

# Behaglichkeit bei Fensterlüftung

Olaf Zeidler, Berlin<sup>1)</sup>

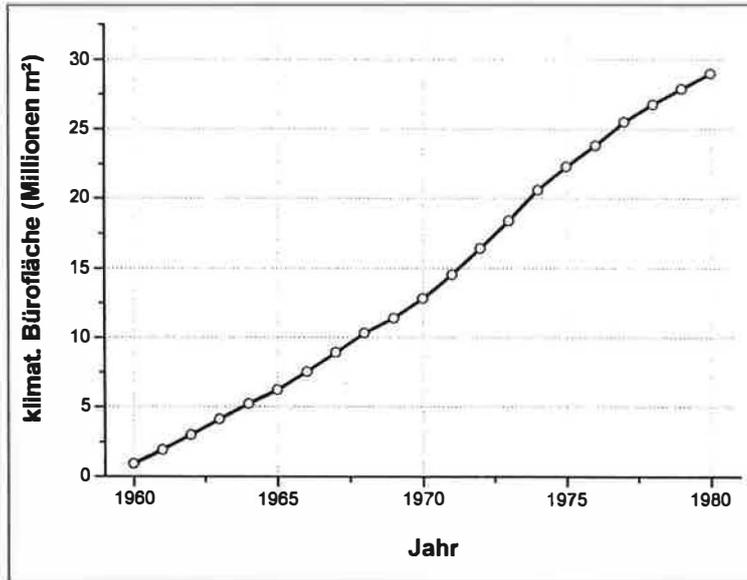


Bild 1 | Kumulierte, klimatisierte Fläche in Bürogebäuden der Bundesrepublik Deutschland.

Die in den 60er bis 80er Jahren in der Bundesrepublik installierten RLT-Anlagen in Büro- und Verwaltungsbauten sind oft in einem schlechten Zustand. Das Ende ihrer Lebensdauer ist erreicht. Es stehen umfangreiche Sanierungsmaßnahmen an. Im Rahmen des Forschungsvorhabens SANIREV wurden daher Betrachtungen zum Sanierungspotential gemacht. Wenn die thermischen Lasten im Zuge einer Gebäudesanierung stark reduziert werden, dann stellt sich häufig die Frage ob nicht gänzlich auf eine RLT-Anlage verzichtet werden kann. Allerdings kann mit einer Fensterlüftung nicht für alle Bedingungen Behaglichkeit hergestellt werden. Deshalb wird am Hermann-Rietschel-Institut die Raumluftströmung bei Fensterlüftung untersucht.

## Sanierungsbedürftige RLT-Anlagen

Seit den 60er Jahren werden Büro- und Verwaltungsbauten vermehrt mit raumlufttechnischen Anlagen ausgestattet. Mittlerweile ist der Zustand der 20 bis 30 Jahre alten Anlagen schlecht. Sie arbeiten ineffektiv und eine Sanierung ist notwendig. In den letzten Jahren haben sich aber auch die Anforderungen an den thermischen Komfort verschärft und oft wurde die

Nutzung des Gebäudes durch Umbauten verändert. So empfiehlt es sich, bei einer Sanierung den Wärme- und Kältebedarf des Gebäudes neu zu bestimmen. Läßt sich der Luftvolumenstrom reduzieren, so führt dies bei Nur-luft-Systemen bereits zu einer deutlichen Senkung der Betriebskosten.

Das Sanierungspotential wurde aus der Anzahl der klimatisierten Gebäude der Bundesrepublik ermittelt. Direkte Angaben darüber gibt es leider nicht. So wurde aus statistischen Jahrbüchern zur Bautätigkeit und aus Absatzzahlen der Klimabranche die kumulierte, klimatisierte Bürofläche ermittelt (Bild 1).

Das Bild 1 zeigt, daß bis 1980 rund 28 Millionen m<sup>2</sup> klimatisierte Fläche entstanden. Eine Untersuchung der einzelnen Marktanteile der verschiedenen RLT-Systeme ergab, daß ca. 70% bzw. 20 Millionen m<sup>2</sup> Nutzfläche davon von sanierungsbedürftigen Anlagen versorgt wird. Den größten Anteil daran stellen Einkanal-, Zweikanal und Zweileiter-Induktionsanlagen. Für eine angenommene durchschnittliche Nutzfläche von 2000 m<sup>2</sup>, sind das ca. 10 000 Anlagen.

Bei Sanierungskosten, die bei ca. 60% der heutigen Kosten zur Neuinstallation liegen (225,00

DM/m<sup>2</sup>), entstehen je Anlage Kosten von ca. 450 000 DM. Somit ergibt sich ein Marktvolumen für die Sanierung aller ca. 10 000 Anlagen von ungefähr 4,5 Mrd. DM.

## Fensterlüftung in Bürogebäuden

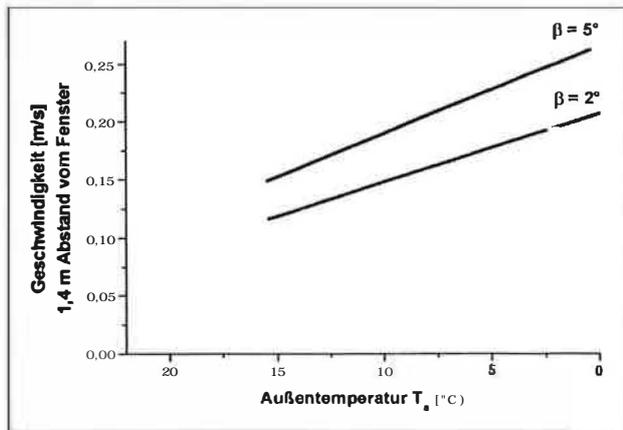
Es stellt sich nun die Frage, ob nach einer Renovierung bei verminderten thermischen Lasten weiter eine Klimaanlage betrieben werden soll. Dabei ist zu beachten, daß bei freier Lüftung nicht für alle Lastzustände und Außentemperaturen behagliche Verhältnisse geschaffen werden können. Im Rahmen des Forschungsvorhabens SANIREV, das vom BMBF gefördert wird, werden am Hermann-Rietschel-Institut Untersuchungen zur Fensterlüftung gemacht. Dabei stellte sich heraus, daß Temperaturverteilung und Luftgeschwindigkeiten im Raum die Einsatzgrenzen der Fensterlüftung bestimmen.

## Strömungsverlauf bei Fensterlüftung

Durch Winddruck und thermischen Auftrieb entsteht bei geöffnetem Fenster ein Luftaustausch zwischen innen und außen. Ist der Winddruck zu groß, werden die Fenster ohnehin geschlossen. Daher soll hier nur der kritischere Fall des Luftaustauschs durch Thermik betrachtet werden. Die Messungen werden im stationären Zustand durchgeführt. Wärmequellen und Fenster sind so eingestellt, daß die Raumtemperatur konstant bleibt. Das Versuchsprogramm umfaßt keine Versuche zur Stoßlüftung, da diese Variante nur in Einzelbüros angewendet werden kann.

Ist die Umgebungstemperatur niedriger als die Raumtemperatur, stellt sich durch den Dichteunterschied der Luft ein Druckunterschied zwischen außen und innen ein. Daraus resultiert bei öff-

<sup>1)</sup> Dipl.-Ing. Olaf Zeidler, Jahrgang 1970, ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Hermann-Rietschel-Institut für Heizungs- und Klimatechnik der TU Berlin. Zu seinen Aufgabengebieten gehören die Bearbeitung des Forschungsvorhabens SANIREV und Untersuchungen zur Raumdurchströmung bei Fensterlüftung.



damit die Dichtedifferenz von einströmender Luft zur Raumluft geringer ausfällt. Im nachfolgenden Diagramm (**Bild 9**) ist dieser Zusammenhang dargestellt. Für zwei verschiedene Öffnungswinkel eines Kippfensters sind die zu erwartenden Luftgeschwindigkeiten in 1,4 m Abstand vom Fenster aufgetragen. Es ist zu erkennen, daß ab einer Temperatur von ca. 10°C kritische Werte für den Prüfraum erreicht werden.

### Grenzen der Fensterlüftung

Ist die Außentemperatur niedriger als die Raumtemperatur, wird durch die eintretende Zuluft eine Kühlleistung in den Raum gebracht. Diese Kühlleistung hängt von den Fensteröffnungen und den Außentemperaturen ab. Diese beeinflussen wiederum die Temperaturen und Luftgeschwindigkeiten im Raum. Bezogen auf die Raumfläche kann für die Fensterlüftung eine Kühlleistungsdichte angegeben werden (**Bild 10**).

Für zwei verschiedene Öffnungswinkel des Kippfensters sind die Kühlleistungsdichten in Abhängigkeit der Außentemperatur aufgetragen. Die Raumlufttemperatur in 1,1 m Höhe beträgt in allen Fällen 22 °C. Als Hilfslinien sind Kurven für konstante Luftgeschwindigkei-

**Bild 9** Luftgeschwindigkeit in Bodennähe in Abhängigkeit der Außentemperatur.

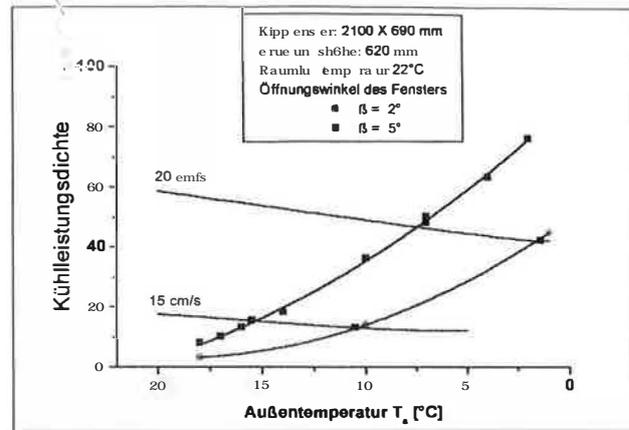
ten von 0,20 m/s und 0,15 m/s eingetragen. Es ist zu erkennen, daß Kühllasten bis ca. 20 W/m<sup>2</sup> behaglich abgeführt werden können.

Befindet sich mehr als eine Person im Raum, dann können Probleme auftreten. Die Person, die in der Nähe des Fensters untergebracht ist, wird zuerst durch Zugerscheinungen im Fußbereich gestört. Sie möchte das Fenster schließen, während sich die andere Person bei geöffnetem Fenster behaglich fühlt.

### Zusammenfassung

Im Rahmen des Forschungsvorhabens SANIREV werden am Hermann-Rietschel-Institut Untersuchungen zu den Einsatzgrenzen der Fensterlüftung durchgeführt. Diese Grenzen werden dabei im wesentlichen durch die Behaglichkeitsparameter Temperaturverteilung im Raum und Luftgeschwindigkeit beeinflusst.

In der Übergangszeit und im Winter lassen sich Kühllasten durch das geöffnete Fenster abführen. Dabei liegt die maximale Kühllei-



**Bild 10** Kühlleistungsdichte bei Fensterlüftung.

stungsdichte bei 20 bis 30 W/m<sup>2</sup> in einem 5 m tiefen Raum. Die Grenzen werden vor allem durch zu hohe Luftgeschwindigkeiten festgelegt. Bei Außentemperaturen von weniger als 10 °C kann die thermische Behaglichkeit nicht mehr eingehalten werden. Es treten dann zu hohe Luftgeschwindigkeiten und zu geringe Temperaturen in Bodennähe auf. Die Fensterlüftung hat in Bürogebäuden einen eingeschränkten Einsatzbereich. [H 685]

### Literaturangaben

- [1] Dettzer, R.: Die Fassade des Gebäudes - Ein Instrument der Planung; DKV Jahrestagung 1995 in Ulm.
- [2] Krühne, H.: Experimentelle und theoretische Untersuchungen zur Quellluftströmung; Dissertation an der TU-Berlin (1995).
- [3] Nielsen, P.V.: Die Berechnung von Raumströmungen; Klima + Kälteingenieur Ki 11/1975.
- [4] Zeidler, O.; Böttcher, O.: Sanierungspotential von RLT-Anlagen; Heizung Lüftung Haustechnik HLH Bd. 49 (1998) Nr. 3, S. 60-63.
- [5] DIN 1946 Teil 2: Raumlufttechnik-Gesundheitstechnische Anforderungen; Beuth Verlag; Berlin.