

Anstrengungsbedingte Überhitzung im zivilen und militärischen Bereich – eine unterschätzte Gefahr

Exertional overheating in the civilian and military sector - an underestimated hazard

Karl Jochen Glitz^a, Alexander Sievert^a, Ulrich Rohde^a, Claus Piekarski^b, Dieter Leyk^{a,c}

Einleitung

Die menschliche Wärmebilanz ist maßgeblich von der Arbeitsschwere, der Bekleidungsisolierung, dem Umgebungsklima und individuellen Faktoren (Akklimationsgrad, körperliche Leistungsfähigkeit u. v. a. m.) abhängig. Wird die in der Muskulatur gebildete Wärme nicht ausreichend abgeführt, drohen anstrengungsbedingte Überhitzungen. Diese Gefahr wird häufig unterschätzt oder gar nicht erkannt [13]. Kommt es zum Hitzekrampf, Hitze-Kollaps oder zur Hitzeerschöpfung, werden diese Krankheitsbilder oftmals als unkritisch angesehen, obwohl sich daraus unvorhersehbar ein lebensbedrohender, anstrengungsbedingter Hitzschlag (exertional heat stroke, EHS) entwickeln kann. In diesem Falle muss sofort eine effektive Erstversorgung erfolgen; ansonsten geht wertvolle Zeit unwiederbringlich verloren, um generalisierte Endothelzellschädigungen mit Auswirkungen auf verschiedene Organsysteme und schließlich ein Multiorganversagen durch systemische Entzündungsreaktionen (SIRS) zu verhindern [7, 11].

Beispiele anstrengungsbedingter Überhitzungen

Bei sportlichen Hochleistungen im heißen Klima treten anstrengungsbedingte Überhitzungen auf (z. B. Straßenradweltmeisterschaft in Katar 2016, wo beim Rennen der Männer über 257 km nur 53 von 199 gestarteten Fahrern das Ziel erreichten). Gleichzeitig ist kaum bekannt, dass sich diese Krankheitsbilder auch in moderatem Klima bei langandauernden schweren Belastungen entwickeln: Beim London-Marathon 2018 kollabierten Athleten infolge der hohen metabolischen Wärmeentwicklung der Arbeitsmuskulatur, da ihnen bereits bei einer Umgebungstemperatur von 23 °C kein Ausgleich ihrer Wärmebilanz gelang.

Im gewerblichen Alltag kann dieser Gefährdung zumeist durch arbeitsmedizinische und arbeitsorganisatorische Präventionsmaßnahmen begegnet werden. Trotzdem werden Hitzezwischenfälle berichtet, die auf Fehlein-

schätzungen zurückgehen (z. B. schwere Feldarbeit in der Sommerhitze).

Im militärischen Bereich bedingen die charakteristischen Rahmenbedingungen (schwere körperliche Arbeit, hohe Wärmeisolation durch ballistische Schutzbekleidung, Einsätze in heißen Klimazonen, fehlende Akklimation bei schnellem Klimazonenwechsel, Dehydratation, lange Expositionszeiten, Schlafdeprivation u. v. a. m.) eine hohe Gefährdung durch anstrengungsbedingte Hitzserkrankungen. Das Beispiel der US Armed Forces (2020: 475 Hitzschläge und 1667 Hitzeerschöpfungen [1]) unterstreicht die Notwendigkeit zum Handeln in allen Nationen. Zivile Präventionsempfehlungen, die von begrenzten Schichtzeiten und arbeitsorganisatorischen Regulierungsmöglichkeiten ausgehen, sind jedoch nur eingeschränkt auf Streitkräfte übertragbar. Daher bestehen in der NATO Klimapräventionsempfehlungen, die an militärische Verhältnisse angepasst sind [12].

Diagnostik und Erstversorgung beim anstrengungsbedingten Hitzschlag

Die Diagnostik des anstrengungsbedingten Hitzschlags erfordert eine verlässliche Erfassung der Körperkerntemperatur durch eine rektale Messung. Je länger die Kerntemperatur über 40,0 °C anhält, umso mehr verschlechtert sich die Prognose. Die unmittelbare und wirkungsvolle Kühlung des gesamten Körpers ist die kausale Therapie des anstrengungsbedingten Hitzschlags [7, 11]. Das enge Zeitfenster hierfür beträgt ca. 30 min. Daher muss vor dem Transport zur klinischen Versorgung die Kühlung auf Rektaltemperaturen unter 39,0 °C, besser auf 38,5–38,0 °C erfolgen [4].

Erfolgsversprechende Kühlraten von 0,2–0,35 °C/min werden nur durch Kalt- oder Eiswasserimmersionen (Vollbad) erreicht (Abbildung 1). Diese drastische „physikalische“ Maßnahme erzeugt durch eine reflektorische Vasokonstriktion der peripheren Blutgefäße zwar eine deutliche Reduktion des Blutflusses im Bereich der Körperoberfläche, erlaubt aber eine effektive, überwiegend konduktive Entwärmung des gesamten Körpers. Eine idealerweise „physiologisch geregelte“ Kühlung mit gleichzeitiger Messung der Hauttemperatur zur Überwachung der Durchblutung und der Rektaltemperatur zur Sicherung des Therapieerfolgs ist während der präklinischen Versorgung nicht praktikabel.

^a Institut für Präventivmedizin der Bundeswehr, Koblenz

^b Universität zu Köln, Institut und Poliklinik für Arbeitsmedizin, Umweltmedizin und Präventionsforschung

^c Deutsche Sporthochschule Köln, Forschungsgruppe Leistungsepidemiologie

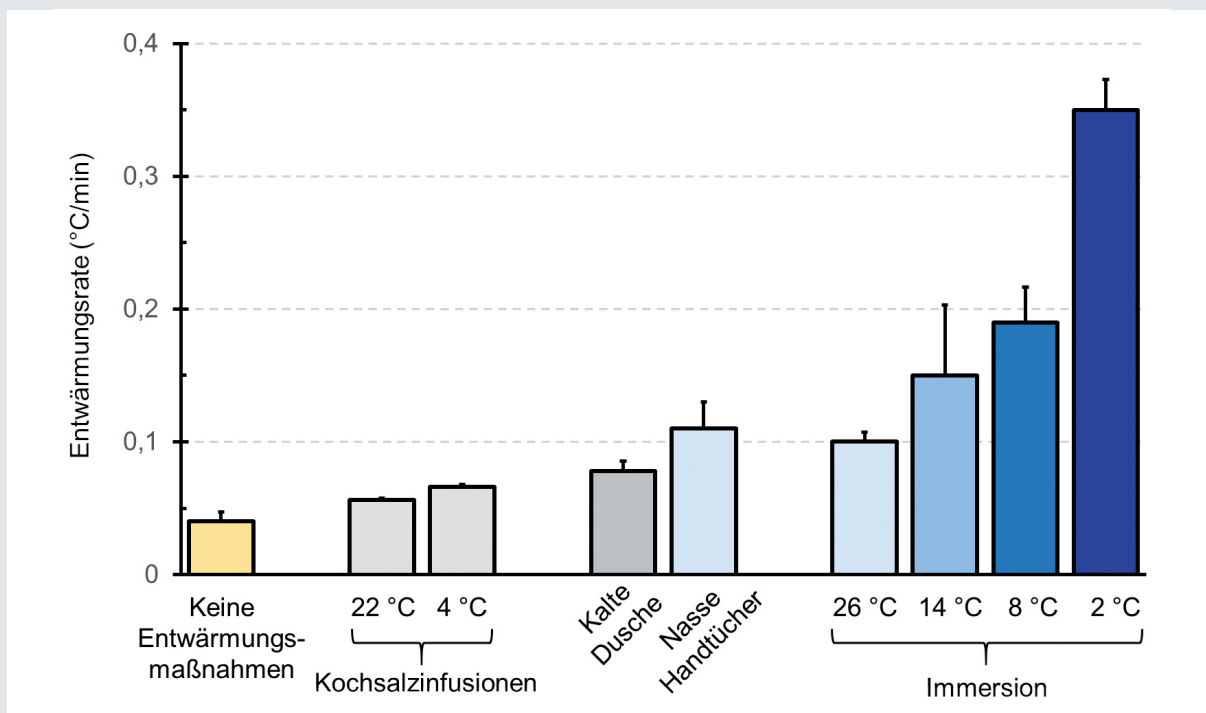


Abb. 1: Orientierende Übersicht der Entwärmungsraten des menschlichen Körpers bei Anwendung verschiedener Abkühlungsmethoden: Das Gesamtvolumen der 0,9% Kochsalz-Infusionen beträgt jeweils 2l. Kühlraten von 0,2–0,35 °C/min werden nach der Auswertung verschiedener, untereinander nicht standardisierter Studien nur durch Kalt- oder Eiswasserimmersionen erreicht (modifiziert nach Leyk et al. 2019 [11]; Abdruck mit freundlicher Genehmigung des Deutschen Ärzteblattes).

Stehen keine Hilfsmittel bei der Erstversorgung bereit, so muss zumindest eine ausreichende Benetzung der Körperoberfläche sowie eine Luftbewegung (Fächeln o. ä.) zur Unterstützung der evaporativen Entwärmung vor und während des Transportes gesichert werden.

Prävention von anstrengungsbedingten Hitzeerkrankungen

Das zentrale Element zur Prävention anstrengungsbedingter Hitzeerkrankungen ist die Gefährdungsabschätzung in der Vorbereitung geplanter Vorhaben (Sportveranstaltungen, gewerbliche Unternehmungen, militärische Ausbildungsmaßnahmen etc.):

Voraussetzung ist die Klimabeurteilung mit einem Klimaauswertemaß. Dieses erlaubt die Bewertung der Auswirkungen der vier physikalischen Klimakenngrößen (Lufttemperatur, Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit und Wärmestrahlung) auf den menschlichen Körper. Ein verbreitetes Klimaauswertemaß ist die Wet Bulb Globe Temperature (WBGT) [3, 12]. Entsprechende Wettervorhersagen weisen diesen Wert aus. Zusätzlich kann das aktuelle lokale Wettergeschehen mit einem marktverfügbaren WBGT-Messgerät selbständig beurteilt werden (Abbildung 2).

Klimaangepasste Maßnahmen

In Kenntnis der Klimabedingungen können präventiv klimaangepasste Maßnahmen ergriffen werden. Die Bun-

deswehr berücksichtigt die medizinischen Empfehlungen der NATO [12], um die mögliche Arbeitsschwere, das notwendige Arbeitszeit-Pausen-Regime und die erforderliche Flüssigkeitsaufnahme in den jeweiligen Hitze-kategorien unter Beachtung der Bekleidungsisolierung abzuschätzen (Abbildung 3). Bei zu erwartender übermäßiger



Abb. 2: Beispiel eines marktverfügbaren Klimamessgerätes, mit dem die Wet Bulb Globe Temperature (WBGT) als Klimaauswertemaß zur Beurteilung des aktuellen lokalen Klimas bestimmt werden kann.

Hitze Kategorie	Temperatur als WBGT (°C)	Leichte Arbeit		Mittelschwere Arbeit		Schwere Arbeit	
		Arbeitszeit/ Pause (min)	Wasser (l/h)	Arbeitszeit/ Pause (min)	Wasser (l/h)	Arbeitszeit/ Pause (min)	Wasser (l/h)
1	<27	ohne	ca. 0,5	ohne	ca. 0,75	40/20	ca. 0,75
2	27,0-28,9	ohne	ca. 0,5	50/10	ca. 0,75	30/30	ca. 1
3	29,0-31,0	ohne	ca. 0,75	40/20	ca. 0,75	30/30	ca. 1
4	31,1-32,1	ohne	ca. 0,75	30/30	ca. 0,75	20/40	ca. 1
5	>32,1	50/10	ca. 1	20/40	ca. 1	10/50	ca. 1

Abb. 3: Auszug aus der erweiterten Taschenkarte „Arbeiten ohne Überhitzung“ für Ausbilder, die unter Federführung des Instituts für Präventivmedizin der Bundeswehr (InstPrävMedBw) für Hitzeakklimatisierte mit Feldanzug im Rahmen eines Pilotprojektes entwickelt wurde: Die Tabelle (modifiziert nach [12]) erlaubt eine Abschätzung der möglichen Arbeitsschwere, des notwendigen Arbeitszeit-Pausen-Regimes und der erforderlichen Flüssigkeitsaufnahme in den jeweiligen Hitze kategorien (WBGT). Bei höherer Bekleidungsisolierung sind Zuschläge zur WBGT notwendig (Beispiel: Gefechtshelm +1,5°C; ballistische Schutzweste +3°C).

Hitzebelastung ist zu entscheiden, geplante Ausbildungsvorhaben u. ä. in kühlere Tageszeiten zu verlegen oder abzusagen.

Umfassende Hitzeprävention notwendig

Eine umfassende Hitzeprävention kann nur mit der Sensibilisierung aller Beteiligten für die Gefährdung durch anstrengungsbedingte Überhitzungen gelingen. **Im Sport** betrifft das alle Ebenen vom Veranstalter bis zum Athleten. Zur Gefährdungsabschätzung vor einer geplanten Veranstaltung existieren Empfehlungen [2]. **Im gewerblichen Bereich** sind von der Unternehmensleitung über den betriebsärztlichen Dienst bis zu den Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmern alle Beteiligten gefordert, Hitzestresspräventionsmaßnahmen umzusetzen [5].

Im Falle der **Bundeswehr** empfiehlt sich die Intensivierung des eingeschlagenen Weges mit der Informationsbereitstellung für alle Handlungsebenen über ein präventives Hitzestressmanagement, einschließlich (Ersthelfer-) Ausbildung und Bereitstellung einer Taschenkarte für die Truppe [6]. Diese Taschenkarte wurde unter Federführung des InstPrävMedBw entwickelt und beschreibt die wichtigsten Faktoren bei der Entstehung von Hitzestress, das Erkennen von anstrengungsbedingten Hitzeerkrankungen und Erste-Hilfe-Maßnahmen [9, 10]. In einem Pilotprojekt wurde das Ausbildungspersonal besonders exponierter Ausbildungseinheiten durch Unterrichte sensibilisiert und in die Handlungsvorgaben einer erweiterten Taschenkartenversion (Abbildung 3) sowie in den Institutsflyer „Hot Ten“ eingewiesen [8].

In Anbetracht sommerlicher Hitzewellen im Inland und der weltweiten Einsätze der Bundeswehr in heißen Klimazonen ist abzusehen, dass die Bedeutung der Prävention von anstrengungsbedingten Hitzeerkrankungen im zivilen und militärischen Bereich noch weiter zunehmen wird.

Literatur

1. Armed Forces Health Surveillance Division: Update: Heat Illness, Active Component, U.S. Armed Forces, 2020. MSMR 2021; 28(4): 10–15.

2. Armstrong EL, Casa JD, Millard-Stafford M et al.: Exertional heat illness during training and competition. ACSM, American College of Sports Medicine (ed.). Position Stand. Med Sci Sports Exerc 2007; 39(3): 556–572.

3. DIN EN ISO 7243:2017–12: Ergonomie der thermischen Umgebung – Ermittlung der Wärmebelastung durch den WBGT-Index (wet bulb globe temperature). Berlin: Beuth Verlag GmbH 2017.

4. Epstein Y, Yanovich R: Heatstroke. N Engl J Med 2019; 380 (25): 2449–2459

5. Glitz KJ, Gorges W, Leyk D, Piekarski C: Arbeit unter klimatischer Belastung: Hitze. LEITLINIE. In: Deutsche Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin e.V. (Hrsg.): Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin e.V.; AWMF online – Das Portal der wissenschaftlichen Medizin 2012 (Hinweis: Die Leitlinie befindet sich – unter Einbindung des InstPrävMedBw – in der Aktualisierung durch vier Fachgesellschaften.)

6. Glitz KJ, Rohde U, Piekarski C, Leyk D: Prävention bei anstrengungsbedingtem Hitzestress. WMM 2020; 64(1): 42–43.

7. Hoitz J: Klinisches Management beim anstrengungsbedingten Hitzschlag. WMM 2018; 62(10): 357–359.

8. Institut für Präventivmedizin der Bundeswehr (Hrsg.): Flyer: Hot Ten. Infos und Tipps für die Hitze. Koblenz: InstPrävMedBw.

9. Kommando Sanitätsdienst der Bundeswehr (Hrsg.): „Arbeiten ohne Überhitzung“. Regelungsnahe Dokument: ARD-874/0-4004a; 16. August 2018.

10. Kommando Sanitätsdienst der Bundeswehr (Hrsg.): „Erste Hilfe in der Bundeswehr“. Regelungsnahe Dokument: ARD-874/0-4004b; 08. Februar 2019.

11. Leyk D, Hoitz J, Becker C, Glitz KJ, Nestler K, Piekarski C: Health risks and interventions in exertional heat stress. Dtsch Arztebl Int 2019; 116: 537–544.

12. North Atlantic Treaty Organization (Hrsg.): TR-HFM-187: Management of heat and cold stress. Guidance to NATO medical personnel. Findings of Task Group HFM-187. Neuilly-Sur-Seine Cedex: NATO Science & Technology Organization 2013.

13. Stacey MJ, Brett S, Woods D, Jackson S, Ross D: Case ascertainment of heat illness in the British Army. Evidence of under-reporting from analysis of Medical and Command notifications, 2009–2013. J R Army Med Corps 2016; 162(6): 428–433.

Das vollständige Literaturverzeichnis und eine englischsprachige Fassung des Beitrags finden Sie im E-Paper dieser Ausgabe (wmm-online.de).

Für die Verfasser

Dr. Karl Jochen Glitz
 Institut für Präventivmedizin der Bundeswehr
 Fachbereich A4 – Umweltergonomie und Bekleidung
 Andernacher Str. 100, 56070 Koblenz
 E-Mail: karljochenglitz@bundeswehr.org