

15 (1988) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefaßt

## Fraunhofer-Institut für Bauphysik

H. Künzel

### Richtiges Heizen in historischen Gebäuden

Unsere heutigen Vorstellungen über das Heizen unterscheiden sich wesentlich von den früheren Möglichkeiten und Verhältnissen. Heute betrachten wir es als selbstverständlich, daß in einem Raum, der dem Aufenthalt von Menschen dient, gleichmäßige, behagliche Raumlufttemperaturen herrschen, die in der nicht genutzten Zeit - z. B. nachts - nur geringfügig abgesenkt werden. Letzteres ergibt sich bei der heutigen Wärmedämmung und Speicherefähigkeit der Bauteile sowie bei den guten Regelungsanlagen gewissermaßen automatisch. Die frühere Ofenheizung bedurfte einer ständigen Betreuung und das Heizen beschränkte sich in der Regel auf die Tagzeit. In Bürgerhäusern, Schlössern und Klöstern wurden überdies viele Räume im Winter oft nur temperiert oder nur zeitweilig beheizt. Wenn nun solche Räume nach heutigen Gesichtspunkten und Bedürfnissen beheizt werden, sind Schäden an der alten Bausubstanz und Einrichtung meist unvermeidlich. Im folgenden werden die Gründe dafür dargelegt und Hinweise für das richtige Heizen in historischen Gebäuden gegeben. <sup>1)</sup>

Die raumklimatischen Komfortbedürfnisse haben sich im Laufe der Zeit gewandelt. Anfang dieses Jahrhunderts galt der Temperaturbereich von 18 bis 20 °C als ausreichend für Wohnräume. Heute wird nach einer Repräsentativumfrage 22 °C im Mittel als behagliche Temperatur in beheizten Räumen im Winter angesehen. Parallel zu dieser Entwicklung führten Verbesserungen der Steuerungs- und Regelungsmöglichkeiten in der Heizungstechnik zu vollautomatischen, fast wartungsfreien Heizanlagen. Die Folge war, daß die Räume immer gleichmäßiger und auf höhere Mitteltemperaturen beheizt wurden.

Mit der stärkeren Beheizung sinkt - bei unveränderter interner Feuchtfreisetzung und unverändertem Luftwechsel - die relative Feuchte der Innenluft ab. Bestimmt wird die Feuchte der Raumluft unter diesen Voraussetzungen von

der Höhe der Außenluftfeuchte. Welche Innenluftfeuchte entsteht, wenn man wasserdampfgesättigte Außenluft unterschiedlicher Temperatur auf 15 °C bzw. 20 °C erwärmt, geht aus folgender Gegenüberstellung hervor:

Temperatur Wasserdampfgesättigte Außenluft (100 % r.F)	Relative Luftfeuchte	
	bei Erwärmung auf 15 °C	bei Erwärmung auf 20 °C
-10 °C	15 %	11 %
0 °C	36 %	26 %
10 °C	72 %	53 %

Diese von den Außenluftbedingungen abhängigen "Basiswerte" der Raumluftfeuchte erhöhen sich durch die wohnbedingte Feuchtezufuhr. Je geringer diese ist und je größer der Austausch zwischen Raumluft und Außenluft (Luftwechsel), umso näher kommen die tatsächlichen Werte der Raumluftfeuchte diesen Basiswerten. Umgekehrt stellen sich - was z. B. in Bauten mit modernen, dicht schließenden Fenstern in letzter Zeit häufig auftritt - bei hohen internen Feuchteemissionen und niedrigem Luftaustausch - innen deutlich höhere Feuchtegehalte ein als außen.

Da als maßgebende Raumlufttemperatur bei dieser Betrachtung längerfristige Mittelwerte gelten, kann man 15 °C als zutreffend für intermittierendes Heizen früherer Art ansehen, während eine Mitteltemperatur von 20 °C heutigem stationärem Heizbetrieb entspricht. Die oft vorgebrachte Aussage "Zentralheizung macht trockene Luft, die frühere Ofenheizung war gesünder!" geht auf diese Zusammenhänge zurück. Im Prinzip ist diese Aussage richtig, nur die Ursache ist falsch dargestellt: Nicht die Art des Heizsystems war dafür maßgebend, sondern die niedrigere mittlere Raumlufttemperatur beim früheren Heizen.

<sup>1)</sup> Die Arbeit entstand im Zusammenhang mit einem Forschungsvorhaben des Bundesministeriums für Forschung und Technologie, das noch nicht abgeschlossen ist.

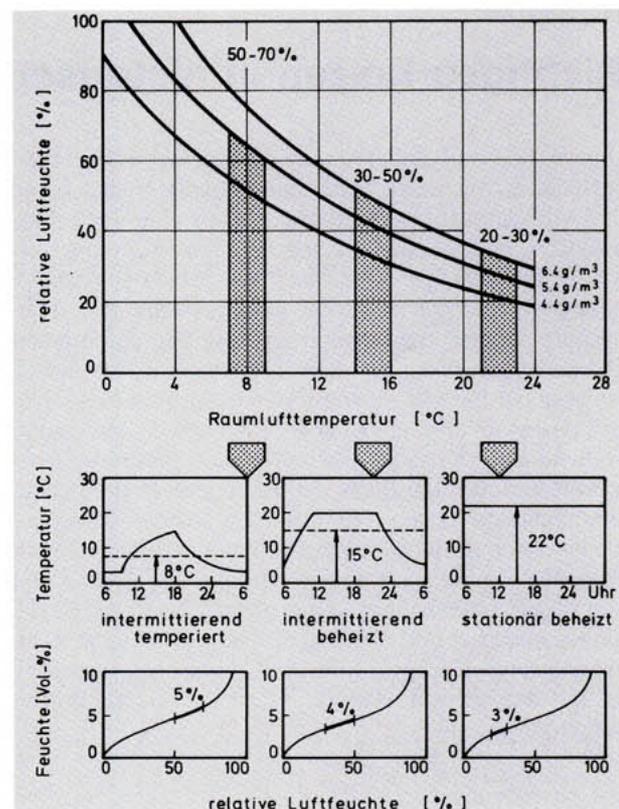
Daß bei wechselnden Temperaturen der Mittelwert der Raumlufttemperatur für den Basiswert der rel. Raumluftfeuchte maßgebend ist, hängt mit der ausgleichenden Wirkung der Sorptionsfähigkeit der Baustoffe zusammen. Nicht nur Luft kann in unterschiedlicher Weise mit Wasserdampf "beladen" werden, sondern auch poröse Stoffe nehmen Wasserdampf auf (Absorption) oder geben ihn ab (Desorption), je nach der relativen Feuchte der umgebenden Luft. Die Sorptionseigenschaften poröser, hygroskopischer Stoffe verleihen der Luftfeuchte ein gewisses "Beharrungsvermögen", das raschen Feuchteschwankungen der Raumluft bei instationären Vorgängen entgegenwirkt. Konkret laufen folgende Austauschvorgänge ab: Wird die Raumluft erwärmt, dann sinkt deren relative Feuchte. Dadurch wird Feuchtigkeit aus den Raumumschließungsflächen und Gegenständen im Raum abgegeben (desorbiert) und dadurch wird das Absinken der Luftfeuchte reduziert bzw. verzögert. Wird umgekehrt die Raumluft abgekühlt, wodurch deren rel. Feuchte steigt, oder wird der Raumluft Feuchte zugeführt (Verdunsten von Wasser), dann wird der Anstieg der Luftfeuchte durch Absorption an den genannten Oberflächen gemindert. Diese auf die Feuchteverhältnisse sich auswirkenden Sorptionsvorgänge sind vergleichbar mit Wärmespeichervorgängen, die sich ganz analog auf die Temperaturverhältnisse auswirken (Minderung der Temperaturschwankungen bei wechselnder Wärmezufuhr). Beide Effekte - Sorptionsfähigkeit und Wärmespeicherfähigkeit - wirken sich nur bei instationären Feuchte- bzw. Wärmeeinwirkungen aus und verloren daher mit zunehmendem stationären Wohn- und Heizbetrieb an Bedeutung.

Anhand von **Bild 1** wird erläutert, wie sich intermittierendes Beheizen früherer Art oder lediglich vorübergehendes Temperieren auf die Feuchteverhältnisse in einem Raum im Vergleich zu stationärem Heizen auf eine konstante Raumlufttemperatur auswirkt. Ausgehend von einem Außenluftzustand von 0 °C und 90 % r. F. stellt sich je nach Erwärmung dieser Luft im Raum eine rel. Feuchte ein entsprechend der unteren Kurve in **Bild 1** mit dem absoluten Wassergehalt von 4,4 g/m<sup>3</sup> (entsprechend 0 °C und 90 % r.F. "Basiswert"). Durch nutzungsbedingte Feuchteproduktion im Raum bzw. durch Wasserdampf-Desorption wird sich eine höhere Raumluftfeuchte einstellen in Richtung der Kurven für einen um 1 oder 2 g/m<sup>3</sup> höheren absoluten Wassergehalt. Man erkennt, welche unterschiedlichen Bereiche der Raumluftfeuchte je nach Heizbetrieb auftreten können. Unter Zugrundelegung der in den unteren Diagrammen in **Bild 1** dargestellten Sorptionskurve für Kalkputz sind je nach Heizbetrieb mittlere Gleichgewichts-Feuchtegehalte von 3 Vol.-%, 4 Vol.-% oder 5 Vol.-% zu erwarten. Der Kalkputz wurde hier stellvertretend für andere hygroskopische Stoffe wie Holz, Textilien oder Farbschichten herangezogen, für die eine entsprechende Abhängigkeit von der Luftfeuchte besteht.

Daß die Ausstattung und Einrichtung von historischen Gebäuden, die früher nur zeitweilig beheizt worden sind, bei heutigem Heizkomfort Trocknungsrisse und andere Schäden erleiden können, wird hieraus offensichtlich. Eine Abhilfe durch Zuführen von Feuchtigkeit (Klimaanlage) kann nur dann in Betracht gezogen werden, wenn die Wärmedämmung der Gebäudeumhüllung und die Dichtheit der

Fenster den heutigen Verhältnissen entsprechen oder zumindest sehr nahekommen. Andernfalls sind Tauwasserschäden im Winter zu erwarten. Daher müssen in der Regel neue Fenster eingebaut und die Wärmedämmung der Außenwände verbessert werden, wenn ein altes Gebäude entsprechend heutigen Anforderungen beheizt und genutzt werden soll.

In den Fällen, in denen historische Gebäude z. B. musealen Zwecken zugeführt werden, ist eine volle Beheizung zur Erhaltung der Bausubstanz oder zur Verbesserung der Raumklimaverhältnisse für die Besucher nicht nötig; vielmehr ist ein intermittierendes Beheizen auf möglichst niedrige Mitteltemperaturen zweckmäßig. Diese Mitteltemperatur kann z. B. von der Außenlufttemperatur abhängig sein, so daß eine bestimmte "Übertemperatur" über der Außentemperatur angestrebt wird. Diese Art der Beheizung oder Temperierung - angepaßt an die früheren Verhältnisse - ist wirtschaftlich und dient der Erhaltung der Bausubstanz und der oft wertvollen Inneneinrichtung.



**Bild 1:** Abhängigkeit der relativen Luftfeuchte von der Temperatur bei drei verschiedenen Werten der absoluten Feuchte (Diagramm oben):

4,4 g/m<sup>3</sup> : Wassergehalt bei 0 °C und 90 % r.F.: (winterliche Außenverhältnisse)

5,4 g/m<sup>3</sup> und 6,4 g/m<sup>3</sup> : Um 1 bzw. 2 g erhöhte Raumluftfeuchte infolge Feuchtezufuhr durch Wohneinflüsse und Sorption

In den mittleren bzw. unteren Diagrammen sind beispielhaft für drei unterschiedliche Mitteltemperaturen - 8 °C, 15 °C und 22 °C - und den entsprechenden Luftfeuchtebereichen die zu erwartenden mittleren Feuchtegehalte eines Kalkputzes entsprechend dessen Sorptionskurve dargestellt.

