

# 32. GLT- Anwendertagung 12. - 14. September 2018 - Minden

## Klima in Arbeitsräumen – Anforderungen des Arbeitsschutz

Dr.-Ing. Kersten Bux

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) Dresden

Gruppe 2.4 Arbeitsstätten, Maschinen- und Betriebssicherheit

# Klimabereiche

## Kälte

$t_a$  -30 bis +15 ° C  
tiefkalt bis kühl

- Körper gibt Wärme ab
- **Gefahr der Unterkühlung**
- isolierende Kleidung
- Erfrierungen und Tod

## Behaglichkeitsbereich (thermischer Komfort)

$t_a$  +19 bis +26 ° C  
leichte Arbeit

Beispielhafte Angabe von Bereichen der Lufttemperatur

- geringster Aufwand Thermoregulation
- **Zufriedenheit mit Klima: nicht zu warm oder zu kalt, behaglich**

## Erträglichkeitsbereich (Zumutbarkeit)

bis  $t_a$ +35 ° C  
leichte Arbeit

- **Noch thermo-regulatorisches Gleichgewicht bei 8 h Arbeit**
- erhöhte Schweißabgabe
- Beanspruchung Herz-Kreislauf

## Ausführbarkeitsbereich (Hitze)

$t_a$  >40 ° C  
Randbedingungen!

- Klimagefährdung
- **nur begrenzte Ausführbarkeit**
- Entwärmungspausen
- Hitzeerkrankung bei kurzer Exposition möglich
- Hitzschlag und Tod

# Bei Bewertung des Klimas zu beachtende Faktoren (Thermoregulation, thermisches Empfinden)

- Klimafaktoren
  - Lufttemperatur
  - Luftfeuchte
  - Luftgeschwindigkeit
  - Wärmestrahlung
- Persönliche Faktoren
  - Konstitution
  - Alter, Geschlecht
  - Akklimatisation
  - ...

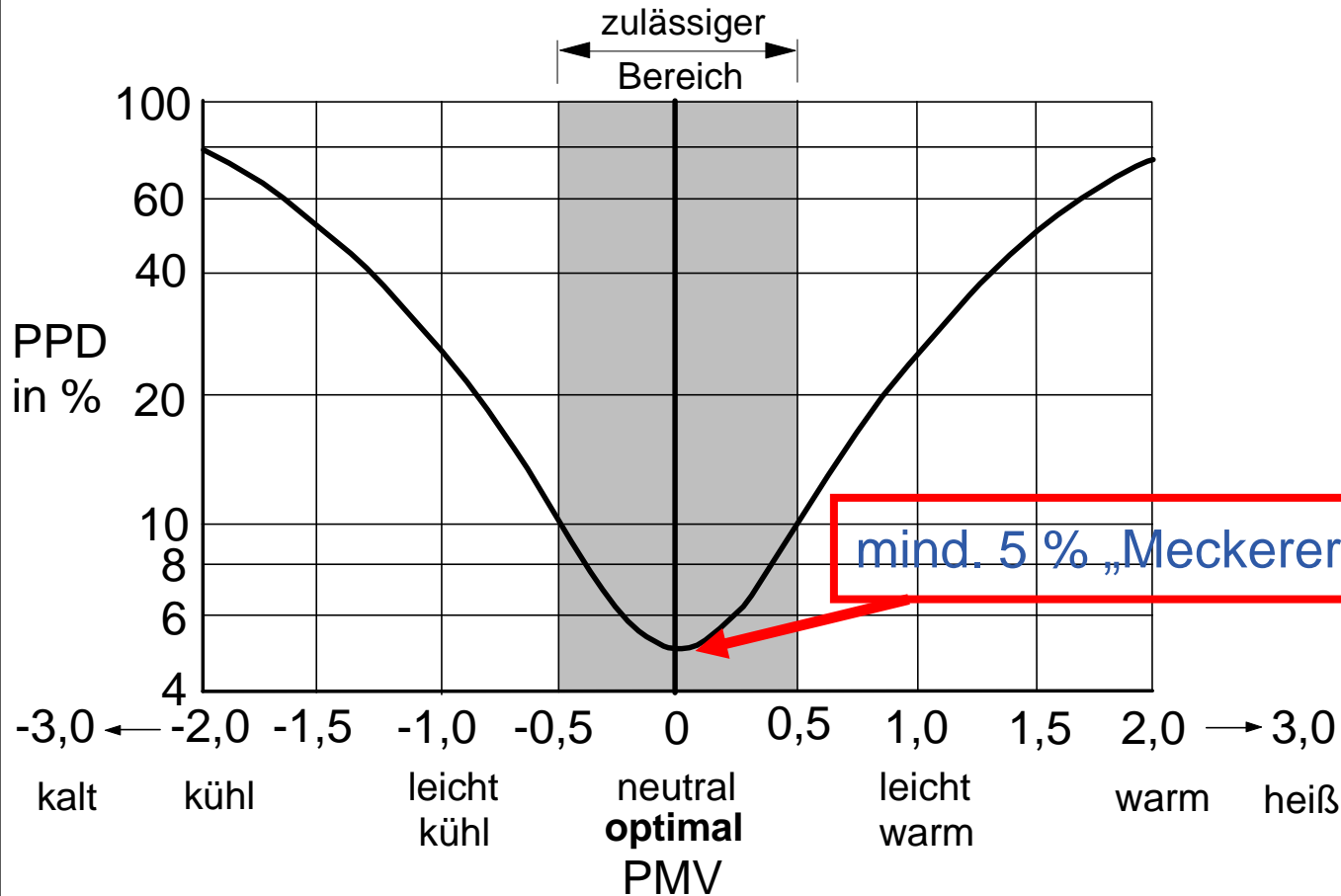
➤ Wärmeproduktion Körper  
Ruhe- oder Grundumsatz  
ca. 70 - 80 W

➤ Wärmeabgabe  
Bekleidung  
(Wärmeisolation)

➤ Expositionszeit  
Schichtlänge, Pausen,  
kurze Reparatüreinsätze,  
ganztägige Sommerhitze

# Behaglichkeits-Maßstab (FANGER)

Fanger, P. O. (1970). *Thermal comfort: Analysis and applications in environmental engineering*. Copenhagen: Danish Technical Press.



**PMV =**  
**predicted mean vote**  
Vorhergesagte mittlere  
Klimabeurteilung

**PPD =**  
**Predicted Percentage**  
**of Dissatisfied**

Vorhergesagter  
Prozentsatz der  
mit dem Raumklima  
unzufriedenen  
Personen

DIN EN ISO 7730: Einfluss von  $M$ ,  $I_{cl}$ ,  $t_a$ ,  $t_r$ ,  $v_{ar}$ , RH

# Arbeitsstättenverordnung - ArbStättV - Anhang

## 1.5 Fußböden, Wände, Decken, Dächer

- (1) ... Arbeitsräume müssen unter Berücksichtigung der Art des Betriebes und der physischen Belastungen eine **angemessene Dämmung gegen Wärme und Kälte** sowie eine **ausreichende Isolierung gegen Feuchtigkeit** aufweisen.

## 3.5 Raumtemperatur

- (1) Arbeitsräume, in denen aus betriebstechnischer Sicht keine spezifischen Anforderungen an die Raumtemperatur gestellt werden, ... müssen eine **gesundheitlich zuträgliche Raumtemperatur** haben.

## 3.6 Lüftung

- (1) In Arbeitsräumen, ... muss **ausreichend gesundheitlich zuträgliche Atemluft** vorhanden sein.
- (2) Werden raumluftechnische Anlagen verwendet, ist sicherzustellen, dass die Beschäftigten **keinem störenden Luftzug** ausgesetzt sind.

# Arbeitsstättenregel ASR A3.5 Raumtemperatur

## 4.2 Lufttemperaturen in Räumen

(1) In Arbeitsräumen muss die **Lufttemperatur** in Abhängigkeit von der Arbeitsschwere und Körperhaltung **mindestens den Werten in Tabelle 1** entsprechen, wobei diese Lufttemperatur während der gesamten Nutzungsdauer zu gewährleisten ist.

Tabelle 1: Mindestwerte der Lufttemperatur in Arbeitsräumen

Überwiegende Körperhaltung	Arbeitsschwere		
	leicht	mittel	schwer
Sitzen	+20 °C	+19 °C	-
Stehen, Gehen	+19 °C	+17 °C	+12 °C

(3) Die Lufttemperatur in Arbeitsräumen und den in Absatz 4 genannten Räumen soll **+26 ° C nicht überschreiten**. Bei **Außenlufttemperaturen über +26 ° C** gilt Punkt 4.4.

## „Stufenmodell“ ASR A3.5 im Punkt 4.4

Lufttemperatur	Bedingung
>26 °C	<ul style="list-style-type: none"><li>- Gilt nur für Arbeitsräume</li><li>- sommerlicher Wärmeschutz am Gebäude</li><li>- Außenlufttemperatur &gt;26 °C</li><li>- Verwendung geeigneter Sonnenschutz</li><li>- <b>Maßnahmen sollen ergriffen werden</b></li><li>- Ausnahmen: z.B. PSA, schwere Arbeit, gesundheitlich Vorbelastete und besonders schutzbedürftige Beschäftigte</li><li>- nicht bei hoher Luftfeuchte, Luftgeschwindigkeit und Wärmestrahlung (Klimasummenmaß)</li></ul>
>30 °C	<ul style="list-style-type: none"><li>- Wirksame <b>Maßnahmen nach Tabelle 4 müssen</b> ergriffen werden</li></ul>
>35 °C	<ul style="list-style-type: none"><li>- Raum ist während Überschreitungszeit ohne Maßnahmen wie bei Hitzearbeit als <b>Arbeitsraum ungeeignet</b></li></ul>

## ASR A3.6 Lüftung - Luftfeuchte

### 4.3 Feuchtelast

(2) Üblicherweise braucht die Raumluft nicht befeuchtet zu werden. Für den Fall, dass Beschwerden auftreten, ist im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung zu prüfen, ob und ggf. welche Maßnahmen zu ergreifen sind.

(4) Witterungsbedingte Feuchteschwankungen bleiben unberücksichtigt.

(5) Hohe Luftfeuchten an Raumbegrenzungsflächen können zur Befeuchtung von Bauteilen und zur Schimmelbildung führen. Sie sind zu vermeiden. Die Raumbegrenzungsflächen sind so auszuführen, dass Schimmelbildung vermieden wird.



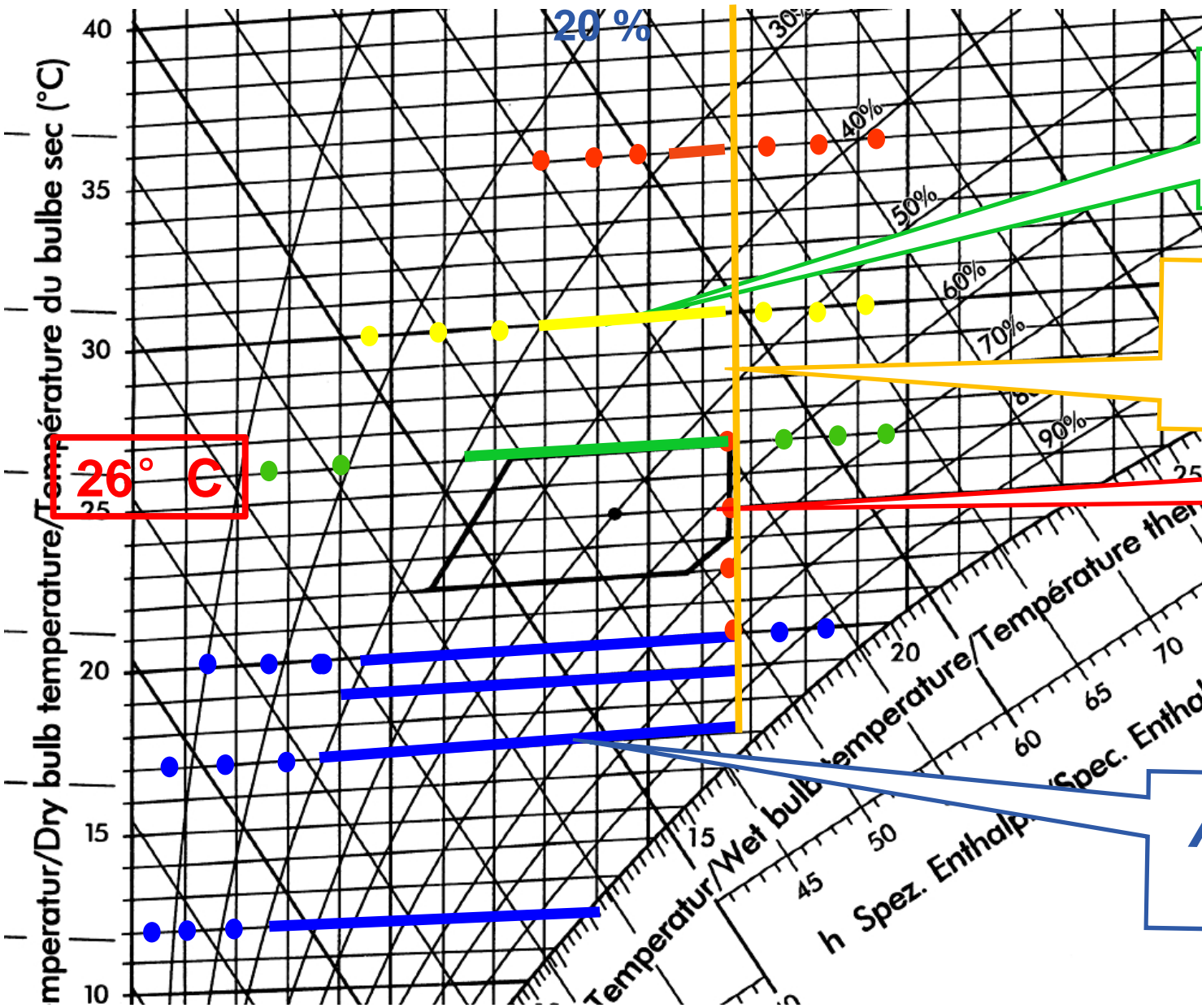
# ASR A3.6 Lüftung - Luftfeuchte

## 4.3 Feuchtelast

(3) Fallen **betriebstechnisch oder arbeitsbedingt Feuchtelasten im Arbeitsraum** an, dürfen **aus physiologischen Gründen** die Werte nach **Tabelle 2 nicht überschritten** werden. Dies gilt nicht, soweit die Natur des Betriebes höhere Luftfeuchten erfordert (z. B. Lebensmittelherstellung, Gewächshaus oder Schwimmbad).

Tabelle 2: Maximale relative Luftfeuchtigkeit

Lufttemperatur	relative Luftfeuchtigkeit
+20 °C	80 %
+22 °C	70 %
+24 °C	62 %
+26 °C	55 %



**ASR A3.5**  
Sommerhitze

Schwülegrenze  
11,5 g/kg  
(DIN EN 15251)

**ASR A3.6**

**ASR A3.5**  
Normalfall

**26° C**

20 %

30 %

40 %

50 %

60 %

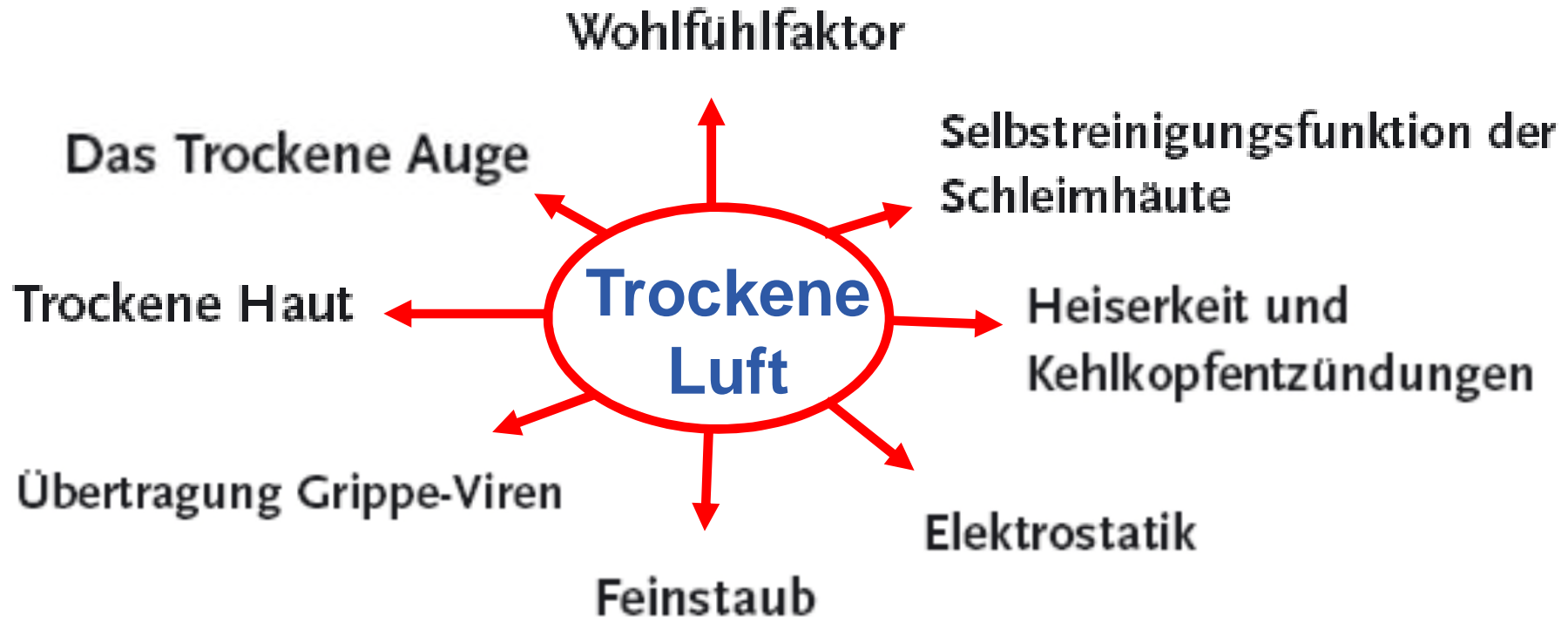
70 %

80 %

90 %

Temperatur/Dry bulb temperature /  
Temperatur/Wet bulb temperature /  
h Spez. Enthalpie /  
Spec. Enthalpy

# Mit „Trockener Luft“ in Verbindung gebrachte Wirkungen – vieles noch ungeklärt!



Mensch hat kein Sinnesorgan für Luftfeuchte!

# Trockene Luft - Wirkung auf Gesundheit - Studien

- Haut-, Augen- und Schleimhautreizung **Wirkzusammenhänge noch unklar** (von Hahn, N. 2007)
- **Positionspapier Trockene Luft** 2008. Trockene Luft im Büro – ein Problem? Position des Arbeitskreises „Klima“ im „Fachausschuss Einwirkungen und arbeitsbedingte Gesundheitsgefahren (FA WIRK) – DGUV
- ➔ **Üblicherweise ist keine Befeuchtung der Raumluft erforderlich** und Effekte einer Luftbefeuchtung auf die Gesundheit sind eher gering

[https://www.bghm.de/fileadmin/user\\_upload/Arbeitsschuetzer/Fachinformationen/Ergonomie/Trockene Luft im Buero.pdf](https://www.bghm.de/fileadmin/user_upload/Arbeitsschuetzer/Fachinformationen/Ergonomie/Trockene_Luft_im_Buero.pdf)

# Umweltbundesamt AK Lüftung allgemeine Empfehlungen Luftfeuchte

Bundesgesundheitsblatt 2-2018: 61: S. 239

- Lüftungssysteme sollen über Wärme- und Feuchterückgewinnung verfügen, um niedrige RH im Winter zu vermeiden
- **RH Vorzugsbereich 30-60 %** (allgemeiner Behaglichkeitsbereich)
- Winter: kurzzeitige Unterschreitung auf 20-25 % möglich
- **unter 20 % vermehrte Reizungserscheinungen**
- dauerhaft erhöhte Werte RH >60 % erhöhen Schimmelrisiko

# BAuA–Studie F2299

## Möglichkeiten und Chancen einer Aml-basierten Regelung raumlufttechnischer Anlagen und beispielhafte Anwendung auf das Phänomen „Trockene Luft“

<https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Berichte/F2299.htm>

- **Technische Universität Dresden**, Institut für Energietechnik, Professur für Gebäudeenergietechnik und Wärmeversorgung, Prof. Dr.-Ing. Clemens Felsmann und Institut für Angewandte Informatik, Professur für technische Informationssysteme, Prof. Dr.-Ing. habil. Klaus Kabitzsch
- **ASER Institut** an der Bergischen Universität Wuppertal - Dr. Hansjürgen Gebhardt

**Aml - Ambient Intelligence  
(Umgebungsintelligenz)**



Aml-basierte Regelung von Klimaanlage  
und Anwendung auf das Phänomen der  
„Trockenen Luft“

# Modell "Gebäudesimulations-Funktion"

## Ansatz:

- „vorausschauende“ Klimaregelung
- Auswirkung Klimatisierung auf Mensch (z.B. Hautaustrocknung)

## Methode:

- Gebäudesimulation mit Personenmodell
- Probandenversuche Klimakammer Dortmund (Hautfeuchte, Abdunstung ..)

## Ziel:

- Regelungskonzept Klimaanlage  
Ziel: Abdunstung Haut minimieren
- Handlungshilfe  
„Raumklima Heizperiode“

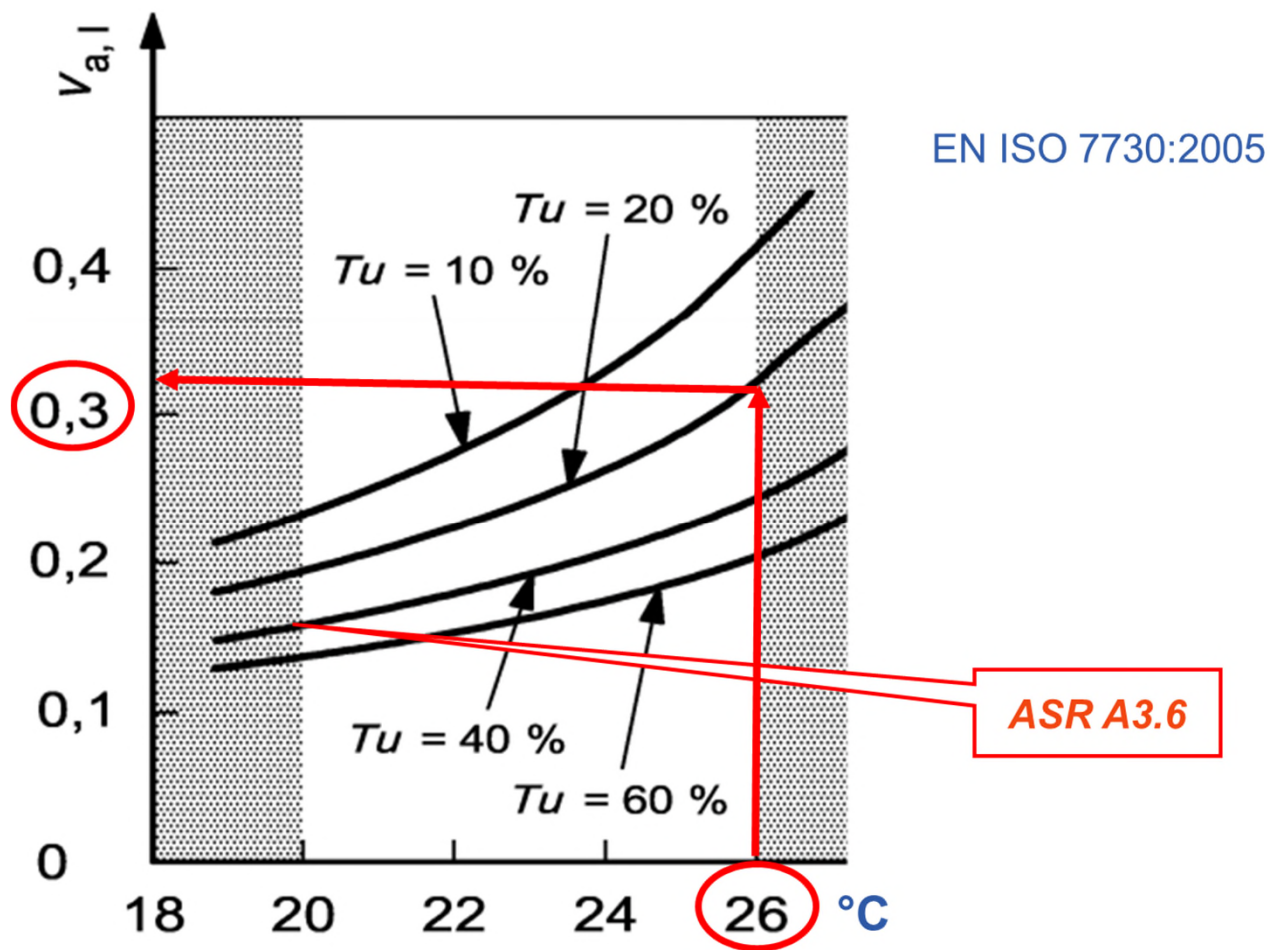
## 6.5 Raumlufthgeschwindigkeit

(1) In den Aufenthaltsbereichen darf **keine unzumutbare Zugluft** auftreten.

(2) ..... Bei einer **Lufttemperatur von +20 °C**, einem **Turbulenzgrad von 40 %** und einer mittleren **Luftgeschwindigkeit unter 0,15 m/s** tritt bei **leichter Arbeitsschwere** üblicherweise **keine unzumutbare Zugluft** auf. Bei größerer körperlicher Aktivität, anderen Lufttemperaturen oder anderen Turbulenzgraden kann der Wert für die mittlere Luftgeschwindigkeit abweichen und ist im Rahmen der **Gefährdungsbeurteilung** zu bewerten.



# Zugluftrisiko DIN EN ISO 7730 Bild A.2



Kategorie B: DR = 20 %

# ASR A3.6 Lüftung - Stofflasten

## 4.2 Stofflasten

(2) Sind die Beschäftigten und sonstigen anwesenden Personen die bestimmende Ursache für Stofflasten im Raum, ist die **CO<sub>2</sub>-Konzentration** ein **anerkanntes Maß für die Bewertung der Luftqualität**.

Erfahrungsgemäß hat eine erhöhte CO<sub>2</sub>-Konzentration einen negativen Einfluss auf die Aufmerksamkeitsleistung.

Beurteilungswerte:

CO <sub>2</sub> -Konzentration [ml/m <sup>3</sup> ] bzw. [ppm]	Maßnahmen
<1000	<ul style="list-style-type: none"><li>Keine weiteren Maßnahmen (sofern durch die Raumnutzung kein Konzentrationsanstieg über 1000 ppm zu erwarten ist)</li></ul>

# ASR A1.5/1,2 Fußböden

## 7 Schutzmaßnahmen gegen besondere physikalische Einwirkungen

(1) Ein ausreichender Schutz gegen Wärmeableitung oder Wärmezuführung liegt in Arbeitsräumen vor, wenn die **Oberflächentemperatur des Fußbodens nicht mehr als 3 °C unter oder 6 °C über der Lufttemperatur liegt**. Sofern die **Oberflächentemperatur des Fußbodens +29 °C bei Fußbodenheizungen** überschreitet oder soweit ein ausreichender Schutz gegen Wärmeableitung, z.B. aus hygienischen oder betriebstechnischen Gründen, nicht möglich ist, sind geeignete Ersatzmaßnahmen vorzusehen.

## Zusammenfassung

- Regularien des **Arbeitsschutzes** fordern in Räumen von Arbeitsstätten ein **gesundheitlich zuträgliches Raumklima**
- Spannweite der hierfür in **Technischen Regeln festgelegten Parameter** ist weiter gefasst als die Behaglichkeitskriterien für das Wohlbefinden
- Spezielle Anforderungen:
  - Maßnahmen bei **sommerlicher Überwärmung** in nichtklimatisierten Arbeitsräumen
  - Vermeidung von **Zugluft** durch raumluftechnische Anlagen
  - Bereiche **hoher relativer Luftfeuchten**
  - Toleranz witterungsbedingter **Feuchteschwankungen** (niedrige Luftfeuchten im Winter / hohe im Sommer)
  - **Raumflächen** ausreichende **Wärmedämmung und Feuchteisolierung**

## Fazit – Klima in Arbeitsstätten

Ein an die Bedürfnisse des Menschen angepasstes Raumklima führt zu einer nachhaltigen positiven Wirkung auf Gesundheit, Leistung, Zufriedenheit sowie Wohlbefinden und fördert damit die psychische Gesundheit.

**Klima als Ressource**

Foto: Bux (BAuA)

# Informationsquellen, Veranstaltungen

<u>Arbeitsstätten</u>	<a href="https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Arbeitsstaetten/_functions/BereichsPublikationssuche_Formular.html?nn=8701942">https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Arbeitsstaetten/_functions/BereichsPublikationssuche_Formular.html?nn=8701942</a>
<u>Technisches Regelwerk</u>	<a href="https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/ASR/ASR.html">https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/ASR/ASR.html</a>
<u>Ausschuss für Arbeitsstätten ASTA</u>	<a href="https://www.baua.de/DE/Aufgaben/Geschäftsfuehrung-von-Ausschuessen/ASTA/ASTA_node.html">https://www.baua.de/DE/Aufgaben/Geschäftsfuehrung-von-Ausschuessen/ASTA/ASTA_node.html</a>
<u>Zusammenwirken Arbeitsstätten- und Bauordnungsrecht</u>	<a href="https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Arbeitsstaetten/Arbeitsstaettenrecht-Bauordnungsrecht.html">https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Arbeitsstaetten/Arbeitsstaettenrecht-Bauordnungsrecht.html</a>

# Informationsquellen, Veranstaltungen

<u><a href="#">Klima am Arbeitsplatz</a></u>	<u><a href="https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Physikalische-Faktoren-und-Arbeitsumgebung/Klima-am-Arbeitsplatz/functions/BereichsPublikationssuche_Formular.html?nn=8702092">https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Physikalische-Faktoren-und-Arbeitsumgebung/Klima-am-Arbeitsplatz/functions/BereichsPublikationssuche_Formular.html?nn=8702092</a></u>
<u><a href="#">Empfehlungen für heiße Sommertage in Arbeitsstätten</a></u>	<u><a href="https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Physikalische-Faktoren-und-Arbeitsumgebung/Klima-am-Arbeitsplatz/Sommertipps.html">https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Physikalische-Faktoren-und-Arbeitsumgebung/Klima-am-Arbeitsplatz/Sommertipps.html</a></u>
<u><a href="#">Gefährdungsbeurteilung Klima</a></u>	<u><a href="https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Gefaehrdungsbeurteilung/Expertenwissen/Arbeitsumgebungsbedingungen/Klima/Klima_node.html">https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Gefaehrdungsbeurteilung/Expertenwissen/Arbeitsumgebungsbedingungen/Klima/Klima_node.html</a></u>
<b>Faltblatt:</b> <u><a href="#">Sommerhitze im Büro - Tipps für Arbeit und Wohlbefinden</a></u>	<u><a href="https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Praxis-kompakt/F14.html">https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Praxis-kompakt/F14.html</a></u>

# Informationsquellen, Veranstaltungen

<u><a href="#">Dresdner Treffpunkt am 17.10. 2018 „Klima, Lärm, Beleuchtung – Wirkung auf die psychische Gesundheit der Beschäftigten in Arbeitsstätten“</a></u>	<u><a href="https://www.baua.de/DE/Angebote/Veranstaltungen/Termine/2018/10.17-Arbeitsstaetten.html">https://www.baua.de/DE/Angebote/Veranstaltungen/Termine/2018/10.17-Arbeitsstaetten.html</a></u>
<u><a href="#">27. Dresdner Arbeitsschutzkolloquium am 6. November 2018 „Arbeitsstätten – neue Regelungen und Praxisumsetzung“</a></u>	<u><a href="https://www.baua.de/DE/Angebote/Veranstaltungen/Termine/2018/11.06-Dresdner-Arbeitsschutzkolloquium.html">https://www.baua.de/DE/Angebote/Veranstaltungen/Termine/2018/11.06-Dresdner-Arbeitsschutzkolloquium.html</a></u>
<u><a href="mailto:info-zentrum@baua.bund.de">Anfragen an das Informationszentrum info-zentrum@baua.bund.de</a></u>	



# Literatur

- Bux, K.; Polte, C. (2016). Psychische Gesundheit in der Arbeitswelt - Klima *Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin*, 54
- von Hahn, N. (2007). „Trockene Luft“ und ihre Auswirkungen auf die Gesundheit – Ergebnisse einer Literaturstudie. *Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft*, 67(3), 103-107
- Arbeitsstättenrecht gegen Bauordnungsrecht - ein lösbarer Konflikt. W. Kohte: sicher ist sicher, Heft 06/18 S. 269
- „Arbeitsstättenrecht und Bauplanung“  
Lindner, Cordula Bastiane, sicher ist sicher, Heft 05/15, S. 247
- „Arbeitsschutz – Relevanz bei der Planung von Arbeitsstätten“  
Praxishinweis Architektenkammer NRW, 47/2014 S. 1  
[http://www.aknw.de/fileadmin/user\\_upload/Praxishinweise/PH47\\_Arbeitsschutz\\_S tand\\_Januar\\_2016.pdf](http://www.aknw.de/fileadmin/user_upload/Praxishinweise/PH47_Arbeitsschutz_S tand_Januar_2016.pdf)