

Wasser im Aufbau

Liebe Leserinnen und Leser,
liebe Mitglieder,

bereits seit längerem werden in der Fachliteratur Sanierungsvorschläge beschrieben, bei denen der bestehende, durchfeuchtete Warmdachaufbau beibehalten und mit zusätzlicher Dämmung und einer neuen Abdichtung überdeckt wird. Noch immer ist die Unsicherheit dieser Sanierungsmethode bei Planern, Dachdeckern und Sachverständigen sehr groß. Überwiegend werden durchfeuchtete Flachdächer bis auf die Dampfsperre bzw. Rohbetondecke abgeräumt und somit die Möglichkeit der Energieeinsparung, der Abfallvermeidung und der Kostenreduzierung wenig genutzt (HOH-WILLER, 2002).

Aus dem Forschungsbericht **"Sanierung durchfeuchteter Flachdächer unter Erhaltung vorhandener Wärmedämmschichten"** (*) lassen sich folgende Ergebnisse ableiten, die hier wörtlich wiedergegeben als Handlungsanweisungen eine Beurteilungsgrundlage bieten können.

1. „Nasse Dächer bleiben nass“

Durchfeuchtete Dämmschichten, die ober und unterseitig zwischen Bahnen mit großem Dampfsperrwert eingeschlossen sind und nur noch einem geringen Temperaturgefälle durch die oberseitige Abdeckung mit neuen Dämmstoffen ausgesetzt sind, behalten ihren Feuchtegehalt auch über eine lange Standzeit bei, Vermutungen, dass ein deutlicher Trocknungsprozess einsetzt oder dass sich die Feuchtigkeit gleichmäßig horizontal im Querschnitt verteilt, konnten durch die Untersuchung nicht bestätigt werden.

2. „Nasse Dämmstoffe dämmen auch noch gut“

Selbst an den extrem durchfeuchteten Stellen ist bei Dämmstoffen aus Schaumkunststoffen immer noch ein deutlicher Dämmwert gegeben. Negative Einflüsse auf die Druckfestigkeit oder sonstige Stoffeigenschaften wurden nicht festgestellt. Bei fast allen untersuchten Dächern gab es zudem auch große Teilbereiche, bei denen die alten Dämmstofflagen trocknen und voll funktionstüchtig waren.

3. „Flüssiges Wasser muss entfernt werden“

Tropfbar flüssiges Wasser auf der Dampfsperrebene ist grundsätzlich zu entfernen um den Feuchtegehalt im Querschnitt zu verringern. Außerdem wird dadurch vermieden, dass das eingeschlossene Wasser zu weiteren Schäden im Querschnitt führt, wenn es z. B. bei Auflaständerungen an neuen Stellen den tragenden Querschnitt durchfeuchtet. Das Absaugen kann relativ leicht und schnell durchgeführt werden, wenn das Wasser auch von nicht geöffneten Stellen zu den Tiefpunkten sickern kann. Eine Möglichkeit besteht darin, an eingeklebten Rohrstützen, die bis zur Dampfsperr-Ebene reichen, das Wasser über einen längeren Zeitpunkt abzusaugen. Die Rohre sind mit demontablen Deckeln abzudecken und mit einem entfernbaren Hartschaumstück zu dämmen und bieten auch gute Revisionsmöglichkeiten.

4. „Lüfter nützen wenig“

Bei allen untersuchten Dächern, bei denen Lüfter eingebaut waren, um zur Entfeuchtung der Dämmschichten beizutragen, wurden in einem Abstand von etwa 2 m durchweg noch sehr hohe Feuchtegehalte gemessen. Damit bestä-

tigt sich, dass der wirksame Einflussbereich von Lüftern nicht mehr als etwa 1 m beträgt.

5. „Perforierung ist schädlich“

Beim Aufbringen von neuen Dämmstoffen ist eine Perforation der alten Dachhaut nicht sinnvoll. Sie trägt kaum zur Entfeuchtung bei. Andererseits unterstützen großflächige Öffnungen in der alten Dachhaut die Umlagerung der eingeschlossenen Feuchtigkeit in den neuen Dämmstoff durch Diffusion. Perforationen sind nur sinnvoll, wenn unmittelbar über der alten Dachhaut über Entspannungsschichten eine neue Dachhaut ohne weitere Dämmschichten oder schweren Oberflächenschutz verlegt wird. Dann wirkt die Perforation einer Blasenbildung im alten Schichtenpaket entgegen.

(*) Forschungsvorhaben Nr. B I 5 - 80 01 89 - 104: "Sanierung durchfeuchteter Flachdächer unter Erhaltung vorhandener Wärmedämmschichten", Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München-Gräfelfing (1991)

Die Erkenntnisse aus dem Forschungsbericht sind differenziert und vor allem projektspezifisch zu betrachten.

Wenn sich Wasser im Aufbau befindet, ist es vorrangiges Ziel die Ursache dafür zu finden und den Umfang der Durchfeuchtung festzustellen. Dabei sind verschiedene Faktoren zu berücksichtigen: Handelt es sich um einen vollflächig, streifen- oder teilverklebten oder lose verlegten Schichtaufbau? Welche Stoffe wurden verwendet und wie wurden diese eingebaut? Welche An- und Abschlusshöhen sind vorhanden? Ist ein Gefälle vorhanden? u.v.a. mehr.

Fortsetzung Seite 3



Inhalt:

Titelthema: Wasser im Aufbau	
Bauphysikalische Grundlagen	Seite 2
Beispiele aus der Praxis	Seite 3
Umkehrdach	Seite 6
Ohne Dampfsperre	Seite 7
Gefälligkeitsgutachten	Seite 8

Theorie

Luft und Wasser

In der Luft ist immer ein Feuchtigkeitsanteil enthalten. Wie viel Wasser die Luft aufnehmen kann, hängt von der Lufttemperatur ab: je wärmer die Luft, desto mehr Wasser kann sie aufnehmen. Bei +10° C werden maximal 9,3 g Wasser pro m³ aufgenommen, ohne dass das Wasser kondensiert. Bei 0°C sind dies nur noch 4,8 g/m³.

Relative Luftfeuchtigkeit

Die relative Luftfeuchtigkeit ist das Verhältnis aus der absoluten Luftfeuchtigkeit [g/m³] zur maximal möglichen Wassermenge [g/m³]. Beispiel: Die absolute Luftfeuchtigkeit beträgt bei 10 °C 5 g/m³. Wie oben beschrieben, kann 10 °C warme Luft maximal 9,3 g/m³ aufnehmen. Die relative Luftfeuchtigkeit beträgt also: (5 / 9,3 = 0,54) 54 Prozent.

Der Taupunkt

Der Taupunkt ist jene Temperatur, bei einer vorgegebenen absoluten Luftfeuchtigkeit, wo die Luftfeuchtigkeit 100 Prozent erreicht, so dass sie das überschüssige Wasser abgeben muss. Das bedeutet in der Praxis, dass sich auf Untergründen, die kälter als die Luft sind, ein Kondenswasserfilm bilden kann (Beispiel: beschlagene Windschutzscheibe am Morgen).

Feuchtegehalt

Ein Feuchtegehalt von z.B.: 5 Vol.-% besagt, dass in 1 m³ Dämmstoff 50 Liter Wasser enthalten sind, unabhängig von der Art des Dämmstoffes und dessen Rohdichte.

Ein massebezogener Wert des Feuchtegehaltes ist ohne die Angabe der Rohdichte nicht aussagefähig und führt oft zu einer falschen Bewertung - siehe Tabelle 01. Verdeutlicht wird, dass der gleiche volumenbezogene Feuchtegehalt bei unterschiedlicher Rohdichte zu verschiedenen Zahlenwerten in Bezug auf die Angabe in Masse-% führt.

$$\text{Masse-\%} = (\text{Vol.-\%} \cdot 1000) / \text{Rohdichte}$$

(1000 = Dichte des Wassers in kg/m³, Rohdichte des Dämmstoffes in kg/m³).

Dämmstoff	Rohdichte in kg/m³	Feuchtegehalt	
		volumenbezogen Vol.-%	massebezogen Masse-%
EPS	20	5	250
XPS-PUR	30	5	166
Mineralfaser	120	5	42

Tabelle 01: Vergleich massebezogener Angaben eines Feuchtegehaltes von 5 Vol.-% in Bezug auf die Dämmstoffdichte (HOHWILLER, 2002).

Wasserdampf

Dampfdiffusionswiderstandszahl μ :

Die Fähigkeit von Baustoffen, für Wasserdampf durchlässig zu sein, wird durch die Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl beschrieben. Je niedriger der Wert, desto weniger wird der Wasserdampf auf dem Weg von der warmen zur kalten Seite gebremst.

Werte unter $\mu = 10$ zeigen eine sehr gute Diffusionsfähigkeit für Wasserdampf an; $\mu = 10 - 50$ sind mittlere Diffusionswerte; bei μ -Werten von 50 - 500 wird die Dampfdiffusion eingeschränkt; bei μ 500 - 15.000 wird sie stark eingeschränkt; ab μ 15.000 wirkt ein Material wasserdampfsperrend; ab μ 100.000 ist ein Material dampfdicht, zum Beispiel PE-Folie. Für Luft gilt $\mu = 1$.

Eine Aussage über die Wirkung eines Materials in einer gegebenen Konstruktion ist nur bei gleichzeitiger Berücksichtigung der Dicke des Stoffes (s) möglich $\mu \cdot s = \text{Diffusionswiderstand in "}\mu\text{"}$.

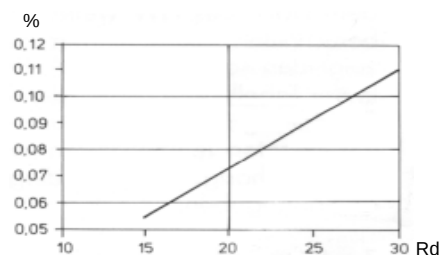


Tabelle 02: Vergleich von μ -Werten und Wasseraufnahme von Dämmstoffgruppen nach DIN EN 12087 (Wasserlagerung) und DIN EN 12088 (Dampfdiffusion).

Dämmstoff	μ - Werte	Wasseraufnahme Unterwasser in Vol.-%	Wasseraufnahme Dampfdiffusion in Vol.-%
PUR	40 - 200	< 5	< 8
EPS	20 - 100	3-7	5 - 20
XPS	80 - 300	< 0,5	< 3
Mineralfaser	1 - 2	bei Hydrophobierung: $\leq 10 \%$	

sd-Wert

(diffusionsäquivalente Luftschichtdicke)

Die Fähigkeit von Baustoffen, für Wasserdampf durchlässig zu sein, wird durch die Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl beschrieben. Wie diffusionsfähig ein Bauteil ist, hängt von den Materialien und der Dicke ihrer Schichten ab. Als Diffusionswiderstand einer Schicht gibt man die Luftschichtdicke in Metern an, die der Diffusion (Austausch von Wasserdampf- und Luftmolekülen) denselben Widerstand entgegensetzen würde wie die betreffende Schicht. Je niedriger der Wert, desto weniger wird der Wasserdampf auf dem Weg von der warmen zur kalten Seite gebremst. Bei offenporigen Konstruktionen ist der niedrigere μ -Wert vorteilhaft, da die Entfeuchtung ungehinderter und schneller ablaufen kann. Eine Aussage über die Wirkung einer Systemkomponente in einer gegebenen Konstruktion ist nur bei gleichzeitiger Berücksichtigung der Dicke des Bauteils möglich.

Den Wert dieser diffusionsäquivalenten Luftschichtdicke (sd) bekommt man, wenn man den Wert der Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl (μ) mit der Schichtdicke in Metern multipliziert.

Wärmeleitfähigkeit

Darstellung 01: Die Wärmeleitfähigkeit von EPS nimmt je 1 Vol.-% Feuchtegehalt im Mittel um 3,8 % zu, unabhängig von der Rohdichte (FIW, 1987).

Praxis

Erst nach einer genauen Untersuchung kann eine detaillierte Analyse erstellt werden, die Grundlage für eine Sanierungsempfehlung ist. Hierbei spielen neben baupraktischen auch ökonomische Gesichtspunkte eine Rolle.

Rohrstutzen

Die Wirksamkeit von Rohrstutzen zur Wasserabsaugung ist absurd, wenn in der Dachabdichtung (direkt neben diesen Rohrstutzen) mechanische Beschädigungen vorhanden sind, über die ständig weiteres Wasser in den Aufbau eindringt - siehe Abbildungen 02 und 03.

Daraus resultiert:

Eine Wasserabsaugung kann nur dann sinnvoll sein, wenn gewährleistet ist, dass kein weiteres Wasser mehr in den Aufbau eindringt. Hierzu muss im Regelfall die Dachfläche abgeräumt und kontrolliert werden.



Abbildungen 02, 03: Rohrstutzen zur Wasserabsaugung mit einer PVC-Bahn auf eine TPO-Bahn mangelhaft "aufgeklebt", gleich daneben eine mechanische Beschädigung.



Abbildung 04: PU-Kleberauppen wirken wie partielle Abschnügelungen.

Verklebte Schichtfolge:

Die Wirksamkeit einer Wasserabsaugung bei (teil-) verklebter Wärmedämmung ist begrenzt. Mit einer schleifenartigen PU-Schaum-Kleberaube werden nicht nur Hohlräume unter den Dämmstoffplatten geschaffen, sondern diese auch so unterteilt, dass eingeschlossenes Wasser in Teilabschnitten zurückgestaut wird. Eine Absaugung am Tiefpunkt ist dann nur begrenzt wirksam.



Abbildung 05: Hohlraum unter der Wärmedämmung durch PU-Kleberauppen.

Wasser unter der Dampfsperre:

Eine Feuchtigkeitsaufnahme der Wärmedämmung ist nicht relevant, wenn - wie in diesem Sanierungsfall - auch unterhalb der bituminösen Dampfsperre ein Wasseranstaupunkt festgestellt wird. Um diesen zu entfernen und die Betonrohdecke zu trocknen bleibt nur eine komplette Entfernung der Schichten. Hierbei wirkt sich nachteilig eine Verklebung der Schichten aus, die aus diesem Grund nicht mehr zerstörungsfrei rückzubauen sind und deshalb auch nicht mehr verwendet werden können.

Sanierungsempfehlungen

Sanierungsempfehlungen sind immer geprägt von den vorgefundenen Randbedingungen. Um diese realistisch darzustellen bedarf es einer baupraktischen Erfahrung.

In einem Schadensfall ist es nicht dienlich, wenn z.B. der von einer Versicherung beauftragte Sachverständige mit theoretischen Annahmewerten operiert, weil er nicht überprüft hat, ob sich z.B.: unter der Dampfsperre Wasser befindet, ob die Wärmedämmung verklebt und wie eingedrungenes Wasser im Aufbau verteilt ist, welche Ursache dies hat und wie ggfls. die Abdichtung fachregelgerecht und dauerhaft zu sanieren ist.

Dass unerfahrene Sachverständige oft die vorhandenen Tatsachen falsch einschätzen und deshalb zu einer - für die Versicherung zwar kostengünstigen - für den Eigentümer jedoch negativen Schlussfolgerung kommen ist mehr als bedauerlich und dient grundsätzlich nicht der Sache. Der Bauherr hat grundsätzlich Anspruch auf eine fachregelgerechte Ausführung nach dem Stand der Technik.

Abbildung 06 (und Titelbild): Wasseranstaupunkt zwischen Dampfsperre und Rohdecke.



Praxis



Darstellung 02 (rechts): Einfluss der Feuchtigkeit auf den Anstieg der Wärmeleitfähigkeit von EPS (Rohdichte ca. 19 kg/m³). (BASF, 1997).

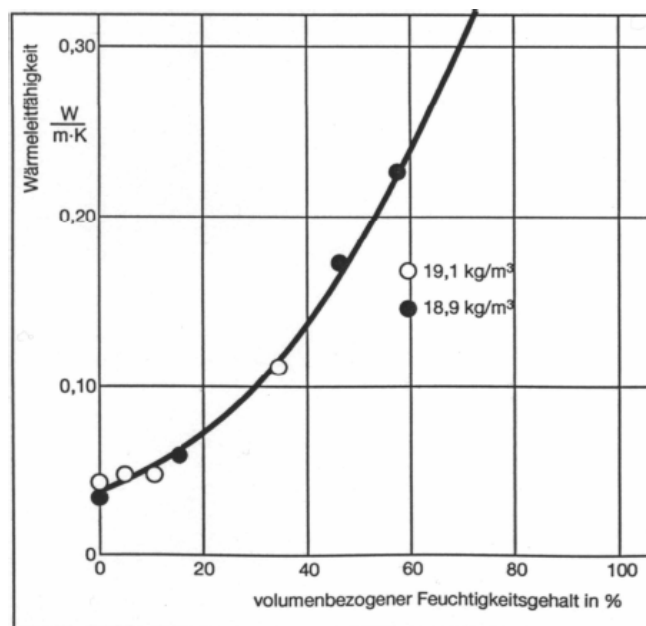


Abbildung 07 (links): Oberseite einer mineralkaschierten PU-Dämmstoffplatte. Durch Fingerdruck wird Wasser herausgepresst.

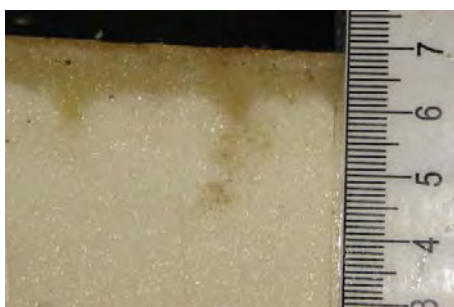


Abbildung 08 (links): PU-Dämmstoffplatte im Querschnitt. Eindringtiefe der Feuchtigkeit ca. 10 mm.

(Langjährige) Feuchtigkeitsbeanspruchung

Eine Überprüfung des Feuchtegehaltes wird im Regelfall anhand eines Ausschnittes aus der Dämmstoffplatte ermittelt.

Wie in Abbildung 08 dargestellt, konzentriert sich der Feuchtegehalt an der Oberfläche der geschlossenzelligen Dämmstoffplatte, mittig ist die Dämmstoffplatte trocken. Im Oberflächenbereich müsste also die Feuchtigkeitskonzentration höher sein als der gemittelte Wert. Dies hat bereits vor Jahren PERNETTE (PWI, 1997, 1999, 2002) festgestellt und veröffentlicht:

"Die mittlere effektive Wärmeleitfähigkeit hängt stark von der aufgenommenen Feuchtigkeit in den Oberflächen, Randzonen und im Falz (Schnittkanten) ab. Die alleinige Überprüfung der Proben aus der Plattenmitte oder die Betrachtung mit eindimensionalen Modellrechnungen (gemittelte Werte) ist nicht ausreichend, denn volumenbezogene Feuchtegehalte können im Oberflächenbereich 1,5 bis 2x höher liegen" (PWI, 1999).

Welche praktische Auswirkungen dies hat wird in nachfolgendem Praxisbeispiel erläutert. Auszug aus Gutachten 7.56 / 2007 Sachverständigenbüro W. Ernst. Sachverhalt: 5 Jahre alte Dachfläche mit Verarbeitungsfehler bei der Abdichtung. In Teilbereichen stehendes Wasser auf der Dampfsperre.

Fortsetzung Seite 5

Berechnungsbeispiel (BASF, 1997): EPS mit 5 Vol.-% Feuchtegehalt:

Das Gewicht der Schaumstoffprobe von ursprünglich 20 kg/m³ Trockenrohichte ist um des 3,5-fache angestiegen. Die Probe scheint erheblich durchfeuchtet zu sein.

Der Anstieg der Wärmeleitfähigkeit beträgt $5 \times 3,8 = 19\%$. Bei einem Messwert der Wärmeleitfähigkeit (trocken) von 0,034 W/(m.K) ergibt sich danach ein Anstieg auf 0,040 W/(m.K). Dieser Wert ist gleich dem Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit nach DIN 4108 Teil 4 von 0,040 W/(m.K) für Polystyrol

Partikelschaum PS 20. Der Grenzwert der Einstufung von EPS PS 20 in die Wärmeleitfähigkeitsgruppe 040 würde somit bis zu einem Feuchtegehalt von 5 Vol.-% (250 Masse-%) nicht überschreiten.

Für die praktische Beurteilung ist der untere Kurvenbereich bis ca. 30 Vol.-% von Bedeutung, da in der Baupraxis eine Feuchtigkeitsaufnahme bis zur Wassersättigung des Dämmstoffes auch bei groben Baufehlern und bauphysikalisch falschem Einbau nicht erreicht wird

Technische Trocknung

Trocknungsfirmen versprechen vollmundig: "Ökologisch und ökonomisch sinnvoll ist es, die Dämmschicht fachgerecht bis zur Ausgleichsfeuchte zu trocknen. Die Trocknung wird mit Hochleistungsaggregaten im Schiebe/Zugverfahren durch Absaugen des Wassers bzw. der Feuchtigkeit und Einblasen relativ trockener Luft durchgeführt (ähnlich der Estrich-Dämmschicht-Trocknung im Gebäude). Die Kosten für die Trocknung und dem damit verbundenen Stromverbrauch stehen in keinem Verhältnis zu einer Komplettisanierung".

Einige Anbieter weisen darauf hin, dass bei Warmdachkonstruktionen eine schnelle und wirtschaftliche technische Austrocknung nur machbar ist, wenn der vorhandene Dachaufbau eine vollflächige Unterlüftung des Dachsichtpaketes zulässt.

Abbildung 09: Durch jahrelange Feuchtigkeitseinwirkung zerstörte PUR-Dämmplatte.

Bei einer begrünten Dachfläche, bei der seit ca. 5 Jahren Wasser im Aufbau eingeschlossen und deshalb der PUR-Dämmstoff teilweise zerstört ist - siehe Abbildung 09 - dürften die Grenzen einer technischen Trocknung erreicht sein. Werden dennoch solche Maßnahmen empfohlen, so ist zu überprüfen ob die Annahmewerte seriös ermittelt wurden und das versprochene Endergebnis zu dem Angebotspreis überhaupt realisiert werden kann - und welches Restrisiko für den Bauherrn dann noch verbleibt.



Titelthema: Wasser im Aufbau

Aus einer Dämmstoffplatte wurden drei Probekörper entnommen:

- Probe 1: Plattenmitte ,
- Probe 2: Plattenrand,
- Probe 3 Plattenecke,

siehe nebenstehende Darstellung 03.

Die entnommenen Proben wurden gewogen und danach in einem Wärmeschrank mit Umluft bei 103°C +/- 2°C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet (Darmmethode nach DIN 52 183). Die getrockneten Proben wurden danach wieder gewogen und aus dem Differenzgewicht der Feuchtegehalt ermittelt.

Probe 1 - Entnahme:

Dämmstoffplattenmitte

Dämmstoff PU, beidseitig mineralkaschiert, Plattendicke 60 mm,

Feuchtegehalt: $(172,61 \text{ g} - 1) \times 100 = 450,24 \text{ Masse\%}$
31,37 g

$(450,24) \times 30 \text{ kg/m}^3 = 13,51 \text{ Vol.-%}$ (= 135,1 l / m³)
1000

Probe 1- Plattenmitte: bei 60 mm Dämmstoffdicke sind dies 135,1 m³ x 0,06 =
ca. 8,1 Liter / m² Dämmplatte.

Probe 2 - Entnahme: Dämmstoffrand

Dämmstoff PU, beidseitig mineralkaschiert, Plattendicke 60 mm,

Feuchtegehalt: $(174,30 \text{ g} - 1) \times 100 = 708,82 \text{ Masse\%}$
21,55 g

$(708,82) \times 30 \text{ kg/m}^3 = 21,26 \text{ Vol.-%}$ (= 212,6 l / m³).
1000

Probe 2 - Dämmstoffrand: bei 60 mm Dämmstoffdicke sind dies 212,6x0,06=
ca. 12,7 Liter / m² Dämmplatte.

Probe 3 - Entnahme: Dämmstoffecke

Dämmstoff PU, beidseitig mineralkaschiert, Plattendicke 60 mm,

Feuchtegehalt: $(373,45 \text{ g} - 1) \times 100 = 847,84 \text{ Masse\%}$
39,40 g

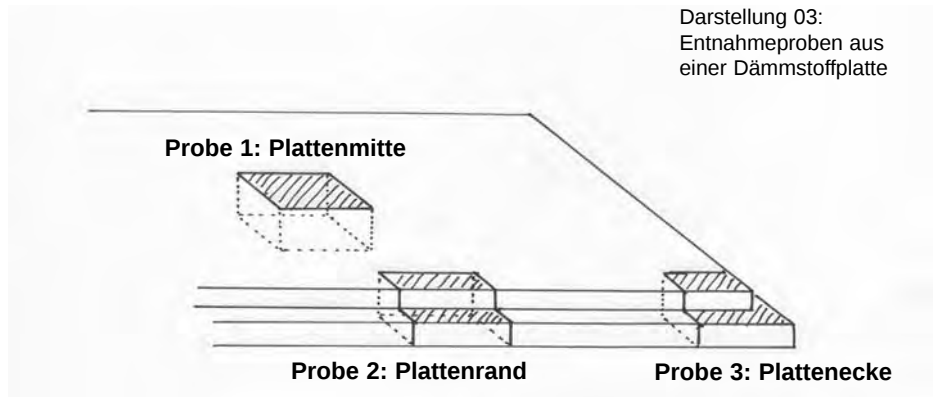
$(847,84) \times 30 \text{ kg/m}^3 = 25,44 \text{ Vol.-%}$ (= 254,4 l / m³)
1000

Probe 3 - Dämmstoffecke: Bei 60 mm Dämmstoffdicke sind dies 254,4x0,06 =
ca. 15,3 Liter / m² Dämmplatte.

Die obenstehende Berechnungen zeigen eindeutig auf, dass der Feuchtegehalt an den Oberflächen der Dämmplatten wesentlich höher liegt als in der Plattenmitte. Dies deckt sich mit den Aussagen in den Fachveröffentlichungen von PERNETTE (1999, 2001).

Nach der einschlägigen Literatur beträgt die Wasseraufnahme der Dämmstoffgruppe PUR bei Dampfdiffusion nach DIN EN 12 088 < 8 Vol.-% (Tabelle 02).

Darstellung 03:
Entnahmeproben aus
einer Dämmstoffplatte



Nachdem bei den untersuchten Proben dieses Praxisbeispiels teilweise wesentlich höhere Feuchtegehalte festgestellt wurden ist davon auszugehen, dass eine Feuchteeinwirkung über einen längeren Zeitraum (mehrere Jahre) erfolgte. Bestätigt wird dies auch durch die Verfärbung/Zersetzung der Mineralkaschierung auf der Dämmstoffober- und -unterseite - siehe Abbildung 07, 09 und durch völlig zersetzte PUR-Dämmkeile am Dachrand - siehe Abbildung 10.

Abbildung 10:

Durch jahrelange Feuchteeinwirkung zerstörter PUR-Dämmstoffkeil am Dachrand.



Der von der Versicherung beauftragte Sachverständige (öbv) hat auf der selben Dachfläche ebenfalls Dämmstoffproben entnommen und zwar weit entfernt von den problematischen Anschlussbereichen an der gerundeten Fassade - siehe Darstellung 04.

Dementsprechend fielen auch die Ergebnisse seiner Untersuchungen aus:

"Festgestellt wurde eine Feuchtigkeitsbelastung der Wärmedämmebene, die jedoch eher als gering einzustufen ist - die in der Wärmedämmung aufgenommene Feuchtigkeit ist nicht als kritisch zu bewerten".

Desweiteren wird im Gutachten vermerkt:

"4 Vol.-% Feuchtegehalt ist als Grenzwert zu verstehen, da dann grob überschlägig der Rechenwert der Wärmeleitfähigkeit des Dämmstoffes auf Grund der Feuchtigkeitsbelastung überschritten wird. Höhere Werte lassen sich durch technisches Trocknen entsprechend auf die Grenzwertbereiche auf einfache Art und Weise reduzieren".

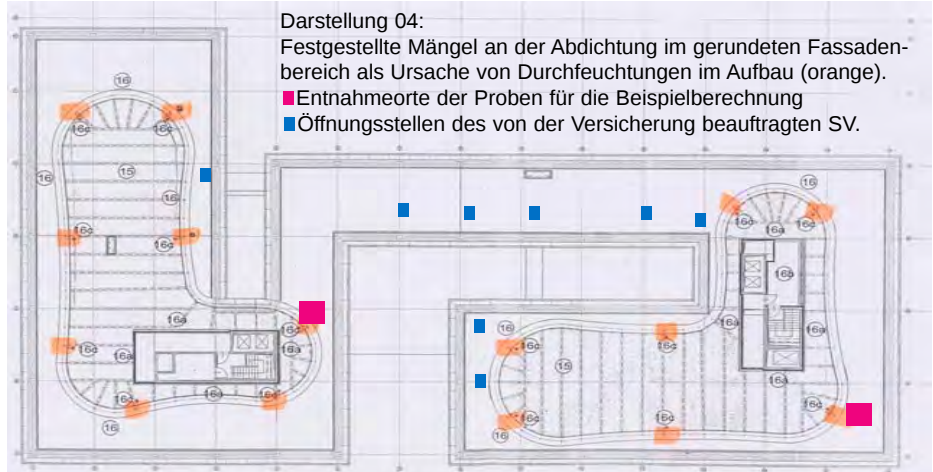
Ob solche Aussagen auf mangelnder Praxiserfahrung beruhen oder ob hier bewusst nach positiven Bereichen gesucht wurde ist der Einschätzung des Lesers überlassen.

Darstellung 04:

Festgestellte Mängel an der Abdichtung im gerundeten Fassadenbereich als Ursache von Durchfeuchtungen im Aufbau (orange).

■ Entnahmeorte der Proben für die Beispielberechnung

■ Öffnungsstellen des von der Versicherung beauftragten SV.



Umkehrdach

Nach den Flachdachrichtlinien sind Dämmschichten die über der Abdichtung angeordnet werden direkter Feuchtigkeitseinwirkungen ausgesetzt und müssen deshalb aus entsprechend geeigneten Werkstoffen bestehen, z.B.: Polystyrol-Extruderschäum. Bei diesen Dämmsystemen sind die bauaufsichtlichen Zulassungen zu beachten.

Wesentliche Punkte bei der Verarbeitung sind:

- die Verlegung des Dämmstoffes erfolgt einlagig mit Stufenfalz,
- über der Dämmschicht ist zusätzlich eine Filtermatte oder ein Filtervlies erforderlich, um zu vermeiden, dass Fremdkörper unter die Dämmplatten gelangen,
- auf den Dämmplatten ist eine Auflast erforderlich. Bei der Bemessung der Auflast sind die jeweilige Windlast und der Auftrieb zu berücksichtigen. Die Lagesicherheit der Abdichtung ist gesondert nachzuweisen.
- die Dachentwässerung ist so zu legen, dass ein langfristiges Überstauen der Wärmedämmung ausgeschlossen ist, zur Vermeidung von Wärmeverlusten kann eine Erhöhung der Dämmstoffdicke erforderlich werden,
- Schichten oberhalb der Wärmedämmung müssen diffusionsoffen sein.

Bei der Bestimmung des U-Wertes ist zum Wärmedurchgangskoeffizienten ein Delta-U-Wert hinzuzufügen. Dieser trägt dem Umstand Rechnung, dass die Wärmedämmung außerhalb der Abdichtung liegt und somit die Wärmedämmung temporär (bei Niederschlag) unterströmt werden kann. Je nach Anteil der Wärmedämmung unter der Abdichtung werden nach folgender Tabelle die dort definierten Zuschläge veranschlagt:

Anteil des Wärmedurchlasswiderstandes unterhalb der Dachhaut in % des gesamten Wärmedurchlasswiderstandes	Erhöhung des U-Wertes $\Delta U \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$
0 - 10	0,05
10,1 - 50	0,03
> 50	0

Nach den Untersuchungen von PERETTE (PWI, 1999) sind diese Zuschläge nicht ausreichend und er stellt deshalb folgende Größenordnungen für die Regelausführung zur Diskussion:

- bei bekiester Oberfläche: **>15%**
- bei Platten im Splittbett, oder Extensivbegrünung: **>20%**
- bei befahrenen Belägen ober Intensivbegrünung: **>30%**.



Abbildung 11:

Beispiel für eine kleinflächige Einpassung von XPS-Dämmplatten auf einem Balkon. Durch die Vielzahl der Schnittkanten ist mit erhöhter Feuchteaufnahme zu rechnen.

Bereits seit 1999 liegt in Deutschland eine Allgemeine Bauaufsichtliche Zulassung des Deutschen Instituts für Bautechnik vor. Gemäß dieser Zulassung kann der sonst bei Umkehrdächern üblicherweise angesetzte Zuschlag auf den U-Wert entfallen, wenn wasserableitende, diffusionsoffene und hochreißfeste Trennlagen eingesetzt werden und dadurch die Hauptwassermenge oberhalb der Dämmschicht abgeführt wird..

In der in Deutschland, Österreich und der Schweiz anerkannten EN ISO 6946 (DIN EN ISO 6946, ON EN ISO 6946, SN EN ISO 6946) ist der Wärmeverlust durch Regenwasser festgelegt. Wenn dieser kleiner ist als 0,01 W/mK, kann der U-Wert-Zuschlag bei Umkehrdächern auf NULL gesetzt werden.

Bei den Untersuchungen an der Technischen Universität in Berlin wurde festgestellt, dass bei Einbau von z.B.: der ROOFMATE™ MK Trennlage der Wärmeverlust durch Regenwasser wesentlich kleiner ist als 0,01 W/mK. Nach dieser Erkenntnis kann der U-Wert-Zuschlag bei Umkehrdächern und die damit verbundene Dämmdickenerhöhung entfallen, wenn folgende Verlegehinweise beachtet werden:

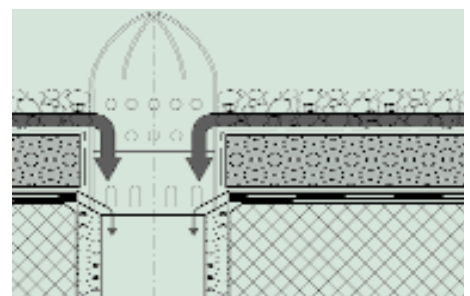
Die ROOFMATE MK Trennlage wird mit einer Überlappung von 15 cm verlegt. Die Verlegung muss am Tiefpunkt des Daches (Dacheinlauf) beginnen. Am Dachrand, bei Wandanschlüssen und anderen Anschlüssen wird die Trennlage bis zur Oberkante des Belages hochgeführt.

Fazit

Das Umkehrdach mit Wärmedämmplatten aus extrudiertem Polystyrol gilt heute als eine der sichersten Dachkonstruktionen mit hervorragendem Preis/Leistungsverhältnis. Die wesentlichen Vorteile dieses Systems liegen auf bauphysikalischem und bautechnischem Gebiet:

- Kombination von Wärmedämmung und Schutz der Dachabdichtung während der Bau- und Nutzungsphase.
- Erhöhung der Lebensdauer der Dachabdichtung durch diesen Schutz.
- Einfacher Rückbau der in der Regel lose verlegten Dämmstoffplatten. Sie können z.B. bei Umbau oder Umnutzung des Daches wiederverwendet werden.
- Nahezu wetterunabhängige Verlegung der Dämmplatten, ohne dass der Dämmstoff durch Feuchtigkeit vorgeschädigt werden kann.

Damit entspricht das Umkehrdach-System durch seine nachgewiesene Langlebigkeit und Zuverlässigkeit den heutigen Anforderungen an eine Dachkonstruktion sowohl in wirtschaftlicher wie auch in ökologischer Hinsicht.



Ohne Dampfsperre?

Trapezblechdach mit Schaumglasdämmung

In den **Flachdachrichtlinien** (ZVDH, 2001) sind unter Abs. 2.2.5 - Stahltrapezprofile folgenden Hinweise zu finden:

(10) **Der Einbau einer Dampfsperre wird empfohlen.** Bei klimatisierten Räumen und/oder bei hoher relativer Luftfeuchtigkeit in Verbindung mit hoher Temperatur im Gebäudeinneren (über 20 °C Temperatur und/oder über 60 % Luftfeuchtigkeit) ist eine **Dampfsperre erforderlich**.

(11) Bei beheizten Gebäuden ist der Einbau einer Luftdichtigkeitsschicht erforderlich - siehe Abs. 2.2.1 (3)

2.2.1 (3) Soll die Luftdichtigkeit durch eine Dampfsperre erreicht werden, z.B. bei Stahltrapezprofilen sind besondere Anforderungen an die Unterkonstruktion, insbesondere an Anschlüssen und Dachdurchdringungen usw. zu stellen ...

2.2.5 (7) An Ausschnitten für Abläufe und Rohrdurchführungen sind **Verstärkungsbleche** notwendig.

Unter Abs. 4.3. - Dampfsperre ist in den Flachdachrichtlinien folgender Hinweis zu finden:

(9) Schaumglasplatten sind dampfdiffusionsdicht. Sie können die Funktion einer Dampfsperre übernehmen, **wenn die Fugen mit Bitumenmasse oder Klebstoff geschlossen sind.**

In den **abc der Bitumenbahnen** (VDD, 1997) sind unter Abs. 6.4 - Stahltrapezprofile folgende Hinweise zu finden:

(11) Der Einbau einer Dampfsperre wird generell empfohlen, insbesondere ist sie erforderlich bei klimatisierten Räumen, Feuchträumen und bei Räumen mit Temperaturen ≥ 20 °C Temperatur und Luftfeuchtigkeit ≥ 60 % Die Dampfsperre ist an allen Detailpunkten luftdicht anzuschließen.

Ergänzend zu den Fachregeln findet man in den **Herstellerrichtlinien von Foamglas** folgende Hinweise:

....bei Dämmstoffdicken > 80 mm ist vor der Verlegung eine Längs- und Querkante der Dämmplatte in Heißbitumen einzutauchen.

.... die Dämmplatten sind mittels Adhäsiv-Bitumenkaltkleber einschließlich der Dämmplattenstoßfugen zu verkleben.



Abbildung 12 (oben):

Schaumglasdämmung kleinteilig zugeschnitten, ohne Fugenverschluss und

Abbildung 13 (unten):

.... Wandanschluss mit Polystyrolämmplatten, die durch Hitzeeinwirkung bei der Verarbeitung verschmort sind.



Situation: Trapezblechdecke über Büroräumen mit ermittelter Temperatur unter der Decke von ca. 24° C. Kleinteilige Verarbeitung der Schaumglasdämmplatten, offene Fugen bis 3 cm, Wandanschlüsse mit verschmorter Polystyrolämmung. Obwohl die Fachregeln eindeutig sind hat scheinbar jeder Sachverständige eine eigene Meinung.

Auszug aus einem Gutachten zu der vorgefundenen Ausführungsproblematik:

"Den Ausführungen des SV ERNST, dass üblicherweise zwischen Trapezblech und Wärmedämmung eine Dampfsperre eingesetzt wird ist zu widersprechen, denn das Regeldetail der Fa. Foamglas gibt auf Profilblechdecken eine Ausführung e Dampfsperre vor".

Auszug aus einem weiteren Gutachten zu der vorgefundenen Ausführungsproblematik:

"Eine trockene Verlegung von Schaumglas ist vom Hersteller auf Trapezblech freigegeben. Offene Fugen in der Wärmedämmung sind nicht schadensträchtig solange eine geschlossene Abdichtung vorhanden ist".

Anmerkung: Firmenprospekte sind keine Fachregeln und somit keine allgemein anerkannte Regeln der Technik (a.a.R.d.T.).

Gefälligkeitsgutachten ?

In einem Prozess in Graz, wurde vom Gericht der SV F. beauftragt, die Ausführungsqualität der Dachabdichtung zu beurteilen, nachdem diese zuvor in einem Privatgutachten bemängelt und als Schadensursache für die festgestellten Undichtigkeiten beurteilt wurden.

Wie es sich herausstellte ist der SV F. ein Dachdeckerkollege des ausführenden Unternehmers und hat vor der Begutachtung in seiner Position als stellvertretender Landesinnungsmeister und Vorsitzender der Sparte Aus- und Weiterbildung eines österreichischen Instituts das Qualitäts-Gütezeichen dieses Instituts diesem Unternehmer verliehen.

Aufgrund dieser Konstellation bestand anscheinend keine Notwendigkeit einer detaillierten Überprüfung der Ausführungsleistung, so dass sich der SV auf die Entnahme **einer einzigen Nahtprobe** aus einer Automaten-schweißnaht an der Längsnaht beschränkte und die dort festgestellte Nahtqualität dann auf die gesamte Leistung aller Dachflächen übertrug.

Nachweislich nicht überprüft wurden die Übergänge zwischen Automaten- und Handschweißnaht, sowie die handwerklich anspruchsvollen Handnähte an den Querstößen und im Bereich der Randanschlüsse und Dachdurchdringungen.



Abbildung 14:
Massive Feuchtigkeitsspuren an der Deckenunterseite.

Hierzu wird ausgeführt: *"Abdichtungen aus Folien haben die Eigenschaft, dass durch die geringe Materialdicke in Zusammenhang mit der Wärme und Benutzerfeuchte, es zu einer Kondenswasserbildung an der Unterseite der Abdichtungsfolie kommt. Die Auswirkungen können daher das Eintreten der Flüssigkeit in das Innere des Objektes sein. Diese Kondenswasserbildung wird in den Bereichen der Hochzüge durch die Änderung der Konstruktion noch verstärkt".*

Literatur:

PWI (1997, 1999, 2002): "Systematische Untersuchung der Wasseraufnahme von extrudierten Polystyrol-dämmplatten"

Die zitierte Literatur liegt in der Bibliothek vor und kann von den Mitgliedern des ddD e.V. als Kopie angefordert werden.

Fazit

Aus den dargestellten Praxisbeispielen resultiert die Erkenntnis, dass (abhängige) Sachverständige durchaus in der Lage sind Gutachten entsprechend zu manipulieren, indem Sie die für den Auftraggeber (z.B. Versicherungen) oder beteiligten Kollegen positive Sachverhalte einseitig darstellen um dann entsprechend angenehme (und kostengünstige) Schlüsse zu ziehen. Es ist in der letzten Zeit (leider) immer öfter festzustellen, dass bei Gutachten nicht mehr die fachtechnisch richtige bzw. fachregelgerechte Bauweise zum dauerhaften Schutz des Gebäudes im Vordergrund steht, sondern irgendwelche Eigeninteressen.

Wasser ist grundsätzlich von der Konstruktion fernzuhalten und Feuchtigkeit im Aufbau ist nicht zu tolerieren, denn der Bauherr/Besteller hat sicherlich keine Schlechtleistung, Fehler oder Mängel, die dazu geführt haben, beauftragt.

Von einem Sachverständigen wird erwartet, dass er mit außerordentlichem Fachwissen und Praxiserfahrung auf Basis der getroffenen Feststellungen sein Gutachten neutral erstattet - egal für welchen Auftraggeber bzw. Partei.

Wolfgang ERNST, Präsident



Abbildung 15:
Ende einer Automaten-schweißnaht bei einer PVC-Bahn mit Übergang zur Handschweißnaht nach der Entfernung der überlappenden Bahn.

Undichtigkeiten in Folge mangelhafter Nahtführung.

Scheinbar war dies auch nicht gewollt, denn dort wären Ausführungsfehler festgestellt worden - siehe Abbildung 15 - die zu den festgestellten Undichtigkeiten geführt haben - wie dies im vorangegangenen Privatgutachten eindeutig dargestellt wurde.

Die enormen Wassereinträge in den darunter liegenden Wohnungen - siehe Abbildung 14 - wurden mangels Fehler in der Abdichtung mit Kondenswasser und **"Benutzerfeuchte"** (?) begründet.

Impressum

Presserechtlich verantwortlich für den Inhalt des Informationsforum ddD ist das Präsidium des ddD e.V. nach BGB. Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck oder Vervielfältigungen nur mit schriftlicher Genehmigung des Präsidiums. Alle Darstellungen und Graphiken sind urheberrechtlich geschützt.

Homepage: <http://www.ddDach.org>

Herausgeber:

Europäische Vereinigung dauerhaft dichtes Dach - ddD e.V.

Eingetragener Verein VR 16415, RG München, Gemeinnützige Körperschaft für Verbraucherschutz und -beratung, FA München 143/213/90588

Wolfratshausen Strasse 45 b
D - 82049 PULLACH i.L.
Tel.: ++49 / +89 / 793 82 22
Fax: ++49 / +89 / 793 86 10
e-Mail: ddDach @ aol.com