

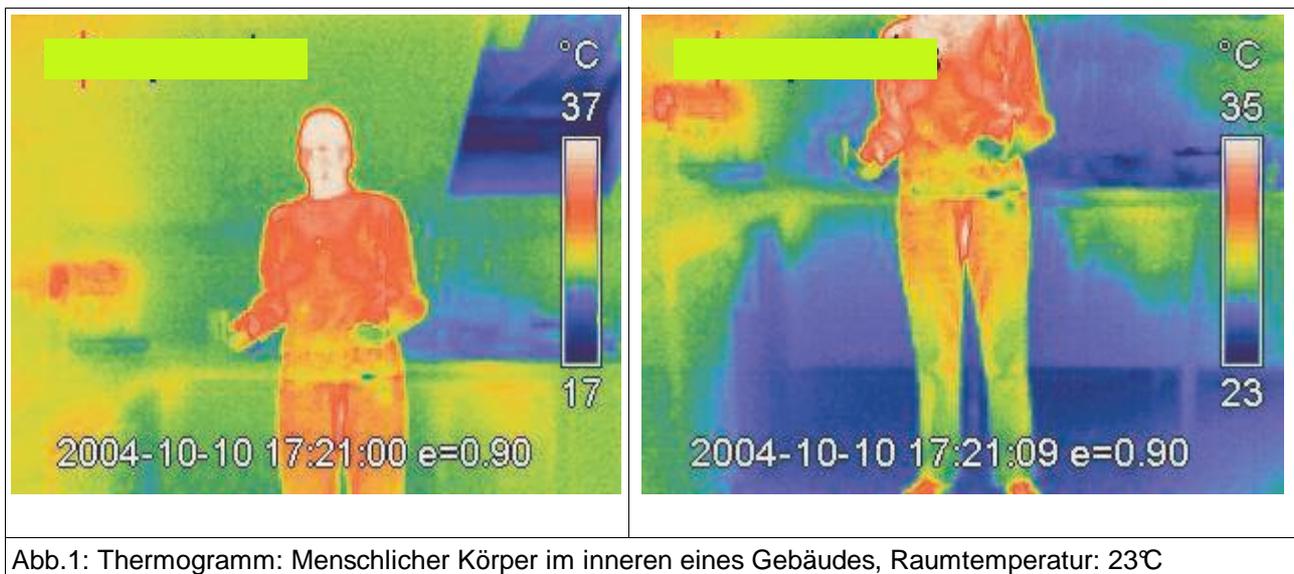
Der Mensch und sein Energiehaushalt

Definitionen: P_m : Strahlungsleistung Mensch [W]
 ϵ : Emissionsgrad
 ρ : Reflexionsgrad
 T_{amb} : Temperatur der Umgebung
 T_m : Temperatur Mensch
 σ : Stefan-Konstante: $5,67 \cdot 10^{-12} [W/cm^2K^4]$
 A : Oberfläche Mensch [cm^2]

Der Mensch in seiner Umgebung gibt Energie in Form von Wärme ab und nimmt gleichzeitig Energie aus seiner Umgebung auf. Betrachtet man die abgestrahlte Energie nach Stefan-Boltzmann dann ergibt sich diese durch:

$$P_m = \epsilon * \sigma * T_m^4 * A \quad (\text{Gl. 1})$$

Nachfolgend soll als Beispiel eine erwachsene Person, die sich im inneren eines Gebäudes aufhält näher betrachtet werden. Die Kerntemperatur dieser Person beträgt 37°C und nach thermografischer Messung erhält man deshalb eine Temperaturverteilung gemäß Abb.1.



Unterteilt man den Körper der Person nach Emissionsgrad und Temperatur, so kann man eine Aufteilung wie in Tab.1 wählen.

Tab.1: Abgestrahlte Wärmeleistung eines zufälligen erwachsenen Menschen getrennt nach Körperpartien

Körperbereich	Emissionsgrad	Temperatur [$^\circ\text{C}$]	Oberfläche [cm^2]	Energieabstrahlung [W]
Kopf, Hals	0,98	35	ca.700	40
Oberkörper, Rumpf bekleidet	0,9	31	ca.7200	320
Beine, Arme bekleidet	0,9	27	ca.6800	280

Warum es zu diesen Werten bei der Energieabstrahlung kommt ist in Abb.2 dargestellt. Bedingt

durch Fläche und Temperatur ergibt sich eine Wärmeabstrahlung für Kopf, Rumpf und Beine von 40W, 320W und 280W, im gesamten also um die 600W.

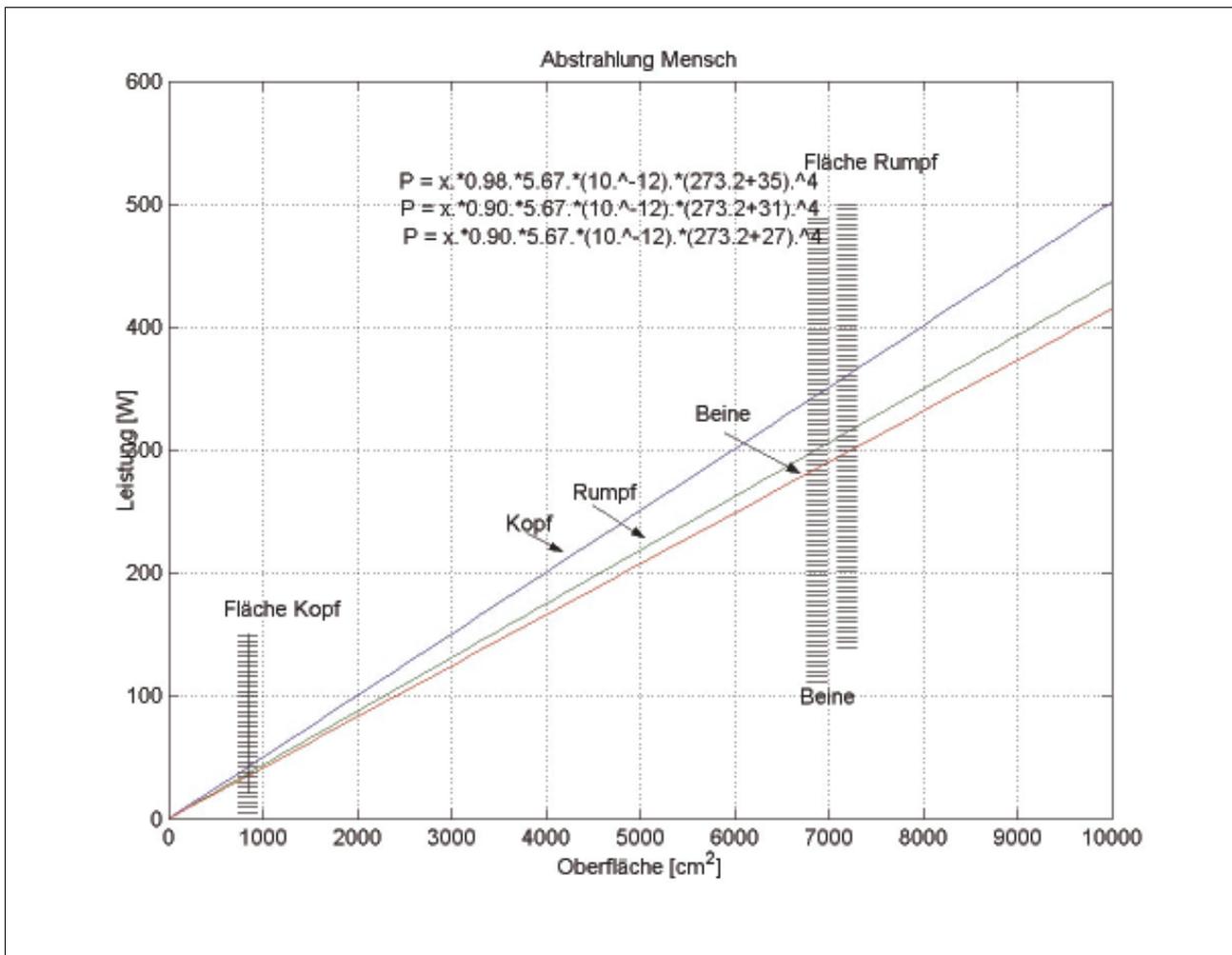


Abb.2: Wärmeabstrahlung für einen erwachsenen Menschen nach Gl.1

Hält sich die betrachtete Person an einem durchschnittlichen Tag ca. 12 Stunden im Raum auf, bedeutet das eine abgestrahlte Wärme von 25920kJ. Wenn in der restlichen Zeit eines 24h Tages noch mal die Hälfte dieser Energie verbraucht wird, so folgt eine Energiemenge von ca. 38880kJ.

Aber der Körper nimmt auch von der Umgebung abgestrahlte Energie auf, sonst würde er auskühlen. In unserem Beispiel ist dies wegen einer Raumtemperatur von 23°C (Emissionsgrades im Raum $\epsilon = 0,90$; Absorptionsgrad Mensch $\epsilon = 0,90$) eine Leistung von ca. 500W oder eine Energie von 21600kJ in der 12h Betrachtung. Er bekommt also bis auf ca. 4000kJ die abgestrahlte Energie wieder zurück. An einem 24h Tag (mit Nachtruhe...) ergeben sich bei analoger Betrachtung als Differenz deshalb ca. 6000kJ.

Die gemessenen Werte stimmen gut mit Werten aus der medizinischen Literatur überein, denn Konvektion in der Raumluft, die auch ca. 50% des Energieumsatzes ausmacht ist noch zu berücksichtigen. Demnach hat ein erwachsener Mensch pro Tag einen Gesamtenergiebedarf von 10.000kJ(Schreibtisch) -15000kJ(Waldarbeit), den er durch Nahrungsaufnahme und Stoffwechsel erzeugen muss. Die rein mechanische Energie – wie Arbeit durch Muskelkraft – spielt in der Berechnung keine große Rolle. Ein Großteil seiner Energie geht als Wärmestrahlung verloren, der Mensch ist in erster Linie ein wandelnder Heizkörper. Zum Glück erhält er in der Regel ausreichend Wärmestrahlung (und Wärme durch Konvektion) aus seiner Umgebung, sonst würde er schnell erfrieren.