

43 (2016) NEUE FORSCHUNGSERGEBNISSE, KURZ GEFASST

Tobias Schöner, Daniel Zirkelbach

ERSTELLUNG HYGROTHERMISCHER REFERENZJAHRE (HRY) IN DEUTSCHLAND

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP

Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart
Telefon +49 711 970-00
info@ibp.fraunhofer.de

Standort Holzkirchen
Fraunhoferstraße 10, 83626 Valley
Telefon +49 8024 643-0

www.ibp.fraunhofer.de

Das Vorhaben wurde gefördert vom
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
(BMWi) – (Az: 0329663M).

Literatur

- [1] BMWi. Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung. Berlin, 2010.
[2] BMUB, Energieeinsparverordnung, 2016.
[3] WHO. Fachliche und politische Empfehlungen zur Verringerung von Gesundheitsrisiken durch Feuchtigkeit und Schimmel. Kopenhagen, 2010.
[4] Zirkelbach, D.: Klimamodelle [online], 2016. 14.12.16, 17:00. Verfügbar unter: <https://wufi.de/literatur/Zirkelbach,%20Sch%C3%B6ner%20et%20al.%20Juli%202016%20-%20Energieoptimiertes%20Bauen%20Klima-%20und%20Oberfl%C3%A4chen%20C3%BCbergangsbedingungen.pdf>
[5] Blümel, K.; Hollan, E.; Kähler, M.; Peter, R.: Entwicklung von Testreferenzjahren (TRY) für Klimaregionen der Bundesrepublik Deutschland, 1986.
[6] Künzel, H.: Verfahren zur ein- und zweidimensionalen Berechnung des gekoppelten Wärme- und Feuchte- transports in Bauteilen mit einfachen Kennwerten, Dissertation. Stuttgart, 1994.
[7] EN 15026:2007-07, Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen.

© Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP
Nachdruck oder Verwendung von Textteilen oder Abbildungen nur mit unserer schriftlichen Genehmigung

HINTERGRUND

Energieeffiziente Gebäude sind einer der zentralen Stützpfeiler der deutschen Energiepolitik. So soll nach dem Energiekonzept des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie BMWi [1] der Wärmebedarf von Wohngebäuden bis 2050 um Achtzig Prozent gesenkt werden. Neben den Transmissionswärmeverlusten müssen dazu auch die Lüftungswärmeverluste reduziert werden, z. B. durch Infiltration.

Während die aktuelle Fassung der EnEV [2] noch eine Luftwechselrate von $n_{50} = 1,5 \text{ h}^{-1}$ zulässt, ist bei energieeffizienteren Gebäuden wie Passivhäusern nur noch eine Luftwechselrate kleiner $0,6 \text{ h}^{-1}$ zulässig. Gleichzeitig empfiehlt eine Studie der WHO [3] nach Dämm-Maßnahmen einen ausreichenden Luftwechsel, um Schimmelbildung zu vermeiden. Dieser Gegensatz illustriert die Bedeutung der hygrothermischen Auslegung der Gebäudehülle bereits in der Planungsphase.

Für eine realistische hygrothermische Simulation sind repräsentative Randbedingungen notwendig, die bisher nicht immer vorhanden waren. Diese Lücke wurde nun in dem vom BMWi geförderten Projekt »Klimamodelle« [4] geschlossen. Ein wichtiger Bestandteil war dabei die Erstellung von »hygrothermischen Referenzjahren (HRY)«.

VERWENDETE DATENBASIS

Dazu wurde auf Wetterdaten von Meteo-media zurückgegriffen, da nur hier der Normalregen und die Strahlungsdaten über einen ausreichend langen Zeitraum verfügbar waren. Dabei wurden 17 Standorte mit achtjährigen Zeitreihen für die Erstellung der HRY so gewählt, dass sie nahe der Referenzstationen der »thermischen Testreferenzjahre (TRY)« des »Deutschen Wetterdienstes (DWD)« liegen.

Dies ermöglicht es, die zonale Einteilung der TRY als Ausgangsbasis für die HRY zu verwenden. Mittlere Tage schlossen etwaige Messausfälle in den Klimadaten. Die in den Messdaten fehlende atmosphärische Gegenstrahlung wurde ergänzt, basierend auf einem Modell des DWD [5] mit einem eigens entwickelten und validierten Ansatz.

METHODIK ZUR ERSTELLUNG DER HRY

Für die Erstellung der HRY wurden deskriptive statistische Maßzahlen herangezogen, wie sie z. B. auch für »Box-Whiskers-Plots« zur Anwendung kommen. Diese Maßzahlen wurden für den jeweiligen Monat, z. B. Januar, der Jahre 2003–2010 berechnet und dann mit den Kenngrößen des über den gesamten Zeitraum gemittelten Januar verglichen. Als Monat für das HRY wurde dann der Monat mit der geringsten Abweichung zum mittleren Monat gewählt.



Dieses Vorgehen ist in Diagramm 1 zusammengefasst.

Nach der Zusammenstellung des HRY aus den einzelnen Monaten wurden die Monats- und Jahresübergänge geglättet, um unrealistische Sprünge bei den einzelnen Klimaparametern zu vermeiden.

RECHNERISCHE VALIDIERUNG

Die Eignung der neuen HRY zur Bauteilbewertung wurde im nächsten Schritt durch hygrothermische Bauteilsimulationen mit WUFI® [6] überprüft. Hierfür wurden die kritischen Schichten von vier sensitiven Konstruktionen betrachtet. Dies waren:

- ein Steildach mit Blecheindeckung,
- ein Gründach,
- ein Flachdach mit heller Dachbahn und
- eine westlich orientierte Außenwand.

Zur Auswertung kam jeweils der Wassergehalt in der kritischsten Bauteilschicht, in Diagramm 2 beispielhaft für ein Blechdach am Standort Braunlage dargestellt.

Die Grafik zeigt, dass das HRY zu ähnlichen Wassergehalten im Bauteil führt wie die Verwendung der gemessenen Achtjahresdatensätze. Diese Bewertung wurde für alle vier

genannten Konstruktionen an den fünfzehn Referenzstandorten sowie an zwei Vergleichsstandorten durchgeführt.

ZONALE EINTEILUNG

Um mit fünfzehn Referenzstationen das gesamte Gebiet der Bundesrepublik Deutschland abzudecken, wurde auf die zonale Einteilung des DWD für die Testreferenzjahre zurückgegriffen. Da die Bandbreite der Simulationsergebnisse einiger Konstruktionen relativ gering war, konnte die Anzahl der Zonen reduziert werden. Für den speziellen Anwendungsbereich der hygrothermischen Bauteilsimulation verbleiben die in Tabelle 1 aufgeführten elf Zonen und Referenzstationen.

BEWERTUNGSZEITRAUM

Um auch den Einfluss von sehr kalten Jahren wie z. B. 2006 in Diagramm 2 berücksichtigen zu können, wurden wie in EN 15026 [7] beschrieben kalte HRY entwickelt, wie sie etwa alle 10 Jahre auftreten und mit den HRY zu Bewertungszeiträumen kombiniert. Der Ansatz aus der Norm stellt sich dabei als gut geeignet heraus. Verglichen mit der Überschreitungsdauer des kritischen Wassergehalts der Bauteilschichten zeigte die Kombination aus drei normalen, zwei kalten und weiteren drei normalen HRY die beste Übereinstimmung mit den gemessenen Zeitreihen.

SCHLUSSFOLGERUNG

Die im Rahmen des Forschungsprojektes »Klimamodelle« [4] neu erstellten hygrothermischen Referenzjahre geben das Verhalten der Bauteile im Vergleich zu den realen Achtjahresdatensätzen gut wieder. Für die Bauteilbemessung empfiehlt sich die oben genannte Kombination aus kalten und normalen HRY, da diese auch sehr kalte Witterungsperioden berücksichtigt. Für andere Fragestellungen, wie z. B. den Feuchteinfluss auf den Wärmedurchgang, das Langzeitverhalten oder typische Beanspruchungssituationen ist die Verwendung der normalen HRY sinnvoller.

Die Anzahl der Zonen für die HRY konnte gegenüber den TRY-Zonen reduziert werden, so dass mit elf Referenzstationen das gesamte Bundesgebiet abgedeckt wird.

- 1 Wetterstation nahe Holzkirchen zur Messung lokaler Wettereinflüsse.
- 2 Die elf HRY-Klimaregionen in Deutschland mit ihren Referenzstandorten.

Diagramm 1 Ablauf der Monatsauswahl

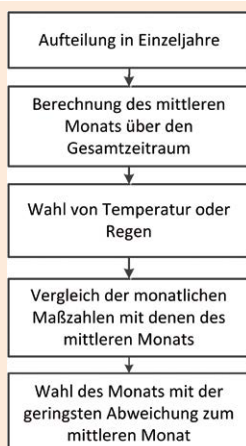


Diagramm 2 Vergleich der Wassergehalte

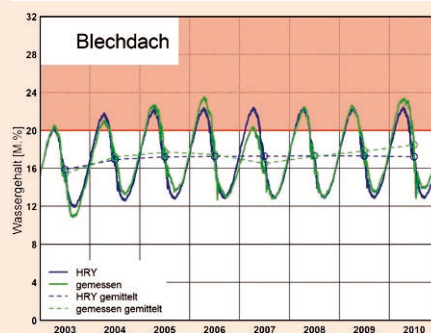


Tabelle 1 HRY-Zonen und -Referenzstationen

HRY Nr.	Station
1	Warnemünde
2	Hamburg
3	Potsdam
4	Braunlage
5	Kassel
6	Chemnitz
7	Fichtelberg
8	Mannheim
9	Fürstzell
10	Stötten
11	Lindenberg