

30 (2003) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefaßt

H.M. Künzel, A. Holm, A. Kaufmann

## Raumluftbedingungen für die Feuchteschutzbeurteilung von Wohngebäuden

### Problemstellung

Die hygienischen Verhältnisse, die empfundene Luftqualität und die thermische Behaglichkeit in Wohnungen hängen stark von der Raumluftfeuchte ab. Epidemiologische Studien haben außerdem ergeben, dass die Feuchte einen wesentlichen Einfluss auf das Auftreten gesundheitlicher Beschwerden der Bewohner hat. Die relative Luftfeuchte sollte weder zu niedrig (z.B. Austrocknung der Schleimhäute, Staubbelastung) noch zu hoch sein (z.B. Risiko von mikrobiellem Wachstum, Korrosion). Um das komplexe Thema einzugrenzen, wird dargestellt, welche Obergrenzen bei der Raumluftfeuchte einzuhalten sind, um einer Schimmelpilzbildung auf Bauteiloberflächen vorzubeugen und welche Raumluftverhältnisse für die instationäre Feuchteschutzbeurteilung der Gebäudehülle eingesetzt werden können.

### Kritische Grenzen für die Raumluftfeuchte

Die Neufassung der DIN 4108-2 (März 2001) legt den Mindestwärmeschutz von Außenbauteilen so fest, dass nicht mehr die Tauwasserbildung, sondern die Schimmelpilzbildung auf den raumseitigen Oberflächen zu vermeiden ist. Damit ist in dieser Norm gemeint, dass die Feuchte an diesen Oberflächen 80 % r.F. nicht überschreiten darf. Im Gegensatz zu bisher werden mildere Außenluftbedingungen (-5 °C statt -15 °C) angenommen, so dass sich die Gesamtanforderung auf den ersten Blick kaum geändert hat. Allerdings gelten die neuen Anforderungen jetzt auch für geometrische Wärmebrücken (z.B. Raumecken), die in der alten Fassung (August 1989) ausgenommen waren. Daraus folgt, dass die Gebäudehülle vieler Altbauten zwar den alten, aber nicht mehr den neuen hygienischen Mindestanforderungen genügt. Um Schimmelpilzbildung zu vermeiden, ist es sinnvoll, die Luftfeuchte im Raum nicht über eine gebäudespezifische kritische Grenze ansteigen zu lassen.

**Bild 1** zeigt die kritischen Grenzen für die Raumluftfeuchte in Abhängigkeit von der Außenluft- und der Raumlufttemperatur für alte und moderne Gebäude entsprechend den Vorgaben der neuen DIN 4108-2. Zum Altbau zählen hier alle Gebäude, bei denen die Außenbauteile den Mindestwärmeschutz ( $R = 0,55 \text{ m}^2\text{K/W}$ ) der alten DIN 4108-2 gerade erfüllen. Dabei wird angenommen, dass im Bereich der geome-

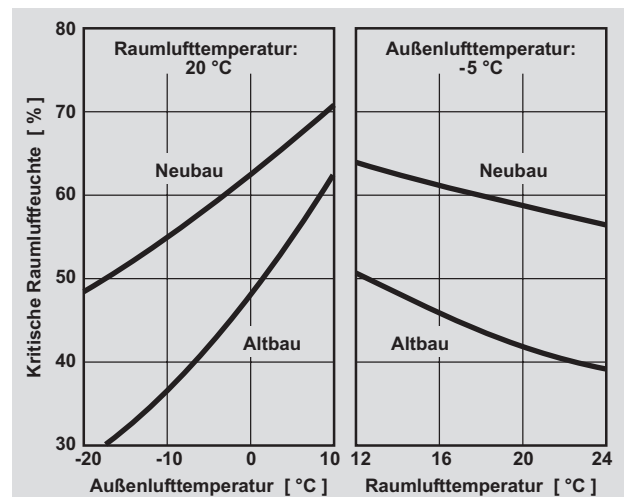


Bild 1: Kritische Obergrenzen für die Raumluftfeuchte im Alt- und Neubau zur Vorbeugung von Schimmelpilzbildung im Bereich von Raumecken.

trischen Wärmebrücken der Temperaturfaktor bei ca. 0,6 liegt. Im folgenden werden alle Gebäude, deren Außenbauteile einen U-Wert von höchstens  $0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$  besitzen (auch sanierte Gebäude) und einen Temperaturfaktor im Bereich der Wärmebrücken von mindestens 0,8 aufweisen, als Neubau bezeichnet. Die Darstellung in **Bild 1** macht deutlich, dass die maximal zulässige Raumluftfeuchte zur Vorbeugung von Schimmelpilzbildung entsprechend den Normvorgaben stark von den Witterungsbedingungen und dem Temperaturniveau im Raum abhängt. Während man im Neubau mit einer maximalen Raumluftfeuchte von 50 % r.F. im Winter unter mitteleuropäischen Verhältnissen praktisch immer auf der sicheren Seite liegt, sollte im Altbau darauf geachtet werden, dass die Raumluftfeuchte in den kalten Monaten möglichst unter 40 % r.F. bleibt.

### Raumluftbedingungen für die instationäre Feuchteschutzbeurteilung

Die instationäre hygrothermische Bauteilberechnung ersetzt mehr und mehr das bisher für Feuchteschutzbeurteilungen

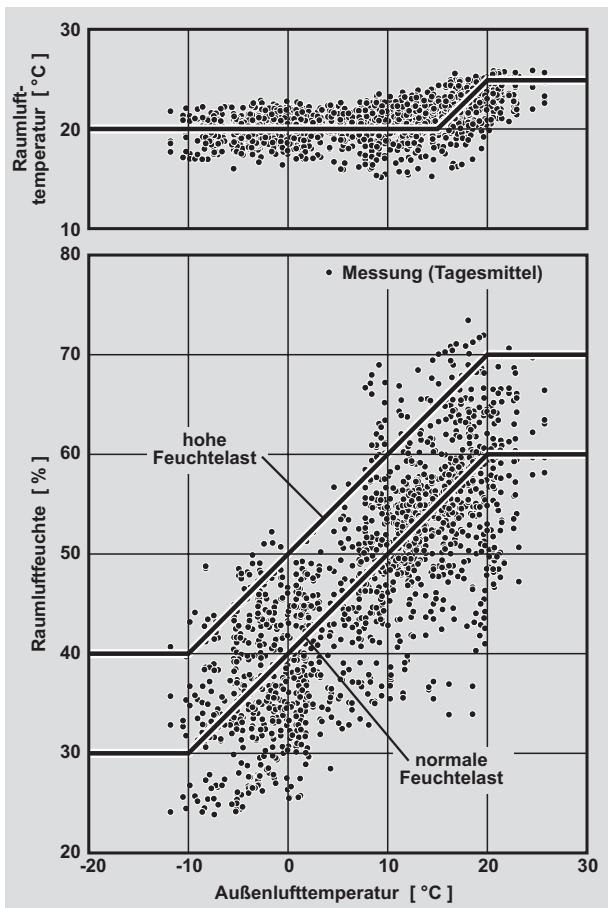


Bild 2: Zusammenhang zwischen den Raumluftbedingungen und der Außenlufttemperatur im Tagesmittel bei normaler und hoher Feuchtelast in Wohnräumen mit Angabe von Messwerten aus [1].

verwendete Glaser-Verfahren. Dies wird inzwischen auch in der Neufassung der DIN 4108-3 (Juli 2001) gewürdigt. Anders als beim Glaser-Verfahren werden für die instationäre Berechnung in der Regel repräsentative Klimadatenätze für die äußeren Randbedingungen eingesetzt. Ein Problem ist jedoch nach wie vor die richtige Wahl der Raumklimabedingungen. Neuere Ansätze gehen davon aus, dass durch die menschlichen Aktivitäten (Feuchteproduktion, Fensterlüften) eine Differenz in der Wasserdampfkonzentration zwischen Raumluft und Außenluft besteht. Diese Konzentrationsdifferenz wird mit steigender Außenlufttemperatur immer kleiner [1]. Da die Feuchteproduktion weitgehend witterungsunabhängig ist, kann das Abnehmen der Feuchtelast nur durch ein verstärktes Lüften bei höheren Außenlufttemperaturen erklärt werden. Diese These wird auch durch Untersuchungen in [2] bestätigt, die zeigen, dass die Fensteröffnungszeiten in Wohnungen fast exponentiell mit steigender Außenlufttemperatur zunehmen. Aus den Ansätzen in [1] kann bei Kenntnis der mittleren Außenlufttemperatur und der Raumlufttemperatur direkt auf die Raumluftfeuchte geschlossen werden.

In Bild 2 oben ist der schematische Zusammenhang zwischen Raumlufttemperatur und Außenlufttemperatur für normal verglaste Wohnräume dargestellt. Bleibt die Temperatur

außen im Tagesmittel unter 15 °C, wird der Raum auf konstant 20 °C geheizt. Darüber steigt die Raumlufttemperatur mit der Außenlufttemperatur an, wobei jedoch der Anstieg der Raumlufttemperatur wegen des angenommenen Einsatzes von Kühlgeräten auf maximal 25 °C begrenzt bleibt. Dadurch ist es auch möglich, die Gefahr von eventuellen Umkehrdiffusionsprozessen im feucht-warmen Klima zu berücksichtigen. Ähnlich wird bei der Bestimmung der Raumluftfeuchte vorgegangen. Bei normaler Wohnraumnutzung (normale Feuchtelast) steigt die Raumluftfeuchte proportional zur Außenlufttemperatur (Tagesmittel) von 30 % r.F. bei -10 °C auf 60 % r.F. bei 20 °C an. Außerhalb dieses Temperaturbereichs sollen die Werte auf dem Niveau der Grenzwerte bleiben. Die Ergebnisse einer Neuauswertung der in [1] beschriebenen Untersuchung in Wohnräumen, die ebenfalls in Bild 2 eingezeichnet wurden, bestätigen, dass die neuen Vorschläge für mitteleuropäische Klimaverhältnisse realistisch sind. Für instationäre Berechnungen, die feuchtetechnisch auf der sicheren Seite liegen sollen, kann es zweckmäßig sein, den dargestellten Zusammenhang für eine hohe Feuchtelast zu wählen, der parallel zu den Normalbedingungen verläuft.

### Schlussfolgerungen

Die hier dargestellten Zusammenhänge in Bezug auf die kritischen Grenzen für die Raumluftfeuchte zur Vorbeugung von Schimmelpilzbildung im Bereich von geometrischen Wärmebrücken können als eine einfache Abschätzung dienen. Für genauere Analysen sind instationäre Betrachtungen der mikrobiellen Wachstumsbedingungen [3] und des hygrothermischen Gebäudeverhaltens [4] erforderlich.

Für die Feuchteschutzbeurteilung der Gebäudehülle durch instationäre Bauteilberechnung (z.B. WUFI) sollten möglichst realistische Raumluftbedingungen eingesetzt werden. Falls keine genaueren Informationen über den jahreszeitlichen Verlauf der Raumlufttemperatur und -feuchte vorliegen, ist es zweckmäßig, auf die in Bild 2 dargestellte Abhängigkeit der Raumklimabedingungen von der mittleren Außenlufttemperatur zurückzugreifen. In der Regel ist dabei die Funktion für die normale Feuchtelast zu verwenden, da die so errechnete Luftfeuchte unter der in Bild 1 dargestellten kritischen Grenze für Alt- und Neubauten liegt. Die Funktion aus Bild 2 für die hohe Feuchtelast ist nur für Beurteilungen im Neubaubereich einsetzbar, da im Altbau unter diesen Bedingungen Schimmelpilzwachstum nicht auszuschließen ist.

### Literatur

- [1] Künzel, H.M.: Raumluftfeuchteverhältnisse in Wohnräumen. IBP-Mitteilung 24 (1997) Nr. 314.
- [2] Hausladen, G. und Oppermann, J.: Fensterlüftungsverhalten in Niedrigenergiehäusern – ein Modell. HLH 53 (2002), H. 2, S. 56-60.
- [3] Sedlbauer, K.: Vorhersage von Schimmelpilzbildung auf und in Bauteilen. Dissertation Universität Stuttgart 2001.
- [4] Holm, A., Sedlbauer, K., Künzel, H. M. et al.: Berechnung des hygrothermischen Verhaltens von Räumen - Einfluss des Lüftungsverhaltens auf die Raumluftfeuchte. Tagungsband des 11. Bauklimatischen Symposiums, Eigenverlag TU Dresden (2002), S. 562-575.