
Die Atemschutzstrecke gemäß FwDV 7

Facharbeit

Im Rahmen der Ausbildung für das zweite Einstiegsamt der Laufbahngruppe 2 im feuerwehrtechnischen Dienst

Sebastian Bend

Brandamtsrat

Feuerwehr Bielefeld

Thema der Facharbeit gemäß § 21 VAP2.2-Feu

Die Atemschutzstrecke gemäß FwDV 7

Jeder Atemschutzgeräteträger hat gemäß FwDV 7 einmal jährlich eine Übung auf einer Atemschutzstrecke mit einer Mindestbelastung von 80 kJ (ab 50 Jahren 60 kJ) zu absolvieren. Vergleichen Sie die Atemschutzstrecken unterschiedlicher Feuerwehren, deren Übungen (z.B. Fahrradergometer, Endlosleiter, Schlaggerät, Laufband) und überprüfen Sie die Übungen auf ihre Realitätsnähe in Bezug auf „feuerwehrspezifische“ Belastungen wie Personenrettung oder Gehen mit Schlauchtragekorb. Entwickeln Sie Übungsszenarien für eine Atemschutzstrecke, die „feuerwehrspezifische“ Belastungen berücksichtigt.

Bearbeitungszeitraum: 23.09. – 23.12.2022

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Facharbeit selbstständig angefertigt habe. Es wurden nur die in der Arbeit ausdrücklich benannten Quellen und Hilfsmittel verwendet.

Bielefeld, den 16.12.2022

Ort, Datum

Inhaltsverzeichnis

Thema der Facharbeit gemäß § 21 VAP2.2-Feu.....	I
Eidesstattliche Erklärung.....	II
Abbildungsverzeichnis.....	V
Tabellenverzeichnis.....	V
Abkürzungsverzeichnis.....	VI
Inhaltliche Zusammenfassung.....	VII
1 Einleitung.....	1
2 Grundlagen.....	1
3 Vergleich verschiedener Atemschutzübungsstrecken	3
3.1 Räumlichkeiten.....	4
3.1.1 Konditionsraum.....	4
3.1.2 Schleusen.....	5
3.1.3 Übungsraum.....	5
3.1.4 Zielraum	6
3.2 Belastungsübungen.....	6
3.2.1 Sicherheit.....	6
3.2.2 Persönliche Schutzausrüstung	7
3.2.3 Ablauf	7
3.2.4 Belastungswerte.....	8
3.3 Besonderheiten	8
3.4 Zusammenfassung des Vergleichs	9
3.5 Alternative Belastungsübungen	9
4 Überprüfung auf feuerwehrspezifische Belastungen	10
4.1 Arbeitsmessgeräte	11
4.2 Belastung durch die PSA.....	12
4.3 Orientierungsstrecke.....	13
4.4 Zusammenfassung der Überprüfung	13
5 Entwicklung von Übungsszenarien.....	14
5.1 Einsatzszenarien.....	14
5.2 Übungsszenarien	16
5.2.1 Übungsstation 1 „Horizontale Wege“	17
5.2.2 Übungsstation 2 „Vertikale Wege“	17
5.2.3 Übungsstation 3 „Gefahrenbereich“	20

5.2.4	Übungsstation 4 „Zielort“.....	22
5.3	Beispiel Übungsablauf.....	22
6	Fazit und Ausblick.....	24
	Literaturverzeichnis.....	i
	Anhang	iv
	Anhang 1: Fragebogen Atemschutzstrecken	iv
	Anhang 2: Belastungsübungen.....	v
	Anhang 3: Bilder aus den Atemschutzübungsanlagen.....	vii
	Anhang 4: Ermittlung horizontaler Wege	x
	Anhang 5: Gewichte von Ausrüstungsgegenständen	xi

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Schematische Darstellung Übungsabfolge [6] [7].....	3
Abbildung 2 Übungsraum mit markierter Rettungsöffnung (links) und Tankübungsanlage (rechts) [7] 5	
Abbildung 3 Belastungen eines AGT im Einsatz [7].....	10
Abbildung 4 Typische Elemente des Atemschutzeinsatzes [7]	15
Abbildung 5 Gliederung des Atemschutzeinsatzes ohne Rückweg [7]	16
Abbildung 6 Schematische Darstellung des Übungsaufbaus [7].....	19
Abbildung 7 Prinzipskizze Schlauchzug mit Feder (links) und mit Seilzug (rechts) [7]	22
Abbildung 8 Beispielaufbau und -ablauf Atemschutzübungsstrecke [7]	23
Abbildung 9 Schematische Darstellung Übungsablauf (neu) [7].....	24
Abbildung 10 Ablauf Belastungsübung Feuerwehr Bielefeld [7] [8]	v
Abbildung 11 Ablauf Belastungsübung Feuerwehr Hamm [7] [9]	v
Abbildung 12 Ablauf Belastungsübung Feuerwehr Köln (18-49 Jahre) [7] [11].....	v
Abbildung 13 Ablauf Belastungsübung Feuerwehr Köln (50-59 Jahre) [7] [11].....	v
Abbildung 14 Ablauf Belastungsübung Schwalm-Eder-Kreis [7] [12]	vi
Abbildung 15 Beispiele Endlosleiter (links), Fahrradergometer (mittig) und Laufband (rechts) [7].....	vi
Abbildung 16 Beispiele Stepper (links), Schlaggerät (mittig) und Armergometer (rechts) [7]	vi
Abbildung 17 Beispiel Leitstand (links) und Brustgurt zur Herzfrequenz-Überwachung (rechts) [7]....	vii
Abbildung 18 Beispiele Konditionsraum (links) und Eingang Schleuse (rechts) [7]	vii
Abbildung 19 Eingang Orientierungsstrecke (links) und Reifen (rechts) [7]	viii
Abbildung 20 Beispiele Heizstrahler (links) und Kameras (rechts) [7]	viii
Abbildung 21 Beispiele Röhre [7]	ix
Abbildung 22 Druckluftanschluss für Schlauch (links) und Anzeige am Arbeitsgerät (rechts) [7]	ix
Abbildung 23 Beispiel zusätzliche Ausrüstung eines Atemschutztrupps [7].....	xi

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Ausgewählte Atemschutzübungsanlagen [7] [8] [9] [10] [11] [12]	4
Tabelle 2 Anzahl der Arbeitsmessgeräte und Übungen [7] [8] [9] [11] [12]	7
Tabelle 3 Aufgaben Finnentest [21]	9
Tabelle 4 Vorschlag für Übungsszenarien [7].....	24
Tabelle 5 Übersicht Arbeitsmessgeräte [7] [8] [9] [11] [12]	v
Tabelle 6 Orientierungswerte Ersatzbelastungsübung [17] [18]	vi
Tabelle 7 Beispiele für horizontale Wege [7] [28] [35] [42] [43] [44] [36].....	x
Tabelle 8 Beispielgewichte von Ausrüstungsgegenständen [7]	xi

Abkürzungsverzeichnis

AED	Automatisierter externer Defibrillator
AGT	Atemschutzgeräteträgerinnen und Atemschutzgeräteträger
CSA	Chemikalienschutzanzug
DGUV	Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung
FwDV	Feuerwehrdienstvorschrift
HF	Herzfrequenz
HuPF	Herstellungs- und Prüfungsbeschreibung für eine universelle Feuerwehr- schutzbekleidung
PA	Pressluftatmer
PSA	Persönliche Schutzausrüstung
UVV	Unfallverhütungsvorschrift

Inhaltliche Zusammenfassung

Zum Erhalt ihrer Atemschutztauglichkeit müssen Atemschutzgeräteträger jährlich eine Belastungsübung in einer Atemschutzübungsanlage erfolgreich absolvieren. Die Übungen werden dabei an Arbeitsmessgeräten sowie in einer Orientierungsstrecke durchgeführt.

In der vorliegenden Facharbeit werden vier verschiedenen Atemschutzübungsanlagen und die darin stattfindenden Belastungsübungen verglichen sowie die einzelnen Übungen auf ihre Realitätsnähe zu feuerwehrspezifischen Belastungen überprüft. Hierbei zeigt sich, dass die Übungen nur zum Teil realitätsnah sind. Einige feuerwehrtypische Belastungen, wie zum Beispiel die Menschenrettung oder das Tragen von Lasten, werden in den Belastungsübungen nicht mit eingebunden.

Auf Grundlage typischer Atemschutzeinsätze werden anschließend Übungsszenarien entwickelt, die die feuerwehrspezifischen Belastungen entlang des Einsatzablaufes berücksichtigen.

Es zeigt sich, dass die vorhandenen Räumlichkeiten für die praktische Umsetzung der entwickelten Übungen nicht immer optimal gestaltet sind.

1 Einleitung

Im Rahmen ihrer Aufgaben zur Bekämpfung von Brandgefahren und der Hilfeleistung können Feuerwehrangehörige einer gesundheitlich gefährdenden Atmosphäre ausgesetzt sein [1]. In diesen Fällen ist der Einsatz geeigneter Atemschutzgeräte zum Schutz der Einsatzkräfte notwendig [2] [3].

Um einen sicheren Atemschutzeinsatz zu gewährleisten, werden besondere Anforderungen an die körperliche Leistungsfähigkeit der Feuerwehrangehörigen sowie die sichere Handhabung der Atemschutztechnik gestellt, die sich in den Vorgaben zur Aus- und Fortbildung widerspiegeln [2] [4]. Die Ausbildungsinhalte umfassen daher Inhalte zur Handhabung der Atemschutzgeräte, der Gewöhnung an das Tragen von Atemschutz, das Orientieren und Absuchen in abgedunkelten Räumen, die körperliche und psychische Belastung sowie das Verhalten in Notfallsituationen [2] [4].

Außerhalb der Ausbildung ist die Leistungsfähigkeit der Atemschutzgeräteträger (AGT) regelmäßig zu überprüfen. Neben der arbeitsmedizinischen Untersuchung G26 sind durch die AGT alle zwölf Monate eine Belastungsübung in einer Atemschutzübungsanlage sowie eine Einsatzübung durchzuführen [2].

Fraglich hierbei ist, ob die Belastungsübungen in ihrer jetzigen Form realitätsnah sind. Daher werden nach einer kurzen Einführung in die Grundlagen des Themas „Atemschutz“ verschiedene Atemschutzübungsstrecken anhand eines Fragebogens erfasst und miteinander verglichen. Anschließend werden feuerwehrspezifische Belastungen ermittelt und die einzelnen Teile der Belastungsübungen hinsichtlich ihrer Realitätsnähe überprüft. Hierbei kommen insbesondere die Methoden Literaturrecherche und Experteninterview zum Einsatz.

Im nächsten Schritt werden anhand von Einsatzszenarien einsatzspezifische Tätigkeiten und deren Belastungen herausgearbeitet. Auf dieser Grundlage werden abschließend realitätsnahe Übungen entwickelt. Dabei wird die Umsetzung in bestehenden Anlagen mitbetrachtet.

Die Recherche hat gezeigt, dass nicht für alle entwickelten Übungsszenarien auf vorhandene Arbeitswerte zurückgegriffen werden kann. Für diese ist eine Ermittlung notwendig, die aufgrund des Aufwandes im Rahmen dieser Facharbeit nicht betrachtet werden kann.

2 Grundlagen

Im Folgenden werden die Grundlagen für das Tragen von Atemschutz in der Feuerwehr erläutert. Neben den Verantwortlichkeiten wird hierbei auf die Anforderungen an die AGT, die Aus- und Fortbildung sowie die Atemschutzübungsanlagen eingegangen.

Verantwortlich für die Sicherheit bei der Verwendung von Atemschutzgeräten ist der Träger der Feuerwehr [2] [3]. Die Leiterin oder der Leiter der Feuerwehr unterstützt

den Unternehmer „*bei der ordnungsgemäßen Durchführung des Atemschutzes, der Aus- und Fortbildung, einschließlich der regelmäßigen Einsatzübungen und der Überwachung der Fristen*“ [2]. Die obliegenden Pflichten können dabei auf Beauftragte (z.B. Wartung der Atemschutzgeräte, Ausbildung) übertragen werden [2].

Die AGT müssen das 18. Lebensjahr vollendet haben und körperlich geeignet sein. Zur Feststellung der körperlichen Eignung ist eine arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchung nach G26 erforderlich. Diese ist im Abstand von 36 Monaten bzw. 12 Monate (über 50 Jahre) zu wiederholen [2] [3]. Sofern vermutet wird, dass die körperlichen Anforderungen zum Tragen von Atemschutz (z.B. durch Krankheit) nicht mehr gegeben ist, wird ebenfalls eine Wiederholung der G26 notwendig [2].

Neben den arbeitsmedizinischen Vorgaben ist zur Vorbereitung auf den Atemschutzeinsatz eine Atemschutzausbildung mit einer Mindestanzahl von 25 Stunden zu absolvieren [2] [4]. Voraussetzung hierfür ist der erfolgreiche Abschluss des Grundausbildungslehrgangs (Truppmann 1). Auch der Lehrgang „Sprechfunke“ sollte nach Möglichkeit vorher schon erfolgreich absolviert werden [4].

Für die Aus- und Fortbildung von AGT sind insbesondere folgende Tätigkeiten in der FwDV 7 festgelegt, die teilweise auch in Belastungsgewöhnungsübungen durchgeführt werden [2]:

- Handhabung der Atemschutzgeräte
- Gewöhnung an das Tragen von Atemanschlüssen
- Orientierung in abgedunkelten und mit Hindernissen versehenen Objekten inklusive Absuchen von verrauchten und abgedunkelten Räumen
- körperliche Belastung durch schnelles Gehen und Tragen von Lasten, Besteigen von Hindernissen und Leitern sowie Einsteigen in Behälter und enge Schächte
- psychische Belastung durch Lärm und unvorhergesehene Ereignissen
- Übung von Einsatztätigkeiten, wie z.B. Suchen und Retten von Personen, Bergen von Gegenständen, Vornehmen von Angriffsleitungen, In-Stellung-bringen von Ausrüstungsgegenständen, Ausführen handwerklicher/technischer Arbeiten ohne Sicht und Abgabe von Funkmeldungen
- Eigensicherung
- Notfalltraining

Nach erfolgreicher Ausbildung sind jährlich mindestens eine Belastungsübung und eine Einsatzübung zu absolvieren, um die Funktion des AGT weiterhin wahrnehmen

zu dürfen. Tragende von Chemikalienschutzanzügen (CSA) haben jährlich eine zusätzliche Übung unter CSA durchzuführen [2].

In der Einsatzübung sollen die AGT möglichst unter Einsatzbedingungen feuerwehrtypische Tätigkeiten innerhalb einer taktischen Einheit durchführen. Hierzu zählen insbesondere die Menschenrettung, das systematische Absuchen von Räumen sowie das Verrichten von handwerklichen Arbeiten. Sofern die AGT in einem vergleichbaren Einsatz eingesetzt wurden, kann diese Übung entfallen [2].

Demgegenüber steht die in der Aufgabenstellung genannte Belastungsübung, welche in ihren Vorgaben eher einem Fitnesstest ähnelt [5]. So sind „[...] mit dem Atemluftvorrat von 1600 Litern eine Gesamtarbeit von 80 kJ, ab dem 50. Lebensjahr von 60 kJ, zu erbringen“ [2], die unter kontrollierten Bedingungen an Arbeitsmessgeräten, wie z.B. Endlosleiter und Laufband, sowie in einer Orientierungsstrecke, stattfinden [2]. Diese Übung ist nach Vorgabe der FwDV 7 in einer Atemschutzübungsanlage nach DIN 14093 oder in einer gleichwertigen Anlage durchzuführen [2].

Unter Atemschutzübungsanlagen werden bauliche Anlagen verstanden, „[...] in der feuerwehrtypische Tätigkeiten unter Atemschutz und Chemikalienschutzanzügen geübt sowie die körperliche Leistungsfähigkeit von Feuerwehr-Angehörigen überprüft werden [...]“ [6] können. Diese sind nach §12 Abs. 2 Unfallverhütungsvorschrift (UVV) Feuerwehr so zu gestalten, „[...] dass ein sicherer Betrieb und eine schnelle Rettung von Feuerwehrangehörigen gewährleistet sind“ [3]. Die dafür notwendigen Planungsgrundlagen werden in der DIN 14093 beschrieben.

Für die Übungsdurchführung stehen nach DIN 14093 ein Konditionsraum zur Durchführung der messbaren körperlichen Belastung, ein Übungsraum mit Orientierungsstrecke und ein Zielraum für Sonderaufgaben zur Verfügung [6]. Der schematische Ablauf ist Abbildung 1 zu entnehmen.

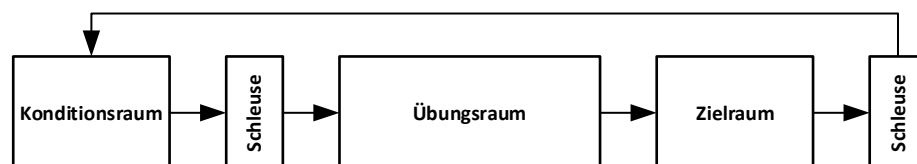


Abbildung 1 Schematische Darstellung Übungsabfolge [6] [7]

Aus Gründen der Sicherheit sind die Übenden während des Übungsablaufs zu überwachen. Neben der optischen und akustischen Überwachung muss auch die Kontrolle der Herzfrequenz jederzeit möglich sein. Außerdem ist die Atemschutzstrecke so zu gestalten, dass im Notfall eine sofortige und problemlose Rettung des Übenden möglich ist [6].

3 Vergleich verschiedener Atemschutzübungsstrecken

Für den Vergleich wurden die Atemschutzübungsanlagen einer kleinen (Hamm), mittleren (Bielefeld) und einer großen (Köln) Berufsfeuerwehr sowie eines Kreises

(Schwalm-Eder-Kreis) ausgewählt. Die Tabelle 1 zeigt die Unterschiede der Anlagen hinsichtlich des Alters bzw. des Modernisierungsgrades. Diese sind über einen Zeitraum von über 30 Jahren verteilt. In der Anzahl der durchzuführenden Belastungsübungen, die zwischen 450 und bis zu 2200 Übungen/Jahr liegen, und im notwendigen Bedienpersonal unterscheiden sich die Anlagen voneinander.

	Bielefeld	Hamm	Köln	Schwalm-Eder
Baujahr (letzte Modernisierung)	1987 (2012)	1980er (2019)	1989 (geplant)	2021
Belastungsübungen/Jahr	850	450	1700	bis zu 2200
Bedienpersonal [Anzahl Funktionen]	1	3	2	4

Tabelle 1 Ausgewählte Atemschutzübungsanlagen [7] [8] [9] [10] [11] [12]

Die Besichtigungen wurden mit Hilfe eines selbst erstellten Fragebogens¹ durchgeführt, um die Räumlichkeiten sowie die vorhandenen Übungsanlagen und Geräte systematisch zu erfassen. Weitere Fragen befassen sich mit der Durchführung der Belastungsübungen und der Sicherheit für die Übenden.

3.1 Räumlichkeiten

Die Räumlichkeiten der verschiedenen Anlagen sind in ihrer Funktion vergleichbar. Neben den Funktionsräumen für die Übungsvorbereitung, Umkleiden, Sanitärräumen, etc. gibt es einen separaten Raum für den Leitstand. Hier werden die Übungen überwacht und die Technik gesteuert. Die Räumlichkeiten für die Übungsdurchführung werden im Folgenden genauer beschrieben.

Drei der Anlagen (Bielefeld, Hamm, Köln) wurden ursprünglich in den 1980ern gebaut. Aufgrund ihrer Räumlichkeiten war die Umsetzung der DIN 14093 bei der Modernisierung nur eingeschränkt möglich. So sind in diesen Anlagen derzeit keine Zielräume vorhanden oder die Raumgrößen haben im Einzelfall nicht die Mindestnormmaße.

3.1.1 Konditionsraum

Alle Atemschutzübungsanlagen verfügen über einen Konditionsraum. Diese sind mit unterschiedlichen Arbeitsmessgeräten zur Erbringung der messbaren Arbeit im Rahmen der Belastungsübungen ausgestattet.

In allen Atemschutzstrecken sind eine Endlosleiter und ein Laufband vorhanden. Allerdings wird das Laufband nur in drei der Strecken für die Belastungsübungen verwendet.

Für die Belastung der Beine werden bei drei der vier Belastungsübungen noch ein weiteres Gerät genutzt. Hier kommen das Fahrrad-Ergometer oder ein Stepper zum Einsatz.

¹ Siehe Anhang 1

Die Belastung des Oberkörpers wird unterschiedlich durchgeführt. Während Köln (Schlaggerät) und Bielefeld (Armergometer) auf ein Arbeitsmessgerät setzen, sind im Schwalm-Eder-Kreis beide Geräte eingebunden. Bei der Feuerwehr Hamm findet keine schwerpunktmäßige Belastung des Oberkörpers im Konditionsraum statt.

Im Konditionsraum der Feuerwehr Köln ist zusätzlich eine Tankübungsanlage (Abbildung 2) vorhanden. Die Übenden steigen dabei durch eine runde Öffnungsluke in den Tank ein, durchqueren diesen und steigen anschließend über die zweite Öffnungsluke wieder aus.

3.1.2 Schleusen

Nicht in allen Anlagen sind Schleusen vorhanden. In der Übungsanlage des Kreises Schwalm-Eder wurden die Schleusen für den Einbau von Übungsbauteilen genutzt. Hierzu zählen Hausanschlüsse (Gas, Elektro), eine Rohrübungsanlage, eine Dichtkissenübungsanlage und eine Anlage zur Vornahme einer druckluftgefüllten C-Angriffsleitung.

Die genannten Übungsanlagen werden derzeit allerdings nicht für die Belastungsübungen genutzt [12].

3.1.3 Übungsraum

In den Übungsräumen befinden sich die Orientierungsstrecken. Diese werden in einem Gitterkäfig aufgebaut, erstrecken sich über zwei bis drei Ebenen und haben unterschiedliche Längen, die zwischen 35 und 80 m liegen. Innerhalb der Übungsstrecke sind verschiedene Elemente eingebaut. Hierzu zählen Rampen, Mannlöcher, Durchstiege, Türen und Streben. In drei der vier Strecken ist jeweils ein zwei Meter langes Kriechrohr eingebaut, das die AGT zwingt das Atemschutzgerät abzunehmen und vor sich herzuschieben. Als Besonderheit ist anzumerken, dass in der Orientierungsstrecke des Schwalm-Eder-Kreises die Möglichkeit besteht zwei Arbeitsräume in der Größe von 4 bis 6 m² einzubauen (vgl. Abbildung 2). Diese können im Streckenverlauf eingebunden werden oder als Zimmer an einem simulierten Flur (Platz zwischen Käfiganlage und Wand) für Übungen genutzt werden.



Abbildung 2 Übungsraum mit markierter Rettungsöffnung (links) und Tankübungsanlage (rechts) [7]

In der Übungsstrecke in Hamm wird im Rahmen der Atemschutzausbildung ein Autoreifen als zusätzliche Erschwernis durch einen Teil des Streckenverlaufs mitgezogen. Der Schwalm-Eder-Kreis hält zusätzliche Möglichkeiten wie beispielsweise Schraubarbeiten in der Übungsstrecke vor. Außerdem gibt es einen Monitor um Szenarien einzuspielen (z.B. Ablesen einer Gefahrguttafel).

Alle Übungsräume sind abgedunkelt und lassen sich erwärmen. Die maximalen Temperaturen liegen hier zwischen 35 °C und 50 °C.

In den Übungsanlagen in Köln und im Schwalm-Eder-Kreis werden erschwerte Bedingungen mit Theaternebel geschaffen. Geräusche und Lichteffekte (Stroboskop, blinkende LED mit Nebel) werden derzeit nur in der Anlage in Schwalm-Eder eingesetzt.

3.1.4 Zielraum

Nur der Schwalm-Eder-Kreis verfügt über einen separaten Zielraum. Neben dem Ausgang aus der Orientierungsstrecke befindet sich hier eine Tankübungsanlage. Zusätzlich ist auch ein Bett mit Übungspuppe zur Simulation einer Menschenrettung vorhanden. Die Tür zur Orientierungsstrecke lässt sich erwärmen, so dass sich mit der oben genannten Angriffsleitung z.B. eine Türprozedur üben lässt.

Eine Einbindung der Tür und der Übungspuppe im Rahmen der Belastungsübung hat bisher nicht stattgefunden, da der Zielraum im „Corona-Modus“ nicht genutzt wird [12].

3.2 Belastungsübungen

Im Folgenden werden die eigentlichen Belastungsübungen unter den Aspekten der Sicherheit bei der Durchführung, der persönlichen Schutzausrüstung (PSA) sowie dem Ablauf und die dabei erreichten Belastungswerte miteinander verglichen.

3.2.1 Sicherheit

Zur Sicherheit werden die Teilnehmenden während der gesamten Übung optisch und akustisch durch Kameras und Mikrophone überwacht. Teilweise sind Wärmebild- und/oder Infrarotkamarasysteme vorhanden.

Vor Beginn der Belastungsübung werden in Hamm die Herzfrequenz (HF) und der Blutdruck gemessen. Hier dürfen die Grenzwerte „ $HF = 100 \text{ Schläge/min}$ “ und ein Blutdruck von „ $160/90 \text{ mmHg}$ “ nicht überschritten werden [10].

In Bielefeld, Hamm und im Schwalm-Eder-Kreis wird die Herzfrequenz der Übenden kontinuierlich überwacht. Der Grenzwert für den Einzelnen ergibt sich nach der Faustformel für die maximale HF aus „ $HF_{max} = 220 - \text{Lebensalter}$ “ [13]. Dieser Grenzwert sollte nicht länger als eine Minute überschritten werden [10].

Im Notfall sind die Übenden in allen Strecken schnell zu erreichen. Es stehen in allen Übungsanlagen ein AED und eine Notfaltasche oder ein Notfallkoffer bereit. Während

in Hamm und Schwalm-Eder die Übungsleitungen Ersthelfende mit AED-Einweisung sind, verfügen die Übungsleitungen in Köln und Bielefeld über eine rettungsdienstliche Qualifikation.

3.2.2 Persönliche Schutzausrüstung

Für die Belastungsübungen ist die PSA für den Innenangriff vorgesehen. Neben Helm, Brandschutzhandschuhen und Stiefeln besteht diese aus der Brandschutzüberbekleidung nach der Herstellungs- und Prüfungsbeschreibung für eine universelle Feuerwehrschutzbekleidung (HuPF) Teil 1 und 4. Abweichend hiervon dürfen die Teilnehmenden in Bielefeld in eigenem Ermessen die Brandschutzüberbekleidung durch einen Overall aus Baumwolle ersetzen.

3.2.3 Ablauf

Die Belastungen werden in Trupps mit zwei bis vier AGT durchgeführt und starten im Konditionsraum. Bis auf die älteste Anlage in Köln müssen sich die Teilnehmenden mittels Transponder an den Arbeitsgeräten anmelden sowie in der Orientierungsstrecke an- und abmelden.

Während in Hamm zuerst alle Arbeitsmessgeräte und anschließend die Orientierungsstrecke zu absolvieren sind, wird die Arbeit an den Geräten in Bielefeld und Schwalm-Eder durch die Orientierungsstrecke unterbrochen. In Bielefeld folgt nach der zweiten Einheit im Konditionsraum ein weiterer Streckendurchlauf.

Bei der Feuerwehr Köln startet der Ablauf mit einer Begehung der Tankübungsanlage und einer anschließenden Übungsfolge Schlaggerät (10 Hammerschläge) und Endlosleiter (10 m) bevor die Orientierungsstrecke durchlaufen wird. Anschließend sind noch mehrere Übungsfolgen zu absolvieren, so dass der Hauptteil an den Arbeitsmessgeräten am Ende geleistet wird.

Die Übungen an den Arbeitsmessgeräten sind in der Anzahl der Geräte (2 bis 5) und der Anzahl der Übungen (3 bis 9) sehr unterschiedlich (vgl. Tabelle 2).

Übungen	Bielefeld	Hamm	Köln	Schwalm-Eder-Kreis
Schlaggerät	-	-	4	1
Armergometer	1	-	-	1
Endlosleiter	1	1	5	1
Fahrrad-Ergometer	-	1	-	1
Laufband	1	1	-	1
Stepper	1	-	-	-
Anzahl Geräte	4	3	2	5
Gesamtzahl Übungen	4	3	9²	5

Tabelle 2 Anzahl der Arbeitsmessgeräte und Übungen [7] [8] [9] [11] [12]

² Altersgruppe 18 bis 49 Jahre

3.2.4 Belastungswerte

Als Gesamtarbeit werden die Vorgaben der FwDV 7 von 80 kJ bzw. 60 kJ ab dem 50. Lebensjahr genutzt. Eine Ausnahme stellt hier die Feuerwehr Bielefeld mit 115 kJ (bis 29 Jahre) und 90 kJ (30-39 Jahre) für die Angehörigen der Berufsfeuerwehr dar [14].

Der Arbeitsanteil der Orientierungsstrecken bei den Belastungsübungen liegt bei ungefähr 25 bis 35 %. Der Oberkörperanteil über Armergometer und Schlaggerät bei ca. 8 bis 9 %³ der Gesamtarbeit. Die Steighöhen bei der Endlosleiter lagen zwischen zehn und 20 Metern pro Übung.

3.3 Besonderheiten

Bei der Besichtigung der Atemschutzübungsanlagen sind folgende Besonderheiten aufgefallen:

- Notfalltraining Feuerwehr Hamm

Nach der Belastungsübung schließt sich bei der Feuerwehr Hamm eine von drei standardisierten Übungen aus dem Atemschutznotfalltraining an, die nach Möglichkeit noch mit dem restlichen Luftvorrat aus der Belastungsübung zu absolvieren ist [9]:

- Sofortrettung
- Rettung mit Tragetuch oder
- Umkuppeln auf externe Atemluftversorgung

In Abhängigkeit der Übungsbeschreibung werden hier zusätzlich eine Atemschutznotfalltasche und eine (leere) Schlauchleitung mit vorgenommen.

Für die Übungen werden der Ausgangsbereich der Orientierungsstrecke, der Übungsraum sowie die angrenzenden Räume inkl. der Treppe vom Keller bis ins Erdgeschoss genutzt. Ziel ist es, die Thematik des Atemschutznotfalltrainings zu festigen.

- Funkkommunikation Schwalm-Eder-Kreis

Um das Absetzen von Funkmeldungen unter Stress und hoher körperlicher Belastung zu üben, sind durch die AGT im Rahmen der Belastungsübung Funkmeldungen, wie z.B. die Rückmeldung von Restdrücken der Atemschutzgeräte, abzusetzen [12].

³ Die Atemschutzstrecke Schwalm-Eder wurde nicht berücksichtigt, da die Streckenlänge zwischen 35 und 80 m variiert und dadurch auch die Arbeitswerte an den Geräten stark variieren. In Hamm gibt es in dem Bereich keine Übung.

3.4 Zusammenfassung des Vergleichs

Auch wenn sich die einzelnen Belastungsübungen in der Anzahl und Abfolge der Einzelübungen unterscheiden, gibt es neben den vorgegebenen Arbeitswerten Gemeinsamkeiten. Es werden insbesondere die Ausbildungsinhalte Orientierung und körperliche Belastung von den Übenden abgefordert [2]. Die körperlichen Belastungen werden größtenteils durch Arbeitsmessgeräte abgeleistet. Der Schwerpunkt der Arbeitsmessgeräte liegt überwiegend auf der Belastung der Beine.

Die Übungen werden, ähnlich eines Atemschutzeinsatzes, in Trupps durchgeführt.

Auch wenn teilweise Möglichkeiten bestehen Einsatztätigkeiten im Sinne der FwDV 7 zu üben, werden diese nicht in die eigentliche Belastungsübung mit eingebunden⁴. Zum einen ist dieses Bestandteil der jährlichen Einsatzübung und zum anderen ist es schwierig die Arbeitswerte zu ermitteln [2].

3.5 Alternative Belastungsübungen

Zu Beginn der Corona-Pandemie gab es in den Atemschutzübungsanlagen Probleme bzgl. notwendiger Hygienemaßnahmen. Daher konnte in vielen Atemschutzübungsanlagen keine Belastungsübungen sicher durchgeführt werden. Um dieser Problematik zu begegnen hatte beispielsweise die Unfallkasse Nordrhein-Westfalen die Fristen zur Ableistung der Belastungsübung bis Ende März 2021 verlängert [15].

Da die Hygieneprobleme im weiteren Verlauf der Pandemie weiterhin bestanden, mussten Alternativen zur Überprüfung der Leistungsfähigkeit gefunden werden. Daher wiesen z.B. die Unfallkassen auf die Durchführung von Ersatzbelastungsübungen im Freien hin, die mit den Vorgaben der FwDV 7 vergleichbar sein müssen [16]. Hierzu haben sowohl Landesbehörden (z.B. Rheinland-Pfalz) als auch die Unfallversicherungsträger (z.B. Unfallkasse Hessen) Vorgaben herausgegeben [17] [18]. Die Arbeitswerte aus der FwDV 7 sind demnach bei den Ersatzbelastungsübungen einzuhalten.

Bei der Gestaltung von Ersatzübungen wurde z.B. auf den sogenannten Finnentest zurückgegriffen, der auf einer Studie von Louhevaara et al. basiert und z.B. als Leistungstest für Atemschutzgeräteträger in Österreich genutzt wird [19] [20] [21]. Hier müssen Aufgaben an fünf Stationen in einer vorgegebenen Zeit durchgeführt werden:

Station	Zeit	Aufgabe
1	4 min	100 m Gehen ohne Kanister, 100 m Gehen mit zwei 16,6 kg Kanistern
2	3,5 min	ca. 180 Treppenstufen steigen (90 hinauf, 90 hinab)
3	2 min	Hämmern eines liegenden Lkw-Reifens über 3 m (Reifen ca. 47 kg, Hammer ca. 6 kg)
4	3 min	Unterkriechen – Übersteigen von Hindernissen
5	2 min	Aufrollen eines C-Schlauches ohne das andere Ende zu bewegen

Tabelle 3 Aufgaben Finnentest [21]

⁴ Ausnahme Funkmeldungen in der Atemschutzstrecke Schwalm-Eder-Kreis

Abschließend ist darauf hinzuweisen, dass die Unfallkasse Nordrhein-Westfalen die „alternativen Übungen“ nicht als Ersatz der Atemschutzübung in einer Atemschutzübungsstrecke ansieht und diese als Ergänzung empfiehlt [22].

Alternative Belastungsübungen wie z.B. der Finnentest zeigen andere Möglichkeiten der Belastungsübungen. Diese Übungen können auch an vielen Feuerwachen bzw. Gerätehäusern der Freiwilligen Feuerwehren stattfinden. Selbstorganisierte Übungen „vor Ort“ sind hinsichtlich der teilweise langen Anfahrtswege für Feuerwehren zu Übungsanlagen eine Erleichterung. Allerdings ist dieser Ansatz kritisch zu diskutieren, denn die Belastungsübung stellt neben der G26 Untersuchung die einzige Möglichkeit einer einheitsunabhängigen Überprüfung des Fitnesszustandes von AGT dar.

4 Überprüfung auf feuerwehrspezifische Belastungen

Aus der Recherche lässt sich ableiten, dass sich die Belastungen im Atemschutzeinsatz aus den Umgebungsbedingungen, der Beschaffenheit und des Gewichts der Schutzkleidung sowie der eigentlichen körperlichen Arbeit ergeben (vgl. Abbildung 3) [23].

Als Beispiel für notwendige Belastungswerte kann hier das Feuer im Krankenhaus Bergmannsheil in Bochum dienen. So haben die AGT auf dem Weg ins Brandgeschoss (6. Etage) bereits ca. 200 bis 300 W Leistung erbracht [24].

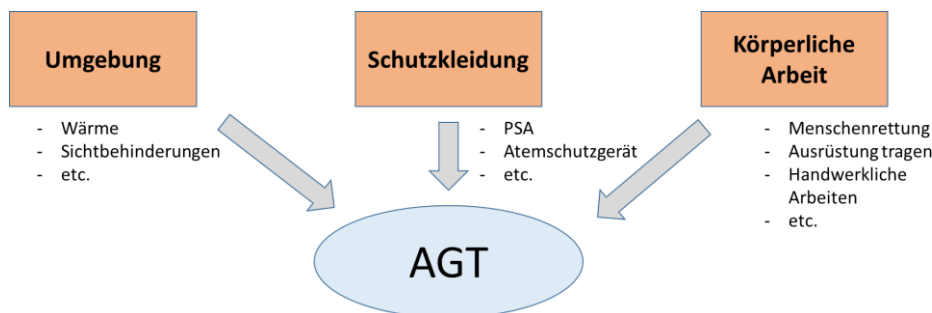


Abbildung 3 Belastungen eines AGT im Einsatz [7]

Um die notwendigen Belastungen leisten zu können, benötigen die AGT Ausdauer im aeroben und anaeroben Bereich. Darüber hinaus sind Kraft in den Arm- und Beinmuskellketten, berufsfeldspezifischen Muskelgruppen, wie z.B. Hand- und Schultermuskulatur, und Rumpfstabilität sowie eine entsprechende Koordinationsfähigkeit notwendig [25].

Während die Gesamtbelastung in der Belastungsübung „in Ansätzen vergleichbar mit simulierten oder realen Einsatzszenarien“ [24] ist, gilt es im Folgenden zu überprüfen, wie realitätsnah die genannten feuerwehrspezifischen Belastungen in den aktuellen Übungsszenarien innerhalb der Belastungsübung simuliert werden. Die Überprüfung gliedert sich hierbei in die Bereiche Arbeitsmessgeräte, Belastung durch die Schutzkleidung und die Orientierungsstrecke.

4.1 Arbeitsmessgeräte

Die Belastungsübungen beginnen mit den Übungen im Konditionsraum. Hier müssen die AGT in der Regel direkt in die volle Belastung einsteigen. Diese „Kaltstartfähigkeit“ ist durchaus realistisch, so dass Einsatzkräfte durchaus schnell vom aeroben in den anaerobe Ausdauerbereich kommen [26].

Im Folgenden werden die verschiedenen Arbeitsmessgeräte beschrieben und hinsichtlich ihrer feuerwehrspezifischen Belastung überprüft:

- Endlosleiter

Mit der Endlosleiter wird das Besteigen einer Leiter im Einsatz simuliert. Vorgegeben werden hierbei die zu steigende Höhe und Geschwindigkeit. Die geleistete Arbeit wird über die Gewichtskraft eines Feuerwehrangehörigen mit Ausrüstung nach Vorgabe der FwDV 7 (Gewicht AGT → 100 Kg) und die zurückgelegte Steighöhe nachgewiesen [2].

Die Nutzung von Leitern stellt eine Grundtätigkeit der Feuerwehr dar, die z.B. für die Rettung von Personen über Rettungsgeräte der Feuerwehr als zweiten Rettungsweg oder als Angriffsweg (z.B. Flachdachbrand) benötigt wird [27] [28]. Daher ist die Übung auf der Endlosleiter grundsätzlich eine feuerwehrspezifische Belastung. Im realen Einsatz können die AGT allerdings die Steig-Geschwindigkeit selbst bestimmen.

- Fahrradergometer

Beim Fahrradergometer erbringen die Übenden die Arbeit über die Beine. Durch die sitzende Haltung werden überwiegend die Bein- und Gesäßmuskulatur beansprucht. Die Arbeit wird über die am Gerät eingestellte Wattzahl und die Dauer der Übung vorgegeben.

Fahrradergometer werden z.B. auch zur Feststellung der körperlichen Leistungsfähigkeit im Rahmen der G26.3 oder auch in Belastungsstudien genutzt [26]. Allerdings sind Tätigkeiten mit den Beinen ohne die komplette Gewichtsbelastung des Gesamtkörpers nicht feuerwehrspezifisch und stellen daher eine andere Belastung für den gesamten Körper dar als beispielsweise das Laufen.

- Laufband

Auf dem Laufband legen die Übenden mit einer vorgegebenen Geschwindigkeit eine vorgegebene Strecke zurück. Neben der Streckenlänge wird auch eine Steigung vorgegeben, so dass im Sinne der FwDV 7 eine Arbeit über die damit überwundenen Höhenmeter ermittelt wird.

Laufbewegungen sind grundsätzlich als feuerwehrspezifische Bewegungen anzusehen. Im Atemschutzeinsatz werden in der Regel zusätzliche Ausrüstungsgegenstände (z.B. Brechwerkzeug, Schlauchtragekörbe) mitgenommen, die eine zusätzliche Belastung darstellen und auf dem Laufband nicht simuliert werden.

- Stepper

Mit dem Stepper wird das Treppensteigen simuliert [29]. Die Arbeit wird über die am Gerät eingestellte Wattzahl und die Dauer der Übung vorgegeben.

Das Treppensteigen ist im Einsatz eine feuerwehrspezifische Belastung. Auch wenn der Bewegungsablauf auf dem Stepper dem Treppensteigen nahekommt, ist dieses im Vergleich anstrengender. Beim Stepper drücken die Beine abwechselnd gegen den voreingestellten Widerstand. Dabei werden die AGT im Gegensatz zum Treppensteigen durch ihr Eigengewicht unterstützt. Zudem werden im Einsatz in der Regel zusätzliche Ausrüstungsgegenstände (z.B. Brechwerkzeug, Schlauchpaket) beim Treppensteigen mitgeführt, die eine zusätzliche Gewichtsbelastung darstellen.

- Schlaggerät

Beim Schlaggerät wird ein Gewicht, das in einer Stahlblechkonstruktion geführt wird, über ein Zugseil und eine Umlenkrolle durch die Übenden gegen einen Anschlag gezogen. Da die ursprüngliche Konstruktion des Schlaggeräts bzgl. der Rückenbelastung kritisch bewertet wird, wurden diese zum Teil abgeschafft [9] [30] [31]. Alternativ wurden organisatorische oder technische Maßnahmen, durch Verkürzung des Zugseils, getroffen [29] [32].

Ein Schlaggerät mit verkürztem Seilzug konnte bei einem Selbstversuch in der Übungsanlage in Schwalmstadt getestet werden. Die durchzuführende Bewegung ähnelt dem Einreißen mit dem Einreißhaken und simuliert damit eine feuerwehrspezifische Belastung.

- Armergometer

Das Armergometer dient zur Belastung der Oberkörpermuskulatur [33], wie z.B. die berufsfeldspezifischen Hand- und Schultermuskeln [25]. Dazu stehen die Übenden vor dem Armergometer, welches sich auf Höhe der Brust befindet, und führen eine Drehbewegung durch. Die Arbeit wird über die am Gerät eingestellte Wattzahl und die Dauer der Übung vorgegeben.

Auch wenn berufsfeldspezifische Muskelgruppen im Oberkörperbereich angesprochen werden, sind Einsatz Tätigkeiten mit Kurbelbewegungen allerdings selten im Atemschutzeinsatz anzutreffen.

4.2 Belastung durch die PSA

Durch die körperliche Arbeit im Atemschutzeinsatz entsteht Wärme im Körper, die über die Haut und die Atmung abgegeben wird. Die Wärmeabfuhr wird durch die Schutzkleidung behindert. Dabei liegt die körperliche Leistungsfähigkeit unter Atemschutz und in Schutzkleidung um ca. 25 % unterhalb der maximalen Leistungsfähigkeit als in Sportkleidung ohne Atemschutz [34].

Die Nutzung von Brandschutzüberbekleidung nach HuPF Teil 1 und 4 ist bei einer Belastungsübung sinnvoll, um die notwendige Leistung zur Erbringung der Arbeit zu gewährleisten. Zudem sind auch die Bewegungseinschränkungen durch die Schutzkleidung vorhanden.

4.3 Orientierungsstrecke

Die Orientierungsstrecke befindet sich in einem dunklen, aufgeheizten und ggf. verrauchten Raum. Innerhalb der Orientierungsstrecke müssen die AGT den Weg durch einen engen Gitterkäfig finden. Dabei sind Hindernisse zu überwinden bzw. Engstellen und Durchstiege zu passieren. Auch kommen Teilabschnitte vor, in denen die Übenden nur kriechend die Übungsstrecke durchlaufen können. Im Extremfall ist das Atemschutzgerät abzunehmen, um z.B. eine Röhre zu durchqueren.

Hierdurch wird eine einsatzähnliche Umgebung geschaffen, die bei den Übenden eine feuerwehrspezifische Stressbelastung erzeugt. Außerdem wird durch das Überwinden von Hindernissen die notwendige Koordinationsfähigkeit der AGT getestet. Das Durchqueren einer längeren Kriechstrecke mit einem Querschnitt von ca. einem Quadratmeter ist im Bereich der Feuerwehr dagegen untypisch. Hier sind die zu begehenden Räume größer und die Decken höher. Daher können sich die AGT im realen Atemschutzeinsatz bei schlechten Sichtverhältnissen im sicheren Seitenkriechgang anstatt auf Händen und Knien fortbewegen. Auch die Umgebungstemperaturen sind nicht realistisch, da diese deutlich unter den Temperaturen, die z.B. bei einem Zimmerbrand vorliegen oder bei den Einsatzsimulationen im Rahmen der STATT-Studie zur Stressbelastung von Atemschutzgeräteträgern genutzt wurden, liegen [23]. Die Vornahme einer Schlauchleitung findet im Vergleich zu Einsätzen nicht statt.

4.4 Zusammenfassung der Überprüfung

Die körperliche Gesamtbelastung in der Übungsstrecke ist annähernd mit Atemschutzeinsätzen vergleichbar. Da die maximale Leistungsfähigkeit zum Teil von der Kleidung abhängt, stellt das Tragen der Brandschutzüberbekleidung bei den Belastungsübungen eine wichtige feuerwehrspezifische Belastung dar.

Demgegenüber ist die Realitätsnähe zu feuerwehrspezifischen Belastungen an den Arbeitsgeräten sehr unterschiedlich. Abgesehen von den vorgegebenen Geschwindigkeiten werden die Belastungen durch die Endlosleiter und das Laufband am besten simuliert. Der Stepper und das Schlaggerät mit verkürztem Seilzug ähneln feuerwehrspezifischen Belastungen. Das Armergometer und das Fahrradergometer fordern die Ausdauer für Teile des Körpers. Die Bewegungen sind hierbei weniger feuerwehrspezifisch.

Zusatzbelastungen durch das Tragen von Ausrüstungsgegenständen, die z.B. beim Laufen vom Fahrzeug über den Verteiler in ein Brandobjekt (Laufband) oder beim Treppensteigen (Stepper) zum Brandgeschoss entstehen, fehlen hier genauso, wie

beispielsweise das Mitziehen einer Angriffsleitung beim Vorgehen im Brandobjekt. Dieses gilt zudem für die Personenrettung, die als hochintensive Anforderung eingeordnet wird [25].

Auch wenn Teile der Orientierungsstrecke nicht realitätsnah sind, werden hier durchaus feuerwehrspezifische Belastungen geübt. Allerdings sollte der Streckenverlauf regelmäßig variiert werden, um Abnutzungseffekten vorzubeugen.

5 Entwicklung von Übungsszenarien

In diesem Abschnitt der Facharbeit werden realitätsnahe Übungsszenarien entwickelt. Dazu werden mögliche Einsatzszenarien als Grundlage beschrieben. Aus den einsatzspezifischen Tätigkeiten und deren feuerwehrspezifischen Belastungen werden anschließend Übungen abgeleitet. Die weitere Entwicklung findet auch unter Berücksichtigung des Aufwandes und der möglichen Einbindung in bestehende Anlagen statt.

5.1 Einsatzszenarien

Als Grundlage der weiteren Entwicklung werden beispielhaft drei typische Einsatzszenarien betrachtet. Ziel dabei ist es, die verschiedenen Elemente des Atemschutzeinsatzes herauszuarbeiten.

- Einsatzszenario „Kritischer Wohnungsbrand“

Beim „Kritischen Wohnungsbrand“ ist eine Menschenrettung unter Atemschutz in einem Obergeschoss eines Wohngebäudes durchzuführen. Der Angriffstrupp geht mit der Ausrüstung über die Treppe zum Brandgeschoss vor. In die Zugangstür zur Brandwohnung wird ein Rauchschturvorhang eingesetzt und ggf. muss die Wohnungstür aufgebrochen werden. Der verrauchte Bereich wird durch die AGT nach vermissten Personen abgesucht. Eine Schlauchleitung zum Eigenschutz wird mit vorgenommen. Aufgrund der schlechten Sichtverhältnisse wird teilweise im Seitenkriechgang vorgegangen.

- Einsatzszenario „Dachstuhlbrand“

Im Rahmen eines Dachstuhlbrandes ist dieser durch die AGT z.B. über Leitern der Feuerwehr zu betreten. Neben der Schlauchleitung werden weitere Ausrüstungsgegenstände nach oben gezogen. Um besser an den Brandherd zu kommen, müssen Öffnungen mittels Brechwerkzeug und Einreißhaken geschaffen werden.

- Einsatzszenario „Brand von Lagergut in einer Logistikhalle“

Eine Palette brennt in einem Regal. Die AGT haben aufgrund der Größe des Gebäudes bzw. des Brandabschnittes weite Anmarschwege zurückzulegen bevor sie einen Löschangriff durchführen. Für den Löschangriff ist eine Schlauchleitung vorzunehmen. Zum Ablöschen der Glutnester wird das Brandgut auseinandergezogen.

Bei genauerer Betrachtung der Szenarien lassen sich die einzelnen Elemente in die Bereiche Ausrüstung, Anmarschweg und Gefahrenbereich einordnen (Abbildung 4).

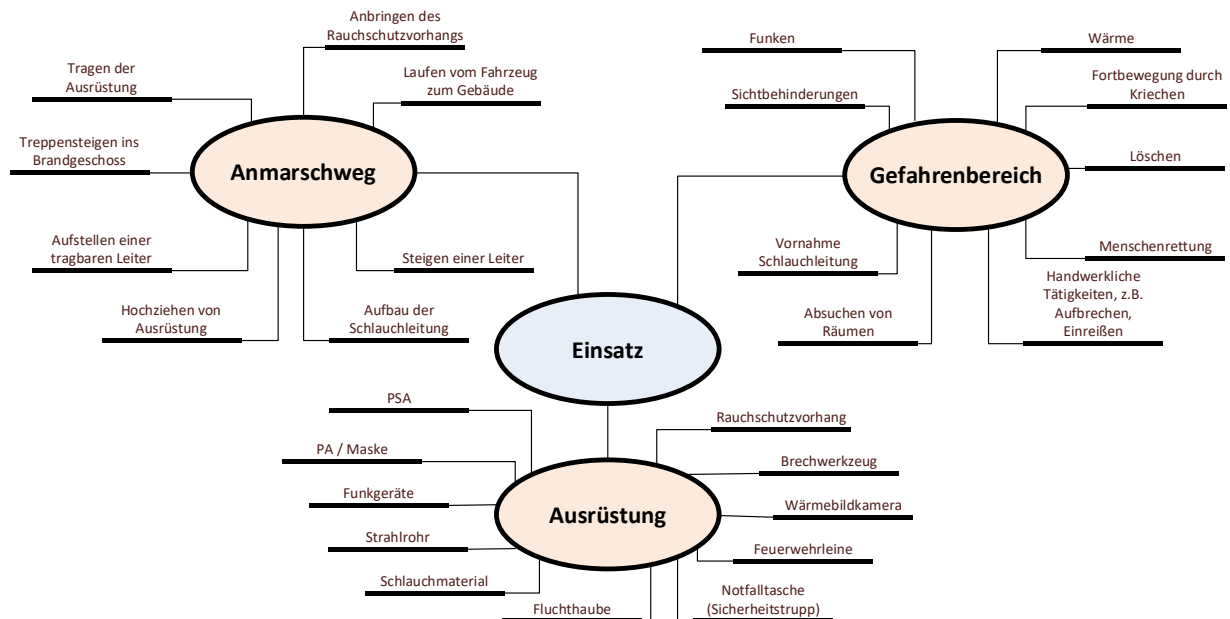


Abbildung 4 Typische Elemente des Atemschutzeinsatzes [7]

Die Ausrüstung eines Atemschutztrupps besteht neben der zusätzlichen persönlichen Ausrüstung, wie z.B. Funkgerät, Beleuchtung, Atemschutzgerät und Feuerwehreine, aus einer Angriffsleitung. Diese setzt sich aus einem Hohlstrahlrohr und dem Schlauchmaterial zusammen. Hinzu kommen beispielsweise Brechwerkzeug, eine Wärmebildkamera sowie ein Rauchschutzhvorhang. Insgesamt kann mit einer Belastung von ca. 20 bis 30 kg gerechnet werden, die jedes Mitglied des Atemschutztrupps als zusätzliches Arbeitsmaterial zu tragen hat. Im Einzelfall sind auch andere Ausrüstungsgeräte oder Materialien vorzunehmen. Dieses können z.B. Kleinlöschgeräte oder Schaummittelkanister sein. Auch hier werden Gewichte von ca. 20 kg erreicht.

Diese Ausrüstungsmaterialien müssen durch die AGT über den Anmarschweg zum Gefahrenbereich getragen werden. Der Anmarschweg teilt sich dabei in horizontale und vertikale Wege.

Der horizontale Weg im Atemschutzeinsatz führt vom Fahrzeug über den Verteiler ins Gebäude und schließlich zum Gefahrenbereich. Diese ergeben sich aus den baurechtlichen Vorschriften. Beispielsweise liegt der maximale Abstand eines Gebäudes ohne Feuerwehrezufahrt von der öffentlichen Verkehrsfläche bei 50 m [28]. Mögliche Rettungsweglängen im Gebäude liegen zwischen 35 und 140 m Länge [28] [35].

Horizontale
Wege

Liegt das Brandgeschoss oder ein verrauchter Bereich nicht im Erdgeschoss müssen die AGT zusätzlich vertikale Wege überwinden. Da erst bei Gebäuden mit einer Höhe von mehr als 22 m zwischen Fußbodenoberkante des

Vertikale
Wege

am höchsten gelegenen Aufenthaltsraumes und der Geländeoberfläche im Mittel Feuerwehraufzüge vorgesehen sind, müssen die AGT in niedrigeren Gebäuden den Weg zu Fuß über den Treppenraum zurücklegen [28] [36]. Als Alternative stehen den AGT Leitern der Feuerwehr zur Verfügung, die in der Regel durch die AGT mit in Stellung gebracht werden müssen.

Nach Erreichen der Gefahrengrenze verändert sich die Belastung der AGT. So wird z.B. der Rauchschild in die Tür zum verrauchten Bereich eingesetzt und nicht mehr mitgenommen. Das Schlauchmaterial und das Strahlrohr werden nicht mehr getragen, sondern als Angriffsleitung mit Wasser gefüllt mitgezogen.

Am Zielort angekommen werden durch die AGT andere körperliche Arbeiten durchgeführt. Diese können das Löschen des Brandes, handwerkliche Tätigkeiten und/oder die Menschenrettung sein.

Zielort

Damit gliedert sich der Atemschutzeinsatz in die vier Abschnitte⁵ horizontale Wege, vertikale Wege, Gefahrenbereich und Zielort (vgl. Abbildung 5). Um alle Abschnitte in der Belastungsübung zu berücksichtigen, bilden diese als Übungsstationen den Rahmen für die einzelnen Übungen.

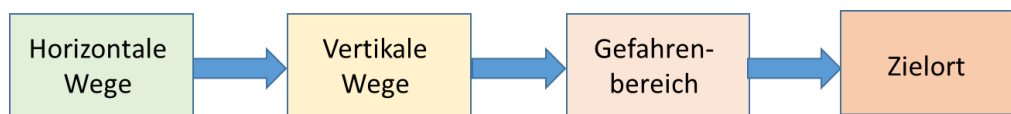


Abbildung 5 Gliederung des Atemschutzeinsatzes ohne Rückweg [7]

5.2 Übungsszenarien

Bei der weiteren Entwicklung ist zu beachten, dass die Übungen Teil einer Belastungsübung und nicht Teil der ebenso jährlich zu absolvierenden Einsatzübung sind. Das Ziel der Belastungsübung ist die Erbringung einer definierten Gesamtarbeit mit einem vorgegebenen Atemluftvorrat [2]. Daher sind die Übungen so zu gestalten, dass sich daraus Arbeitswerte ableiten oder empirisch ermitteln lassen.

Diese Übungen sind nach FwDV 7 in einer nach DIN 14093 gestalteten Atemschutzübungsanlage oder einer geeigneten und gleichwertigen Anlage durchzuführen [2].

Die Belastung für AGT ist in der Belastungsübung sehr hoch. Dieses gilt insbesondere für untrainierte Feuerwehrangehörige, die dabei an ihre Belastungsgrenzen oder darüber hinaus kommen [26]. Daher sind die Übungen bzw. die technischen und organisatorischen Rahmenbedingungen so zu gestalten, dass die in der DIN 14093 vorgegebenen Sicherheitsaspekte, wie z.B. optische Überwachung, schneller Zugriff und Herzfrequenzüberwachung weiterhin gewährleistet bleiben.

⁵ Im Einsatzfall wird der Atemluftvorrat des Atemschutzgeräts erst ab dem Gefahrenbereich genutzt.

Aufgrund der oben genannten Belastung durch die PSA ist hier die Nutzung der Brandschutzüberbekleidung zur Überprüfung der Leistungsfähigkeit unabhängig der folgenden Übungsszenarien sinnvoll. Dieses gilt auch für die Einbindung von Funkkommunikation.

5.2.1 Übungsstation 1 „Horizontale Wege“

Die feuerwehrspezifischen Belastungen auf den „Horizontalen Wegen“ entstehen durch „Schnelles Gehen (Ebene)“ und dem „Tragen von Lasten“. Daraus ergibt sich folgendes Übungsszenario:

Übungsszenario „Tragen von Lasten in der Ebene“

Es ist eine Zusatzausrüstung von 20 bis 30 kg je AGT in den Händen über eine ebene Strecke zu tragen. Die Ausrüstung kann ersatzweise durch Kugelhanteln dargestellt werden.

Arbeitswert:

20 m Gehstrecke mit 20 kg Last → ca. 5 kJ [17] [18]

Die Herausforderung liegt bei den möglichen Übungsortlichkeiten. Da die Mindestmaße nach DIN 14093 des Konditionsraumes (20 m²) auf die oben beschriebenen Arbeitsgeräte und des Zielraumes (20 m²) eher auf „Zimmergröße“ ausgelegt sind, wird die Unterbringung einer Laufstrecke (z.B. 1x 50 m, 5x 10 m) bei bestehenden Anlagen teilweise schwierig [6]. Hier können ggf. angegliederte Hofflächen genutzt werden. Wetterunabhängige Alternativen stellen Fahrzeughallen und Flure dar.

Sofern keine Möglichkeiten zur Nutzung einer realen Laufstrecke vorhanden sind, kann auf die (vorhandenen) Laufbänder zurückgegriffen werden. Das Tragen von Zusatzmaterialien ist aufgrund des bewegten Untergrundes (z.B. 6 km/h [14]) aber kritisch zu sehen, da ein Abstützen mit den Händen im Falle eines Stolperns bzw. Gleichgewichtsverlust nicht möglich ist. Daher wird die feuerwehrspezifische Belastung des „Tragens von Lasten“ nicht mit simuliert.

5.2.2 Übungsstation 2 „Vertikale Wege“

Die AGT nutzen für die vertikalen Wege in der Regel die vorhandenen Treppen in den Gebäuden. Zusätzlich zum „Steigen“ der Treppen besteht die feuerwehrspezifische Belastung hier aus dem „Tragen von Lasten“. Daraus ergibt sich folgendes Übungsszenario:

Übungsszenario „Treppensteigen mit Lasten“

Es ist durch die AGT eine Zusatzausrüstung oder eine Kugelhantel über eine Treppe in ein vorbestimmtes Obergeschoss zu tragen.

Das Zusatzgewicht kann beispielsweise aus den oben genannten 20 kg Ausrüstung bestehen. Die maximal zu überwindenden Höhenmeter können aus den baurechtlichen Vorschriften abgeleitet werden.

Arbeitswerte:

Der Arbeitswert W ergibt sich aus der Gewichtskraft des AGT nach FwDV7 und der Gewichtskraft der Zusatzbelastung multipliziert mit den zu steigenden Höhenmetern [37].

Beispiel: $W = F_g \cdot h = (100 \text{ kg} + 20 \text{ kg}) \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 10 \text{ m} = 12 \text{ kJ}$

Auch wenn das Treppensteigen in der FwDV 7 beispielhaft benannt wird, werden nach DIN 14093 keine Übungstreppenhäuser in den Atemschutzübungsanlagen beschrieben, so dass hier bei Bestandsanlagen auf ggf. vorhandene Treppenräume oder Übungstürme auf dem Gelände der Anlage zurückgegriffen werden muss [2] [6]. Eine Etage kann auch mehrfach auf- und abgestiegen werden, um die vorgegebenen Arbeitswerte zu erreichen.

Nachteilig ist sicherlich ein höherer Aufwand für die Überwachung der Übenden über mehrere Etagen und dem Erreichen bei medizinischen Notfällen.

Sollte es in bestehenden Anlagen keine geeigneten Treppen geben, bieten Endlostreppen, welche nach dem gleichen Prinzip wie die Endlosleiter funktionieren, eine platzsparende Alternative, die auch in vorhandenen Konditionsräumen genutzt werden kann. Im Vergleich zu realen Treppen gibt es allerdings keine „Pausen“ durch Zwischenpodeste. Auch sind die Stufen mit 20 cm [38] höher als die DIN 18065 für „Gebäude im Allgemeinen“ für notwendige Treppen (max. 19 cm) vorsieht [39].

Übungsszenario „Endlostreppe“

Es ist eine vorgegebene Höhe mit einer vorgegebenen Geschwindigkeit auf einer Endlostreppe zu steigen.

Arbeitswert:

10 m Steigen → 10 kJ (100 kg Gewicht inkl. persönliche Ausrüstung) [2]

Da sich die Übenden wie beim Laufband auf einem bewegten Untergrund befinden, ist die Verletzungsgefahr durch das zusätzliche Tragen von Lasten hier ebenfalls kritisch zu sehen, so dass die feuerwehrspezifische Belastung des „Tragens von Lasten“ nicht mit simuliert wird.

Im Einsatz stehen den AGT als Alternative zu den Treppen Leitern der Feuerwehr zur Verfügung. Bei der Nutzung von tragbaren Leitern müssen diese durch die Feuerwehrangehörigen manuell aufgestellt werden. Diese Belastung kann als zusätzliche Übung mit dem eigentlichen Steigen kombiniert werden:

Übungsszenario „Ausziehen einer Schiebleiter“

Durch den AGT wird eine Schiebleiter ausgezogen und im Anschluss wieder eingezogen.

Arbeitswert:

Der Arbeitswert ergibt sich aus der notwendigen Auszugskraft und der vorgegebenen Höhe bzw. der maximalen Länge der Schiebleiter [37]. Die maximal zulässige Zugkraft liegt bei 500 N [40].

Das Ausziehen einer Schiebleiter stellt eine hochintensive Belastung dar [25]. Um den Aufwand an Personal für die Belastungsübung zu verringern, könnte das untere Leiterteil der Schiebleiter an einer Wand befestigt werden, so dass nur eine Einsatzkraft zum Ausziehen benötigt wird (vgl. Abbildung 6).

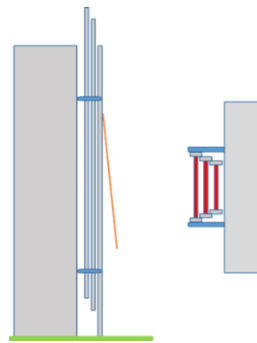


Abbildung 6 Schematische Darstellung des Übungsaufbaus [7]

Problematisch sind hier die Raumhöhen. Daher wird diese Übung in der Regel nur im Freien durchführbar sein.

Das sich daran anschließende Leitersteigen wird derzeit im Konditionsraum durch eine Endlosleiter simuliert. Alternativ kann das Besteigen einer Steck- oder Schiebleiter genutzt werden. Die Verletzungsgefahr durch Absturz bei medizinischen Problemen während des Steigens ist als kritisch einzuschätzen, so dass die Endlosleiter die sicherere Alternative darstellt.

Übungsszenario „Endlosleiter“

Die AGT steigen eine vorgegebene Strecke mit einer vorgegebenen Geschwindigkeit auf der Endlosleiter.

Die Steighöhe orientiert sich dabei an den vorhandenen Leiterlängen und den Grenzen aus der BauO.

Arbeitswert:

10 m Steigen → 10 kJ (100 kg Gewicht inkl. persönliche Ausrüstung) [2]

Beim Leitersteigen kann die zusätzliche Ausrüstung nicht in den Händen mitgenommen werden. Daher muss der Atemschutztrupp diese hochziehen. Dazu können neben der Schlauchleitung und dem Brechwerkzeug z.B. auch Kleinlöschgeräte und Trennschleifer zählen.

Übungsszenario „Treppensteigen und Hochziehen von Lasten“

Es ist über die Treppe eines Übungsturmes in ein vorgegebenes Geschoss zu steigen. Anschließend wird die fehlende Ausrüstung oder ein vergleichbares Gewicht mit einer Feuerwehrleine hochgezogen und anschließend wieder abgelassen.

Arbeitswert:

10 m Steigen → 10 kJ (100 kg Gewicht inkl. persönliche Ausrüstung) [2]

Der Arbeitswert des Hochziehens ergibt sich aus der Gewichtskraft der Ausrüstung und der Höhe [37].

5.2.3 Übungsstation 3 „Gefahrenbereich“

Im Gefahrenbereich ändern sich die Umgebungsbedingungen. Hier herrschen Sichtbehinderungen durch Rauch und Dunkelheit sowie ggf. Geräuschbelastungen vor, die bei den AGT Stress erzeugen können. Die Räumlichkeiten sind den AGT unbekannt. Mit der Annäherung an das Feuer erhöht sich die Wärmebelastung.

Die körperliche Belastung entsteht hierbei durch die Fortbewegung zum Brandereignis bzw. beim Absuchen von Räumen nach vermissten Personen. Diese Wege werden aus Sicherheitsgründen größtenteils kriechend (z.B. Seitenkriechgang) begangen. Hinzu kommt das Nachziehen der Schlauchleitung.

Die optimalste Lösung ist die Simulation eines Such- und Rettungsszenarios in einer verrauchten Wohnung:

Übungsszenario „Absuchen von Räumen“

In einer aus mehreren Räumen bestehende Nutzungseinheit wird unter einer einsatzähnlichen Atmosphäre (Sichtbehinderungen, Wärme) nach einer Person gesucht. Das Absuchen ist nach Vorgabe in „Rechter-oder-Linker-Hand“-Suche durchzuführen. Dabei ist eine Hand an der Wand zu führen und der Bodenbereich mit dem Stil einer Feuerwehraxt abzutasten.

Arbeitswerte:

Die FwDV 7 gibt für eine Orientierungsstrecke mit durchschnittlicher Schwierigkeit (teils kriechend, teils gehend) einen Arbeitswert von 4 kJ/10 m an [2]. Aufgrund der geänderten Rahmenbedingungen sollte der Wert wissenschaftlich überprüft werden.

Als Räumlichkeiten können die vorhandenen Übungsräume genutzt werden. Um realistische Raumgrößen und vergleichbare Laufwege ähnlich der Orientierungsstrecke zu bekommen, sollte der Übungsraum mindestens die geforderte Größe nach DIN 14093 von 70 m² verfügen, der z.B. um die mindestens 20 m² des Zielraums erweitert werden kann [6].

Über leicht zu montierende Wandelemente, beispielsweise aus dem Messebau⁶, können die Grundrisse einer Nutzungseinheit (z.B. Wohnung) entstehen und regelmäßig verändert werden. Hier lassen sich auch Engstellen, wie ein verengter Flur, oder Hindernisse (z.B. Möbel) in die Übung einbinden.

Im Vergleich zur bisherigen Orientierungsstrecke ist die Vorgabe bzw. Einhaltung der Arbeitswerte schwieriger, da die AGT nicht die Begrenzung durch den Käfig haben. Daher müssen die in der Übungsbeschreibung vorgegeben Rahmenbedingungen eingehalten werden.

Durch den Ersatz der Orientierungsstrecke fallen die Möglichkeiten von Übungen in engen Räumen, Einsteigen in Behälter und enge Schächte inklusive dem Abnehmen des Atemschutzgerätes weg. Diese müssten anderweitig geübt werden können. Hier bieten sich Tankübungsanlagen und eine verkleinerte Orientierungsstrecke im Übungsraum oder in einer der beiden Schleusen an.

Im Einsatz wird der Atemschutztrupp eine Schlauchleitung mitziehen. Die damit verbundenen Belastungen für jeden einzelnen AGT beim Schlauchmanagement in der aufgebauten Nutzungseinheit sind nicht ausreichend vorherzusagen. Um die Arbeitswerte eindeutiger abzu prüfen, kann das Nachziehen eines Schlauches über eine gesonderte Übung simuliert werden. Dazu wird ein gefülltes Schlauchstück der Länge von zwei Metern mit Strahlrohr an eine Feder oder einen Seilzug analog dem Schlaggerät angebunden (vgl. Abbildung 7). Die Übenden ziehen die simulierte Schlauchleitung bis zu einem Endanschlag an.

Übungsszenario „Schlauchzuggerät“

Ein (gefülltes) Schlauchendstück ist mit einer vorgegebenen Anzahl an Zügen zu ziehen.

Arbeitswert:

Die Arbeit ergibt sich aus dem Hubweg bzw. dem Federweg, der vorgegebenen Anzahl der Hübe und der notwendigen Zugkraft. Für die Berechnung der Zugkraft wird neben der Gewichtskraft der gefüllten Angriffsleitung auch der Reibungsfaktor zwischen Schlauchleitung und Untergrund benötigt [37]. Diese müssen entsprechend ermittelt werden.

⁶ vgl. provisorische Impfzentren in Hallen während der Covid19-Pandemie

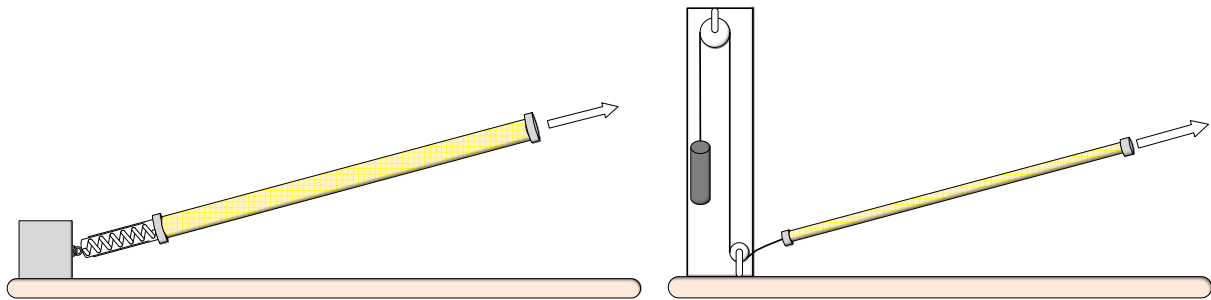


Abbildung 7 Prinzipskizze Schlauchzug mit Feder (links) und mit Seilzug (rechts) [7]

5.2.4 Übungsstation 4 „Zielort“

Am Zielort wird der eigentliche Einsatzauftrag durchgeführt. Bei der Brandbekämpfung werden Arbeiten durchgeführt, die insbesondere Kraft und Ausdauer der Oberkörpermuskulatur benötigen. Hierzu zählen die Tätigkeiten Aufbrechen, Auseinanderziehen oder Einreißen. Zur Simulation dieser Belastung lässt sich weiterhin das Schlaggerät mit verkürztem Zugseil nutzen. Zur Verbesserung könnte der Griff durch eine Stange zur Simulation des Einreißhakens ausgetauscht werden.

Ein weiterer typischer Einsatzauftrag stellt die Personenrettung dar, welche als hoch-intensive Belastung anzusehen ist. Hierbei werden die Maximalkraft und die Kraftausdauer der Arm- und Beinmuskulaturketten sowie die Handkraft abgefordert [25]. Zur Überprüfung der berufsspezifischen Ganzkörperbelastung zur Kraftausdauer sowie der Ausdauer im anaeroben Bereich wird beispielsweise im standardisierten Einstellungstest für Berufsfeuerwehren ein Dummy (185 cm, 75 kg) über eine Strecke von 66 m gezogen [41]. Dieses Szenario lässt sich auf die Belastungsübung übertragen:

Übungsszenario „Rettung einer Person“

Ein Dummy (z.B. 185 cm, 75 kg) ist durch den AGT über eine vorgegebene Länge zu ziehen.

Arbeitswert:

Der Arbeitswert ist hierfür noch zu ermitteln.

Das Übungsszenario zur Menschenrettung lässt sich in den vorhandenen Übungsanlagen darstellen. Hierzu bieten sich je nach örtlichen Gegebenheiten die Übungsräume, die Zielräume sowie angrenzende Räume, Flure und Fahrzeughallen an.

5.3 Beispiel Übungsablauf

Abschließend wird ein möglicher Übungsablauf beschrieben und in einem möglichen zukünftigen Aufbau einer Atemschutzübungsanlage dargestellt (vgl. Abbildung 8).

- Station 1 „Horizontale Wege“ (grün)

Die Belastungsübung beginnt auf der Laufstrecke mit der Übung „Tragen von Lasten“.

- Station 2 „Vertikale Wege“ (gelb)

In dieser Station wird die Übung „Treppensteigen mit Lasten“ durchgeführt.

- Station 3 „Gefahrenbereich“ (orange)

Die dritte Station beginnt mit dem „Schlauchzuggerät“ im Konditionsraum. Anschließend wird der Übungsraum über eine kurze Orientierungsstrecke, die in der Schleuse 1 eingebaut ist, betreten. Im Übungsraum wird die Übung „Absuchen von Räumen“ mittels „Linker-Hand-Suche“ durchgeführt.

- Station 4 „Zielort“ (rot)

Nach Auffinden der Übungspuppen beginnt die Übung „Rettung einer Person“. Hier hat jeder AGT eine Übungspuppe zur Schleuse 2 zu ziehen.

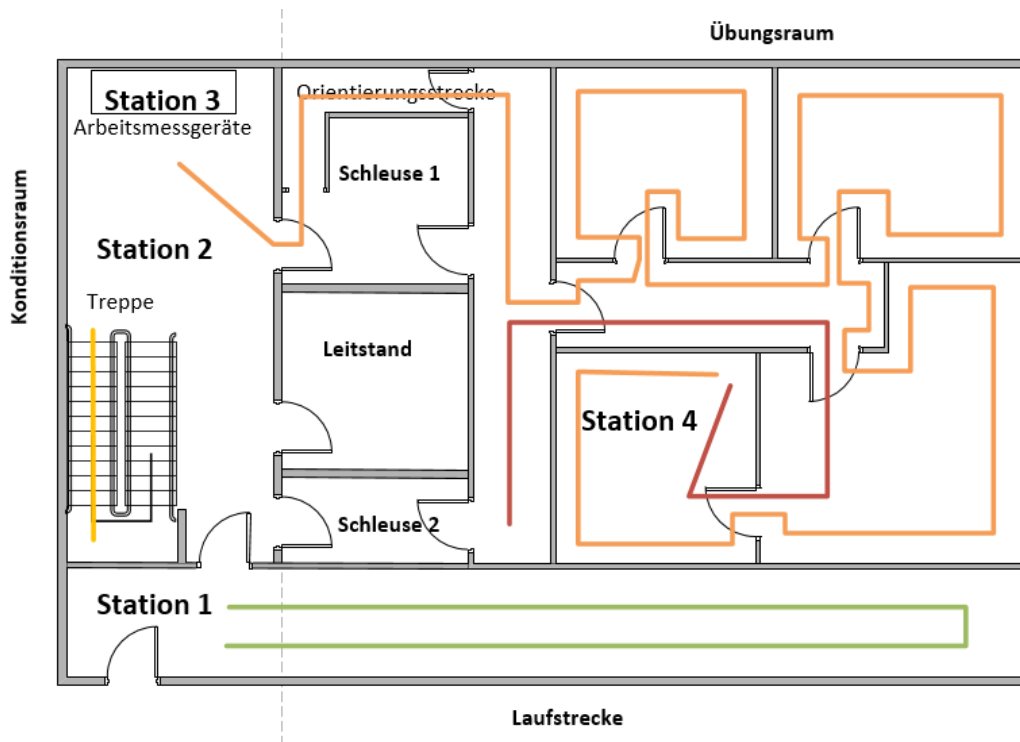


Abbildung 8 Beispielaufbau und -ablauf Atemschutzübungsstrecke [7]

6 Fazit und Ausblick

Bei der Überprüfung der Belastungsübungen wurde festgestellt, dass nicht für alle feuerwehrspezifischen Belastungen auch Übungsszenarien vorhanden sind oder dass in den Übungen nur Teilbelastungen absolviert werden.

Die beste Überprüfung der Belastung ist die tatsächliche Ausführung von Tätigkeiten und Bewegungen, die im Einsatzfall vorkommen. Die vorgeschlagenen Übungen werden vier Stationen, die den Ablauf eines typischen Atemschutzeinsatzes simulieren, zugeordnet:

Übungsstation	Übungsszenario
Horizontale Wege	<ul style="list-style-type: none"> - Tragen von Lasten in der Ebene - Laufband (eingeschränkte Alternative in Bestandsanlagen)
Vertikale Wege	<ul style="list-style-type: none"> - Treppensteigen mit Lasten - Endlostreppe (eingeschränkte Alternative in Bestandsanlagen) - Endlosleiter → Ggf. Ergänzung: Ausziehen einer Schiebleiter - Treppensteigen und Hochziehen von Lasten
Gefahrenbereich	<ul style="list-style-type: none"> - Schlauchzuggerät - Absuchen von Räumen → Ggf. Ergänzung: Tankanlage/verkleinerte Orientierungsstrecke - Orientierungsstrecke (Alternative in Bestandsanlagen)
Zielort	<ul style="list-style-type: none"> - Menschenrettung - Schlaggerät

Tabelle 4 Vorschlag für Übungsszenarien [7]

Die Einbindung der entwickelten Übungen in bestehende Anlagen ist nicht immer möglich. Daher wurden hier Alternativen für bestehende Atemschutzübungsanlagen aufgenommen.

Insbesondere die Nutzung einer Treppe und die Möglichkeit einer ebenen Laufstrecke sind nicht überall gegeben. Dieses kann bei der Neugestaltung einer Atemschutzübungsanlage entsprechend berücksichtigt werden. Die Änderungen im Ablauf sind der Abbildung 9 zu entnehmen.

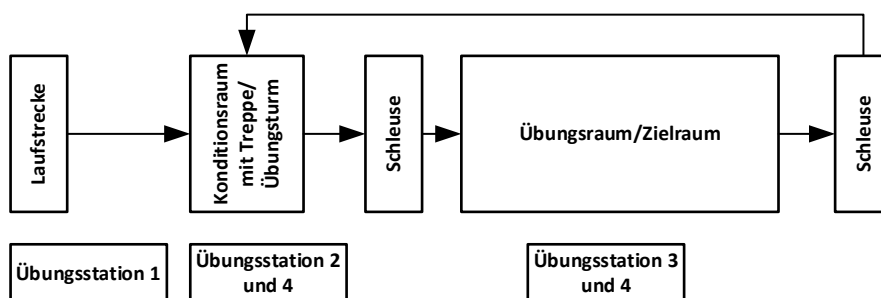


Abbildung 9 Schematische Darstellung Übungsablauf (neu) [7]

Zur weiteren Umsetzung ist das vorgeschlagene Schlauchzuggerät noch im Detail zu entwickeln. Zudem müssen zu einigen Übungen die Arbeitswerte ermittelt werden.

Literaturverzeichnis

- [1] Gesetz über den Brandschutz, die Hilfeleistung und den Katastrophenschutz vom 17. Dezember 2015 (GV. NRW. S. 886), das zuletzt durch Artikel 6 des Gesetzes vom 23. Juni 2021 (GV. NRW. S. 762) geändert worden ist.
- [2] Ausschuss Feuerwehrangelegenheiten, Katastrophenschutz und zivile Verteidigung (Hrsg.), Feuerwehrdienstvorschrift 7 Atemschutz, Stuttgart: Kohlhammer, Stand 2004.
- [3] Unfallkasse Nordrhein-Westfalen (Hrsg.), DGUV Vorschrift 49, Unfallverhütungsvorschriften Feuerwehr, Düsseldorf, Stand 2018.
- [4] Ausschuss Feuerwehrangelegenheiten, Katastrophenschutz und zivile Verteidigung (Hrsg.), Feuerwehrdienstvorschrift 2 Ausbildung der Freiwilligen Feuerwehren, Stuttgart: Kohlhammer, Stand 2012.
- [5] Heuschen, Hausarbeit, Entsprechen die zur Zeit üblichen Ausbildungs- und Wiederholungsübungen für Atemschutzgeräteträger den hierfür vorgesehenen Übungsanlagen den Bedarf? Analysieren Sie den derzeitigen Zustand und entwickeln Sie Vorstellungen zur Optimierung., 1998.
- [6] Deutsches Institut für Normung e.V., DIN 14093 Atemschutz-Übungsanlagen - Planungsgrundlagen, Berlin: Beuth, Stand 2014.
- [7] Bend, Eigene Aufnahme bzw. Darstellung.
- [8] Adam, Interviewpartner, Feuerwehr Bielefeld, [Besichtigung Atemschutzübungsanlage Bielefeld], 31.10.2022.
- [9] Röer, Interviewpartner, Feuerwehr Hamm, [Besichtigung Atemschutzübungsstrecke Feuerwehr Hamm], 19.10.2022.
- [10] Stadt Hamm - Feuerwehr, Leitfaden Atemschutzübungsanlage, Stand 2020.
- [11] Seemann, Interviewpartner, Feuerwehr Köln, [Besichtigung Atemschutzübungsstrecke Köln], 24.10.2022.
- [12] Störmer, Interviewpartenr, Atemschutzübungsanlage Schwalm-Eder-Kreis, [Besichtigung Atemschutzstrecke Schwalm-Eder-Kreis], 25.10.2022.
- [13] Brandes, Lang, Schmidt (Hrsg.), Physiologie des Menschen - mit Pathophysiologie. 32. Auflage, Berlin: Springer, 2019.
- [14] Feuerwehr Bielefeld, Dienstliche Weisung Nr. 02/2017 - Atemschutz, Stand 2017.
- [15] Unfallkasse Nordrhein-Westfalen, 14/2020 Feuerwehrreport, Düsseldorf, 2020.
- [16] Unfallkasse Nordrhein-Westfalen, 2/2021 Feuerwehrreport, Düsseldorf, 2021.
- [17] Rheinland-Pfalz - Aufsichts- und Dienstleistungsdirektion, Hinweise zu alternativen Atemschutz-Belastungsübungen, 2020.

- [18] Unfallkasse Hessen, Hinweise der UKH zu alternativen Atemschutz-Belastungsübungen, Frankfurt am Main, Stand 18.01.2022 (Aktualisierte Fassung).
- [19] Feuerwehr Bielefeld, Alternative Belastungsübung gemäß FwDV 7 bei der Feuerwehr Bielefeld, 2021.
- [20] Louhevaare, Soukainen, Lusa, Tulppo, Tuomi, Kajaste, Development and evaluation of a test drill for assesing physical work capacity of fire fighter, Internation Journal of Industrial Ergonomics, Volume 13, Issue 2, 1994, Pages: 139-146.
- [21] Oberösterreichischer Landesfeuerwehrverband, Infoblatt ASLT - Informationen zur Durchführung des Atemschutzleistungstests, 2016.
- [22] Unfallkasse Nordrhein-Westfalen, 3/2021 Feuerwehrreport, Düsseldorf, 2021.
- [23] Finteis, Oehler, Genzwürker, Hinkelbein, Dempfle, Becker, Ellinger, Stressbelastung von Atemschutzgeräteträgern bei der Einsatzsimulation im Feuerwehr-Übungshaus Bruchsal Landesfeuerwehrschule Baden-Württemberg (STATT-Studie), 2002.
- [24] Marek, Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der deutschen gesetzlichen Unfallversicherung, Wie leistungsfähig müssen Einsatzkräfte sein? [Vortrag], Dresden, DGUV Fachgespräch "Einsatzdienst -Sicher - Gesund - Miteinander", 11.12. 2018.
- [25] Kleinöder, Dörmann, Haep, Bornholdt, Gerling, Tischer, Wendt, Emberger, Hartmann-Tews, Brixius, Strüder, Mester, Physische Eignungsfeststellung für Berufsfeuerwehren in Deutschland, Brandschutz - Deutsche Feuerwehrzeitung, Stuttgart: Kohlhammer, Nr. 2/2012, S. 100-107.
- [26] Marek, Interviewpartner, Institut für Prävention und Arbeitsmedizin, [Interviewpartner], 17.10.2022.
- [27] Ausschuss Feuerwehrangelegenheiten, Katastrophenschutz und zivile Verteidigung (Hrsg.), Feuerwehrdienstvorschrift 1 Grundtätigkeiten - Lösch- und Hilfeleistungseinsatz, Stuttgart: Kohlhammer, Stand 2006.
- [28] Fachkommission Bauaufsicht der Bauministerkonferenz, Musterbauordnung (MBO), Fassung November 2002, zuletzt geändert durch Beschluss der Bauministerkonferenz vom 25.09.2020.
- [29] Dräger Safety AG & Co. KGaA (Hrsg.), Atemschutz-Übungsanlage - Betriebsanleitung, Stand 2009.
- [30] Majewski, Interviewpartner, Feuerwehr Bielefeld, [Neukonzeption Atemschutz-Übungsanlage Bielefeld 2012], 01.10.2022.
- [31] Kimmrietz, Interviewpartner, Dräger Safety AG & Co. KGaA , [Interview], 13.10.2022.
- [32] Deutscher Ausschuss für das Grubenrettungswesen (Hrsg.), Leitlinien des Deutschen Ausschusses für das Grubenrettungswesen für Organisation, Ausrüstung und Einsatz von Grubenwehren, Stand 2019.
- [33] Dräger Safety AG & Co. KGaA (Hrsg.), Optimale Vorbereitung auf den Ernstfall - Atemschutzübungsanlagen.

- [34] Lorenz, Franz, Krieger, Zeilberger, Jeschke, Dynamische Leistungsfähigkeit bei reduzierter Wärmeabgabe in Feuerschutzanzügen, Cuxhaven: Dynamic Media Sales, Deutsche Zeitschrift für Sportmagazin, Jahrgang 58, Nr. 5 (2007), S. 132-137.
- [35] Fachkommission Bauaufsicht der Bauministerkonferenz, Muster-Verkaufsstättenverordnung (MVKVO), Fassung September 1995, zuletzt geändert durch Beschluss der Fachkommission Bauaufsicht vom Februar 2014.
- [36] Fachkommission Bauaufsicht der Bauministerkonferenz, Muster-Hochhausrichtlinie (MHHR), Fassung April 2008, zuletzt geändert durch Beschluss der Fachkommission Bauaufsicht vom Februar 2012.
- [37] H. Kuchling, Taschenbuch der Physik, 18. Auflage, München: Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag, 2004.
- [38] Core Health & Fitness LLC, Produktdatenblatt "StairMaster Jacobs Ladder GTL", 2022.
- [39] Deutsches Institut für Normung e.V., DIN 18065 Gebäudetreppen - Begriffe, Maßregeln, Hauptmaße, Berlin: Beuth, Stand 2020.
- [40] Deutsches Institut für Normung e.V., DIN EN 1147 Tragbare Leitern für die Feuerwehren, Deutsche Fassung EN 1147:2010 (enthält Berichtigung 1: 2012-07), Berlin: Beuth, Stand 2012.
- [41] Kleinöder, Dörmann, Wirtz, Physische Eignungsfeststellung für die Berufsfeuerwehren in Deutschland - Offizielles Testhandbuch.
- [42] Fachkommission Bauaufsicht der Bauministerkonferenz, Muster-Versammlungsstättenverordnung (MVStättVO), Fassung Juni 2005, zuletzt geändert durch Beschluss der Fachkommission Bauaufsicht vom Juli 2014.
- [43] Fachkommission Bauaufsicht der Bauministerkonferenz, Muster-Industriebau richtlinie (MIndBauRL), Stand Mai 2019.
- [44] Fachkommission Bauaufsicht der Bauministerkonferenz, Muster-Garagenverordnung (M-GarVO), Fassung Mai 1993, geändert durch Beschlüsse vom 19.09.1996, 18.09.1997 und 30.05.2008.

Anhang

Anhang 1: Fragebogen Atemschutzstrecken

1. Allgemeines

Trägerin	
Anschrift	
Ansprechpartner/in	
Anzahl der jährlichen Belastungsübungen	
Teilnehmer/in (Funktion)	

2. Räumlichkeiten

Baujahr	
Gebaut nach DIN 14093?	
Konditionsraum (Größe ____ m ²)	Welche Arbeitsgeräte sind vorhanden? Welche Auswahlgründe gab es für die Arbeitsgeräte?
Übungsraum (Größe ____ m ²)	Welche Übungsbauteile sind vorhanden? Welche Auswahlgründe gab es?
Zielraum (Größe ____ m ²)	Was ist darin vorhanden? Einbindung in Belastungsübung?
Sonstiges	

3. Ablauf der Belastungsübung

Welche PSA wird getragen?	
Wie werden die Arbeitsgeräte eingestellt? (Berücksichtigung Gewicht, Alter?)	
Reihenfolgen und Belastungswerte/Länge	
Erfahrungen mit den Arbeitsgeräten	
Orientierungsstrecke	Wie häufig wird die Streckenführung verändert? Werden Darstellungsmittel genutzt (Wärme, Nebel, Geräusche, etc.)? Müssen besondere Aufgaben in der Orientierungsstrecke durchgeführt werden?
Sonstiges	

4. Sicherheit

Übungsleitung	Wie viele Mitarbeitenden werden bei der Belastungsübung benötigt?
Überwachung	Wie werden die Übenden dauerhaft beobachtet? Wie wird die Herzfrequenz überwacht?
Notfall	Wie wird mit zu hoher Herzfrequenz umgegangen? Wie können die Übenden im Notfall erreicht werden? Ist rettungsdienstlich geschultes Personal und/oder rettungsdienstliches Equipment (z.B. AED) vorhanden?

Anhang 2: Belastungsübungen

a) Übersicht der vorhandenen Arbeitsmessgeräte

Arbeitsmessgerät	Bielefeld	Hamm	Köln	Schwalm-Eder-Kreis
Schlaggerät	-	-	X	X
Armergometer	X	-	-	X
Endlosleiter	X	X	X	X
Fahrrad-Ergometer	-	X	-	X
Laufband	X	X	X ⁷	X
Stepper	X	-	-	-

Tabelle 5 Übersicht Arbeitsmessgeräte [7] [8] [9] [11] [12]

b) Ablaufpläne der Belastungsübungen

- Feuerwehr Bielefeld

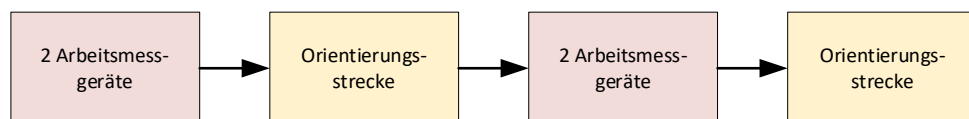


Abbildung 10 Ablauf Belastungsübung Feuerwehr Bielefeld [7] [8]

- Feuerwehr Hamm

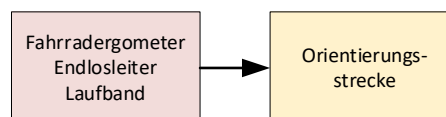


Abbildung 11 Ablauf Belastungsübung Feuerwehr Hamm [7] [9]

- Feuerwehr Köln

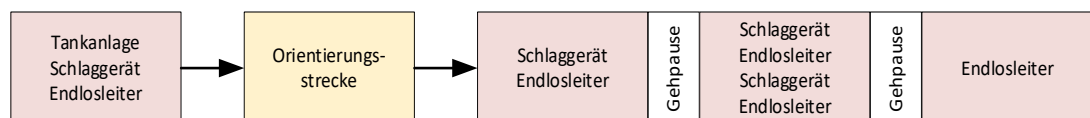


Abbildung 12 Ablauf Belastungsübung Feuerwehr Köln (18-49 Jahre) [7] [11]

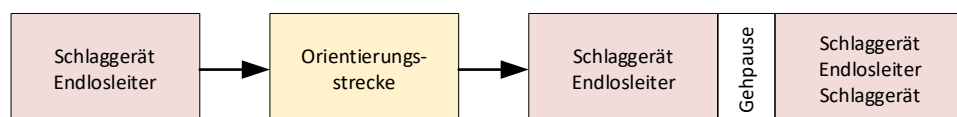


Abbildung 13 Ablauf Belastungsübung Feuerwehr Köln (50-59 Jahre) [7] [11]

⁷ Das Laufband wird in der Belastungsübung nicht genutzt.

- Atemschutzübungsanlage Schwalm-Eder-Kreis

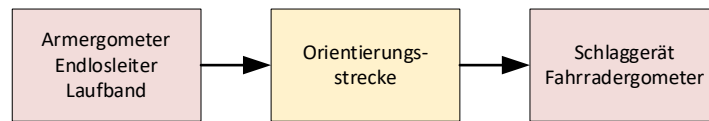


Abbildung 14 Ablauf Belastungsübung Schwalm-Eder-Kreis [7] [12]

c) Arbeitsmessgeräte



Abbildung 15 Beispiele Endlosleiter (links), Fahrradergometer (mittig) und Laufband (rechts) [7]



Abbildung 16 Beispiele Stepper (links), Schlaggerät (mittig) und Armergometer (rechts) [7]

d) Vorgaben für alternative Belastungsübungen

Übungsteil	Belastungswert
200 m Gehstrecke ohne Kriechstrecke	ca. 15 kJ
100 m Gehstrecke mit 10 m Kriechstrecke	ca. 10 kJ
10 m (Höhenmeter) Treppensteigen	ca. 10 kJ
20 m Gehstrecke und Tragen einer Last von 20 kg	ca. 5 kJ

Tabelle 6 Orientierungswerte Ersatzbelastungsübung [17] [18]

Anhang 3: Bilder aus den Atemschutzübungsanlagen

a) Feuerwehr Bielefeld



Abbildung 17 Beispiel Leitstand (links) und Brustgurt zur Herzfrequenz-Überwachung (rechts) [7]



Abbildung 18 Beispiele Konditionsraum (links) und Eingang Schleuse (rechts) [7]

b) Feuerwehr Hamm

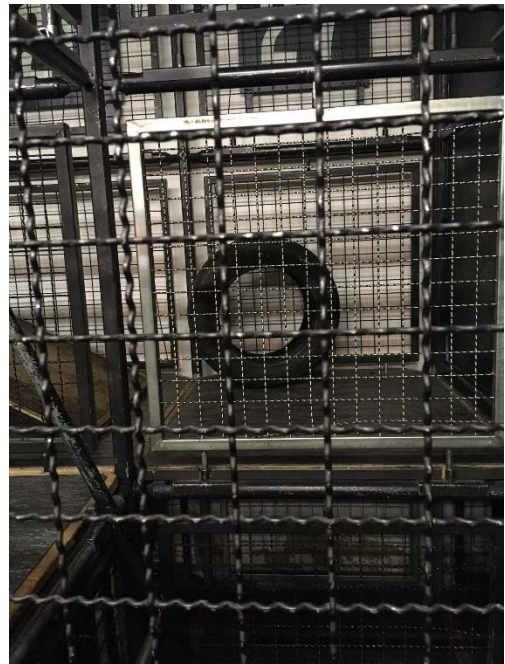


Abbildung 19 Eingang Orientierungsstrecke (links) und Reifen (rechts) [7]

c) Feuerwehr Köln

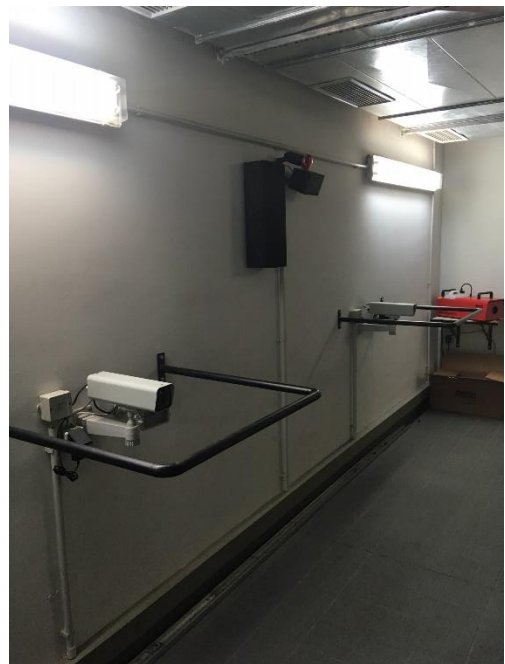
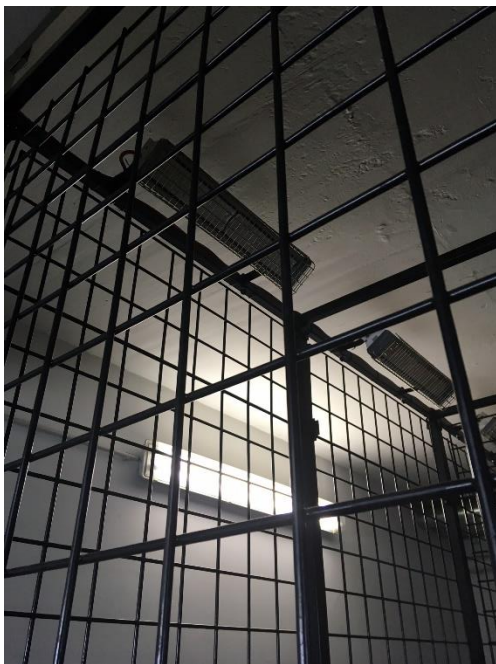


Abbildung 20 Beispiele Heizstrahler (links) und Kameras (rechts) [7]



Abbildung 21 Beispiele Röhre [7]

d) Atemschutzübungsanlage Schwalm-Eder-Kreis

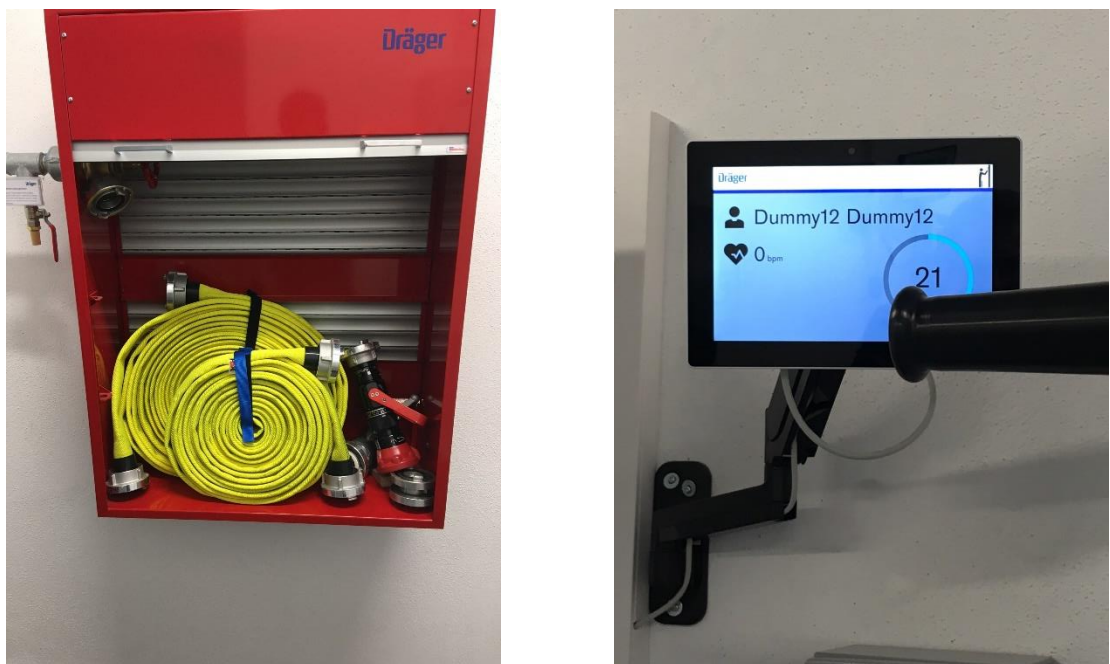


Abbildung 22 Druckluftanschluss für Schlauch (links) und Anzeige am Arbeitsgerät (rechts) [7]

Anhang 4: Ermittlung horizontaler Wege

Gebäude	Beschreibung	Max. Länge
Gebäude Höhe < 8 m Oberkante Brüstung der anleiterbaren Stelle	Abstand Gebäude zu öffentlicher Verkehrsfläche	50 m
Wohngebäude	Rettungsweglänge	35 m
Verkaufsstätte	Rettungsweglänge inkl. Treppenraumerweiterung	140 m
Versammlungsstätte	Rettungsweglänge	90 m
Industriebau	Rettungsweglänge inkl. Vordach	85 m
Garage	Rettungsweglänge	50 m
Hochhaus	Abstand entfernteste Stelle zum Feuerwehraufzug	50 m

Tabelle 7 Beispiele für horizontale Wege [7] [28] [35] [42] [43] [44] [36]

Anhang 5: Gewichte von Ausrüstungsgegenständen

Für mehrere Ausrüstungsgegenstände, die ein Atemschutztrupp „mit den Händen“ im Einsatz ggf. mitführt, wurden die Gewichte ermittelt.

Ausrüstungsgegenstand	Gewicht
C-Schlauch (C42, 15 m)	ca. 4,5 kg
C-Hohlstrahlrohr	ca. 2 kg
Schlauchpaket mit Strahlrohr + 1 C-Schlauch	ca. 6,5
Schlauchpaket mit Strahlrohr + 2 C-Schläuche	ca. 11 kg
Schlauchtragekorb mit 3 C-Schläuchen (C42, 15 m)	ca. 17 kg
Halligantool	ca. 5 kg
Spaltaxt	ca. 3 kg
Wärmebildkamera	ca. 3 kg
Rauchschutzvorhang	ca. 5 kg
Atemschutznotfalltasche Bielefeld	ca. 13 kg
12 kg ABC-Pulverlöscher	ca. 19,5 kg
Schaummittelkanister	ca. 22,5 kg

Tabelle 8 Beispielgewichte von Ausrüstungsgegenständen [7]

Für die Ermittlung wurden die Materialien des HLF20 der Löscharbeitung Ubbedissen, Feuerwehr Bielefeld, genutzt.

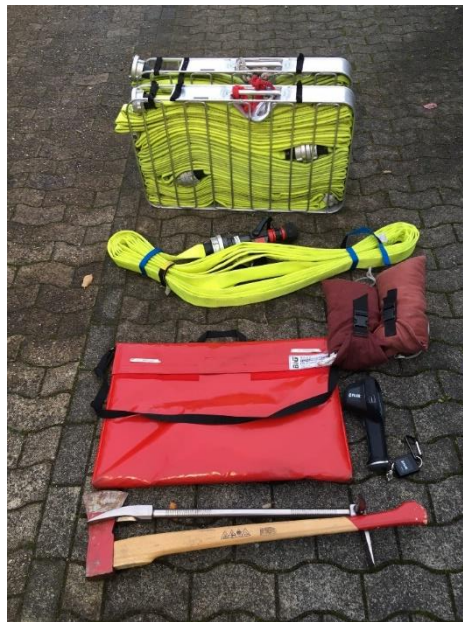


Abbildung 23 Beispiel zusätzliche Ausrüstung eines Atemschutztrupps [7]