

Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin e. V.  
(DGAUM)



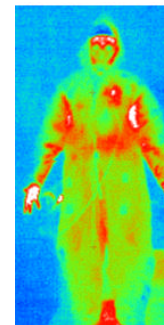
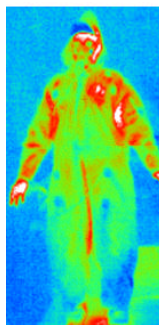
Leitlinie

**Arbeit unter klimatischer Belastung:  
Isolierende Schutzbekleidung als Sonderfall einer Hitzebelastung**

publiziert bei:



<b>AWMF-Register Nr.</b>	<b>002/040</b>	<b>Klasse:</b>	<b>S1</b>
--------------------------	----------------	----------------	-----------



*Vorbemerkung:*

Die in der Leitlinie vorgeschlagenen diagnostischen und therapeutischen Maßnahmen sind medizinisch notwendig und entsprechen dem allgemein anerkannten Stand der Wissenschaft.

**Diese Leitlinie wird zur Anwendung für Arbeiten in isolierender Schutzbekleidung empfohlen, bei denen die Hitzebelastung im Mikroklima eine ausgeglichene Wärmebilanz des menschlichen Körpers gefährdet.**

Beachten Sie bitte auch die für das arbeitsmedizinische Leitlinienprinzip geltenden Besonderheiten sowie die sonstigen fachgebietsrelevanten Handlungsempfehlungen.

## **I N H A L T**

### **Vorbemerkung: Stand der Wissenschaft**

### **1 Charakterisierung der Einwirkung**

### **2 Vorkommen und Gefährdung**

### **3 Beurteilung der Einwirkung**

#### 3.1 Einflussfaktoren

#### 3.2 Erträglichkeitsgrenzen einer Hitzebelastung in isolierender Schutzbekleidung

### **4 Präventionsmaßnahmen**

#### 4.1 Ergonomische Gestaltung von Schutzbekleidung

#### 4.2 Medizinisch orientierte Maßnahmen

### **5 Krankheitsbilder**

### **6 Quellen**

#### 6.1 Zitierte Quellen

#### 6.2 Weiterführende Quellen

### **7 Impressum**

### **Vorbemerkung: Stand der Wissenschaft**

Es ist das Ziel einer Leitlinie, den allgemein anerkannten Stand der Wissenschaft für die Anwendung im betrieblichen Alltag zugänglich zu machen.

Eine Abfrage der einschlägigen medizinischen Datenbanken belegt, dass die Hitzebelastung im Mikroklima isolierender Schutzbekleidung z. Z. nicht im Mittelpunkt des wissenschaftlichen Interesses steht: So ergibt beispielsweise die Suche in der *Pub Med* Datenbank der *U. S. National Library of Medicine – National Instituts of Health* zur Verknüpfung der Schlagworte *protective clothing* und *heat stress* lediglich 61 Hinweise auf Veröffentlichungen in den letzten zehn Jahren<sup>1</sup>. Das Ergebnis zum Thema *protective clothing* und *heat tolerance* beträgt nur 15 Nennungen.

Diese Recherchen sowie die Überprüfung relevanter Arbeitsschutzinformationen zeigen, dass im Themenumfeld „Isolierende Bekleidung als Sonderfall der Arbeit unter Hitzebelastung“ keine wesentlichen neuen Erkenntnisse vorliegen. Entsprechend orientiert sich die vorliegende Leitlinie vorwiegend an gültigen Normen und Vorschriften sowie an dem *(Muster-)Kursbuch Arbeitsmedizin / Betriebsmedizin*, das von der *Bundesärztekammer* in Zusammenarbeit mit der *Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin e. V.*, dem *Verband Deutscher Betriebs- und Werksärzte – Berufsverband Deutscher Arbeitsmediziner e. V.* und den *Sektionen und Akademien für Arbeitsmedizin (2008)* herausgegeben wird.

---

<sup>1</sup> Stand: April 2011; Suchfilter: veröffentl. in letzten 10 Jahre, engl. und dtsh. Sprache, Menschen ab 19 Jahre

## 1 Charakterisierung der Einwirkung

Isolierende Schutzbekleidung ist eine persönliche Schutzausrüstung, die den Körper vor chemischen, physikalischen oder biologischen Einwirkungen bewahren soll. Häufig hat diese Bekleidung ein hohes Gewicht und erschwert zudem die Bewegungen eines Trägers. Die Folge ist eine vermehrte Muskelarbeit mit erhöhter Wärmebildung.

Isolierende Schutzbekleidung beeinträchtigt die Konvektion, die Konduktion, die Radiation und vor allem die Evaporation, die den wichtigsten Entwärmungsweg des arbeitenden Menschen darstellt. Vergleichbar einer Hitzebelastung im Umgebungsklima kommt es daher auch im Mikroklima einer Schutzbekleidung zur klimatischen Belastung. Diese ist vor allem durch die beiden folgenden physikalischen Klimakenngrößen charakterisiert:

- Lufttemperatur
- Luftfeuchte

Das Ausmaß der Hitzebelastung ist abhängig von der jeweiligen Isolationswirkung der Schutzbekleidung. Hier besteht ein weites Spektrum von teilweise bis zu vollkommen isolierenden Bekleidungen.

## 2 Vorkommen und Gefährdung

Teilweise isolierende Schutzbekleidung lässt noch einen eingeschränkten Wärmeaustausch zwischen Träger und Umgebung zu. Dieses kann durch eine oder mehrere Eigenschaften geschehen:

- Die Körperbedeckung ist nicht vollständig.
- Die Konfektionsöffnungen (Ärmel, Beine, Hals, Taille) ermöglichen eine Konvektion.
- Das Material erlaubt einen Wärme- und Wasserdampfdurchgang.

Beispiele sind u. a.:

- Ballistische Schutzbekleidung (Polizei, Bundeswehr)
- Säureschutzanzug (Chemische Industrie)
- Einweganzug (Lackierereien)

Vollkommen isolierende Schutzbekleidung unterbindet den Wärmeaustausch, insbesondere die evaporative Entwärmung, zwischen Träger und Umgebung. Sie bedeckt den ganzen Körper und ist gasdicht.

Beispiele sind u. a.:

- „Mittlerer“ Chemikalienschutzanzug (Altlastensanierung, Kesselreinigung u. a.)
- „Schwerer“ Chemikalienschutzanzug (Feuerwehr, Technisches Hilfswerk u. a.)

Eine nicht ausgeglichene Wärmebilanz im Mikroklima jeder isolierenden Schutzbekleidung führt zu einer metabolisch bedingten Erhöhung der Körperkerntemperatur. Sie sollte nicht über 38,5 °C ansteigen. Bei medizinischer Voruntersuchung und Überwachung während der Hitzeexposition kann bei akklimatisierten<sup>2</sup>, freiwilligen Personen, etwa bei Rettungseinsätzen, eine Überschreitung bis auf maximal 39 °C toleriert werden (DIN EN ISO 9886). Auch nach Abbruch einer belastenden körperlichen Arbeit und Beendigung einer Hitzeexposition bzw. nach Ablegen einer Schutzbekleidung ist in den ersten Minuten Vorsicht geboten, da noch ein weiterer Anstieg der Kerntemperatur möglich ist.

Als ein zusätzlicher Indikator für eine nicht ausgeglichene Wärmebilanz im Mikroklima jeder isolierenden Schutzbekleidung kann die Differenz zwischen der Körperkerntemperatur und der mittleren Hauttemperatur dienen: Eine Annäherung zwischen der Körperkern- und der Hauttemperatur (Konvergenz) ist Ausdruck einer beginnenden Dekompensation der Thermoregulation unter der Hitzebelastung bei Erschöpfung der thermoregulatorischen Möglichkeiten des Organismus´.

Die genannten Gefährdungsgrenzen gelten für teilweise isolierende und auch für vollkommen isolierende Schutzbekleidungen.

Darüber hinaus besteht für vollkommen isolierende Schutzbekleidungen noch eine Tragzeitbegrenzung von max. 30 min (s. u.). Diese Einschränkung hat einen einleuchtenden Hintergrund: Schon im Sitzen beträgt die Wärmeproduktion des Menschen ca. 100 W. Eine leichte Tätigkeit steigert den Energieumsatz um bis zu 200 W und eine schwere Arbeit bereits um bis zu 380 W (DIN 33 401 T3). Allein das Tragen eines schweren und steifen Schutzanzugs sowie der zugehörigen persönlichen Schutzausrüstung (incl. Pressluftatmer) kann derartige Umsatzsteigerungen bewirken. Diese Wärmeenergie muss abgeführt werden, da eine

---

<sup>2</sup> Die Akklimatisation, die im Mikroklima einer Schutzbekleidung induziert wird, scheint für einen Träger vorteilhafter zu sein als die physiologischen Anpassungen, die durch eine Hitzeexposition ohne Schutzbekleidung entstehen (s. u.).

einstündige Wärmebildung von insgesamt 333 W bei einer vollständigen Unterdrückung der Wärmeabgabe den Wärmeinhalt des Körpers um 1200 kJ/h vergrößern würde. Diese Entwärmung könnte durch die Verdunstung von ½ l Schweiß erfolgen. Eine vollkommen isolierende Schutzbekleidung unterbindet jedoch diesen evaporativen Weg, sodass unter ungünstigsten Bedingungen eine lebensbedrohliche Steigerung der Körperkerntemperatur eines 70 kg schweren Menschen um bis zu 5 °C möglich ist.

Bei einer Hitzeexposition im Mikroklima einer isolierenden Schutzbekleidung ist die Gesundheit auch durch eine übermäßige Vasodilatation, durch unzureichenden Flüssigkeitsersatz und durch überhöhten Kochsalzverlust gefährdet (s. u.).

### **3 Beurteilung der Einwirkung**

#### **3.1 Einflussfaktoren**

Zur Beurteilung der Wirkung des Mikroklimas in isolierender Schutzbekleidung sind alle Faktoren zu berücksichtigen, die die metabolische Wärmeproduktion des menschlichen Körpers und seinen Wärmeaustausch mit der Umgebung beeinflussen:

Das sind grundsätzlich:

- Arbeitsenergieumsatz<sup>3</sup>, d. h. metabolische Wärmeentwicklung
- Bekleidungsisolation
- Expositionsdauer

Darüber hinaus sind für eine individuelle Beurteilung und Beratung noch weitere Faktoren von Bedeutung:

- Akklimatisation, die durch das Tragen isolierender Schutzbekleidung erworben wurde
- Körpergewicht, Ernährungszustand
- Konstitution, Trainingszustand
- Alter, Geschlecht
- Gesundheitszustand
- Psychosoziale Faktoren

#### **3.2 Erträglichkeitsgrenzen einer Hitzebelastung in isolierender Schutzbekleidung**

Nur solange die natürliche Thermoregulation des Körpers eine Hitzebelastung noch kompensieren kann, wird diese als erträglich empfunden. In jeder isolierender Schutzbekleidung wird eine ausgeglichene Wärmebilanz allerdings beeinträchtigt oder sogar unmöglich.

Im Hitzestress werden die ansteigenden Körpertemperaturen und die zunehmende Wärmespeicherung individuell unterschiedlich empfunden. Schon vor Erreichen der Gefährdungsgrenzen oder der Tragezeitbegrenzungen kann für den Einzelnen die Erträglichkeitsgrenze überschritten werden, sodass die Exposition zu beenden ist.

---

<sup>3</sup> Arbeitsenergieumsatz = Gesamtenergieumsatz - Grundenergieumsatz

## 4 Präventionsmaßnahmen

### 4.1 Ergonomische Gestaltung von Schutzbekleidung

Als wichtigste Präventionsmaßnahme muss jede Schutzbekleidung ergonomischen Anforderungen genügen, um nicht durch eine unzweckmäßige Gestaltung die Muskelarbeit und als Folge die metabolische Wärmeentwicklung zu steigern.

Arbeitsmediziner/Innen sollten zusammen mit den Fachkräften für Arbeitssicherheit Einfluss auf die Auswahl der Bekleidung nehmen, deren Eignung durch ein ergonomisches Anforderungsprofil geprüft werden kann.

Dieses wurde am Beispiel von schweren Chemikalienschutzanzügen entwickelt und ist modifiziert auf andere Schutzbekleidungen übertragbar. Es enthält vier Schwerpunkte:

- Kompatibilität  
Die Kompatibilität eines Schutzanzugs mit der übrigen Bekleidung und der persönlichen Ausrüstung ist erfahrungsgemäß nicht immer verwirklicht. Insbesondere müssen Bewegungsbehinderungen (z. B. durch Einengen, Reiben oder Verhaken von Bekleidung und Schutzanzug) sowie Erschwernisse beim An- und Ablegen vermieden werden.
- Passform  
Die Passform einer Schutzbekleidung ermöglicht eine ökonomische Motorik eines Trägers, sodass seine Arbeitsfähigkeit erhalten bleibt und die metabolische Wärmeentwicklung nicht durch vermehrte Muskelarbeit gesteigert wird.
- Handhabung  
Unter der Handhabung sind Behinderungen durch einen Schutzanzug und seine Bedienbarkeit erfasst. Hierzu gehören auch die Flexibilität und das Gewicht einer Schutzbekleidung. Je flexibler und leichter ein Schutzanzug ist, umso weniger erschwert er die Bewegungsmotorik, da er mit weniger Muskelarbeit gewalkt und bewegt werden kann.
- Praktischer Gebrauch  
Die Prüfung des praktischen Gebrauchs unter realitätsnahen Arbeitsbedingungen ist notwendig, da ein Schutzanzug durch das multifunktionale Zusammenwirken seiner Elemente Beeinträchtigungen der Arbeitsfähigkeit hervorrufen kann.



## 4.2 Medizinisch orientierte Maßnahmen

Die medizinisch orientierten Präventionsmaßnahmen sollen die Auswirkungen der Hitzebelastung durch die isolierende Schutzbekleidung auf den menschlichen Körper begrenzen.

- Arbeitsmedizinische Prävention

Der Betriebsarzt sollte immer in die Gefährdungsbeurteilung (ArbSchG §5) und die Beratung der Beschäftigten aktiv einbezogen werden.

Wird bei der Gefährdungsbeurteilung festgestellt, dass eine extreme Hitzebelastung zu einer besonderen Gefährdung führen kann (vgl. Kap. 2), ist eine arbeitsmedizinische Pflichtuntersuchung notwendig (ArbMedVV, Anhang Teil 3, Abs. 1, Nr. 1). Beim Tragen von Atemschutzgeräten der Gruppen 2 und 3 ist diese ebenfalls vorgeschrieben (ArbMedVV, Anhang Teil 4, Abs. 1, Nr. 1).

Aussagen zur erforderlichen arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchung bei Hitzearbeit finden sich u. a. in den entsprechenden Grundsätzen der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV), G 30 *Hitzearbeiten* (2010) und G 26 *Atemschutzgeräte* (2010).

Beide Untersuchungen erlauben allerdings keine Prognose der Hitzetoleranz im Mikroklima isolierender Schutzbekleidung, sondern wenden Ausschlusskriterien für das Tragen belastender Atemschutzgeräte an (Erkrankungen des Herz-Kreislaufsystems, der Atmungsorgane, der Leber, der Nieren etc.). Auch die vorgesehene Fahrradergometrie erlaubt diese Vorhersage nicht, da sie lediglich eine Kreislauffunktionsprüfung ist.

- Akklimatisation und körperliche Leistungsfähigkeit

Nach jetzigem Kenntnisstand scheinen die Anpassungen, die im Mikroklima einer Schutzbekleidung induziert werden, für einen Träger vorteilhafter zu sein als die Akklimatisation, die durch eine Hitzexposition ohne Schutzbekleidung entsteht (McLellan 1999). Schon aus diesem Grunde sollten Einsatzkräfte regelmäßig in ihren Schutzanzügen trainieren!

Gleichzeitig ist eine gute körperliche Leistungsfähigkeit eine Voraussetzung für Schutzanzugträger, damit sie nicht durch das hohe Gewicht und die Bewegungseinschränkungen der Bekleidung frühzeitig ermüden.

- Flüssigkeitshaushalt

Eine regelmäßige und ausreichende Flüssigkeitsaufnahme ist Voraussetzung zum Erhalt der Gesundheit und der Leistungsfähigkeit. Idealerweise sollten die Trink- den Schweißmengen entsprechen.

Während des Einsatzes in isolierender Schutzbekleidung sind Schweißverluste von über 1 l/h möglich. Kurzfristig können höhere Mengen auftreten. Ein Schutzkleidungsträger muss vor Beginn seiner Tätigkeit ausreichend getrunken haben, um diese nicht bereits mit einem Flüssigkeitsdefizit zu beginnen.

Während des Einsatzes wird häufig zu wenig getrunken, da das Durstgefühl beim Menschen erst verzögert einsetzt und häufig keine kontaminationsfreie Flüssigkeitsaufnahme möglich ist. Die Folge ist eine Dehydratation. Sie kann bei längeren Tragezeiten verhindert werden, wenn Schweißverluste kontinuierlich durch regelmäßiges Trinken ausgeglichen werden. Erlauben die Bedingungen ein „sicheres

Trinken“, sollten die Mengen bis zu 250 ml pro  $\frac{1}{4}$  h betragen (sog. *preventive drinking*). Kommt es u. U. trotzdem zu einem Flüssigkeitsdefizit auf, muss es nach dem Einsatz ausgeglichen werden.

Werden Kurzzeiteinsätze (max. 30 min) euhydriert begonnen, kann auf eine Flüssigkeitszufuhr verzichtet werden und die Rehydration anschließend erfolgen.

- Elektrolyte

Die Schweißabgabe geht mit einem Elektrolytverlust einher, jedoch sind die körpereigenen Vorräte ausreichend, um den Verlust bei einzelnen kurzzeitigen Hitzeexpositionen (max. 30 min.) in isolierender Schutzbekleidung zu kompensieren.

Sind wiederholte, längere Einsätze (>> 30 min) in Schutzbekleidung mit hohen Schweißraten (s. o.) verbunden, ist ein Elektrolytmangel in den ersten Tagen der Akklimatisation möglich. Eine ausgewogene Ernährung und zusätzlich in dieser Zeit das Angebot von Kochsalztabletten oder elektrolythaltigem Hitzegetränk beugen einer Unterversorgung vor.

Mit zunehmender Akklimatisation sinken die Schweißosmolarität und damit der Mineralstoffverlust, sodass bei ausreichender Nahrungsversorgung dann auf eine ausgeprägte Supplementierung weitgehend verzichtet werden kann.

- Arbeitsschwere

Zur Vermeidung einer übermäßigen metabolischen Wärmeentwicklung sollte die Arbeitsschwere an das Mikroklima in jeder isolierenden Schutzbekleidung angepasst werden. Von Hitzeexpositionen im Umgebungsklima ist bekannt, dass erfahrene Beschäftigte ihre Arbeitsintensität selbständig an die eigene Leistungsfähigkeit anpassen und durch dieses sog. *self pacing* eine vorzeitige Ermüdung vermeiden (Kampmann 2000). Diese Verhaltensanpassung ist auch beim Tragen isolierender Schutzbekleidung zu beobachten. Dementsprechend muss für das Tragen von isolierender Schutzbekleidung ein Arbeitszeitzuschlag eingeplant werden. Dieser kann bis zu 50 % betragen.

- Arbeitszeit-Pausen-Regime

Bei Schutzanzügen, die noch einen Wärmeaustausch zulassen, muss ein geeignetes Arbeitszeit-Pausen-Regime ausgewählt werden: Kurze Arbeitsphasen und häufige längere Arbeitsunterbrechungen können nötig sein. Dabei kann die Länge der Unterbrechung die Arbeitszeiten unter belastenden Bedingungen (Umgebungsklima, Arbeitsschwere und -dauer etc.) um mehr als das dreifache übersteigen.

In den Arbeitspausen muss dem erwärmten Körper in geeigneter Umgebung (Schatten oder kühlere Bereiche) Gelegenheit zur Abkühlung gegeben werden (isolierende Bekleidung in sicherer Umgebung öffnen oder ablegen). Schweißverluste müssen durch Trinken ausgeglichen werden.

- Tragezeitbegrenzungen

Für vollkommen isolierende Schutzanzüge, die keinen Wärmeaustausch zwischen dem Träger und der Umgebung zulassen, bestehen Tragezeitbegrenzungen von maximal 30 min (BGR 189 und BGR / GUV-R 190). In Abhängigkeit vom Umgebungsklima oder der Arbeitsschwere kann eine weitere Reduzierung notwendig sein.

Nach einer Exposition ist eine Erholungszeit von mind. 90 min einzuhalten und es sind nicht mehr als zwei Einsätze pro Schicht möglich. Diese Schichten sind auch nur dreimal pro Woche ausführbar (BGR / GUV-R 190).

## 5 Krankheitsbilder

Die Krankheitsbilder nicht kompensierbarer Hitzebelastungen können auch im Mikroklima isolierender Schutzbekleidung auftreten. Sie sind in der nachfolgenden Tabelle (Auszug nach Piekarski 1982) zusammengestellt:

**Tab. 1:** Krankheitsbilder nicht kompensierbarer Hitzebelastungen im Mikroklima isolierender Schutzbekleidung (Auszug nach Piekarski 1982)

Krankheit	Ätiologie	Klinische Symptome	Rektaltemperatur	Hauttemperatur	Elektrolyte	Organmanifestation	Spätfolgen	Therapie
<b>Hitze-kollaps</b>	Kreislaufinsuffizienz	Schwindel, Übelkeit, Ohnmacht	Leicht erhöht	Normal	Normal	-	-	Lagerung in kühler Umgebung, Kreislaufkontrolle
<b>Hitzschlag</b>	Wärmestau, Insuffizienz der Entwärmung, zentrales Kreislaufversagen	Kollaps bei plötzlicher (!) Anhidrose, Schwindel, Übelkeit, evtl. Krämpfe, erst rotes, später blasses Hautkolorit, protrazierter Schock	Stark erhöht	Heiß im Schock, später kühler	Na ↑ K ↓ später K ↑	Nierenversagen, Lebernekrosen, Rhabdomyolysen, Myokardnekrosen, Hämolyse, Gerinnungsstörung, ZNS-Schäden	Multiple Organdefekte, psychische Alterationen	Abkühlung (!), intensiv-medizinische Überwachung, Elektrolytbilanzierung, Volumenbilanz, Gerinnungsstatus, Schockbehandlung, antikonvulsive Maßnahmen
<b>Salzver-armung</b>	Salzverluste, besonders des Nichtakklimatisierten mit dem Schweiß	Reizbarkeit, Mattigkeit, Kollaps, Muskelkrämpfe	Normal bis leicht erhöht	Normal	Na ↓	-	-	Orale Gabe von kochsalzreicher Flüssigkeit (Brühe, Ringertee), evtl. parenterale Substitution
<b>Dehydrata-tion</b>	Ungenügende Wassereinfuhr bei gesteigertem Wasserverlust	Aktivitätsminderung, Delirium, Koma	Erhöht	Normal / warm	Normal, später Na ↑ K ↑	Nierenversagen	Selten	Volumenersatz, Kreislaufkontrolle, Elektrolytkontrolle

Weitere therapeutische Maßnahmen sind der spezifischen intensivmedizinischen Literatur zu entnehmen.

## 6 Literatur

### 6.1 Zitierte Quellen

- Arbeitsschutzgesetz: Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (ArbSchG). BGBl. I S. 1246 vom 07. August 1996 i. d. g. F.
- Arbeitsmedizinische Vorsorge-Verordnung: Verordnung zur Rechtsvereinfachung und Stärkung der arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV). BGBl. I S. 2768 vom 18. Dezember 2008 i. d. g. F.
- BGR 189: Benutzung von Schutzkleidung. DGUV (Hrsg.), April 1994, aktualisierte Nachdruckfassung Oktober 2007
- BGR / GUV-R 190: Benutzung von Atemschutzgeräten. DGUV (Hrsg.), Dezember 2011
- Bundesärztekammer, Deutsche Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin e. V., Verband Deutscher Betriebs- und Werksärzte – Berufsverband Deutscher Arbeitsmediziner e. V., Sektionen und Akademien für Arbeitsmedizin (Hrsg.): (Muster-) Kursbuch Arbeitsmedizin / Betriebsmedizin. 2. Auflage (2008)
- DIN EN ISO 9886: Ergonomie - Ermittlung der thermischen Beanspruchung durch physiologische Messungen (ISO 9886: 2004). Mai 2004
- DIN 33403 T3: Klima am Arbeitsplatz und in der Arbeitsumgebung – Teil 3: Beurteilung des Klimas im Warm- und Hitzebereich auf der Grundlage ausgewählter Klimasummenmaße. Juli 2011
- G 26 Atemschutzgeräte. In: DGUV (Hrsg.): Grundsätze für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen. 5. Auflage, Gentner Verlag, Stuttgart 2010
- G 30 Hitzearbeiten. In: DGUV (Hrsg.): Grundsätze für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen. 5. Auflage, Gentner Verlag, Stuttgart 2010
- Kampmann, B.: Zur Physiologie der Arbeit im warmen Klima. Ergebnisse aus Laboruntersuchungen und aus Feldstudien im Steinkohlenbergbau. Habilitationsschrift im Fach Arbeitsphysiologie der Bergischen Universität – Gesamthochschule Wuppertal 2000 (Internet: [elpub.bib.uni-wuppertal.de](http://elpub.bib.uni-wuppertal.de))
- McLellan, T. M.: The influence of physiological manipulations on tolerance to uncompensable heat stress. In: Centre d'études du Bouchet (ed.): Thermal protection of man under hot and hazardous conditions. 79-84, Paris 1999
- Piekarski, C.: Störungen und Erkrankungen durch klimatische Einwirkungen. In: Kühn, H. A., Schirrmeyer, J. (Hrsg.): Innere Medizin. S. 1131-1139, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York 1982

### 6.2 Weiterführende Quellen

- Aoyagi, Y., McLellan, T. M., Shephard, R. J.: Effects of training and acclimation on heat tolerance in exercising men wearing protective clothing. Eur J Appl Physiol 68, 234-245 (1994)

- Aoyagi, Y., McLellan, T. M., Shephard, R. J.: Interactions of physical training and heat acclimation. The thermophysiology of exercising in a hot climate. *Sports Med.* 23 (3), 173-210 (1997)
- Cheung, S. S., McLellan, T. M.: Heat acclimation, aerobic fitness, and hydration effects on tolerance during uncompensable heat stress. *J. Appl. Physiol.* 84, 1731-1739 (1998)
- Cheung, S. S., McLellan, T. M., Tenaglia, S.: The thermophysiology of uncompensable heat stress. Physiological manipulations and individual characteristics. *Sports Med* 29 (5), 329-359 (2000)
- Fogarty, A. L., Armstrong, K. A., Gordon, C. J., Groeller, H., Woods, B. F., Stocks, J. M., Taylor, N. A. S.: Cardiovascular and thermal consequences of protective clothing: a comparison of clothed and unclothed status. *Ergonomics* 47, 1073-1086 (2004)
- Glitz, K. J., Seibel, U., Leyk, D.: Schutzbekleidung. In: Landau, K., Pressel, G. (Hrsg.): *Medizinisches Lexikon der beruflichen Belastungen und Gefährdungen. Definitionen – Vorkommen - Arbeitsschutz.* S. 890-892, Gentner Verlag, Stuttgart 2009
- Havenith, G.: Heat balance when wearing protective clothing. *Ann. Occup. Hyg.* 43 (3), 289-296 (1999)
- McLellan, T. M., Cheung, S. S.: Impact of fluid replacement on heat storage while wearing protective clothing. *Ergonomics*, Vol. 43, No. 12, 2020-2030 (2000)
- McLellan, T. M.: The importance of aerobic fitness in determining tolerance to uncompensable heat stress. *Comparative biochemistry and physiology. Part A, Molecular & integrative physiology* 128, 691-700 (2001)
- McLellan, T. M.: Chemical-biological protective clothing: effects of design and initial state on physiological strain. *Aviat Space Environ Med* 79 (5), 500-508 (2008)
- Piekarski, C.: Klima. Überwärmung. In: *Handbuch der Ergonomie* (hrsg. vom BwB). Kapt. A 9.6.3, Bd. 2 (Stand 1993)
- Selkirk, G. A., McLellan, T. M.: Influence of aerobic fitness and body fatness on tolerance to uncompensable heat stress. *J. Appl. Physiol.* 91: 2055-2063 (2001)
- Selkirk, G. A., McLellan, T. M.: Physical work limits for Toronto fire-fighters in warm environments. *Journal of occupational and environmental hygiene.* 1 (4), 199-212 (2004)
- Selkirk, G. A., McLellan, T. M., Wong, J.: The impact of various rehydration volumes for firefighters wearing protective clothing in warm environments. *Ergonomics* 49 (4), 418-433 (2006)
- Taylor, N. A. S.: Challenges to temperature regulation when working in hot environments. *Industrial Health* 44, 331-344 (2006)
- Wenzel, H. G., Piekarski, C.: *Klima und Arbeit.* Hrsg. v. Bayerischen Staatsministerium für Arbeit und Sozialordnung. 2. Auflage, München 1982

## 7 Impressum

Copyright und alle Vertriebsrechte: Deutsche Gesellschaft für Arbeits- und Umweltmedizin  
e. V. (DGAUM)

Erarbeitet von: K. J. Glitz, Koblenz  
W. Gorges, Koblenz  
D. Leyk, Koblenz und Köln  
C. Piekarski, Köln und Dortmund

Anmeldung: 09.06.2011 (DGAUM)  
03.08.2011 (AWMF)

Erarbeitungsschritte:

- Literaturrecherche
- Diskussion und Konsensfindung im Autorenkreis
- Vorprüfung durch DGAUM im Rahmen der  
Anmeldung
- Umlauf im Rahmen des Forums Arbeitsphysiologie  
Sept. 2011; (Dez. 2011)
- Umlauf im Rahmen des Forums Arbeitsphysiologie  
März/April 2012
- Verabschiedung mit Änderungsaufgaben  
durch Vorstand der DGAUM am 26.06.2012

Erarbeitungsstand: 02.07.2012

Hinweise senden Sie bitte an: Geschäftsstelle der Deutschen Gesellschaft für  
Arbeits- und Umweltmedizin  
Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin  
Universitätsklinikum Aachen  
Pauwelsstraße 30  
D-52074 Aachen

**Erstellungsdatum:** 07/2012

**Redaktionelle Überarbeitung von:** 01/2013

**Nächste Überprüfung geplant:** 07/2017

Die "Leitlinien" der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften sind systematisch entwickelte Hilfen für Ärzte zur Entscheidungsfindung in spezifischen Situationen. Sie beruhen auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen und in der Praxis bewährten Verfahren und sorgen für mehr Sicherheit in der Medizin, sollen aber auch ökonomische Aspekte berücksichtigen. Die "Leitlinien" sind für Ärzte rechtlich nicht bindend und haben daher weder haftungsbegründende noch haftungsbefreiende Wirkung.

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit des Inhalts keine Verantwortung übernehmen. **Insbesondere bei Dosierungsangaben sind stets die Angaben der Hersteller zu beachten!**

© Deutsche Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin  
**Autorisiert für elektronische Publikation: AWMF online**