten, Broschur

Band 16

F. E. Müller, W. König, M. Köller

**Einfluß von Lipidmediatoren auf die Pathophy-
siologie der Verbrennungskrankheit**

1993, 42 Seiten, Broschur

Band 15

**Beiträge zur dezentralen Trinkwasserversorgung
in Notfällen**

Teil II: K. Haberer und M. Drews

1. Einfache organische Analysenmethoden

2. Einfache Aufbereitungsverfahren

1993, 144 Seiten, Broschur

Band 14

**Beiträge zu Strahlenschäden und Strahlen-
krankheiten**

I. – H. Schüßler: Strahleninduzierte Veränderungen
an Säugetierzellen als Basis für die somatischen
Strahlenschäden

II. – K. H. von Wangenheim, H.-P. Peterson, L. E.
Feinendegen: Hämopoeschaden, Therapieeffekte
und Erholung

III. – T. M. Fliedner, W. Nothdurft: Präklinische
Untersuchungen zur Beschleunigung der Erholungs-
vorgänge in der Blutzellbildung nach Strahlenein-
wirkung durch Beeinflussung von Regulationsme-
chanismen

IV. – G. B. Gerber: Radionuklid Transfer

1993, 268 Seiten, Broschur

Band 13

H. Mönig, W. Oehlert, M. Oehlert, G. Konermann

**Modifikation der Strahlenwirkung und ihre Fol-
gen für die Leber**

1993, 90 Seiten, Broschur

Band 12

Biologische Dosimetrie

I. – H. Mönig, Wolfgang Pohlitz, Ernst Ludwig Satt-
ler: Einleitung: Dosisabschätzung mit Hilfe der Bio-
logischen Dosimetrie

II. – Hans Joachim Egner et al.: Ermittlung der Strah-
lenexposition aus Messungen an Retikulozyten

III. – Hans Mönig, Gerhard Konermann: Strahlenbe-
dingte Änderung der Chemilumineszenz von Granu-
lozyten als biologischer Dosisindikator

IV. – Paul Bidon et al.: Zellmembranänderungen
als biologische Dosisindikatoren. Strahleninduzierte
Membranänderung im subletalen Bereich. Immun-
bindungsreaktionen an Lymphozyten
1993, 206 Seiten, Broschur

Band 11

vergriffen

Beiträge zur Katastrophenmedizin

Band 10

W. R. Dombrowsky

**Bürgerkonzeptionierter Zivil- und Katastroph-
schutz**

Das Konzept einer Planungszelle Zivil- und Kata-
strophenschutz

1992, 79 Seiten, Broschur

Band 9

vergriffen

**39. und 40. Jahrestagung der Schutzkommission
beim Bundesminister des Innern**

Band 8

vergriffen

**Beiträge zur dezentralen Trinkwasserversorgung
in Notfällen**

Teil I: K. Haberer und U. Stürzer

Band 7

vergriffen

E. Pfenninger und F. W. Ahnefeld

Das Schädel-Hirn-Trauma

