

# Zum Langzeitverhalten von Perimeterdämmungen

GÜNTER ZIMMERMANN

Unter einer Perimeterdämmung versteht man die Anordnung einer Wärmedämmschicht auf der Außenseite erdberührter Kelleraußenwände, deren Dämmplatten nicht gegen Erdfeuchtigkeit durch eine Abdichtung geschützt werden müssen (Abb. 1). Diese Konstruktion wird seit 1970 mit extrudierten Polystyrol-Hartschaumplatten (= XPS-Platten) ausgeführt. Die erste bauaufsichtliche Zulassung stammt aus dem Jahre 1980 [1.1].

Wegen der durch die dritte Wärmeschutzverordnung weiter erhöhten Anforderungen an den Wärmeschutz kommt der Perimeterdämmung eine besondere Bedeutung zu. Um so wichtiger ist es, über das Langzeitverhalten von Extruderschaumplatten Bescheid zu wissen.

Der hier abgedruckte Bericht beruht auf der Untersuchung der Perimeterdämmungen von 24 Objekten, die zur Zeit der Probenahme zwischen 19 und 8 Jahre alt waren. Die aus den Dämmschichten entnommenen Plattenproben haben das Fraunhofer-Institut für Bauphysik in Stuttgart und das Forschungsinstitut für Wärmeschutz in München vor allem hinsichtlich des Feuchtegehalts der Dämmplatten untersucht. Die Funktionsfähigkeit als Wärmedämmschicht erfordert, daß die nicht durch eine Abdichtung gegen Wasseraufnahme geschützten Extruderschaumplatten langandauernd keine zu hohen Feuchtegehalte annehmen. Die gemessenen Feuchtwerte sind in den Tabellen 1, 2 und 3 zusammengestellt. Ein ausführlicher Bericht findet sich in [2].

Aus einer früheren Untersuchung [3] ist bekannt, daß der Anstieg der Wärmeleitfähigkeit der gleichen Extruderschaumplatten 2,1 bis 2,3% je Volumenprozent Feuchtezunahme beträgt. Je nach der Größe des Rechenwerts der Wärmeleitfähigkeit  $\lambda_R$ , der zum Verlegezeitpunkt galt (0,041 oder 0,035 oder 0,030 W/mK), wäre dieser erst bei einem Feuchtegehalt von 17, 12 oder 7 Vol.-% erreicht worden. Bei 18 von insgesamt 24 Objekten – das heißt bei drei Viertel aller Objekte – war der größte gemessene Feuchtegehalt kleiner als 4 Vol.-% (Tab. 1, 2, 3). Die Ursachen größerer Feuchtegehalte werden im folgenden aufgezeigt.

## 1 Perimeterdämmungen ohne Grundwasserbelastung

Bei diesen Perimeterdämmungen wird unterschieden, ob sie mit oder ohne vertikale Dränageschicht auf der Außenseite der Pe-

rimeterdämmschicht ausgeführt sind. Nach der bauaufsichtlichen Zulassung [1] wird eine Dränage gemäß DIN 4095 nur für Fälle von stauendem oder langanhaltend drückendem Wasser verlangt. Die im folgenden Abschnitt 1.1 beschriebenen Dränageschichten sind keine Dränanlagen i. S. DIN 4095, sondern sollen die Beanspruchung der Extruderschaumplatten durch anliegenden dauernasses Erdreich vermeiden.

### 1.1 Perimeterdämmungen mit Dränage

Bei den vier Objekten 2, 14, 15 und 17 war eine Dränschicht aus **Polystyrol-Dränplatten** vorhanden, deren Dicke zwischen 60 und 70 mm betrug. Wie die Tabelle 1 zeigt, lagen die Feuchtegehalte der entnommenen Extruderplatten zwischen 0,2 und 0,13 Vol.-%. Damit waren die Feuchtegehalte der Extruderschaumplatten nach einer Einbaudauer von 10 bis 17 Jahren sehr gering. Die Polystyrol-Dränplatten hatten ihren Zweck voll erfüllt (Abb. 2).

Bei drei Objekten besteht die Dränschicht aus **Bitumen-Wellplatten**. Die bei den Objekten 3 und 19 entnommenen Dämmstoffproben besaßen nach vieljähriger Einbaudauer nur sehr geringe Feuchtegehalte von 0,051 bis 0,18 Vol.-%. Die auffällig hohen Feuchtegehalte beim Objekt 4 von 8,7 bis 11,5 Vol.-% hatten eine besondere Ursache: Durch das falsche Gefälle der Geländeoberfläche floß Oberflächenwasser über Jahre gegen die Hauswand. Das dort nach unten sichernde Wasser bewirkte eine ständige Naßhaltung der vollflächigen Dispersionsklebeschicht, mit der die Dämmplatten auf der Kellerwand aufgeklebt

waren. In der nassen Dispersionsklebeschicht herrschte über Jahre ein hoher Wasserdampf-Partialdruck, der in den kalten Jahreszeiten einen starken Wasserdampf-Diffusionsstrom und starke Tauwasserbildung in der Dämmplatte bewirkte. Wasser an der warmen Seite der Dämmplatten führte auch bei den Objekten 21, 22 und 24 zu hohen Wassergehalten der Extruderschaumplatten (Abschn. 2.2).

Die 10 cm dicken **Dränsteine** des Objektes 12 bestehen aus haufwerksporigem Beton. Sie waren bei der Entnahme feucht bis naß. Der gegen die Dränschicht verfüllte Boden war stark lehmig und naß. Dieses sehr feuchte Klima auf der Außenseite der Perimeterdämmung hat bei diesem Objekt zu den erhöhten Feuchtegehalten zwischen 1,3 und 3,1 Vol.-% geführt. Mit gleichartigen Dränsteinen stellte sich beim Objekt 20 nach 16 Jahren ein geringer Feuchtegehalt von nur 0,14 Vol.-% ein (Tab. 2) (Abb. 4).

### 1.2 Perimeterdämmungen ohne Dränage

Bei den Perimeterdämmungen ohne Dränage (Tab. 1) werden die Objekte betrachtet nach der Art des Erdbodens, der gegen die Dämmschicht verfüllt ist. Die erste Gruppe bilden die Objekte mit einer Verfüllung aus Kies oder Kiessand, wie es im Zulassungsbescheid empfohlen wird [1.2]. Bei der zweiten Gruppe werden jene Perimeterdämmungen betrachtet, bei denen bindiger Boden gegen die Dämmschicht angefüllt ist.

**Kies und Kiessand** sind gegen die Dämmschicht verfüllt bei den Objekten 7, 8 und 13. Die Feuchtegehalte der entnom-

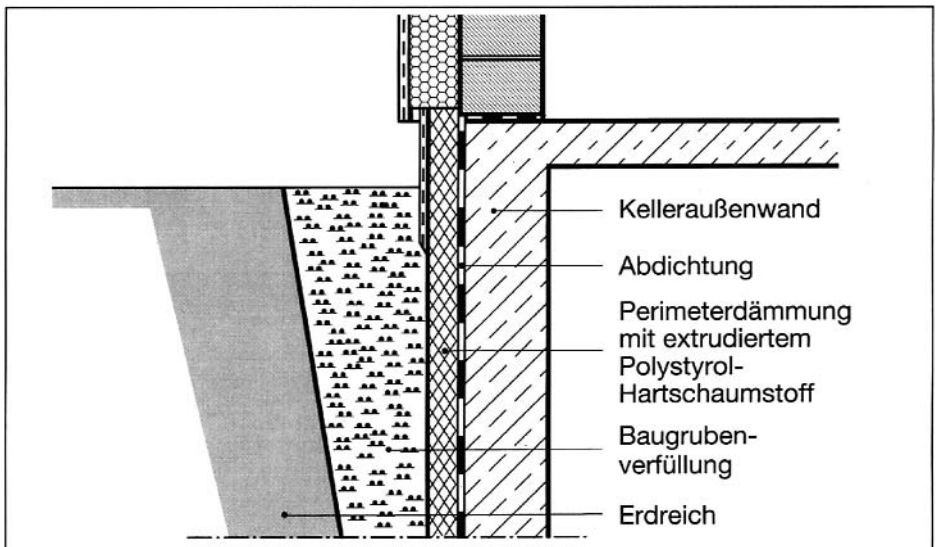


Abb. 1

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



2



3



4

Abb. 2: Perimeterdämmung des Objektes 2 mit außenseitiger Polystyrol-Dränplattenschicht, die mit teller- großen Klebeflächen an der Dämmschicht befestigt ist.

Abb. 3: Bei der Entnahme der Dämmstoffproben beim Objekt 1 sind Teile aus Extruderschaumplatten auf dem Sperranstrich der Betonwand haften geblieben, weil der Kunststoffkleber große Festigkeit besaß.

Abb. 4: Dränschicht aus Betondränsteinen des Objektes 20 (Thanhausen).

Tabelle 1: Nicht grundwasserbelastete Perimeterdämmungen mit und ohne Dränage: Plattendicke, Einbaudauer, Feuchtegehalt, Dränage- und Bodenart (M = Mittebereich, L = linke Ecke, R = rechte Ecke).



5



△ 6

7 ▽



menen Dämmstoffproben betragen auch nach langer Einbaudauer von 11 bis 17 Jahren weit unter einem Volumen-Prozent und waren damit denkbar gering (Tab. 1). Die erhöhten Wassergehalte der Proben des Objektes 6 – nämlich 1,2 bis 1,8 Vol.-% nach 16 Jahren – haben sich im Laufe der Jahre eingestellt, wie sich nach Probenahmen zu verschiedenen Zeiten (2, 5, 8 und 16 Jahre) nachweisen läßt. Die allmähliche Zunahme des Feuchtegehalts auf 1,2 bis 1,8 Vol.-% muß auf den nassen Kiessand zurückgeführt werden, der gegen die Extruderschaumplatten angefüllt ist. Die an der westlichen Außenwand verlegte Perimeterdämmung ist einer häufigen Durchnässung durch ablaufenden Schlagregen ausgesetzt. Dieses ließe sich leicht ändern, wenn die vorhandene Geländeoberfläche entlang der Hauswand mit Betongehwegplatten mit Gefälle weg vom Haus belegt werden würde, anstelle der jetzt dort vorhandenen Kiesschicht. Der ungünstige Einfluß einer dauernassen Sandschicht auf den Feuchtegehalt der Dämmplatten zeigte sich auch beim Objekt 16 (Abschn. 2.1).

**Bindige Böden** liegen an der Perimeterdämmung von fünf Objekten an. Ein extrem niedriger Feuchtegehalt von nur 0,22 bis 0,35 Vol.-% wurde beim Objekt 1 gemessen: Der dort anstehende schwere Lehm war durch eine obere Abdeckung aus einer Terrassenplatte gegen starke Durchfeuchtung geschützt. Die bei den Objekten 9, 10 und 18 nach einer Einbaudauer von zehn bis zwölf Jahren gemessenen Feuchtegehalte zwischen 0,85 bis 2,3 Vol.-% sind normal. Die erhöhten Feuchtegehalte von 4,1 bis 4,8 Vol.-% beim Objekt 5 nach einer Einbaudauer von 16 Jahren sind möglicherweise auf zeitweise anfallendes Schichtenwasser zurückzuführen.

Abb. 5: Entnahme einer Probeplatte aus der Perimeterdämmung des Objektes 24 (Prien).

Abb. 6: Schwieriger Verbau der 3,5 m tiefen Baugrube zur Probenahme mit Wasserhaltung beim Objekt 22 (München).

Abb. 7: Perimeterdämmung des Objektes 22 (München) nach Entnahme mehrerer Styrodurproben in der Baugrube nach Abpumpen des Grundwassers.

Fotos 5, 6, 7: Thomas Fuchs

## 2 Grundwasserbelastete Perimeterdämmungen

Zu unterscheiden ist, ob die Grundwasserbelastung der Perimeterdämmung stark oder gering ist. Als Kriterium dient die Dauer der Belastung. Nach der bauaufsichtlichen Zulassung dürfen Perimeterdämmungen „nicht ständig stauendem Wasser“ ausgesetzt werden [1].

### 2.1 Perimeterdämmungen mit geringer Grundwasserbelastung

Unter den insgesamt 24 untersuchten Objekten befanden sich drei Objekte mit geringer Grundwasserbelastung (Tab. 2). Nach den langjährigen Beobachtungen der Hauseigentümer und nach der gegebenen Situation konnte bei diesen drei Objekten davon ausgegangen werden, daß das Grundwasser einmal im Jahr für kurze Zeit die Perimeterdämmung benetzte. Die bei diesen drei Objekten entnommenen Dämmstoffproben besaßen Feuchtegehalte, wie sie auch von anderen Objekten ohne Grundwasserbelastung bekannt sind (Tab. 2). Maßgeblich für die gemessenen Wassergehalte waren die Einbaubedingungen.

Die erhöhten Wassergehalte der Dämmplatten des **Objektes 11** (Mittbereich 1,6 Vol.-%, Eckbereiche 2,3 bzw. 2,7 Vol.-%) müssen vor allem auf die nasse 15 mm dicke Mineralfaserplatte zurückgeführt werden, die auf der Außenseite der Dämmschicht aufgeklebt ist und die als Dränschicht dienen soll, diese Funktion aber nicht erfüllt.

Die Feuchtegehalte der Dämmstoffproben beim **Objekt 16** waren mit 3,3 bis 5,3 Vol.-% auffällig hoch. Der bei der Probenahme ausgegrabene Sand, der gegen die Dämmschicht anstand, war naß. Daß dauernasser Sand sich ungünstig auf die Feuchtigkeit der Dämmplatten auswirkt, wurde auch beim Objekt 6 festgestellt (1.2).

Die beim **Objekt 23** entnommenen Dämmstoffproben besaßen Feuchtigkeitsgehalte von nur 0,6 bzw. 0,8 Vol.-%. Diese geringe Feuchtigkeit ist auf das angefüllte lockere, nur erdfeuchte Erdreich zurückzuführen.

### 2.2 Perimeterdämmung mit starker Grundwasserbelastung

Bei den Objekten 21, 22 und 24 wurden Dämmstoffproben aus verschiedenen Tiefen entnommen, oberhalb des höchsten Wasserstandes und innerhalb des Grund-

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

Tabelle 2: Perimeterdämmungen mit geringer Grundwasserbelastung.

	Objekt 21 Karlsfeld		Objekt 22 München		Objekt 24 Prien	
Einbaudauer	15 Jahre		6 Jahre		10 Jahre	
Wassergehalte	Tiefe m	Feuchte Vol.-%	Tiefe m	Feuchte Vol.-%	Tiefe cm	Feuchte Vol.-%
	oberhalb Grundwasserbereich	-80 5,5	-150 5,1	-50 0,9		
höchster Wasserstand	-145		-190		unbekannt	
innerhalb Grundwasserbereich	-150	3,2	-195	6,6	-85	5,9
	-210	9,1	-255	6,8	-115	6,5
	-270	3,1	-315	5,6	-145	7,5
		-175	4,6			
Befestigung der Dämmstoffplatten	mit Baukleber B 361 punktweise geklebt (4 Klebepunkte pro Platte)		mit Bitumenkleber zu 50-70% geklebt		mit Bitumenkleber zu 80% geklebt, ganze Plattenrückseite mit Bitumenkleber beschichtet	
Erdboden	Grobkies ca. 15% bindige Anteile		Grobkies mit bindigen Anteilen (ca. 40% bis 100 cm, darunter ca. 25%)		Grobkies-Seetonmischung mit ca. 50% bindigen Anteilen	

Tabelle 3: Wassergehalte der Dämmstoffproben der Objekte 21, 22 und 24, ihre Befestigung an der Kelleraußenwand und anstehendes Erdreich.

wasserbereichs. Die gemessenen Feuchtegehalte der Proben aus dem Grundwasserbereich sind mit 4,6 bis 9,1 Vol.-% hoch (Tab. 3). Dies muß darauf zurückgeführt werden, daß die Platten nur auf Teilflächen mit den Betonwänden verklebt waren. Dadurch gelangte Grundwasser in die Fuge zwischen den Extruderplatten und der Kelleraußenwand. Dort – auf der warmen Seite der Dämmplatten – bildete sich ein hoher Wasserdampfdruck, der – je nach Temperaturgradient – zu einem mehr oder weniger starken Dampfdiffusionsstrom mit entsprechender Tauwasserbildung in der Dämmplatte führte.

Bei allen drei Objekten waren die Feuchtegehalte der Proben aus dem mittleren Höhenabschnitt des Grundwasserbereichs größer als die der Proben aus dem unteren

und oberen Höhenabschnitt (Tab. 3). Dies kann auf folgende Vorgänge im Winter zurückgeführt werden:

– Im mittleren Höhenabschnitt ist der Diffusionsstrom und die Tauwasserbildung am größten, weil dort der Temperaturgradient von der o. g. warmen nassen Fuge gegen das kalte Erdreich besonders weit spreizt.

– Im unteren Höhenabschnitt ist der Temperaturgradient erheblich weniger gespreizt, weil dort auf der Außenseite der Dämmplatten nicht gefrorenes Erdreich angrenzt, sondern verhältnismäßig warmes Grundwasser (8 bis 10 °C). Dementsprechend sind dort der Diffusionsstrom und die Tauwasserbildung und deshalb auch die gemessenen Feuchtegehalte der Dämmplatten geringer als im mittleren Höhenabschnitt.

– Im oberen Höhenabschnitt sind die gemessenen Feuchtegehalte der Dämmplatten ebenfalls kleiner als im mittleren Höhenabschnitt, weil das Grundwasser verhältnismäßig selten bis auf diese Höhe ansteigt. In der o. g. Fuge ist kein Wasser vorhanden, so daß dann auch kein hoher Wasserdampfdruck herrscht und der Diffusionsstrom klein ist.

Daß eine nur teilweise Verklebung von Extruderschaumplatten im Grundwasser hohe Wassergehalte zur Folge hat, ist schon seit längerem bekannt. Seit 1982 gilt die Regel, Extruderschaumplatten im Grundwasserbereich vollflächig auf der Kelleraußenwand aufzukleben. Bei vollflächiger Verklebung stellen sich nur geringe Feuchtegehalte in den Platten ein.

### 3 Zusammenfassung

Perimeterdämmungen haben sich in der Praxis bewährt, wie eine Untersuchung von 24 Objekten mit einer Einbaudauer zwischen 19 und 8 Jahren gezeigt hat. Aus der Untersuchung ergeben sich vor allem folgende Empfehlungen für die Ausführung von Perimeterdämmungen:

– Bei Perimeterdämmungen im Grundwasser sollen die Extruderschaumplatten vollflächig auf der Kelleraußenwand aufgeklebt werden, damit Wasser von der warmen Seite der Dämmplatten ferngehalten wird, weil sonst dort ein hoher Wasserdampfdruck entstehen und die Dämmplatten durchfeuchten würde.

– Vollflächige Verklebung der Extruderschaumplatten empfiehlt sich auch dann, wenn auf der Außenseite der Dämmschicht dauernasses Erdreich zu erwarten ist.

### Literatur

[1] Institut für Bautechnik, Berlin: Bauaufsichtliche Zulassungsbescheide für die außenliegende Wärmedämmung erdberührter Gebäudeflächen – Perimeterdämmung – mit Polystyrol-Extruderschaumplatten Styrodur.

[1.1] Nr. Z – 23.2 – 43 vom 1. 7. 1980

[1.2] Nr. Z – 23.5 – 101 vom 11. 6. 1987

[1.3] Nr. Z – 23.5 – 101.† vom 2. 7. 1990

[2] Zimmermann, Günter: Gutachten über das Langzeitverhalten von Perimeterdämmungen mit Styrodur-Extruderschaumplatten, erstattet im Auftrag der BASF AG, 67056 Ludwigshafen, am 1. 5. 1995.

[3] Zimmermann, Günter: Zum Langzeitverhalten von Umkehrdächern. Deutsches Architektenblatt Jg. 1990, H. 10.