

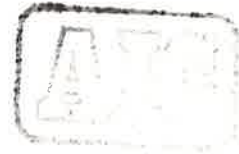
Arz 1339

1921

Annalen der Meteorologie

(Neue Folge)

Nr. 22



**Internationale Tagung
für Human-Biometeorologie
vom 2. bis 4. Oktober 1985 in Freiburg**

Offenbach am Main 1985

Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes

PHYSIKALISCHE URSACHEN FÜR ZUGERSCHEINUNGEN - NEUE ERKENNTNISSE
 Erhard Mayer



Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Institutsbereich Wärme/Klima
 (Leitung: Prof. Dr.-Ing. habil. K.A. Gertis)

1 PROBLEMSTELLUNG

Bei Klagen über die thermischen Umgebungsbedingungen in Räumen rangieren Beschwerden über Zugluft an vorderster Stelle (z.B. KRÜLING 1985). Zur Verbesserung dieser Situation ist aus der Sicht des Physikers eine Analyse der physikalischen Ursachen für Zugerscheinungen notwendig. Verursacht werden die genannten Beschwerden durch zu hohe meist lokale konvektive Entwärmung des Menschen, genauer: durch zu starke Erniedrigung der Oberflächentemperatur. Die entsprechende Gleichung lautet:

$$q_K = \alpha_K (RST - \vartheta_L) \quad (1)$$

mit der vom Körper abgegebenen konvektiven Wärmestromdichte q_K , dem konvektiven Wärmeübergangskoeffizienten α_K , der Körperoberflächentemperatur RST (Resultant Surface Temperature, die sich auf der Haut einstellende Oberflächentemperatur, resultierend aus den körpereigenen und umgebenden thermischen Bedingungen, maßgebend für das "Zukühlempfinden" nach BENZINGER (1979, S. 462)) sowie der Lufttemperatur ϑ_L . Mit weiterer Berücksichtigung der über Strahlung vom Menschen abgegebenen Wärme läßt sich unter Ausklammerung der feuchten Wärmeabgabe (bei der Betrachtung von Zugerscheinungen oft weniger interessant) die Wärmebilanz z.B. des Kopfes angeben:

$$120 \text{ W/m}^2 = \alpha_K (RST - \vartheta_L) + 4,9 \left[\frac{(RST + 273,2)^4}{100} - \frac{(\vartheta_{UF} + 273,2)^4}{100} \right] \text{ W/m}^2 \quad (2)$$

Dabei wird die durch Stoffwechsel erzeugte und von der Stirn des unbewegte Körpers (Büroarbeit) abgegebene Wärmestromdichte mit 120 W/m^2 angesetzt, und ϑ_{UF} bedeutet die Umschließungsflächentemperatur. Stellt man

den in Gleichung (2) formulierten Zusammenhang von α_K und der Resultierenden Oberflächentemperatur RST grafisch dar, wird der entscheidende Einfluß des konvektiven Wärmeübergangskoeffizienten auf die thermische Behaglichkeit deutlich, siehe Bild 1.

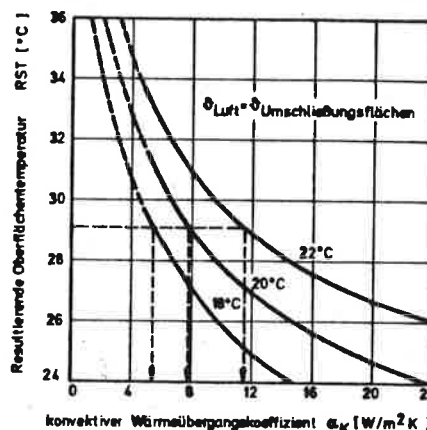


Bild 1 $120 \text{ W/m}^2 = \alpha_K (RST - \vartheta_L) + 4,9 \cdot \left[\frac{(RST + 273,2)^4}{100} - \frac{(\vartheta_{UF} + 273,2)^4}{100} \right] \text{ W/m}^2$

Über weitergehende Untersuchungen des konvektiven Wärmeübergangskoeffizienten wird im folgenden berichtet.

2 NEUE ERGEBNISSE UND ERKENNTNISSE

Neue, vorläufige Messungen der Konvektion an einem beheizten künstlichen Kopf führten zu folgendem Ergebnis: bei Anströmung von vorne besteht zwischen dem Produkt aus Luftgeschwindigkeitsmittelwert $V_{50\%}$ und dem Turbulenzgrad Tu einerseits und dem konvektiven Wärmeübergangskoeffizienten andererseits ein parabolischer Zusammenhang mit der Eigenkonvektion α_{EK} , siehe Bild 2 (MAYER 1983, S.74). Unter weiterer Berücksichtigung früherer exemplarischer Raumklimamessungen in klimatisierten Büros und Reinen Räumen, bei denen für ca. 22°C Umgebungstemperatur ein maximal zulässiger

Wärmeübergangskoeffizient von ca. $12 \text{ W/m}^2\text{K}$ ermittelt wurde (gestrichelte Linien in Bild 1 und Bild 2), sowie der in Bild 1 wiedergegebenen Wärmebilanzgleichung für die trockene Wärmeabgabe, läßt sich Bild 3 herleiten.

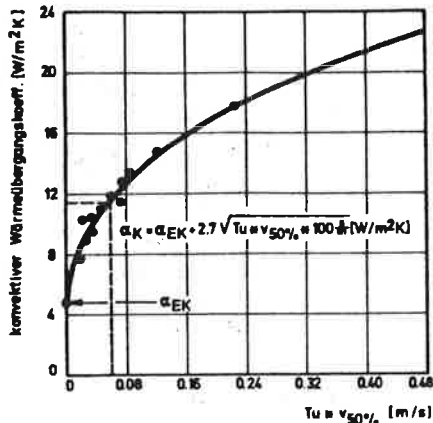


Bild 2

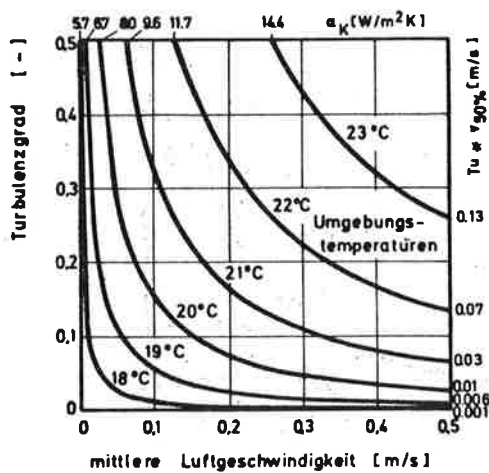


Bild 3

Dargestellt sind in diesem Diagramm die für verschiedene Umgebungstemperaturen maximal zulässigen Werte des konvektiven Wärmeübergangskoeffizienten (oberer Bildrand). Als thermisch behaglich gilt jeweils der Bereich unterhalb der Kurven. Bei diesen Kurven handelt es sich um Hyperbeln, da die Koeffi-

zienten nach Bild 2 nur vom Produkt aus Turbulenzgrad und mittlerer Luftgeschwindigkeit bestimmt werden (rechter Bildrand in Bild 3). Eine Zusammenfassung der Ergebnisse von Bild 3 beinhaltet Bild 4.

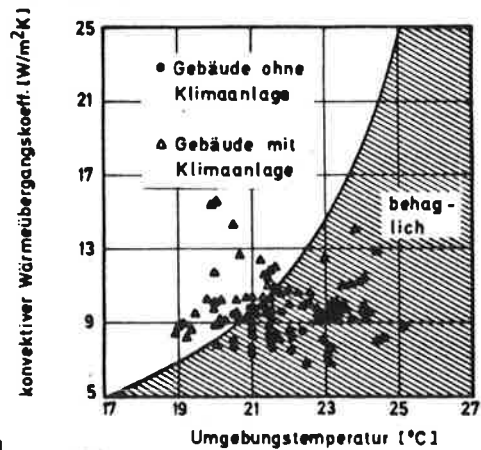


Bild 4

Außer einer Bewertungskurve sind die Ergebnisse von Messungen in Gebäuden mit und ohne Klimaanlage eingetragen (MAYER 1985). Das Resultat steht in weitgehendem Einklang mit anderweitigen Befragungsergebnissen in den überprüften Gebäuden, wonach in den Räumen mit Klimaanlage signifikant mehr über Zugluft-Beschwerden geklagt wird als in den nichtklimatisierten Räumen (KRÖLING 1985).

Die vorgestellten bisherigen Untersuchungen der physikalischen Ursachen für Zugserscheinungen zeigen, daß für die Beurteilung der thermischen Behaglichkeit der konvektive Wärmeübergangskoeffizient besser geeignet als die bisher verwendete mittlere Luftgeschwindigkeit.

BENZINGER, T.H.: The Physiological Basis for Thermal Comfort. INDOOR CLIMATE, Danish Building Research Institute. Kopenhagen (1979), S. 41-474.

KRÖLING, P.: Befindlichkeits- und Behaglichkeitsstörungen in konventionellen und klimatisierten Gebäuden. Forschungsbericht FKZ01 VS 132, München (1985).

MAYER, E.: Entwicklung eines Meßgerätes zur getrennten und integrativen Erfassung der physikalischen Raumklimakomponenten. Dissertation, Technische Universität, München (1983)

MAYER, E.: Luftgeschwindigkeitsuntersuchungen in Räumen mit und ohne Klimaanlage. Bericht B Ho 5 (1985) des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik.