

# Risikopotenzial von Steildachkonstruktionen mit Solaranlagen

**Philipp Kölsch, Daniel Zirkelbach, Christian Bludau**

## Hintergrund

Die Oberflächentemperaturen auf dem Unterdach eines Steildachs sind ein entscheidender Einflussfaktor für das hygrothermische Verhalten der Dachkonstruktion. Die maßgeblichen Parameter sind hierbei

- das Solarstrahlungsangebot am Gebäudestandort,
- die Orientierung und Neigung der Dachfläche,
- der kurzwellige Absorptions- und langwellige Emissionsgrad der Eindeckung sowie die Belüftungsstärke.

Sind diese Parameter bekannt, so kann das hygrothermische Verhalten einer Steildachkonstruktion mit Hilfe von effektiven Übergangsparametern [1] simuliert und die Konstruktion feuchte-technisch bewertet werden. Wird die Dachfläche von Bergen, Bäumen oder auch Solaranlagen verschattet, ändert sich das Temperaturverhalten und somit auch das Feuchteverhalten in der Konstruktion.

Bei Flachdächern wird dies schon seit vielen Jahren über geeignete Simulationsansätze [2] berücksichtigt, welche in die einschlägigen Richtlinien [3] eingeflossen sind. Obwohl auch bei Steildachkonstruktionen die Dachfläche durch Solaranlagen verschattet wird und diese Anlagen dem Gesamtsystem Energie entziehen, fand dies bisher nur wenig Betrachtung und es wurde angenommen, dass kein signifikanter Einfluss auf die Dachkonstruktion besteht. Die vorliegenden Untersuchungen widerlegen diese Einschätzung – denn auch hier wird das Temperatur- und Feuchteverhalten verändert.

Im Kontext der Erschließung regenerativer Energiequellen werden immer mehr Dachflächen mit Solaranlagen belegt. Da ein Großteil der vorhandenen Dachflächen noch zur Verfügung steht, ist zu erwarten, dass diese Entwicklung weiter zunimmt.

Durch die Belegung mit einer Solaranlage wird die Temperatur auf dem Unterdach bei solarer Einstrahlung reduziert und die nächtliche Unterkühlung infolge langwelliger Abstrahlung gedämpft. Eine nachträgliche Belegung mit Solaranlagen kann daher unter ungünstigen Bedingungen dazu führen, dass bisher funktionsfähige Dachkonstruktionen mittel- bis langfristig geschädigt werden. Auch im Neubau kann eine Solaranlage dazu führen, dass erhöhte Einbaufeuchten langsamer austrocknen und es u. U. auch hier zu Schäden kommt. In allen Fällen sollte daher die Planung der Dachkonstruktionen an die geänderten Randbedingungen angepasst und die Feuchtesicherheit geprüft [4] werden.

## Untersuchungen

Um den Einfluss von Solaranlagen auf Steildachkonstruktionen zu analysieren und ein hygrothermisches Simulationsmodell zur Berücksichtigung der veränderten Randbedingungen aufzustellen, wurden Dachkonstruktionen an zwei unterschiedlichen Standorten untersucht. Bei der ersten, 40 Grad nach Süden orientierten Konstruktion an einem Standort im Allgäu wurden Messungen über den Zeitraum von 2022 bis 2023 durchgeführt und vorläufige hygrothermische Simulationsmodelle für thermische Solaranlagen und PV-Module erstellt. Die zweite, 16 Grad nach Süden orientierte Steildachkonstruktion wurde am Fraunhofer IBP-Standort Holzkirchen in den Jahren 2023 bis 2025 untersucht. Diese Untersuchungen dienen zur detaillierteren Analyse und zur Modellvalidierung.

## Ergebnisse

Die Ergebnisse der Temperaturmessungen auf der Unterdachoberfläche in der Dachmitte der Versuchsfelder sind in Bild 1 als gleitende Monatsmittelwerte dargestellt. Die nach Süden orientierte Dachfläche ohne PV-Belegung weist dabei über den Jahresverlauf die höchsten Temperaturen auf. In den Wintermonaten liegen die Temperaturen auf der Südseite mit PV-Belegung nur leicht höher als die Temperaturen auf der Nordseite. In den für die Rücktrocknung maßgeblichen Sommermonaten liegen die Temperaturen unterhalb der südorientierten PV-Module jedoch deutlich niedriger als die Temperaturen auf der Nordseite. Bei den gemessenen Stundenmittelwerten ergeben sich hier in den Spitzen Differenzen von ca. 15,5 K zur unbelegten Südseite und immer noch ca. 4,5 K zur Nordseite. Im Hinblick auf den exponentiellen Anstieg des Dampfdrucks in Abhängigkeit von der Temperatur wird deutlich, dass die Temperaturdifferenzen zu einem wesentlich reduzierten Rücktrocknungsvermögen durch Umkehrdiffusion in den Sommermonaten führen können.

Bild 2 zeigt die mit effektiven Übergangsparametern simulierten Wassergehalte in M.-% einer von innen sanierten 35 Grad nach Ost geneigten Altbau-Steildachkonstruktion mit 170 mm Dämmung WLG 032, feuchtevariabler Dampfbremse auf der Raumseite und einer außenliegenden Bitumen-Unterdachbahn auf einer 20 mm dicken Holzschalung. Die Konstruktion wurde zunächst ohne PV-Verschattung gem. [1] mit WUFI® [5] simuliert. Der Wassergehalt in der Holzschalung bleibt dabei unterhalb des Grenzwertes von 20 M.-% gem. DIN 68800-2 [6].

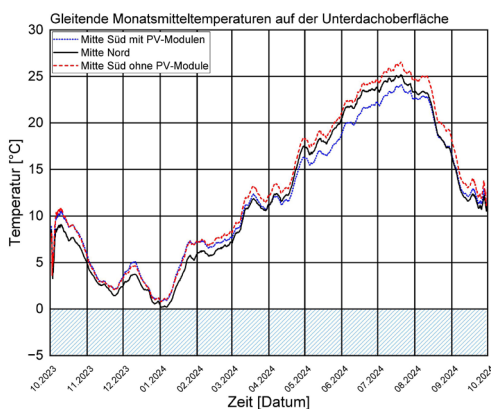
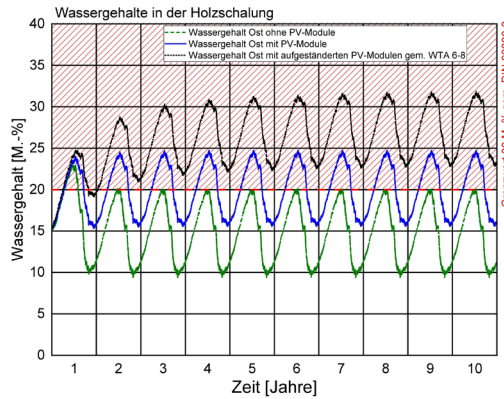


Bild 1: Gemessene Temperaturen (gl. Monatsmittel) – Vergleich Süd mit und ohne PV mit der Nord-Orientierung.



Werden die Aufdach-PV-Module analog zu den niedrigeren Temperaturen aus den Messungen berücksichtigt, ergibt sich eine deutliche Überschreitung des Grenzwerts. Die Werte bleiben jedoch wesentlich niedriger als bei einer Simulation mit dem Ansatz nach WTA 6–8 [3] für auf einem Flachdach aufgeständerte PV-Module – dieser Ansatz liegt für Steildächer deutlich zu weit auf der sicheren Seite.

## Zusammenfassung & Ausblick

- Solaranlagen haben einen signifikanten Einfluss auf das Temperatur- und Feuchteverhalten nicht nur von Flach- sondern auch von Steildächern und müssen dementsprechend bei der Feuchteschutzbeurteilung [4] berücksichtigt werden.
- Der in WTA-Merkblatt 6–8 [3] empfohlene Ansatz für aufgeständerte PV-Module auf Flachdächern nach [2] erweist sich für Steildachkonstruktionen als zu kritisch und ist daher ungeeignet.
- Der in der Praxis manchmal empfohlene Simulationsansatz der nach Norden orientierten Dachhälfte ohne Solaranlage zur Berücksichtigung dieser bei anderen Orientierungen liegt dagegen entsprechend den Messungen weder für rein nach Süden noch für anders orientierte Dachflächen auf der sicheren Seite.
- Vor allem bei außen dampfbremsend ausgeführten Steildachkonstruktionen ist bei einer Belegung mit Solaranlagen Vorsicht geboten.
- Die im Rahmen des Projekts ermittelten Verhältnisse werden derzeit noch validiert und in ein praxisgerechtes Verschattungsmodell überführt, mithilfe dessen künftig eine hygrothermische Simulation von Steildächern mit Solaranlagen möglich wird. Auf diesem Weg kann überprüft werden, ob eine Dachkonstruktion direkt geeignet ist oder ob ergänzende Maßnahmen, wie z. B. eine Überdämmung der Sparren, erforderlich werden.

Bild 2: Simulierte Wassergehalte im inneren Zentimeter der Holzschalung einer Steildachkonstruktion

## Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP

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

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

Das Projekt wurde von SAINT-GOBAIN ISOVER G+H AG gefördert.

## Literatur

- [1] Kölsch, Ph.: Hygrothermische Simulation von hinterlüfteten Steildächern mit effektiven Übergangsparametern. Fraunhofer Institut für Bauphysik IBP. 2017.
- [2] Bludau, Ch.; Kölsch, Ph.: Verschattung von Holzflachdächern, In: Tagungsband zum 5. Internationalen Holz[Bau]Physik-Kongress 2014, Leipzig 2014.
- [3] WTA-Merkblatt 6–8, »Feuchte-technische Bewertung von Holzbauanteilen – vereinfachte Nachweise und Simulation.« August 2016.
- [4] DIN 4108-3:2024-03 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz - Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung. Berlin: Beuth Verlag, 2024.
- [5] H. M. Künzle, »Verfahren zur ein- und zweidimensionalen Berechnung des gekoppelten Wärme- und Feuchtetransports in Bauteilen mit einfachen Kennwerten.« Dissertation Universität Stuttgart, 1994.
- [6] DIN 68800-2:2022-02: Holzschutz – Teil 2: Vorbeugende bauliche Maßnahmen im Hochbau. Berlin: Beuth Verlag, 2022.

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