



## Wie viel PSA verträgt der Mensch? 19. Fachtagung Atemschutz

Carsten Joester | Ulf Thielebein

## Wie viel PSA verträgt der Mensch? Kurze Historie Atemschutz in der Feuerwehr



1950er Jahre

1970er Jahre

1990er Jahre

2000er Jahre

200 bar  
wenig Tragekomfort  
eingeschränktes  
Sichtfeld  
Ein Gerät für den  
Gasschutz

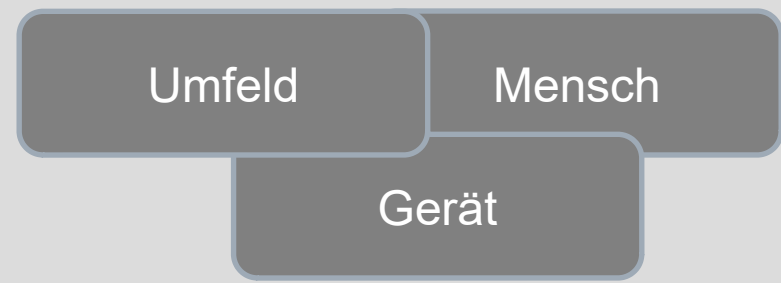
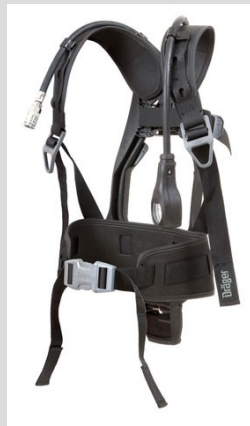
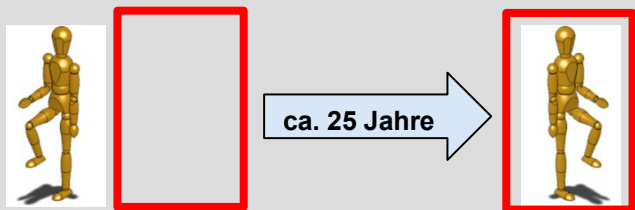
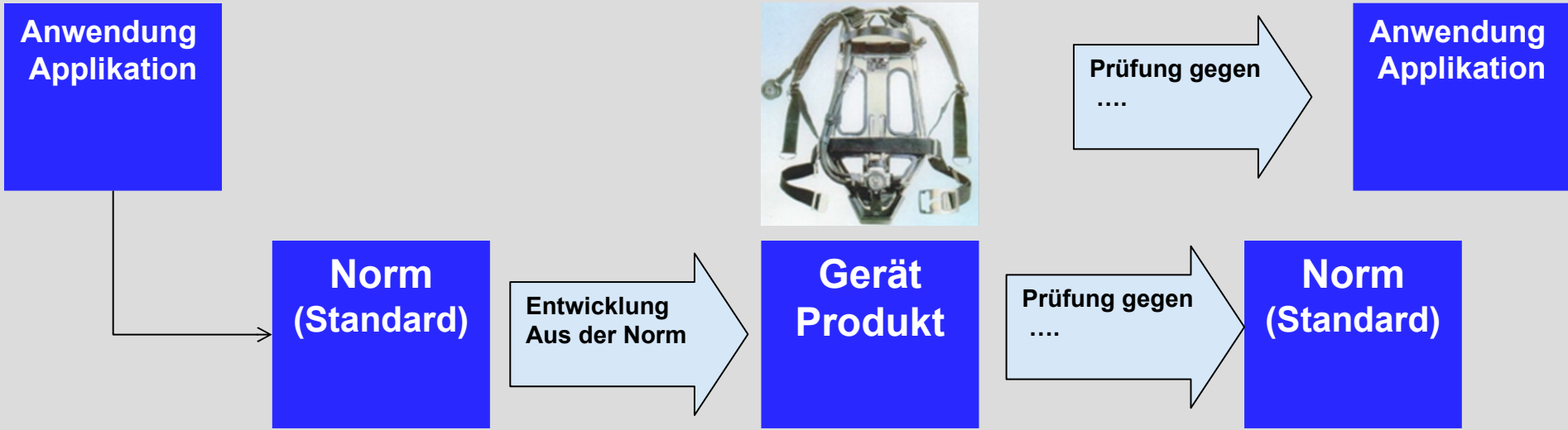
Neue Druckstufe:  
300 bar

„Leichte“ Werkstoffe,  
moderne Gestaltung,  
Wettrüsten zwischen  
Kleidung, Helm,  
Pressluftatmern

Einbeziehung von  
Elektronik  
Geräte mit maximaler  
Ausstattung und  
hohem Gewicht sowie  
Geräte mit  
Grundfunktionen

## Wie viel PSA verträgt der Mensch? Kurze Historie: Atemschutz in der Feuerwehr

### Wie kommt es zu solchen Lücken im Standard (Norm)?





## Wie viel PSA verträgt der Mensch? Auswirkungen auf die PSA (System)

thermischen... ..mechanischen, chemischen Anforderungen



## Wie viel PSA verträgt der Mensch? Belastende Faktoren im Feuerwehreinsatz

### Psychische Belastung

- Belastendes Gefahrenszenario, unbekannte Örtlichkeit
- Stress und Zeitdruck
- Schlechte Sicht
- Bewegungs- und Kommunikations-einschränkungen
- Gefahr durch herabfallende Teile, Einbruchgefahr

Training, Ausbildung,  
Erfahrung

### Thermische Belastung

- Isolationswirkung der Schutzkleidung
- **Hitze**
- **Luftfeuchtigkeit**

Auswahl der PSA, Training,  
Ausbildung, körperliche  
Fitness

### Physische Belastung

- **Gewicht** und Atemwiderstand des Atemschutzes
- Gewicht des Schlauches und anderer Einsatzgeräte
- Gewicht der zu rettenden Person

Auswahl der PSA, Training,  
Ausbildung, körperliche  
Fitness

# Wie viel PSA verträgt der Mensch?

## Belastende Faktoren im Feuerwehreinsatz

### Belastende Faktoren

#### **Gewicht**

- durch Schutzkleidung, Atemschutzgeräte und Zubehör

#### **Hitze**

- durch die isolierende Wirkung von Schutzkleidung
- zum Beispiel der Feuerwehreinsatzjacke- und Hose, aber auch durch zum Beispiel CSA

#### **Luftfeuchtigkeit**

- durch die isolierende Wirkung von Schutzkleidung wird der Feuchtigkeitsaustausch minimiert oder komplett verhindert

Starken Einfluss auf das mentale und körperliche Leistungsvermögen

Zusätzliche psychische Belastungen der Einsatzkraft

# Wie viel PSA verträgt der Mensch?

## Schutzbedarf

- Einsatzkräfte sind ständig hohen Risiken ausgesetzt
- Um diese Risiken zu minimieren, ist Ausrüstung notwendig, die vor mechanischen und thermischen Einwirkungen schützt sowie die Atemluftversorgung der Einsatzkraft garantiert.
- Die Anforderungen an die Schutzkleidung und wann diese zu tragen ist, wurde von den Unfallkassen der Feuerwehren in den jeweiligen Unfallverhütungsvorschriften festgelegt.
- Manchen Einsatzkräften ist die durch Schutzausrüstung entstehende physische Belastung durch zum Beispiel das Gewicht nicht bewusst.
- Aufbau und Ausstattung bleiben den einzelnen Herstellern überlassen. Die Auswahl erfolgt nach dem jeweiligen Schutzbedarf. Kriterien zur Auswahl sind:
  - **Potentielle Einsatzszenarien**
  - **Taktische Zielsetzungen**
  - **„Human Factors“**



# Wie viel PSA verträgt der Mensch?

## Potentielle Einsatzszenarien





# Wie viel PSA verträgt der Mensch?

## Taktische Zielsetzungen

### **Elementare taktische Zielsetzungen:**

- Schnelle Intervention
- Ordnung des Handelns nach Prioritäten
- Aktivitäten mit höchstmöglicher Sicherheit
- Effektive Organisation der Ablaufprozesse
- Vermeidung unnötiger Schäden
- Zeitnahe Wiederherstellung der Einsatzfähigkeit

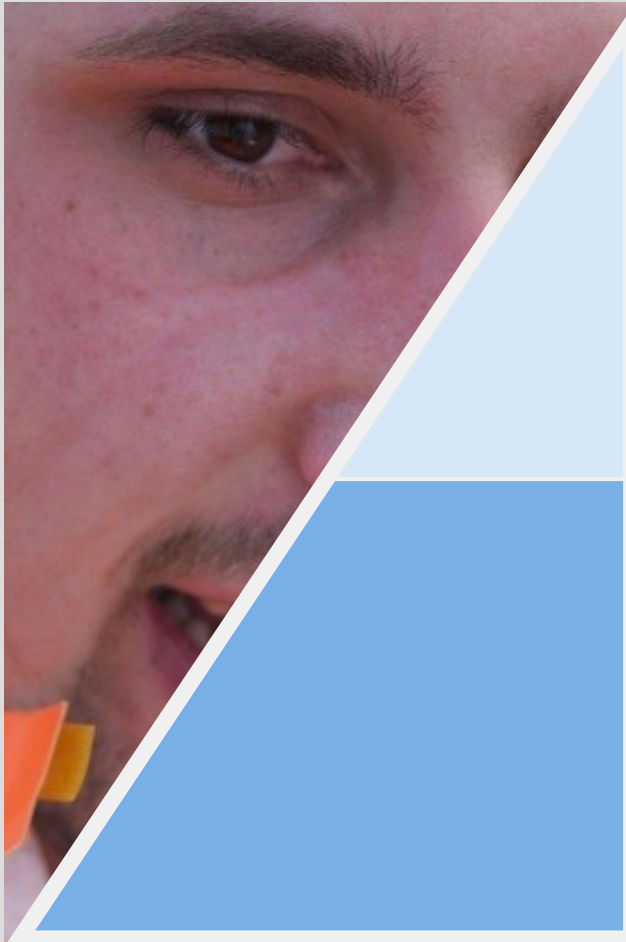
Aktionsebenen: Einsatzleitung/-überwachung und Operation in der Hot-Zone

### **Übergeordnete taktische Zielsetzungen:**

- Festlegung von Interventionsalternativen
- Anpassung und Fortentwicklung von PSA
- Schaffung der Voraussetzungen für Einsatzbeteiligte zur schnellen Entscheidungsfindung bei wechselnden Lagen
- Sinnvoller und effektiver Einsatz von PSA

## Wie viel PSA verträgt der Mensch?

“Human Factors” – Einflüsse auf die körperliche Belastung

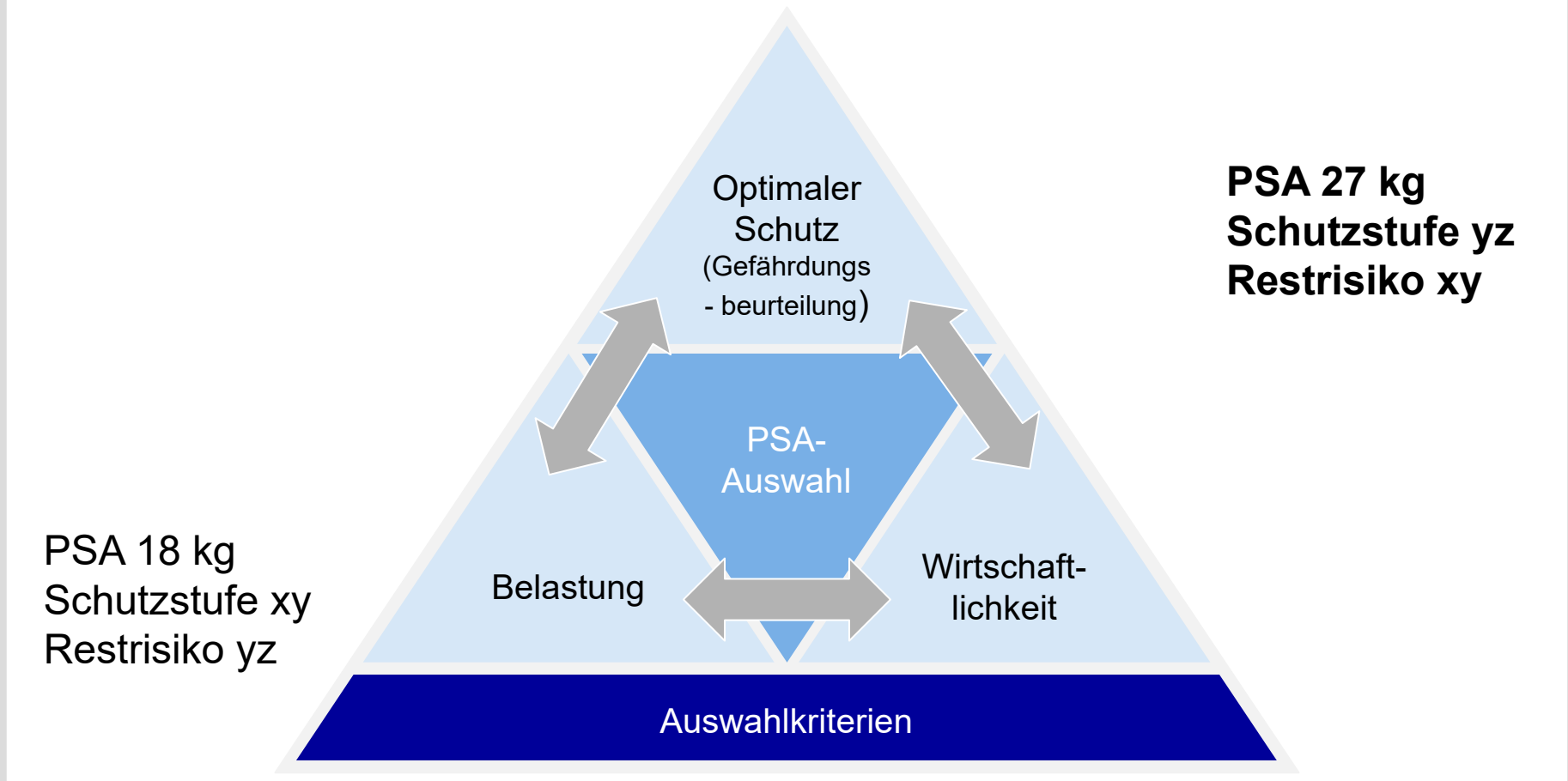


- Alter
  - Geschlecht
  - Familiäre Belastung
  - Body Mass Index (BMI)
  - Körperliche Fitness
  - Rauchergewohnheiten
  - Erkrankungen (z.B. Bluthochdruck, Herzerkrankungen, Diabetes)
  - Verletzungen
- 
- Vorhergehende Tätigkeiten (z.B. schwere körperliche Tätigkeiten oder hohe Belastungen am Arbeitsplatz)
  - Ermüdungsgrad
  - ....

# Wie viel PSA verträgt der Mensch?

## Auswahl persönlicher Schutzausrüstung

Es gilt das Prinzip: **Sovieel Schutz wie nötig, so wenig Belastung wie möglich!**



## Wie viel PSA verträgt der Mensch? Einwirkungen auf Einsatzkräfte





# Wie viel PSA verträgt der Mensch?

## Auswahlhilfe vfdb Richtlinie 0810

0800  
Grundsätze

0810  
Auswahl von PSA

0820  
Zubehör/Zusatzrüstung

0830  
Handhabung & Nutzung

0840  
Wartung PSA

Voraussetzungen und Verfahren zur Eignungsfeststellung von persönlicher Schutzausrüstung für Einsatzaufgaben bei deutschen Feuerwehren

	<p align="center"><b>Richtlinie</b></p> <p align="center">Voraussetzungen und Verfahren zur Eignungsfeststellung von persönlicher Schutzausrüstung für Einsatzaufgaben bei deutschen Feuerwehren</p>	<p align="center">vfdb-Richtlinie 0800</p> <hr/> <p align="center">März 2009</p>
<p><b>Vorwort</b></p> <p><b>Haftungsausschluss:</b> Dieses Dokument wurde von den Experten der vfdb erarbeitet und vom Präsidium der vfdb verabschiedet. Der Verwender muss die Anwendbarkeit auf seinen Fall und die Aktualität der ihm vorliegenden Fassung in eigener Verantwortung prüfen. Eine Haftung der vfdb und derjenigen, die an der Ausarbeitung beteiligt waren, ist ausgeschlossen.</p> <p><b>Vertragsbedingungen:</b> Die vfdb verweist auf die Notwendigkeit, bei Vertragsabschlüssen unter Bezug auf vfdb-Dokumente, die konkreten Leistungen gesondert zu vereinbaren. Die vfdb übernimmt keinerlei Regressansprüche, insbesondere auch nicht aus unklarer Vertragsgestaltung.</p> <p>Die vorliegende Richtlinie wurde vom Technisch-Wissenschaftlichen Beirat (TWB) - dem vfdb-Referat 8 'Persönliche Schutzausrüstung' - erarbeitet und wird den deutschen Feuerwehren als Handlungsempfehlung zur Verfügung gestellt. Eine rechtliche Verbindlichkeit kann daraus nicht abgeleitet werden.</p> <p><b>1 Grundlagen</b></p> <p><b>1.1</b> Durch diese Richtlinie wird berücksichtigt, dass die Organisationsstruktur der deutschen Feuerwehren zur Absicherung des Grundschutzes häufig die Zusammenarbeit von Feuerwehren unterschiedlicher Hoheitsträger erforderlich macht.</p> <p><b>1.2</b> Auf Basis der FwDV 7, FwDV 8, FwDV 500, BGR 190, GUV-R190, der Unfallverhütungsvorschriften sowie der europäischen Richtlinie 89/656/EWG (PSA-Benutzungsverordnung) dürfen nur für den jeweiligen Arbeitsbereich geeignete persönliche Schutzausrüstungen eingesetzt werden.</p> <p><b>1.3</b> Aufgrund einer vom Referat 8 durchgeführten Bewertung der Risiken bei Einsätzen der deutschen Feuerwehren in Verbindung mit der Nutzung von persönlichen Schutzausrüstungen wurden Kriterien zur Eignungsfeststellung erarbeitet. Die vom Referat 8 erarbeiteten Richtlinien der vfdb beinhalten die Ergebnisse der Analysen und Bewertungen, die als Grundlage für eine Überprüfung dienen. Diese Richtlinien des Referates 8 werden regelmäßig fortgeschrieben.</p> <p><b>1.4</b> Unter den im Nachgang aufgeführten Fachstellen sind Institutionen zu verstehen, die eine Überprüfung von persönlichen Schutzausrüstungen hinsichtlich der Konformität mit den Richtlinien der vfdb, insbesondere des Referates 8, wahrnehmen können.</p>		


## Wie viel PSA verträgt der Mensch? Auswahlhilfe vfdb Richtlinie 0810

GUV-I	Richtlinie zur Auswahl von persönlicher Schutzausrüstung auf der Basis einer Gefährdungsbeurteilung für Einsätze bei deutschen Feuerwehren	vfdb- Richtlinie 0810
		November 2012

### PSA 55

4.19 PSA 55 für ABC-Einsatz (ABC) (Form 2 nach FWDV 500)

Einsatzaufgabe:  
ABC-Einsatz ab Bereichen der Gefahrengruppe II



Schutzwirkung  
bei festen und  
begrenzt bei flüssigen  
ABC-Stoffen



Isoliergerät:  
Anhang 02

Feuerwehrhelm  
Anhang 04

Atemanschluss:  
Anhang 02

Schutzkleidung  
A-Einsatz  
Anhang 07  
B-Einsatz  
Anhang 08, Typ 3  
C-Einsatz  
DIN EN 14605

Handschuhe  
Anhang 08 Teil D

Ergänzung durch  
Schutzhandschuhe Anhang 08  
Teil A oder Teil B möglich

Schuhe  
Anhang 08  
Code II D, P, A, E  
optional:  
DIN EN 15090  
Typ 2 II D  
oder Typ 3 II D

### Gefahrguteinsatz...

bei Kadaver-  
bergung /  
Desinfektion      bei ABC-  
Dekontamination      bei ABC-Einsatz  
mit Brand-  
bekämpfung      bei ABC-Einsätzen  
ab Gefahren-  
gruppe II      bei C-Einsätzen  
ab Gefahren-  
gruppe II



Reusable oder  
limited use?

# Wie viel PSA verträgt der Mensch?

## Auswahl persönlicher Schutzausrüstung

### **Auswahl nach Schutzklassen:**

- Atemschutzklassen bestimmt durch den Dichtsitz / zulässige Leckagen
- Anzugschutzklassen bestimmt durch Chemische-, Mechanische-, Temperaturbeständigkeiten

### **Was bestimmt u.a. die Belastung?**

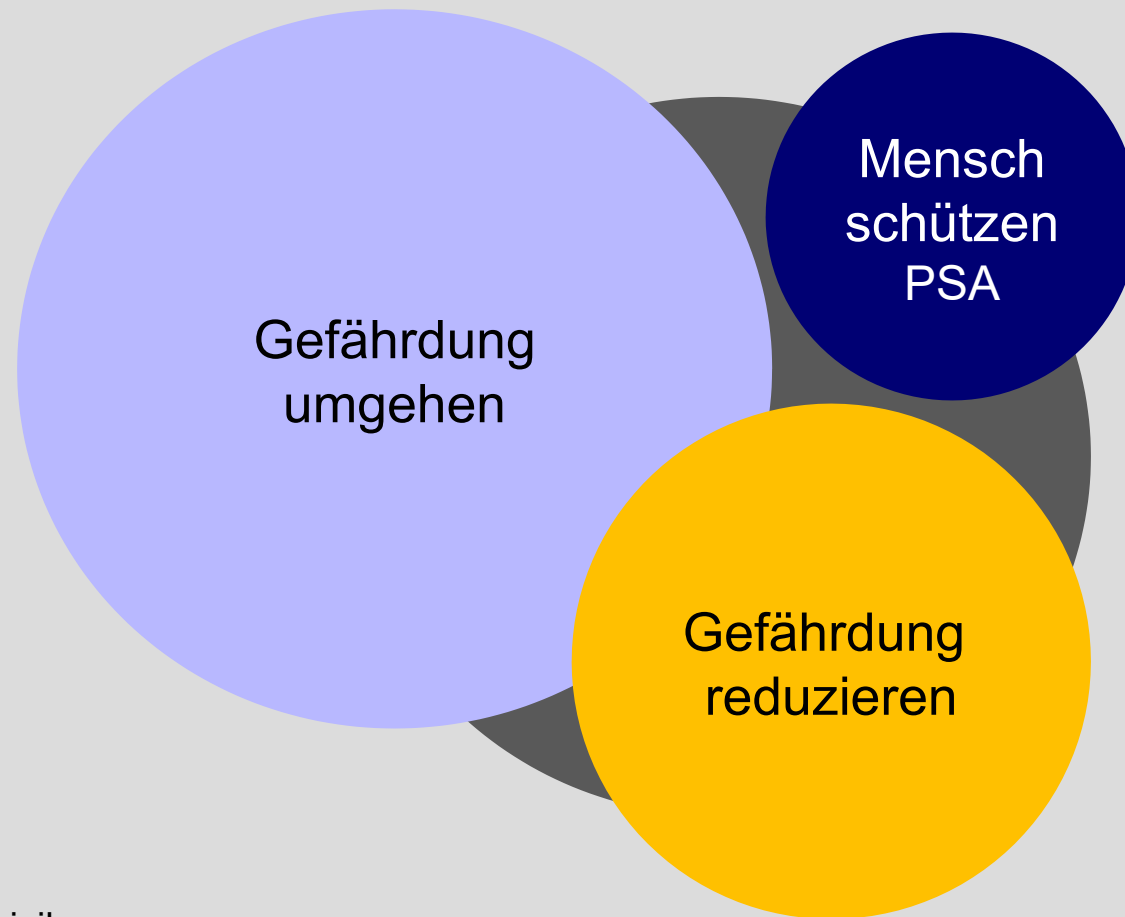
- Schwere und Dauer der Arbeit (Tragezeit/Pausen)
- Umgebungsbedingungen (z.B. Temperatur)
- Schutzausrüstung durch Atemwiderstände, Gewicht, Kapselung (Anzüge/ Hauben)
- Abmaße
- Informationsüberfluss

### **Was beeinflusst die Wirtschaftlichkeit?**

- Anschaffungskosten, Folgekosten, z.B. für Reinigung, Wartung, Training, medizinische Untersuchungen
- ggf. Erschwerniszulagen (Stundenzuschläge)
- Logistik (Auswahl, Teile, etc.)

# Wie viel PSA verträgt der Mensch?

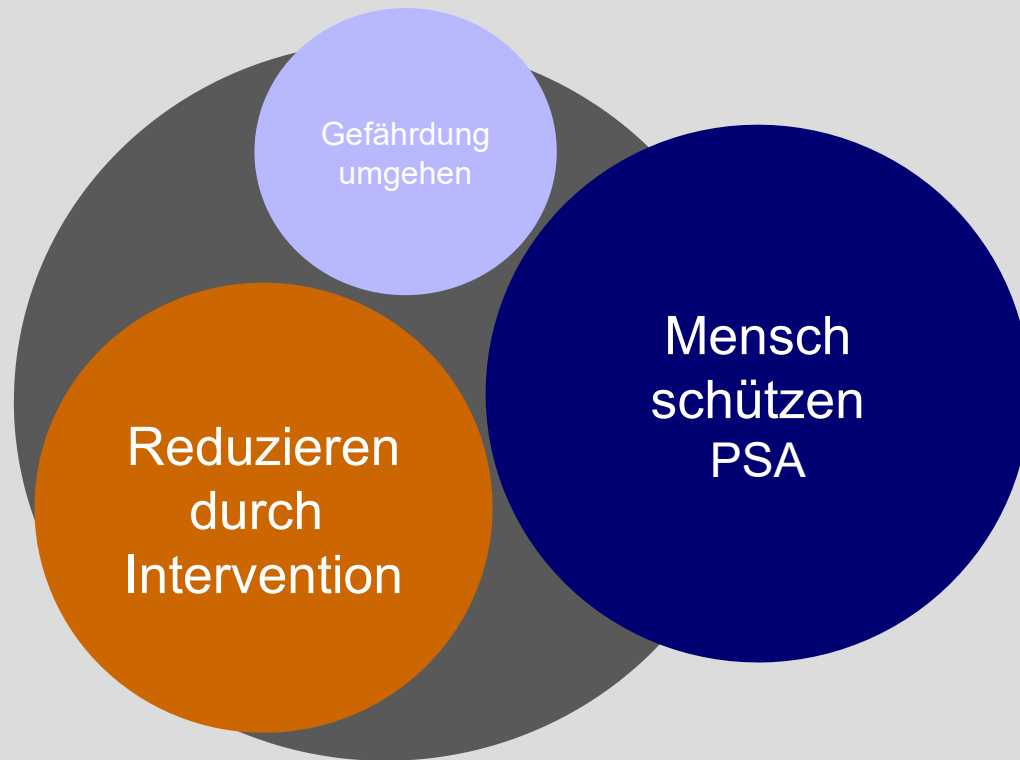
## Sicherheitsphilosophie des Arbeitsschutzes





# Wie viel PSA verträgt der Mensch?

Anwendungsrealität des Arbeitsschutzes im Einsatzalltag der Feuerwehr



 Restrisiko

# Wie viel PSA verträgt der Mensch? Einflussfaktoren auf die Einsatzkraft



# Wie viel PSA verträgt der Mensch?

## Einflussfaktor: Beispiel Zeit

- Schnelles Agieren in Gefahrenlagen
- Kurzfristige Reaktion auf Veränderungen
- Begrenzte Leistungsfähigkeit
- (Limitierter Luftvorrat)

Daraus resultierende Anforderungen an die Persönliche Schutzausrüstung:

- Leicht, komfortabel, sicher, ...

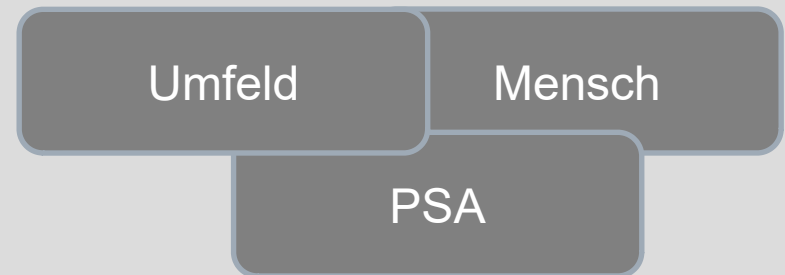
## Wie viel PSA verträgt der Mensch?

Einflussfaktor: Beispiel Klima

- Temperatur
- Feuchtigkeit
- Strömung

Daraus resultierende Anforderungen an die persönliche Schutzausrüstung:

- Wärmeschutz, Kälteschutz,
- Nässeschutz, Windschutz
- Dokumentation von Extrembelastungen





# Wie viel PSA verträgt der Mensch?

## Beispielhafte Gewichtsbelastung



### Ausrüstung

### Gewicht

Feuerwehreinsatzjacke (HuPF)	2,5 kg
Feuerwehreinsatz(-über)hose (EN 469)	0,5 (2,5) kg
Stiefel (EN 15090)	2,5 kg
Schutzhelm (EN 443)	1,5 kg
Feuerwehrhaltegurt (DIN 14927)	2,5 kg
Handlampe, Wärmebildkamera	3,5 kg
Funkausrüstung	0,5 kg
Feuerwehrleine/Fluchthaube o.ä.	2,0 kg /1,5 kg
Pressluftatmer + Maske (EN 137)	13 (16) kg
Schlauchtragekorb	15 kg
<b>Gesamt</b>	<b>43 bis 47 kg</b>

>>> Bei einer 90 Kilogramm schweren Person: Bis zu 50% Zusatzgewicht

# Wie viel PSA verträgt der Mensch?

## Gewichtsbelastung

- Zusätzliches Gewicht führt zu Belastungen von verschiedenen Muskelgruppen.
- Eine erhöhte Durchblutung des Muskelgewebes ist erforderlich, um die Sauerstoff- und Nährstoffzufuhr sowie den Abtransport der Stoffwechselprodukte zu sichern.
- Ist dies nicht möglich, treten schnell Ermüdungserscheinungen auf.
- Mit Dauer der Belastung sinkt die mentale und körperliche Leistungsfähigkeit.
- Das Unfallrisiko erhöht sich.
- Durch körperliche Belastung erhöht sich die Atemfrequenz → zusätzliche Steigerung von Hitze und Luftfeuchtigkeit unter Schutzausrüstung.
  
- Die Belastung für den Einzelnen hängt stark von der körperlichen Fitness, persönlichen Risikofaktoren, der Ausbildung sowie vom Alter der Einsatzkraft ab.
- Je höher die Gewichtsbelastung und je länger der Einsatz, desto höher sind die zu erwartenden Ermüdungserscheinungen.

## Wie viel PSA verträgt der Mensch?

Fragestellung hinsichtlich Gewichtsoptimierung bei Auswahl von PSA

- Pressluftatmer mit Elektronik? Telemetrieoption?
- CFK- oder Stahlflasche?
- Vollschale,  $\frac{3}{4}$ -Schale oder Halbschalenhelm?
- Maskenintegrierte Kommunikation?
- Wiederverwendbarer oder Limited-Use-Schutzanzug?
- Technische Kühlmöglichkeiten??

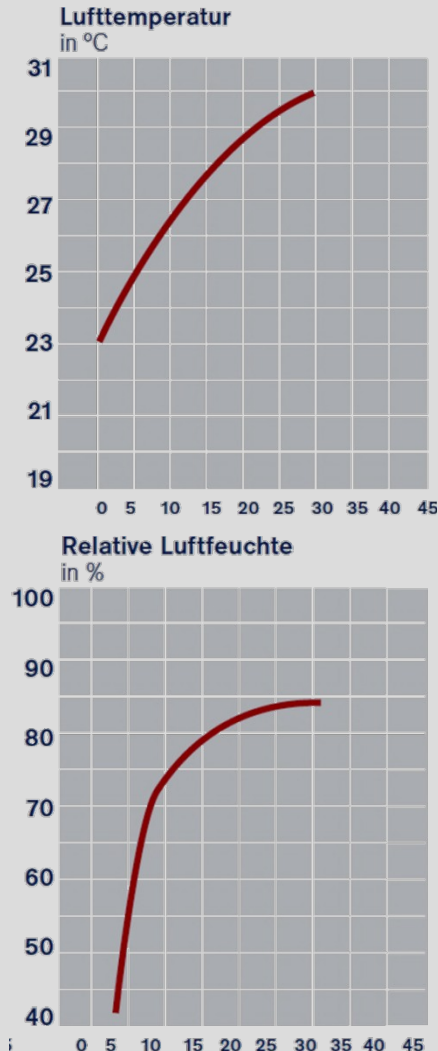
### Zu bewerten ist:

Technischer und wirtschaftlicher Vorteil in Bezug auf das Gewicht der PSA.



# Wie viel PSA verträgt der Mensch?

## Wärmeentwicklung unter Schutzkleidung

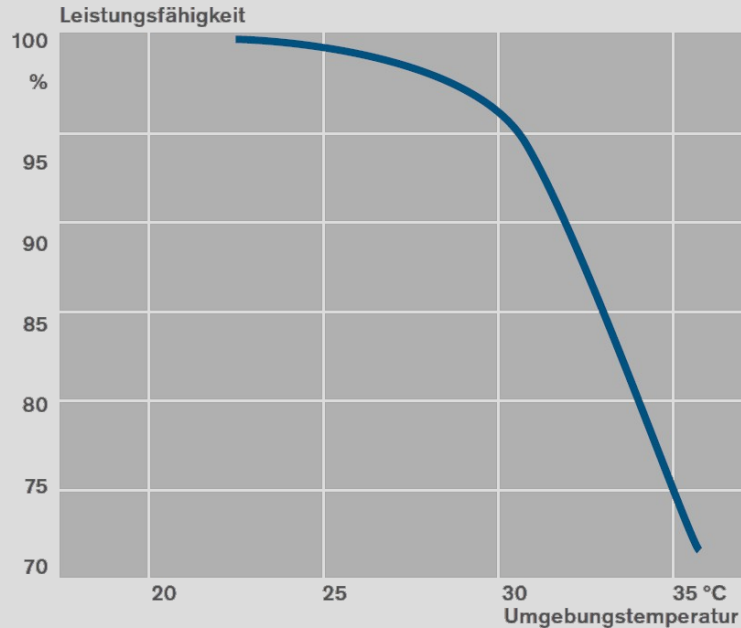


5 Minuten Vorruhe / Arbeitszeit in Minuten

- Simulation „Moderate Arbeitsleistung“: Probanden im CSA auf Laufband: 3,5 km/h und 1,75% Steigung
  - Messung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit im CSA
  - Verstärkend wirkt die isolierende Funktion des CSA
  - Ein Anzug vom Typ 1 hält – je nach Schutzklasse – bis zu 480 Minuten lang dicht und schützt seinen Träger vor gefährlichen Gasen, Dämpfen, Flüssigkeiten und Partikeln. Speziell entwickelte Materialien wie D-Mex sorgen dafür, dass nichts eindringt – aber auch nichts nach außen
  - Wärme kann nicht mehr durch Strahlung und Konvektion abgegeben werden
  - Kühlung durch Schweißverdunstung wird durch die steigende Luftfeuchtigkeit im Anzug zunehmend eingeschränkt
- **Herzfrequenz steigt**
- Einsatzdauer bei einem CSA Typs 1 maximal 30 Minuten
  - Länge der Pausen und Erholungszeiten sowie die Anzahl der Einsätze pro Arbeitsschicht wird empfohlen

# Wie viel PSA verträgt der Mensch?

## Mentale Leistungsfähigkeit bei hohen Umgebungstemperaturen



Wenn die Umgebungstemperatur steigt, werden Reaktionsgeschwindigkeit und motorische Koordination signifikant schlechter.

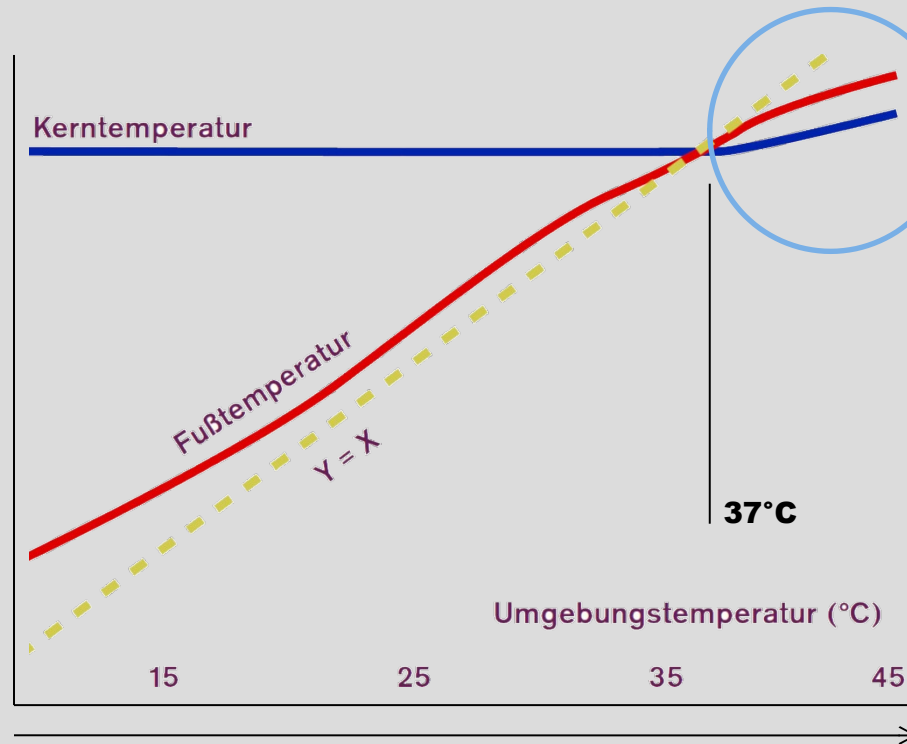
Bei **34°C** werden nur noch **75 Prozent** der mentalen Leistungsfähigkeit erreicht. Hier ist wahrscheinlich aber noch kein Anstieg der Körperkerntemperatur zu verzeichnen.

Erhöht sich die Umgebungstemperatur weiter, steigt zunächst die Temperatur der Körperperipherie weiter an. Wenn Wärmeproduktion und Wärmeabgabe über längere Zeit aus dem Gleichgewicht sind – der Körper nicht genug Wärme abgeben kann – steigt die Körperkerntemperatur an: Es kommt zur Hyperthermie (Überwärmung des Körpers).



# Wie viel PSA verträgt der Mensch?

Thermische Belastung: Überwärmung des Körpers



Hyperthermie  
(Überwärmung des Körpers)

Erhöht sich die Umgebungstemperatur, steigt zunächst die Temperatur an der Körperoberfläche an. Sind hier etwa 37°C erreicht – hier im Beispiel links gemessen am Fuß – reagiert auch die Temperatur im Körperkern.

Mögliche Folgen von Hyperthermie:  
Hitzerschöpfung, Hitzeschlag, Hitzekollaps, Hitzekrämpfe

## Wie viel PSA verträgt der Mensch?

Thermische Belastung: Wann wird es wirklich gefährlich?

- Mit steigender Körperkerntemperatur nimmt die Muskelleistung ab (auch die Pumpleistung des Herzen).
- Der Körper versucht dies durch gesteigerte Herzfrequenz zu kompensieren.
- Die Schweißproduktion wird gesteigert. Dadurch dehydriert der Körper und verliert Elektrolyte.
- Eine Erhöhung der Körperkerntemperatur um 1°C führt zu Beeinträchtigungen von mentalen Funktionen und die Gehörleistung lässt messbar nach.
- Ab **37,9 °C** kommt es zu deutlichen Verschlechterungen der motorischen Geschicklichkeit und Kontrolle, die Reaktionsfähigkeit lässt nach.
- Ab **38,3 °C** sind die mentalen Funktionen spürbar beeinträchtigt.
- Temperaturen über **40 °C** belasten den Kreislauf stark.
- Gelingt keine Abkühlung, kommt es ab **42 °C** zu Zersetzungen der körpereigenen Proteine. Wenn der Körper nicht mehr in der Lage ist, die Temperatur eigenständig zu begrenzen, wird es gefährlich. Hitzebelastung kann zu ernstesten Erkrankungen führen – bis hin zum plötzlichen Hitzetod.
  
- In Schutzanzügen sorgen die strengen Tragezeitbegrenzungen dafür, dass es nicht zu Hitzeerschöpfung, Hitzeschlag, Hitzekollaps oder Hitzekrämpfen kommen kann.

# Wie viel PSA verträgt der Mensch?

## Fallbeispiel: Studie in Brandsimulationsanlage BF München

- Test in der Brandsimulationsanlage der Feuerwache 2 der Berufsfeuerwehr der Landeshauptstadt München im Rahmen einer Dissertation
- Erfahrungen im Übungseinsatz haben gezeigt, dass auch in Brandsimulationsanlagen im Innenangriff vorgehende Trupps bis an die Grenzen ihrer Leistungsfähigkeit belastet werden.
- Die Beanspruchung bei Trainingseinsätzen setzt sich zusammen aus schwerer körperlicher Arbeit, schwerer Schutzausrüstung, aus psychischer sowie aus thermischer Belastung.
- Einsatzdauer: ca. 30 Minuten (inklusive Pause) in der Brandsimulationsanlage
- Probanden: 69 Auszubildende der Berufsfeuerwehr München mit einem Durchschnittsalter von 24,5 Jahren und einem Durchschnittsgewicht von 80 kg.
- Durchschnittlich waren die Teilnehmer mit zusätzlich 30,7 % ihres Körpergewichts durch die Schutzausrüstung belastet
- Hinzu kamen noch Gewichte in Form einer Übungspuppe mit ca. 80 kg und eine Gewichtsbelastung beim Vornehmen der gefüllten Wasserleitung.

# Wie viel PSA verträgt der Mensch?

## Ergebnisse der Studie

- Gewichtsverlust von durchschnittlich 0,6 kg durch starkes Schwitzen
- Nach Einsatz zeigte sich eine statistisch signifikant erhöhte Ruheherzfrequenz von im Mittel **94 S/min** gegenüber dem Ausgangswert.
- Die maximale, bei dem Einsatz erreichte, Herzfrequenz betrug im Durchschnitt **177 S/min**
- Die mittlere individuell errechnete maximale Herzfrequenz, definiert als 220 Schläge minus Lebensalter in Jahren, wurde von **14%** der Probanden überschritten.
- Die Teilnehmer erreichten durchschnittlich 91 % ihrer maximalen persönlichen Herzrate.
  
- Die durchschnittliche Körperkerntemperatur der Probanden betrug vor Einsatz **36,9°C**, nach Einsatz **37,7°C**.
- Im Mittel zeigte sich ein statistisch signifikanter Anstieg um **0,9°C**.



# Wie viel PSA verträgt der Mensch?

## Prinzip der Auswahl geeigneter PSA für Feuerwehren

- Feststellung des spezifischen Bedarfes (Körperteil, Schutzstufe)
- Informationsgewinnung (Marktanalyse)
- Trageversuche anhand vorab festgelegter Prüfungsaspekte und beschriebener Prüfverfahren
- Beurteilung der praktischen Handhabung
- Einschätzung des Ausbildungsbedarfes für zukünftige Nutzer
- Reinigungs- und Reparaturaufwand
- Dokumentation

### Mögliche Bewertungsmatrix

- |                                     |                        |                                |
|-------------------------------------|------------------------|--------------------------------|
| ✓ Materialqualität                  | ✓ Kompatibilität       | ✓ Adaptionsoptionen            |
| ✓ Komfort, Gewicht                  | ✓ Festigkeiten         | ✓ Liefer- und Reparaturservice |
| ✓ praktische Handhabung             | ✓ Verarbeitung         | ✓ Ausmusterungskriterien       |
| ✓ Lebensdauer                       | ✓ Referenzen           | ✓ Handbuch, Dokumentation      |
| ✓ Schutzfunktion in Arbeitsstellung | ✓ Verpackung, Lagerung | ✓ Anschaffungs- & Folgekosten  |



# Wie viel PSA verträgt der Mensch?

## Faustregeln für den Einsatz unter PSA

- Nur vollkommen gesunde und körperlich geeignete Mitarbeiter in PSA einsetzen.
- Auswahl der Schutzausrüstung: So sicher wie nötig, so komfortabel wie möglich.
- Individuelle Lösungen, wo notwendig und sinnvoll, umsetzen.
- Die Mitarbeiter für harte Einsätze fit machen.
- Gut ausbilden, regelmäßig trainieren.
- Die Achtsamkeit der Mitarbeiter für das individuelle Körperempfinden fördern.

### **Verantwortlichkeiten im Zusammenhang mit der Nutzung von PSA:**

Eignungsverantwortung → Kommandant

Eigenverantwortung → Einsatzkraft

Einsatzverantwortung → Einsatzleiter

## Wie viel PSA verträgt der Mensch? Zusammenfassung & Fazit

Körperliche Belastungen entstehen aus thermischen und physischen Belastungen:  
→ Gewicht, Hitze, Luftfeuchtigkeit

Zusätzlich sind psychische Einflussfaktoren zu betrachten.

Wann die individuelle Belastungsgrenze erreicht ist, hängt stark von der momentanen körperlichen Verfassung der Einsatzkraft ab.

Einsätze unter Schutzkleidung, speziell unter CSA, lassen die Körperkerntemperatur sowie die Luftfeuchtigkeit schnell steigen. Hier kommt es schnell zu mentalen Einschränkungen.





**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**



## Wie viel PSA verträgt der Mensch? Und was kommt sonst so?

Die größten Herausforderungen: Steigende Komplexität der alltäglichen Anforderungen an Feuerwehrleute erfordern neue Standards für ihre Ausrüstung

### Sicherheitsanforderungen 1



**Urbanisierung und ein steigendes Gesundheitsbewusstsein** führen zu neuen Anforderungen für die Infrastruktur und Sicherheitsstandards.

### Neue Gefahren 2



**Moderne Materialien in Gebäuden werden bei hohen Temperaturen oft toxisch.** In der Folge werden oft Giftstoffe freigesetzt.

### Trainingserfordernisse 3



**Steigende Komplexität der Einsätze** erfordern häufiges Training.

## Wie viel PSA verträgt der Mensch?

### Quellen:

„Körperliche Belastungen im Einsatz“, Dietmar Giesen, Wehrführer Feuerwehr

Niederbrechen

„Kardiozirkulatorische und thermische Beanspruchung von Feuerwehrleuten in einer Brandsimulationsanlage“, Silke Kadlez-Gebhardt, 2010