

31 (2004) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefasst

K. Sedlbauer , H.M. Künzler, A. Holm, A. Saur

Bauen in anderen Klimazonen – ändert sich die Bauphysik?

Hintergrund und Zielsetzung

Ein Ausweg aus der Misere der heimischen Baukonjunktur könnte im verstärkten Export von Bauprodukten liegen. Die Naturgesetze sind zwar überall dieselben, dennoch können die Baubestimmungen und -gewohnheiten im Ausland stark von den hiesigen Verhältnissen abweichen. Häufig sind diese Abweichungen durch die anderen Klimaverhältnisse im Zielland begründet. Während Brand- und Schallschutz weitgehend klimaunabhängig funktionieren, sind die deutschen Vorgaben beim Wärme- und Feuchteschutz in der Regel nicht einfach auf andere Länder übertragbar. Beispielsweise verursacht eine raumseitig angebrachte Dampfbremse im tropischen Klima mit hoher Wahrscheinlichkeit einen Feuchteschaden, da der Dampfdiffusionsstrom neun Monate lang von außen kommt. Auch die bei uns so beliebten belüfteten oder diffusionsoffenen Konstruktionen sind unter solchen Klimabedingungen nicht zu empfehlen. Problematisch sind auch Konstruktionen mit hoher Baufeuchte. Ein verstärktes Lüften durch Öffnen der Fenster ist hier kontraproduktiv, da der Taupunkt der Außenluft meist über dem der Raumluft liegt. Die Baufeuchte kann deshalb nur über die Klimaanlage abgeführt werden. Ist deren Kapazität dafür nicht ausgelegt, steigt die Raumluftfeuchte während der Austrocknungsphase so stark an, dass großflächiges Schimmelpilzwachstum zu befürchten ist.

Nicht nur das energetische, sondern auch das hygrische Verhalten von Gebäuden unter den Klimabedingungen vor Ort ist also genau zu betrachten, wenn man Feuchteschäden vorbeugen möchte. Der Export heimischer Bauprodukte und Konstruktionen ohne genaue Analyse ihres hygrothermischen Verhaltens unter den Bedingungen des Ziellandes kann nicht nur Folgekosten, sondern auch einen Vertrauensverlust für die deutsche Bautechnik nach sich ziehen. Für viele deutsche Firmen stellt sich daher die Frage, wie in anderen Klimazonen konstruiert und gebaut werden soll. Im Folgenden wird gezeigt, wie solche hygrothermischen Analysen durchgeführt werden und welche Schlüsse daraus für den Export von Bauprodukten zu ziehen sind (siehe dazu auch [2]).

Erforderliche Rechenverfahren

Wie eingangs erwähnt stellt das Thema „Bauen in anderen Klimazonen“ ein zunehmend wichtigeres Betätigungsfeld für Bauphysiker dar. Das Fraunhofer-Institut für Bauphysik (IBP) hat sich in den letzten Jahren umfangreiche Kenntnisse zu diesem Themenfeld erarbeitet. So stehen eine Reihe von Daten zu Baustoffen und Bauweisen in unterschiedlichen Ländern zur Verfügung. Auch Klimasätze wurden gesammelt, ausgewertet und aufbereitet. Letztlich konnten auch die notwendigen Rechenverfahren zur Verfügung gestellt werden, mit denen es nun möglich ist, abhängig von Konstruktion und klimatischen Randbedingungen die hygrothermische Situation verschiedener Bauteile zu erfassen. Zu diesen Verfahren zählt zum Beispiel das Rechenverfahren WUFI [1], das es erlaubt, die gekoppelten Wärme- und Stofftransporte durch Wände und Dächer ein- und zweidimensional instationär zu ermitteln. Neu ist ein feuchtetechnisches Raumklimamodell, mit dem nun auch die hygrothermischen Bedingungen in Gebäuden berechenbar sind.

Einfluss der Witterung auf die Klimatisierung

Um den witterungsbedingten Einfluss auf die in Gebäuden einzusetzende Klimatisierung andeuten zu können, wird im Folgenden ein Vergleich der erforderlichen Heiz- und Kühlleistung sowie der möglichen Entfeuchtungsraten für unterschiedliche Klimazonen diskutiert. Dabei werden die Orte Holzkirchen in Süddeutschland mit Chicago und Miami in den USA verglichen. In **Bild 1** unten sind die entsprechenden Monatsmittelwerte für Temperatur und relative Feuchte der Außenluft in den drei genannten Orten dargestellt. Dabei ist festzustellen, dass die Außenlufttemperatur in Holzkirchen im Winter in etwa der von Chicago entspricht, es aber in Chicago im Sommer wärmer ist. In Miami hingegen liegt die Außenlufttemperatur über das gesamte Jahr hinweg über 20 °C bei einer relativen Feuchte von im Mittel 75 %. **Bild 1** oben zeigt unter Berücksichtigung dieser Klimarandbedingungen die mit dem Rechenverfahren WUFI[®] ermittelten zeitlichen Verläufe der Entfeuchtungsraten sowie der

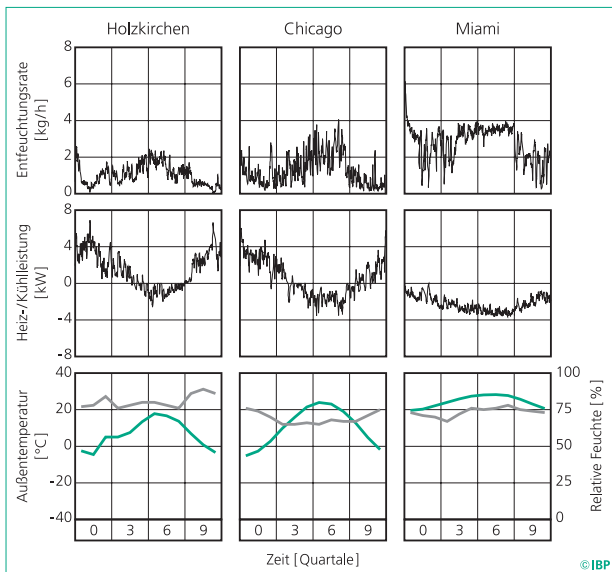


Bild 1: Berechnete zeitliche Verläufe der Entfeuchtungsrate sowie der erforderlichen Heiz- und Kühlleistung für einen Modellraum aus Porenbeton und Darstellung der Monatsmittelwerte für Temperatur (schwarze Kurve) und relative Feuchte (graue Kurve) der Außenluft an den Standorten Holzkirchen, Chicago und Miami.

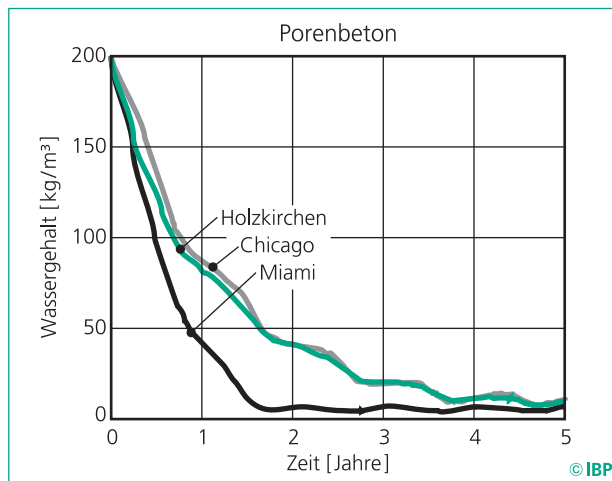


Bild 2: Berechneter zeitlicher Verlauf des Wassergehalts im Porenbeton einer Dachkonstruktion für die Standorte Holzkirchen, Chicago und Miami.

erforderlichen Heiz- und Kühlleistung für einen Modellraum aus Porenbeton, der in [2] genau beschrieben ist. Es wird als Randbedingung angenommen, dass in dem 250 m³ großen und 100 m² umfassenden Raum von 8 bis 19 Uhr eine Temperatur von 20 °C herrscht. Ferner wird eine Feuchteproduktionsrate von 2,5 kg je Stunde und interne Wärmequellen mit einer Leistung von 2,0 kW angenommen. In der restlichen Zeit, also nachts, beträgt die Temperatur 16 °C bei 0,5 kg je Stunde Feuchteproduktion und Wärmequellen mit 0,5 kW. Der Luftwechsel wird mit einem Wert von 1 angesetzt, d.h. innerhalb einer Stunde wird die komplette Luft im Raum ausgetauscht. Eine strikte Einhaltung der Temperaturwerte erfolgt mithilfe einer idealisierten Klimaanlage im Programm WUFI®+. Man erkennt in **Bild 1** oben deutlich, dass sich bei den vorgegebenen Raumklimabedingungen in Holzkirchen die geringsten Entfeuchtungsraten ergeben, während in Chicago diese vor allen Dingen im dritten Quartal höher liegen.

Wie das rechte Bild zeigt, muss über das ganze Jahr hinweg in Miami mit Entfeuchtungsraten von bis zu 4 kg je Stunde gerechnet werden. In diesem Fall erkennt man vor allem die erhöhten Aufwendungen für die Entfeuchtung in den ersten Wochen. Dies ist bedingt durch die in der Konstruktion befindliche Baufeuchte, die erst mit der Zeit austrocknen muss.

Bild 2 zeigt dazu beispielhaft den berechneten zeitlichen Verlauf des Wassergehalts im Porenbeton der verwendeten Dachkonstruktion für die drei Standorte. Als Randbedingung für das Innenklima wurden die in den jeweiligen Ländern bekannten Richtlinien bzw. Entwürfe verwendet. Man erkennt, dass vor allem in Miami eine rasche Austrocknung erfolgt. Diese Feuchtemenge wird dem Raum zugeführt, was zu der in der ersten Zeit erhöhten Entfeuchtungsrate führen muss. Erst ab etwa dem zweiten Jahr kann dieser Effekt vernachlässigt werden. Allerdings bedeutet dies auch, dass sich der Einfluss der Baufeuchte abhängig vom Klimastandort mit erhöhten Lüftungs- oder Entfeuchtungsaufkommen bemerkbar machen kann. In Miami wäre deshalb während der Austrocknungsphase eine doppelt so hohe Kapazität der Klimaanlage erforderlich. Dies sollte bei Auslegung und Betrieb des Gebäudes stets berücksichtigt werden. Um eine erhöhte Feuchtebelastung im Raum zu vermeiden, kann entweder der Porenbeton vorgetrocknet werden oder es sind während der Bauphase spezielle Bautrocknungsgeräte aufzustellen, die die anfallende Feuchtemenge abführen.


Bild 1 Mitte zeigt die sich für die drei Standorte ergebenden erforderlichen Heiz- und Kühlleistungen für den Modellraum. Man erkennt zwischen den Standorten Holzkirchen und Chicago kaum einen Unterschied. Im Winter ist in beiden Orten zu heizen, im Sommer für einen kurzen Zeitraum zu kühlen. Die Kühlleistung könnte aber an beiden Standorten gegebenenfalls entfallen, wenn man nicht die scharfen Anforderungen von 20 °C tags und 16 °C nachts vorschreibt. Anders die Situation in Miami. Dort ist nie mit Heizleistung, aber über das ganze Jahr hinweg mit Kühlleistung zu rechnen. Zur Reduktion der Kühlleistung wäre vor allen Dingen eine möglichst effektive Wand- und Dachdämmung sowie eine außenliegende Verschattung der Fenster anzuraten.

Schlussfolgerung

Der diskutierte Fall zeigt, dass in dem Thema "Bauen in anderen Klimazonen" großes Potenzial sowohl aus wissenschaftlicher als auch aus wirtschaftlicher Sicht begründet liegt. Man sollte daher weitere Untersuchungen anstellen, um zum einen mitteleuropäische Bauweisen und -produkte ohne das Risiko eines Schadens in andere Klimazonen exportieren zu können und um andererseits zu lernen, wie in anderen Ländern, sinnvoll dem Klima angepasst, gebaut wird.

Literatur

- [1] Künzel, H. M.: Verfahren zur ein- und zweidimensionalen Berechnung des gekoppelten Feuchte- und Wärmetransports in Bauteilen mit einfachen Kennwerten. Dissertation, Universität Stuttgart (1994).
- [2] Sedlbauer, K.; Holm, A.; Künzel, H.M.; Saur, A.: Bauen in anderen Klimazonen. Bauphysik 25 (2003), H. 6, S. 358-366.



FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR BAUPHYSIK IBP

Institutsleitung: Prof. Dr. Gerd Hauser
Prof. Dr. Klaus Sedlbauer

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