

21 (1994) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefaßt

H.M. Künzle

Bestimmung der Schlagregenbelastung von Fassadenflächen

Problemstellung

Die Wasseraufnahme von Fassadenflächen durch Schlagregenbelastung hat einen entscheidenden Einfluß auf das Feuchteverhalten von Außenwänden. Indirekt wird dadurch auch die Wärmedämmung und die Lebensdauer einer Wand beeinflußt, da erhöhte Baustofffeuchte oder häufige Feuchtwechsel die Dämmwirkung vermindern und die Baustoffverwitterung bzw. -schädigung beschleunigen. Die Ausführung einer Fassade richtet sich deshalb nach der zu erwartenden Schlagregenbelastung [1]; manche Außenwände, wie z.B. historisches Sichtfachwerk, können nur bei begrenztem Schlagregen ihre Funktion dauerhaft erfüllen [2]. Eine grobe Abschätzung der jährlichen Schlagregenbelastung (bisher allerdings nur für die alten Bundesländer) erlaubt die DIN 4108 Teil 3 [1], die bezüglich des Schlagregens drei Beanspruchungsgruppen unterscheidet. Für eine genauere Beurteilung der Verhältnisse am Objekt, insbesondere der saisonalen Niederschlagsbelastungen, sowie für die Modellierung von Feuchtetransportvorgängen ist diese einfache Klassifizierung nicht geeignet. Wesentlich detaillierter ist in diesem Zusammenhang die britische Schlagregennorm [3], in der für jeden Ort ein Schlagregenindex ermittelt wurde, aus dem mit Hilfe von Korrekturfaktoren die mittlere jährliche und die kurzzeitig höchste Schlagregenbelastung einer Fassadenfläche bestimmt werden kann. Durch die Korrekturfaktoren werden die Topographie, die Oberflächenbeschaffenheit und die Bebauung der Umgebung sowie die Position und Orientierung der Fassadenfläche berücksichtigt. Inwieweit dieses Bestimmungssystem, das dem dort herrschenden Meeresklima angepaßt wurde, auf das mitteleuropäische Kontinentalklima übertragbar ist, kann nicht ohne weiteres beantwortet werden. Die dazu notwendigen flächendeckenden Schlagregendaten sind bislang jedenfalls nicht vorhanden. Aus diesem Grund wird aufbauend auf einer Analyse von Holzkirchner Klimamessungen untersucht, ob die Schlagregenbelastung von Fassaden aus Messungen von Normalregen und Windgeschwindigkeit bestimmt werden kann.

Zusammenhang zwischen Regen und Schlagregen

Untersuchungen des Schlagregens in Abhängigkeit von der Himmelsrichtung an einem Gebäude in Holzkirchen über ein Jahr haben ergeben, daß die Belastungen der Nicht-

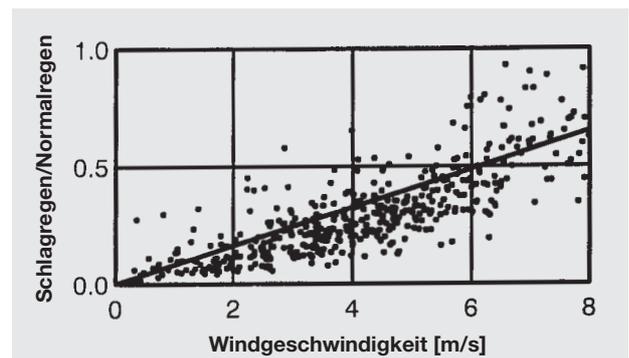


Bild 1: Abhängigkeit des Verhältnisses aus Schlagregen (gemessen an der Westfassade einer etwa 4 m hohen Versuchshalle in Holzkirchen) und Normalregen von der Windgeschwindigkeit in der Standardhöhe von 10 m. Die Meßpunkte stellen Schlagregenereignisse aus 4 Jahren dar; die durchgezogene Gerade wurde durch lineare Regression ermittelt, ihre Steigung entspricht dem Proportionalitätsfaktors r_3 in Gleichung (1).

wetterseiten mit Nord-, Ost- und Südorientierung nur 4 %, 2 % bzw. 8 % des Schlagregens auf die Westfassade ausmachen und daher in ihrer Bedeutung für den Meßstandort Holzkirchen vernachlässigbar sind. Holzkirchen liegt im Alpenvorland 680 m über dem Meeresspiegel. Die folgende Analyse der Klimadaten bezieht sich auf Stundenmittelwerte aus insgesamt fünf Jahren. Der Schlagregen wurde an der Westfassade einer freistehenden Testhalle in 1,50 m Höhe gemessen. Für die Wasseraufnahme einer Bauteiloberfläche ist neben der Niederschlagsmenge auch die Dauer des Niederschlags von großer Bedeutung. Bei einer hohen, kurzen Regenbelastung nimmt ein poröser Baustoff weniger Wasser auf als bei einer oft geringeren, aber längeren Belastung, da überschüssiges Wasser von der Oberfläche ablaufen oder wegspritzen kann.

Die Auswertung der Häufigkeit verschiedener Niederschlagsperioden ergibt für Holzkirchen einen deutlichen Unterschied in der mittleren Dauer von Regen und Schlagregen. Während die Hälfte der gesamten Jahresniederschlagsmenge bei Regenereignissen mit einer Dauer bis zu etwa sechs Stunden fällt, liegt die mittlere Dauer der Schlagregenereignisse unter vier Stunden. Schlagregenereignisse

sind also im Durchschnitt deutlich kürzer als Normalregenergebnisse. Das liegt an der Tatsache, daß Schlagregen nur in Verbindung mit Wind auftreten kann und bei Wind im Alpenvorland raschere Wetterwechsel zu beobachten sind als bei Windstille. Dies ist einer der Gründe dafür, daß das in [4] beschriebene, in Küstenländern übliche Konzept zur Berechnung des Schlagregens aus den Jahresmittelwerten von Normalregen und Windgeschwindigkeit im größten Teil Deutschlands versagt [5]. Auf der Basis von Stundenmittelwerten existiert jedoch ein fast proportionaler Zusammenhang zwischen dem Normalregen, der Windgeschwindigkeit und dem Schlagregen, wie in Bild 1 zu sehen ist. Die Auswertung stündlicher Wetterdaten aus vier Jahren zeigt, daß die Umströmungsverhältnisse eines Gebäudes auch bei unterschiedlichen Witterungsverhältnissen ähnliche Muster aufweisen, so daß die stündliche Schlagregenbelastung an der betrachteten Gebäudefassade mit Hilfe folgender Beziehung näherungsweise ermittelt werden kann:

$$R_S = r_S \cdot v \cdot R_N \quad (1)$$

- R_S [mm/h] Schlagregen senkrecht zur Gebäudeoberfläche
- R_N [mm/h] Normalregen
- v [m/s] Windgeschwindigkeit senkrecht zur Gebäudeoberfläche gemessen in der Standardhöhe von 10 m ohne Bebauungseinfluß
- r_S [s/m] positionsabhängiger Proportionalitätsfaktor

Der Proportionalitätsfaktor r_S ist jedoch von der Position der betrachteten Bauteiloberfläche am Gebäude abhängig, da die lokalen Windgeschwindigkeiten im Bereich der Fassade sehr unterschiedlich sein können. Wie groß die dadurch bedingten Unterschiede in der lokalen Schlagregenbelastung am Gebäude und davor sein können, zeigt Bild 2 am Beispiel einer Hochhausfassade und am Beispiel einer vier Meter hohen Versuchshalle. Im Fall der Hoch-

hausfassade ist mit lokalen Unterschieden im Schlagregen zu rechnen, die den Faktor vier überschreiten können. Es sind jedoch auch Fälle bekannt, in denen diese Unterschiede mehr als eine Zehnerpotenz betragen [6]. Daraus folgt für den Proportionalitätsfaktor r_S , daß auch er entsprechend positionsabhängig variieren kann. Deshalb muß r_S in der Regel durch Schlagregenmessungen vor Ort bestimmt werden. Ist r_S für einen begrenzten Zeitraum meßtechnisch ermittelt worden, so kann davon ausgegangen werden, daß dieser Wert auch für zukünftige Regenereignisse an der untersuchten Stelle gilt. Sind Schlagregenmessungen vor Ort nicht möglich, so muß r_S abgeschätzt werden. Für eine von Gebäuden unbeeinflusste Position (freistehender Regenmesser) beträgt r_S etwa 0,2 s/m [6]. Für weniger exponierte Stellen in der Mitte einer Gebäudefassade ergeben sich demgegenüber kleinere Werte für r_S (Beispiel in Bild 2: $r_S = 0,07$) und für stark exponierte Positionen im Bereich der Kanten und Ecken des Gebäudes ist mit entsprechend höheren Werten des Proportionalitätsfaktors r_S zu rechnen (siehe Bild 2).

Praktische Konsequenzen

Liegen für einen Ort stündliche Daten der Regen- und Windverhältnisse vor, so kann daraus der auf eine Gebäudefassade auftreffende Schlagregen ermittelt werden, wenn die Größe des Proportionalitätsfaktors r_S bekannt ist. Dieser Faktor muß entweder aus kurzzeitigen Schlagregenmessungen bestimmt oder aufgrund von Erfahrungen abgeschätzt werden. Dabei kann z.B. die britische Schlagregennorm [3] Hilfestellung leisten. Die so erhaltenen stündlichen Schlagregendaten lassen sich zur Beurteilung der Schlagregenbelastung von Bauteiloberflächen und als Grundlage für Feuchtetransportberechnungen, wie z.B. in [7] beschrieben, verwenden.

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] DIN 4108, Teil 3: Wärmeschutz im Hochbau. Klimabedingter Feuchteschutz. 1981.
- [2] Künzle, H.: Sanierung von Fachwerkfassaden. Baumarkt 90 (1991), H. 3, S. 158-161.
- [3] British Standard 8104: Assessing exposure of walls to wind-driven rain. 1992.
- [4] Lacy, R.A.: An index of driving rain. The meteorological magazine. Vol. 91 (1962), No. 1080, S. 177-184.
- [5] Künzle, H.: Schlagregenbeanspruchung von Gebäuden und Beurteilung des Schlagregenschutzes von Außenputzen. IBP-Bericht B Ho 7/81.
- [6] Frank, W.: Einwirkung von Regen und Wind auf Gebäudefassaden. Verlag Ernst & Sohn. Berichte aus der Bauforschung 1973, H. 86, S. 17-40.
- [7] Künzle, H.M.: Verfahren zur ein- und zweidimensionalen Berechnung des gekoppelten Wärme- und Feuchtetransports in Bauteilen mit einfachen Kennwerten. Diss. Universität Stuttgart 1994.
- [8] Schwarz, B.: Witterungsbeanspruchung von Hochhausfassaden. HLH 24 (1973), H. 12, S.- 376-384.

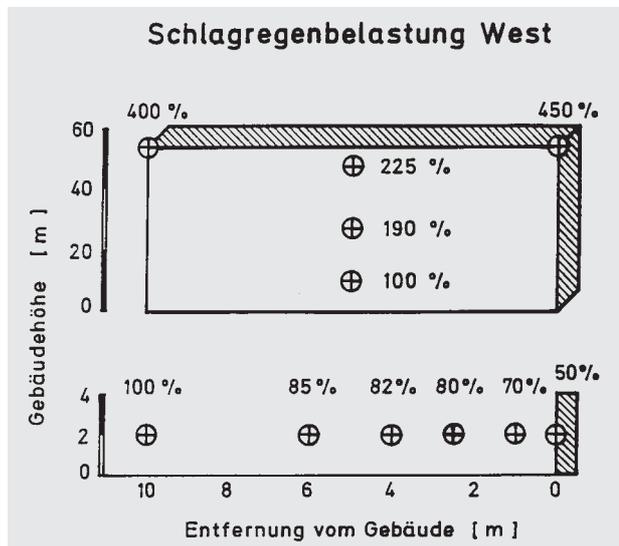


Bild 2:

- Oben: Relative Schlagregenbelastung einer Hochhausfassade [8]; der in 10 m Höhe gemessene Wert entspricht 100 %.
- Unten: Abnahme der relativen Schlagregenbelastung mit geringer werdendem Abstand vom Gebäude [5]; der in 10 m Entfernung gemessene Wert entspricht 100 %.



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