



## Handbuch – Gefährdungsfaktoren 6 Thermische Gefährdungen

## 6 Thermische Gefährdungen



Unfälle mit kalten oder heißen Medien haben in der Regel akute und für die Betroffenen nachhaltige Wirkungen zur Folge. Außer der hohen unmittelbaren Schmerzwirkung sind Verletzungen mit schwer heilenden Wunden, Infektionsgefahr und Narbenbildung die Folge. Auch können durch die Schreckreaktion beim Berühren Sekundärschäden wie Sturz- und Stoßunfälle verursacht werden.

An Maschinen, Geräten, Werkzeugen und Anlagen ist mit dem technologisch bedingten Auftreten von

- sehr kalten oder heißen Oberflächen (zum Beispiel an Glühöfen, Herdplatten, Kesselanlagen, Trockeneis),
- Medien (zum Beispiel Metallschmelzen, siedendes Wasser oder Fett, Kältemittel) sowie
- Emissionen (zum Beispiel Heißdampf)

zu rechnen. In allen Fällen kann ein direkter Hautkontakt oder das Einatmen dieser Medien zu akuten Schädigungen durch lokale Erfrierung beziehungsweise Verbrennen/Verbrühen der Haut führen.

## 6.1 Heiße Medien/Oberflächen

Unfälle mit heißen Medien haben in der Regel akute und für die Betroffenen nachhaltige Wirkungen zur Folge. Bei der Gestaltung der Arbeit sind Maßnahmen zu treffen, die das Auftreten und – falls dies nicht möglich ist – die einen direkten Kontakt mit heißen Oberflächen bzw. Emissionen vermeiden.

### 6.1.1 Art der Gefährdungen und deren Wirkungen

Der Kontakt mit heißen festen, flüssigen oder gasförmigen Stoffen kann zu schweren Verbrennungen oder Verbrühungen führen

- bei unbeabsichtigtem Berühren heißer Oberflächen (Rohrleitungen, Brennöfen, Behälter und so weiter),
- bei beabsichtigtem Berühren heißer Oberflächen (Handräder, Ventile, Griffe und so weiter),
- bei direktem Kontakt mit heißen Stoffen (Flüssigkeiten, Heißdampf, Heißluft und so weiter),
- durch offene Flammen und
- durch Spritzer heißer Medien.

Heiße Oberflächen treten zum Beispiel an Rohrleitungen, Brennöfen, Behältern und Armaturen auf. Heiße Medien können zum Beispiel Flüssigkeit, Heißdampf, Heißluft oder offenes Feuer sein.

Auf Wärmestrahlung durch heiße Medien in der Umgebung des Menschen wird im Abschnitt "Klima" eingegangen.

### 6.1.2 Grenzwerte, Beurteilungskriterien

#### Beurteilungsgrößen

Einfluss auf mögliche Gesundheitsgefährdungen beim Hautkontakt mit heißen Medien haben:

- Oberflächentemperatur
- Dauer des Kontakts
- Art der Oberfläche (Material, Struktur, Beschichtung)
- gefährdetes Körperteil (zum Beispiel Gesicht, Hände und so weiter)
- Größe der gefährdeten Körperoberfläche
- Eignung der verwendeten persönlichen Schutzausrüstungen (PSA)

Als Orientierungshilfe für die Einstufung der Gesundheitsfolgen kann die Abbildung 6.1-1 dienen, die den Grad der Verbrennung in Abhängigkeit von der Oberflächentemperatur der Haut und der Einwirkzeit darstellt.

#### Kontakttemperatur

Beim Kontakt nimmt die Haut sofort eine zwischen ihrer ( $T_{\text{Haut}}$  circa 30-35 °C) und der heißen Oberflächen ( $T_{\text{O}}$ ) liegende Kontakttemperatur ( $T_{\text{k}}$ ) an, die solange kein Temperatúrausgleich erfolgt, nahezu konstant bleibt. Dabei liegt die Kontakttemperatur immer näher zur Temperatur des Materials mit der größeren Wärmeträgheit (siehe Tabelle 6.2-1).

Die Kontakttemperatur lässt sich näherungsweise mit folgender Formel berechnen (Temperaturen in [K],  $F_{\text{Haut}} \approx 2,28 \cdot 10^6 \text{ J}^2 / \text{s m}^4 \text{K}^2$ ):

$$TK \approx T_{\text{O}} - (T_{\text{O}} - T_{\text{Haut}}) / (1 + F_{\text{O}} / F_{\text{Haut}})$$

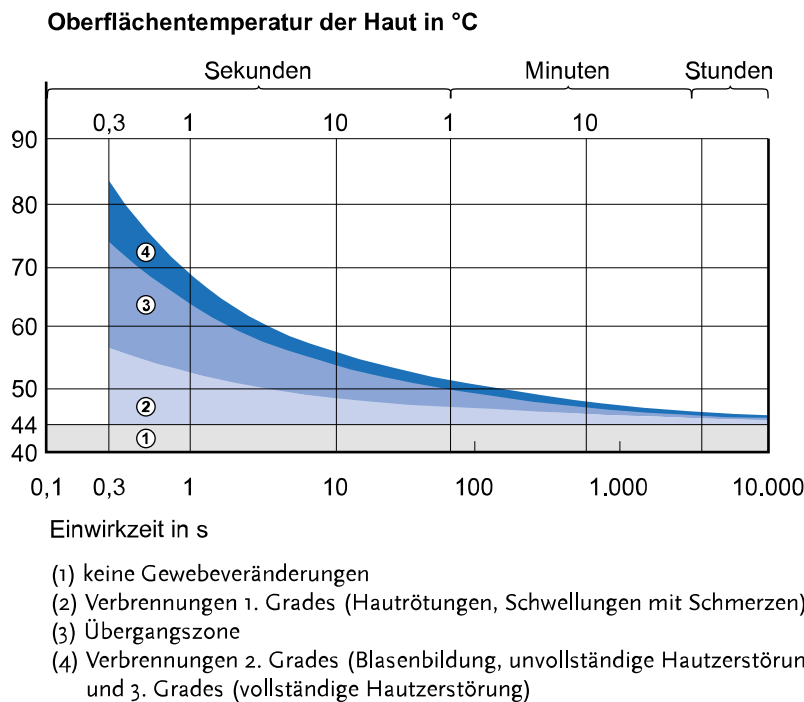


Abbildung 6.1-1. Grad der Verbrennung in Abhängigkeit von Hauttemperatur und Einwirkzeit (SKIBA 1979)

### Verbrennungsschwelle

Die Verbrennungsschwelle ist die Oberflächentemperatur, die die Grenze darstellt zwischen keiner Verbrennung und einer Verbrennung ersten Grades, verursacht durch den Kontakt der Haut mit dieser Oberfläche bei einer bestimmten Kontaktdauer. Tabelle 6.1-1 zeigt die Verbrennungsschwellen ( $t_o$  in [°C]) beim beabsichtigten Berühren heißer Oberflächen für verschiedene Materialien in Abhängigkeit der Kontaktdauer. Die Messeinrichtung und Vorgehensweise beim Messen der Oberflächentemperatur  $T_o$  des Materials soll nach DIN EN ISO 13732-1 erfolgen (zum Beispiel elektrisches Thermometer mit Kontaktfühler aus Metall, berührungslose Oberflächentemperaturmessung mit Infrarot-Messgeräten; maximale Messabweichung bei  $T_o \geq 50$  °C nicht größer als  $\pm 2$  K).

**Tabelle 6.1-1** Verbrennungsschwellen  $t_o$  bei Berührung heißer Oberflächen verschiedener Materialien (DIN EN ISO 13732-1)

Material	$t_o$ (°C) bei 1 Minute Kontaktdauer	$t_o$ (°C) bei 10 Minuten Kontaktdauer	$t_o$ (°C) bei 8 Stunden Kontaktdauer
unbeschichtete Metalle	51	48	43
beschichtete Metalle	51	48	43
keramische, glas- und steinartige Materialien	56	48	43
Kunststoffe	60	48	43
Holz	60	48	43

**Anmerkung:** Der Wert von 51 °C für eine Kontaktdauer von 1 Minute gilt auch für andere Materialien mit hoher Wärmeleitfähigkeit, die nicht in der Tabelle angeführt sind.

Der Wert von 43 °C für alle Materialien bei Kontaktzeiten von 8 Stunden und länger gilt nur dann, wenn ein

geringer Teil des Körpers (unter 10 % der gesamten Hautoberfläche des Körpers) oder ein geringer Teil des Kopfes (unter 10 % der Hautoberfläche des Kopfes) die heiße Oberfläche berührt. Wenn die Berührungsfläche nicht lokal begrenzt ist oder die heiße Oberfläche von lebenswichtigen Teilen des Gesichts (zum Beispiel den Luftwegen) berührt wird, können ernsthafte Schädigungen auch dann eintreten, wenn die Oberflächentemperatur 43 °C nicht überschreitet.

### 6.1.3 Arbeitsschutzmaßnahmen

Sind heiße Medien im Arbeitsbereich nicht gänzlich zu vermeiden, lassen sich Verbrennungsgefährdungen durch folgende Schutzmaßnahmen vermindern:

#### Technische Maßnahmen: Verbrennungsgefährdungen vermeiden

- Oberflächentemperatur senken
- geschlossene Systeme für heiße Medien verwenden
- Isolierung, zum Beispiel auf Rohrleitungen, aufbringen
- trennende Schutzeinrichtungen, zum Beispiel Abschirmung, Absperrung, anbringen
- Kontaktfläche verringern durch Strukturierung der Oberfläche, zum Beispiel durch Aufrauen, Rippen oder Noppen
- geeignete Werkstoffe nach Tabelle 6.1-1 für Stellteile, zum Beispiel Handräder, Ventile und Griffe, auswählen

#### Organisatorische Maßnahmen: Warnen, Unterweisen

- durch Warnzeichen, optische und akustische Warnsignale auf die Gefährdung hinweisen
- Unterweisung, Schulung durchführen
- Verhaltensregeln in der Betriebsanweisung festlegen

#### Personen- und verhaltensbezogene Schutzmaßnahmen: Körperschutz

- persönliche Schutzausrüstungen verwenden

## 6.1.4 Vorschriften, Regelwerk, Literatur

### Regeln der Technik

- DIN EN ISO 13732-1: Ergonomie der thermischen Umgebung - Bewertungsverfahren für menschliche Reaktionen bei Kontakt mit Oberflächen - Teil 1: Heiße Oberflächen

### Literatur

- [1] Skiba, R.:  
**Taschenbuch Arbeitssicherheit**  
Bielefeld: Erich-Schmidt2005
- [2] Uhlig, D.:  
**Technische Arbeitsmittel – sicher gestaltet und benutzt**  
Filderstadt: Verlagsgesellschaft W.E. Weinmann 2004

## 6.1.5 Textbausteine für Prüflisten und Formblätter

### Prüffragen

- Ist sichergestellt, dass Personen durch unbeabsichtigtes Berühren heißer Oberflächen nicht gefährdet werden?
- Sind beim beabsichtigten Berühren heißer Oberflächen (zum Beispiel Handräder, Ventile, Griffe) Verbrennungen unmöglich?

- Ist Hautkontakt mit heißen Flüssigkeiten oder Heißdampf in jedem Fall ausgeschlossen?

### Festgestellte Gefährdungen/Mängel

- unbeabsichtigtes Berühren heißer Oberflächen  
(zum Beispiel Rohrleitungen, Behälter, Maschinenteile, Brennöfen)
- beabsichtigtes Berühren heißer Oberflächen  
(zum Beispiel Handräder, Ventile, Griffe)
- Hautkontakt mit heißen Flüssigkeiten
- Hautkontakt mit Heißdampf
- Hautkontakt mit Heißluft
- Verbrennungsgefahr durch offene Flammen
- Verbrennungsgefahr durch Spritzer heißer Medien

### Maßnahmen

- geschlossene Systeme für heiße Medien verwenden
- Isolierung aufbringen
- trennende Schutzeinrichtung anbringen (Abschirmung, Absperrung)
- Kontaktfläche verringern durch (zum Beispiel Aufrauen, Rippen, Noppen)
- geeignete Werkstoffe für Stellteile auswählen (zum Beispiel Handräder, Ventile, Griffe)
- Gefahrstelle kennzeichnen (optische oder akustische Warnsignale)
- Verhaltensmaßnahmen in Betriebsanweisung aufnehmen / trainieren / Einhaltung kontrollieren
- PSA verwenden

## 6.1.6 Autoren und Ansprechpartner

### Autoren:

- Dr.-Ing. K. Bux
- Dr. med. D. Krastel
- Dipl.-Ing. I. Lepenies
- Dr. rer. nat. H. Müller-Arnecke

### Ansprechpartner

- Dr.-Ing. K. Bux  
BAuA, Gruppe 2.4, Dresden

## 6.2 Kalte Medien/Oberflächen

Unfälle mit kalten Medien haben in der Regel akute und für die Betroffenen nachhaltige Wirkungen zur Folge. Bei der Gestaltung der Arbeit sind Maßnahmen zu treffen, die das Auftreten und – falls dies nicht möglich ist – die einen direkten Kontakt mit kalten Oberflächen bzw. Emissionen vermeiden.

### 6.2.1 Art der Gefährdungen und deren Wirkungen

Das Berühren kalter Oberflächen kann Schmerzempfinden, Taubheit oder lokale Erfrierungen an exponierten Hautstellen zur Folge haben.

Kalte Oberflächen beziehungsweise Medien treten zum Beispiel bei der Produktion und dem Transport von Tiefkühlkost, bei der Kaffeegefrierd Trocknung und beim Umgang mit verdampfenden Kältemitteln oder verflüssigten Gasen auf.

Der Einfluss kalter Umgebung auf den Menschen wird im Abschnitt "Klima" beschrieben.

### 6.2.2 Grenzwerte, Beurteilungskriterien

#### Beurteilungsgrößen

Grenzwerte existieren nicht, jedoch kann mit Orientierungswerten die Gefährdung durch kalte Medien abgeschätzt werden. Einfluss auf die Gesundheitsgefährdungen beim Hautkontakt mit kalten Medien haben:

- die Oberflächentemperatur
- die Dauer des Kontakts
- die Art der Oberfläche (Material, Struktur, Beschichtung)
- die Wärmeträgheit des Materials
- die gefährdetes Körperteil (zum Beispiel Hände)
- die Größe der gefährdeten Körperoberfläche
- die Eignung der verwendeten persönlichen Schutzausrüstungen

Anhaltswerte für die Beurteilung der Wirkungen beim Berühren verschiedener Materialien liefert die Tabelle 6.2-1. Je höher die Zahlenwerte der sog. Wärmeträgheit (Materialeigenschaft: Produkt aus Dichte, Wärmeleitfähigkeit und spezifischer Wärmekapazität) sind, desto mehr nimmt die Gefahr (bei entsprechender Oberflächentemperatur) einer Erfrierung (bzw. Verbrennung bei heißen Oberflächen) zu.

**Tabelle 6.2-1** Schwellwerte der Oberflächentemperatur  $T_o$  für verschiedene Wirkungen bei 10 Sekunden Kontaktdauer mit dem Finger an bestimmten Materialien (Auswahl aus DIN EN ISO 13732-3)

Material	Erfrierung bei $T_o$ (°C)	Taubheit bei $T_o$ (°C)	Schmerz bei $T_o$ (°C)	Wärmeträgheit $F_3$ [ $10^6 \text{ J}^2 / \text{s m}^4 \text{K}^2$ ]
Aluminium	-7,0	+3	+15	449,00
Stahl	-12,5	-1	+15	52,90
Stein	-18,5	-15	+3,5	4,35
Nylon	-	-40	-6	0,61
Holz	-	-	-10	0,27

## 6.2.3 Arbeitsschutzmaßnahmen

### Kontaktkälte

Kältebelastung reduzieren, zum Beispiel durch

- Nutzen von Hilfsmitteln für den Umschlag und Transport kalter Produkte,
- Begrenzung von Kontaktdauer bzw. Oberflächentemperatur sowie Auswahl geeigneter Werkstoffe nach DIN EN ISO 13732-3,
- wärmeisolierende Fußbodenbeläge, wärmeisolierende Arbeits- und Fahrersitze,
- beheizbare Sitzflächen, Standflächen und Werkzeuggriffe,
- geeignete Persönliche Schutzausrüstung verwenden (Empfehlungen siehe DIN EN 511, DIN EN 342).

### Aufwärmräume

- Aufwärm- und Umkleieräume einrichten
- Raumtemperatur mindestens 21 °C
- Gestaltung entsprechend Arbeitsstättenverordnung (§ 6, Anhang 3.5, 4.1 und 4.2 ArbStättV)

### Aufwärmzeiten

- bei zusätzlichem kaltem Raumklima empfohlene maximale Kälteexpositionszeiten und minimale Aufwärmzeiten beachten, siehe [Tabelle 8.1-6](#) in Abschnitt Klima/Kälte

## 6.2.4 Vorschriften, Regelwerk

### Sonstige Regeln der Technik

- DIN EN 342: Schutzkleidung - Kleidungssysteme und Kleidungsstücke zum Schutz gegen Kälte; Deutsche Fassung EN 342
- DIN EN 511: Schutzhandschuhe gegen Kälte; Deutsche Fassung EN 511
- DIN EN ISO 13732-3: Ergonomie der thermischen Umgebung – Bewertungsmethoden für Reaktionen des Menschen bei Kontakt mit Oberflächen – Teil 3: Kalte Oberflächen

## 6.2.5 Textbausteine für Prüflisten und Formblätter

### Prüffragen

- Ist das Berühren kalter Oberflächen oder der Kontakt mit kalten Flüssigkeiten, verdampfenden Kältemitteln oder verflüssigten Gasen weitgehend ausgeschlossen?

### Gefährdungen/Mängel

- Berühren kalter Oberflächen
- Kontakt mit kalten Flüssigkeiten
- Kontakt mit verdampfenden Kältemitteln
- Kontakt mit verflüssigten Gasen

### Maßnahmen

- Hilfsmittel für den Umschlag und Transport kalter Produkte nutzen
- Begrenzung Kontaktdauer und Oberflächentemperatur, geeignete Werkstoffe auswählen
- Aufwärmräume einrichten
- PSA verwenden
- Verhaltensmaßnahmen in Betriebsanweisung aufnehmen / trainieren / Einhaltung kontrollieren
- maximale Kälteexpositionszeiten und minimale Aufwärmzeiten nach DIN 33403-5 einhalten



## 6.2.6 Autoren und Ansprechpartner

### Autoren:

- Dr.-Ing. K. Bux
- Dr. med. D. Krastel
- Dipl.-Ing. I. Lepenies
- Dr. rer. nat. H. Müller-Arnecke

### Ansprechpartner

- Dr.-Ing. K. Bux  
BAuA, Gruppe 2.4, Dresden

## Impressum

### Bitte zitieren als:

Herausgeber: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Hrsg., 2019.

Gefährdungsfaktoren: Ein Ratgeber; Dortmund

[Bitte Zugriffsdatum einfügen.]

Verfügbar unter: [www.baua.de/gefaehrungsfaktoren](http://www.baua.de/gefaehrungsfaktoren)

### Herausgeber:

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA)

Friedrich-Henkel-Weg 1–25,

44149 Dortmund

Postanschrift: Postfach 17 02 02, 44061 Dortmund

Telefon: 0231 9071-2071

Telefax: 0231 9071-2070

E-Mail: [info-zentrum@baua.bund.de](mailto:info-zentrum@baua.bund.de)

Internet: [www.baua.de](http://www.baua.de)

**Redaktion:** Dieter Mantei, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin

**Gestaltung:** eckedesign, Berlin

**Fotos:** Uwe Völkner, Fotoagentur FOX, Lindlar/Köln

Diese Handlungshilfe benutzt eine geschlechtergerechte Sprache. Dort, wo das nicht möglich ist oder die Lesbarkeit stark eingeschränkt würde, gelten die gewählten personenbezogenen Bezeichnungen für beide Geschlechter.

Alle Urheberrechte bleiben vorbehalten. Die auf der Website der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin hinterlegten Datenbankinhalte, Texte, Grafiken, Bildmaterialien, Ton-, Video- und Animationsdateien sowie die zum Download bereitgestellten Publikationen sind urheberrechtlich geschützt. Wir behalten uns ausdrücklich alle Veröffentlichungs-, Vervielfältigungs-, Bearbeitungs- und Verwertungsrechte an den Inhalten vor.

Die Inhalte dieser Handlungshilfe wurden mit größter Sorgfalt erstellt und entsprechen dem aktuellen Stand der Wissenschaft. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der Inhalte übernimmt die BAuA jedoch keine Gewähr.

Nachdruck und sonstige Wiedergabe sowie Veröffentlichung, auch auszugsweise, nur mit vorheriger Zustimmung der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.