

22 (1995) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefaßt

H.M. Künzle

## Regendaten für die Berechnung des Feuchtetransports

### Problemstellung

Die Berechnung des gekoppelten Wärme- und Feuchtetransports in Bauteilen hat in den letzten Jahren durch eine Verbesserung der Modellansätze eine zunehmende Bedeutung für die Bauphysik erlangt. Durch Fortschritte bei der Bestimmung von hygrothermischen Stoffkennwerten verschiedener Baustoffe ist bei genauer Kenntnis des zeitlichen Verlaufs der klimatischen Randbedingungen eine realitätsnahe Berechnung des Wärme- und Feuchteverhaltens von Bauteilen möglich [1]. Diese Aussage bezieht sich im Fall der Randbedingungen auf Berechnungen mit gemessenen Stundenmittelwerten aller klimatischen Einflußfaktoren. Während jedoch Temperatur-, Strahlungsdaten und zum Teil auch Werte für die relative Luftfeuchte von meteorologischen Stationen als Stundenmittelwerte zu erhalten sind, wird der Niederschlag häufig nur in Form von Tages- oder Halbtagessummen erfaßt. Da Niederschlagsereignisse jedoch nicht täglich auftreten (z.B. in Holzkirchen an etwa 150 Tagen im Jahr) soll im folgenden untersucht werden, ob Tagesmittelwerte der Niederschlagsdaten für Feuchtetransportberechnungen ausreichend sind.

### Schlagregenwirkung bei einer Natursteinfassade

Zur Bestimmung des Einflusses der Niederschlagsdaten auf Feuchtetransportberechnungen wird das Beispiel einer nach Westen orientierten frei bewitterten Natursteinfassade herangezogen, das in [1] im Detail beschrieben ist. Das Feuchteverhalten einer solchen Fassade wird zunächst mit den gemessenen Stundenmittelwerten der wesentlichen Klimaparameter berechnet. Anschließend werden aus diesen Klimaparametern Tagesmittelwerte bestimmt, mit denen die Feuchteberechnung unter ansonsten gleichen Bedingungen wiederholt wird. Das Ergebnis beider Berechnungen ist im Vergleich zu Meßergebnissen an Fassadenprüfkörpern in Bild 1 unten dargestellt. In den Diagrammen darüber sind die Außenlufttemperatur und -feuchte als Tagesmittelwerte sowie die Weststrahlung und der Schlagregen als Tagessummen aufgezeichnet. Der Vergleich dieser Wetterdaten mit dem Feuchteverlauf der Natursteinfassade zeigt, daß der Schlagregen den wesentlichsten Einfluß auf die Feuchteänderungen der Fassade hat. Während jedoch eine gute Übereinstimmung zwischen den Meßergebnissen und dem mit stündlichen Klimadaten berechneten Verlauf besteht, weicht der mit Tagesmittelwerten berechnete Verlauf deutlich nach oben ab. Das heißt, die mit Hilfe von Ta-

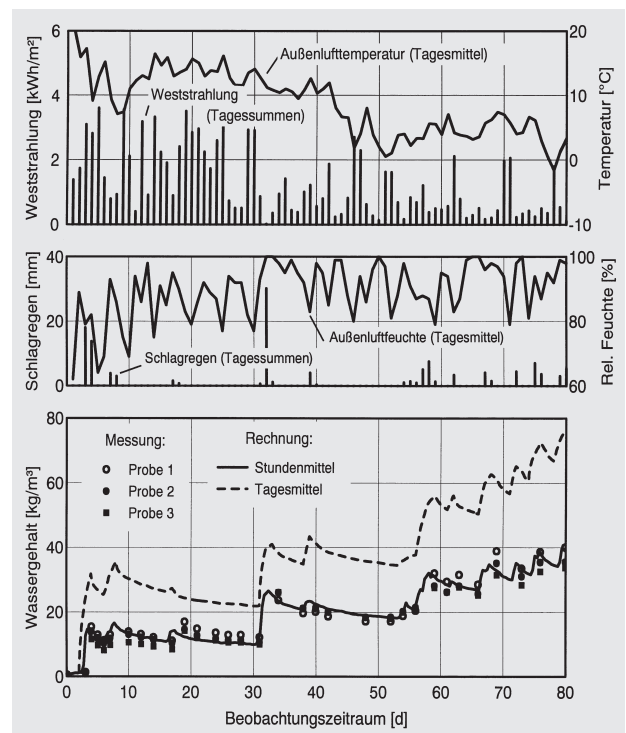


Bild 1: Berechneter Zeitverlauf des Wassergehalts einer 25 cm dicken Westwand aus Natursteinmauerwerk im Vergleich zu Messungen an 3 Natursteinfassadenproben mit Angabe der im Beobachtungszeitraum vorhandenen meteorologischen Randbedingungen.  
Oben: Gemessener Verlauf der Strahlungsintensität und der Außenlufttemperatur.  
Mitte: Gemessener Verlauf des Schlagregens und der relativen Feuchte der Außenluft.  
Unten: Wassergehaltsverlauf (berechnet und gemessen).

gesmittelwerten berechneten Wassergehalte der Fassade sind zu hoch. Diese Unterschiede ergeben sich durch die Zeitstruktur von Regenereignissen.

Die Auswertung von stündlichen Regen- und Schlagregendaten aus fünf Jahren kontinuierlicher Niederschlagsmessung in Holzkirchen (Alpenvorland 680 m über N.N.) in bezug auf die Dauer von Niederschlagsperioden ist in Form von mengenbezogenen Häufigkeitsverteilungen in Bild 2

dargestellt. Während die Hälfte der gesamten Jahresniederschlagsmenge bei Regenereignissen mit einer Dauer von etwa sechs Stunden fällt, beträgt die mittlere Dauer von Schlagregenereignissen weniger als vier Stunden. Ein Drittel aller Schlagregenperioden ist sogar kürzer als zwei Stunden. Während eine Berechnung mit Stundenmittelwerten diesem Zeitverhalten gerade noch gerecht werden kann, ist das bei Tagesmittelwerten nicht der Fall, denn die

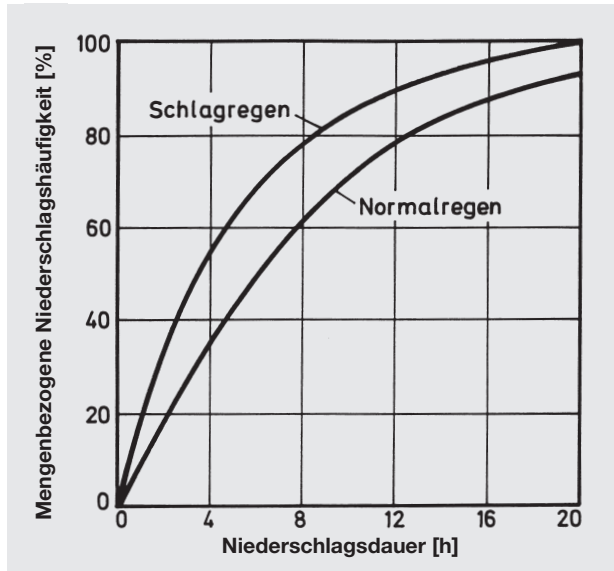


Bild 2: Summenhäufigkeit der im Zeitraum von fünf Jahren aufgetretenen Schlagregen- und Normalregenmengen in Holzkirchen, aufgetragen über der Dauer der Niederschlagsereignisse. Der Schlagregen wurde durch einen in die Westfassade einer etwa 4 m hohen Versuchshalle integrierten, kontinuierlich arbeiteten Tropfenzähler in 1,5 m Höhe bestimmt.

in einigen Stunden gefallene Niederschlagsmenge wird auf den ganzen Tag verteilt. Bei gleicher Schlagregenmenge führt jedoch eine längere Einwirkung auf die Bauteiloberfläche zu einer höheren Wasseraufnahme als eine kurzfristige intensivere Belastung, bei der überschüssiges Wasser von der Oberfläche ablaufen kann. Aus diesem Grund können Berechnungen mit Tagesmittelwerten bei berechneten Bauteilen deutlich überhöhte Feuchteergebnisse zeigen.

### Analyse der Niederschlagsdaten in den deutschen Test-Referenz-Jahren

Wie bereits ausgeführt, ist für die Ermittlung der regenbedingten Wasseraufnahme von Bauteilen die genaue Kenntnis der Niederschlagsintensität und der -dauer vor Ort erforderlich. Das bedeutet, daß für zuverlässige Berechnungen von Feuchtetransportvorgängen in berechneten Bauteilen realistische Stundenmittel der maßgeblichen Klimadaten vorhanden sein müssen. Für die Berechnung des Wärmehaushalts von Gebäuden gelten ähnliche Voraussetzungen, was zu der Entwicklung von sogenannten Test-Referenz-Jahren [2] geführt hat. Die Test-Referenz-Jahre (TRYs) enthalten stündliche Klimadatenansätze, die - basierend auf langjährigen Jahresmittelwerten und saisonalen Mittelwerten - typische Witterungsverläufe für die verschiedenen Regionen der alten Bundesländer beinhalten. Dadurch ist sichergestellt, daß die in den TRYs enthaltenen Nieder-

schlagsdaten die insgesamt anfallenden Niederschlagsmengen in realistischer Weise wiedergeben. Ob auch die Niederschlagsdauer der einzelnen Regenereignisse den realen Witterungsbedingungen entspricht, soll anhand von **Tabelle 1** untersucht werden. Dort sind für sechs TRY-Datensätze die jährliche Niederschlagsmenge und das Verhältnis der über das Jahr aufsummierten Niederschlagsstunden zur Gesamtstundenzahl eines Jahres im Vergleich zu den in Holzkirchen über fünf Jahre gemittelten Niederschlagswerten aufgeführt. Trotz des mit Abstand höchsten jährlichen Niederschlags in Holzkirchen ist die bezogene Niederschlagszeit mit 18 % nur etwa halb so hoch wie in den TRY-Datensätzen. Gemäß den Test-Referenz-Jahren müßte es in den meisten Regionen der alten Bundesländer im Durchschnitt über acht Stunden pro Tag regnen. Dies muß als unrealistisch angesehen werden und bedeutet, daß das Verfahren zur Erzeugung stündlicher Regendaten aus den vorhandenen sechs- bzw. zwölfstündigen Regensummen, das den TRYs zugrundeliegt, revisionsbedürftig ist.

Tabelle 1: Vergleich der jährlichen Niederschlagsmenge und der Anteile von Niederschlagsstunden im Jahr von sechs verschiedenen TRY-Datensätzen mit Holzkirchener Ergebnissen aus gemessenen Stundenmittelwerten. TRY: Test reference year.

ORT	Nieder-schlagsmenge [mm/a]	Niederschlagszeit/ Gesamtzeit [%]
Bremerhaven (TRY)	790	34
Essen (TRY)	1110	37
Frankfurt (TRY)	780	29
Hannover (TRY)	720	32
Hof (TRY)	880	38
München (TRY)	1180	33
Holzkirchen (IBP)	2000	18

### Praktische Konsequenzen

Für Berechnungen, wie z.B. in [1] beschrieben, aber auch für realistische Abschätzungen des Feuchteverhaltens von berechneten Bauteilen, sind stündliche Klimadatenansätze erforderlich, die sowohl die Niederschlagsintensitäten als auch die Dauer der Niederschlagsereignisse in realistischer Form enthalten. Dies ist bei den deutschen Test-Referenz-Jahren, die zur Berechnung des Wärmehaushalts von Gebäuden konzipiert wurden, nicht der Fall. Da aber der Bestimmung des Feuchteverhaltens von Bauteilen eine immer größere Bedeutung zukommt, erscheint die Entwicklung spezieller Test-Referenz-Jahre für die Feuchtebeurteilung von Gebäuden, wie sie derzeit im Rahmen des IEA-Vorhabens Annex 24 diskutiert wird, dringend geboten.

Die vorliegenden Untersuchungen wurden mit Unterstützung des Bundesforschungsministeriums und der Projektpartner aus der Wirtschaft im Vorhaben Annex 24 der Internationalen Energie-Agentur durchgeführt.

### Literatur

- [1] Künzel, H.M.: Verfahren zur ein- und zweidimensionalen Berechnung des gekoppelten Wärme- und Feuchtetransports in Bauteilen mit einfachen Kennwerten. Diss. Uni. Stuttgart 1994.
- [2] Blümel, K. et al.: Entwicklung von Test-Referenz-Jahren (TRY) für Klimaregionen der Bundesrepublik Deutschland. BMFT-Bericht FB-T 86-051.



**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