A 5 HUMIDITY AND WATER ABSORPTION

Index of Texts, Tables and figures

Source – N° of table	Description	page
EN 13162: MW		
44 - 01	humidity of WW-products at 23°C/50% and 23°C/80% incl. the correlation	144
44 - 04	Humidity correlation and correction	144
46 - 02	MW - Lose MW – Feuchteaufnahme	144
EN 13163: EPS		
26 - 03	EPS water uptake 25 days	145
37 - 03	EPS Thermal cond. CS DS 31 years	146
37 - 04	EPS Thermal cond. CS DS 31 years	146
EN 13164: XPS		
08 – 01	XPS Thermal Cond. CS Humidity Amerlandklinik 5 years	147
09 - 01	XPS Thermal Cond. CS Humidity Aflenz OFI 22 years	148
09 - 02	XPS Thermal Cond. CS Humidity Aflenz Gutachter 22 years	149
09 - 03	XPS Thermal Cond. CS Aflenz 22 years	150
10 - 01	XPS Thermal Cond. CS Wien 21 years	151
10 - 02	XPS Thermal Cond. CS Wien Gutachter 21 years	152
10 - 03	XPS Thermal Cond. CS Wien Gutachter 21 years	153
11 - 01	XPS Thermal Cond. CS Maria Enzersdorf OFI 9 years	154
11 - 02	XPS Thermal Cond. CS Maria Enzersdorf Gutachter 9 years	155
11 - 03	XPS Thermal Cond. CS Maria Enzersdorf 9 years	156

18 - 01	XPS Humidity different conditions 9 - 18 years	157
18 - 02	XPS Humidity different conditions 10 - 19 years	158
19 - 01	XPS Humidity 1 - 17 years	159
19 - 02	XPS Humidity kies - begrünt 2 - 17 years	160
24 - 01	XPS Thermal cond CS Humidity overview 7-18 years	161
24 - 02	XPS Thermal cond CS Humidity Geschlossenzell 18 years	162
24 - 03	XPS Thermal cond CS Humidity 18 years	163
24 - 04	XPS Thermal cond CS Humidity Geschl 10 years	164
24 - 05	XPS Thermal cond CS Humidity 10 years	165
24 - 06	XPS Thermal cond CS Humidity Geschl 12 years	166
24 - 07	XPS Thermal cond CS Humidity 12 years	167
24 - 08	XPS Thermal cond CS Humidity Geschl 9 years	168
24 - 09	XPS Thermal cond CS Humidity 9 years	169
24 - 10	XPS Thermal cond CS Humidity Geschl 8 years	170
24 - 11	XPS Thermal cond CS Humidity 8 years	171
24 - 12	XPS Thermal cond CS Humidity Geschl 7 years	172
33 - 01	XPS thermal conductivity and humidity30 years	173
36 – 01	XPS Thermal cond. CS Humidity 14 years	174
36 - 02	XPS Thermal cond. CS Humidity 14 years	175
38 - 01	XPS Thermal cond. CS Humidity 32 years	176
38 - 02	XPS Thermal cond. CS Humidity 32 years	177

EN 13165: PUR

16 - 01	PUR Humidity 30 days	178
16 - 02	PUR Humidity 30 days	179
16 - 03	PUR correlation between Thermal cond and Humidity	180

EN 13166: Phenolic foam

47 – 01	PF correlation between Thermal conductivity and Humidity	181

EN 13168: WW

44 - 01	humidity of WW-products at 23°C/50% and 23°C/80% incl. the correlation	182
44 - 04	Humidity correlation and correction	182

Further, not standardised materials

43 - 01	Alternative Dämmstoffe – Langzeitverhalten	183
43 - 02	Alternative Dämmstoffe - Thermal Cond und Humidity	183
43 - 03	Alternative Dämmstoffe – mass %	184
44 - 03	Feuchtegehalt versch Materialien	184

EN 13162: MW

Tabelle 4 Feuchteschutztechnische Eigenschaften von Wärmedämmstoffen nach DIN prEN 12524

Werkstoff	Rohdichte kg/m³	Feuchtegehalt bei		Umrechnungsfaktor für den Feuchtegehalt
		23 °C, 50 % rel. Luftfeuchte ψ m³/m³	23 °C, 80 % rel. Luftfeuchte ψ m³/m³	f_ψ
Expandierter Polystyrol-Hartschaum	10–50	0	0	4
Extrudierter Polystyrol-Hartschaum	20–65	0	0	2,5
Polyurethan-Hartschaum	28–55	0	0	3
Mineralwolle	10–200	0	0	4
Schaumglas	100–150	0	0	0
Holzwolle-Leichtbauplatten	250–450	0,03	0,05	1,8

44 - 01 humidity of WW-products at 23°C/50% and 23°C/80% incl. the correlation

Ist die Wärmeleitfähigkeit im trockenen Zustand einschließlich eventueller Alterungseffekte durch Treibgasaustausch bekannt und mit mindestens 10 Meßwerten statistisch mit der oberen Toleranzgrenze abgesichert, können mit Hilfe des stoffspezifischen Feuchtegehalts u bzw. ψ und des Umrechnungsfaktors f_u bzw. f_ψ nach Tabelle 4 die Nenn- und Bemessungswerte berechnet werden.

Meßwerte $\lambda_{10,n}$ ($n \geq 10$)

↓

Statistische Absicherung der oberen Toleranzgrenze mit 90/90

↓

Feuchtekorrektur
$\lambda = \lambda_{10,i,90/90} \cdot F_m$
mit $F_m = e^{(u_2 - u_1)}$ bei Massebezug
bzw. $F_m = e^{(\psi_2 - \psi_1)}$ bei Volumenbezug

Für den Nennwert gilt generell für u_2 bzw. ψ_2 die Ausgleichsfeuchte im Klima 23 °C/50 % und für den nationalen Bemessungswert in der Regel bei feuchtigkeitsgeschützter Anwendung die Ausgleichsfeuchte im Klima 23 °C/80 % rel. Luftfeuchte.
Die Tabellen 7-1 bis 7-10 können bezüglich der Wärmeleitfähigkeit als Orientierungshilfe für die Materialauswahl herangezogen werden. Die für die Produktfamilien angegebenen Werte beruhen auf Meßdatenanalysen entsprechend Bild 5 von Produkten und beinhalten Werte für auf dem europäischen Markt anzutreffende Dämmstoffe (Literatur in Bild 5). Die Wärmeleitfähigkeitswerte sind in W/(m · K) angegeben und beziehen sich auf eine Mitteltemperatur von 10 °C. Die Symbole $u_{23,50}$ und $u_{23,80}$ beziehen sich auf einen Feuchtegehalt, der sich im Gleichgewicht mit Luft von 23 °C und 50 % bzw. 80 % rel. Luftfeuchte einstellt. P = 50 und P = 90 bedeuten die 50 % Fraktile (Mittelwert) und die 90 % Fraktile. Die Differenz der Wärmeleitfähigkeiten zwischen diesen Fraktilen kann als Maß für die Streuung innerhalb einer Produktfamilie angesehen werden. Für Produkte der XPS- und PUR- Dämmstoffe mit FCKW und HFCKW als Treibgas sind keine vergleichbaren Grundgesamtheiten für eine statistische Bewertung gegeben, da der Alterungseinfluß in den verschiedenen Ländern unterschiedlich bewertet wurde.

44 - 04 humidity correlation and correction

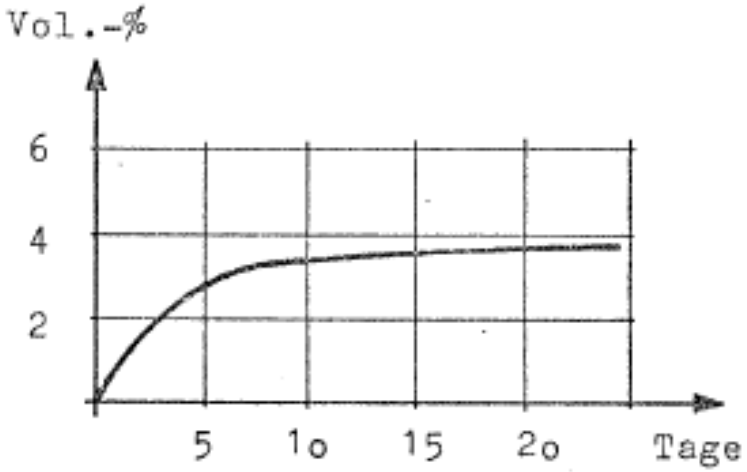
2.1.6 Feuchteaufnahme

Die Feuchteaufnahme des Wärmedämmstoffes darf bei 23 °C und 80 % relativer Luftfeuchte, geprüft nach DIN EN ISO 12571[6], den Wert von $u_{m,80}$ = 1,0 Masse-Prozent nicht überschreiten.

46 - 02 Lose MW Feuchteaufnahme

EN 13163: EPS

Abb. 10 Wasseraufnahme von Polystyrolschaum $d_s = 19\ kg/m^3$



26 - 03 EPS water uptake 25 days

4.1 Feuchtegehalt

Probe Nr.	Trockenrohdichte kg/m³	Volumenbezogener Feuchtegehalt in %
1	19,2	0,009
2	20,7	0,024
3	21,8	0,034
4	19,6	0,009
5	18,9	0,015
Mittelwert:	20	0,02

37 - 03 EPS Thermal cond. CS DS 31 years

Author's comment:

The samples were taken out of a flat roof after 31 years. Over this period the plates have been placed under a bituminous membrane. The roof system is described in the following reference 37-02:

2. Dachaufbau

Die Prüfung und Öffnung des Flachdaches ergab folgenden Schichtenaufbau:

Schichtenaufbau von oben nach unten

1) Dachabdichtung aus mehreren Lagen Bitumenbahnen, vollflächig auf der Wärmedämmschicht mit Heißbitumen aufgeklebt.
2) Wärmedämmschicht, bestehend aus 30 mm dicken expandierten Polystyrol-Hartschaumplatten, vollflächig mit Bitumen auf der Unterlage aufgeklebt.
3) Heißbitumen-Klebeschicht, offenbar vollflächig auf einem Kaltbitumen-Voranstrich aufgebracht.
4) Dachdecke aus Bimsbetondielen.

Zu bemerken ist, daß unterhalb der Wärmedämmschicht keine Dampfsperre und oberhalb der Wärmedämmschicht keine Dampfdruckausgleichschicht eingebaut wurde.

37 - 04 EPS Thermal cond. CS DS 31 years

EN 13164: XPS

Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V.
München

Untersuchungsbericht
D1-3/04

Antragsteller: Dow Deutschland GmbH & Co OHG, Schwalbach

Inhalt: Bestimmung des Feuchtegehalts, der Druckfestigkeit und der Wärmeleitfähigkeit im feuchten und trockenem Zustand an Polystyrol-Extruderschaumplatten, die als Perimeterdämmung **im ständig drückendem Wasser** eingebaut waren

Bez. „PERIMATE INS" Lot Nr. MD 29 19 30 21
Herstelldatum gemäß Lot Nr.: April 1998

Herkunft der Proben: vom Sachverständigen Dipl.-Ing. Hafer, Ingenieurbüro für Bauwerksabdichtung am 28. 10. 2003 in Kunststoffsäcken verpackt übersandt.

Bauobjekt: Amerlandklinik, Westerstede

Ergebnisse: Die Prüfungen an den entnommenen Proben mit Erd- und Bitumenanhaftung ergaben folgende Ergebnisse:

Dicke	60 mm
Rohdichte trocken	30 kg/m³
Druckfestigkeit bei 7 % Stauchung	357 kPa
mittlerer Feuchtegehalt (flächenanteilig gemittelt)	1,6 Vol.-%
Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{10\,°C,\,feucht}$, bei 1,6 Vol.-% Feuchtegehalt	0,0307 W/(m·K) (extrapoliert)
Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{10\,°C,\,trocken}$	0,0282 W/(m·K)

Beurteilung: Die Druckfestigkeit liegt mit 357 kPa deutlich über dem in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung geforderten Mindestwert von 300 kPa. Zum Herstellzeitpunkt lag der Rechenwert der Wärmeleitfähigkeit bei 0,035 W/(m·K). Die Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{10\,°C,\,feucht}$ im Ausbauzustand liegt mit 0,0307 W/(m·K) weiterhin deutlich unter dem damals anzusetzendem Rechenwert der Wärmeleitfähigkeit.

Gräfelfing, den 26. März 2004

Sachgebietsleiter
W. Albrecht
Dipl.-Ing. (FH) W. Albrecht

Prüfer
P. Forster
P. Forster

Forschungsinstitut für Wärmeschutz e. V. München
Lochhamer Schlag 4 · 82166 Gräfelfing
Telefon +49 (0)89 8 58 00 –0 · Telefax +49 (0)89 8 58 00 – 40
info@fiw-muenchen.de · www.fiw-muenchen.de

08 - 01 XPS Thermal Cond. CS Humidity Amerlandklinik 5 years

ofi Kunststoffinstitut
Österreichisches Forschungsinstitut für Chemie und Technik

A-1030 Wien, Franz Grill-Straße 5, Arsenal, Objekt 213
Tel (+43 1) 798 16 01 - 0, Fax (+43 1) 798 16 01 - 8, http://www.ofi.co.at

Prüfbericht Nr. 48.062-b-k

Wien, 2003-06-04
unser Zeichen: Ing. Jech - DW 390

Antragsteller: DOW – Austria GesmbH
Sechshauser Straße 48
A-1150 Wien

Antrag: vom 21.11.2002

Prüfgegenstand: extrudierter Polystyrolschaum (XPS)
ROOFMATE SL (Teilstück), Nenndicke 60mm

Probenahme: durch Herrn Prof. Dipl. Ing. Dr. techn. Rudolf Suntinger-Schrampf (8141 Zettling)

Ort der Entnahme: Erdfunkstelle Aflenz, Graßnitz 160, 8624 Aflenz
Alter des Objektes: 22 Jahre (Angaben lt. Antragsteller)

Probeneingang: 21.11.2002 (Proben in PE-Folie verpackt)

Durchführung der Prüfung: Druckspannung bei 10% Stauchung gemäß ÖN EN 826
Wärmeleitfähigkeit bei 10°C Mitteltemperatur gemäß ÖN EN 12667

Ergebnisse: **Prüfdatum:** KW 47/2002 – KW 17/2003

Rohdichte (trocken):		**35,9 kg/m³**
Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{10,\,feucht}$:		**0,0294 W/mK**
Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{10,\,trocken}$:		**0,0286 W/mK**
volumenbezogener Feuchtegehalt:		**0,9 %**
Druckspannung (trocken) bei 10% Stauchung	**Mittelwert:**	**459 kPa**

Beurteilung:

Die Wärmeleitfähigkeit im feuchten Zustand (Ausbauzustand) lag mit 0,0294 W/mK unter dem vom Antragsteller angegebenen Nennwert der Wärmeleitfähigkeit λ_n = 0,033 W/mK, der zum Zeitpunkt des Einbaus gültig war.

Das ofi - Kunststoffinstitut ist eine Sektion des Österr. Forschungsinstitutes für Chemie und Technik unter Leitung von: Univ. Doz. Dr. Manfred Tacke Österreichisches Forschungsinstitut für Chemie und Technik, Notified Body no. 1085, gemäß Bauproduktenrichtlinie 89/106 EEC	Sachbearbeiter:	Sonja Mitsch
	Abteilungsleiter:	Ing. Günter Jechlinger
	Institutsleiter:	Dipl.-Ing. Dr.techn. Dietmar Loidl

Die Prüfergebnisse beziehen sich nur auf das untersuchte Probematerial. Prüfberichte dürfen ohne ausdrückliche Zustimmung der Prüfstelle nur in voller Länge, nicht aber auszugsweise reproduziert werden. Sämtliche Prüfungen unterliegen einem Qualitätssicherungsprogramm gemäß EN ISO IEC 17025:2000. Akkreditierte Verfahren sind als solche gekennzeichnet.

Dieser Bericht umfasst 1 Seite und 0 Beilagen

Bank Austria Creditanstalt, Wien 1, Schubertring 14, BLZ 12000, Konto-Nr. 0066-12758/00, Handelsgericht Wien, Firmenbuch-Nr.: FN 71847 h, Rechtsform: Verein, UID: ATU 1637 1502 Gerichtsstand Wien.

Ein nach DIN EN 45001 durch die DAP Deutsches Akkreditierungssystem Prüfwesen GmbH akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

09 - 01 XPS Thermal Cond. CS Humidity Aflenz OFI 22 years

PROF. DI. DR.
RUDOLF SUNTINGER-SCHRAMPF

Allgemein beeideter
und gerichtlich
zertifizierter
Sachverständiger

Adresse:
Peter Rosegger Weg 10A
8141- Zettling

Tel.: 0664/ 1603291
Tel.: 03135/ 55776

BEURTEILUNG der
ROOFMATE SL DÄMMPLATTEN
(extrudierter Polystyrolschaum XPS)
der **DOW AUSTRIA** Ges.m.b.H.
im Gründach

Ort der Entnahme: Erdefunkstelle Aflenz
Graßnitz 160
A 8624 AFLENZ
Entnahmestelle: im westlichen Flachdachbereich der Funkstation
Entnahmedatum: 20. 11. 2002
Allgemeinzustand des Daches: sehr gepflegt
Zustand der ROOFMATE SL Dämmplatten: keine Flächen-, Kanten- und Dickenveränderungen feststellbar, Durchwurzelungen nicht vorhanden

Ergebnisse des ofi Kunststoffinstitutes Wien,
Franz Grill-Straße 5, A 1030 Wien, Prüfbericht Nr. 48.062-b-k vom 4. 6. 2003

Rohdichte (trocken):		**35,9 kg/m³**
Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{10,\,feucht}$:		**0,0294 W/mK**
Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{10,\,trocken}$:		**0,0286 W/mK**
volumenbezogener Feuchtegehalt :		**0,9 %**
Druckspannung (trocken)		
bei 10 % Stauchung	**Mittelwert:**	**459 kPa**
Bezugsnormen:	**ON EN 826, ON EN 12667**	

Gesamtbeurteilung :
Im gegenständlichen Objekt wurden nach 22 Jahren Nutzungsdauer an exponierter Stelle ROOFMATE SL Dämmplatten in einer Stärke von 6 cm entnommen und für die bauphysikalische Prüfung an einer akkreditierten Prüfanstalt vorbereitet. Die visuelle Überprüfung der Wärmedämmplatten ergab keine signifikanten Hinweise auf unzulässige Materialveränderungen. Das akkreditierte ofi Kunststoffinstitut in Wien ermittelte eine Wärmeleitfähigkeit von $\lambda_{10,\,feucht}$ = **0,0294 W/mK**. Die ermittelte Wärmeleitfähigkeit liegt somit um **11%** niedriger, als der Nennwert der Wärmeleitfähigkeit λ_n= **0,033 W/mK** , der den wärmeschutztechnischen Berechnungen des Flachdaches zu Grunde liegt. Es ist somit die volle energetische Wirksamkeit der ROOFMATE SL Dämmplatten im Flachdach der Erdefunkstelle Aflenz unverändert wirksam.

Allgemein beeideter und gerichtlich zertifizierter Sachverständiger Prof. Dipl.-Ing. Rudolf Suntinger-Schrampf

Zettling, 23. Juli 2003 Prof. Dipl.-Ing. Dr. Suntinger-Schrampf

Seite 1

09 - 02 XPS Thermal Cond. CS Humidity Aflenz Gutachter 22 years

Objekt	Alter bei Entnahme	Wärmeleitfähigkeit λ_n (zum Zeitpunkt des Einbaus)	Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{10,\ feucht}$ (Ausbauzustand)	volumenbezogener Feuchtegehalt
Erdfunkstelle Aflenz	22 Jahre	0,032 W/mK	0,0306 W/mK	2,5 %

09 - 03 XPS Thermal Cond. CS Aflenz 22 years

Bauphysik
Dipl.-Ing. Franz KRLWODA

Beilage zu
GZ.: S-784-A (2004-01-07)

ofi Kunststoffinstitut
Österreichisches Forschungsinstitut für Chemie und Technik

A-1030 Wien, Franz Grill-Straße 5, Arsenal, Objekt 213
Tel (+43 1) 798 16 01 -0, Fax (+43 1) 798 16 01 - 8, http://www.ofi.co.at

Prüfbericht Nr. 48.062-a-k

Wien, 2003-06-04
unser Zeichen: Ing. Joch - DW 390

Antragsteller: DOW – Austria GesmbH
Sechshauser Straße 48
A-1150 Wien

Antrag: vom 25.11.2002

Prüfgegenstand: extrudierter Polystyrolschaum (XPS)
ROOFMATE SL(Teilstück), Nenndicke 100mm

Probenahme: durch Herrn DI Kalwoda (1020 Wien)

Ort der Entnahme: Schifffahrtszentrum, Handelskai 256, 1020 Wien
Alter des Objektes: 21 Jahre (Angaben gemäß Antragsteller)

Probeneingang: 25.11.2002 (Proben in PE-Folie verpackt)

Durchführung der Prüfung: Druckspannung bei 10% Stauchung gemäß ÖN EN 826
Wärmeleitfähigkeit bei 10°C Mitteltemperatur gemäß ÖN EN 12667

Ergebnisse: **Prüfdatum:** KW 47/2002 – KW 6/2003

Rohdichte (trocken):	**32,8 kg/m³**
Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{10,\,feucht}$:	**0,0294 W/mK**
Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{10,\,trocken}$:	**0,0289 W/mK**
volumenbezogener Feuchtegehalt:	**1,6 %**

Druckspannung (trocken)
bei 10% Stauchung **Mittelwert:** **272 kPa**

Beurteilung:

Die Wärmeleitfähigkeit im feuchten Zustand (Ausbauzustand) lag mit 0,0294 W/mK unter dem vom Antragsteller angegebenen Nennwert der Wärmeleitfähigkeit λ_m = 0,033 W/mK, der zum Zeitpunkt des Einbaus gültig war.

Das ofi - Kunststoffinstitut ist eine Sektion des Österr. Forschungsinstitutes für Chemie und Technik unter Leitung von Univ. Doz. Dr. Manfred [illegible] Österreichisches Forschungsinstitut für Chemie und Technik, Notified Body No. 1009, gemäß Bauproduktenrichtlinie 89/106/EEC	Sachbearbeiter:	Sonja Mitsch
	Abteilungsleiter:	Ing. Günter Jechlinger
	Institutsleiter:	Dipl.-Ing. Dr.techn. Dietmar Loidl

Die Prüfergebnisse beziehen sich nur auf das untersuchte Probematerial. Prüfberichte dürfen ohne ausdrückliche Zustimmung der Prüfstelle nur in voller Länge, nicht aber auszugsweise reproduziert werden. Sämtliche Prüfungen unterliegen einem Qualitätssicherungsprogramm gemäß EN ISO IEC 17025:2000. Akkreditierte Verfahren sind als solche gekennzeichnet.

Dieser Bericht umfasst 1 Seite und 0 Beilagen

Bank Austria Creditanstalt, Wien 1, Schubertring 14, BLZ 12000, Konto-Nr. 0066-12758/00, Handelsgericht Wien, Firmenbuch-Nr.: FN 71847 h, Rechtsform: Verein, UID: ATU 16371502 Gerichtsstand Wien

Ein nach DIN EN 45 durch die DAP Deutsche Akkreditierungssystem Prüfwesen GmbH akkreditiertes Prüflaboratorium
Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren

Dipl.-Ing. Franz Kalwoda
Zivilingenieur für Hochbau
A-1170 Wien, Stefan Zweig-Platz 7
Tel.: 470 07 48, Fax: 470 07 49

10 - 01 XPS Thermal Cond. CS Wien 21 years

Bauphysik
Dipl.-Ing. Franz KRUMDR

2. Entnahme und Prüfergebnisse

Der Dachaufbau bis zur Abdichtung und Details der Entnahme sind in Pkt. 5 (Entnahmeprotokoll) nachzulesen.

Obwohl die XPS-G-Dämmstoffplatte („Roofmate SL"[©1]) im Wasser stand (ca. 3,5 cm), war an der Oberfläche keine Feuchtigkeit sichtbar; lediglich eine leichte Verschmutzung durch Erd- und Wurzelreste war feststellbar. Die Dämmstoffplatte selbst war nicht durchwurzelt; nur einzelne Wurzeln waren über die Fugen zwischen den Dämmstoffplatten bis zur Abdichtung vorgedrungen. Die XPS-G-Dämmstoffplatte erwies sich als formstabil und hatte augenscheinlich keine Verrottungserscheinungen.

Die Laborüberprüfung (siehe Beilage) ergab folgende Kennwerte:

Rohdichte (trocken):	32,8 kg/m³
Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{10,\,feucht}$:	0,0294 W/mK
Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{10,\,trocken}$:	0,0289 W/mK
volumsbezogener Feuchtigkeitsgehalt:	1,6 %
Druckspannung (trocken) Bei 10 % Stauchung (Mittelwert):	272 kPa

3. Beurteilung

Zum Zeitpunkt des Einbaues (1981) wurde für Roofmate SL© ein Rechenwert der Wärmeleitfähigkeit von

$$\lambda_r = 0{,}033 \text{ W/mK}$$

angegeben. Dieser Wert ist auch in der Zulassung der Stadt Wien (Verordnung vom 24. April 1981, Zl.: MA 35 - S 124/80) festgehalten. Des weiteren wird in den Firmenunterlagen aus dieser Zeit (Dow Chemical Company, z.B. EU 4654-G-181) für die Wärmeleitfähigkeit bei 10 °C Mitteltemperatur im Trockenzustand

$$\lambda_{10,trocken} = 0{,}027 \text{ W/mK}$$

angeführt.

Für den eingebauten Zustand liegt somit der festgestellte Wert ($\lambda_{10,feucht}$ = 0,0294 W/mK) um 10,9 % niedriger als der seinerzeit angegebene Rechenwert. Dies bedeutet, daß die XPS-G-Platte langfristig eine um rund 11 % höhere Dämmung aufweist als eine Vorausberechnung ergeben hätte. Im trockenen Zustand liegt der angegebene $\lambda_{10,trocken}$-Wert zwar um 6,6 % niedriger als der gemessene; der Unterschied zwischen Feucht- und Trockenwert beträgt laut Messung jedoch nur 1,7 %, während die Firmenangaben einen diesbezüglichen Sicherheitszuschlag von 22,2 % aufweisen (λ_r = 0,033 W/mK → $\lambda_{10,trocken}$ = 0,027 W/mK).

4. Zusammenfassung

Die intensive Begrünung (augenscheinlich funktionstüchtig und gesund) mit einer Substratschicht von 20 cm bis 28 cm verursachte auf der Dämmstoffplatte keine größeren Schmutzablagerungen. Die Dämmstoffplatte selbst (XPS-G → „Roofmate SL"©) war nach mehr als 20 Jahren im eingebauten Zustand unversehrt und formstabil. Die Wärmedämmung lag um rund 11 % höher als der angegebene Rechenwert.

Das UK-Dach als Gründach erwies sich somit bei richtigem Aufbau – vor allem Einbau einer Dränschicht (EPS-Dränplatte) und Filterschicht (Trennvlies) über der XPS-G-Dämmung – langfristig als dauerhaft, energetisch wirksam und technologisch zuverlässig.

Auszug aus Gutachten GZ.: S-784-A.
Das vollständige Gutachten kann bei
Dow Austria angefordert werden.

10 - 02 XPS Thermal Cond. CS Wien Gutachter 21 years

Objekt	Alter bei Entnahme	Wärmeleitfähigkeit λ_n (zum Zeitpunkt des Einbaus)	Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{10,\ feucht}$ (Ausbauzustand)	volumenbezogener Feuchtegehalt
Schifffahrts-zentrum Wien	21 Jahre	0,033 W/mK	0,0294 W/mK	1,6 Vol.-%

10 - 03 XPS Thermal Cond. CS Wien Gutachter 21 years

ofi Kunststoffinstitut
Österreichisches Forschungsinstitut für Chemie und Technik

A-1030 Wien, Franz Grill-Straße 5, Arsenal, Objekt 213
Tel (+43 1) 798 16 01 - 0, Fax (+43 1) 798 16 01 - 8, http:\\www.ofi.co.at

Prüfbericht Nr. 48.062-c-k

Wien, 2003-07-08
unser Zeichen: Ing. Jech - DW 390

Antragsteller: DOW – Austria GesmbH
Sechshauser Straße 48
A-1150 Wien

Antrag: vom 21.11.2002

Prüfgegenstand: extrudierter Polystyrolschaum (XPS)
ROOFMATE, Nenndicke 120mm

Probenahme: durch Herrn DI Prause, Wien (1130)

Ort der Entnahme: **EVN-Maria Enzersdorf, Bauteil Forum, Maria Enzersdorf**
Alter des Projektes: 9 Jahre

Probeneingang: (Proben in PE-Folie verpackt)

Durchführung der Prüfung: Druckspannung bei 10% Stauchung gemäß ÖN EN 826
Wärmeleitfähigkeit bei 10°C Mitteltemperatur gemäß ÖN EN 12667

Ergebnisse: **Prüfdatum:** KW 47/2002 – KW 6/2003

Rohdichte (trocken):	**33,6 kg/m³**
Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{10,feucht}$:	**0,0306 W/mK**
Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{10,trocken}$:	**0,0288 W/mK**
volumenbezogener Feuchtegehalt:	**2,5 %**

Druckfestigkeit (trocken)

Mittelwert:	**519 kPa bei 2,3% Stauchung**
Kleinstwert:	**496 kPa bei 2,1% Stauchung**

Beurteilung:

Die Wärmeleitfähigkeit im feuchten Zustand (Ausbauzustand) lag mit 0,0306 W/mK unter dem vom Antragsteller angegebenen Nennwert der Wärmeleitfähigkeit λ_n=0,032 W/mK, der zum Zeitpunkt des Einbaus gültig war.

Das **ofi** - Kunststoffinstitut ist eine Sektion des Österr. Forschungsinstitutes für Chemie und Technik unter Leitung von: Univ. Doz. Dr. Manfred Jäger Österreichisches Forschungsinstitut für Chemie und Technik, Notified Body no. 1055, gemäß Bauproduktenrichtlinie 89/106 EEC	Sachbearbeiter:	Sonja Mitsch
	Abteilungsleiter:	Ing. Günter Jechlinger
	Institutsleiter:	Dipl.-Ing. Dr.techn. Dietmar Loidl

Die Prüfergebnisse beziehen sich nur auf das untersuchte Probematerial. Prüfberichte dürfen ohne ausdrückliche Zustimmung der Prüfstelle nur in voller Länge, nicht aber auszugsweise reproduziert werden. Sämtliche Prüfungen unterliegen einem Qualitätssicherungsprogramm gemäß EN ISO IEC 17025:2000. Akkreditierte Verfahren sind als solche gekennzeichnet.

Dieser Bericht umfasst 1 Seite und 0 Beilagen

Ein nach DIN EN 45001 durch die DAP Deutsches Akkreditierungssystem Prüfwesen GmbH akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

Bank Austria Creditanstalt, Wien 1, Schubertring 14, BLZ 12000, Konto-Nr. 0066-12758/00, Handelsgericht: Wien, Firmenbuch-Nr.: FN 71847 h, Rechtsform: Verein, UID: ATU 1631 1502 Gerichtsstand Wien.

11 - 01 XPS Thermal Cond. CS Maria Enzersdorf OFI 9 years

DIPL.-ING. WALTER PRAUSE
ZIVILINGENIEUR FÜR BAUWESEN

GZ.3664/G1-04

Untersuchungsergebnisse der entnommenen Roofmate-Platte:

Die Ergebnisse sind aus dem Prüfbericht Nr. 48.062-c-k vom 2003-07-08 zu ersehen und lauten zusammenfassend wie folgt:

Rohdichte (trocken): .....33,6 kg/m³

Wärmeleitfähigkeit: .....$\lambda_{10,feucht}$ = 0,0306 W/mK

Wärmeleitfähigkeit: .....$\lambda_{10,trocken}$ = 0,0288 W/mK

Volumenbezogener Feuchtegehalt: ...2,5 %

Druckfestigkeit (trocken):

Mittelwert 519 kPa bei 2,3 % Stauchung

Mittelwert 496 kPa bei 2,1 % Stauchung

Beurteilung:

Laut Beurteilung im Prüfbericht lag die Wärmeleitfähigkeit im feuchten Zustand (Entnahmezustand) mit 0,0306 W/mK unter dem vom Antragsteller angegebenen Nennwert der Wärmeleitfähigkeit λ_n = 0,032 W/mK wie dies zum Einbauzeitpunkt für das gegenständliche XPS-Material gültig war.

Abschließend ist noch festzuhalten, daß sich aufgrund dieser Prüfergebnisse das gegenständliche Roofmate-XPS-Plattenmaterial in der Einbaudicke von 120 mm nach etwas mehr als 9 Jahren in einem kaum veränderten praktisch vollwertigen Gebrauchstauglichkeitszustand befand, welcher nahezu dem damals üblichen Auslieferungszustand der Wärmeschutzqualität entspricht.

Wien, 2004-01-14
DI.Pr/ik

DIPL.-ING. WALTER PRAUSE ZIVILINGENIEUR FÜR BAUWESEN WIEN

Auszug aus Gutachten GZ. 3664/G1-04. Das vollständige Gutachten kann bei Dow Europe angefordert werden.

11 - 02 XPS Thermal Cond. CS Maria Enzersdorf Gutachter 9 years

Objekt	Alter bei Entnahme	Wärmeleitfähigkeit λ_n (zum Zeitpunkt des Einbaus)	Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{10,\ feucht}$ (Ausbauzustand)	volumenbezogener Feuchtegehalt
EVN-Zentrum Maria Enzensdorf	9 Jahre	0,032 W/mK	0,0306 W/mK	2,5 %

11 - 03 XPS Thermal Cond. CS Maria Enzersdorf 9 years

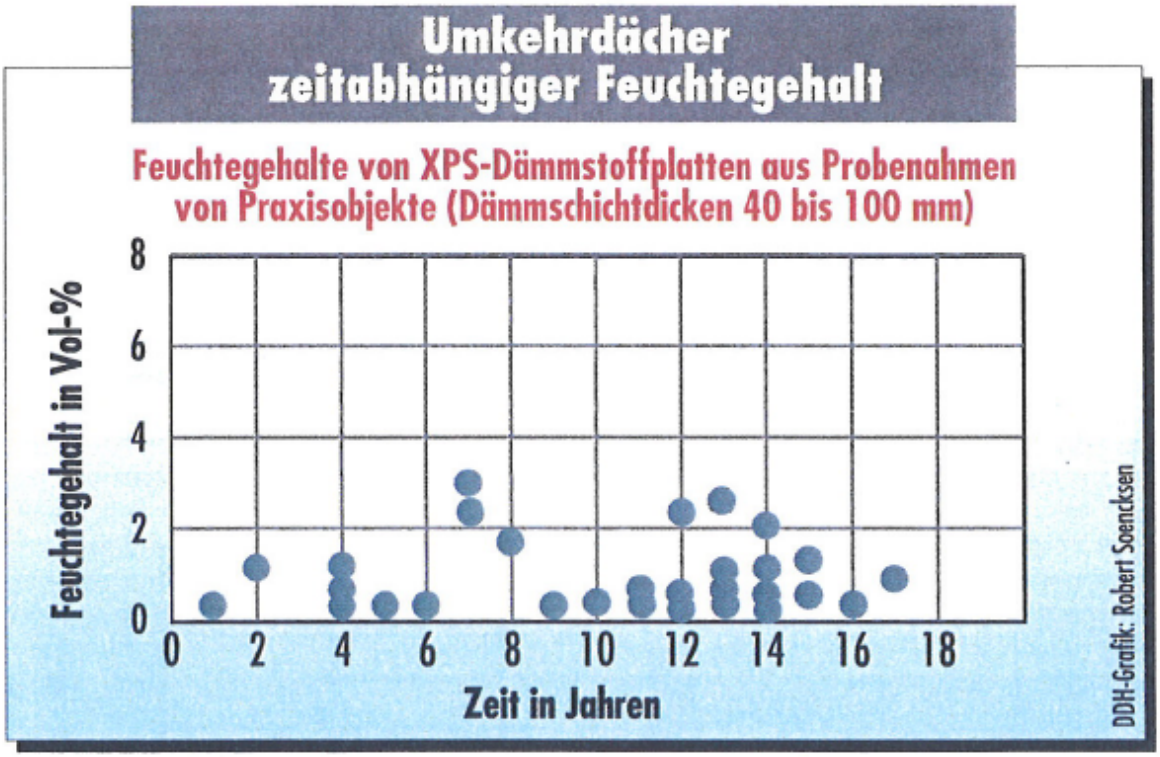
Objekt-Nr.	Ort	Probenbezeichnung	Probendicke mm	Einbaudauer Jahre	Feuchtegehalt Vol.-%	Dränage bzw anstehender Boden
Perimeterdämmungen mit Dränage						Dränageart
2	Ladenburg	2 L 2 M 2 R	60,9 59,6 60,0	10	0,044 0,042 0,042	Polystyrol-Dränplatten
3	Lambsheim	3 L 3 M 3 R	49,3 44,7 50,8	16	0,051 0,052 0,18	Kies, 10–15 cm, Bitumen-Wellplatten
4	Maxdorf Fa. Strey	4 L 4 M 4 R	30,2 30,3 30,4	9	10,0 8,7 11,5	Bitumen-Wellplatten
12	Weingarten	12 M 12 L 12 R	39,3 40,1 39,4	13	1,3 3,1 1,4	Beton-Dränsteine 10 cm dick
14	Konz	14 M 14 U 14 O	34,6 33,8 31,3	17	0,028 0,025 0,028	Polystyrol-Dränplatten
15	Helsa	15 L 15 M 15 R	32,2 32,5 32,6	16	0,020 0,021 0,081	Polystyrol-Dränplatten
17	Bayreuth	17 L 17 M 17 R	35,9 36,6 34,7	16	0,019 0,020 0,13	Polystyrol-Dränplatten
19	Haßloch	19 M 19 L 19 R	63,3 62,4 63,0	9	0,051 0,066 0,059	Bitumen-Wellplatten
20	Thanhausen		40,0	16	0,14	Beton-Dränsteine
Perimeterdämmungen ohne Dränagen						Bodenart
1	Darmstadt	1 M 1 L 1 R	51,3 51,4 51,1	8	0,22 0,32 0,25	schwerer Lehm
5	Battenberg	5 L 5 M 5 R	60,7 60,9 60,8	16	4,8 4,1 4,5	Gemisch aus Sand, Lehm, Kalk und Bauschutt
6	Lampertheim	6 A O 6 A M 6 A U 6 B O 6 B U	40,1 40,2 40,2 49,7 49,5	15	1,2 1,3 1,8 0,79 1,2	Kiessand
7	Taufkirchen	7 M 7 U 7 O	40,3 – 40,0	17	0,02 0,11 0,026	Kiessand mit humosen Anteilen (ca. 50%)
8	Maxdorf Reinsch	8 M 8 U 8 O	31,4 31,6 31,9	11	0,028 0,035 0,030	Sand
9	Wachenheim	9 M 9 U 9 O	40,9 39,5 39,8	16	1,4 1,6 2,0	lehmiger Boden
10	Freinsheim	10 M 10 U 10 O	37,7 35,2 33,9	10	0,85 1,6 1,2	schwerer Lehm
13	Garmisch-Partenkirchen	13 M 13 O 13 U	37,6 37,6 39,2	12	0,15 0,046 0,49	Kiessand mit humosen Anteilen
18	Weisenheim am Berg	18 M 18 O 18 U	30,5 30,7 30,7	12	1,1 1,8 2,3	Muttererde (30 cm) Kiessand (50 cm) Feinsand bindig (45 cm)

18 - 01 XPS Humidity different conditions 9 - 18 years

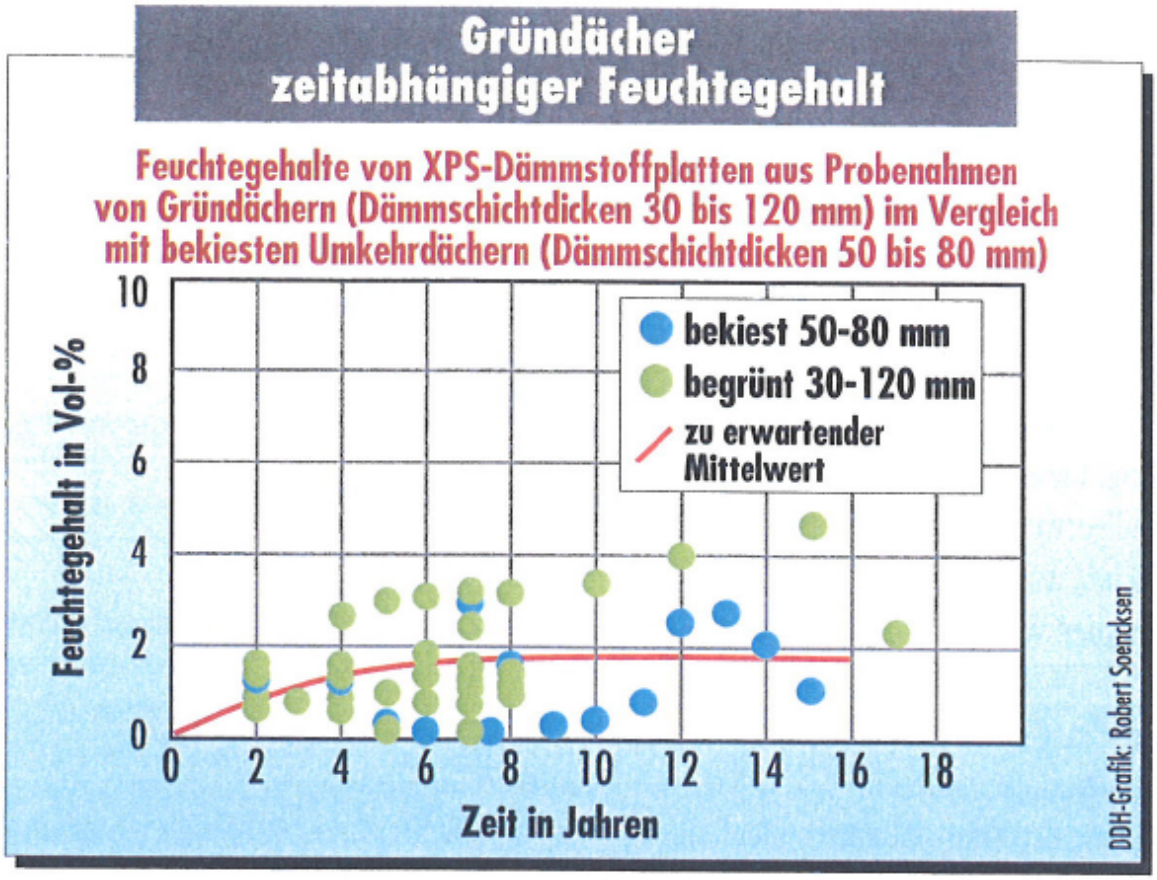
Objekt-Nr.	Ort	Probenbezeichnung	Probendicke mm	Einbaudauer Jahre	Feuchtegehalt Vol.-%	Dränage bzw. anstehender Boden
11	Oberlangnau	11 M 11 L 11 R	39,5 38,6 38,6	19	1,6 2,3 2,7	Mineralfaserplatten, 15 mm dick, naß
16	Bremen	16 L 16 M 16 R	32,1 33,2 32,2	15	5,3 4,6 3,3	Sand, naß
23	Allershausen		80	10	0,6 0,8	lockeres Erdreich schwach erdfeucht

Tabelle 2: Perimeterdämmungen mit geringer Grundwasserbelastung.

18 - 02 XPS Humidity different conditions 10 - 19 years



19 - 01 XPS Humidity 1 - 17 years



19 - 02 XPS Humidity kies - begrünt 2 - 17 years

Author's comment:

The following reference shows an overview of the next pages and its test reports.
All the following captions up to page 32 refer to the reference N° 24.

Nr.	Objekt	Einbau	Alter bei Entnahme	Begrünungsart	Aufbau	Seite
1	Bundesministerium des Innern, Kasino, Bonn Nutzung: "Kantine' t_i 20°	Bj. 78	18 Jahre	Intensives Gründach: Gras, Bäume + Sträucher	Substratschicht/Erde, 30 - 80 cm Vlies Blähschiefer, 8 cm Roofmate SL, 10 cm Abdichtung, bituminös	6
2	Städtisches Krankenhaus Kiel Nutzung: "Behandlungsräume" t_i 20°	Bj. 86	10 Jahre	Intensives Gründach: Gehölze + Sträucher	Erdreich, 55 cm Vlies Kiesschicht, 3 cm Roofmate SL, 8 cm PE-Folie Abdichtung, bituminös (Rowiflex)	10
3	Psych. Krankenhaus Wiesloch Nutzung: "Behandlungsräume" t_i 22°	Bj. 84	12 Jahre	Extensives Gründach: Sedum, Gräser, Kräuter	Granulat/Muttererde, 20 cm Geotextil Dränschicht Tuffgestein, 3 cm Einkornbeton, 6 cm Geotextil Roofmate SL, 10 cm PE-Folie Abdichtung Bitumenbahn/Kunststoff-Folie	14
4	Universität, Physikum, Erlangen Nutzung: "Lehrräume" t_i 20°	Bj. 87	9 Jahre	Extensives Gründach: Grasbewuchs	Erdreich, 9 cm Vlies Dränelemente aus Kunststoff (Zinco) mit Granulat gefüllt, 7 cm Enkadrain, beidseitig kaschiert Roofmate SL, 10 cm Abdichtung, bituminös (Rowiflex)	18
5	WDR-Funkhaus, Düsseldorf Nutzung:"Studioräume" t_i 20°	Bj. 88	8 Jahre	Extensives Gründach: Sedumbepflanzung	Pflanzsubstrat, 4 - 9 cm Vlies Dränschicht Lavasplitt, 6 - 8 cm Roofmate SP, 8 cm Abdichtung, bituminös (Rowiflex)	22
6	Wohnanlage, Maxstr. 4B, Berlin-Wedding, Nutzung: "Wohnräume" t_i 20°	Bj. 89	7 Jahre	Extensives Gründach: Sedumbepflanzung	Blähschiefer, 8 - 10 cm Vlies Roofmate SL, 12 cm Abdichtung, bituminös	26
7	Wohnanlage, Maxstr. 4L, Berlin-Wedding Nutzung: "Wohnräume" t_i 20°	Bj. 89	7 Jahre	Extensives Gründach: Gräserbepflanzung	Blähschiefer, humusdurchsetzt, 10 -12 cm Vlies Dränelement aus Kunststoff, 3 cm Vlies Roofmate SL, 12 cm Abdichtung, bituminös	30

24 - 01 XPS Thermal cond CS Humidity overview 7-18 years

FORSCHUNGSINSTITUT
FÜR WÄRMESCHUTZ E.V. MÜNCHEN

Forschungs- und Prüftätigkeit auf dem Gebiet des Wärme- und Feuchteschutzes im Bauwesen und bei betriebstechnischen Anlagen
Bauaufsichtlich anerkannte Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle für Bauprodukte
Direktorium: Dr.-Ing. J. Achtziger und Dipl.-Ing. H. Zehendner

82166 Gräfelfing, Lochhamer Schlag 4 Tel. 089/858080

UNTERSUCHUNGSBERICHT *)
D1-8a/97

Antragsteller: DOW Deutschland Inc., 65824 Schwalbach/Ts.

Inhalt des Antrages: Bestimmung des Feuchtegehalts, der Druckfestigkeit und der Wärmeleitfähigkeit im feuchten Zustand an Polystyrol-Extruderschaumplatten, die ca. 18 Jahre in einem Umkehrdach mit intensiver Dachbegrünung eingebaut waren

Bezeichnung: **ROOFMATE**

Herkunft der Proben: Am 12.11.1996 von einem Mitarbeiter des Sachverständigenbüros IBS Schäfer, Gießen entnommen

Bauobjekt: Bundesinnenministerium
Graurheindorferstraße 198, 53117 Bonn,
am Hochpunkt der Wölbung im nordöstlichen Randbereich des Innenhofs

Baujahr: 1978

Dachaufbau nach Angabe: Umkehrdach mit intensiver Dachbegrünung mit Rasen, bodendeckenden Pflanzen und Ziersträuchern mit folgendem Konstruktionsaufbau (von oben nach unten):

- ca. 30 - 80 cm Substrat
- Geotextil-Vlies
- ca. 8 cm Dränschicht
- 100 mm "ROOFMATE" - Polystyrol-Extruderschaumplatte mit Schäumhaut, Zellgas CF_2Cl_2
- zwei Lagen Polymerbitumenschweißbahn mit Kupfereinlage Cu 0 1
- bituminöser Voranstrich
- Betontragschale

Ergebnisse: Die Prüfungen an den entnommenen Proben ergaben folgende Ergebnisse:

Rohdichte trocken	33,7 kg/m³
Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{10°C,\,feucht}$	0,0329 W/(m · K)
Feuchtegehalt der λ - Probe	2,0 Vol.-%
Druckfestigkeit bei 5 % Stauchung	0,49 N/mm²
Geschlossenzelligkeit	93 Vol.-%
mittl. Feuchtegehalt aller Proben	4,6 Vol.-%

Beurteilung: Nach ca. 18 jähriger Einbauzeit des PS-Extruderschaums im Umkehrdach mit intensiver Dachbegrünung betrug der Feuchtegehalt im Mittel 4,6 Vol.-%, die Druckspannung $\sigma_{4,5\,\%} = 0{,}49$ N/mm² liegt wesentlich höher wie der in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung geforderte Mindestwert von 0,30 N/mm².

Die Schaumstruktur ist mit 93 Vol.-% ausreichend geschlossenzellig.
Die Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{10,d}$ im Ausbauzustand lag mit 0,0329 W/(m · K) wesentlich unter dem damals gültigen Rechenwert nach DIN 4108 von 0,035 kcal/(m · h · °C) (entspricht 0,041 W/(m · K) nach heutigen Einheiten).

Gräfelfing, 13. Januar 1998 W.A.
Das Direktorium

Dipl.-Ing. H. Zehendner

Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München

Sachgebietsleiter

Dipl.-Ing. (FH) W. Albrecht

24 - 02 XPS Thermal cond CS Humidity Geschlossenzell 18 years

IBS W O L F G A N G S C H Ä F E R INGENIEURBÜRO FÜR BAUTECHNIK
DIPLOM-INGENIEUR - SACHVERSTÄNDIGER FÜR STATIK UND BAUPHYSIK

Verfasser	Geschr. von	Obj.Nr.	Datum	Seite
K. Schäfer		15317	5.12.96	1

GUTACHTENAUSZUG

1 Gegenstand	Langzeitverhalten von Wärmedämmplatten aus Extruderschaum
2 Objekt, Ort	Kasinodach des Bundesministeriums des Innern, Bonn
3 Auftraggeber	DOW Deutschland, Schwalbach

Dachaufbau:

- Stahlbetondecke
- Dichtschicht: Bituminöser Voranstrich, zwei Lagen Polymerbitumenschweißbahn mit Kupfereinlage Cu 0.2, im Gießverfahren vollflächig aufgebracht.
- Dämmplatte Roofmate d = 10 cm
- Dränschicht Blähschiefer 1/10, d = 8 cm
- Geotextil-Vlies 2 mm
- Substratschicht und Erde, d zwischen 30 cm und 80 cm
- intensive Bepflanzung, Sträucher, Stauden

Prüfergebnisse des F I W München:

Rohdichte trocken (kg/m³)	33,7
Wärmeleitfähigkeit 10° C, feucht (W/mK)	0,0329
Rechenwert Wärmeleitfähigkeit n. DIN 4108	0,041
Druckfestigkeit bei 4% Stauchung (N/mm²)	0,49
Mittl. Feuchtegehalt aller Proben (Vol.-%)	4,6

Bewertung

Trotz ungünstiger Lagebedingungen unter einer dicken, schweren Erdschicht und unterseitig überwiegend im Wasser, weist die Platte noch heute eine wesentlich günstigere Wärmeleitzahl auf als der nach DIN 4108 zur Einbauzeit geforderte Rechenwert von 0,041 W/mK.
Die Platten sind durch das annähernd dauerfeuchte Milieu und durch Pflanzenwurzeln nicht beeinträchtigt oder beschädigt worden.

Die Dichtschicht in der waagrechten und geneigten Fläche ist unversehrt und in einwandfreiem Zustand. Es gibt keine Blasenbildung, Versprödung oder andere Schadenbilder, die durch thermische Einflüsse und große Temperaturschwankungen beim Kaltdach entstehen können. Es gibt auch keine Perforierungen oder mechanische Beschädigungen.

Der Aufbau und die Materialien des Umkehrdachs erweisen sich nach 18 Jahren als dauerhaft energetisch wirksam und technologisch zuverlässig, auch mit einer intensiven Begrünung und einer dicken Erdschicht. Die Bauweise ist äußerst wartungsarm (Schutz der Dachhaut vor klimatischen und mechanischen Einflüssen).

DIPL.-ING. WOLFGANG SCHÄFER von der Industrie- und Handelskammer Gießen für Bauphysik, Statik und Konstruktion Öffentl. best. u. vereid. Sachverständiger

W. Schäfer

35394 Giessen Fröbelstr.71 Tel.0641-94004-0 FAX 94004-44 FU 0161-2618028
Bank: Bez.-Sparkasse Giessen 227-002253 (51350025) PSA FFM 121814-600

24 - 03 XPS Thermal cond CS Humidity 18 years

FORSCHUNGSINSTITUT
FÜR WÄRMESCHUTZ E.V. MÜNCHEN

Forschungs- und Prüftätigkeit auf dem Gebiet des Wärme- und Feuchteschutzes im Bauwesen und bei betriebstechnischen Anlagen
Bauaufsichtlich anerkannte Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle für Bauprodukte
Direktorium: Dr.-Ing. J. Achtziger und Dipl.-Ing. H. Zehendner

UNTERSUCHUNGSBERICHT
D1-3/97 *)

Antragsteller:	DOW Deutschland Inc., 65824 Schwalbach/Ts.
Inhalt des Antrages	Bestimmung des Feuchtegehalts, der Druckfestigkeit und der Wärmeleitfähigkeit im feuchten Zustand an Polystyrol-Extruderschaumplatten, die ca. 10 Jahre in einem Umkehrdach mit intensiver Dachbegrünung eingebaut waren Bez.: **ROOFMATE**
Herkunft der Proben:	Am 03.09.1996 von einem Mitarbeiter des Sachverständigenbüros von Rekowski und Partner, Weinheim entnommen
Bauobjekt:	Städtisches Krankenhaus Kiel Chemnitzer Straße 33, 24116 Kiel
Baujahr:	1986
Dachaufbau nach Angabe:	Umkehrdach mit intensiver Dachbegrünung mit Gehölzen und Sträuchern mit folgendem Konstruktionsaufbau (von oben nach unten): - ca. 55 cm Erdreich - 1 mm Rieselschutzvlies - ca. 3 cm Kiesschüttung 16/32 mm - 80 mm ROOFMATE Polystyrol-Extruderschaumplatte mit Schäumhaut, Zellgas CF_2Cl_2 - PE-Folie - bituminöse Abdichtung - Betontragschale

Ergebnisse: Die Prüfungen an den entnommenen Proben ergaben folgende Ergebnisse:

Rohdichte trocken	35,2 kg/m³
Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{10°C,\ feucht}$	0,0305 W/(m·K)
Feuchtegehalt der λ-Probe:	3,5 Vol.-%
Druckfestigkeit bei 7 % Stauchung	0,53 N/mm²
Geschlossenzelligkeit	98 Vol.-%
mittl. Feuchtegehalt aller Proben	4,0 Vol.-%

Beurteilung: Nach ca. 10 jähriger Einbauzeit des PS-Extruderschaums im Umkehrdach mit intensiver Dachbegrünung betrug der Feuchtegehalt im Mittel 4 Vol.-%, die Druckfestigkeit $\sigma_{0,7\ \%} = 0,53$ N/mm² liegt wesentlich höher wie der in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung geforderte Mindestwert von 0,30 N/mm².
Die Schaumstruktur ist mit ≥ 95 Vol.-% ausreichend geschlossenzellig.
Die Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{10,\ f}$ im Ausbauzustand lag mit 0,0305 W/(mK) wesentlich unter dem Rechenwert nach DIN 4108 von 0,035 W/(mK) zum Zeitpunkt des Einbaus.

Gräfelfing, den 17.04.1997
WA-kr

Das Direktorium

Dipl.-Ing. H. Zehendner

Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München FIW MÜNCHEN 2

Sachgebietsleiter

Dipl.-Ing. (FH) W. Albrecht

24 - 04 XPS Thermal cond CS Humidity Geschl 10 years

vRP VON REKOWSKI UND PARTNER
BERATENDE INGENIEURE VBI SACHVERSTÄNDIGE

K 96405U01 DOW - Deutschland - Gründachuntersuchungen
15.07.1997 ek / gd

vRP - von REKOWSKI + Partner Sommergasse 3 69469 Weinheim Tel. 06201/9958-0 - Fax 595667

1 Aufgabenstellung

Auf Anforderung der Firma DOW Deutschland Inc. sollte das Langzeitverhalten begrünter Umkehrdächer in der Praxis beurteilt werden.

Die bauphysikalischen Untersuchungen beinhalten die Bauteilöffnungen an mehreren ausgewählten Objekten innerhalb der Bundesrepublik Deutschland. Dabei sollte der Gesamteindruck der untersuchten Flachdächer, Art und Zustand der Dachabdichtung, der Zustand der Wärmedämmung sowie gegebenenfalls sonstige Auffälligkeiten beurteilt werden.

Die Roofmate - Platten wurden nach einer ersten Inaugenscheinnahme mit Beurteilung der Oberflächen und der Plattenkanten mit einem Stempelaufdruck versehen, in dampfdichte PE - Folie eingepackt und an das Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V., München versandt. Dieses Institut führte anschließend labormäßige Untersuchungen zum Feuchtegehalt, zur Rohdichte, zur Druckfestigkeit und zur Geschlossenzelligkeit der Proben durch.

2 Gesamtbeurteilung

Das intensiv bepflanzte Umkehrdach im Städtischen Krankenhaus Kiel war bei der Bauteilöffnung 10 Jahre alt. Die 8 cm dicke Wärmedämmung aus extrudierten Polystyrolplatten XPS, Fabrikat Roofmate, liegt auf einer Betontragschale ohne Gefälle mit einem featverklebten, bituminösen Abdichtungssystem.

Die Entnahmeproben wiesen nach Untersuchungen des Forschungsinstitutes für Wärmeschutz einen Feuchtegehalt von maximal 4 Volumenprozent und eine gemessene Wärmeleitfähigkeit auf, die auch nach 10 Jahren Liegezeit noch 12 % unter dem Rechenwert der DIN 4108 "Wärmeschutz im Hochbau" liegt. Das heißt, die wärmeschutztechnische Funktion der Roofmate - Dachdämmplatten blieb auch im langjährigen praktischen Einsatz vollständig erhalten.

Die hochwertige intensive Begrünung mit Bäumen, Sträuchern und Gräsern war augenscheinlich gesund. Trotz der mit 55 cm sehr dicken Substratschicht waren größere Schmutzablagerungen weder auf den Dämmplatten noch auf der Abdichtung zu erkennen. Die teilweise bis zu 5 cm dicken Wurzeln der Gehölze endeten sämtlich auf dem Rieselschutzvlies, so daß weder die Roofmate - Dämmplatten selbst noch die Stoßfugen durchwurzelt waren.

Ebensowenig war bei der Bauteilöffnung eine unangenehme Geruchsbelästigung durch z.B. verfaulte Pflanzenbestandteile oder auf der Abdichtung stehendes Wasser festzustellen.

3.2 Meßergebnisse Roofmate [1]:

-	Feuchtegehalt:	x	=	4,0	Vol-%
-	Wärmeleitfähigkeit der Probe	λ_g	=	0,0305	W / mK
-	Rechenwert nach DIN 4108:	λ_R	=	0,035	W / mK
-	Differenz zum Rechenwert:	$\Delta\lambda$	=	0,0045	W / mK

Gesamtbeurteilung:

- Umkehrdach - Aufbau langfristig funktionstüchtig
- Abdichtungssystem funktionstüchtig
- Die gemessene Wärmeleitfähigkeit ist nach 10 Jahren Liegezeit ca. 12 % günstiger als der Rechenwert nach DIN 4108 (WLG 035)

24 - 05 XPS Thermal cond CS Humidity 10 years

FORSCHUNGSINSTITUT
FÜR WÄRMESCHUTZ E.V. MÜNCHEN

Forschungs- und Prüftätigkeit auf dem Gebiet des Wärme- und Feuchteschutzes im Bauwesen und bei betriebstechnischen Anlagen
Bauaufsichtlich anerkannte Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle für Bauprodukte
Direktoren: Dr.-Ing. J. Achtziger und Dipl.-Ing. H. Zehendner

82166 Gräfelfing Lochhamer Schlag 4 Tel.: 089/858000

UNTERSUCHUNGSBERICHT ^)
D1-7/97

Antragsteller: DOW Deutschland Inc., 65824 Schwalbach/Ts.

Inhalt des Antrages: Bestimmung des Feuchtegehalts, der Druckfestigkeit und der Wärmeleitfähigkeit im feuchten Zustand an Polystyrol-Extruderschaumplatten, die ca. 12 Jahre in einem Umkehrdach mit extensiver Dachbegrünung eingebaut waren

Bezeichnung: **ROOFMATE**

Herkunft der Proben: Am 11.09.1996 von einem Mitarbeiter des Sachverständigenbüros von Rekowski und Partner, Weinheim entnommen

Bauobjekt: Psychisches Zentrum für Nordbaden
Heidelberger Straße 1 a, 69168 Wiesloch

Baujahr: 1984

Dachaufbau nach Angabe: Umkehrdach mit extensiver Dachbegrünung über beheizten Behandlungsräumen mit folgendem Konstruktionsaufbau (von oben nach unten):

- ca. 20 cm Granulat mit Muttererde vermischt
- Rieselschutzvlies Roofstat R
- ca. 3 cm Drainschicht: Tuffgestein
- ca. 6 cm Einkornbeton
- Rieselschutzvlies
- 100 mm "ROOFMATE" - Polystyrol-Extruderschaumplatte mit Schäumhaut, Zellgas CF_2Cl_2
- PE-Folie, zweilagig
- Wurzelschutzfolie (Fabrikat unbekannt)
- Betontragschale

Ergebnisse: Die Prüfungen an den entnommenen Proben ergaben folgende Ergebnisse:

Rohdichte trocken	32,1 kg/m³
Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{10°C, feucht}$	0,0314 W/(m K)
Feuchtegehalt der λ - Probe	4,0 Vol.-%
Druckfestigkeit bei 7 % Stauchung	0,48 N/mm²
Geschlossenzelligkeit	97 Vol.-%
mittl. Feuchtegehalt aller Proben	4,2 Vol.-%

Beurteilung: Nach ca. 12 jähriger Einbauzeit des PS-Extruderschaums im Umkehrdach mit extensiver Dachbegrünung betrug der Feuchtegehalt im Mittel 4,2 Vol.-%; die Druckspannung $\sigma_{d\,7\%} = 0{,}48$ N/mm² liegt wesentlich höher wie der in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung geforderte Mindestwert von 0,30 N/mm².

Die Schaumstruktur ist mit ≥ 95 Vol.-% ausreichend geschlossenzellig.
Die Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{10,d}$ im Ausbauzustand lag mit 0,0314 W/(m · K) wesentlich unter dem Rechenwert nach DIN 4108 von 0,035 W/(m · K) zum Zeitpunkt des Einbaus.

Gräfelfing, 29. April 1997 WA-as

Das Direktorium

Dipl.-Ing. H. Zehendner

Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München

Sachgebietsleiter

Dipl.-Ing. (FH) W. Albrecht

24 - 06 XPS Thermal cond CS Humidity Geschl 12 years

vRP VON REKOWSKI UND PARTNER
BERATENDE INGENIEURE VBI SACHVERSTÄNDIGE

K 96405U02 DOW - Deutschland - Gründachuntersuchungen
15.07.1997 ek / gd

Seite 2

vRP - von REKOWSKI + Partner Sommergasse 3 69469 Weinheim Tel. 06201/5658-0 + Fax 595857

1 Aufgabenstellung

Auf Anforderung der Firma DOW Deutschland Inc. sollte das Langzeitverhalten begrünter Umkehrdächer in der Praxis beurteilt werden.

Die bauphysikalischen Untersuchungen beinhalten die Bauteilöffnungen an mehreren ausgewählten Objekten innerhalb der Bundesrepublik Deutschland. Dabei sollte der Gesamteindruck der untersuchten Flachdächer, Art und Zustand der Dachabdichtung, der Zustand der Wärmedämmung sowie gegebenenfalls sonstige Auffälligkeiten beurteilt werden.

Die Roofmate - Platten wurden nach einer ersten Inaugenscheinnahme mit Beurteilung der Oberflächen und der Plattenkanten mit einem Stempelaufdruck versehen, in dampfdichte PE -.Folie eingepackt und an das Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V., München versandt. Dieses Institut führte anschließend labormäßige Untersuchungen zum Feuchtegehalt, zur Rohdichte, zur Druckfestigkeit und zur Geschlossenzelligkeit der Proben durch.

2 Gesamtbeurteilung

Das extensiv begrünte Umkehrdach im Psychiatrichen Krankenhaus Wiesloch war bei der Bauteilöffnung 12 Jahre alt. Die 10 cm dicke Wärmedämmung lag auf einer Betontragschale mit Gefälle und mit bituminöser Abdichtung.

Die Entnahmeproben wiesen nach Untersuchungen des Forschungsinstitutes für Wärmeschutz einen Feuchtegehalt von maximal 4,2 Volumenprozent und eine gemessene Wärmeleitfähigkeit auf, die auch nach 12 Jahren Liegezeit noch etwa 10 % unter dem Rechenwert der DIN 4108 "Wärmeschutz im Hochbau" liegt. Das heißt, die wärmeschutztechnische Funktion der Roofmate - Dachdämmplatten blieb auch im langjährigen praktischen Einsatz vollständig erhalten.

Die extensive Begrünung mit Gräsern und Blumen war augenscheinlich gesund. Größere Schmutzablagerungen aus dem Pflanzsubstrat waren weder auf den Dämmplatten noch auf der Abdichtung zu erkennen, nur ein sehr dünner Schmutzfilm an der Unterseite der Dämmplatten, die jedoch die Funktionsfähigkeit nicht beeinträchtigen. Die Wurzeln der Gräser endeten sämtlich oberhalb des Rieselschutzvlieses, also keine Durchwurzelung der Roofmate - Wärmedämmung oder der Stoßfugen. Ebensowenig war bei der Bauteilöffnung eine unangenehme Geruchsbelästigung durch z.B. verfaulte Pflanzenbestandteile festzustellen, obwohl ein Wasserfilm auf der Abdichtung und in den Falten der PE - Folie stand.

3.2 Meßergebnisse Roofmate [1]:

-	Feuchtegehalt:	x	=	4,2	Vol-%
-	Wärmeleitfähigkeit der Probe	λ_g	=	0,0314	W / mK
-	Rechenwert nach DIN 4108:	λ_R	=	0,035	W / mK
-	Differenz zum Rechenwert:	$\Delta\lambda$	=	0,0036	W / mK

3.3 Gesamtbeurteilung:

- Umkehrdach - Aufbau langfristig funktionstüchtig.
- Abdichtungssystem funktionstüchtig
- Die gemessene Wärmeleitfähigkeit ist nach 12 Jahren Liegezeit ca. 10 % günstiger als der Rechenwert nach DIN 4108 (WLG 035)

24 - 07 XPS Thermal cond CS Humidity 12 years

FORSCHUNGSINSTITUT
FÜR WÄRMESCHUTZ E.V. MÜNCHEN

Forschungs- und Prüftätigkeit auf dem Gebiet des Wärme- und Feuchtschutzes im Bauwesen und bei betriebstechnischen Anlagen
Bauaufsichtlich anerkannte Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle für Bauprodukte
Direktorium: Dr.-Ing. J. Achtziger und Dipl.-Ing. H. Zehendner

82166 Gräfelfing Lochhamer Schlag 4 Tel.: 089/858000

UNTERSUCHUNGSBERICHT *)
D1-10/97

Antragsteller: DOW Deutschland Inc., 65824 Schwalbach/Ts.

Inhalt des Antrages: Bestimmung des Feuchtegehalts, der Druckfestigkeit und der Wärmeleitfähigkeit im feuchten Zustand an Polystyrol-Extruderschaumplatten, die ca. 9 Jahre in einem Umkehrdach mit extensiver Dachbegrünung eingebaut waren

Bezeichnung: **ROOFMATE**

Herkunft der Proben: Am 14.11.1996 von einem Mitarbeiter des Sachverständigenbüros Rekowski und Partner, Weinheim entnommen

Bauobjekt: Universität Erlangen, Physikum Bauteil A3
Erwin-Rommel-Straße, 91058 Erlangen

Baujahr: 1987

Dachaufbau nach Angabe: Umkehrdach mit extensiver Dachbegrünung über normal beheizten Büroräumen mit folgendem Konstruktionsaufbau (von oben nach unten):

- ca. 9 cm Erdreich
- 1 mm Rieselschutzvlies
- 7 cm "Zinco-K-"-Platten mit Granulat gefüllt
- 3 cm "Enkadrain", beidseits vlieskaschiert
- 100 mm "ROOFMATE SL", Zellgas CF_2Cl_2
- bituminöse Abdichtung
- Betontragschale

Ergebnisse: Die Prüfungen an den entnommenen Proben ergaben folgende Ergebnisse:

Rohdichte trocken	35,8 kg/m³
Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{10°C, feucht}$	0,0300 W/(m · K)
Feuchtegehalt der λ - Probe	4,1 Vol.-%
Druckfestigkeit bei 5 % Stauchung	0,42 N/mm²
Geschlossenzelligkeit	95 Vol.-%
mittl. Feuchtegehalt aller Proben	4,6 Vol.-%

Beurteilung: Nach ca. 9 jähriger Einbauzeit des PS-Extruderschaums im Umkehrdach mit extensiver Dachbegrünung betrug der Feuchtegehalt im Mittel 4,6 Vol.-%; die Druckspannung $\sigma_{5\%}$ = 0,42 N/mm² liegt wesentlich höher wie der in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung geforderte Mindestwert von 0,30 N/mm².

Die Schaumstruktur ist mit ≥ 95 Vol.-% ausreichend geschlossenzellig.
Die Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{10,g}$ im Ausbauzustand lag mit 0,0300 W/(m · K) wesentlich unter dem Rechenwert nach DIN 4108 von 0,035 W/(m · K) zum Zeitpunkt des Einbaus.

Gräfelfing, 30. April 1997 WA-as

Das Direktorium

Dipl.-Ing. H. Zehendner

Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München FIW MÜNCHEN 2

Sachgebietsleiter

Dipl.-Ing. (FH) W. Albrecht

24 - 08 XPS Thermal cond CS Humidity Geschl 9 years

vRP VON REKOWSKI UND PARTNER
BERATENDE INGENIEURE VBI SACHVERSTÄNDIGE

K 96405U04 DOW - Deutschland - Gründachuntersuchungen
15.07.1997 ek / gd

Seite 2

vRP - von REKOWSKI + Partner Sommergasse 3 69469 Weinheim Tel. 06201/6953-0 • Fax 595857

1 Aufgabenstellung

Auf Anforderung der Firma DOW Deutschland Inc. sollte das Langzeitverhalten begrünter Umkehrdächer in der Praxis beurteilt werden.

Die bauphysikalischen Untersuchungen beinhalten die Bauteilöffnungen an mehreren ausgewählten Objekten innerhalb der Bundesrepublik Deutschland. Dabei sollte der Gesamteindruck der untersuchten Flachdächer, Art und Zustand der Dachabdichtung, der Zustand der Wärmedämmung sowie gegebenenfalls sonstige Auffälligkeiten beurteilt werden.

Die Roofmate - Platten wurden nach einer ersten Inaugenscheinnahme mit Beurteilung der Oberflächen und der Plattenkanten mit einem Stempelaufdruck versehen, in dampfdichte PE - Folie eingepackt und an das Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V., München versandt. Dieses Institut führte anschließend labormäßige Untersuchungen zum Feuchtegehalt, zur Rohdichte, zur Druckfestigkeit und zur Geschlossenzelligkeit der Proben durch.

2 Gesamtbeurteilung

Das extensiv begrünte Umkehrdach der Universität Erlangen, Physikum, war bei der Bauteilöffnung ca. 9 Jahre alt. Die 10 cm dicke Wärmedämmung lag auf einer Betontragschale ohne Gefälle mit festverklebtem bituminösem Abdichtungssystem.

Die Entnahmeproben wiesen nach Untersuchungen des Forschungsinstitutes für Wärmeschutz einen Feuchtegehalt von maximal 4,6 Volumenprozent und eine gemessene Wärmeleitfähigkeit auf, die auch nach 9 Jahren Liegezeit noch etwa 14 % unter dem Rechenwert der DIN 4108 "Wärmeschutz im Hochbau" liegt. Das heißt, die wärmeschutztechnische Funktion der Roofmate - Dachdämmplatten blieb auch im langjährigen praktischen Einsatz vollständig erhalten.

Die extensive Begrünung mit Gräsern und Blumen war augenscheinlich gesund. Schmutzablagerungen aus dem Pflanzsubstrat waren weder auf den Dämmplatten noch auf der gefällelosen Abdichtung zu erkennen, obwohl hier ein Wasserfilm auf der Oberseite stand. Die Wurzeln der Gräser endeten sämtlich oberhalb des Rieselschutzvlieses, also keine Durchwurzelung der Roofmate - Wärmedämmung oder der Stoßfugen. Ebensowenig war bei der Bauteilöffnung eine unangenehme Geruchsbelästigung durch z.B. verfaulte Pflanzenbestandteile festzustellen, obwohl ein Wasserfilm auf der Abdichtung stand.

3.2 Meßergebnisse Roofmate [1]:

-	Feuchtegehalt:	x	=	4,6	Vol-%
-	Wärmeleitfähigkeit der Probe:	λ_g	=	0,0300	W / mK
-	Rechenwert nach DIN 4108:	λ_R	=	0,035	W / mK
-	Differenz zum Rechenwert:	$\Delta\lambda$	=	0,005	W / mK

3.3 Gesamtbeurteilung:

- Umkehrdach - Aufbau langfristig funktionstüchtig
- Abdichtungssystem funktionstüchtig
- Die gemessene Wärmeleitfähigkeit ist nach 9 Jahren Liegezeit ca. 14 % günstiger als der Rechenwert nach DIN 4108 (WLG 035)

24 - 09 XPS Thermal cond CS Humidity 9 years

FORSCHUNGSINSTITUT
FÜR WÄRMESCHUTZ E.V. MÜNCHEN

Forschungs- und Prüftätigkeit auf dem Gebiet des Wärme- und Feuchteschutzes im Bauwesen und bei betriebstechnischen Anlagen
Bauaufsichtlich anerkannte Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle für Bauprodukte
Direktorium: Dr.-Ing. J. Achtziger und Dipl.-Ing. H. Zehendner

82166 Gräfelfing Lochhamer Schlag 4 Tel.: 089/858000

UNTERSUCHUNGSBERICHT *)

D1-6/97

Antragsteller: DOW Deutschland Inc., 65824 Schwalbach/Ts.

Inhalt des Antrages: Bestimmung des Feuchtegehalts, der Druckfestigkeit und der Wärmeleitfähigkeit im feuchten Zustand an Polystyrol-Extruderschaumplatten, die ca. 8 Jahre in einem Umkehrdach mit extensiver Dachbegrünung eingebaut waren

Bezeichnung: **ROOFMATE SP**

Herkunft der Proben: Am 17.09.1996 von einem Mitarbeiter des Sachverständigenbüros von Rekowski und Partner, Weinheim entnommen

Bauobjekt: WDR - Funkhaus, Düsseldorf
Stromstraße 24, 40221 Düsseldorf

Baujahr: 1988

Dachaufbau nach Angabe: Umkehrdach mit extensiver Dachbegrünung über beheizten Räumen mit folgendem Konstruktionsaufbau (von oben nach unten):

- ca. 4 - 9 cm Pflanz-Substrat
- ca. 2 mm Rieselschutzvlies, Geotextil
- ca. 6 - 8 cm Drainschicht aus Lavasplitt
- 80 mm "ROOFMATE SP" - Polystyrol-Extruderschaumplatte mit Schäumhaut, Zellgas CF_2Cl_2
- bituminöse Dachabdichtung System Rowiflex, wurzelfest
- Betontragschale

Ergebnisse: Die Prüfungen an den entnommenen Proben ergaben folgende Ergebnisse:

Rohdichte trocken	43,3 kg/m³
Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{10°C, feucht}$	0,0256 W/(m · K)
Feuchtegehalt der λ - Probe	1,5 Vol.-%
Druckspannung bei 10 % Stauchung	0,56 N/mm²
Geschlossenzelligkeit	98 Vol.-%
mittl. Feuchtegehalt aller Proben	1,6 Vol.-%

Beurteilung: Nach ca. 8 jähriger Einbauzeit des PS-Extruderschaums im Umkehrdach mit extensiver Dachbegrünung betrug der Feuchtegehalt im Mittel 1,6 Vol.-%; die Druckspannung $\sigma_{4,10\%}$ = 0,56 N/mm² liegt wesentlich höher wie der in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung geforderte Mindestwert von 0,30 N/mm².

Die Schaumstruktur ist mit ≥ 95 Vol.-% ausreichend geschlossenzellig.
Die Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{10,f}$ im Ausbauzustand lag mit 0,0256 W/(m · K) wesentlich unter dem Rechenwert nach DIN 4108 von 0,030 W/(m · K) zum Zeitpunkt des Einbaus.

Gräfelfing, 29. April 1997 WA-as

Das Direktorium

Dipl.-Ing. H. Zehendner

Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München FIW MÜNCHEN

Sachgebietsleiter

W. Albrecht

Dipl.-Ing. (FH) W. Albrecht

24 - 10 XPS Thermal cond CS Humidity Geschl 8 years

vRP VON REKOWSKI UND PARTNER
BERATENDE INGENIEURE VBI SACHVERSTÄNDIGE

K 96405U03 DOW - Deutschland - Gründachuntersuchungen
15.07.1997 ek / gd

Seite 2

vRP - von REKOWSKI + Partner Sommergasse 3 69469 Weinheim Tel. 06201/6958-0 + Fax 595657

1 Aufgabenstellung

Auf Anforderung der Firma DOW Deutschland Inc. sollte das Langzeitverhalten begrünter Umkehrdächer in der Praxis beurteilt werden.

Die bauphysikalischen Untersuchungen beinhalten die Bauteilöffnungen an mehreren ausgewählten Objekten innerhalb der Bundesrepublik Deutschland. Dabei sollte der Gesamteindruck der untersuchten Flachdächer, Art und Zustand der Dachabdichtung, der Zustand der Wärmedämmung sowie gegebenenfalls sonstige Auffälligkeiten beurteilt werden.

Die Roofmate - Platten wurden nach einer ersten Inaugenscheinnahme mit Beurteilung der Oberflächen und der Plattenkanten mit einem Stempelaufdruck versehen, in dampfdichte PE - Folie eingepackt und an das Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V., München versandt. Dieses Institut führte anschließend labormäßige Untersuchungen zum Feuchtegehalt, zur Rohdichte, zur Druckfestigkeit und zur Geschlossenzelligkeit der Proben durch.

2 Gesamtbeurteilung

Das extensiv begrünte Umkehrdach im WDR Funkhaus Düsseldorf war bei der Bauteilöffnung etwa 8 Jahre alt. Die 8 cm dicke Wärmedämmung lag auf einer Betontragschale ohne Gefälle und mit bituminöser Abdichtung.

Die Entnahmeproben wiesen nach Untersuchungen des Forschungsinstitutes für Wärmeschutz einen Feuchtegehalt von maximal 1,6 Volumenprozent und eine gemessene Wärmeleitfähigkeit auf, die auch nach 8 Jahren Liegezeit noch etwa 15 % unter dem Rechenwert der DIN 4108 "Wärmeschutz im Hochbau" liegt. Das heißt, die wärmeschutztechnische Funktion der Roofmate - Dachdämmplatten blieb auch im langjährigen praktischen Einsatz vollständig erhalten.

Die extensive Begrünung mit Sedumbepflanzung zeigte keine augenscheinlichen Schäden. Auf der Oberseite der Roofmate - Dämmplatten lag ein Schmutzfilm, der aus der Lava - Drainschicht stammte. Das hier eingesetzte Rieselschutzvlies war nicht imstande, diese Feinstteile zurückzuhalten. Wurzeln durchstießen die Stoßfugen der Dämmplatten bis auf die Abdichtung, jedoch nicht die Dämmplatten selbst. Dennoch war die Funktionsfähigkeit der Roofmate - Wärmedämmung (siehe Meßergebnisse) nicht beeinträchtigt., noch waren Schäden an den Plattenkanten erkennbar.

Die Wurzelenden verkämmerten in den Stoßfugen der Dämmplatten. Eine Durchwurzelung der Abdichtung konnte durch Augenschein nicht festgestellt werden. Auch der Bauherr hatte keine Kenntnis über Schäden an der Abdichtung.

3.2 Meßergebnisse Rooofmate [1]:

- Feuchtegehalt: $x = 1,6$ Vol-%
- Wärmeleitfähigkeit der Probe: $\lambda_g = 0,0256$ W / mK
- Rechenwert nach DIN 4108: $\lambda_R = 0,030$ W / mK
- Differenz zum Rechenwert: $\Delta\lambda = 0,0044$ W / mK

3.3 Gesamtbeurteilung:

- Umkehrdach - Aufbau langfristig funktionstüchtig
- Abdichtungssystem funktionstüchtig
- Die gemessene Wärmeleitfähigkeit ist nach 8 Jahren Liegezeit ca. 15 % günstiger als der Recherwert nach DIN 4108 (WLG 035)

24 - 11 XPS Thermal cond CS Humidity 8 years

FORSCHUNGSINSTITUT
FÜR WÄRMESCHUTZ E.V. MÜNCHEN

Forschungs- und Prüftätigkeit auf dem Gebiet des Wärme- und Feuchteschutzes im Bauwesen und bei betriebstechnischen Anlagen
Bauaufsichtlich anerkannte Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle für Bauprodukte
Direktorium: Dr.-Ing. J. Achtziger und Dipl.-Ing. H. Zehendner

82166 Gräfelfing Lochhamer Schlag 4 Tel.: 089/858000

UNTERSUCHUNGSBERICHT *)
D1-11/97

Antragsteller: DOW Deutschland Inc., 65824 Schwalbach/Ts.

Inhalt des Antrages: Bestimmung des Feuchtegehalts, der Druckfestigkeit und der Wärmeleitfähigkeit im feuchten Zustand an Polystyrol-Extruderschaumplatten, die ca. 7 Jahre in einem Umkehrdach mit extensiver Dachbegrünung eingebaut waren

Bezeichnung: **ROOFMATE**

Herkunft der Proben: Am 19.09.1996 durch den Sachverständigen Herrn Prof. Rahn, Berlin, entnommen

Bauobjekt: Wohngebäude
Maxstraße 4 B, 13347 Berlin-Wedding

Baujahr: 1989

Dachaufbau nach Angabe: Umkehrdach mit extensiver Dachbegrünung über Wohnräumen mit folgendem Konstruktionsaufbau (von oben nach unten):

- ca. 80 - 100 mm Substrat (Blähschiefer)
- ca. 2 mm Geotextilvlies
- 120 mm "ROOFMATE" Polystyrol-Extruderschaumplatte mit Schäumhaut, Zellgas CF_2Cl_2
- bituminöse Abdichtung

Ergebnisse: Die Prüfungen an den entnommenen Proben ergaben folgende Ergebnisse:

Rohdichte trocken	37,9 kg/m³
Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{10°C, feucht}$	0,0282 W/(m · K)
Feuchtegehalt der λ - Probe	0,4 Vol.-%
Druckfestigkeit bei 3 % Stauchung	0,33 N/mm²
Geschlossenzelligkeit	96 Vol.-%
mittl. Feuchtegehalt aller Proben	0,4 Vol.-%

Beurteilung: Nach ca. 7 jähriger Einbauzeit des PS-Extruderschaums im Umkehrdach mit extensiver Dachbegrünung betrug der Feuchtegehalt im Mittel 0,4 Vol.-%; die Druckspannung $\sigma_{4,3\,\%}$ = 0,33 N/mm² liegt über dem in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung geforderten Mindestwert von 0,30 N/mm².

Die Schaumstruktur ist mit ≥ 95 Vol.-% ausreichend geschlossenzellig.
Die Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{10,g}$ im Ausbauzustand lag mit 0,0282 W/(m · K) wesentlich unter dem Rechenwert nach DIN 4108 von 0,035 W/(m · K) zum Zeitpunkt des Einbaus.

Gräfelfing, 30. April 1997 WA-as

Das Direktorium
Dipl.-Ing. H. Zehendner

Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München FIW MÜNCHEN 2

Sachgebietsleiter
Dipl.-Ing. (FH) W. Albrecht

24 - 12 XPS Thermal cond CS Humidity Geschl 7 years

GEMEINNÜTZIGER VEREIN FÜR BAUTECHNISCHE VERSUCHS- UND FORSCHUNGSARBEITEN SALZBURG
BAUTECHNISCHE VERSUCHS- UND FORSCHUNGSANSTALT SALZBURG
Staatlich akkreditierte Prüf-, Überwachungs- und Kalibrierstelle für das Bauwesen
A-5020 Salzburg, Alpenstrasse 157 - Institutsvorstand: Direktor Dipl.-Ing. Norbert Glantschnigg
Telefon 0662/621758-0 - Fax 0662/621758-199 - e-mail: bvfs@bvfs.at - Internet: www.bvfs.at

bvfs

A.Nr.: B5/369/06-1
(A.Nr.: U1/109/06-1)

Beilage: 1

PRÜFPROTOKOLL

WÄRMELEITFÄHIGKEIT nach ÖNORM EN 12667: 2001
Zweiplattengerät, Heizplatte 500 / 500 mm, waagrecht

Auftraggeber: DOW Austria Ges mbH.
1030 Wien
Produktbezeichnung: **ROOFMATE** Nenndicke d [mm] = **80**
Stoffbezeichnung: Platten aus extrudiertem Polystyrol (XPS)
Probenvorbehandlung : Feuchtmessung im Anlieferungszustand [1)]
Probennahme / durch : Eingang am 25.08.2006 / Auftraggeber
Datum der Herstellung: ca. 1976 Prüfdatum: 35. Woche 2006

Probenbezeichnung:	A und B	Mittelwerte
Länge	[m]	0,586
Breite	[m]	0,579
Dicke im eingebauten Zustand	[m]	0,0801
Rohdichte	[kg/m³]	38,0
Feuchtegehalt, massebezogen	[%]	10,0
Feuchtegehalt, volumenbezogen	[%]	0,3
Änderung der Dicke	[%]	---

Prüfergebnisse

Messung	mittlere Temperatur-differenz	mittlere Prüftemperatur	Wärmestromdichte im Probekörper	Wärmeleitfähigkeit bei 10 °C Mitteltemp $\lambda_{10,\,feucht}$
Nr.	K	°C	W / m²	W / (mK)
1	10,2	9,9	3,740	**0,0293**

[1)] Die Proben wurden laut Auftraggeber aus einem Umkehrdachaufbau entnommen, der vor ca. 30 Jahren ausgeführt wurde.

Die größte zu erwartende Meßabweichung beträgt gemäß EN 1946-2 ± 2%

Salzburg, am 18.09.2006

Sachbearbeiter:
(H. Roider)

Abteilung
Bauphysik und Hochbau
(Dipl.-Ing. R. Preininger)

33 - 01 XPS thermal conductivity and humidity30 years

Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V.
München

Untersuchungsbericht
D1-05-005

Antragsteller: **DOW DEUTSCHLAND Anlagengesellschaft mbH TS & D Building and Construction**
65824 Schwalbach/Ts

Inhalt des Antrags: Bestimmung des Feuchtegehalts, der Druckfestigkeit und der Wärmeleitfähigkeit im feuchten und im trockenen Zustand an Polystyrol-Extruderschaumplatten , die in einem Umkehrdach, das als Parkdeck mit Ortbetonfahrbahnbelag genutzt wird, eingebaut waren.

Bez. **"Floormate 500"** Probe 1

Herkunft der Proben: vom Sachverständigen Dipl.-Ing. Matthias Zöller vom AiBau Aachen am 16. August 2005 entnommen und in Kunststoffsäcken verpackt übersandt.

Bauobjekt: Parkdeck des Einkaufszentrums Pariserstraße in Kaiserslautern
Baujahr: 1991

Ergebnisse: Die Prüfungen an den entnommenen Proben ergaben folgende Ergebnisse:

Dicke	123 mm
Rohdichte trocken	34,9 kg/m³
Druckfestigkeit bei 7 % Stauchung	617 kPa
mittlerer Feuchtegehalt (flächenanteilig gemittelt)	1,66 Vol.-%
Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{10\,°C,\,feucht}$, bei 1,6 Vol.-% Feuchtegehalt	0,0264 W/(m · K)
Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{10\,°C,\,trocken}$	0,0256 W/(m · K)

Beurteilung:

Die Druckspannung liegt mit 617 kPa deutlich über dem in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung geforderten Mindestwert von 500 kPa. Zum Einbauzeitpunkt lag der Rechenwert der Wärmeleitfähigkeit bei 0,030 W/(m · K). Die Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{10\,°C,\,feucht}$ im Ausbauzustand liegt mit 0,0264 W/(m · K) weiterhin deutlich unter dem damals anzusetzendem Rechenwert der Wärmeleitfähigkeit.

Gräfelfing, 29.November 2005
Sachgebietsleiter
W. Albrecht
Dipl.-Ing. (FH) Wolfgang Albrecht

Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München 10

Prüfer
P. Forster
Peter Forster

Forschungsinstitut für Wärmeschutz e. V. München
Lochhamer Schlag 4 · 82166 Gräfelfing
Telefon +49 (0)89 8 58 00 –0 · Telefax +49 (0)89 8 58 00 – 40
info@fw-muenchen.de · www.fw-muenchen.de

36 - 01 XPS Thermal cond. CS Humidity 14 years

Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V.
München

Untersuchungsbericht
D1-05-006

Antragsteller: **DOW DEUTSCHLAND Anlagengesellschaft mbH TS & D Building and Construction**
65824 Schwalbach/Ts

Inhalt des Antrags: Bestimmung des Feuchtegehalts, der Druckfestigkeit und der Wärmeleitfähigkeit im feuchten und im trockenen Zustand an Polystyrol-Extruderschaumplatten , die in einem Umkehrdach, das als Parkdeck mit Ortbetonfahrbahnbelag genutzt wird, eingebaut waren.

Bez. **"Floormate 500"** Probe 2

Herkunft der Proben: vom Sachverständigen Dipl.-Ing. Matthias Zöller vom AiBau, Aachen am 16. August 2005 entnommen und in Kunststoffsäcken verpackt übersandt.

Bauobjekt: Parkdeck des Einkaufszentrums Pariserstraße in Kaiserslautern
Baujahr: 1991

Ergebnisse: Die Prüfungen an den entnommenen Proben ergaben folgende Ergebnisse:

Dicke	120 mm
Rohdichte trocken	44,8 kg/m^3
Druckfestigkeit bei 3 % Stauchung	598 kPa
mittlerer Feuchtegehalt (flächenanteilig gemittelt)	3,6 Vol.-%
Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{10\,°C,\,feucht}$, bei 4,0 Vol.-% Feuchtegehalt	0,0291 W/(m · K)
Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{10\,°C,\,trocken}$	0,0260 W/(m · K)

Beurteilung:

Die Druckfestigkeit liegt mit 598 kPa deutlich über dem in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung geforderten Mindestwert von 500 kPa. Zum Einbauzeitpunkt lag der Rechenwert der Wärmeleitfähigkeit bei 0,030 W/(m · K). Die Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{10\,°C,\,feucht}$ im Ausbauzustand liegt mit 0,0291 W/(m · K) weiterhin unter dem damals anzusetzendem Rechenwert der Wärmeleitfähigkeit.

Gräfelfing, 29.November 2005
Sachgebietsleiter
W. Albrecht
Dipl.-Ing. (FH) Wolfgang Albrecht

Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München 10

Prüfer
P. Forster
Peter Forster

36 - 02 XPS Thermal cond. CS Humidity 14 years

Forschungsinstitut für Wärmeschutz e. V.
München

Untersuchungsbericht
D1-011/04

Antragsteller: Dow Deutschland GmbH & Co OHG, Schwalbach

Inhalt: Bestimmung des Feuchtegehalts, der Druckspannung und der Wärmeleitfähigkeit im feuchten und trockenem Zustand an Polystyrol-Extruderschaumplatten, die in einem bekiesten Umkehrdach eingebaut waren.

Bez. **„Roofmate"**
Beschriftung der Probe: HM-HH/1

Herkunft der Proben: vom Sachverständigen H. Götze am 29.06.2004 entnommen und in Kunststoffsäcken verpackt übersandt.

Bauobjekt: Bürohaus der Hamburg-Mannheimer Versicherungs-AG, Überseering 35 in 22297 Hamburg
Baujahr: 1972

Ergebnisse: Die Prüfungen an den entnommenen Proben ergaben folgende Ergebnisse:

Dicke	60 mm
Rohdichte trocken	34,8 kg/m³
Druckspannung bei 10 % Stauchung	317 kPa
Feuchtegehalt an der Wärmeleitfähigkeitsprobe bestimmt	0,8 Vol. %
Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{10\,°C,\,feucht}$	0,0319 W/(m·K)
Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{10\,°C,\,trocken}$	0,0304 W/(m·K)

Beurteilung: Die Druckspannung liegt mit 317 kPa deutlich über dem in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung geforderten Mindestwert von 300 kPa. Zum Einbauzeitpunkt lag der Rechenwert der Wärmeleitfähigkeit bei 0,035 kcal/(m·h·Grad C), entsprechend 0,041 W/(m·K) nach heutigen Einheiten. Die Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{10\,°C,\,feucht}$ im Ausbauzustand liegt mit 0,0319 W/(m·K) weiterhin deutlich unter dem damals anzusetzendem Rechenwert der Wärmeleitfähigkeit.

Gräfelfing, 21. September 2004

Sachgebietsleiter

Dipl.-Ing. (FH) W. Albrecht

Prüfer

P. Forster

Forschungsinstitut für Wärmeschutz e. V. München
Lochhamer Schlag 4 · 82166 Gräfelfing
Telefon +49 (0)89 8 58 00 -0 · Telefax +49 (0)89 8 58 00 – 40
info@fiw-muenchen.de · www.fiw-muenchen.de

38 - 01 XPS Thermal cond. CS Humidity 32 years

Forschungsinstitut für Wärmeschutz e. V.
München

Untersuchungsbericht
D1-012/04

Antragsteller: Dow Deutschland GmbH & Co OHG, Schwalbach

Inhalt: Bestimmung des Feuchtegehalts, der Druckspannung und der Wärmeleitfähigkeit im feuchten und trockenem Zustand an Polystyrol-Extruderschaumplatten, die in einem bekiesten Umkehrdach eingebaut waren.

Bez. **„Roofmate"**
Beschriftung der Probe: HM-HH/2

Herkunft der Proben: vom Sachverständigen H. Götze am 29.06.2004 entnommen und in Kunststoffsäcken verpackt übersandt.

Bauobjekt: Bürohaus der Hamburg-Mannheimer Versicherungs-AG, Überseering 35 in 22297 Hamburg
Baujahr: 1972

Ergebnisse: Die Prüfungen an den entnommenen Proben ergaben folgende Ergebnisse:

Dicke	60 mm
Rohdichte trocken	34,5 kg/m³
Druckspannung bei 10 % Stauchung	331 kPa
Feuchtegehalt an der Wärmeleitfähigkeitsprobe bestimmt	5,1 Vol. %
Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{10\,°C,\ feucht}$	0,0358 W//m·K)
Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{10\,°C,\ trocken}$	0,0301 W/(m·K)

Beurteilung: Die Druckspannung liegt mit 331 kPa deutlich über dem in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung geforderten Mindestwert von 300 kPa. Zum Einbauzeitpunkt lag der Rechenwert der Wärmeleitfähigkeit bei 0,035 kcal/(m·h·Grad C), entsprechend 0,041 W/(m·K) nach heutigen Einheiten. Die Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{10\,°C,\ feucht}$ im Ausbauzustand liegt mit 0,0358 W/(m·K) weiterhin deutlich unter dem damals anzusetzendem Rechenwert der Wärmeleitfähigkeit.

Gräfelfing, 21. September 2004

Sachgebietsleiter
W. Albrecht
Dipl.-Ing. (FH) W. Albrecht

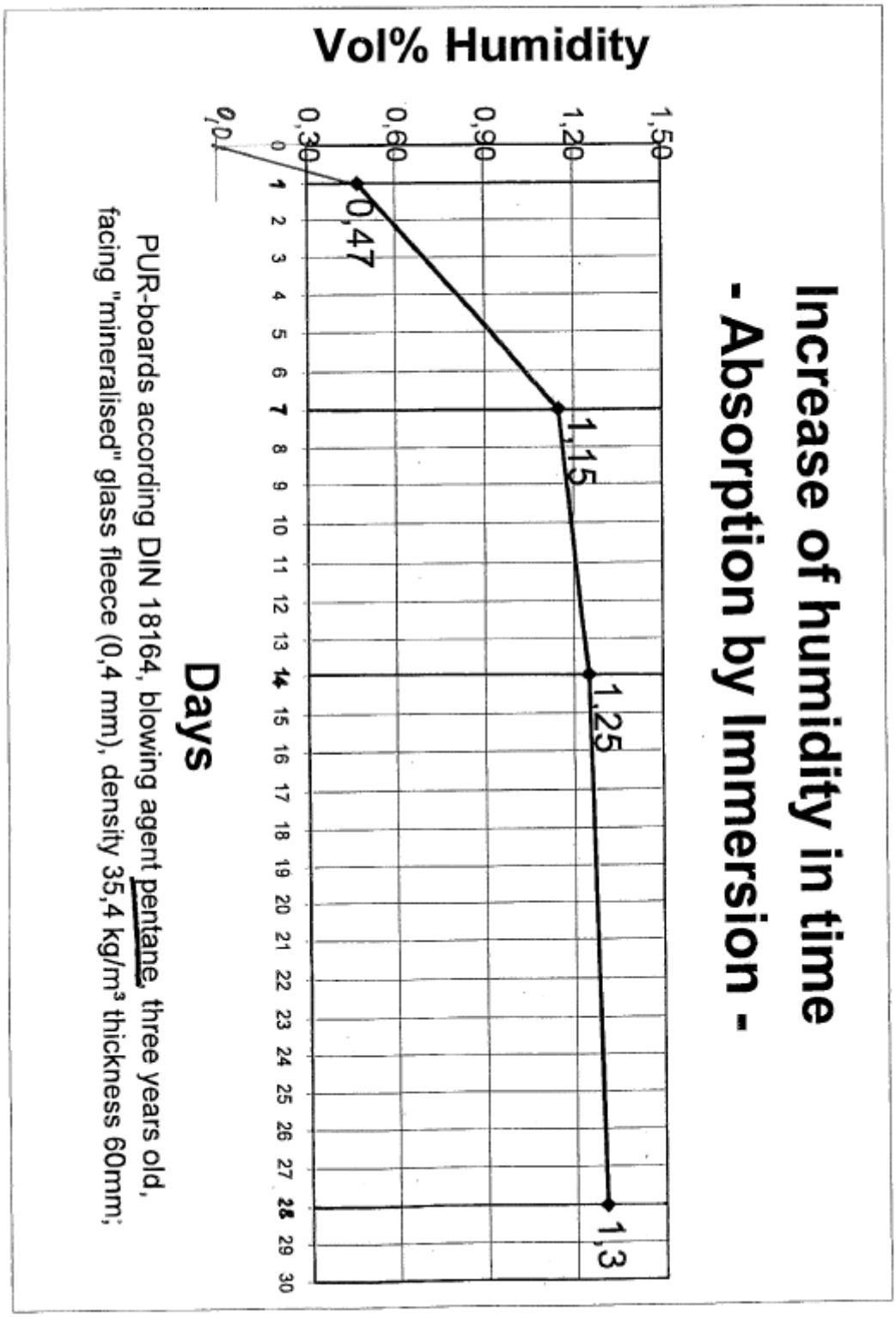
Forschungsinstitut für Wärmeschutz e. V. München
FIW MÜNCHEN

Prüfer
P. Forster
P. Forster

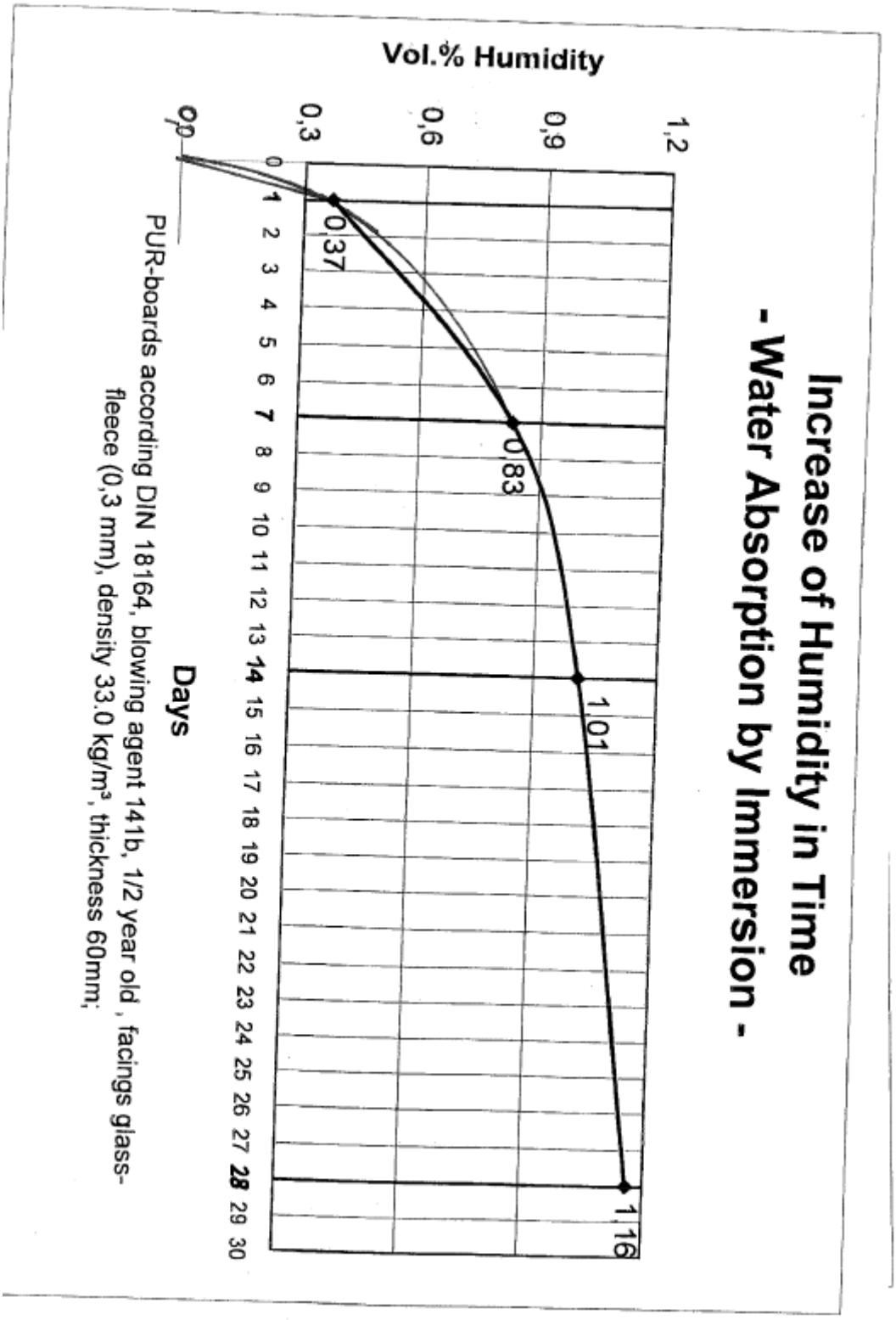
Forschungsinstitut für Wärmeschutz e. V. München
Lochhamer Schlag 4 · 82166 Gräfelfing
Telefon +49 (0)89 8 58 00 –0 · Telefax +49 (0)89 8 58 00 – 40
info@fiw-muenchen.de · www.fiw-muenchen.de

38 - 02 XPS Thermal cond. CS Humidity 32 years

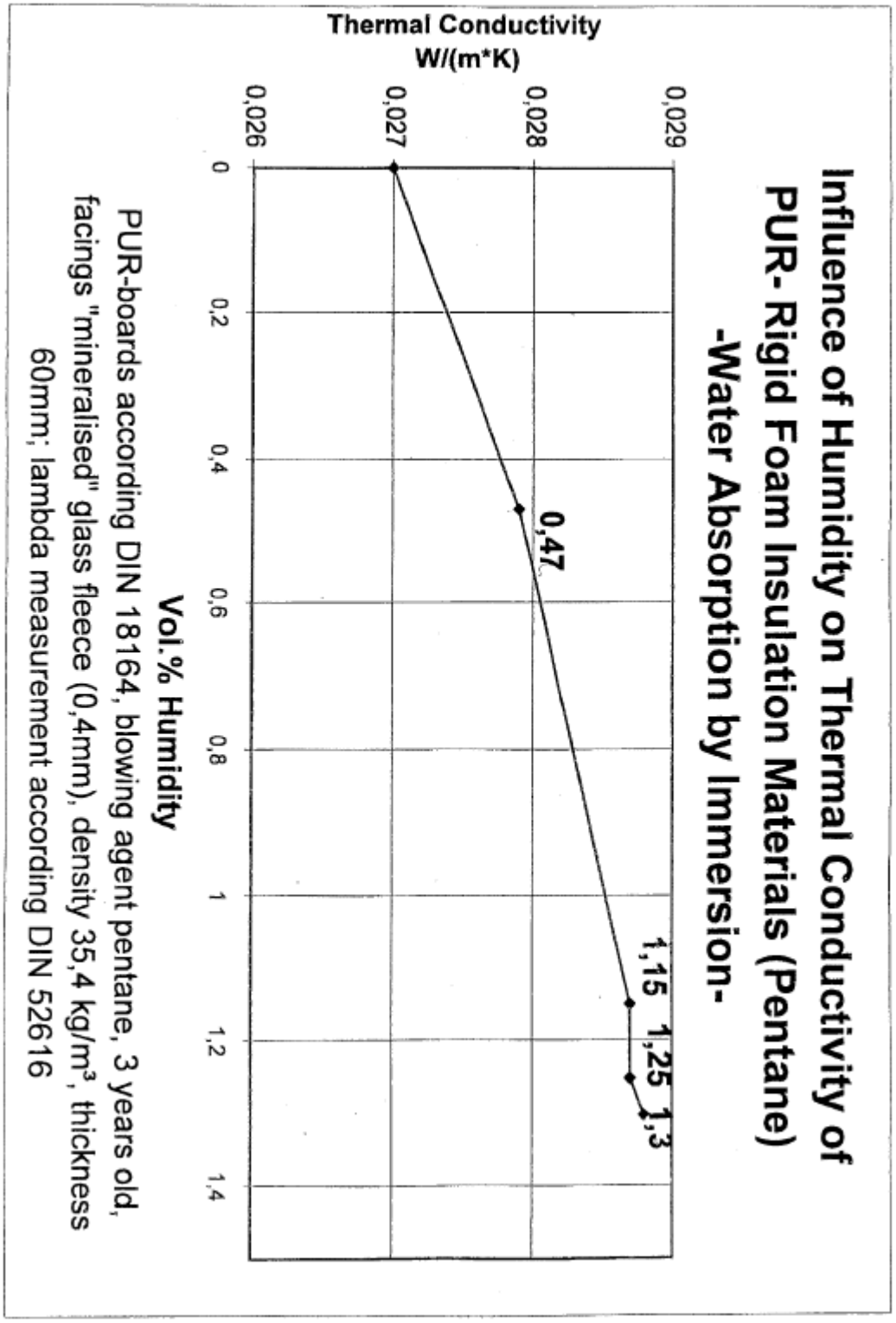
EN 13165: PUR



16 - 01 PUR Humidity 30 days



16 - 02 PUR Humidity 30 days



16 - 03 PUR correlation between Thermal cond and Humidity

EN 13165: Phenolic foam (PF)

WATER-CONTENT DEPENDENCE OF THE THERMAL CONDUCTIVITY FOR A PHENOLIC FOAM PLASTIC COMPOSITE

A. P. Shamseeva, D. N. Tolstyakov, and F. G. Fedorova

UDC 678.5-405.8:536.2.08

Polymeric insulating materials are widely used in maintaining heat in building structures. Calculations on such structures under various conditions require reasonably complete data on the thermophysical characteristics, but there are difficulties in examining these because the materials are of low density (30-150 kg/m³) and low conductivity (0.025-0.050 W/m·K) [1].

These features impose stringent requirements on the measurement cells, since even slight heat losses become comparable with the heating fluxes. To ensure fast response in a cell (which is particularly important for light materials), a special system has been built [2], whose advantages are as follows.

The light heater is made of constantan wire of diameter 0.08 mm with a winding pitch of 1 mm and is cemented between two layers of lavsan film.

The differential thermocouples are cemented to the lavsan film, which provides electrical and water isolation and enables one to use moist specimens. Also, estimates were made of the systematic error due to the thermal resistance between the thermocouple and the specimen surface during the calibration.

Quasistationary thermal conditions were used, which gave continuous curves for the thermal parameters over wide temperature ranges [3].

Before the working experiments were performed with the foam plastics, the system was calibrated from the thermal conductivity of FPB foam plastic of density ρ = 37 kg/m³ at T = 298°K (λ = 0.035 W/m·K). The same value was obtained with a stationary system in determining the thermal conductivity with a Bokk instrument at the Siberian Physics Research Institute and Leningrad Institute for Precision Mechanics.

Here we give results on a new composite foam plastic based on a phenolic composition containing suspended polystyrene granules, which was developed at the Kuibyshev Synthetic Resins Research Institute and which employed two different grain sizes for the filler (r = 1.25 and r = 2.5). The foam plastic is a composite of two materials: FPB foam plastic and the polystyrene granules. The new foam plastic thus combines the advantages of the initial materials, being less inflammable than polystyrene granules and less liable to take up water than FPB foam plastic. The initial materials differed only slightly in thermal conductivity. For example, that for PSB foam plastic (ρ = 24 kg/m³) takes the values 0.034 and 0.037 W/m·K at 253 and 293°K correspondingly, while FPB foam plastic (ρ = 37 kg/m³) has 0.033 and 0.035 W/m·K at the same temperatures [4].

The measurements were made with humidified specimens (W = 5-60%) in the range 233-313°K. The density of the foam plastic was 50-80 kg/m³. The relative error in determining the conductivity did not exceed ±8%.

As the water content increased from 5 to 60%, the conductivity increased from 0.026 to 0.046 W/m·K. In the range from 253 to 293°K, the conductivity of the moist material varied only within the relative error limits for the method, so one could average the values

Translated from Izmeritel'naya Tekhnika, No. 5, pp. 39-40, May, 1987.

 0543-1972/87/3005-0464$12.50 © 1987 Plenum Publishing Corporation

47 - 01 PF correlation between Thermal conductivity and Humidity

EN 13168: WW

Tabelle 4 Feuchteschutztechnische Eigenschaften von Wärmedämmstoffen nach DIN prEN 12524

Werkstoff	Rohdichte kg/m³	Feuchtegehalt bei 23 °C, 50 % rel. Luftfeuchte ψ m³/m³	Feuchtegehalt bei 23 °C, 80 % rel. Luftfeuchte ψ m³/m³	Umrechnungsfaktor für den Feuchtegehalt f_ψ
Expandierter Polystyrol-Hartschaum	10–50	0	0	4
Extrudierter Polystyrol-Hartschaum	20–65	0	0	2,5
Polyurethan-Hartschaum	28–55	0	0	3
Mineralwolle	10–200	0	0	4
Schaumglas	100–150	0	0	0
Holzwolle-Leichtbauplatten	250–450	0,03	0,05	1,8

44 - 01 humidity of WW-products at 23°C/50% and 23°C/80% incl. the correlation factor

Ist die Wärmeleitfähigkeit im trockenen Zustand einschließlich eventueller Alterungseffekte durch Treibgasaustausch bekannt und mit mindestens 10 Meßwerten statistisch mit der oberen Toleranzgrenze abgesichert, können mit Hilfe des stoffspezifischen Feuchtegehalts u bzw. ψ und des Umrechnungsfaktors f_u bzw. f_ψ nach Tabelle 4 die Nenn- und Bemessungswerte berechnet werden.

Meßwerte $\lambda_{10,n}$ ($n \geq 10$)

↓

Statistische Absicherung der oberen Toleranzgrenze mit 90/90

↓

Feuchtekorrektur
$\lambda = \lambda_{10,0;\,90/90} \cdot F_m$
mit $F_m = e^{f_u(u-u_1)}$ bei Massebezug
bzw. $F_m = e^{f_\psi(\psi-\psi_1)}$ bei Volumenbezug

Für den Nennwert gilt generell für u_2 bzw. ψ_2 die Ausgleichsfeuchte im Klima 23 °C/50 % und für den nationalen Bemessungswert in der Regel bei feuchtigkeitsgeschützter Anwendung die Ausgleichsfeuchte im Klima 23 °C/80 % rel. Luftfeuchte.
Die Tabellen 7-1 bis 7-10 können bezüglich der Wärmeleitfähigkeit als Orientierungshilfe für die Materialauswahl herangezogen werden. Die für die Produktfamilien angegebenen Werte beruhen auf Meßdatenanalysen entsprechend Bild 5 von Produkten und beinhalten Werte für auf dem europäischen Markt anzutreffende Dämmstoffe (Literatur in Bild 5). Die Wärmeleitfähigkeitswerte sind in W/(m · K) angegeben und beziehen sich auf eine Mitteltemperatur von 10 °C. Die Symbole $u_{23,50}$ und $\psi_{23,80}$ beziehen sich auf einen Feuchtegehalt, der sich im Gleichgewicht mit Luft von 23 °C und 50 % bzw. 80 % rel. Luftfeuchte einstellt. P = 50 und P = 90 bedeuten die 50 % Fraktile (Mittelwert) und die 90 % Fraktile. Die Differenz der Wärmeleitfähigkeiten zwischen diesen Fraktilen kann als Maß für die Streuung innerhalb einer Produktfamilie angesehen werden. Für Produkte der XPS- und PUR- Dämmstoffe mit FCKW und HFCKW als Treibgas sind keine vergleichbaren Grundgesamtheiten für eine statistische Bewertung gegeben, da der Alterungseinfluß in den verschiedenen Ländern unterschiedlich bewertet wurde.

44 - 04 humidity correlation and correction

5.2 Langzeitverhalten

Die meisten der genannten „alternativen" Dämmstoffe sind erst seit einigen Jahren auf dem Markt und werden in nennenswerten Mengen eingebaut. Deshalb gibt es wenig Langzeiterfahrungen bezüglich Dimensionsstabilität/Setzung, Feuchteaufnahme, Wärmeleitfähigkeit und ob sich das Brandverhalten der üblicherweise sehr lange eingebauten Dämmstoffe ändert. Die bauaufsichtlichen Zulassungen schreiben vor der Verlängerung der Geltungsdauer die Untersuchung von 3 Praxisobjekten vor, wobei alle in der Zulassung genannten Eigenschaften geprüft werden müssen.

43 - 01 Alternative Dämmstoffe – Langzeitverhalten

5.1 Einfluß der Feuchte auf die Wärmeleitfähigkeit

Die meisten „alternativen" Dämmstoffe sind organische Faserdämmstoffe und nehmen im Vergleich zu mineralischen Faserdämmstoffen relativ viel Feuchte auf. Dies wird unter dem Stichwort Feuchtespeichervermögen oft als Vorteil herausgestellt. Eingelagertes Wasser erhöht aber durch die hohe Wärmeleitfähigkeit des Wassers (ca. 0,6 W/(m · K)) die Gesamtwärmeleitfähigkeit des Dämmstoffs, wenn auch nicht so stark wie freies, ungebundenes Wasser.

In Tabelle 3 ist der Ausgleichsfeuchtegehalt einiger organischer Faserdämmstoffe bei Lagerung bei 23 °C und 80 % rel. Luftfeuchte zusammengestellt. Der Ausgleichsfeuchtegehalt bei 23 °C und 80 % ist die Grundlage für die Festlegung des feuchtebezogenen Zuschlags zur Bestimmung des Rechenwerts der Wärmeleitfähigkeit (λ_R).

Trotz dieser zum Teil großen Feuchteaufnahme (Ausnahme Polyesterfaser) erhöht sich bei den organischen Faserdämmstoffen die Wärmeleitfähigkeit nur um 1–7 %. Dieser Feuchteeinfluß wird in den λ_R- und den zugehörigen λ_{10tr}-Werten in den allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen berücksichtigt.

43 - 02 Alternative Dämmstoffe - Thermal Cond und Humidity

Tabelle 3. Ausgleichsfeuchtegehalt einiger organischer Faserdämmstoffe bei 23 °C und 80 % rel. Luftfeuchte (Bezugsfeuchtegehalt)

Dämmstoff	M.-%
Zellulosefaserdämmstoffe	20–25
Flachs	ca. 18
Schafwolle	15–20
Baumwolle	ca. 13
Polyesterfaser	ca. 2

43 - 03 Alternative Dämmstoffe – mass %

Tabelle 21 Ausgleichsfeuchtegehalt einiger organischer und anorganischer Dämmstoffe bei 23 °C/80 % relativer Luftfeuchte

Dämmstoff	Massebezogener Feuchtegehalt %
Mineralfaserflocken	0
PS-Partikelgranulat	0
Perlite	0
Zellulosefasern	20–25
Flachs	18
Schafwolle	15–20
Baumwolle	13
Polyesterfasern	2
Silikat-Dämmstoffe	18

44 - 03 Feuchtegehalt versch Materialien