 Universität Karlsruhe (TH)

Klimamessung

Inhalt

- Allgemeines zum Thema Klima
- Klimabeurteilung
- Gesundheitsrisiken und Schutz
- Klimasummenmaße
- Praktischer Teil: 6 Versuche



Allgemeines zum Thema Klima

Warum ist richtiges Klima so wichtig?

Die klimatischen Arbeitsbedingungen sind von zentraler Bedeutung für das Wohlbefinden und die Leistungsfähigkeit des Menschen bei der Arbeit.

Ungünstige Klima-Bedingungen können zahlreiche Konsequenzen haben:

↓ Denkvermögen

↓ Arbeitsfreude

↓ Aufmerksamkeit

↓ Motivation

↓ Reaktionsvermögen

↑ Unfallzahlen

↓ Arbeitsleistung

↑ Erkrankungen



Allgemeines zum Thema Klima

Was bedeutet eigentlich "Klima"?

Der Begriff "Klima" wird in der Ergonomie als Sammelbegriff sowohl **personenbezogener** als auch **physikalischer** Größen verwendet.

Personenbezogene Größen:

- Energieumsatz
- Alter und Geschlecht
- Konstitution und Kondition
- Bekleidung



Allgemeines zum Thema Klima

Isolationswerte verschiedener Bekleidungen

unbekleidet	0,0 clo
Shorts	0,1 clo
Tropenkleidung	0,3-0,4 clo
leichte Arbeitskleidung	0,6 clo
feste Arbeitskleidung	1,0 clo
leichter Straßenanzug	1,0 clo
fester Straßenanzug	1,5 clo
Kleidung für nass-kaltes Wetter	1,5-2,0 clo
Polarkleidung	ab 3,0 clo



Allgemeines zum Thema Klima

Wärmebilanz:

Der Mensch zählt zu den warmblütigen Lebewesen, d.h. im Körperkern muss eine gleichbleibende Temperatur von $37^{\circ}\text{C} \pm 0,8^{\circ}\text{C}$ herrschen. Größere Temperaturschwankungen sind nur in der Körperschale zulässig.

Langfristig muss die Wärmebilanz des Körpers ausgeglichen sein:

Wärmeaufnahme + Wärmebildung im Körper = Wärmeabgabe

Möglichkeiten der Wärmeabgabe bzw. -aufnahme:

1. Konvektion (Luft)
2. Wärmeleitung (Gegenstände)
3. Wärmestrahlung (elektromagnetische Wellen)
4. Verdunstung (Schweiß)



Allgemeines zum Thema Klima

Physikalische Klimagrößen (1)

- LUFTTEMPERATUR

Maß für den Wärmeszustand der Luft

Trockentemperatur t_T

Lufttemperatur, die von einem Thermometer angezeigt wird, dessen Temperaturfühler trocken ist.

Feuchttemperatur t_F

Lufttemperatur, die von einem Thermometer angezeigt wird, dessen Temperaturfühler feucht ist.



Allgemeines zum Thema Klima

Physikalische Klimagrößen (2)

- RELATIVE LUFTFEUCHTIGKEIT

Grad der Sättigung mit Wasserdampf,
der in der Luft bei gegebener Temperatur herrscht.

Ermittlung aus:

- Trockentemperatur t_T
- Feuchttemperatur t_F

- LUFTBEWEGUNG

mit zugehöriger Messgröße **Luftgeschwindigkeit** v_L



Allgemeines zum Thema Klima

Physikalische Klimagrößen (3)

- WÄRMESTRAHLUNG

Besteht zwischen zwei Körpern eine Temperaturdifferenz, so erfolgt durch Strahlung eine Wärmeübertragung. Dabei besteht kein leitendes Medium und keine direkte Berührung zwischen den Körpern.

Ermittlung aus:

- Luftgeschwindigkeit v_L
- Trockentemperatur t_T
- Globetemperatur t_G

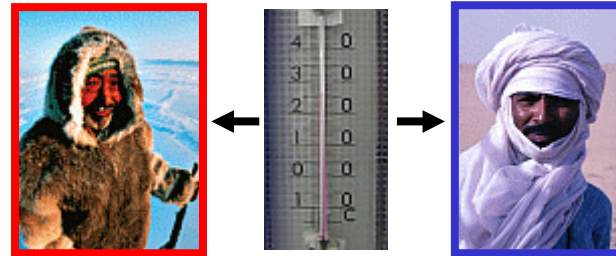
Die **Globetemperatur** ist die Temperatur im Innern einer geschwärzten Hohlkugel aus einem dünnen, gut wärmeleitenden Material.



Klimabeurteilung

Wie kann man klimatische Bedingungen beurteilen?

"Behagliches Klima" ist nicht eindeutig bestimmbar, da jeder Mensch die herrschenden Bedingungen anders empfindet.



Ziel: möglichst viele Menschen zufrieden stellen

Hilfsmittel: **Predicted Mean Vote (PMV)**

Sie gibt an, welcher Prozentsatz von Menschen bei gegebenen Bedingungen das herrschende Klima voraussichtlich als behaglich empfindet.



Klimabeurteilung

Klimabereiche

Man unterscheidet für Arbeitsplätze vier Klimabereiche:

- Kältebereich (*unter 15 °C, negative Wärmebilanz*)
- Behaglichkeitsbereich (*ausgeglichene Wärmebilanz*)
- Erträglichkeitsbereich (*erhöhte Beanspruchung, positive Wärmebilanz*)
- Unerträglichkeitsbereich (*nicht tolerierbar*)

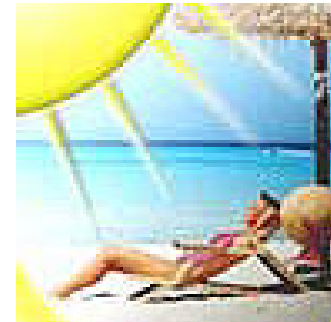
nach DIN 33 403 Teil 1



Gesundheitsrisiken und Schutz

Infolge zu großer Hitzebelastungen:

- lokale Verbrennungen oder Verbrühungen
- Hitzschlag oder Hitzekollaps
- Sonnenstich



Infolge zu großer Kältebelastungen:

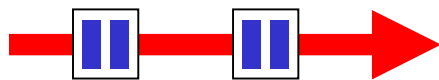
- lokale Erfrierungen
- Erkältungen
- Tod



Gesundheitsrisiken und Schutz

Beispiele für Schutzmaßnahmen

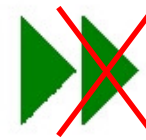
- bei Hitzebelastungen:



ausreichend
Pausen

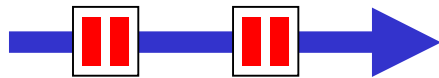


ausreichende
Flüssigkeitszufuhr



Verringerung der
Arbeitsschwere

- bei Kältebelastungen:



ausreichend Pausen in
warm temperierten Räumen



Beheizung des
Arbeitsraumes



Kälteschutzkleidung



Klimasummenmaße

Idee

- Jeder Klimazustand wird eindeutig durch die Angabe der verschiedenen physikalischen Einflussgrößen beschrieben.
- Jede Änderung einer der Größen wirkt sich auf den Menschen aus.
- Um einen Vergleich von unterschiedlichen Klimabedingungen zu ermöglichen, fasst man die Größen in einem sogenannten "Klimasummenmaß" zusammen.
- Dabei entsprechen gleiche Klimasummenwerte der gleichen Wirkung auf den Menschen.



Klimasummenmaße

Wichtige Klimasummenmaße

- Normal-Effektivtemperatur (NET) nach Yaglou
 - für den bekleideten Menschen (0,5-1,0 clo)
 - **NET = f(t_T, t_F, v_L)**
- Basis-Effektivtemperatur (BET)
 - für den unbedeckten Menschen (<0,5 clo)
 - **BET = f(t_T, t_F, v_L)**
- Korrigierte Normal-Effektivtemperatur (CNET)
 - Globetemperatur statt Trockentemperatur!
 - **CNET = f(t_G, t_F, v_L)**



NET



BET



CNET

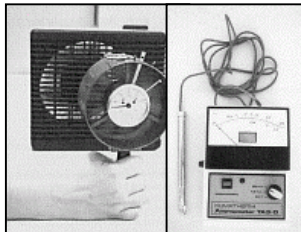


Praktischer Teil: Messung

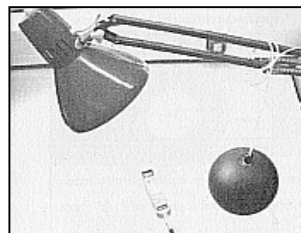
Messung physikalischer Größen



Versuch 1: (S.26-30)
Lufttemperatur- und Luftfeuchtigkeitsmessung
(Hygrophil)



Versuch 2: (S.31-33)
Luftgeschwindigkeitsmessung
(Flügelrad- und thermisches Anemometer)



Versuch 3: (S.33-36)
Strahlungstemperaturmessung
(Globethermometer nach Vernon)

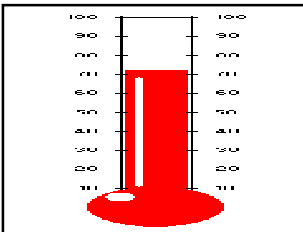


Praktischer Teil: Messung

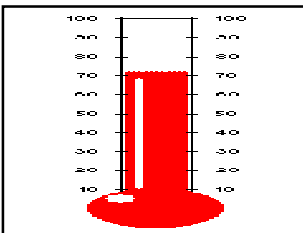
Messung physikalischer Größen



Versuch 4: (S.37-38)
Strahlungstemperaturmessung
(multidirektionales Radiometer)



Versuch 5: (S.38-40)
Normal-Effektivtemperatur nach Yaglou
(Zeichnerische Ermittlung)



Versuch 6: (S.41-43)
Behaglichkeitsbereiche und Toleranzgrenzen
(Zeichnerische Ermittlung)

