

H.M. Künzle

## Raumluftfeuchteverhältnisse in Wohnräumen

### Problemstellung

Zur rechnerischen Bestimmung des Feuchtehaushaltes von Bauteilen muß man die Luftfeuchte im Inneren von Wohnräumen kennen. Sowohl für einfache Dampfdiffusionsbetrachtungen nach Glaser, wie sie derzeit im Rahmen einer europäischen Norm diskutiert werden, als auch für komplexere Berechnungsverfahren sind genaue Kenntnisse über den Wasserdampfdruck bzw. die relative Feuchte und Temperatur in Gebäuden erforderlich. Die in DIN 4108 [1] spezifizierten raumseitigen Randbedingungen für die Tauperiode (20 °C, 50 % r.F.) und die Verdunstungsperiode (12 °C, 70 % r.F.) mögen sich zwar für feuchteschutztechnische Vergleichsbeurteilungen unter deutschen Klimaverhältnissen bewährt haben, das reale Feuchteverhalten von Bauteilen ist damit jedoch nicht nachvollziehbar. Dafür sind repräsentative Jahresverläufe der Raumluftbedingungen notwendig. Im Rahmen eines Vorhabens der Internationalen Energieagentur (IEA) wurden erste Ansätze zur Klassifizierung des Raumklimas in Gebäuden [2] gemacht, wobei aus Deutschland im Gegensatz zu anderen Ländern kaum längerfristige Feuchtemessungen vorlagen. Diese Lücke sollte durch Untersuchungen wie der hier gezeigten möglichst rasch geschlossen werden.

### Raumklimamessungen in Wohnungen

In insgesamt zehn verschiedenen Wohnräumen inklusive einem Bad und einer Küche wurden die Verläufe von Temperatur und relativer Luftfeuchte mit Hilfe von Thermohygrographen gemessen. Um auch die Verhältnisse im Sommer zu erfassen, erstreckte sich der Meßzeitraum über ein Jahr, wobei die Thermohygrographen einmal im Monat kalibriert wurden. Die untersuchten Wohnräume befinden sich in der Umgebung der Freilandversuchsstelle Holzkirchen mit eigener meteorologischer Station, so daß Zusammenhänge zwischen Raum- und Außenklima ableitbar sind. Die Auswertung der Thermohygrographenstreifen erfolgt durch computergesteuertes Einscannen mittels eines am IBP entwickelten EDV-Programmes. Die Ergebnisse dieser Auswertung sind für die zehn Wohnräume in Form von Tagesmittelwerten in Bild 1 dargestellt. Die mittleren Verläufe (durchgezogene Linien) von Temperatur (oben) und relativer Feuchte (unten) sowie die Grenzen, die von 90 % der Meßwerte nicht unter- bzw. überschritten werden (gestrichelte Linien) wurden durch sinusoidale Regression aus den Tagesmittelwerten errechnet. Während sich die mittlere Temperatur zwischen 20 °C im Winter und 22 °C im

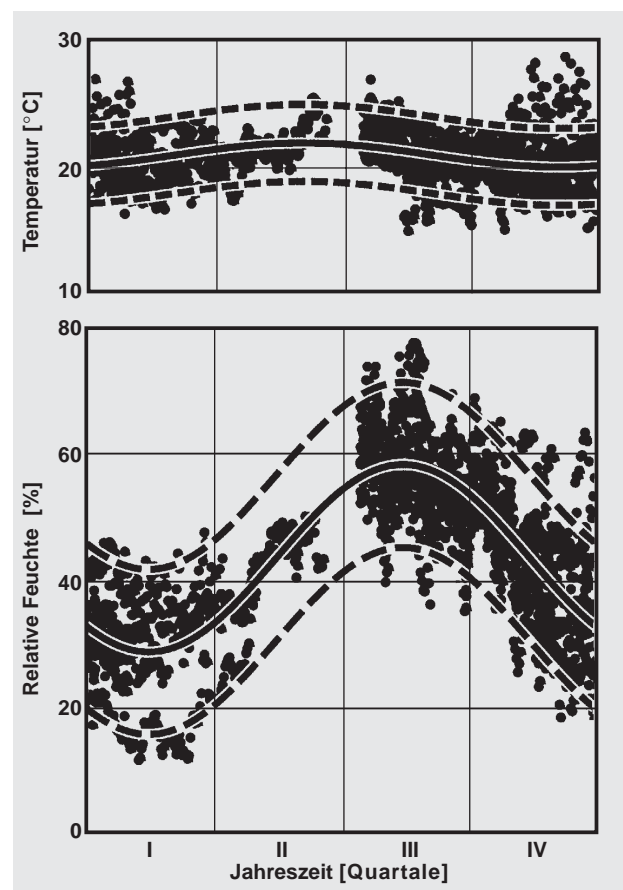


Bild 1: In zehn verschiedenen Wohnräumen gemessene Tagesmittelwerte von Temperatur und relativer Luftfeuchte mit Angabe der sinusoidalen Regressionskurve (durchgezogene Linien) und den 90 %-Grenzen (gestrichelte Linien).

Sommer bewegt, sind die Unterschiede bei der relativen Feuchte mit 30 % im Winter und 60 % im Sommer ausgeprägter. Im Gegensatz zur mittleren Außenlufttemperatur, die ihr Maximum im Juli erreicht, liegt das Maximum der Raumlufttemperatur im Juni und das der Raumluftfeuchte im August.

## Zusammenhang zwischen Raum- und Außenluftfeuchte

Zwischen der absoluten Feuchte außen  $c_a$  und im Raum  $c_i$ , die zweckmäßigerweise als Wasserdampfkonzentration angegeben wird (Unterschiede zum physikalisch korrekten Dampfdruck sind hier vernachlässigbar), herrscht ohne Berücksichtigung von Sorptionseffekten an Wänden und Möbeln folgender Zusammenhang:

$$c_i = c_a + \Delta c_L \quad \Delta c_L = \frac{m_p}{n_L} \quad (1)$$

$c_i/c_a$  [g/m<sup>3</sup>] Wasserdampfkonzentration innen/außen

$\Delta c_L$  [g/m<sup>3</sup>] Feuchtelast

$m_p$  [g/m<sup>3</sup>] Feuchteproduktion

$n_L$  [h<sup>-1</sup>] Luftwechselrate

Die Feuchtelast, die sich aus dem Verhältnis von Feuchteproduktion und Luftwechsel ergibt, ist die Differenz zwischen der absoluten Feuchte innen und außen. Wie Bild 2 oben am Beispiel eines Wohnraumes zeigt, ist diese Feuchtelast abhängig von der Außenlufttemperatur, wobei sie an einigen Tagen im Jahr aufgrund der Wasserdampfsorptionsfähigkeit von Möbeln und Wänden auch negativ sein kann. Im gleichen Bild darunter sind die ermittelten linearen Regressionen für die Feuchtelasten in allen untersuchten Wohnräumen zusammengestellt. Bei einer Außenlufttemperatur von 20 °C

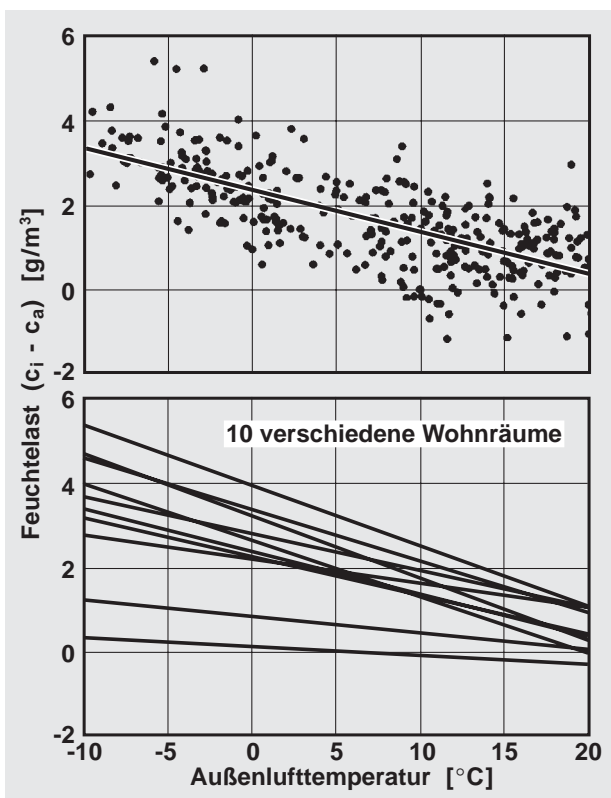


Bild 2: Zusammenhang zwischen Feuchtelast und Außenlufttemperatur an einem Beispiel mit Angabe der linearen Regression (oben) und in Form von Regressionsgeraden für alle untersuchten Wohnräume (unten).

geht die Feuchtelast in den meisten Räumen gegen Null, d.h. es wird so stark gelüftet, daß kaum noch Feuchteunterschiede zwischen außen und innen vorhanden sind. Je kühler es jedoch wird, um so mehr geht die natürliche Lüftung durch das Öffnen von Fenstern und Türen zurück und entsprechend steigt auch die Feuchtelast an. Diese Ergebnisse wurden in ähnlicher Form auch in anderen Ländern erhalten [2]. Sie scheinen daher wie folgt verallgemeinerbar:

$$c_i = c_a + f_L (20 \text{ °C} - \vartheta_a) \quad (2)$$

$\vartheta_a$  [°C] Außenlufttemperatur

$f_L$  [g/m<sup>3</sup>°C] Feuchtelastfaktor

Geht man davon aus, daß die mittlere Feuchtelast in den zehn untersuchten Wohnräumen als oberer Grenzwert für gering belastete Räume und die höchste gemessene Feuchtelast als Grenzwert für normale Feuchtebelastung anzusehen ist, ergeben sich für den Feuchtelastfaktor folgende Werte:

Feuchtelast	Feuchtelastfaktor $f_L$ [g/m <sup>3</sup> °C]
gering	0,1
normal	0,2
hoch	0,3

wobei der Grenzwert für eine hohe Feuchtelast aufgrund fehlender experimenteller Ergebnisse so definiert wird, daß er gegenüber der Grenze des Normalbereichs um 50 % erhöht ist.

### Schlußfolgerungen

Die aus den vorliegenden Untersuchungen abgeleitete Empfehlung zur Ermittlung der Raumluftfeuchte aus den Außenluftbedingungen entspricht weitgehend den derzeit im europäischen Normungsverfahren diskutierten Vorschlägen, die ihrerseits auf Erfahrungen in einigen europäischen Ländern basieren. Aufgrund des starken Einflusses wasserdampfsorbierender Oberflächen in Wohnräumen [3] ist es damit jedoch nicht möglich, kurzfristige Veränderungen der Raumluftfeuchte korrekt zu erfassen. Die in Gleichung (2) vorgestellte Ableitung sollte deshalb ausschließlich auf Monatsmittelwerte angewendet werden, da Sorptionseffekte über den Zeitraum eines Monats bei gut belüfteten Räumen weitgehend vernachlässigt werden können.

### Literatur

- [1] DIN 4108, Teil 3: Wärmeschutz im Hochbau, klimabedingter Feuchteschutz. August 1981.
- [2] Sander, C.: Heat, Air and Moisture Transfer in Insulated Envelope Parts; Task 2: Environmental Conditions. Final report IEA-Annex 24, Vol. 2, Leuven 1996.
- [3] Künzel, H.M. und Kießl, K.: Berechnung des Einflusses der Wasserdampfsorption von Oberflächenmaterialien auf das Feuchteverhalten von Wohnräumen. Gesundheitsingenieur 111 (1990), H. 5, S. 217-221.



Fraunhofer  
Institut  
Bauphysik

## FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR BAUPHYSIK (IBP)

Leiter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. mult. Dr. E.h. mult. Karl Gertis  
D-70569 Stuttgart, Nobelstr. 12 (Postfach 80 04 69, 70504 Stuttgart), Tel. 07 11/9 70-00  
D-83626 Valley, Fraunhoferstr. 10 (Postfach 11 52, 83601 Holzkirchen), Tel. 0 80 24/6 43-0