

Feuchteschutztechnische Berechnungen flachgeneigter Dächer in Holzbauweise

Text und Grafik Martin Teibinger

Gedämmte Holzrahmenelemente mit Dachabdichtung werden aus bautechnischen (geringe Konstruktionshöhe) und wirtschaftlichen Gründen im Wohn- und Objektbau häufig für Flachdächer eingesetzt. Selbst beim Einsatz von PVC-Dachabdichtungen mit s_d -Werten von „nur“ 19,5 m entsprechen diese Aufbauten nicht den allgemeinen Grundsätzen des nach außen hin diffusionsoffenen Holzbaus. In zwei, im Jahr 2009 abgeschlossenen, Forschungsprojekten wurden die Grenzen der sommerlichen Rücktrocknung beim Einsatz von feuchteadaptiven Dampfbremsen mess- und simulationstechnisch untersucht. Im vorliegenden Artikel werden aktuelle Entwicklungen der Nachweisführung aufgezeigt.

Grenzen des Glaser-Verfahrens

Für die bauphysikalische Planung von Bauteilen hinsichtlich der Feuchtebeanspruchung aus dem Gebäudeinneren ist ÖNORM B 8110-2 [8] heranzuziehen. Gemäß dieser Norm werden, neben der Ausführung der dort präsentierten nachweisfreien Konstruktionen, auch instationäre thermisch-hygrische Simulationen oder eine Berechnung nach ÖNORM EN ISO 13788 [9] (Euroglaser) als feuchteschutztechnischer Nachweis akzeptiert. Da das Glaser-Verfahren keinen Feuchteeintrag aufgrund von Konvektionserscheinungen durch Leckagen in der luftdichten Ebene berücksichtigt, können auch für Aufbauten mit beidseitig hohen s_d -Werten positive Nachweise errechnet werden.

Planungsfehler „dicht-dicht“-Aufbau

In der praktischen Umsetzung ist allerdings immer mit leichten Luftundichtheiten und somit zusätzlichen Feuchteinträgen zu rechnen. Die so eingedrungene Feuchtigkeit kann bei „dicht-dicht“-Aufbauten nicht mehr austrocknen und es ist mit Bauschäden zu rechnen. Holzkonstruktionen mit beidseitig diffusionsdichten Baustoffen entsprechen aus diesem Grund nicht dem Stand der Technik. Es sind generell Konstruktionen mit entsprechendem Austrocknungspotenzial vorzusehen. In den letzten Jahren wurden sogenannte feuchteadaptive Dampfbremsen entwickelt. Diese haben die Eigenschaft, dass sie bei geringen mittleren Luftfeuchtigkeiten einen höheren s_d -Wert aufweisen. Bei hohen relativen Luftfeuchtigkeiten verringert sich der s_d -Wert in den Bereich von diffusionsoffenen Produkten. Bei richtigem Einsatz können diese Produkte Sicherheitsreserven der Holzbauteile darstellen. Im Winter ist in der Regel an der Dampfbremse eine geringe Luftfeuchtigkeit vorhanden, wodurch eine dampfbremsende Wirkung vorherrscht. Im Sommer kommt es bei hohen Temperaturen auf der

Dachoberfläche zu einer Feuchteumverteilung im Element, wodurch höhere Luftfeuchtigkeiten an der Dampfbremse vorherrschen. Dadurch verringert sich der s_d -Wert und die Elemente können in den Innenraum abtrocknen. Die Produkte bzw. deren Einsatz ist somit vom Innenklima und den Temperaturen am Dach abhängig. Bei Nutzungen mit hohen mittleren Luftfeuchtigkeiten während des Winters und bei Konstruktionen mit geringen Temperaturen am Dach während des Sommers funktionieren die Aufbauten nicht bzw. nur eingeschränkt. Da sich bei vollständig beschatteten, bekiesten und begrünten Dächern bzw. Dachbereichen aber auch hellen Dachoberflächen geringere Temperaturen im Sommer einstellen und somit nur eine eingeschränkte Rücktrocknung vorliegt, werden bei diesen Dächern Zusatzdämmungen empfohlen.

Einflussfaktoren

Die Einflussfaktoren hinsichtlich des Feuchtehaushaltes eines Flachdaches stellen somit die s_d -Werte der inneren und äußeren Bekleidungen und Folien, der solare Absorptionsgrad (abhängig von der Farbe) der Dachbahn, das Innenklima, die Luftdichtheitsklasse, das Außenklima und der Beschattungszeitraum dar. Planer und Ausführende können die Materialkennwerte beeinflussen. Dem Nutzer sind allerdings die Zusammenhänge einer Änderung des Innenklimas bzw. einer späteren Beschattung z. B. in Form einer nachträglichen Montage von PV-Modulen darzustellen. Die Grenzen der sommerlichen Rücktrocknung beim Einsatz von feuchteadaptiven Dampfbremsen wurden mess- und simulationstechnisch in [1, 2] untersucht. Aus den Forschungsarbeiten der Holzforschung Austria entstand eine Planungsbroschüre mit Konstruktionsvorschlägen für nachweisfreie flachgeneigte Dachkonstruktionen [3], welche eine Möglichkeit der Nachweisführung darstellt.

Nachweispyramide

Das feuchteadaptive Verhalten von feuchteadaptiven Dampfbremsen kann mit dem Glaserverfahren nicht abgebildet werden. Es ergeben sich, in Abhängigkeit der Randbedingungen, die in Grafik 1 angeführten Nachweismöglichkeiten.

Sieben „goldene“ Regeln für ein nachweisfreies Flachdach

Sofern die als Konsens der Referenten des Kongresses „Holzschutz und Bauphysik“ am 10. und 11. Februar 2011 [4] publizierten sieben „goldenen“ Regeln eingehalten

7 goldene Regeln für ein nachweisbares Flachdach (bei normalem Wohnklima nach EN 15026 [10] bzw. WTA Merkblatt 6-2 [5])

1. Es hat ein Gefälle $\geq 3\%$ vor bzw. $\geq 2\%$ nach Verformung und es
2. ist dunkel (Strahlungsabsorption $a \geq 80\%$), unverschattet und es hat
3. keine Deckschichten (Bekiesung, Gründach, Terrassenbeläge) aber
4. eine feuchtevariable Dampfbremse und
5. keine unkontrollierbaren Hohlräume auf der kalten Seite der Dämmschicht und
6. eine geprüfte Luftdichtheit und es
7. wurden vor dem Schließen des Aufbaus die Holzfeuchten von Tragwerk und Schalung ($u \leq 15 \pm 3\%$ M-%) bzw. Holzwerkstoffbeplankung ($u \leq 12 \pm 3\%$ M-%) dokumentiert

werden, ist kein weiterer Nachweis erforderlich. Die Grundlage hierfür stellen die Ergebnisse der eingangs angeführten Forschungsprojekte sowie langjährige Simulationserfahrung der Unterzeichner dar.

Planungsbroschüre „Flachgeneigte Dächer aus Holz“

Sofern die sieben „goldenen“ Regeln aufgrund z. B. temporärer Verschattung, höherer Feuchtelast, geringerer Strahlungsabsorption nicht eingehalten werden können, können Konstruktionen der Planungsbroschüre [3] gewählt werden. In der Broschüre werden nachweisfreie vollgedämmte Foliendächer in Abhängigkeit der Luftdichtheitsklasse, des Beschattungsgrades und des Innenklimas mit unterschiedlichen innenseitigen s_d -Werten und Absorptionsgraden der Dachbahn aufgelistet. Als Grundlage wurden hygrothermische Simulationen, welche anhand von Messergebnissen des mehrjährigen Forschungsprojektes [2, 6] validiert wurden, durchgeführt. Die Ergebnisse können für ganz Österreich herangezogen werden.

Objektspezifische hygrothermische Simulation

Sollten bei einem Objekt die Randbedingungen nicht den Vorgaben der Planungsbroschüre entsprechen, z. B. längere Beschattungsintervalle, so können objektspezifische hygrothermische Simulationen auf Basis einer objektbezogenen Beschattungsanalyse, siehe [7] durchgeführt werden. Hierzu wird mit Hilfe eines speziellen Spiegels vor Ort eine 360°-Fotografie erstellt, welche mittels dazugehöriger Software entzerrt wird. Die Umgebung kann auch stützend auf Bebauungsplänen o.ä. am PC nachgebildet werden, wodurch eine Betrachtung vor Ort nicht notwendig wird. Über geographische Koordinaten kann dann für jeden Standort die Sonnenbahn ermittelt und in das Panoramafoto oder die Umgebungsnachbildung eingefügt werden. Alle Objekte, die sich daraufhin im Bereich der Sonnenbahn abzeichnen, werfen zu gewissen Tages- und Jahreszeiten einen Schatten auf den betreffenden Standort. Die so gewonnenen solaren Einstrahlungsdaten können schließlich für die Wärme- und Feuchtesimulationen verwendet werden.

Resümee

Der vorliegende Beitrag zeigt die aktuellen Möglichkeiten der Nachweisführung für flachgeneigte Flachdachkonstruktionen auf. Aktuell werden in einem von der FFG geförderten und vom Österreichischen Leimbauverband und der Firma progeo unterstütztem Forschungsvorhaben das hygrothermische Verhalten von teilgedämmten partiell beschatteten Flachdächern und deren Durchströmung als Basis für die Weiterentwicklung der Simulationen sowie nachweisfreier Konstruktionen geschaffen.



Literaturverzeichnis

- [1] Winter, St.; Fülle, C.; Werther, N.: Experimentelle und numerische Untersuchung des hygrothermischen Verhaltens von flach geneigten Dächern in Holzbauweise mit oberer dampfdichter Abdichtung unter Einsatz ökologischer Bauprodukte zum Erreichen schadensfreier, markt- und zukunftsgerichteter Konstruktionen (Forschungsbericht, DGFH: Z 6 - 10.08.18.7-0718), Leipzig 2009.
- [2] Teibinger, M.; Nusser, B.: Innovative flachgeneigte hölzerne Dachkonstruktionen, FFG-Endbericht. Hg. v. HFA (Holzforschung Austria), Wien 2009.
- [3] Teibinger, M.; Nusser, B.: Planungsbroschüre. Flachgeneigte Dächer aus Holz. Eigenverlag (HFA-Schriftenreihe, 29), Wien 2010.
- [4] Borsch-Laaks, R.: Informationen im Nachgang zum Holzschutzkongress in Leipzig, 03.02.2011. E-Mail an TeilnehmerInnen am Kongress, 2011.
- [5] WTA-Merkblatt 6-2-01/D: Simulation wärme- und feuchtetechnischer Prozesse. Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e.V., 2002.
- [6] Nusser, B.; Teibinger, M.; Bednar, Th.: Feuchtetechnische Untersuchungen flachgeneigter hölzerner Dachkonstruktionen, in: OIB aktuell, Mitteilungen des Österr. Instituts für Bautechnik, Heft 3, S. 20 – 25, Wien 2010.
- [7] Nagl, St.; Nusser, B.: Viel Licht und wenig Schatten, in: HFA-Magazin (2), S. 8 – 9, 2011.

Normenverzeichnis

- [8] ÖNORM B 8110-2: Wärmeschutz im Hochbau. Teil 2: Wasserdampfdiffusion und Kondensationsschutz, 1. Juli 2003.
- [9] ÖNORM EN ISO 13788: Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen – Raumseitige Oberflächentemperatur zur Vermeidung kritischer Oberflächenfeuchte und Tauwasserbildung im Bauteilinneren, 1. Jänner 2002.
- [10] ÖNORM EN 15026: Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen – Bewertung der Feuchteübertragung durch numerische Simulation, 1. Juni 2007.

Grafik 1

Nachweispyramide für unbelüftete Flachdächer in Holzbauweise beim Einsatz von feuchteadaptiven Dampfbremsen



Dipl.-Ing. Dr. Martin Teibinger, Bereichsleiter Bauphysik in der Holzforschung Austria. m.teibinger@holzforschung.at