

**Möglichkeiten der Entfeuchtung von
Flachdachaufbauten**

Können auch Strömungen helfen?

**16. IFB-Symposium
Flachdachbau und Bauwerksabdichtung
26.02.2019**

Dipl.-Ing. Dr. Ernst Schriefl
Schöberl & Pöll GmbH – Bauphysik und Forschung

Inhaltsübersicht

16. IFB-Symposium

- Einleitung / Problemstellung
- Überblick verwendete Studien
- Methodik und Ergebnisse der Studien
- Resümee und Ausblick

- Dauerhaftigkeit / Langzeitverhalten von Warmdachaufbauten
- Inwieweit können bestehende Dämmschichten in (durchfeuchteten) Flachdächern (Warmdächern) erhalten werden?
- Welche Möglichkeiten der Trocknung / Sanierung gibt es?
- Können auch Luftströmungen helfen?
- Welche Studien/Forschungsarbeiten gibt es zu dieser Thematik?



Quelle: AIBAU/FIW 2018

Entfeuchtung von Flachdachaufbauten

Schöberl & Pöll GmbH
BAUPHYSIK und FORSCHUNG

Verwendete Studien

1. Flachdachsanierung über durchfeuchteter Dämmschicht (AIBAU / FIW, 2003)
2. Zustandsänderungen von Mineralwollgedämmstoffen in Warmdachaufbauten bei Flachdächern infolge Feuchteintritt (AIBAU / FIW, 2012)
3. Langzeitverhalten feuchter Dämmstoffe auf Flachdächern - Praxiserfahrungen und Wärmestrommessungen (AIBAU / FIW, 2018)
4. Sanierungsdach - Sanierung von Flachdächern mittels neuartigen, strukturierten Dämmstoffplatten unter Beibehaltung der Bestandsdämmung (Holzforschung Austria, 2017)

Entfeuchtung von Flachdachaufbauten

Schöberl & Pöll GmbH
BAUPHYSIK und FORSCHUNG

Sanierung nicht genutzter Flachdächer unter Beibehaltung durchfeuchteter Dämmschichten und durch Aufbau einer zusätzlichen Dämmschicht aus expandiertem Polystyrol-Hartschaum mit oberseitiger bahnenförmiger Abdichtung

Kurztitel: Flachdachsanierung über durchfeuchteter Dämmschicht

Erscheinungsjahr: 2003

Autoren:

R. Oswald, R. Spilker (AIBAU, Aachener Institut für Bauschadensforschung und angewandte Bauphysik)

F.-J. Cammerer (FIW, Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V., München)

Entfeuchtung von Flachdachaufbauten

Schöberl & Pöll GmbH
BAUPHYSIK und FORSCHUNG

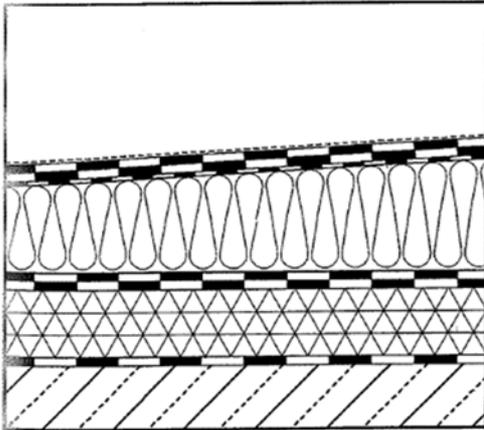
Studie 1 - Methodik

- Untersuchung von **16 Flachdächern** (Warmdächer, errichtet haupts. 1970 - 1985; saniert ca. 1990 - 1995, urspr. Dämmschicht PUR, XPS, EPS)
- über einer **durchfeuchteten Dämmschicht** wurden diese Dächer mit einer **weiteren Dämmschicht aus EPS** und einer neuen Dachabdichtung versehen
- 34 Öffnungsstellen (Dämmstoffproben)
- Untersuchung der **Dämmstoffproben** auf **Wassergehalt**, **Druckfestigkeit** und **Wärmeleitfähigkeit**
- Zusätzlich **Umfrage unter Sachverständigen** (109 ausgewertete Fragebögen)

Entfeuchtung von Flachdachaufbauten

Schöberl & Pöll GmbH
BAUPHYSIK und FORSCHUNG

Typischer Aufbau nach Sanierung / Instandsetzung



Quelle: AIBAU/FIW 2003

Aufbau von oben nach unten:

- Oberlage beschiefert
- 2-lagige Polymerbitumenbahn (1 cm)
- EPS-Gefälledämmung kaschiert (8/13 cm)
- Mehrlagige Bitumenbahn (3 cm)
- Polyurethan (6 cm)
- Bitumenbahn (Dampfsperre)
- Stahlbeton

Entfeuchtung von Flachdachaufbauten

Schöberl & Pöll GmbH
BAUPHYSIK und FORSCHUNG

Studie 1 – Ergebnisse / Resümee

- Eine Austrocknung von feuchten Dämmschichten findet im Flachdach in der Regel nicht statt.
- Feuchte Dämmschichten weisen einen verminderten, aber immer noch wirksamen Wärmeschutz auf.
- Flüssiges Wasser muss entfernt werden.
- Die Wirksamkeit von die Abdichtung durchdringenden Lüftern, die durch eine Luftverbindung zwischen Außenluft und Dämmschicht deren Austrocknung bewirken soll, beschränkt sich auf die unmittelbare Umgebung der Lüfter (ca. 1 m Abstand).
- Eine Perforation der Dachhaut ist in der Regel nicht bzw. nur in Ausnahmefällen sinnvoll.

Entfeuchtung von Flachdachaufbauten

Schöberl & Pöll GmbH
BAUPHYSIK und FORSCHUNG

- Alte Dämmstoffe aus Schaumkunststoffen sollten erhalten bleiben, wenn nicht ein grundsätzlich anderer Dachaufbau gewählt wird, um z. B. eine Wasserunterläufigkeit auszuschließen.
- Der Feuchtegehalt belassener Dämmschichten sollte dokumentiert werden.

Entfeuchtung von Flachdachaufbauten

Schöberl & Pöll GmbH
BAUPHYSIK und FORSCHUNG

Studie 2

16. IFB–Symposium

Zustandsänderungen von **Mineralwolledämmstoffen** in
Warmdachaufbauten bei Flachdächern infolge Feuchteintritt
Erscheinungsjahr: 2012

Autoren:

R. Oswald, R. Spilker, R. Abel, K. Wilmes (AIBAU, Aachener Institut für Bauschadensforschung und angewandte Bauphysik)

J. Cammerer (FIW, Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V., München)

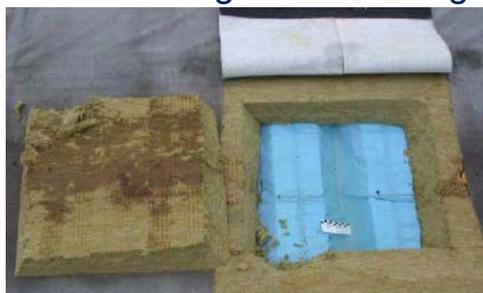


Quelle: AIBAU/FIW 2012, S. 11

Entfeuchtung von Flachdachaufbauten

Schöberl & Pöll GmbH
BAUPHYSIK und FORSCHUNG

- Auswertung vorliegender Untersuchungen zu durchfeuchteten Mineralwolledämmstoffen
- Befragung von **Sachverständigen** (185 ausgewertete Fragebögen)
- Untersuchung / Dokumentation von **5 Fallbeispielen**
- Untersuchung der **Dämmstoffproben** auf Feuchtegehalt, Druckbelastbarkeit, Dicke und Strukturveränderungen
- **Laboruntersuchungen** zur Simulation der Langzeiteinwirkung von Feuchtigkeit



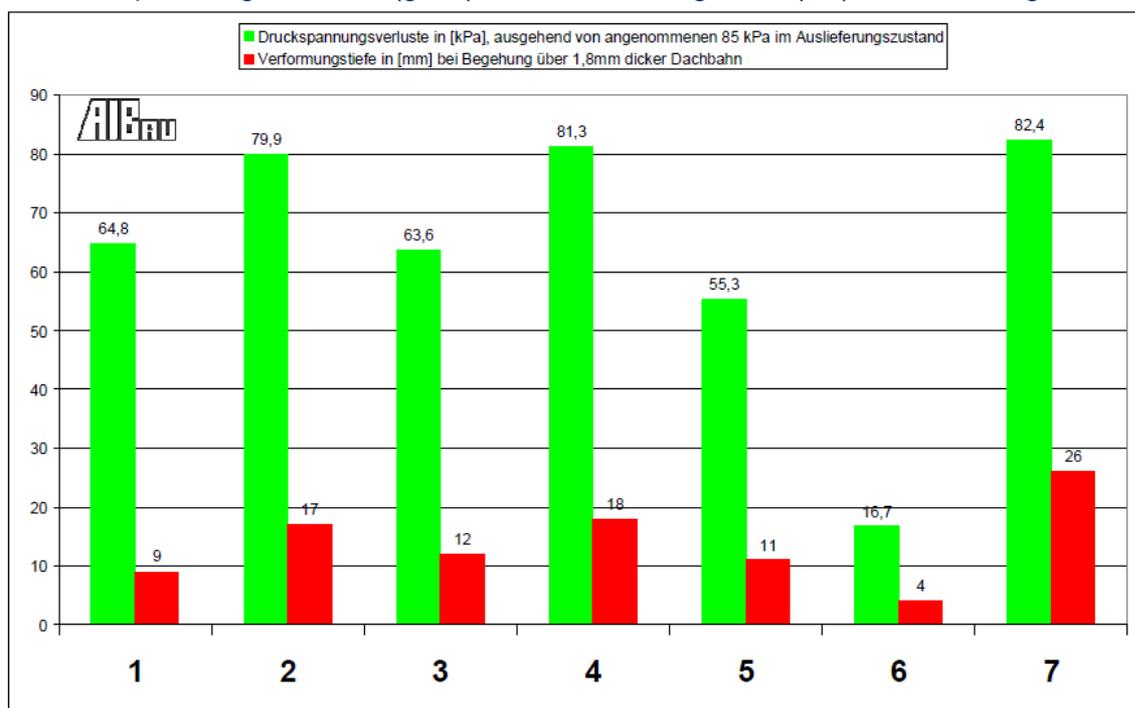
Quelle: AIBAU/FIW 2012, S. 17

Entfeuchtung von Flachdachaufbauten

Schöberl & Pöll GmbH
BAUPHYSIK und FORSCHUNG

Studie 2 - Ergebnisse

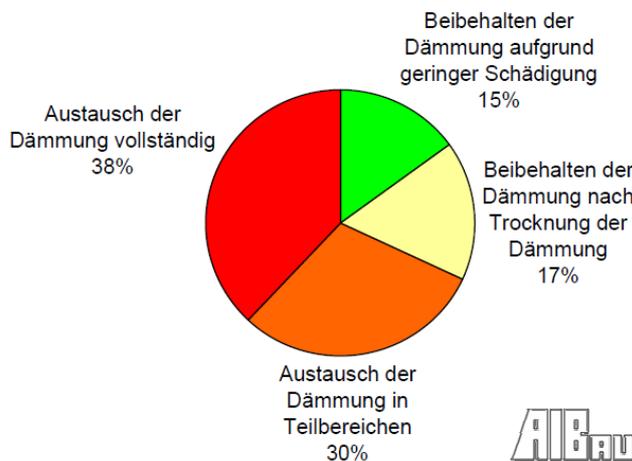
Druckspannungsverluste (grün) und Verformungstiefe (rot) an 7 Öffnungsstellen



Quelle: AIBAU/FIW 2012, S. 13

Abbildung 10: Häufig druckbelastete Mineralwolle unter Dachabdichtung: Vergleich zwischen Verlusten der Druckspannung bei 10 % Stauchung (in kPa) und praktischer Verformung der Dachabdichtung (in mm) an 7 Öffnungsstellen

Ergebnisse der Sachverständigenumfrage (185 Antworten)



Quelle: AIBAU/FIW 2012, S. 45

- Trocknungsmaßnahmen wurden von Sachverständigen überwiegend nicht als geeignete Sanierungsmethode angesehen.
- Aber vereinzelt wurden gute Erfahrungen mit dem Setzen von Dachentlüftern berichtet.

Entfeuchtung von Flachdachaufbauten

Schöberl & Pöll GmbH
BAUPHYSIK und FORSCHUNG

Studie 3

Langzeitverhalten feuchter Dämmstoffe
auf Flachdächern – Praxiserfahrungen und Wärmestrommessungen
Erscheinungsjahr: 2018

Autoren:

M. Zöller, R. Spilker, G. Liebert, M. Oswald (AIBAU, Aachener Institut für Bauschadensforschung und angewandte Bauphysik)

C. Sprengard, S. Treml, R. Holland, C. Cucchi (FIW, Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V., München)



Quelle: AIBAU/FIW 2018

Entfeuchtung von Flachdachaufbauten

Schöberl & Pöll GmbH
BAUPHYSIK und FORSCHUNG

- Auswertung früherer Veröffentlichungen
- Befragung von **Sachverständigen** (101 ausgew. Fragebögen), Auswertung von 13 Erfahrungsberichten der Sachverständigen
- Untersuchung / Dokumentation von **8 Fallbeispielen** (Zustand von Flachdächern, bei denen feuchte Dämmschichten nicht ausgetauscht wurden)
- Untersuchung der **Dämmstoffproben** auf Feuchtegehalt, rechn. Abschätzung der Wärmeleitfähigkeit
- **Laboruntersuchungen** zur Wärmeleitfähigkeit in Abhängigkeit des Feuchtegehalts unter stationären und instationären Bedingungen

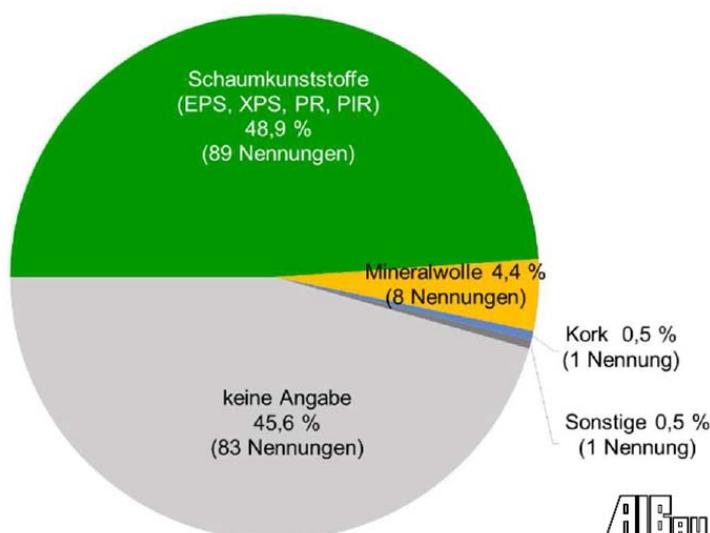
Entfeuchtung von Flachdachaufbauten

Schöberl & Pöll GmbH
BAUPHYSIK und FORSCHUNG

Studie 3 - Ergebnisse

Ergebnisse der Sachverständigenumfrage

Im Dachaufbau belassene feuchte Dämmstoffe



Quelle: AIBAU/FIW 2018, S. 28

- Beibehaltung durchfeuchteter Dämmstoffe noch immer nicht der Regelfall bei Dachinstandsetzungen
- Aber überwiegend positive Erfahrungen mit Flachdächern, in denen feuchte Dämmstoffe belassen wurden



Entfeuchtung von Flachdachaufbauten

Schöberl & Pöll GmbH
BAUPHYSIK und FORSCHUNG

Wärmeleitfähigkeit: Messwerte (blau) versus berechn. Werte (rot), **EPS**

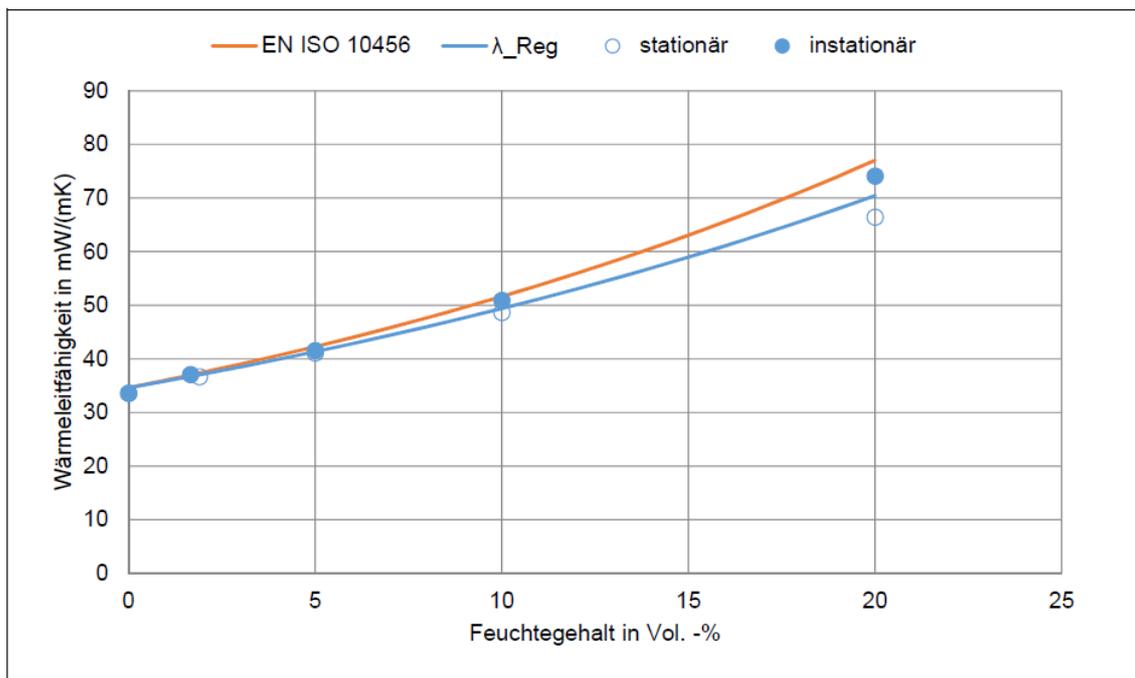


Bild 60

Quelle: AIBAU/FIW 2018

Abbildung 1 Messwerte der Wärmeleitfähigkeit und Verlauf der Wärmeleitfähigkeit bei Anwendung der in dieser Untersuchung (blaue Kurve) und nach DIN EN ISO 10456 (rote Kurve) ermittelten Feuchteumrechnungsfaktoren für das Material EPS 1

Wärmeleitfähigkeit: Messwerte (blau) versus berechn. Werte (rot), **Mineralwolle**

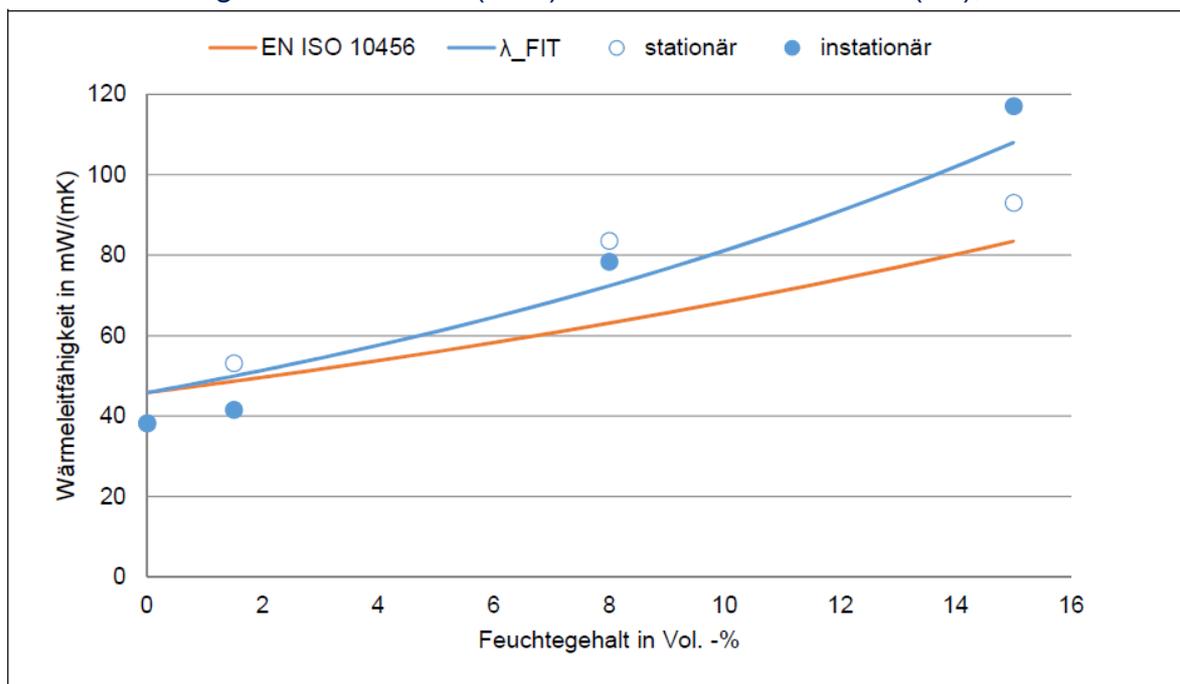


Bild 63

Quelle: AIBAU/FIW 2018

Messwerte der Wärmeleitfähigkeit und Verlauf der Wärmeleitfähigkeit bei Anwendung der in dieser Untersuchung (blaue Kurve) und nach DIN EN ISO 10456 (rote Kurve) ermittelten Feuchteumrechnungsfaktoren für das Material MW

- Der **Feuchtegehalt der Dämmstoffe** ist an den jeweiligen Öffnungsstellen möglichst genau festzustellen und zu dokumentieren.
- Anhand des Feuchtegehalts sollten die **Zusatzlasten** abgeschätzt und das Tragwerk überprüft werden (Lastreserve).
- Bestandsaufnahme der eingebauten **Dampfsperre**.
- **Flüssiges Wasser** soll aus dem Dachaufbau entfernt/abgesaugt werden.
- Möglichkeiten der **Austrocknung feuchter Dämmschichten** in Flachdächern sind beschränkt.
- **Abdichtungsbahnen mit niedrigerem Diffusionswiderstand** lassen nur in begrenztem Umfang eine deutliche Austrocknung erwarten.

- Der **Trocknungserfolg durch Dachlüfter** wird eher kritisch gesehen. Trocknung nur in unmittelbarer Nähe der Lüfter, aber ventilatorgetriebene Lüfter könnten größeren Wirkungskreis erfassen. Dokumentierter langfristiger Betrieb von Lüftern (mit Feuchtemessungen) nicht bekannt.
- Auch die Erfolgsaussichten von **technischer Trocknung** (Einblasen von trockener Luft) werden eher kritisch gesehen.
- **Perforation der bestehenden Abdichtung** ist nach langjährigen Praxiserfahrungen nicht empfehlenswert.
- Beim Aufbringen einer Zusatzdämmung und -abdichtung sollte die **alte Abdichtung** möglichst unversehrt bleiben.
- Das **bestehende Entwässerungssystem** ist zu prüfen. Das Zusammenspiel der neuen Entwässerung mit der bestehenden Entwässerung ist zu beachten.

Sanierungsdach - Sanierung von Flachdächern mittels neuartigen, strukturierten Dämmstoffplatten unter Beibehaltung der Bestandsdämmung

Erscheinungsjahr: 2017

Autoren:

J. Bednar, J. Bachinger, B. Nusser (Holzforschung Austria)

Beteiligte Firma: Schenk GmbH (Tirol)



Quelle: HFA 2017, S. 7

Entfeuchtung von Flachdachaufbauten

Schöberl & Pöll GmbH
BAUPHYSIK und FORSCHUNG

Studie 4 - Methodik

- Festlegung eines Bestandsaufbaus als Basis für die Untersuchungen
- Entwicklung des **Sanierungskonzepts-/systems**
- **Laborversuche** (Testen des Sanierungssystems unter definierten klimatischen Bedingungen)
- **Freilandversuch** (Untersuchung am Dach des Forschungshauses der Holzforschung Austria, 4,78 m x 0,78 m)
- **Hygrothermische Modellierung** (mit WUFI 1D® professional, Version 6)

Entfeuchtung von Flachdachaufbauten

Schöberl & Pöll GmbH
BAUPHYSIK und FORSCHUNG

Gewählter Bestandsaufbau

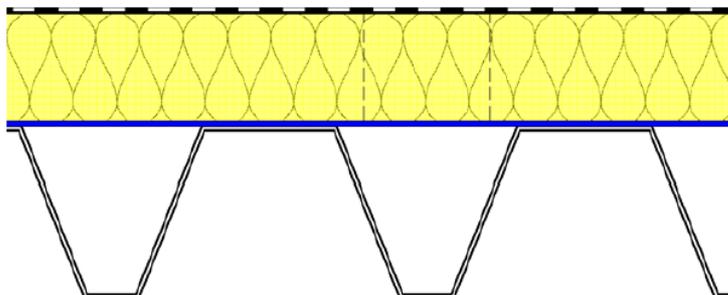


Abbildung 1: Bestandsaufbau, Trapezblech-Tragkonstruktion, darüber bituminöse Bauzeitabdichtung (blau), 100 mm Mineralwolle und bituminöse Dachabdichtung.

Quelle: HFA 2017, S. 3

Entfeuchtung von Flachdachaufbauten

Schöberl & Pöll GmbH
BAUPHYSIK und FORSCHUNG

Laborversuch – Sanierungsdachelement im Prüfstand



Abbildung 2: Im Differenzklima Prüfstand eingebautes Sanierungsdachelement (1,97 m x 0,81 m) von oben (Kaltseite) mit Zu- und Abluftstutzen sowie abgedämmten Randbereichen.

Quelle: HFA 2017, S. 4

Entfeuchtung von Flachdachaufbauten

Schöberl & Pöll GmbH
BAUPHYSIK und FORSCHUNG

Freilandversuch



Abbildung 5: Forschungshaus der Holzforschung Austria am Standort Wr. Neudorf (links) und in die Dachfläche integriertes Dachelement mit Sanierungsaufbau (rechts, 4,78 m x 0,78 m).

Quelle: HFA 2017, S. 7

Entfeuchtung von Flachdachaufbauten

Schöberl & Pöll GmbH
BAUPHYSIK und FORSCHUNG

Studie 4 - Methodik

Freilandversuch – Aufbau (Längsschnitt)

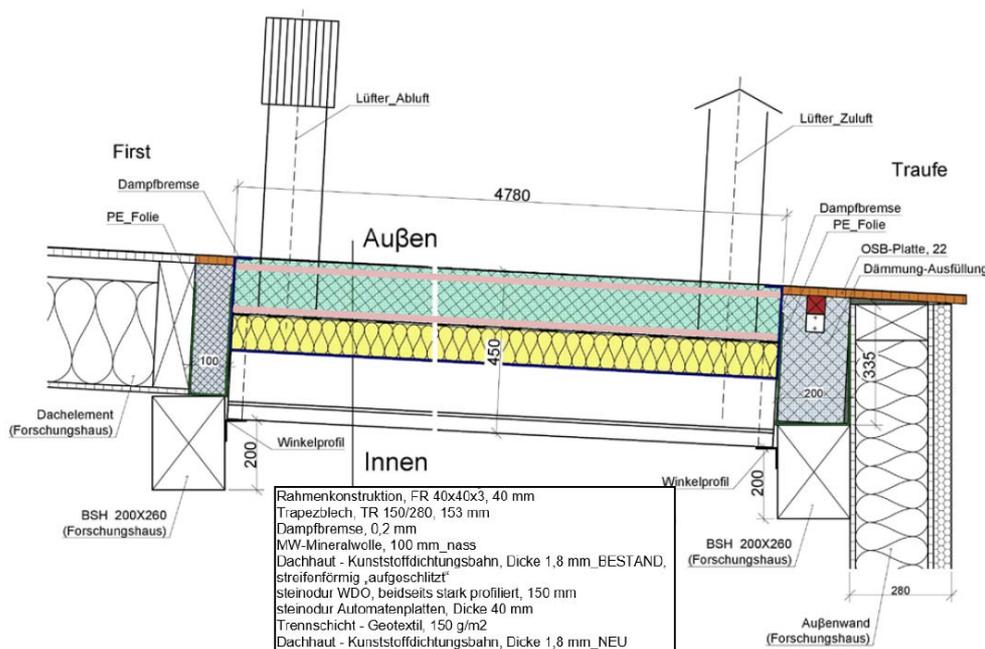
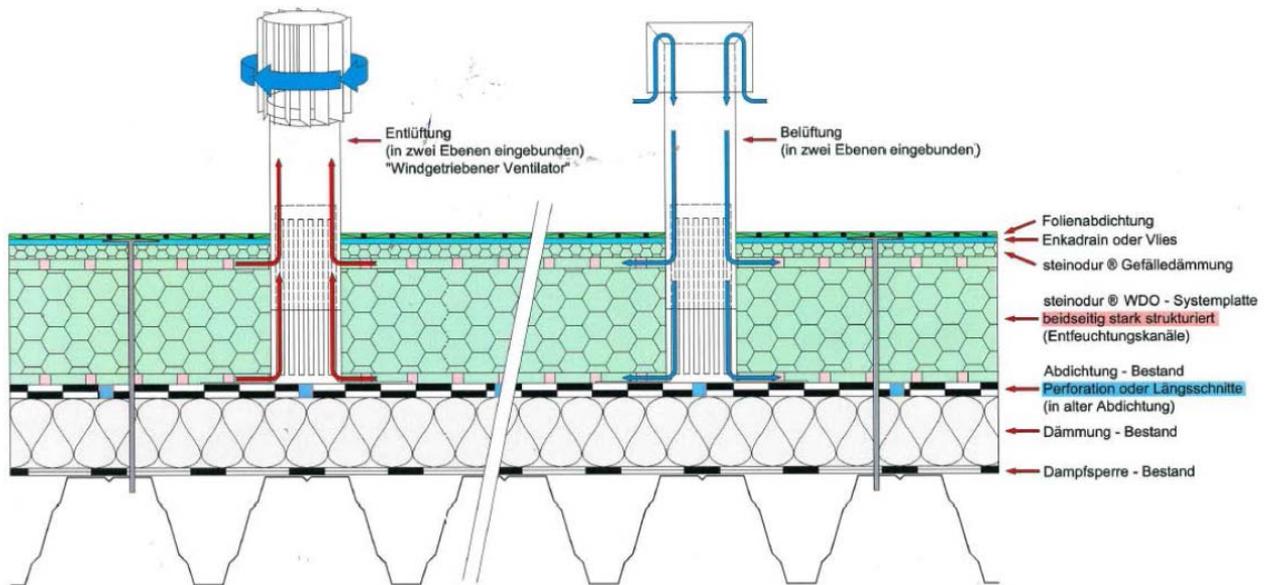


Abbildung 6: Längsschnitt des in die Dachfläche des Forschungshauses integrierten Sanierungsdachelements mit Abdichtungsebenen und trauf- und firstseitigen Dämmpaketen, Belüftungsebenen schematisch hellrot dargestellt.

Quelle: HFA 2017, S. 7

Sanierungssystem (1)



Quelle: HFA 2017, S. 14

Entfeuchtung von Flachdachaufbauten

Schöberl & Pöll GmbH
BAUPHYSIK und FORSCHUNG

Sanierungssystem (2)

Überdämmungsplatte mit integrierten Lüftungskanälen

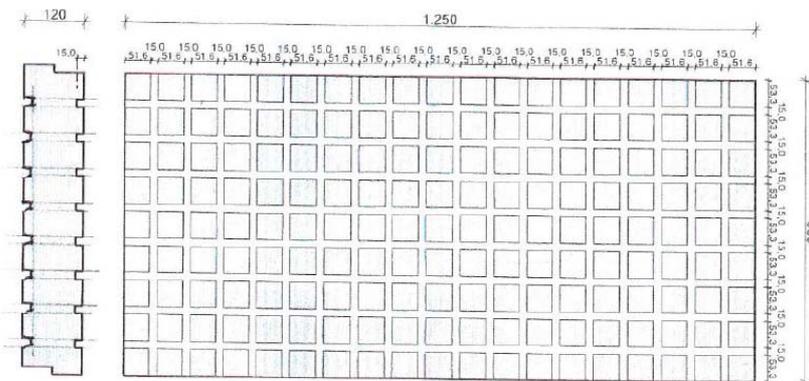


Abbildung 9: Darstellung des Lösungsansatzes für das Sanierungsdach mit Überdämmungsplatte mit integrierten Lüftungskanälen (hellrot dargestellt).

Quelle: HFA 2017, S. 14

Entfeuchtung von Flachdachaufbauten

Schöberl & Pöll GmbH
BAUPHYSIK und FORSCHUNG

Sanierungssystem (3)

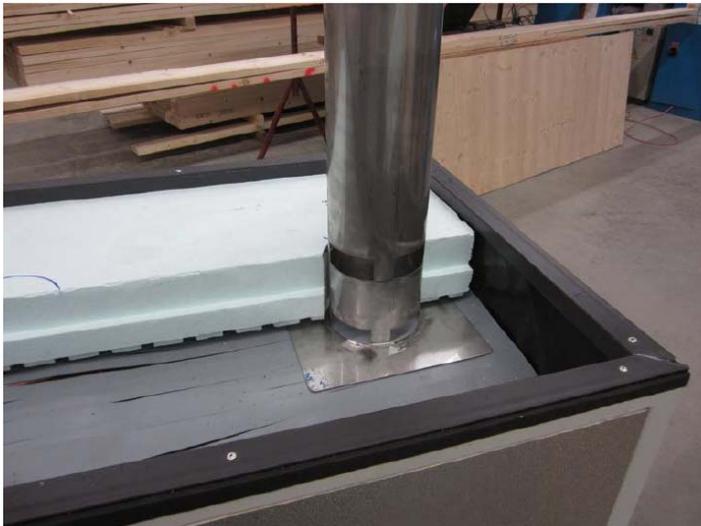


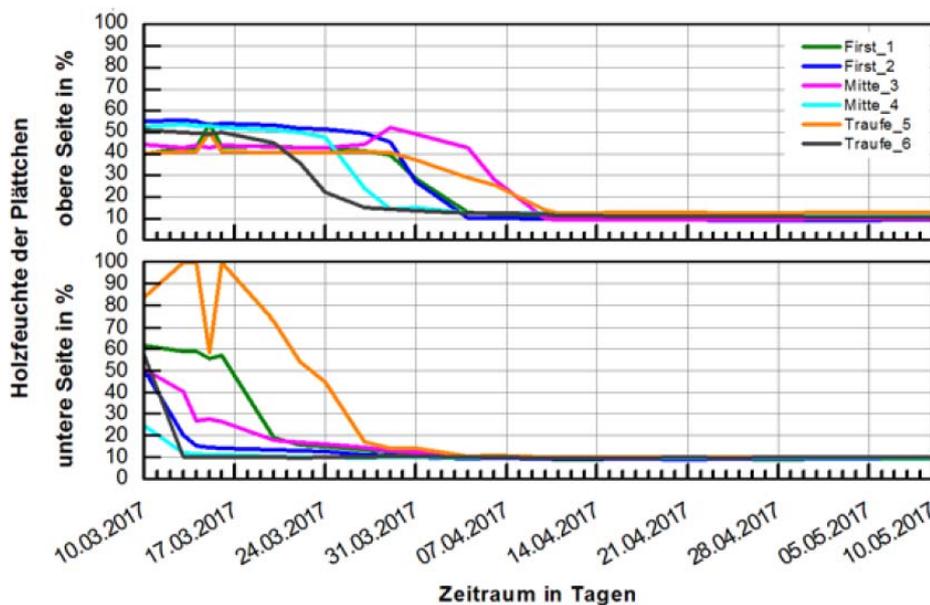
Abbildung 12: Aufgesetztes Lüftungsrohr und unterseitig profilierte Überdämmung des Bestandes. Deutlich zu sehen sind die seitlichen Öffnungen des Rohres zur Verbindung mit den Durchlüftungsebenen. Die Fußplatte des Lüftungsrohres steht ohne weitere Befestigung auf und überträgt lediglich die senkrechte Belastung.

Quelle: HFA 2017, S. 16

Entfeuchtung von Flachdachaufbauten

Schöberl & Pöll GmbH
BAUPHYSIK und FORSCHUNG

Holzfeuchte von Indikator-Plättchen im Bestandsgefach - Laborversuch



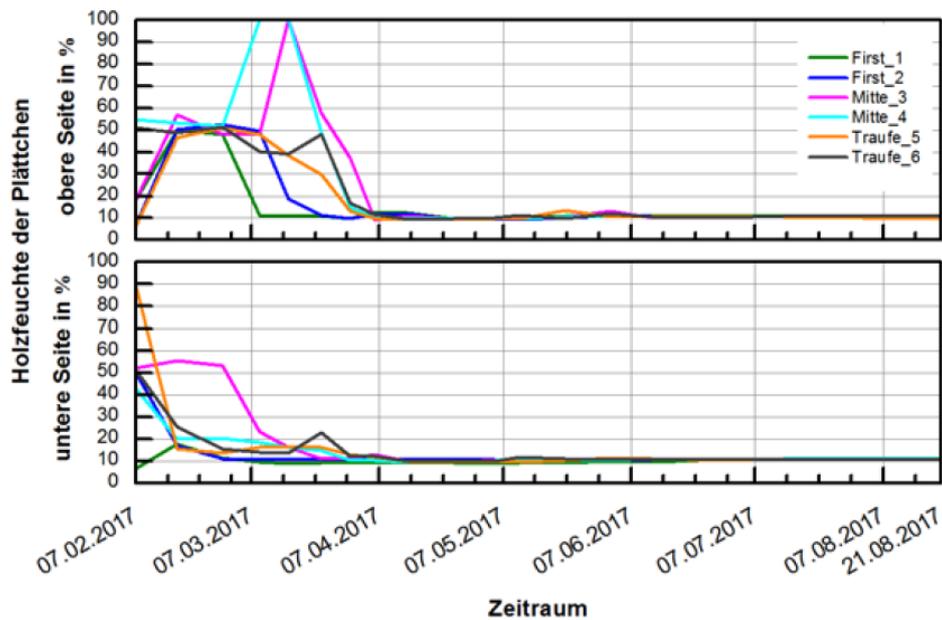
Oben: Oberseite der Bestandsdämmung; unten: Unterseite der Bestandsdämmung

Quelle: HFA 2017, S. 21

Entfeuchtung von Flachdachaufbauten

Schöberl & Pöll GmbH
BAUPHYSIK und FORSCHUNG

Holzfeuchte von Indikator-Plättchen im Bestandsgefach - **Freilandversuch**



Oben: Oberseite der Bestandsdämmung; unten: Unterseite der Bestandsdämmung

Quelle: HFA 2017, S. 25

Entfeuchtung von Flachdachaufbauten

Schöberl & Pöll GmbH
BAUPHYSIK und FORSCHUNG

- **Wirksamkeit der Sanierungskonstruktion:** Es konnte gezeigt werden, dass die entwickelte Sanierungskonstruktion in der Lage ist, größere Feuchtigkeitsmengen aus einem bestehenden Dämmpaket abzuführen (im Laborversuch, im Freilandversuch).
- **Weiterer Forschungsbedarf / Marktreife:** Ermittlung der *maximal möglichen Flächenabdeckung eines Lüfterpaares* unter realen Klimabedingungen an bestehenden Dächern (großflächig, in Abhängigkeit von standortspezifischer Windlast, Exponiertheit der Dachfläche, Existenz von Behinderungen wie Dachaufbauten u.a.)

Entfeuchtung von Flachdachaufbauten

Schöberl & Pöll GmbH
BAUPHYSIK und FORSCHUNG

- Aufgrund bisheriger Erfahrungen / Untersuchungen wird die **Wirksamkeit von Luftströmungen** zur Entfeuchtung bestehender Dämmschichten in Flachdächern **eher bezweifelt** (siehe Studien 1 bis 3); aber es gibt bislang wenig (umfassend dokumentierte) Untersuchungen dazu.
- Das in Studie 4 vorgestellte **Sanierungskonzept** zeigte im Labor- und Freilandversuch **positive Ergebnisse** hinsichtlich der Entfeuchtung von Dämmschichten.
- Weiterer **Forschungs- und Entwicklungsbedarf** erscheint notwendig, um ein derartiges oder ein ähnliches Sanierungskonzept zur **Marktreife** (zu einer breiteren Einsatztauglichkeit) zu bringen.