

# Dämmen mit Styrodur®

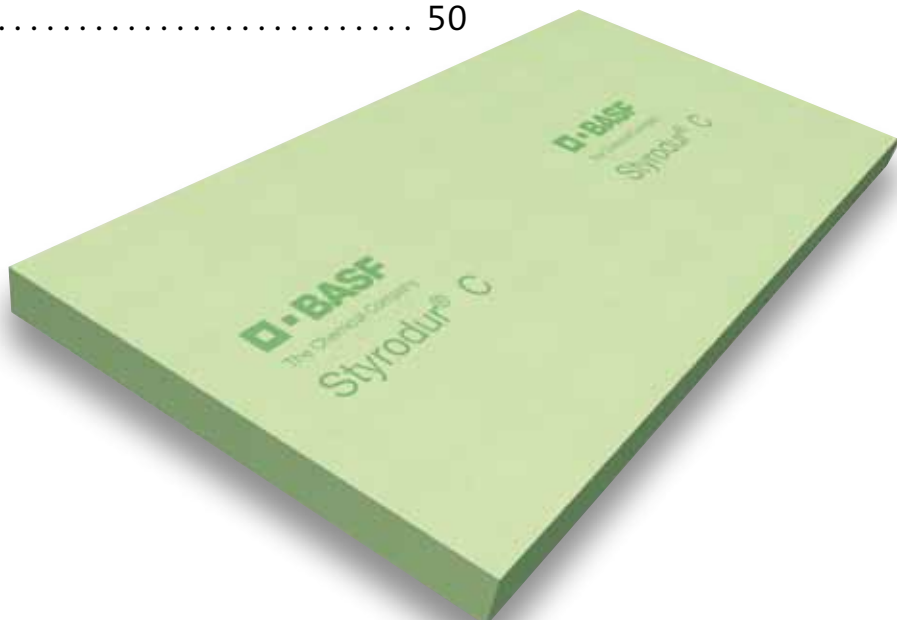
Wand, Gründungsplatte und Umkehrdach

**ISOVER**  
SAINT-GOBAIN

So wird gedämmt

# Inhaltsverzeichnis

1	Langjähriges Vertrauen in Styrodur® .....	3
2	Styrodur® in der Perimeteranwendung .....	4
2.1	Die Perimeterdämmung .....	4
2.2	Die Wärmedämmschicht mit Styrodur® .....	6
2.3	Vorteile von Styrodur® in der Perimeterdämmung .....	7
2.4	Perimeterdämmung bei Bodenfeuchte und nichtstauendem Sickerwasser (über Grundwasser) .....	7
2.5	Perimeterdämmung in Bereichen mit drückendem Wasser und aufstauendem Sickerwasser (im Grundwasser) .....	12
2.6	Anschlüsse / Abschlüsse .....	14
2.7	Sockeldämmung .....	15
2.8	Dämmung von Streifenfundamenten .....	16
2.9	Dränung .....	17
2.10	Baugrubenverfüllung .....	17
2.11	Perimeterdämmung von Passivhäusern mit Styrodur® .....	18
2.12	Konstruktionshilfen .....	19
3	Styrodur® in der Flachdachdämmung .....	23
3.1	Das Flachdach .....	23
3.2	Vorteile des Umkehrdachsystems .....	26
3.3	Anwendungshinweise .....	29
3.4	Ausführungsvarianten .....	32
4	Informationen und allgemeine Verarbeitungshinweise .....	50



# 1. Langjähriges Vertrauen in Styrodur®

Styrodur® ist der grüne, extrudierte Polystyrol-Hartschaumstoff (XPS), den BASF 1963 entwickelt hat. Heute ist Styrodur das Synonym für XPS in Europa und leistet als Wärmedämmstoff einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz durch Reduzierung von CO<sub>2</sub>-Emissionen.

Styrodur bietet Fachplanern, Architekten, Handwerkern, Bauherren und dem Baustoffhandel überzeugende Vorteile.

## **Umweltvorteile:**

- Umweltfreundlich durch CO<sub>2</sub>-Herstellungsverfahren mit Luft als Zellgas
- Reduzierung der Kohlendioxid-Emissionen (CO<sub>2</sub>) durch die hervorragende Dämmleistung

## **Qualitäts- und Sicherheitsvorteile:**

- Sicherheit durch jahrzehntelange Erfahrung
- Schützt die Baukonstruktion vor äußeren Einflüssen wie Wärme, Kälte und Feuchtigkeit
- Umfassende Produktionskontrolle und Güteüberwachung, dokumentiert durch CE-Kennzeichnung und Ü-Zeichen
- Langlebig – Bei sachgemäßem Einbau übersteht Styrodur die Nutzungsdauer der Baukonstruktion

## **Bauphysikalische Vorteile:**

- Hervorragende Dämmeigenschaften
- Hohe Druckfestigkeit
- Geringe Wasseraufnahme
- Alterungs- und verrottungsbeständig
- Erfüllung aller bauphysikalischen und baukonstruktiven Anforderungen in den unterschiedlichen klimatischen Verhältnissen Europas

## **Verarbeitungsvorteile:**

- Niedriges Eigengewicht
- Einfache und praxisingerechte Verarbeitung mit Werkzeugen zur Holzbearbeitung
- Bei jeder Witterung verlegbar
- Kein gesundheitsgefährdender Staub beim mechanischen Bearbeiten
- Umfassendes Produktsortiment
- Vielfältigste Einsatzmöglichkeiten

## **Wirtschaftliche Vorteile:**

- Schnelle Amortisation der Dämminvestition bei steigenden Energiekosten
- Reduzierung der Energiekosten für Heizung und Kühlung
- Erhöht die Lebensdauer und steigert den Wert des Gebäudes
- Europaweite Logistik mit professionellem Kundenservice über Distributoren vor Ort



## 2. Styrodur® in der Perimeteranwendung

### 2.1 Die Perimeterdämmung

Als Perimeterdämmung wird die außenseitige Wärmedämmung erdberührter Bauteilflächen, z. B. Kelleraußenwände (Abb. 1) und Kellerböden (Abb. 2) bezeichnet. Das charakteristische Merkmal der Perimeterdämmung ist, dass die Wärmedämmschicht außerhalb der Bauwerksabdichtung angeordnet wird.

#### **Perimeterdämmung in Bereichen mit drückendem Wasser und aufstauendem Sickerwasser (im Grundwasser) mit bauaufsichtlicher Zulassung**

Für die Perimeterdämmung im Bereich von langanhaltendem Stauwasser oder drückendem Wasser ist Styrodur® seit vielen Jahren unter der Nummer Z-23.5-223 vom Deutschen Institut für Bautechnik in Berlin, DIBt, zugelassen. Hiernach dürfen die Styrodur-Platten an erdberührten Kelleraußenwänden ein- oder zweilagig, unter statisch nichttragenden Bauteilen (Kellerbodenplatten) ein-, zwei- oder dreilagig verlegt werden und bis maximal 3,50 m in das Grundwasser eintauchen. Die Bauwerksabdichtung erfolgt nach DIN 18 195-6 - Abdichtung gegen von außen drückendes Wasser und aufstauendes Sickerwasser.

#### **Perimeterdämmung bei Bodenfeuchte und nichtstauendem Sickerwasser (über Grundwasser) nach Norm und Zulassung**

Die DIN 4108-2 beschreibt Wärmedämmsysteme als Perimeterdämmung, wenn die Dämmstoffplatten aus extrudiertem Polystyrolschaumstoff nach EN 13 164 hergestellt sind, einlagig verlegt werden, nicht unter Gebäudegründungen zum Einsatz kommen und nicht ständig im Grundwasser liegen. Die Perimeterdämmung mit Styrodur-Platten oberhalb des Grundwasserspiegels gilt somit als normengerechte Konstruktion.

Styrodur kann laut Zulassung Z-23.5-223, vom Deutschen Institut für Bautechnik in Berlin (DIBt), als Perimeterdämmung an erdberührten Kelleraußenwänden ein- oder zweilagig sowie unter statisch nichttragenden Bauteilen (Kellerbodenplatten) ein-, zwei- oder dreilagig verlegt werden.

Die Bauwerksabdichtung erfolgt nach DIN 18195-4 – Abdichtung gegen Bodenfeuchte (Kapillarwasser, Hartwasser) und nichtstauendes Sickerwasser an Bodenplatten und Wänden, Bemessung und Ausführung.

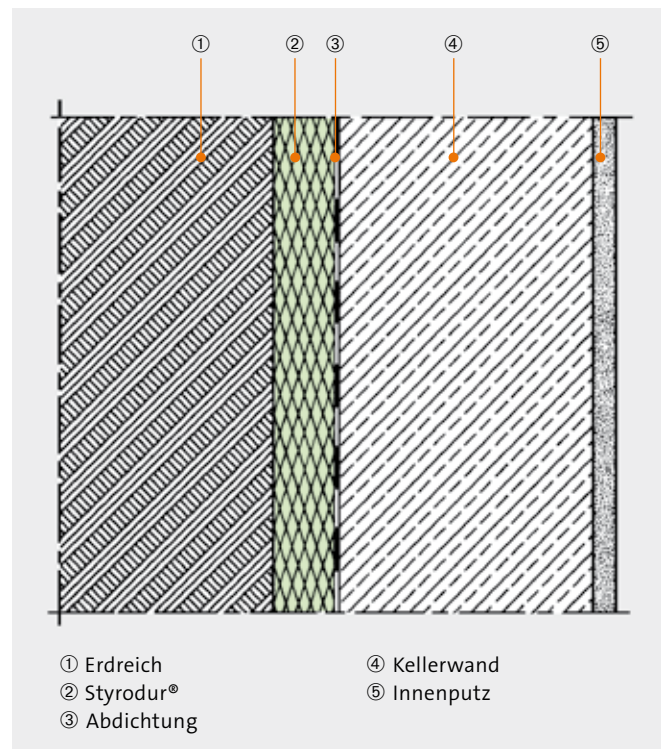


Abb. 1: Kellerwand mit außen liegender Wärmedämmschicht, an das Erdreich grenzend.

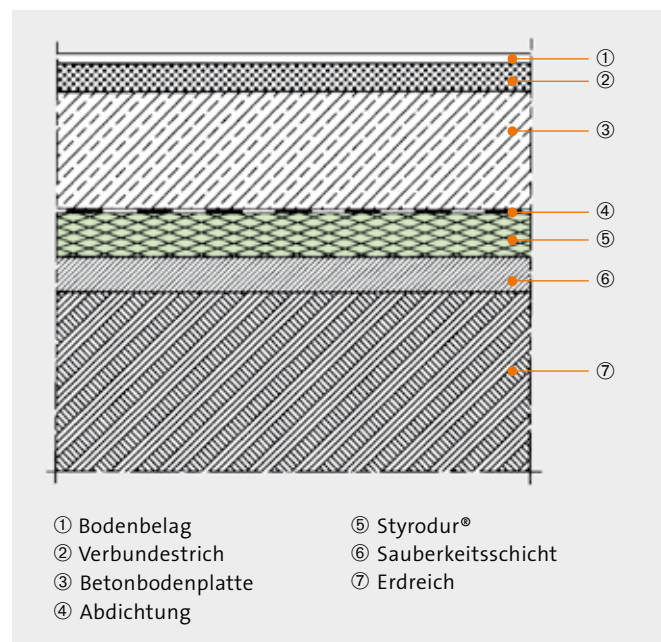


Abb. 2: Unterer Raumabschluss mit unten liegender Wärmedämmschicht, an das Erdreich grenzend.

### Perimeterdämmung unter lastabtragenden Gründungsplatten (über Grundwasser)

Mit der DIBt-Zulassung Nummer Z-23.34-1325 ist Styrodur auch unter lastabtragenden Gründungsplatten einsetzbar. Die Dämmplatten dürfen dabei in bis zu drei Dämmschichtlagen, bis zu einer Gesamtdicke von 300 mm, eingebaut werden. Die Bauwerksabdichtung erfolgt nach DIN 18195-4 – Abdichtung gegen Bodenfeuchte (Kapillarwasser, Hartwasser) und nichtstauendes Sickerwasser an Bodenplatten und Wänden, Bemessung und Ausführung.

### Perimeterdämmung unter lastabtragenden Gründungsplatten (im Grundwasser)

Für die Perimeterdämmung im Bereich von langanhaltendem Stauwasser oder drückendem Wasser (im Grundwasser) dürfen die Styrodur-Platten bis maximal 3,50 m im Grundwasser liegen. Die Bauwerksabdichtung erfolgt nach nach DIN 18195-6 – Abdichtung gegen von außen drückendes Wasser und aufstauendes Sickerwasser.

Perimeterdämmungen reduzieren Wärmeverluste bei unteren Gebäudeabschlüssen und ermöglichen zusätzlich ein wohnliches Raumklima im Kellerbereich. Die höheren Temperaturen der Innenoberflächen an Wänden und Böden verhindern Tauwasserbildung in den Innenräumen. Das vermeidet den in Kellerräumen häufig anzutreffenden muffigen Kellergeruch.

Für den Anwender ergeben sich folgende Vorteile:

- Das Raumklima im Keller/Untergeschoss verbessert sich.
- Die Temperaturen an der Kellerwand-Innenoberfläche steigen.
- Tauwasserausfall auf der Kellerwand- und Kellerbodeninnenseite wird verhindert.
- Der Anwender gewinnt Platz im Innenraum.
- Steigert nachhaltig den Gebäudewert.
- Der Wärmeschutz spart Energiekosten.
- Dämmschichtlagen können wärmebrückenfrei konstruiert werden.
- Die Abdichtung wird geschützt.

Da der Wärmedämmstoff einer Perimeterdämmung durch Niederschlagswasser, Erddruck und Verkehrslasten außergewöhnlich stark beansprucht wird, werden an die Materialien hohe Anforderungen gestellt:

- hohe Druckfestigkeit
- Feuchteunempfindlichkeit
- geringe Wärmeleitfähigkeit
- Verrottungsfest
- gutes und dauerhaftes Wärmedämmvermögen.

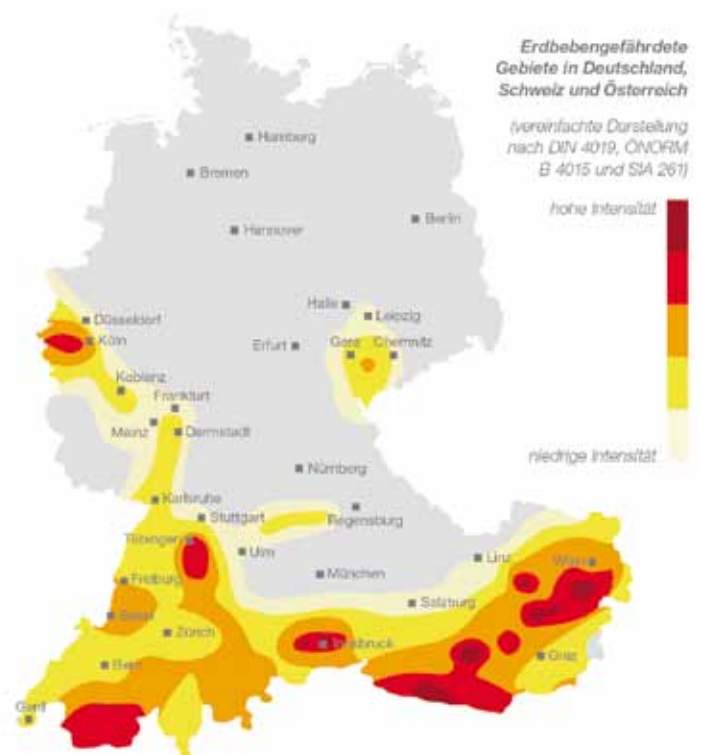
Styrodur besitzt diese Eigenschaften und ist als Dämmstoff für die Perimeterdämmung bestens geeignet.

Erweiterung der Zulassung Z-23.34-1325:

- erhöhter Bemessungswert der Druckspannung unter Gründungsplatten für Styrodur 3035 CS bei mehrlagiger Verlegung
- Abtragung von Horizontalkräften (z.B. Erddruck, Windlasten) bei einlagiger und mehrlagiger Verlegung zugelassen
- Styrodur als erster Dämmstoff für die Anwendung unter Gründungsplatten in erdbebengefährdeten Gebieten vom DIBt zugelassen

Für mehr Informationen besuchen Sie [www.styrodur-erdbebenzulassung.de](http://www.styrodur-erdbebenzulassung.de)

Alle Zulassungen von Styrodur finden Sie auf [www.styrodur.de](http://www.styrodur.de) unter "Download".



## 2.2. Die Wärmedämmschicht mit Styrodur®

Styrodur®-Platten werden bei horizontalen und vertikalen Flächen dicht gestoßen im Verband verlegt (Abb. 3). Zur Vermeidung von Wärmebrücken sind Platten mit Stufenfalz besonders geeignet. Zudem schützen sie die Bauwerksabdichtung vor mechanischen Beanspruchungen.

### Verlegung:

Gemäß den DIBt-Zulassungen Z-23.5-223 und Z-23.34-1325 dürfen Styrodur-Platten

- bei Bodenfeuchte und nichtstauendem Sickerwasser (über Grundwasser) sowie
  - in Bereichen mit drückendem Wasser und aufstauendem Sickerwasser (im Grundwasser)
- in ein bis drei Lagen verlegt werden:
- im Wandbereich – ein- und zweilagig
  - unter Kellerfußböden (statisch nicht tragend) – ein-, zwei- oder dreilagig
  - unter Gründungsplatten (statisch tragend) - ein-, zwei- oder dreilagig

Dabei darf die Gesamtdicke der Wärmedämmschicht

- im Wandbereich 400 mm
- unter Kellerfußböden (statisch nicht tragend) 400 mm und
- unter Gründungsplatten (statisch tragend) 300 mm nicht überschreiten.

Die einzelnen Dämmplatten müssen folgende Dicken aufweisen:

- Styrodur 3035 CS: 40 bis 200 mm
- Styrodur 4000 CS: 40 bis 160 mm
- Styrodur 5000 CS: 40 bis 120 mm

Bei Gründungsplatten (statisch tragend) darf bei mehrlagiger Verlegung die einzelne Plattendicke maximal 120 mm betragen.

### Produktempfehlungen:

#### Im Wandbereich, unter Kellerfußböden und Gründungsplatten:

- Styrodur 3035 CS
- Styrodur 4000 CS
- Styrodur 5000 CS

#### Im Sockelbereich:

- Styrodur 2800 C

### Allgemeine Anwendungshinweise

Bei der Extrusion der Styrodur-Platten entsteht an den Oberflächen eine glatte verdichtete Schäumhaut.

Zur besseren Haftung von Klebemörtel, Putzen, sonstigem Mörtel etc., zum Beispiel bei Sockelanwendungen, müssen die Oberflächen rau sein. Styrodur 2800 C besitzt eine thermisch geprägte Oberfläche (Waffelmuster) und hat damit eine gute Haftung an Putz und Beton.

Die fachgerechte Ausführung der Gebäudeabdichtung ist die Voraussetzung für die Verlegung von Styrodur in der Perimeterdämmung. Je nach Feuchtebeanspruchung werden für die Kellerabdichtungen nach DIN 18195-4 bzw. -6 verschiedene Lastfälle unterschieden. Bei sogenannten weißen Wannen, aus wasserundurchlässigem Beton (WU-Beton), sind keine zusätzlichen Abdichtungen erforderlich.



Abb. 3: Sicherung einer zweilagigen Perimeterdämmung aus Styrodur®-Platten bis zum Verfüllen der Baugrube.

## 2.3 Vorteile von Styrodur® in der Perimeterdämmung

Für die Anwendung von Styrodur® in der Perimeterdämmung sprechen viele Gründe:

- Hohe Druckfestigkeit
- Keine zusätzlichen Schutzschichten erforderlich
- Einbautiefe gemäß Erddruck, Tabelle 6, Seite 22
- Keine Abstandsvorschriften für vorbeifahrende Fahrzeuge
- Passivhaustaugliche Perimeterdämmung bis 400 mm
- Keine Verschlechterung der Wärmeleitfähigkeit, da praktisch keine Feuchteaufnahme
- Im Grundwasserbereich bauaufsichtlich zugelassen, Z-23.5-223 und Z-23.34-1325
- Styrodur hat sich seit 1963 bewährt
- Gutachten über das Langzeitverhalten liegen vor
- Verarbeitungsvorteile, da Styrodur bei der Bodendämmung nicht aufwändig in Bitumen eingeschwemmt werden muss und bei der Wanddämmung keine zusätzlichen Schutzschichten benötigt
- Keine besonderen Schutzmaßnahmen im frostgefährdeten Bereich erforderlich
- Bei nichtbindigen Böden keine Dränung erforderlich
- Einfache Montageverklebung, nur im Grundwasser ist eine vollflächige Verklebung der Platten und Plattenkanten sowie eine Verspachtelung der Plattenfugen erforderlich
- Mit Styrodur 2800 C mit geprägter Oberfläche kann auch die Sockeldämmung ausgeführt werden
- Die Oberflächenprägung von Styrodur 2800 C ermöglicht ein einfaches Verputzen im Sockelbereich
- Gemäß DIBt-Zulassung Z-23.34-1325 darf Styrodur auch unter lastabtragenden Gründungsplatten verlegt werden, auch wenn diese bis maximal 3,50 m im Grundwasser liegen.

Mit den folgenden Informationen und Anregungen zur Verlegung und Ausführungsbeispielen wollen wir Sie beim Planen und Verlegen von Styrodur unterstützen.

### Hinweis:

Styrodur ist für die lastabtragende Dämmung unter Gründungsplatten in erdbebengefährdeten Gebieten vom DIBt zugelassen.

## 2.4 Perimeterdämmung bei Bodenfeuchte und nichtstauendem Sickerwasser (über Grundwasser)

### Perimeterdämmung im Wandbereich

#### Abdichtung

Wände im Erdreich können aus Beton, WU-Beton oder aus Mauerwerk mit Putz bestehen. Bauteile, die nicht wasserundurchlässig sind, müssen durch das Aufbringen einer Bauwerksabdichtung gemäß DIN 18195 „Bauwerksabdichtungen“ abgedichtet werden. Die Ausführung der Bauwerksabdichtung ist abhängig von der Feuchtebeanspruchung.

Die Perimeterdämmung ersetzt nicht die Bauwerksabdichtung. Wände aus WU-Beton können ohne weitere Vorbehandlung direkt gedämmt werden.

Bauwerksabdichtungen und Klebmassen müssen in ihren chemischen und physikalischen Eigenschaften aufeinander und für den jeweiligen Anwendungsfall abgestimmt sein.

Für Abdichtungen auf Bitumenbasis oder mit Bitumenbahnen eignen sich u. a. lösemittelfreie Zweikomponentenkleber auf Bitumen-Zement-Basis oder lösemittelfreie Reaktionskleber.

Ein Eindrücken der Dämmplatten in die noch nicht getrocknete bituminöse Abdichtung ist aus nachstehenden Gründen zu vermeiden:

- Durch die Bewegungen während des Eindrückvorganges können sich Teile der Abdichtung lösen. Die Dichtigkeit ist dann nicht mehr gewährleistet.
- Die häufig verwendeten Abdichtungsmittel auf Kaltbitumenbasis können Lösemittelanteile enthalten, die den Dämmstoff schädigen. Bei Kaltbitumenabdichtungen ist vor dem Aufbringen der Dämmplatten eine Ablüftezeit von einer Woche empfehlenswert.

Verwendet werden bituminöse Anstriche, Spachtelmassen, Sperrputze und Dichtungsschlämme, die mindestens dem Lastfall Bodenfeuchtigkeit und nichtdrückendem Wasser standhalten.

Bauwerksabdichtungen und Klebmassen müssen in ihren chemischen und physikalischen Eigenschaften aufeinander und für den jeweiligen Anwendungsfall abgestimmt sein.

### **Verklebung von Styrodur®-Platten**

Bis zum Verfüllen der Baugrube müssen die Styrodur®-Platten gegen Verschieben oder Verrutschen gesichert werden. Dies geschieht i. d. R. durch Verkleben an die abgedichteten Wände. Die Montageverklebung sorgt dafür, dass die Dämmplatten an der Wand kleben, bis sie später vom Erdreich angepresst werden. Es ist darauf zu achten, dass bei späteren Setzungen des Verfüllbodens keine schädlichen Schubspannungen an der Gebäudeabdichtung entstehen können.

Bei WU-Beton eignen sich ebenso Baukleber auf Dispersionsbasis. Über geeignete Kleber berät der Baustoff-Fachhandel oder die Hersteller.

### **Ansetzen von Styrodur-Platten**

Die Dämmstoffplatten müssen dicht gestoßen im Verband verlegt werden (Abb. 4). Der umlaufende Stufenfalz sorgt für einen wärmebrückenfreien Fugenschluss. Zudem müssen die Dämmplatten am Fußpunkt eine feste Aufstandsfläche (z. B. Fundamentvorsprung) haben.

Bei zweilagiger Verlegung sind die beiden Plattenlagen punktweise miteinander zu verkleben sowie fugenüberdeckt und versetzt anzuordnen (Abb. 5).



Abb. 4: Dichtgestoßene Styrodur®-Platten sorgen für eine wärmebrückenfreie Perimeterdämmung.



Abb. 5: Punktweise Verklebung der zweiten Lage Styrodur-Platten mit Stufenfalz und versetzten Fugen.

## **Perimeterdämmung unter Kellerfußböden (statisch nicht tragend)**

### **Untergrund**

Der Untergrund, auf den die Styrodur®-Platten aufgelegt werden, muss bei der horizontalen Perimeterdämmung eben und für die entsprechende Nutzung ausreichend tragfähig sein (Abb. 6). Zur zulässigen Belastung des Baugrundes ist die DIN 1054 „Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau“ zu berücksichtigen. Dies gilt sowohl für gewachsenen als auch für geschütteten Boden.



Abb. 6: Sauberkeitsschicht aus Magerbeton zur Verlegung der Bodendämmung.

Auch bei Fels muss die Auflagefläche für die Styrodur-Platten so beschaffen sein, dass die Dämmplatten eben aufliegen. Hierzu ist ein Ausgleich aus Beton einzuplanen (Abb. 7). Eine Bettungsschicht aus Beton muss eben abgezogen sein.

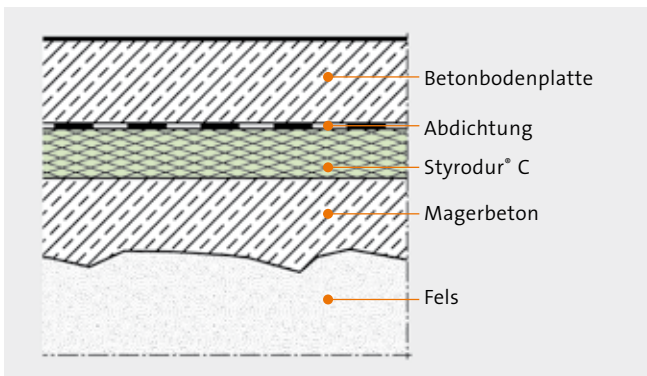


Abb. 7: Ausgleichsschicht aus Magerbeton bei Baugrund Fels.

### Abdichtung

Bei der Feuchtigkeitsabdichtung ist die DIN 18 195 „Bauwerksabdichtungen“ zu berücksichtigen. Bitumenbahnen, deren Stöße mit Heißbitumen verklebt werden müssen, können nicht direkt auf einer Styrodur®-Schicht verlegt werden, da die Styrodur-Platten vom Heißbitumen angeschmolzen werden.

Eine Verklebung mit lösungsmittelhaltigem Kaltbitumen ist nicht empfehlenswert, da das Lösemittel Styrodur auflöst. Als Abdichtmaterial kommen Bahnen in Frage, die entweder durch Quellverschweißen oder durch Wärmegassverschweißen verbunden werden können. Besonders empfehlenswert sind Abdichtungsbahnen auf Basis von ECB (Ethylencopolymerisat-Bitumen). PVC-Abdichtungsbahnen, die Weichmacher enthalten, können hier in Verbindung mit Styrodur nicht verwendet werden.

### Verlegung von Styrodur®-Platten

Bei der Anwendung von Styrodur als Wärmedämmung (Abb. 8) unter nicht lastabtragenden Bodenplatten (keine Lasten an aufgehenden Bauteilen) nach DIN 4108 sind folgende Punkte zu beachten:

- Styrodur darf bis zu drei Lagen verlegt werden.
- Die Gesamtdicke der Wärmedämmschicht kann bis zu 400 mm betragen.
- Zulässig sind nur Extruderschaumplatten mit Stufenfalz (Styrodur 3035 CS, Styrodur 4000 CS, Styrodur 5000 CS).
- Styrodur wird im Verband ohne Kreuzstöße verlegt.

- Plattenlagen werden fugenversetzt verlegt.
- Zwischen der Wärmedämmschicht und der Bodenplatte ist eine Trennschicht, z. B. eine PE-Folie zu verlegen.
- Styrodur-Platten dürfen nicht unter statisch tragenden Einzel- oder Streifenfundamenten eingesetzt werden.



Abb. 8: Mehrlagige Verlegung von Styrodur®-Platten unter Bodenplatte nach DIBt Zulassung Z-23.34-1325.

### Bewehrung

Zur Abstützung der getrennt eingebauten unten und oben liegenden Baustahlbewehrung müssen Abstandshalter verwendet werden. Diese können aus entsprechend geformtem Baustahlgewebe, aus Betonfertigteilen oder Kunststoffteilen bestehen (Abb. 9).

Die Bewehrung wird auf die Abstandshalter aufgelegt (Abb. 10). Es entsteht kein Kontakt mit der PE-Folie. Die Gefahr, dass die Folie beschädigt wird, ist gering.

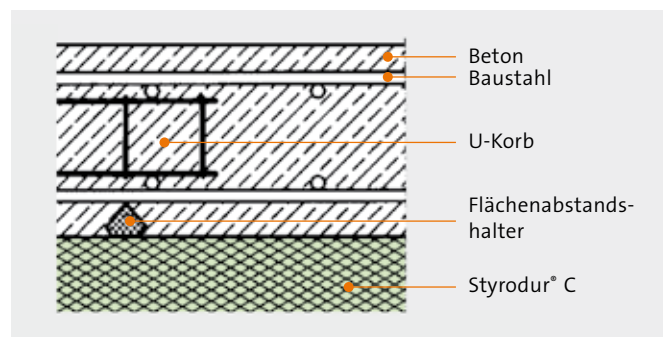


Abb. 9: Begehbarer Flächenabstandshalter aus Faserbeton für die untere Bewehrung und Baustahlgewebeunterstützungskorb für die obere Bewehrung der Bodenplatte.

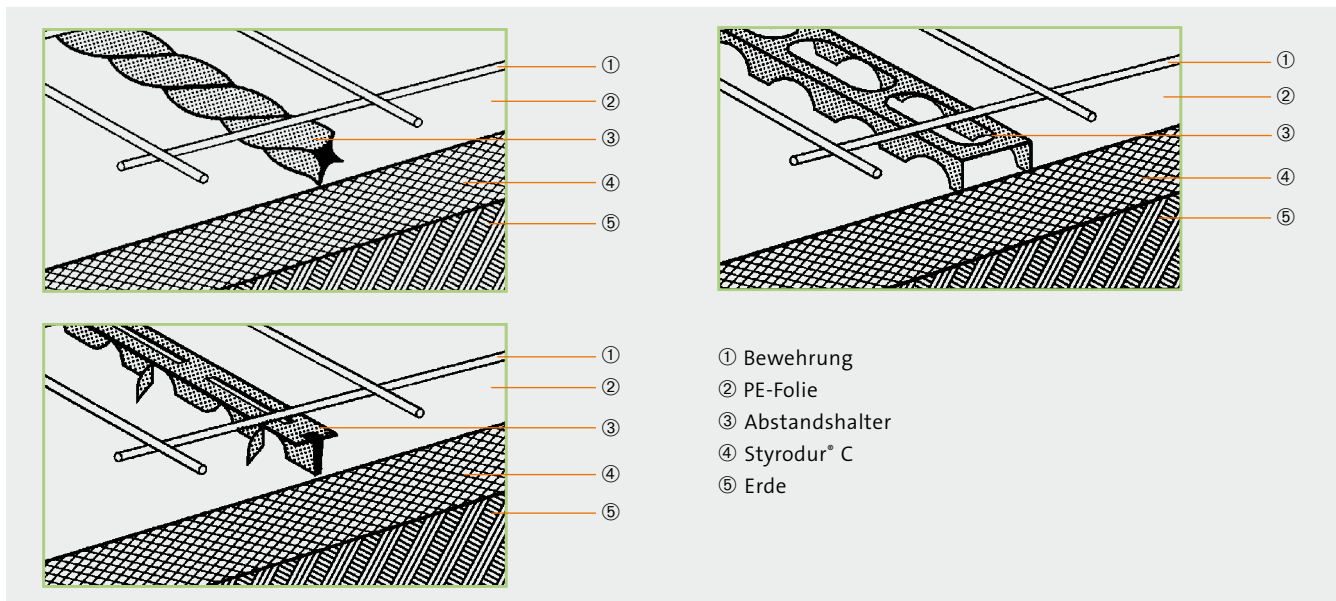


Abb. 10: Begehbare Kunststoffabstandshalter für die waagerechte Bewehrung. Durch die Profilhöhe ist die Betonüberdeckungshöhe vorgegeben.

## Perimeterdämmung von Fundamenten und unter Gründungsplatten (statisch tragend)

### Seitliche Wärmedämmung von Fundamenten mit Styrodur®

Fundamente können wegen des Wärmeschutzes und gegen Auffrieren seitlich mit Styrodur®-Platten gedämmt werden.

So lässt sich auch bei Gründungen mit geringer Einbautiefe eine Frosteindringung unter den Gründungsbereich von beheizten Gebäuden verhindern (Abb. 11 und 12).

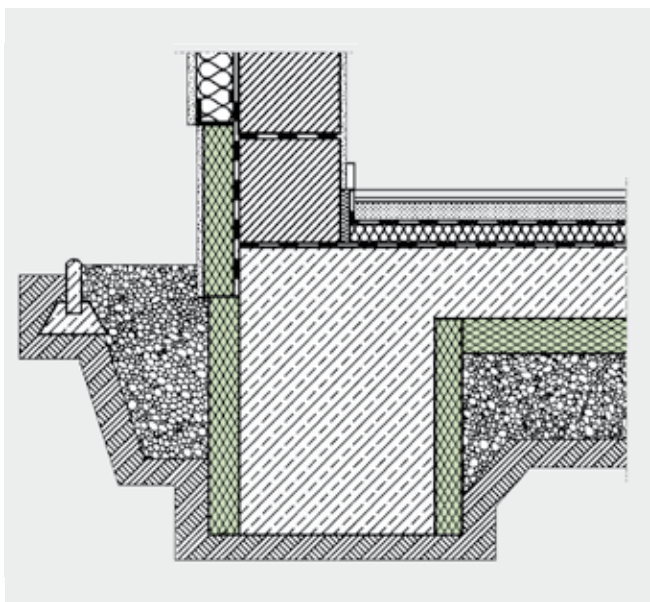


Abb. 11: Fundamentdämmung und Anschluss an das außenliegende Wärmedämmverbundsystem.

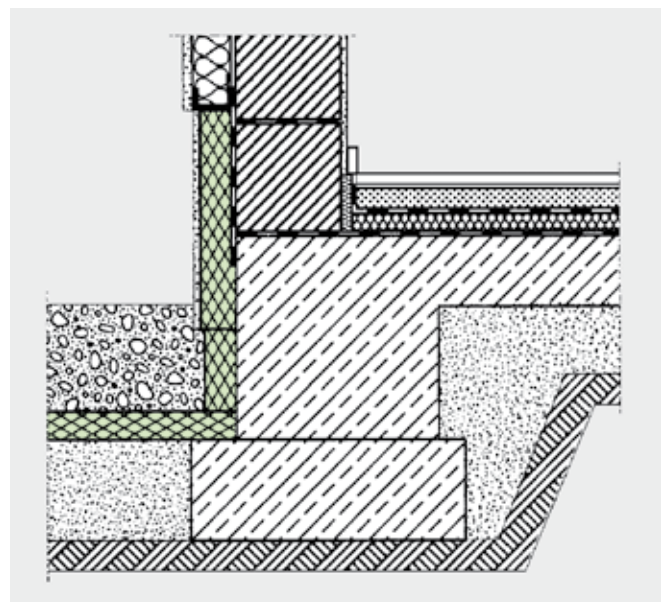


Abb. 12: Möglichkeiten der Fundamentdämmung gegen Unterfrieren.

### Wärmedämmung unter lastabtragenden Gründungsplatten mit Styrodur

Styrodur kann gemäß Zulassung Z.23.34-1325 auch als lastabtragende Wärmedämmung in bis zu drei Lagen unter Gründungsplatten eingesetzt werden. Gerade unter Gründungsplatten erfüllt Styrodur alle Anforderungen, die an die Wärmedämmung gestellt werden: hervorragende Druckfestigkeit, Unverrottbarkeit und geringe Wasseraufnahme.

Im Bereich von Wohn- und Bürogebäuden hat sich mehr und mehr die Stahlbetonfundamentplatte als Gründungsbauteil durchgesetzt. Um Wärmebrücken zu vermeiden ist es sinnvoll, Styrodur ganzflächig unter der Gründungsplatte zu verlegen. An diese wird direkt, ebenfalls wärmebrückenfrei, die aufgehende Perimeterdämmung der Kellerwand angeschlossen. Dies hat den Vorteil, dass der Keller eines Gebäudes vollständig und umfassend mit Dämmstoff umhüllt ist. Styrodur ist vom DIBt für die Abtragung von Horizontallasten, beispielsweise aus Erddruck, Windlasten und sogar Erdbeben, zugelassen.

### Frostschirm

Bei einem Frostschirm wird die Wärmedämmung über den Bereich der Gründungsplatte hinaus verlängert, um Frostbildungen unter den Fundamenten oder Gründungsplatten zu vermeiden (Abb. 13).

In der Praxis werden zunehmend nicht unterkellerte Gebäude auf Plattenfundamenten gegründet, ohne die Forderung der Frostfreiheit der Gründung zu beachten. Hier besteht die Gefahr, dass sich unterhalb der Gründungsplatte in den Wintermonaten Temperaturen unter  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  einstellen. Dies kann zur Bildung von Eislinsen und in Abhängigkeit von der Bodenbeschaffenheit zu Frosthebungen führen, die Schäden an der Baukonstruktion verursachen können.

Die Anordnung eines Frostschirms verhindert das Eindringen des Frostes unter die Bodenplatte (Abb. 14). Dabei wird eine horizontale Wärmedämmung um das gesamte Gebäude, in ca. 30 cm Tiefe, verlegt. Ist oberhalb des Frostschirms eine Pflasterung vorgesehen, kann die Tiefe auf 20 cm verringert werden.



Abb. 13: Frostschirm

### Passivhausstandard

Klima mit Dauerfrostphase  $< 40$  Tage:

- Frostschirmbreite = Styrodur®-Plattenlänge  $b = 125\text{ cm}$
- Dämmplattendicke  $d = 8\text{ cm}$
- Erdreichüberdeckung  $h = \text{ca. } 30\text{ cm}$

Klima mit Dauerfrostphase  $< 26$  Tage:

- Frostschirmbreite = Styrodur-Plattenlänge  $b = 60\text{ cm}$
- Dämmplattendicke  $d = 3\text{ cm}$
- Erdreichüberdeckung  $h = \text{ca. } 30\text{ cm}$

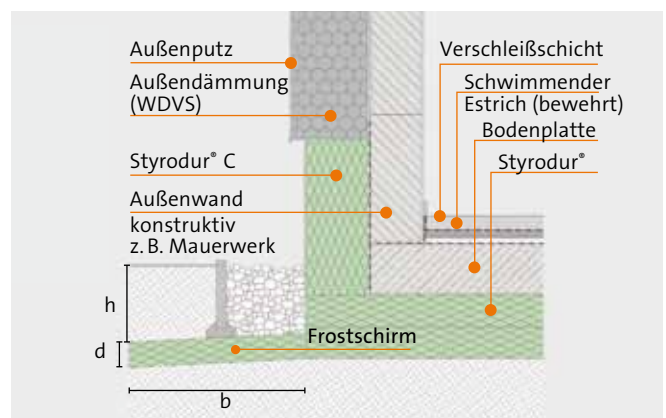


Abb. 14: Hinweis zur Ausführung eines Frostschirms.

Bei der Anwendung von Styrodur als lastabtragende Wärmedämmung unter statisch tragenden Gründungsplatten sind die folgenden Hinweise zu berücksichtigen:

- Styrodur darf bis zu drei Lagen verlegt werden.
- Die Gesamtdicke der Wärmedämmschicht kann bis zu 300 mm betragen.
- Zulässig sind nur Extruderschaumplatten mit Stufenfalz (Styrodur 3035 CS, Styrodur 4000 CS, Styrodur 5000 CS).
- Bei mehrlagiger Verlegung sind für die übereinanderliegenden Plattenlagen nur Platten gleichen Plattentyps und Druckfestigkeit (Styrodur 3035 CS, Styrodur 4000 CS, Styrodur 5000 CS) zu verwenden.
- Styrodur wird im Verband ohne Kreuzstöße verlegt.
- Plattenlagen werden fugenversetzt verlegt.
- Die Extruderschaumplatten sind auf einer Sauberkeitsschicht, z. B. Beton C8/10 oder auf einer eben abgezogenen, stark verdichteten Kiessandschicht zu verlegen. Der Untergrund muss ausreichend eben sein.
- Zum Schutz der Dämmschicht ist während des Einbaus der Gründungsplatte eine einlagige Trennschicht, z. B. eine PE-Folie oberhalb der Dämmschicht zu verlegen, oder andere geeignete Maßnahmen zu ergreifen.

### Statische Voraussetzungen

#### Hinweis:

Unter der Gründungsplatte können bis 20 % des Bemessungswertes der Normalspannung des zugehörigen Lastfalles als Horizontalkraft über Styrodur abgetragen werden.

Beim Nachweis der Standsicherheit darf maximal der Bemessungswert der Druckspannung  $f_{cd}$  der Extruderschaumplatten in Ansatz gebracht werden.

- Styrodur 3035 CS -  $f_{cd} = 185 \text{ kPa}$
- Styrodur 4000 CS -  $f_{cd} = 255 \text{ kPa}$
- Styrodur 5000 CS -  $f_{cd} = 355 \text{ kPa}$

#### Setzungsberechnungen

Nach DIBt-Z-23.34-1325 sind die Setzungen bei einer Dicke der Wärmedämmschicht größer 120 mm für zwei Grenzfälle zu untersuchen:

- Berechnung für den anstehenden Baugrund ohne Berücksichtigung der Wärmedämmschicht
- Berechnung für den anstehenden Baugrund und die Wärmedämmschicht unter Verwendung des Elastizitätsmoduls der gestauchten Extruderschaumplatte nach 50 Jahren (Berücksichtigung der Langzeit-Kriechverformung des Dämmstoffs):
  - Styrodur 3035 CS – E50 = 6.500 kPa
  - Styrodur 4000 CS – E50 = 10.000 kPa
  - Styrodur 5000 CS – E50 = 14.000 kPa

Aus bauphysikalischer Sicht ist je nach geplantes Raumklima darauf zu achten, dass ggf. auf der warmen Seite, also der Oberseite des Styrodur, eine dampfbremsende Schicht einzubauen ist. Sie unterbricht den Wasserdampfdiffusionsstrom aus dem Innenbereich des Gebäudes in Richtung Erdreich. Damit wird Tauwasserniederschlag im Dämmstoff vermieden.

## 2.5 Perimeterdämmung in Bereichen mit drückendem Wasser und aufstauendem Sickerwasser (im Grundwasser)

Styrodur®-Platten dürfen gemäß der DIBt-Zulassungen Z-23.5-223 und Z-23.34-1325 auch im Bereich von ständig oder langanhaltend drückendem Wasser (im Grundwasser) bis

zu drei Lagen verlegt werden, wobei die Styrodur-Dämmung maximal 3,5 m in das Grundwasser eintauchen darf.

### Perimeterdämmung im Wandbereich

#### Abdichtung

Die Bauwerksabdichtung darf durch die Dämmschicht in ihrer Funktionsfähigkeit nicht beeinträchtigt werden. Die Bauwerksabdichtung ist nach DIN 18195-6 „Abdichtungen gegen von außen drückendes Wasser und aufstauendes Sickerwasser, Bemessung und Ausführung“ durchzuführen (Abb. 15).

Verwendet werden im Allgemeinen Bitumenbahnen und -massen, Kunststoff- und Elastomer-Dichtungsbahnen, Metallbänder, kunststoffmodifizierte Bitumendickbeschichtungen sowie WU-Beton als „weiße Wanne“.



Abb. 15: Abdichtung der Kellerwand gegen drückendes Wasser.

### Verklebung von Styrodur® Platten

Beim Auftragen des Klebers den angemischten Dämmplattenkleber mit einer Zahntraufel (Zahnung ca. 10 mm) vollflächig auf die Wand und die Dämmplatte aufziehen (Abb. 16). Das Aufzählen des Dämmplattenklebers an den Plattenstirnseiten (Kanten) erfolgt an den bereits eingeschobenen Platten an der Wand.

Bei zweilagiger Dämmplattenverlegung ist dies zu wiederholen. Die Fugen der zweiten Plattenlage sind überdeckend und versetzt anzuordnen.

Die Verarbeitungsvorschriften des Kleberherstellers sind zu beachten.

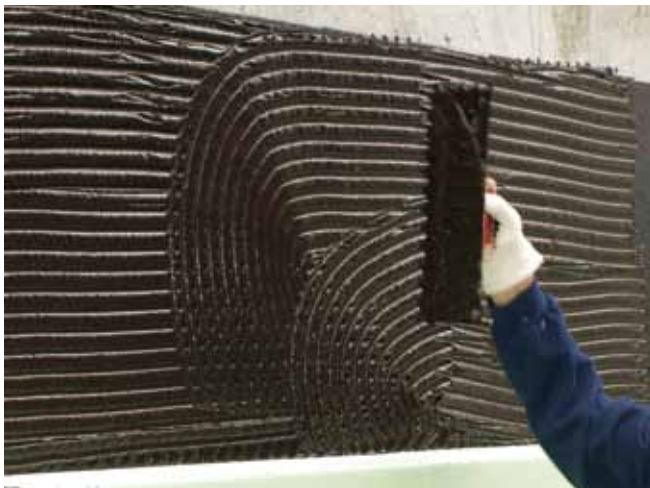


Abb. 16: Vollflächiges Verkleben der Dämmplatten bei drückendem Wasser.

### Ansetzen der Styrodur-Platten und Verspachteln der Fugen

Platten in 2 bis 3 cm Abstand einsetzen und durch Einschieben dicht stoßen. Verlegung im Verband, Kreuzstöße vermeiden. Der umlaufende Stufenfalz sorgt für einen wärmebrückenfreien Fugenschluss.

Die Styrodur®-Platten sind an der zu dämmenden Außenwand so dicht zu befestigen, dass ein Hinterlaufen der Wärmedämmung nicht möglich ist. Die Platten sind mittels geeigneten Klebers (siehe Kleberauswahl) mit dem Untergrund zu verkleben. Die seitlichen Plattenränder der Styrodur-Platten sind umlaufend durch das Verspachteln mit Kleber oder geeigneten bituminösen Dichtmassen vor dem Eindringen von Wasser zu schützen (Abb. 17).

Die Platten dürfen maximal 3,5 m in das Grundwasser eintauchen und sind dauerhaft gegen Auftrieb zu sichern.



Abb. 17: Ansetzen der Styrodur®-Platten und Verspachteln der Fugen gegen drückendes Wasser.

### Kleberauswahl

Für die vollflächige Verklebung der Dämmplatten außerhalb der Bauwerksabdichtung in Bereichen mit ständig oder langanhaltend drückendem Wasser muss ein besonderer Kleber verwendet werden. Bestens geeignet ist der Zweikomponentenkleber PCI Pecimor® DK auf Basis einer Bitumenemulsion mit einem Bindemittel, das eine sichere und zügige Aushärtung des Klebers auch unter den verklebten Dämmplatten gewährleistet.

### Auftriebssicherung

Der Nachweis der Auftriebssicherung gilt als erbracht, wenn einer der folgenden Punkt eingehalten ist:

- Die Styrodur®-Platten sind vollflächig mit dem Bauteil verklebt. Es dürfen keine Schubkräfte über die bituminöse Abdichtung abgeleitet werden.
- Der Grundwasserhöchststand darf, bei einer Dämmplattendicke von max.120 mm, bis 1 m unter Geländeoberkante reichen.
- Der Grundwasserhöchststand darf, bei einer Dämmplattendicke von max. 80 mm, bis 0,5 m unter Geländeoberkante reichen.
- Es sind konstruktive Vorkehrungen zur Auftriebssicherung zu treffen.

Bei der Bauart „Weiße Wanne“ (wasserundurchlässiger Beton) ist keine zusätzliche Auftriebssicherung erforderlich. Der Grundwasserstand darf bis zur Geländeoberkante ansteigen. Styrodur kann bei wasserdurchlässigen Böden und im Grundwasserbereich ohne zusätzliche spezielle Dränplatten eingebaut werden. Im Grundwasser ist eine vollflächige Verklebung erforderlich.

## Perimeterdämmung unter Kellerfußböden (statisch nicht tragend) sowie unter Fundamenten und Gründungsplatten (statisch tragend)

Hier gelten die gleichen Informationen und Hinweise wie in dieser Broschüre auf Seite 8 bis 12 beschrieben. Gemäß der DIBt-Zulassungen Z-23.5-223 und Z-23.34-1325 dürfen Styrodur®-Platten auch im Bereich von ständig oder lang-

anhaltend drückendem Wasser (im Grundwasser) ein- bis dreilagig verlegt werden. Die Styrodur-Dämmung darf maximal 3,5 m in das Grundwasser eintauchen.

### 2.6 Anschlüsse / Abschlüsse

An Fußpunkten (Abb. 18), zum Beispiel dem unteren Beginn der Perimeterdämmung, sollen die Styrodur®-Platten so aufstehen, dass ein späteres Abrutschen durch Setzungsvorgänge verhindert wird.

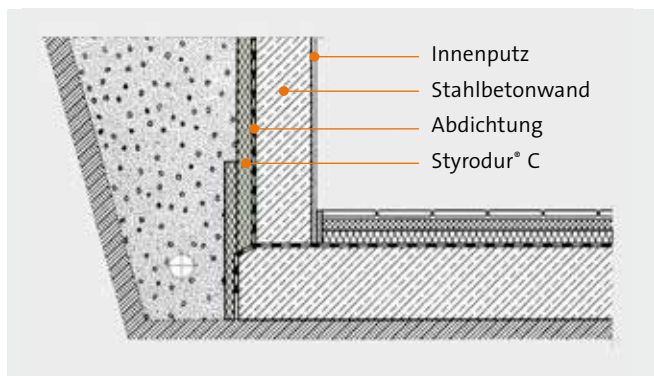


Abb. 18: Fußpunkt der Perimeterdämmung. Die Styrodur® C-Platte steht auf dem Fundament auf.

Im Bereich von Fenstern, Fensterstürzen und Fensterlaibungen ist die Wärmedämmung wärmebrückenfrei auszuführen (Abb. 19). Lichtschächte sind so anzubringen, dass die Perimeterdämmung nicht unterbrochen wird und keine Wärmebrücken entstehen.

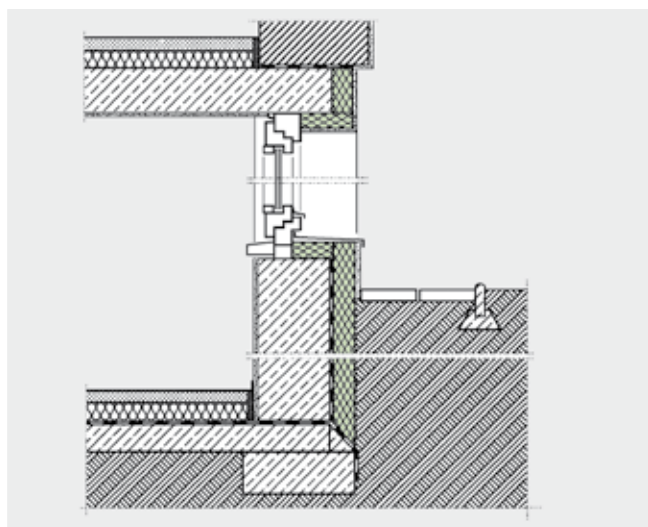


Abb. 19: Wärmebrückenfreie Dämmung im Fensterbereich.

## Lichtschächte

Um Wärmebrücken zu vermeiden, sollten Lichtschächte vom Gebäude thermisch getrennt eingebaut werden. So kann auch die Lichtschachtbreite variieren. Die Ausführung kann z. B. mittels Lichtschacht aus Betonfertigteilen erfolgen (Abb. 20), der auf einem Kiesbett versetzt wird und sich an die Perimeterdämmung anlehnt.

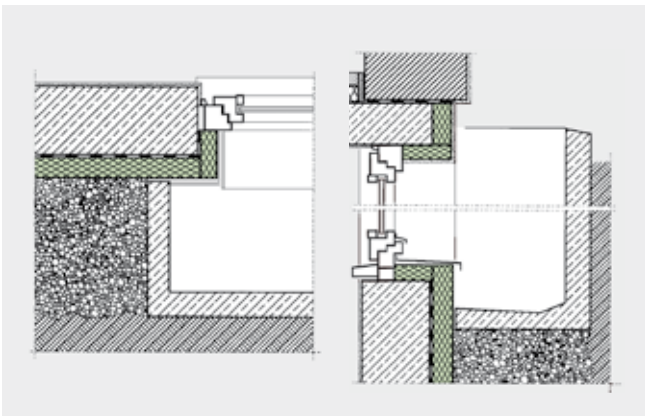


Abb. 20: Anschluss eines Betonlichtschachtes.

Gute Lösungen bieten auch Kunststofflichtschächte, die mit Schrauben durch die Dämmung hindurch an der Kellerwand befestigt werden (Abb. 21 und 22).

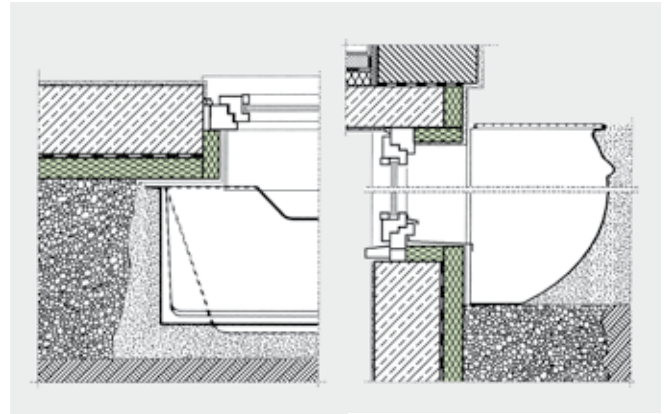


Abb. 21: Wärmebrückenfreier Anschluss eines Kunststofflichtschachtes.



Abb. 22: Lichtschachtmontage bei Perimeterdämmung

## 2.7 Sockeldämmung

Auch der Kellersockelbereich zwischen Oberkante Erdreich und aufgehendem wärmedämmendem Mauerwerk oder außen liegendem Wärmedämmverbundsystem (Abb. 23) muss gedämmt werden. Oberhalb des Erdreichs ist Styrodur® 2800 C mit thermisch geprägter Oberfläche zu verwenden, wenn ein Verputzen dieser Flächen vorgesehen ist.

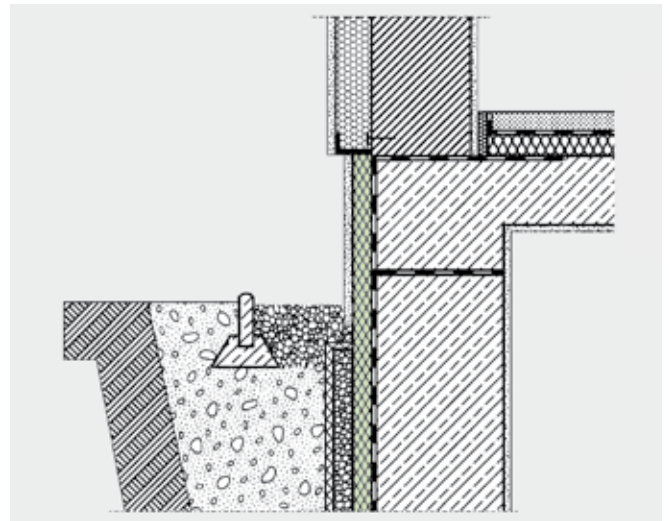
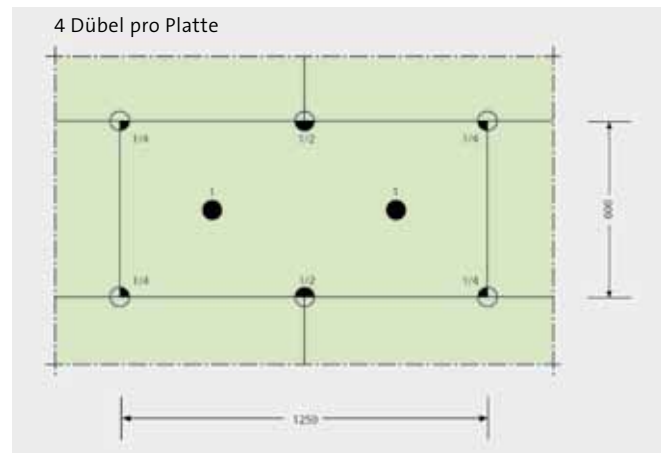


Abb. 23: Sockelbereich, Perimeterdämmung mit außen liegendem Wärmedämmverbundsystem.

Im Sockelbereich werden die Platten im Wulst-Punkt-Verfahren mit Baukleber an die Außenwand geklebt. Nach dem Härten des Klebers sind die Styrodur 2800 C-Platten mit vier Tellerdübeln pro Platte zu verdübeln (Abb. 24). Der Kopfdurchmesser der Dübel muss mindestens 60 mm betragen. Styrodur-Platten ohne thermisch geprägte Oberfläche sind zum Verputzen nicht geeignet.

Abb. 24: Dübelanzahl (4 Dübel pro Platte) und Dübelanordnung bei nachträglicher Befestigung von Styrodur® C-Platten im Sockelbereich (Maße in mm).



## 2.8 Dämmung von Streifenfundamenten

Bei der Herstellung von gedämmten Streifenfundamenten können Styrodur®-Platten direkt in die Schalung eingestellt und gegenbetoniert werden oder als verlorene Schalung zur Anwendung kommen (Abb. 25).

Bei bewehrten Fundamenten sind zwischen Dämmung und Bewehrung flächige Abstandshalter zu verwenden. Zum Anbetonieren eignen sich alle Styrodur-Plattentypen. Bei Holzschalungen lassen sich die Styrodur-Platten mit Breitkopfnägeln an den Schalelementen befestigen (Abb. 26).



Abb. 25: Schalung mit Styrodur® C.

Bei Stahl- oder Fertigschalungen ist durch geeignete Befestigungsmethoden sicherzustellen, dass sich die Dämmplatten beim Einfüllen des Betons und beim Verdichten nicht verschieben oder ablösen. Im Hinblick auf die Nachbehandlung, das Ausrüsten und das Ausschalen des Betons ist die DIN 1045-3 zu berücksichtigen.

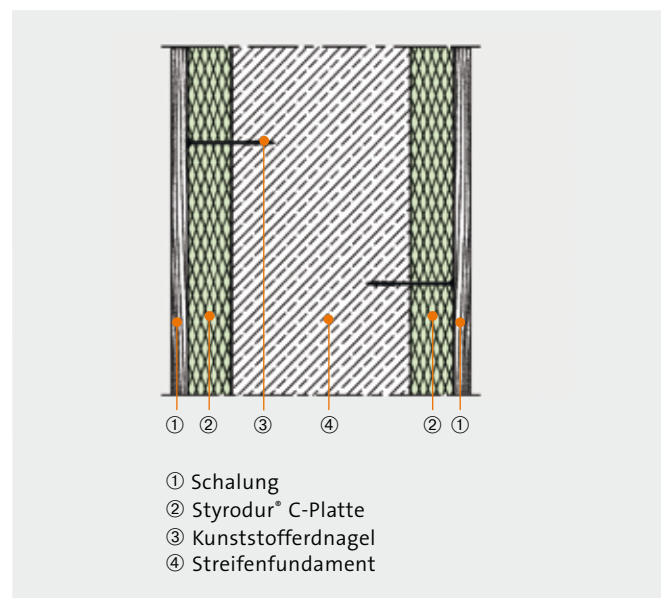
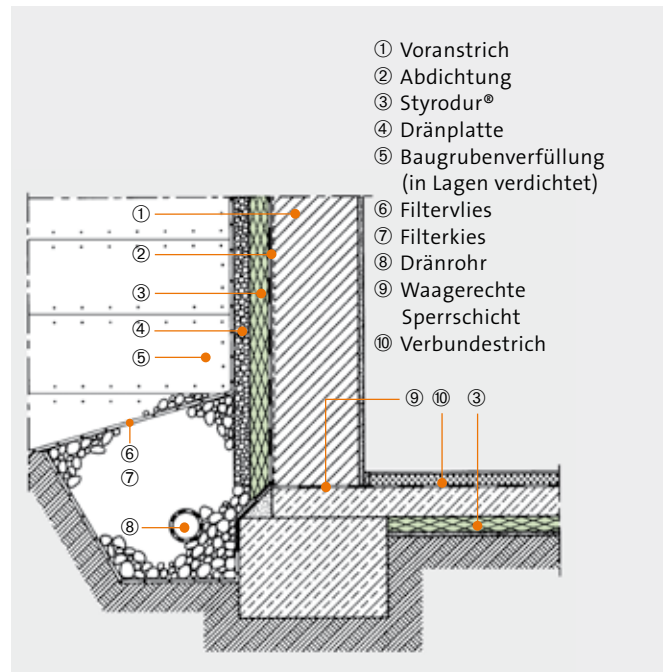


Abb. 26: Einstellen in die Schalung und Befestigen der Styrodur 3035 CS-Platten mit Kunststofferdnägeln.

## 2.9 Dränung

Zum Schutz der Perimeterdämmung ist im Normalfall eine Dränung nicht erforderlich. Bei besonderer Bodenbeschaffenheit, z. B. wasserundurchlässiger Bodenhorizont oder besonderer Lage des Gebäudes, z. B. am Hang, sind Dränmaßnahmen zur Ableitung des Oberflächen- und Sickerwassers vorzusehen. In diesem Fall ist nach DIN 4095 „Dränung zum Schutz baulicher Anlagen“ eine Gesamtdränmaßnahme durchzuführen (Abb. 27). Sie besteht aus der Flächendränung der Wand, Dränrohren, einer Kiespackung, Filtervlies, Revisionschächten und einem Anschluss an die Kanalisation oder einen Vorfluter. Eine Verlegung von Dämm-Dränplatten allein reicht nicht aus.

Abb. 27: Aufbau einer Perimeterdämmung, kombiniert mit einer Dränung.



## 2.10 Baugrubenverfüllung

Bei einer fachgerechten Baugrubenverfüllung benötigen die Styrodur®-Platten keine zusätzlichen Schutzschichten. Einzelne geringe Beschädigungen der Plattenoberfläche beeinträchtigen die Funktionsfähigkeit der Perimeterdämmung nicht. Es ist sicherzustellen, dass durch Erdbewegungen bei der Verfüllung sowie bei eventuellen Setzungen keine schädlichen



Abb. 28: Lagenweise Verfüllung der Baugrube und mechanische Verdichtung.

Schubspannungen an der Gebäudeabdichtung entstehen (großflächige Verklebung der Dämmstoffplatten, feste Aufstandsfläche am Fußpunkt, Gleitschichten o. ä.). Das Verfüllen der Baugrube (Abb. 28) erfolgt in Lagen von etwa 40 cm, die zu verdichten sind (Abb. 29).

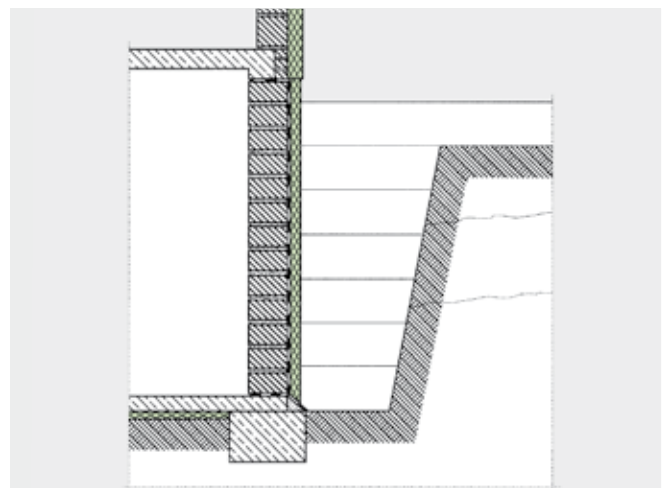


Abb. 29: Lagenweise Verfüllung der Baugrube.

## 2.11 Perimeterdämmung von Passivhäusern mit Styrodur®

Laut bauaufsichtlichen Zulassungen Z-23.34-1325 und Z-23.5-223 dürfen Styrodur®-Platten ein- bis dreilagig verlegt werden. So ist ein zukunftsweisender und energiesparender Wärmeschutz möglich, wie er besonders in Passivhäusern schon seit Jahren Stand der Technik ist.

Das Eindringen von Wasser zwischen die einzelnen Plattenlagen und ein Verschieben zwischen den einzelnen Plattenlagen ist durch die Last der Bodenplatte und des Gebäudes ausgeschlossen. Styrodur ist außerdem vom DIBt für die Abtragung von Horizontallasten, beispielsweise aus Erddruck, Windlasten und sogar Erdbeben, zugelassen.

Bei der Verlegung der Wärmedämmplatten sind Kreuzstöße zu vermeiden. Zwischen der obersten Wärmedämmlage und der Gründungsplatte ist eine Schutzschicht, zum Beispiel eine PE-Folie, anzuordnen.

### Vorbereitung der Bodenplatte



Ein Splittbett als Sauberkeitsschicht und Nivellierebene sorgt für einen ebenen Unterbau. Diese Tragschicht wird gemäß den Anforderungen an den Baugrund und den Angaben des Statikers aufgeschüttet.

### Erste Lage



Die Styrodur®-Platten mit allseitigem Stufenfalz werden in der ersten Dämmlage im schleppenden Verband verlegt.

### Zweite Lage



Die zweite Dämmlage, ebenfalls aus Styrodur-Platten mit allseitigem Stufenfalz, wird fugenversetzt zur ersten Plattenlage eingebaut – ebenfalls im schleppenden Verband.

### Dritte Lage



Die dritte Dämmlage wird analog der ersten Lage eingebaut.

### Sicherung der Dämmplatten



Mit Dämmstoffankernägeln wird die Haftsicherung der einzelnen Dämmlagen untereinander sichergestellt. Somit ergibt sich ein fugenfreier und stabiler Unterbau.

### Exakte Bodenplatte



Für eine exakte und wärmebrückenfreie Bodenplatte sind zwei wesentliche Faktoren maßgebend: die bauaufsichtlich zugelassene, dreilagige Dämmschicht aus Styrodur® sowie eine professionelle Arbeitsvorbereitung mit verständlichen Montage- und Verlegeplänen.

### Bodenplatte mit Komfort



Die thermisch aktivierte Bodenplatte dient als großflächiger Wärmespeicher und führt zu Energieeinsparungen von bis zu 30 Prozent. Die Reduzierung des Fußbodenaufbaus sorgt zusätzlich für einen Raumhöhengewinn.

## 2.12 Konstruktionshilfen

### Wärmeschutztechnische Dimensionierung

An den Wärmeschutz von erdberührten Bauteilen beheizter Aufenthaltsräume werden hohe Anforderungen gestellt (siehe Tabelle 1). Nach DIN 4108-2 ist als Mindestwärmeschutz für Außenwände, die an das Erdreich angrenzen, ein Wärmedurchlasswiderstand (R-Wert) von 1,2 (m<sup>2</sup>·K)/W gefordert. Dies entspricht einem Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) von 0,75 W/(m<sup>2</sup>·K). Für den unteren Gebäudeabschluss nicht unterkellerten Aufenthaltsräume, unmittelbar an das Erdreich grenzend, ist ein Mindest-Wärmedurchlasswiderstand (R-Wert) von 0,90 (m<sup>2</sup>·K)/W gefordert.

Dies entspricht einem Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) von 0,93 W/(m<sup>2</sup>·K). Diese maximalen Wärmedurchgangskoeffizienten dürfen, wenn der bauliche Wärmeschutz nach dem Energiebilanzierungsverfahren der Energieeinsparverordnung (EnEV) berechnet wird, nicht überschritten werden. Die Forderungen werden von den in Tabelle 2 beispielhaft aufgeführten Konstruktionen erfüllt.

Tabelle 1: Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2 – Anforderungen –

Bauteil an Erdreich grenzend	Wärmedurchlasswiderstand [m <sup>2</sup> ·K/W] R	Wärmedurchgangskoeffizient [W/(m <sup>2</sup> ·K)] U-Wert
Wand	1,20	0,75
Boden	0,90	0,93

**Tabelle 2: Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2 – Ausführungsbeispiele –**

Beispiel	Konstruktion		U-Wert [ $W/(m^2 \cdot K)$ ]		Dämmschichtdicke [mm]	
	Dicke [mm]	Baustoff	Ungedämmt	Gedämmt	$\lambda = 0,035$ [ $W/(m \cdot K)$ ]	$\lambda = 0,040$ [ $W/(m \cdot K)$ ]
1	300	Betonwand	3,7	< 0,75	40	50
2	20 365 15	Außenputz Kalksandstein KSL-12-1, 8-12 DF Innenputz	1,8	< 0,75	30	40
3	20 300 15	Außenputz Vollziegel Mz-12-1, 8-5 DF Innenputz	1,8	< 0,75	30	40
4	20 300 15	Außenputz Betonstein Hbn-12-1, 8-20 DF Innenputz	2,0	< 0,75	30	40
5	120	Betonboden	4,4	< 0,93	30	40

**Tabelle 3: Wärmeschutzempfehlung nach EnEV 2009**

Bauteil	Wärmedurchlasswiderstand [ $m^2 \cdot K/W$ ] R	Wärmedurchgangskoeffizient [ $W/(m^2 \cdot K)$ ] U-Wert
Decken gegen unbeheizte Keller	$\geq 2,52$	$\leq 0,35$
Wand gegen Erdreich	$\geq 2,73$	$\leq 0,35$
Boden gegen Erdreich	$\geq 2,69$	$\leq 0,35$

\* Aufgrund unterschiedlicher Wärmeübergangswiderstände ergeben sich bei gleichem Wärmedurchgangskoeffizienten verschiedene Mindestwärmedurchlasswiderstände.

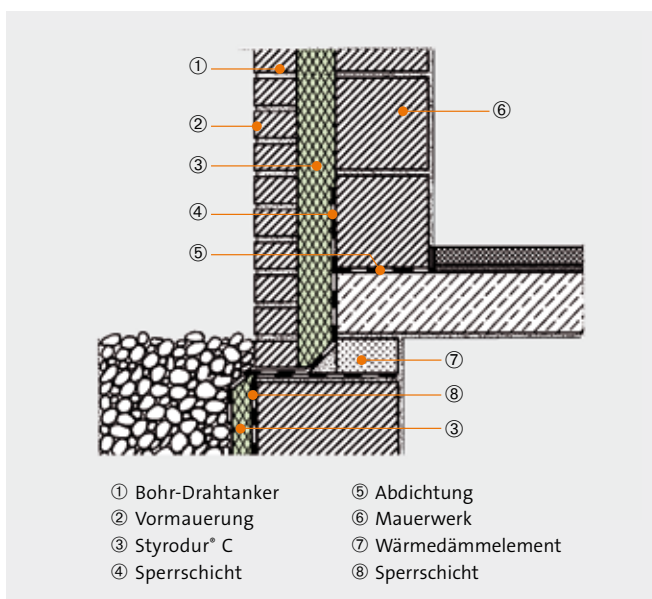


Abb. 30: Anschluss der Perimeterdämmung am Mauerwerk mit Kerndämmung.

Am 1. Oktober 2009 ist die EnEV 2009 Energieeinsparverordnung bundesweit in Kraft getreten. Nach der EnEV wird der Jahres-Primärenergiebedarf beheizter Gebäude begrenzt. Dabei bleibt es dem Planer überlassen, durch welche einzelne Maßnahme dazu beigetragen wird, dass der Jahres-Primärenergiebedarf des Gebäudes begrenzt wird. Für Dämmmaßnahmen im Bereich der erdberührten Bauteile können daher nur Empfehlungen gegeben werden. Unsere Empfehlung lautet daher, bei Kellerwänden gegen Erdreich mit einem U-Wert  $\leq 0,3 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$  zu dimensionieren. Es ist ratsam, auch bei nichtbeheizten Untergeschossen eine Perimeterdämmung auszuführen.

Bei der Nutzungsänderung eines Kellers ist eine nachträgliche Außendämmung nur mit einem außerordentlich großen Aufwand möglich. Dann kommt nur die Innendämmung in Frage. Bei Räumen mit erdberührten Außenwänden besteht im Sommer bei Belüftung der kalten Räume mit feuchtwarmer Außenluft die Gefahr der Tauwasserbildung an den Innenoberflächen der Außenwände. Die Taupunkttemperatur der warmen, feuchten Sommerluft kann höher sein als die Innenoberflächentemperatur der Kellerwände. In diesem Fall fällt auf der Innenoberfläche der Außenwand Tauwasser aus. Dadurch kann es zu Schimmelpilzbildung und modrigem Geruch kommen. Durch eine gute Wärmedämmung der Wand wird auch eine feuchteschutztechnische Verbesserung erreicht.

**Tabelle 4: Wärmeschutz – Ausführungsbeispiele –**

Beispiel	Konstruktion		U-Wert $[\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})]$		Dämmschichtdicke [mm]	
	Dicke [mm]	Baustoff	Ungedämmt	Gedämmt	$\lambda = 0,035$ $[\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})]$	$\lambda = 0,040$ $[\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})]$
1	300	Betonwand	3,7	$< 0,35$ $< 0,3^{1)}$	90 110 <sup>1)</sup>	110 130 <sup>1)</sup>
2	20 365 15	Außenputz Kalksandstein KSL-12-1, 8-12 DF Innenputz	1,8	$< 0,35$ $< 0,3^{1)}$	80 100 <sup>1)</sup>	100 120 <sup>1)</sup>
3	20 300 15	Außenputz Kalksandstein Mz-12-1, 8-5 DF Innenputz	1,8	$< 0,35$ $< 0,3^{1)}$	80 100 <sup>1)</sup>	100 120 <sup>1)</sup>
4	20 300 15	Außenputz Kalksandstein Hbn-12-1, 8-20 DF Innenputz	2,0	$< 0,35$ $< 0,3^{1)}$	90 100 <sup>1)</sup>	110 120 <sup>1)</sup>
5	120	Betonboden	4,4	$< 0,35$ $< 0,3^{1)}$	100 110 <sup>1)</sup>	110 130 <sup>1)</sup>

1) Empfehlung für EnEV 2009

## Feuchteschutztechnische Dimensionierung

Die außenliegende Wärmedämmung aus Styrodur® ist bei der Perimeterdämmung eine wasserdampfdiffusionstechnisch funktionierende Konstruktion, da der Wasserdampfdiffusionswiderstand der einzelnen Schichten nach außen hin abnimmt. Der Wärmedurchgangswiderstand der einzelnen Schichten nimmt nach außen hin zu. Auch hinsichtlich des Tauwasser-schutzes der Kelleraußenbauteile ist die außenliegende Wärmedämmschicht vorteilhaft. Dadurch werden, gegenüber dem

ungedämmten Bauteil, die Oberflächentemperaturen auf der Wandinnenseite erhöht. Dies trägt auch zu behaglicherem Wohnen bei. Die Gefahr der Tauwasserbildung auf der Wandinnenoberfläche ist gering. Aus Tabelle 5 und 6 ist ersichtlich, dass bei einer Perimeterdämmung mit einem Gesamt-U-Wert  $\leq 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$  im ungestörten Wandbereich erst bei relativen Luftfeuchten über 90 % Tauwasserausfall auf der Wandoberfläche eintritt.

## Typenauswahl je nach Einbautiefe

Mit zunehmender Einbautiefe nimmt der Erddruck auf die Wärmedämmplatten zu. Aufgrund der hohen zulässigen Dauerdruckspannung von Styrodur® enthält die bauaufsichtliche Zulassung keine Einbautiefenbeschränkung. Für größere Einbautiefen sind jedoch die druckfesteren Styrodur-Typen zu empfehlen. In Tabelle 6 sind die für die unterschiedlichen

Styrodur-Typen zulässigen Einbautiefen angegeben. Sie beziehen sich auf den ungünstigsten Lastfall „Erdruchdruck bei schluffigem Sand“.

**Tabelle 5: Vermeidung von Tauwasserfall an Kellerwänden bei Raumlufttemperatur 20 °C**

Relative Feuchte der Luft [%]	Empfohlene Dämmschichtdicke [mm] bei Auslegung für Außentemperaturen von	
	- 10 °C	- 15 °C
60	20	30
70	30	40
80	50	60
90	100	120

**Tabelle 6: Dauerdruckfestigkeiten und maximale Einbautiefen der verschiedenen Styrodur® C-Typen**

Styrodur® C-Typ	3035 CS	4000 CS	5000 CS
Zul. Dauerdruckspannung 50 Jahre bei 23 °C, kPa Stauchung ≤ 2 %	130	180	250
Maximale Einbautiefe [m]	12	17	24

## 3. Styrodur® in der Flachdachanwendung

### 3.1. Das Flachdach

Die Dachform und damit einhergehend auch die Materialien, mit denen geneigte oder flache Dachkonstruktionen eingedeckt und abgedichtet werden, haben eine erhebliche architektonische Ausdruckskraft – jedoch bestimmen nicht allein die gestalterischen Aspekte den Charakter eines Baukörpers. Neben der Funktion des Gebäudes spielen wirtschaftliche und baukonstruktive Aspekte eine wichtige Rolle bei der Frage, was für eine Dachform mit welchem Schichtenaufbau und mit welchen Materialien ausgeführt werden soll. Unabhängig von spezifischen Anforderungen sind Flachdächer genauso wie Steildächer in der Lage, den bauphysikalischen und baukonstruktiven Belangen einer Dachkonstruktion gerecht zu werden.

Sowohl der Schichtenaufbau eines geeigneten Daches als auch die verschiedenen Varianten von nur schwach geneigten oder sogar gefällelosen Dachaufbauten erfüllen den in aktuellen Normen und Verordnungen geforderten Wärmeschutz und bewahren das Gebäude zuverlässig und dauerhaft vor Witterungseinflüssen. Wie „sicher“ ein Dach ist, hängt also nicht davon ab, wie stark die wasserführende Ebene geneigt ist, sondern wie genau Planer und Ausführende über die Besonderheiten der jeweiligen Konstruktion informiert sind und die Anforderungen bei Planung und Ausführung umsetzen.

#### Umkehrdächer mit Styrodur®

Entgegen dem konventionellen Warmdach, bei dem die Dachabdichtung stets über der Wärmedämmung liegt, erlauben es spezielle Dämmstoffe, wie zum Beispiel Styrodur® von BASF, bei einem Flachdach auch „umgekehrt“ zu verfahren. Da immer mehr Planer das Umkehrdach bevorzugen, bietet BASF mit Styrodur einen für dieses System idealen Dämmstoff an. Diese Broschüre enthält alle wichtigen Planungs- und Verlegehinweise für das Umkehrdach und erklärt die Vorteile des Umkehrdaches mit Styrodur.

Der Wärmedämmstoff im Umkehrdach, im folgenden UK-Dach genannt, ist durch Niederschlagswasser, das Erdreich von Dachbegrünungen oder auch Verkehrslasten auf Terrassen- und Parkdächern außergewöhnlich stark beansprucht. Er muss deshalb feuchteunempfindlich und verrottungsfest sein. Da er bereits während des Einbaus betreten oder mit leichtem Gerät (Schubkarren) befahren wird und nach Fertigstellung unmittelbar unter den Belägen oder dem Erdreich liegt, muss



Abb. 31: Styrodur® ist aufgrund seiner Druckfestigkeit, geringen Wasseraufnahme und geringen Wärmeleitfähigkeit für UK-Dach-Konstruktionen hervorragend geeignet, z. B. bei Flachdachsanierungen als Plus-Dach.

er eine hohe Druckfestigkeit aufweisen. Auch ein gutes und dauerhaftes Wärmedämmvermögen ist wichtig, um die eigentliche Funktion im UK-Dach zu erfüllen (Abb. 31).

#### Anwendungsempfehlungen und Technische Daten

Styrodur ist ein robuster, leicht verarbeitbarer Baustoff, der alle oben genannten Anforderungen erfüllt.

Bei der Extrusion der Wärmedämmplatten entsteht an den Oberflächen eine glatte, verdichtete Schäumhaut, weshalb er witterungsunabhängig verlegt werden kann. Die Plattenränder sind umlaufend mit Stufenfalzen versehen, damit im Plattenverband verlegt keine Wärmebrücken entstehen.

Da Styrodur aufgrund seiner vielseitigen Eigenschaften für sehr unterschiedliche Anwendungen geeignet ist, hält die BASF ein komplettes Typenprogramm bereit. In der Broschüre „Technische Daten“ sind die wesentlichen Unterscheidungsmerkmale sowie die Lieferformen der UK-Dach-geeigneten Styrodur C-Typen aufgeführt. Am wichtigsten sind dabei die Druckfestigkeit und die Wärmeleitfähigkeit.

Bei UK-Dach-Konstruktionen nach DIN 4108-2 ist der  $\lambda$ -Wert entsprechend DIN 4108-4 aus der Broschüre „Technische Daten“ anzusetzen.

Soll das Dach als Gründach, Parkdach oder mit Kiesschicht auf wasserableitender diffusionsoffener Trennlage konzipiert werden, ist die DIBt Zulassung Z-23.4-222 zu beachten. Abhängig von der Dämmstoffdicke ist der Nachweis des Wärmeschutzes mit den Bemessungswerten der Wärmeleitfähigkeit nach DIBt-Zulassung nachzuweisen.

## Flachdachtypen und Begriffsbestimmungen

Abhängig vom geplanten Anwendungszweck werden nach DIN 18531-1 Dachabdichtungen in die Anwendungskategorien K1 (Standardausführung) und K2 (höherwertige Ausführungen) unterschieden.

### • K1 – Standardausführung

Dachabdichtungen, an die übliche Anforderungen gestellt werden und Dächer mit einer Mindestneigung der Abdichtungsebene von mindestens 2 %.

### • K2 – höherwertige Ausführungen

Dachabdichtungen die erhöhte Anforderungen erfüllen müssen, z. B. bei höherwertiger Gebäudenutzung, Hochhäusern oder Dächern mit erschwertem Zugang. Hierbei ist ein Gefälle in der Abdichtungsebene von mindestens 2 % und im Bereich von Kehlen von mindestens 1 % einzuhalten.

Nach den Flachdachrichtlinien des Zentralverbandes des Deutschen Dachdeckerhandwerkes (ZVDH) werden Flachdächer nach ihrem konstruktiven Aufbau in belüftete und nicht belüftete Dächer unterteilt. Beim nicht belüfteten Flachdach liegen alle Funktionsschichten unmittelbar übereinander. Wenn diese Schichten miteinander verklebt sind, wird die Konstruktion als Kompaktdach bezeichnet. Abhängig von der Art der Nutzung werden Flachdächer in „nicht genutzte Dachflächen“ und „genutzte Dachflächen“ unterschieden.

Nicht genutzte Dachflächen werden nur zum Zwecke der Wartung und allgemeiner Instandhaltung betreten. Für die Ausführung nicht genutzter Dachflächen gilt DIN 18531-1 „Dachabdichtungen“.

Genutzte Dachflächen sind für den Aufenthalt von Personen, für die Nutzung durch Verkehr oder für extensive und intensive Begrünungen vorgesehen.

Entsprechend unterscheidet die Flachdachrichtlinie zwischen

- Terrassendächern,
- genutzte Dachflächen (Parkdächern),
- Gründächern.

Die Ausführung genutzter Dachflächen erfolgt nach DIN 18195-5 „Bauwerksabdichtungen“. Nach den Flachdachrichtlinien sollen bei nicht genutzten Flachdächern druckbelastbare Polystyrol-Hartschaumplatten und bei genutzten Dächern erhöht druckbelastbare Hartschaumplatten verwendet werden. Alle für das UK-Dach geeigneten Styrodur®-Typen erfüllen diese Anforderung.

Die anwendungsbezogenen Anforderungen für Wärmedämmstoffe werden in DIN 4108-10 „Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden – Anwendungsbezogene Anforderungen an Wärmedämmstoffe“ festgelegt. Die UK-Dach-Konstruktion wird in der DIN 4108-10, Tabelle 5 mit dem Kurzzeichen „DUK“ klassifiziert.

Als Mindestanforderungen werden Dickentoleranzen, höchstzulässige Verformungen bei definierter Druck- und Temperaturbeanspruchung, Kriechverhalten, Wasseraufnahme im Diffusionsversuch und Frost-Tau-Wechselbeanspruchung gefordert. Weiterhin wird die Druckfestigkeit oder die Druckspannung bei 10 % Stauchung in drei Festigkeitsklassen  $d_h$  (mindestens 300 kPa) für hohe Druckbelastbarkeit,  $d_s$  für sehr hohe Druckbelastbarkeit (mindestens 500 kPa) und  $d_x$  für extrem hohe Druckbelastbarkeit (mindestens 700 kPa) aufgeführt.

Nach Lage der Dämmschicht wird das einschalige, unbelüftete Flachdach als „Warmdach“ oder „UK-Dach“ bezeichnet. Beide Dachvarianten sind sowohl für ungenutzte als auch für genutzte Flachdächer ausführbar. Abb. 32 zeigt den prinzipiellen Aufbau dieser Flachdachkonstruktionen.

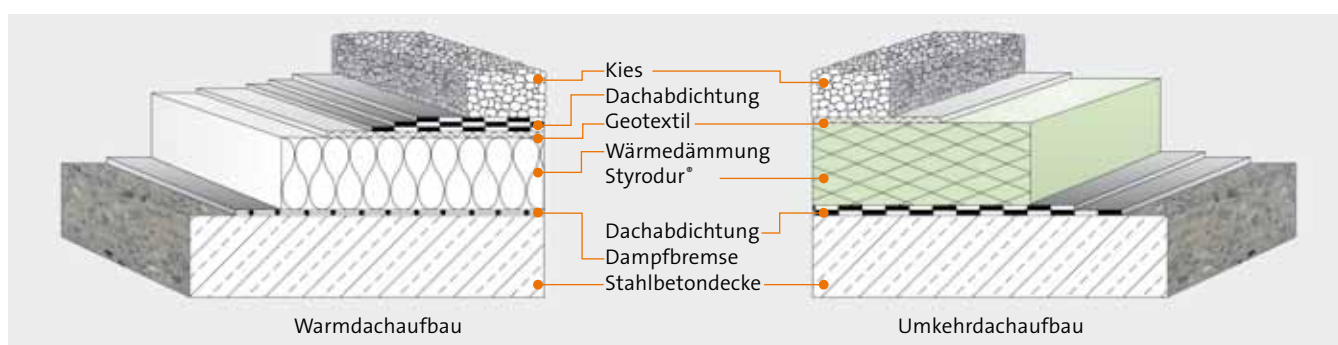


Abb. 32: Vergleich von Warmdach- und Umkehrdachaufbau.

Unter einem Warmdach versteht man ein einschaliges, unbelüftetes Dach, bei dem eine witterungsbeständige Dachabdichtung oberhalb der Wärmedämmung liegt.

Beim UK-Dach hingegen unterscheidet man vier weitere Varianten:

- **Einlagiges Umkehrdach**

Am weitesten verbreitet ist das „normale“ UK-Dach, bei dem die Wärmedämmschicht aus einer Lage extrudiertem Polystyrol-Hartschaumstoff XPS besteht, die über der Dachabdichtung liegt.

- **Zweilagiges Umkehrdach**

Bisher konnten Umkehrdächer nur mit Einzelzulassung zweilagig und somit noch energieeffizienter gedämmt werden. Das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) hat nun die zweilagige Verlegung im bekliesten Umkehrdach bauaufsichtlich zugelassen (Z-23.4.-222). Probeentnahmen und Langzeituntersuchungen an bestehenden Umkehrdächern in Deutschland und Österreich haben gezeigt, dass Styrodur® seine mechanischen und physikalischen Eigenschaften über sehr lange Zeit nahezu unverändert beibehält.

- **Zuschlagswerte  $\Delta U$  für Umkehrdächer**

Bei der Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) eines UK-Daches ist der errechnete U-Wert um einen Betrag  $\Delta U$  zu erhöhen. Dieser Wert ist nach DIN 4108-2 in Abhängigkeit des prozentualen Anteils des Wärmedurchlasswiderstandes unterhalb der Abdichtung am Gesamtwärmedurchlasswiderstand nach Tabelle 7 zu ermitteln. Bei Unterkonstruktionen mit einer flächenbezogenen Masse unter 250 kg/m<sup>2</sup> muss der Wärmedurchlasswiderstand unterhalb der Abdichtung mindestens 0,15 m<sup>2</sup> K/W betragen.

**Tabelle 7: Zuschlagwerte für Umkehrdächer (DIN 4108-2)**

Anteil des Wärmedurchlasswiderstandes raumseitig der Abdichtung am Gesamtdurchlasswiderstand %	Zuschlagwert $\Delta U$ W/(m <sup>2</sup> ·K)
unter 10	0,05
von 10 bis 50	0,03
über 50	0

Bei UK-Dachausführungen mit Kiesschicht und der wasserableitenden, diffusionsoffenen Trennlage ISOVER AquaDefense UKD, oberhalb der ein- oder zweilagig verlegten Styrodur Platten, ist laut Zulassung Z-23.4-222 kein DU Zuschlag erforderlich.

- **Duodach**

Beim sogenannten „Duodach“ wird über einem konventionellen Warmdach mit XPS-Platten, oberhalb der Dachabdichtung, eine weitere Dämmschicht aus Styrodur aufgebracht. Bei diesem Konstruktionsprinzip, das dann Anwendung findet, wenn eine zweilagige Verlegung nach Zulassung nicht möglich ist, kann man, abhängig von den klimatischen Randbedingungen, oft auf eine Dampfsperre verzichten.

- **Plusdach**

Das „Plusdach“ stellt eine konstruktive Lösung für die Dachsanierung von nicht ausreichend wärmedämmten Flachdächern dar. Es kommt außerdem zum Einsatz, wenn für eine Dachkonstruktion die Vorteile des Warmdaches mit den Vorteilen der UK-Dach-Konstruktion kombiniert werden. Auf eine Warmdachkonstruktion, zum Beispiel mit EPS oder Mineralwolle, wird zum Schutz des Daches und zur Erhöhung der Lebensdauer ein UK-Dach mit XPS aufgesetzt. In diesem Fall wird eine Wärmedämmschicht aus Styrodur nachträglich auf die vorhandene Warmdachkonstruktion aufgebracht. Die vorhandene Dachabdichtung ist zuvor auf Funktionsfähigkeit zu überprüfen.

Die Varianten „Einlagiges Umkehrdach“, „Duodach“ und „Plusdach“ eignen sich wahlweise für ein Kies-, Terrassen-, Grün- oder Parkdach. Das UK-Dach-Prinzip bleibt stets gleich, lediglich der konstruktive Aufbau wird modifiziert. Die UK-Dach-Konstruktion ist nach DIN 4108-2 für die Ausführungsformen als Kiesdach oder als Terrassendach genormt. Die Ausführungsformen als Gründach und als Parkdach sind in der DIBt Zulassung Z-23.4-222 geregelt.

Die Variante „Zweilagiges Umkehrdach“ ist gemäß oben genannter allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung bislang nur für den Einsatz in bekliesten Umkehrdächern vorgesehen.



Abb. 33: UK-Dach-Dämmung mit Styrodur® von 250 Wohneinheiten in Hamburg.

## 3.2. Vorteile des Umkehrdach-Systems

Ein UK-Dach besteht im Einzelnen aus folgenden Schichten (von oben nach unten):

- Nutz- oder Schutzschicht (z. B. Kies),
- Geotextil (Polyester- oder Polypropylen-Vlies), bei einlagiger Dämmschicht, Zuschlagwert  $\Delta U$  beachten
- alternativ, wasserableitende und diffusionsoffene Trennlage, lt. DIBt Zulassung Z-23.4-222 kein  $\Delta U$  Zuschlag erforderlich,
- eine oder zwei Dämmlagen Styrodur®
- Dachabdichtung (zugleich Dampfsperre),
- eventuell Ausgleichsschicht mit Neigung,
- Dachkonstruktion, z. B. Stahlbetondecke.

### Hinweis:

Nutz- oder Schutzschichten, z. B. Kies, Fahr- oder Terrassenbeläge, Dachbegrünungen usw. übernehmen auch die Funktion der Windsogsicherung und bieten Schutz vor Flugfeuer oder strahlender Wärme.

Das UK-Dach ist einfacher und schneller herzustellen als das konventionelle Warmdach, da es aus weniger Schichten besteht, die verlegt und verklebt werden müssen.

Beim UK-Dach liegt die für ein Dach wichtigste Schicht, die Dachabdichtung, auf einem festen, massiven und fugenfreien Untergrund auf. Eine Ausnahme bilden das Plusdach und das Duodach. Wird die Abdichtungsbahn mechanisch beansprucht, so kann sie die anfallenden Kräfte unmittelbar weiterleiten. Bei einer Dämmschicht als Verlegeuntergrund können dagegen zwischen den einzelnen Dämmplatten kleine Fugen auftreten. Die Abdichtung kann in diesen Fugen „durchhängen“, was zu Rissen führen kann.

Klebt die Dachabdichtung dagegen vollflächig auf der massiven Betondecke, können die Leckagen im Schadensfall leicht geortet werden. Das Wasser tritt auf der Innenseite unmittelbar an der Stelle aus, an der die Dachabdichtung versagt hat. Anders ist es beim konventionellen Warmdach: Sickert hier Wasser durch die Abdichtung zeigt sich der sichtbare Wasserschaden auf der Innenseite oft weiter von der eigentlichen Undichtigkeit in der Dachabdichtung entfernt.

Beim Warmdach darf zudem zwischen Dampfsperre und Dachabdichtung keine Feuchtigkeit eingeschlossen werden, was in der Praxis nicht immer machbar ist. Beim Warmdach ist darauf zu achten, dass auf der Baustelle die Wärmedämmstoffe stets vor Feuchte geschützt lagern und die bereits verlegten Platten abgedeckt sind.

Grundsätzlich dürfen die Dämmplatten nicht bei Regen oder Nebel verlegt werden. Ansonsten führt die eingeschlossene Feuchte unter der Dachabdichtung zu Dampfblasen. Beim UK-Dach dagegen kann die Wärmedämmschicht auch bei Regen verlegt werden. Das auf der Dachabdichtung stehende Regenwasser kann durch die Wärmedämmschicht aus Styrodur ausdiffundieren oder verdunstet durch die Dämmplattenstöße in die Außenluft.

Die Dachabdichtung des UK-Daches sollte eine wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke  $s_d$  von mindestens 100 m aufweisen. Dies reduziert einerseits deutlich den Wasserdampfdiffusionsstrom, der sich von innen nach außen durch die Dachkonstruktion bewegen kann, und verhindert zudem, dass während der heißen Sommermonate durch das Umkehren der Diffusionsrichtung Feuchtigkeit in das Gebäudeinnere gelangen kann.

Da die Dachabdichtung beim UK-Dach unter der Wärmedämmschicht und den darüberliegenden Funktionsschichten (z. B. Kiesschicht oder Belag) liegt, bleibt sie dauerhaft vor UV-Strahlen geschützt.

Beim konventionellen Warmdach kann es sich abhängig vom weiteren Aufbau ergeben, dass die Dachabdichtung der direkten UV-Einstrahlung der Sonne ausgesetzt ist. Dies kann sowohl bei bituminösen Abdichtungen als auch bei Kunststoffabdichtungen zu Schäden führen.

Auch die Temperaturschwankungen an der Dachabdichtung sind beim UK-Dach wesentlich geringer. Beim konventionellen Warmdach beträgt die Schwankung im Lauf eines Jahres auf der Dachhaut bis zu 110 K. Beim UK-Dach dagegen beträgt die Temperaturschwankung im Lauf eines Jahres etwa 12 K, wenn die Raumlufttemperatur unter dem Dach 20 °C beträgt.

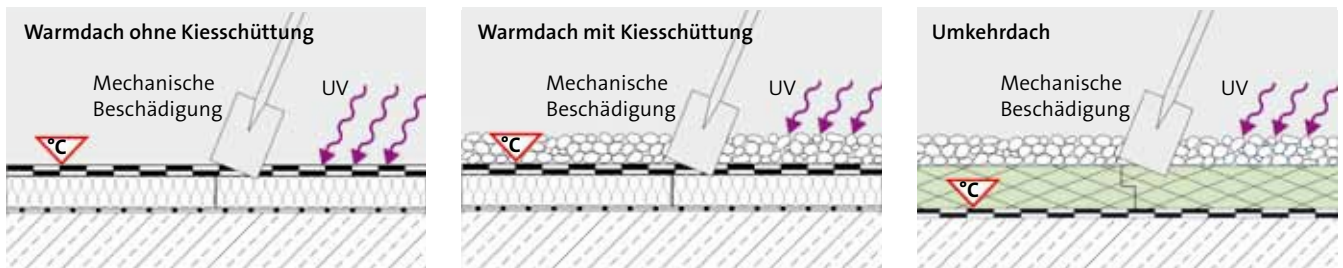


Abb. 34: Vorteil des Umkehrdachsystems: Der über der Dachabdichtung liegende Dämmstoff schützt diese vor großen Temperaturwechseln, Temperaturschocks, mechanischen Beschädigungen sowie UV-Strahlen der Sonne.

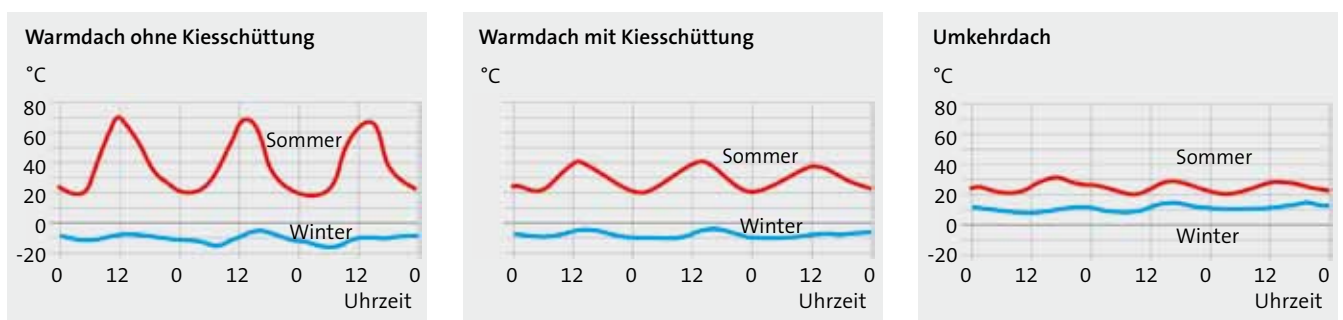


Abb. 35: Temperaturbeanspruchung der Dachabdichtung des Warmdachs und des UK-Dachs

In Abb. 34 und 35 ist die tägliche Temperaturbeanspruchung der Dachabdichtung beim konventionellen Warmdach ohne und mit Bekiesung im Vergleich zum UK-Dach dargestellt. Beim Warmdach können die Temperaturen auf der Dachabdichtung im Sommer teilweise auf bis zu 90 °C ansteigen.

Beim UK-Dach, bei dem die Dachabdichtung durch eine Wärmedämmschicht geschützt ist, bleibt die Temperatur nahezu konstant. Temperaturschocks wie bei sommerlichen Hagel-schauern schaden der Dachabdichtung im UK-Dach nicht.

## Vorteile von Styrodur® bei UK-Dächern

Styrodur® wird bereits seit Ende der 70er Jahre im UK-Dach verwendet und ist seit 1978 bauaufsichtlich zugelassen. Probeentnahmen aus funktionsfähigen UK-Dächern haben bewiesen, dass Styrodur seine mechanischen und physikalischen Eigenschaften über sehr lange Zeit nahezu unverändert beibehält (Abb. 36).



Abb. 36: Probeentnahme bei einem zehn Jahre alten, begrünten Umkehrdach.

### Unempfindlichkeit gegen Wasser

Die Wasseraufnahme der Platten ist aufgrund der geschlossenzelligen Schaumstruktur (Abb. 37) und der beidseitigen Schäumhaut außerordentlich gering. Der Feuchtegehalt von Styrodur®-Platten, die mehrere Jahre in Kiesdächern eingebaut waren, betrug etwa 0,1 Vol. %, was die Wärmedämmfähigkeit des Materials praktisch nicht beeinträchtigt.

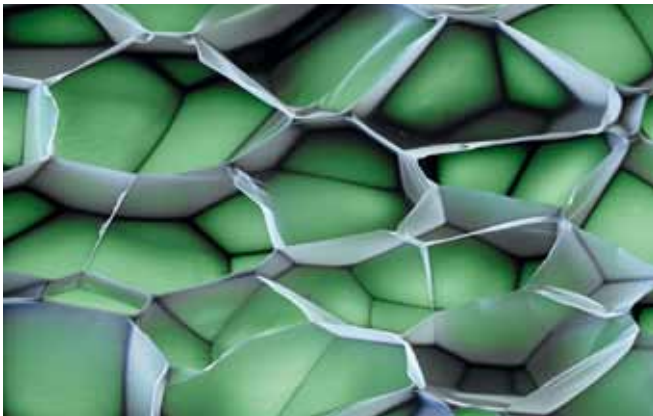


Abb. 37: Die Wasseraufnahme von Styrodur® ist aufgrund der geschlossenzelligen Schaumstruktur äußerst gering.

### Hohe Festigkeit

Styrodur eignet sich durch seine Festigkeitseigenschaften ideal als Dämmstoff für UK-Dächer. Für besonders stark belastete Anwendungen, beispielsweise beim Parkdach, empfehlen sich die besonders druckfesten Polystyrol-Hartschaumplatten Styrodur 4000 CS und Styrodur 5000 CS.

### Maßhaltigkeit

Das Extrusionsverfahren und die kontrollierte Ablagerung vor der Auslieferung gewährleisten eine hohe Maßhaltigkeit. Die Styrodur-Platten sind bei den definierten Druck- und Temperaturbeanspruchungen nach DIN EN 13164 formbeständig.

### Brandschutzklassifizierung

Styrodur Platten werden nach DIN EN 13501-1 „Brandverhalten von Baustoffen“ in die Euroklasse E (normalentflammbar) und nach DIN 4102 „Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen“ in die Baustoffklasse B1 (schwerentflammbar) eingestuft.

### Wärmebrücken

Bei Styrodur-Platten mit umlaufendem Stufenfalz entstehen beim Verlegen im Plattenverband keine nennenswerten Wärmebrücken.

### Verarbeitung

Zur Bearbeitung von Styrodur eignen sich die für die Holzbearbeitung üblichen Hand- und Maschinenwerkzeuge. Anschlüsse oder Durchdringungen lassen sich ohne großen Aufwand herstellen. Es entstehen saubere Schnittkanten.

Ein Flachdach nach dem UK-Dachprinzip zu konstruieren resultiert im Grunde aus der Anforderung, die Dachabdichtung vor statischen, dynamischen und thermischen Einflüssen zu schützen. Diese Forderung wird außerdem durch die DIN 18195-10 zwingend vorgeschrieben. Außerdem weist die Norm darauf hin, dass Schutzschichten auch gleichzeitig Nutzsichten des Bauwerkes sein können. Im UK-Dach ist die Nutzsicht „Wärmedämmung“ gleichfalls Schutzschicht für die Dachabdichtung.

### Styrodur®

- kann aufgrund seines Druckelastizitätsmoduls statische Funktionen übernehmen und die anfallenden Lasten gleichmäßig einbetten,
- ist durch seine zähelastische, aber dennoch steife Struktur in der Lage, den Oberbau und den Nutzbelag vom Unterbau mit Tragkonstruktion und Dachabdichtung dynamisch zu entkoppeln,
- spart wahlweise Heiz- bzw. Kühlenergie und schützt die Gebäudekonstruktion vor intensiven Klimaeinwirkungen.

Diese Eigenschaften von Styrodur legen dem Planer nahe, bei hoch beanspruchten, genutzten Flachdachkonstruktionen das Prinzip des UK-Dachs anzuwenden.

## 3.3. Anwendungshinweise

### Unterkonstruktion

Das Wärmedämmsystem UK-Dach darf für einschalige (unbelüftete) Flachdächer sowohl bei schweren als auch bei leichten Unterkonstruktionen verwendet werden, sofern folgende Bedingungen eingehalten sind:

- Schwere Unterkonstruktionen, wie Massivdecken, müssen ein Flächengewicht von 250 kg/m<sup>2</sup> aufweisen. Leichte Unterkonstruktionen, deren Flächengewicht unter 250 kg/m<sup>2</sup> liegt, müssen unter der Abdichtung einen Wärmedurchlasswiderstand von  $R \geq 0,15 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$  aufweisen.
- Das hohe Flächengewicht bzw. der vorgeschriebene Mindestwärmedurchlasswiderstand der Unterkonstruktion soll verhindern, dass bei kaltem Regen die Deckenunterseite so weit abkühlt, dass Tauwasser ausfallen kann.

Die Flächen, auf denen Dachabdichtungen verlegt werden sollen, müssen sauber und frei von Fremdkörpern sein. Betondecken einschließlich eventueller Gefälleschichten müssen ausreichend erhärtet und oberflächentrocken sein. Die Bau-toleranzen der DIN 18202 „Toleranzen im Hochbau-Bauwerk“ und die gültigen „Flachdachrichtlinien“ sind einzuhalten.

UK-Dächer mit Styrodur® benötigen kein Gefälle. Auf den gefällelosen Dachflächen bleibt nach Regenfällen etwas Wasser stehen. Dies beeinträchtigt die Funktionsfähigkeit des UK-Daches nicht, sofern sie die Dämmplatten nicht dauerhaft überstauen.

### Dachabdichtung

Für UK-Dächer mit einer Dachneigung von mehr als zwei Prozent sind alle gebräuchlichen Dachabdichtungsmaterialien geeignet:

- Bitumendachbahnen,
- kunststoffmodifizierte Bitumenbahnen,
- Kunststoffbahnen und
- hochpolymere Bahnen.

UK-Dächer mit einer Dachneigung von weniger als zwei Prozent sind nach der Flachdachrichtlinie Sonderkonstruktionen und erfordern besondere Vorkehrungen, um Risiken in Verbin-

dung mit stehendem Wasser zu vermindern. Deshalb sind beispielsweise bei bituminösen Abdichtungen unter der oberen Lage aus Polymerbitumenbahnen entweder eine weitere Polymerbitumenbahn oder zwei Lagen Bitumenbahnen einzubringen. Besteht die Dachabdichtung aus Kunststoffbahnen, sind dickere Bahnen zu wählen. Ein Blick in die Verarbeitungsvorschriften der Hersteller und die gültigen Flachdachrichtlinien ist in jedem Fall anzuraten.

#### **Achtung:**

Abdichtungen auf Teerbasis oder auf Basis lösemittelhaltiger Stoffe sind für UK-Dächer mit Styrodur nicht geeignet.

### Dachentwässerung

Die Dachentwässerung eines UK-Daches (siehe DIN EN 752, DIN EN 12056 und DIN 1986-10) ist so auszubilden, dass ein langfristiges Überstauen der Styrodur®-Platten ausgeschlos-

sen wird. Ein kurzfristiges Überstauen, während intensiver Niederschläge, kann als unbedenklich angesehen werden.

## Dacheinläufe

Da beim UK-Dach die Dachhaut systembedingt unter der Dämmschicht angeordnet ist, erfolgt die Wasserableitung ober- und unterhalb der Dämmplatten. Aus diesem Grund ist ein Dacheinlauf mit zwei Entwässerungsebenen erforderlich (Abb. 38). Die Voraussetzungen für den fachgerechten Einbau der Dacheinläufe sind bereits im Planungsstadium zu klären. Es ist auch zu vermeiden, dass die Styrodur-Platten in Folge von zu hoch eingebauten Dacheinläufen ständig unter Wasser liegen. Die Anordnung und Dimensionierung der erforderlichen Dachabläufe und zugehörigen Falleitungen sind in der DIN 1986 bzw. DIN EN 12056-3 geregelt. Für UK-Dächer sind je nach Nutzung die in Tabelle 8 angegebenen Dacheinläufe pro m<sup>2</sup> Dachfläche vorzusehen.

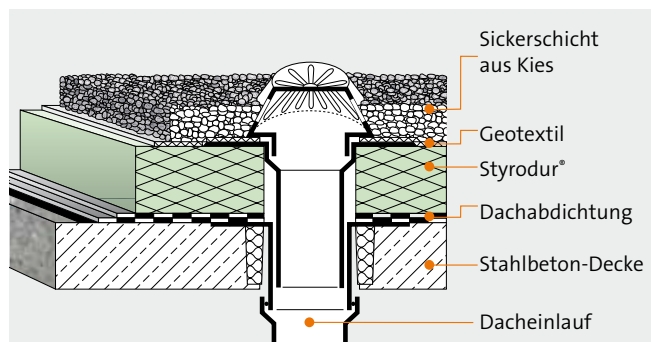


Abb. 38: Dacheinlauf mit zwei Entwässerungsebenen für die Entwässerung der Dachfläche auf und unter der Dämmschicht.

**Tabelle 8: Durchmesser der Dacheinläufe abhängig von der Nutzungsart und der Fläche des Flachdaches**

Rohr-Ø	Dachfläche in m <sup>2</sup> für die Dacharten		
DN in mm	Flachdach < 15°	Kiesdach	Gründach
70	70	112	187
100	187	300	499
125	337	540	899

## Wärmedämmschicht

Damit keine Wärmebrücken entstehen, sind im UK-Dach Styrodur®-Platten mit Stufenfalz vorgeschrieben. Sie werden ein- oder zweilagig, dicht gestoßen im Verband und mit versetzten Querfugen (keine Kreuzstöße) verlegt. Bei Attikaanschlüssen oder aufgehendem Mauerwerk sind die Styrodur-Platten im Falle von bituminösen Abdichtungen an den eingebauten Dämmkeil anzupassen. Dies erlaubt eine wärmebrückenfreie Verlegung des Dämmstoffes. Da die Dämmplatten nur lose auf der Dachabdichtung liegen, beeinflussen sich Dämmschicht und Abdichtung bei thermischen Längenänderungen nicht.

Bislang wurden UK-Dächer nur einlagig gedämmt. Mit der bauaufsichtlichen DIBt-Zulassung Z-23.4-222 hat die BASF den Nachweis einer sicheren zweilagigen Verlegung von Styrodur erbracht.

Wie im Abschnitt 4.3 beschrieben, können bekieste Umkehrdächer mit Styrodur-Platten jetzt auch zweilagig ausgeführt werden, sofern die zulassungskonforme, wasserableitende

und diffusionsoffene Trennlage ISOVER AquaDefense UKD zwischen Styrodur und Kiesschicht eingebracht wird.

- ISOVER AquaDefense UKD

Dabei kann auf den  $\Delta U$ -Zuschlag verzichtet werden (siehe Hinweis Seite 25, Zuschlagswerte  $\Delta U$  für Umkehrdächer).

In Sonderfällen kann eine punktweise Verklebung der Styrodur-Platten mit der Abdichtung erfolgen. Bei bituminöser Abdichtung geschieht dies zum Beispiel mit geblasenem Bitumen B85/25 oder mit Kaltbitumenklebemassen.

Die Dämmschicht aus Styrodur-Platten ist begehb- und befahrbar. Für Transporte auf der gedämmten Fläche eignen sich luftbereifte Karren.

Styrodur-Dämmplatten sind nicht gegen Lösemittel oder lösemittelhaltige Stoffe beständig.

## Schutzschicht

Bei der UK-Dachkonstruktion liegt, wie bereits beschrieben, die Wärmedämmung aus Styrodur® immer auf der Dachabdichtung. Der Dämmstoff ist somit ganzjährig der direkten Bewitterung ausgesetzt. Die Polymerketten des geschlossenzelligen Hartschaums sind gegenüber UV-Strahlen nicht dauerhaft beständig. Aus diesen Gründen ist beim UK-Dach immer eine Schutzschicht über dem Dämmstoff (Abb. 39) erforderlich. Der Schutzschicht kommen vier Funktionen zu:

- der Schutz der Dämmplatten vor direkter UV-Strahlung,
- die Sicherung des Dachschichtenpakets gegen Abheben durch Windsog,
- der Widerstand gegen Flugfeuer und strahlende Wärme (harte Bedachung) und

- die Sicherung der Dämmplatten gegen Aufschwimmen. Die Schutzschicht besteht im Regelfall aus Kies. Sie kann jedoch auch gleichfalls Nutzschiicht sein, wenn sie die Funktion von Dachbegrünungen, Terrassenbelägen und Parkdachsystemen übernimmt. Die Schutzschicht besteht nutzungsabhängig aus unterschiedlichen Materialien.

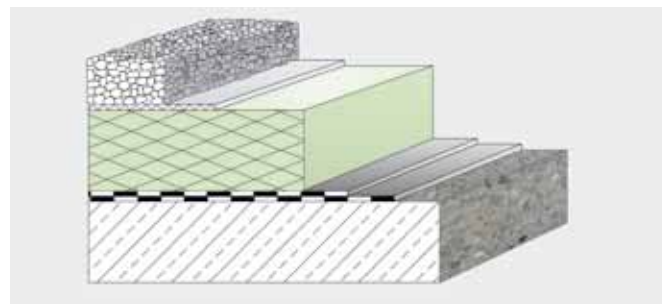


Abb. 39: UK-Dach mit Trennlage und Kiesschüttung.

## Sicherung gegen Aufschwimmen

Um beim bekiesten UK-Dach das Aufschwimmen der Dämmschicht zu verhindern, ist eine entsprechende Auflast, z. B. durch eine Kiesschicht sicherzustellen.

Eine Kiesschüttung, aus gewaschenem Rundkies  $\varnothing$  16/32 mm, kann diese Auflast übernehmen und dient zugleich als Schutzschicht. Bei Bedarf kann der Kies mit einem Kiesfestiger überzogen werden, dieser darf auf den Styrodur®-Platten keinen geschlossenen Film bilden. Die Schutzschicht auf den Styrodur-Platten muss dauerhaft diffusionsoffen sein.

Ohne Verwendung eines Vlieses und einer Dämmschichtdicke ab 50 mm entspricht die Dicke der Kiesschicht immer der jeweiligen Dämmschichtdicke.

Bei Verwendung eines Vlieses kann die Kiesauflast auf 50 mm reduziert werden (Tabelle 9).

Tabelle 9: Sicherung der Styrodur®-Platten gegen Aufschwimmen		
Dämmschichtdicke	Kiesschicht	
	ohne Vlies	mit Vlies
einlagig verlegt		
30-50 mm	50 mm	50 mm
60-200 mm	entspricht der Dämmschichtdicke	50 mm
zweilagig verlegt	wasserableitende, diffusionsoffene Trennlage	
220-400 mm	50 mm	

## Sicherung gegen Windsog

Die Lagesicherung der Styrodur®-Platten gegen Windsog ist gemäß DIN 1055-4 oder analog der DIBt Zulassung Nr. Z-23.4-222 durchzuführen. Die Auflast kann durch eine Kiesschicht mit der Körnung  $\varnothing$  16/32 mm und einer Schüttdichte  $\geq$  1600

kg/m<sup>3</sup>, oder durch Betonplatten mit der Rohdichte  $\geq$  2000 kg/m<sup>3</sup> erfolgen. Die Lagesicherheit der Kiesschüttung muss gegen Verwehen sichergestellt werden.

In der Windlastnorm DIN 1055-4 werden Flachdächer und andere Dachformen mit einer Neigung bis zu 5° in Dachbereiche F bis I eingeteilt (die Bereiche A bis E gelten für vertikale Bauteile z. B. Wände, Walmdächer sind in die Bereiche F bis N eingestuft). Zudem werden Gebäudehöhen, Lage und Standort der Gebäude (Windzone/Windprofil) sowie die Geschwindigkeitsdrücke für Bauwerke in kN/m<sup>2</sup> berücksichtigt.

Für die Dachbereiche H und I (Innenbereich) ist die erforderliche Auflast von ca. 0,75 kN/m<sup>2</sup> durch eine mindestens 50 mm dicke Kiesschüttung mit der Körnung Ø 16/32 mm zu erbringen.

Bauwerke in geografisch exponierten Lagen, z. B. auf Bergrücken oder an Hängen mit extremen Windbewegungen oder hohe Gebäude im Umfeld können deutlich höhere Auflasten erforderlich machen.

In der Anlage 1 zur Zulassung Z-23.4-222 vom DIBt sind in den nachfolgend genannten Tabellen Hinweise und Werte für die Windsogsicherung von UK-Dächern mit Kiesschicht und wasserableitender diffusionsoffener Trennlage bzw. mit Betonplatten enthalten:

- Tabelle 1: Maximale Höhe der Dachkante h über Gelände
- Tabelle 2: Erforderliche Auflast in kN/m<sup>2</sup> zur Sicherung gegen Windsog für die Dachbereiche F und G nach DIN 1055-4, Bild 5
- Tabelle 3: Abminderungsfaktor K in Abhängigkeit von der Breite des Rand- und Eckbereiches F und G nach DIN 1055-4, Bild 5
- Tabelle 4: Maximale Gebäudehöhen über Grund bei einer alleinigen Auflast aus Kies der Körnung 16/32 für die Dachbereiche F und G nach DIN 1055-4, Bild 5
- Tabelle 5: Plattendicken t der Betonplatten in mm
- Tabelle 6: Beispiele für Auflasten zur Windsogsicherung

## 3.4. Ausführungsvarianten

### Bekiestes Umkehrdach – einlagig

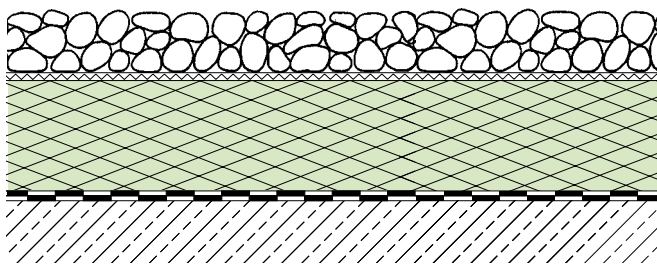


Abb. 40: Ausführung einlagig bekiestes Umkehrdach.

Für einlagig bekieste UK-Dächer lassen sich, abhängig von den Anforderungen, die Styrodur®-Dämmplatten 3035 CS, 4000 CS oder 5000 CS verwenden. Folgende Dämmstoffdicken sind nach der bauaufsichtlichen Zulassung Z-23.4-222 möglich:

- Styrodur 3035 CS mind. 40 mm, max. 200 mm
- Styrodur 4000 CS mind. 40 mm, max. 160 mm
- Styrodur 5000 CS mind. 40 mm, max. 120 mm

Die Extruderschaumplatten müssen zudem allseitig eine Kantenprofilierung, z. B. einen Stufenfalz, aufweisen.

Ein diffusionsoffenes, verrottungsbeständiges Kunststoffvlies, mit einem Flächengewicht von ca. 140 g/m<sup>2</sup>, als Rieselschutz

zwischen Dämmschicht und Kiesschutzschicht, bewahrt die Dachabdichtung vor einer Schädigung durch eindringende Feinteile des Kiesel (Abb. 40). Eine Kiesauflast verhindert das Verschieben und Verkanten einzelner Styrodur-Platten durch Aufschwimmen oder Windsog. Auf keinen Fall darf eine Kunststoffdichtungsbahn oder eine PE-Folie als Rieselschutz eingebaut werden. Die dampfbremende Wirkung dieser Bahnen würde dazu führen, dass die darunterliegende Dämmschicht Wasser aufnimmt.

Nach jedem Regen bleibt etwas Wasser auf der Dachabdichtung stehen. Dieses muss jederzeit in die Außenluft verdunsten können. Hierzu benötigt es den offenen Austritt über die Styrodur-Plattenstöße und den direkten Durchgang durch den Dämmstoff auf dem Diffusionswege. Dies begründet auch die wichtigste Regel des UK-Dachsystems, wonach über dem Dämmstoff als erstes immer eine diffusionsoffene Schicht folgen muss. Dachflächen, die aufgrund von regelmäßigen Wartungsarbeiten begangen werden, sollten im Laufbereich mit Gehwegplatten belegt werden.

## Bekiestes Umkehrdach – zweilagig

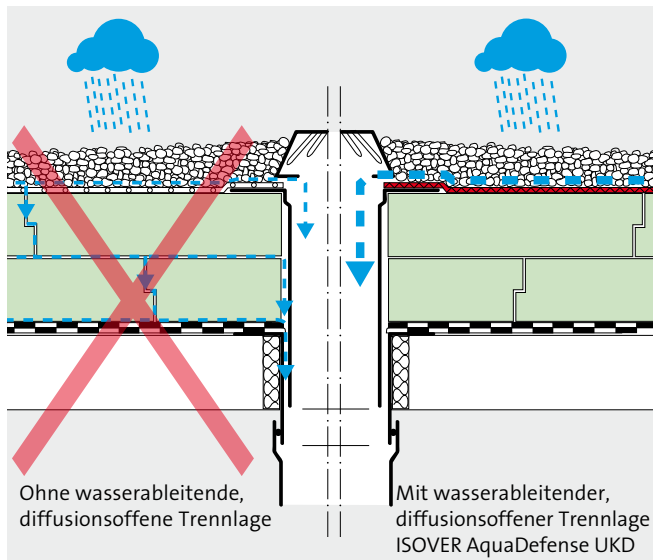


Abb. 41: Ausführung zweilagig bekiestetes Umkehrdach.

Die Ausführung des zweilagig bekiesteten UK-Dachs ist ebenfalls in der bauaufsichtlichen Zulassung Z-23.4-222 geregelt. Für die Verlegung sind folgende XPS-Dämmstoffe der BASF zugelassen:

- Styrodur® 3035 CS, 4000 CS und 5000 CS

### Hinweis:

Bei UK-Dachausführungen mit Kiesschicht und einer wasserableitenden, diffusionsoffenen Trennlage ISOVER AquaDefense UKD, oberhalb der ein- oder zweilagig verlegten Styrodur Platten, ist laut Zulassung Z-23.4-222 kein Zuschlagswert  $\Delta\Delta$  erforderlich. Auch einlagig gedämmte UK-Dächer können im Sanierungsfall durch das Aufbringen einer zweiten Lage Styrodur nachträglich an aktuelle Dämmstandards angepasst werden.

Durch die oberhalb der Dämmschichten angeordnete wasserableitende und diffusionsoffene Trennlage wird der überwiegende Teil des Niederschlagswassers sicher an der Oberfläche abgeleitet und die Bildung eines permanenten Wasserfilms zwischen den Plattenlagen weitgehend verhindert (Abb. 41). Eine übermäßige Feuchtigkeitsanreicherung in der unteren Plattenlage, was zu einer Reduzierung der Wärmedämmung führen kann, ist somit nicht zu befürchten.

Das Umkehrdach mit zwei Dämmlagen ermöglicht die wirtschaftliche Verwendung von Styrodur Standardplatten. Die Platten mit Standarddicken bis 200 mm und Stufenfalz sind schnell lieferbar und können je nach Anforderung so kombiniert werden, dass Dämmdicken von 220 bis 400 mm möglich sind. Die untere Plattenlage ist in einer Dicke von mindestens 120 mm auszuführen. In der oberen Lage können Styrodur-Platten ab 100 mm verlegt werden. Durch die zweilagige Dämmung mit Styrodur lassen sich die Energieeinsparverordnung (EnEV) 2009 sowie künftige Anforderungen erfüllen. Auch die energetische Sanierung einlagiger Umkehrdächer bis hin zum Passivhausstandard ist möglich.

## Duodach

Das Duodach ist eine UK-Dachvariante, die zum Einsatz kommen kann, wenn besonders hohe Anforderungen an den Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) des Daches bestehen und eine zweilagige Verlegung nach Zulassung Z-23.4-222 nicht möglich ist, z. B. bei der Ausführung eines begrünten Daches oder beim befahrbaren UK-Dach (Parkdach). Hierzu wird auf einen Standard-Warmdachaufbau mit Styrodur® oberhalb der Abdichtung eine weitere, bis zu 200 mm dicke Dämmlage aus Styrodur aufgebracht.

Ein Nachweis zum Tauwasserschutz nach DIN 4108-3 ist auf jeden Fall zu führen, wenn weniger als 1/3 des gesamten Wärmedurchlasswiderstandes unterhalb der Dachabdichtung erwartet wird.

Eine Trennlage auf der Stahlbetondecke ist nicht erforderlich. Abhängig von den klimatischen Randbedingungen kann oft auch die Dampfsperre entfallen.

Beim Duodach kann gemäß Zulassung und DIN 4108-2 der  $\Delta U$ -Zuschlagswert entfallen, wenn unterhalb der Dachabdichtung mehr als 50 % des Wärmedurchlasswiderstandes vorhanden ist.

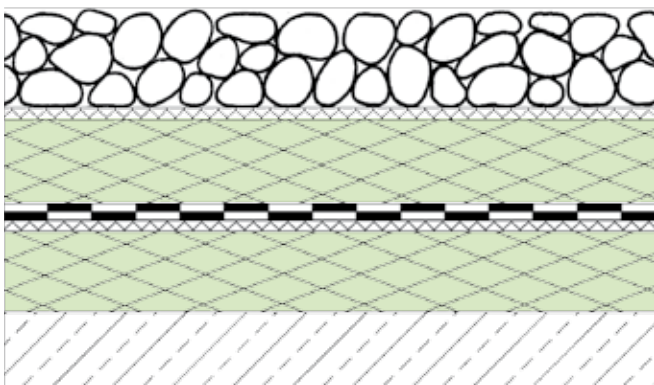


Abb. 42: Ausführung des Duodachs mit Kiesschüttung.

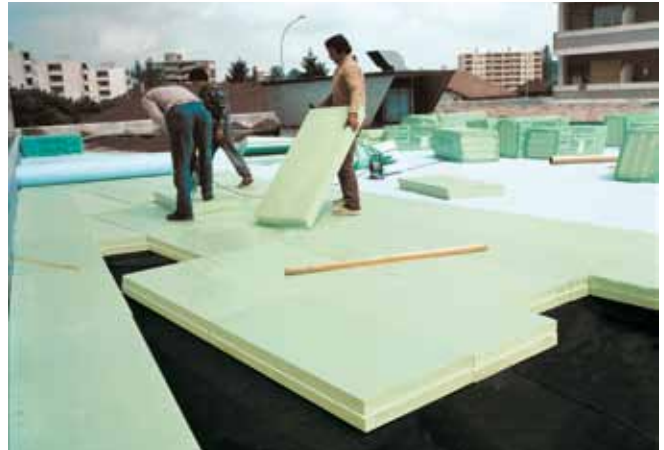


Abb. 43: Verlegung von Styrodur® beim Duodach.



Abb. 44: Attika-Dämmung mit Styrodur.



Abb. 45: Verlegung von Styrodur oberhalb der Dachabdichtung.

## Plusdach

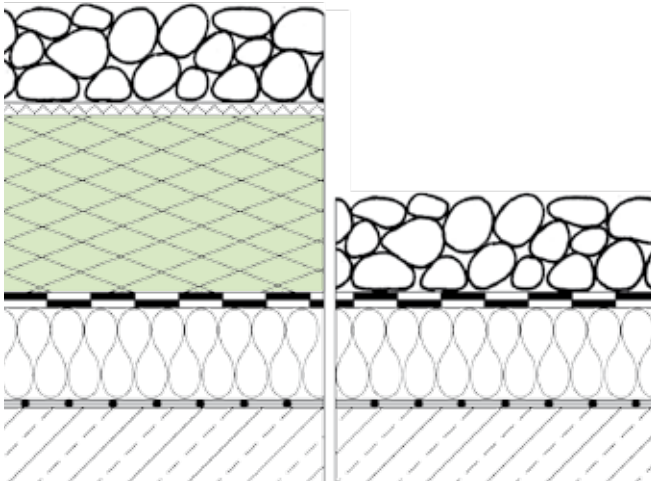


Abb. 46: Links neuer Zustand eines Plusdaches, rechts alter Zustand des Warmdaches.

Die Plusdachkonstruktion eignet sich hervorragend, um ein vorhandenes, ungenügend gedämmtes Warmdach auf den heutigen Wärmeschutzstandard zu bringen (Abb. 46, links). Das Plusdach kann zur Sanierung auf einem vorhandenen Warmdach als ein- oder zweilagiges UK-Dach ausgeführt werden, wenn die Voraussetzungen wie z. B. Gefälle usw., den Zulassungsprinzipien entsprechen.

Um ein bestehendes bekiesetes Warmdach in ein Plusdach mit Styrodur® umzuwandeln, sind folgende Arbeitsschritte erforderlich:

- Die vorhandene Kiesschicht wird abschnittsweise abgetragen und auf dem Dach gelagert. Die statischen Erfordernisse sind zu berücksichtigen.
- Die vorhandene Dachabdichtung ist auf undichte Stellen zu untersuchen. Beschädigungen und Fehlstellen sind fachgerecht auszubessern.
- Anschlüsse an aufgehendem Mauerwerk, Lichtkuppeln, Entlüftungstutzen und Dachrandverwahrungen sind zu prüfen.
- Anschlüsse an aufgehenden Bauteilen sind mindestens 15 cm über die Oberkante der Kiesschüttung bzw. des fertigen Plusdaches zu führen. Bei Dachrandverwahrungen reduziert sich dieses Maß auf mindestens 10 cm. Gegebenenfalls sind Anschlüsse (Abb. 48) zu erhöhen.

- Danach erfolgt die Verlegung der Styrodur-Platten, die mit einem Geotextil abgedeckt werden. Bei der zweilagigen Verlegung mit Kiesschicht ist laut DIBt Zulassung Z-23.4-222 oberhalb der Styrodur-Platten eine wasserableitende, diffusionsoffene Trennlage anzuordnen.
- Auf die Dämmschicht kann abschnittsweise der zwischengelagerte Kies verteilt werden (Abb. 47), bis die gesamte Dachfläche energetisch saniert ist.

Sofern es die Tragfähigkeit der Unterkonstruktion zulässt, kann ein zu sanierendes Warmdach auch in ein begrüntes UK-Dach umgewandelt werden. Die vorhandene Dachabdichtung ist auf Wurzelfestigkeit zu untersuchen. Falls erforderlich, ist eine zusätzliche Lage Wurzelschutzbahn einzubauen.



Abb. 47: Saniertes UK-Dach als Plusdachkonstruktion.



Abb. 48: Kiesdach.

## Gründach

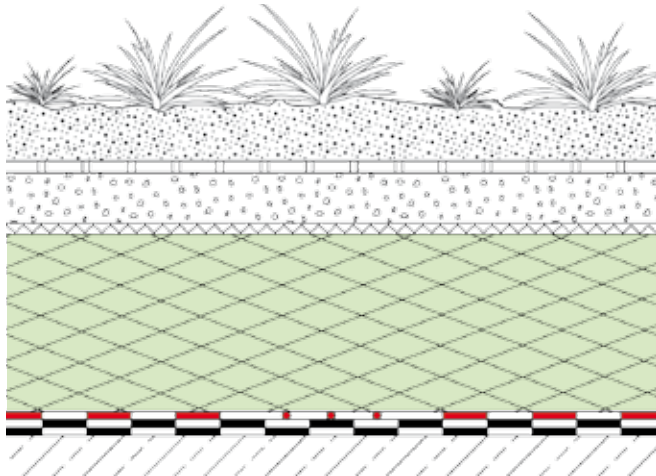


Abb. 49: Ausführung des Gründachs.

Eine extensive oder intensive Dachbegrünung mit Wasserflächen, Wegen und Plätzen lässt sich auf jeder funktionsfähigen UK-Dachkonstruktion aufbringen (Abb. 49). Die Unterkonstruktion ist auf die statische Tragfähigkeit zu überprüfen. Oberhalb der Wärmedämmschicht aus Styrodur®-Platten muss eine diffusionsoffene Schicht angeordnet sein. Bei der Ausführung sind die Hinweise der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Z-23.4-222 zu beachten.

Gegenüber einem Warmdachaufbau bietet eine begrünte UK-Dachkonstruktion mehrere Vorteile:

- Die Wärmedämmung schützt die durchwurzelungsfeste Abdichtung vor thermischen Beanspruchungen (Abb. 50).
- Während der Bauphase bietet das Dämmpaket einen zuverlässigen Schutz vor mechanischen Einwirkungen.
- Wenn während der Nutzungsphase die Begrünung mit einer

Harke oder einem anderen Gerät gepflegt wird, bietet die Dämmschicht Schutz für die darunterliegende Dachabdichtung (Abb. 51).

- Bei einem UK-Gründach lassen sich die Gewerke klar trennen. Der Dachdecker übernimmt die Abdichtung und Wärmedämmung, der Dachgärtner ist für die Substratschicht und die Begrünung verantwortlich. Das vereinfacht die Bauabnahme und die Gewährleistung.
- Häufig bieten Unternehmen Gründächer auch als Gesamtsystem an.

Dämmstoffe aus Extruderschaumplatten dürfen beim UK-Dach nicht dauerhaft von Regenwasser überstaut werden. Um dem bauphysikalischen Prinzip des UK-Daches gerecht zu werden, ist zwischen der Wasseranstauebene und den Styrodur-Platten eine diffusionsoffene Schicht vorzusehen. Diese kann zum Beispiel aus Styropor-Formteilplatten bestehen (Abb. 52). Die eierkartonartige Formgebung (z. B. Zinco WD 65-H / WD 120-H) staut das Regenwasser auf der Oberseite an und leitet das überschüssige Wasser längs der Hohlräume an der Unterseite ab.

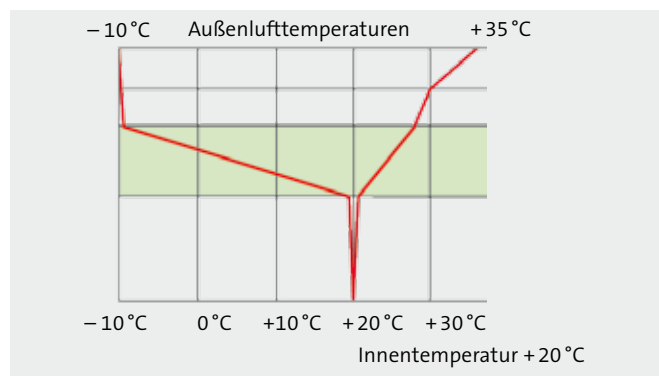


Abb. 50: Temperaturverlauf in einem UK-Gründachaufbau.

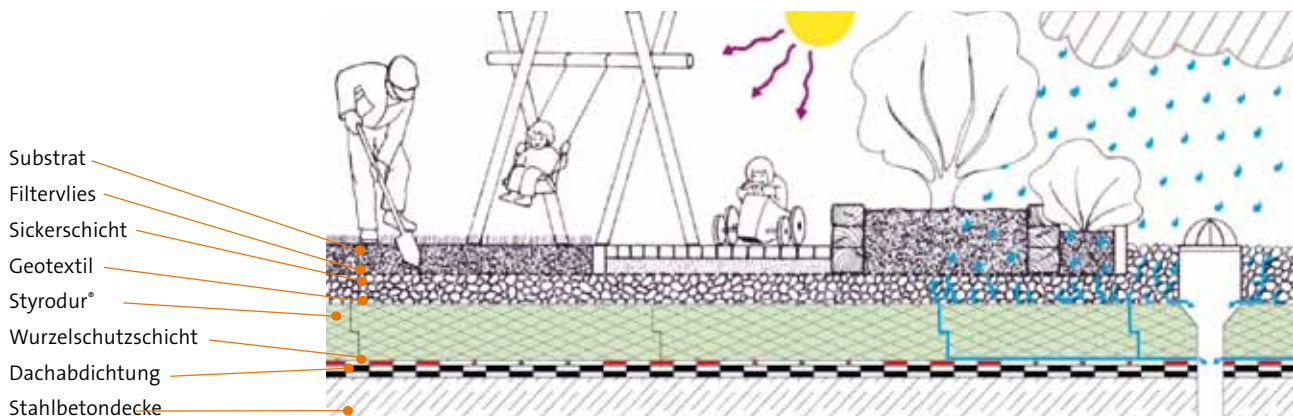


Abb. 51: Beanspruchung eines Gründachs.

Eine andere Variante stellt die begrünte und begehbare Dachterrasse (Abb. 53 / 54) dar. Bei diesem Dachaufbau liegt über der Wärmedämmung aus Styrodur® ein Vlies, auf das eine Dränschicht folgt. Diese Dränschicht leitet das überschüssige Regenwasser ab und bietet den Extruderschaumplatten eine diffusionsoffene Abdeckung an der Oberseite. Über der Kiesdränschicht kann der weitere Aufbau nahezu beliebig variieren. Ein Teil des Daches kann mit einem Wasserbecken aus verschweißten Folien überbaut werden. In anderen Bereichen können mit Terrassenbelägen in Bettungssand auf Filtervlies ausgestattet oder mit Filtervlies und Pflanzsubstrat für eine Dachbegrünung belegt werden.

Der Planer hat dafür Sorge zu tragen, dass die Dachkonstruktion das Gewicht des Substrates (Tabelle 10) und die unter Umständen durch Wachstum ansteigende Last der Pflanzen aufnehmen kann. Die im UK-Dach verwendeten Styrodur-Platten 3035 CS, 4000 CS oder 5000 CS weisen je nach Materialtyp zulässige Dauerdruckspannungen von 130, 180 oder 250 kPa auf. Dies entspricht einer Lasteinwirkung zwischen 13, 18 oder 25 Tonnen pro Quadratmeter.

Tabelle 10: Lastannahmen der Vegetationsformen (FLL Dachbegrünungsrichtlinie 2008)		
Vegetationsform	Lastannahme	
Extensivbegrünung	kN/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>
Moos-Sedum-Begrünungen	0,10	10
Moos-Sedum-Begrünungen		
Sedum-Kraut-Gras-Begrünungen		
Gras-Kraut-Begrünungen (Trockenrasen)		
Einfache Intensivbegrünung		
Gras-Kraut-Begrünungen (Grasdach, Magerwiese)	0,15	15
Wildstauden-Gehölz-Begrünungen	0,10	10
Gehölz-Stauden-Begrünungen	0,15	15
Gehölz-Begrünungen bis 1,5 m Höhe	0,20	20
Intensivbegrünung		
Rasen	0,05	5
Niedrige Stauden und Gehölze	0,10	10
Stauden und Sträucher bis 1,5 m Höhe	0,20	20
Sträucher bis 3 m Höhe	0,30	30
Großsträucher <sup>1)</sup> bis 6 m Höhe	0,40	40
Kleinbäume <sup>1)</sup> bis 10 m Höhe	0,60	60
Bäume <sup>1)</sup> bis 15 m Höhe	1,50	150

<sup>1)</sup> Angaben bezogen auf die Fläche der Kronentraufe.



Abb. 52: Styropor®-Formteilplatten zur Wasserrückhaltung und Drainage eines begrünten Umkehrdaches mit Styrodur®.



Abb. 53: Begrünte und begehbare Dachterrasse mit Anstaubewässerung in Folienteichen über einer Umkehrdachkonstruktion mit ganzflächiger Kiesdränschicht.



Abb. 54: Mit einem Gründach auf Styrodur® lassen sich lebendige Stadtlanschaften realisieren.

#### Hinweis:

Weitere Hinweise zur Ausführung von begrünten Dachflächen sind in der „Richtlinie für die Planung, Ausführung und Pflege von Dachbegrünungen – Dachbegrünungsrichtlinie“ (Ausgabe 2008) der Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V. (FLL) enthalten. [www.fll.de](http://www.fll.de)

### Extensive Dachbegrünung

Eine extensive Begrünung (Abb. 55) erfordert den geringsten Pflegeaufwand – ein bis zwei Kontrollgänge pro Jahr genügen.

Die Bewässerung und die Nährstoffversorgung erfolgen weitgehend über natürliche Prozesse.

Nur während der Anwachsphase benötigt die Bepflanzung eine zusätzliche Bewässerung. Eine extensive Begrünung besteht ausschließlich aus trockenresistenten Pflanzen, die sich besonders gut an extreme Standortbedingungen anpassen und sich problemlos regenerieren können – also flächendeckende, niedrige Pflanzen (Wachstumshöhe bis maximal 15 cm). Die Substratschichtdicke misst in der Regel zwischen 6 und 16 cm.

Bei extensiven Begrünungen wird die Substratschicht durch die darunter liegende Dränschicht entwässert. Zwischen beiden Schichten muss ein Filtervlies liegen. Verschiedene Dachbegrünungsunternehmer bieten auch Substratschichten an, die sowohl Nährboden für die Pflanzen sind als auch, bedingt durch ihren Kornaufbau, als Dränschicht das Überschusswasser abführen. Häufig enthalten solche bifunktionalen Substratschüttungen Blähtone oder Blähschiefer. Generell muss der Planer die Eigenschaften der Substratmischungen auf die vorgesehenen Pflanzenarten und deren Erscheinungsbild bereits in der Planungsphase abstimmen.

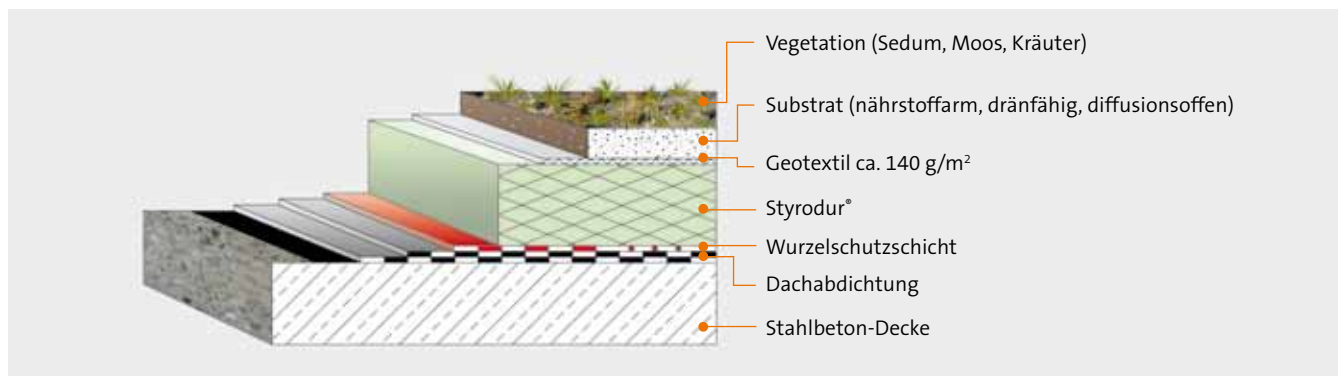


Abb. 55: Schnitt durch ein extensiv begrüntes Umkehrdach.



Abb. 56: Verlegung von Styrodur®-Platten unter extensiver Dachbegrünung.



Abb. 57: Extensive Dachbegrünung mit trockenresistenten Pflanzen.

### Intensive Dachbegrünung

Intensive Dachbegrünungen (Abb. 58) kann man in einfache und in aufwendige Intensivbegrünung unterteilen. Einfache Intensivbegrünungen erfordern einen mäßigen Pflegeaufwand. Bei der Nutzung und Gestaltung muss man von Pflanzen mit verhaltenen Ansprüchen an den Schichtenaufbau sowie an die Wasser- und Nährstoffversorgung ausgehen. Denkbar sind Gräser, Stauden und Gehölze bis 1,5 m Höhe.

Aufwendige Intensivbegrünungen sind dagegen sorgfältig zu planen und erfordern regelmäßige Pflege durch einen Gärtner. Es muss gewässert, gedüngt, gemäht und Unkraut gejätet werden. Die Substratschichtdicke liegt, nutzungsabhängig, in der Regel zwischen zehn und sechzig Zentimeter. Die Wachstumshöhe liegt üblicherweise im Bereich von bis zu drei Metern. Hinsichtlich Nutzung und Gestaltung solcher Dächer sind kaum Grenzen gesetzt.



Abb. 58: Intensiv begrüntes Umkehrdach.

Zur Bepflanzung eignen sich Pflanzen aus der Extensiv- und der einfachen Intensivbegrünung, Zierrasen, anspruchsvolle Stauden und Sträucher zwischen drei und sechs Meter Höhe sowie kleine und große Bäume.

Um ein begrüntes UK-Dach – egal ob extensiv oder intensiv bepflanzt – dauerhaft funktionsfähig zu halten, sind für jede Funktionsschicht bestimmte Punkte zu beachten.

### Wurzelschutz der Dachabdichtung

Bei begrünten Dächern stoßen die Wurzeln, dem Wasser folgend, bis zur Abdichtung vor. Damit diese die Abdichtung nicht durchdringen und damit beschädigen, sollten nur Dachabdichtungsbahnen verwendet werden, bei denen die Wurzelschutzfestigkeit nachgewiesen ist. Die Fachvereinigung Bauwerksbegrünung e. V. (FBB) verfügt über eine Liste aller nach dem FLL-Verfahren geprüften wurzelfesten Bahnen und Beschichtungen (WBB). Die aktuellen Produkt- und Herstellerangaben können bei FBB ([www.fbb.de](http://www.fbb.de)) abgefragt werden.

Bei einem UK-Gründach darf die Wurzelschutzbahn auf keinen Fall über den Wärmedämmplatten aus extrudiertem Polystyrol-Hartschaumstoff verlegt werden. Sie würde hier wie eine Dampfsperre an der falschen Seite wirken und zur Feuchtigkeitsanreicherung im Dämmstoff führen.

### Filter- und Sickerschicht = Dränung

Die Vegetationsschicht eines Gründaches sollte möglichst viel Wasser speichern können, damit die Pflanzen während einer anschließenden Trockenperiode noch ausreichend mit Wasser versorgt sind. Überschüssiges Wasser muss dagegen über eine Sickerschicht zum Dränrohr und/oder zum Dachgully abgeführt werden. Die Sickerschicht ist somit ein Teil der Drän-schicht. Damit aus dem Pflanzsubstrat keine Feinteile in die Sickerschicht eindringen und diese zusetzen, muss zwischen Substrat- und Sickerschicht ein Filtervlies eingefügt werden. Üblich sind Kunstfaservliese aus Polypropylen- oder Polyesterfasern mit einem Flächengewicht von etwa 140 g/m<sup>2</sup>. Glasvliese eignen sich nicht, da sie von der Alkalität des Bodens und vom Wasser angegriffen werden.

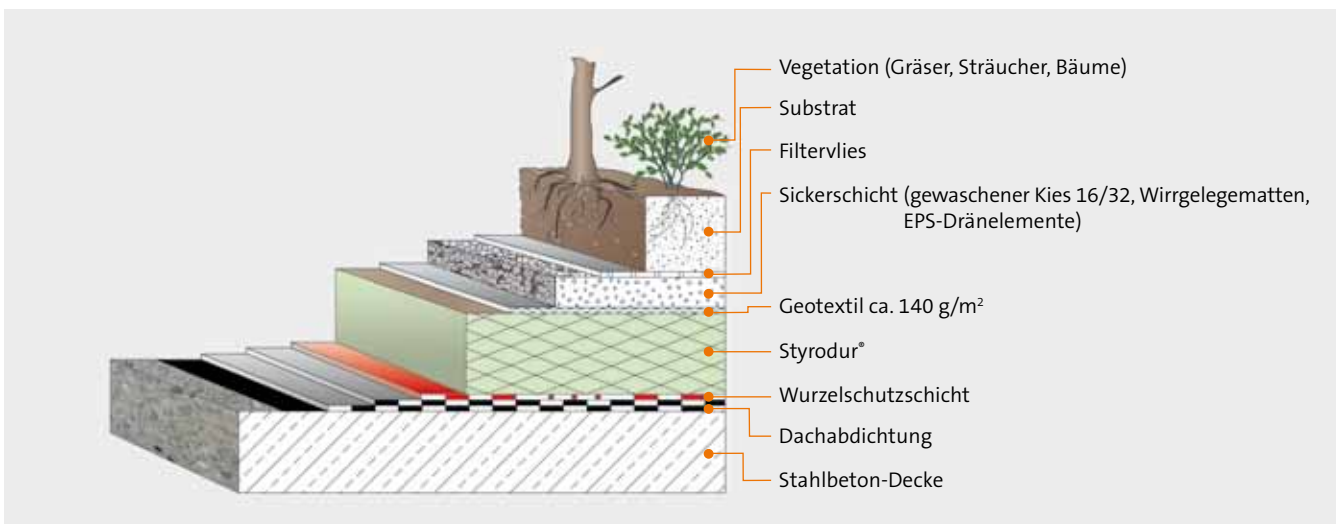


Abb. 59: Schnitt durch ein intensiv begrüntes Umkehrdach.

## Die Funktionen der Sickerschicht im UK-Dach

Überschusswasser, das von der Vegetationsschicht nicht gespeichert werden kann, wird von der Dränschicht flächig aufgenommen und entsprechend dem Dachgefälle horizontal zu einem Dränrohr oder zu einem Dacheinlauf geführt (Abb. 60).

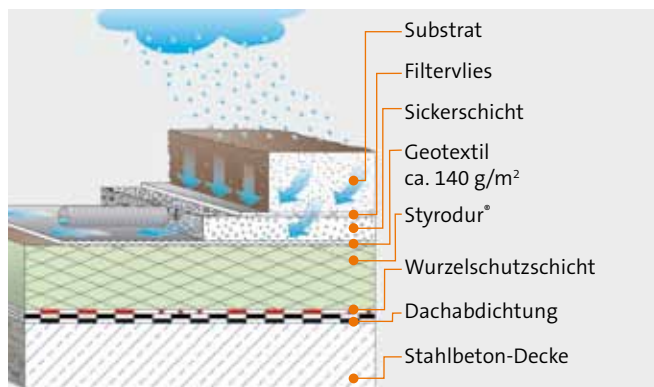


Abb. 60: Schichtenaufbau eines begrünten Umkehrdaches mit Dränschicht zur flächigen Wasseraufnahme und alternativ mit Dränleitung.

Beim UK-Dach muss die Sickerschicht nicht nur das Regenwasser abführen, sondern auch die Diffusionsoffenheit über dem Dämmstoff garantieren. Der durch die Wärmedämmschicht hindurchdiffundierende Wasserdampf muss in die Sickerschicht austreten und dort kondensieren können. Dieses Tauwasser kommt bei bestimmten klimatischen Verhältnissen im Schichtenaufbau des Gründaches der Substratschicht und damit den Pflanzen zugute. Falls das Substrat gesättigt ist und kein Tauwasser mehr aufnehmen kann, wird dieses zum Gully geleitet oder es schlägt sich erneut auf der Dachabdichtung nieder. Von dort gelangt es wieder in den Diffusionskondensationskreislauf.

Die Dränschicht muss den Druck des darüberliegenden Pflanzsubstrats, den sonstigen Aufbauten sowie der Verkehrslast bei Nutzung, z. B. bei einem begehbaren Gründach, aufnehmen. Sie sollte möglichst leicht sein, um die Unterkonstruktion nicht zusätzlich zu belasten. Zudem muss sie frostbeständig und verrottungsfest sein.

Folgende Materialien sind als Sickerschichten geeignet:

### Sickerschicht aus Betondränsteinen

Dränsteine aus Beton sind nur bei dickeren Pflanzsubstratschichten sinnvoll. Grundsätzlich eignen sie sich nur bedingt für Dachbegrünungen, da sie unter Umständen zu Bauschäden führen können. Der ständige Wasseranfall wäscht Kalk aus dem Betondränkörper, der sich als Kalkhydrat in den Dacheinläufen und Fallrohren absetzen kann. Die Folge sind Versinterungen, die bis zur vollständigen Verstopfung der Einläufe führen können.

### Sickerschichten aus Schüttstoffen (z. B. Kies, Blähton, Blählava)

Besonders bei Extensivbegrünungen mit sehr dünnen Substratschichten sind Kiessickerschichten häufig die einzige Möglichkeit um die vorgeschriebene Auflast von  $100 \text{ kg/m}^2$  zu erreichen. Bei einer Intensivbegrünung mit sehr dicken Substratschichten sind dagegen Sickerschichten aus Blähton oder Blählava wegen ihres im Vergleich zu Kiessickerschichten geringeren Gewichtes zu bevorzugen.

Besonders leicht sind Sickerschichten aus Schaumkunststoffen, aus EPS-Dränplatten oder Matten aus Kunststoff-Wirrgelege (z. B. aus Polypropylen). Auch Recyclingprodukte in Form von Schaum- und Kunststoffschnepselmatten sind geeignet.

Die genannten Sickerschichten stellen im technischen Sinne bereits komplette Dränschichten dar. Bei dem Wirrgelege aus Polypropylen ist auf der Ober- und Unterseite ein filterstabiles Vlies aufgebracht, wodurch die Einheit eines Dränelementes in Form einer Matte entsteht. EPS-Dränplatten benötigen in der Regel keine Vliesauflagen, da ihre Schaumstruktur filterstabil ist. Damit erfüllen sie gleichermaßen die Anforderungen, die an Sicker- und Filterschichten gestellt werden.

Bei Dränelementen aus Kunststoff ist zu berücksichtigen, dass die dauerhafte Belastung aus der Vegetationsschicht einschließlich Verkehrslasten im Laufe der Zeit zu einer Dickenreduktion (Stauchung) führen kann. Bei verformbaren Dränelementen ist daher für den Nachweis des Wasserabflusses die Dicke des Elementes anzunehmen, die sich in Abhängigkeit von der Belastung voraussichtlich nach fünfzig Jahren ergeben wird. Bei einer Belastung von beispielsweise  $10 \text{ kN/m}^2$  dürfen im Regelfall als Abflussquerschnitt nur sechzig bis achtzig Prozent der ursprünglichen Einbauhöhe angesetzt werden (Abb. 61). Für vorgefertigte Dränelemente aus Kunststoffen halten die Hersteller die entsprechenden Angaben bereit.

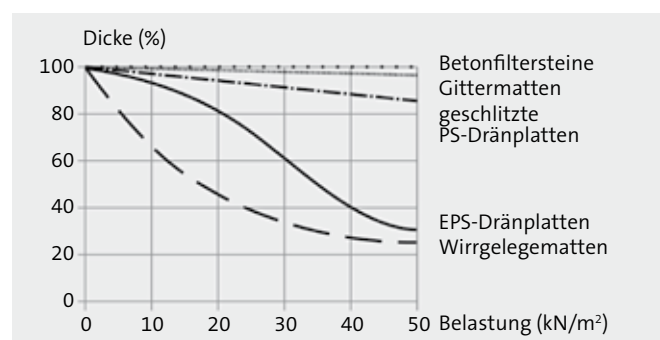


Abb. 61: Zeitstandverhalten verschiedener Dränelemente nach 50 Jahren. Dickenänderung in Abhängigkeit von der Belastung.

## Dachentwässerung und Dacheinläufe

Die Dränschicht muss die gesamte Dachfläche bis zu den angrenzenden Bauteilen, wie Brüstungen oder aufgehende Wände, vollständig bedecken. Sofern Dacheinläufe mit einem Durchmesser von mehr als 100 mm vorhanden sind, lassen sich Teilflächen bis maximal 150 m<sup>2</sup> zu einer Dräneinheit zusammenfassen. Die Dachfläche muss insgesamt ein Gefälle von mindestens 2,5 % aufweisen.

Bei sehr weit voneinander angeordneten Dacheinläufen besteht die Gefahr, dass sich das überschüssige Wasser in der Dränschicht anstaut. In diesem Fall sind Dränleitungen vorzusehen. Dacheinläufe sollen von aufgehenden Bauteilen mindestens einen Meter entfernt sein, um einen einwandfreien Einbau zu gewährleisten. Beim UK-Dach sind nur Dacheinläufe mit mindestens zwei Entwässerungsebenen zulässig. Sowohl das Wasser aus der Ebene über der Dachabdichtung als auch das überschüssige Wasser aus der Dränschicht muss ungehindert in den Gully ablaufen können. Gleiches gilt für das aus einem Regenguss anfallende Wasser, das auf gefrorenes Erdreich fällt.

Die Anzahl der notwendigen Dacheinläufe und deren Bemessung erfolgt nach DIN EN 12056-3 und DIN 1986-100 „Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke“. Unabhängig von der Größe der Dachfläche sind mindestens zwei Abläufe erforderlich. Dränschichten aus Kies (Abb. 62 und 63) führen direkt bis zum Dacheinlauf. In der Substratebene verhindert ein um den Einlauf angelegter, dreißig Zentimeter breiter Kiesstreifen, dass die Pflanzen den Gully überwuchern und somit die Revision erschweren.

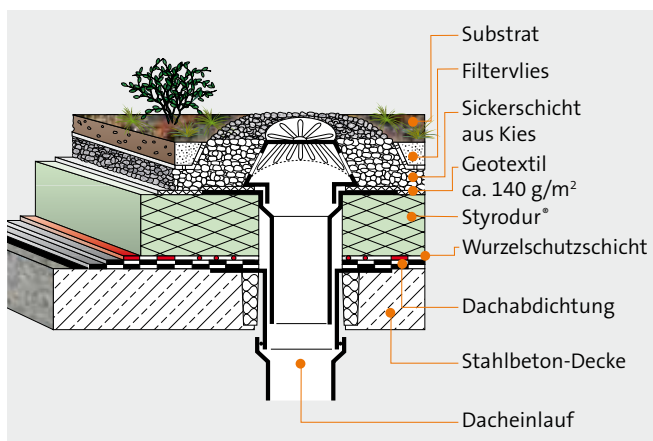


Abb. 62: Dacheinlauf eines UK-Gründaches mit einer Sickerschicht aus Kies.

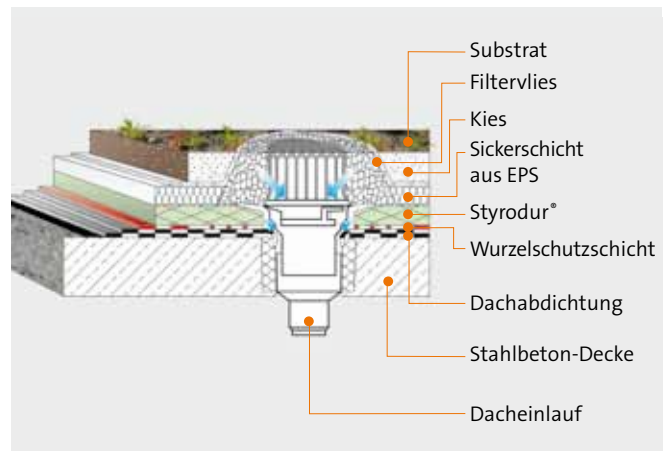


Abb 63: Dacheinlauf bei einem UK-Gründach mit einer Dränschicht aus EPS-Dränplatten.

Bei intensiven Dachbegrünungen mit höheren Substratschichtdicken ist ein Dacheinlauf mit Kontrollschacht erforderlich. An Kontrollschächte aus Beton- oder Kunststoffformteilen lassen sich Dränleitungen ohne großen Aufwand anschließen. Sie sind damit ebenfalls jederzeit frei zugänglich, was die Revision und gegebenenfalls die Reinigung erleichtert (Abb. 64).

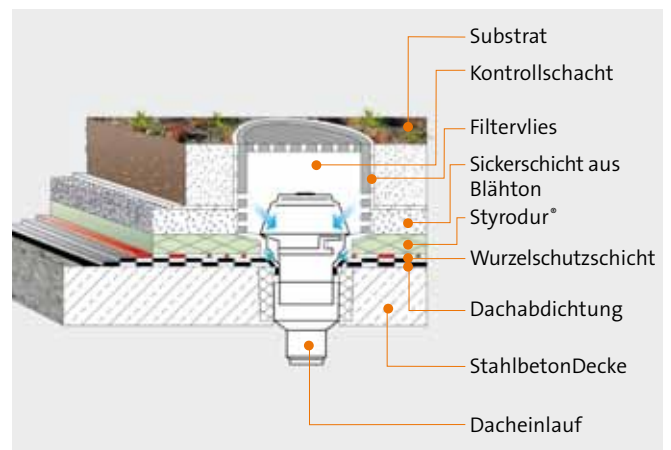
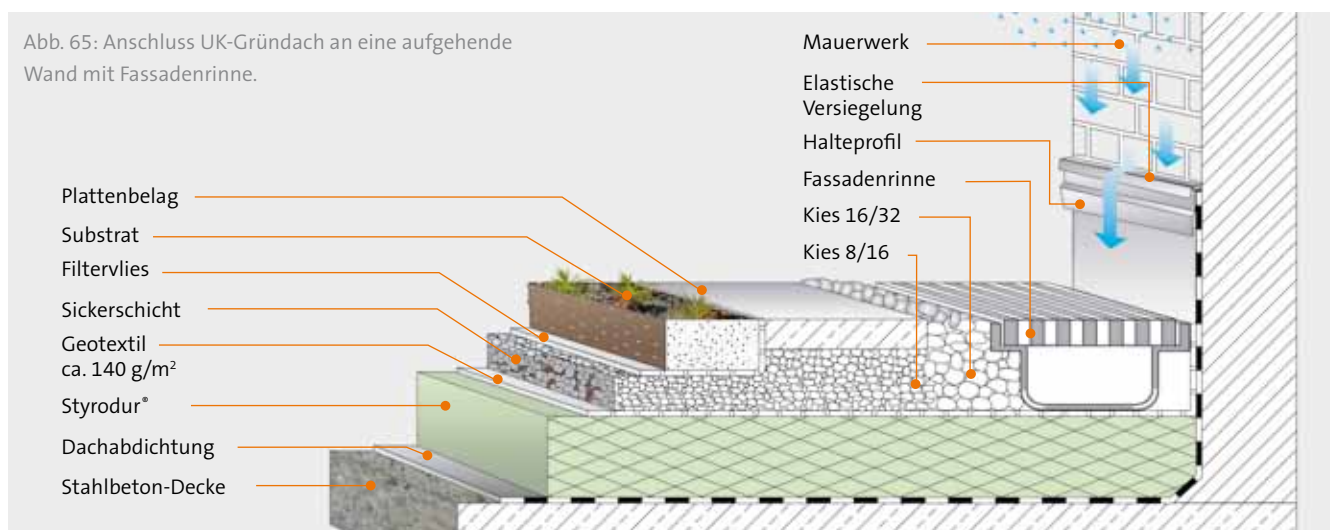


Abb. 64: Dacheinlauf mit Kontrollschacht bei einem UK-Dach mit Intensivbegrünung und einer Sickerschicht aus Blähton.

Abb. 65: Anschluss UK-Gründach an eine aufgehende Wand mit Fassadenrinne.



Wenn Gründächer von aufgehenden Fassaden begrenzt werden, sollte der Planer am Fußpunkt der betreffenden Fassade Rinnen vorsehen. Die Rinnen gewähren den raschen und gezielten Abfluss des an den Fassaden konzentriert anfallenden Regenwassers, ohne den Gründachaufbau zusätzlich zu durchnässen. Fassadenrinnen vor Fenstern und Terrassentüren führen zudem rückstauendes Wasser ab, bevor es durch die Fugen eindringen kann (Abb. 65).

#### Pflanzsubstrat

Die Auswahl und Zusammenstellung des Pflanzsubstrates, auch Vegetationsschicht genannt, ist eine sehr diffizile und komplexe planerische Aufgabe, die der Architekt einem Spezialisten, wie beispielsweise einem Garten- und Landschaftsplaner oder einem Dachgärtner überlassen sollte.

Die vegetationstechnischen Zielsetzungen der angestrebten Vegetationsart und Vegetationsform sind genauso gründlich vorzuplanen wie die bereits aufgeführten bautechnischen Erfordernisse. Daneben ist zu überlegen, wie sich die Funktion des Gründaches dauerhaft sicherstellen lässt und welche Dimensionen der Aufwand für die Entwicklungs- und Unterhaltungspflege annimmt.

Sobald Bauherr und Planer diese Randbedingungen festgelegt haben, steht die Auswahl der physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften sowie die für das Pflanzenwachstum erforderliche Stoffauswahl und Dimensionierung der Vegetationsschicht an. Die intensiv durchwurzelbare und strukturstabile Substratschicht muss einsickerndes Wasser in ausreichenden Mengen speichern und dabei für die jeweilige Vegetationsform genügend Luft einschließen.

#### Windsogsicherheit und Erosionsschutz

Bei extensiven und intensiven Dachbegrünungen übernimmt der Begrünungsaufbau die Funktion der Windsogsicherung. Häufig reicht das Gewicht des Begrünungsaufbaus nicht aus, um im gefährdeten Rand- und Eckbereich des Daches dem Windsog entsprechende Kräfte entgegenzusetzen. Hier hilft eine zusätzliche Kiesauflast/Betonplatten oder eine Kombination aus Auflast und mechanischer Befestigung.

Windlasten sind in der DIN 1055-4, DIN EN 1991-1-4 sowie Deutsches Dachdeckerhandwerk – Regelwerk – „Hinweise zur Lastermittlung“ vom Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks geregelt. Die erforderliche Auflast zur Sicherung gegen Windsog ist gemäß allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung Nr. Z-23.4-222 anzusetzen. Ein Kiesstreifen entlang der Attika übernimmt zudem die Brandschutzfunktion und verhindert, dass der Dachrand von Pflanzen überwuchert wird. In Tabelle 11 sind Regelschichtdicken und Flächenlasten für unterschiedliche Vegetationsformen zusammengestellt (FLL-Richtlinie, Hinweis Seite 17). Diese Werte können von Objekt zu Objekt stark abweichen. Während der Einbau- und Anwuchsphase kann Wind einzelne Schichten des Gründachaufbaus abheben bzw. abtragen. Dies lässt sich mit lagestabilen Vegetationssubstraten mit höherer Lastannahme verhindern.

Zusätzlich kann aufgebracht Splitt aus Hartgestein die Lagestabilität von feinstrukturierten Vegetationssubstraten verbessern. Am einfachsten lässt sich die Erosionsgefahr mit standortgerechten Pflanzen sowie durch Vegetations- und Anzuchtformen mit schneller Flächendeckung mindern. An besonders „windexponierten“ Lagen vermindern Nassansaat und vorkultivierte Vegetationsmatten zusätzlich das Erosionsrisiko.

Tabelle 11: Regelschichtdicken und Flächenlasten verschiedener Vegetationsformen					
Vegetationsform	Dicke der Vegetationsschicht in cm			Lastannahme	
		Bei 2 cm Dränmatte	Bei 4 cm Schüttstoff*	kg/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>
<b>Extensivbegrünung, geringer Pflegeaufwand, ohne zusätzliche Bewässerung</b>					
Moos-Sedum-Begrünungen	2 - 5	4 - 7	6 - 9	0,10	0,10
Sedum-Moos-Kraut-Begrünung	5 - 8	7 - 10	9 - 12		
Sedum-Gras-Kraut-Begrünung	8 - 12	10 - 14	12 - 16		
Gras-Kraut-Begrünung (Trockenrasen)	≥ 15	≥ 17	≥ 19		
<b>Einfache Extensivbegrünung, mittlerer Pflegeaufwand, periodische Bewässerung</b>					
Gras-Kraut-Begrünung (Grasdach, Magerwiese)	≥ 8	≥ 10	≥ 12	15	0,15
Wildstauden-Gehölz-Begrünung	≥ 8	≥ 10	≥ 12	10	0,10
Gehölz-Stauden-Begrünung	≥ 10	≥ 12	≥ 14	15	0,15
Gehölz-Begrünungen	≥ 15	≥ 17	≥ 19	20	0,20
<b>Aufwendige Intensivbegrünung, hoher Pflegeaufwand, regelmäßige Bewässerung</b>		<b>Dicke der Dränschicht in cm</b>	<b>Gesamtdicke des Aufbaus in cm</b>		
Rasen	≥ 8	≥ 2	≥ 10	5	0,05
Niedrige Stauden-Gehölze-Begrünung	≥ 8	≥ 2	≥ 10	10	0,10
Mittelhohe Stauden-Gehölz-Begrünung	≥ 15	≥ 10	≥ 25	20	0,20
Höhere Stauden-Gehölz-Begrünung	≥ 25	≥ 10	≥ 35	30	0,30
Strauchpflanzungen	≥ 35	≥ 15	≥ 50	40	0,40
Baumpflanzungen	≥ 65	≥ 35	≥ 100	≥ 60	≥ 0,60

\* Bei 2–3 % Dachneigung; ab 3 % Dachneigung kann die Schichtdicke auf 3 cm reduziert werden

### Brandschutz

Für Dachbegrünungen hat die IS-ARGEBAU Bauministerkonferenz Brandschutzanforderungen erarbeitet, die als bauaufsichtlicher Erlass die jeweilige Landesbauordnung ergänzen. Intensivbegrünungen zählen demnach zu den „harten Bedachungen“.

Extensivbegrünungen gelten als ausreichend widerstandsfähig, wenn die mineralische Vegetationsschicht mindestens drei Zentimeter dick ist, die Vegetationsform nur eine geringe Brandlast darstellt und die Pflanzen von Dachdurchdringungen und aufgehenden Bauteilen mehr als 50 cm entfernt sind. Die Abstandsstreifen müssen aus massiven Betonplatten oder aus Grobkies der Körnung 16/32 mm bestehen (Abb. 66).



Abb. 66: Kiesstreifen am Dachrand und an Dachdurchdringungen.

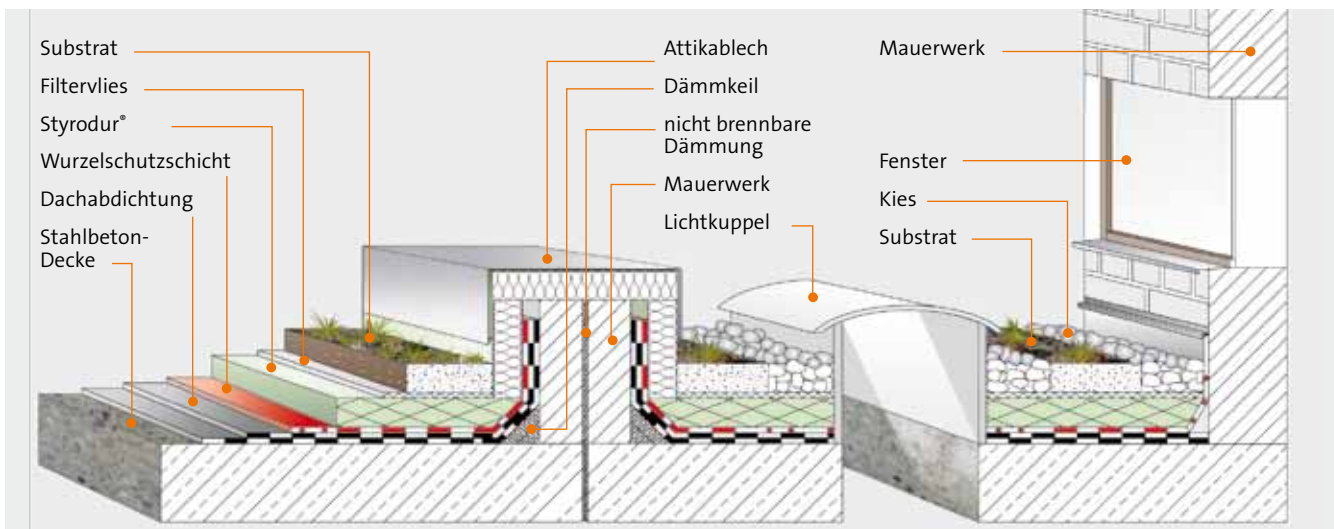


Abb. 67: Brandabschnitt eines Flachdaches mit Extensivbegrünung.

Bei allen Gebäuden – auch bei Reihenhäusern – sind die Gebäudeabschlusswände, Brandwände oder Wände, die anstelle von Brandwänden zulässig sind, in Abständen von

höchstens vierzig Metern mindestens dreißig Zentimeter über Oberkante Substrat zu führen (Abb. 67).

## Terassendach

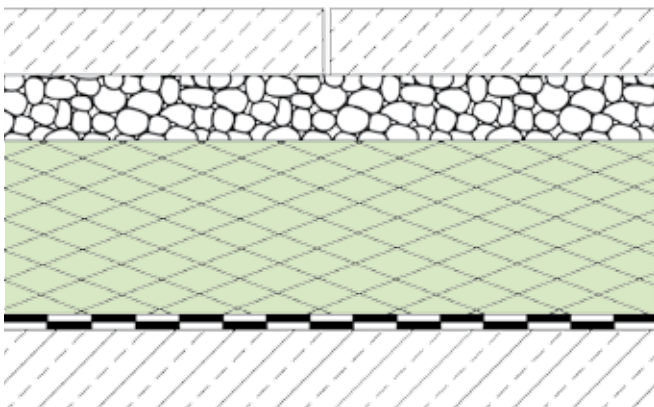


Abb. 68: Ausführung des Terrassendachs.

Beim Terrassendach nach DIN 4108-2 werden Dachabdichtung und Wärmedämmung wie beim bekiesten oder begrünten UK-Dach aufgebracht. Den Abschluss bildet ein lagestabiler und begehungssicherer Terrassenbelag aus Waschbetonplatten, vorgefertigten Keramikplatten, Pflastersteinen oder Rostkonstruktionen, die entweder auf Split oder auf Stelzlagern aufliegen. Dadurch entsteht zwischen der Wärmedämmung und dem Gehbelag eine diffusionsoffene Entspannungsschicht, die das problemlose Austreten des Wasserdampfes aus dem Dämmstoff gewährleistet.

Soll der Belag auf einem Splittbett aufliegen, sind die Styrodur®-Wärmedämmplatten durch ein Rieselschutzvlies zu schützen, damit keine Splittkörner in die Plattenfugen und unter die Platten gelangen können. Das Geotextil besteht aus Polypropylen- oder aus Polyesterfasern. Für ein UK-Dach eignen sich diffusionsoffene, filterstabile Vliese mit einem Flächengewicht von etwa 140 g/m<sup>2</sup>.

PE-Folien sind nicht diffusionsoffen und deshalb nicht geeignet. Auf das Geotextil folgt eine etwa drei Zentimeter dicke Schüttung aus frostbeständigem Splitt oder Feinkies, Körnung 3 bis 8 mm, auf der dann der Gehbelag verlegt wird (Abb. 68 und 69).

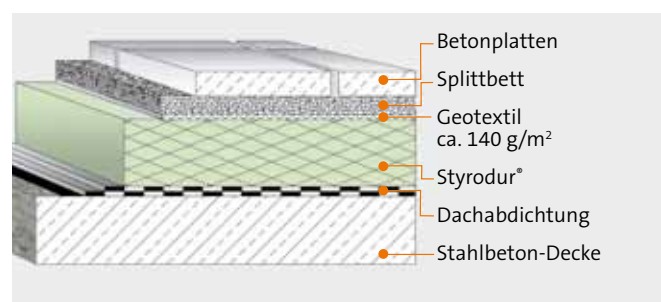


Abb. 69: Aufbau eines UK-Terrassendaches mit Betonplatten im Splittbett.

## Parkdach

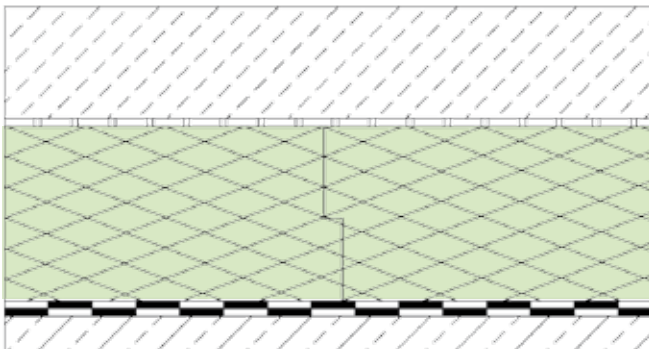


Abb. 70: Ausführung des Parkdachs.

Dächer von öffentlichen Gebäuden, von Kauf- und Warenhäusern sowie befahrbare Hofkellerdecken werden zunehmend als Parkdecks genutzt. Um den Wärmeabfluss aus dem darunterliegenden beheizten Bereich an die Außenluft so gering wie möglich zu halten, wird das Parkdach mit Styrodur® nach dem UK-Dachprinzip gedämmt (Abb. 70). Nach der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Z-23.4-222 sind folgende Ausführungsvarianten möglich:

- Vorgefertigte Betonplatten auf Stelzlager
- Verbundsteinpflaster auf Splitt verlegt
- Ortbetonplatten im Gefälle verlegt

Die druckfesten Styrodur C-Platten nehmen Belastungen durch parkende und fahrende Autos auf, wenn die nachfolgenden Ausführungshinweise eingehalten werden.

Abb. 71 links zeigt den Aufbau eines konventionellen Parkdaches mit Wärmedämmung. Bei dieser Konstruktion ist die Dachhaut im Bereich der Betonplattenfugen durch die dynamische Belastung des rollenden Rades besonders gefährdet. Bei einer UK-Dach-Konstruktion Abb. 71 rechts ist die Dachabdichtung vor dieser dynamischen Belastung durch die Dämmschicht geschützt.

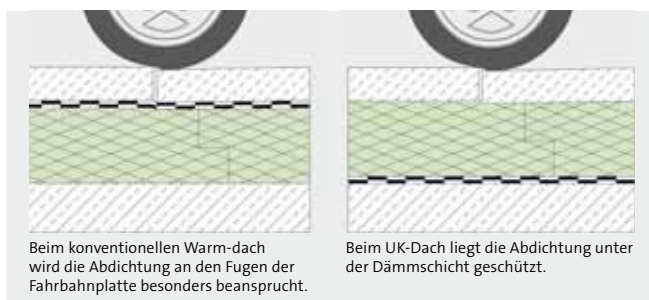


Abb. 71: Parkdach als konventionelles Warmdach und als UK-Dach. Während die Dachabdichtung beim Warmdach gefährdet ist, liegt sie beim UK-Dach geschützt.

Die zweite Verlegevariante sind Platten auf Stelzlager (Abb. 73) aus alterungs- und witterungsbeständigen Kunststoffen. Die Stelzlager stehen im Schnittpunkt der Terrassenplattenfugen. Abstandshalter gewährleisten ein gleichmäßiges Fugenbild. Das Wasser wird unter dem Plattenbelag auf dem Dämmstoff abgeführt.

Durch das über die offenen Fugen abfließende Oberflächenwasser stellt sich ein gewisser Selbstreinigungseffekt zwischen Wärmedämmplatten und Gehbelag ein. Trotzdem sollte man mindestens einmal im Jahr einige Platten des Belages abheben und mit einem Druckschlauch die Schmutzablagerungen im Zwischenraum wegschöpfen.

### Variante 1a: Aufgestellte großformatige Betonplatten

Auf die mit einem diffusionsoffenen Kunststoffvlies abgedeckten Styrodur-Platten werden bewehrte Betonfertigteileplatten (1500 x 2000 x 80 mm) verlegt. An den Ecken weisen die Platten jedoch eine Dicke von 100 mm auf. So entsteht unter den Betonplatten und über den Wärmedämmplatten ein 20 mm hoher Luftraum, über den die Feuchtigkeit ausdiffundieren kann (Abb. 72). Damit die Stahlbetonplatten bei Verkehrsbelastung nicht zu wandern beginnen, sind die Flanken mit Gummipuffern ausgestattet, welche die auftretenden Horizontalkräfte von Platte zu Platte übertragen.

Da das Gewicht der parkenden Autos nur punktuell über die Eckauflagen der Betonplatten – also einer relativ kleinen Fläche – auf die Dämmplatten übertragen wird, ist der Einbau von hoch druckfestem Styrodur 5000 CS erforderlich. Beim Verlegen der großformatigen Platten ist kein Höhenausgleich möglich, deshalb müssen Planer und Ausführende darauf achten, dass die Stahlbetondecke einschließlich der Abdichtung keine Verwölbungen aufweist und die Dämmplatten vollflächig und eben aufliegen.

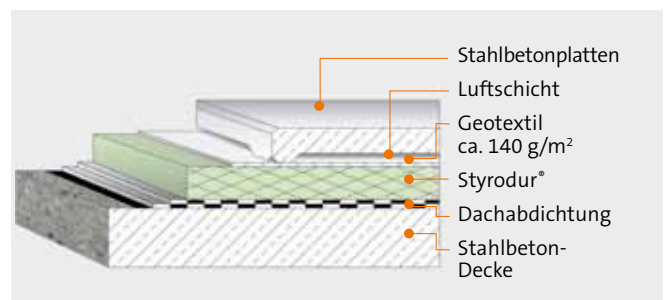


Abb. 72: Parkdach mit aufgestellten großformatigen Stahlbetonplatten.

### Variante 1b: Aufgestelzte kleinformatische Betonplatten

Der Belag eines Parkdaches kann auch aus kleinformatischen Betonplatten (600 x 600 x 80 mm) bestehen, die auf Stelzlager aufliegen, um den bauphysikalisch erforderlichen Luftraum zwischen der Dämmstoffoberseite und dem Fahrbelag zu gewährleisten (Abb. 73 und 74). Die Auflager können z. B. aus speziellen Kunststoffscheiben oder Gummigranulatplatten bestehen.

Mit den Unterlegscheiben aus Kunststoff oder Gummigranulat, die den Auflagen angepasst sind, können die Fahrbahnplatten sowohl in der Bauphase als auch während des Betriebs

in ihrer Höhenlage verändert werden. Wie bei Variante 1 sichern Fugenkreuze oder Gummipuffer an den Rändern die Betonplatten gegen Verschieben.

Die unter kontrollierten Herstellbedingungen vorgefertigten Betonplatten sind witterungs- und tausalzbeständig. Hochwertige Betonqualität und Systemlösungen mit geprüften und praxiserprobten konusartigen Spreizelementen sorgen für einen horizontal verspannten Fahrbelag, der witterungsunabhängig und in kürzester Zeit aufgebracht werden kann (Abb. 76).

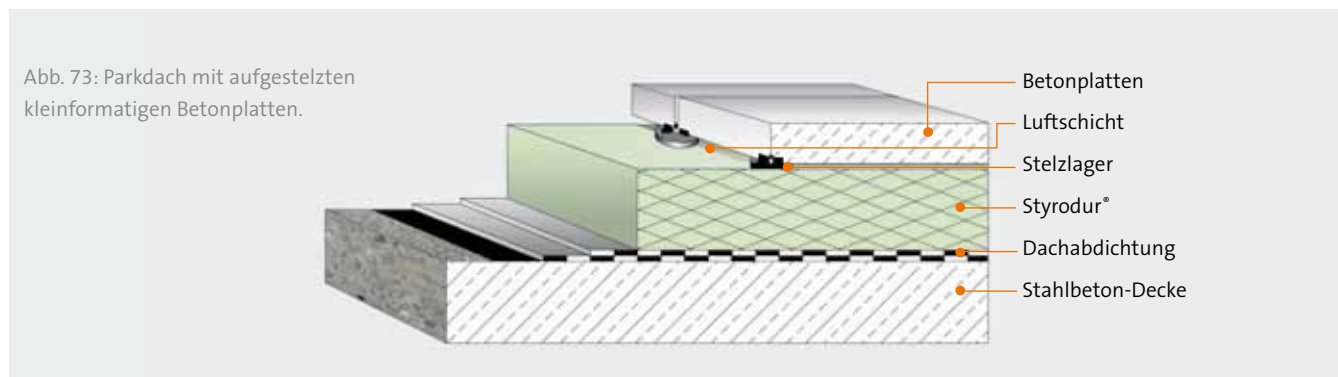


Abb. 74: Auf Styrodur® verlegte Betonplatten unter Verwendung von Aufstellersystem.



Abb. 75: Parkdach mit Betonplatten auf UK-Dach mit Styrodur. (Quelle: Fa. BTE Stelcon GmbH.)

## Variante 2: Parkdach mit Verbundsteinpflasterbelag

Der Aufbau entspricht bis zum diffusionsoffenen Kunststofffaservlies den zuvor beschriebenen Konstruktionen. Als Bettungsschicht für die Verbundpflastersteine wird ein kornabgestufter, frostbeständiger Splitt, Körnung 2/5 mm, empfohlen. Nach dem Abrütteln sollte die verdichtete Bettungsschicht ca. fünf Zentimeter dick sein. Das erforderliche Gefälle von > 2,5% muss bereits die Stahlbetondecke vorgeben.

Alle weiteren Schichten sind dann gleichbleibend dick und parallel zur Stahlbetondecke verlaufend.

Geeignete Beläge sind Betonstein-, Klinker- oder Natursteinpflaster. Als besonders günstig hat sich Verbundsteinpflaster mit einer Mindestdicke von zehn Zentimetern erwiesen (Abb. 76). Die Steinform des Verbundsteinpflasters ist für die Lagestabilität des Fahrbelages von entscheidender Bedeutung. Die Steine sollten an allen Rändern ineinander greifen und verzahnt sein, so dass sie, wenn sie im Verband verlegt sind, durch ihre Grundrissgeometrie das Öffnen der Fugen parallel zur Längs- und Querachse des Verbandes verhindern (Abb. 77).

Die Fugen zwischen den Verbundpflastersteinen müssen mit Fugensand der Körnung 0/2 mm gefüllt werden. Bis zur endgültigen Konsolidierung sind die Pflasterbeläge nachzusanden. Als besonders günstig hat sich für diesen Zweck Naturstein-Brechsand erwiesen.



Abb. 77: Steinformen für lagerstabile Pflasterflächen.

Für Parkdächer mit Belägen aus Verbundsteinpflastern eignet sich ausschließlich Styrodur® 5000 CS. Nur diese Dämmplatte verfügt neben der bei weitem ausreichenden Druckfestigkeit für die anstehenden Verkehrslasten auch über die erforderliche Steifigkeit, um beim Überfahren nicht unzulässig stark einzufedern. Größere elastische Verformungen des Dämmstoffes würden den Fahrbelag in eine vertikale Bewegung bringen und die Lagestabilität des gesamten Aufbaus gefährden.

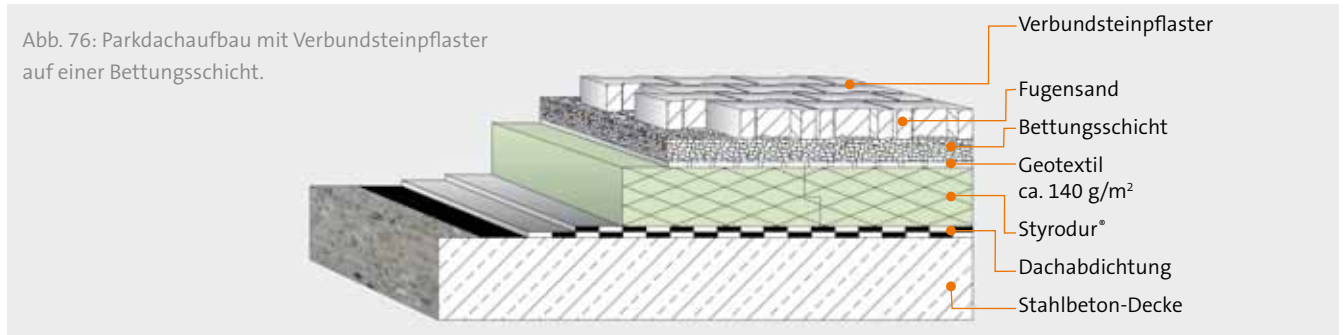


Abb. 78: Verbandverlegung eines Betonpflasters mit Grasfugen für einen Parkplatz auf einer Schulsporthalle.



Abb. 79: Verlegtes Betonpflaster auf Styrodur®.

### Variante 3: Parkdach mit Ortbetonfahrbelag

Die Konstruktion von Parkdächern mit Ortbetonfahrbelägen auf UK-Dachkonstruktionen ist eine empfehlenswerte Bauweise für stark befahrene Parkflächen. Diese Konstruktion stellt besondere Anforderungen an Planung und Ausführung.

Der prinzipielle Aufbau eines Parkdaches mit Ortbetonfahrbelag ist in Abb. 80 und Abb. 81 dargestellt. Auf die tragende Deckenkonstruktion folgen Dachabdichtung, Wärmedämmschicht aus Styrodur®, Trennlage und abschließend der Fahrbelag aus Ortbetonplatten.

Diese Variante wird in der Zulassung Z-23.4-222 als Ausführungsvariante von befahrenen UK-Dach-Konstruktionen beschrieben.

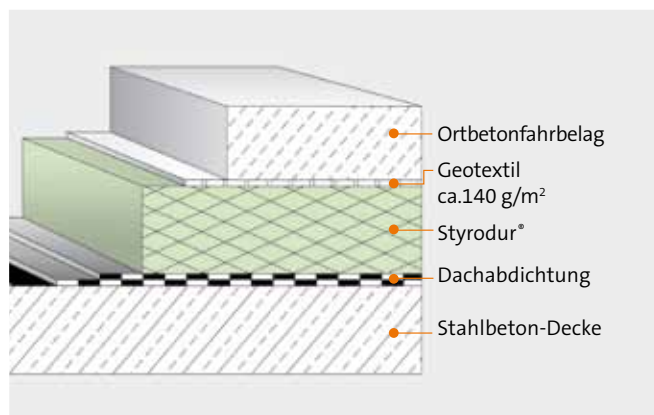


Abb. 80: Prinzipskizze eines Parkdaches mit Ortbetonfahrbelag auf einer Umkehrdachkonstruktion mit Styrodur®.

Zweifelloos müssen Planer und Ausführende bei dieser Konstruktion sorgfältig arbeiten, damit das Niederschlagswasser stets über die Oberfläche des Ortbetonfahrbelages abgeleitet wird.

Darüber hinaus gibt es einige grundlegende Konstruktions- und Ausführungshinweise, deren Beachtung eine wichtige Voraussetzung für das dauerhafte und sichere Funktionieren des Parkdaches mit Ortbetonbelag ist. Die Hinweise können jedoch keinen Anspruch auf Vollständigkeit und Allgemeingültigkeit erheben, da jeder Einzelfall als eigenständige Bauaufgabe separat von den Fachingenieuren behandelt werden muss.

### Dachkonstruktion:

- Das Gefälle der tragenden Stahlbetondecke sollte mindestens 2 % betragen.
- Die Dachabdichtung sollte im direktem Verbund zur tragenden Stahlbetondecke verlegt werden, damit sich im Falle einer Leckage kein Niederschlagswasser unter der Abdichtung verteilen kann. Dies erleichtert das Auffinden von Schadstellen unter dem Fahrbelag.
- Das Gefälle der Dachabdichtung und des Ortbetonfahrbelages sind zwingend parallel mit mindestens 2 % Neigung auszuführen.

### Dachentwässerung:

- An Tiefpunkten müssen Dachentwässerungsgullys eingebaut werden (unter Berücksichtigung durchhängender Deckenfelder).
- Es müssen zweistöckige Gullys eingebaut werden, damit sowohl die Fahrbelagebene als auch im Schadensfall die Abdichtungsebene rückstaufrei entwässert werden kann.
- Die Gullys müssen einer regelmäßigen Revision und Reinigung unterliegen.
- Damit das Entwässerungssystem nicht durch Kalkhydratausschwemmungen aus dem frei bewitterten Ortbetonfahrbelag versintert, muss die Beton- bzw. Zementqualität entsprechend zusammengesetzt sein.

### Ortbetonfahrbelag:

- Die Mindestdicke des Ortbetonfahrbelages sollte 12 cm nicht unterschreiten.
- Die Qualität des Betons und dessen Verarbeitung muss darauf abgestimmt sein, dass auch langfristig keine Frost-, Verwitterungs- und Verschleißschäden entstehen. Es ist Beton mit hohem Wassereindringwiderstand nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 vorgeschrieben.
- Die Oberfläche des Betons muss abriebfest und griffig für das Befahren sein.
- Gegebenenfalls sind die einzelnen Ortbetonplatten, entsprechend den Festlegungen des Tragwerkplaners, untereinander zu verdübeln. Die Bemessung der Plattenbewehrung muss nach der Theorie der elastischen Bettung erfolgen.

### Fugenausbildung:

- Die Fugen zwischen den Ortbetonplatten sind gegen das Eindringen von Wasser zu schützen.
- Die Anordnung der Fugen sollte in Abständen von 2,5 bis 5 m erfolgen.
- Die Planung und Ausführung dauerhaft elastischer und dichter Verfugungen (auf Fugenhinterfüllung) ist durch entsprechende Spezialisten und mit geeigneten Produkten vorzunehmen.

Von der Wahl der Fugenabdichtung, deren Ausführung und Qualität hängt es maßgeblich ab, wie lange ein Parkdach mit Ortbetonbelag funktionsfähig bleibt.

### Dämmstoffverhalten bei Wassereintritt in die Parkdachkonstruktion

Im Schadensfalle, wenn die obere wasserabführende Ebene aus Ortbetonplatten mit Fugenabdichtung undicht wird und in der Folge Wasser unter die Dämmschicht aus Styrodur® gelangt, ist im ungünstigsten Fall mit einer kalkulierbaren Feuchteaufnahme im Dämmstoff zu rechnen. Im Laufe von 20 Jahren kann sich dann im Dämmstoff örtlich begrenzt ein

Feuchtegehalt von 10 bis 15 Vol.-% einstellen. Die statische Funktion der Konstruktion wird dadurch nicht beeinträchtigt. Frostschäden im Dämmstoff sind ausgeschlossen. Das Wärmedämmvermögen von Styrodur verringert sich dabei.

Aus zahlreichen Untersuchungen (Abb. 82) und Veröffentlichungen ist bekannt, dass pro 1 Vol.-% Feuchtezunahme im Extruderschaum die Wärmeleitfähigkeit um ca. 2,3% zunimmt.

Bei der Wärmeleitfähigkeit einer 50 mm dicken Styrodur-Platte, im trockenen Zustand, von beispielsweise 0,034 W/(m·K), würde durch die Feuchteaufnahme im Falle des Versagens der Fugenabdichtung die Wärmeleitfähigkeit örtlich begrenzt auf 0,042 bis 0,046 W/(m·K) ansteigen. Gemäß Zulassung Z-23.4-222 wird der Bemessungswert einer 50 mm dicken Platte beim befahrenen UK-Dach mit 0,037 W/(m·K) angegeben. Es ist zu erwarten, dass die Ausbreitung der Dämmwertverschlechterung auf den Einzugsbereich eines Entwässerungsfeldes des Parkdaches beschränkt bleibt. Damit ist der zusätzliche Wärmeverlust, bezogen auf den Gesamtenergiebedarf des Gebäudes, gering.

Die Zulassung Z-23.4-222 sieht für befahrene Ortbetonplatten Styrodur 4000 CS oder Styrodur 5000 CS vor.



Abb. 81: Parkdach mit Fertigteilplatten  
(Quelle: Fa. BTE Stelcon GmbH.)



Abb. 82: Aufgeschnittene Ortbetonfahrbahnplatte zur wissenschaftlichen Untersuchung des Langzeitverhaltens.

## 4. Informationen und allgemeine Verarbeitungshinweise:

- Styrodur® sollte, insbesondere in den Sommermonaten, nicht über längere Zeit der Sonneneinstrahlung ausgesetzt werden.
- Wird Styrodur unter Abdeckungen wie z. B. Dachbahnen, Folien oder Bautenschutzmatte verwendet, können bei sommerlichen Temperaturen durch Absorption von Sonnenstrahlung übermäßige Erwärmungen entstehen, die zur Verformung der Styrodur-Platten führen können. Daher ist auf sofortiges Aufbringen der Schutzschicht gemäß den Flachdachrichtlinien zu achten.
- Styrodur-Dämmplatten sind dauerhaft vor UV-Strahlung zu schützen.
- Styrodur ist nicht gegen alle Substanzen beständig (siehe Broschüre „Chemische Beständigkeit“). Bei der Wahl des Klebers sind die Angaben des Kleberherstellers zu beachten.
- Aktuelle technische Details finden Sie unter:  
[www.isover.de](http://www.isover.de) > Produktwelt > Styrodur



**ISOVER Dialog**

Telefon: **0621 / 501 200**

Telefax: **0621 / 501 201**

Internet: **[www.isover.de](http://www.isover.de)**

## Anwendungsempfehlungen Styrodur®

Styrodur®	2500 C	2800 C	3035 CS	4000 CS	5000 CS
Perimeter Boden			■	■	■
Perimeter <sup>1)</sup> Wand			■	■	■
Perimeter <sup>1)</sup> Gründungsplatte			■	■	■
Perimeter <sup>1)</sup> Grundwasser			■	■	■
Boden Wohnbereich	■	■	■		
Industrie- und Kühlhausboden	■	■	■	■	■
Kerndämmung	■		■		
Innendämmung		■			
Verlorene Schalung		■			
Wärmebrücken		■			
Sockeldämmung		■			
Putzträger		■			
Umkehrdach			■	■	■
Duodach / Plusdach			■	■	■
Terrassendach			■	■	■
Gründach			■	■	■
Parkdach				■ <sup>2)</sup>	■
Konventionelles Flachdach <sup>3)</sup>	■		■	■	■
Attiken/aufgehende Bauteile	■	■	■		
Kellerdecke / Tiefgaragendecke		■			
Oberste Geschossdecke			■		
Gipskartonverbundplatte		■			
Sandwichkern	■	■			
Temperierte Lagerhallen	■		■	■	■
Kunsteisbahnen			■	■	■
Verkehrswege-/Gleisbau			■	■	■

Styrodur®: Produktzulassung: DIBt Z-23.15-1481,  
extrudierter Polystyrolschaumstoff nach DIN EN 13164  
Frei von HFKW

<sup>1)</sup> erdberührte Dämmung

<sup>2)</sup> nicht unter Verbundsteinpflaster

<sup>3)</sup> mit Schutzschicht über der Abdichtung

# ISOVER Dialog

Telefon: **0621 / 501 200**

Telefax: **0621 / 501 201**

Internet: **www.isover.de**

Die Angaben in dieser Druckschrift entsprechen dem Stand unseres Wissens und unserer Erfahrungen bei Drucklegung (vgl. Druckvermerk). Sofern nicht ausdrücklich anders vereinbart, stellen sie jedoch keine Garantie im Rechtssinne dar. Der Wissens- und Erfahrungsstand entwickelt sich stets weiter. Achten Sie deshalb bitte darauf, die neueste Auflage dieser Druckschrift zu verwenden (zugänglich im Internet unter „www.isover.de“). Die beschriebenen Produktanwendungen können besondere Verhältnisse des Einzelfalles nicht berücksichtigen. Prüfen Sie deshalb unsere Produkte auf ihre Eignung für den konkreten Anwendungszweck. Für Fragen stehen Ihnen unsere ISOVER Vertriebszentren und ISOVER Dialog zur Verfügung.



## ISOVER tut etwas fürs Klima!

Mit CO<sub>2</sub>NTRA, der Klimaschutz-Initiative von ISOVER, mit der ausgewählte Projekte zur Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes finanziell und ideell gefördert werden. Ein wissenschaftlicher Beirat bewertet eingereichte Projekte, wählt die förderwürdigen Aktionen aus und begleitet deren Umsetzung.

[www.contra-co2.de](http://www.contra-co2.de)



Das ENERGIESPARNETZWERK bietet alles rund um die energetische Modernisierung von Gebäuden: regionale Profi-Teams, clevere Lösungen, hohe Qualität. Von der Beratung bis zur Umsetzung.

[www.energiesparnetzwerk.de](http://www.energiesparnetzwerk.de)

**SAINT-GOBAIN ISOVER G+H AG**  
Bürgermeister-Grünzweig-Straße 1  
67059 Ludwigshafen



ISOVER Mineralwolle-Dämmstoffe für innen sind mit dem Blauen Engel „Schützt Umwelt und Gesundheit, weil emissionsarm“ ausgezeichnet. ISOVER Innendämmstoffe tragen diesen Blauen Engel, da sie über die gesetzlichen Bestimmungen hinaus schadstoffarm und in der Wohnumwelt aus gesundheitlicher Sicht unbedenklich sind.



ISOVER Mineralwolle-Dämmstoffe für Innenanwendungen\* erfüllen die sehr hohen Anforderungen des europaweit gültigen Gütezeichens Eurofins Indoor Air Comfort Gold. Dies bestätigt, dass die ausgezeichneten ISOVER-Dämmstoffe keine beeinträchtigenden Auswirkungen auf die Innenraumluft haben. So trägt ISOVER zu einem behaglichen Wohlfühlklima bei – keine Reizungen, keine unangenehmen Gerüche und keine sonstigen gesundheitlichen Bedenken.



Institut Bauen und Umwelt e.V.

Für unkaschierte Mineralwolle-Platten und -Filze hat ISOVER Umwelt-Produktdeklarationen (EPD) gemäß ISO 14025 veröffentlicht, die vom Institut Bauen und Umwelt e. V. (IBU) bestätigt sind.



Das RAL-Gütezeichen „Erzeugnisse aus Mineralwolle“ garantiert auf allen ISOVER Mineralwolle-Produktverpackungen die Einhaltung der weltweit schärfsten Biolöslichkeitsanforderungen für Mineralwolle und bürgt somit für gesundheitliche Sicherheit.



Soweit ISOVER Verpackungen von der Pflicht zur Teilnahme an einem dualen System erfasst werden, erfolgt die Entsorgung über DSD. Alle anderen rücknahmepflichtigen Verpackungen werden über das bundesweite INTERSEROH-Recycling-System ordnungsgemäß entsorgt.



Der professionelle Energie-Fachberater weiß alles über energieeffizientes Bauen und Modernisieren. Mit zertifizierten, auf energetische Sanierungen spezialisierten Netzwerkpartnern koordiniert er Ihr Projekt.

\* Produktliste unter: [www.isover.de](http://www.isover.de)