

FACHZEITSCHRIFT

DDH
DAS DACHDECKER-HANDWERK



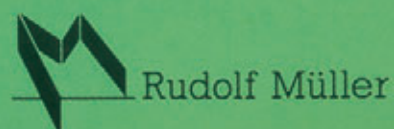
Sonderdruck aus DDH 22 + 23/90

LANGZEITVERHALTEN VON UMKEHRDÄCHERN

Dieser Beitrag berichtet über die Erkenntnisse einer Ortsbesichtigung von zwanzig Umkehrdächern. Die Mehrzahl der untersuchten Dächer war zur Zeit der Ortsbesichtigung älter als zehn Jahre. Die Untersuchung hat bestätigt, daß Umkehrdächer eine bewährte Konstruktion sind.

Von Prof. a. D., Dipl.-Ing. Günter Zimmermann

Verlagsgesellschaft Rudolf Müller GmbH
Stolberger Straße 84, 5000 Köln 41
Telefon: 02 21 - 54 97 200



LANGZEITVERHALTEN VON UMKEHRDÄCHERN

Dieser Beitrag berichtet über die Erkenntnisse einer Ortsbesichtigung von zwanzig Umkehrdächern. Die Mehrzahl der untersuchten Dächer war zur Zeit der Ortsbesichtigung älter als zehn Jahre. Die Untersuchung hat bestätigt, daß Umkehrdächer eine bewährte Konstruktion sind.

Von Prof. a. D., Dipl.-Ing.
Günter Zimmermann

Beim Umkehrdach liegt die Wärmedämmschicht aus extrudierten Polystyrol-Hartschaumplatten bekanntlich nicht unter einer Abdichtung, sondern im nassen Bereich oberhalb der Abdichtung. Diese Lage ist möglich, weil extrudierter Polystyrol-Hartschaum ein sehr geringes Wasseraufnahmevermögen besitzt. Die Umkehrdach-Konstruktion - in der Bundesrepublik Deutschland seit 1966 ausgeführt - ist eine verhältnismäßig neue Konstruktion. Um so größer ist das Interesse, etwas über das Langzeitverhalten von Umkehrdächern zu erfahren.

Im Sommer 1988 und im Herbst 1989 hatte der Autor Gelegenheit, insgesamt 20 Umkehrdächer zu untersuchen, von denen die Mehrzahl älter als zehn Jahre war [1]. Über die dabei gewonnenen Erkenntnisse wird hier zusammenfassend berichtet.

Als erste Serie wurden acht Kiesdächer und zwei Terrassendächer zwischen dem 29. April und 20. Juli 1988 besichtigt (Tab. 1), als zweite Serie sechs Parkdächer (Tab. 2) und vier Gründächer (Tab. 3) zwischen dem 4. Oktober und 27. November 1989.

Bauobjekt Nr. Gebäudeart Standort	Bauzeit	Dämmstoffproben		Wassergehalt Vol.-%	Rohdichte kg/m ³	Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{10} W/(m \cdot K)$
		Einbau- dauer Jahre	Teil- probe			
Kiesdächer						
K1 Wohnblock 6800 Mannheim-Käfertal	1977	11	L	1,87	36,4	
			M	0,54	36,4	
			R	0,80	36,4	
K2 Institutsgebäude 6944 Hemsbach	1974	14	L	0,99	37,3	
			M	0,69	37,3	
			R	1,05	37,3	
K3 Geschäftshaus/Wohnhaus 2000 Hamburg-Volksdorf	1976	12	L	1,40	36,7	0,0295
			M	0,08	34,8	
			R	0,64	32,9	
K4 Institutsgebäude 1000 Berlin-Dahlem	1979	9	L	2,20	38,3	
			M	0,13	38,4	
			R	1,10	38,4	
K5 Kreisberufsschule 2080 Pinneberg	1976	13	L	1,38	35,2	0,030
			M	0,07	37,6	
			R	1,75	35,3	
K6 Gesamtschule 3500 Kassel-Waldau	1975	13	L	1,08	31,3	0,0345
			M	0,29	31,6	
			R	3,00*	37,7*	
K7 Tierlabor 4000 Düsseldorf	1974	14	L	0,67*	35,2*	
			M	0,22	30,9	
			R	0,99	30,8	
K8 Institutsgebäude 8900 Augsburg 1	1975	13	L	0,69	29,4	
			M	0,02	29,8	
			R	2,68	29,5	
Terrassendächer						
T1 Seminargebäude 6743 Albersweiler	1977	11	L	0,64	40,2	
			M	0,16	43,9	
			R	1,30	40,9	
T2 Hotel Königshof 8100 Garmisch-Partenkirchen	1972	16	L	17,58	39,3	
			M	14,85	31,9	
			R	15,52	32,2	

Tab. 1: Wassergehalt, Trockenrohddichte und Wärmeleitfähigkeit entnommener Dämmstoffproben nach Messungen des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik (* mit Bitumen- oder Sandverunreinigung); Ortsbesichtigung und Probenahme im Sommer 1988. (L = links, M = Mitte, R = rechts.)

Aus allen 20 Dächern wurden Dämmstoffproben (Styrodur®) entnommen, die das Fraunhofer-Institut für Bauphysik in Stuttgart-Vaihingen auf Rohdichte, Wassergehalt, Wärmeleitfähigkeit und Druckfestigkeit untersucht hat (Tab. 1 bis 5).

1 KIESDÄCHER

Bei sieben der acht Objekte war auf der Dämmschicht Kies geschüttet (Objekte K 1 bis K 5, K 7 und K 8), beim Objekt K 6 Splitt. Der Kies bestand in der Regel aus Körnung 16/32 mm, bei den Objekten K 3 und K 7 aus Körnung 16/60 mm (Abb. 1).

Alle Kies- und Splittschichten waren mehr oder weniger stark mit Feinstteilen verschmutzt, die sich im Laufe der Jahre auf der Dämmschicht-Oberseite abgelagert hatten (Abb. 2). Beim Objekt K 3 hatten sich die Feinstteile auf der Oberseite des Vlieses und innerhalb des Vlieses abgelagert, außerdem zu einem geringen Teil auch auf der Oberseite der Dämmschicht.

Die Dicke der Kies- oder Splittschicht entsprach im wesentlichen der Dicke der Dämmschicht, wie es die damalige Regel zur Sicherung gegen Aufschwimmen verlangte (Abb. 3). Von einem Aufschwimmen der Dämmschicht hat keiner der Vertreter der Eigentümer oder Verwalter bei den Ortsbesichtigungen berichtet.

Bei zusätzlicher Verlegung eines diffusionsoffenen Kunststoffvlieses auf den Dämmplatten, wie im Objekt K 3, kann die Kiesschichtdicke generell, auch bei großen Dämmstoffdicken, auf 5 cm reduziert werden (Abb. 4).

Die Kies- oder Splittschichten waren mit entsprechender Toleranz auf der ganzen Dachfläche gleichmäßig dick. Irgendwelche Anzeichen für Verwehungen des Kieses oder Splitts durch Wind wurden auf keinem Dach festgestellt.

Bauobjekt Nr. Gebäudeart Standort	Schichten oberhalb Dämmschicht	Dämmstoffproben			Teil- probe	Wasser- gehalt Vol.-%	Roh- dichte kg/m ³	Druck- spannung σ _{d10} σ _{d8}
		Bau- zeit	Einbau- dauer Jahre	Styro- dur- sorte				
Aufgestelzte vorgefertigte Betonplatten								
P1 Einkaufs- zentrum Hilversum	Betonplatten, s = 75 mm Luftschicht, s = 20 mm Faservlies	1983	6	5000	L	0,2	56,1	0,73
					M	0,1	54,2	0,64
					R	0,2	54,8	0,63
P2 Einkaufszen- trum Bishop Auckland	Betonplatten, s = 63 mm 50% Styrodur 30 mm + Folie 50% Luftschicht	1982	7	4000	L	2,6	45,7	0,45
					M	0,2	48,3	0,46
					R	1,1	45,9	0,47
Aufbetonierte Ortbeton-Platten								
P3 Gewerbe- gebäude Basel	Betonplatten, s = 16 cm PE-Folie, s = 0,05 mm	1975	14	3000	L	4,4	34,7	0,32
					M	4,5	35,1	0,33
					R	3,4	35,5	0,33
P4 Geschäftshaus Kiel-Fried- richsort	Betonplatten, s = 10-15 cm Glasvlies, 2 Lagen	1986	3	4000	L	1,9	41,0	0,54
					M	1,7	40,1	0,59
					R	2,3	40,5	0,55
P5 Warenhaus Hagen	Flintcote, s = 15 mm Betonplatten, s = 85 mm PE-Folie, s = 0,05 mm	1982	7	4000	L	12,2	40,6	0,47
					M	12,8	40,7	0,46
					R	10,0	41,0	0,47
Betonverbundstein-Pflasterdecken								
P6 Krankenhaus Ahaus	Betonverbundsteine, s = 100 mm Sandschicht 0/2, s = 30 mm Basaltlavasand 0/6, s = 50 mm	1974	15	3000	L	4,8	33,9	0,44
					M	3,9	33,9	0,40
					R	5,5	34,4	0,40

Tab. 2: Untersuchte Parkdächer: Wassergehalt, Trockenrohddichte und Druckfestigkeit entnommener Dämmstoffproben nach Messungen des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik; Ortsbesichtigung und Probenahme im Herbst 1989. (L = links, M = Mitte, R = rechts.)

Bauobjekt Nr. Gebäudeart Standort	Schichten oberhalb Dämmschicht	Bau- zeit	Einbau- dauer Jahre	Teil- probe	Wasser- gehalt Vol.-%	Roh- dichte kg/m ³	Wärme- leitfähigkeit λ ₁₀ W/(m·K)
G1 Geschäfts- Wohnzentrum Köln-Rodenkirchen	Pflanzsubstrat, s = 32 cm Polyestervlies Kies 16/32, s = 5-10 cm	1978	11	L	1,5	36,9	0,0302
				M	1,3	38,3	
				R	2,1	37,8	
G2 Kurmittelhaus Bad Füssing	Muttererde mit Kies, s = 26 cm Kies 0/50, s = 18 cm Isover-Agri-Filz, s = 5-8 mm Exporit-Unidrän, s = 40 mm	1961	8	L	1,8	34,2	0,0273
				M	1,5	34,5	
				R	2,8	33,9	
Gründächer ohne Sickerschicht							
G3 Wohnbebauung Düsseldorf- Derendorf	Muttererde, fett, s = 30 cm Kiessand, s = 20 cm Faservlies Schlackesand 1/8, s = 10 cm	1979	10	L	9,2	36,6	
				M	4,3	38,1	
				R	7,4	37,2	
G4 Verwaltungs- gebäude Köln-Bayenthal	Muttererde, mit PS-Perlen, s = 30 cm Vlies Sand 2/8, s = 5 cm	1980	9	L	9,6	35,2	
				M	8,4	36,1	
				R	6,5	35,1	

Tab. 3: Untersuchte Gründächer: Schichten oberhalb der Dämmschicht sowie Wassergehalt, Trockenrohddichte und Wärmeleitfähigkeit entnommener Dämmstoffproben nach Messungen des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik; Ortsbesichtigung und Probenahme im Herbst 1989. (L = links, M = Mitte, R = rechts.)

Die gemessenen Wassergehalte der viele Jahre eingebaute Dämmstoffproben betragen im Mittenbereich der Dämmplatten 0,02 bis 0,69 Vol.-Prozent und waren damit sehr niedrig (Tab. 1). In den Eckbereichen wurden Wassergehalte zwischen 0,64 und 3,00 Vol.-Prozent gemessen. Solche niedrigen Wassergehalte sind bei Umkehrdächern mit Kies- oder Splittschüttung üblich, da die Schüttungen nur einen geringen Dampfsperrwert besitzen; im übrigen waren die Dämmplatten nicht von Wasser oder dampfsperrenden Bahnen bedeckt.

2 TERRASSENDÄCHER

Bei den beiden Objekten T 1 und T 2 (Tab. 1) waren Plattenbeläge aus 50 mm dicken Waschbetonplatten verlegt, beim Objekt T 1 auf Stelzlagern (Abb. 5, 6, 7), beim Objekt T 2 auf einer 30 mm dicken Splittschicht der Körnung 0/8 mm (Abb. 8, 9, 10). Beide Plattenbeläge waren sicher zu begehen, sie zeigten keine Verrutschungen aus ihrer plangerechten Position. Die beim Objekt T 1 verwendeten Stelzlager des Fabrikats Alwitra hatten sich mit ihrem scharfen Rand bis max. 1,5 mm tief in die Extruderplatten eingedrückt.

Auffällig sind die hohen Wassergehalte der Teilproben aus der Dachterrasse des Objekts T 2 (Abb. 9).

Diese hohen Wassergehalte (in Plattenmitte 14,85 Vol.-Prozent, in den Eckbereichen 17,58 und 15,52 Vol.-Prozent) können nur erklärt werden aus dem 30 mm dicken Bett aus Splitt, der nach der Siebanalyse zu 72,7 Prozent aus Körnung 2/5 mm bestand. Auch aus anderen Untersuchungen ist bekannt, daß ein sehr feinkörniges Sand- oder Splittbett nach Einbauzeiten von mehr als zehn Jahren zu Wassergehalten > 10 Vol.-Prozent führt. Der Grund dafür liegt darin, daß solche feinkörnigen Bettungsschichten dauerhaft sind, so daß hier eine relative



Abb. 1: Kiesdach K 7. Dach des Tierlabors der Universität Düsseldorf.

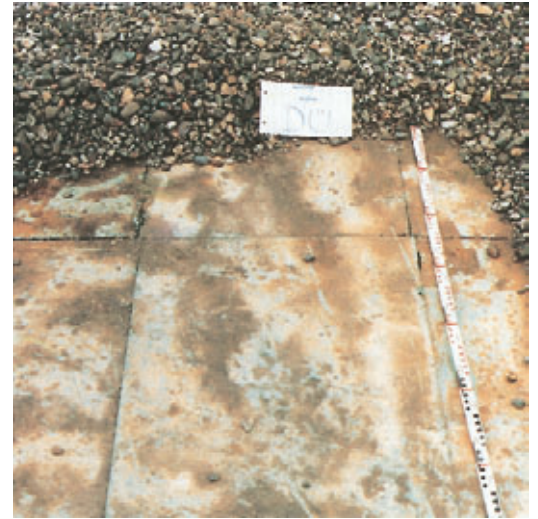


Abb. 2: Kiesdach K 7. Freigelegte Dämmschicht mit Schluffablagerung. Wassergehalt nach 14jähriger Bewitterung 0,22 Vol.-Prozent im Mittenbereich der Probeplatte.



Abb. 3: Schichtaufbau der bekiesten Umkehrdächer ohne diffusionsoffenes Kunststoffvlies, K 1, K 2, K 4–8. Kiesschüttung
Wärmedämmschicht aus Styrodur
Dachabdichtung
Stahlbetondecke.

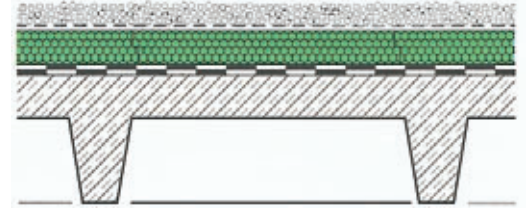


Abb. 4: Schichtaufbau des bekiesten Umkehrdaches mit reduzierter Kiesauflast, K 3. Kiesschüttung
Wärmedämmschicht aus Styrodur
Diffusionsoffenes Kunststoffvlies
Dachabdichtung
Stahlbetondecke.

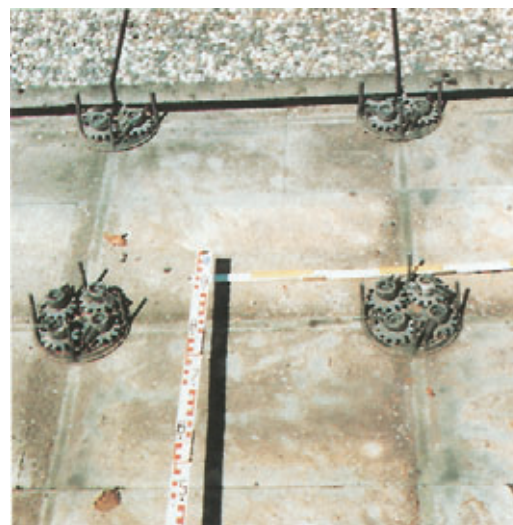


Abb. 5: Terrassendach T 1. Freigelegte Dämmschicht nach elfjähriger Bewitterung, die Dämmplatten haben einen Wassergehalt von nur 0,16 Vol.-Prozent im Mittenbereich.



Abb. 6: Terrassendach T 1. Freigelegte ECB-Abdichtung in einwandfreiem Zustand.

ve Luftfeuchte von 100 Prozent herrscht, wodurch das Diffundieren der Feuchte stark behindert wird.

Daß die zu feinkörnige Bet tungsschicht die Ursache für den hohen Wassergehalt der Dämmplatten ist und nicht der Waschbetonplattenbelag, zeigt der Vergleich mit Objekt T 1. Hier lagen die Wassergehalte zwischen 0,16 und 1,3 Vol.-Prozent, die als sehr niedrig anzu sehen sind. Bei diesem Objekt waren die ebenfalls 50 mm dicken Waschbetonplatten aufgestelzt (Luftschicht 40-50 mm). Auch von anderen Terrassendächern mit aufgestellten Betonplatten sind sehr niedrige Wassergehalte der Extruderplatten nach langjähriger Einbauzeit bekannt geworden.

Hohe Wassergehalte der Extruderplatten wie beim Terrassendach des Objekts T 2 lassen sich reduzieren, wenn die vorhandenen Betonplatten in einem grobkörnigen Kies- oder Splittbett (z. B. 16/32 mm) neu verlegt werden. Es wird sich dann im Laufe der Zeit ein wesentlich niedrigerer Wassergehalt in den Dämmplatten einstellen.

3 PARKDÄCHER

Es wurden insgesamt sechs Parkdächer mit drei Arten von Fahrbelägen untersucht (Tab. 2):

- ◆ Aufgestellte vorgefertigte Betonplatten, großformatig 208 cm x 138 cm (Objekt P 1), kleinformatig 60 cm x 60 cm (Objekt P 2).
- ◆ Aufbetonierte Ort betonplatten (Objekte P 3, P 4, P 5).
- ◆ Betonverbundstein-Pflasterdecken (Objekt P 6).

Alle Fahrbeläge befanden sich zur Zeit der Ortsbesichtigung in gutem und voll gebrauchstauglichem Zustand.

3.1 Parkdächer mit aufgestellten vorgefertigten Betonplatten

3.1.1 Großformatige Betonplatten (Objekt P 1)

Die 75 mm dicken vorgefertigten Betonplatten des Park-

dachs P 1 besitzen eine Einzel fläche von 208 cm x 138 cm = 2,87 m². Ihre oberen seitlichen Kanten sind durch eine Fase gebrochen. Kantenbeschädigungen wurden nicht festgestellt.

An der Unterseite der Stahlbetonplatten sind an den vier Ecken »Stelzen« mit einer Dicke von 20 mm und einer Grundfläche von jeweils 25 cm x 25 cm anbetoniert (Abb. 11). Mit diesen Stelzen liegen die fast 3 m² großen Fahrbahnplatten auf der Dämmschicht bzw.

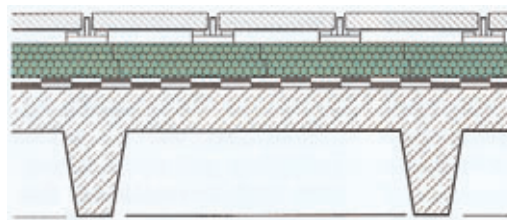


Abb. 7: Schichtaufbau des Terrassendachs mit Stelzlagern, T 1.

Waschbetonplatten
Stelzlager/Luftschicht
Wärmedämmschicht aus Styrodur
Dachabdichtung
Stahlbetondecke.



Abb. 8: Terrassendach T 2. Freigelegte bituminöse Abdichtung, auf der Wasser steht. Wegen des nassen, feinkörnigen Sandes hat die Probeplatte nach 15jähriger Einbaudauer einen Wassergehalt von 14,85 Vol.-Prozent im Mittenbereich.

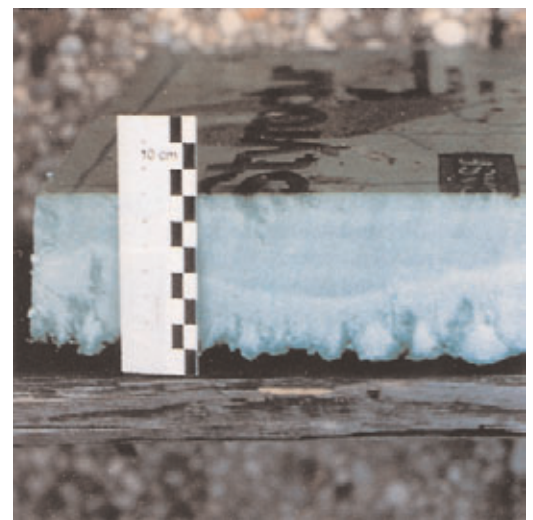


Abb. 9: Terrassendach T 2. Der hohe Wassergehalt der Probeplatte zeigt sich als Dunkelfärbung in der oberen Hälfte des Querschnitts.

auf dem darauf verlegten Vlies auf. Dies hat während der sechsjährigen Nutzung des Parkdachs nicht zu Eindrückungen der Dämmplatten aus Styrodur 5000 geführt (Abb. 12).

In jeder Stahlbetonplatte sind auf der Längsachse zwei Löcher eingeformt, in die sich die Enden von zwei Ketten stecken lassen. Mit einer hydraulischen Hubeinrichtung, die auf einem Fahrbock montiert ist, lassen sich die Betonplatten ohne weiteres herausheben und hineinlegen (Abb. 11). Diese einfache und zeitsparende Verlegemethode war besonders bemerkenswert.

Die Stahlbetonplatten liegen lose auf der Dämmschicht auf (Abb. 13). Ihr Eigengewicht und

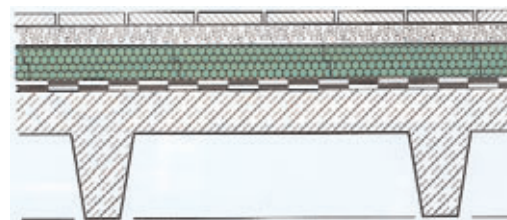


Abb. 10: Schichtaufbau des Terrassendachs mit Splittbett, T 2.

Waschbetonplatten
Splittbett
Wärmedämmschicht aus Styrodur
Dachabdichtung
Stahlbetondecke.

10 mm breite Kautschuk-Abstandshalter in den offenen Fugen haben jede Verschiebung der Platten verhindert. Die Fugen waren zur Zeit der Ortsbesichtigung schnurgerade.

3.1.2 Kleinformatige Betonplatten (Objekt P 2)

Mit einer Fläche von 60 cm x 60 cm sind die 63 mm dicken Betonplatten des Parkdachs P 2 nur wenig größer als die in der Bundesrepublik Deutschland üblichen Betonplatten mit einer Einzelfläche von 50 cm x 50 cm. Nachdem dieses Parkdach etwa sieben Jahre mit Pkw befahren worden war, befand sich der Fahrbelag in einwandfreiem Zustand. Die Betonplatten waren dicht gestoßen (Fugenbreite 0 bis 2 mm) ohne Zwischenlage von Abstandshaltern.

Zur Aufstellung sind 30 cm breite und 30 mm dicke Styrodur-Streifen unmittelbar auf der Styrodur-Dämmschicht verlegt. Auf diesen Plattenstreifen sind die Betonplatten symmetrisch aufgelagert, so daß für jede der beiden hier gestoßenen Betonplatten eine Auflagerbreite von 15 cm zur Verfügung steht. Die Styrodur-Plattenstreifen sind mit einer 1,5 mm dicken schwarzen Kunststoffbahn abgedeckt, worauf die Betonplatten unmittelbar aufliegen (Abb. 14).

3.1.3 Beurteilung der Konstruktion

3.1.3.1 Feuchtigkeit der Dämmplatten

Auch von anderen Terrassen- und Parkdächern mit unterlüfteten Betonplatten ist bekannt, daß sich in Extruderschaumplatten selbst nach langjähriger Einbaudauer nur sehr geringe Feuchtigkeiten einstellen. Diese Erfahrung wird bestätigt durch die nach sechsjähriger Einbaudauer gemessenen Feuchtwerte von nur 0,1 und 0,2 Vol.-Prozent beim Parkdach P 1 in Hilversum.

Beim Parkdach P 2 in Bishop Auckland (Nordostengland) war eine Feuchtigkeit der Teilprobe aus dem Mittenbereich

von 0,2 Vol.-Prozent eine weitere Bestätigung für die günstige Wirkung einer oberseitigen Belüftung der Dämmplatten. Erstaunlich ist, daß die beiden Teilproben aus den Eckbereichen nach siebenjähriger Einbaudauer keine größeren Feuchtigkeiten als 1,1 und 2,6 Vol.-Prozent besaßen, obwohl sie auf dem größeren Teil ihrer Oberfläche verhältnismäßig dampfsperrend abgedeckt waren. Die aufgelegten Schichten Styrodur 30 mm, Kunststoff-Folie 1,5 mm und Betonplatten 63 mm besitzen einen erheblichen Dampfsperrwert. Wenn die Proben 10 R und 10 L des

Objektes P 2 [1] trotzdem nur Feuchtigkeiten von 1,1 und 2,6 Vol.-Prozent besaßen, so ist dies zurückzuführen auf eine Wasserabgabe der Dämmplatten neben den Styrodur-Stelzstreifen.

3.1.3.2 Aufstellung der Betonplatten

Die bei den hier behandelten Parkdächern gewählten Methoden der Aufstellung haben sich über Jahre bewährt. Es bietet sich an, beide Methoden zu verbinden, wie schon 1984 von Hoefler vorgeschlagen [2]. So kann man größerformatige Betonplatten mit einer Einzelflä-

che von etwa 2 m x 1 m (ähnlich wie beim Parkdach P 1 in Hilversum) ohne angeformte Stelzfüße mit ihren Längsseiten auf durchgehenden Styrodur-Streifen mit einer Breite von 30 cm (= halbe Plattenbreite) auflegen (wie beim Parkdach Bishop Auckland). In den Fugen zwischen den Betonplatten sollten Kautschuk-Abstandshalter eingelegt werden, wie es sich beim Parkdach Hilversum gut bewährt hat.

3.2 Parkdächer mit aufbetonierten Betonplatten

Bei diesen Parkdächern ist auf die mit einer dünnen Folie



Abb. 11: Parkdach P 2. Einfaches Herausheben der 2,9 m² großen Betonplatten mit vier anbetonierten Stelzen 25 x 25 cm².



Abb. 12: Parkdach P 2. Die Stelzen haben sich nach 6jähriger Nutzung des Parkdachs nicht in die Dämmplatten (Styrodur 5000) eingedrückt. Wassergehalt 0,1 Vol.-Prozent im Mittenbereich.

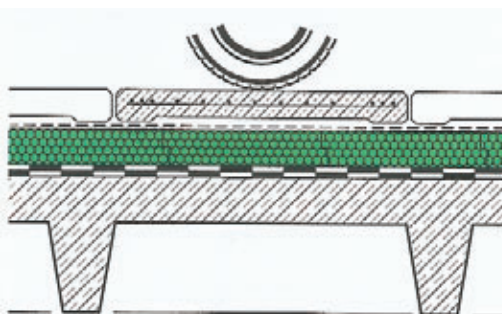


Abb. 13: Schichtaufbau des Parkdecks eines Einkaufszentrums in Hilversum mit aufgestellten großformatigen Stahlbetonplatten, P 1.

Stahlbetonplatten mit anbetonierten Stelzlagern
Luftschicht
Diffusionsoffenes Kunststoffvlies
Warmedämmschicht aus Styrodur
Dachabdichtung
Stahlbetondecke.

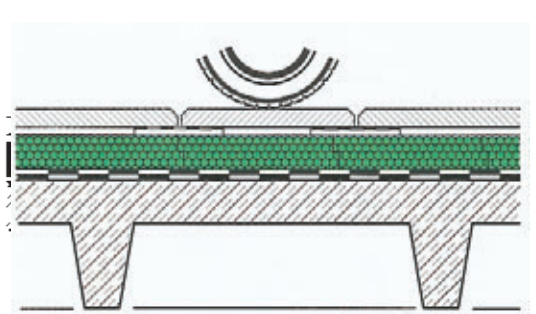


Abb. 14: Schichtaufbau des Parkdecks mit aufgestellten kleinformatigen Betonplatten, P 2.

Betonplatten
Styrodur-Auflager mit Schutzfolie/Luftschicht
Warmedämmschicht aus Styrodur
Dachabdichtung
Stahlbetondecke.

oder einem Vlies abgedeckte Dämmschicht eine Ortbetonplatte aufbetoniert (Abb. 15). Dieser Schichtenaufbau verstößt gegen eine frühere technische Regel, nach welcher Betonplatten nicht unmittelbar auf Extruderschaumplatten aufgebracht werden dürfen, sondern eine Kies- oder Splittschicht als Drän- und Kondensationsschicht unter der Betonplatte anzuordnen ist. Deshalb war es besonders interessant, die folgenden drei »regelwidrigen« Konstruktionen auf ihr Langzeitverhalten zu untersuchen.

Parkdach Basel (Objekt P 3)

Der Fahrbelag aus hochwertigem Beton hat eine Dicke von 16 cm (Abb. 16); er ist in Felder von ca. 4 m x 2,5 m eingeteilt. Die Fugen zwischen den Betonfeldern sind mit elastischer Dichtungsmasse geschlossen. Die PVC-weich-Abdichtung, die an dieser Stelle mit nur wenig Gefälle verlegt ist, war bedeckt mit einer maximal 1 mm dicken Wasserschicht; dementsprechend war auch die Unterseite der entnommenen Dämmplatten mit einem dünnen Wasserfilm überzogen (Abb. 17).

Die drei entnommenen Teilproben besaßen Wassergehalte zwischen 3,4 und 4,5 Vol.-Prozent. Diese Wassergehalte nach einer Einbaudauer von 14 Jahren sind erstaunlich niedrig. Bei der Risikoabwägung im Planungsstadium war auf der Grundlage einer Berechnung nach Glaser ein Wassergehalt von 13 bis 14 Vol.-Prozent vorausgesagt worden. Die Entwicklung eines so hohen Wassergehalts hatte die Bauherrschaft 1975 bei der Wahl dieser »regelwidrigen« Konstruktion als »kalkuliertes Risiko« bewußt in Kauf genommen [2].

Man war sich damals darüber im klaren gewesen, daß Niederschlagswasser durch die nicht völlig wasserdichten Fugen auf die Abdichtung gelangen würde. Deshalb wurden sowohl die Fahrbahnoberfläche als auch die Abdichtung mit Gefälle von

1,5 Prozent versehen. Jede der beiden Ebenen wird entwässert. Dies war eine wesentliche Voraussetzung für den verhältnismäßig niedrigen Wassergehalt der Probeplatte.

Im übrigen ist Wasser durch Dampfdiffusion durch die abdeckenden Schichten mit einem Dampfsperwert von 21 m diffusionsäquivalente Luftschichtdicke an die Außenluft abgegeben worden. Dabei hat sich die Beheizung der unter der Decke gelegenen Räume günstig ausgewirkt.

3.2.2 Parkdach Kiel-Friedrichs-ort (Objekt P 4)

Die gemessenen Feuchtigkeiten der Dämmstoffprobe waren mit 1,7 Vol.-Prozent im Mittenbereich sowie mit 1,9 und 2,3 Vol.-Prozent in zwei Eckbereichen niedrig.

Diese niedrigen Feuchtigkeiten sind möglicherweise auf die verhältnismäßig kurze Einbaudauer von nur drei Jahren zurückzuführen (1986 bis 1989). Andererseits lassen folgende Merkmale der Konstruktion

mit einiger Wahrscheinlichkeit erwarten, daß die Feuchtigkeit nicht oder nicht wesentlich steigen wird:

◆ Die Fahrbahnoberfläche und die Abdichtung sind jeweils mit deutlichem Gefälle versehen; das auf diesen beiden Ebenen anfallende Niederschlagswasser wird in zweietagige Einläufe entwässert.

◆ Die Fugen zwischen den Ortbetonplatten sind mit hinterfüllter elastischer Fugenmasse wirksam abgedichtet.

3.2.3 Parkdach Hagen (Objekt P 5)

Bei diesem Parkdach sind die hohen Feuchtigkeiten von 10,0 bis 12,8 Vol.-Prozent nach einer Einbaudauer von 13 Jahren auffällig.

Die hauptsächlichen Gründe für diese hohen Feuchtigkeiten liegen einmal in der weitgehenden Unwirksamkeit der Fugenabdichtung zwischen den Fahrbahnplatten: Die Fugenabdichtung war regelwidrig ohne Hinterfüllung ausgeführt worden; die Ecken der Betonplatten wa-

ren abgebrochen, ihre Kanten abgeplatzt und mit ihnen die elastische Fugendichtung stark beschädigt. Deshalb wurde 1982 eine erste Sanierung notwendig. Damals hatten die Extruderschaumplatten mit großer Wahrscheinlichkeit schon erhebliche Wassermengen aufgenommen. Andererseits wurde die Austrocknung der Dämmplatten seit 1982 erschwert, nachdem man auf der Oberseite der Betonplatten einen verhältnismäßig dampfdichten, 2 cm dicken Flintcote-Fahrbelag aufbrachte.

An der Entnahmestelle der Dämmstoffprobe herrschten hinsichtlich der Entwässerung besonders ungünstige Verhältnisse: Die Entnahmestelle lag unmittelbar neben einem Bodeneinlauf, der oft verstopft gewesen sein soll, so daß sich hier des öfteren »Seen« anstauten. Deshalb kann der gemessene Wassergehalt der Dämmstoffplatte für dieses Parkdach nicht als repräsentativ angesehen werden.

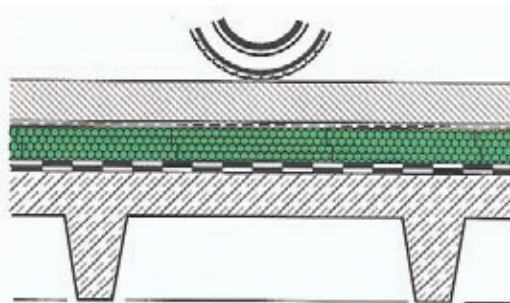


Abb. 15: Schichtaufbau der Parkdächer mit Ortbetonplatten, P 3, P 4, P 5.

Ortbetonplatten
Trennlage (PE-Folie oder Glasvlies)
Wärmedämmschicht aus Styrodur
Dachabdichtung
Stahlbetondecke.



Abb. 16: Parkdach P 3. Herausheben eines herausgetrennten Teils aus der 16 cm dicken Betonplatte, die auf der Dämmschicht aufbetoniert ist.



Abb. 17: Parkdach P 3. Freigelegte Styrodurdämmung. Wassergehalt nach 14jähriger Einbaudauer 4,5 Vol.-Prozent im Mittenbereich.

3.2.4 Beurteilung der Konstruktion

Die hier vorgestellten Untersuchungsergebnisse lassen den Schluß zu, daß diese Konstruktion dann zu geringen Feuchtigkeiten der Extruderschaumplatten führt, wenn dafür gesorgt wird, daß die Platten nicht längere Zeit im Wasser liegen. Dies läßt sich durch folgende Maßnahmen erreichen:

- ◆ Der Fahrbelag muß durch Gefälle auf seiner Oberseite wirksam entwässert werden.
- ◆ Die Fahrbelagfugen müssen durch eine regelgerechte elastische Fugendichtung auf Dauer wasserdicht geschlossen werden.
- ◆ Die Abdichtung muß im Gefälle verlegt und an Bodenabläufe angeschlossen werden (zweietagige Abläufe).

Wenn weitere Parkdächer mit aufbetonierten Betonplatten nach diesen Regeln ausgeführt werden, bieten sie Gelegenheit zu längerer Beobachtung und weiteren Erfahrungen.

3.3 Parkdach mit Betonverbundstein-Pflasterdecke

Beim Parkdach P 6 besteht der Fahrbelag aus einer Betonverbundstein-Pflasterdecke (Tab 2, Abb. 18). Das 15 Jahre alte Pflaster war bei der Ortsbesichtigung in Ordnung, irgendwelche Verschiebungen und Einsenkungen der Betonverbundsteine waren nicht vorhanden (Abb. 19, 20).

Von besonderem Interesse war die Entwicklung des Wassergehalts der Dämmplatten: Seit dem Neubau 1974 wurden dreimal Dämmstoffproben entnommen und hinsichtlich ihrer Feuchtigkeit untersucht; die Feuchtwerte betragen:

Jahre nach Neubau	Feuchtigkeit in Vol.-%
2	0,36
6	1,35
15	3,90 Mittenbereich 4,80; 5,5 Eckbereiche

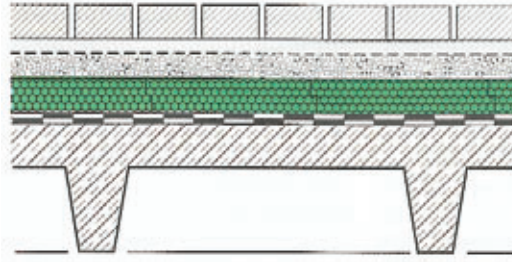


Abb. 18: Schichtaufbau des Parkdecks mit Betonverbundsteinpflaster, P 6.
Sandbett
Diffusionsoffenes Kunststoffvlies fehlt!
Sickerschicht (Basaltlava)
Wärmedämmschicht aus Styrodur
Dachabdichtung
Stahlbetondecke.



Abb. 19: Parkdach P 6. Öffnung des Betonverbundsteinpflasters. Nach 15-jähriger Nutzung befindet sich das Pflaster in einwandfreiem Zustand.



Abb. 20: Parkdach P 6. Entnommene Probeplatte, Wassergehalt 3,9 Vol.-Prozent, darüber befanden sich zwei Sandschichten, zusammen 8 cm dick.

Die Dämmplatten sind also im Laufe von 15 Jahren deutlich feuchter geworden. Wassergehalte in der Größenordnung von 5 Vol.-Prozent nach mehrjähriger Bewitterung sind auch von anderen Parkdächern mit Betonverbundsteinbelägen auf Extruderschaumplatten bekannt.

Die frühere Erwartung, die Sandfugen zwischen den Betonverbundsteinen seien verhältnismäßig dampfdurchlässig und würden zu niedriger Feuchtigkeit der Extruderschaumplatten führen, ist offensichtlich nicht richtig.

Pflasterdecken besitzen erhebliche Dampfsperwerte. Neben dem Dampfsperwert der 8 bis 10 cm dicken Verbundsteine aus hochwertigem Beton sind auch die beachtlichen Dampfsperwerte der Fugenfüllung mit nassem feinkörnigen Sand (0/2 mm) und die Bettungsschicht aus ebenfalls nassem Sand (0/4 mm) wirksam.

Die nachteilige Wirkung feinkörniger Sand-Bettungsschichten ist auch von Betonplattenbelägen auf Umkehr-

dächern bekannt (siehe Abschnitt 2). Eine nasse Sandschicht besitzt eine relative Luftfeuchte von 100 Prozent, wodurch die Austrocknung der Dämmplatten sehr erschwert wird.

Die Sandfüllung der Fugen und die Sandbettungsschicht sind wasserdurchlässig. Um die Menge des eindringenden Wassers zu minimieren, sollte die Oberfläche des Pflasters mit deutlichem Gefälle zu den Einläufen versehen werden.

Der verhältnismäßig große Dampfsperwert und die Wasserdurchlässigkeit der Fugen zwischen den Pflastersteinen lassen sich beeinflussen durch Verwendung möglichst wasser- und wasserdampfdurchlässiger Sande.

Vor allem muß sichergestellt sein, daß das die Pflasterdecke durchdringende Niederschlagswasser möglichst schnell und vollständig abgeleitet wird. Dazu ist eine auf Dauer wirksame Dränschicht und eine Abdichtung im Gefälle zu den Einläufen erforderlich.

Eine Dränschicht besteht aus Sickerschicht und Filterschicht oder aus einer Sickerschicht mit Filterfunktion. Die Sickerschicht sollte eine große Wasserdurchlässigkeit besitzen. Geeignet sind u. a. Kiese mit einer Wasserdurchlässigkeit > 1,0 cm/s. Nicht geeignet sind Sande und Kiessande, deren Wasserdurchlässigkeit nur klein ist (0,01 bis 0,05 cm/s).

Die Bettungs- und die Dränschicht des untersuchten Parkdachs P 6 haben keinen günstigen Kornaufbau: Die Bettungsschicht besteht aus Sand 0/2mm, hauptsächlich 0/1 mm, sie ist also sehr feinkörnig; als Dränschicht dient Basaltlava-Sand 0/6 mm, davon zu 95 Prozent 0/4 mm. Hauptsächlich auf diese ungünstigen Körnungen muß bei diesem Parkdach das Ansteigen der Feuchtigkeit auf verhältnismäßig hohe Werte zurückgeführt werden. Wahrscheinlich wird die Feuchtigkeit der Dämmplatten mit der Zeit weiter ansteigen.

4 GRÜNDÄCHER

Betrachtet man die Feuchtigkeiten der entnommenen Dämmplattenproben der vier Gründächer G 1 bis G 4 (Tab. 3), fällt ins Auge, daß die Werte bei den Objekten G 1 (Abb. 21, 22) und G 2 verhältnismäßig niedrig liegen, bei den Objekten G 3 und G 4 verhältnismäßig hoch sind (Abb. 25, 26).

Die Gründe für die erheblichen Unterschiede liegen nicht in der Rohdichte und Einbauezeit, denn diese sind annähernd gleich. Auch wurde bei keinem der untersuchten Objekte auf der Abdichtung Wasser in nennenswertem Maße vorgefunden. Die entscheidenden Ursachen für die große Differenz der Wassergehalte liegen in der Wirksamkeit der Sickerschicht und in der dampfbremsenden Wirkung der auf der Dämmschicht aufgetragenen Schichten.

Insbesondere kommt es auf eine gut funktionierende Sickerschicht an, wie die Untersuchung dieser vier Gründächer gezeigt hat: Geringe Feuchtigkeit besaßen die Dämmplatten der Objekte G 1 (Abb. 23) und G 2 (Abb. 24) mit wirksamen Sickerschichten. Die hohen Feuchtigkeiten der Dämmplatten der Objekte G 3 und G 4 sind zweifellos durch die dort verwendeten Sande bedingt, die als Sickerschicht nicht geeignet sind (Abb. 27). Hier zeigt sich die gleiche negative Wirkung nasser Sandschichten wie beim Parkdach mit Betonverbundsteinen (3.3): Der nasse Zustand der Sandschicht ist gleichbedeutend mit einer relativen Luftfeuchte von 100 Prozent, wodurch das Ausdiffundieren der Feuchte aus der Dämmschicht sehr erschwert wird.

Den Einfluß der dampfsperrenden Wirkung abdeckender Schichten auf den Wassergehalt der Dämmplatten erkennt man, wenn man diese Schichten bei den Gründächern G 1 und G 3 mit fast gleicher Einbaudauer miteinander vergleicht: Beim Gründach G 1 be-

sitzt das lockere Pflanzsubstrat und der Kies 16/32 mit einer Gesamtdicke von nur 40 cm einen deutlich kleineren Dampfsperrwert als die insgesamt 60 cm dicken und verhältnismäßig dampfdichten Schichten des Gründachs G 3 (Abb. 27) (fette Muttererde, Kiessand und Schlackesand), wobei der nasse Schlackesand das Austrocknen der Dämmplatte sehr behindert.

In der Fachliteratur wurde die Meinung vertreten, daß bei Begrünung von Umkehrdächern generell »die Dämmfähigkeit des Extruderschaumes mit der Zeit abnimmt« [3]. Diese Ansicht ist in ihrer Verallgemeinerung nicht richtig, wenn man die hier vorgestellten Ergebnisse betrachtet. Richtig ist vielmehr, daß sich in den Extruderschaumplatten auch nach vielen Jahren nur geringe Wassergehalte einstellen, sofern eine wirksame Sickerschicht vorhanden ist, die abdeckenden Schichten genügend dampfdurchlässig sind und die Dämmplatten nicht ständig in stauendem Wasser liegen.



Abb. 21: Gründach G 1. Öffnen der Probeentnahmestelle. Pflanzsubstrat locker, von vielen Wurzeln durchwachsen.

5 DÄMMSCHICHTEN

5.1 Äußerlicher Zustand

Die gemessenen äußeren Abmessungen entnommener Dämmplatten wichen teilweise bis zu 2 mm vom Nennmaß ab. Solche Abweichungen liegen im Toleranzbereich und sind baupraktisch ohne Bedeutung.

Die entnommenen Dämmplatten waren nicht sichtbar verwölbt. Messungen der Ebenheit ergaben Stichmaße bis zu 2 mm auf Plattenlänge, was ebenfalls baupraktisch ohne Bedeutung ist. Alle Kanten waren gerade.

Die Oberseiten der Dämmplatten zeigten bei einigen Objekten mehr oder minder starke Eindrückungen durch Kies- bzw. Splittkörner. Solche einzelnen Eindrückungen sind baupraktisch unbedeutend. Mit Abstand die tiefsten Eindrückungen – bis zu 15 mm tief – wurden beim Objekt K 6 festgestellt; diese Eindrückungen lassen sich nur erklären durch den scharfkantigen Splitt und durch das Arbeiten auf der Dachfläche bei der Herstellung

der Flüssigkunststoff-Abdichtung. In allen Fällen mit Eindrückungen durch Kies- oder Splittkorn war ein Riesenschutz auf der Dämmschicht nicht vorhanden, wie es in früheren Jahren des Umkehrdaches üblich war.

Auf den Oberseiten der Dämmplatten hatten sich in unterschiedlichem Maße Feinstteile (Schluff) aus der Kies- bzw. Splittschüttung abgelagert. Wie die gemessenen Wassergehalte der Dämmplatten solcher Objekte zeigten, hatten sich die Schluff-Schichten auf den Dämmplatten auf deren Austrocknung nicht nachteilig ausgewirkt (Abb. 2).

Bei Objekt P 4 war die 80 mm dicke Dämmplatte stellenweise bis zu 15 mm abgeschmolzen, weil man die Dämmplatte auf dem noch zu heißen Bitumen-Deckanstrich verlegt hatte.

5.2 Materialtechnische Untersuchungen

Das Fraunhofer-Institut für Bauphysik in Stuttgart-Vaihingen hat im Auftrag des Autors folgende materialtechnische



Abb. 22: Gründach G 1. Freigelegte Dämmschicht, Wassergehalt nach 11jähriger Bewitterung 1,3 Vol.-Prozent im Mittenbereich.

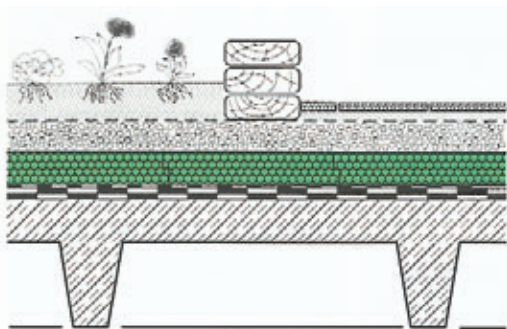


Abb. 23: Schichtaufbau des Gründachs mit funktionstüchtiger Sickerschicht beim Geschäfts- und Wohnzentrum Köln-Rodenkirchen, G 1.

Sträucher und Bäume
Vegetationsschicht (Pflanzsubstrat)
Filtervlies
Sickerschicht
Wärmedämmschicht aus Styrodur
Dachabdichtung
Stahlbetondecke.

Dränung

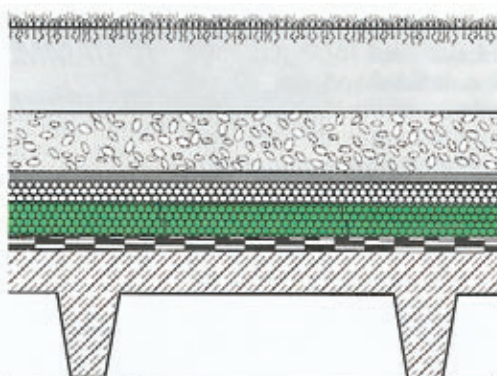


Abb. 24: Schichtaufbau des Gründachs mit funktionstüchtiger Sickerschicht beim Kurmittelhaus Bad Füssing, G 2.

Grasbewuchs
Vegetationsschicht (Pflanzsubstrat)
Kiesschicht als Höhenausgleich
Filterschicht (Mineralfasermatte)
Sickerschicht (EPS-Dränplatte)
Wärmedämmschicht aus Styrodur
Dachabdichtung
Stahlbetondecke.

Dränung



Abb. 25: Gründach G 3. 30 cm »fetter« Mutterboden und 20 cm Kiessand auf dem Vlies, darunter 10 cm Schlackesand auf der Dämmschicht.



Abb. 26: Gründach G 3. Probeplatte mit Eindrücken aus der Bauzeit. Wassergehalt nach 10jähriger Bewitterung 4,3 Vol.-Prozent im Mittenbereich.

Untersuchungen durchgeführt und darüber Prüfberichte erstellt:

◆ Die Feuchtigkeit und Trockenrohdichte wurden an $20 \times 3 = 60$ Teilproben gemessen (5.2.1).

◆ Die Wärmeleitfähigkeit wurde an fünf Proben gemessen, die aus den Dächern der Objekte K 3, K 5, K 6, G 1 und G 2 entnommen waren (5.2.2).

◆ Die Druckfestigkeit aller Proben aus Parkdächern wurde gemessen (5.2.3).

Die Meßergebnisse sind in den Tabellen 1 bis 5 zusammengestellt.

samtfläche der Dämmplatten können die Meßwerte der Teilproben L, M und R nicht gemittelt werden.

5.2.2 Wärmeleitfähigkeit

An drei Probeplatten der ersten Untersuchungsserie (K 3, K 5, K 6) wurde die Wärmeleitfähigkeit gemessen (Tab. 1). Die Wärmeleitfähigkeit bei 10°C Mitteltemperatur λ_{10} der trockenen Proben betragen 0,0295, 0,030 und 0,0345 W/(m · K).

Die auf den feuchten Zustand der Proben hochgerechneten Wärmeleitfähigkeitswerte lagen weit unter dem Rechenwert der Wärmeleitfähigkeit, der zum Produktionszeitpunkt galt (0,041 W/[mK]).

Die Wärmeleitfähigkeit der sehr feuchten Dämmplatte des Objekts T 2 errechnet sich nach einer bekannten Formel wie folgt [4], wenn man von einer Wärmeleitfähigkeit λ_{tr} von 0,030 W/(m·K) ausgeht:

$$\lambda_f = 0,030 (1 + 0,023 \cdot 15) = 0,040 \text{ W/(m·K)}$$

Dieser λ_f -Wert liegt gerade noch unter dem Rechenwert λ_R und ist durch eine zu dampfdichte Abdeckung zu erklären, wie oben dargelegt.

Im Rahmen der zweiten Untersuchungsserie wurde bei den Objekten G 1 (Köln-Rodenkirchen) und G 2 (Bad Füssing) je eine Dämmplattenprobe entnommen, um die Wärmeleitfähigkeit der Dämmplatten im feuchten und im trockenen Zustand durch das Fraunhofer-Institut für Bauphysik messen zu lassen. Die Meßergebnisse sind in Tabelle 4 zusammengestellt, ebenso der prozentuale Anstieg der Wärmeleitfähigkeit je Volumen-Prozent Feuchtezunahme: Dieser lag bei 2,1 und 2,3 Prozent.

5.2.1 Feuchtigkeit

Die an den Ecken entnommenen Proben L und R sind jeweils feuchter als die aus der Mitte entnommenen Proben M. Die Unterschiede sind teilweise beträchtlich. Der Grund liegt in den ungünstigen Verhältnissen in den Eckbereichen. Wegen des nur geringen Anteils der Randbereiche an der Ge-

Für die Wärmedämmplatten der Objekte G 1 und G 2 galten zur Zeit ihrer Verlegung die in Tabelle 5 mitgeteilten Rechenwerte der Wärmeleitfähigkeit; diesen sind die gemessenen Wärmeleitfähigkeiten der feuchten Dämmplattenprobe gegenübergestellt: Der Vergleich zeigt, daß die gemessenen Werte der Wärmeleitfähigkeit der feuchten Dämmplatten weit unter den Rechenwerten der Wärmeleitfähigkeit liegen.

Legt man den o. g. Anstieg der Wärmeleitfähigkeit von 2,1 bzw. 2,3 Prozent je Volumenprozent Feuchtezunahme zugrunde, würde die Wärmeleitfähigkeit der Dämmplatten den Rechenwert erst bei einer erheblich größeren Feuchtigkeit erreichen: beim Objekt G 1 bei 17,1 Vol.-Prozent, beim Objekt G 2 bei 12,3 Vol.-Prozent.

5.2.3 Druckfestigkeit der Dämmplatten

Die aus den sechs untersuchten Parkdächern entnommenen Dämmstoffproben wurden auch auf Druckfestigkeit untersucht; die Meßergebnisse sind in Tabelle 2 mitgeteilt. Sämtliche gemessenen Werte lagen über den von der BASF zum Produktionszeitpunkt angegebenen Mindestwerten. Die untersuchten Parkdächer haben gezeigt, daß die bei der Planung gewählten Dämmstoff-Typen ihre Funktion auch hinsichtlich der Druckbeanspruchung erfüllt haben.

6 DACH-ABDICHTUNGEN

Bei 14 der untersuchten 20 Objekte (= 70 Prozent) ist eine bituminöse Abdichtung vorhanden (K 1, K 4, K 6, K 7, K 8, T 2, P 1, P 2, P 4, P 5, P 6, G 1, G 3,

Probeplatte vom Objekt	Feuchtigkeit in Vol.-%	Wärmeleitfähigkeit λ_{10} in W/(m-K) beim Probenzustand		Anstieg der Wärmeleitfähigkeit in % je Vol.-% Feuchtezunahme
		feucht	trocken	
G1 Köln-Rodenkirchen	1,9	0,0314	0,0302	2,1
G2 Bad Füssing	2,4	0,0288	0,0273	2,3

Tab. 4: Wärmeleitfähigkeit bei 10 °C Mitteltemperatur λ_{10} im feuchten und trockenen Zustand der Dämmplattenproben nach Messungen des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik und Anstieg der Wärmeleitfähigkeit je Vol.-% Feuchtezunahme.

Objekt Nr. Ort	Verlegezeitpunkt	Rechenwert der Wärmeleitfähigkeit λ_R in W/(m-K)	Gemessene Werte der Wärmeleitfähigkeit der feuchten Dämmplatte λ_U in W/(m-K)
G1 Köln-Rodenkirchen	1978	0,041	0,0314
G2 Bad Füssing	1981	0,035	0,0288

Tab. 5: Vergleich der Rechenwerte und der Meßwerte der Wärmeleitfähigkeit feuchter Dämmplatten der Objekte G1 und G2.

G 4). In der weit überwiegenden Mehrzahl der Fälle bestehen diese Abdichtungen aus mehrlagigen Bitumenabdichtungen,

bei drei Objekten aus dem Abdichtungssystem Rowiflex mit der untersten Lage aus elastomermodifiziertem Bitumen (G 1, G 3, G 4). Beim Objekt K 6 wurde die ursprünglich vorhandene bituminöse Abdichtung mindestens teilweise mit flüssigem Polyester beschichtet (Kemperol). Über die Ursachen

der Undichtigkeiten der bituminösen Abdichtung ließ sich nichts in Erfahrung bringen.

Bei 6 der untersuchten 20 Objekte (= 30 Prozent) ist eine einlagige Abdichtung aus hochpolymeren Bahnen vorhanden, bei zwei Dächern bestehen die Bahnen aus PVC weich (K 2, P 3), bei vier Dächern aus ECB (K 3, K 5, T 1, G 2).

In folgenden Fällen war es zu Undichtigkeiten und Wassereindringungen gekommen:

Beim Objekt K 1 mußte die bituminöse Abdichtung 1984/85 an einer undichten Stelle, die durch Wurzelwuchs entstanden war, nachgebessert werden.

Die PVC-weich-Abdichtung des Objektes K 2 mußte stellenweise dort nachgebessert werden, wo sich vor 1978 aus der Betondecken-Oberfläche herausstehende Steine durch die dünne PVC-Abdichtung hindurchgedrückt hatten. Ein Schutzvlies unter der Abdichtung fehlte. Seit 1978 hat man keine weiteren Durchfeuchtungen der Dachdecke festgestellt.

Beim Objekt K 3 mit ECB-Abdichtungen drang jahrelang Wasser in Wohnungen und Läden ein, weil die Anschlüsse der Abdichtungen an Dacheinläufe sowie Wände und Kamine nicht fachgerecht hergestellt waren (an aufgehenden Bauteilen nur wenige Zentimeter über Kiesschicht hochgeführt, am oberen Rand nicht angepreßt). Zur Zeit der Ortsbesichtigung war man dabei, auf der vorhandenen ECB-Abdichtung abschnittsweise eine neue Abdichtung herzustellen.

Auch bei den Objekten P 4 und P 5 ist es infolge fehlerhafter Anschlüsse zu Wassereindringungen gekommen, die nach der Nachbesserung aufhörten.

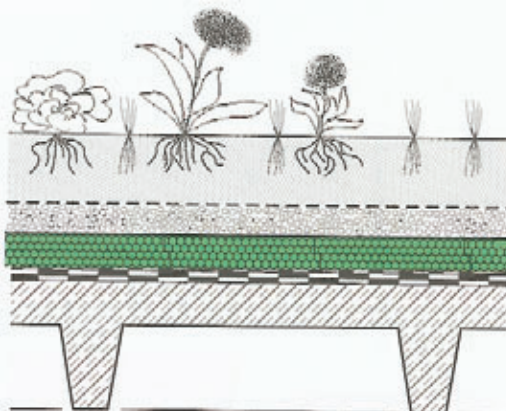


Abb. 27: Schichtaufbau der Gründächer ohne funktionstüchtige Sickerschicht. Dieser Aufbau hat sich als nicht funktionsfähig erwiesen, G 3, G 4.

Grasbewuchs und Sträucher
Vegetationsschicht (Pflanzsubstrat)
Filterschicht (diffusionsoffenes Kunststoffvlies)
Sandschicht (als Sickerschicht nicht funktionsfähig)
Wärmedämmschicht aus Styrodur
Dachabdichtung
Stahlbetondecke.

Alle geschilderten Undichtigkeiten und Nachbesserungen sind nicht bedingt durch das Umkehrdachsystem. Die Undichtigkeiten hätten bei anderen Dachkonstruktionen ebenso entstehen können.

Keine der Dachabdichtungen zeigte im freigelegten Bereich Blasen, Risse oder andere Beeinträchtigungen. Soweit die Oberseite der Abdichtung nicht mit feinen Bestandteilen aus darüberliegenden Schichten bedeckt war, erschienen die Abdichtungen trotz des langjährigen Einbaus »wie neu«. Dies ist vor allem auf die schützende Funktion der Dämmschicht gegen schädliche Einflüsse von

oben zurückzuführen, was auch aus anderen Untersuchungen bekannt ist.

Nur bei vier der untersuchten 20 Objekte ist die Abdichtung im Gefälle verlegt (K 1, P 3, P 4, P 5), die anderen Flachdächer besitzen kein Gefälle. Da dann vertiefte Stellen und Wasserlachen unvermeidbar sind, stand bei den meisten Objekten Wasser auf der Abdichtung, so beim Objekt K 2 bis zu 5 mm hoch und beim Objekt K 4 bis zu 8 mm hoch. Mit 10 bis 30 mm war der Wasserstand beim Objekt K 6 am höchsten, wahrscheinlich bedingt durch einen zu hoch liegenden Ablauf.

Die aus den Objekten K 2, K 4 und K 6 entnommenen Dämmstoffproben besaßen keine höheren Feuchtwerte als die der anderen Objekte, weil die auf der Dämmschicht vorhandene Kiesschicht keinen nennenswerten Dampfsperwert besitzt. Bei verhältnismäßig dampfdichter Abdeckung der Dämmschicht (z. B. bei G 3) wirkt sich langjähriges Liegen der Dämm-

platten in einer Wasserschicht ungünstig auf deren Feuchtigkeit aus.

7 ZUSAMMENFASSUNG

Die Mehrzahl der untersuchten Umkehrdächer war zur Zeit der Ortsbesichtigung älter als 10 Jahre. Die Untersuchung hat bestätigt, daß Umkehrdächer eine bewährte Dachkonstruktion sind.

Höhere Wassergehalte der Extruderschaumplatten hatten sich nur bei solchen Dächern mit genutzter Oberfläche eingestellt, bei denen dauernasse Sandschichten auf der Dämmschicht deren Wasserabgabe behinderten.

Erstaunlich günstig erwies sich das Feuchteverhalten der Dämmschicht bei solchen Parkdecks, bei denen – regelwidrig und als kalkuliertes Risiko – Betonplatten auf die Dämmschicht aufbetoniert waren.

Literatur

- [1] Zimmermann, G.: Gutachten über das Langzeitverhalten von Umkehrdächern mit Dämmschicht aus Styrodur-Extruderplatten vom 2. Mai 1989. Gutachten über das Langzeitverhalten von Parkdecks und Gründächern als Umkehrdächer mit Dämmschicht aus Styrodur-Extruderplatten vom 30. April 1990. Hrsg. BASF Aktiengesellschaft, 6700 Ludwigshafen.
- [2] Hofer, G.: Wärmegedämmte Parkdecks. Fallstudie zum Schichtenaufbau nach der Umkehrdach-Methode. Das Dachdecker-Handwerk. Jg. 1984, H. 23/24.
- [3] Kern, A.; Trettel, P.: Dachbegrenzung auf Umkehrdächern. Das Dachdecker-Handwerk, 1988, H. 22, S. 20–21.
- [4] Zehender, H.: Einfluß von Feuchtigkeit auf die Wärmeleitfähigkeit von Schaumkunststoffen im Bereich von -30°C bis $+30^{\circ}\text{C}$. Kunststoffe im Bau. Jg. 14 (1974), H. 1. Modifizierte Fassung der Erstveröffentlichung im Deutschen Architektenblatt 10/79.