Bergische Universität Wuppertal

Fachbereich D - Abt. Sicherheitstechnik

Lehrstuhl

Methoden der Sicherheitstechnik/Unfallforschung

Bachelor Thesis

Thema:

Rettungsmöglichkeiten von verunfallten Chemikalienschutzanzugträgern – Evaluierung und Praxisversuche geeigneter Transportmöglichkeiten zur Rettung von Straßen und aus Gebäuden

Name:	Ganzke, Stefan
Matrikelnummer:	52 59 83
Anschrift:	Max-Horkheimer-Straße 16, 42119 Wuppertal
Studienrichtung:	**B.Sc. Sicherheitstechnik**
Hochschullehrer:	Univ. - Prof. Dr. - Ing. Uli Barth
Betreuer:	Dipl.-Ing. Thomas Wündrich

Ausgabe:	24.11.2009
Abgabe:	12.01.2010

Erklärung

Ich versichere, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt und Zitate kenntlich gemacht habe.

Wuppertal, den 12.01.2010 _____

Stefan Ganzke

Danksagung

Zu Beginn möchte ich mich bei den Feuerwehrfrauen und Feuerwehrmännern der Feuerwehren LZ 5 Wuppertal, LZ 11 Neuss, FF Kirchheimbolanden, FF Solingen, FF Neuenrade, FF Hamm, FF Freisen, FF Fürstenberg, FF Hövelhof, FF Monheim / Ruhr, ABC Zug Lüneburg, ABC Zug Landkreis Lippe, ABC Zug Rheinisch Bergischer Kreis, ABC Zug Bergisch Gladbach, WF Currenta Leverkusen und BF Bielefeld für deren Motivation und Einsatzbereitschaft während der Versuchstage bedanken. Für die materielle und finanzielle Unterstützung möchte ich den Feuerwehren WF Currenta Leverkusen, WF Chempark Marl, WF Henkel Düsseldorf, BF Dortmund, der Grubenrettungsschule Herne und den Unternehmen ProFF GmbH und LION Apparel danken. Für die fachliche Unterstützung im Analyseteam gilt mein Dank den Herren André Schild (abc-gefahren.de), Dr. med. Matthias Offterdinger (Robert – Bosch Krankenhaus Stuttgart), Matthias Schneider und Christian Metzmacher (beide BF Frankfurt / Main), Klaus Rennebaum (BF Herne), Sascha Cattarius (Fw Illingen), Gerold Barkowski (FF Köln), Axel Rose und Charles Simon Hofer (Umweltschutzzug – ABC Dienst Wuppertal) sowie letztendlich Thomas Wündrich (Universität Wuppertal).

Hervorheben und besonders danken möchte ich zum einen der Berufsfeuerwehr Wuppertal, ohne deren materielle und personelle Unterstützung im Technik- und Logistikbereich eine Umsetzung der Versuchsreihe deutlich erschwert worden wäre sowie dem Umweltschutzzug – ABC – Dienst deren erhebliche personelle Unterstützung im Bereich der Probanden als auch im Logistik- und Analyseteam entscheidend für die Realisierung war.

Weiterführend möchte ich mich bei den Herren Univ. – Prof. Dr. – Ing. Uli Barth und Dipl. – Ing. Thomas Wündrich für deren Hilfestellungen während der Erstellung bedanken.

Das abschließende und herzlichste Dankeschön gilt jedoch meinen Eltern Mike und Susann Ganzke sowie meinen Großeltern Heini und Gerda Binner durch deren jahrelange uneingeschränkte Unterstützung mir das Schreiben dieser Thesis erst ermöglicht wurde.

„Probleme kann man niemals mit derselben Denkweise lösen, durch die sie entstanden ist“

Albert Einstein (1879-1955)

Zusammenfassung

Bisher wurden bei den Feuerwehren in der Bundesrepublik Deutschland keine einheitlichen Untersuchungen zu den Rettungsmöglichkeiten eines verunfallten Chemikalienschutzanzugträgers (CSA - Träger) durchgeführt.

Im Rahmen dieser Bachelor Thesis werden die vorhandenen Transportmittel hinsichtlich deren Eignung für eine Notfallrettung untersucht. Hierbei wurden 10 Transportmittel verschiedenen Tests unterzogen.

In einem Siebverfahren wurden ungeeignete Transportmittel innerhalb der Versuchsreihe aussortiert und nur die Geeigneten für die Praxisversuchsreihe zur Rettung von CSA – Trägern von Straßen und aus Gebäuden zugelassen. Innerhalb dieser Reihe wurden 60 Durchgänge mit über 100 Probanden und einer ausgiebigen Dokumentation durchgeführt.

Als primäres Ergebnis konnte zum einen die Eignung der jeweiligen untersuchten Transportmittel hinsichtlich einer zeitnahen und patientenschonenden Rettung, sowie die geeignete Stärke eines Sicherungstrupps ermittelt werden.

Inhaltsverzeichnis

Erklärung I
Danksagung II
Zusammenfassung IV
Inhaltsverzeichnis V
1 Einleitung 1
1.1 Aufgabe 1
1.2 Zielstellung 2
1.3 Methodische Vorgehensweise 2
2 Grundlagen 4
2.1 Chemikalienschutzanzüge 4
2.1.1 Arten von Chemikalienschutzanzügen 4
2.2.2 Aufbau von Chemikalienschutzanzügen 7
2.2 Die Feuerwehr im ABC - Einsatz 10
2.2.1 Einsatzgrundsätze 10
2.2.2 Anforderungen an den CSA – Träger 12
2.3. Die Notfallsituation 13
2.3.1 Ursachen für Notfallsituationen 13
2.3.2 Aktuelle Vorschriften zum Vorgehen bei der Rettung 19
2.3.3 Dekontamination 19
3 Die Transportmittel 21
3.1 Bandschlingen 21
3.2 Rettungstuch 23
3.3 Rettungsmulde Typ Dortmund 24
3.4 Schaufeltrage 25
3.5 Faltschleiftrage 26
3.6 Spineboard 27
3.7 DIN - Krankentrage 29
3.8 Schleifkorbtrage 30
3.9 CSA - Wanne 31
3.10. DIN - Steckleiterteil 31
4 Versuchsbeschreibung 33
4.1 Planung und Durchführung 33

4.2 Das 4 – Stufen - Konzept ... 34
5 Versuchsdurchführung ... 38
5.1 Teststufe I ... 38
5.2 Teststufe II ... 38
5.2.1 Bandschlingen ... 38
5.2.2 Rettungstuch ... 39
5.2.3 Rettungsmulde Typ Dortmund ... 39
5.2.4 Schaufeltrage ... 40
5.2.6 Spineboard ... 41
5.2.7 DIN - Krankentrage ... 41
5.2.9 CSA - Wanne ... 42
3.2.10 DIN - Steckleiterteil ... 43
3.2.11 Fazit Teststufe II ... 43
5.3 Teststufe III – Rettung von Straßen ... 44
5.3.1 Rettungszeiten ... 44
5.3.3 Körpergewichtsverlust ... 52
5.3.4 Körpertemperaturerhöhung ... 53
5.3.5 Pulsanstieg ... 54
5.3.6 Fazit – Teststufe III ... 54
5.4 Teststufe IV – Rettung aus Gebäuden (Kellerbereich) ... 62
5.4.1 Rettungszeiten ... 62
5.4.2 Atemluftverbrauch ... 69
5.4.3 Körpergewichtsverlust ... 70
5.4.4 Körpertemperaturanstieg ... 71
5.4.5 Pulsanstieg ... 72
5.4.6 Fazit – Teststufe IV –I ... 72
5.5 Teststufe IV – II Rettung aus Gebäuden (1. OG) ... 80
5.5.1 Rettungszeiten ... 80
5.5.2 Atemluftverbrauch ... 88
5.5.3 Körpergewichtsverlust ... 89
5.5.4 Körpertemperaturerhöhung ... 90
5.5.5. Pulserhöhung ... 90
5.5.6 Fazit Teststufe IV - II ... 91
6 Diskussion ... 99

7 Ausblick 102
7.1 Neue Rettungsmittel 102
7.2 Neue Schutzanzüge 104
7.2.1 Tychem ® F 105
7.2.2 MT 94 106
7.3 Optimierung im Feuerwehrwesen 108
Quellenverzeichnis 110
Abbildungsverzeichnis 114
Tabellenverzeichnis 117
Glossar 118
Anhang 124
I Bewertung der untersuchten Transportmittel 125
II Fragebogen Teststufe II 126
III Dokumentationsbogen Teststufe III 128
IV Dokumentationsbogen Teststufe IV - I 130
V Dokumentationsbogen Teststufe IV - II 132
VI Dokumentationsbogen Rettungszeiten / Atemluftverbrauch 134
VII Dokumentationsbogen Logistik – Team Medizin 135
VIII Dokumentationsbogen Analyseteam 136

1 Einleitung

1.1 Aufgabe

Der tägliche Straßen- und Schienenverkehr, Werke und Betriebe mit Verwendung von Gefahrstoffen sowie auch soziale Einrichtungen wie Schulen, Schwimmbäder oder Krankenhäuser bieten ausreichend potenzielle Gefahren zur Entstehung einer ABC – Einsatzlage.

Die Betrachtung der atomaren, biologischen und chemischen Einsätze im Bereich der öffentlichen Feuerwehren lassen in den vergangenen Jahren ein niedriges Aufkommen erkennen. Weltweit traten im Zeitraum von 1986 bis 2001 6.515 registrierte Chemieeinsätze auf, bei denen es zu 72 toten und 148 verletzten Feuerwehrangehörigen kam (Geismann, 2006).

Die aktuelle Situation, dass sich die Einsatzzahlen in der Bundesrepublik Deutschland auf einem niedrigen Stand befinden und keine schweren Unfälle von Einsatzkräften bekannt sind, darf jedoch keine Argumentationsgrundlage für die Minimierung oder Beendigung von Weiterentwicklungen im Technik- und Taktikbereich bedeuten.

Ein Risiko, das während des Einsatzes der Feuerwehr eine Notfallsituation innerhalb der eigenen Mannschaft im Gefahrenbereich eintritt, kann nicht ausgeschlossen werden und sollte stets bedacht werden.

Das folgende Beispiel eines real stattgefundenen Gefahrguteinsatzes an einem Kesselwagen im Schienenbereich zeigt die Möglichkeit eines Notfalls.[1] Die Feuerwehr XY wurde unter dem Stichwort „austretende Chemikalien an einem Kesselwagen“ alarmiert. Die Einsatzkräfte begaben sich unter impermeablen Chemikalienschutzanzügen in den Gefahrenbereich. Während der Arbeiten am Kesselwagen verrutschte einem Schutzanzugträger seine Atemschutzmaske. Auf Grund des verwendeten Atemschutz-Überdrucksystems verlor der Träger an den Rändern seiner Atemschutzmaske ein hohes Atemluftvolumen. Unbemerkt davon ertönte während der Arbeiten auf dem Kesselwagen dessen Restluftsignal vom Atemschutzgerät. Als der Betroffene nach circa 3 Minuten den Boden vor dem Kesselwagen betrat war sein Atemluftvorrat bereits aufgebraucht, so dass der

[1]Quelle: http://www.atemschutzunfaelle.de/beinaheunfaelle/1996/#b19960229-wiesbaden, 20.08.2009

Sicherungstrupp in Aktion treten musste. Dieser öffnete sofort vor Ort den Schutzanzug, um der Einsatzkraft Sauerstoff zu zuführen.

Ein Öffnen des CSA innerhalb des Gefahrenbereichs ist nicht in allen Situationen möglich, wodurch mit einer Behandlung erst außerhalb begonnen werden kann. Wie jedoch kann diese Rettungsmaßnahme effektiv durchgeführt werden?

Mit dieser Frage beschäftigt sich das Fachgebiet Methoden der Sicherheitstechnik von Univ. - Prof. Dr. Ing. Barth in Form dieser Bachelor Thesis.

1.2 Zielstellung

Ziel der Bachelor Thesis ist es, dass geeignetste vorliegende Transportmittel zu bestimmen und somit die Technik und weiterführend auch die Taktik im CSA Notfall über den aktuellen Zustand hinaus zu optimieren. Das daraus resultierende Ergebnis gilt es anschließend an den entsprechenden Stellen umzusetzen um den Einsatzkräften, sowohl in Form des Verunfallten, als auch auf Seiten des SiTr eine effektive Rettung zu ermöglichen.

1.3 Methodische Vorgehensweise

Der Schwerpunkt der Bachelor Thesis befindet sich bei den Untersuchungen auf den Transportmöglichkeiten für verunfallte Chemikalienschutzanzugträger. Die Betrachtungsweise muss hierbei unter folgenden Aspekten durchgeführt werden:

- Stärke des Sicherungstrupps (SiTr): Die Höhe der benötigten Kräfte innerhalb eines Sicherungstrupps können die Einsatzplanung hinsichtlich der personellen Verfügbarkeiten ausschlaggebend beeinträchtigen. Zurzeit besteht hier keine einheitliche Definition über welche Personalstärke ein Sicherungstrupp verfügen sollte.
- Belastungen des SiTr: Die physischen sowie auch psychischen Belastungen während der Rettung einer verunfallten Einsatzkraft bedeutet einen Anstieg der Vitalwerte, sowie den damit verbundenen erhöhten Sauerstoffverbrauch und kürzeren Einsatzzeiten. Das Transportmittel muss diesbezüglich das Gewicht des Verunfallten gleichmäßig auf die Tragenden verteilen und ein möglichst leichtes Fortbewegen ermöglichen. Unter dem Aspekt der Stressentstehung kann das Transportmittel nur durch ein einfaches Handling minimierend wirken. Sonstige Vorbeugungen müssen im Aus- und Weiterbildungsbereich getroffen werden.

- Belastungen des Verunfallten: Die größtenteils in den Feuerwehren ausgebildete Crash-Rettung aus dem Gefahrenbereich wird in den häufigsten Fällen falsch interpretiert. Hier sind die Verhältnismäßigkeiten zu prüfen und mit den geeigneten Transportmitteln eine zeitnahe und schonende Rettung durchzuführen.
- Persönliche Schutzausrüstung: Der zu tragende Chemikalienschutzanzug minimiert die Leistung des Trägers in sämtlichen Bereichen, so auch beim Handling mit dem Transportmittel. Somit muss geprüft werden, welche ideale Lösung hier gefunden werden kann.
- Stabilität des Transportmittels: Wichtig hierbei ist die Sicherheit der Atemluftflasche auf dem Rücken des verunfallten CSA Trägers. Das Flaschenventil ist hierbei die empfindlichste und somit dringend zu schützende Stelle am Gerät.

Um die erwähnten Aspekte wissenschaftlich ermitteln zu können wurden Praxisversuche im Bereich der Rettung auf Straßen und aus Gebäuden mit über 100 Probanden in 60 Durchgängen absolviert. Die Auswertung erfolgte an Hand einer weit reichenden Dokumentation.

2 Grundlagen

Feuerwehrangehörige die sich im Gefahrenbereich eines ABC – Einsatzes aufhalten sind zum Tragen einer speziellen Schutzausrüstung verpflichtet. Diese Schutzausrüstung darf nur vom fachlich gemäß FwDV 2 ausgebildeten Personal getragen werden. Dieses Kapitel geht auf die Grundlagen des ABC Einsatzes ein.

2.1 Chemikalienschutzanzüge

2.1.1 Arten von Chemikalienschutzanzügen

Gemäß der FwDV 500 werden die Sonderschutzausrüstungen im ABC – Einsatz in drei Körperschutzformen unterschieden. Die Köperschutzformen werden ansteigend nach Schutzfunktion von Form 1 bis Form 3 klassifiziert.
Die Körperschutzform 1 besitzt die geringste Schutzfunktion. Der Schutz der Einsatzkräfte besteht ausschließlich vor einer Feststoffkontamination und bietet einen eingeschränktem Spritzschutz.

Bild 1: Kontaminationsschutzhaube Quelle: FwDV 500

Bei dieser Form wird der Schutz durch eine Kontaminationsschutzhaube sichergestellt. Diese wird zusätzlich zur kompletten Schutzbekleidung nach HuPF getragen. Sie dient der Abdeckung des Kopf- und Halsbereichs. Wie auch bei der Brandbekämpfung ist die Haube über der Atemschutzmaske zu tragen.
Die nächsthöchste Schutzstufe wird als Körperschutzform 2 bezeichnet. Diese Form ist in die drei Typen Infektions-, Kontaminations- und Flüssigkeitsschutzanzug klassifiziert.

Bild 2: Schutzanzüge Form 2 (links: KSA, Mitte: Infektions-, rechts: Flüssigkeitsschutzanzug)

Quelle: FwDV 500

Die Schutzanzüge werden durch den Feuerwehrangehörigen (FA) an Stelle seiner einfachen persönlichen Schutzausrüstung getragen. Sollte am Einsatzort zzgl. zur ABC - Gefahr ein Brandfall auftreten, so ist die begrenzte Temperaturbeständigkeit der Schutzanzüge zu beachten.

Der Kontaminationsschutzanzug (siehe Bild 2 links) wird bei Einsatzlagen mit atomaren Stoffen getragen. Der Schutz ist bei diesem Anzug vor Kontamination durch Feststoffpartikel begrenzt. Radioaktive Strahlung kann nicht zurückgehalten werden.

Der Infektionsschutzanzug (siehe Bild 2 Mitte) schützt die Einsatzkraft während biologischen Einsatzlagen und verhindert die Übertragung von infektiösen Krankheitserregern.

Der Flüssigkeitsschutzanzug (siehe Bild 2 links) wird durch den Bund als Bestandteil der persönlichen Schutzausrüstung im ABC – Bereich anerkannt.

Nach dem heutigen Stand der Technik ist es möglich eine hohe Anzahl an Schutzwirkungen durch diese Schutzanzüge zu erreichen. Zum Schutzspektrum zählen eine hohe Anzahl an organischen Säuren, Laugen und Salzsäure sowie weiterführend Industriechemikalien im flüssigen Aggregatzustand.

Über einen beschränkten Zeitraum bietet der Flüssigkeitsschutzanzug auch einen Schutz vor typischen Haut- und Nervenkampfstoffen, wie z.B. Sarin oder Schwefel-LOST. Flüssigkeitsschutzanzüge, die aus dem Grundmaterial Tyvek®[2] bestehen erfüllen die Leistungsanforderungen der EN 14 126.

[2] Anforderungen an Tyvek® Material sind in der EN 14605 festgeschrieben

Diese Typen von Schutzanzügen besitzen auf Grund eines verwendeten Laminates aus verschiedenen Kunststoffschichten eine breitbandige Chemikalienschutzwirkung und eine gute Reißfestigkeit. Dieses Schutzniveau lässt sich annähernd mit dem eines impermeablen CSA vergleichen. Der einzige Unterschied zwischen diesen beiden Schutzanzügen besteht im Bereich der Gasdichtigkeit. Der Schutzanzug aus Tyvek® besitzt durch seiner aktuell nicht gasdichten Abgänge keine Einstufung als „gasdicht“.

Die höchste Körperschutzform stellt der impermeable CSA dar. Dieser Schutzanzug umhüllt den ganzen Körper und schützt vor Chemikalien aller Aggregatzustände. Hinsichtlich des Aufbaus wird in 3 Formen unterschieden, wobei im Zusammenhang mit der Thesis nur auf den Chemikalienschutzanzug mit Sichtfenster (CSF) mit Innen liegendem Atemschutzgerät (Typ 1a – ET) eingegangen wird.

Die Sichtscheibe ist bei dieser Schutzanzugvariante fest in den Anzug integriert. Der gesamte Atemschutzbereich, d.h. Atemschutzgerät und Atemanschluss, befindet sich innerhalb des CSA. Hierbei ist der Atemanschluss nicht Bestandteil des Schutzanzuges. Die folgenden Faktoren lassen sich als positive Aspekte hinsichtlich des CSA benennen:

- Durch den vorhandenen Überdruck besteht ein zusätzlicher Schutz vor dem Eindringen gefährlicher Stoffe in das Anzugsinnere.
- Durch das im Anzuginneren befindende Atemschutzgerät ist ein Ablesen des Druckmanometers durch Herausziehen des Armes aus dem Anzugärmel durchführbar.
- Sollte ein Defekt am Atemschutzgerät auftreten, der einen Abschluss des Lungenautomaten zur Folge hat, kann theoretisch einige Minuten aus dem Schutzanzug geatmet werden.
- Beim Ablegen des Schutzanzuges am Dekonplatz besteht für den Träger keine Inkorporationsgefährdung, da er weiterhin unter umluftunabhängigen Atemschutz atmet.
- Der Schutzanzug ist für den Strahlenschutzeinsatz geeignet.

Bild 3: impermeabler CSA

Die Nachteile des CSA bestehen zum einen in der Einschränkung der Bewegungsfreiheit durch den auftretenden Aufbläheffekt. Zum anderen wird durch die feuchte – warme Ausatemluft das Klima im Schutzanzug bedeutend verschlechtert.

Die Beschichtung des CSA besteht aus einem Gemisch von beschichtetem Gewebe und einem Kunststofflaminat, worin sich die große Rückhalteleistung von Stoffen erklärt. Diese Rückhalteleistung umfasst folgende Stoffeigenschaften:

Tabelle 1: Beständigkeit CSA Form 3

Gefahrensymbol (GHS)	Stoffeigenschaft
	toxisch
	akut toxisch
	brandfördernd
	ätzend
	reizend
	sensibilisierend
	mutagen
	kanzerogen
	reproduktionstoxisch
	ansteckungsgefährlich
	radioaktive Kontamination

Die Herstellungsweise und Prüfung von Chemikalienschutzanzügen wird in der vfdb – Richtlinie 0831 beschrieben. Durch diese Richtlinie wird den Herstellern und Prüfern Sicherheitsanforderungen gemäß dem Stand der Technik auferlegt.

2.2.2 Aufbau von Chemikalienschutzanzügen

Die Herstellung eines CSA ist nicht zwingend an einen chemischen Stoff gebunden, jedoch wird an den verwendeten Stoff das Kriterium des vorgeschriebenen

Schutzniveaus gestellt. Dieses Schutzniveau ergibt sich aus der chemischen Beständigkeit und der mechanischen Stabilität des Anzuges. Temporär ermöglichen die vorhandenen Technologien keine Produktion von allseits resistenten CSA. Ein Schutzanzug besteht aus Innen-, Außen- und Sperrschicht.

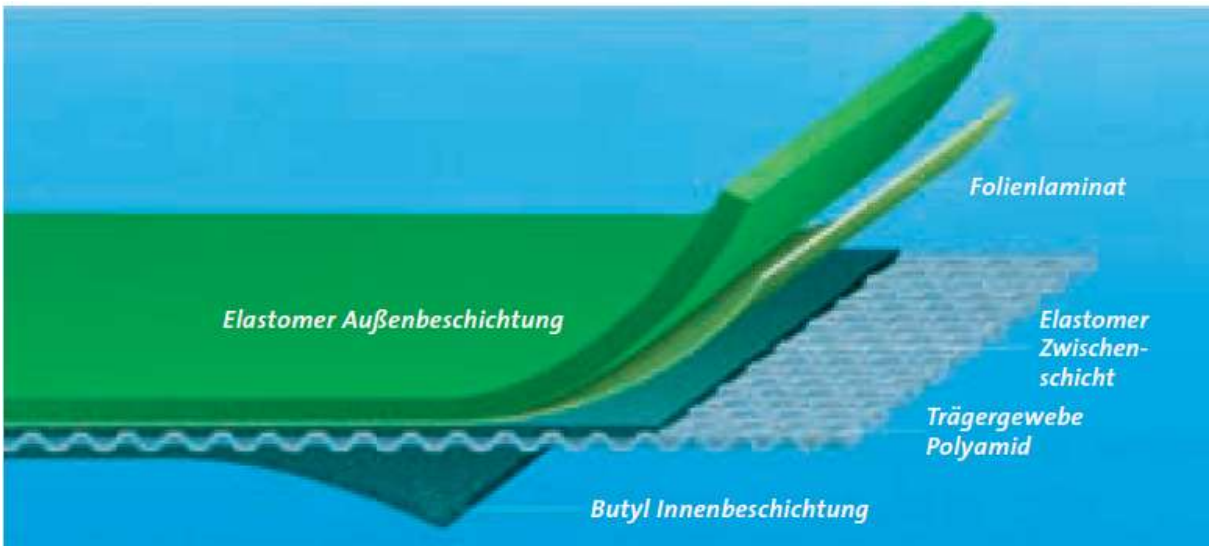


Bild 4: CSA Schichtenaufbau Bsp: Auer – Vautex Quelle: Auer, Vautex – Elite ET

Für die Innen- und Außenbeschichtung des Schutzanzuges werden primär Elastomere, oder Kombinationen aus mehreren Materialien verwendet, wodurch ein möglichst weites Beständigkeitsspektrum erreicht wird. Zu diesen Beschichtungsmaterialien gehören z. B.:

- Isopren – Kautschuk
- Polyethylen
- Polyvinylchlorid
- Chloropren – Kautschuk

Aktuell bieten Elastomere aus Fluorkautschuk, wie z.B. Polytetrafluorpropylen (PTFE) und Hexalfluorpropylen – Venylidenfluorid – Copolymer (FPM) die größte chemische Beständigkeit. PFTE gilt derzeit als das Material, welches die umfangreichste chemische sowie mechanische Beständigkeit besitzt.
Gegen eine effiziente Bearbeitung dieses Stoffes sprechen die schwere Verarbeitung auf Grund seiner chemischen Interaktivität sowie die Beschaffungskosten.
Der Stoff FPM bietet hinsichtlich der chemischen Beständigkeit eine Alternative zum PTFE und ist preiswerter und leichter zu verarbeiten. Aus diesem Aspekt wird FPM

vorzugsweise für die Außenbeschichtung von Chemikalienschutzanzügen verwendet.

Hinsichtlich der chemischen Resistenz ist Fluorkautschuk nicht gegen alle Gefahrstoffe beständig. Einige sind sogar in der Lage relativ leicht durch das Material hindurch zu diffundieren. Aus diesem Grund werden Zwischenschichten in den CSA eingearbeitet.

Für diese Zwischenschicht wird in den häufigsten Fällen Butylkautschuk verwendet.

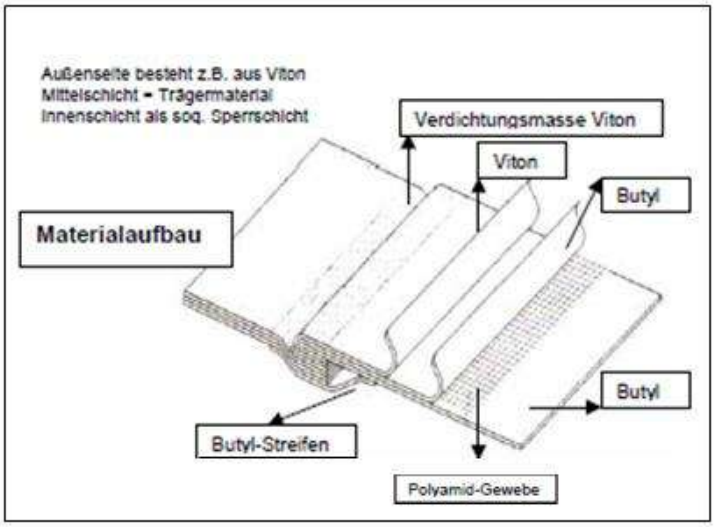


Bild 5: Materialaufbau CSA Quelle: Auer, Vautex – Elite ET

Im Kapitel 2.2.1 wurde anhand der Körperschutzformen belegt, dass der impermeable CSA der einzige gasdichte Schutzanzug ist. Damit die Gasdichtigkeit auch an den Nähten gewährleistet werden kann, wird bei der Produktion ein besonderes Verarbeitungsverfahren eingesetzt. So werden die Nähte doppelt verkappt genäht und im Anschluss daran unter zur Hilfenahme eines vulkanisierten bzw. verklebten Dichtstreifen abgedichtet. Anschließend erfolgt eine Imprägnierung.

Weitere Undichtigkeitsquellen am Schutzanzug, wie z.B. gasdichte Reißverschlüsse oder Verschlusselemente werden verdeckt und bestehen aus nichtkorrodierenden Spezialstählen.

Die Schutzstiefel müssen der DIN 4843 entsprechen und über einen durchtrittsicheren Unterbau verfügen. Die Schutzstiefel und Schutzhandschuhe nach DIN 4841, sind an den CSA auswechselbar angebracht und besitzen Einheitsgröße.

2.2 Die Feuerwehr im ABC - Einsatz

2.2.1 Einsatzgrundsätze

Um während des Einsatzes ein einheitliches Arbeiten mehrerer Feuerwehrangehöriger (FA) oder Feuerwehren (Fw) untereinander gewährleisten zu können, wurden in der Vergangenheit mehrere Einsatzgrundsätze entwickelt und festgehalten. Diese Grundsätze haben ihre Basis in Feuerwehrdienstvorschriften, Unfallverhütungsvorschriften, Richtlinien und Gesetzen. Beim Tragen von CSA gelten gemäß FwDV 7 folgende Grundsätze:

- Jeder AGT ist für seine eigene Sicherheit verantwortlich.
- Die Atemschutzgeräte müssen außerhalb des Gefahrenbereiches an- und abgelegt werden.
- Vor dem Einsatz ist eine Einsatzkurzprüfung durchzuführen.
- Zwischen der Übernahme eines zweiten Einsatzes unter Atemschutz muss der AGT eine Pause einlegen. Die Dauer der Ruhephase liegt in Verhältnismäßigkeit mit der vollbrachten körperlichen Leistung beim ersten Einsatz unter Atemschutz. Unter CSA tritt nach einer Erholungspause von 90 Minuten innerhalb ersten 12-15 Minuten des Zweiteinsatzes die völlige Erschöpfung der Einsatzkraft ein.
- Der eintretende Flüssigkeitsverlust ist durch geeignete Getränke auszugleichen. Um den Verlust zu minimieren eignen sich idealerweise isotonische Getränke, wie z.B. Apfelschorle oder Mineralwasser. In kalten Monaten kann auch eine begrenzte Menge an warmen Tee oder Kaffee zu sich genommen werden. Während der Aufnahme von Nahrung und Getränken ist auf den Hygiene – Faktor zu achten (Brütsch, 2002).

Hinsichtlich eines Einsatzes unter Isoliergeräten werden weitere Grundsätze durch die FwDV 7 vorgeschrieben:

- Truppweises Vorgehen im Gefahrenbereich. Somit besteht ein Trupp mindestens aus 2 Truppmitglieder (0/2/2).
- Beim Einsetzen eines Trupps im Gefahrenbereich muss ein Sicherheitstrupp mit einer Mindeststärke von 0/2/2 bereitgestellt werden.
- Agieren mehrere Trupps unter Atemschutz über verschiedene Wege in einem Gefahrenbereich, so muss für jeden Trupp ein SiTr gestellt werden.

- Bevor sich der Trupp in den Gefahrenbereich begibt muss eine Nenndruckprüfung durchgeführt werden. Ist dieser unter 90% des Gesamtvolumens, dann darf das Gerät nicht mehr eingesetzt werden. Weiterführend ist mittels Kurzdichtprüfung zu prüfen, ob das Atemschutzgerät und der Atemschutzanschluss dicht sind.
- Im Einsatz ist der Druck im Atemschutzgerät zu beachten. Die Atemschutzüberwachung hat zwischenzeitig den Druck beim Trupp zu erfragen. Beim CSA-Trupp hat dies zum ersten Mal nach 1/3 der Gesamtzeit, d.h. von 20 Minuten, zu geschehen. Für den Rückweg ist der doppelte Luftverbrauch einzuplanen.
- Sollte eine Unterbrechung der Funkverbindung eintreten, so ist der Sicherheitstrupp zur Aufsuchung des eingesetzten Trupp auszusenden.
- Sollte ein Unfall oder Beinaheunfall vorliegen, ist der Leiter der Feuerwehr zu informieren.
- Beim Verwenden einer Atemschutzmaske dürfen keine Kotletten oder Bartwuchs an den Dichtlinien des Gesichtes vorhanden sein, da sonst Undichtigkeiten auftreten könnten.
- Einsatzkräfte dürfen nur eingesetzt werden, wenn sie körperlich und geistig geeignet sind.

Hinsichtlich des Einsatzes unter CSA gelten weitere Grundsätze, die eingehalten werden müssen.

- Unter dem CSA muss die persönliche Schutzausrüstung getragen werden, was auf Grund der Feuchtigkeitsaufnahme und Hautabdeckung notwendig ist. Hierunter fällt die Einsatzhose nach HuPF 2 und die Einsatzjacke nach HuPF 3.

- Beim Einsatz von CSA im Temperaturbereich von 0 °C sind Antibeschlagmittel auf die Sichtscheibe aufzutragen um somit die Vereisung der Selbigen zu verhindern.

- Jeder Trupp muss über mindestens ein Funkgerät verfügen. Ausnahmen gelten hierfür nur bei Einsätzen bei denen keine Atemschutzüberwachung notwendig ist. Jedoch werden Funkgeräte auch für Lagemeldungen benötigt, wodurch stets mindestens ein Truppmitglied ein Funkgerät mit sich führen

sollte. Beim Einsatz unter CSA haben sich Sprechgarnituren als effektiver dargestellt.

- Bei Unklarheit ist vor dem Eintritt in den Gefahrenbereich die Beständigkeit des CSA gegen den Gefahrstoff zu überprüfen
- Beim Arbeiten im Gefahrenbereich ist der Kontakt zum Medium zu vermeiden. Hierbei ist auf unnötiges truppinternes berühren und hinknien zu verzichten.
- Arbeiten bei hoher Wärme und tiefer Kälte sind zu vermeiden, da der Schutzanzug unter diesen Voraussetzungen porös wird.
- Die Einsatzdauer eines CSA-Trupps ist auf maximal 30 Minuten begrenzt. In diesen 30 Minuten müssen circa 10 Minuten für die Dekontamination eingeplant werden.

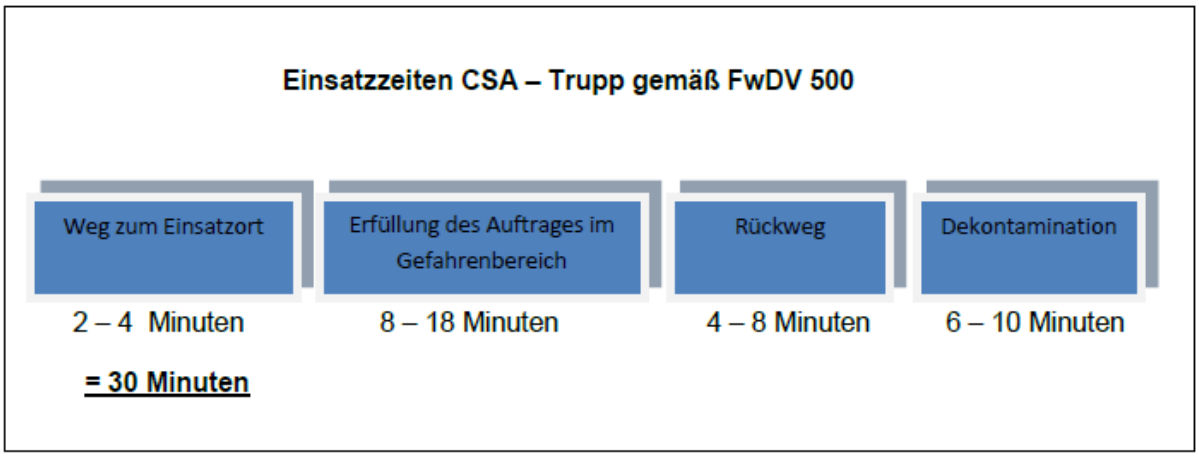


Bild 6: Einsatzzeit CSA - Träger gemäß FwDV 500

- Die Einsatzzeit kann sich auf Grund von Witterungsbedingungen, wie z.B. hohen Temperaturen verkürzen.

2.2.2 Anforderungen an den CSA – Träger

Feuerwehrangehörige die unter einem CSA in Übungen und Einsätzen agieren, müssen persönliche Voraussetzungen erfüllen.

CSA - Träger müssen gemäß der FwDV 7 das 18. Lebensjahr erreicht, den AGT – Lehrgang und anschließend den „ABC – Einsatz“ Lehrgang absolviert haben.

Nach GUV – VA 4 muss jeder Atemschutzgeräteträger zwischen dem 18. und 50. Lebensjahr im Normalfall alle drei Jahre zur arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchung gemäß G 26, über dem 50. Lebensjahr jährlich. Um umluftunabhängige Atemschutzgeräte verwenden zu können, muss

arbeitsmedizinische Untersuchung in Form der G 26 / 3 durch den untersuchenden Arzt bestätigt werden.
Die ärztliche Vorsorgeuntersuchung verfügt temporär über folgende Bestandteile gemäß der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV):

(a) Belastungs – EKG
(b) Sehtest
(c) Hörtest
(d) Lungenfunktionskontrolle
(e) Blutuntersuchung
(f) Körperliche Untersuchung
(g) Erhebung der Krankengeschichte

Sollte im Laufe der drei Jahre eine schwere Erkrankung auftreten, so muss nach Genesung eine erneute Untersuchung durchgeführt werden.

Neben dem Erhalten der G 26/3 und dem absolvieren der notwendigen Lehrgänge sind weiterführend jährlich ein einmaliger Gewöhnungsgang unter Pressluftatmer in einer Übungsstrecke, sowie ein weiterer unter CSA notwendig.
Sollte eine Einsatzkraft diese Vorgaben nicht erfüllen, wird diese bis zur Nachholung für den Einsatz unter Atemschutz und CSA gesperrt.
Die fortlaufende Ausbildung in den Standorten ist hinsichtlich der Weiterbildung und Sensibilisierung der Einsatzkräfte ein nicht zu vernachlässigender, wichtiger Faktor.

2.3. Die Notfallsituation

2.3.1 Ursachen für Notfallsituationen

Notfallsituationen können wie im normalen Alltag jederzeit auftreten und den Menschen physischen und / oder psychischen Schaden beifügen. Die allgemeinen Unfallzahlen aus den Jahren 2006 bis 2008 zeigen einen ansteigenden Trend. So stieg die Zahl von 2.353 auf 2.760 gemeldeten Unfällen (Jahresbericht Unfallkasse Feuerwehr Niedersachsen, 2008) an. Die Ursachen für Notfälle unter den eigenen Einsatzkräften können verschiedenen Ursprungs sein. Hierbei sind der menschliche sowie jedoch auch der technische Aspekt zu betrachten.

Jeder Feuerwehrangehörige besitzt eine individuelle Leistungsfähigkeit beruhend auf seinen Fitness- und situativen Gesundheitszustand. Die Höhe der erträglichen Körperbeanspruchung hängt somit stets von den individuellen physischen

Voraussetzungen der Einsatzkraft ab. Liegt im Einsatzfall eine physische Überforderung der Einsatzkraft vor, so wirkt sich dieses negativ auf die physiologischen Werte der Person aus. Die hohe physische Belastung lässt sich bereits anhand der zu tragenden PSA mit einem Eigengewicht von circa 32,0 kg darlegen, woraus zzgl. des Körpergewichts (70 kg angenommen) eine Gesamtmasse von 102,0 kg (siehe Bild 7) messbar wird.

Bild 7: Beispiel Gewicht CSA Träger

Durch Louhevaare et al. (1995) wurde beobachtet, dass bereits alleinig durch das Tragen eines Pressluftatmers die Leistung der Einsatzkraft um 25 % reduziert wird. Bei der Untersuchung durch Kirsch et al. (1985) ergab sich ein zusätzliches Gewicht von 28 – 37 % des eigenen Körpergewichtes bei Einsatzkräften unter Atemschutz und Chemikalienschutzanzug. Bei diesen Untersuchungen stellte sich ebenfalls eine Reduzierung der Leistungsfähigkeit in Abhängigkeit mit dem zusätzlichen Gewicht dar. Selbe Erkenntnisse beschrieben Gihl (1973) und Pasternack (1982).

Je nach Arbeit steigen auch der Energieaufwand und der Sauerstoffverbrauch (siehe Bild 8) des Schutzanzugträgers. Unter einem CSA kann im Regelfall von schwerer (50 – 80 L/min Atemluftverbauch) bis Schwerstarbeit (>80 L/min Atemluftverbrauch) ausgegangen werden.

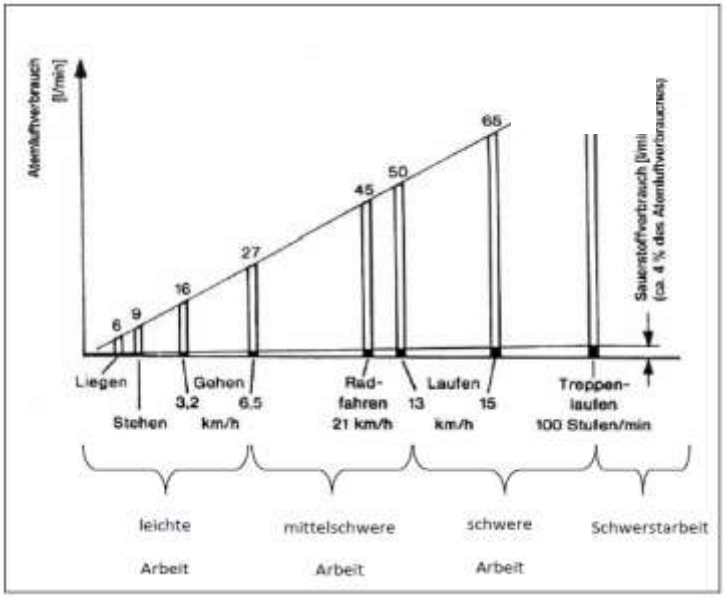


Bild 8: Atemluftverbrauch-Arbeitsschwere

In Verbindung mit der ansteigenden Arbeitsleistung erhöhen sich Atemluftverbrauch und Körpertemperatur je nach Fitnesszustand der Einsatzkraft. Als Folge dessen wird der Wärme – Körperhaushalt durch den Wärmestau im Schutzanzug deutlich beeinträchtigt. Hierbei ist ein Anstieg der Rektal – Körpertemperatur auf 39 °C möglich. Mit einer ansteigenden Körpertemperatur über die individuelle Normalkörpertemperatur steigt die Fehlerquote im Handeln eines Menschen. Belegt wird diese Erkenntnis durch das Untersuchungsergebnis des Unternehmens DuPont. Daraus geht eine Fehlerwahrscheinlichkeit von bis zu 45 % bei einer Körpertemperatur von 39 °C hervor (siehe Bild 9)

Bild 9: Auswirkungen Heat-Stress auf Fehlerwahrscheinlichkeit, Quelle: DuPont

Die WHO schätzt eine Rektaltemperatur von 39°C ebenfalls als kritisch ein und empfiehlt weiterführend nicht einmal eine kurzzeitige Überschreitung des Temperaturwertes (Bernard et al. 1994). Die American Conference of Govermental Industrial Hygienists (ACGIH, 1998) spricht von einer Maximalkörpertemperatur von 38°C an Arbeitsplätzen mit hohen Temperaturen. Dieser Wert ist als Toleranzgrenzwert anzusehen (Ulmar et al, 2000). Griffhahn et al. (1996,1998) ermittelten, dass bei einer körperlichen Arbeit innerhalb eines Zeitraums von 30 min unter umluftunabhängigen Atemschutz in Einsatzkleidung (Bekleidung für die Brandbekämpfung) kritische hohe Körpertemperaturen entstehen können.

Der Flüssigkeitsverlust eines Menschen steigt ebenfalls bei erhöhter Arbeitsschwere und hat zur Folge, dass diese die Wärmetoleranz vermindert und dadurch die Arbeitsleistung gesenkt wird (Suni et al. ,1998)

Eine weitere Erkenntnis der starken, auf den Schutzanzugträger einwirkenden Belastungen ist das Ansteigen des Pulses. Der Anstieg des Pulses der Einsatzkraft steht in Abhängigkeit von Alter, körperlicher Betätigung, Ernährung, Konstitution und psychischer Verfassung. Die normalen Pulswerte befinden sich bei Frauen und Männern zwischen 60 und 80 Pulsschlägen pro Minute.

Neben der Leistungsfähigkeit kann der CSA - Träger jedoch auch durch extern einwirkende Faktoren Schaden nehmen. Hier sei beispielsweise ein Absturz oder eine Körperfraktur nach Zusammenstoß mit einem Gegenstand zu nennen. Statistisch betrachtet wurden im Bereich der Technischen Hilfeleistung (TH) in den Jahren 2004 bis 2007 durchschnittlich 3825 Arbeitsunfälle in Nordrhein-Westfalen gemeldet (Unfallkasse Feuerwehr NRW, 2009). Eine detaillierte Statistik zum Bereich ABC - Einsatz wird zurzeit nicht aufgeführt.

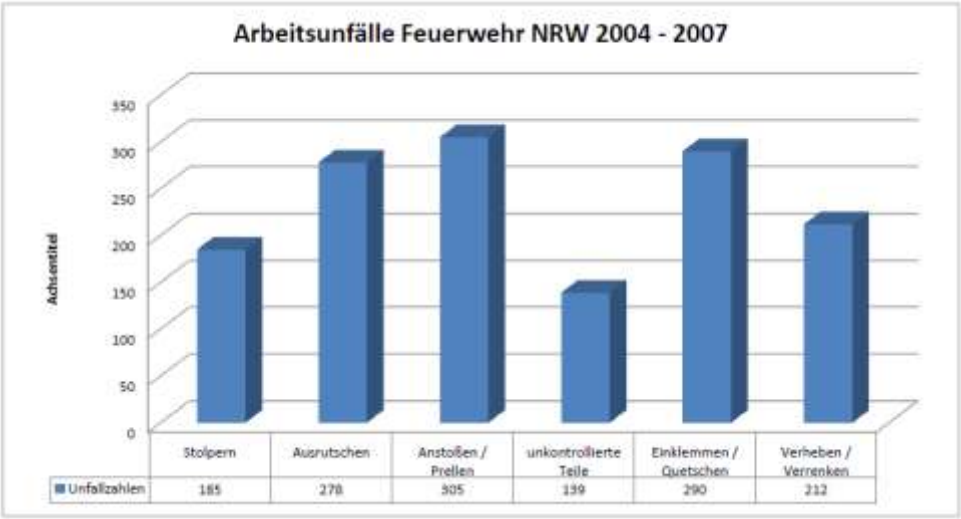


Bild 10: Unfallzahlen Feuerwehr 2004-2007 NRW

In Bild 10 wurden nur die Unfallzahlen betrachtet, die vom THL - Einsatz auf den Einsatz unter CSA übertragbar sind. Die größten Unfallpotenziale befinden sich im Bereich der Prellungen und des Anstoßens sowie auch beim Einklemmen und Quetschen. Auf Grund der eingeschränkten Sichtverhältnisse und den Einheitsgrößen der Schutzanzüge ist dieses Potenzial auch im CSA vorhanden. Beim Arbeiten unter Schutzbekleidung, wie es z.B. bei auslaufenden Stoffen aus Behältern der Fall sein kann, ergibt sich die Möglichkeit des Verhebens oder Verrenkens, welche sich aus der oben aufgeführten Statistik für die THL bei durchschnittlich 212 Unfällen befindet. Verletzungen durch unkontrollierte, bewegte Teile können sowohl im Freien als auch im Gebäude auftreten.

Neben Unfällen in Zusammenhang mit äußeren Einflüssen sind die inneren Organe des Trägers eine genauso wichtige Komponente. Im Jahr 1988 starben in den USA 129 Feuerwehrangehörige an Herzversagen (Washburn et al., 1989). Hierbei wird angenommen, dass 40 % der erwähnten Todesfälle durch Stress verursacht wurden. Ausgelöst wird Stress durch einen oder mehrere Stressoren, die physischer, psychischer und sozialer Herkunft sein können (Zimbardo, n. b.). Der Stress innerhalb eines Einsatzes wird als kurzzeitiger Alltagstress bezeichnet. Die Ursachenfelder lassen sich mit Zeitdruck, Eile, Hetze und dem Empfinden ein Ziel nicht zu erreichen benennen (Tausch, n. b.). Fördernde Faktoren sind Informationsübermaß, Informationsentzug und Informationsbewertung. Eine weitere Ursache für erhöhten körperlichen Stress ist körperliche Arbeit bei hohen Umgebungstemperaturen (White et al. ,1991; Smith et al. , 1997).

Der Körper reagiert auf Stress mit physischen und psychischen biologischen Reaktionen, Beeinflussung von Nerven- und Immunsystem sowie über längerfristig anhaltende Belastung mit chronischer Krankheit (Hoffeld – Ernst, 2008). Inwieweit die Leistung der Einsatzkraft beeinflusst wird steht in Abhängigkeit zum Stress- oder Aktivierungsniveau (Thompson, n. b.). Das Verhalten zu einander lässt sich grafisch wie eine U-Funktion darstellen.

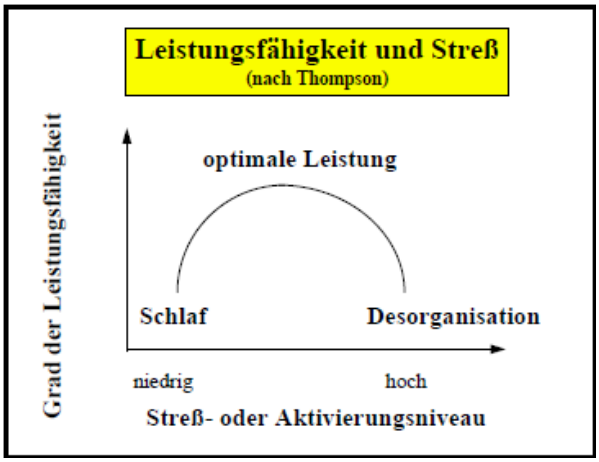


Bild 11:Zusammenhang Leistungsfähigkeit – Stressniveau Quelle: Hoffeld – (Ernst 2008)

Aus dem Bild 11 geht hervor, dass die Leistungsfähigkeit potenziell mit dem Fallen und Ansteigen des Streß- und Aktivierungsniveaus reduziert wird. Während des Einsatzes kann sich Eustress lagebedingt in Distress[3] umwandeln, wodurch die menschliche Fehlerquote im gesamten Einsatzablauf steigt (Ungerer, 1999).

Neben den menschlichen Ursachen ist weiterführend die verwendende Technik zu erwähnen. Obwohl jede PSA regelmäßig durch Sachkundige geprüft wird, können während des Arbeitsvorganges Defekte am Material auftreten. Beispielsweise kann beim Agieren die Atemschutzmaske verrutschen, wodurch gerade beim Überdrucksystem ein enormer Luftverlust eintreten kann. Wird diese Situation zu spät durch den Träger bemerkt, kann der Fall eintreten, dass der Rückweg durch den eigenen Luftvorrat nicht mehr realisiert werden kann (siehe Eingangsbeispiel der Feuerwehr XY). Ein weiteres Beispiel ist ein durch mechanische oder chemische Beeinträchtigungen entstehender Defekt am CSA.

[3] Distress und Eustress unter Glossar definiert

2.3.2 Aktuelle Vorschriften zum Vorgehen bei der Rettung

Bei der Ermittlung des aktuellen Standards zur Rettung von verunfallten Einsatzkräften unter CSA wurde keine schriftlichen Festhaltung durch den Autor in der FwDV 500 - Stand Oktober 2003 gefunden. In dieser wird ausschließlich im Kapitel 3.3.2.5 besondere Einsatzlagen auf das Thema „Menschenleben in Gefahr“ bei Zivilpersonen eingegangen.

Durch die FwDV 7 - Stand August 2004 wird für die Ausbildung von AGT eine Ausbildungseinheit „Notfalltraining“ vorgeschrieben. Die Themen lauten „Suchen, Befreien und in Sicherheit bringen von in Not geratenen AGT“, sowie „Abgeben von Notfallmeldungen“. Es werden durch die FwDV jedoch keine detaillierten Angaben zur Durchführung gegeben.

Beim Betrachten der Rahmenausbildung der Freiwilligen Feuerwehren innerhalb der FwDV 2 wird deutlich, dass keine Ausbildung hinsichtlich einer CSA oder AGT Notfallsituation festgeschrieben wird.

Es kann zusammengefasst festgehalten werden, dass abgesehen von möglichen Notfallausbildungen an einigen Feuerwehrstandorten von den Landesebenen momentan keine Vorschriften zur Durchführung von theoretischer und praktischer Schulung eines CSA - Notfalls vorliegen.

2.3.3 Dekontamination

In allen Feuerwehreinsätzen besteht eine Gefährdung durch Kontamination und Inkorporation von und durch Einsatzkräfte an der Einsatzstelle.
Am sogenannten Dekontaminationsplatz erfolgt eine Grobdekontamination. Eine Feindekontamination ist aus Zeit- und Technikaspekten direkt am Einsatzort nicht realisierbar. Die Dekontamination von Einsatzkräften am Dekontaminationsplatz erfolgt ebenfalls unter Schutzkleidung, wobei hier die Körperschutzform 2 als ausreichend erachtet wird.
Der Dekonplatz wird nach FwDV 500 in drei Größen unterschieden. Die geringste Stufe wird als Notdekonplatz bezeichnet. Der Notdekonplatz muss bereits beim Betreten des Gefahrenbereiches durch den ersten Trupp unter CSA funktionsbereit sein (FwDV 500, 2003). Innerhalb der ersten 15 Minuten nach Antritt des ersten CSA - Trupps muss der Dekontaminationsplatz II an der Einsatzstelle errichtet

worden sein (FwDV 500, 2003). Hierbei erfolgt die Aufteilung in einen schwarzen[4] und weißen Bereich (siehe Bild 12).

Bild 12: Dekonplatz (links schwarzer Bereich, rechts weißer Bereich)

Bei einer hohen Anzahl an kontaminierten Personen und / oder einer starken oder schwerlöslichen Verschmutzung ist ein Dekonplatz der Stufe III aufzubauen (FwDV 500 NRW, 2003). Dieser kann jedoch hinsichtlich der feuerwehrtechnischen Mittel im Regelfall nur durch einen LKW-Dekon P oder DMF errichtet werden. Bei dieser Stufe wird ebenfalls in einen schwarzen und weißen Bereich differenziert.
Der Autor verzichtet an dieser Stelle auf weiterführende Informationen zum Thema Dekontamination, da hierzu in einer externen Untersuchung wissenschaftliche Erkenntnisse bezüglich einer zeitnahen und patientenschonenden Rettung ermittelt werden sollten.

[4] Der schwarze Bereich befindet sich vor dem weißen Bereich. Hier wird der CSA Träger grob dekontaminiert und anschließend entkleidet.

3 Die Transportmittel

Zum Zeitpunkt der Erarbeitung waren dem Autor keine Transportmittel bekannt, die ausschließlich für den CSA - Notfall im Gefahrguteinsatz produziert werden. Aus diesem Grund wurden in dieser Arbeit verschiedene Transportmittel aus den Rettungsbereichen „Innenangriff“ und „technische Hilfeleistung“ untersucht. Generell können Transportmittel in stabile und instabile Gruppen gegliedert werden.
In diesem Kapitel wird eine neutrale Produktbeschreibung durchgeführt. Für die Versuchsreihe wurden die instabilen Transportmittel in Form von Bandschlingen und Rettungstuch und die Stabilen in Form von Rettungsmulde Typ Dortmund, Spineboard, Faltschleiftrage, DIN-Krankentrage, DIN - Steckleiterteil, Schaufeltrage und die Rettungswanne untersucht.

3.1 Bandschlingen

Die Bandschlinge stammt aus dem Bergsportbereich und fand zunächst über die Höhenrettung ihr Tätigkeitsfeld im Feuerwehrwesen. Mittlerweile ist die Bandschlinge in vielen Feuerwehren ein fester Bestandteil der Schutzausrüstung und wird zumindest durch den Angriffstrupp mitgetragen.
Die Länge der getesteten Bandschlinge betrug 180 cm und besaß eine Breite von 2,5 cm. Bei einem Gewicht von 0,24 kg bei den erwähnten geometrischen Maßen muss die Reißkraft mindestens 20 kN betragen.
Der Beschaffungspreis einer Bandschlinge beginnt ab einer Summe unterhalb von 10 € pro Stück und kann somit als kostengünstiges Transportmittel bezeichnet werden.

Bild 13: Bandschlinge

Bandschlingen werden aus dem als brennbar eingestuften Polyester hergestellt. Nach einem Kontakt mit höheren Temperaturen, Laugen oder Säuren sowie ähnlichen Beanspruchungen sind Bandschlingen grundsätzlich auszutauschen. Selbst wenn keine äußeren Beschädigungen sichtbar wahrgenommen werden können, gilt der Grundsatz der Aussortierung. Durch die jeweiligen Hersteller wird dem Anwender empfohlen, die Bandschlinge nach jedem Einsatz und mindestens einmal jährlich durch einen Sachkundigen prüfen zu lassen. Die Bandschlinge kann im Rettungsfall einzeln sowie in Verbindung mit anderen Transportmitteln verwendet werden. Die Bekanntesten dürften innerhalb der Feuerwehr das Rettungstuch und die Schleifkorbtrage sein. Das Verwenden als Einzelmittel lässt nur ein Schleifen des Verunfallten zu.

Es bestehen verschiedene Möglichkeiten einer Person Bandschlingen anzulegen. Es werden in dieser Betrachtung jedoch nur die Varianten vorgestellt, mit derer CSA – Träger im Typ 1a – ET gerettet werden könnten.

Somit ergeben sich zwei dem Autor bekannte Anwendungsmöglichkeiten. In der ersten Variante wird die Bandschlinge unterhalb des Brustkorbs gelegt und anschließend unter der Achselhöhe entlang gezogen (siehe Bild 14). Die beiden Enden der Bandschlinge können durch eine oder zwei Einsatzkräften gezogen werden.

Bild 14: Bandschlingen - Anwendungsmöglichkeiten

Bei der zweiten Variante wird die Bandschlinge vom Rücken kommend unterhalb der Achseln und anschließend in Richtung Kopf geführt. Hinter diesem wird die Bandschlinge noch einmal gekreuzt und kann an zwei Seiten festgehalten werden.

3.2 Rettungstuch

Das Rettungstuch verfügt im Feuerwehrwesen über mehrere Bezeichnungen. Diese lassen sich mit Berge- und Tragetuch benennen. Der Autor wird in dieser Arbeit das Wort „Rettungstuch“ verwenden.

Das Rettungstuch der Fa. Isotemp besteht zu 100% aus dem nicht brennbaren Aramid und besitzt ein Eigengewicht von 2,40 kg.

In ausgepackter Form weist es eine Länge von 200 cm und einer Breite von 100 cm auf. Zusammengefaltet gemäß Anleitung ergibt sich eine Länge von 30 cm, eine Breite von 27 cm und eine Höhe von 10 cm. An den Seiten befinden sich Griffe an denen das Tuch getragen werden kann. Am Kopfende befinden sich Schultertragegurte. Zum Sichern des Verunfallten befinden sich am verwendeten Rettungstuch zwei Sicherungsgurte in Taillen- und Unterarmhöhe sowie eine Fußtasche am Fußende.

Bild 15:Rettungstuch Fa. Isotemp

Zum Umlagern eines Verunfallten auf dieses Transportmittel stehen zwei Varianten zur Verfügung. Bei der ersten Variante wird das Rettungstuch parallel und so dicht wie möglich am Verunfallten abgelegt. Beim Auspacken des Tuches wird darauf geachtet, dass dieses in Längsrichtung bis zur Mitte gefaltet bleibt. Grob können hier drei Falten von je 10 cm gelegt werden. Durch den Sicherungstrupp wird der Verunfallte in die Seitenlage gedreht, worauf das Tuch gleichmäßig an den Körper gezogen wird. Anschließend wird der Verunfallte vorsichtig in die Rückenlage zurückgebracht, worauf schließlich das Rettungstuch mit einem Ruck unter dem Körper hervorgezogen wird. Bei der zweiten Variante wird das Rettungstuch in Querrichtung zur Mitte gefaltet hinter den Verunfallten abgelegt. Grob wird hier eine Faltenbreite von 15 cm angenommen. Der Oberkörper des Verunfallten wird

aufgerichtet und das Tuch so weit wie realisierbar an das Becken heran geschoben. Anschließend wird der Körper wieder gesenkt und das gefaltete Tuch mit einem Ruck in Richtung Fußende gezogen. Hierbei können die Tragegriffe zur Hilfe genommen werden. Aus dem Aspekt heraus, dass bei dieser Variante der Rücken stark bewegt werden muss, kann dieses Verfahren nur bei einem bekannten Verletzungsmuster angewandt werden.

Hinsichtlich des Transportes werden durch das Rettungstuch verschiedene Varianten ermöglicht. Die erste Variante bedeutet, dass der Verunfallte aus dem Gefahrenbereich getragen wird. Es ist hierbei definitiv notwendig, dass alle vier Trageschlaufen gehalten werden. Bei der zweiten Variante würde der SiTr das Tuch über den Boden schleifen lassen.

3.3 Rettungsmulde Typ Dortmund

Die Rettungsmulde Typ Dortmund wurde von der Berufsfeuerwehr Dortmund konzipiert. Bei diesem Rettungsmittel handelt es prinzipiell um eine Schubkarre ohne Radaufbau. An allen vier Seiten befinden sich Öffnungen die als Tragegriff verwendet werden können. An Kopf- und Fußende befinden sich Zuggurte mit denen die Mulde über den Boden geschliffen werden kann. Neben den Zuggurten befinden sich an der linken und rechten Seite Patienten- bzw. Fixierungsgurte. Beide Gurtarten lassen sich mit einem Steckverschlusses verschließen.

Bild 16:Rettungsmulde Typ Dortmund

Geometrisch betrachtet verfügt die Rettungsmulde über eine Länge von 88 cm, einer Breite von 56 cm und einer Höhe von 30 cm. Das Eigengewicht beträgt 5,00 kg, bei einer max. Gewichtsbelastung von 200,00 kg.

Um eine verunfallte Einsatzkraft in der Dortmunder Mulde zu positionieren, stehen zwei Varianten zur Auswahl. Zum einen kann der verunfallte CSA - Träger direkt in

die Mulde gehoben oder zum anderen hinein gerollt werden. Während des Transports ist auf die waagerechte Lagerung des Verunfallten zu achten. Bei korrekter Anwendung ist ein Herausrutschen auf Grund der hohen Seitenwände unter Normalbedingungen nicht möglich. Die Patientengurte müssen trotzdem stets geschlossen werden. Durch die Formstabilität der Mulde wird das Atemschutzgerät des CSA Trägers geschützt. Sollten lange Hinwege zum Notfallort vorliegen, bietet sich die Mulde ebenfalls als Transportmittel für Gerätschaften an. In Bereichen, in denen explosive Atmosphären vorliegen ist die Rettungsmulde nicht zu verwenden. Weiterführend ist eine direkte Flammenbeaufschlagung zu vermeiden.
Nach jedem Einsatz ist die Rettungsmulde auf Schäden zu untersuchen. Die Patienten- und Zuggurte sind sorgfältig zu prüfen. Sollten diese im Einsatz mit hohen Temperaturen in Kontakt geraten oder Risse vorhanden sein, sind diese sofort auszutauschen.

3.4 Schaufeltrage

Die Schaufeltrage wird im Normalfall zum Umlagern von verletzten Personen auf Tragen oder Vakuummatratzen verwendet. Sie besitzt eine gute Eignung um Patienten mit Wirbelsäulenverletzungen zu transportierten.
Hinsichtlich der geometrischen Maße ist die Schaufeltrage in der Größe veränderbar. Diese Größenänderung lässt sich in vier Stufen von 165 cm, auf 178 cm, über 190 cm bis hin zu 202 cm ausziehen. Zusammengepackt ergibt sich eine Beförderungslänge von 120 cm. Die Breite der Trage umfasst zusammengelegt sowie auch einsatzbereit 43 cm. Die Höhe lässt sich auf 7 cm einsatzbereit und auf 9 cm zusammengelegt beziffern. Das Eigengewicht beträgt 9,50 kg bei einer Höchstgewichtsbelastung von 150,00 kg.

Bild 17:Schaufeltrage

Für den Rettungsvorgang wird die Trage am Kopf- und Fußende durch Lösen der jeweiligen Verschlüsse senkrecht halbiert. Die beiden Hälften werden unter den Verunfallten geschoben und anschließend durch Schließen der Verschlüsse wieder miteinander verbunden. Hierfür wird die Trage auf Kopfhöhe des Verunfallten positioniert. In Anbetracht der Körpergröße wird die Trage zwischen der ersten und vierten Stufe ausgezogen.

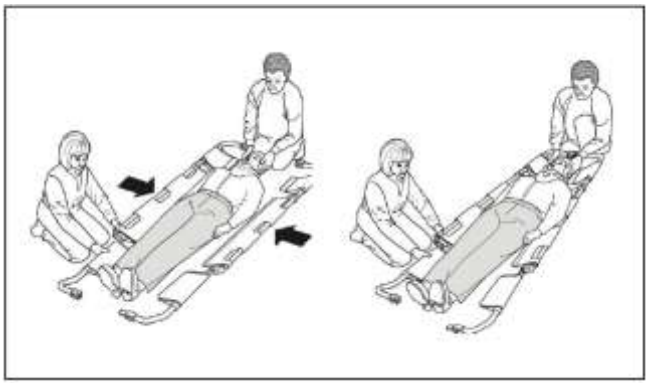


Bild 18: Verpacken Schaufeltrage, Quelle: KatSDV 260

Eine Alternative zum Öffnen von Kopf- und Fußverschlüsse ist das Unterlegen des Verunfallten mit der V - Form - Methode. Hierbei wird nur das Fußende geöffnet und unter den Körper geschoben.
Die Schaufeltrage muss von mindestens zwei Einsatzkräften hochgehoben und getragen werden. Vom Hersteller wird weiterführend darauf hingewiesen, dass bei körperlich schwereren Verunfallten mehr als zwei Einsatzkräfte eingesetzt werden sollten. Bei einem Chemikalienschutzanzugträger kann stets von diesem Szenario ausgegangen werden.

3.5 Faltschleiftrage

Die Faltschleiftrage (FST) wurde durch die Pro FF GmbH konstruiert und hergestellt.
Der Aufbau besteht aus einem aus Aluminium hergestellten Ober- und Unterteil das durch zwei Edelstahlscharniere verbunden wird. Das Oberteil ist wannenförmig aufgebaut. Durch diese Wannenform kann eine verunfallte Einsatzkraft mit angelegtem Atemschutzgerät transportiert werden.

Bild 19: Aufbau Faltschleiftrage Quelle: Pro FF GmbH

Zum Fixieren des Verunfallten befinden sich am Oberteil zwei und am Unterteil ein Sicherungsgurt. Die Sicherungsgurte am Oberteil werden überkreuz gesichert. Weiterführend befindet sich am Oberteil ein sogenannter Zug- und Kontaktgurt. An den Seiten befinden sich Eingriffsöffnungen, mit denen das Transportmittel auch getragen werden kann. Die Edelstahlscharniere ermöglichen ein Zusammenklappen von Ober- und Unterteil.

Am Unfallort wird die FST hochkant hinter dem Verunfallten gelegt, wobei darauf geachtet werden muss, dass sich das Transportmittel mit der Wanneneinbuchtung hinter der Atemluftflasche befindet. Der Verunfallte wird herangezogen und in die Faltschleiftrage geschoben und diese gedreht. Zum Transport bieten sich je nach Lagesituation verschiedene Möglichkeiten an. Zur Rettung in ebenen Flächen kann am Unterteil gezogen werden. Im Bereich der unebenen Flächen muss hinsichtlich der Transportart in „Treppe abwärts“ und „Treppe aufwärts“ unterschieden werden. Beim Ersteren stehen zwei Varianten zur Auswahl. So kann die FST in einer Gleitbewegung oder durch den SiTr mit stufenweisem anheben und absetzen herunter gebracht werden. Letztere Taktik wird zur Rettung „Treppe aufwärts“ ebenfalls verwendet. Um die Bewegung abzubremsen kann entweder das Ober- oder Unterteil angehoben werden. Alternativ besteht die Möglichkeit die FST auf einer beliebigen Stufe einrasten zu lassen.

3.6 Spineboard

Das Spineboard wird im Feuerwehr- und Rettungswesen auch als Backboard bezeichnet. Ursprünglich wurde dieses Transportmittel in der Wasserrettung angewandt und mittlerweile auch bei einem Wirbelsäulenfraktur – Risiko in der technischen Hilfeleistung einsatztaktisch eingeplant. Das Spineboard besitzt eine

Breite von 41 cm, eine Länge von 183 cm sowie eine Höhe von 5 cm. Das Transportmittel besitzt ein Eigengewicht von 6 kg und kann ein maximal zulässiges Belastungsgewicht von 159 kg aufnehmen. Der verunfallte CSA - Träger kann zum einen mit einer Fastrap – Begurtung oder mit Auto - Sicherheitsgurten fixiert werden. Beide Varianten werden am stabilen Plastik des Spineboards befestigt. Auf der gesamten Fläche des Transportmittels befinden sich Griffaussparungen sowie fünf Befestigungsstifte für das Kopfteil und acht Befestigungsstifte pro Seite für die Bebänderungen. Bei der Verwendung des Boards sollte immer der Hals – Wirbelsäule - Stützkragen am Kopfende angebracht werden.

Bild 20: Spineboard (links: Gesamtansicht, rechts: Autogurt – Verschluss)

Der Verunfallte wird unter achsengerechtem Drehen vorsichtig auf das Spineboard gebracht. Durch eine Einsatzkraft sollte der Kopf gehalten werden. Nach dem Positionieren des Verunfallten, ist der Kopfschutz anzubringen. Die Fixierungsbebänderung besteht entweder wie in Bild 20 aus drei Autogurten oder wie in Bild 21 aus mehreren Gurtteilen.

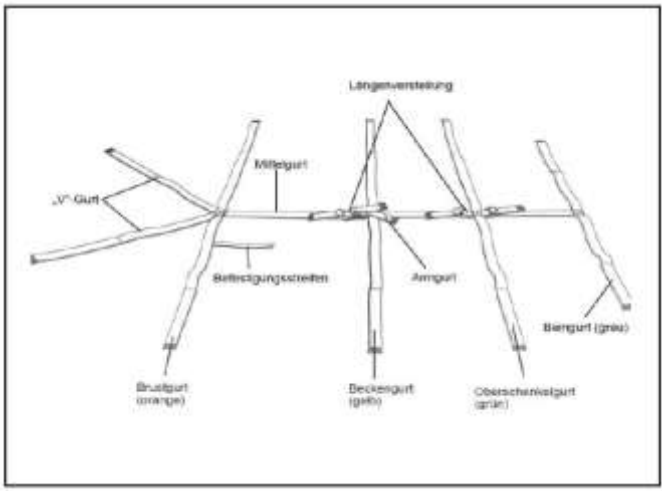


Bild 21:Fast-Rep Begurtung, Quelle: Ferno

Die Bebänderung wird in sechs Gurtteile differenziert. Hierzu zählen:

- V-Gurt	84 cm
- Brustgurt	173 cm
- Beckengurt	173 cm
- Armgurt	53 cm
- Oberschenkelgurt	173 cm
- Beingurt	117 cm.

Die Bebänderung wird zunächst in der richtigen Anordnung neben die Trage gelegt. Es ist darauf zu achten, dass der V - Gurt über die Schultern gehört. Die Fixierungsgurte können bis zu einer begrenzten Länge vergrößert werden. Nachdem diese parallel auf dem Patienten abgelegt wurden, werden diese durch die Aussparungen des Spineboards geführt und anschließend festgezogen. Durch einen vorhandenen Klettstreifen werden die Fixierungsgurte an den Gurtriemen befestigt. Die Arme des Verunfallten werden unter die Beckenbegurtung geschoben, so dass diese nicht vom Transportmittel herunterfallen können.

Für den Transport werden mindesten zwei Einsatzkräfte benötigt. Bei Patienten mit höherem Gewicht werden mehr Einsatzkräfte notwendig. Bei einem Chemikalienschutzanzugträger kann stets von diesem Szenario ausgegangen werden

3.7 DIN - Krankentrage

Die DIN-Trage gehört aktuell zu den am häufigsten mitgeführten Transportmitteln in den Feuerwehrfahrzeugen. Die Krankentrage besitzt eine Breite von 550 cm und eine Höhe von 2305 cm im ausgeklappten Zustand. Im zusammen geklappten Zustand betragen die Maße 150 cm und 1920 cm. Das Eigengewicht der Trage liegt bei 9 kg. Der Bezug besteht aus Chemiefasergewebe. Zum Fixeren stehen bei der DIN Krankentrage zwei Sicherungsgurte auf Unterarm- und Taillenhöhe zur Verfügung.

Bild 22: DIN - Krankentrage (links: Gesamtansicht, rechts: Ösen - Aufnahme)

3.8 Schleifkorbtrage

Die Schleifkorbtrage fand ihren Einsatz zunächst in der Bergrettung. Die geometrischen Maße lassen sich mit einer Länge von 218 cm und einer Breite von 61 cm beschreiben. Das Eigengewicht beträgt 11 kg. Das max. zulässige Belastungsgewicht beträgt 273 kg.

An den Seiten befinden sich 19 cm hohe Wände mit Griffeinsparungen, die den Verunfallten vor Druck und Stoß schützen sollen. Am Fußende des Transportmittels befindet sich eine Fußstütze. Um die Innenschale der Schleifkorbtrage verläuft ein Nylonseil, an dem zwei bis vier Haltgurte angebracht werden können.

Bild 23: Schleifkorbtrage (links: Gesamtansicht, rechts: Steckverschluss)

Die Schleifkorbtrage wird seitlich quer neben dem Verunfallten positioniert. Im Anschluss wird der Verunfallte leicht angehoben und die Trage so weit wie möglich unter ihn geschoben. Durch Hebelwirkung wird die Person dann komplett auf das Transportmittel gebracht. Durch den Sicherungstrupp werden die Befestigungsbänder den Körpermaßen des Verunfallten angepasst und festgezogen.

Für den Transport werden mindesten zwei Einsatzkräfte benötigt. Bei schweren Personen werden entsprechend mehr Kräfte benötigt. Somit kann man einen Transport eines verunfallten CSA - Träger mit zwei Einsatzkräften von vornherein ausschließen. Die Schleifkorbtrage kann in Verbindung mit Bandschlingen über den Boden gezogen werden.

3.9 CSA - Wanne

Die CSA - Wanne befindet sich standardmäßig auf dem Abrollbehälter – Gefahrgut und wird ursprünglich als Transportwanne für Chemikalienschutzanzüge verwendet. Die geometrischen Maße beziffern sich auf 190 cm Länge und 60 cm Breite. Umgeben wird das Transportmittel durch Wände mit Griffeinsparungen. Sicherungs- bzw. Fixierungsgurte sind nicht vorhanden.

Bild 24: CSA - Wanne

3.10. DIN - Steckleiterteil

Die 4 – teilige Steckleiter gehört bei der Mehrheit der Feuerwehreinsatzfahrzeuge zur Standardbeladung. Die eigentliche Verwendung der tragbaren Leiter dient dem Anleitern an Gebäuden bei max. Rettungshöhen von 8,40 m. Der Einsatz als Transportmittel für verunfallte Einsatzkräfte ist eher selten festzustellen, jedoch findet diese Verwendung vereinzelt statt. Diese Art von tragbarer Leiter ist zurzeit in den Materialien Holz und Aluminium verfügbar. Bei beiden Leitertypen wird in A - und B - Teil unterschieden. Für die Rettungsmaßnahmen wurde bei den Recherchen nur der Einsatz des A – Teils gefunden. Der Grund liegt darin, dass dieses Teil im Gegensatz zum B – Teil auch am Fußende Sprossen besitzt. In Abhängigkeit vom Material lassen sich die Eigengewichte bei Aluminium auf 8,00 kg und bei Holz auf 13,00 kg messen. Die Länge eines Steckleiterteils beträgt 270,00 cm und besitzt

9 Sprossen die von 2 Holmen umschlossen werden. Es befinden sich keine Möglichkeiten der Fixierung am Rettungsmittel.

Bild 25: DIN Steckleiterteil A

4 Versuchsbeschreibung

In diesem Kapitel wird auf die organisatorischen Maßnahmen vor der Durchführung der Praxisversuche sowie auf das Versuchskonzept eingegangen.

4.1 Planung und Durchführung

Während der Planungszeit wurde dem Autor deutlich, dass ohne praktische Untersuchungen keine Möglichkeit bestehen würde, wissenschaftlich fundierte Aussagen zu Transportmitteln und Belastungen des SiTr bzw. des Verunfallten zu erhalten. Der materielle, personelle und finanzielle Aspekt konnte durch die Universität Wuppertal nicht gestellt werden, so dass Feuerwehren und Unternehmen um Mithilfe bei diesem Projekt gebeten wurden.

Die Berufsfeuerwehr (BF) Wuppertal stellte hinsichtlich der Planung und Durchführung neben dem Umweltschutzzug – ABC – Dienst Wuppertal den größten Partner dar. Durch die BF wurden der Großteil der Transportmittel sowie das Personal für die logistischen Aufgaben (z.B. Atemschutzwerkstatt) bereitgestellt. Die Rettungsmulde Typ Dortmund wurde von der BF Dortmund und die Faltschleiftrage von der ProFF GmbH auf Leihbasis ausgehändigt. Weiterführend wurde das Projekt an den ersten drei Versuchstagen durch CSA von den Werkfeuerwehren (WF) Currenta Leverkusen, Chempark Marl, Henkel Düsseldorf sowie durch die Grubenrettungsschule Herne unterstützt. Als finanzieller Sponsor konnte LION Apparel gewonnen werden.

Um ausreichend Personal für die Versuchsreihen sicherstellen zu können, wurde Werbung an vielen Stellen durchgeführt. So wurde der Deutsche Feuerwehrverband, die 16 Landesverbände und Feuerwehrschulen sowie die Berufsfeuerwehr- und Werkfeuerwehrverbände angeschrieben. Der Umweltschutzzug / ABC – Dienst der Stadt Wuppertal stellte hierbei im Bereich der Probanden, sowie im Logistikteam mit rund 20 Personen die größte Personalkapazität. Weitere personelle Unterstützung wurde von Lösch- und ABC – Zügen aus Baden-Württemberg, Niedersachsen, Hessen, Rheinland – Pfalz und Nordrhein – Westfalen gestellt. Innerhalb der vier Versuchstage konnte somit eine Anzahl von über 100 Probanden in 60 Durchgängen registriert werden.

Für die Ereignisanalyse während den jeweiligen Durchgängen wurde ein Analyseteam mit Fachkenntnissen im Bereich ABC und Medizin gebildet. Hierbei

wirkten die BF Frankfurt / Main, die BF Herne, die FF Köln, die FF Illingen, die FF Wuppertal, der Webmaster von abc-gefahren.de und ein Assistenzarzt der Anästhesie vom Robert – Bosch – Krankenhaus Stuttgart unterstützend.

Um Probanden, Teammitglieder und finanzielle Sponsoren zu werben wurde ein Verfahrenskonzept entwickelt und den jeweiligen Interessenten zugesandt. In diesem befand sich neben logistischen Eckpunkten das Konzept zu den Praxisversuchen. Auf Grund der Vorgehensweise wurde dieses als „4 – Stufen – Konzept“ bezeichnet.

4.2 Das 4 – Stufen - Konzept

Das „4 - Stufen - Konzept“ wurde zur logistischen Vereinfachung der Praxisversuche auf ebenen und unebenen Flächen entwickelt. Bereits in der Vorbetrachtung wurde dem Autor deutlich, dass nicht alle betrachteten Transportmittel für die Rettung eines verunfallten CSA - Trägers geeignet sind. Aus diesem Grunde wäre der hohe Personal- und Materialbedarf für die Durchführung der Versuchsreihe nicht verhältnismäßig. Somit wurde das „4 - Stufen - Konzept“ nach einem Siebprinzip konzipiert.

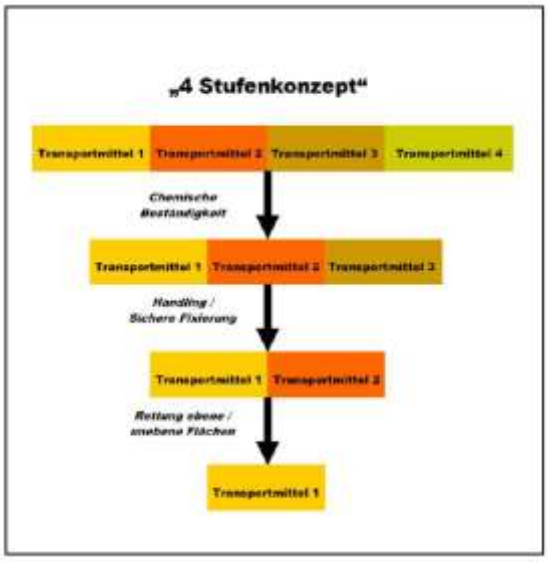


Bild 26: Das "4 - Stufen- Konzept"

Im Bereich der ersten Teststufe wurde in Absprache mit den Herstellern durch Telefonat oder Bedienungsanleitung die chemische Beständigkeit des Transportmittels ermittelt. Hierbei wurde als Standardannahme ein Rettungsvorgang des verunfallter CSA – Trägers abseits einer chemischen Lache angenommen. Die zweite Stufe umfasste das Handling mit den Bebänderungen und die sicheren Fixierungsmöglichkeiten. Beim Handling wurde die Rahmenbedingung gesetzt, dass

alle Probanden neben ihren Chemikalienschutzhandschuhen so genannte Schnittschutzhandschuhe tragen. Ursprung dieser Annahme ist die zusätzliche Einschränkung der Griffigkeit eines CSA – Trägers durch Schnittschutzhandschuhe. Im Bereich der sicheren Fixierung wurde jedes Transportmittel unter der Betrachtung der geometrischen Maße, der Positionierungsmöglichkeiten und des Risikos des Heraus- bzw. Herunterfallens des Verunfallten während des Transportes untersucht. Letzteres wurde durch einen 90 ° Drehtest simuliert. Der Autor geht davon aus, dass wenn der Verunfallte bei 90° Drehung sicher auf dem Transportmittel verbleibt, dieses sich bei > 90 ° ähnlich verhält. Als Kriterium zum Erreichen der Teststufen III (ebene Fläche) und Teststufen IV (unebene Flächen) ist das erfolgreiche Bestehen der vorherigen Teststufen von Nöten.

Beim Rettungsvorgang über Ebene Flächen bzw. im Szenario „CSA Notfall auf einer Straße“ startete der jeweilige SiTr in einer Distanz von 60 m zum verunfallten Probanden. Der Weg zu diesem führte über einen direkten, abgegrenzten Weg. Beim Verunfallten angekommen musste dieser auf ein Transportmittel verladen und verpackt werden. Der Rückweg musste über selbigen Weg durchgeführt werden.

Die Rettung „Treppe aufwärts“ bzw. das Szenario „CSA Notfall im Kellerbereich eines chemischen Industriegebäudes“ wurde in einem im Betrieb befindenden Heizungskeller durchgeführt. Start- und Ziellinie befand sich außerhalb des Kellers, 2 m vor der geöffneten Zugangstür. Bis zur Treppe galt es eine ebene Strecke von 40 m zu überwinden. Danach musste eine Treppe (Breite = 1,00 m) abwärts begangen werden und der Verunfallte (Kopf in Richtung Treppe liegend) durch den SiTr in einer Engstelle (Breite: 1,25 m) gerettet werden. Nach dem Verpacken musste die Rettung auf dem gleichen Wege erfolgen. Der Wendebereich Treppe – Wand betrug 1,10 m.

Die Rettung „Treppe abwärts“ bzw. das Szenario „CSA Notfall im 1.OG einer chemischen Industrieanlage“ wurde in einem Schlauchturm durchgeführt. Die Start- und Ziellinie befand sich 5 m vor der anfänglich geschlossenen Zugangstür (Breite = 0,75 m), die durch den SiTr eigenständig geöffnet werden musste. Der Weg ins 1.OG führte über das 0,83 m Breite und aus 16 Stufen bestehende Treppenhaus. Die Engstelle besaß eine Breite von 0,88 m. Nach dem Verpacken und Verladen musste der Verunfallte (Kopf in Richtung Treppe liegend) über den gleichen Hinweg

abtransportiert werden. Eine Rettung über Drehleiter wurde bereits bei der Versuchsplanung ausgeschlossen.

Ablauf Teststufe III und IV

- Der Sicherheitstrupp startet mit seinem Transportmittel an der Startlinie und bewegt sich mit dem Starten der Stoppuhr in Richtung des verunfallten CSA-Träger.

  Dort angekommen bereitet er das Transportmittel vor und positioniert den Verunfallten darauf. Im Anschluss erfolgen die sichere Fixierung und der direkte Abtransport zum „Dekontaminationsplatz“. Beim Erreichen wird die Zeit gestoppt.

  Die Verwendung von 2 m Band Funkgeräten ist nicht gestattet.[5]

  Es erfolgen folgende Kontrollen bei den jeweiligen Durchgängen:
- Belastungen des Sicherheitstrupps
  - Sauerstoffverbrauch für den gesamten Einsatzvorgang
  - Blutdruck (vorher / nachher)[6]
  - Puls (vorher / nachher)
  - Körpergewicht (vorher / nachher)[7]
  - Körpergewicht des Probanden in Unterwäsche (vorher / nachher)
  - Körpertemperatur des Probanden (vorher / nachher)[8]
  - Schmerzen / Schwierigkeiten beim Transport des Verunfallten
- Belastungen des Verunfallten
  - Schmerzen / Schwierigkeiten beim Transport

---

[5] In einer weiteren Versuchsreihe müsste untersucht werden, in wie weit das Benutzen von 2 m Funksprechgeräten die Rettungszeit erhöht und welchen Stellenwert eine Absprache des SiTr vor dem Einsatz besitzt.

[6] Die dokumentierten Blutdruckwerte wurden nachträglich nicht in die Auswertung aufgenommen. Grund hierfür ist der exponentielle Blutdruckabfall zwischen Durchgangsende und Messzeitpunkt. Bei anderen Versuchsreihen, wie z.B. bei denen von Kiparski und Marschall (1983) bei der Untersuchung von Feuerwehrleuten, wurde ebenfalls auf die Einbeziehung der Werte verzichtet. Eine kontinuierliche Messung während des Durchganges mittels Langzeitblutdruckmessgerät wurde auf Grund der zusätzlichen Einschränkung der Probanden nicht eingesetzt.

[7] Der Verlust des Körpergewichtes wird dem Flüssigkeitsverlust durch Schwitzen gleichgesetzt. Selbiges Vorgehen wurde auch in der STATT-Studie (Finteis et. al. 2002) durchgeführt.

[8] Abschätzung der Körpertemperatur durch Messung im Ohr ist laut Greenleaf und Castle (1972) geeignet, insofern keine andere Messtechniken zur Verfügung stehen

Es wird die Zeit vom Start bis zum Zieleinlauf gemessen. Hierbei erfolgt folgende Einteilung:

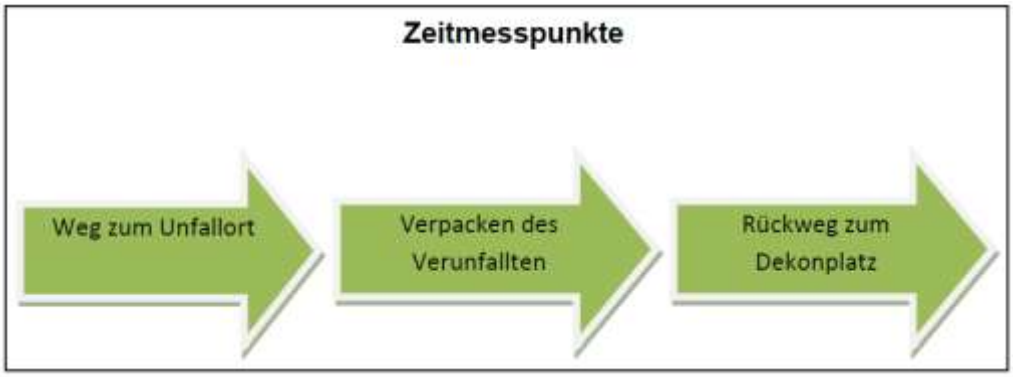


Bild 27: Zeitmesspunkte

Insgesamt wurden zu jedem Transportmittel in der Stufe III und IV I-II vier Durchgänge durchgeführt, wobei ein Durchgang im 3er und drei Durchgänge im 4er Trupp absolviert werden mussten.

Als Verunfallter wurde in den Durchgängen eins bis drei lebendige Probanden[9] eingesetzt, um die physischen und psychischen Empfindungen des Patienten zu erfahren. Zum lebendigen Verunfallten wurde zu jeder Zeit akustischer und optischer Kontakt gehalten, so dass ein Abbruch durch den Probanden sowie durch das Analyseteam in jedem Abschnitt des Rettungsvorganges möglich gewesen wäre. Um weiterführend die Rettung mit einem „leblosen“ Körper simulieren zu können wurde im vierten Durchgang eine 70 kg Puppe eingesetzt.

Der verunfallte Proband wurde nach jedem Durchgang zu den physiologischen, psychologischen und zeitlichen Empfindungen der Rettung befragt. Die Probanden des SiTr wurden zusätzlich zu den motorischen Aspekten im Umgang mit dem Transportmittel befragt. Hierbei ist jedoch bezüglich der eigenen Leistungseinschätzung die Erkenntnis nach Smith et al. (1995) zu beachten, nach der Feuerwehrleute ihre wahre Belastung oft falsch einschätzen. Aus diesem Grund sind Video- und Fotodokumentation, das Analyseteam sowie die Dokumentation der oben erwähnten physiologischen Werte ein wichtiger Faktor für die Versuchsreihe.

[9] Der Proband wurde mit einem leeren Atemluftgerät ausgestattet und das Sichtfenster aus dem CSA entfernt. Zum Schutz seines Gesichtes wurde das Visier des Schutzhelmes geschlossen.

5 Versuchsdurchführung

Innerhalb der Versuchsdurchführung wird wie im Kapitel 4 beschrieben das „4 Stufen Konzept“ angewandt, wodurch eine chronologische Reihenfolge der Teststufen eingehalten wurde.

5.1 Teststufe I

Gemäß Herstellerangaben in Rücksprache oder durch Bedienungsanleitung kann die chemische Beständigkeit im Sinne des im 4 - Stufen - Konzepts erwähnten Szenarios für alle Transportmittel bestätigt werden.

5.2 Teststufe II

In dieser Teststufe erfolgten die Untersuchungen hinsichtlich des Handlings der Fixierungs- bzw. Sicherungsgurte unter Chemikalien- und Schnittschutzhandschuhen, der geometrischen Bemaßungen und der sicheren Fixierungsmöglichkeit des verunfallten CSA – Trägers auf dem Transportmittel.

5.2.1 Bandschlingen

Durch die Probanden wurde die Bandschlinge unterhalb der Arme geführt, so dass ein Schleifen des Verunfallten über den Boden realisiert werden konnte. Die Griffigkeit der Schlingen unter Chemikalien- und Schnittschutzhandschuhen ist als gut einzustufen. Bei dieser und anderen Fixierungsalternativen besteht kein Schutz vor Sekundärschäden des Verunfallten. Weiterführend ist von einer hohen mechanischen Belastung des Schutzanzuges durch Schleifen über den Boden auszugehen.

Bild 28: Bandschlinge Teststufe II (links: Fixierung, rechts: Schleifvorgang

5.2.2 Rettungstuch

Beim Fixieren des Verunfallten auf dem Rettungstuch zeigte sich eine ausreichende Länge der Fixierungsgurte, die unter den besagten Schutzhandschuhen befriedigend greifbar und fest zu ziehen waren. Grund für diese Erschwernis sind die zu starren Ösen an den Gurten. Im 90° Test bewies sich die Fußtasche in Kombination mit den beiden Fixierungsgurten als gut geeigneten Schutz gegen Herausfallen (siehe Bild 29 rechts). Es wurde ersichtlich, dass eine potenzielle Strangulierungsgefährdung besteht, wenn der Sicherungsgurt von dem SiTr zu hoch angesetzt wird.

Bild 29: Rettungstuch Teststufe II (links: Fixierung, rechts: 90° Test)

5.2.3 Rettungsmulde Typ Dortmund

Die Fixierungsgurte der Rettungsmulde sind als ausreichend lang einzustufen und konnten durch die Probanden leicht mit Schnittschutzhandschuhen bedient werden. Der Körper des Verunfallten befindet sich samt Atemluftflasche innerhalb der Mulde. Durch die Fixierungsgurte kann der Verunfallte sicher im Transportmittel fixiert werden. Inwieweit die Kopfstabilisation als ausreichend einzustufen ist muss in den weiteren Teststufen untersucht werden. Im 90° Test wurde deutlich, dass der Verunfallte während eines Kippens nicht aus dem Transportmittel fallen kann. Jedoch kann sich der Kopf frei bewegen.

Bild 30: Fixierung Teststufe II Rettungsmulde

5.2.4 Schaufeltrage

Die Breite der Schaufeltrage ist hinsichtlich der Rettung eines verunfallten CSA - Trägers als unzureichend zu bezeichnen. Anhand dieser Maße kann der Verunfallte nur eine Position auf dem Bauch oder Rücken einnehmen, welche aus medizinischen Aspekten als ungeeignet eingestuft werden muss. Das vorliegende Transportmittel verfügte über keine Fixierungsgurte, weshalb der Verunfallte im 90° Test von diesem herunter fiel (siehe Bild 31 rechts).

Bild 31: Schaufeltrage Teststufe II (links: Lagerung, rechts: 90 ° Test)

5.2.5 Faltschleiftrage

Durch die Form der Faltschleiftrage liegt der Verunfallte mit seinem ganzen Körper auf dem Transportmittel. Die Fixierungsgurte verfügten über eine ausreichende Länge und konnten unter Schnittschutzhandschuhen gut gegriffen werden. Beim Festziehen traten vereinzelnd Probleme mit den Ösen auf. Innerhalb des 90 ° Tests stellte sich heraus, dass der Verunfallte ausreichend gesichert ist und unter Normalbedingungen nicht aus dem Transportmittel herausfallen kann.

Bild 32: Fixierung Teststufe II Faltschleiftrage

5.2.6 Spineboard

Durch die geringe Breite des Spineboards lässt sich der Verunfallte nur auf dem Rücken oder Bauch positionieren. Diese Positionierung kann aus medizinischer Sicht als ungeeignet eingestuft werden. Aus Vorversuchen wurde auf eine Fast-Rap Fixierung verzichtet und eine Auto-Gurt-Variante verwendet. Die Länge der Fixierungsgurte kann als ausreichend bezeichnet werden. Das Handling unter Chemikalien- und Schnittschutzhandschuhen lässt sich als befriedigend einstufen. Der 90° Test zeigte eine sichere Fixierung des Verunfallten gegen Herunterfallen, jedoch konnte der Kopf auf Grund von nicht einsetzbaren Kopfstützen nicht ausreichend fixiert werden (siehe Bild 33).

Bild 33: Spineboard Teststufe II (links: Verpacken, rechts: 90° Test)

5.2.7 DIN - Krankentrage

Die geometrischen Maße der DIN - Krankentrage sind ausreichend zur Rettung eines verunfallten CSA - Trägers und die beiden Fixierungsgurte besitzen ebenfalls eine ausreichende Länge. Als negativ erweist sich das Arbeiten unter Schutzhandschuhen, da hierbei die Fixierungsgurte nur ausreichend greifbar sind.

Fortführend ist das Festziehen auf Grund der starren Ösen ebenfalls nur schwer umsetzbar. Im 90° Test (Bild 34 rechts) zeigen Beine und Kopf eine starke Bewegungsfreiheit, weshalb die beiden Fixierungsgurte als unzureichend einzustufen sind.

Bild 34: DIN - Krankentrage Teststufe II (links: Verpacken, rechts: 90° Test)

5.2.8 Schleifkorbtrage

Die Schleifkorbtrage besitzt eine ausreichende Breite zum positionieren des Verunfallten in alle Lagerichtungen. Die Fixierungsgurte besitzen eine ausreichende Länge und können unter Schutzhandschuhen leicht fest gezogen werden. Der 90° Test belegt das ein Herausfallen aus dem Transportmittel durch vier Fixierungsgurte als unwahrscheinlich einzuschätzen ist (siehe Bild 35).

Bild 35: Schleifkorbtrage Teststufe II (links: Verpacken, rechts: 90° Test)

5.2.9 CSA - Wanne

Die CSA - Wanne verfügt über keine Fixierungsgurte. Die einzige Sicherung gegen Herausfallen besteht durch die hohen Seitenkanten. Im 90° Test stellt sich eine

begrenzte Sicherheit heraus, da Teile des Körpers aus der Wanne herausfallen (Bild 36 rechts).

Bild 36: CSA - Wanne Teststufe II (links: Lagerung, rechts: 90° Test)

3.2.10 DIN - Steckleiterteil

Das Steckleiterteil A besitzt eine unzureichende Breite und keine Fixierungsgurte zur Sicherung eines verunfallten CSA - Trägers. Die fehlenden Fixierungsmöglichkeiten führen bereits nach einem 45° Drehwinkel zum Absturz des Verunfallten vom Steckleiterteil (siehe Bild 37 rechts).

Bild 37: DIN - Steckleiterteil Teststufe II (links: Lagerung, rechts: 90 ° Test)

3.2.11 Fazit Teststufe II

Aus den Versuchsreihen ist ein deutlicher Unterschied zwischen einigen Transportmitteln zu erkennen. Es galt im Test die Rettungsmöglichkeiten herauszufinden, welche auf unebenen und ebenen Flächen als weitestgehend sicher einzusetzen sind. Diese Auflage bedeutete eine nicht ausreichende Leistungsmöglichkeit der CSA - Wanne, welche auf ebenen Flächen als einsetzbar, jedoch auf unebenen Flächen auf Grund der fehlenden Fixierungsgurte als nicht einsetzbar einzustufen ist. Das Spineboard sowie auch die Schaufeltrage verfügen

über unzureichende geometrische Maße und nicht als sicher zu bezeichnende Fixierungsmöglichkeiten. Die Bandschlingen würden ein Schleifen des CSA - Trägers bedeuten und somit ein erhöhtes Risiko von Sekundärschäden beim Verunfallten sowie einen Schaden am Ventil der Atemluftflasche ermöglichen. Die DIN - Krankentrage benötigt mindestens einen weiteren Fixierungsgurt. Weiterführend sind die Fixierungsgurte unter Chemikalien- und Schnittschutzhandschuhen nur schwer greif- und festziehbar. Die Verwendung eines Steckleiterteils ist auf Grund der fehlenden Fixierungsgurte sowie durch die ungenügenden geometrischen Maße als unzureichend einzustufen. Als geeignete Transportmittel gehen aus diesen Versuchen das Rettungstuch Fa. Isotemp, die Faltschleiftrage, die Rettungsmulde vom Typ Dortmund und die Schleifkorbtrage hervor. Durch diese Transportmittel besteht die Möglichkeit Sekundärschäden vom Verunfallten gering zu halten sowie die Ventile der Atemluftflasche zu schützen. Inwieweit der jeweilige Schutz gegeben ist, muss in den weiteren Versuchsreihen untersucht werden.

5.3 Teststufe III – Rettung von Straßen

In dieser Teststufe erfolgt die Untersuchung der geeigneten Transportmittel hinsichtlich einer Rettung von ebenen Flächen, wie es beispielsweise ein Notfall auf Straßen ist.

5.3.1 Rettungszeiten

Innerhalb der Rettungszeiten wird zwischen den 3er und 4er SiTr unterschieden. Dieser Unterschied soll die Effektivität der Transportmittel und die Belastungen der Probanden im Zusammenhang mit der Truppstärke darlegen. Hierbei handelt es sich im 4er SiTr um die errechneten Mittelwerte.

Rettungstuch Fa. Isotemp

Die Gesamtrettungszeit des 3er SiTr mittels Rettungstuch bezifferte sich auf 344,0 Sekunden. Auf dem Hinweg (33 Sekunden) wurde das Rettungstuch ausgebreitet durch drei Probanden getragen und bewirkte eine leichte Beeinträchtigung beim Gehen. Das Tuch wurde gefaltet und hinter dem Verunfallten abgelegt (Bild 38 links). Anschließend zogen es die Probanden unter diesem hindurch. Beim Festziehen der Sicherungsgurte traten auf Grund der starren Ösen Erschwernisse auf, die eine erhöhte Zeit in Anspruch nahmen. Der Rückweg wurde tragend durchgeführt und

musste durch die Probanden drei Male unterbrochen werden. Ein Proband stolperte. Im Zeitenvergleich zwischen Hin- und Rückweg wurde eine Differenz von 80 Sekunden zu Gunsten des Hinweges gemessen.

Bild 38: Rettungstuch Teststufe III (links: Verladen, rechts: Überforderung SiTr)

Rettungsmulde Typ Dortmund

Für die gesamte Rettung benötigte der 3er SiTr mit der Rettungsmulde 132 Sekunden. Die Rettungsmulde wurde durch drei Probanden zum Unfallort getragen, wobei sich zwei am Kopf und einer am Fußende befanden. Für den Hinweg wurden durch die Probanden bei leichter Beeinflussung 38 Sekunden benötigt. Vor Ort wurde die Rettungsmulde quer hinter dem Verunfallten gelegt und dieser hineingehebelt. Hierbei wurden leichte Schwerigkeiten auf Grund von mangelnder Absprache erkennbar. Der Fixierungsvorgang zeigte keine Erschwernisse. Auf dem Rückweg wurde das Transportmittel durch drei Probanden gezogen. Wie in Bild 39 (rechts) zu sehen ist, hob sich der vordere Teil der Mulde bei diesem Ziehen leicht nach oben, wodurch eine deutlich höhere Reibung auf dem hinteren Eckteil auftrat. Diese bewirkte eine erhöhte thermische Erwärmung am Eckbereich. Der Zeitenvergleich zwischen Hin- und Rückweg ergab eine Differenz von einer Sekunde zu Gunsten des Rückwegs.

Bild 39: Rettungsmulde Teststufe III (links: Verpacken, rechts: Rückweg)

Faltschleiftrage

Die Faltschleiftrage führte unter Einsatz eines 3er SiTr zu einer Rettungszeit von 180 Sekunden. Auf dem Hinweg (45 Sekunden) wurde das Transportmittel durch drei Probanden getragen, wobei zwei vorne und einer hinten trug. Es kam hierbei zu einer leichten Beeinflussung durch das Transportmittel. Am Notfallort wurde die FST quer hinter den Verunfallten positioniert und dieser hineingehebelt. Die Schwierigkeit des SiTr bestand anschließend beim Wenden in die Ausgangslage (siehe Bild 40 links). Beim Fixieren traten geringe Schwierigkeiten beim Festziehen auf. Durch den SiTr wurde die FST auf dem Rückweg entgegen der Bedienungsanleitung verwendet (siehe Bild 40 rechts). Auf Grund der fehlerhaften Anwendung wurde eine starke Vibration, sowie „Brandgeruch“ durch die dadurch auftrendende Reibung wahrnehmbar. Im Vergleich zwischen Hin- und Rückweg wird ein Zeitverlust von 22 Sekunden auf dem Rückweg erkennbar.

Bild 40: FST Teststufe III (links: Verladen, rechts: fehlerhafter Rückweg)

Schleifkorbtrage

Innerhalb von 120,0 Sekunden erfolgte die Rettung mittels der Schleifkorbtrage. Das Transportmittel wurde auf dem Hinweg (30 Sekunden) durch drei Probanden getragen, wobei zwei Probanden am Kopf- und ein Proband am Fußende trugen. Durch die Probanden wurde eine leichte Beeinflussung durch das Transportmittel beschrieben. Der Verunfallte wurde vor Ort auf die Schleifkorbtrage gehoben und anschließend mit den vier Sicherungsgurten fixiert. Hierbei konnten keine Erschwernisse wahrgenommen werden (siehe Bild 41 links). Der Rückweg wurde ebenfalls durch zwei Probanden am Kopf- und einem am Fußenende durchgeführt (siehe Bild 41 rechts). Im direkten Vergleich der Hin- und Rückwegzeiten konnte ein Zeitverlust von 17 Sekunden auf dem Rückweg dokumentiert werden.

Bild 41: Schleifkorbtrage Teststufe III (links: Verpacken, rechts: Rückweg getragen)

Zusammengefasst ergibt sich aus Bild 42 folgende Statistik aus den Rettungszeiten.

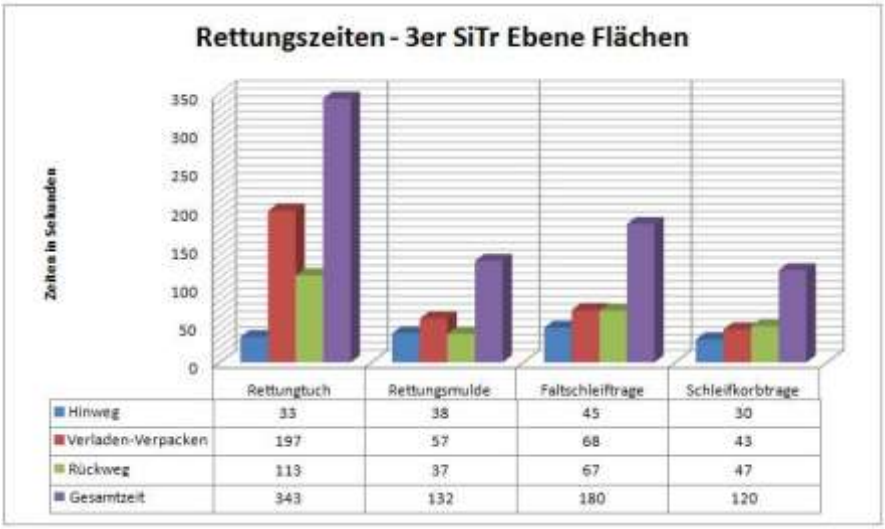


Bild 42: Rettungszeiten - 3er SiTr Ebene Flächen

Rettungstuch Fa. Isotemp

Die Verwendung des Rettungstuchs im 4er SiTr benötigte eine Rettungszeit von 189 Sekunden. Auf dem Hinweg (35 Sekunden) konnten zwei Tragevarianten des Rettungstuches vernommen werden, wobei generell eine leichte Beeinträchtigung beim Gehvorgang vorlag. In zwei Durchgängen wurde das Transportmittel durch mehr als einen Probanden ausgefaltet und in einem Durchgang zusammengefaltet durch einen Probanden getragen. Zeitlich betrachtet ergab sich beim Letzteren eine Zeitersparnis von 10 Sekunden gegenüber den anderen Trupps. Während des Verpackungsvorgangs traten Erschwernisse beim Festziehen der Sicherungsgurte auf. Grund hierfür waren die zu starren Ösen (Bild 43 rechts), wodurch ein erhöhter Zeitverlust auftrat. Durch den zweiten SiTr wurde der Verunfallte nicht korrekt auf dem Transportmittel positioniert, so dass während des Rückweges der Kopf deutlich nach vorn überhing (siehe Bild 43 links). In einem Durchgang wurden die Schultertragegurte fehlerhaft geöffnet und als Sicherungsgurt verwendet. Aus diesem Grund konnte das Rettungstuch nur noch an den Seitenschlaufen getragen werden. Im Vergleich der Hin- und Rückwegzeiten ergibt sich eine Differenz von 39 Sekunden zu Gunsten des Hinwegs.

Bild 43: Rettungstuch Teststufe III 4er (links: Rücktransport, rechts: Fixierung)

Rettungsmulde Typ Dortmund

Die Gesamtrettungszeit in Verbindung mit der Rettungsmulde und eines 4er SiTr lag bei 124 Sekunden. Durch alle SiTr wurde die Rettungsmulde von der Ziellinie bis zum Verunfallten getragen. Hierbei waren die Variationen von zwei und vier Trägern zu erkennen. Dadurch entstanden jedoch keine nennenswerten zeitlichen Unterschiede. Der Hinweg dauerte im Durchschnitt 35 Sekunden. Durch die

Probanden wurden leichte Beeinträchtigungen während des Gehvorganges beschrieben. Zwei von drei SiTr positionierten die Rettungsmulde quer hinter dem Verunfallten und hebelten diesen hinein (Bild 44 links). Der 4er SiTr mit Puppe hob diese hinein. Der Fixierungsvorgang stellte in keinem der Durchgänge eine Problemstellung dar. Auf Grund des Aufbaus schliffen die Beine über den Asphaltboden. Um diesem Entgegenzuwirken wurden bei den beiden 4er SiTr mit lebendigen Verunfallten die Beine durch zwei Truppmitglieder hochgehoben und bis in Ziel getragen (siehe Bild 44 rechts). Im Vergleich der Hin- und Rückwegzeiten ergibt sich ein durchschnittlicher Verlust von 6 Sekunden auf dem Rückweg.

Bild 44: Rettungsmulde Teststufe III 4er (links: Verladen, rechts: Rückweg)

Faltschleiftrage

Für den gesamten Rettungsvorgang wurden durch den 4er SiTr mittels Faltschleiftrage 159 Sekunden benötigt. Die FST wurde durch die Probanden auf dem Hinweg (36 Sekunden) in jedem Durchgang getragen, wobei eine leichte Beeinträchtigung wahrnehmbar wurde. Es konnten jedoch die Tragevariation durch zwei oder durch vier Probanden vernommen werden. Keine der beiden Varianten bedeutete jedoch einen zeitlichen Unterschied. In allen Durchgängen wurde die FST eng hinter den Verunfallten positioniert und dieser hinein gehebelt (siehe Bild 45 links). Der erste SiTr benötigte beim Verladen des Verunfallten deutlich mehr Zeit als die anderen beiden Trupps, da hier der Verunfallte zunächst mit dem Kopf nach unten auf dem Transportmittel lag und dieser somit noch gewendet werden musste. Beim Fixieren traten vereinzelnd Erschwernisse beim Festziehen der Sicherungsgurte auf. Durch den zweiten SiTr wurde der Verunfallte nicht fixiert (Bild 45 rechts), wodurch beim Transport jedoch keine zusätzlichen Gefährdungen

für diesen entstanden. Die zeitliche Differenz zwischen Hin- und Rückweg belegte einen 3 Sekundenvorteil des Hinwegs gegenüber dem Rückweg.

Bild 45: FST Teststufe III 4er (links: Verladen, rechts: Rückweg)

Schleifkorbtrage

Der 4er SiTr benötigte unter Einsatz der Schleifkorbtrage zur Rettung des Verunfallten 123 Sekunden. Die Schleifkorbtrage wurde auf dem Hinweg (34 Sekunden) in allen Durchgängen durch vier Probanden getragen. Es wurde eine leichte Beeinflussung auf dem Hinweg erkennbar. Durch die ersten beiden SiTr wurde die Schleifkorbtrage quer hinter den Verunfallten gelegt und dieser hinein gehebelt. Der SiTr mit Puppe hob den Verunfallten auf die Schleifkorbtrage (siehe Bild 46 rechts). Während des Verpackungs- und Verladungsvorgangs bot sich beim ersten SiTr ein Problem beim Verladen des Verunfallten. Hier ergab sich auf Grund unzureichender interner Absprache ein Fehlverständnis beim Heben. Alle SiTr konnten den Verunfallten leicht fixieren. Der Rückweg wurde durch zwei SiTr in tragender und durch einen SiTr in schleifender Form (Einsatz von zwei zusätzlichen Bandschlingen) durchgeführt. Es wurde hierbei eine geringfügige Zeitersparnis beim Schleifen erkennbar. Im Vergleich der Hin- und Rückwegzeiten konnte ein Verlust von 2 Sekunden vom Rückweg gegenüber dem Hinweg gemessen werden.

Bild 46: Schleifkorbtrage Teststufe III 4er (links: Verpacken, rechts: Hineinheben der Puppe)

Im Mittelwert ergibt sich mit den oben präsentierten Zeitwerten das in Bild 47 aufgeführte Diagramm.

Bild 47: Rettungszeiten - 4er SiTr Ebene Flächen

5.3.2 Atemluftverbrauch

Aus dem Atemluftverbrauch können die Belastungen der Chemikalienschutzanzugträger während der Rettungsmaßnahmen abgeleitet werden. Es ist zu beachten, dass kein direkter Vergleich möglich ist, da verschiedene Individuen hierbei untersucht worden sind. Es kann keine deutliche Aussage zum Fitnessstand der Probanden getätigt werden.

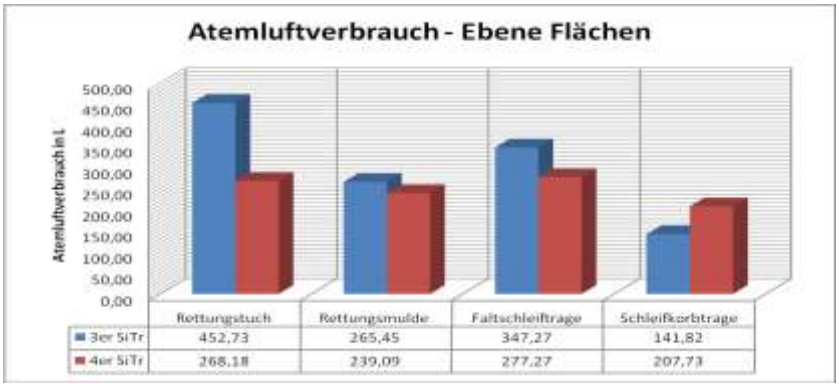


Bild 48: Atemluftverbrauch - SiTr Ebene Flächen

Der SiTr mit dem Rettungstuch benötigten im 3er SiTr 452,73 L[10] und im 4er SiTr 268,18 L. Unter Verwendung der Rettungsmulde wurden durch den 3er SiTr 265,45 L und durch den 4er SiTr 239,09 L Atemluft verbraucht. In Verbindung mit der Faltschleiftrage wurden durch den 3er SiTr 324,27 L und durch den 4er SiTr 277,27 L benötigt. Die Verwendung der Schleifkorbtrage benötigte im 3er SiTr einen Atemluftverbrauch von 141,82 L und im 4er SiTr von 207,73 L.

5.3.3 Körpergewichtsverlust

Aus dem Körpergewichtsverlust können die Belastungen der Chemikalienschutzanzugträger während der Rettungsmaßnahmen abgeleitet werden. Es ist zu beachten, dass kein direkter Vergleich möglich ist, da verschiedene Individuen hierbei untersucht worden sind. Es kann keine deutliche Aussage zum Fitnessstand der Probanden getätigt werden.

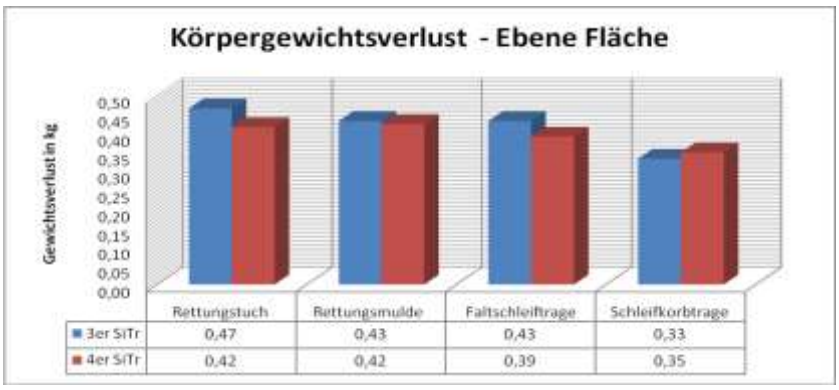


Bild 49: Körpergewichtsverlust - SiTr Ebene Flächen

[10] Bei den aufgeführten Werten handelt es sich um Verbrauchsdaten pro Proband.

Der 3er SiTr mit Rettungstuch verlor während des Rettungsvorganges 0,47 kg[11] und die 4er SiTr 0,42 kg. Durch die Verwendung der Rettungsmulde wurde durch den 3er SiTr 0,43 kg und durch die 4er SiTr 0,42 kg verloren. Innerhalb der SiTr mit Faltschleiftrage wurde in 3er Strärke 0,43 kg und in 4er Stärke 0,39 kg augeschwitzt. Die Verwendung der Schleifkorbtrage führte beim 3er SiTr zu einem Gewichtsverlust von 0,33 kg und innerhalb der 4er SiTr von 0,35 kg.

5.3.4 Körpertemperaturerhöhung

Aus der Körpertemperaturerhöhung können die Belastungen der Chemikalienschutzanzugträger während der Rettungsmaßnahmen abgeleitet werden. Es ist zu beachten, dass kein direkter Vergleich möglich ist, da verschiedene Individuen hierbei untersucht worden sind. Es kann keine deutliche Aussage zum Fitnessstand der Probanden getätigt werden. Die Temperaturen wurden 2-3 Minuten nach Beendigung des Durchganges durch das Logistik-Team Medizin gemessen.

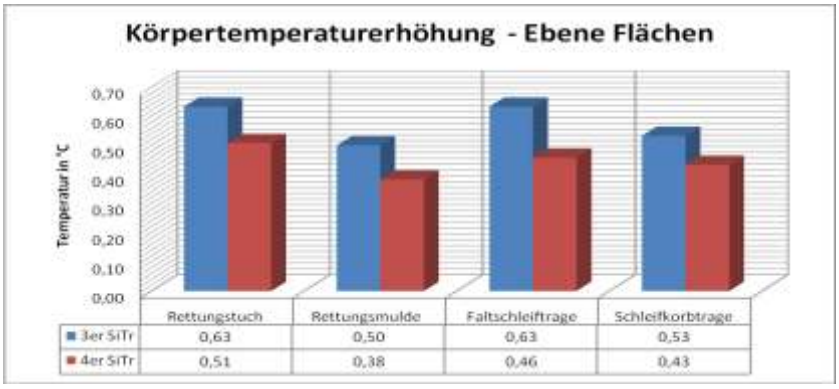


Bild 50: Körpertemperaturanstieg - Ebene Flächen

Der 3er SiTr der mit dem Rettungstuch agierte wies eine Körpertemperaturerhöhung von 0,63 ° C[12] und im 4er SiTr eine Erhöhung von 0,51°C. Die Durchgänge ergaben für die Rettungsmulde in der Verwendung durch einen 3er SiTr einen Körpertemperaturanstieg um 0,50 °C und in den 4er SiTr von 0,38 °C. Durch den 3er SiTr mit Faltschleiftrage wurde eine Erhöhung der Körpertemperatur um 0,63 °C und im 4er SiTr um 0,46 °C erreicht. Im Bereich des 3er SiTr unter Verwendung der Schleifkorbtrage wurde eine Erhöhung der Körpertemperatur um 0,53°C gemessen. Im 4er SiTr wurde ein Anstieg von 0,43 °C registriert.

[11] Bei den aufgeführten Werten handelt es sich um Verbrauchsdaten pro Proband.

[12] Bei den aufgeführten Werten handelt es sich um Verbrauchsdaten pro Proband.

5.3.5 Pulsanstieg

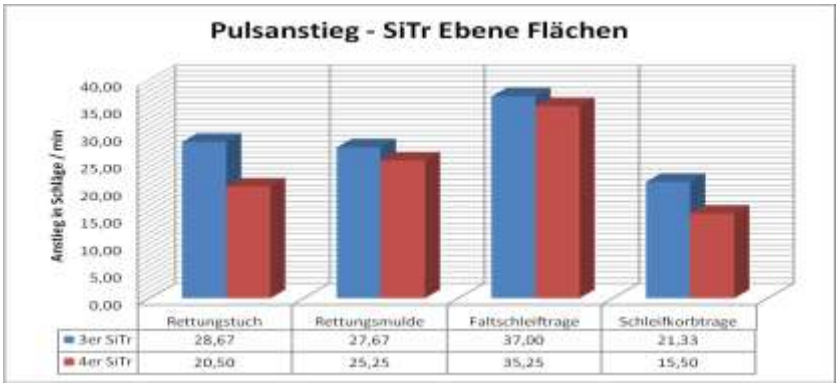


Bild 51: Pulsanstieg - SiTr Ebene Flächen

Aus dem Bild 51 wird erkenntlich, dass der Puls bei den Probanden des SiTr unter Verwendung des Rettungstuches im 3er SiTr um 28,67 Schläge pro Minute[13] und im 4er SiTr um 20,50 Schläge die Minute anstieg. Unter Verwendung der Rettungsmulde steigerte sich der Puls des 3er SiTr um 27,67 und der 4er SiTr um 25,25 Schläge die Minute. Die Probanden des 3er SiTr in Anwendung der Faltschleiftrage erhöhten ihren Puls um 37,00 und die des 4er SiTr um 35,25 Schläge pro Minute. Bei den Rettungsmaßnahmen mittels Schleifkorbtrage maximierte sich der Pulsschlag im 3er SiTr um 21,33 und der 4er SiTr um 15,50 Schläge pro Minute.

5.3.6 Fazit – Teststufe III

In der Betrachtung auf ebenen Flächen haben alle getesteten Transportmittel ihre Eignung bewiesen. Es musste in keinem Durchgang auf Grund der Überschreitung des Grenzrisikos für den lebendigen Verunfallten in den Ablauf eingegriffen werden.

In der detaillierten Analyse der Durchgänge ergaben sich jedoch Unterschiede zwischen den einzelnen Transportmitteln, wodurch auf der ebenen Fläche ein klares Statement zur Effektivität aufgestellt werden kann.

Rettungstuch Fa. Isotemp

Im Vergleich der Rettungszeiten konnte das Rettungstuch nicht überzeugen. Durch den 3er SiTr wurde der verunfallte CSA Träger innerhalb von 343,0 Sekunden aus dem Gefahrenbereich gerettet, woraus sich eine Überlebenswahrscheinlichkeit bei

[13] Bei den aufgeführten Werten handelt es sich um Verbrauchsdaten pro Proband.

einem Kreislaufstillstand gemäß „10 % Regel“[14] von 45,7 % ergibt. Der 4er SiTr samt Verunfallten erreichte das Ziel nach 189 Sekunden (Überlebenswahrscheinlichkeit 69,1%). Hinsichtlich einer zeitnahen Rettung unter Betrachtung der 10% Regel kann unter dem Einsatz eines 3er SiTr von einer durchschnittlichen und beim 4er SiTr von einer guten Eignung[15] gesprochen werden. Im direkten Vergleich zu den anderen Transportmitteln befinden sich die Rettungszeiten des 3er, sowohl auch des 4er SiTr abgeschlagen auf dem vierten Rang. Die grundsätzliche Ursache ist die erschwerte Fixierung durch die Sicherungsgurte, dessen Ursprung in den Ösen zu suchen ist. Die deutlich längere Zeit im 3er SiTr lässt sich auf einer Überforderung der Probanden zurückführen, da hier drei Mal unterbrochen werden musste. Es wurde ersichtlich, dass eine ungleiche Gewichtsverteilung vorliegt.

Im Atemluftverbauch befindet sich der 3er SiTr mit 452,73 L abgeschlagen auf dem letzten Rang. Der 4er SiTr konnte sich mit einem Gesamtverbrauch von 268,18 L auf dem dritten Rang positionieren. Durch beide SiTr – Varianten wurde Schwerstarbeit (3er SiTr 78,2 L/min, 4er SiTr 84,5 L/min) verrichtet. Der Gesamtatemluftverbrauch des 4er SiTr auf dem dritten Rang einordnen.

In der Betrachtung des Gewichtsverlustes befinden sich die beiden Varianten des SiTr mit Rettungstuch ebenfalls auf dem letzten Rang. Der 3er SiTr verlor während der Maßnahmen durchschnittlich 0,47 kg (von 86,7 kg auf 86,23 kg). Innerhalb des 4er SiTr konnte ein leicht geringerer Verlust an Gewicht gemessen werden, so dass hier 0,42 kg (von 85,76 kg auf 85,34 kg) verloren wurden. Diese beiden Gewichtsminimierungen entsprechen im Vergleich zu den Minimalverlustwerten eines AGT nach 20 Minten auf einem Laufband (Schopper-Jochum, 1997) beim 3er SiTr 67,1 % und beim 4er SiTr 62,1 %. Im Gesamtvergleich ordnet sich der 3er SiTr hierbei auf dem vierten und der 4er SiTr auf dem dritten Rang ein.

Bei den Körpertemperaturen konnte im 3er SiTr ein geringerer Anstieg vernommen werden, als es im 4er SiTr der Fall war. So erhöhte sich die Körpertemperatur im 3er Trupp um 0,63 °C (von 36,83 °C auf 37,46 °C) und im 4er SiTr um 0,51 °C (von

---

[14] Aufstellung der anerkannten „10 % Regel“ durch David J. Callans (2004) an Hand von Erfahrungswerten hinsichtlich der Überlebenswahrscheinlichkeit in Minuten bei einem Herz – Kreislauf - Stillstand

[15] Einstufung – Eignung zeitnahe Rettung: Überlebenswahrscheinlichkeit 100 % – 80 % sehr gut, 79 . 50% gut, 49 – 20 % durchschnittlich, 19 – 0% nicht geeignet

36,90 °C auf 37,41 °C). Die Maximalwerte des 3er SiTr lagen hier bei einer Körpertemperatur von 38 °C und einem Anstieg von kritischen 1,0 °C. Innerhalb des 4er SiTr wurde eine Maximalkörpertemperatur von 37,9 °C und ein Anstieg von 0,8 °C erreicht. Durch das Erreichen der 38 °C Körpertemperatur wurde in diesem Durchgang der Toleranzgrenzwert nach ACGIH erreicht. Im Vergleich zu den anderen Transportmitteln befinden sich der 3er SiTr auf dem dritten und der 4er SiTr auf dem vierten Rang.

Der Puls erhöhte sich innerhalb des 3er SiTr um 28,67 (von 87 auf 124) und innerhalb des 4er SiTr um 20,50 Schläge pro Minute (von 76,75 auf 112,00). Mit diesen Werten kann der 3er SiTr auf dem dritten und der 4er SiTr auf dem zweiten Rang einsortiert werden.

Der grundsätzliche Mangel des Rettungstuches lässt sich an den zu starren Ösen ausmachen. Einem CSA-Träger ist es nicht möglich feinmotorisch zu arbeiten, weshalb die Begurtung nur sehr schwer aus den Ösen zu lösen ist. Der Transport mit Haltegurten verursachte auf Grund des unzureichenden verteilten Gewichtes des Verunfallten bei einigen Probanden Schmerzen im Schulter- und Nackenbereich. Die Verwendung im 3er SiTr ist als kritisch zu betrachten und sollte vermieden werden.

Der Verunfallte klagte vereinzelt über mittelmäßige bis starke Schulterschmerzen, sowie Nierenschmerzen bedingt durch die von extern auf den Körper einwirkende Atemluftflasche. Eine Stabilsierung des Körpers war nur bedingt möglich. Teilweise wurden durch den verunfallten Probanden auch leichte bis starke Ängste beschrieben. Aus diesen Aspekten ist das Transportmittel hinsichtlich eines patientenschonenden Transportes im 3er SiTr als nicht und im 4er SiTr als durchschnittlich geeignet zu bezeichnen.

Der Flaschenkopf der Atemluftflasche kann im Rettungstuch nur begrenzt gegen Aufschlagen gesichert werden. In Bereichen mit Explosionsatmosphären kann das Rettungstuch getragen eingesetzt werden.

Rettungsmulde Typ Dortmund

Die Rettungmulde zeigte in Verbindung eines 3er und eines 4er SiTr eine gute Leistungsfähigkeit. Der 3er SiTr konnte den Verunfallten nach 132 Sekunden (Überlebenswahrscheinlichkeit 78,8 %) und der 4er SiTr in 124 Sekunden (Überlebenswahrscheinlichkeit 79,6%) aus dem Gefahrenbereich retten. Mit den gemessenen Rettungszeiten befinden sich 3er und 4er SiTr auf dem zweiten Rang.

Während des gesamten Versuchsablaufes zeigten sich keine Erschwernisse beim Verladungs- und Verpackungsvorgang. Zusammengefasst kann die Rettungsmulde unter dem Aspekt der zeitnahen Rettung als gut geeignet eingestuft werden.

Der Atemluftverbrauch des 3er SiTr lag während der Rettung bei 265,45 L und der 4er SiTr bei 239,09 L. Beide SiTr leisteten deutliche Schwerstarbeit (3er SiTr: 100,7 L/min, 4er SiTr: 105,8 L/min). Mit den beiden Gesamtverbauchswerten können sich 3er und 4er SiTr auf dem zweiten Rang einordnen.

Die Verlustzahlen des Gewichts befanden sich im 3er und 4er SiTr im Mittelfeld der Rangliste. Durch den 3er SiTr wurde das durchschnittliche Körpergewicht um 0,43 kg (von 92,90 kg auf 92,47 kg) reduziert. Der Gewichtsverlust des 4er SiTr zeigte einen ähnlichen Verlust um 0,42 kg (von 78,98 kg auf 78,56 kg). Die Verlustzahlen entsprechen im benannten Vergleich zum Minimalwert nach Schopper-Jochum (1997) eine Prozentzahl von 61,4 % im 3er und 60% im 4er SiTr. Im Vergleich zu den anderen Werten befinden sich der 3er SiTr auf dem zweiten und der 4er SiTr auf dem vierten Rang.

Die Körpertemperaturen der SiTr stiegen in 3er Stärke um 0,50 °C (von 36,77 °C auf 37,27 °C) und im 4er SiTr um 0,38 °C (von 36,81 °C auf 37,19 °C). Die Maximalwerte der Probanden im 3er SiTr befanden sich bei einer Körpertemperatur von 37,5 °C und einem kritischen Temperaturanstieg von 0,9 °C. Im 4er SiTr wurde mit einer Körpertemperatur von 38 °C der Toleranzgrenzwert nach ACGIH erreicht. Der maximale Anstieg befand sich bei kritischen 0,8 °C. Die Körpertemperaturen des 3er SiTr können auf dem dritten und die des 4er SITr auf dem ersten Rang eingestuft werden.

Innerhalb des 3er SiTr steigerte sich der Puls um 27,67 (von 84,33 auf 112) und im 4er SiTr um 25,25 Schläge pro Minute (80,75 auf 106). Im Gesamtvergleich ergeben diese Werte für den 3er SiTr einen zweiten und für den 4er SiTr einen dritten Rang.

Allgemein stellen die herausliegenden Beine beim Transport ein vermeidbares Risiko eines Defektes am Schutzanzug, bedingt durch hohe mechanische Beanspruchung, dar. Durch Tragen der Beine kann dieses additiv verhindert werden.

Ein deutlicher Nachteil ist der außerhalb hängende und nicht stabilisierte Kopf des Verunfallten. Durch den Verunfallten wurden während der Rettungsmaßnahmen leichte bis starke Schmerzen im Rücken- und Nackenbereich sowie an den Beinen empfunden. Ängste entwickelten sich hierbei nur Leichte. Anhand dieser Aspekt e

kann nur eine durchschnittliche Bewertung hinsichtlich der patientenschonenden Rettung erteilt werden.

Der Flaschenkopf der Atemluftflasche ist ausreichend gesichert. In Ex – Bereichen sollte auf die Verwendung des Transportmittels verzichtet werden. Es besteht die Gefährdung von Funkenbildung durch Reibung oder Aufschlagen.

Faltschleiftrage

Die Faltschleiftrage benötigte sowohl im 3er, als auch in 4er SiTr Stärke eine mittelmäßige Rettungszeit. Der 3er SiTr erreichte das Ziel nach 180 Sekunden (Überlebenswahrscheinlichkeit 70 %) und der 4er SiTr nach 159 Sekunden (Überlebenswahrscheinlichkeit 76,1 %). Aus diesen Werten kann eine zeitnahe Rettung als gut geeignet eingestuft werden. Zeitliche Erhöhungen können auf Grund von Fixierungsproblemen und zzgl. im 3er SiTr durch die Anwendung entgegen der Bedienungsanleitung aufgeführt werden.

Der Atemluftverbrauch der SiTr mit Faltschleiftrage ordnen sich im 3er SiTr auf dritter und im 4er SiTr auf dem vierten Rang ein. Durch den 3er SiTr wurden ingesamt 347,27 L und durch den 4er SiTr 277,27 L verbraucht. Beide Arbeitsvorgänge fanden im Schwerstmilieu (3er SiTr: 92,3 L/min, 4er: 107,6 L/min) statt. Es wird erkennbar, dass die Arbeitsleistung der einzelnen Probanden im 3er SiTr geringer zu sein schien, als im 4er SiTr. Die Gesamtverbrauchswerte können im Vergleich zu den anderen Transportmitteln im 3er SiTr auf dem dritten und im 4er SiTr auf dem vierten Rang eingeordnet werden.

Der Gewichtsverlust der Probanden sortiert sich im Vergleich sowohl im 3er, als auch im 4er SiTr auf dem zweiten Rang ein. Durch den 3er SiTr wurde während der Rettungsmaßnahmen im 3er SiTr ein Flüssigkeitsverlust von 0,43 kg (von 79,2 kg auf 78,8 kg) und im 4er SiTr 0,39 kg (von 93 kg auf 92,6 kg) erkennbar. Diese Verluste entsprechen zum Minimalverlust nach Schopper-Jochum (1997) einem Prozentsatz von 61,14 % und 55,71 %. Diese Werte ergeben für den 3er SiTr einen dritten und für den 4er SiTr einen zweiten Rang.

Die Körpertemperaturen erhöhten sich im 3er SiTr um 0,63 °C (von 36,63 °C auf 37,27 °C) und im 4er SiTr um 0,46 °C (von 36,93 °C auf 37,38 °C). Die Maximalwerte des 3er SiTr wurden bei einer Körpertemperatur von 37,4 °C und einem Anstieg von 0,7 °C gemessen. Im 4er SiTr befanden sich diese Werte bei 37,9 °C und einen max. Anstieg von kritischen 0,8 °C. Der Toleranzgrenzwert der Körpertemperatur nach

ACGIH wurde nicht erreicht. In Verbindung mit beiden Truppstärken belegt dieses Transportmittel hierbei den dritten Rang.

Bei den Probanden des 3er SiTr steigerten sich die Pulswerte um 37,00 (von 87 auf 124) und im 4er SiTr um 35,25 Schläge je Minute (von 76,75 auf 112). Hieraus ergibt sich eine Einordung des 3er und 4er SiTr im direkten Vergleich auf den vierten Rang.

Als äußerst positiv ist die Einbuchtung im Oberteil der Faltschleiftrage zu bezeichnen, da somit der Flaschenkopf des Atemluftgerätes ausreichend gesichert ist und keine physischen Beeinträchtigungen durch diese auf den Verunfallten einwirken können. Der Verpackungsvorgang wurde teilweise durch zu starre Ösen zeitlich erhöht. Durch den Verunfallten wurden während der Rettung leichte bis durchschnittliche Schmerzen am Becken und Rücken beim Verladen und Verpacken empfunden. Während des Transportes wurden keine Schmerzen vernommen. Es wurden jedoch leichte Ängste auf Grund der einer starken Vibration und Brandgeruch (3er SiTr – falsche Anwendung) beschrieben. Unter dem Aspekt der patientenschonenden Rettung kann die FST in Verwendung von 3er und 4er SiTr als durchschnittlich geeignet eingestuft werden.

Der Flaschenkopf des Atemschutzgerätes kann durch die Einbuchtung ausreichend gesichert werden. Eine Verwendung in Bereichen mit explosiven Atmosphären ist auf Grund von möglicher Funkenentstehung beim Transport auszuschließen.

Schleifkorbtrage

Die Rettungsmaßnahmen mit der Schleifkorbtrage führten in Verbindung mit einem 3er SiTr zu der schnellsten und mit dem 4er SiTr zur zweitschnellsten Rettung dieser Versuchsreihe. Der 3er SiTr erreichte das Ziel nach 120 Sekunden (Überlebenswahrscheinlichkeit 80%) und der 4er SiTr nach 123 Sekunden (Überlebenswahrscheinlichkeit 79,7 %). Somit können die Rettungsmaßnahmen mittels Schleifkorbtrage im 3er SiTr als sehr gut und im 4er SiTr als gut geeignet eingestuft werden. Es lässt sich hervorheben, dass während des gesamten Rettungsvorganges keine bedeutenden Erschwernisse erkannt werden konnten. Im Vergleich zu den anderen Transportmitteln positioniert sich die Schleifkorbtrage im 3er und 4er SiTr auf dem ersten Rang.

Während der Maßnahmen wurden durch den 3er SiTr 141,82 L und durch den 4er SiTr 207,73 L Atemluft verbraucht. Hinsichtlich der erbrachten Leistung wurde durch den 3er SiTr schwere Arbeit (57 L/min) und durch den 4er SiTr Schwerstarbeit

(91,3 L/min) geleistet. Im direkten Vergleich zu den anderen SiTr befinden sich die Trupps mit Schleifkorbtrage hinsichtlich des Gesamtuftverbrauches auf dem ersten Rang.

Der Flüssigkeitsverlust befindet sich im 3er SiTr Vergleich im Mittelmaß und im 4er SiTr auf dem zweiten Rang. Innerhalb des 3er SiTr verloren die Probanden 0,33 kg (von 87,37 kg auf 87,04 kg) und innerhalb des 4er SiTr 0,38 kg (von 86,55 kg auf 86,17 kg). Diese Werte entsprechen im Vergleich zum Mindestwert nach Schopper-Jochum 47 % und 54,3 % im 4er SiTr.

Die Körpertemperaturen erhöhten sich nach dem Durchgang im 3er SiTr um 0,3 °C (von 36,40 °C auf 37,93 °C). Innerhalb des 4er SiTr stiegen die Körpertemperaturwerte durchschnittlich um 0,43 °C (von 36,48 °C auf 36,91 °C) an. Die Maximalwerte befanden sich im 3er SiTr bei einer Körpertemperatur von 37,3 °C und einen maximalen Anstieg von kritischen 0,8 °C. Der 4er SiTr erreichte eine Maximalkörpertemperatur von 37,8 °C und einen Anstieg von kritischen 1,1 °C. Der Toleranzgrenzwert der Körpertemperatur nach ACGIH wurde nicht erreicht. Im direkten Vergleich zu den anderen Werten kann der 3er SiTr auf den letzten und der 4er SiTr auf dem zweiten Rang einsortiert werden.´

Die Pulswerte innerhalb des 3er SiTr veränderten sich um 21,33 (von 92 auf 113,33) und im 4er SiTr um 15,50 Schläge pro Minute (von 91,50 auf 107,00). Somit ergeben sich für 3er und 4er SiTr im direkten Vergleich zu den anderen ermittelten Werten jeweils der erste Rang.

Äußerst positiv ist zu erwähnen, dass während der gesamten Durchgänge keine Komplikationen mit den Ösen der Fixierungsgurte sowie beim Verladen des Verunfallten auftraten.

Der Verunfallte verspürte während des Rettungsvorganges einmalig einen leichten Schmerz in der Schulter. Es wurden keine Ängste durch ihn beschrieben. Zusammenfassend kann das Transportmittel auch im Bereich der patientenschonenden Rettung in 3er, als auch in 4er Truppstärke als sehr gut geeignet eingestuft werden.

Der Flaschenkopf der Atemluftflasche kann als ausreichend gesichert eingestuft werden. In Bereichen in denen Ex-Atmosphären vorliegen sollte die Schleifkorbtrage nur tragend angwendet werden, da beim Schleifen die Gefährdung von Funkenentstehung durch Reibung oder Aufschlagen besteht.

Aus den gesamten Testergebnissen geht zusammengefasst die Schleifkorbtrage als effektivstes Transportmittel hervor. Es wirkt auf der einen Seite kräfteschonend für den SiTr, auf der anderen Seite jedoch auch patientenschonend für den Verunfallten. Eine Rettung ist in schnellstmöglicher Form umsetzbar (siehe Bild 52).

Untersuchungsergebnisse Teststufe III - Ebene Flächen

Transportmittel	Zeitnahe Rettung	patientenschonende Rettung
	3er SiTr: befriedigend 4er SiTr: gut	durchschnittlich
	gut	durchschnittlich
	gut	durchschnittlich
	3er SiTr: sehr gut 4er SiTr: gut	sehr gut

Bild 52: Kurzbeurteilung Ergebnis Teststufe III

5.4 Teststufe IV – Rettung aus Gebäuden (Kellerbereich)

Innerhalb des Szenarios „CSA Notfall im Kellerbereich eines chemischen Industriegebäudes“ wurde durch thermische und akustische externe Einflüsse sowie durch eine Engstelle das Rettungsniveau erhöht.

5.4.1 Rettungszeiten

Die Zeitmessungen und Dokumentation der einzelnen Abschnitte ist äquivalent zu denen der ebenen Flächen.

Rettungstuch Fa. Isotemp

Der 3er SiTr führte die Rettung in 570 Sekunden durch. Das Rettungstuch wurde auf dem Hinweg (33 Sekunden) durch zwei Probanden am Anfang und Ende getragen. Durch die Probanden wurde auf dem Weg zum Verunfallten eine durchschnittliche Beeinträchtigung empfunden. In der Engstelle wurde das Transportmittel hinter dem Verunfallten gelegt und unter ihm hindurch gezogen. Hierbei wurde deutlich, dass ein Agieren nur stark eingeschränkt möglich war (siehe Bild 53 links). Nach dem Verladen stellten sich Probleme beim Festziehen der Fixierungsgurte dar, die eine erhöhte Zeitspanne in Anspruch nahm. Da der Kopf des Verunfallten zu weit aus dem Rettungstuch hing, wurde der Fixierungsvorgang außerhalb der Engstelle noch einmal wiederholt. Die Engstelle Wand – Treppengeländer konnte auf Grund der stofflichen Beschaffenheit des Rettungstuches zügig durchlaufen werden. Im Treppenbereich wurde erkennbar, dass der Verunfallte im Rettungstuch deutlich durchhing (siehe Bild 53 rechts). Auf dem Rückweg musste der Transport unterbrochen und ein truppinterner Positionswechsel vorgenommen werden. Der Vergleich von Hin- und Rückwegzeiten ergab eine Zeitsteigerung auf dem Rückweg von 104 Sekunden.

Bild 53: Rettungstuch Teststufe IV-I (links: Verpacken, rechts: Rückweg "Treppe auf")

Rettungsmulde Typ Dortmund

Die Gesamtrettungsrettungszeit unter zur Hilfenahme der Rettungsmulde dauerte 201 Sekunden an. Auf dem Hinweg (34 Sekunden) wurde die Rettungsmulde durch zwei Probanden getragen. Es wurde eine leichte Beeinflussung durch das Transportmittel erkennbar. Im Bereich der Engstelle stellte sich der Verladungsvorgang erschwerend dar. Der Verunfallte musste leicht verrückt werden, um die Mulde so hinter ihm positionieren zu können. Im Anschluss wurde dieser hinein gehebelt. Beim Fixieren traten keine erkennbaren Probleme auf (siehe Bild 54 links). Die Engstelle Wand – Treppengeländer konnte auf Grund der geometrischen Maße der Mulde ohne Erschwernisse durchlaufen werden. Treppe auf wurde das Transportmittel durch zwei Probanden an den oberen Zuggurten gezogen. Um ein Schleifen der Beine auf dem Boden zu vermeiden, wurden diese durch den dritten Probanden hochgehoben (Bild 54 rechts). Im Treppenbereich wurden durch die Mulde vereinzelnt Schläge auf den Stufen erkennbar, die zum Durchrütteln des Verunfallten führten. Hinter der Treppe wurde die Mulde abschließend durch drei Probanden gezogen. Aus dem Vergleich der Hin- und Rückwegzeiten ergibt sich eine Zeitverlängerung von 30 Sekunden auf dem Rückweg.

Bild 54: Rettungsmulde Teststufe IV- I (links: Verpacken, rechts: Rückweg)

Faltschleiftrage

Der 3er SiTr in Verbindung mit der Faltschleiftrage erreichte das Ziel mit dem Verunfallten nach 395 Sekunden. Die Faltschleiftrage wurde auf dem Hinweg (42 Sekunden) durch drei Probanden getragen, wobei zwei Probanden vorn und ein Proband hinten trug. Durch die Probanden wurde eine durchschnittliche Beeinträchtigung des Gehvorganges beschrieben. Vor der Engstelle wurde die FST durch die Probanden auseinander geklappt. Innerhalb der Engstelle legte der SiTr

das Transportmittel quer hinter dem Verunfallten und hebelte diesen hinein. Beim Festziehen der Sicherungsgurte entstanden leichte Schwierigkeiten (Bild 55 links), wodurch der Verpackungsvorgang erkennbar verlängert wurde. Da kein Wenden der FST außerhalb der ersten Engstelle möglich wurde musste diese entgegen der Bedienungsanleitung die Treppe hochgezogen werden. Die Engstelle Wand – Treppengeländer konnte auf Grund der Klappmöglichkeit des Transportmittels zügig durchlaufen werden. Hierbei wurde jedoch erkennbar, dass die FST sehr stark zusammenklappt wenn der SiTr nicht aufmerksam arbeitet (siehe Bild 55 rechts). Auf der Treppe schlug die FST stufenweise auf, wobei der Kopf deutlich wackelte. Hinter der Treppe wurde das Transportmittel gewendet und nach Bedienungsanleitung benutzt. Auf dem Rückweg wurden durch den SiTr im Vergleich zum Hinweg 138 Sekunden länger benötigt.

Bild 55: FST Teststufe IV - I (links: Verpacken, rechts: Rückweg)

Schleifkorbtrage

Unter Einsatz der Schleifkorbtrage erreichte der 3er SiTr nach 330 Sekunden das Ziel. Auf dem Hinweg (42 Sekunden) wurde die Schleifkorbtrage durch zwei Probanden getragen, wobei eine leichte Gehbeinträchtigung beschrieben wurde. Innerhalb der Engstelle legte der SiTr das Transportmittel quer hinter dem Verunfallten und hebelte diesen hinauf. Während des gesamten Verladungs- und Verpackungsvorganges konnten keine zeitmaximierenden Zwischenfälle erkannt werden. Im Engstellenbereich Wand – Treppengeländer traten mittelmäßige Schwierigkeiten auf. Der SiTr entschied sich dazu in der Engstelle Bandschlingen an die Schleifkorbtrage anzubringen, wobei sich die Rettungszeit deutlich erhöhte. Die Rettung schleifend Treppe hoch (siehe Bild 56 rechts) konnte anschließend jedoch leicht durchgeführt werden. Hinter dem Treppenbereich wurde die Schleifkorbtrage

über den Boden geschliffen. Im Vergleich der Hin- und Rückwegzeit ergab sich zum Nachteil des Rückwegs ein Zeitverlängerung von 170 Sekunden.

Bild 56: Schleifkorbtrage Teststufe IV - I 3er (links: Verpacken, rechts: Rückweg)

Aus den ermittelten und dargestellten Werten ergibt sich das in Bild 57 aufgeführte Diagramm für die Rettung durch einen 3er SiTr.

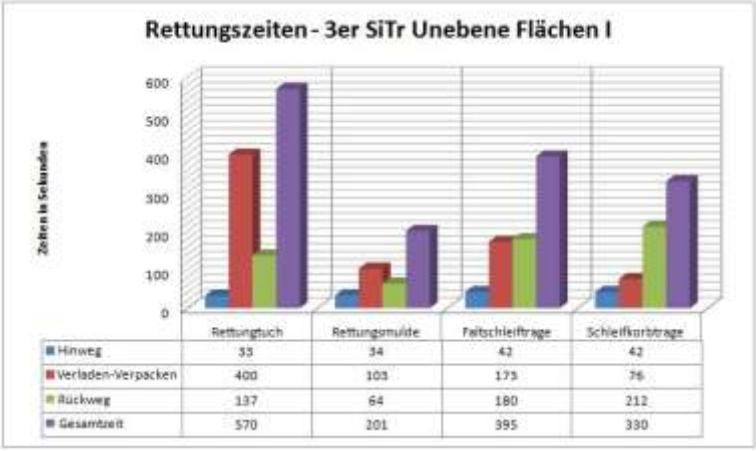


Bild 57: Rettungszeiten - 3er SiTr Unebene Flächen I

Rettungstuch Fa. Isotemp

Der 4er SiTr konnte den Verunfallten nach 287 Sekunden aus dem Gefahrenbereich retten. Auf dem Hinweg (46 Sekunden) wurde das Rettungstuch durchgängig durch einen Probanden getragen und anschließend in der Engstelle ausgebreitet. Während des Tragevorganges entstand eine leichte Beeinflussung.

In zwei Durchgängen wurde das Rettungstuch zunächst gefaltet hinter den Verunfallten gelegt und anschließend unter ihm hindurch gezogen. In einem Durchgang wurde der Verunfallte hinaufgehoben. Während des Festziehens der Sicherungsgurte traten, wie in Bild 58 (links) erkennbar, zeiterhöhende Schwierigkeiten auf. Es wurde weiterführend deutlich, dass Probanden mit

Schnittschutzhandschuhen stärker betroffen waren, als Probanden ohne zusätzlichen Schnittschutz. Auf dem Rückweg konnte die Engstelle Wand – Treppengeländer leicht passiert werden. Auffällig war jedoch, dass der Proband im Rettungstuch stark durchhing (Bild 58 rechts), wodurch vereinzelnd ein Aufschlagen der Atemluftflasche aktustisch wahrnehmbar wurde. Hinter der Treppe wurde in allen Durchgängen die 4er Tragweise fortgeführt. Im Durchschnitt ergibt sich eine zeitliche Differenz zwischen Hin- und Rückweg von 37 Sekunden zum Vorteil des Hinwegs.

Bild 58: Rettungstuch Teststufe IV - I 4er (links: Verpacken, rechts: Rückweg)

Rettungsmulde Typ Dortmund

Die Rettungsmulde in Verbindung mit einen 4er SiTr erreichte mit dem Verunfallten nach 245 Sekunden das Ziel. Auf dem Hinweg (35 Sekunden) wurde die Rettungsmulde in zwei Durchgängen durch zwei Probanden getragen und in einem Durchgang durch einen Probanden über den Boden gezogen. Durchschnittlich beurteilten die Probanden eine durchschnittliche Beeinträchtigung des Gehvorganges durch das Transportmittel. Beim Verladen des Verunfallten wurden in den Durchgängen ebenfalls verschiedene Varianten durchgeführt. Ein SiTr legte die Rettungsmulde quer hinter den Verunfallten und hebelte diesen hinein. Durch die anderen Beiden wurde die Mulde angewinkelt vor den Verunfallten positioniert und dieser hinein gehoben. Bei einem dieser SiTr wurde das Transportmittel mit der falschen Seite angewinkelt, woraus als Folge ein späterer Abbruch des Durchganges auf dem Rückweg hervor trat (siehe Bild 59 links). Beim Fixieren wurden keine zeitmaximierenden Probleme erkennbar. Die Engstelle Wand – Treppengeländer konnte zügig passiert werden (siehe Bild 59 rechts). Beim Rücktransport hingen die Beine des Verunfallten aus dem Transportmittel, wodurch in zwei Durchgängen der SiTr die Beine hoch hob. Hinter der Treppe wurde die Rettungsmulde ins Ziel

gezogen. Im durchschnittlichen Hin- und Rückweg Vergleich verlor der SiTr 47 Sekunden auf dem Rückweg.

Bild 59: Rettungsmulde Teststufe IV - I 4er (links: Abbruch, rechts: Rückweg)

Faltschleiftrage

Durch den 4er SiTr wurde das Ziel mittels Faltschleiftrage nach 287 Sekunden erreicht. Die Faltschleiftrage (52 Sekunden) wurde auf dem Hinweg einmal durch drei und zweimal durch vier Probanden getragen. Die Beeinträchtigung des SiTr auf dem Hinweg kann als durchschnittlich bezeichnet werden. Auf Grund der engen Gegebenheiten klappte durchgänglich der SiTr das Transportmittel vor der Engstelle auf. Durch zwei SiTr wurde die Faltschleiftrage quer hinter den Verunfallten gelegt und dieser hinauf gehebelt. Ein SiTr hob den Verunfallten auf das Transportmittel. Beim Fixierungsvorgang traten zwei verschiedene Vorgehensweisen auf. So wurde der Verunfallte in zwei Durchgängen innerhalb und in einem Durchgang außerhalb der Engstelle fixiert. Generell traten vereinzelnd Erschwernisse beim Festziehen der Sicherungsgurte auf. Im ersten Durchgang fiel auf, dass der obere Sicherungsgurt sich nahe am Hals befand. Auf Grund der engen Verhältnisse konnten zwei SiTr die Faltschleiftrage im Keller nicht wenden und mussten diese entgegen der Bedienungsanleitung anwenden, wodurch es auf der Treppe zu starken Aufschlägen im Stufenbereich kam. Resultierend dadurch konnte eine starke Kopfbewegung und Einkickung der FST wahrgenommen werden (siehe Bild 60 links). Ein Trupp wendete das Transportmittel im Keller. Die Engstelle Wand – Treppengeländer konnte ohne erkennbaren Zeitverlust durchlaufen werden, wobei sich die Klappmöglichkeit der Faltschleiftrage als positiv bewies (siehe Bild 60 rechts). Hinter den Treppen wurde die FST durch alle Probanden nach Bedienungsanleitung verwendet und in Richtung Ziel gezogen. Auf dem Rückweg benötigte der SiTr im Durchschnitt 52 Sekunden länger als auf dem Hinweg.

Bild 60: FST Teststufe IV - I 4er (links: falsche Anwendung, rechts: Rücktransport)

Schleifkorbtrage

In der Kombination von Schleifkorbtrage und 4er SiTr konnte die Rettung nach 228 Sekunden abgeschlossen werden. Auf dem Hinweg (40 Sekunden) wurde die Schleifkorbtrage in zwei Variationen zur Engstelle getragen. Hierbei ergaben sich die Tragevarianten durch zwei und durch vier Probanden, wobei jedoch kein deutlich erkennbarer zeitlicher Unterschied wahrgenommen werden konnte. Durchschnittlich konnte eine leichte Beeinträchtigung des Gehvorganges beobachtet werden. In zwei Durchgängen legte der SiTr die Schleifkorbtrage quer hinter den Verunfallten und hebelte diesen hinein. Der dritte SiTr hob den Verunfallten in die Schleifkorbtrage hinein. Innerhalb eines Durchganges konnte ein leichtes Fixierungsproblem beim Festziehen des dritten Sicherungsgurtes vernommen werden (Bild 61 links). Auf Grund der Sperrigkeit des Transportmittels wurde der Rückweg durch die Engstelle erkennbar erschwert. Durch zwei SiTr wurde das Transportmittel samt Verunfallten quer um das Geländer herumgetragen (siehe Bild 61 rechts) und durch einen über das Treppengeländer herüber gehoben. Der Transport über die Treppe, sowie hinter dieser stellte keine erkennbaren Probleme heraus. Die Zeitdifferenz zwischen Hin- und Rückweg betrug 43 Sekunden zu Gunsten des Hinwegs.

Bild 61: Schleifkorbtrage Teststufe IV - I 4er (links: Fixierung, rechts: Rückweg)

Die oben aufgeführten Daten ergeben für die Betrachtung des 4er SiTr die im Bild 62 aufgeführten Rettungszeiten.

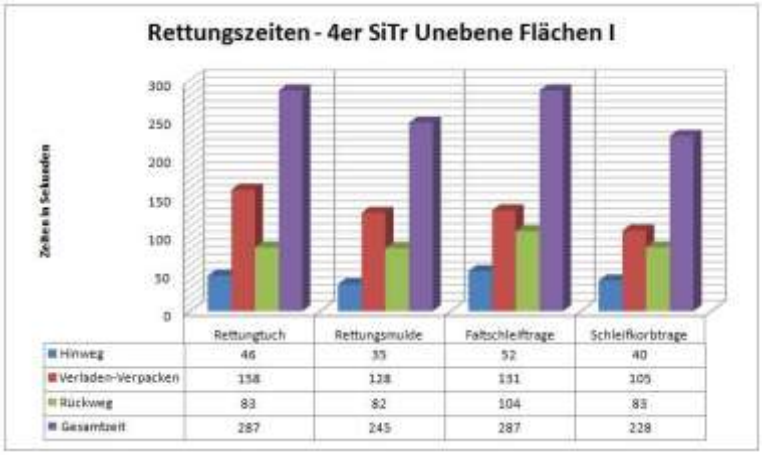


Bild 62: Rettungszeiten - 4er SiTr Unebene Flächen I

5.4.2 Atemluftverbrauch

Aus dem Atemluftverbrauch können die Belastungen der Chemikalienschutzanzugträger während der Rettungsmaßnahmen abgeleitet werden. Es ist zu beachten, dass kein direkter Vergleich möglich ist, da verschiedene Individuen hierbei untersucht worden sind. Es kann keine deutliche Aussage zum Fitnessstand der Probanden getätigt werden.

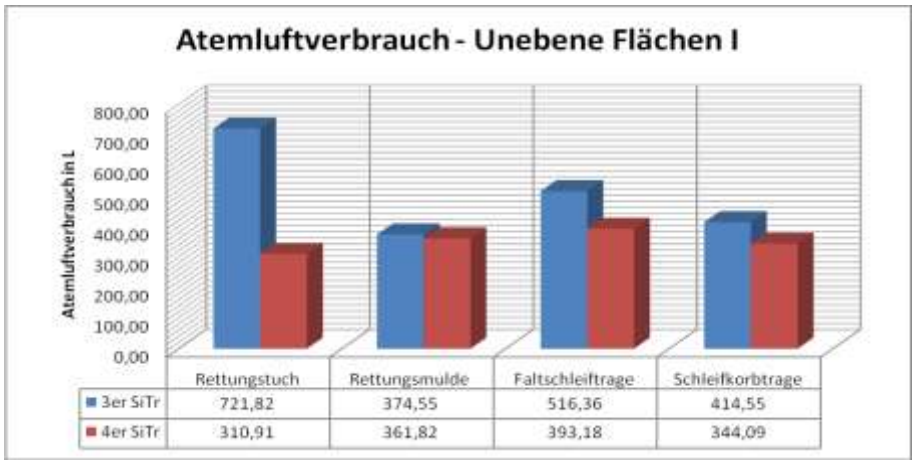


Bild 63: Atemluftverbrauch - SiTr Unebene Flächen I

Die Verwendung des Rettungstuches führte im 3er SiTr zu einem Atemluftverbrauch von 721,82 L und im 4er SiTr zu 310,91 L. Der 3er SiTr mittels Rettungsmulde verbrauchte während des Rettungsvorganges 374,55 L und der 4er SiTr 361,82 L. Innerhalb der Rettungsmaßnahmen mittels Faltschleiftrage benötigte der 3er SiTr 516,36 L und der 4er SiTr 393,18 L. Durch den 3er SiTr in Verbindung mit der Schleifkorbtrage wurden 414,55 L und durch den 4er SiTr 344,09 L verbraucht.

5.4.3 Körpergewichtsverlust

Aus dem Gewichtsverlust können die Belastungen der Chemikalienschutzanzugträger während der Rettungsmaßnahmen abgeleitet werden. Es ist zu beachten, dass kein direkter Vergleich möglich ist, da verschiedene Individuen hierbei untersucht worden sind. Es kann keine deutliche Aussage zum Fitnessstand der Probanden getätigt werden.

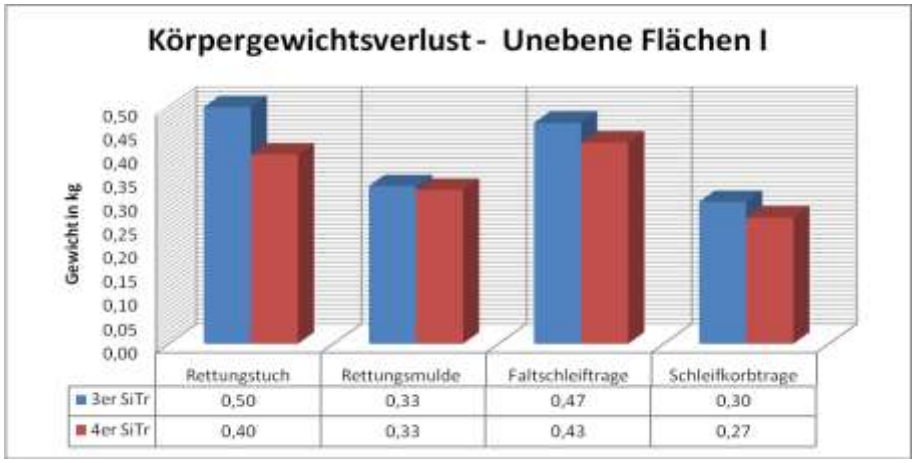


Bild 64: Körpergewichtsverlust SiTr Unebene Flächen I

Innerhalb des 3er SiTr mit Rettungstuch wurden 0,50 kg verloren, hingegen durch den 4er SiTr nur 0,40 kg. In Verwendung der Rettungsmulde reduzierten 3er und 4er SiTr sein Körpergewicht um 0,33 kg. Im Rettungsvorgang mit der Faltschleiftrage ergab sich im 3er SiTr eine Gewichtsminimierung um 0,47 kg und im 4er SiTr um 0,43 kg. Der 3er SiTr unter Verwendung der Schleifkorbtrage verlor während des Durchganges 0,30 kg und der 4er SiTr 0,27 kg.

5.4.4 Körpertemperaturanstieg

Aus der Körpertemperaturerhöhung können die Belastungen der Chemikalienschutzanzugträger während der Rettungsmaßnahmen abgeleitet werden. Es ist zu beachten, dass kein direkter Vergleich möglich ist, da verschiedene Individuen hierbei untersucht worden sind. Es kann keine deutliche Aussage zum Fitnessstand der Probanden getätigt werden. Die Temperaturen wurden 2-3 Minuten nach Beendigung des Durchganges durch das Logistik-Team Medizin gemessen.

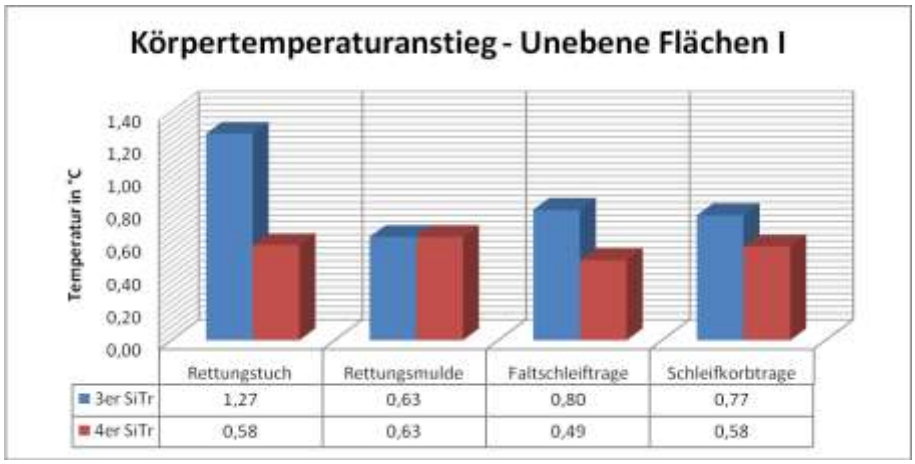


Bild 65: Körpertemperaturanstieg SiTr Unebene Flächen I

Innerhalb der Rettungstuch – Durchgänge erhöhte sich gemäß Bild 65 innerhalb des 3er SiTr die Körpertemperatur um 1,27 °C und im 4er SiTr um 0,58 °C. Im Bereich der Rettungsmulde stieg die Körpertemperatur im 3er SiTr um 0,63 °C und im 4er SiTr um 0,63 °C. Der Rettungsvorgang unter Einsatz der Faltschleiftrage bewirkte im 3er SiTr eine Erhöhung um 0,80 °C und im 4er SiTr eine Steigerung um 0,49 °C. Durch den 3er SiTr mit Schleifkorbtrage ging eine Körpertemperaturerhöhung von 0,77 °C und im 4er SiTr um 0,58 °C hervor.

5.4.5 Pulsanstieg

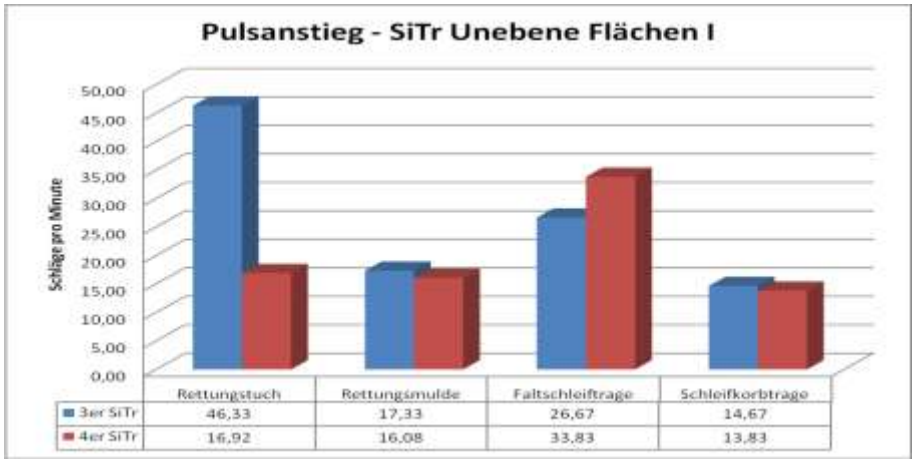


Bild 66: Pulsanstieg - SiTr Unebene Flächen I

In Verbindung mit dem Rettungstuch erhöhte sich gemäß Bild 66 der Puls um 46,33 und im 4er SiTr um 16,92 Schläge pro Minute. Der Einsatz der Rettungsmulde führte im 3er SiTr zu einer Pulserhöhung um 17,33 und im 4er SiTr von 16,08 Schlägen pro Minute. Der 3er SiTr unter Verwendung der Faltschleiftrage zeigte eine Pulserhöhung um 26,67 und der 4er SiTr um 33,83 Schläge pro Minute. Die Rettungsmaßnahmen mittels Schleifkorbtrage erhöhten den Puls der Probanden im 3er SiTr um 14,67 und im 4er SiTr um 13,83 Schläge pro Minute.

5.4.6 Fazit – Teststufe IV –I

Die Versuche unter dem Szenario „CSA Notfall im Kellerbereich eines chem. Industriegebäudes“ lassen die Eignung aller getesteten Transportmittel festhalten. Vergleichbar mit den Ergebnissen der Teststufe III stellten sich in der Teststufe IV-I jedoch auch teilweise größere Unterschiede hinsichtlich der Effektivität des Rettungsvorganges zwischen den jeweiligen Mitteln dar. Innerhalb der Durchgänge musste ein Abbruch des Vorganges durchgeführt werden.

Rettungstuch Fa. Isotemp

Das Rettungstuch konnte sich im 4er SiTr deutlich besser präsentieren als im 3er SiTr. Die Rettungszeit des 3er SiTr betrug 570 Sekunden (Überlebenswahrscheinlichkeit 7%) und die des 4er SiTr bei 287,0 Sekunden (Überlebenswahrscheinlichkeit 55,3 %). Gründe für die hohen Rettungszeiten waren im 3er SiTr ein Fehler beim Positionieren des Verunfallten auf dem Rettungstuch und Probleme beim Festziehen der Sicherungsgurte. Generell kann die Rettungszeit für

eine zeitnahe Rettung des 3er SiTr als nicht und die des 4er SiTr als gut geeignet eingestuft werden. Im Vergleich der Rettungszeiten befindet sich das Transportmittel in 3er auf dem vierten und in 4er Truppstärke auf dem dritten Rang.

Der Atemluftverbrauch des 3er SiTr konnte mit 721,82 L und im 4er SiTr mit 310,91 L dokumentiert werden. Diese Verbrauchsdaten entsprechen berechnet auf die Einsatzdauer eine Arbeit im schwerem Milieu (3er SiTr: 77,71 L / min, 4er SiTr: 61,22 L/min). Mit dem Gesamtatemluftverbrauch kann sich der 3er SiTr auf dem vierten und der 4er SiTr auf dem ersten Rang positionieren.

Innerhalb des gesamten Durchganges minimierten der 3er SiTr sein Gewicht um 0,50 kg (von 95,50 kg auf 95,00 kg) und der 4er SiTr um 0,40 kg (von 86,92 kg auf 86,52 kg). Diese verlorene Flüssigkeitsmenge ergibt im Vergleich zu den Schopper-Jochum Werten einen prozentualen Wert von 71,4 % und im 4er SiTr von 57,1 %. Im Vergleich zu den anderen Transportmitteln befindet sich der 3er SiTr auf dem vierten und der 4er SiTr auf dem dritten Rang.

Die Körpertemperaturen stiegen während der Rettungsmaßnahmen im 3er SiTr um kritische 1,27 °C (von 36,27 °C auf 37,53 °C) und im 4er SiTr um 0,58 °C (von 36,46 °C auf 37,04 °C). Die Maximalwerte befanden sich im 3er SiTr bei einer Körpertemperatur von 37,8 °C und einem Anstieg von kritischen 1,5 °C. Im 4er SiTr lag die Maximalkörpertemperatur bei 37,4 °C und einem max. Anstieg von kritischen 1,7 °C. Es wurde der Toleranzgrenzwert nach ACGIH nicht überschritten. Die Temperaturanstiege sind jedoch als kritisch zu bewerten. Im direkten Vergleich zu den anderen Transportmitteln reihen sich der 3er SiTr auf dem vierten und der 4er SiTr auf dem zweiten Rang ein.

Der Puls der Probanden erhöhte sich im 3er SiTr um 46,33 (von 83 auf 129,33) und im 4er SiTr um 16,92 Schlägen pro Minute (von 81,75 auf 98,67). Mit diesen Werten platziert sich der 3er SiTr auf dem vierten und der 4er SiTr auf dem dritten Rang.

Als positiv kann definitiv die stoffliche Beschaffenheit des Rettungstuches bezeichnet werden, da durch die Instabilität die Engstelle Wand – Treppenhaus annähernd problemfrei durchgangen werden konnte. Erhebliche Nachteile wies der Verpackungsvorgang auf Grund der zu starren Ösen auf. Der Einsatz im 3er SiTr sollte überdacht werden, da der SiTr hier nahe an der Überlastungsgrenze zu betrachten ist. Durch die Probanden an den Haltegurten wurden Nacken- und Schulterschmerzen beschrieben. Der Verunfallte beschrieb im 3er SiTr starke

Schmerzen im Rücken und Oberkörperbereich sowie Ängste bei der Rettung über Treppe auf Grund des stufenweisen Aufschlagens. Im 4er SiTr beklagte der Verunfallte vereinzelnd treppenbedingte starke Rückenschmerzen, leichte Schmerzen am Brustkorb. Somit kann das Transportmittel hinsichtlich der Patientenschonung im 3er SiTr prozentual als nicht geeignet und im 4er SiTr als durchschnittlich geeignet eingestuft werden.

Die Atemluftflasche wird im Rettungstuch nur bedingt geschützt. In Bereichen in denen Ex-Atmosphären vorliegen kann das Rettungstuch getragen eingesetzt werden.

Rettungsmulde Typ Dortmund

Die Rettungsmulde lässt sich hinsichtlich einer zeitnahen Rettung im 3er und 4er SiTr als gut geeignet einstufen. Der 3er SiTr benötigte für die gesamten Rettungsmaßnahmen 203 Sekunden (Überlebenswahrscheinlichkeit 67,7%) und in 4er Stärke 245 Sekunden (Überlebenswahrscheinlichkeit 59,5 %). Im gesamten Rettungsablauf traten im Normalfall keine zeitmaximierenden Erschwernisse auf. Allein im Durchgang der zum Abbruch führte traten Schwierigkeiten beim Verladen des Verunfallten auf. Die Rettungszeiten des 3er SiTr lassen sich auf dem ersten und die des 4er SiTr auf dem zweiten Rang einordnen.

Durch den 3er SiTr wurden während der Rettungsmaßnahmen 374,55 L und im 4er SiTr 361,85 L verbraucht. Dieser Verbrauch belegt im Bezug auf die Einsatzzeit innerhalb des 3er SiTr eine Schwerstarbeit (107,93 L/min) und im 4er SiTr eine schwere Arbeit (80,23 L/min). Im Vergleich zu den anderen SiTr befindet sich der 3er Trupp auf dem ersten und der 4er Trupp auf dem dritten Rang.

Im Bereich des Körpergewichtes verloren der 3er SiTr, sowie der 4er SiTr ein Gewicht von 0,33 kg (3er: von 93,13 kg auf 92,80 kg 4er SiTr: von 81,86 kg auf 81,53 kg). Dieser Verlust entspricht im Hinblick auf die von Schopper-Jochum ermittelten Werte einem prozentuellen Anteil von 47,1 %. Im Vergleich zu den anderen Werten befinden sich der 3er SiTr und 4er SiTr auf dem zweiten Rang.

Die Körpertemperaturen erhöhten sich im 3er SiTr sowie im 4er SiTr um 0,63 °C. Hierbei erhöhten sich die Werte im 3er SiTr von 36,67 °C auf 37,30 °C und im 4er SiTr von 36,46 °C auf 37,09 °C. die Maximalwerte des 3er SiTr konnten bei einer Körpertemperatur von 37,4 °C und einen max. Anstieg von 0,7 °C. Im 4er SiTr befanden sich die Maximalkörpertemperatur bei 37,6 °C und der Maximalanstieg bei

kritischen 1,5 °C. Die ermittelten Werte ergaben keine Überschreitung des Toleranzgrenzwertes nach ACGIH. Im Vergleich zu den anderen Transportmitteln ergibt sich im 3er SiTr ein erster und im 4er SiTr ein vierter Rang.

Der Puls erhöhte sich zwischen den beiden Messungen im 3er SiTr um 17,33 (von 78,33 auf 95,67) und im 4er SiTr um 16,08 Schläge pro Minute (von 87,42 auf 105,08). In Vergleich mit den anderen SiTr befinden sich 3er und 4er SiTr auf dem zweiten Rang.

Als positiv sind die geometrischen Maße zu bezeichnen, da hierdurch die Engstelle Wand – Treppengeländer annähernd problemfrei durchgangen werden konnte. Weiterhin ist die leichte Fixierungsmöglichkeit als positiv zu bezeichnen. Die fehlende Möglichkeit den Kopf zu stabilisieren ist ein deutlicher Nachteil des Transportmittels.

Weiterführend ist unter Schutzbekleidung die Anwendungsrichtung der Rettungsmulde nicht eindeutig erkennbar. Durch den Verunfallten wurden nach der Rettungsmaßnahmen Nacken- und Rückenschmerzen geschildert. Beim stufenweisen Aufschlagen wurde eine starke Kopfbewegung erkennbar. Hinsichtlich der psychischen Belastungen wurden Ängste vor einem Herausfallen aus dem Transportmittel beschrieben. Somit kann das Transportmittel hinsichtlich einer patientenschonenden Rettung in allen Trupp-Varianten als durchschnittlich eingestuft werden.

Der Flaschenkopf ist in der Rettungsmulde ausreichend geschützt. In Bereichen von Ex-Atmosphären sollte die Rettungsmulde nicht verwendet werden.

Faltschleiftrage

Durch den 3er SiTr wurde die Rettung unter Verwendung der Faltschleiftrage in 395 Sekunden (Überlebenswahrscheinlichkeit 36,5 %) und durch den 4er SiTr in 287 Sekunden (Überlebenswahrscheinlichkeit 55,3 %) durchgeführt. Hieraus ergibt sich hinsichtlich einer zeitnahen Rettung im 3er SiTr eine durchschnittliche und im 4er SiTr eine gute Eignung. Erschwernisse während des Vorganges waren der Verladungsvorgang, sowie die teilweise vorhandene Notwendigkeit das Transportmittel entgegen der Bedienungsanleitung anzuwenden. Im Gesamtvergleich kann der 3er und 4er SiTr auf dem dritten Rang eingeordnet werden.

Aus dem Atemluftverbrauch ergibt sich im 3er SiTr ein Gesamtverbrauch von 516,36 L und im 4er SiTr von 393,18 L. Die Arbeiten in beiden Truppstärken befanden sich

im schweren Milieu (3er SiTr: 77,07 L/min, 4er SiTr: 73,22 L/min). Im direkten Vergleich zu den anderen Transportmitteln befinden sich der 3er SiTr auf dem dritten und der 4er SiTr auf dem vierten Rang.

Während des gesamten Rettungsvorganges minimierte sich das Körpergewicht des 3er SiTr um 0,47 kg (von 90,27 kg auf 89,80 kg) und beim 4er SiTr um 0,43 kg (von 86,23 kg auf 85,80 kg). Im Vergleich zu Schopper-Jochum lässt sich ein Prozentwert von 76,1 % in 3er Stärke und von 61,4 % in 4er Stärke angeben. In Betrachtung der anderen Transportmittel kann der 3er SiTr auf dem dritten und der 4er SiTr auf dem vierten Rang eingeordnet werden.

Die Körpertemperatur erhöhte sich im 3er SiTr um 0,8 °C (von 36,53 °C auf 37,33 °C) und im 4er SiTr um 0,49 °C (von 36,49 °C auf 36,98 °C). Die Maximalwerte im 3er SiTr lagen bei einer Körpertemperatur von 37,4 °C und einem Temperaturanstieg von kritischen 0,9 °C. Im 4er SiTr wurde eine Maximalkörpertemperatur von 37,7 °C und einen maximalen Anstieg von kritischen 0,9 °C gemessen. Innerhalb der ermittelten Werte konnte keine Überschreitung des Toleranzgrenzwertes nach ACGIH festgestellt werden.

Innerhalb des 3er SiTr stieg der Puls um 26,67 (von 67,34 auf 94,00) und im 4er SiTr um 33,83 Schläge pro Minute (von 81,92 auf 115,75). Aus diesen beiden ermittelten Werten ergibt sich für den 3er SiTr ein Dritter und für den 4er SiTr ein vierter Rang.

Ein Vorteil, sowie auch gleichzeitig nachteilig behaftet ist die Klappmöglichkeit der Faltschleiftrage. Engstellen, wie es hier zwischen Wand und Treppengeländer der Fall war, können zeitnah ohne erhöhte Schwierigkeiten für den SiTr umgangen werden. Nachteilig ist jedoch die „unbegrenzte“ Klappmöglichkeit, wodurch mögliche physische Folgeschäden des Verunfallten nicht ausgeschlossen werden können. Durch die am Oberteil eingefügte Einbuchtung kann der Verunfallte mit auf dem Rücken befindendem Atemschutzgerät auf die Faltschleiftrage gelegt werden. Hierdurch wird das Risiko einer externen Einwirkung der Atemluftflasche auf den Körper des Verunfallten minimiert. Als nachteilig stellte sich heraus, dass die FST nur in der vorgeschriebenen Richtung gezogen werden sollte, da ansonsten ein erheblicher Reibungswiderstand auf den ebenen Flächen und auf Treppen ein starkes Aufschlagen eintrifft.

Der Verunfallte bemängelte während des Transportes leichte bis starke Schmerzen im Rücken- und Nackenbereich, die durch Aufschläge im Treppenbereich

entstanden. Teilweise entwickelten sich auch Ängste vor Herausfallen aus dem Transportmittel. In Anwendung gemäß der Bedienungsanleitung kann das Transportmittel als durchschnittlich und entgegen dieser als ungeeignet für die Rettung Treppe auf eingestuft werden.

Die Atemluftflasche ist in der Faltschleiftrage (Einbuchtung) ausreichend geschützt. In Bereichen in denen eine Ex-Atmosphäre vorliegt ist von der Verwendung der Faltschleiftrage auf Grund der potenziellen Funkenentstehung abzuraten.

Schleifkorbtrage

Die Schleifkorbtrage erreichte im 3er SiTr das Ziel nach 330 Sekunden (Überlebenswahrscheinlichkeit 47 %) und in Verbindung mit einem 4er SiTr nach 228 Sekunden (Überlebenswahrscheinlichkeit 65,2 %). Aus diesen Rettungszeiten ergeben sich eine durchschnittliche und eine gute Eignung hinsichtlich einer zeitnahen Rettung. Während des gesamten Rettungsvorganges wurden alleinig in der Engstelle Wand – Treppengeländer vereinzelt Erschwernisse erkennbar. Durch den 3er SiTr wurde erheblich Zeit durchs nachträgliche Anbringen der Bandschlingen verloren. In den 4er SiTr konnte die zweite Engstelle zeitnah durchlaufen werden, zum einen durch Überheben des Geländers und zum anderen durch Anwinkeln der Schleifkorbtrage. Mit den erzielten Rettungszeiten reiht sich die Schleifkorbtrage in Verbindung mit dem 3er SiTr auf dem zweiten und mit dem 4er SiTr auf dem ersten Rang ein.

Unter der Betrachtung des Atemluftverbrauches sortiert sich der 3er SiTr mit 414,55 L und der 4er SiTr mit 344,09 L auf dem jeweiligen zweiten Platz ein. In Verbindung mit der Rettungszeit ergibt sich für die Leistung des 3er SiTr eine schwere Arbeit (67,52 L/min) und im 4er SiTr durchschnittlich Schwerstarbeit (80,35 L/min).

Innerhalb des Vorganges verlor der 3er SiTr 0,30 kg (von 79,5 kg auf 79,2 kg) Körpergewicht und der 4er SiTr durchschnittlich 0,27 kg (von 81 kg auf 80,73 kg). Nach den AGT Werten von Schopper-Jochum bedeutet dies ein prozentualer Vergleichswert von 42,9 % im 3er SiTr und 38,6 % im 4er SiTr. Mit diesen Verlustwerten befinden sich 3er SiTr und 4er SiTr jeweils auf dem ersten Rang.

Im Bereich der Körpertemperaturen konnte innerhalb des 3er SiTr ein Anstieg der Temperatur um 0,77 °C (von 36,47 °C auf 37,53 °C) und im 4er SiTr um 0,58 °C (von 36,17 °C auf 36,74 °C). Die Maximalanstiege im 3er SiTr befanden sich in beiden SiTr Varianten bei einer Körpertemperatur von 1,3 °C. Die Maximalkörpertemperatur

im 3er SiTr befand sich bei 37,7 °C und im 4er SiTr bei 37,2 °C. Beide Werte befinden sich unterhalb der Toleranzgrenze nach ACGIH. Im Vergleich zu den anderen Transportmitteln ordnen sich 3er und 4er SiTr auf dem zweiten Rang ein.

Der Puls erhöhte sich bei den Probanden des 3er SiTr um 14,67 (von 87,33 auf 102,00) und innerhalb des 4er SiTr um 13,83 Schläge pro Minute (von 79,17 auf 93,00). Diese Werte ergeben im Vergleich zu den anderen SiTr in beiden Truppstärken den ersten Rang.

Die Schleifkorbtrage konnte auf Grund der vergleichsweisen leichten Verlagerung des Verunfallten auf das Transportmittel und die größtenteils problemfreie Fixierung hervorheben. Als nachteilhaft ist die sperrige Größe der Schleifkorbtrage zu bezeichnen, die einen Rücktransport vergleichsweise erschwert. Im Bereich von Engstellen muss das Transportmittel entweder angewinkelt oder über Treppengeländer herüber gehoben werden, wodurch kurzfristig mehr Leistung des SiTr notwendig wird. Vereinzelnd entstanden bei den SiTr hierbei Stressreaktionen. Durch den Verunfallten wurden alleinig leichte Schmerzen beim Verladen auf die Schleifkorbtrage empfunden. Während des Transportes schilderte er leichte Ängste vor dem Herausfallen aus der Schleifkorbtrage. Während des Transportes durch einen 3er SiTr kann die patientenschonende Rettung als durchschnittlich und im 4er SiTr als gut geeignet eingestuft werden.

Die Atemluftflasche ist ausreichend auf der Schleifkorbtrage gesichert. In Bereichen mit Ex-Atmosphären sollte die Schleifkorbtrage auf Grund von Funkengefährdung nur getragen eingesetzt werden.

Resümierend stellte sich im Vergleich der ermittelten Werte die Schleifkorbtrage als geeignetstes Transportmittel heraus. Unter den Aspekten der zeitnahen und patientenschonenden Rettung konnte die Schleifkorbtrage als einziges Mittel diese beiden Eigenschaften vereinen. Die Rettungsmulde erreichte zügig das Ziel, jedoch kann die fehlende Kopfstabilisierung nicht als patientenschonend bezeichnet werden. Grundsätzlich bietet die Faltschleiftrage gute Ansätze, die jedoch noch einen deutlichen Verbesserungsbedarf benötigen. Das Rettungstuch bietet für enge Räumlichkeiten die Möglichkeit Engstellen leicht zu durchlaufen. Das größte Problem stellte hierbei jedoch der Verpackungsvorgang bzw. das Festziehen der

Sicherungsgurte dar. Weiterführend ist die Atemluftflasche nur begrenzt im Treppenbereich geschützt.

Untersuchungsergebnisse Teststufe IV - I Unebene Flächen I

Transportmittel	Zeitnahe Rettung	patientenschonende Rettung
	3er SiTr: nicht geeignet 4er SiTr: gut	3er SiTr: nicht geeignet 4er SiTr: durchschnittlich
	gut	durchschnittlich
	3er SiTr: durchschnittlich 4er SiTr: gut	durchschnittlich
	3er SiTr: durchschnittlich 4er SiTr: gut	gut

Bild 67: Kurzbeurteilung Ergebnisse Teststufe IV - I

5.5 Teststufe IV – II Rettung aus Gebäuden (1. OG)

In der letzten Teststufe der Versuchsreihe wurde das Szenario „CSA Notfall im 1. OG einer chemischen Industrieanlage“ dargestellt. Das Rettungsniveau wurde durch eine kleinere Engstelle im 1. OG, sowie durch ein enges Treppenhaus auf einen höheren Schwierigkeitsgrad angehoben.

5.5.1 Rettungszeiten

Die Rettungszeiten ergeben im Vergleich zwischen den jeweiligen 3er SiTr eine vergleichbare Situation zu den anderen Ergebnissen aus dem Szenario der ebenen Flächen. Jedoch stellen sich lagebedingt andere Umstände für den Trupp dar.

Rettungstuch Fa. Isotemp

Der 3er SiTr konnte mittels Rettungstuch den Verunfallten nach 284 Sekunden aus dem Gefahrenbereich retten. Hierbei stellte sich auf dem Hinweg (20 Sekunden) eine geringe Beeinträchtigung durch das Transportmittel heraus. Der Tragevorgang des Rettungstuches wurde gefaltet durch einen Probanden durchgeführt. Das Rettungstuch wurde zunächst vor dem Probanden ausgebreitet und im Anschluss hinter ihm gelegt. Die Verladungs- und Verpackungsarbeit wurde durch zwei Probanden innerhalb der Engstelle geleistet. Schwierigkeiten ergaben sich beim Festziehen der Sicherungsgurte. Durch einen Probanden am Kopfende wurde zunächst der Unterarmgurt übersehen und musste nachfixiert werden. Der SiTr wendete im 1. OG das Rettungstuch, so dass die Füße zuerst abwärts transportiert wurden. Die Engstelle Treppenhaus konnte hierbei gut umgangen werden. Beim Abtransport befand sich ein Proband am Fußende und zwei Probanden an den Schultergurten am Kopf des Verunfallten (siehe Bild 68 links). Während des gesamten Rückweges blieb der Kopf in kontinuierlicher Bewegung. Aus dem Bild 68 (rechts) kann die Endlage des Kopfes nach Austritt aus dem Gebäude entnommen werden. Der Rückweg wurde innerhalb von 114 Sekunden und somit einer Zeitsteigerung von 94 Sekunden im Vergleich zum Hinweg zurückgelegt.

Bild 68: Rettungstuch Teststufe IV - II (links: Transport über Treppe, rechts: Kopfbewegung)

Rettungsmulde Typ Dortmund

In Anwendung der Rettungsmulde Typ Dortmund benötigte der 3er SiTr für den gesamten Rettungsvorgang 190 Sekunden. Es zeigte sich, dass der Hinweg des SiTr nur leicht durch das Transportmittel beeinrächtigt wurde. Innerhalb von 21 Sekunden erreichte die durch einen Probanden getragene Rettungsmulde das 1. OG. Das Transportmittel wurde am Kopf des Verunfallen abgelegt und durch einen Probanden angewinkelt. Durch die beiden anderen Probanden wurde der Verunfallte mit dem Oberkörper angehoben und das Transportmittel untergeschoben. Die Platzverhältnisse stellten sich hier erschwerend dar. Die Fixierung mittels Sicherungsgurten zeigte keine Erschwernisse. Im 1. OG wurde keine Wendung durchgeführt, sondern der Verunfallte mit dem Kopf voran abtransportiert. Der Transport über das Treppenhaus erfolgte durch zwei Probanden, ein Proband sicherte dabei die agierenden Truppmitglieder. Die Engstelle Treppennhaus konnten durch die geometrischen Bemaßungen der Rettungsmulde ohne wahrnehmbare Erschwernisse umgegangen werden (siehe Bild 69 links). Die Beine des Verunfallten hingen außerhalb des Transportmittels, der Kopf konnte nicht stabilisiert werden, weshalb dieser beim Transport über die Stufen kontinuierlich in Bewegung war (siehe Bild 69 rechts). Für den Rückweg benötigte der SiTr mit seiner taktischen Aufstellung 107 Sekunden und somit 86 Sekunden länger als auf dem Hinweg.

Bild 69: Rettungsmulde Teststufe IV - II (links: Rückweg Treppe, rechts: Engstelle)

Faltschleiftrage

Der Trupp in Verbindung mit einer Faltschleiftrage konnte den Rettungsvorgang innerhalb von 300 Sekunden abschließen. Das Transportmittel erwies sich auf dem Hinweg (29 Sekunden) als leicht beeinträchtigend. Vor dem Objekt wurde die FST durch alle drei, im Treppenhaus durch zwei Probanden ins 1. OG getragen. Das Transportmittel wurde vor der Engstelle ausgeklappt und darauf folgend durch zwei Probanden schräg hinter den Verunfallten gelegt (siehe Bild 70 links). Beim Hineinpacken wirkte der dritte Proband unterstützend. Beim Fixieren wurde auf Grund der Engstelle nur eine Aktivität durch zwei Probanden ermöglicht. Es wurde hierbei ersichtlich, dass beim Festziehen der Sicherheitsgurte Erschwernisse auftraten. Aus dem Bild 70 (rechts) wird ersichtlich, dass beim Wenden der FST im 1. OG das Ober- und Unterteil deutlich zusammen klappten. Das Heraufheben auf die Stufen in Richtung 2. OG konnte erschwerend durchgeführt werden. Während des Abwärtstransportes schlug die FST stark auf die einzelnen Stufen auf, wodurch es zu einer starken Vibration kam. Der Kopf des Verunfallten wackelte hierbei leicht und es wurde die Gefährdung einer Strangulierung bedingt durch den obersten Sicherheitsgurt erkennbar. Die Engstellen konnten auf Grund des Klappeffektes gut durchgangen werden. Die 5 Meter außerhalb des Gebäudes zog der SiTr die FST weiterhin mit dem Oberteil voraus, wodurch sich ein erhöhter Reibwiderstand entwickelte. Für den gesamten Rückweg benötigte der SiTr 160 Sekunden und somit 131 Sekunden länger als ohne Verunfallten auf dem Hinweg.

Bild 70: FST Teststufe IV - II (links: Verladen, rechts: Rückweg)

Schleifkorbtrage

Der 3er SiTr unter Verwendung der Schleifkorbtrage absovlierte die Rettung des verunfallten CSA - Trägers in einer Zeitspanne von 382 Sekunden. Auf dem Hinweg (38 Sekunden) stellte das Transportmittel auf Grund seiner Sperrigkeit eine durchschnittliche Beeinträchtigung dar. Bereits auf dem Weg zum Notfallort musste das Transportmittel mehrfach gewendet werden, um die Engstellen durchgehen zu können. Der Transport erfolgte getragen durch einen Probanden. Im 1. OG wurde der Verunfallte zunächst ein paar Zenitmeter über den Boden nach vorne gezogen und anschließend die Schleifkorbtrage quer hinter ihm positioniert. Der Verunfallte wurde somit hinaufgehebelt und konnte durch die Probanden ohne Erschwernisse fixiert werden. Im 1. OG wurde die Schleifkorbtrage gewendet (siehe Bild 71 links), so dass die Füße nach unten transportiert werden konnten. Die Sperrigkeit des Transportmittels stellte sich während des gesamten Rückweges als erschwerend heraus. In den gesamten Engstellen musste die Schleifkorbtrage angewinkelt (siehe Bild 71 rechts) werden. Auf Grund der geometrischen Bemaßungen benötigte der SiTr mit der Schleifkorbtrage für den Rückweg 224 Sekunden, wodurch sich eine Zeitdifferenz von 188 Sekunden zum Hinweg ergibt.

Bild 71: Schleifkorbtrage Teststufe IV - II (links: Wendung, rechts: Engstelle)

Zusammengefasst ergeben die vorgestellten Daten das im Bild 72 dargestellte Diagramm der Rettungszeiten.

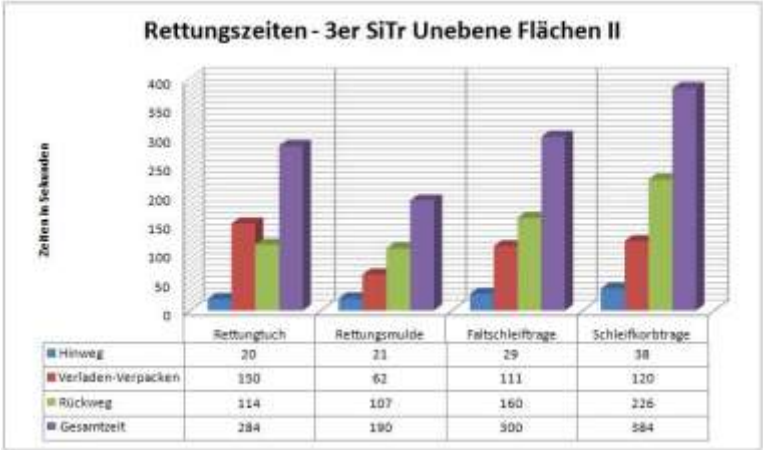


Bild 72: Rettungszeiten - 3er SiTr Unebene Flächen II

Rettungstuch Fa. Isotemp

Die Gesamtrettungszeit betrug durchschnittlich 333 Sekunden. Auf dem Hinweg (31 Sekunden) wurde der SiTr durch das Transportmittel leicht beeinflusst. In den Durchgängen wurde das Rettungstuch durch den SiTr durch einen und in der zweiten Variante durch zwei Probanden ins 1. OG getragen. Am Unfallort wurde durch zwei SiTr das Rettungstuch hinter den Verunfallten positioniert und dieser hinaufgezogen. Durch den SiTr mit Puppe wurde das Rettungstuch vor der Engstelle abgelegt und der Verunfallte hinaufgehoben. Beim Fixieren traten in allen Durchgängen Schwierigkeiten mit den Sicherungsgurten auf. Das Fixieren des Verunfallten wurde grundsätzlich durch zwei Probanden durchgeführt, da weitere Personen auf Grund der Enge nicht platziert werden konnten. Zwei von drei SiTr wendeten das Transportmittel im 1. OG, um somit den Verunfallten mit den Füßen voraus transportieren zu können (siehe Bild 73 links). Auf Grund der instabilen Eigenschaft konnte die Engstelle ohne erkennbare Erschwernisse umgangen werden. Während des Transports wurde jedoch ein Aufschlagen der Atemluftflasche akustisch wahrnehmbar. Der Kopf des Verunfallten wackelte beim Transport über das Treppenaus ungesichert (Bild 73 rechts). Für den Rückweg wurden im Mittelwert 121 Sekunden gemessen und benötigte somit 90 Sekunden länger als auf dem Hinweg.

Bild 73: Rettungstuch Teststufe IV - II 4er (links: Wendevorgang, links: Rückweg)

Rettungsmulde Typ Dortmund

Für die gesamte Rettung mittels Rettungsmulde benötigte der 4er SiTr durchschnittlich 244 Sekunden. Auf dem Hinweg (29 Sekunden) wurde der SiTr durch das Transportmittel nur leicht beeinträchtigt. Die jeweiligen SiTr vollzogen den Transport der Rettungsmulde ins 1. OG durch einen sowie durch zwei Probanden. Beim Verladen des Verunfallten stellten sich ebenfalls zwei verschiedene Varianten heraus. Durch einen SiTr wurde die Rettungsmulde am Kopf des Verunfallten angewinkelt und dieser hinein gehoben. Die zweite Variante stellte das Querlegen der Mulde hinter dem Verunfallten dar, wobei anschließend ein hinein Hebeln notwendig wurde (siehe Bild 74 links). Während des Fixierungsvorgangs konnten keine Erschwernisse entdeckt werden. Im 1. OG wurde die Rettungsmulde samt Verunfallten durch zwei von drei SiTr gewendet, damit die Füße beim Abtransport nach vorne gelagert waren (siehe Bild 74 rechts). Auf dem Rückweg konnte die anstehende Engstelle im Treppenhaus ohne erkennbare Erschwernisse durchlaufen werden. Dadurch, dass der Kopf des Verunfallten nicht fixiert werden konnte, wurde während des gesamten Rückwegs eine starke Bewegung erkennbar Die zeitliche Differenz zwischen Hin- und Rückweg konnte mit 104 Sekunden dokumentiert werden.

Bild 74: Rettungsmulde Teststufe IV - II 4er (links: Verladen, rechts: Wenden)

Faltschleiftrage

Die Faltschleiftrage in Kombination mit einem 4er SiTr benötigte eine Gesamtrettungszeit von 341 Sekunden. Auf dem Weg ins 1. OG (32 Sekunden) wurde der SiTr durch die FST leicht beeinflusst. Getragen wurde das Transportmittel entweder durch einen oder zwei Probanden. Alle Trupps breiteten die FST vor der Engstelle aus und legten diese anschließend quer hinter den Verunfallten (siehe Bild 75 rechts). Vereinzelnd musste der Verunfallte etwas verschoben werden, damit ein Verladen realisiert werden konnte. Beim Verpacken wurden Erschwernisse mit den Sicherungsgurten erkennbar. Beim Abtransport wurde bei zwei von drei Vorgängen ein Wenden des Transportmittels im 1. OG durchgeführt, um so die Füße voraus transportieren zu können. Hierbei kam es bei einem Durchgang zum Abbruch des Versuches (siehe Bild 75 links). Grund hierfür war eine Strangulation des Verunfallten durch den oberen Sicherungsgurt. Beim Wenden im 1. OG sowie im Treppenhaus stellte sich zur zeitnahen Rettung der Klappeffekt der Faltschleiftrage als vorteilhaft heraus. Deutlich wurde jedoch auch das ein starkes Klappen durch den SiTr teilweise durchgeführt wurde. Während des Transportes im Treppenhaus wurde ersichtlich, dass der Kopf kontinuierlich durch Aufschlagen auf den Treppen bewegt wurde. Für den Rückweg wurden durch den SiTr im Mittelmaß 106 Sekunden benötigt, woraus sich eine zeitliche Erhöhung im Vergleich zum Hinweg von 74 Sekunden ergibt.

Bild 75: FST Teststufe IV - II 4er (links: Abbruch, rechts: Verladen)

Schleifkorbtrage

Die Rettungsmaßnahmen des 4er SiTr und Schleifkorbtrage benötigten durchschnittlich 409 Sekunden. Auf dem Hinweg (29 Sekunden) wurde der SiTr bedingt durch die geometrischen Maße des Transportmittels durchschnittlich beeinträchtigt. Getragen wurde die Schleifkorbtrage durch einen oder zwei Probanden. Die Schleifkorbtrage wurde in allen Durchgängen quer hinter den Verunfallten gelegt und dieser hinauf gehebelt. Diese Taktik wurde durch die Engstelle deutlich erschwert. Der Verunfallte musste teilweise bewegt werden, damit eine Umsetzung möglich wurde. Beim Fixieren der Sicherungsgurte traten keine erkenntlichen Erschwernisse auf. In allen Durchgängen wurde im 1. OG die Schleifkorbtrage gedreht, damit ein Abtransport mit den Füßen voraus möglich wurde. Das Wenden sowie der Transport durch das Treppenhaus stellte auf Grund der Sperrigkeit der Schleifkorbtrage eine erhöhte Erschwernis dar (Bild 76 links). Es zeigte sich beim Transport das der Verunfallte bei fehlerhafter Fixierung der Sicherheitsgurte verrutscht und ggf. stranguliert werden kann. Der Kopf des Verunfallten schien während des Transportes gut stabilisiert. Um die Rettungsmaßnahmen abzuschließen, benötigte der SiTr 194 Sekunden, woraus sich eine Zeitdifferenz von 165 Sekunden zum Hinweg ergab.

Bild 76: Schleifkorbtrage Teststufe IV – II 4er (links: Engstelle, rechts: „Treppe ab“)

Aus allen ausgewerteten Daten kann das in Bild 77 Rettungszeiten – Diagramm in 4er SiTr Stärke dargestellt werden.

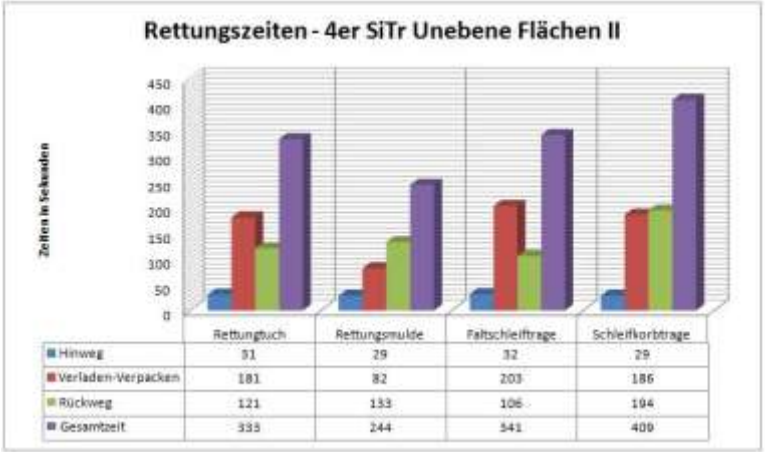


Bild 77: Rettungszeiten 4er SiTr Unebene Flächen II

5.5.2 Atemluftverbrauch

Aus dem Atemluftverbrauch können die Belastungen der Chemikalienschutzanzugträger während der Rettungsmaßnahmen abgeleitet werden. Es ist zu beachten, dass kein direkter Vergleich möglich ist, da verschiedene Individuen hierbei untersucht worden sind. Es kann keine deutliche Aussage zum Fitnessstand der Probanden getätigt werden.

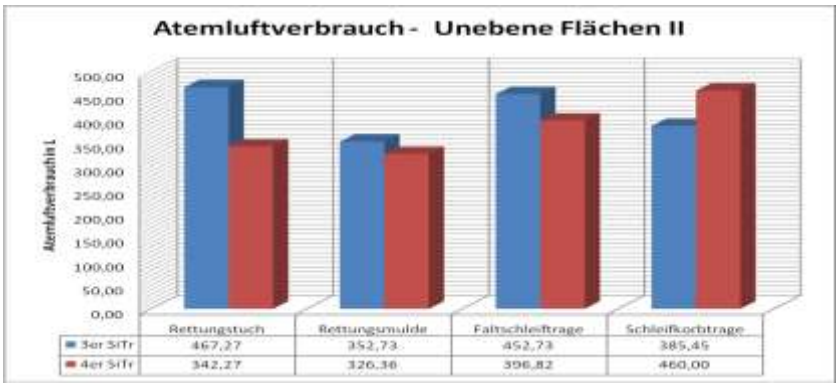


Bild 78: Atemluftverbrauch - Unebene Flächen II

Der 3er SiTr unter Einsatz des Rettungstuches verbrauchte während des Vorganges 467,27 L und der 4er SiTr 342,27 L. Die beiden SiTr-Varianten in Verbindung mit der Rettungsmulde besitzen den geringsten Unterschied zwischen den einzelnen Truppstärken. Der 3er SiTr verbrauchte während des gesamten Rettungsvorganges 352,73 L und der 4er SiTr 326,36 L. In der Versuchsdurchführung mittels Faltschleiftrage musste ein 4er SiTr Wert auf Grund eines Abbruches aus der Wertung genommen werden. Der 3er SiTr verbrauchte ein Atemluftvolumen von 452,73 L, was einen Minutenverbrauch von 92,75 L entspricht. Der 4er SiTr hingegen benötigte 396,82 L. Im Einsatz der Schleifkorbtrage benötigte der 3er SiTr ein Atemluftverbrauch von 385,45 L und der 4er SiTr 460,00 L.

5.5.3 Körpergewichtsverlust

Aus dem Körpergewichtsverlust können die Belastungen der Chemikalienschutzanzugträger während der Rettungsmaßnahmen abgeleitet werden. Es ist zu beachten, dass kein direkter Vergleich möglich ist, da verschiedene Individuen hierbei untersucht worden sind. Es kann keine deutliche Aussage zum Fitnessstand der Probanden getätigt werden.

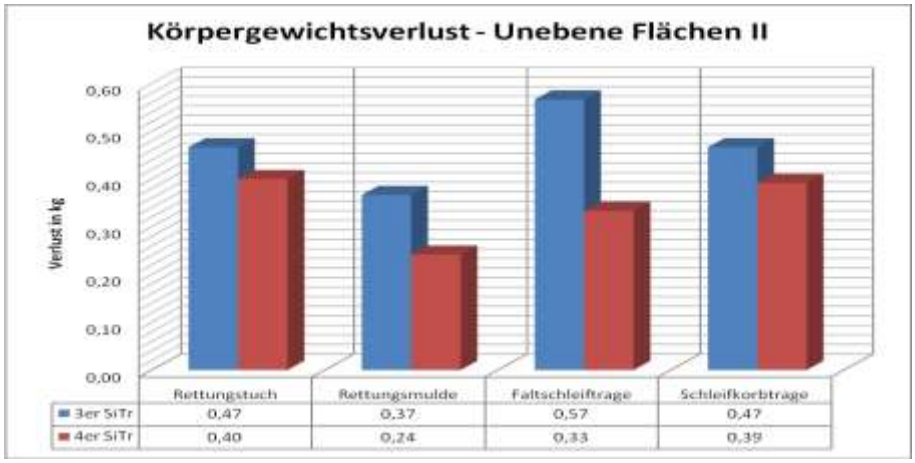


Bild 79: Gewichtsverlust - Unebene Flächen II

Der 3er SiTr unter Verwendung des Rettungstuches verlor 0,47 kg, hingegen der 4er SiTr 0,40 kg. Der 3er SiTr mittels Rettungsmulde lies einen Gewichtsverlust von 0,37 kg und der 4er SiTr 0,24 kg dokumentieren. Im Bereich der Faltschleiftrage wurde durch den 3er SiTr eine Masse von 0,57 kg und vom 4er SiTr 0,33 kg verloren. Der 3er SiTr mittels Schleifkorbtrage erreichte einen Gewichtsverlust von 0,47 kg und der 4er SiTr 0,39 kg.

5.5.4 Körpertemperaturerhöhung

Aus der Körpertemperaturerhöhung können die Belastungen der Chemikalienschutzanzugträger während der Rettungsmaßnahmen abgeleitet werden. Es ist zu beachten, dass kein direkter Vergleich möglich ist, da verschiedene Individuen hierbei untersucht worden sind. Es kann keine deutliche Aussage zum Fitnessstand der Probanden getätigt werden. Die Temperaturen wurden 2-3 Minuten nach Beendigung des Durchganges durch das Logistik-Team Medizin gemessen.

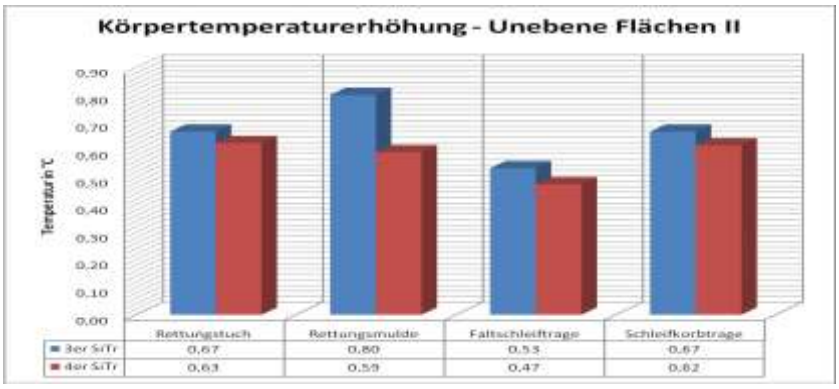


Bild 80: Körpertemperaturerhöhung Unebene Flächen II

Die SiTr mit Rettungstuch besaßen in 3er Stärke einen Körpertemperaturanstieg um 0,67 °C und in 4er Stärke um 0,63°C.

In Verbindung mit der Rettungsmulde erfolgte ein Anstieg der Körpertemperatur im 3er SiTr um 0,80°C und im 4er SiTr um 0,59 °C.

Der 3er SiTr mit Faltschleiftrage erhöhte seine Körpertemperatur bis zur Messung um 0,53 °C, der 4er SiTr um 0,47 °C.

Die SiTr in Verwendung der Schleifkorbtrage besaßen in 3er Stärke eine Körpertemperaturerhöhung um 0,67 °C und in 4er Stärke um 0,62 °C.

5.5.5. Pulserhöhung

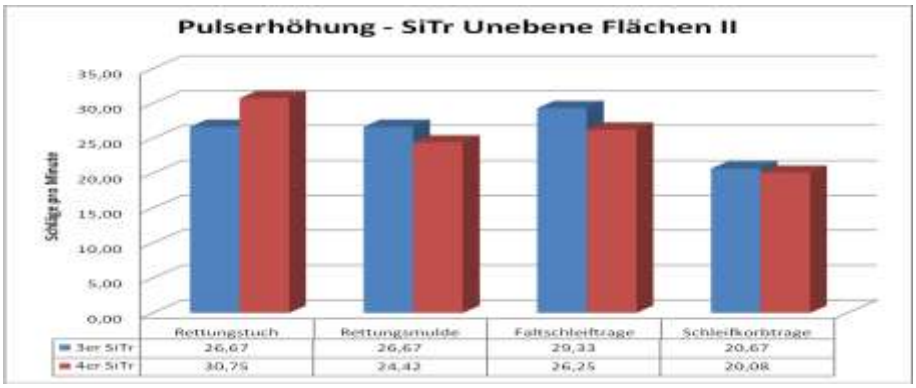


Bild 81: Pulserhöhung SiTr Unebene Flächen II

Der 3er SiTr unter Verwendung des Rettungstuches erhöhte seinen Puls zwischen den beiden Messpunkten um 26,67 und der 4er SiTr um 30,75 Schläge pro Minuten.
Die Rettungsmaßnahmen unter zu Hilfenahme der Rettungsmulde erhöhte den Puls der Probanden im 3er SiTr um 26,67 und im 4er SiTr um 24,42 Schläge pro Minuten. Im 3er SiTr mittels Faltschleiftrage erhöhte sich der Puls um 29,33 und im 4er SiTr um 26,25 Schläge pro Minute. Durch den 3er SiTr unter Verwendung der Schleifkorbtrage steigerten sich die Pulswerte um 20,67 Schläge pro Minute und im 4er SiTr um 20,08.

5.5.6 Fazit Teststufe IV - II

Innerhalb der Rettungsmaßnahmen aus dem 1. OG eines Gebäudes belegten die SiTr das alle getesteten Transportmittel zur Rettung eines verunfallten CSA - Trägers geeignet sind. In der Detailbetrachtung stellten sich jedoch einige Unterschiede zwischen der Effektivität der Mittel heraus. Innerhalb der Durchgänge kam es zu einem Abbruch.

Rettungstuch Fa. Isotemp

In Verwendung des Rettungstuches konnte der 3er SiTr hinsichtlich der Rettungszeit eine schnellere Rettung vollziehen als der 4er SiTr. Hinsichtlich der anderen erhobenen Werte befindet sich jedoch der 4er SiTr in besserer Position.
Der 3er SiTr erreichte das Ziel nach 284,0 Sekunden (Überlebenswahrscheinlichkeit 55,6 %) und befindet sich damit an zweiter Stelle der Rangliste. Auf demselben Rang befindet sich auch der 4er SiTr mit einer Rettungszeit von 333 Sekunden (Überlebenswahrscheinlichkeit 46,7%). Anhand der Rettungszeiten kann das Rettungstuch im 3er SiTr als gut und im 4er SiTr als durchschnittlich geeignet eingestuft werden. Definitive Gründe für die vergleichbare zeitnahe Rettung stellen der instabile Charakter sowie die geometrischen Maße des Rettungstuches dar. Besonders das Verladen und Transportieren in den Engstellen des Treppenhauses überzeugte das Transportmittel unter dem zeitlichen Aspekt. Der größte Zeitverlust stellte, wie bei den anderen Teststufen, die Fixierung mittels Sicherungsgurt dar.
Durch den 3er SiTr wurden während des gesamten Rettungsvorganges 467,27 L verbraucht und befand sich im Bereich der Schwerstarbeit (97,34 L/min). Der 4er SiTr hingegen benötigte für die Rettungsmaßnahmen ein Atemluftvolumen von 342,27 L und arbeitete im Milieu der schweren Arbeit (66,39 L/min). Im Hinblick auf die anderen Transportmittel ergeben sich im Verbrauchsvergleich für den 3er SiTr ein Vierter und für den 4er SiTr ein zweiter Rang.

Im Bereich des ermittelten Körpergewichts verlor der 4er SiTr ebenfalls weniger als der 3er SiTr. Letzterer verlor während der Rettungsmaßnahmen 0,47 kg (von 91,94 kg auf 91,47 kg) und der 4er SiTr 0,40 kg (von 88,84 kg auf 88,44 kg). Im Vergleich zu den Schopper-Jochum Werten ergeben sich hier die prozentualen Anteile von 67,1 % beim 3er SiTr und 57,1 % beim 4er SiTr. Im Gesamtvergleich befindet sich der 3er SiTr auf dem zweiten und der 4er SiTr auf dem vierten Rang.

Die Körpertemperatur stieg im 3er SiTr um 0,67 °C (von 36,77 °C auf 37,43 °C) an. Mit der Maximaltemperatur von 38,1 °C zum Messzeitpunkt wird der Toleranzgrenzwert nach ACGIH nicht überschritten. Die maximale Körpertemperaturerhöhung um 1,1 °C zwischen den beiden Messungen ist ebenfalls kritisch zu betrachten. Die Probanden der 4er SiTr erhöhten ihre Körpertemperatur im Durchschnitt um 0,63 °C (von 36,4°C auf 37,03°C). Die max. Körpertemperatur innerhalb der SiTr lag mit 37,8 °C unterhalb des Toleranzgrenzwertes. Der Maximalanstieg mit 1,1 °C liegt im kritischen Bereich. Im Vergleich wird deutlich, dass die Maximalwerte zwischen 3er und 4er SiTr identisch sind. In der Rangliste kann sich der 3er SiTr auf dem zweiten und der 4er SiTr auf dem vierten einordnen.

Im Bereich der Pulsuntersuchung ergab sich für den 3er SiTr eine Erhöhung um 26,67 Schlägen pro Minute (von 81,33 auf 108,00) und im 4er SiTr um 30,75 pro Minute (von 81,92 auf 112,67). Mit diesen Werten kann sich der 3er SiTr im direkten Vergleich auf dem zweiten und der 4er SiTr auf dem vierten Rang einordnen.

Der Mangel der starren Ösen an den Sicherungsgurten hat sich auch in dieser Versuchsreihe ermitteln lassen. Im Vergleich zu den anderen Teststufen konnte das Rettungstuch hier jedoch auf Grund seiner stofflichen und geometrischen Charakteristika überzeugen. Im Bereich des Treppenhauses konnte durch diese Eigenschaften die vorhandenen Engstellen zügig durchlaufen werden. Unter Einsatz des 3er SiTr und 4er SiTr ist die Rettung für eine zeitnahe Rettung durchschnittlich geeignet.

Bei dem SiTr traten bedingt durch die Schultertragegurte vereinzelt Schmerzen im Nacken- und Rückenbereich auf. Weiterhin empfanden 5 Probanden psychischen Stress bei den Rettungsarbeiten.

Der Verunfallte empfand während des Transportes leichte bis starke Schmerzen. Besonders traten diese im Wirbelsäulenbereich bedingt durch das Aufschlagen auf den einzelnen Stufen auf. Der Kopf des Verunfallten konnte nicht ausreichend fixiert werden. Während des gesamten Transportvorganges befand sich der Kopf in

Bewegung. Weiterführend besteht beim fehlerhaften Fixieren der Sicherungsgurte die Gefährdung einer Strangulierung durch den obersten Gurt. Somit kann das Rettungstuch aus patientenschonender Sicht als durchschnittlich geeignet eingestuft werden.

Die Atemluftflasche wird durch das Rettungstuch nur bedingt geschützt. Im Bereich von Ex-Atmosphären besitzt das Rettungstuch den Vorteil, dass es getragen werden kann und das Risiko eines Funkenschlagens durch das Transportmittel oder der Atemluftflasche als gering einzuschätzen ist.

Rettungsmulde Typ Dortmund

Die Rettungszeiten des 3er SiTr von 190 Sekunden (Überlebenswahrscheinlichkeit 69%) und des 4er SiTr von 244 Sekunden (Überlebenswahrscheinlichkeit 59,6%) mit Rettungsmulde lassen eine Einstufung hinsichtlich der zeitnahen Rettung in beiden Truppstärken als gut geeignet zu. Im Vergleich zu den anderen Transportmitteln konnte sich die Rettungsmulde jeweils auf dem ersten Rang einsortieren. Ermöglicht wurden diese Zeiten auf Grund der vergleichsweise geringen Bemaßungen zu den anderen stabilen Transportmitteln. Das Verladen und Verpacken des Verunfallten konnte durch die jeweiligen Trupps, unabhängig von Personalstärke, zügig und ohne nennenswerte Erschwernisse durchgeführt werden.

Während des gesamten Rettungsvorganges wurde durch den 3er SiTr ein Atemluftvolumen von 352,73 L benötigt und übte Schwerstarbeit (96,68 L/min) aus. Im Vergleich hierzu befand sich der 4er SiTr durchschnittlich im Milieu der schweren Arbeit (66,87 L/min) und verbrauchte insgesamt 326,36 L Atemluft. Mit diesem Verbrauch ordnen sich 3er und 4er SiTr jeweils auf dem ersten Rang ein.

Der Gewichtsverlust befand sich im 3er SiTr bei 0,37 kg (von 74,67 kg auf 74,30 kg) und beim 4er SiTr bei 0,24 kg (von 87,90 kg auf 87,66 kg). Somit kann der Vergleichsanteil zu den Schopper-Jochum Werten im 3er SiTr auf 52,85 % und im 4er SiTr auf 34,43 % dargestellt werden. Im direkten Vergleich zu den anderen SiTr befinden sich beide Truppstärken jeweils auf dem ersten Rang.

Die Körpertemperatur stieg im 3er SiTr um 0,8 °C (von 36,5 °C auf 37,3 °C) an. Hierbei lagen der Maximalwert bei 37,6 °C und der maximale Anstieg bei kritischen 1,4°C. In den Durchgängen der 4er SiTr stieg die durchschnittliche Körpertemperatur um 0,59 °C (von 36,55 °C auf 37,14 °C) an. Die Maximalkörpertemperatur befand sich mit 37,9 °C knapp unterhalb des Toleranzgrenzwertes ACGIH. Der maximale

Temperaturanstieg von 1,1 °C ist ebenfalls als kritisch zu betrachten. Im direkten Vergleich sortiert sich der 3er SiTr auf dem vierten und der 4er SiTr auf dem zweiten Rang ein.

Der Puls erhöhte sich bei den Probanden im 3er SiTr um 26,67 Schläge pro Minute (von 84 auf 110,67) und innerhalb des 4er SiTr um 24,42 Schläge pro Minute (von 88 auf 112,42). Somit ergibt sich im Pulsvergleich für den 3er und 4er SiTr jeweils der zweite Rang.

Als äußerst positiv ist bei der Rettungsmulde das zügige, einfach verständliche Fixierungssystem zu erwähnen. Im Bereich von Treppen kann die Mulde unkompliziert durch den SiTr über die Stufen gezogen werden. Hinsichtlich einer zeitnahen Rettung kann das Transportmittel als gut geeignet eingestuft werden. Negative Aspekte sind im patientenschonenden Transport zu finden. Die Beine des Verunfallten befinden sich aus baulichen Gegebenheiten außerhalb der Mulde, wodurch es zu einem Schleifen über den Boden kommt. Ein mögliches Einklemmen an Kanten kann nicht ausgeschlossen werden. Der größte Mangel ist jedoch in der Kopfstabilisierung zu suchen, die kaum vorhanden ist. Der Kopf hängt im bewusstlosen Zustand nach hinten über und wird beim Aufschlagen auf Stufen oder anderen Unebenheiten stark bewegt. Hierbei können Folgeschäden an der Wirbelsäule nicht ausgeschlossen werden. Der Verunfallte klagte vereinzelnd mittelmäßige Schmerzen im Hals- und Nackenbereich. Aus diesen Gründen ist das Transportmittel unter dem Aspekt der Patientenschonung als nicht geeignet einzustufen.

Der Flaschenkopf ist in der Rettungsmulde ausreichend geschützt. In Bereichen in denen Ex-Atmosphären vorliegen, sollte die Rettungsmulde nicht eingesetzt werden.

Faltschleiftrage

Die Faltschleiftrage konnte in Verbindung mit einem 3er SiTr innerhalb von 300 Sekunden (Überlebenswahrscheinlichkeit 50 %) und im 4er SiTr von 341 Sekunden (Überlebenswahrscheinlichkeit 45,9%) den Verunfallten außerhalb des Gefahrenbereiches transportieren. Unter dem Aspekt einer zeitnahen Rettung kann die Rettungsmulde in Verbindung mit einem 3er SiTr als gut und in Verbindung mit einem 4er SiTr als durchschnittlich bezeichnet werden. Im Gesamtbild ordnet sich die FST jeweils auf dem dritten Rang ein. Vorteilhaft stellte sich hierbei in den Engstellen des Treppenhauses die Klappfunktion der FST heraus, wobei hier das „unbegrenzte“

Klappen auch als unvorteilhaft einzustufen ist. Innerhalb der Engstelle im 1. OG stellten sich Erschwernisse beim Verladen des Verunfallten heraus. Die Fixierung mittels Sicherungsgurte stellte vereinzelnd Schwierigkeiten dar. Der größte Zeitverlust gegenüber anderen Transportmitteln entspricht auch dem Verladungs- und Verpackungsvorgang.

Während der Rettungsmaßnahmen verbrauchte der 3er SiTr 452,73 L und befindet sich somit auf dem vorletzten Rang. Der Vorgang beanspruchte den SiTr auf Schwerstarbeitsebene (92,75 L/min). Im Einsatz eines 4er SiTr befindet sich das Transportmittel über die Einsatzzeit betrachtet mit 396,82 L wieder auf dem vorletzten Rang. Jedoch konnte die zu erbringende Leistung durch eine zusätzliche Einsatzkraft von Schwerst- auf schwere Arbeit (71,27 L/min) deutlich minimiert werden. Im Vergleich des Atemluftverbrauchs kann der 3er SiTr auf dem zweiten und der 4er SiTr auf dem vierten Rang einsortiert werden.

Durch den 3er SiTr wurden 0,57 kg (von 91,30 kg auf 90,73 kg) und durch den 4er SiTr 0,33 kg (von 88,12 kg auf 87,79 kg) Körpergeweicht verloren. Dieses entspricht zum AGT nach 20 Minuten auf einem Laufband einem Vergleichswert von 81,4 % beim 3er SiTr und 47,1 % beim 4er SiTr. Mit diesen Verlustwerten befindet sich der 3er SiTr auf dem vierten und der 4er SiTr auf dem zweiten Rang.

Die Körpertemperaturen stiegen bei den Probanden des 3er SiTr durchschnittlich um 0,53 °C (von 36,43 °C auf 36,97 °C) an. Die Maximalwerte lagen hier bei einer Körpertemperatur von 37,6 °C unterhalb des Toleranzgrenzwertes und eines maximalen Anstieges von kritischen 0,9 °C. Innerhalb des 4er SiTr trat eine Erhöhung der Körpertemperatur um 0,47 °C (von 36,39 °C auf 36,87 °C) ein. Die Maximalwerte lagen in diesem Betrachtungsbereich bei einer Toleranzgrenzwert überschreitenden Körpertemperatur von 38,1 °C und den damit verbunden maximalen Anstieg von ebenfalls kritischen 1,1 °C. Im direkten Vergleich befinden sich beide Truppstärken jeweils auf dem ersten Rang.

Innerhalb des 3er SiTr steigerte sich der Puls zwischen den beiden Messungen um 29,33 (von 80 auf 109,33) und im 4er SiTr um 26,25 Schlägen pro Minute (von 76,33 auf 102,58). Durch die ermittelten Werte ordnet sich der 3er SiTr auf dem vierten und der 4er SiTr auf dem dritten Rang ein.

Wie im oberen Teil beschrieben ist die Klappfunktion der FST als positiv zu bezeichnen. Hier sollte jedoch eine Klappbegrenzung vorgesehen werden, damit der Verunfallte keine vermeidbaren Folgeschäden aus der Rettung erhält. Weiterhin

kann die Ausbuchtung im oberen Teil der FST als positiv bezeichnet werden. Die Atemluftflasche kann darin positioniert werden, wodurch zum einen keine physischen Schmerzen auf den Verunfallten ausgeübt werden können und zum anderen eine weitere Stabilisierung gegen herunter rollen besteht. Als nachteilig können die Sicherheitsgurte bezeichnet werden. Hierbei kam es während des Durchganges im 4er SiTr zu einem Abbruch auf Grund einer Strangulierung des Verunfallten. Der obere Sicherungsgurt befindet sich ggf. zu nah auf Höhe von Kopf bzw. Hals, wodurch bei zu lockerem Fixieren der Verunfallte herunter rutschen und dadurch stranguliert werden könnte. Der Transport mit dem Kopf voraus ist gerade im Bereich der treppenabwärts Bewegung als sinnvoll zu hinterfragen, da bei einem Wegrutschen der Aufschlag zunächst auf dem Kopf ausgeübt werden könnte. Während der Durchgänge wurden durch die jeweiligen SiTr keine Schmerzen geschildert, deren Ursprung auf das Transportmittel zurückgeführt werden könnten. Der Verunfallte hingegen verspürte während des Transportes leichte bis starke Schmerzen an den Beinen sowie im Rücken- und Nackenbereich. Die Ursache hierfür liegt der „unbegrenzten“ Klappfunktion der FST. Durch den SiTr kann diese Funktion nicht durchgehend im Auge behalten werden. Weiterhin könnten die teilweise starken Schmerzen in Rücken- und Nackenbereich durch den frei beweglichen Kopf entstanden sein. Beim Aufschlagen auf den Stufen wurde hier durchgehend eine leichte bis starke Bewegung erkennbar. Aus den aufgeführten Argumenten ist die FST hinsichtlich des patientenschonenden Transportes als durchschnittlich einzustufen.

Der Flaschenkopf der Atemluftflasche ist ausreichend geschützt. In Bereichen mit Ex-Atmosphären sollte der Einsatz der Faltschleiftrage auf Grund der Gefährdung von Funkenschlag unterbunden werden.

Schleifkorbtrage

Die Rettungszeiten der Schleifkorbtrage im 3er und im 4er SiTr befinden sich im Vergleich am Ende der Rangliste. Der 3er SiTr benötigte für die Rettungsmaßnahme 384 Sekunden (Überlebenswahrscheinlichkeit 37,6%) und im 4er SiTr 409 Sekunden (Überlebenswahrscheinlichkeit 35,1%). Aus den vorliegenden Werten kann die Schleifkorbtrage hinsichtlich einer zeitnahen Rettung als durchschnittlich geeignet eingestuft werden. Beim Verladen traten auf Grund der Engstelle vereinzelt leichte Erschwernisse auf. Beim Fixieren des Verunfallten konnten keine nennenswerten

Probleme erkannt werden. Während des Transportes kam es jedoch auf Grund der benannten Sperrigkeit zu deutlichen Erschwernissen im Treppenbereich.
Der Atemluftverbrauch des 3er SiTr befindet sich bei 385,45 L und beim 4er SiTr bei 460 L. Beide Trupp-Varianten leisteten schwere Arbeit (3er SiTr: 57,54 L/min, 4er SiTr: 59,58 L/min). Im direkten Vergleich kann der Gesamtatemluftverbauch des 3er SiTr auf dem zweiten und vom 4er SiTr auf dem vierten Rang eingeordnet werden.
Hinsichtlich des Körpergewichts verlor der 3er SiTr 0,47 kg (von 90,83 kg auf 90,36 kg) und der 4er SiTr 0,39 kg (von 94,37 kg auf 93,98 kg). Somit erreicht der 3er SiTr 67,1 % und der 4er SiTr 55,7 % des von Schopper-Jochum ermittelten Wertes. Mit diesen Werten befindet sich der 3er SiTr auf dem zweiten und der 4er SiTr auf dem dritten Rang der Vergleichstabelle.
Hinsichtlich der Körpertemperatur lag beim 3er SiTr eine Steigerung um 0,67 °C (von 36,37 °C auf 37,03 °C) und im 4er SiTr um 0,62 °C (von 36,76°C auf 37,38 °C) vor.
Die Maximalwerte im 3er SiTr befanden sich im Bereich der Körpertemperatur bei 37,3 °C und einen Anstieg von kritischen 1,2 °C. Der 4er SiTr erreichte eine Maximalkörpertemperatur von 38,3 °C und einem kritischen Anstieg von 1,8 °C.
Mit dem Erreichen von 38,3°C wurde der Toleranzgrenzwert nach ACGIH um 0,3 °C überschritten. Im Gesamtvergleich ordnet sich der 3er SiTr auf dem zweiten und der 4er SiTr auf dem dritten Rang ein.
Der Puls der Probanden erhöhte sich im 3er SiTr um 20,67 Schläge pro Minute (von 77,33 auf 80,00) und im 4er SiTr um 20,08 (von 81,33 auf 101,42). Mit diesen beiden Werten können beide SiTr Varianten auf jeweils auf den ersten Rang eingeordnet werden.
Mit der Schleifkorbtrage konnte der 3er und 4er SiTr den Verunfallten in der Engstelle schwerer verladen. Ebenfalls zeigte sich die Sperrigkeit während des Transports durch das Treppenhaus als erschwerend. Hier musste an den Wendepunkten die Schleifkorbtrage angewinkelt werden. Als positiv ist die leichte Fixierung des Verunfallten zu benennen. Bei diesem Vorgang wurden keine Probleme des SiTr erkennbar. Weiterhin ist äußerst positiv, dass der Verunfallte bei der Schleifkorbtrage mit dem ganzen Körper gerade liegend transportiert werden kann. Bei dem Verunfallten traten während des Transportes leichte bis mittelmäßige Schmerzen im Nackenbereich auf. Der Kopf konnte deutlich besser stabilisiert werden als es bei den anderen getesteten Transportmitteln der Fall war. Problematisch wird jedoch eine Rettung, wenn der Proband vom Fußbrett rutscht

und die Sicherungsgurte (es wird von 4 Sicherungsgurten ausgegangen!) zu locker angelegt wurden. Hinsichtlich der patientenschonenden Rettung kann das Transportmittel als gut geeignet eingestuft werden.
Der Flaschenkopf der Atemluftflasche wird durch die Schleifkorbtrage ausreichend geschützt. In Bereichen mit Ex-Atmosphären sollte das Transportmittel nur getragen eingesetzt werden.

Zusammengefasst kann deutlich festgehalten werden, dass von den getesteten Transportmitteln keines als ideal zur Rettung Treppe abwärts eingestuft werden kann. Zeitlich gesehen befinden sich das Rettungstuch und die Rettungsmulde an den ersten Positionen. Unter dem Gesichtspunkt der Patientenschonung befinden sich das Rettungstuch und die Schleifkorbtrage in der oberen Hälfte der Rangliste. Der Ausbildungszustand in Hinblick auf die Rettungsmittel besitzt gerade bei diesem Szenario einen erheblichen Anteil am Erfolg. Gerade bei der Schleifkorbtrage wurde viel Zeit beim Rücktransport verloren, da die Probanden anfänglich nicht mit dem Anwinkeln des Transportmittels zu Recht kamen. Unter den vorliegenden Umständen ist das Rettungstuch als geeignetstes Transportmittel aus diesem Test hervorzuheben.

Untersuchungsergebnisse Teststufe IV - II Unebene Flächen II

Transportmittel	Zeitnahe Rettung	patientenschonende Rettung
	3er SiTr: gut 4er SiTr: durchschnittlich	durchschnittlich
	gut	nicht geeignet
	3er SiTr: gut 4er SiTr: durchschnittlich	durchschnittlich
	durchschnittlich	gut

Bild 82: Kurzauswertung Ergebnisse Teststufe IV- II

6 Diskussion

In der Diskussion über Erkenntnisse der Abschlussarbeit muss eine Betrachtung der technischen, organisatorischen und personenbezogenen Aspekte vollzogen werden.

Technisch betrachtet bilden die Transportmittel eine wichtige Säule innerhalb des Rettungsvorgangs. Hierbei ergaben sich während der gesamten Versuchsreihe teils größere Eignungsunterschiede. So wurden bereits in den Voruntersuchungen das Spineboard, die Schaufeltrage, das DIN Steckleiterteil, die CSA Wanne und die DIN Krankentrage auf Grund unzureichender geometrischer Bemaßungen oder fehlender Sicherungsgurte aussortiert. Ebenfalls wurde die Bandschlinge aussortiert, da hier der Verunfallte nur mit direktem Bodenkontakt über diesen geschleift werden kann. Alle aussortierten Rettungsmittel bieten keinen ausreichenden Schutz des verunfallten CSA – Trägers hinsichtlich der Faktoren Sekundär- und Materialschäden.

Die in den ersten Testreihen als geeignet eingestuften Transportmittel Rettungstuch Fa. Isotemp, Rettungsmulde Typ Dortmund, Faltschleiftrage und Schleifkorbtrage wurden innerhalb der drei Szenarien untersucht, wodurch sich geringe bis erhebliche Differenzen zwischen den Leistungsmöglichkeiten ergaben.

Im Bereich der zeitnahen Rettung konnten deutliche Zeitunterschiede zwischen den einzelnen Szenarien erkannt werden. So befand sich der Zeitbedarf innerhalb der Rettungsarbeiten von Straßen bei 160 s ± 61 s, für die Rettung aus dem Keller bei 285 s ± 102 s und für die Rettung aus dem 1. OG bei 321 s ± 87 s (Werte jeweils Mittelwert ± s Standardabweichung). In Hinblick auf die Mortalitätszunahme von 10% pro Minute zwischen dem Auftreten eines Kreislaufstillstandes und dem Beginn von lebensrettenden Sofortmaßnahmen kann bei der Rettung von Straßen eine Mortalität von 30% angenommen werden. Bei der Rettung aus dem Keller und aus dem 1. OG muss von einer Mortalität von 50% ausgegangen werden. Hieraus kann deutlich erkannt werden, dass die Rettungsdauer und die damit verbundene Mortalität signifikant mit auftretenden Hindernissen zunimmt.

Unter der Betrachtung von möglichen Sekundärschäden bzw. einer patientenschonenden Rettung erwiesen sich die Transportmittel Rettungstuch Fa. Isotemp, Faltschleiftrage und Rettungsmulde Typ Dortmund als untauglich. Ansatzweise konnte eine Immobilisation des Verunfallten bei der Rettung mittels Schleifkorbtrage erkannt werden.

Zusammengefasst lässt sich die Schleifkorbtrage als geeignetstes Transportmittel der Versuchsreihe herausfiltern, jedoch handelt sich hierbei um keine ideale Lösung. Die Qualität der patientenschonenden Rettung konnte von keinem anderen untersuchten Mittel erreicht werden. Im Bereich der Rettung von Straßen oder aus Kellerbereichen mit Engstellen konnte die Schleifkorbtrage zeitlich gute Werte erreichen. Im dritten Szenario mit erhöhten Engstellen ergaben sich auf Grund der Sperrigkeit Erschwernisse beim Abtransport. Diese könnten nach Auffassung des Autors durch eine angepasste Ausbildung nicht beseitigt, jedoch minimiert werden. Eine Kurzübersicht über die Eignung der jeweiligen Transportmittel befindet sich im Anhang I.

Die im Ausblick vorgestellte SK 250 könnte in ihrem Aufbau jedoch ein effektiveres Transportmittel darstellen. Der durchgeführte Versuch mit einem verunfallten 110 kg CSA Träger und einem 4er SiTr zeigte eine gute Eignung bei der Rettung aus dem 1. OG. Die Engstellen aus denen die erhöhten Erschwernisse bei der Schleifkorbtrage ausgingen, konnten hiermit zeitnaher umgangen werden. Hier müssen weitere Untersuchungen durchgeführt werden.

Unter dem organisatorischen Aspekt sind die Stärke des Sicherungstrupps sowie die möglichen Einsatzzeiten zu betrachten.

Die Personalstärke steht in Abhängigkeit zu den Belastungen während der Rettungsmaßnahmen. Es konnte an Hand der dokumentierten Werte hinsichtlich von Atemluftverbrauch, Körpergewichtsverlust, Körpertemperatur- und Pulserhöhung eine geringere Belastung der einzelnen Probanden im 4er SiTr erkannt werden. Beim Verladen und Verpacken eines Durchschnittsfeuerwehrmanns (SB) zeigten die Video- und Fotodokumentationen, dass zwischen zwei und drei Einsatzkräfte als ausreichend bezeichnet werden können. Während des Rückwegs wurde jedoch deutlich, dass eine vierte Einsatzkraft als hilfreich anzusehen ist. Definitiv lässt sich die Belastung des SiTr mit dem eingesetzten Transportmittel maximieren oder minimieren.

Durch die ermittelten Werte der jeweiligen Probanden in 3er und 4er SiTr muss davon ausgegangen werden, dass die in Kapitel 2.2.1 erwähnte Einsatzdauer von circa 30 Minuten durch den SiTr voraussichtlich nicht erreicht werden kann. Im Durchschnitt lag der Atemluftverbrauch pro Minute um 100 L, woraus sich eine maximale Einsatzzeit von 16 Minuten unter kontinuierlich anhaltender

Leistungsschwere bedeuten würde. Aus den ermittelten Durchschnittswerten der Körpertemperaturerhöhung (3er SiTr: 0,70 °C, 4er SiTr: 0,53 °C), des Körpergewichtverlustes (3er SiTr: 0,43 kg, 4er SiTr 0,36 kg) und der Pulserhöhung (3er SiTr: 26,93 Schläge pro Minute, 4er SiTr: 23,22 Schläge pro Minute) bei der durchschnittlichen Einsatzzeit (3er SiTr: 283 Sekunden, 4er SiTr: 247 Sekunden) muss die Realisierung der 30 min (=1800 Sekunden) stark angezweifelt werden.

Unter den personenbezogenen Aspekten muss der Ausbildungsstand der Probanden betrachtet werden. Hierbei kann keine einheitliche Ausbildung im Umgang mit Transportmitteln und taktischen Kenntnissen festgestellt werden. Während der Versuchsdurchgänge wurde jedoch erkennbar, dass sich die Probanden hinsichtlich ihrer Leistung im Durchschnitt kontinuierlich verbesserten. Es konnte auch festgestellt werden, dass ein medizinisches Hintergrundwissen während der Rettungsmaßnahmen durchschnittlich nur minimal vorhanden war oder nicht bedacht worden ist.

7 Ausblick

Die niedergeschriebenen Daten und Ergebnisse stellen den aktuellen Stand der Technik dar. Als Ausblick sollen in diesen Kapitel Alternativen zu aktuellen Vorgehensweisen dargelegt werden.

7.1 Neue Rettungsmittel

Zu den untersuchten Transportmitteln stellt das Haz – Mat Decontinable Sked® Rettungssystem eine gute Alternative dar. Temporär sind dem Autor die Halbschleiftrage (Bild 83 links) und die SK 250 (Bild 83 rechts) bekannt. Die Halbschleiftrage ist auf Grund der zu geringen Länge nicht zur Rettung eines verunfallten CSA Träger geeignet, da hier eine vermeidbare zusätzliche mechanische Belastung des Schutzanzuges im Beinbereich vorliegen würde.

Die SK 250 besitzt mit ihren geometrischen Maßen genügend Platz für einen CSA Träger. Bei der Verwendung auf ebenen Flächen ist es ausreichend, wenn der Verunfallte ohne Fixierung auf das Transportmittel gelegt wird. Der Transport kann ziehend oder tragend durchgeführt werden. In unebenen Flächen muss die SK 250 geschlossen werden, wodurch der Verunfallte von den Seiten eingehüllt wird. Vorteilhaft ist hierbei die unterschiedliche Farbkennzeichnung von Sicherungs- und Zuggurten zu benennen. Die Zuggurte am Kopfende sind rot, die Sicherungsgurte mittig sind schwarz und um den Beinbereich weiß gefärbt. Mittig befinden sich drei Sicherungsgurte mit deren Festziehen sich die Seitenwände anheben.

Bild 83: Neue Transportmittel (links: Halbschleiftrage, rechts: SK 250)

Der Verpackungsvorgang wird auf Grund des auf Bild 84 (links) zu erkennenden Zweihandsystems für den CSA Träger deutlich vereinfacht. Durch das aus Kunststoff

bestehende Material wird der Flaschenkopf der Atemluftflasche ausreichend geschützt. Der Kopf des Verunfallten wird eingeschränkt stabilisiert.

Bild 84: SK 250 (links: Zweihandsystem, rechts: eingerollte Darstellung)

Die SK 250 wird durch den SiTr wie auf Bild 84 (rechts) zusammengerollt zur Unfallstelle getragen. Vor Ort wird diese ausgerollt und durch kurzzeitige Biegungen an Kopf- und Fußende in einen geraden Zustand gebracht.

In einem Kurzversuch wurde unter Schutzanzügen der Form 2 (siehe Kapitel 6.2) die Halbschleiftrage von der BF Frankfurt / Main getestet. Hierbei sollten neben den Schutzanzügen auch das Handling mit dem Transportmittel verglichen werden. Dieser Vergleich wurde durchführbar, da sich die Eigenschaften zwischen Halbschleiftrage und SK 250 stark ähneln. Auf den äquivalenten Rettungsszenarien wurden ein 2er SiTr und ein 4er SiTr mit Personal, das bereits unter CSA diese Versuchsreihe durchgeführt hat, eingesetzt. Die Halbschleiftrage ließ sich während der Versuche einfach über den Boden schleifen (siehe Bild 85 links). Der Verladungs- und Verpackungsvorgang konnte ebenfalls zeitnah durchgeführt werden. Die in den primären Versuchen teilweise festgestellten Erschwernisse beim Festziehen der Sicherungsgurte wurden in der einmalig getesteten SK 250 durch das bereits erwähnte Zweihandzugsystem nicht auffällig. Im Versuch mit der SK 250 unter schwerer HuPF-Bekleidung konnte belegt werden, dass der Verunfallte innerhalb des Transportmittels sicher fixiert werden kann. Die Seiten umschließen den Verunfallten in Abhängigkeit zur Körperbemaßung (siehe Bild 85 rechts). Während der Rettung Treppe ab konnte kein Aufschlagen der Atemluftflasche vernommen werden. Trotz der vergleichbaren geometrischen Maße der Schleifkorbtrage konnten Engstellen deutlich leichter durchlaufen werden.

Bild 85: Versuche neue Rettungsmittel (links: Halbschleiftrage, rechts: SK 250)

Durch die Probanden des SiTr wurde eine gute Handhabung beschrieben. Es lagen truppintern weder im 2er und 4er SiTr (Halbschleiftrage), noch im 4er SiTr (SK 250) körperliche Überbelastungen oder Schmerzen vor. Der verunfallte Proband schilderte ebenfalls keine physischen Probleme.

Die SK 250 lag stellt einzige Transportmittel mit verschiedenen farblichen Kennzeichnungen an Sicherungs- und Zuggurten dar. Nach Auffassung des Autors sollte hier jedoch weiterführend auch eine farbliche Differenz zwischen den einzelnen Sicherungsgurten, wie auf Bild 86 zu erkennen ist, ergänzt werden. Mit diesen Farbunterschieden kann die Verpackungszeit und das Verwechslungsrisiko, welches in der gesamten Versuchsreihe zeitweise auftrat, minimiert werden.

Bild 86: Farbkennzeichnung Sicherungsgurte Quelle: BF Eberswalde (BB)

7.2 Neue Schutzanzüge

Um die Belastungen auf den SiTr zu minimieren ist neben dem Aspekt des Transportmittels auch der Aspekt der Schutzausrüstung zu betrachten. Im Bereich von nicht gasförmigen Stoffen bestehen bereits Alternativen durch Schutzanzüge der Körperschutzform 2. Um dieses Manko zu beseitigen wird durch die Werkfeuerwehr

BASF Ludwigshafen aktuell ein leichter fremdbelüfteter gasdichter CSA entwickelt. Ein Tragen des Schutzanzuges in Verbindung mit umluftunabhängigen Atemschutzgeräten soll auch möglich sein. Als Zielsetzung ist der Abschluss der Entwicklungen und Trageversuche für das Ende des Jahres 2010 gesetzt.[16]

Bei dem Großteil der Einsätze mit gefährlichen Stoffen und Gütern handelt es sich jedoch um nicht gasförmige Stoffe[17], weshalb dort unter Beachtung der Beständigkeitsliste Schutzanzüge der Körperschutzform 2 getragen werden können.

In einer Kleinversuchsreihe mit der Halbschleiftrage wurden die Schutzanzüge Tychem® F und MT 94 auf deren Tragekomfort untersucht.

7.2.1 Tychem ® F

In die beschriebene Versuchsreihe wurden die Schutzanzugsorten Tychem® IF und II F eingesetzt. Die beiden Schutzanzüge sind nach folgenden Normen zertifiziert:

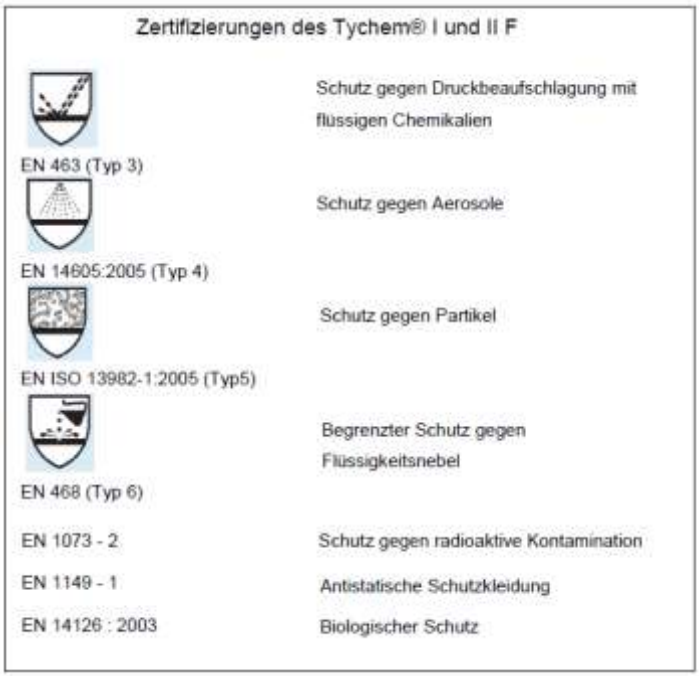


Bild 87: Zertifizierungen Tychem® I und II F

Der Schutzanzug kann bei circa 80 % aller Einsätze im THL- und Gefahrenbereich durch Einsatzkräfte getragen werden. Die Grenzen des Schutzanzuges befinden sich in Einsatzlagen mit gasförmigen Stoffen sowie in Bereichen, in denen

[16] Informationen aus dem Email-Verkehr mit Herrn Fiedler (WF BASF) erhalten [29.09.2009]

[17] Informationen aus dem Email-Verkehr mit Herrn Dahlhaus (3 S Arbeitsschutz) [20.08.2009]

leichtentzündliche Atmosphären vorliegen. In den Temperaturbereichen von – 72 °C bis 98 °C sind die Schutzanzüge beständig. Bei Umgebungstemperaturen darunter bzw. darüber beginnen sich die Nähte zu öffnen. Der Anzugdicke beträgt 0,235 mm und besitzt eine Reißfestigkeit von 22,9 N bis 28,1 N. Die Innenseite des Schutzanzuges ist im Gegensatz zur Außenseite antistatisch.

Der Anschaffungspreis eines Overalls ist kostengünstiger als eine Feinreinigung des CSA Vollschutzanzuges. Ein Waschen des Tychem ® F Schutzanzuges sollte nicht durchgeführt werden, da hierbei die Eigenschaften des Anzuges verändert werden können. Der Unterschied zwischen Tychem I F und II F befindet sich im Aufbau des Schutzanzuges, der sich in Form der Spezialgesichtsmanschette beim Typ II F (siehe Bild 88) ergibt. Durch diese Manschette wird ein höherer Dichtungsgrad erreicht. Der Einstieg in den Schutzanzug wird bei beiden Anzugsformen am Rücken ermöglicht. Die Handschuhe befinden sich am Anzug. An den Füßen befinden sich bei den Versuchsanzügen Füßlinge, auf Wunsch können hier jedoch auch bereits Stiefel befestigt werden.

Bild 88: Tychem® I F (links) und II F (rechts) Quelle: 3 S Arbeitsschutz

7.2.2 MT 94

Ein weiterer leichter Schutzanzug ist der MT 94 (Bild 89) des Unternehmens LION Apparel. Dieser Schutzanzug ist temporär in Deutschland noch nicht genormt, wird jedoch bereits bei einigen Feuerwehren in den Vereinigten Staaten und Großbritannien von den Einsatzkräften getragen. Dort ist der Schutzanzug nach NFPA 1994 / Klasse 2 und NFPA 1992 zertifiziert.

Der Anzug besteht von Innen und Außen aus DuPont™ Nomex® Material, zwischen dem sich ein leichter PFTE Film befindet. Somit wird das Eindringen von Gefahrstoffen im festen und flüssigen Aggregatzustand verhindert.

Bild 89: MT 94 Quelle: LION Apparel

Der Schutzanzug umfasst den ganzen Körper der Einsatzkraft und kann durch eine Öffnung am Rücken bestiegen werden. Diese Öffnung wird durch einen Reißverschluss geschlossen, welcher durch einen Schutz nicht direkt durch Spritzer und ähnliches kontaminiert werden kann. Das Atemluftgerät wird auf dem Rücken, außerhalb des Schutzanzuges getragen. Die zu tragenden Schutzstiefel sind nicht am Anzug angebracht, sondern müssen über die fest eingearbeiteten Socken gezogen werden. Um die Breite an Bauch-, Hand- und Beinbereich geringfügig zu minimieren verfügt der MT 94 über einen Gummizug. Weiterführend befindet sich auf der Brust eine Tasche zum Verstauen eines Handfunkgerätes. Durch die dünnen Schutzhandschuhe ist ein Bedienen einfacher, hier muss jedoch der Aspekt einer Kontamination beachtet werden.

Nach dem Tragen des Schutzanzuges kann dieser wieder verwendet und gewaschen werden. Als Voraussetzung gilt jedoch, dass keine Dekontamination und keine Defekte vorhanden sind.

Durch die drei Probanden wurde geschildert, dass der Tragekomfort deutlich besser gegenüber dem impermeablen Chemikalienschutzanzug ist. Durch alle Probanden wurden jedoch Probleme mit den fest im Anzug integrierten Übersocken geschildert. Hier fand während der gesamten Rettungsmaßnahmen und Pausen eine Beeinträchtigung beim Laufen statt.

Durch den Einsatzleiter sollte je nach Einsatzlage eine Alternative zum CSA Form 3 ins Kalkül gefasst werden. Besteht auf Grund der Rückhaltung der vorhandenen

Stoffe die Möglichkeit auf einen der erwähnten Schutzanzüge zu wechseln, bedeutet dies eine geringere Belastung der Einsatzkräfte. Aus dieser niedrigeren Belastung ergibt sich eine höhere Leistungsmöglichkeit des Personals. Neben der gesteigerten Leistungsfähigkeit des Trupps wird die im CSA Form 3 stark eingeschränkte Bewegungsfreiheit minimiert. Es bieten sich für den SiTr bessere Möglichkeiten zum Agieren, der bekannte Aufbläheffekt der bei jedem CSA während der Rettungsmaßnahmen erkennbar wurde, tritt in diesem Schutzanzug nicht auf.

7.3 Optimierung im Feuerwehrwesen

Neben den technischen Maßnahmen im Feuerwehreinsatz sollten hinsichtlich der Einsatztaktik und deren Schulung Optimierungen durchgeführt werden.

Um eine einheitliche Ausbildung zumindest auf Bundeslandebene erreichen zu können müsste in der FwDV 2 und FwDV 500 theoretische und praktische Unterrichtseinheiten zum Thema „CSA Notfalltraining“ gefordert werden. Diese Forderung ist jedoch detaillierter zu beschreiben als das „AGT Notfalltraining“ aus der FwDV 7. Ausbildungsziel muss die bestmöglichste Vorbereitung der Auszubildenden auf einen CSA - Notfall sein. Weiterführend sollte neben der einmaligen Ausbildung zum CSA - Träger mindestens einmal jährlich ein Seminar zum Thema „CSA - Notfallsituationen“ durchgeführt werden. In diesem Seminar müsste ein kurzer Theorieblock, der über die aktuellen Standardeinsatzregeln (SER) informiert sowie über einen Praxisblock in dem die Rettung eines Verunfallten aus drei Ebenen geschult und trainiert wird, enthalten sein. Hier könnte als Sekundäreffekt zugleich der jährlich nach FwDV 7 vorgeschriebene CSA Gang absolviert werden. Weiterführend sollte in diesem Seminar eine Erste Hilfe Auffrischung zum Verhalten bei CSA - Notfällen durchgeführt werden.

Schaber und Gerner (2002) beschreiben durch die prägnanten Gründe

1. Führer, die nicht führen
2. Vorgesetzte, die Regeln missachten
3. Feuerwehrleute, die dumme und gefährliche Sachen tun

die Ursache für wiederholte Unfälle mit verletzten oder tödlichen Ausmaß unter Einsatzkräften im allgemeinen Einsatzgeschehen. Diese Unfallquellen können und müssen durch die beschriebene Aus- und Weiterbildung vermieden werden. Lusa et. al (1994) berichten, dass die körperliche Belastung im Feuerwehreinsatz

unabhängig vom Alter und der Einsatzerfahrung ist. Motohashi und Takano (1985) erklären die physiologischen und psychologischen Reaktionen des Organismus einer Einsatzkraft auf den Einsatzstress alters- und erfahrungsabhängig sind. Als Ausbildungsziele hinsichtlich der menschlichen Psyche sind hierbei die Ausbildung im Umgang mit außergewöhnlichen und extremen Lagen (z.B. CSA Notfall im Kellerbereich eines chem. Industriegebäudes), Ausbildung für bedrohliche Situationen, Vermittlung mentaler Techniken, sowie abschließend Kenntnisse über Stress-Vorwarnsymptome zu setzen (Ungerer, 1999).

Zusammengefasst muss innerhalb der Feuerwehren eine regelmäßige Ausbildung im Bereich der Notfallrettung eigener Einsatzkräfte erfolgen, in denen Einsatztaktik aber auch der medizinische Bereich behandelt wird. Die Rettungszeiten sowie das Risiko von Sekundärschäden würden sich hierdurch deutlich minimieren lassen. Während der Versuchsreihen wurde nur in wenigen Fällen eine ansatzweise wirbelsäulenschonende Rettung durch die Probanden erkennbar. Eine Immobilisation des Patienten zum Abtransport wurde noch weniger durchgeführt. Im Bereich der Sekundärschädigung müssen standardisierte Rettungstechniken, wie das Immobilisations- und Lagerungsmanöver, geschult werden. Neben den technischen Änderungen am Chemikalienschutzanzug würde die Schulung der Rettungstechniken Log-Roll und Lift-and-Slide Manöver ebenfalls zu einer zügigeren Rettungszeit beitragen.

Um eine einheitliche Ausbildung gewährleisten zu können, muss eine Umsetzung dieser Forderungen durch die Verbände der Feuerwehr in FwDV und SER umgesetzt werden.

Abschließend kann festgehalten werden, dass diese Bachelor Thesis den Anfang zur Handlungsoptimierung im CSA – Notfall darstellt, jedoch weitere Untersuchungen im Bereich Rettungstechnologien und Einsatztaktiken erfolgen müssen.

Quellenverzeichnis

Amann, K.; Kausch, A. – N. (2003): *Praxisanforderung an Atem- und Körperschutzausstattung zur Bekämpfung von Chemieunfällen,* Zivilschutz – Forschung Band 35

Bachmann, U. (2007): *Die Persönliche Schutzausrüstung des Bundes*, Biologische Gefahren I, Druckpartner Moser Druck + Verlag GmbH: S. 600 - 611

Bresser, G.; Fuchs, E. (2007): *Handbuch für das Grubenrettungswesen im Steinkohlebau*, VGE Verlag GmbH: S. 96 – 111

Brütsch, S.; Mönch, U. (2002): *Einsatzverpflegung*, Die roten Hefte 71: S. 31 – 32

Callans, D. J. (12.08.2004): *Out-of-Hospital Cardiac Arrest – The Solution Is Shocking,* The New England Journal of Medicine: S. 632 - 634

Cimolino, U.; Aschenbrecher, D.; Lembeck, T.; Südmersen, J. (2004): Rettungshilfsmittel bzw. – verfahren, Atemschutz. ecomed – Verlag: S. 321- 332

DuPont (2006): *Tyvek® und Tychem® Schutzkleidung – Technischer Leitfaden*

Eulenburg, P. R. (1995): *Umluftunabhängige Atemschutzgeräte (Isoliergeräte)*, Grundlagen des Atemschutzes. Kohlhammer Verlag: S. 66 -86

Eulenburg, P. R. (1995): *Physiologie des Atemvorganges*, Grundlagen des Atemschutzes. Kohlhammer Verlag: S. 12 - 17

Ferno GmbH (2009): *Informationsmaterial Korbtragen Modell 71 / 71 S / 71 SS*

Fiedler, S.; Helt, J. (2009): *Mehr Sicherheit im Gefahrguteinsatz: neue Chemikalieneinwegschutzanzüge*. Brandschutz – Zeitschrift 09: S.718 – 720

Finteis, T et. al.(2002): *Stressbelastung von Atemschutzgeräteträgern bei der Einsatzsimulation im Feuerwehr - Übungshaus Bruchsaal Landesfeuerwehrschule Baden – Württemberg*. STATT – Studie

Feuerwehr- und Katastrophenschutzschule Rheinland – Pfalz (2004): *Teilnehmerheft Lehrgang „ Chemikalienschutz – Atemschutzgeräteträger*“: S. 2 – 36

FwDV 2 (2003): *Ausbildung der Freiwilligen Feuerwehren* http://www.lvff-berlin.de/documents/fwdv_2.pdf

FwDV 7 (2007): *Atemschutz* http://www.idf.nrw.de/service/downloads/pdf/fwdv7.pdf

FwDV 100 (2000): *Führung und Leitung im Einsatz.* Die roten Hefte 100, Kohlhammer Verlag

FwDV 500 (2003): Die Einheit im ABC – Einsatz. Die roten Hefte

Glitz Dr., J. K. (1985): *Anforderungsprofil für schwere Chemikalienschutzanzüge.* http://www.innovations-report.de/html/berichte/medizin_gesundheit/bericht-4147.html

Gihl, M. (1973): *Untersuchungen der Pulsfrequenz beim Tragen von Atemschutzgeräten*. Drägerheft 292: S. 32 – 36

Hettinger, T.; Müller B. H. (1991): *Belastung und Beanspruchung durch Wärmestrahlung bei unterschiedlicher Effektivtemperatur und Arbeitsschwere.* Schriftreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz

Hoefs, T. E. (2006): *Konzipierung einer einsatzorientierten Atemschutzausbildung für Freiwilligen Feuerwehren.* Diplomarbeit, Fachgebiet MSU, Universität Wuppertal

Kirsch, K.; Vogt – Kirsch, C. (1985): *Einsatzgrenzen des Menschen beim Tragen von Atemschutz und Schutzausrüstungen*. Arbeitsmed Sozialmed Präventmed 20: S. 173 – 176

Klein, J. (2002): *Gefahrguteinsatz*. Die roten Hefte 36 b, Kohlhammer Verlag

Kleist, P.; Joost, W.; Kirstein, T.; Prell, D.(2009): *Berliner Feuerwehr: Einrichtung einer Atemschutz – Notfall – Trainierten Staffel.* Brandschutz – Zeitschrift 09: S. 698 - 704

Klingsohr, K. (1991): *Atemschutzgeräte*, Atemschutz. Die roten Hefte 15, Kohlhammer Verlag

Kühlar, A. (2007): *Dekontamination*. Die roten Hefte 88, Kohlhammer Verlag

Landesfeuerwehrschulen Niedersachen Celle und Loy (2008): *Lehrgangsunterlagen Atemschutzgeräteträger*: S. 4 – 7

Lehder, G.; Skiba, R. (2005): *Taschenbuch Arbeitssicherheit*. Erich Schmidt Verlag: S. 25 - 26

Lion Apparel (2005): *User Introduction*. Safety and Training Guide MT 94

Lüssenheide, B. (24.07.2009): *Atemschutznotfall – Wie geht es jetzt weiter?*. http://www.atemschutzunfaelle.de/analyse.html#schema

Lüssenheide, B. (2004): *Notfallrettung Atemschutz – Teil 7 Crashrettung.* UB - Feuerwehr 10: S. 70

Lüssenheide, B.; Südmersen, J. (2004): *Notfallrettung Atemschutz – Teil 1 Unfall- und Todesursachen*. UB – Feuerwehr 03: S. 43 - 44

Nobis, J.; Volkmar, G.(2009): *Das neue Sicherheitstruppkonzept der Feuerwehr Düsseldorf.* Brandschutz – Zeitschrift 10: S. 802 – 811

Nöcker, U. (2002): *Fitness bei Atemschutzgeräteträgern*. Drägerheft 04: S.12 - 15

Reeker, C.; Steinhard, A.; Hinterscheid, U. (2008): *Stressbewältigung beim Atemschutznotfall: Das Einsatzkonzept der Feuerwehr Wuppertal*. Brandschutz – Zeitschrift 02: S. 105 – 111

Recue Tec GmbH & Co KG (n.b.): *Bedienungsanleitung Rescue Tec Rettungsmulde Dortmund*

Reum Dr. – med., P. - J. (1970): *Einführung in die Physiologie des Menschen. Grundfragen der Arbeitsphysiologie für die Einsatzkräfte der Feuerwehr bei der Vorbereitung und Durchführung der Brandbekämpfung.* Studienmaterial für das Fachhochschulstudium der Fachrichtung Brandschutz, Fachhochschule des Ministeriums des Inneren – Feuerwehr Heyrothsberge: S. 63 - 72

Rodewald, G.; Heuschen, R. (2002): *Ausrüstung der Einsatzkräfte*. Gefährliche Stoffe und Güter: S. 118 – 132

Schaffstädter, K. (1995): *Schutzkleidung gegen gefährliche Stoffe*. Handbuch der Feuerwehrausrüstung, Kohlhammer Verlag

Schott, L.; Ritter, M. (1994): *Chemikalienschutzanzüge*. Die Feuerwehr im Gefahrguteinsatz, S&W Druckerei und Verlag GmbH: S. 203 – 221

Schwarz, M.; Wydra, G. (2009): *Sind hauptamtliche Feuerwehrleute tatsächlich >> fit for Firefighting<<?*. Brandschutz – Zeitschrift 02: S. 116 - 120

Seidel, H. (1989): *Begriffe, Kurzzeichen, grafische Symbole des deutschen Feuerwehrwesens*. Die roten Hefte 53, Kohlhammer Verlag

Schmidtchen, U.; Winter, S. (2009): *CSA Träger in Wasser! – Welche Rettungsmöglichkeiten bestehen?*. Brandschutz – Zeitschrift 04: S. 253 – 256

Ungerer, D. (1999): *Streß und Streßbewältigung im Einsatz*. Die roten Hefte 70, Kohlhammer Verlag

Unfallkasse Feuerwehr Niedersachsen (2007):*Atemluft – Flaschenventile*. FUK Info – Blatt

Valenzuela, T. D. et al. (26.10.2000): O*utcomes Of Rapid Defibrillation By Security Officers After Cardiac Arrest In Casinos*. The New Enlgand Journal of Medicine: S.1206 - 1209

vfdb – Richtlinie 0806 (2005): *Auswahl von Schutzanzügen gegen Infektionserreger für Einsatzaufgaben bei den Feuerwehren*

vfdb – Richtlinie 0801 (2007): *Auswahl von Chemikalienschutzanzügen bei den Feuerwehren*

Weich, A.; Weich, R. (2004): *Einsatzmöglichkeiten von Bandschlingen*. http://www.atemschutzunfaelle.de/download/bandschlinge_weich.pdf

Weich, R.; Bornhövd; A. (2008): *Dräger Rettungspack – System RPS 3500 – In der Anwendung*. http://ruedigerbach.ru.funpic.de/dl/Draeger-RPS3500-Kundenpraesentation.pdf

Weich, A.; Cimolino, U. (2008): *Schnell – Einsatz – Team für den Atemschutzeinsatz: Eine Maßnahme zur Erhöhung der Sicherheit an großen Einsatzstellen*. Brandschutz – Zeitschrift 03: S. 173 - 183

Abbildungsverzeichnis

Bild 1: Kontaminationsschutzhaube 4
Bild 2: Schutzanzüge Form 2 (links: KSA,Mitte:Infektions-, Flüssigkeitsschutzanzug) 5
Bild 3: impermeabler CSA 7
Bild 4: CSA Schichtenaufbau Bsp: Auer – Vautex 8
Bild 5: Materialaufbau CSA 9
Bild 6: Einsatzzeit CSA - Träger gemäß FwDV 500 12
Bild 7: Beispiel Gewicht CSA Träger 14
Bild 8: Atemluftverbrauch-Arbeitsschwere 15
Bild 9: Auswirkungen Heat-Stress auf Fehlerwahrscheinlichkeit 15
Bild 10: Unfallzahlen Feuerwehr 2004-2007 NRW 17
Bild 11:Zusammenhang Leistungsfähigkeit – Stressniveau 18
Bild 12: Dekonplatz (links schwarzer Bereich, rechts weißer Bereich) 20
Bild 13: Bandschlinge 21
Bild 14: Bandschlingen - Anwendungsmöglichkeiten 22
Bild 15:Rettungstuch Fa. Isotemp 23
Bild 16:Rettungsmulde Typ Dortmund 24
Bild 17:Schaufeltrage 25
Bild 18: Verpacken Schaufeltrage 26
Bild 19: Aufbau Faltschleiftrage 27
Bild 20: Spineboard (links: Gesamtansicht, rechts: Autogurt – Verschluss) 28
Bild 21:Fast-Rep Begurtung, Quelle: Ferno 28
Bild 22: DIN - Krankentrage (links: Gesamtansicht, rechts: Ösen - Aufnahme) 30
Bild 23: Schleifkorbtrage (links: Gesamtansicht, rechts: Steckverschluss) 30
Bild 24: CSA - Wanne 31
Bild 25: DIN Steckleiterteil A 32
Bild 26: Das "4 – Stufen - Konzept" 34
Bild 27: Zeitmesspunkte 37
Bild 28: Bandschlinge Teststufe II (links: Fixierung, rechts: Schleifvorgang 38
Bild 29: Rettungstuch Teststufe II (links: Fixierung, rechts: 90° Test) 39
Bild 30: Fixierung Teststufe II Rettungsmulde 40
Bild 31: Schaufeltrage Teststufe II (links: Lagerung, rechts: 90 ° Test) 40
Bild 32: Fixierung Teststufe II Faltschleiftrage 41
Bild 33: Spineboard Teststufe II (links: Verpacken, rechts: 90° Test) 41

Bild 34: DIN - Krankentrage Teststufe II (links: Verpacken, rechts: 90° Test) 42
Bild 35: Schleifkorbtrage Teststufe II (links: Verpacken, rechts: 90° Test) 42
Bild 36: CSA - Wanne Teststufe II (links: Lagerung, rechts: 90° Test) 43
Bild 37: DIN - Steckleiterteil Teststufe II (links: Lagerung, rechts: 90 ° Test)..... 43
Bild 38: Rettungstuch Teststufe III (links: Verladen, rechts: Überforderung SiTr)..... 45
Bild 39: Rettungsmulde Teststufe III (links: Verpacken, rechts: Rückweg) 46
Bild 40: FST Teststufe III (links: Verladen, rechts: fehlerhafter Rückweg)..... 46
Bild 41: Schleifkorbtrage Teststufe III (links: Verpacken, rechts: Rückwe) 47
Bild 42: Rettungszeiten - 3er SiTr Ebene Flächen..... 47
Bild 43: Rettungstuch Teststufe III 4er (links: Rücktransport, rechts: Fixierung)..... 48
Bild 44: Rettungsmulde Teststufe III 4er (links: Verladen, rechts: Rückweg)..... 49
Bild 45: FST Teststufe III 4er (links: Verladen, rechts: Rückweg)..... 50
Bild 46: Schleifkorbtrage Teststufe III 4er (links: Verpacken, rechts: Hineinheben).. 51
Bild 47: Rettungszeiten - 4er SiTr Ebene Flächen..... 51
Bild 48: Atemluftverbrauch - SiTr Ebene Flächen..... 52
Bild 49: Körpergewichtsverlust - SiTr Ebene Flächen..... 52
Bild 50: Körpertemperaturanstieg - Ebene Flächen..... 53
Bild 51: Pulsanstieg - SiTr Ebene Flächen 54
Bild 52: Kurzbeurteilung Ergebnis Teststufe III..... 61
Bild 53: Rettungstuch Teststufe IV-I (links: Verpacken, rechts: Rückweg 62
Bild 54: Rettungsmulde Teststufe IV- I (links: Verpacken, rechts: Rückweg) 63
Bild 55: FST Teststufe IV - I (links: Verpacken, rechts: Rückweg)..... 64
Bild 56: Schleifkorbtrage Teststufe IV - I 3er (links: Verpacken, rechts: Rückweg) .. 65
Bild 57: Rettungszeiten - 3er SiTr Unebene Flächen I..... 65
Bild 58: Rettungstuch Teststufe IV - I 4er (links: Verpacken, rechts: Rückweg) 66
Bild 59: Rettungsmulde Teststufe IV - I 4er (links: Abbruch, rechts: Rückweg)..... 67
Bild 60: FST Teststufe IV - I 4er (links: falsche Anwendung, rechts: Rücktransport) 68
Bild 61: Schleifkorbtrage Teststufe IV - I 4er (links: Fixierung, rechts: Rückweg)..... 69
Bild 62: Rettungszeiten - 4er SiTr Unebene Flächen I..... 69
Bild 63: Atemluftverbrauch - SiTr Unebene Flächen I..... 70
Bild 64: Körpergewichtsverlust SiTr Unebene Flächen I..... 70
Bild 65: Körpertemperaturanstieg SiTr Unebene Flächen I 71
Bild 66: Pulsanstieg - SiTr Unebene Flächen I 72
Bild 67: Kurzbeurteilung Ergebnisse Teststufe IV - I 79

Bild 68: Rettungstuch Teststufe IV - II (links: Transport, rechts: Kopfbewegung) 81
Bild 69: Rettungsmulde Teststufe IV - II (links: Rückweg Treppe, rechts: Engstelle) 82
Bild 70: FST Teststufe IV - II (links: Verladen, rechts: Rückweg) 83
Bild 71: Schleifkorbtrage Teststufe IV - II (links: Wendung, rechts: Engstelle) 83
Bild 72: Rettungszeiten - 3er SiTr Unebene Flächen II 84
Bild 73: Rettungstuch Teststufe IV - II 4er (links: Wendevorgang, links: Rückweg) .. 85
Bild 74: Rettungsmulde Teststufe IV - II 4er (links: Verladen, rechts: Wenden) 86
Bild 75: FST Teststufe IV - II 4er (links: Abbruch, rechts: Verladen) 87
Bild 76: Schleifkorbtrage Teststufe IV – II 4er (links: Engstelle, rechts: „Treppe ab“) 88
Bild 77: Rettungszeiten 4er SiTr Unebene Flächen II 88
Bild 78: Atemluftverbrauch - Unebene Flächen II 88
Bild 79: Gewichtsverlust - Unebene Flächen II 89
Bild 80: Körpertemperaturerhöhung Unebene Flächen II 90
Bild 81: Pulserhöhung SiTr Unebene Flächen II 90
Bild 82: Kurzauswertung Ergebnisse Teststufe IV- II 98
Bild 83: Neue Transportmittel (links: Halbschleiftrage, rechts: SK 250) 102
Bild 84: SK 250 (links: Zweihandsystem, rechts: eingerollte Darstellung) 103
Bild 85: Versuche neue Rettungsmittel (links: Halbschleiftrage, rechts: SK 250) .. 104
Bild 86: Farbkennzeichnung Sicherungsgurte 104
Bild 87: Zertifizierungen Tychem® I und II F 105
Bild 88: Tychem® I F (links) und II F (rechts) 106
Bild 89: MT 94 107

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Beständigkeit CSA Form 3 7

Glossar

Ansprechdruck	Minimaldruck, bei dem eine Meldung (z.B. elektronisch) erfolgt
Atemschutzgerät	Gerät zum Schutz gegen Atemgifte und / oder Sauerstoffmangel
Atemschutzanschluss	Verbindung zwischen dem Atemschutzgerät und der Atemschutzmaske.
Atemschutzgeräteträger	Eine Einsatzkraft der Feuerwehr die körperlich und geistig zum tragen von Atemschutzgeräten geeignet ist
Atemschutzmaske	Schütz vor Atemgiften. Es wird unterschieden in Vollmaske (Gesicht komplett umschließend) und Halbmaske (umschließt Nase – Mundbereich)
Atemgift	Gase / Dämpfe mit toxischen Eigenschaften
Aufbläheffekt	Der CSA pumpt sich durch den im Anzug befindenden Überdruck auf. Die Luft kann oftmals nur durch eigenhändiges herauspressen abgeführt werden
Berufsfeuerwehr (BF)	öffentliche Feuerwehr mit hauptamtlich tätigen Einsatzkräften
Belastung	Summe aller auf den Menschen einwirkenden Parameter der Arbeit und der Arbeitsumgebung
Beanspruchung	Die Summe aller Auswirkungen von Belastungen im Menschen in Abhängigkeit seiner individuellen Voraussetzungen

CE – Kennzeichnung	Kennzeichnung nach EU – Recht für bestimmte Produkte in Zusammenhang mit der Produktsicherheit
Chemikalienschutz	Schutz gegen Einwirkung von schädlichen chemischen Stoffen
Chemikalienschutzanzug (CSA)	Sonderkleidung, die aus chemikalienbeständigen Stoffen hergestellt ist und die den ganzen Körper bedeckt. Sie schützt gegen schädliche chemische Stoffe
CSA Emergency Team (ET)	Chemikalienschutzanzüge für die Feuerwehr
Diffusion	langsames Durchdringen eines Mediums (z. B.) Gas durch eine Membran)
Distress	Eine Form von Stress die leistungsminimierend wirkt. Hierbei erhöhen sich die Fehlerquoten in allen Bereichen (z. B. Handlings-, Wahrnehmungs- und Bewertungsfehler)
Einsatzkräfte	für einen Einsatz zur Verfügung stehende Einsatzfahrzeuge mit Mannschaften
Einsatzstelle	Schadensstelle, an der der Einsatz durchgeführt wird
Einsatzdauer	Die Zeitspanne zwischen dem Beginn und dem Ende eines Einsatzes
Einsatzkurzprüfung	Atemschutzgerätkontrolle auf Dichtigkeit

Eustress	Eine Form von Stress die sich leistungssteigernd auswirkt. Hierbei steigert sich der Blutdruck, Puls, Atemfrequenz und Schwitzen setzt ein
Ex-Atmosphäre	Explosionsatmosphären ergeben sich wenn sich ein Gemisch zwischen unterer- und oberer Explosionsgrenze befindet
(untere) Ex – Grenze (UEG)	Minimal mageres Gemisch, bei dem noch eine Explosion möglich ist
(obere) Ex – Grenze (OEG)	Maximal fettes Gemisch, bei dem eine Explosion noch möglich ist
Feuerwehrangehöriger (FA)	Weibliche und männliche Mitglieder einer Feuerwehr
Freiwillige Feuerwehr (FF)	öffentliche Feuerwehr mit vorwiegend ehrenamtlich tätigen Einsatzkräften
Fast – Rap Begurtung	Sicherungsgurte mit Klettverschluss
Gefahrgut	Sind gefährliche Stoffe die auf dem Land, in der Luft und auf dem Wasser transportiert werden
Gefahrstoff	Sind gefährliche Stoffe die in Gebäuden gelagert und verwendet werden
Gerätewagen – Gefahrgut (GW - G)	Ein Gerätewagen der Feuerwehr mit Sonderbeladung für Gefahrgut- / Gefahrstoffeinsätze

Gesundheit	Zustand des Freiseins von Krankheit und Gebrechen, sowie des vollständigen physischen und sozialen Wohlbefindens des Menschen
Globally Harmonized System (GHS)	Das internationale System mit den neuen Gefahrensymbolen strebt eine einheitliche Gefahrenbewertung und Kennzeichnung von Chemikalien an. GHS soll weltweit einen besseren Schutz und Vereinfachungen beim Handel mit Chemikalien ermöglichen
Grenzrisiko	Größtes noch vertretbares Risiko eines bestimmten Vorganges / Zustandes
GUV – V A 4	Unfallverhütungsvorschrift – arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchung
HuPF	Herstellungs- und Prüfungsbeschreibung für eine universelle Feuerschutzkleidung
Kontamination	Verunreinigung mit schädlichen Stoffen
Körperfraktur	Knochenbruch
Lache	Ansammlung von Flüssigkeiten
Lungenautomat	Bestandteil des Atemschutzgerätes. Wird an die Atemschutzmaske angeschlossen
Mortalitätsrate	bezeichnet die Anzahl der Todesfälle bezogen auf die Gesamtzahl der Individuen in einem bestimmten Zeitraum

Permeation	Ist ein Prozess, bei dem Chemikalien durch eine Barriere auf molekularer Ebene durchdringen
Pressluftatmer	Sind umluftunabhängige Atemschutzgeräte mit begrenztem Atemluftvolumen
Proband	Eine Person die sich einer Prüfung unterzieht oder als Test- oder Vergleichsperson einer Prüfung im weitesten Sinne unterzogen wird
Qualität	Ist ein Satz inhärenter Merkmale der Anforderungen entspricht
Restluftsignal	akustische Einrichtung am Atemschutzgerät, die bei Erreichen eines Flaschenvolumens zw. 40 – 60 bar anspringt
Rettungszeit	Ist die Zeitspanne zwischen dem Beginn der Rettungsarbeiten und deren Abschluss
Risiko	Eine Kombination der Wahrscheinlichkeit und des Schweregrades (Schadensausmaß) einer Schädigung (Gesundheitsschädigung) in einer Gefährdungssituation
Sicherheit	Zustand, dass für eine Sachlage innerhalb eines bestimmten Zeitraums keine Schädigung von Personen, der Umwelt und von Sachwerten eintritt, d.h. Sicherheit ist ein Zustand, bei dem das Risiko einer Gefährdung kleiner als das Grenzrisiko ist
Sicherungstrupp	Einsatzkräfte die in einer Notfallsituation zum Suchen und Retten von verunfallten Einsatzkräften eingesetzt werden

Standard – Einsatz – Regel (SER)	Festgelegte Vorgehensweise zu bestimmten zu bestimmten Einsatzlagen
Stress	Ein Prozess der emotionalen, kognitiven, verhaltensmäßigen und physiologischen Reaktion auf widrige Aspekte des Arbeitsinhalts, der Arbeitsorganisation und der Arbeitsumgebung. Bestandteil des Prozesses sind negative Emotionen und ein Gefühl des Überfordertseins
THL	Technische Hilfeleistung
Trupp	taktische Einheit im Einsatzfall. Setzt sich aus einem Truppführer und mind. einem Truppmann zusammen
Truppführer	Ist verantwortlich für den Einsatz seines Trupps
UVV	Unfallverhütungsvorschrift
World Health Organization (WHO)	Weltgesundheitsorganisation. Ist eine Sonderabteilung der Vereinten Nationen im Bereich internationales Gesundheitswesen
Werkfeuerwehr (WF)	eine öffentlich – rechtlich anerkannte Feuerwehr zum Schutz von privaten oder öffentlichen Betrieben, von Behörden oder von sonstigen Einrichtungen mit haupt- und / oder nebenberuflich tätigen Einsatzkräften

Anhang

I Bewertung der untersuchten Transportmittel

II Fragebogen Teststufe II

III Fragebogen Teststufe III

IV Fragebogen Teststufe IV - I

V Fragebogen Teststufe IV – II

VI Dokumentationsbogen Rettungszeiten / Atemluftverbrauch

VII Dokumentationsbogen Logistikteam – Medizin

VIII Analysebogen Analyseteam

I Bewertung der untersuchten Transportmittel

Bewertung der untersuchten Transportmittel

Praxisversuche Rettung von CSA-Trägern										
Typ	**Schleifkorb-trage**	**Faltschleiftrage**	**Rettungstuch Fa. Isotemp**	**Rettungsmulde Typ Dortmund**	**Bandschlinge**	**CSA-Wanne**	**DIN Krankentrage**	**DIN Steckleiterteil**	**Schaufeltrage**	**Spineboard**
Sichere Fixierung	sehr gut	gut	gut	gut	-	ausreichend	ungenügend	ungenügend	ungenügend	ungenügend
geometrische Bemaßung	sehr gut	sehr gut	sehr gut	kein liegender Transport	-	gut	mangelhaft	ungenügend	mangelhaft	mangelhaft
Handling	sehr gut	gut	befriedigend	gut	gut	sehr gut	ausreichend	gut	befriedigend	befriedigend
Patienten-schonung	gut	ausreichend	ausreichend	mangelhaft	aus Versuch ausgeschlossen	aus Versuch ausgschlossen	aus Versuch ausgschlossen	aus Versuch ausgeschlossen	aus Versuch ausgeschlossen	aus Versuch ausgschlossen
zeitnahe Rettung	gut	befriedigend	befriedigend	gut	aus Versuch ausgeschlossen	aus Versuch ausgschlossen	aus Versuch ausgschlossen	aus Versuch ausgeschlossen	aus Versuch ausgeschlossen	aus Versuch ausgschlossen
physische Belastung SiTr	keine Schmerzen	keine Schmerzen	Schmerzen im Schulter- und Nackenbereich	keine Schmerzen	aus Versuch ausgeschlossen	aus Versuch ausgschlossen	aus Versuch ausgschlossen	aus Versuch ausgeschlossen	aus Versuch ausgeschlossen	aus Versuch ausgschlossen
SiTr Stärke	3 bis 4	3 bis 4	4	3 bis 4	aus Versuch ausgeschlossen	aus Versuch ausgschlossen	aus Versuch ausgschlossen	aus Versuch ausgeschlossen	aus Versuch ausgeschlossen	aus Versuch ausgschlossen
Mängel während der Rettung	Sperrigkeit	Patient nicht stabilisiert, leichte Probleme beim Fixieren, Patient Treppe auf / ab Kopf voraus	Atemluftflasche schlägt auf, Probleme beim Fixieren, Patient nicht stabilisiert	Patient nicht stabilisiert	aus Versuch ausgeschlossen	aus Versuch ausgschlossen	aus Versuch ausgschlossen	aus Versuch ausgeschlossen	aus Versuch ausgeschlossen	aus Versuch ausgschlossen
Positive Eigenschaften	sichere + schnelle Fixierung, gute Stabilisierung Verunfallter	Klappeffekt Ober- und Unterteil	Instabilität ermöglicht in Engräumen besseres Handling	leichter Transport in Engstellen, schnelle Fixierung	aus Versuch ausgeschlossen	aus Versuch ausgschlossen	aus Versuch ausgschlossen	aus Versuch ausgeschlossen	aus Versuch ausgeschlossen	aus Versuch ausgschlossen
Gesamtbewertung	gut geeignet	befriedigend geeignet	befriedigend geeignet	befriedigend geeignet	nicht geeignet	nicht geeignet	nicht geeignet	nicht geeignet	nicht geeignet	nicht geeignet

Legende

Sichere Fixierung	Der Verunfallte fällt nicht vom Transportmittel, ist fest fixiert	physische Belastung SiTr	Beschriebene Schmerzen beim Transport durch den SiTr
geom. Bemaßung	Ein CSA - Träger kann sicher auf dem Transportmittel gelagert werden	SiTr Stärke	durchschnittlich benötigte Personenanzahl des SiTr
Handling	Griffigkeit unter Chemikalien- und Schnittschutzhandschuhen	Mängel während der Rettung	Erkennbare aufbaubedingte Schwachstellen des Transportmittels
Patientenschonung	Risiko Sekundärschäden	Positive Eigenschaften	Vorteile des Transportmittels
zeitnahe Rettung	Rettungszeit in Verbindung mit Mortalitätsrisiko	aus Versuch ausgeschlossen	Transportmittel enspricht in einer Teststufe nicht den Anforderungen

II Fragebogen Teststufe II

Fragebogen
Praxisversuche „CSA Notfälle“
Teststufe II

Transportmittel : _____

Zur Person:

Geschlecht : ( ) männlich ( ) weiblich

Alter : ( ) 20 – 30 ( ) 30 – 40 ( ) 40 – 50 ( ) 50 – 60

Mitglied in : ( ) FF ( ) BF ( ) WF

Erfahrung in Jahren : ( ) unter 10 ( ) 10 – 20 ( ) 20 – 30 ( ) mehr als 30

Zur Bebänderung / Fixierung

1. Wie haben Sie die Griffigkeit der Bebänderung unter Chemikalien- und Schnittschutzhandschuhen empfunden?

Die Bebänderung war unter der benannten PSA….

(a) gut greifbar (c) nicht greifbar

(b) eingeschränkt greifbar (d) nicht greifbar, da nicht vorhanden

2. Welcher Aussage zur Länge der Bebänderung stimmen Sie zu?

Die Bebänderung ….

(a) ist zu lang (c) zu kurz

(b) Genau richtig lang (d) ist nicht vorhanden

3. Wie haben Sie das Fixieren der Person unter Chemikalien- und Schnittschutzhandschuhen empfunden?

Die Person konnte….

(a) leicht fixiert werden (c) schwer fixiert werden

(b) durchschnittlich fixiert werden (d) nicht fixiert werden

4. Welcher Aussage zum Transportmittel hinsichtlich der Fixierungsmöglichkeiten(!) stimmen Sie zu?

Das Transportmittel ist hinsichtlich der Fixierung zur zeitnahen Rettung eines CSA Trägers….

(a) sehr gut geeignet (c) bedingt geeignet

(b) gut geeignet (d) nicht geeignet

Zu den Schnittschutzhandschuhen

1. Wie haben Sie das Arbeiten mit den Schnittschutzhandschuhen empfunden?

Das Arbeiten mit übergezogenen Schnittschutzhandschuhen hat den Arbeitsvorgang….

(a) nicht beeinflusst (c) eindeutig erschwert

(b) leicht beeinflusst (d) nicht möglich gemacht

Danke für Ihre Hilfe

Mit dem Ausfüllen des Fragebogens gestatte ich dem Auswertungsteam die Ergebnisse in die wissenschaftliche Untersuchung mit einzubinden.

III Dokumentationsbogen Teststufe III

Fragebogen

Praxisversuche „CSA Notfälle“

Teststufe III – Ebene Flächen

Nummer / Durchgang: _____

Transportmittel : _____

Zur Person:

Geschlecht : ( ) männlich ( ) weiblich

Alter : ( ) 20 - 30 ( ) 30 – 40 ( ) 40 – 50 ( ) 50 – 60

Ich komme aus einer : ( ) FF ( ) BF ( ) WF ( ) BetrF

Diensterfahrung : ( ) < 10 ( ) 10 – 20 ( ) 20 – 30 ( ) > 30

Zum Transportmittel

1. In wie weit wurden Sie von dem Transportmittel auf dem Weg zum verunfallten CSA Träger beeinträchtigt?

Das Transportmittel hat mich….

(a) stark beeinträchtigt (c) leicht beeinträchtigt
(b) durchschnittlich beeinträchtigt (d) nicht beeinträchtigt

2. Wie haben Sie die Herstellungsdauer der Einsatzbereitschaft des Transportmittels empfunden?
(a) zu lang (c) kurz
(b) mittelprächtig (d) Transportmittel war sofort einsetzbar

3. Wie haben Sie das Verladen des verunfallten CSA Trägers auf das Transportmittel empfunden?
(a) schwer (c) leicht
(b) mittelprächtig (d) verladen war nicht möglich

4. Wie stark wurden Sie beim Befestigen des verunfallten CSA Träger vom „Aufbläheffekt“ des CSA eingeschränkt?
(a) stark (c) leicht
(b) mittelprächtig (d) es lag keine Beeinträchtigung vor

bitte wenden →

5. Wie haben Sie den Transport des Verunfallten mit diesem Transportmittel von der Straße empfunden?
   (a) der Transport war leicht (c) der Transport war schwer
   (b) der Transport war durchschnittlich (d) der Transport war nicht möglich

6. Wie schätzen Sie das Transportmittel hinsichtlich einer zeitnahen Rettung eines verunfallten CSA Träger ein?
   (a) sehr gut geeignet (c) durchschnittlich geeignet
   (b) gut geeignet (d) nicht geeignet

7. Wie schätzen Sie das Transportmittel hinsichtlich einer patientenschonenden Rettung eines verunfallten CSA Trägers ein?
   (a) sehr gut geeignet (c) durchschnittlich geeignet
   (b) gut geeignet (d) nicht geeignet

8. Haben Sie während der Rettung des verunfallten CSA Träger körperliche Schmerzen gehabt?
   (a) ja (b) nein

9. Wenn bei 8 = a, dann: Wo verspürten Sie Schmerzen?

   _____

10. Hatten die Schnittschutzhandschuhe bei Ihnen Einfluss auf die Rettungsmaßnahmen des verunfallten CSA Trägers?
    (a) leicht erschwert (c) deutlich erschwert
    (b) durchschnittlich erschwert (d) keinen Einfluss

11. In wie weit wurden Sie durch die Größe des Sichtfenster ihres CSA bei den Rettungsmaßnahmen beeinflusst?
    (a) leicht beeinflusst (c) deutlich beeinflusst
    (b) durchschnittlich beeinflusst (d) keine Beeinflussung

Bitte getragenen CSA eintragen: _____

12. Verspürten Sie bei der Rettung des Verunfallten eine Stresssituation?
    (a) ja (b) nein

13. Haben Sie die Stärke des SiTr als ausreichend empfunden?
    (a) ja (b) nein Truppstärke:_____

Wir danken Ihnen für ihre Hilfe.

Mit dem Ausfüllen dieses Fragebogens erklären Sie sich einverstanden, dass ihre anonymen Angaben für die Auswertung der Versuche verwendet werden können.

IV Dokumentationsbogen Teststufe IV - I

Fragebogen

Praxisversuche „CSA Notfälle“

Teststufe IV – Unebene Flächen I

Nummer / Durchgang: _____

Transportmittel: _____

Zur Person:

Geschlecht	:	( ) männlich ( ) weiblich
Alter	:	( ) 20 - 30 ( ) 30 – 40 ( ) 40 – 50 ( ) 50 – 60
Ich komme aus einer	:	( ) FF ( ) BF ( ) WF
Diensterfahrung	:	( ) > 10 ( ) 10 – 20 ( ) 20 – 30 ( ) < 30

Zum Transportmittel

1. In wie weit wurden Sie von dem Transportmittel auf dem Weg zum verunfallten CSA Träger beeinträchtigt?

Das Transportmittel hat mich….

(a) stark beeinträchtigt (c) leicht beeinträchtigt
(b) durchschnittlich beeinträchtigt (d) nicht beeinträchtigt

2. Wie haben Sie die Herstellungsdauer der Einsatzbereitschaft des Transportmittels empfunden?
(a) zu lang (c) kurz
(b) mittelprächtig (d) Transportmittel war sofort einsetzbar

3. Wie haben Sie das Verladen des verunfallten CSA Trägers auf das Transportmittel empfunden?
(a) schwer (c) leicht
(b) mittelprächtig (d) verladen war nicht möglich

4. Wie stark wurden Sie beim Befestigen des verunfallten CSA Träger vom „Aufbläheffekt“ des CSA eingeschränkt?
(a) stark (c) leicht
(b) mittelprächtig (d) es lag keine Beeinträchtigung vor

bitte wenden →

5. Wie haben Sie den Transport des Verunfallten mit dem Transportmittel Treppe aufwärts empfunden?
   (a) der Transport war leicht (c) der Transport war schwer
   (b) der Transport war durchschnittlich (d) der Transport war nicht möglich

6. Wie schätzen Sie das Transportmittel hinsichtlich einer zeitnahen Rettung eines verunfallten CSA Träger ein?
   (a) sehr gut geeignet (c) durchschnittlich geeignet
   (b) gut geeignet (d) nicht geeignet

7. Wie schätzen Sie das Transportmittel hinsichtlich einer patientenschonenden Rettung eines verunfallten CSA Trägers ein?
   (a) sehr gut geeignet (c) durchschnittlich geeignet
   (b) gut geeignet (d) nicht geeignet

8. Haben Sie während der Rettung des verunfallten CSA Träger körperliche Schmerzen gehabt?
   (a) ja (b) nein

9. Wenn bei 8 = a, dann: Wo verspürten Sie Schmerzen?

   _____

10. Hatten die Schnittschutzhandschuhe bei Ihnen Einfluss auf die Rettungsmaßnahmen des verunfallten CSA Trägers?
    (a) leicht erschwert (c) deutlich erschwert
    (b) durchschnittlich erschwert (d) keinen Einfluss

11. In wie weit wurden Sie durch die Größe des Sichtfenster ihres CSA bei den Rettungsmaßnahmen beeinflusst?
    (a) leicht beeinflusst (c) deutlich beeinflusst
    (b) durchschnittlich beeinflusst (d) keine Beeinflussung

Bitte getragenen CSA eintragen: _____

12. Verspürten Sie bei der Rettung des Verunfallten eine Stresssituation?
    (a) ja (b) nein

13. Haben Sie die Stärke des SiTr als ausreichend empfunden?
    (a) ja (b) nein Truppstärke: _____

Wir danken Ihnen für ihre Hilfe.

Mit dem Ausfüllen dieses Fragebogens erklären Sie sich einverstanden, dass ihre anonymen Angaben für die Auswertung der Versuche verwendet werden können.

V Dokumentationsbogen Teststufe IV - II

Fragebogen

Praxisversuche „CSA Notfälle“

Teststufe IV – Unebene Flächen II

Nummer / Durchgang: _____

Transportmittel: _____

Zur Person:

Geschlecht	:	( ) männlich ( ) weiblich
Alter	:	( ) 20 - 30 ( ) 30 – 40 ( ) 40 – 50 ( ) 50 – 60
Ich komme aus einer	:	( ) FF ( ) BF ( ) WF
Diensterfahrung	:	( ) < 10 ( ) 10 – 20 ( ) 20 – 30 ( ) > 30

Zum Transportmittel

1. In wie weit wurden Sie von dem Transportmittel auf dem Weg zum verunfallten CSA Träger beeinträchtigt?

Das Transportmittel hat mich….

(a) stark beeinträchtigt (c) leicht beeinträchtigt
(b) durchschnittlich beeinträchtigt (d) nicht beeinträchtigt

2. Wie haben Sie die Herstellungsdauer der Einsatzbereitschaft des Transportmittels empfunden?
(a) zu lang (c) kurz
(b) mittelprächtig (d) Transportmittel war sofort einsetzbar

3. Wie haben Sie das Verladen des verunfallten CSA Trägers auf das Transportmittel empfunden?
(a) schwer (c) leicht
(b) mittelprächtig (d) verladen war nicht möglich

4. Wie stark wurden Sie beim Befestigen des verunfallten CSA Träger vom „Aufbläheffekt“ des CSA eingeschränkt?
(a) stark (c) leicht
(b) mittelprächtig (d) es lag keine Beeinträchtigung vor

bitte wenden →

5. Wie haben Sie den Transport des Verunfallten mit dem Transportmittel Treppe abwärts empfunden?
   (a) der Transport war leicht (c) der Transport war schwer
   (b) der Transport war durchschnittlich (d) der Transport war nicht möglich

6. Wie schätzen Sie das Transportmittel hinsichtlich einer zeitnahen Rettung eines verunfallten CSA Träger ein?
   (a) sehr gut geeignet (c) durchschnittlich geeignet
   (b) gut geeignet (d) nicht geeignet

7. Wie schätzen Sie das Transportmittel hinsichtlich einer patientenschonenden Rettung eines verunfallten CSA Trägers ein?
   (a) sehr gut geeignet (c) durchschnittlich geeignet
   (b) gut geeignet (d) nicht geeignet

8. Haben Sie während der Rettung des verunfallten CSA Träger körperliche Schmerzen gehabt?
   (a) ja (b) nein

9. Wenn bei 8 = a, dann: Wo verspürten Sie Schmerzen?

   _____

10. Hatten die Schnittschutzhandschuhe bei Ihnen Einfluss auf die Rettungsmaßnahmen des verunfallten CSA Trägers?
    (a) leicht erschwert (c) deutlich erschwert
    (b) durchschnittlich erschwert (d) keinen Einfluss

11. In wie weit wurden Sie durch die Größe des Sichtfenster ihres CSA bei den Rettungsmaßnahmen beeinflusst?
    (a) leicht beeinflusst (c) deutlich beeinflusst
    (b) durchschnittlich beeinflusst (d) keine Beeinflussung

Bitte getragenen CSA eintragen: _____

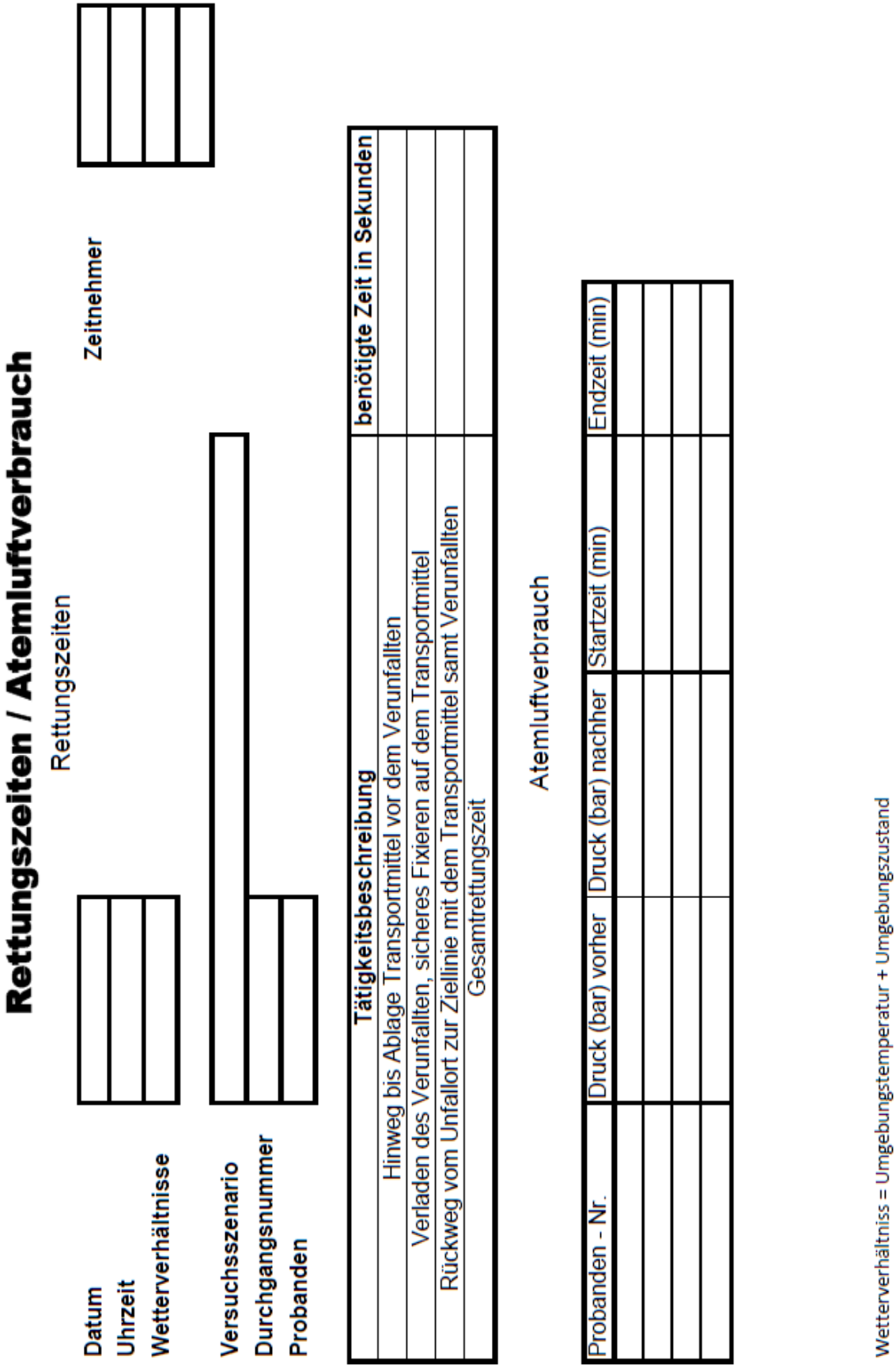
12. Verspürten Sie bei der Rettung des Verunfallten eine Stresssituation?
    (a) ja (b) nein

13. Haben Sie die Stärke des SiTr als ausreichend empfunden?
    (a) ja (b) nein Truppstärke:_____

Wir danken Ihnen für ihre Hilfe.

Mit dem Ausfüllen dieses Fragebogens erklären Sie sich einverstanden, dass ihre anonymen Angaben für die Auswertung der Versuche verwendet werden können.

VI Dokumentationsbogen Rettungszeiten / Atemluftverbrauch



Rettungszeiten / Atemluftverbrauch

Rettungszeiten

Datum
Uhrzeit
Wetterverhältnisse

Zeitnehmer

Versuchsszenario
Durchgangsnummer
Probanden

Tätigkeitsbeschreibung	**benötigte Zeit in Sekunden**
Hinweg bis Ablage Transportmittel vor dem Verunfallten	
Verladen des Verunfallten, sicheres Fixieren auf dem Transportmittel	
Rückweg vom Unfallort zur Ziellinie mit dem Transportmittel samt Verunfallten	
Gesamtrettungszeit	

Atemluftverbrauch

Probanden - Nr.	Druck (bar) vorher	Druck (bar) nachher	Startzeit (min)	Endzeit (min)

Wetterverhältniss = Umgebungstemperatur + Umgebungszustand

VII Dokumentationsbogen Logistik – Team Medizin

CSA – Trupp – Nr: _____

ID-Nummer:
vor dem Versuchsdurchgang
Blutdruck:
Puls:
Temperatur:
Gewicht:
nach dem Versuchsdurchgang
Blutdruck:
Puls:
Temperatur:
Gewicht:

ID-Nummer:
vor dem Versuchsdurchgang
Blutdruck:
Puls:
Temperatur:
Gewicht:
nach dem Versuchsdurchgang
Blutdruck:
Puls:
Temperatur:
Gewicht:

ID-Nummer:
vor dem Versuchsdurchgang
Blutdruck:
Puls:
Temperatur:
Gewicht:
nach dem Versuchsdurchgang
Blutdruck:
Puls:
Temperatur:
Gewicht:

ID-Nummer:
vor dem Versuchsdurchgang
Blutdruck:
Puls:
Temperatur:
Gewicht:
nach dem Versuchsdurchgang
Blutdruck:
Puls:
Temperatur:
Gewicht:

VIII Dokumentationsbogen Analyseteam

Auswertungsbogen Praxisversuche „CSA Notfälle“

Blatt 1 /….

Datum : _____

Name des Ausfüllenden : _____

Transportmittel : _____

Szenario: _____

(1) Hinweg zum Verunfallten
(2) Verpacken des Verunfallten in der Engstelle
(3) Rettung Treppe abwärts / aufwärts / von der Straße (falsches durchstreichen)

Beobachtungsschwerpunkte:

(1) Handgriffe während des Durchganges
(2) Verlauf der Rettung
(3) zeitnahe und patientenorientierte Rettung