

Der Sonne entgegen

Hygrothermischer Einfluss von PV-Modulen auf hölzerne Flachdächer

Bernd Nusser, Julia Bachinger (Holzforschung Austria)

Zwischensparrengedämmte Flachdächer sind architektonisch und wirtschaftlich interessante Bauteile. Aus bauphysikalischer Sicht sind damit jedoch einige Klippen zu umschiffen. Sollen etwa PV-Module eingesetzt werden, so ist Expertenwissen bei der Planung gefragt. Die Holzforschung Austria (HFA) hat das Thema im Zuge eines mehrjährigen Forschungsprojektes bearbeitet und unter anderem den hygrothermischen Einfluss von PV-Modulen auf hölzerne Flachdächern untersucht.

Verschiedene Forschungsprojekte an der Holzforschung Austria und an anderen Forschungsinstituten haben in den vergangenen Jahren die entscheidenden Einflussparameter auf die Funktionstauglichkeit von unbelüfteten hölzernen Flachdächern herausgearbeitet.

Im Wesentlichen spielen der Feuchteeintrag ins Gefach und das Rücktrocknungspotential der Dachkonstruktion eine große Rolle. Letzteres wird vor allem durch die Oberflächentemperatur der Dachhaut und somit von der Besonnung der Dachoberfläche beeinflusst. Eine Reduktion der solaren Bestrahlung der Dachhaut (z.B. durch PV-Module) bewirkt geringere Temperaturen im Gefach und dadurch eine geringere Rücktrocknung von Feuchtigkeit aus dem Dachelement. Um die Situation zu entschärfen wird bisher bei beschatteten Flachdächern (oder bei Flachdächern mit Belag) eine Zusatzdämmung über dem eigentlichen Dachelement empfohlen, was jedoch Mehrkosten mit sich bringt.

Um unter anderem die Frage nach der Notwendigkeit einer Zusatzdämmung zu beantworten, wurde an der Holzforschung Austria ein zweieinhalbjähriges Forschungsprojekt mit dem Kurztitel „RoofFit4PV“ bearbeitet und Ende 2017 beendet. Ziele waren die Untersuchung und Bewertung verschiedener Beschattungssituationen sowie die Untersuchung zum Einfluss von PV-Modulen auf die Dachoberflächentemperatur. Auch sollte der Einfluss einer Teildämmung im Gefach untersucht werden.



Bild 1: PV-Module sind auf Flachdächern vor allem wegen ihrer Wirtschaftlichkeit gefragt. Die Art und Anordnung der Module hat jedoch großen Einfluss auf Dachoberflächentemperatur und Feuchteentwicklung. (Copyright HFA)

Beschattung und Zustand von Flachdächern

Zur Beurteilung von Beschattungssituationen auf Flachdächern erfolgte zunächst eine Bestandsaufnahme von acht hölzernen Flachdächern auf verschiedenen Objektbauten (Kindergärten, Supermärkte und Sporthallen). Auf allen untersuchten Flachdächern gibt es zumindest teilweise beschattete Bereiche. Hauptsächlich wird die Beschattung bei diesen Objektbauten durch Klima- und Lüftungsanlagen hervorgerufen. Auch wenn keine großen Anlagen auf dem Dach vorhanden sind, gibt es zumindest einen Abluftschacht, der eine kleinflächige Beschattung bewirkt. Häufig bedingen auch direkt angebaute Nachbargebäude oder höhere Gebäudeteile des gleichen Gebäudes eine Beschattung der Dachfläche. Die meisten untersuchten Flachdächer weisen auch Oberlichter auf, wobei die Beschattung hierdurch aufgrund ihrer geringen Höhe zumeist vernachlässigbar ist. Baumbestand im Umkreis spielte bei den untersuchten Dächern ebenfalls eine untergeordnete Rolle. Aufgrund der Gebäudehöhe und der üblichen Lage von Gewerbebauten (Parkplatzflächen, Abstände zwischen den Gebäuden, Abstand von Baumbepflanzung zu Gebäuden, etc.) bleibt die Beschattung durch Baumkronen meist unwesentlich.

Die untersuchten Flachdächer waren bei der Begehung zwischen einem halben Jahr und neun Jahre alt. Sie wurden bei der Begehung geöffnet und kontrolliert. Bei einem Dach wurde im beschatteten Bereich eine erhöhte Materialfeuchte festgestellt, die allerdings auf eine Leckage in der Dachhaut zurückzuführen war. Bei allen anderen geöffneten Dächern wurden auch in den beschatteten Bereichen weder erhöhte Materialfeuchten noch andere Auffälligkeiten festgestellt.



Bild 2: Ungewollter Bewuchs auf der Dachfläche kann die Dauerhaftigkeit des Daches negativ beeinflussen. (Copyright HFA)

Die untersuchten Dächer weisen helle bis dunkle Dachabdichtungen auf. Die Farbe von Foliendächern und somit auch ihre Erwärmung durch Sonneneinstrahlung wird jedoch durch eine Verschmutzung verändert: helle Dächer werden großflächig dunkler (d.h. wärmer), dunkle Oberflächen erhalten augenscheinlich durch partielle Schmutzablagerungen z.B. an ausgetrockneten Pfützen eine hellere Oberfläche (d.h. kühler). Schon nach nur einem Jahr zeigten sich solche Farbänderungen der

Dachabdichtung. Um den Einfluss der Verschmutzung auf die Dachhauttemperatur zu untersuchen wurde auf einem hellen Dach die Oberflächentemperatur auf verschmutzter und sauberer Dachhaut gemessen. Im Sommer ergibt sich bei Sonnenschein eine Temperaturdifferenz zwischen sauberer und verschmutzter Oberfläche von mehr als 6 K.

Bei einem zweieinhalb Jahre alten Flachdach wurde Bewuchs in den Ecken festgestellt, der bei älteren Dächern häufig noch stärker ausgeprägt war. Nach einer Nutzungsdauer von viereinhalb Jahren zeigte sich bei einem anderen Dach augenscheinlich ein Verspröden der Nähte der Dachhaut. Außerdem wurden auf den Dächern zum Teil Materialreste aus der Bauzeit gefunden: Glasscherben, Schrauben und Nägel, die zu einer Beschädigung der Dachhaut führen können.

Einfluss von PV-Modulen

Um zu untersuchen wie sich PV-Module auf die Temperaturen im Gefach und somit auf das Feuchtemanagement von hölzernen Flachdächern auswirkt, hat die HFA die Dachoberflächentemperaturen unter zwei unterschiedlichen PV-Anlagen und unterschiedlichen Modulanordnungen über einen Zeitraum von eineinhalb Jahren aufgezeichnet. Die beiden PV-Anlagen befinden sich in Wien in ca. einem Kilometer Entfernung zueinander. Beide Anlagen bestehen aus polykristallinen Modulen, unterscheiden sich aber wesentlich in der Unterkonstruktion. Diese ist zwar bei beiden Versionen mit einem Windleitblech ausgestattet, die Belüftungsöffnungen für den Raum unter den Modulen sind jedoch unterschiedlich groß ausgeführt.



Bild 3: Für die Langzeituntersuchung der Holzforschung Austria wurden zwei PV-Module verwendet, die sich vor allem in der Belüftung der Module voneinander unterscheiden. (Copyright HFA)

Die Daten aus den Langzeitmessungen dienen u.a. als Grundlage zur Entwicklung eines Simulationsansatzes mit vereinfachten Faktoren, womit der Einfluss von PV-Modulen bei der bauphysikalischen Planung von hölzernen Flachdächern berücksichtigt werden kann. Für PV-Module ohne Windleitblech sind solche Faktoren bereits vorhanden und werden in dem WTA-Merkblatt 6-8 „Feuchtetechnische Bewertung von Holzbauteilen – Vereinfachte Nachweise und Simulation“ bereitgestellt. Die HFA hat nun neue Faktoren entwickelt mit denen der - aus feuchteschutztechnischer Sicht positive - Einfluss von Windleitblechen (die Dachfläche bleibt wärmer) ebenfalls berücksichtigt werden kann. Somit können Flachdachaufbauten mit PV-Modulen mit Windleitblech exakter geplant

werden und eine etwaige Zusatzdämmung kann ggf. entfallen. Abbildung 4 zeigt beispielhaft wie sich die neuen Faktoren auf die Materialfeuchte einer außenseitigen OSB in zwei unterschiedlichen Fällen auswirken. Zum einen (links) wird der Grenzwert mit dem neuen HFA-Ansatz im zweiten Jahr nicht mehr überschritten und zum anderen (rechts) ist mit dem HFA-Ansatz ein deutliches Abtrocknen der OSB zu erkennen.

Wirkung einer Teildämmung

Bisher galten Lufthohlräume auf der kalten Seite der Dämmung als problematisch und häufig auch als schadensrelevant. In einem vorhergehenden Forschungsprojekt der HFA „Flachdach II“ wurden jedoch die möglichen positiven Auswirkungen einer außenliegenden unbelüfteten Luftschicht erkannt. Deshalb wurde im gegenständlichen Forschungsprojekt auf dem Flachdach-Forschungshaus der HFA Dachelemente mit einem unbelüfteten Lufthohlraum über der Dämmung und verschiedenen Beschattungssituationen verbaut.

Wie bereits im vorhergehenden Forschungsprojekt konnte im Projekt „RooFit4PV“ der positive Einfluss einer Teildämmung nachgewiesen werden, wenn eine bestimmte Beschattungssituation, d.h. ein definiertes Verlegeschema der PV-Module und anderweitige Vorgaben (Beschattungslänge, Luftspalthöhe, ...) eingehalten werden. Basierend auf diesen Freilanduntersuchungen wurde der vereinfachte Simulationsansatz nach WTA 6-8 ebenfalls um neue Faktoren zur Berücksichtigung einer Teildämmung erweitert.

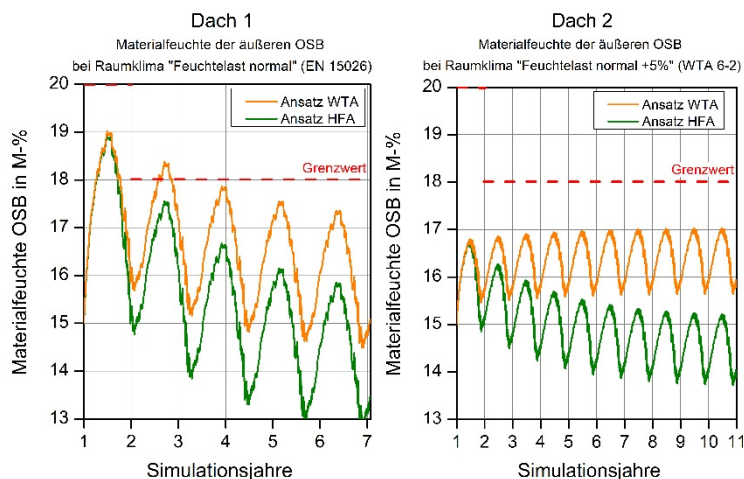


Bild 4: Durch die neuen Simulations-Faktoren der HFA können Flachdächer mit PV-Modulen realistischer und gleichzeitig auch feuchtetechnisch günstiger beurteilt werden. (Copyright HFA)

Zusammenfassung

Die Bestandsaufnahme von flachgeneigten Dächern zeigt, dass auf den meisten Dächern von zumindest kleinflächigen Beschattungen auszugehen ist, welche jedoch unkritisch sind. Die langfristige wasserdichte Ausbildung der Dachhaut sowie die regelmäßige Wartung des Daches müssen jedoch stärker überwacht werden. Wartungsverträge mit Fachfirmen können hier eine sinnvolle Investition darstellen.

Auf Basis von Langzeitmessungen an realen Objekten konnte die HFA Korrekturfaktoren zur simulationsbasierten Bemessung von Flachdächern mit PV-Modulen mit Windleitblech erarbeiten. Somit kann künftig das Feuchteverhalten von hölzernen Flachdächern mit PV-Anlagen und Windleitblech realistischer vorhergesagt und nicht notwendige Zusatzdämmung vermieden werden.

Die Untersuchungen am Flachdach-Forschungshaus zeigen, dass bei teilbeschatteten Flachdächern eine Luftschicht auf der kalten Seite der Dämmung zu einem positiven Wärme- und Feuchteaustausch zwischen besonntem und beschattetem Bereich beitragen kann. Um dies zu gewährleisten sind jedoch die erarbeiteten Planungsregeln zu berücksichtigen. Zusätzlich ist eine fallspezifische hygrothermische Simulation mit den entwickelten Korrekturfaktoren durchzuführen.

Autoren:

Dr. Bernd Nusser
Tel. 01/798 26 23-20
b.nusser@holzforschung.at

Dr. Julia Bachinger
Tel. 01/798 26 23-71
j.bachinger@holzforschung.at

Danksagung für das Forschungsprojekt RoofFit4PV

Das durchgeführte Forschungsprojekt wurde von der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) sowie vom Österreichischen Ingenieurholzbauverband, der PRONTO Energieberatung GmbH & Co.KG und von Saint-Gobain Isover Austria GmbH gefördert. Wir bedanken uns für die Unterstützung der Forschungsarbeit.