



Das Umkehrdach – neue Anforderungen, neue Entwicklungen, neue Erkenntnisse

Von Dr. rer. nat. Holger Merkel, Berlin

Inhalt

1. Die Entwicklung des Umkehrdachs als Wärmedämmsystem
2. Produktentwicklung Polystyrol-Extruderschaum XPS
 - 2.1 Hohe Wärmeschutzanforderungen, große Dämmstoffdicken
 - 2.2 Neue Produkttypen und deren Eigenschaften
3. Mit hohen Wärmeschutzanforderungen zu neuen Systemlösungen
 - 3.1 Die Lösung des „ ΔU -Problems“
 - 3.2 Zweilagige Umkehrdachsysteme
 - 3.2.1 Praktische Erkenntnisse
 - 3.2.2 Theoretische Simulationen
4. Grundsätze und Ausführungsbeispiele für Umkehrdächer mit hohen wärmeschutztechnischen Anforderungen
5. Literatur

1. Die Entwicklung des Umkehrdachs als Wärmedämmsystem

Das Umkehrdach hat bisher alle realen und theoretischen „Stürme“ überstanden und einen festen Platz unter den Flachdach-Dämmsystemen eingenommen. Und das ist auch gut so. Die Vorteile und technischen Spezifika wurden vielfach diskutiert und die Bewährung des Systems in zahlreichen technischen Dokumentationen und Gutachten praktisch und theoretisch nachgewiesen. Das Wärmedämmsystem Umkehrdach ist zu einer anerkannten Regel der Technik geworden und dementsprechend in den Basisvarianten genormt. Das ist alles bekannt und soll deshalb hier nicht nochmals wiederholt werden. Eine ausführliche Darstellung der technischen Grundsätze findet man in Cziesielski, E. et al. „Grundsätze zur Planung von Umkehrdächern“ [1]. Im Folgenden wird deshalb auf die neuen Anforderungen, Entwicklungen und Erkenntnisse Bezug genommen, die seit dieser Veröffentlichung im Jahre 2001 zu verzeichnen sind.

2. Produktentwicklung Polystyrol-Extruderschaum XPS

2.1 Hohe Wärmeschutzanforderungen, große Dämmstoffdicken

Die seit 2001 steigenden Anforderungen an den Wärmeschutz von Gebäuden machten eine Weiterentwicklung der bewährten Wärmedämmstoffe aus Polystyrol-Extruderschaum von Dow notwendig. Insbesondere die Entwicklung von Extrusionstechnologien zur Herstellung von Dämmstoffdicken > 120 mm stand am Anfang im Vordergrund.

Der Praxis wurden sukzessive Dämmstoffdicken von 160 mm, 180 mm und bis zu 200 mm zur Verfügung gestellt. Diese Produkte wurden nach entsprechenden Prüfungen in die allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen für Umkehrdächer aufgenommen. Die Bemessungswerte der Wärmeleitfähigkeit blieben niedrig. Auch im Vergleich mit anderen XPS-Dämmstoffprodukten. Gleichzeitig wurden die für Polystyrol-Extruderschaum charakteristischen Eigenschaften wie hohe Druckfestigkeit, Geschlossenenzelligkeit und niedrige Wasseraufnahme beibehalten.

λ-Bemessungswerte in W/(mK)				
Produkttyp	ROOFMATE™ SL-AP	FLOORMATE™ 500-AP	FLOORMATE™ 700-AP	ROOFMATE™ SL-XP
Dicke in mm				
30	0,034	–	–	–
40	0,034	0,035	0,035	–
50	0,034	0,035	0,035	–
60	0,034	0,035	0,035	0,030
80	0,035	0,036	0,036	0,030
100	0,036	0,036	0,036	0,030
120	0,036	0,036	0,036	0,030
140	0,037	0,037	–	0,030
160	0,037	0,037	–	0,030
180	0,039	0,038	–	0,030
200	0,039	0,038	–	0,030

Tabelle 01: λ-Bemessungswerte für das Umkehrdach gemäß DIN 4108-10

2.2 Neue Produkttypen und deren Eigenschaften

Die immer weitere Vergrößerung der Dämmstoffdicke kann nicht die einzige Antwort auf die gestiegenen Anforderungen sein. Deshalb begann Dow den Polystyrol-Extruderschäum mit dem Ziel weiter zu entwickeln, dass die Wärmeleitfähigkeit ohne Verwendung spezieller Zellgase gesenkt werden kann. Das konnte nur durch die Beeinflussung der Wärmeübertragungsvorgänge im Schaum geschehen. Wärme wird im Dämmstoff durch drei Prozesse übertragen:

- Wärmeleitung in der Polystyrol-Matrix
- Wärmeleitung im Zellgas
- Wärmestrahlungsaustausch in der Schaumstruktur

Die Wärmeleitung im Polystyrol ist durch sein feinwandiges Zellgerüst bereits sehr gering. Das Zellgas ist ruhende Luft und somit ist die Wärmeleitung des Zellgases vorgegeben. Die konvektive Wärmeübertragung in den Zellen ist infolge der geringen Zellabmessungen praktisch Null. Damit bleibt als Maßnahme zur Erhöhung des Wärmewiderstandes des Dämmstoffes die Reduzierung der Wärmestrahlungsübertragung innerhalb der Schaumstruktur. Durch den Einsatz von Kohlenstoffpartikeln, die in die Schaumstruktur eingebunden werden, ist es möglich den Schaum für Wärmestrahlung zu „trüben“ (Bild 01).

Dies führt dazu, dass der Wärmewiderstand des Schaumes zunimmt und sich die Wärmeleitfähigkeit des Dämmstoffes verringert. In Bild 02 ist die Reduzierung der Wärmeleitfähigkeit gegenüber CO₂-geschäumtem Polystyrol-Extruderschäum am Beispiel von ROOFMATE™ SL-AP grafisch dargestellt.

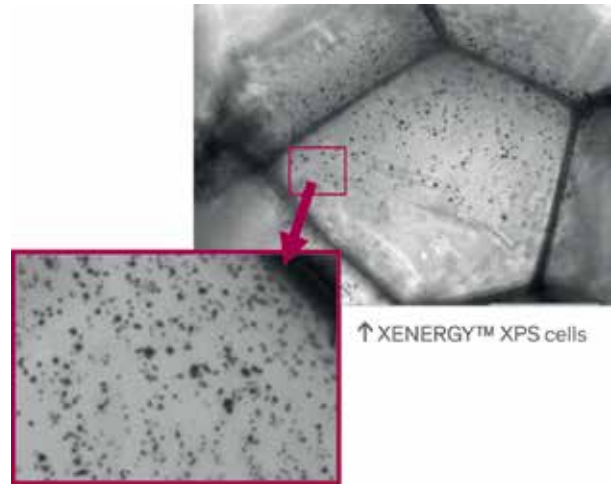


Bild 01: REM-Aufnahme der XPS-Wände von XENERGY™ mit eingelagerten Kohlenstoffpartikeln (Foto: Dow Building Solutions)

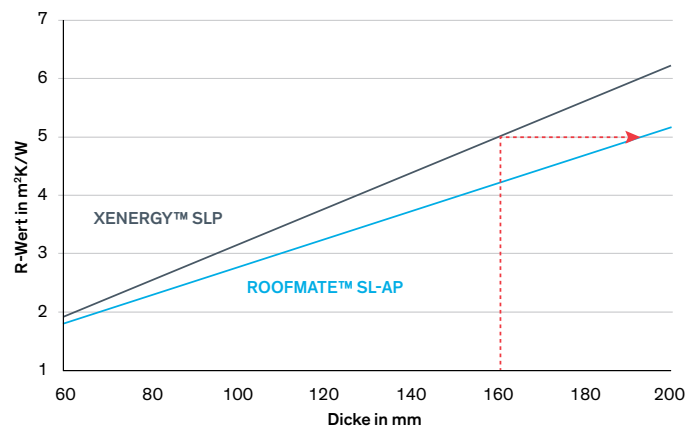


Bild 02: Wärmedämmfähigkeit (Wärmedurchlasswiderstand R) von XENERGY™ SLP gegenüber ROOFMATE™ SL-AP

λ-Bemessungswerte in W/(mK)		
Produkttyp	XENERGY™ SLP	XENERGY™ 500P
Dicke in mm		
60	0,031	–
80	0,031	–
100	0,032	0,033
120	0,032	0,033
140	0,032	0,033
160	0,032	0,033
180	0,032	–
200	0,032	–

Tabelle 02: λ-Bemessungswerte für XENERGY™ SLP und XENERGY™ 500P für das Umkehrdach gemäß DIN 4108-10

3. Mit hohen Wärmeschutzanforderungen zu neuen Systemlösungen

3.1 Die Lösung des „ ΔU -Problems“

Neben der Weiterentwicklung der Produkte war die Lösung des „ ΔU -Problems“ eine weitere wichtige Aufgabe zur Erfüllung der wärmeschutztechnischen Anforderungen.

Dieses Problem ergab sich dadurch, dass systembedingt das Niederschlagswasser auf der Dachabdichtung unterhalb der Wärmedämmplatten in den Dachablauf fließt. Das fließende Wasser entzieht der Dachabdichtung und damit der tragenden Dachkonstruktion Wärme und somit wird zeitweise der Wärmedurchgang durch die Dachkonstruktion erhöht. Durch zahlreiche theoretische und praktische Untersuchungen wurde die Größenordnung dieser Erhöhung des Wärmedurchgangswertes U bestimmt [1]. Für die Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten U wurde in DIN 4108-2 ein Zuschlagswert $\Delta U = 0,05 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ normativ festgelegt. Es ist evident, dass ein solcher Zuschlag bei sehr hohen Anforderungen an den Wärmeschutz des Umkehrdaches zu nicht mehr vertretbaren Dämmstoffdicken führt.

Deshalb musste dieses Problem auf praktisch sinnvolle Weise gelöst werden. Die Entwicklungsarbeiten wurden durch Dow vorangetrieben und führten zur Anwendung einer wasserableitenden Trennlage zwischen Wärmedämmschicht und äußerer Abdeckung (z. B. Kies).

Die hygrische Wirksamkeit der Trennlage konnte in aufwendigen Labor- und Feldversuchen in verschiedenen europäischen Prüf- und Forschungszentren zweifelsfrei nachgewiesen werden. Im Ergebnis dessen wurde festgestellt, dass der Zuschlag zum Wärmedurchgangswert bei Verwendung der wasserableitenden Trennlage entfallen kann, also $\Delta U = 0$ gesetzt werden kann! Dieses Ergebnis floss in die Regelungen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung für Umkehrdächer ein. Die Wirksamkeit der ROOFMATE™ MK Trennlage konnte in der weiteren Entwicklung auch für begrünte Umkehrdächer im Praxistest nachgewiesen werden. Die dazugehörigen Bemessungsregeln werden in Abschnitt 4. angegeben.

Der Schichtaufbau des Umkehrdaches wird mit der neuen Lösung dahingehend modifiziert, dass zwischen Wärmedämmschicht und äußerer Abdeckung (Kies, intensive Begrünung, extensive Begrünung) das Filtrvlies durch eine wasserableitende Trennlage ROOFMATE™ MK, bestehend aus einer hochreißfesten Mikrofasern-Struktur, ersetzt wird. Sie zeichnet sich dadurch aus, dass sie einerseits wasserdicht ist aber gleichzeitig diffusionsoffen. Dadurch können mehr als 95 % des anfallenden Niederschlags auf der Trennlage abfließen, ohne dass der Diffusionsstrom nach außen behindert wird, wie dies zum Beispiel bei einer PE-Folie der Fall wäre.

Die wesentlichen Anforderungen:

- sichere Ableitung des Niederschlagswassers,
- unbehinderte Trocknung des Schichtenaufbaus,
- Langzeitbeständigkeit der Konstruktion und ihrer Komponenten werden erfüllt.

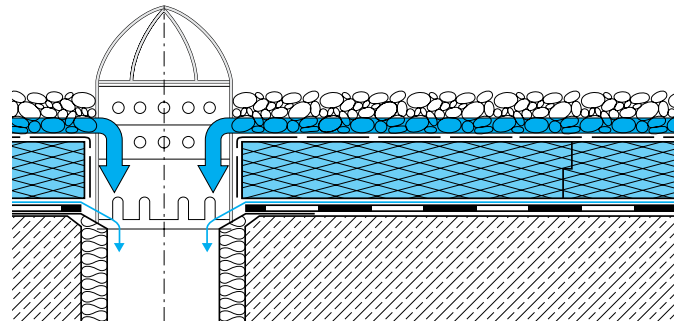


Bild 03: Schematische Darstellung der Regenwasserableitung



Bild 04: Bekiestes Umkehrdach

Wie diese Trennlage verlegt werden muss wird in den Herstellerbroschüren ausführlich beschrieben.

3.2 Zweilagige Umkehrdachsysteme

Lange Zeit galt bei der Planung von Umkehrdächern die Regel, dass die Dämmstoffplatten einlagig zu verlegen sind.

Was war der Grund dafür?

Es wurde vermutet, dass sich zwischen oberer und unterer Dämmschicht ein dauerhafter Wasserfilm bildet, der quasi als Dampfsperre wirkt und zu einer unakzeptabel hohen Feuchtigkeitsaufnahme der unteren Dämmschicht führt.

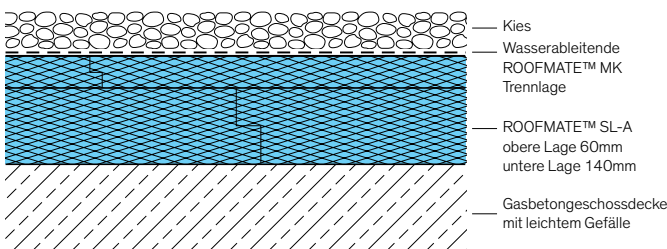
Genährt wurden diese Vermutungen unter anderem durch Schadensfälle bei denen zweilagig verlegte 40 mm und 50 mm dicke Dämmstoffschichten aus XPS zum Teil über Jahre mehr oder weniger von Wasser überstaut wurden und im Ergebnis eine hohe Feuchtigkeitsaufnahme zeigten. Andererseits waren keinerlei belastbare Langzeitresultate bekannt die zeigten, ob in einem fachgerecht geplanten und ausgeführten Umkehrdach mit zweilagig verlegter Dämmschicht eine unakzeptabel hohe Feuchteaufnahme der Dämmplatten wirklich eintritt.

Diese Fragestellung wurde insbesondere im Hinblick auf steigende Wärmeschutzanforderungen von der Dow Forschung und Entwicklung bereits 1997 aufgegriffen und in praktische Erprobung umge-

setzt. Das Forschungsprojekt umfasste den Aufbau eines repräsentativen Umkehrdaches und dessen wissenschaftliche Begleitung durch ein anerkanntes Forschungsinstitut. Dafür konnte das FIW München gewonnen werden. Die Langzeituntersuchungen am ausgeführten Umkehrdachaufbau wurden durch Materialuntersuchungen im Labor ergänzt.

Es sollten unter anderem folgende Fragen beantworten werden:

- Bildet sich zwischen den Dämmstoffschichten ein dauerhafter Feuchtefilm?
- Führt nicht vollständig abfließendes Wasser zwischen den Dämmstoffschichten langfristig zu einer nicht akzeptablen Erhöhung des Feuchtegehaltes der unteren Dämmschicht?
- Wie stark wird die obere Dämmstoffschicht belastet?



Umkehrdach mit zwei, lose übereinander gelegten ROOFMATE™ Platten, untere Lage 140mm, obere Lage 60mm. Abdeckung mit ROOFMATE™ MK Trennlage

Bild 05: Schichtenaufbau des Versuchsdaches



Bild 06: Versuchsdach mit teilweise freigelegter Trennlage

Das Versuchsdach wurde über einen Zeitraum von ca. 10 Jahren messtechnisch begleitet. Die Randbedingungen wurden entsprechend dokumentiert.

3.2.1 Praktische Erkenntnisse

Nach einem Zeitraum von 10 Winterperioden erfolgte die abschließende Untersuchung. Die Probenahmen fanden an einem 29. März statt. Im Bericht des FIW München [2] heißt es dazu:

„An der Entnahmestelle wurde zuerst die Kiesschicht entfernt. Die ROOFMATE™ MK-Trennlage war trocken, leicht verschmutzt und weitgehend unbeschädigt. Zwischen den beiden XPS-Schichten war ein dünner Feuchtefilm. Auf der Unterseite der unteren, 140 mm dicken XPS-Hartschaumplatte war auf der Dachabdichtung ein durchgängiger dünner Feuchtefilm.“

Die Messergebnisse sind in der Tabelle 3 zusammengestellt.

Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München



Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit nach EN 12667			
Dicke	mm	140 (unten)	60 (oben)
Rohdichte trocken	kg/m ³	35,9	40,6
Wärmeleitfähigkeit feucht $\lambda_{10^\circ\text{C, feucht}}$	W/(m·K)	0,0383	0,0329
Feuchtegehalt	Vol.-%	2,0	0,05
Wärmeleitfähigkeit trocken $\lambda_{10^\circ\text{C, trocken}}$	W/(m·K)	0,0366	0,0321

Tabelle 03: Messergebnisse der Proben aus dem zweilagigen Umkehrdach nach 10 Winterperioden [2]

Nach Auswertung der Messergebnisse stellten sich folgende Fragen:

- Lassen sich die praktischen Ergebnisse theoretisch nachbilden?
- Sind weitergehende Aussagen zu anderen Dämmstoffkombinationen und längeren Nutzungszeiten möglich?

3.2.2 Theoretische Simulationen

Es ist mit vertretbarem Aufwand kaum möglich diese Fragestellungen durch Freiland-Untersuchungen zu beantworten. Damit lag es nahe, die bereits verfügbaren thermisch-hygrischen Simulationen heranzuziehen. Eines dieser Simulationsprogramme ist das vom Fraunhofer-Institut für Bauphysik (IBP) entwickelte Softwarepaket WUFI. Konnte man mit WUFI die 10-jährigen Praxisuntersuchungen theoretisch so modellieren, dass die Ergebnisse sich in guter Übereinstimmung zwanglos herleiten ließen? Diese Fragestellung wurde dem IBP vorgelegt.

Durch iterative Anpassung des theoretischen Modells an die praktischen Bedingungen des Test-Daches war es sinnvoll möglich die Ergebnisse theoretisch nachzuvollziehen.

Der Bericht des IBP [3] enthält dazu folgende Schlussfolgerung:

„Die iterative Anpassung der Randbedingung für die rechnerische Simulation des Freilandversuchs resultiert in einer insgesamt zufriedenstellenden und etwas auf der sicheren Seite liegenden Übereinstimmung der Rechnung mit den gemessenen Daten.“ Interessant dabei ist, dass aus der Rechnung auch hervorgeht, dass sich zwischen der unteren und oberen Dämmstoffschicht zwar ein Feuchtefilm ausbilden kann, dieser aber keine dauerhaft gesättigte Feuchtespeicherschicht bildet. Dies widerlegt die eingangs erwähnten bisherigen Vermutungen zum Feuchteverhalten zweilagiger Umkehrdächer.

4. Grundsätze und Ausführungsbeispiele für Umkehrdächer mit hohen wärme- schutztechnischen Anforderungen

Nach diesen Ergebnissen konnte auch die Frage nach weitergehenden Aussagen zu anderen Dämmstoffkombinationen und längeren Nutzungszeiten beantwortet werden.

Im Bild 07 sind beispielhaft die Ergebnisse der entsprechenden Simulationsrechnungen dargestellt.

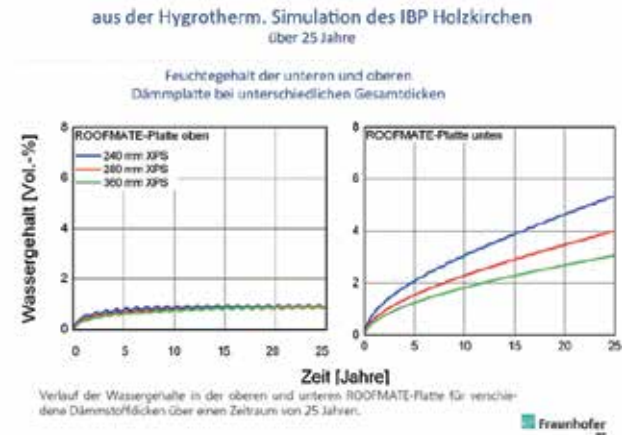


Bild 07: Ergebnisse der hygrothermischen Simulation des Langzeitverhaltens von zweilagigen Umkehrdächern mit unterschiedlichen Dämmstoffdicken nach [3]

Die Ergebnisse der praktischen und theoretischen Untersuchungen können damit wie folgt zusammengefasst werden:

- Die zweilagige Verlegung von ROOFMATE™-Dämmplatten mit einer Dämmschichtdicke der unteren Dämmplatte von mindestens 120 mm führt langfristig zu keinen unakzeptabel hohen Feuchtegehalten.
- Der absolute und relative Feuchtegehalt der unteren Dämmschicht sinkt mit zunehmender Dämmstoffdicke.
- Die obere Dämmschicht bleibt unabhängig von der Dämmstoffdicke langfristig praktisch trocken (< 1Vol.-%).

Diese Erkenntnisse konnten durch weitere praktische und theoretische Untersuchungen mittlerweile auch auf Umkehrdächer mit intensiver und extensiver Begrünung ausgeweitet werden.

Umkehrdächer sind grundsätzlich so zu planen und auszuführen, dass sie den Regeln der einschlägigen DIN-Normen und allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen entsprechen. Durch die Kombination der beschriebenen Baustoffentwicklungen und bauphysikalischen Lösungen sind hohe wärmeschutztechnische Anforderungen bis hin zum Passivhaus-Standard erfüllbar.

Der Einbau von XENERGY™-Dämmplatten führt aufgrund der niedrigeren Wärmeleitfähigkeit gegenüber herkömmlichen ROOFMATE™-Dämmplatten zu geringeren Dämmstoffdicken und damit zu geringeren Wärmedurchgangswerten. XENERGY™-Dämmplatten dürfen sowohl in bekiesten als auch in begrünten Umkehrdächern auch unter Verwendung der Trennlage ROOFMATE™ MK angewendet werden.

Produkt	Dicke in mm	λ-Bemessungswerte in W/(mK)		
		mit ROOFMATE™ MK		
		begrünt	begrünt	bekiest
XENERGY™ SLP	80 < d ≤ 200	0,037	0,041 ¹⁾	0,032
XENERGY™ 500P	100 ≤ d ≤ 160	0,038	0,041 ¹⁾	0,033

1) gilt nur für Plattendicken ≥ 120 mm

Tabelle 04: λ-Bemessungswerte für die Anwendung von XENERGY™- Dämmplatten im Umkehrdach nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung

Durch die Anwendung der Trennlage ROOFMATE™ MK kann sowohl für das bekieste als auch das begrünte Dach der ΔU-Zuschlag entfallen. Gründächer haben einen hohen Stellenwert in der Planung von Flachdächern, da sie auch ökologisch-stadtklimatische Effekte zeigen. Mit dem zweilagigen Einbau von XENERGY™-Dämmplatten und einer Trennlage ROOFMATE™ MK lassen sich U-Werte für das begrünte Dach von nahezu 0,10 W/(m²K) erreichen.

Der grundsätzliche Schichtenaufbau eines Gründaches mit XENERGY™-Dämmplatten ist mit dem eines Gründaches mit ROOFMATE™-Dämmplatten identisch.

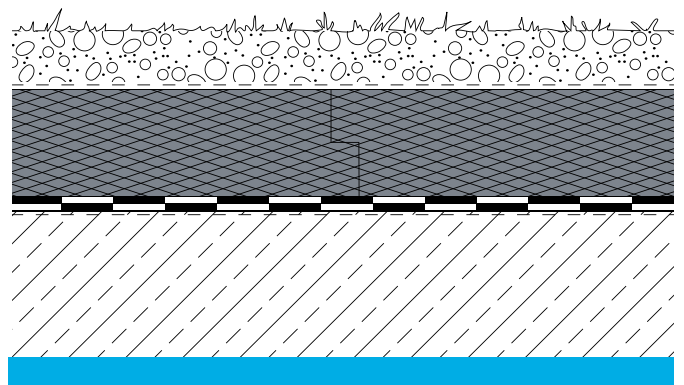


Bild 08: Aufbaubeispiel eines extensiv begrünten Umkehrdaches, mit einer einschichtigen Substratschicht, wasserableitenden Trennlage ROOFMATE™ MK und XENERGY™ SLP als Wärmedämmung, die auf entsprechender wurzelfestem Abdichtung liegt.

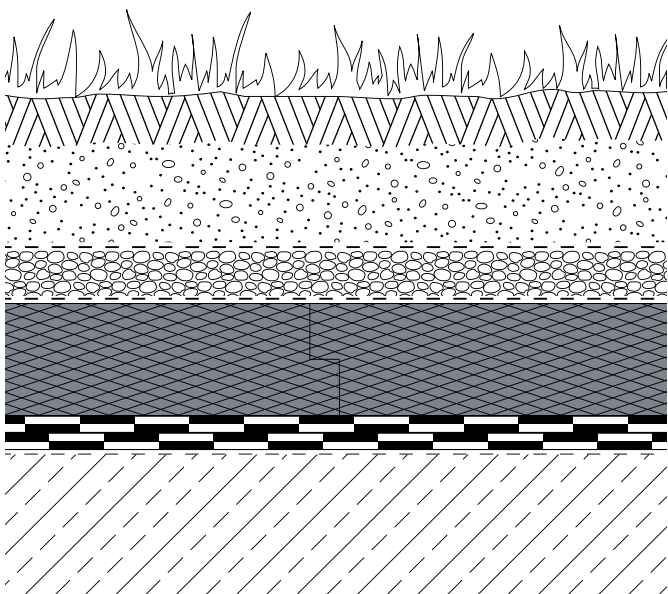


Bild 09: Aufbaubeispiel eines intensiv begrünten Umkehrdaches mit einem zweischichtigen Gründachaufbau, einer Vegetationsschicht, getrennt durch ein Filtervlies von der darunter liegenden Drän- und Filterschicht, wasserableitende Trennlage ROOFMATE™ MK auf XENERGY™ SLP als Wärmedämmung, die auf entsprechender wurzelfesten Abdichtung liegt.

Für höher druckbeanspruchte Bereiche, wie Fassaden-Befahranlagen oder andere schwere Dachaufbauten können die höher druckfesten Produkte XENERGY™ 500-P verwendet werden.



Bild 10: Hochdruckfeste XENERGY™ Platten können die Belastung durch Fassadenbefahranlagen aufnehmen

Insbesondere bei der energetischen Sanierung von Flachdächern sind durch die vorhandene Konstruktion geringe Aufbauhöhen gefordert. Deshalb und auch aus wirtschaftlichen Gründen ist ein PLUS-Dach mit einer zusätzlichen Dämmschicht aus XENERGY™-Dämmstoffplatten eine empfehlenswerte Lösung. Die niedrige Wärmeleitfähigkeit von XENERGY™-Dämmplatten in Kombination mit der Trennlage Roofmate™ MK ermöglicht eine hohe Flexibilität bei der Bemessung des Wärmeschutzes für das sanierte Dach.

An dieser Stelle sei ein Blick in die Vergangenheit gestattet. Für wärmegeämmte Flachdächer galten in den 70er Jahren in der Bundesrepublik die Bestimmungen der DIN 4108 und ab 1977 die der Wärmeschutzverordnung (Tabelle 05).

Norm/ Richtlinie Verordnung	U-Wert [W/m²K]	Mindest-Dämmstoffdicke [mm] (gerundet) je nach WLG		
		040	045	050
DIN 4108 (1952)	1,37	20	25	25
DIN 4108 (1960)	1,37	20	25	25
Flachdach- richtlinie (1962)	0,97	35	35	40
DIN 4108 (1969)	0,8	40	45	50
DIN 4108 (1974)	0,68	50	55	60
WschVO (1977)	≤0,45	80	90	100
WschVO(1982)	≤0,30	125	140	155

Tabelle 05: Erforderlicher Wärmeschutz von Flachdächern nach Normen und Verordnungen von 1952 bis 1982

Bei den angegebenen Dämmstoffdicken handelt es sich um typische Werte, die je nach Konstruktion, Gebäudetyp und Standort (Wärmedämmgebiet) variieren können. Sie zeigen aber das Wärmedämmniveau mit dem der Planer bei der Sanierung derartiger Gebäude rechnen muss. Hinzu kommt natürlich der jeweils aktuelle Zustand der Wärmedämmung zum Zeitpunkt der Sanierung, der eventuell den Ansatz erhöhter Werte der Wärmeleitfähigkeit notwendig machen kann. Legt man jetzt die Werte der Tabelle 05 zugrunde, so ergeben sich für die Bemessung von PLUS-Dächern auf Gebäuden der 70er Jahre mit XENERGY™ folgende Richtwerte für die erreichbaren Wärmedurchgangskoeffizienten in Abhängigkeit von der Dämmstoffdicke.

U-Wert vorh. [W/(m²K)]	U – Wert neu [W/(m²K)]							
	60 mm	80 mm	100 mm	120 mm	140 mm	160 mm	180 mm	200 mm
0.80	0.31	0.26	0.23	0.20	0.18	0.16	0.15	0.13
0.68	0.29	0.25	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13
0.45	0.24	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12

Tabelle 06: Wärmedurchgangskoeffizienten (Richtwerte) für PLUS-Dächer mit XENERGY™ (Ausführung mit Kiesschicht und ROOFMATE™ MK gemäß allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung)

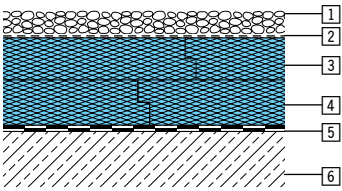
Für Passivhäuser können U-Werte < 0,14 W/(m²K) gefordert werden. Eine zweilagige Verlegung von Roofmate™ SL-AP Dämmplatten in Kombination mit einer wasserableitenden Trennlage ROOFMATE™ MK ermöglicht die in Tabelle 07 zusammengestellten Werte.



Bild 11: PLUS-Dach Sanierung mit XENERGY™. Dämmplatten werden auf das vorhandene Dach lose verlegt.



Bild 12: Zweilagig verlegtes Umkehdach mit XENERGY™

Aufbaubeispiel	ROOFMATE™ SL-AP			
	3 Obere Lage Dicke [mm]	4 Untere Lage Dicke [mm]	Gesamtdicke [mm]	U-Wert* [W/m²K]
 <p>1 Kies, Körnung 16/32 bzw. Kies auf Platten 2 Wasserableitende ROOFMATE™ MK Trennlage 3 Obere Lage ROOFMATE™ SL-AP, hier: 100 mm 4 Untere Lage ROOFMATE™ SL-AP, hier: 120 mm 5 Abdichtung 6 Tragende Konstruktion</p>	100	180	280	0,138
	120	180	300	0,130
	140 (alt. 160)	180 (alt. 160)	320	0,123
	160	180	340	0,116
	180	180	360	0,110
	180	200	380	0,106
	200	200	400	0,104

* U-Wert [W/m²K], Richtwerte einschließlich betondecke, bituminöse Abdichtung, Wärmeübergangswiderstände

Tabelle 07: Beispiele für U-Werte von doppellagig verlegten bekiesten Umkehdächern

Der Vorteil einer zweilagigen Verlegung der Dämmstoffplatten liegt ausführungstechnisch auch darin, dass sich die einzelnen Platten mit Dicken bis zu 200 mm besser verarbeiten lassen als eine XPS-Dämmstoffplatte mit 400 mm oder dicker. Durch die Verlegung im Verband mit Fugenversatz der oberen Dämmplattenlage werden durchgehende Dämmstofffugen vermieden. Dabei ist zu beachten, dass die untere Lage mindestens 120 mm und die obere Lage mindestens 100 mm dick sein muss.

Die zweilagige Verlegung von XENERGY™-Dämmplatten im Umkehdach ist derzeit noch nicht allgemein bauaufsichtlich zugelassen. Basierend auf den langjährigen Erfahrungen aus Forschung und Praxis mit zweilagig verlegten ROOFMATE™-Dämmplatten in Umkehdächern lässt sich jedoch schlussfolgern, dass auch eine zweilagige Verlegung von XENERGY™-Dämmplatten unter bestimmten Randbedingungen praktisch möglich ist (siehe Broschüre „XENERGY™-Lösungen“).

So wurden bereits derartige Dächer mit Zustimmung der Landesbaubehörden im Einzelfall geplant und ausgeführt.

Seit 5. Oktober 2016 ist die zweilagige Verlegung von XENERGY™ im Umkehdach allgemein bauaufsichtlich zugelassen.

Literatur

1. Cziesielski, E. et. al.: Grundsätze zur Planung von Umkehrdächern, Bauphysik-Kalender, Verl. Ernst&Sohn, Berlin 2001
2. FIW Untersuchungsbericht D1-07-003 aus 2007 (unveröffentlicht): Bestimmung des Feuchtegehaltes und der Wärmeleitfähigkeit im feuchten und trockenen Zustand, sowie der Rohdichte im trockenen Zustand an Wärmedämmplatten aus extrudiertem Polystyrol-Hartschaum (XPS) aus einem Praxisobjekt
3. IBP-Bericht (unveröffentlicht): Hygrothermische Simulation der Feuchteverhältnisse in einer zweilagig verlegten Umkehrdachdämmung mit ROOFMATE™ SL-A, Holzkirchen April 2010

Autor

Holger Merkel

Dr.; Diplom-Physiker; nach dem Studium langjährige Tätigkeit in der bauphysikalischen Forschung und als Sachverständiger; 1988 promoviert zum Dr. rer. nat.; von 1992 bis 2015 Tätigkeit im Geschäftsbereich Dow Building Solutions Europe; bis 2012 Mitarbeit in nationalen und internationalen Normenausschüssen auf den Gebieten Wärmedämmstoffe und Wärmeschutz und Leiter des technischen Ausschusses des europäischen Verbandes (EXIBA) der XPS Hersteller bis 2011; seit 2015 beratend und als Fachautor auf dem Gebiet Wärme- und Feuchtigkeitsschutz tätig.

Rechtenachweis

© Dow Deutschland Inc.: alle Abbildungen

Dow Europe GmbH

Bachtobelstrasse 3
CH 8810 Horgen

baustoffe-ch@dow.com

www.dowbaustoffe.ch

Technische Unterstützung:

Das blaue Telefon +41 447282300

Dow Building Solutions

**Dow Deutschland
Anlagengesellschaft mbH
Geschäftsbereich Baustoffe**

Am Kronberger Hang 4
65824 Schwalbach
baustoffe@dow.com
www.dowbaustoffe.de

Hinweis: Freiheit von Patenten von Dow oder anderen Unternehmen kann nicht vorausgesetzt werden. Weil die Anwendungsbedingungen von Land zu Land unterschiedlich sind und sich mit der Zeit ändern können, liegt die Entscheidung, ob Produkte von Dow und die Informationen in diesem Dokument für die jeweilige Anwendung geeignet sind, in der Verantwortung des Kunden. Ebenso ist der Kunde allein dafür verantwortlich, dass seine Arbeits- und Entsorgungspraktiken den einschlägigen Gesetzen und Vorschriften entsprechen. Dow übernimmt keine Verpflichtung oder Haftung für die Information in diesem Dokument. ES WERDEN HIERMIT KEINERLEI GARANTIE ABGEGEBEN. STILLSCHWEIGENDE GARANTIE ODER GEWÄHRLEISTUNGEN FÜR VERKAUFSFÄHIGKEIT ODER EIGNUNG FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK SIND AUSDRÜCKLICH AUSGESCHLOSSEN.