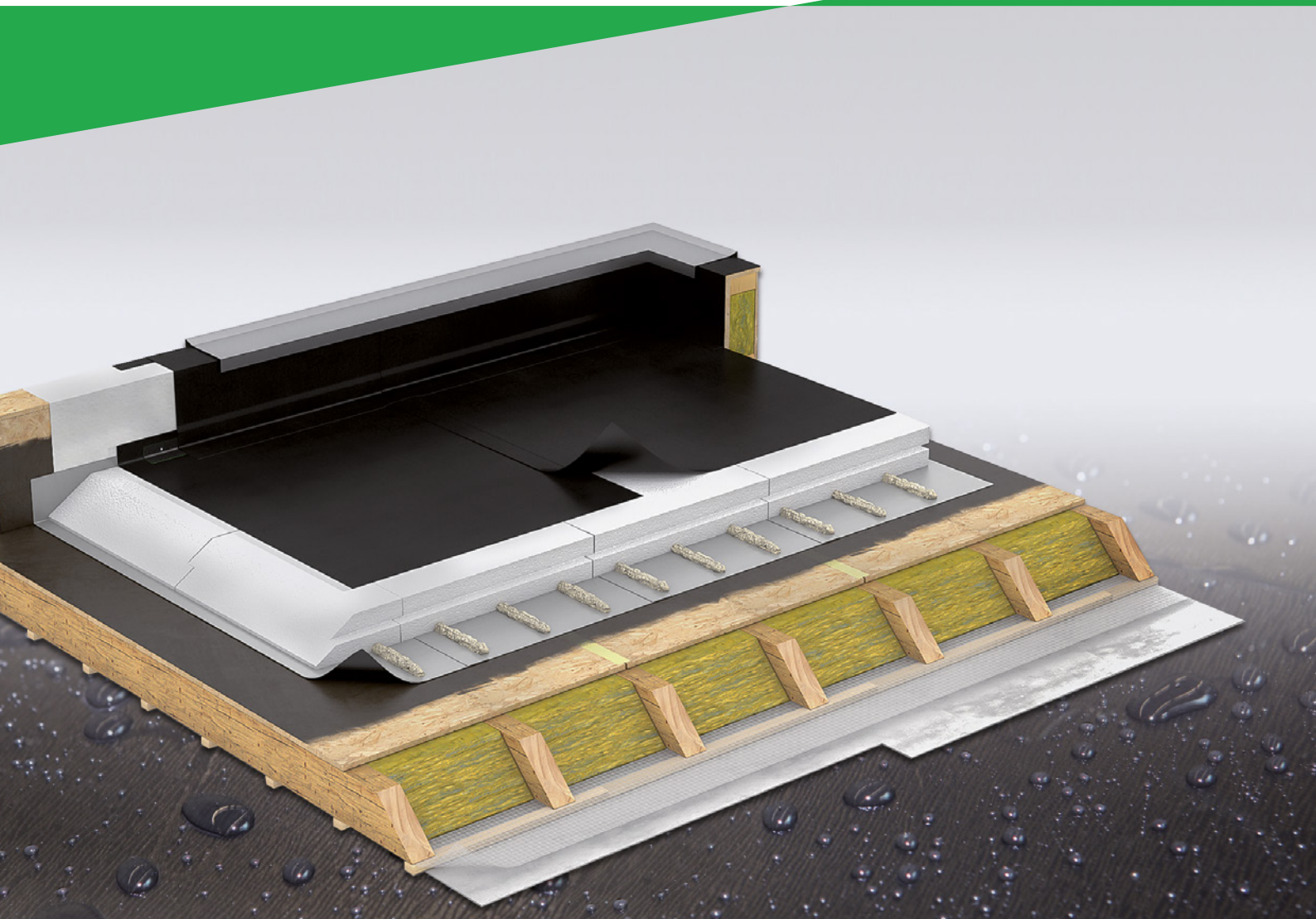
Fachthema
Holzbau

WOLFIN

Studie „Flachdächer in Holzbauweise“



Part of BMI

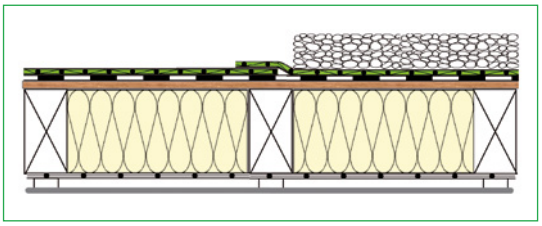
bmigroup.de

Signifikante Vorteile für schwarze, diffusionsfähige Kunststoff-Dachbahnen

Bereits vor Jahren bewies ein wissenschaftlich begleiteter Praxisversuch des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik in Holzkirchen, dass Wolfin Bahnen dank ihrer speziellen Rezepturbasis mit der herausragenden Dampfdiffusionsfähigkeit, in Kombination mit der schwarzen Farbe, die Austrocknung durchfeuchteter Dachschichten erlauben*. Nun zeigt eine Studie bei Holzdachkonstruktionen mit Vollsparrendämmung erneut die hygrothermisch positiven Eigenschaften von Wolfin Dachbahnen.

Die Gesellschaft für Materialforschung und Prüfungsanstalt für das Bauwesen (MFPA) in Leipzig, Geschäftsbereich IV Bauphysik, und die Technische Universität München (TU), Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen, Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion, legten die Studie 2010 nach zweijährigen Feldversuchen vor. Ihr Titel: „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 zukunftsgerechter Konstruktionen". Übersetzt: Wann sind unbelüftete Flachdächer in Holzbauweise feuchtetechnisch unbedenklich?

Durch die steigenden Anforderungen an die Energieeinsparung wurden die Dämmstoffdicken stetig erhöht. Dies stellte Planer vor die Aufgabe, entweder der stetig an Dicke/Höhe zunehmende Dachränder im „normalen" Warmdach zu akzeptieren oder andere Lösungsansätze zu suchen. Diese waren schnell gefunden, da ja eine vergleichbare Bauweise im Steildach bereits seit Jahren eingesetzt wurde. Die Dämmschicht wurde zwischen die Sparren verlagert. War im Steildachbereich noch eine diffusionsoffene Unterspannbahn mit Lüftungsebene (Konterlattung) vorhanden, so wurde im Flachdachbereich der Gefachraum ohne bewegte Luftschicht komplett mit Dämmstoff aufgefüllt.



Die obere Tragschale wurde aus statischen Gründen mit einer Holzwerkstoffplatte oder Vollholz ausgebildet. Darauf brachte man das Abdichtungssystem entweder als offene Verlegung ohne Oberflächenschutz oder aber als System mit Begrünung oder Kiesauflast auf.

Mit Zunahme dieser Bauart finden sich auch immer häufiger Dächer wieder, bei denen die obere Tragschale komplett verrottet und verfault ist. Aufgrund der vermehrten Schadensfälle wird eine unbelüftete Holzkonstruktion mit Zwischensparrendämmung im Regelwerk des Zentralverbandes des Deutschen Dachdeckerhandwerks und in der DIN 18531 als „Sonderkonstruktion" eingestuft, die einen gesonderten Nachweis benötigt. Auch gemäß aktueller DIN 4108-3 bzw. DIN 68800-2 sind diese Aufbauten in der Regel nicht mehr nachweisfrei ausführbar.



Versuchsstand mit den untersuchten Deckschichten

* Sedlbauer, K.; Großkinsky, Th.: „Flachdachsanierung – Prüffeldmessung des Wärme- und Feuchteverhaltens", IBP-Mitteilung 20 (2002), Nr. 421

Kommt es zu einem Schadensfall, wird im ersten Schritt eine partielle Undichtigkeit vermutet, an der betroffenen Stelle die Tragschale erneuert und eine neue Abdichtung eingebaut. Vielfach ist damit das Problem auch behoben, da die Feuchtigkeit durch den Abriss der Schalung nicht mehr im Schichtenpaket vorhanden ist. Wenn aber die Abdichtung nicht defekt ist, stellt sich die Frage: Wo kommt diese Feuchtigkeit her? Und wieso fault die obere Deckschicht weg?

Gehen wir zunächst einmal davon aus, dass es sich nicht um einen Schaden in der Abdichtung handelt. Dann kann Feuchtigkeit nur durch drei Möglichkeiten ins Schichtenpaket gelangen:

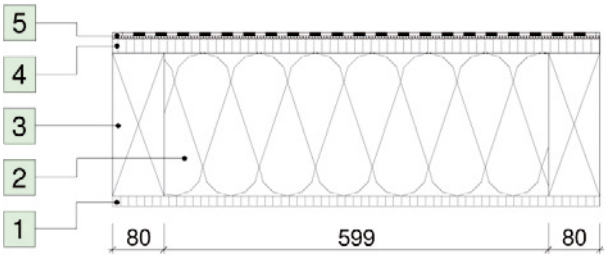
- **a)** Holzfeuchte (> 25 % beim Einbau)
- **b)** Einbaufeuchte (Durchnässung in der Einbauphase)
- **c)** Konvektion (nicht fachgerecht eingebaute Dampfbremse)

Die höchste Wahrscheinlichkeit der Feuchtebelastung haben hier die Varianten b) und c). Wird dabei eine Dampfbremse von 100 m sd-Wert auf der Innenseite verbaut, und besteht die Abdichtung ebenfalls aus dampfsperrenden Systemen, so ist die Feuchtigkeit im Schichtenaufbau gefangen und vagabundiert je nach Innen- bzw. Außentemperatur zwischen Dampfbremse und Abdichtung im Dämmstoff hin und her. Da Dampfbremsen mit Sperrwerten > 100 m in diesem Baubereich in der Regel aus PE-Folien bestehen, kann es nicht zu einer Schädigung dieser Schicht (Kaltseite) durch ausfallende Feuchtigkeit in der Verdunstungsperiode (Sommer) kommen. Im Gegensatz hierzu besteht die obere Tragschale aus einem organischen Stoff. Vollholz oder aber auch leimgebundene Holzwerkstoffe neigen bei zu hohen Feuchtebelastungen zur Pilzbildung und damit auf Dauer zum Versagen der statischen Eigenschaften. In der Tauperiode fällt an der oberen Holzschale die im Schichtenpaket vorhandene Feuchtigkeit aus und belastet diese hinsichtlich der dauerhaften Funktionsfähigkeit enorm.

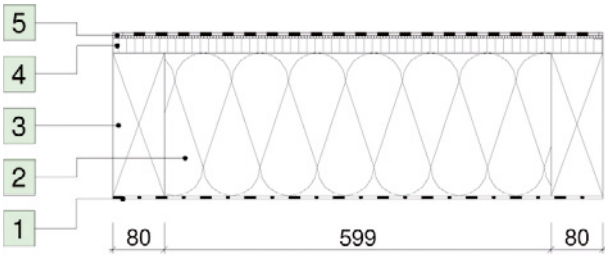
LANGZEITVERSUCH

Im Langzeitversuch wurde gemeinsam mit der FMPA Leipzig, der TU München, der Deutschen Gesellschaft für Holzforschung sowie WOLFIN, eine Marke der BMI Deutschland GmbH, der Versuch gestartet, die hygrothermischen Verhältnisse in einem Holzdach durch Messungen der Temperaturen und der Feuchtigkeit zu erfassen und die so gewonnenen Daten auf Rechenmodelle zu übertragen. Zur Erforschung der Abläufe wurden verschiedene Schichtenfolgen und Kombinationen von Deck-/Nutzschichten verbaut. Variante a) mit einer inneren dampfbremsenden Schicht aus einer OSB-Platte, Variante b) mit einer feuchteadaptiven Dampfbremsfolie. Als unterschiedliche Dämmstoffvarianten kamen Mineralfaser sowie Zellulose zum Einsatz. Die obere Tragschale sowie die Abdichtung war bei allen Aufbauten gleich.

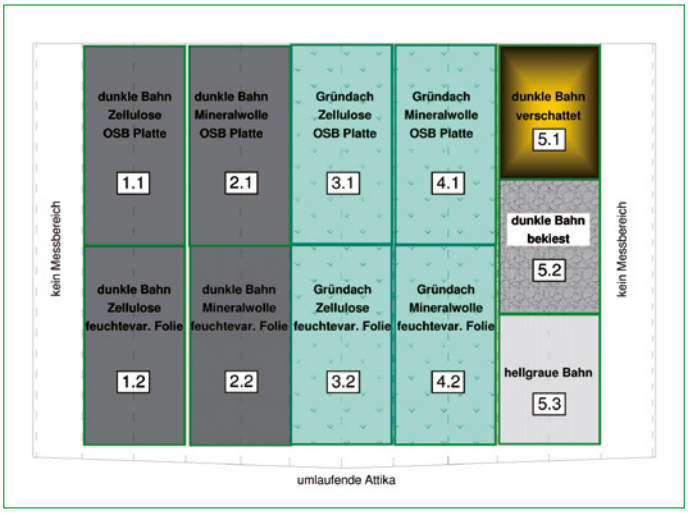
SCHICHTENAUFBAUTEN:

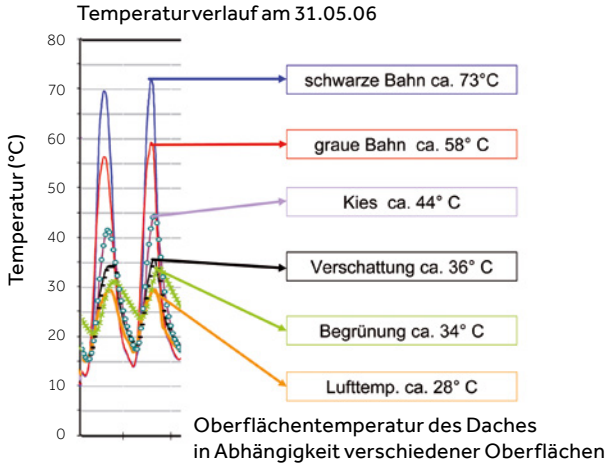


1. OSB/-Platte DIN EN 300
2. Zellulose/Mineralfaserdämmung
3. Deckenbalken
4. OSB/-Platte DIN EN 300
5. Wolfin M



1. feuchtevariable Dampfsperre
2. Zellulose/Mineralfaserdämmung
3. Deckenbalken
4. OSB/-Platte DIN EN 300
5. Wolfin M



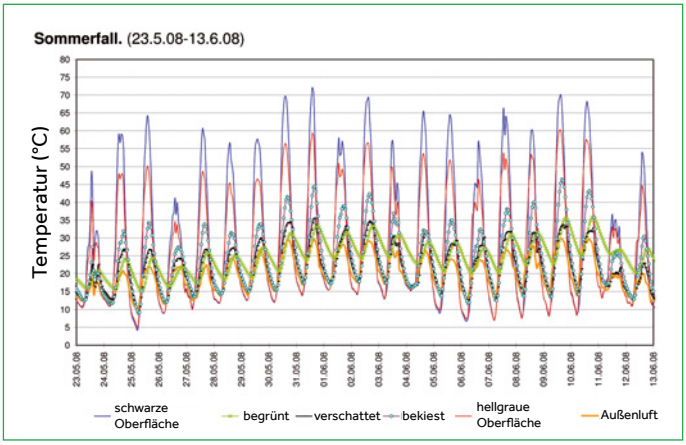


Da die Temperatur auf das hygrothermische Verhalten des Systems einen erheblichen Einfluss hat, wurden auch verschiedene Oberflächenvarianten verbaut:

- **a)** ohne Oberflächenschutz (1.1 – 2.2)
- **b)** mit extensiver Dachbegrünung (3.1 – 4.2)
- **c)** eine abgeschattete Fläche (5.1)
- **d)** mit Kiesauflast 16/32 mm (5.2)
- **e)** sowie eine Referenzfläche mit hellgrauer Bahnenoberfläche (5.3).

OBERFLÄCHENTEMPERATUREN IN ABHÄNGIGKEIT ZUR OBERFLÄCHENVARIANTE

Eindeutig zeigen sich Unterschiede im Temperaturverhalten der Dachbahn aufgrund der verschiedenen Oberflächengegebenheiten.



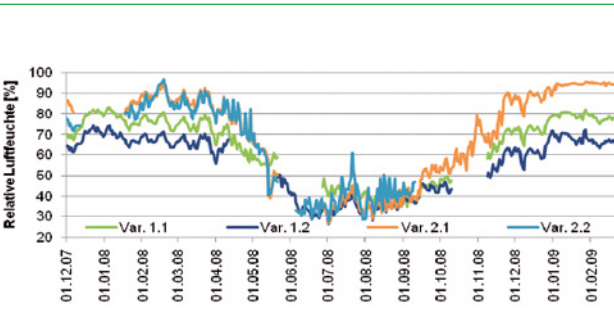
Ersichtlich wird, dass Deckschichten, die begrünt, bekiest oder auch verschattet sind, eine deutliche Absenkung der Oberflächentemperaturen im Vergleich zu einer frei bewitterten Abdichtungslage bewirken. Im Folgenden werden die Auswirkungen des unterschiedlichen Energieeintrages in die Konstruktion dargestellt. Schadhafte Dachaufbauten sind dort zu erwarten, wo hohe Materialfeuchten über längere Zeiträume auftreten und das sommerliche Austrocknungsvermögen nicht ausreicht, die im Winter entstehende Feuchte abzuführen.

Für die obere OSB-Platte (Beplankung), welche in den vorliegenden Aufbauten neben den Deckenbalken ein kritisches Bauteil ist, wird gefordert, dass die Materialfeuchte den Grenzwert von 18 M-% nicht über einen längeren Zeitraum überschreiten darf.

Für die Deckenbalken gilt, dass die relative Holzfeuchte nicht über einen längeren Zeitraum den Grenzwert von 20 M-% überschreiten soll. Hinsichtlich der Vermeidung eines Bauschadens durch Holz zerstörende Pilze wird gefordert, dass an den Oberflächen der relevanten Bauteile (OSB-Platten, Holz) die relative Luftfeuchte nicht über einen längeren Zeitraum den Wert von 80 % überschreitet.

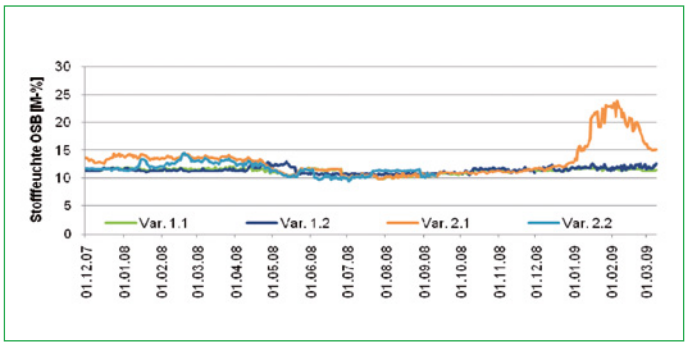
ERGEBNISSE DER MESSUNGEN IM VERSUCHSSTAND

Flächen ohne Oberflächenbelag

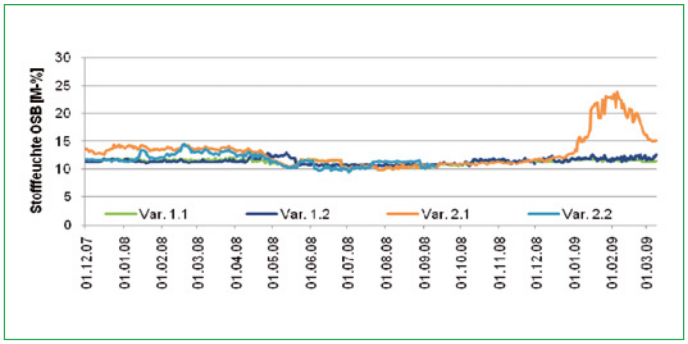


Relative Luftfeuchte in der kritischen Ebene (zw. Dämmung und Beplankung), gemessene Tagesmittel für Var. 1.1 bis 2.2

Bis auf Variante 2.1 verhalten sich alle anderen Aufbauten in der Simulation feuchtetechnisch unkritisch. Der Feuchtegehalt an der oberen OSB-Platte sowie an den Tragsparren sinkt bzw. ist/wird über den Beobachtungszeitraum so unkritisch, dass keine schädigende Wirkung auf die Holzbauteile zu erwarten ist.



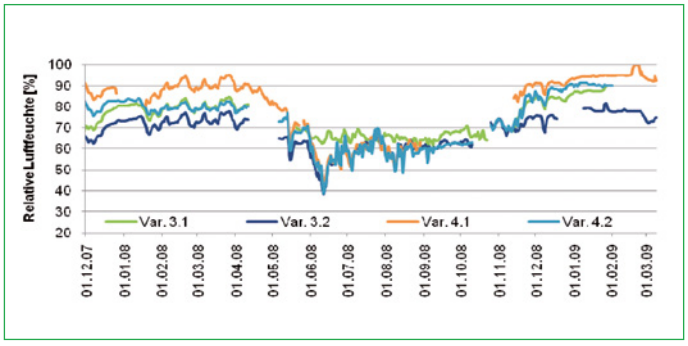
Stofffeuchte in der oberen OSB-Platte, gemessene Tagesmittel für Var. 1.1 bis 2.2



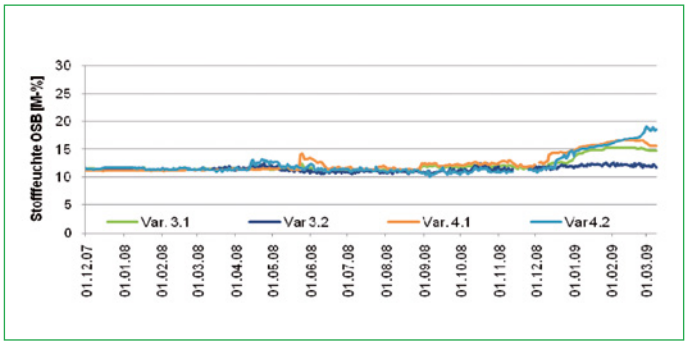
Holzfeuchte im Deckenbalken, gemessene Tagesmittel für Var. 1.1 bis 2.2

Flächen mit Gründachaufbau

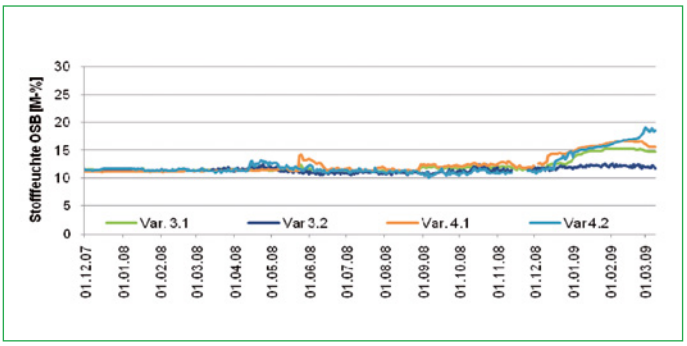
Hier zeigt sich der Einfluss der fehlenden Wärmezufuhr ins Schichtenpaket. Bis auf Variante 3.2 zeigen alle Varianten einen sehr deutlichen Anstieg der Feuchtegehalte im Holz. Es ist bei diesen Varianten sehr wahrscheinlich, dass es durch die Anreicherung der Feuchtigkeit an der oberen Tragschale sowie an den Vollholzbalken über die Dauer zu einer Schädigung kommt.



Relative Luftfeuchte in der kritischen Ebene (zw. Dämmung und Beplankung), gemessene Tagesmittel für Var. 3.1 bis 4.2



Stofffeuchte in der oberen OSB-Platte, gemessene Tagesmittel für Var. 3.1 bis 4.2

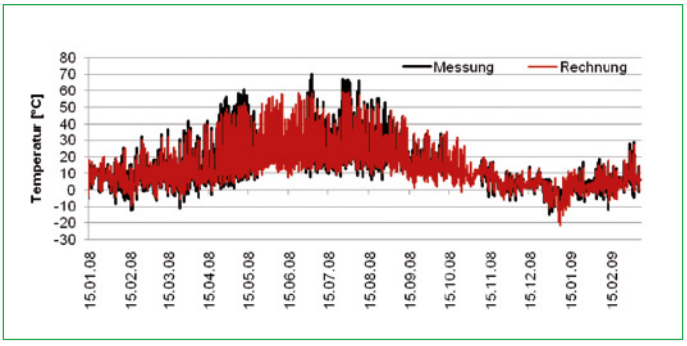


Holzfeuchte im Deckenbalken, gemessene Tagesmittel für Var. 3.1 bis 4.2

SIMULATIONSBERECHNUNGEN

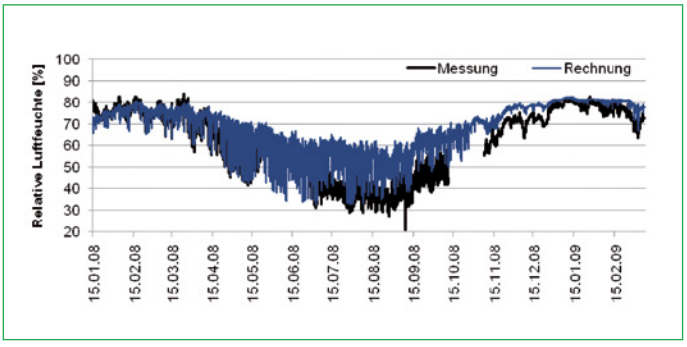
Auf Basis der gewonnen Daten aus den Temperatur- und Feuchtigkeitsmessungen konnten verschiedene Aufbau- und „worst case"-Varianten mit Hilfe eines Simulationsprogramms (WUFI) berechnet werden.

Wie man an den folgenden Abbildungen erkennen kann, passen die in der Praxis ermittelten Werte sehr gut mit der Simulation überein. Besonders bei den Temperaturen ist eine hohe Deckungsgleichheit gegeben.Bei den Luftfeuchten fällt auf, dass der Feuchteanfall in der Tauperiode sehr gut simuliert wird.

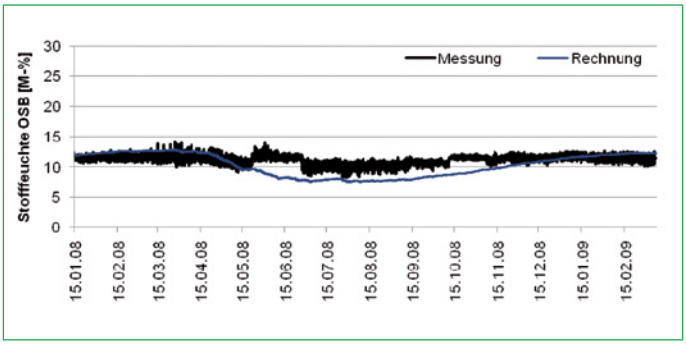


Temperatur in der kritischen Ebene (zw. Dämmung und oberer OSB) bei Var. 1.1

In der Verdunstungsphase im Sommer ergeben sich jedoch für die ermittelten Praxiswerte positive Abweichungen bis zu 20 %. Die Austrocknung in den Sommermonaten wird offensichtlich durch das Simulationsprogramm unterschätzt.



Luftfeuchte in der kritischen Ebene (zw. Dämmung und oberer OSB) bei Var. 1.1

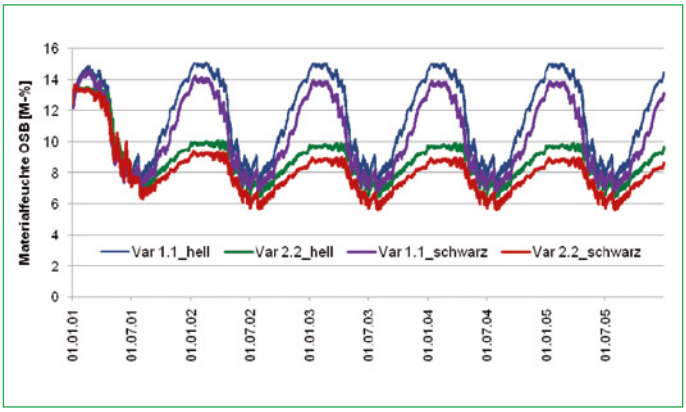


Stofffeuchte in der OSB-Platte bei Var. 1.1

Auf Basis der ermittelten Daten aus Praxis und Simulation wurden Vergleichsrechnungen mit verschiedenen Varianten der Abdichtungslage berechnet.

BERECHNUNG 1 „OBERFLÄCHENFARBE“

Es wurde eine vergleichende Berechnung mit unterschiedlichen Oberflächenfarben schwarz zu grau bei gleich angenommenen sd-Wert von 19 m durchgeführt. Aufgrund des niedrigeren Absorptionsgrades von ca. 0,55 der grauen Bahn zur schwarzen Bahn mit 0,95 kann weniger Energie in Form von Wärme ins Schichtenpaket transportiert werden.



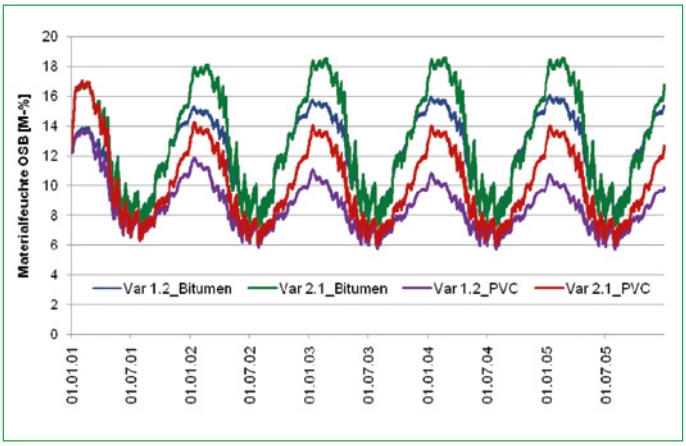
Stofffeuchten in der OSB-Platte für Var. 1.1 und Var. 2.2, jeweils im Vergleich für helle und schwarze Bahn

ZITAT AUS DEM UNTERSUCHUNGSBERICHT*:

„Es ist ein Unterschied zwischen Dachaufbau mit schwarzer und heller PVC-Bahn festzustellen – bei Var. 1.1 ergibt sich eine Differenz in der OSB-Plattenfeuchte von bis zu 1 M-% im Winter. **Aus Sicht der Autoren ist deshalb beim unbelüfteten Flachdach mit nackter Bahn immer eine schwarze Bahn der hellen Bahn vorzuziehen.“**

BERECHNUNG 2 „SD-WERT“

Da dieses Ergebnis durch den höheren thermischen Energieeintrag in das Dachsystem weitgehend zu erwarten war, wurde eine weitere vergleichende Simulation mit WUFI durchgeführt, da z. T. die Meinung vertreten wird, dass die Austrocknung nur zur Raumseite hin stattfindet. Bei gleichem Energieeintrag einer schwarzen Abdichtung sollten demnach vergleichbare Feuchtegehalte auch bei unterschiedlichen sd-Werten der Abdichtung ermittelt werden. Es wurde eine Vergleichsrechnung zwischen einer Wolfin Abdichtung (PVC-P-BV) mit einem Sd-Wert von ca. 19 m zu einer hoch dampfbremsenden Schicht mit einem Sd-Wert von ca. 300 m, hier mit einer beispielhaft angenommenen Bitumenbahn, durchgeführt.



Stofffeuchte in der OSB-Platte im Vergleich für Aufbau mit Bitumen-Dachabdichtung (sd = 300 m) und Schwarzer PVC-Bahn (sd = 19 m), für Var. 1.2 und Var. 2.1

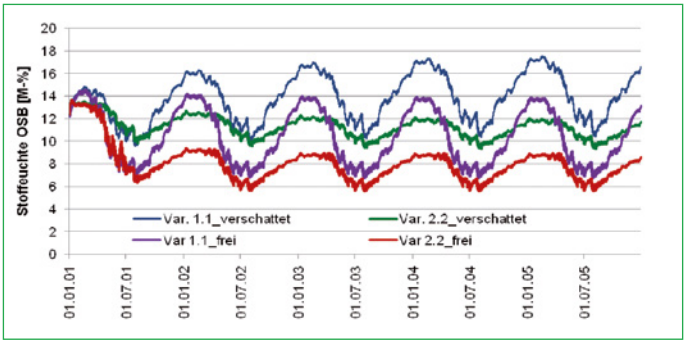
ZITAT AUS DEM UNTERSUCHUNGSBERICHT*:

„Der Unterschied zwischen den Aufbauten mit Bitumen-Dachabdichtung und schwarzer PVC-Bahn ist als erheblich einzustufen – in beiden Varianten steigt die OSB-Platten-Feuchte stark an. Bei Var. 2.1 ist sogar eindeutig der Grenzwert von 18 M-% erreicht, wonach dieser Aufbau nicht zu empfehlen ist. Aber auch bei Var. 1.2 kommt es im Verlauf der berechneten fünf Jahre zu einer Auffeuchtung. Inwieweit der sich einstellende Ausgleichsfeuchtegehalt kritisch ist, kann im Rahmen dieser Untersuchungen nicht geklärt werden. **In jedem Fall ist von der Verwendung einer diffusionsdichten Dachabdichtung wie einer Bitumen-Bahn mit dem genannten sd-Wert von 300 m für die im Forschungsvorhaben untersuchten Dachaufbauten eindeutig abzuraten. Dies gilt selbstverständlich ebenso für andere sehr dichte Dachabdichtungen wie PIB (Polyisobutylen) oder ECB (Ethylen-Copolymerisat-Bitumen).“**

Die These, dass es nur zu einer Austrocknung zur Raumseite hin kommt, kann auf Grund der ermittelten Berechnungsergebnisse nicht gehalten werden. Offensichtlich ist der niedrige sd-Wert der Wolfin Abdichtung verantwortlich für das positive Feuchteverhalten. Es findet also eine nicht unerhebliche Diffusion durch die Dachhaut statt.

BERECHNUNG 3 „VERSCHATTUNG“

Dass sich eine schwarze diffusionsfähige Bahn im Versuch bewährt und anderen Systemen überlegen ist, zeigt sich sowohl im Praxistest als auch bei den Vergleichsberechnungen 1 und 2. Wie aber verhält sich ein Dachsystem, welches dauerhaft verschattet wird, zum Beispiel durch aufgeständerte Solarthermie- oder Photovoltaik-Module? Als Klimabedingungen wurde die am Versuchsobjekt genommenen Oberflächentemperaturen angenommen.



Stofffeuchte in der OSB-Platte im Vergleich für verschatteten und unverschatteten Aufbau, für Var 1.1 und Var. 2.2

ZITAT AUS DEM UNTERSUCHUNGSBERICHT*:

„Für beide Varianten ergeben sich signifikante Unterschiede aufgrund der Verschattung. Während jedoch bei Var. 1.1 (Zellulose-OSB) eine Feuchteakkumulation zu verzeichnen ist, kann bei Variante 2.2 (Mineralwolle/ feuchtevariable Dampfbremse) die Konstruktion gegenüber der Startfeuchte noch geringfügig austrocknen. Ein Überbau eines unbelüfteten Flachdachs bedarf also in jedem Fall einer detaillierten Betrachtung.“

AUSZUG AUS DER ZUSAMMENFASSUNG DER UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE*:

„Bei unbelüfteten Flachdächern wie im vorliegenden Fall ist immer eine schwarze PVC-Bahn einer grauen PVC-Bahn vorzuziehen. Die erhöhte absorbierte kurzwellige solare Strahlung sorgt für hygrische Entspannung im Dachaufbau mit erhöhtem Rücktrocknungsverhalten.Einen noch größeren Einfluss hat die Wahl des Materials der Dachabdichtung: Gegenüber einer Bitumenabdichtung oder anderen relativ dampfdichten Dachbahnen weist die diffusionsfähige schwarze PVC-Bahn signifikante Vorteile hinsichtlich der hygrischen Unbedenklichkeit des Dachaufbaus auf. Bei vorgesehener Überbauung eines unbelüfteten Flachdachs mit Bauteilen zur regenerativen Energienutzung, z. B. Solarthermie oder Photovoltaik, ist immer eine detaillierte Untersuchung notwendig.

Die Überbauung hat entscheidenden Einfluss auf das hygrothermische Verhalten der Konstruktion.

... In jedem Fall ist der Eintritt von Regen in die Dachkonstruktion sowie Leckagen in der Luftdichtungsebene zu verhindern. Keine der gezeigten Vorzugsvarianten ist in der Lage, Schäden in Folge von eintretendem Regenwasser oder mangelnder Luftdichtheit zu verhindern.“

FAZIT:

- Schwarze Abdichtungen sind hellen Abdichtungen aus bauphysikalischer Sicht vorzuziehen.
- Abdichtungen mit niedrigem Wasserdampfdiffusionswiderstand sind dampfdichten Abdichtungen vorzuziehen.
- Unbelüftete Konstruktionen in Holzbauweise mit Zwischensparrendämmung sind bauphysikalisch kritisch zu beurteilen und bedürfen immer einem hygrothermischen Feuchtenachweis durch Simulationsberechnungen.
- Generell ist zu empfehlen, die obere Holztragschicht mit einer Zusatzwärmedämmung zu überdämmen, um so die Feuchtebelastung der Holztragschale zu reduzieren. Derartige Empfehlungen werden z.B. auch in dem überarbeiteten und Anfang 2019 erschienenen Sonderheft „Flachdächer in Holzbauweise“ vom Informationsdienst Holz ausgesprochen.

Neben der bereits vor Jahren veröffentlichten Studie des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik in Holzkirchen zum Austrocknungsverhalten von durchfeuchteten Flachdachkonstruktionen mit Wolfin Bahnen zeigt diese Studie der MFPA Leipzig zusammen mit der TU München erneut die besonderen Vorteile der Wolfin Bahnen auf.

Zusammenfassend kann auf der Basis beider Studien folgender, wissenschaftlich belegter Schluss zur Dachabdichtung gezogen werden: Die Kombination von schwarzer Farbe und Diffusionsfähigkeit von Wolfin Bahnen gewährleistet sinnvolle Diffusionsvorgänge und damit trockene und dauerhaft sichere Dachkonstruktionen.

Literatur:

* 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 zukunftsgerechter Konstruktionen.

Autor dieses Beitrags: Dachdeckermeister Gerd Hecker, Internationaler Anwendungsexperte, BMI Deutschland GmbH.

Wir machen es machbar

WOLFIN

Kundenservice
T 06104 8010 1500
E kundenservice.wolfin@bmigroup.com

Technische Beratung
T 06104 8010 3600
E awt.beratung.de@bmigroup.com

Kundenservice Gründach
T 06104 8010 8083
E kundenservice.gruendach@bmigroup.com

BMI Deutschland GmbH
Frankfurter Landstraße 2–4
61440 Oberursel

bmigroup.de

BMI 5514 Stand 09/2026 Änderungen und Druckfehler vorbehalten. Technischer Stand 03/2022