



Analysis of heat stress at the workplace

automotive

Contents

I. Definitions

II. Situation

III. Utilization of products

IV. WBGT measurement

V. Thermal images

VI. Overall assessment of workplace

I. Definitions

Hot workplace

When working in hot environments, the combined burden of heat, physical work, and, if applicable, clothing leads to warming of the body and therefore a rise in body temperature. An increase of 1-2° C in body temperature can already result in fever-like temperature of 38-39° C*. As a result, the regulation of body temperature is of the utmost importance. As a result of vigorous and frequent work in hot environments, damage to health can occur. Even brief activity in hot environments can be a health risk.

By producing sweat on the skin, the body tries to cool itself, but this process requires energy too. This energy is then no longer available for work anymore. Scientific studies have shown (sports) 5-10% performance reserves by cooling. The Kiel Institute for the World Economy (IfW) also predicts loss in performance of up to 12% during hot days.

Thermal image

The technique of making images using a thermal imaging camera is called thermography. Being invisible to the human eye, thermal radiation (medium infrared) of an object or body is made visible by the thermography imaging technique. Temperature distributions on surfaces and objects are recorded and displayed by thermography. Thermography is a non-contact measurement method, i.e. far away objects can be displayed too. The sun's radiation as well as artificial light sources do not interfere.

When working in hot environments, the body's core temperature and skin temperature** are important indications of the body's thermoregulation. Both temperatures influence one another. The thermal imaging camera just has to capture the surface temperature of the body, while the stored images can be analyzed afterwards***.

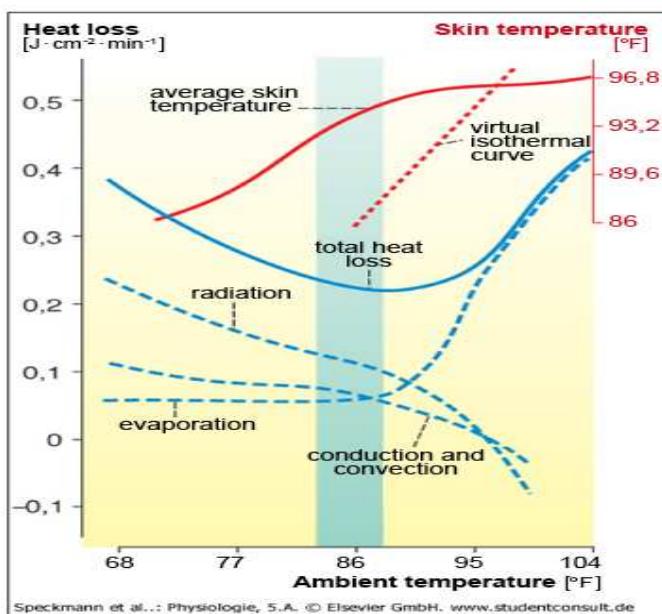


Figure 1: Unimpaired effect of outdoor temperature on energy and skin temperature, of which the latter influences body temperature via thermo receptors. High evaporation rate influences skin temperature positively and increases energy demand.

WBGT value

The WBGT index according to DIN EN 27243 (European Standard; US reference OSHA Technical Manual; Section III, Chapter 4: Heat Stress) is a guiding measure for the evaluation of heat stress and is recommended in BGI (information of the German Institution for Statutory Accident Insurance and Prevention on safety and health at work) 579 for evaluation of heat stress in case of increased thermal radiation (for sources see BGI 579, page 18). The WBGT index combines the basic climate factors air temperature, air humidity, velocity of ambient air stream, and thermal radiation to a unified parameter (climate index).

Reference values for WBGT values apply to various cycles of working and resting periods based on the adaptation of average muscular activity (energy turnover). The assumption is made that the WBGT value at the resting facility is more or less the same as at the workplace.

Energy turnover Level	Reference values for maximal value of WBGT index in °C			
	For acclimatized employees		For non-acclimatized employees	
0	33		32	
1****	30		29	
2	28		26	
	No noticeable air movement	Noticeable air movement	No noticeable air movement	Noticeable air movement
3	25	26	22	23
4	23	25	18	20

When WBGT values are exceeded, continuous exposure must be avoided or suitable measures implemented. It must be examined whether technical or organizational measures are capable of reducing exposure. Based on the labor protection act dangers must be avoided by technical, organizational, or personal precautionary measures.

In most of the extremely hot workplaces the WBGT value is already exceeded by temperature alone.

* *Human average body temperature: 37 °C*

** *Human average skin temperature: 32/33°C (depending on the part of the body)*

****Note: The numbering of the figures (IR XX) does not correspond to the order in which the images were taken, but are based on the order in which they were retrieved/edited from the server*

*****CLASS1: Sitting comfortably, light manual work, light tasks involving arms, hands, legs, driving a vehicle under normal conditions, standing, mechanical work with machine tools of low performance*

I. Situation

Description of workplace:

The climate chamber in the automotive industry is used to test products in extreme conditions.

As also workplaces in this industry are extremely hot especially in summer times this climate chamber was used to test the efficacy of E.COOLINE products not only for people working in these chambers but also to simulate other workplaces. The temperatures for these tests were 80°C as 40°C.

Therefore a hot air flow was used. Therefore the temperature felt by the test persons was even higher.

Work clothing:

Jeans and T-Shirts.

Classification of subject:

Employee 1 (called subject 1 from now on)

Man, ca. 165-167 cm tall, in his mid-forties, light skin, asthenic, hobby: sports

Employee 2 (called subject 2 from now on)

Man, ca. ca. 167-170 cm tall, darker skin, stronger physics, no sports

Determining WBGT value at workplace

Conducted on: 17.03.2010

Place: facility location

Type of work:

Assumed energy turnover class 1 when working in the room

Identification of potential dangers (special situations/locations/machines, etc.):

Increased heat stress in the passage because of thermal radiation of the furnace.

Deviations of measurement during seasonal changes, especially in summer (in case they exist):

No. (climate chamber)

III. Utilization of COOLINE products during test

Vest	<input checked="" type="checkbox"/>
Bandana	<input checked="" type="checkbox"/>
Helmet inlay	<input type="checkbox"/>

Comment:

Vest (clothing) and bandana (head covering) were loaded with tap water according to the instructions for each product.

IV. WBGT measurement

In the area encompassing the facility the WBGT measurements were conducted in the back part of the chamber. This is an investigational measurement, and its only purpose is the characterization of the chosen location within the room.



(example)

The measurements were conducted in reference to DIN EN 27 243 (EU Standard). The 2 measurements were conducted over a period of about 40 minutes.

The different temperatures at the beginning were result of opening and closing the door

1. Measurement

Time: Begin: 10:09 am End: 10:53 am

Measuring time: 44 minutes

Eckdaten Klimakammer: Goal: 80°C and 45% Luftfeuchtigkeit
(Einstellung laut Schaltpult York-Klimakammer)

Tabelle 1

Datum	Uhrzeit	Air Temp. °C	Globe Temp. °C	Wet Temp. °C	WBGT in °C	WBGT out °C	Taupunkt °C	RH%
17.03.2010	11:09:05	63.1	60.5	48.2	51.9	52.1	46.0	43.9
17.03.2010	11:10:05	64.3	62.1	48.4	52.5	52.7	46.1	41.7
17.03.2010	11:11:05	65.1	63.3	48.2	52.8	52.9	45.7	39.5
17.03.2010	11:12:05	65.9	64.3	48.1	52.9	53.1	45.5	37.6
17.03.2010	11:13:05	65.0	64.7	48.3	53.2	53.2	45.9	39.9
17.03.2010	11:14:05	62.7	64.6	48.4	53.3	53.1	46.3	45.4
17.03.2010	11:15:05	61.4	64.3	47.7	52.7	52.4	45.7	46.6
17.03.2010	11:16:05	61.8	63.9	46.3	51.6	51.4	43.8	41.6
17.03.2010	11:17:05	62.9	64.0	45.0	50.7	50.6	41.9	35.8
17.03.2010	11:18:05	65.3	64.7	45.4	51.2	51.2	42.0	32.3
17.03.2010	11:19:05	67.7	65.8	45.9	51.9	52.1	42.3	32.3
17.03.2010	11:20:05	70.3	67.4	46.4	52.7	53.0	42.5	30.8
17.03.2010	11:21:05	71.9	69.0	46.5	53.2	53.5	42.3	30.1
17.03.2010	11:22:05	72.7	70.1	46.2	53.4	53.7	41.7	23.0
17.03.2010	11:23:05	72.7	70.6	46.2	53.5	53.7	41.7	23.0
17.03.2010	11:24:05	72.6	70.8	46.0	53.5	53.6	41.5	23.0
17.03.2010	11:25:05	72.3	70.8	46.0	53.4	53.6	41.5	23.0
17.03.2010	11:26:05	72.0	70.8	46.5	53.8	53.9	42.3	23.0
17.03.2010	11:27:05	72.1	71.0	47.2	54.3	54.4	43.2	23.0
17.03.2010	11:28:05	72.7	71.5	48.2	55.2	55.3	44.5	22.5
17.03.2010	11:29:05	73.4	72.0	49.1	56.0	56.1	45.6	25.7
17.03.2010	11:30:05	73.8	72.5	49.8	56.6	56.7	46.4	28.0
17.03.2010	11:31:05	73.8	72.7	50.3	57.0	57.1	47.1	29.0
17.03.2010	11:32:05	73.6	72.8	50.9	57.5	57.5	47.9	31.4
17.03.2010	11:33:05	73.2	72.9	51.5	57.9	57.9	48.7	32.3
17.03.2010	11:34:05	73.2	73.0	52.0	58.3	58.4	49.4	33.3
17.03.2010	11:35:05	73.8	73.2	52.5	58.7	58.7	49.9	33.3
17.03.2010	11:36:05	74.5	73.5	52.8	59.0	59.1	50.2	32.8
17.03.2010	11:37:05	74.6	73.8	53.0	59.2	59.3	50.4	33.1
17.03.2010	11:38:05	74.4	73.9	53.0	59.2	59.3	50.4	33.4
17.03.2010	11:39:05	74.4	73.8	53.1	59.3	59.4	50.6	33.6
17.03.2010	11:40:05	74.0	73.8	53.3	59.5	59.5	50.9	34.7

Mittelwerte

69,14

48,74

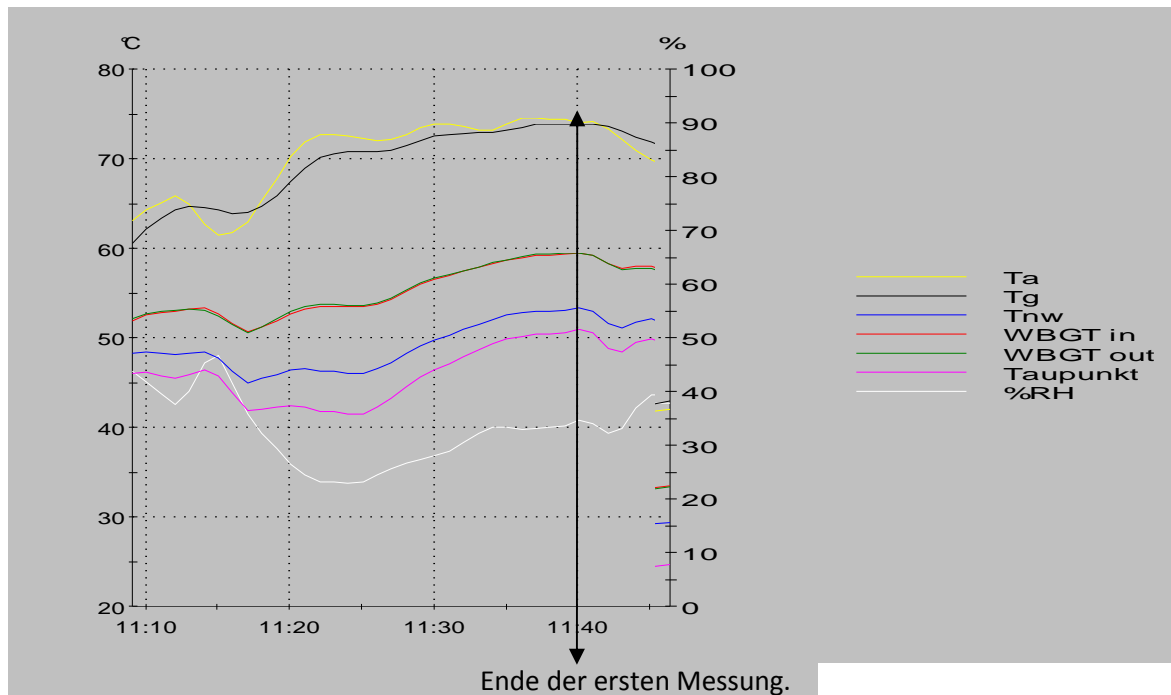
54,9

34,05

Berechnungsformel WBGT:

$$\text{WBGT 1} = 0,7 \times t_{\text{wet}} + 0,3 \times t_{\text{glob}} = 54,86^\circ\text{C}$$

Grafik 1:



ISO Referenzwert

Energieumsatz-Klasse 1 (gemäßigter Energieumsatz).

Verwendeter mittlerer Energieumsatz 100 W/m².

Für Person nicht zu Hitze akklimatisiert.

WBGT Referenzwert 29,0 °C.

WBGT TWAIN überstieg Referenzwert

Einer der Probanden (Proband 2) bat nach ca. 4 Minuten um das Abschalten des Gebläses. Grund: Es wurde ihm im Gesicht sehr heiß. Er hatte das Gefühl, daß die Haut stark brennt. Die Luftfeuchtigkeit in Verbindung mit der Temperatur wird als sehr unangenehm empfunden. Daher wurden die Türen der Kammer ca. 3-4 mal geöffnet und frische Luft strömte in die Kammer nach. Da der Sensor in der Nähe stand, registrierte er dieses in den nachfolgenden Messpunkten und die Werte fielen gegenüber der Klimakammer geringer aus.

(Hinweis: Ohne Kühlwesten wird es den Probanden sehr schnell sehr heiß, sie hatten sofort Schweiß auf der Stirn.)

Auf Grund des mehrfachen Öffnens der Tür schwankten die Werte der Messung, da der Sensor in der Nähe der Tür stand. Aufgrund der Umgebungsverhältnisse in der Räumlichkeit ist der Wert für die Strahlungstemperatur (t_g) mit max. 73,9 °C (Mittelwert: 69,14°C) erwartungsgemäß hoch bei einer rel. Luftfeuchtigkeit von erreichten max. 46,6 % (Mittelwert: 34,05%).

Daraus ergibt sich für die Berechnung des Klimasummenindex innerhalb von Gebäuden $WBGT_{in}$ ein Wert von **54,86°C** im Mittel über die Messzeit. Der aktuelle Wert des $WBGT_{in}$ bei Abbruch der Messung nach 40 Min. liegt bei 59,5° C und entspricht den realen Verhältnissen zu diesem Zeitpunkt.

Der Arbeitsenergieumsatz wurde in Anlehnung an DIN EN 27 243 auf Basis der für den Arbeitsbereich beschriebenen Tätigkeiten als Klasse 1 festgelegt und in die Berechnung des zulässigen $WBGT$ -wertes eingerechnet. Es wurde aufgrund des Wechseleinsatzes keine Akklimatisierung der Mitarbeiter unterstellt, d.h. keine täglich regelmäßig wiederkehrende Tätigkeit in den Räumlichkeiten. Als Kleidung wurde normale Kleidung mit einem Isolationswert von $I_{cl}= 0,6$ clo angenommen.

ISO-Referenzwerte für den $WBGT_{in}$ – Referenzwert Klasse 1 : 29°C

$WBGT$ Wert im 1. Durchgang bei max. 74,6°C in der Klimakammer : 54,86°C

Alle so ermittelten Werte liegen somit deutlich über dem ISO-Referenzwert für den $WBGT_{in}$ – Referenzwert Klasse 1 und weisen daher auf eine deutlich höhere Hitzebelastung am Arbeitsplatz hin als nach der Norm empfohlen.

(s.o. Messwert-Tabelle und Normwerttabelle)

FAZIT: Der Einsatz von kühlenden Maßnahmen wird aufgrund der ermittelten Werte empfohlen.

1. Messung (Durchgang 2)

Zeit: Beginn: 12:54 LT Ende: 13:33 LT
Messdauer: 39 min.

Eckdaten Klimakammer: ZIEL: 45°C und 25% Luftfeuchtigkeit

Tabelle 2 :

WBGT Wärmebelastung-Übersicht

Bericht-Datei: C:\Programme\Casella Group Ltd\WinHSM\HSM-(2010-03-17) [12;54;13].hsm

Start: 12:54:13 17.03.2010

Ende: 13:33:13 17.03.2010

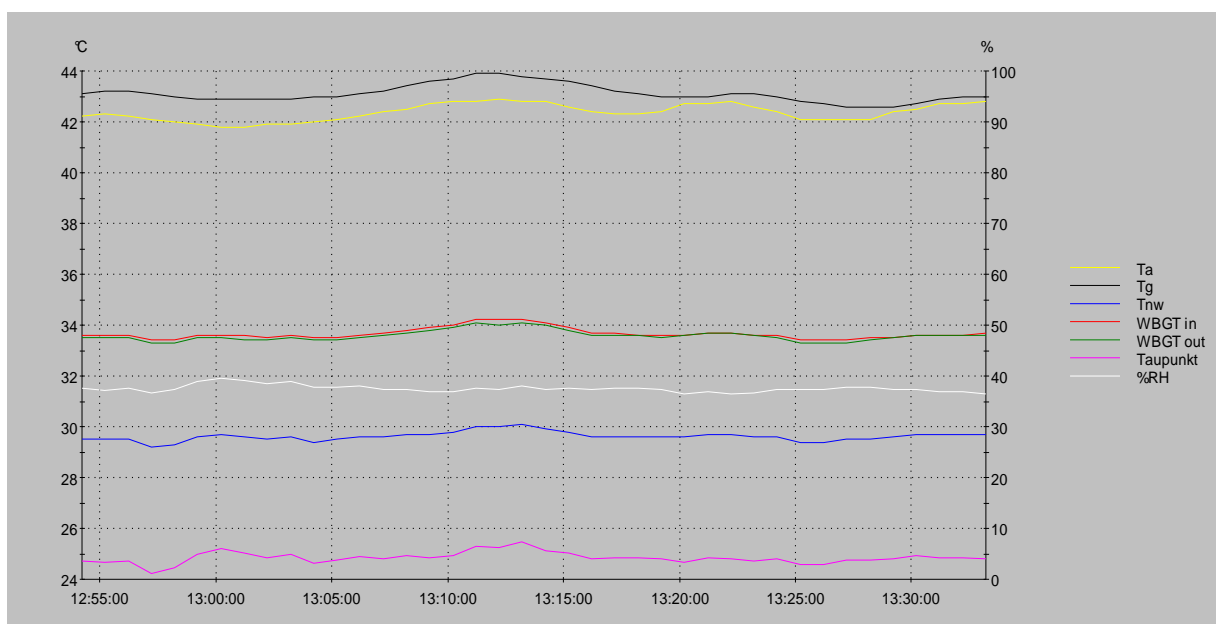
Ventilation: Angesogen (Luftstrom bei 1 Meter pro Sekunde oder oben)

<u>Parameter</u>	<u>Minimum</u>	<u>Mittelwert</u>	<u>Maximum</u>
Tg	42.6 °C	43.1 °C	43.9 °C
Tnw	29.2 °C	29.6 °C	30.1 °C
Ta	41.8 °C	42.4 °C	42.9 °C
WBGT TWAin	0.0 °C		0.0 °C
WBGT in		33.7 °C	
WBGT TWAout	0.0 °C		0.0 °C
WBGT out		33.6 °C	
Taupunkt	24.2 °C	24.8 °C	25.5 °C
RH	36.4%	37.5%	39.5%

Berechnungsformel WBGT:

$$\text{WBGT 1} = 0,7 \times t_{\text{wet}} + 0,3 \times t_{\text{glob}} = \mathbf{33,65^\circ\text{C}}$$

Grafik 2



ISO Referenzwert

Energieumsatz-Klasse 1 (gemäßigter Energieumsatz).

Verwendeter mittlerer Energieumsatz 100 W/m².

Für Person nicht zu Hitze akklimatisiert.

WBGT Referenzwert 29.0 °C.

WBGT TWA_{in} überstieg Referenzwert

Die Strahlungstemperatur war mit 43,1°C im Vergleich zur ersten Messung niedriger, die Luftfeuchte mit 37,5 % auch, so dass die Umgebung bei einem kurzen Aufenthalt besser zu ertragen war. Es bildete sich nicht wie beim ersten Durchgang sofort Schweiß auf der Stirn. Auch in diesem Fall wurden die Türen kurz geöffnet, weil die Probanden Fragen hatten und frische Luft konnte nachströmen.

Am Ende des Messzyklus wurde nahezu Konstanz der Messwerte erreicht.

Aufgrund der Umgebungsverhältnisse in der Räumlichkeit ist der Wert für die Strahlungstemperatur (t_g) mit max. 43,9 ° C erwartungsgemäß hoch bei einer rel. Luftfeuchtigkeit von max. 39,5 %. Daraus ergibt sich für die Berechnung des Klimasummenindex innerhalb von Gebäuden WBGT_{in} ein Wert von **33,65° C** im Mittel über die Messzeit.

Der Arbeitsenergieumsatz wurde in Anlehnung an DIN EN 27 243 auf Basis der für den Arbeitsbereich beschriebenen Tätigkeiten als Klasse 1 abgeschätzt und in die Berechnung des zulässigen WBGT-Wertes eingerechnet. Es wurde aufgrund des Wechseleinsatzes keine Akklimatisierung der Mitarbeiter unterstellt, d.h. keine täglich regelmäßig wiederkehrende Tätigkeit in den Räumlichkeiten. Ferner wurde keine spürbare Luftbewegung festgestellt und somit auch nicht in die Berechnung einbezogen. Als Kleidung wurde normale Kleidung mit einem Isolationswert von I_{cl}= 0,6 clo angenommen.

ISO-Referenzwerte für den WBGT_{in} – Referenzwert Klasse 1 : 29°C

WBGT Wert im 2. Durchgang bei 45°C in der Klimakammer : 33,65°C

Alle so ermittelten Werte liegen somit deutlich über dem ISO-Referenzwert für den WBGT_{in} – Referenzwert Klasse 1 und weisen daher auf eine deutlich höhere Hitzebelastung am Arbeitsplatz hin als nach der Norm empfohlen.

(s.o. Messwert-Tabelle und Normwerttabelle)

FAZIT: Der Einsatz von kühlenden Maßnahmen wird aufgrund der ermittelten Werte empfohlen.

Hinweis:

Wir empfehlen weitere Messungen an den Arbeitsplätzen vor Ort, um hier auch die Raumhöhe, Luftbewegung und Temperatur weitere Daten zu erhalten. Laut Anwesenden wurde die Klimakammer wenige Tage vor der Messung zertifiziert.

Unterschiede bei den Messungen ergeben sich daraus, dass die Kammertüren mehrfach kurz geöffnet wurden und der WBGT-Sensor in der Nähe der Tür stand. Die Kammer wiederum hat die Messsensoren nicht in der Nähe der Türen und braucht auf Grund ihrer Größe (ca. 20-25 qm) länger, um auf nachströmende Luft zu reagieren. Vergleichsmessungen mit einem Testo-Thermometer bestätigen die Temperaturwerte des WBGT-Messgerätes.

Fazit beider Messungen:

Auf Grund der ermittelten Wert und der Aussagen der Mitarbeiter ist der Einsatz von Kühlkleidung in beiden Fällen zu empfehlen, da die Werte die entsprechenden Normwerte in den angesprochenen Klassen überschreiten.

V. Wärmebilder

Hintergrund der Wärmebildkamera-Bilder: Wand einer benachbarten aktiven Klimakammer. (Hinweis: Die Klimakammer war aktiv, d.h. der Hintergrund hatte nicht dauerhaft dieselbe Temperatur, was sich am Hintergrund der Bilder widerspiegelt.)

Wärmebilder mit Temperaturangaben zur Messung der Oberflächentemperatur:

Im Test vor Ort wurden die Probanden vor und nach dem Arbeitseinsatz mit der Wärmebildkamera fotografiert (Oberkörper) vor und nach dem Betreten der Klimakammer sowie miteinander verglichen. Auf den folgenden Seiten sind Vergleichsfotos zu sehen.

ABLAUF:

1. Wärmebild vor dem Einsatz
2. Wärmebild nach dem Einsatz
3. Wärmebild nach dem Einsatz nach Ausziehen der Weste (nur bei Versuch mit Weste)

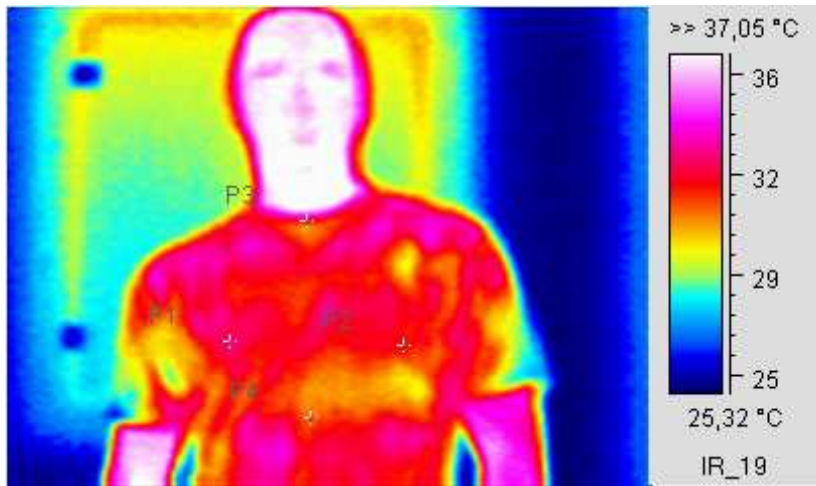
1. Durchlauf

Bedingungen: Durchschnittl. 69°C, 34% LF (während 1. WBGT-Messung)

- Beide Probanden **ohne** E.Cooline-Kühlwesten/-bandanas
- 10 Min. Aufenthalt der Probanden in der Klimakammer mit leichten Bewegungen
- Proband 1: nach dem Verlassen der Kammer zuerst mit Wärmebildkamera aufgenommen
- Proband 2: ca. 2 Min. (Abkühlzeit)nach Verlassen der Kammer mit Wärmebildkamera aufgenommen

Bilder vor dem Betreten der Klimakammer ohne Kühlweste:

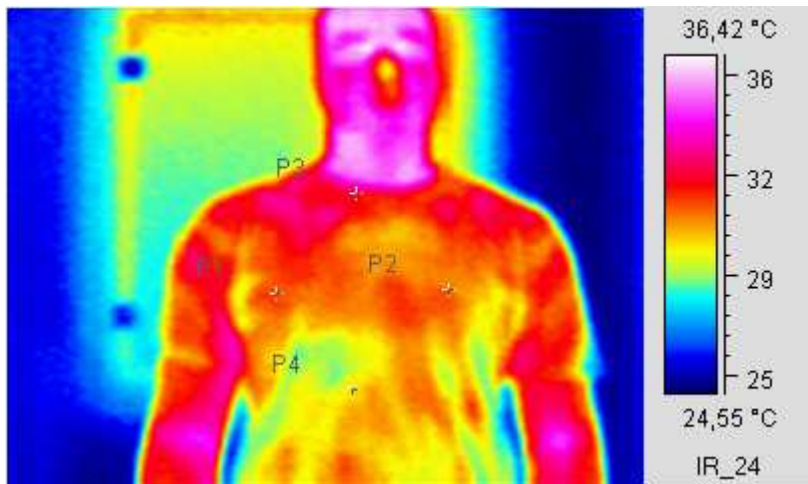
Bild 1, Proband 1



<u>Imageinfo</u>	<u>Value</u>
P1: Temp.	33,90 ° C
P2 :Temp.	33,10 ° C
P3: Temp.	33,20 ° C
P4: Temp.	32,30 ° C
Durchschnittstemp. KOF*	33°C

*KOF = Durchschnittstemperatur Körperoberfläche

Bild 2, Proband 2

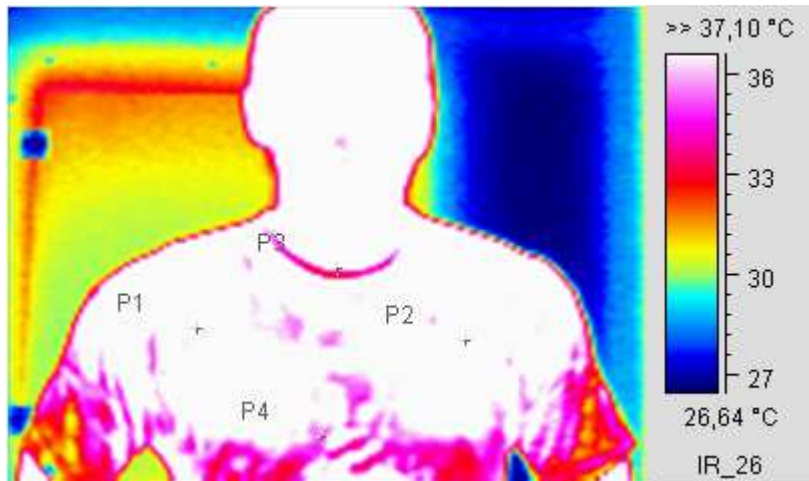


<u>Imageinfo</u>	<u>Value</u>
P1: Temp.	32,00 ° C
P2 :Temp.	31,50 ° C
P3: Temp.	32,70 ° C
P4: Temp.	30,70 ° C
Durchschnittstemp. KOF	32°C

FAZIT: Die Temperatur auf der Körperoberfläche der Probanden lag vor dem 1. Trageversuch bei 32 bzw. 33°C.

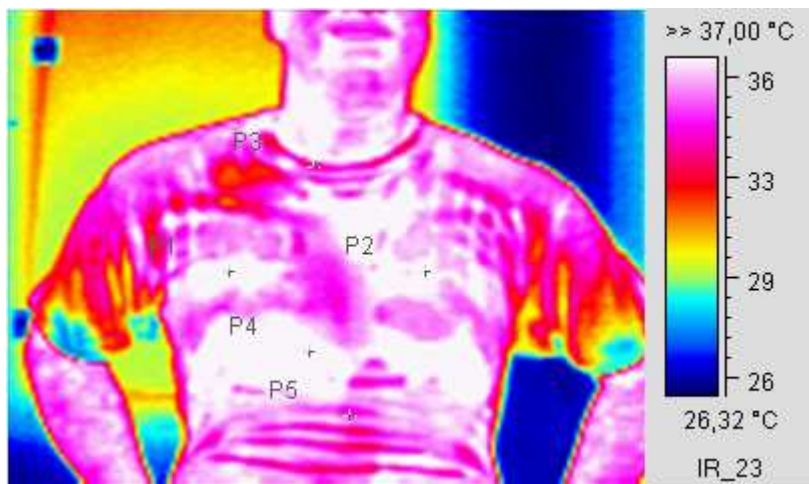
**Testdurchführung: 10 min. Aufenthalt bei 80°C, 45% LF in der Klimakammer
 Bilder nach dem Verlassen der Klimakammer ohne Kühlweste:**

Bild 1.2, Proband 1



<u>Imageinfo</u>	<u>Value</u>
P1: Temp.	<u>39,10 °C</u>
P2 :Temp.	<u>42,30 °C</u>
P3: Temp.	<u>38,50 °C</u>
P4: Temp.	<u>36,00° C</u>
Durchschnittstemp. KOF	39°C (+6°C wärmer)

Bild 2.2, Proband 2:



<u>Imageinfo</u>	<u>Value</u>
P1: Temp.	<u>37,20 °C</u>
P2 :Temp.	<u>37,20 °C</u>
P3: Temp.	<u>34,10 °C</u>
P4: Temp.	<u>37,90° C</u>
Durchschnittstemp. KOF	37°C (+5°C wärmer)

Ergebnis:

Beide Probanden waren nach dem Verlassen der Kammer nass geschwitzt, v.a. im Kopfbereich. Proband 1 schwitzte weniger als Proband 2.

Die Temperatur der Körperoberfläche lag bei 39 bzw. 37°C.

Die Temperatur der Körperoberfläche betrug damit 5-6°C mehr.

Anschließend Pause:

- Dauer der Erholung: 15 Min.
- Probanden nahmen Getränke zu sich und gingen an die frische Luft

2. Durchlauf

Bedingungen: 69°C, 34% LF (während 1. WBGT-Messung)

Beide Probanden mit E.Cooline-Kühlwesten/-bandanas

- 10 Min. Aufenthalt der Probanden in der Klimakammer mit leichten Bewegungen
- Proband 1: nach dem Verlassen der Kammer zuerst mit Wärmebildkamera aufgenommen: zuerst mit Kühlweste
- Proband 2: ca. 2 Min. (Abkühlzeit)nach Verlassen der Kammer mit Wärmebildkamera aufgenommen

Bilder nach dem Verlassen der Klimakammer mit Kühlweste und Bandana

Bild 1.3, Proband 1

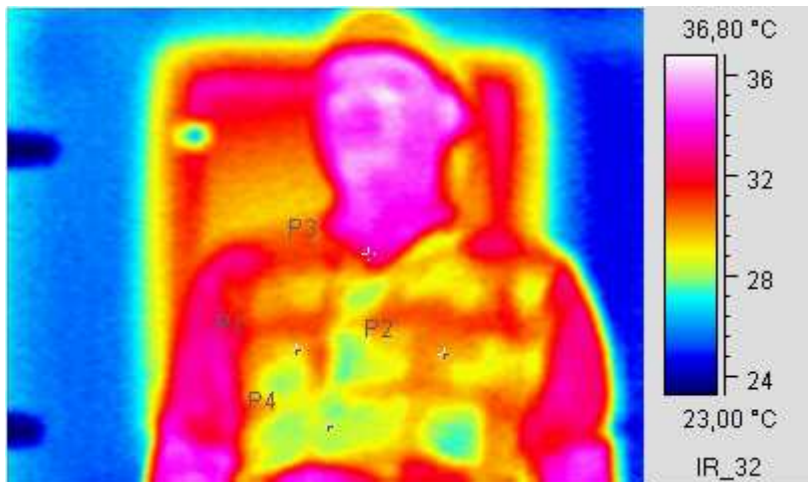


<u>Imageinfo</u>	<u>Value</u>
P1: Temp.	33,30 ° C
P2 :Temp.	32,00 ° C
P3: Temp.	36,20 ° C
P4: Temp.	26,70° C
Durchschnittstemp. KOF	33°C (-6°C kühler)

Die Temperatur auf der Körperoberfläche im Brustbereich mit Kühlweste war -6°C kühler als ohne Weste

- Proband 2: ca. 3-4 Min. (Abkühlzeit)nach Verlassen der Kammer mit Wärmebildkamera aufgenommen: zuerst mit Kühlweste

Bild 2.3. Proband 2



<u>Imageinfo</u>	<u>Value</u>
P1: Temp.	30,40 ° C
P2 :Temp.	30,60 ° C
P3: Temp.	33,10 ° C
P4: Temp.	29,00° C
Durchschnittstemp. KOF	30°C (-7°C kühler)

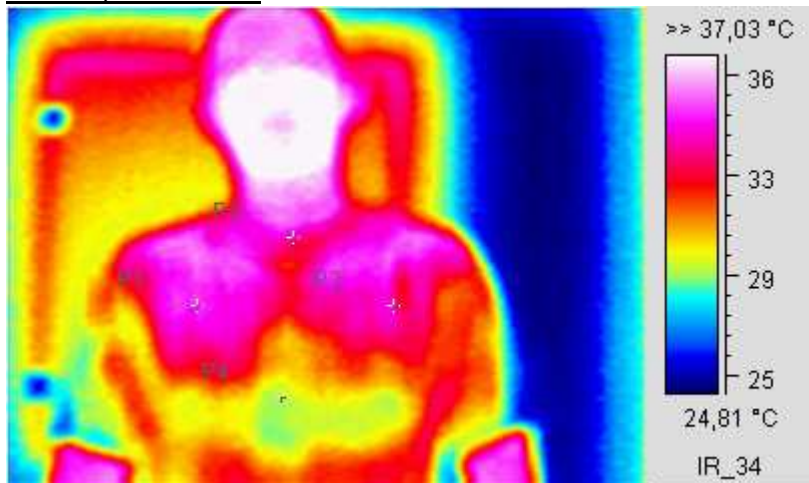
Die Temperatur auf der Körperoberfläche im Brustbereich mit Kühlweste war -7°C kühler als ohne Weste

Danach haben beide Probanden die Kühlweste ausgezogen und wurden nochmals vermessen

- Proband 1: nach Ausziehen der Kühlweste
- Proband 2: nach Ausziehen der Kühlweste

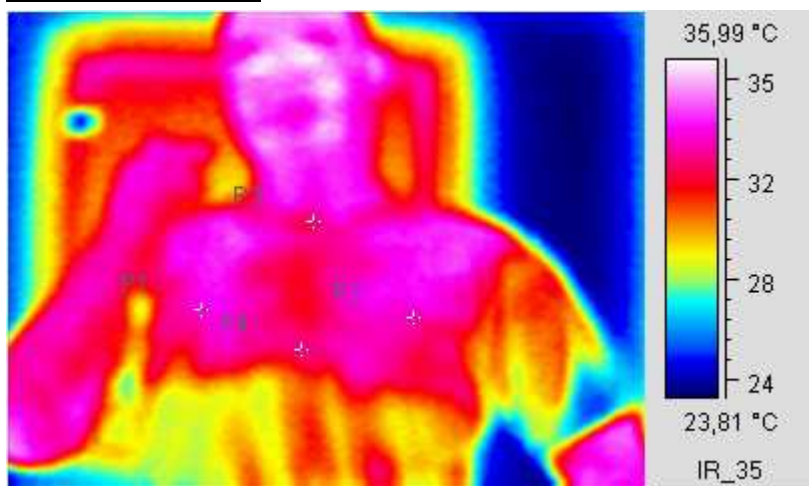
Nach dem Verlassen der Klimakammer **nach Ausziehen der Kühlweste:**

Bild 1.4, Proband 1:



Imageinfo	Value
P1: Temp.	35,20° C
P2 :Temp.	34,40° C
P3: Temp.	34,40° C
P4: Temp.	30,10° C
Durchschnittstemp. KOF	34°C (-7°C kühler)

Bild 2.4, Proband 2:

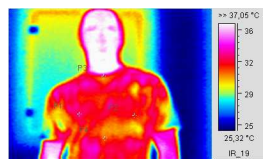


Imageinfo	Value
P1: Temp.	33,80° C
P2 :Temp.	33,20° C
P3: Temp.	32,80° C
P4: Temp.	32,80° C
Durchschnittstemp. KOF	33°C (-7°C kühler)

Zusammenfassung, 1. Messung bei 69°C, 34% LF:

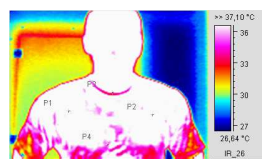
	Proband 1	Proband 2
Vor dem Betreten der Klimakammer ohne Kühlweste (T80 ₁)	ca. 33°C	ca. 32°C
KOF nach dem Verlassen der Klimakammer ohne Kühlweste (T80 ₂)	ca. 39°C +6°C wärmer	ca. 37 °C +5°C wärmer
KOF nach dem Verlassen der Klimakammer mit Kühlweste	33°C -6°C kühler	30°C -7°C kühler
KOF nach dem Verlassen der Klimakammer ohne Kühlweste (T80 ₄)	34°C	33°C

Senkung der Körperoberflächen-temperatur (KOF) mit Kühlweste um (T80₂ ./ T80₄)	ca. -5°C	ca.-4 °C
---	-----------------	-----------------



Proband 1 vorher

Ø 33°C



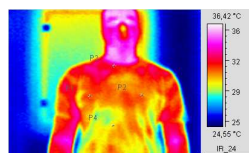
ohne Kühlweste

Ø39°C



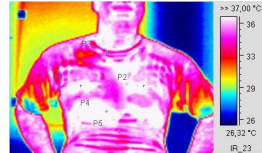
mit Kühlweste/Bandana

Ø34°C (-5°C)



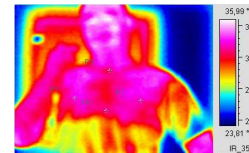
Proband 2 vorher

Ø 32°C



ohne Kühlweste

Ø37°C



mit Kühlweste/Bandana

Ø33°C (-4°C)

Durch den Einsatz der Kühlweste stieg die Körperoberfläche im Brust- und Kopfbereich (Herz-/Kreislaufsystem) trotz eines fast doppelt so hohen WBGT Wertes als empfohlen kaum an.

Durch den Einsatz der Kühlweste und des Bandana wurde die Temperatur der Körperoberfläche im Brustbereich (Herz-Kreislaufsystem) trotz dieser enorm hohen Temperaturen fast auf den Werten der Ausgangssituation völlig ohne Hitzebelastung gehalten.

Im Gegensatz dazu stieg die Temperatur der Körperoberfläche ohne Kühlweste/Bandana mit 5-6°C deutlich an was auch durch die Aussagen zur Hitzebelastung der Probanden bestätigt wurde .

Pause zwischen 1. und 2. WBGT-Messung sowie zum 3. und 4. Durchgang:

- **60 Minuten**
- Probanden nahmen Getränke zu sich, ruhten sich aus.
Beide fühlten sich wieder fit, um die 2. Messung zu starten

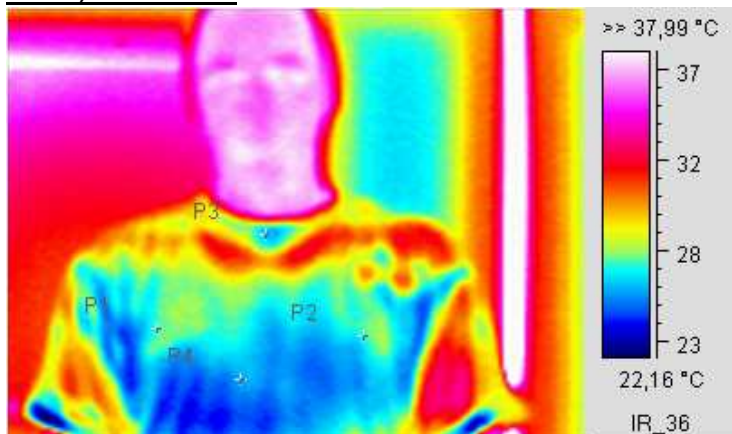
3. Durchlauf

Bedingungen: Durchschnittl. 43°C bei 37,5% LF (2. WBGT-Messung)

- Beide Probanden **ohne** E.Cooline-Kühlwesten/-bandanas
- 10 Min. Aufenthalt der Probanden in der Klimakammer mit leichten Bewegungen
- Proband 1: nach dem Verlassen der Kammer zuerst mit Wärmebildkamera aufgenommen
- Proband 2: ca. 2 Min. (Abkühlzeit)nach Verlassen der Kammer mit Wärmebildkamera

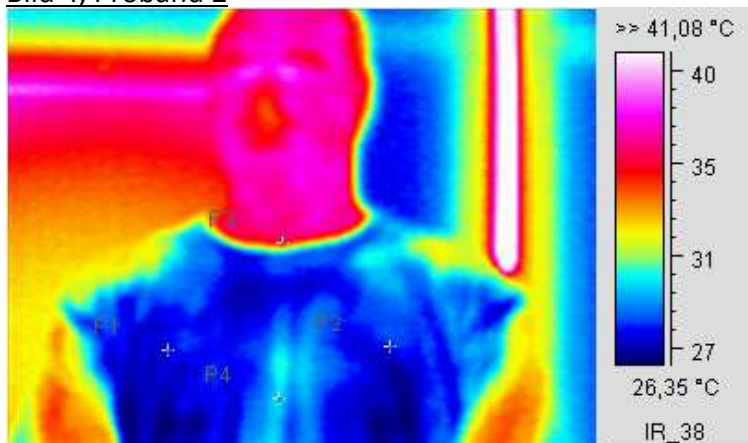
Bilder vor dem Betreten der Klimakammer ohne Kühlweste :

Bild 3, Proband 1:



<u>Imageinfo</u>	<u>Value</u>
<u>P1: Temp.</u>	<u>27,70° C</u>
<u>P2 :Temp.</u>	<u>27,80° C</u>
<u>P3: Temp.</u>	<u>26,50° C</u>
<u>P4: Temp.</u>	<u>26,20° C</u>
Durchschnittstemp. KOF	27°C

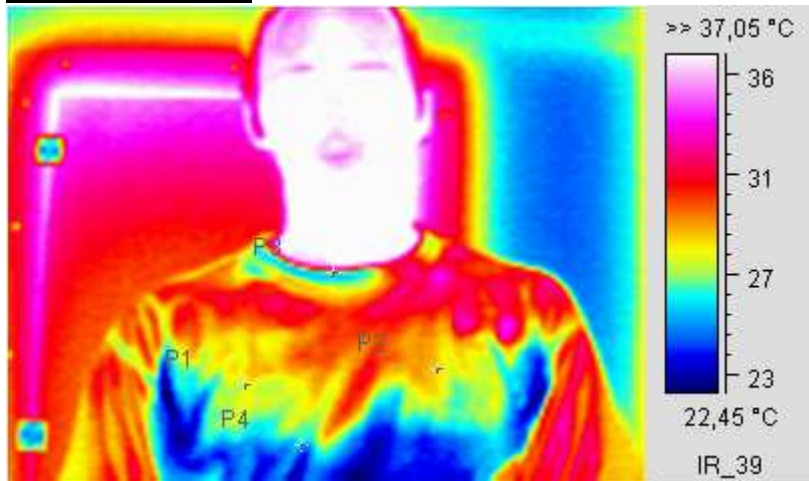
Bild 4, Proband 2



<u>Imageinfo</u>	<u>Value</u>
P1: Temp.	28,80° C
P2 :Temp.	27,60° C
P3: Temp.	35,80° C
P4: Temp.	30,90° C
Durchschnittstemp. KOF	28°C

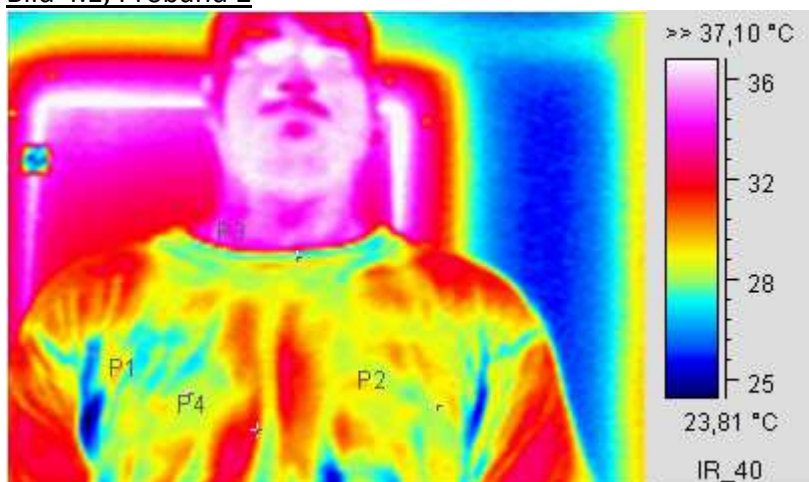
Bilder nach dem Verlassen der Klimakammer ohne Kühlweste:

Bild 3.1, Proband 1



<u>Imageinfo</u>	<u>Value</u>
P1: Temp.	29,20° C
P2 :Temp.	30,00° C
P3: Temp.	28,30° C
P4: Temp.	26,80° C
Durchschnittstemp. KOF	29°C (+2°C)

Bild 4.1, Proband 2



<u>Imageinfo</u>	<u>Value</u>
P1: Temp.	29,40° C
P2 :Temp.	30,00° C
P3: Temp.	28,70° C
P4: Temp.	32,30° C
Durchschnittstemp. KOF	30°C (+2°C)

Ergebnis:

Die Probanden hatten vor dem Durchgang eine Körperoberflächentemperatur von 27 bzw. 28°C. Die Temperatur nach dem Durchgang stieg um 2°C auf 29 und 30°C.

Pause :

- Dauer der Erholung: 15 Min.
- Probanden nahmen Getränke zu sich und gingen an die frische Luft

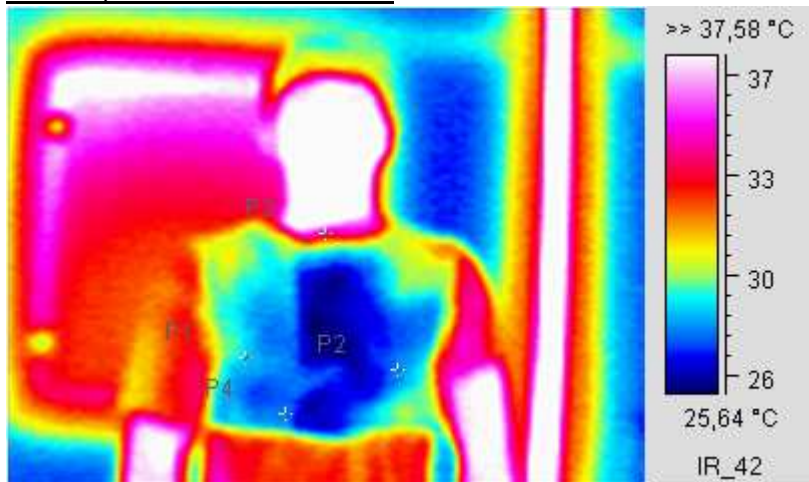
4. Durchlauf

Bedingungen: 43°C bei 37,5% LF (während 2. WBGT-Messung)

- Beide Probanden **mit** E.Cooline-Kühlwesten/-bandanas
- 10 Min. Aufenthalt der Probanden in der Klimakammer mit leichten Bewegungen
- Proband 1: nach dem Verlassen der Kammer zuerst mit Wärmebildkamera aufgenommen
 - o erst mit Kühlweste,
 - o dann ohne Kühlweste
- Proband 2: ca. 3-4 Min. (Abkühlzeit)nach Verlassen der Kammer mit Wärmebildkamera aufgenommen
 - o erst mit Kühlweste,
 - o dann ohne Kühlweste

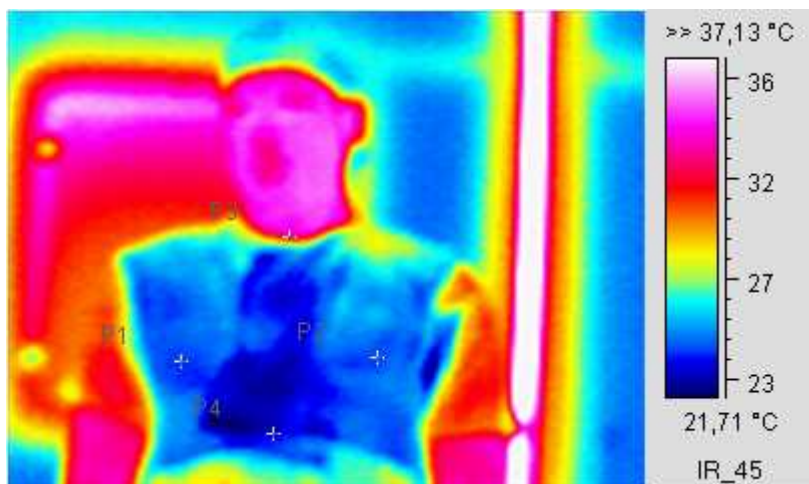
Nach dem Verlassen der Klimakammer mit Kühlweste und Kühl-Bandana:

Bild 3.2, Proband 1 mit Weste



Imageinfo	Value
P1: Temp.	28,10° C
P2 :Temp.	28,40° C
P3: Temp.	34,50° C
P4: Temp.	28,20° C
Durchschnittstemp. KOF	28°C (-1°C)

Bild 4.2, Proband 2, mit Weste.



Imageinfo	Value
P1: Temp.	24,20° C
P2 :Temp.	24,40° C
P3: Temp.	32,60° C
P4: Temp.	23,30° C
Durchschnittstemp. KOF	24°C (-6°C)

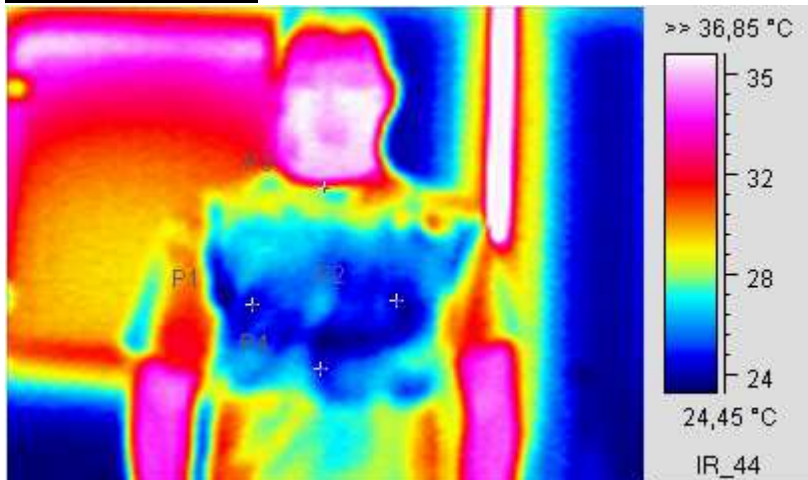
Ergebnis: Die Temperaturen auf der Körperoberfläche mit Kühl-Weste und Bandana lagen niedriger als ohne Kühlweste. Die größte Differenz ergab sich bei Proband 2.

Danach haben beide Probanden die Kühlweste ausgezogen und wurden nochmals vermessen

- Proband 1: nach Ausziehen der Kühlweste
- Proband 2: nach Ausziehen der Kühlweste

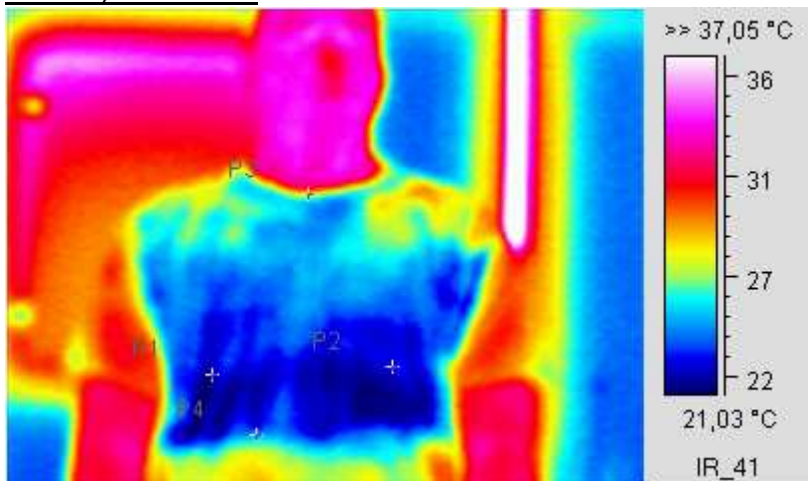
Bilder nach dem Verlassen der Klimakammer nach Ausziehen der Kühlweste:

Bild 3.3, Proband 1



<u>Imageinfo</u>	<u>Value</u>
P1: Temp.	25,40° C
P2 :Temp.	25,50° C
P3: Temp.	29,80° C
P4: Temp.	25,90° C
Durchschnittstemp. KOF	26°C (-3°C kühler)

Bild 4.3, Proband 2

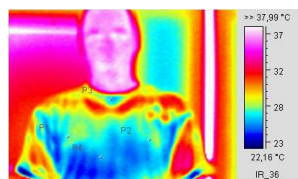


<u>Imageinfo</u>	<u>Value</u>
P1: Temp.	22,10° C
P2 :Temp.	22,90° C
P3: Temp.	28,80° C
P4: Temp.	24,60° C
Durchschnittstemp. KOF	24°C (-6°C kühler)

Zusammenfassung, 2. Messung bei 43°C, 37,5% LF:

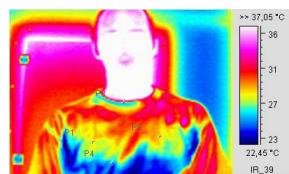
	Proband 1	Proband 2
Vor dem Betreten der Klimakammer ohne Kühlweste (T45 ₁)	ca. 27°C	ca. 28°C
KOF nach dem Verlassen der Klimakammer ohne Kühlweste (T45 ₂)	ca. 29°C +2°C wärmer	ca. 30 °C +2°C wärmer
KOF nach dem Verlassen der Klimakammer mit Kühlweste	28°C -1°C kühler	24°C -6°C kühler
KOF nach dem Verlassen der Klimakammer ohne Kühlweste	26°C	24°C

Senkung der Körperoberflächen-temperatur (KOF) mit Kühlweste um (T45₂./T45₄)	ca. -3°C	ca.-4 °C
---	-----------------	-----------------



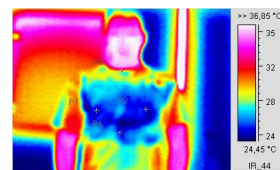
Proband 1 vorher

Ø 27°C



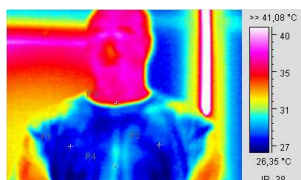
ohne Kühlweste

Ø 29°C



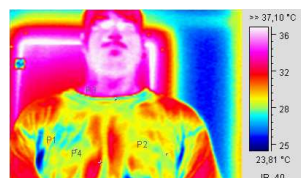
mit Kühlweste/Bandana

Ø 26°C



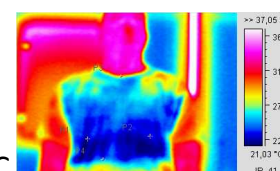
Proband 2 vorher

Ø 28°C



ohne Kühlweste

Ø 30°C



mit Kühlweste/Bandana

Ø 24°C

FAZIT:

Wie im ersten Durchgang stieg die Temperatur bei 43°C und 37,5% Luftfeuchtigkeit auf der Körperoberfläche der Probanden ohne Kühlung an.

Im Durchgang mit Einsatz der Kühlweste dagegen blieb die Temperatur nicht nur konstant sondern war sogar niedriger als im Vorfeld.

Die Körperoberfläche im Brust- und Kopfbereich (Herz-/Kreislaufsystem) blieb kühl.

Durch den Einsatz der Kühlweste und des Bandana wurde die Temperatur der Körperoberfläche trotz enorm hoher Temperaturen, die laut WBGT Wert deutlich über dem erlaubten Höchstwert lagen im Normalbereich gehalten.

Im Gegensatz dazu stieg die Temperatur der Körperoberfläche ohne Kühlweste/Bandana ca. 2°C an.

Somit kann die E.Cooline Kühlweste in den gemessenen Temperaturbereichen den Arbeitnehmer entlasten und zum Leistungserhalt beitragen.

VI. Gesamtbeurteilung des Arbeitsplatzes

Das Ergebnis der sondierenden Messung zur Hitzebelastung in den Räumlichkeiten zeigte ein Überschreiten der WBGT-Referenzwerte nach DIN EN 27 243 in beiden Fällen.

Die Norm fordert in diesem Fall, dass eine Dauerexposition der Mitarbeiter zu vermeiden ist oder andere geeignete Maßnahmen zu treffen sind. Unabhängig von den WBGT-Werten ist zu prüfen, ob durch technische oder organisatorische Maßnahmen eine Reduzierung der Belastung möglich ist. Meist sind diese Maßnahmen aufgrund der spezifischen Arbeitssituation bereits ausgereizt.

Eine einfache und sehr wirksame Entlastung der Mitarbeiter ist in den vorliegenden Untersuchungen durch den Einsatz von Kühlkleidung (Weste, Bandana) gezeigt worden.

In beiden Fällen stieg die Temperatur ohne Kühlmaßnahmen auf der Körperoberfläche der Probanden an.

Beim Einsatz der Kühlprodukte wurde der Anstieg der Temperatur im Brustbereich in physiologischen Bereichen gehalten wodurch sich eine deutliche Entlastung der Mitarbeiter zeigte.

Im Hinblick auf die Belastungssituation vor Ort empfiehlt sich möglicherweise bei extrem hohen Temperaturen sogar ein Pre-Cooling, d.h. das Anlegen der Weste bereits ca. 15 – 20 Min. vor Arbeitsbeginn in den Räumlichkeiten sowie späteres Tragen der Kühlkleidung während des Arbeitseinsatzes. Aus sportmedizinischen Untersuchungen mit Kühlwesten der Marke E.COOLINE ist bekannt, dass das Abrufen von körperlicher Leistung und auch die Ausdauer durch Körperkühlung gegenüber Probanden ohne Kühlung deutlich erhöht werden. Auch in Arbeitspausen zwischen den Arbeitseinsätzen wird eine schnellere Regeneration mit Kühlprodukten erreicht.

Diese Ergebnisse lassen sich aufgrund der mit der Sportuntersuchung vergleichbaren Arbeits-Pausen-Intervalle der hier vorliegenden Arbeitssituation analog übertragen.

Der Einsatz von Kühlkleidung an dem untersuchten Arbeitsplatz bei WBGT Werten über 29°C wird deshalb empfohlen.

„Ich habe endlich wieder einen Feierabend“

(Zitat eines Arbeiters am Hitzearbeitsplatz nach Entlastung durch E.COOLINE- Kühlweste)

Anhang

Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz - ArbSchG)1), Stand Feb 2009

§ 4 Allgemeine Grundsätze

Der Arbeitgeber hat bei Maßnahmen des Arbeitsschutzes von folgenden allgemeinen Grundsätzen auszugehen:

1. Die Arbeit ist so zu gestalten, daß Gefährdungen für Leben und Gesundheit möglichst vermieden und die verbleibende Gefährdungen möglichst gering gehalten wird;
2. Gefahren sind an ihrer Quelle zu bekämpfen;
3. bei den Maßnahmen sind der Stand von Technik, Arbeitsmedizin und Hygiene sowie sonstige gesicherte arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse zu berücksichtigen; Maßnahmen sind mit dem Ziel zu planen, Technik, Arbeitsorganisation, sonstige
4. Arbeitsbedingungen, soziale Beziehungen und Einfluß der Umwelt auf den Arbeitsplatz sachgerecht zu verknüpfen;
5. individuelle Schutzmaßnahmen sind nachrangig zu anderen Maßnahmen;
6. spezielle Gefahren für besonders schutzbedürftige Beschäftigungsgruppen sind zu berücksichtigen;
7. den Beschäftigten sind geeignete Anweisungen zu erteilen;
8. mittelbar oder unmittelbar geschlechtsspezifisch wirkende Regelungen sind nur zulässig, wenn dies aus biologischen Gründen zwingend geboten ist.

§ 5 Beurteilung der Arbeitsbedingungen

(1) Der Arbeitgeber hat durch eine Beurteilung der für die Beschäftigten mit ihrer Arbeit verbundenen Gefährdungen zu ermitteln, welche Maßnahmen des Arbeitsschutzes erforderlich sind.

(2) Der Arbeitgeber hat die Beurteilung je nach Art der Tätigkeiten vorzunehmen. Bei gleichartigen Arbeitsbedingungen ist die Beurteilung eines Arbeitsplatzes oder einer Tätigkeit ausreichend.

(3) Eine Gefährdung kann sich insbesondere ergeben durch

1. die Gestaltung und die Einrichtung der Arbeitsstätte und des Arbeitsplatzes,
2. physikalische, chemische und biologische Einwirkungen,
3. die Gestaltung, die Auswahl und den Einsatz von Arbeitsmitteln, insbesondere von Arbeitsstoffen, Maschinen, Geräten und Anlagen sowie den Umgang damit,
4. die Gestaltung von Arbeits- und Fertigungsverfahren, Arbeitsabläufen und Arbeitszeit und deren Zusammenwirken,
5. unzureichende Qualifikation und Unterweisung der Beschäftigten.

Unter Abschnitt II der ASR 6 u.a wird folgendes ausgeführt:

Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung nach § 5 ArbSchG sind besondere Schutzmaßnahmen vorzusehen, wenn die Lufttemperaturen des Arbeitsraumes unterhalb der in Tabelle 3.1 angegebenen Mindestwerte oder oberhalb +26 °C liegen.

Liegen die Lufttemperaturen im Bereich oberhalb +26 °C, ist der Schutz gegen zu hohe Temperatur durch technische Maßnahmen (z. B. Luftduschen, Wasserschleier),

organisatorische Maßnahmen (z.B. Abschwitzpausen) und/oder persönliche Schutzausrüstung (z.B. Hitzeschutzkleidung) zu gewährleisten.

Es sind Vorkehrungen zu treffen, dass betriebstechnisch unvermeidbare Wärmestrahlung nicht in unzuträglichem Ausmaß auf die Beschäftigten einwirkt.

Arbeitsstättenverordnung

Anhang Anforderungen an Arbeitsstätten nach § 3 Abs. 1 , Stand Dez 2008

Die nachfolgenden Anforderungen gelten in allen Fällen, in denen die Eigenschaften der Arbeitsstätte oder der Tätigkeit, die Umstände oder eine Gefahr dies erfordern. Die Rechtsvorschriften, die in Umsetzung des Artikels 95 des EG-Vertrages Anforderungen an die Beschaffenheit von Arbeitsmitteln stellen, bleiben unberührt.

3 Arbeitsbedingungen

3.5 Raumtemperaturen

(1) In Arbeits-, Pausen-, Bereitschafts-, Sanitär-, Kantinen- und Erste-Hilfe-Räumen, in denen aus betriebstechnischer Sicht keine spezifischen Anforderungen an die Raumtemperatur gestellt werden, muss während der Arbeitszeit unter Berücksichtigung der Arbeitsverfahren, der körperlichen Beanspruchung der Beschäftigten und des spezifischen Nutzungszwecks des Raumes eine gesundheitlich zuträgliche Raumtemperatur bestehen.

(2) Fenster, Oberlichter und Glaswände müssen je nach Art der Arbeit und der Arbeitsstätte eine Abschirmung der Arbeitsstätten gegen übermäßige Sonneneinstrahlung ermöglichen.