



Flachdächer aus Beton sind eine besondere Konstruktionsart des Flachdaches. Diese Dächer werden auf Gleitlagern oder Trennschichten über einem Ringbalken gelagert. Die Betondecke übernimmt sowohl die tragende als auch die abdichtende Funktion. Eine Abdichtungshaut ist überflüssig, da die Betondecke aus wasserundurchlässigem Beton besteht. Das Dach wird durch eine Kiesschicht abgedeckt. Es kann aber auch begrünt werden oder erhält einen besonderen Belag für die direkte Nutzung.

Betonflachdächer können dort geplant und gebaut werden, wo eine waagerechte oder gering geneigte Dachkonstruktion vorgesehen ist. Sie bieten wirtschaftliche Vorteile bei üblichen Spannweiten, aber auch bei großen Belastungen als hochtragfähige Konstruktion [21].

Betonflachdächer werden seit 1961 gebaut, sie sind heute „Stand der Technik“ und entsprechen den „allgemein anerkannten Regeln der Technik“. Betonflachdächer bieten – insgesamt betrachtet – im Vergleich zu anderen Lösungen erhebliche Vorteile. Die Bilder 1 bis 4 zeigen die Unterschiede. Die Einfachheit erleichtert die praktische Ausführung auf den Baustellen [21].

## 1 Betonflachdächer mit unterseitiger Wärmedämmung

Dächer mit unterseitiger Wärmedämmschicht werden auch als „Dächer mit Innendämmung“ oder „innengedämmte Dächer“ bezeichnet. Betonflachdächer weisen eine geringere Anzahl von Schichten als herkömmliche Dächer auf (Bild 1). Betondächer mit unterseitiger Wärmedämmung bestehen aus drei Schichten (von oben nach unten):

- Oberflächenschutz aus Kies
- Stahlbetondachdecke aus wasserundurchlässigem Beton
- Wärmedämmschicht aus Polystyrol-Schaumplatten

Auf innengedämmte Dachdecken wirken sich alle Temperaturschwankungen aus. Sie müssen daher auf Gleitlagern gelagert werden. Gegen kurzfristige tageszeitliche Temperaturdifferenzen wirkt eine hohlraumreiche Kiesschicht auf der Betondachdecke als thermische Pufferschicht. Die Temperaturbeanspruchung der Dachkonstruktion wird somit stark begrenzt.

**Konstruktion und Ausführung** von Stahlbetondachdecken aus wasserundurchlässigem Beton erfordern das Beachten folgender Regeln:

Ringbalken (Tafel 3) dienen der Auflagerung des Flachdaches. Es sind durchgehende Stahlbetonbalken (Bild 5), die die lotrechten und waagerechten Kräfte der Dachdecke aus den Gleitlagern übernehmen und in das Mauerwerk weiterleiten. Sie haben eine lastverteilende Wirkung und sollen auf allen tragenden Wänden aus Mauerwerk oder unbewehrtem Beton angeordnet werden. Ringbalken werden direkt auf das Mauerwerk betoniert und sollen sich mit diesem verzahnen. Die Breite des Ringbalkens reicht über die gesamte Dicke der tragenden Wand. Die Wärmedämmschichten sind stets außen anzuordnen, evtl. zusätzlich auch innen. Durch die Außendämmung werden Längenänderungen des Ringbalkens bei

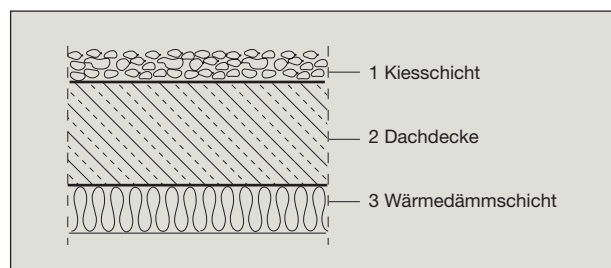
Temperaturschwankungen niedrig gehalten und Schubrisse vermieden.

Gleitlager (Tafel 3) zwischen Ringbalken und Betondecke sorgen für eine möglichst bewegliche Lagerung der Betondachdecke. Da die Wärmedämmung über dem Ringbalken bis außen durchläuft, werden in die Dämmschicht Aussparungen gebohrt bzw. gestanzt, in die Punktgleitlager (rund oder rechteckig) eingesetzt werden. Die Betondecke liegt dann stelenartig auf den Gleitlagern. Verdrehungen und Verformungen der Betondecke können ohne weiteres aufgenommen werden, Kantenpressungen entstehen nicht.

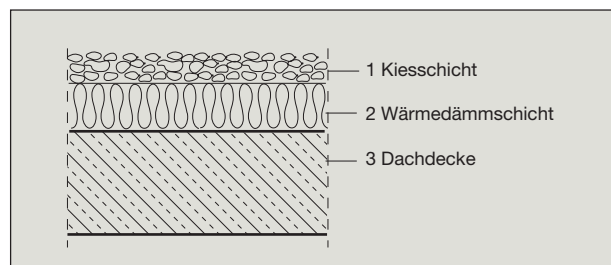
Ein **Festpunkt** (Tafel 3) soll Bewegungen bei Temperaturdifferenzen steuern und die Lage der Decke sichern. Der Festpunkt wird durch eine Verbindung zwischen Unterkonstruktion und Dachdecke geschaffen. Schornsteine sind als Festpunkte ungeeignet, da sie keine horizontalen Kräfte aufnehmen können.

Die **Wärmedämmschicht** (Tafel 3) wird auf der Schalung verlegt und beim Betonieren der Dachdecke mit dieser verbunden. Das Dach ist vom Zeitpunkt der Herstellung an richtig gelagert und gedämmt. Die Dämmschicht wird über den Ringbalken bis nach außen durchgezogen. Das Dämmmaterial soll fest genug sein, damit es nach dem Verlegen bis zum Abschluß der Betonarbeiten begangen werden kann. Es eignen sich hierzu Automatenplatten mit umlaufendem Haken- oder Stufenfalz nach DIN 18 164 Teil 1.

Für den **Brandschutz** (Tafel 3) ist bei Brandwänden und Treppenhauswänden ein Streifen aus nichtbrennbarem Dämmmaterial zu verlegen. Für Wohnungstrennwände sind wegen des gleichzeitig zu erfüllenden Schallschutzes am sinnvollsten Mineralfaserdämmstoffe zu verwenden.



**Bild 1: Beispiel für ein Betonflachdach mit unterseitiger Dämmschicht (einschalig, 3 Schichten)**



**Bild 2: Beispiel für ein Betonflachdach mit oberseitiger Dämmschicht (einschalig, 3 Schichten)**

**Tafel 1: Angaben zur Betonzusammensetzung als Grundlage für Eignungsprüfungen**

Betonfestigkeitsklasse	≥ B 25 nach DIN 1045
Besondere Eigenschaft	wasserundurchlässig und hoher Frostwiderstand
Betongruppe	B I oder B II
Zement nach DIN 1164	≥ CEM 32,5; bei kühler Witterung CEM 42,5 R
Zementgehalt	mindestens 300 kg/m <sup>3</sup> , höchstens 320 kg/m <sup>3</sup> bei B I-Baustellen: mindestens 350 kg/m <sup>3</sup> bei 32 mm Größtkorn*) Zementleimgehalt höchstens 280 l/m <sup>3</sup>
Zuschlag nach DIN 4226	Sieblinienbereich A/B 32, bei engliegender Bewehrung A/B 16 zusätzliche Forderung: Widerstand gegen starke Frosteinwirkung eF
Zusatzstoffe	keine
Mehlkorn 0/0,125	≤ 370 kg/m <sup>3</sup>
Zusatzmittel	Zugabe von Fließmittel FM von Vorteil, Verzögerer VZ erforderlich, Verzögerung bis zu 30 Stunden
Wasserzementwert	w/z ≤ 0,55
Konsistenz (Ausbreitmaß)	Beton ohne Fließmittel: a <sub>0</sub> = 42 bis 45 cm Beton mit Fließmittel bei der Anlieferung nach Zugabe des Fließmittels: a <sub>45</sub> = 36 bis 38 cm a <sub>FM</sub> = 45 bis 48 cm

\*) Eine Auslegung des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton wurde im Heft 400 abgedruckt: „Wird wasserundurchlässiger Beton der Festigkeitsklasse B 25 unter den Bedingungen für Beton B II hergestellt, so bestehen keine Bedenken, wenn im Einvernehmen mit der zuständigen unteren Bauaufsichtsbehörde und dem Bauherrn auf eine besondere Überwachung nach DIN 1084 Teil 1 verzichtet und statt dessen die Güteprüfung gemäß DIN 1045 Abschnitt 7.4.3 durchgeführt wird.“

**Tafel 2: Ebenheitstoleranzen nach DIN 18 202**

Bauteil/Funktion	Ebenheitstoleranzen bei Abstand der Meßpunkte bis				
	0,1 m	1 m	4 m	10 m	15 m
Flächenfertige Böden	2 mm	4 mm	10 mm	12 mm	15 mm

Eine *Dampfbremse* ist je nach Nutzung der Räume an der Unterseite der Dämmschicht erforderlich. Bei Räumen mit hoher Luftfeuchte ist ein höherer Diffusionssperrwert erforderlich als bei Wohnräumen. Der Diffusionssperrwert kann z.B. durch Spachtelung der Dämmschichtunterseite mit Spritzputzbeschichtung oder Anstrich erreicht werden (s. Tafel 3: Wärmedämmung).

Die *Stahlbetondecke* (Tafel 3) ist aus wasserundurchlässigem Beton nach DIN 1045, Abschnitt 6.5.7.2 herzustellen. Der wasserundurchlässige Beton bewirkt die Abdichtung des Daches. Die Herstellung und Verarbeitung des Betons kann unter den Bedingungen für Beton B I erfolgen, sollte jedoch möglichst mit Eigenüberwachung und Fremdüberwachung als Beton B II stattfinden. Hinweis zur Bezeichnung des Betons in der Leistungsbeschreibung:

□ „Wasserundurchlässiger Beton B 25 nach DIN 1045 für Stahlbetondachdecke als Beton B II“.

Die Zusammensetzung des Betons sollte vom ausführenden Unternehmen in Abstimmung mit dem liefernden Transportbetonwerk festgelegt werden. Zwischen Bauunternehmen und Transportbetonwerk muß der Betoniertermin zeitig genug abgesprochen werden. Für das Betonieren ist folgendes zu beachten:

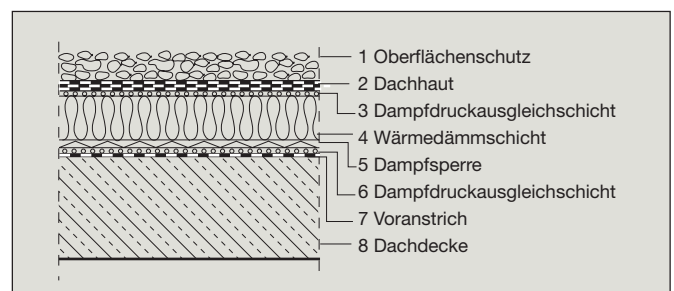
- Angaben zur Betonzusammensetzung enthält Tafel 1;
- Eignungsprüfungen müssen durchgeführt sein, die Ergebnisse sollen vorliegen;
- alle Vorarbeiten müssen vor Betonierbeginn abgeschlossen sein;
- das Betonieren der Decke muß zügig und ohne Unterbrechung durchgeführt werden können;
- Fertigstellen der Oberfläche am zweiten Tag, die Menge des Verzögerers ist auf die Verarbeitungszeit abzustimmen und bei Eignungsprüfungen festzulegen;
- geschultes Personal muß ausreichend lange zur Verfügung stehen;
- die Bewehrung muß vom Prüfenieur abgenommen sein.  
Die *Deckenoberfläche* ist eben und waagrecht oder im vorgesehenen Gefälle herzustellen. Hierfür sind Abziehlehren zu verwenden. Am sinnvollsten sind Rechteckrohre, die in U-förmigen Halterungen auf Spindelböcken höhengerecht verlegt werden. Die Ebenheit muß den Anforderungen der DIN 18 202 entsprechen (Tafel 2).

Die *Nachbehandlung* des Betons ist besonders wichtig. Der beste Schutz läßt sich erreichen, indem sofort nach dem Abziehen der Oberfläche ein Nachbehandlungsfilm aufgesprüht wird und nach dem Betonieren der Randaufkantung die Dachdecke unter Wasser gesetzt wird.

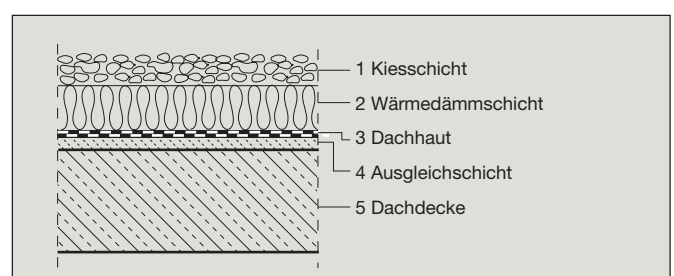
Der *Dachrandabschluß* kann durch Aufkantungen gebildet werden oder durch Gesimse, Auskragungen bzw. Brüstungen. *Aufkantungen* (Tafel 3) umschließen die Gesamtfläche und die Teilflächen des Daches. Dadurch entsteht eine wannenförmige Ausbildung der Dachoberfläche (Bild 5). Aufkantungen sind mit der Dachdecke in einem Arbeitsgang zu betonieren. Die Bewehrung der Aufkantung soll das Entstehen breiter Risse verhindern. Aufkantungen am Dachrand haben mehrere Funktionen zu erfüllen:

- stauendes Niederschlagswasser wird am direkten seitlichen Abfließen gehindert,
- die Steifigkeit der Stahlbetondachdecke wird verbessert,
- Aufwölbungen der Ecken werden vermieden,
- Kiesschicht oder Begrünungen auf der Dachdecke werden am Rand gehalten.

*Ortbetonbrüstungen* (Tafel 3), die anstelle einer Aufkantung stehen, sollen mindestens 20 cm dick sein, damit sie einwandfrei



**Bild 3: Beispiel für ein einschaliges, nicht belüftetes Dach mit Dachhaut (8 Schichten)**



**Bild 4: Beispiel für ein Umkehrdach mit Dachhaut (5 Schichten)**

betoniert werden können. In Brüstungen sind Fugen vorzusehen, die bis auf Oberkante Aufkantung hinunterreichen. Zum Vermeiden von Kerbrissen sind unterhalb der Fugen zusätzliche Längsbewehrungen anzuordnen.

*Fertigteilbrüstungen* (Tafel 3), die auf einer Aufkantung stehen, können vor dem Betonieren der Dachdecke aufgestellt und mit Ankern einbetoniert werden, oder sie werden später nach dem Betonieren der Aufkantung montiert. Wegen der Rißgefahr sind die Fertigteile in ihrer Länge zu begrenzen. Zur Aufnahme von Kerbspannungen sind unter den Fugen zusätzliche Bewehrungen anzuordnen.

Bei *Auskragungen* ist zu unterscheiden, ob die Auskragungslänge gering oder groß ist. Angaben für die Bewehrung enthält Tafel 3.

Der *Dachrandabschluß* (Tafel 3) kann mit einer Blende aus speziellen Formteilen gebildet werden, hergestellt aus Betonfertigteilen, Faserzement, Metall, Holz oder Kunststoff. Der Dachrandabschluß soll außerdem die Gleitfuge zwischen Dachdecke und Ringbalken gegen eindringendes Wasser schützen.

*Fugen* (Tafel 3) sollen große Flachdächer in Teilflächen unterteilen. Dachüberstände, Kragplatten, Brüstungen o.ä. erfordern ebenfalls Fugen, da sie besonderen thermischen Beanspruchungen ausgesetzt sind. Liegen Fugen in der Dachfläche, sind sie stets durch Aufkantungen einzufassen, die mindestens 5 cm höher als die Randaufkantungen sein sollen. Damit wird Wasser von den Fugen ferngehalten. Gleichzeitig ist die Dachplatte gegen Verwölbungen ausgesteift. Das Einfassen von Fugen ist auch bei Kragplatten erforderlich (Bild 6). Am Ende der Schlitzfugen ist eine zusätzliche Bewehrung gegen Aufreißen anzuordnen.

Eine Fugeneinlage ist erforderlich, um der Dachdecke eine genügende Bewegung zu ermöglichen. Eine sichere Fugenabdichtung ist die Abdichtung mit Flüssigkunststoff (Tafel 3). Hiermit wird über der Fuge eine Dehnungsschlaufe hergestellt (Bild 7). An den Rändern der Fugenabdichtung ist in den Beton mit einer Trennscheibe eine Nut zu schneiden, die ebenfalls mit Flüssigkunststoff ausgefüllt wird. Dadurch entsteht eine gute Unterlaufsperrung (Bild 7).

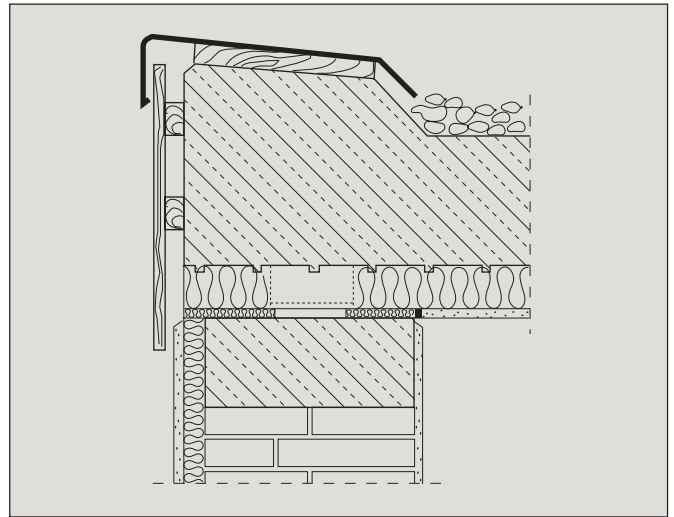
*Öffnungen* für Schornsteindurchführungen, Lichtkuppeln, Dachausstiege werden ebenfalls mit umlaufenden, bewehrten Aufkantungen betoniert. Spezielle Lichtkuppeln, die auf die Deckenschalung gesetzt und mit der Dämmschicht einbetoniert werden, erleichtern die Einschalarbeiten. Für Schornsteinköpfe können Fertigteile verwendet werden, die auf die Aufkantung gesetzt, einen sauberen Abschluß ergeben.

*Dachgullys* für eine Entwässerung des wannenförmig ausgebildeten Daches, für Entlüftungen, Rohrdurchführungen, Elektroleitungen und Leerrohre sind an genau vermessenen Stellen in die Schalung einzubauen und direkt mit einzubetonieren.

Der *Oberflächenschutz* (Tafel 3) oberhalb der Dachdecke hat die wesentliche Aufgabe, die Wärmeaufnahme des Betondaches durch Sonneneinstrahlung zu verringern. Heller Kies ist deshalb dunklerem vorzuziehen. Bei begehbaren, befahrbaren und bepflanzten Dächern bildet der Belag oder die Bodenschicht mit der Bepflanzung diesen Oberflächenschutz.

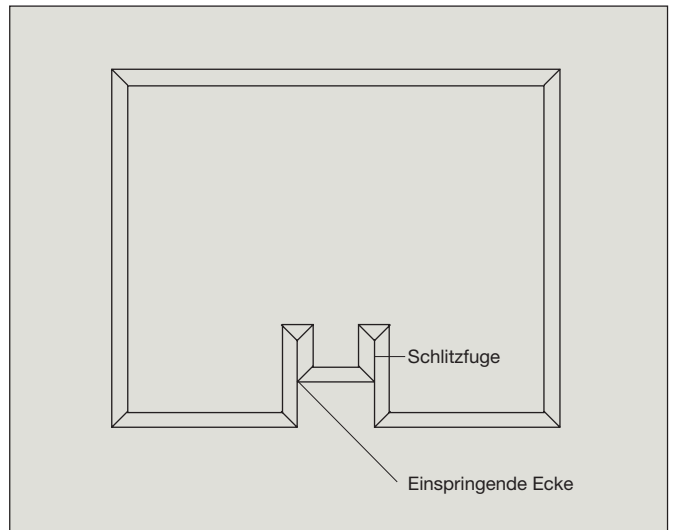
## 2 Betonflachdächer mit oberseitiger Wärmedämmung

Betonflachdächer mit oberseitiger Wärmedämmung werden auch als Dächer mit Außendämmung oder als „Umkehrdächer“ bezeichnet. Für das Wärmedämmsystem „Umkehrdach“ wurde vom Institut für Bautechnik in Berlin 1978 ein Zulassungsbescheid erteilt. Seitdem ist diese Bauweise allgemein bauaufsichtlich und baurechtlich zugelassen. Beim Umkehrdach liegt die Wärmedämmschicht oberhalb der Abdichtung. Beim Beton-Umkehrdach bedeutet dies, daß die Dämmschicht direkt auf der Betondecke liegt. Diese Dächer bestehen aus folgenden drei

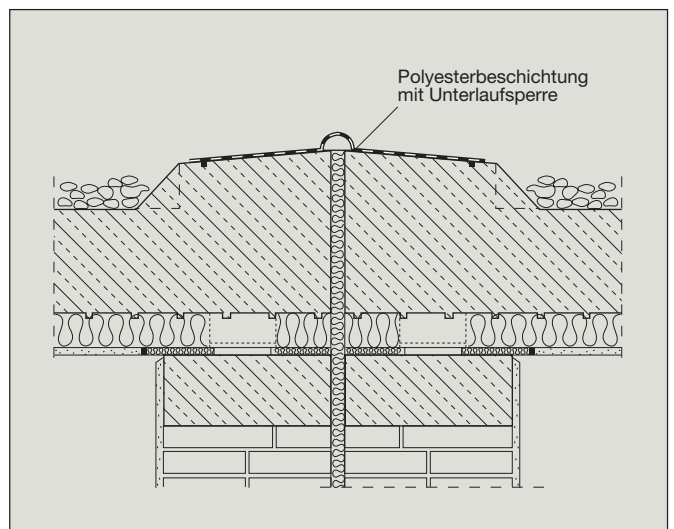


**Bild 5: Beispiel für die Auflagerung eines Daches mit unterseitiger Dämmung**

- Detailpunkt von oben nach unten
- Stahlbetondachdecke mit Randaufkantung
  - Sichtblende und Abdeckung
  - Wärmedämmschicht bis außen durchgehend
  - Gleitlager in kaschierter Schaumstoffbahn
  - Ringbalken mit Außendämmung
  - Außenmauerwerk



**Bild 6: Grundriß mit umlaufenden Aufkantungen und Schlitzfugen an einspringenden Ecken**



**Bild 7: Beispiel für eine Fuge zur Unterteilung der Dachfläche mit Aufkantungen. Fugeneinlage aus Mineralfaser-Dämmstoffplatten**

**Tafel 3: Anforderungen an Betonflachdächer**

Betonflachdächer	
mit unterseitiger Wärmedämmung	mit oberseitiger Wärmedämmung
<p><b>Ringbalken:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anordnung über die gesamte Wanddicke auf allen tragenden Wänden aus Mauerwerk und unbewehrtem Beton</li> <li>- Längsbewehrung 4 Ø 12 IV; Bügelbewehrung 5 Ø 8 IV je m</li> <li>- Höhe: <math>h \geq 20 - 25</math> cm</li> </ul>	
<p><b>Stahlbetondecke:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vollbetondecke aus Beton <math>\geq B 25</math>, Zusammensetzung nach Tafel 1</li> <li>- gleichbleibende Deckendicke <math>d_{\text{Decke}} \geq 18</math> cm, möglichst zweiachsig gespannt</li> <li>- keine Hohlkörper- oder Rippendecken</li> <li>- keine Stahlträger in der Betondecke</li> <li>- keine Verbindung der Betondecke mit Unterzügen</li> <li>- bei Dächern mit Kiesschicht kein Gefälle erforderlich</li> <li>- bei genutzten Dächern mind. 2 %, besser 3 % Gefälle der Dachdeckenoberseite (nichtgenutzte Dächer können ohne Gefälle ausgeführt werden)</li> <li>- Ebenheitstoleranzen nach Tafel 2</li> <li>- Betondeckung der Bewehrung: nom <math>c_{v,\text{oben}} = 3,5</math> cm; nom <math>c_{v,\text{unten}} = 2,0</math> cm bei Stabdurchmesser bis 12 mm</li> <li>- Bewehrung zur Ribbreiten-Beschränkung <math>w_{\text{cal}} \leq 0,20</math> mm; Bemessungswert nach DAfStb, Heft 400: <math>k_{zt} = 0,2</math></li> <li>- Eckbewehrung (Drillbewehrung) nach DIN 1045 Abschn. 20.1.6.4</li> <li>- Bewehrungszulagen an einspringenden Grundrißbecken, diagonal oben und unten mindestens je 3 Ø 14 IV</li> <li>- durchgehende obere zweiachsige Bewehrung: min <math>a_s \geq 3</math> cm<sup>2</sup>/m, z.B. Q 378</li> <li>- bei vorgefertigten Deckenelementen: Ort beton <math>d \geq 16</math> cm</li> </ul>	
<p><b>Gleitlager:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anordnung zwischen Ringbalken und Betondecke</li> <li>- Aufbau: Punktgleitlager (rund oder eckig), eingesetzt in: kaschierte Schaumstoffbahn, <math>d = 5 \dots 10</math> mm Aussparungen für Punktgleitlager, Abstand 1 m</li> <li>- zul. Belastung je nach Fabrikat: 30 ... 100 kN</li> <li>- Reibungszahl: <math>\mu = 0,10</math> (große Auflast) bis 0,25 (geringe Auflast)</li> </ul>	<p><b>Gleitlager:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufbau: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flächengleitlager für Gebäudegruppen A + B nach Seite 6 auf Trägerelement aus PE <math>d = 0,4</math> mm mit darüber liegender PVC-Gleitschicht <math>d = 0,2</math> mm mit Silicon-Öl</li> <li>• Punktgleitlager für Gebäudegruppe C nach Seite 6</li> </ul> </li> </ul>
<p><b>Festhaltebereich:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anordnung eines Festpunktes zur Verbindung Unterkonstruktion und Dachdecke</li> <li>- Festhaltebereich durch Stahlanker, möglichst im Flächenschwerpunkt der Dachdecke, Abstand <math>a = 30 \dots 50</math> cm, Ø 25 mm, <math>h = 300</math> mm, untere Hälfte im Ringanker, obere Hälfte in Dachdecke</li> <li>- Entfernung zu jeder Ecke der Dachdecke: <math>L \leq 25</math> m</li> </ul>	
<p><b>Wärmedämmung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dicke: <math>d_{\text{wD}} \geq 120</math> mm, besser <math>d_{\text{wD}} \geq 150</math> mm</li> <li>- Baustoffklasse: B 1 nach DIN 4102 (schwer entflammbar)</li> <li>- Material: Polystyrol-Hartschaumplatten DIN 18 164-PS-WD Polystyrol-Extruderschaumplatten DIN 18 164-XPS-WD</li> <li>- Dampfbremse an der Unterseite bei Wohnräumen: Diffusionssperrwert <math>s_d = \mu \cdot s = 6 \dots 10</math> m</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Baustoffklasse: B 2 nach DIN 4102 (normal entflammbar)</li> <li>- Material: Polystyrol-Extruderschaumplatten DIN 18 164-XPS-WD</li> <li>- Zuschlag zum k-Wert: <math>\Delta_k = 0,08</math> W/(m<sup>2</sup> · K)</li> <li>- Sicherung gegen Windsog nach Tafel 5</li> </ul>	

Fortsetzung der Tafel 3  
auf Seite 5

**Tafel 3: Anforderungen an Betonflachdächer (Fortsetzung)**

Betonflachdächer	
mit unterseitiger Wärmedämmung	mit oberseitiger Wärmedämmung
<b>Brandschutz (Brandwände, Wohnungstrennwände, Treppenhauswände):</b> - Material: • Faserdämmstoff DIN 18 165-MinP-WD-035-A2, • Schaumglas-Wärmedämmplatte DIN 18 174-WDS-050-A1, - Verlegung eines Streifens aus nicht brennbarem Dämmmaterial, Breite $\geq 14$ cm	
<b>Aufkantungen (Attika):</b> - erforderlich: • zur Umschließung der Dachfläche (Randaufkantung) • zur Fugeneinfassung in der Dachfläche • für Deckenauskragungen und Deckenöffnungen für Schornsteine, Lichtkuppeln, Dachausstiege - Abmessungen: Breite $b \geq 25$ cm im oberen Bereich, Höhe über Deckenoberkante $h \geq 15$ cm - Höhe $h_{\text{Aufkantung}}$ bei Fugeneinfassungen in der Dachfläche und Deckenöffnungen: Höhe $\Delta h \geq 5$ cm höher als $h_{\text{Randaufkantung}}$ - Aufkantungen zusammen mit der Dachdecke in einem Arbeitsgang betonieren - Längsbewehrung: 8 $\emptyset$ 12 IV; Stababstand an der Außenfläche $s \leq 10$ cm; Bügelbewehrung: 5 $\emptyset$ 8 IV je m - Längsbewehrung bei Aufkantungen in der Dachfläche: je 3 $\emptyset$ 12 IV oben und unten - bei Anordnung von darüber liegenden Ort betonbrüstungen: zusätzliche Längsbewehrung 3 $\emptyset$ 12 IV unter den Fugen - bei Anordnung von darüber liegenden Fertigteilbrüstungen: zusätzliche Längsbewehrung 4 $\emptyset$ 12 IV unter den Fugen	
<b>Brüstungen:</b> - Ort betonbrüstungen: Dicke $d \geq 20$ cm, Länge $L \leq 3 \cdot h_{\text{Brüstung}}$ - Fertigteilbrüstungen: Länge $L \leq 4$ m, Fugenbreite $b_{\text{Fuge}} \geq 10 \dots 20$ mm - zusätzliche Bewehrung unterhalb der Fugen: waagrecht 3 $\emptyset$ 12 IV	
<b>Dachrandabschlüsse:</b> - Anordnung einer Blende aus speziellen Formteilen, z.B. aus Betonfertigteilen, Faserzement, Metall, Holz oder Kunststoff	
<b>Auskragungen:</b> - Aufkantung umlaufend anordnen - Auskragungen mit $L_{\text{Krag}} \leq 40$ cm: zusätzliche Randbewehrung je 3 $\emptyset$ 12 IV oben und unten parallel zum Rand - Auskragungen mit $L_{\text{Krag}} > 40$ cm: zusätzliche Bewehrung oben und unten mit $w_{\text{cal}} \leq 0,2$ mm oder Anordnung von Bewegungsfugen rechtwinklig zum Rand, Abstand $a_{\text{Fuge}} \leq 3 \cdot L_{\text{Krag}}$	
<b>Fugen:</b> - Flächen der einzelnen Wannen nicht zu groß, möglichst quadratisch; Seitenverhältnis nicht über 2 : 1 - Aufteilung unregelmäßiger Flächen in möglichst quadratische und rechteckige Teilflächen - Anordnung von Fugen bei Dachüberständen, Kragplatten, Brüstungen und einspringenden Ecken - Fugeneinlage: Mineralfaser-Dämmstoffplatten, Dicke $d = 20$ mm - Fugenabdichtung mit Flüssigkunststoff, z.B.: ungesättigtes Polyester-Elastomer mit gitterförmigem Polyestervlies, Dehnfähigkeit $\geq 25$ %, auch bei Frost - Beispiel für eine Fugenausbildung Bild 7 - Fugenabstand: $L_{\text{Dachdecke}} \leq 25$ m, $A_{\text{Dachdecke}} \leq 600$ m <sup>2</sup>	
	- Beispiel für eine Fugenausbildung Bild 9 - Fugenabstand $L_{\text{Dachdecke}}$ nach Tafel 4
<b>Öffnungen:</b> - Öffnungen für Schornsteine, Lichtkuppeln, Dachausstiege u.ä. stets mit umlaufenden Aufkantungen versehen	
<b>Einbauteile:</b> - keine Aussparungen für das Einbetonieren von Bauteilen - alle Einbauteile (Abläufe, Rohrdurchführungen) auf der Schalung fixieren und sofort mit einbetonieren	
<b>Dachgullys, Entlüftungen, Rohrdurchführungen, Elektroleitungen, Leerrohre:</b> - Einbau an genau vermessenen Stellen in die Schalung und direkt mit einbetonieren	
<b>Oberflächenschutz:</b> - möglichst hellfarbige Kiesschicht; Korngruppe 16/32 mm; Dicke $d_{\text{Kiesschicht}} \geq 6$ cm - Belag bei begehbaren oder befahrbaren Dächern - Bodenschicht mit Bepflanzung bei begrüntem Dächern	
	- Schutz der Dämmschicht durch diffusionsdurchlässiges Kunststoff-Faservlies

Schichten in der Reihenfolge von oben nach unten:

- Oberflächenschutz aus Kies
  - Wärmedämmschicht aus Polystyrol-Extruderschaumplatten
  - Stahlbetondecke aus wasserundurchlässigem Beton
- Bild 2 zeigt ein entsprechendes Beispiel.

Der bauliche Aufwand für diese Dächer liegt höher als bei Dächern mit unterseitiger Wärmedämmung. Einige Konstruktionsteile dieser Umkehrdächer unterscheiden sich von denen bei Dächern mit unterseitiger Wärmedämmung. Sie werden im folgenden dargestellt und sind in der Gegenüberstellung in Tafel 3 zu erkennen.

*Ringbalken* (Tafel 3) sind auch bei diesen Dächern auf allen tragenden Wänden aus Mauerwerk oder unbewehrtem Beton erforderlich. Die Höhe kann niedriger sein.

Die *Deckenlagerung* ist in ihrer Art vom Verformungsverhalten der Dachdecke im Vergleich zum Verformungsverhalten der darunter liegenden Geschoßdecke abhängig. Drei Gebäudegruppen bzw. Haustypen sind zu unterscheiden.

#### Gebäudegruppe A)

Bei mehrgeschossigen, zentral beheizten Gebäuden liegt die Temperaturdifferenz zwischen der Dachdecke und der darunter liegenden Geschoßdecke nur bei etwa  $\pm 4$  Kelvin. Das entspricht einer Dehnungsdifferenz von etwa  $\pm 0,04$  mm/m. Ebenso groß ist etwa die Schwinddifferenz zwischen Dachdecke und den darunter liegenden Decken. Mit diesen Werten wird der zulässige Verschiebewinkel von  $1/2500$  bei normalen Geschoßhöhen eingehalten, sofern die Dachdecke höchstens 20 m lang ist und die maßgebende Verschiebungslänge höchstens 10 m beträgt.

Bei diesen Dachdecken genügt auf der ebenen Oberfläche des Ringbalkens eine vollflächige Trennschicht aus zweilagiger PE-Folie. Damit auch bei großen Spannweiten und Durchbiegungen die Verdrehungen am Auflager rißfrei aufgenommen werden können, ist es zweckmäßig, zusätzlich eine zweiseitige Kaschierung durch Bitumenpappe vorzusehen.

#### Gebäudegruppe B)

Bei eingeschossigen, voll unterkellerten Gebäuden mit Heizraum im Keller kann je nach Heizkellergröße und Wärmeabgabe in die anderen Kellerräume eine ähnlich günstige Situation entstehen. Dadurch kann ebenfalls der zulässige Verschiebewinkel von  $1/2500$  eingehalten werden.

Wenn die Wärmeabgabe vom Heizraum in andere Kellerräume unterbunden wird, kann der Verschiebewinkel nicht mehr eingehalten werden. Eine Zuordnung in Gebäudegruppe C) ist dann erforderlich.

#### Gebäudegruppe C)

Bei eingeschossigen, nicht unterkellerten Gebäuden und bei Gebäuden mit mehr als 20 m Länge bzw. mit mehr als 10 m maßgebender Verschiebungslänge entstehen größere Verschiebewinkel. Deshalb sind entweder Dehnfugen oder Gleitlager anzuordnen.

Für die Dachdecke mit oberseitiger Wärmedämmschicht bestehen aufgrund der vorgenannten Verhältnisse zwei Möglichkeiten der Lagerausbildung: vollflächige Gleitlager oder punktförmige Gleitlager.

*Flächengleitlager* (Tafel 3): Bei Dachdecken der Gebäudegruppen A) und B) können vollflächige Gleitlager verwendet werden.

*Punktgleitlager* (Tafel 3): Bei Dachdecken der Gebäudegruppe C) hat die Auflagerung stets auf punktförmigen Gleitlagern zu erfolgen. Für Dachdecken der Gebäudegruppe B) ist diese Lagerungsart ebenfalls erforderlich, wenn die Wärmeabgabe von Heizkeller in andere Kellerräume unterbunden wird.

Die *Stahlbetondecke* (Tafel 3) benötigt wegen der nicht so großen thermischen Beanspruchung eine geringere durchgehende obere Bewehrung als bei unten gedämmten Dächern.

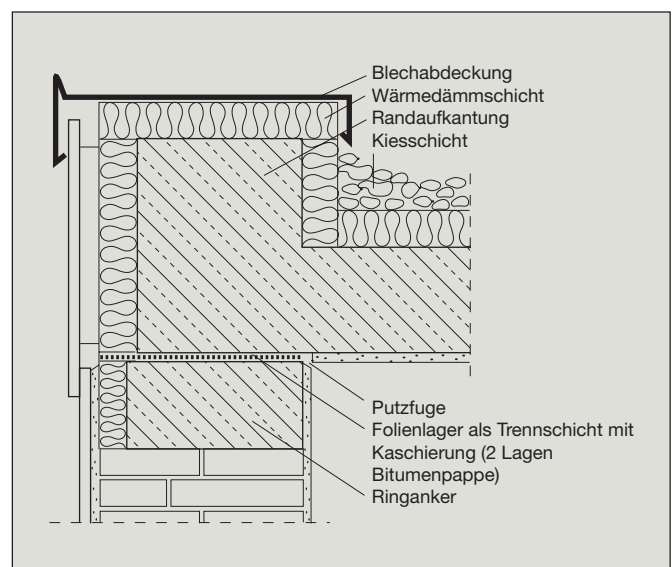
**Tafel 4: Größte zulässige Feldgröße bei Betonflachdächern mit oberseitiger Dämmung**

Art der Lagerung	Gleitlager	
	als Flächenlager	als Punktlager
Fugenabstand	$\leq 25$ m	$\leq 30$ m
Entfernung zwischen Festhaltebereich und Ecke der Dachdecke	$\leq 20$ m	$\leq 25$ m
Teilfläche	$\leq 600$ m <sup>2</sup>	$\leq 900$ m <sup>2</sup>

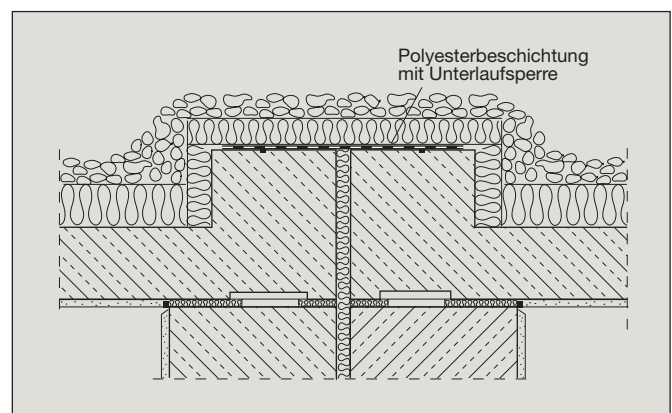
Die Höhenlage der Deckenschalung muß 1 cm über der Oberkante der Ringbalken liegen. Für die Schalungsträger sind besondere Rähme auf Stützen zu stellen, sie dürfen nicht auf den Ringbalken aufliegen.

Möglichst bald nach Fertigstellung der Stahlbetondachdecke sollte die Dämmschicht aufgebracht werden, um unnötige Längenänderungen zu vermeiden; insbesondere bei Flachgleitlagern. Im Flächenschwerpunkt der Dachdecke ist ein Festhaltebereich anzuordnen. Die zulässigen Feldgrößen zeigt Tafel 4.

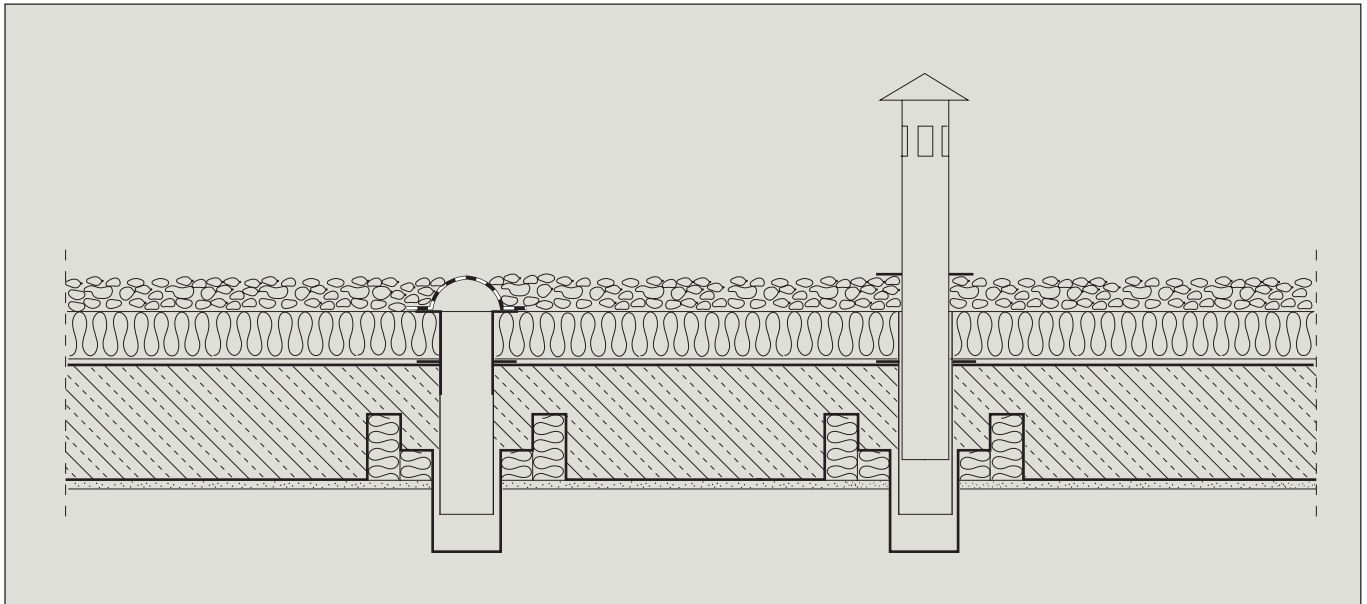
Dachrandabschlüsse (Tafel 3) können mit Stahlbetonfertigteilen, Faserzementblenden oder auch Leichtmetallprofilen gebildet werden (Bild 8). Abschlußprofile bieten auch einen Schutz der Dämmschicht in diesem Bereich. Stahlbetonfertig-



**Bild 8: Dachrandausbildung mit Randaufkantung und Blende; Lagerung auf Ringbalken**



**Bild 9: Dehnfuge mit Aufkantung über tragenden Innenwänden**



**Bild 10: Einbau von Dachgullys und Entlüftungen**

teile oder auch Brüstungselemente können vorher aufgestellt und beim Betonieren der Decke mit eingebaut werden.

*Fugen* (Tafel 3) in der Dachfläche sind ebenfalls mit Aufkantungungen zu sichern. Eine mögliche Ausführungsart zeigt Bild 9.

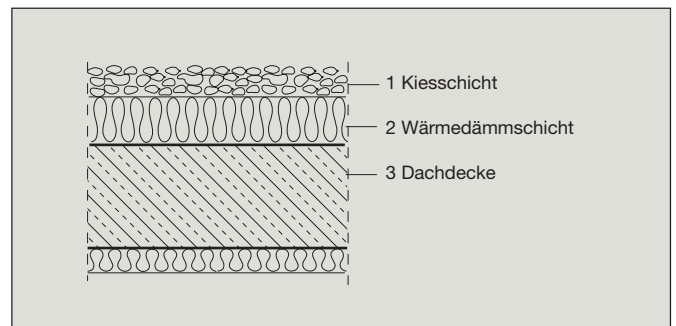
*Dachgullys, Entlüftungen, Rohrdurchführungen, Elektroleitungen* oder *Leerrohre* werden direkt einbetoniert, oder es werden Einsteckrohre in die Schalung eingesetzt, um besondere Einbauteile mit einbetonieren zu können (Bild 10).

*Wärmedämmschichten* (Tafel 3) aus Polystyrol-Extruderschaumplatten müssen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) entsprechen. Sie haben einen umlaufenden Stufenfalz und werden stets einlagig mit dichten Stößen verlegt, im Normalfall lose auf der Betondecke.

**Tafel 5: Auflast auf den Dämmplatten bei Umkehrdächern**

Höhe der Dachtraufe über Gelände	Auflast für Randbereiche 1/8 der Dachbreite, mindestens jedoch 1 m	Auflast für Restflächen
$0 \leq 8$ m	$\geq 1,0$ kN/m <sup>2</sup> (100 kg/m <sup>2</sup> ), z.B. Kiesschicht	$\geq 0,5$ kN/m <sup>2</sup>
$> 8 \leq 20$ m	$\geq 1,6$ kN/m <sup>2</sup> (160 kg/m <sup>2</sup> ) Betonplattenbelag, z.B. Gehwegplatten (60 mm) nach DIN 485 in Kiesbettung oder auf Abstandhaltern	$\geq 0,6$ kN/m <sup>2</sup>
$> 20 \leq 100$ m	$\geq 2,0$ kN/m <sup>2</sup> (200 kg/m <sup>2</sup> ) Betonplattenbelag in Kiesbettung oder auf Abstandhaltern, z.B. 500 x 500 x 80 mm	$\geq 0,8$ kN/m <sup>2</sup>

Da die Wärmedämmung über der Betonplatte angeordnet wird und darüber keine Dichtungsbahn liegt, kann Niederschlagswasser entweder direkt auf der Dämmschicht abfließen oder die Dämmschicht unterströmen und zwischen Dämmschicht und Betonplatte ablaufen. Dadurch kann die Betondachdecke oberseitig abgekühlt werden. Diese Besonderheit des Umkehrdaches wurde vom Institut für Bauphysik in Stuttgart untersucht. Eine Verstärkung der Wärmedämmschicht gleicht den hierbei entstehenden „Wärmeverlust“ ohne nachträgliche Folgen aus, wenn die Dachdecke eine flächenbezogene Masse von mindestens 250 kg/m<sup>2</sup> hat. Diese Masse ist bei 18 cm dicken Decken mit



**Bild 11: Betonflachdach mit Ergänzung der unterseitigen Dämmung durch oberseitige Dämmschicht**

etwa 450 kg/m<sup>2</sup> reichlich vorhanden. Kondensation kann unter der Dachdecke nicht stattfinden, da der vorhandene Dampfteildruck unter dem Sättigungsdampfdruck liegt.

*Sicherung der Dämmplatten:* Die Dämmplatten sind besonders in den Eck- und Randbereichen der Dächer durch Windsog gefährdet. Wenn sie nicht befestigt werden (kleben, nageln), ist nach der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung für Umkehrdächer eine ausreichend große Auflast erforderlich. Die Auflast ist abhängig von der Gebäudehöhe. Sie soll sofort nach dem Verlegen der Wärmedämmplatten aufgebracht werden. In Randbereichen von Gebäuden mit einer Traufhöhe über 8 m ist zum Schutz der Dämmplatten anstelle einer Kiesschicht stets ein Plattenbelag erforderlich (Tafel 5).

Die *Kiesschicht* wirkt als Pufferschicht gegen starke Temperaturschwankungen. Sie hat außerdem die Aufgabe, die Dämmplatten gegen UV-Strahlung zu schützen. Vor dem Aufbringen der Kiesschicht kann ein diffusionsdurchlässiges Kunststofffaservlies zum Schutz der Dämmschicht verlegt werden.

### 3 Verbesserung der Wärmedämmung älterer Betonflachdächer

Ältere Dächer entsprechen häufig nicht den Bedingungen der Wärmeschutzverordnung: Es ist eine dickere Wärmedämmschicht erforderlich. Dächer mit unterseitiger Dämmung (Abschn. 1) können in der Form nachgerüstet werden, daß eine zusätzliche oberseitige Dämmschicht aufgebracht wird (Abschn. 2). Ein Ausführungsbeispiel zeigt Bild 11.

## Literatur

- [1] DIN 1045 Beton und Stahlbeton, Bemessung und Ausführung, 07.88
- [2] Erläuterungen zu DIN 1045. Deutscher Ausschuß für Stahlbeton DAfStb, Heft 400. Verlag Wilh. Ernst & Sohn, Berlin 1989
- [3] DIN 1048 Prüfverfahren für Beton, 06.91
- [4] DIN 1084 Überwachung (Güteüberwachung) im Beton- und Stahlbetonbau, 12.78
- [5] DIN 4102 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen, 05.81 und 03.94
- [6] DIN 4108 Wärmeschutz im Hochbau, 08.81 und 11.91
- [7] DIN 4141 Lager im Bauwesen, 09.84 bis 12.91
- [8] DIN 7865 Elastomer-Fugenbänder zur Abdichtung von Fugen in Beton, 02.82
- [9] DIN 18 164 Schaumkunststoffe als Dämmstoffe für das Bauwesen, 03.91 und 08.92
- [10] DIN 18 195 Bauwerksabdichtungen, 08.83 bis 06.89
- [11] DIN 18 530 Massive Deckenkonstruktionen für Dächer, Planung und Ausführung, 03.87
- [12] DIN 18 541 Fugenbänder aus thermoplastischen Kunststoffen zur Abdichtung von Fugen in Ortbeton, 11.92
- [13] Richtlinien für die Planung und Ausführung von Dächern mit Abdichtungen - Flachdachrichtlinien. Herausgeber: Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks und Hauptverband der Deutschen Bauindustrie, 05.92
- [14] Merkblatt Wasserundurchlässige Baukörper aus Beton. Herausgeber: Deutscher Beton-Verein DBV, 06.96
- [15] Merkblatt Fugendichtungen im Hochbau. Anforderungen für die Anwendung von konstruktiven Fugendichtungen im Hochbau. Herausgeber: Deutscher Beton-Verein DBV, 01.76, 1996
- [16] Merkblatt Begrenzung der Ribbildung im Stahlbeton- und Spannbetonbau. Herausgeber: Deutscher Beton-Verein DBV, 09.96
- [17] Institut für Bauphysik Stuttgart: Untersuchungen über die Temperaturverhältnisse an einem unterseitig gedämmten Betondach ohne und mit oberseitiger Kiesschüttung. Prüfbericht vom 14.11.1974
- [18] Institut für Bautechnik Berlin: Zulassungsbescheid Wärmedämmsystem Umkehrdach, Zulassungs-Nr. Z 23.2-22 vom 8.12.1978
- [19] Kiebl, K.; Gertis, K.: Der Wärmehaushalt des Umkehrdaches beim Unterströmen der Dämmplatten. Die Bautechnik Heft 3, 1979
- [20] Künzel, H.: Untersuchungen über die Temperaturverhältnisse an einem unterseitig gedämmten Betondach ohne und mit Kiesschüttung. Institut für Bauphysik, Stuttgart 1974
- [21] Lohmeyer, G.: Flachdächer - einfach und sicher. Konstruktion und Ausführung von Flachdächern aus Beton ohne besondere Dichtungsschicht. Beton-Verlag, Düsseldorf 1993
- [22] Lohmeyer, G.: Schäden an Flachdächern und Wannen aus wasserundurchlässigem Beton. Band 2 Schadenfreies Bauen. IRB Verlag, Stuttgart 1993

### Bauberatung Zement



Wir beraten Sie in allen Fragen der Betonanwendung

<b>Bauberatung Zement Bayern</b>	Rosenheimer Str. 145 g	81671 München	Tel. 089/45098490	Fax: 45098498
<b>Bauberatung Zement Bayern</b>	Bucher Straße 3	90419 Nürnberg	Tel. 0911/933870	Fax: 9338733
<b>Bauberatung Zement Beckum</b>	Annastraße 3	59269 Beckum	Tel. 02521/17275	Fax: 950984
<b>Bauberatung Zement Düsseldorf</b>	Schadowstraße 44	40212 Düsseldorf	Tel. 0211/353001	Fax: 353002
<b>Bauberatung Zement Hamburg</b>	Immenhof 2	22087 Hamburg	Tel. 040/2276878	Fax: 224621
<b>Bauberatung Zement Hannover</b>	Hannoversche Str. 21	31319 Sehnde-Höver	Tel. 05132/6015	Fax: 6075
<b>Bauberatung Zement Ost</b>	Ahornstraße 25	12163 Berlin	Tel. 030/7912278	Fax: 7914727
<b>Bauberatung Zement Ost</b>	Kieler Straße 67	04357 Leipzig	Tel. 0341/6010201	Fax: 6010290
<b>Bauberatung Zement Stuttgart</b>	Leonberger Straße 45	71229 Leonberg	Tel. 07152/71081	Fax: 9792960
<b>Bauberatung Zement Wiesbaden</b>	Friedrich-Bergius-Str. 7	65203 Wiesbaden	Tel. 0611/20042	Fax: 24294

**Bundesverband der Deutschen Zementindustrie e.V. · Postfach 5105 66 · 50941 Köln**

Unsere Beratung erfolgt unentgeltlich. Auskünfte, Ratschläge und Hinweise geben wir nach bestem Wissen. Wir haften hierfür – auch für eine pflichtwidrige Unterlassung – nur bei grobem Verschulden, es sei denn, eine Beratung wird im Einzelfall vom Empfänger unter Hinweis auf besondere Bedeutung schriftlich erbeten und erteilt. Nr. H 3 BB Hannover Dipl.-Ing. Karsten Ebeling, Dipl.-Ing. Gottfried Lohmeyer 1.99/20

**Beton**  
Es kommt drauf an, was man draus macht.