

Zugluft verursacht die meisten Beschwerden



Künftig höhere Anforderungen an die Zugfreiheit stellen

Von Erhard Mayer, Holzkirchen

Nicht erst seit Kröling [1] ist Zugluft eine oft beklagte „Erscheinung“. Beweise dafür sind z. B. Umfragen, die in Schweden 1971 [2], Dänemark 1972 [3], der Schweiz 1972 [4] und Deutschland 1977 bis 1980 [5] und 1978 [6] durchgeführt wurden. Aufgrund dieser Untersuchungen ist festzustellen, daß als Verursacher für Beschwerden über das Raumklima Zugluft ganz vorne rangiert. Wenn dies so bekannt ist, muß man die naheliegende Frage stellen, warum nicht längst Regeln geschaffen worden sind, um Zugluft zu vermeiden. Solche Regeln gibt es, z. B. DIN 1946, Teil 2 [7]. Die nächste Frage ist dann: wird diese Norm in der Praxis nicht eingehalten oder müssen künftig höhere Anforderungen an die Zugfreiheit gestellt werden? Die Ergebnisse neuerer Untersuchungen sollen hierüber Auskunft geben (siehe auch Seite 49).

Erste Messungen der Luftgeschwindigkeit in klimatisierten Büro- und Reinlufräumen mit einem dafür entwickelten Anemometer führten zu dem Ergebnis, daß Luftbewegungen

an einem bestimmten Ort mehr oder weniger starken zeitlichen Schwankungen unterliegen. Je nach Art der Luftführung unterscheiden sich die Luftgeschwindigkeiten sowohl hin-

sichtlich ihres zeitlichen Mittelwerts als auch hinsichtlich ihrer Turbulenz [8], wobei man unter Turbulenz den Quotienten aus der Schwankungsbreite (Standardabweichung) und dem Mittelwert der Geschwindigkeit versteht. In Abb. 1 sind die gemessenen Kombinationen von mittlerer Luftgeschwindigkeit und Turbulenzgrad wiedergegeben (Punkte). Nach Aussage der Personen in den überprüften Räumen war in keinem Fall Zugbelastigung gegeben.

Aufgrund dieser Ergebnisse wurde unter dem Vorbehalt, daß es sich hierbei nur um Stichprobenartige Messungen handelte, die Hypothese aufgestellt, daß das Zugempfinden bestimmt wird vom Produkt aus mittlerer Luftgeschwindigkeit und Turbulenzgrad. D. h. zur Gewährleistung von Zugfreiheit soll mit zunehmender

Luftgeschwindigkeit die Turbulenz abnehmen, während bei niedriger Luftgeschwindigkeit auch eine turbulenzreichere Strömung zulässig ist. Hierbei wird Zugluft „physiologisch“ interpretiert als eine unangenehm große konvektive Entwärmung zumindest eines Teils der Oberfläche des Menschen bzw. eine dadurch bedingte Abenkung der Hauttemperatur. Physiologisch gesehen sind hierfür maßgebend die Kon-

vektion und die Umgebungstemperatur. In Abb. 1 ist eine Kurve gezeichnet, welche die Punkte mit einem konstanten Produkt der o. g. Art repräsentiert. Ausgehend von der Annahme,

Dr. rer. nat. Erhard Mayer ist Mitarbeiter des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik Bereich Wärme/Klima in Holzkirchen

Abb. 1 Kombination von mittlerer Luftgeschwindigkeit $V_{50\%}$ und Turbulenzgrad Tu , die in klimatisierten Büro- und sog. Reinlufräumen mit unterschiedlichen Arten von Verdrängungslüftung und Induktivlüftungen in 20 cm, 130 cm und 180 cm Höhe über dem Boden gemessen worden sind (Punkte). Lufttemperatur ca. 22°C. Nach Aussage der Personen in den Räumen war in keinem Fall thermisches Unbehagen aufgrund von Zugluft gegeben. Kombinationen von $V_{50\%}$ und Tu , deren Produkt 0,06 m/s beträgt, sind als Kurve gekennzeichnet, nach [8].

$V_{84\%}$: Luftgeschwindigkeit an einem Meßort, die innerhalb 84 % der Meßzeit unterschritten wurde
 $V_{50\%}$: Luftgeschwindigkeit an einem Meßort, die innerhalb 50 % der Meßzeit unterschritten wurde
 Tu : Turbulenzgrad

Abb. 2 Behaglichkeitsgrenzkurven für die Kombinationen von zeitlichem Mittelwert der Luftgeschwindigkeit, Turbulenzgrad und Umgebungstemperatur, ermittelt aufgrund vorläufiger Meßergebnisse, gemäß [11].

Abb. 3 Gemessene mittlere Luftgeschwindigkeiten und Umgebungstemperaturen, sowie Bewertungskurve nach DIN 1946, Teil 2 [7].

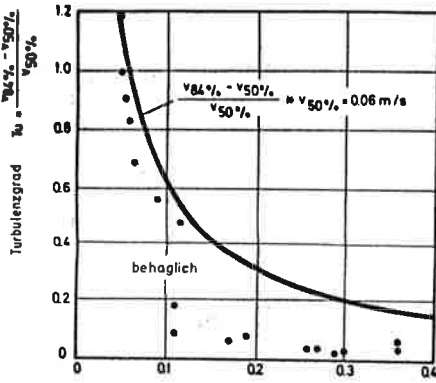


Abb. 1 mittlere Luftgeschwindigkeit $v_{50\%}$ [m/s]

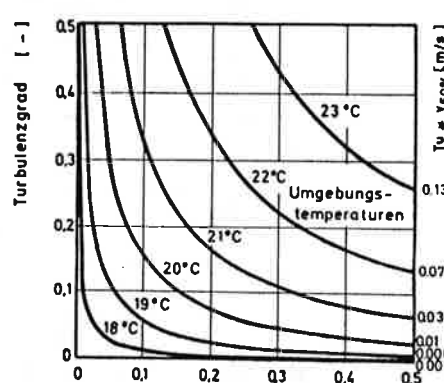


Abb. 2 mittlere Luftgeschwindigkeit [m/s]

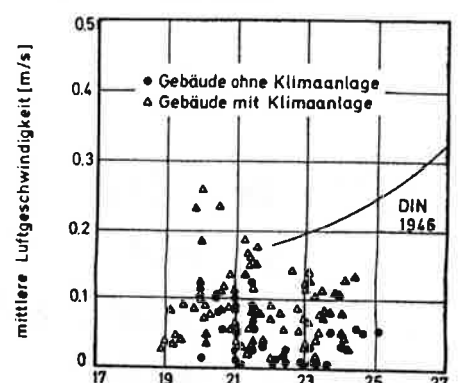


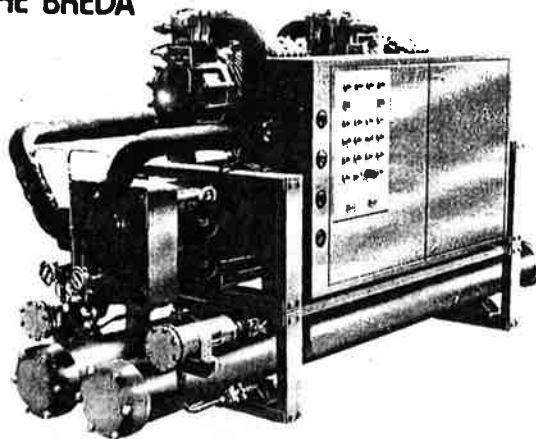
Abb. 3 Umgebungstemperatur [°C]

OFFICINE TERMOTECNICA BREDA
BARI - ITALIEN

Distributor für Deutschland

Krantz

H. Krantz GmbH & Co.
Anlagenbau
D-5100 Aachen
Postfach 2040
Telefon (0241) 441497
Telefax 0241/434-215



Unsere spezielle Antwort für die Klimatisierung von Wohn- und Industriebereichen

- UNSERE ERZEUGNISSE:
- Wärmepumpen
 - Kaltwassersätze luftgekühlt
 - Kaltwassersätze wassergekühlt
 - Vollklimaschränke
 - Verfüßigereinheiten, Split-Kaltwassersätze
 - Raumklimatisierer

AIRFLOW

MESSGERÄTE FÜR DIE LUFTBEWEGUNGSTECHNIK



Elektronisches Flügelrad-Anemometer ERA 5 | Industriemanometer SJ und 504 | Thermo-Hygrograph elektronisch mit Quarz-Uhrwerk | Elektronisches Flügelrad-Anemometer LCA 6000 | Wilson-Staupfiter zur Volumenstrom-Messung | Thermo-Anemometer TA 3000 T | Kontakt-Manometer zur Filterüberwachung | Lärmdosimeter-System mit Data-Logger | Hygrometerthermometer auch für Materialleuchte | Schallpegelmessgerät nach DIN IEC 651 Kl. 1 u. 2

Wir stellen aus auf der IFH Nürnberg 10. bis 13. 4. 1986

Fortsetzung von Seite 28

daß bei der Auslegung der Lüftung in den untersuchten Räumen Zugluft gerade noch vermieden wurde, repräsentiert diese Kurve den Grenzbezug zwischen zugfrei (unterhalb der Kurve) und zugbehaftet (oberhalb). Eine Erklärung für diese Hypothese ist möglich mit Hilfe der Bedeutung der vom Körper erwärmten körperrahmen Luftschicht für die konvektive Wärmeabgabe. Diese Luftschicht bildet einen wenige Millimeter dicken Schleier, der sowohl mit zunehmender mittlerer Luftgeschwindigkeit als auch mit der Turbulenz stärker gestört und damit dünner wird. Die Folge ist eine erhöhte konvektive Abkühlung des Körpers (z. B. der Stirn) und bei Unterschreiten einer bestimmten Hauttemperatur, Einsetzen von Zugempfinden.*

* Daß das „Zukühl-Empfinden“ über Temperaturfühler unmittelbar unter der Hautoberfläche erfolgt und nicht über irgendwelche Wärmestromfühler, wird von dem Physiologen Benzinger in [9] überzeugend beschrieben.

Messungen am künstlichen Kopf

Zur Überprüfung der o. g. Hypothese der Wirkung von mittlerer Luftgeschwindigkeit und den Turbulenzgrad auf das Zugempfinden wurden im Klimastraum des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik entsprechende grundlegende Untersuchungen begonnen. Mit Hilfe einer optischen und damit praktisch störungsfreien Methode wurde der konvektive Wärmeentzug an der Stirn eines beheizten künstlichen Kopfes, bei Anströmung von vorn und mit Variationen von mittlerer Luftgeschwindigkeit und Turbulenzgrad, gemessen. Die Ergebnisse der Messungen zeigen, daß der konvektive Wärmeentzug mit abnehmender Dicke der o. g. warmen Luftschicht zunimmt (Dicke der Lufttemperatur-Grenzschicht). Zudem lassen die Ergebnisse erkennen, daß diese Grenzschicht proportional ist dem Produkt aus mittlerer Luftgeschwindigkeit und Turbulenzgrad. Im einzelnen sind die bisherigen Labormessungen in [10] beschrieben. Somit ist festzustellen, daß die o. g. Hypothese

und damit die genannten Anforderungen an die Zugfreiheit zumindest für Anströmung von vorne bestätigt wurden.

Unter zusätzlicher Berücksichtigung der in Abb. 1 eingetragenen Behaglichkeitsgrenzkurve sowie einer in [11] vorgestellten Wärmebilanzgleichung für die trockene Wärmeabgabe des Menschen läßt sich Abb. 2 herleiten. In gleicher Weise wie in Abb. 1 für eine Umgebungstemperatur von 22 °C sind hierin die Behaglichkeitskurven auch für weitere Umgebungstemperaturen dargestellt. Hierbei wurden vereinfachend Gleichheit von Luft- und Umschließungslufttemperatur angenommen.

Messungen in der Praxis

Eine weitere Bestätigung für die aufgestellten Anforderungen an mittlere Luftgeschwindigkeit und Turbulenzgrad stellen die Ergebnisse von Messungen der Luftbewegung und Befragungen in fünf nichtklimatisierten und in sechs klimatisierten Gebäuden dar (näher beschrieben in [1] und [12]). Gemessen an den in Abb. 2 wiederge-

gebenen Kriterien lagen praktisch alle in den Gebäuden ohne Klimaanlage ermittelten Luftbewegungen im „zugfreien“ Bereich (hier nicht dargestellt). Von den in den Gebäuden mit Klimaanlage ermittelten Luftbewegungen lag der überwiegende Teil im zugfreien Bereich. Knapp die Hälfte der Meßwerte lag im „zugbelasteten“ Bereich, davon viele in der Nähe der Behaglichkeitsgrenzkurve, einige deutlich darüber. Dieses Ergebnis steht im Einklang mit der Befragung, wonach in den Räumen mit Klimaanlage signifikant mehr über Zugluft geklagt wurde als in den nichtklimatisierten Räumen. Hingegen „paßt“ das Befragungsergebnis nicht zu der bisher üblichen Bewertung der Luftbewegungen nach DIN 1946, Teil 2. In Abb. 3 können die Meßwerte mit der DIN-Bewertungskurve verglichen werden. Demnach wären alle Meßpunkte, die bei einer Umgebungstemperatur unter 22 °C ermittelt wurden, im zugbelasteten Bereich; also etwa die Hälfte aller Meßwerte und zwar unabhängig von der Klimatisierung!

Zusammenfassung und Ausblick

Aufgrund der vorliegenden Labor- und Praxismessungen ist festzustellen, daß künftig andere Anforderungen an die Zugfreiheit zu stellen sind als bisher. Diese Anforderungen müssen sowohl Grenzwerte für die mittlere Luftgeschwindigkeit als auch für das zeitlich dynamische Verhalten der Luftbewegungen, nämlich deren Turbulenzgrad und ggf. auch deren Frequenz enthalten. Dies schließt ein, daß bei geringer Turbulenz – wie in Reulufräumen – größere Luftgeschwindigkeiten als bisher zulässig sind. Bei höherer Turbulenz und Temperaturen unter 22 °C – wie z. T. in Büroräumen – sind die geltenden Anforderungen nicht ausreichend. Für eine endgültige Festlegung der Anforderungen an die Zugfreiheit sind weitere physikalische Labormessungen sowie umfangreiche Messungen vor Ort mit gleichzeitiger Befragung erforderlich.

Literatur

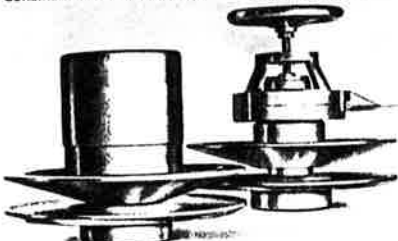
- [1] Kröling, P.: Gesundheits- und Befindensstörungen in klimatisierten Gebäuden. W. Zuckschwerdt Verlag, München, Bern, Wien (1985)
- [2] Bolander, E. et al.: Risker i jobbet: LO-enkäten Bokförlaget Prisma, Lund (1971)
- [3] Arbejds miljøgrupper af 1972: Arbejds miljøundersøgelsen. Rapport nr. 2 København (1974)
- [4] Nemecek, J. und Grandjean, E.: Arbeitsphysiologische Untersuchungen der Umweltfaktoren in Großraumbüros. Der ärztliche Dienst. Januar/Februar (1982)
- [5] Pütz, M.; Zwad, W. und Popka, E.: Raumklima. Überprüfung und Messung des Raumklimas in Gewerbebetrieben. Technik am Bau (TAB), 11 (1980), H. 7, S. 603-605
- [6] Cakir, A. et al.: Anpassung von Bildschirmarbeitsplätzen an die physische und psychische Funktionsweise des Menschen. Forschungsbericht des Instituts für Arbeitswissenschaften der TU Berlin. Hrg.: Der Bundesminister für Arbeit und Sozialordnung (1978)
- [7] DIN 1946: Raumlufttechnik. Teil 2: Gesundheitstechnische Anforderungen. Beuth-Verlag, Berlin, Januar 1983
- [8] Mayer, E.: Die thermischen Bestimmungselemente des Schutzraumklimas und ihre Wertigkeit, Teil 1: Konvektive Wärmeabgabe. Bericht B Ho 10/78 des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik (1978)
- [9] Benzinger, T.H.: The Physiological Basis for Thermal Comfort. INDOOR CLIMATE, Danish Building Research Institute, Copenhagen, S. 441-474 (1979)
- [10] Mayer, E.: Untersuchungen von Zugserscheinungen mit Hilfe physikalischer Meßmethoden. Gesundheits-Ingenieur 106 (1985), H. 2, S. 65-73
- [11] Mayer, E.: Entwicklung eines Meßgerätes zur getrennten und integrativen Erfassung der physikalischen Raumklimakomponenten. Diss. Techn. Univ. München (1983)
- [12] Mayer, E.: Auch die Turbulenzen sind wichtig. CCI, 19 (1985), H. 10, S. 20



Ehrensache, daß wir beim ersten Mal dabei sind!

Nämlich dann, wenn Sie unsere Regelscheiben einbauen. Wenn Sie vor der Serie die ersten Funktionsprüfungen fahren. Doch schon vorher haben Sie mit Sicherheit von unserem „Know-How“ profitieren können. Und dann geht es weiter mit dem „Dienst am Kunden“:

Telefon-Service, Monteur-Bereitschaft, Sofort-Lieferung ab Lager von kompletten Einheiten und Einzelteilen, schnelle Lieferung von Sondergrößen, kontinuierliche Information... Als Allererstes schicken wir Ihnen gerne unseren Katalog. Sie werden sehen, in punkto Riemenscheiben-Regelung dokumentiert er den neuesten Stand der Technologie.



BECKER Regelgetriebe. Die mit den patentierten asymmetrischen Riemenscheiben. Für Motorleistungen bis 150 kW.



BECKER

BECKER-Antriebe GmbH
Postfach 67
D-8349 Slinn/Hess. 1
Telefon (0 27 72) 5 10 63
Telex 873 419



Ideen von BECKER für Regelung & Antrieb, Informationen kostenlos erwünscht!

Bitte gleich ausfüllen, ausschneiden, abenden. Antwort kommt postwendend.

Mit flexiblen Rohren lassen sich lufttechnische Anlagen spitz rechnen

Im Einkauf, weil die Typenvielfalt bewährter Qualitäten jedem Preisvergleich mit anderen Systemen standhält.

In den Montagezeiten, weil flexible Rohre vor allem wegen ihres eleganten „Kurvverhalten“ unschlagbar sind.

Machen Sie die Probe aus Exempel. Wir helfen Ihnen dabei. Nicht zuletzt durch unsere Verpflichtung zu einer die Anforderungen der DIN 24 146 erfüllenden und überwachen Gütesicherung.

Rohre und Schläuche, auch wärmeisoliert, Telefonieschäldämpfer, Schläuche für den Anschluß von Wärmepumpen – wo Flexibilität Vorteile bringt, ist Ohler Flexrohr im Plus.



Mitglied der Gütegemeinschaft biegsame Rohre



Wir bieten Ihnen ausführliche Informationen für jede Produktgruppe. Schreiben Sie uns oder rufen Sie uns an.

Alcan Ohler GmbH
Betriebsbereich Ohler Flexrohr

D-5970 Plottenberg-Ohle · Telefon (02391) 611 · Telex 8201 801



„Innenluft-Qualität“ bei Honeywell

Karlsruhe/CT: Die Firma Honeywell hat unter der Bezeichnung „Diagnosen der Innenluft-Qualität“ einen neuen Dienstleistungsbereich eingerichtet, dessen Stab aus fünf Mitarbeitern besteht.