

13 (1986) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefaßt

Fraunhofer-Institut für Bauphysik

T.H. Benzinger und E. Mayer

Definition der thermischen Behaglichkeit

Einleitung

Notwendig für das Wohlbefinden in unseren Bauten ist u. a. die thermische Behaglichkeit. Nun zeigt die Vielzahl der bestehenden Definitionen dieses Begriffs, wie schwierig es ist, ihn allgemein anerkannt auszulegen. Weite Verbreitung hat die 1970 von der American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers (ASHRAE) gegebene Definition gefunden: "Thermal Comfort is that condition of mind, which expresses satisfaction with the thermal environment". Frei übersetzt heißt das: im Zustand thermischer Behaglichkeit besteht Zufriedenheit mit der thermischen Umgebung. Dies bedeutet, daß man bei einer gegebenen Tätigkeit keine Änderung der Parameter Bekleidung, Lufttemperatur, Umschließungsflächentemperatur, Luftbewegung und Luftfeuchte wünscht. Weitere physikalische Randbedingungen, wie Licht- und Schallverhältnisse und nichtphysikalische, z.B. psychologische oder chemische Randbedingungen, müssen hierbei vereinfachend ausgeklammert werden. Unklar, weil subjektiv, bleibt an dieser Definition der Begriff "Zufriedenheit". Eine vergleichsweise objektive Definition der thermischen Behaglichkeit von Benzinger [1], begründet durch physiologische Erkenntnisse, wird im folgenden beschrieben.

Definition der thermischen Behaglichkeit unter Berücksichtigung neuerer physiologischer Erkenntnisse

Grundlegende physikalisch-physiologische Messungen der menschlichen Wärmebilanz und Temperaturen an repräsentativen Körperstellen führten zu folgenden Ergebnissen:

1. Für die Wahrnehmung des thermischen Zustands existieren keine Wärmestromfühler (Rezeptoren), sondern ausschließlich Temperaturfühler, sogenannte Thermorezeptoren. Hierbei unterscheidet man zwischen Kaltrezeptoren - solche, die bei Temperaturen von ca. 37 °C an abwärts verstärkt ansprechen - und Warmrezeptoren - solche, die bei Temperaturen von ca. 35 °C an aufwärts verstärkt ansprechen. Wie Neurophysiologen nachwiesen, erfolgt das Ansprechen der Thermorezeptoren durch elektrische Impulse.
2. Thermische Unbehaglichkeit durch Kälte wird über die Kaltrezeptoren in der Körperoberfläche (Haut) wahrgenommen - und zwar dann, wenn die Hauttemperatur einen bestimmten Schwellenwert (ca. 34 °C) unterschreitet. Bei zunehmender Abkühlung setzt eine Erhöhung des Stoffwechsels ein. Thermische Unbehaglichkeit durch Wärme, verbunden mit Schwitzen, wird über die Warmrezeptoren im etwa stecknadelkopfgroßen Temperaturregelzentrum im Stammhirn wahrgenommen - und zwar dann, wenn dessen Temperatur einen bestimmten Schwellenwert (ca. 37 °C) überschreitet.

Somit kann thermische Behaglichkeit definiert werden als:

"Die Abwesenheit solcher Impulse von beiden Rezeptorarten, welche Anlaß geben, die thermische Umgebung zu verändern".

Zur Verdeutlichung dieser Zusammenhänge sind in Bild 1 die Ergebnisse von Messungen dargestellt. In

Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur sind die Hauttemperatur und die Trommelfelltemperatur (repräsentativ für die Stammhirntemperatur) eines in Ruhe befindlichen jungen Mannes, nur mit Badehose bekleidet, aufgetragen. In diesem Fall wurden für die Temperaturschwellenwerte ermittelt: 34 °C für die Kaltschwelle (Hauttemperatur) und 37 °C für die Warmschwelle (Trommelfelltemperatur). Die schraffierten Bereiche geben jeweils die thermisch unbehaglichen Temperaturen mit Anregung (Impulse) der genannten Thermorezeptoren an. Hierbei ist thermische Behaglichkeit sowohl hinsichtlich des Zukalt-Empfindens als auch des Zuwarm-Empfindens bei derselben Umgebungstemperatur von 30 °C gegeben: es besteht "vollständige thermische Behaglichkeit".

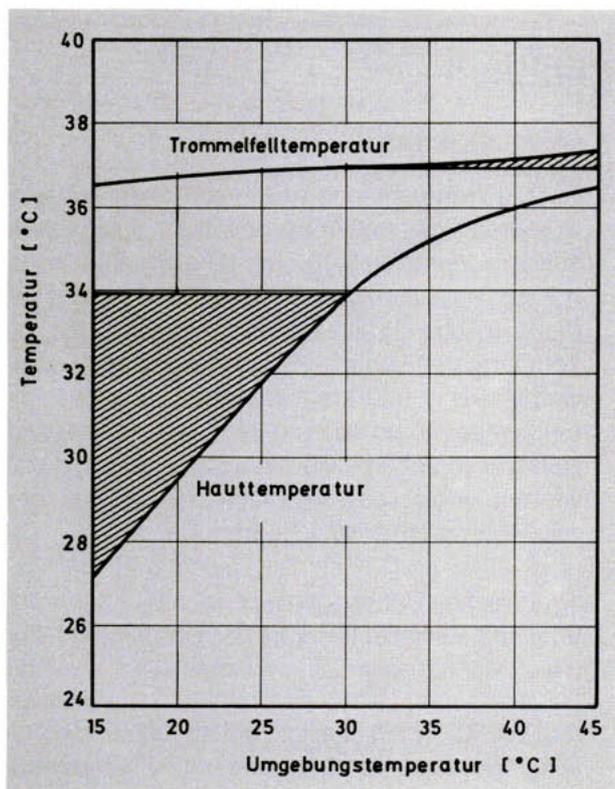


Bild 1: Haut- und Trommelfelltemperaturen in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur, aufgenommen an einem ruhenden, unbedeckten jungen Mann. "Vollständige thermische Behaglichkeit" bei 30 °C Umgebungstemperatur.

Konsequenzen aus der Behaglichkeitsdefinition

- Die Tatsache, daß für das Kaltempfinden im wesentlichen die in der Körperoberfläche (Haut) angeordneten Temperaturnerven entscheidend sind, erklärt, daß unsymmetrische thermische Umgebungsbedingungen zu einseitiger störender Kälteempfindung führen können. Dies kann z.B. der Fall sein bei Zugluft oder in Nähe kalter Wandflächen. Im Gegensatz dazu wird das Wärmeunbehagen über den Körperkern (Stammhirn) und damit richtungsunabhängig wahrgenommen.
- Als objektive Meßgrößen für thermische Behaglichkeit können in Zukunft die Hauttemperatur und die Trommelfelltemperatur herangezogen werden.
- Voraussetzung hierfür ist die Ermittlung der interindividuellen Streuung der Temperaturschwellenwerte sowie die Berücksichtigung deren bereits nachgewiesenen Tagesganges [1] [2].
- Aufgrund der Bedeutung der Hauttemperatur für das Kaltempfinden, z.B. bei Zugluft, sollte zur Ermittlung einer Klimasummengröße die Haut meßtechnisch simuliert werden.

Literatur

- [1] Benzinger, T.H.: The Physiological Basis for Thermal Comfort. INDOOR CLIMATE, Proceedings of the 1st International Indoor Climate Symposium Copenhagen 1978, Danish Building Research Institute, Copenhagen (1979), S. 441-474.
- [2] Mayer, E.: Tagesgang für thermisches Behaglichkeitsempfinden. Gesundheits-Ingenieur - gi 107 (1986), H. 3, S. 173-176.