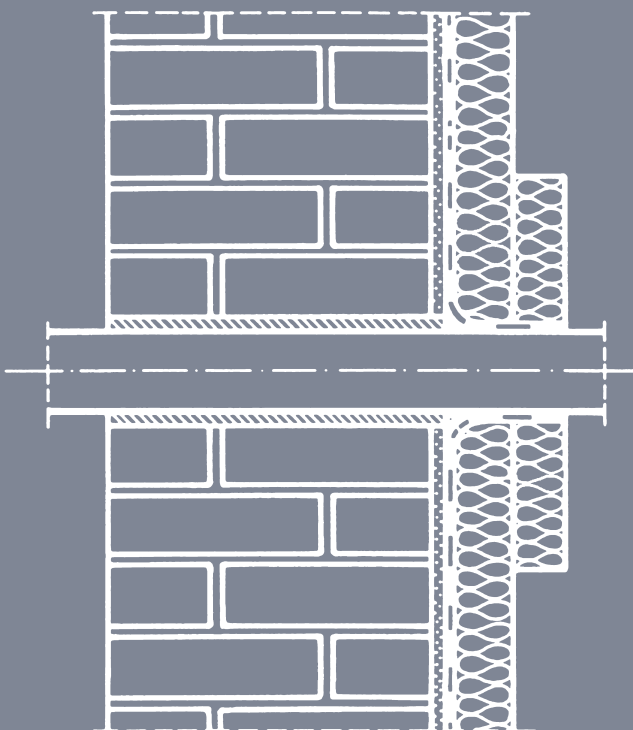
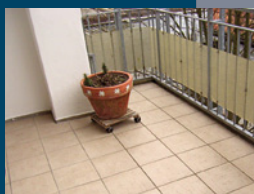


Frank U. Vogdt, Jan Bredemeyer

# Abdichtung – Fachgerecht und sicher

## Keller – Bad – Balkon – Flachdach



Fraunhofer IRB  Verlag

Frank U. Vogdt | Jan Bredemeyer

## **Abdichtung Fachgerecht und sicher**



Frank U. Vogdt | Jan Bredemeyer

# Abdichtung

## Fachgerecht und sicher

Keller – Bad – Balkon – Flachdach

Grundlagen für die Planung und Ausführung von Abdichtungen  
auf der Basis von Bitumen und Kunststoffen

Fraunhofer IRB Verlag

## Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

ISBN (Print): 978-3-8167-8410-4

ISBN (E-Book): 978-3-8167-8690-0

Herstellung: Tim Oliver Pohl

Satz: Dörr + Schiller GmbH, Stuttgart

Umschlaggestaltung: Martin Kjer

Druck: betz-Druck GmbH, Darmstadt

Die hier zitierten Normen sind mit Erlaubnis des DIN Deutschen Institut für Normung e. V. wiedergegeben. Maßgebend für das Anwenden der DIN-Norm ist deren Fassung mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin, erhältlich ist.

Für den Druck des Buches wurde chlor- und säurefreies Papier verwendet.

Alle Rechte vorbehalten.

Dieses Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die über die engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes hinausgeht, ist ohne schriftliche Zustimmung des Fraunhofer IRB Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Speicherung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Warennamen und Handelsnamen in diesem Werk berechtigt nicht zu der Annahme, dass solche Bezeichnungen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und deshalb von jedermann benutzt werden dürften.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z. B. DIN, VDI, VDE) Bezug genommen werden oder aus ihnen zitiert werden, so kann der Verlag keine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuziehen.

© Fraunhofer IRB Verlag, 2012

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB

Nobelstr. 12, 70569 Stuttgart

Telefon (07 11) 9 70-25 00

Telefax (07 11) 9 70-25 08

E-Mail: [irb@irb.fraunhofer.de](mailto:irb@irb.fraunhofer.de)

<http://www.baufachinformation.de>

# Inhaltsverzeichnis

	<b>Vorwort der Autoren</b> . . . . .	11
<b>1</b>	<b>Einleitung</b> . . . . .	13
<b>2</b>	<b>Grundlegende Anforderungen an Abdichtungen</b> . . . . .	17
<b>3</b>	<b>Stoffe zur Herstellung von Abdichtungen</b> . . . . .	19
3.1	Bauaufsichtliche Regelungen für Abdichtungsstoffe . . . . .	19
3.1.1	Einführung . . . . .	19
3.1.2	CE-gekennzeichnete Abdichtungsstoffe . . . . .	19
3.1.3	Ü-gekennzeichnete Abdichtungsstoffe . . . . .	23
3.2	Bitumenwerkstoffe . . . . .	24
3.2.1	Einführung . . . . .	24
3.2.2	Bitumenbahnen . . . . .	29
3.2.2.1	Eigenschaften, Aufbau und Kennzeichnung . . . . .	29
3.2.2.2	Verarbeitung . . . . .	38
3.2.3	Heiß zu verarbeitende Klebmassen und Deckaufstrichmittel . . . . .	42
3.2.4	Asphaltemastix . . . . .	43
3.2.5	Gussasphalt . . . . .	43
3.2.6	Kunststoffmodifizierte Bitumendickbeschichtungen – KMB . . . . .	43
3.2.6.1	Eigenschaften und Anforderungen . . . . .	43
3.2.6.2	Verarbeitung . . . . .	44
3.2.7	Bitumenlösungen und -emulsionen . . . . .	45
3.3	Kunststoffe . . . . .	45
3.3.1	Einführung . . . . .	45
3.3.1.1	Grundlegende Eigenschaften . . . . .	45
3.3.1.2	Werkstoffgruppen . . . . .	46
	a) Thermoplaste . . . . .	48
	b) Elastomere . . . . .	49
	c) Thermoplastische Elastomere . . . . .	49
	d) Duroplaste . . . . .	50
3.3.2	Kunststoffbahnen . . . . .	51
3.3.2.1	Eigenschaften, Aufbau und Kennzeichnung . . . . .	51
3.3.2.2	Verarbeitung . . . . .	59
3.3.3	Flüssig zu verarbeitende Kunststoffe . . . . .	64
3.4	Mineralische Werkstoffe . . . . .	68
3.4.1	Einführung . . . . .	68
3.4.2	Mineralische Dichtungsschlämmen . . . . .	69
3.4.2.1	Eigenschaften, Regelwerke und Anforderungen . . . . .	69
3.4.2.2	Anwendung . . . . .	70
3.5	Metallbänder . . . . .	72

<b>4</b>	<b>Abdichtung erdberührter Bauteile</b>	<b>74</b>
4.1	Bemessung	74
4.1.1	Einführung	74
4.1.2	Lastfälle	75
4.1.2.1	Bodenfeuchte und nichtstauendes Sickerwasser	75
4.1.2.2	Aufstauendes Sickerwasser	76
4.1.2.3	Drückendes Wasser	76
4.1.3	Vorgehensweise	76
4.2	Ausführung	79
4.2.1	Übersicht	79
4.2.2	Abdichtungen gegen Bodenfeuchte und nichtstauendes Sickerwasser	82
4.2.2.1	Fußböden und Bodenplatten	82
4.2.2.2	Wandquerschnitte	84
4.2.2.3	Vertikale Flächen	85
4.2.3	Abdichtungen gegen aufstauendes Sickerwasser	86
4.2.4	Abdichtungen gegen drückendes Wasser	88
4.3	Besondere Aspekte bei Abdichtungen erdberührter Bauteile	91
4.3.1	Anordnung der Abdichtung beim Lastfall aufstauendes Sickerwasser	91
4.3.2	Abdichtung von Wandquerschnitten	92
4.3.3	Kellerlichtschächte und Außenkellertreppen	96
4.3.3.1	Abdichtung	96
4.3.3.2	Entwässerung	97
4.3.4	Gebäudesockel	97
4.3.4.1	Spritz- und Stauwasserschutz	97
4.3.4.2	Schutz von Wärmedämmverbundsystemen	99
<b>5</b>	<b>Abdichtung genutzter Dach- und Deckenflächen</b>	<b>101</b>
5.1	Abdichtungssysteme und Regelwerke	101
5.2	Bemessung	102
5.2.1	Beanspruchung	102
5.2.2	Vorgehensweise	105
5.3	Ausführung	107
5.3.1	Übersicht	107
5.3.2	Abdichtungen mit Bitumenwerkstoffen	110
5.3.3	Abdichtungen mit Kunststoffbahnen	111
5.3.4	Abdichtungen mit Flüssigkunststoffen	111
5.3.5	Abdichtungen im Verbund mit Fliesen und Platten	113
5.4	Besondere Aspekte bei Abdichtungen von genutzten Dach- und Deckenflächen	122
5.4.1	Einführung	122
5.4.2	Deckenkonstruktion und Abdichtungsuntergrund	122
5.4.3	Abdichtungen in häuslichen Bädern	124

5.4.4	Entwässerung und Gefällegebung . . . . .	127
5.4.5	Flüssigkunststoffabdichtungen als Belagschicht . . . . .	130
5.4.6	Intensiv begrünte Flächen . . . . .	131
5.4.7	Kriterien für die Auswahl von Abdichtung/Belag-Kombinationen auf Terrassen und ähnlichen Flächen im Freien . . . . .	132
5.4.7.1	Einführung . . . . .	132
5.4.7.2	Konventioneller Aufbau aus Schutzestrich und Plattenbelag . . . . .	132
5.4.7.3	Flüssigkunststoffabdichtung als Belagschicht . . . . .	133
5.4.7.4	Lose verlegte Beläge . . . . .	134
<b>6</b>	<b>Abdichtung ungenutzter Flachdächer . . . . .</b>	<b>135</b>
6.1	Abdichtungssysteme, Regelwerke und Anwendungskategorien . . . . .	135
6.1.1	Abdichtungssysteme und Regelwerke . . . . .	135
6.1.2	Anwendungskategorien . . . . .	135
6.2	Bemessung . . . . .	137
6.2.1	Beanspruchungen . . . . .	137
6.2.1.1	Wasserbeanspruchung . . . . .	137
6.2.1.2	Mechanische Beanspruchungen . . . . .	137
6.2.1.3	Thermische Beanspruchungen . . . . .	138
6.2.1.4	Chemische und biogene Beanspruchungen . . . . .	138
6.2.2	Beanspruchungsklassen . . . . .	138
6.2.2.1	Mechanische Beanspruchung . . . . .	138
6.2.2.2	Thermische Beanspruchung . . . . .	139
6.3	Ausführung . . . . .	140
6.3.1	Übersicht . . . . .	140
6.3.2	Abdichtung mit Bitumenbahnen . . . . .	141
6.3.3	Abdichtung mit Kunststoffbahnen . . . . .	144
6.3.4	Abdichtung mit Flüssigkunststoffen . . . . .	146
6.4	Besondere Aspekte bei Flachdachabdichtungen . . . . .	148
6.4.1	Dachkonstruktion und Abdichtungsuntergrund . . . . .	148
6.4.2	Dampfdruckausgleich . . . . .	150
6.4.3	Lagesicherung der Abdichtung . . . . .	151
6.4.3.1	Aufnahme horizontaler Kräfte . . . . .	151
6.4.3.2	Lagesicherung bei Dächern mit einer Neigung von mehr als 3 ° . . . . .	152
6.4.3.3	Windsogsicherung . . . . .	153
	a) Beanspruchung . . . . .	153
	b) Windsogsicherung durch Kleben . . . . .	156
	c) Windsogsicherung durch mechanische Befestigung . . . . .	157
	d) Windsogsicherung durch Auflast . . . . .	158
6.4.4	Entwässerung . . . . .	159
6.4.5	Instandhaltung . . . . .	160
<b>7</b>	<b>Detailausbildung . . . . .</b>	<b>163</b>
7.1	Einführung . . . . .	163
7.2	Planungsgrundlagen . . . . .	163



7.2.1	Anzahl und Anordnung von Fugen, Durchdringungen und Übergängen . . . . .	163
7.2.2	Lage von Abschlüssen an Gebäudesockeln sowie aufgehenden Bauteilen . . . . .	165
7.2.3	Materialwahl . . . . .	167
7.3	Detailausbildung bei Abdichtungen aus Bitumenwerkstoffen und Kunststoffbahnen . . . . .	169
7.3.1	Abdichtung im Bereich von Bewegungsfugen . . . . .	169
7.3.1.1	Einführung . . . . .	169
7.3.1.2	Bewegungsfugen in genutzten Decken- und erdberührten Flächen . .	170
7.3.1.3	Bewegungsfugen in ungenutzten Dachflächen . . . . .	172
7.3.2	Abschlüsse an Gebäudesockeln sowie aufgehenden Bauteilen . . . . .	173
7.3.3	Übergänge sowie Anschlüsse an Durchdringungen und Einbauteile . .	177
7.3.3.1	Klebeflansche, Anschweißflansche, Manschetten . . . . .	178
7.3.3.2	Schellen . . . . .	178
7.3.3.3	Los- und Festflanschkonstruktionen . . . . .	179
7.3.4	Übergänge von Bodenplatten aus wasserundurchlässigem Beton zu hautförmigen Abdichtungen im Erdreich . . . . .	181
7.3.4.1	Einführung . . . . .	181
7.3.4.2	Übergang zu kunststoffmodifizierter Bitumendickbeschichtung . . . . .	181
7.3.4.3	Übergang zu Bahnenabdichtungen . . . . .	183
7.4	Detailausbildung bei Abdichtungen aus Flüssigkunststoffen . . . . .	183
7.4.1	Abdichtungen über Bewegungsfugen . . . . .	183
7.4.2	Abschlüsse an aufgehenden Bauteilen sowie Anschlüsse an Durchdringungen und Einbauteile . . . . .	184
7.5	Detailausbildung bei Abdichtungen im Verbund mit Fliesen und Platten . . . . .	185
7.5.1	Abdichtungen über Bewegungsfugen und an Randfugen . . . . .	185
7.5.2	Anschlüsse an Durchdringungen und Einbauteile . . . . .	186
7.6	Schutzschichten und Schutzmaßnahmen . . . . .	187
7.6.1	Schutzschichten . . . . .	187
7.6.2	Schutzmaßnahmen . . . . .	192
<b>8</b>	<b>Dränanlagen . . . . .</b>	<b>193</b>
8.1	Einführung . . . . .	193
8.2	Bemessung von Dränanlagen . . . . .	196
8.2.1	Grundsätze . . . . .	196
8.2.2	Regelfallbemessung . . . . .	197
8.2.3	Sonderfallbemessung . . . . .	199
8.3	Konstruktive Ausbildung von Dränanlagen . . . . .	202
8.3.1	Dränanlagen vor Wänden . . . . .	202
8.3.1.1	Dränschicht . . . . .	202
8.3.1.2	Dränleitungen . . . . .	203
8.3.2	Dränanlagen auf Decken . . . . .	206

8.3.3	Dränanlagen unter Bodenplatten . . . . .	206
8.3.4	Vorflut/Sickerschacht . . . . .	208
8.4	Wartung und Instandhaltung von Dränanlagen . . . . .	209
<b>9</b>	<b>Quellen . . . . .</b>	<b>210</b>
9.1	Normen . . . . .	210
9.2	Gesetze, Richtlinien, Merkblätter etc. . . . .	213
9.3	Literatur . . . . .	216
<b>10</b>	<b>Register . . . . .</b>	<b>218</b>



---

## Vorwort der Autoren

Kleine Ursache große Wirkung – kaum eine andere Baukonstruktion oder Bauteilschicht hat derart großen Einfluss auf die dauerhaften Eigenschaften eines Bauwerks wie Abdichtungen. Hierzu soll das vorliegende Fachbuch Planern und Ausführenden, aber auch Bauherrn Auskunft geben, Abdichtungen fach- und sachgerecht auszuführen. Insbesondere die beanspruchungsgerechte Wahl des Abdichtungssystems verhindert Schäden, die zum einen mit hohen Folgekosten verbunden wären und zum anderen zu kostenintensiven Instandsetzungsmaßnahmen führen würden.

Zielsetzung des Autorenteams ist es, mit diesem Buch zu vermitteln, wie Planungs- und Ausführungsfehler vermieden werden können. Die Erfahrungen aus der Begutachtung von Schadensfällen und die Praxiserfahrungen Ausführender fließen hier ebenso ein wie die Erfahrungen aus der Arbeit mit und an Regelwerken sowie deren inhaltlicher Vermittlung in der Lehre. Insofern ist neben einer präzisen textlichen Darstellung und ausführlichen Diskussion ein besonderes Anliegen, durch Tabellen eine inhaltliche Übersichtlichkeit zu schaffen und Sachverhalte durch Bilder und Diagramme zu veranschaulichen. Unser besonderer gilt Dank Herrn Dipl.-Ing. Nils Oster (IFDB, Berlin) und Herrn Dachdecker- und Klempnermeister Christian Schlee, Berlin, für die vielfältigen fachlichen Anregungen und Hinweise, Herrn Dipl.-Ing. Richard Rath für das kritische Lektorat sowie Frau Monika Becker und Frau Alyssa Weskamp BSc für die Anfertigung der Zeichnungen und Diagramme.

Berlin, im Januar 2012

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Frank U. Vogdt

Dipl.-Ing. Jan Bredemeyer



# 1 Einleitung

Abdichtungen sind als zusätzliche hautförmige Bauteilschicht überall dort erforderlich, wo eine kritische, die Funktion und Nutzung beeinträchtigende Durchfeuchtung von Bauteilen durch Grund-, Sicker-, Niederschlags- oder Brauchwasser nicht allein durch die stofflichen Eigenschaften von Bekleidungen, Belägen oder Bedachungen vermieden werden kann. Dies betrifft insbesondere

- erdberührte Bauteile im Gründungsbereich (Bodenplatten, Außenwände, Fundamente im Erdreich)
- erdüberdeckte und befahrbare Decken (so genannte Hofkellerdecken)
- ungenutzte Flachdächer
- genutzte Dach- und Deckenflächen im Außenbereich (Terrassen, Balkone, Parkdecks, intensiv begrünte Dächer)
- von Brauch- und Reinigungswasser beaufschlagte Wand- und Deckenflächen in Innenräumen (gewerbliche Küchen, öffentliche und private Nassräume etc.).

Darüber hinaus sind Abdichtungen auch für Behälter zur Lagerung und Nutzung von Wasser erforderlich (Reservoirs, Becken, Silos etc.).

Werden Abdichtungen dieser Bauteile mangelhaft geplant und/oder ausgeführt, sind in der Regel Schäden an den betreffenden Bauteilen die Folge, die eine umgehende Instandsetzung bzw. Herstellung einer fachgerechten Abdichtung erfordern (Bild 1 und 2).



**Bild 1:** Feuchteschaden durch mangelhafte Abdichtung eines Balkons (Bild: Oster, IFDB, Berlin)

Die Instandsetzungs- bzw. Schadenfolgekosten belaufen sich sehr häufig auf ein Mehrfaches dessen, was eine von vornherein in allen Teilen fachgerechte Planung und Ausführung gekostet hätte. Insofern können insbesondere Bauwerksabdichtungen im Erdreich und auf genutzten Deckenflächen für Planer und Ausführende ein erhebliches Haftungsrisiko bedeuten. Dennoch, und obwohl ein umfassendes Geflecht aus bewährten technischen Regelwerken besteht, das bei Beachtung eine zuverlässige und dauerhafte Ausführung von Abdichtungen gewährleistet, zählen diese ent-



**Bild 2:** Feuchteschaden durch aufsteigende Feuchte infolge einer mangelhaften Abdichtung im Gründungsbereich (Bild: Oster, IFDB, Berlin)

sprechend einer neueren Untersuchung [IFB, 2009] nach wie vor zu den am häufigsten mangelbehafteten Bereichen von Neubauten. Wobei in nur gut der Hälfte der in [IFB, 2009] untersuchten Fälle eine nicht fachgerechte Ausführung allein ursächlich für die Mängel war, während in den übrigen ca. 48% der Fälle unzureichende oder fehlende Planungsleistungen eine wesentliche Rolle spielten. In etwa 8 von 10 dieser Fälle stellen Planungsmängel sogar die alleinige Hauptursache dar. Dies ist einerseits auf die Unterschätzung der den Durchfeuchtungsvorgängen zugrunde liegenden physikalischen Prinzipien und unzureichender Kenntnis der u. a. hieraus resultierenden komplexen Anforderungen an Abdichtungen zurückzuführen. Andererseits scheint eine wesentliche Ursache in einer gewissen Unübersichtlichkeit der mittlerweile zur Verfügung stehenden Abdichtungsstoffe und -verfahren zu liegen, die eine sachgerechte Auswahl jenseits der Produktwerbung erschwert, zumal die Produkte und Verfahren teilweise außerhalb der einschlägigen Normen liegen. Klassische Regelwerke für die Planung und Ausführung sind

- DIN 18195 (Abdichtungen im Erdreich und auf genutzten oder begrüntem Dach- und Deckenflächen) als Nachfolgerin der 1983 zurückgezogenen DIN 4031, DIN 4117 und DIN 4122,
- die »Regeln für Abdichtungen – Flachdachrichtlinien« [ZVDH, 2008], die seit 1962 vom Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks e.V. für Abdichtungen auf genutzten und ungenutzten Dachflächen herausgegeben werden, und
- DIN 18531 (Abdichtungen von ungenutzten Flachdächern).

Die aktuellen Ausgaben der Normen einerseits und die Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008] andererseits sind inhaltlich mittlerweile im Wesentlichen aneinander angeglichen. Eine vollständige Neugliederung der Abdichtungsnormen unter Berücksichtigung der technischen Produkt- und Verfahrensentwicklung ist vor kurzem in Angriff genommen worden und wird in einigen Jahren abgeschlossen sein.

Für die Abdichtung von Ingenieurbauwerken im Zusammenhang mit öffentlichen Verkehrswegen existieren darüber hinaus weitere wichtige Regelwerke, beispielsweise

als »Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für das Herstellen von Brückenbelägen auf Beton – ZTV-BEL-B« im Rahmen der »Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauwerke – ZTV-ING« des Bundesministeriums für Bau, Verkehr und Stadtentwicklung.

Überdies haben sich im Laufe der Zeit alternative bzw. auf bestimmte Anwendungsfälle zugeschnittene Abdichtungssysteme außerhalb dieser Regelwerke entwickelt, für die durch Hersteller- oder gewerbliche Verbände eigene Regelwerke erarbeitet wurden, bei denen ein Status als allgemein anerkannte Regeln der Technik vermutet werden kann. Hier ist u. a. zu nennen das »Merkblatt Verbundabdichtungen« [ZDB, 2010] des Zentralverbandes des Deutschen Baugewerbes für Abdichtungsschichten im Verbund mit Belägen und Bekleidungen aus Fliesen und Platten. Darüber hinaus existieren Regelwerke, die die oben genannten Normen ergänzen, z. B. die »Technischen Regeln – abc der Bitumenbahnen« des Industrieverbandes Bitumen-Dach- und Dichtungsbahnen – vdd e. V. oder die Richtlinien der Deutschen Bauchemie e. V. [Dt. Bauchemie, 2010], [Dt. Bauchemie, 2002] und [Dt. Bauchemie, 2006].

In diesem Zusammenhang soll das vorliegende Buch sowohl Architekten und Bauingenieuren als Planern sowie Ausführenden einer Vielzahl von Gewerken, die Abdichtungen herstellen, Übersicht und konkrete Anleitung geben, wie und unter Beachtung welcher technischen Regeln Abdichtungen fachgerecht und dauerhaft hergestellt werden können. Unter »fachgerecht« ist dabei zu verstehen, dass die Abdichtungen den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechen, um auch bei einer Ausführung unter Baustellenbedingungen ein angemessenes Sicherheitsniveau gewährleisten zu können. Auf die Darstellung von Lösungen, die aufgrund einer einfacheren, kostengünstigeren Ausführung vielfach von Planern und Ausführenden als vermeintlich »praxisgerecht« angesehen werden, wird im Hinblick auf das im Allgemeinen zu erwartende geringere Sicherheitsniveau bewusst verzichtet. Unter Berücksichtigung der in der Sachverständigenpraxis zu beobachtenden Häufigkeit und Verteilung von Schäden wird im Wesentlichen auf übliche Anwendungen hautförmiger Abdichtungen bei quasi alltäglichen Bauaufgaben des Hochbaus Bezug genommen. Im Hinblick auf die angestrebte weitgehend vollständige Übersicht über die Abdichtungen der eingangs genannten Bauteile und einen dennoch übersichtlichen Umfang der Darstellung werden beispielsweise wasserundurchlässige Konstruktionen aus Beton (Weiße Wannen, »WU-Beton«), Abdichtungen von Bauwerken im Zuge öffentlicher Verkehrswege (z. B. Brücken oder Tunnel) oder von Behältern (z. B. Becken oder Silos) hier nicht behandelt. Auch die nachträgliche Herstellung von Abdichtungen im Bestand ist – sofern sie nicht mit den im Neubau anzuwendenden Verfahren zu realisieren ist, sondern z. B. Injektionen von Bauteilen erfordert – nicht Gegenstand dieses Buches.

Im Folgenden werden zunächst die grundlegenden Anforderungen an Bauwerks- und Dachabdichtungen beschrieben, aus denen sich die Anforderungen an verschiedene Abdichtungssysteme bzw. Abdichtungsstoffe und ihre Verarbeitung ergeben. Diese



werden im Kapitel 3 behandelt. Danach wird unter Berücksichtigung der wesentlichen Anwendungsbereiche und technischen Anforderungen eingegangen auf

- erdberührte Abdichtungen im Gründungsbereich (Kapitel 4)
- Abdichtungen von genutzten oder intensiv begrünten Dach- und Deckenflächen (Kapitel 5)
- Abdichtungen von ungenutzten Flachdächern (Kapitel 6)
- die Detailausbildung bei diesen Abdichtungen (Kapitel 7)
- Dränagen zur Reduzierung der Wasserbeanspruchung (Kapitel 8)

## 2 Grundlegende Anforderungen an Abdichtungen

Bauwerksabdichtungen haben die Aufgabe, Bauwerke vor den schädigenden Einflüssen des Wassers dauerhaft zu schützen. Schädigende Einflüsse sind insbesondere

- Durchfeuchtung von Umschließungsflächen und hierdurch bedingte Nutzungseinschränkungen im Bauwerk
- verringerter Wärmeschutz durchfeuchteter Bauteile
- verringerte Festigkeit der Baustoffe in feuchtem Zustand
- Korrosion von Baustoffen (insbesondere bei aggressivem Wasser).

Im Folgenden werden unter Abdichtungen Maßnahmen verstanden, die den Schutz vor

- von außen einwirkendem Wasser aus dem Erdreich, wie Bodenfeuchte, Sickerwasser oder Grundwasser
- Niederschlagswasser auf genutzten oder intensiv begrünten waagerechten oder flach geneigten Flächen im Freien
- aus dem Gebäudeinnern einwirkendem Wasser, wie z. B. Brauch- und Spritzwasser in Nassräumen (Bädern, Dusch- und oder Sanitärräumen etc.)

gewährleisten.

Obwohl die Herstellungskosten für Abdichtungen im Vergleich zu den Gesamtkosten der Bauwerkserstellung lediglich einen geringen Anteil darstellen, kommt den Abdichtungen – wie in der Einleitung bereits ausgeführt – auch in wirtschaftlicher Hinsicht hohe Bedeutung zu. Abdichtungen müssen insofern folgende Anforderungen dauerhaft – d. h. für die gesamte zu erwartende Lebensdauer des Bauwerks – erfüllen:

- **Standsicherheit:**  
Abdichtungen oder hiermit im Zusammenhang stehende Maßnahmen dürfen die Standsicherheit des Gebäudes oder von Gebäudeteilen nicht beeinträchtigen (z. B. durch Gleiten von Gebäudekörpern bzw. Bauteilen, durch Setzungen oder durch Unterspülung). Die Standsicherheit der Abdichtung selbst muss u. U. durch flankierende Maßnahmen gewährleistet sein.
- **Physikalische Beanspruchung:**  
Abdichtungen müssen wasserdicht im Sinne einer Bauwerksabdichtung sein. Sie müssen gegenüber der bei der Verarbeitung wie auch der im Einbauzustand auftretenden thermischen Beanspruchung widerstandsfähig sein.
- **Chemische Beanspruchung:**  
Abdichtungen müssen gegenüber den angreifenden Medien beständig und mit Baustoffen, mit denen sie in Kontakt kommen, verträglich sein.
- **Biologische Beanspruchung:**  
Abdichtungen müssen gegenüber dem Angriff durch Mikroorganismen widerstandsfähig und wurzelfest sein.

Darüber hinaus sollten die für Bauwerks- und Dachabdichtungen verwendeten Stoffe leicht zu verarbeiten und die zur Anwendung kommenden Verfahren möglichst unempfindlich gegenüber Ausführungsfehlern sein. Dennoch erfordern Bauwerks- und Dachabdichtungen eine sachgerechte, in allen Teilen detaillierte Vor- und Ausführungsplanung, eine hierauf basierende präzise Ausschreibung, eine qualifizierte und sorgfältige Ausführung sowie eine ebenso qualifizierte und sorgfältige Bauüberwachung. Planungs- und baubegleitende externe Qualitätssicherungen durch öffentlich bestellte und vereidigte Sachverständige haben sich hierbei als sinnvolle Ergänzung zur Aufgabenteilung der traditionell am Bau Beteiligten erwiesen.

## 3 Stoffe zur Herstellung von Abdichtungen

### 3.1 Bauaufsichtliche Regelungen für Abdichtungsstoffe

#### 3.1.1 Einführung

Der Feuchteschutz von Bauteilen im Sinne von Bauwerksabdichtungen besitzt in bautechnischer und ökonomischer Hinsicht herausragende Bedeutung. In Bezug auf öffentlich-rechtliche Schutzziele werden Abdichtungen gegenüber anderen Aspekten jedoch als nachrangig eingestuft, so dass ihre konstruktive Ausbildung nicht bauordnungsrechtlich geregelt ist. Ausnahmen hiervon sind die Abdichtungen von Bauwerken im Bereich öffentlicher Verkehrsflächen, z. B. bei Brücken, Trögen, Tunneln, Rampen etc., für die beispielsweise die ZTV-BEL-B zur ZTV-ING oder die Richtlinie [DAfStb, 2006] bauaufsichtlich eingeführte Ausführungsregeln sind und in der Liste der technischen Baubestimmungen [DIBt] geführt werden. Außer in Hessen ist hingegen z. B. die DIN 18 195 nicht bauaufsichtlich eingeführt. Allerdings bestehen in Anbetracht der technischen Bedeutung von Abdichtungen in jedem Fall bauaufsichtliche Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit von Stoffen für die Herstellung von Abdichtungen. Eine Übersicht über das bauaufsichtliche Regelungssystem für Bauprodukte und Bauarten auf der Grundlage der Bauordnungen in Deutschland gibt die nachfolgende Tabelle 1 aus [Hemme, 2011].

Zum Zeitpunkt der Abfassung des vorliegenden Buches fallen die Stoffe zur Herstellung der hier behandelten Abdichtungen im Wesentlichen unter die vier folgenden, in Tabelle 1 farbig hinterlegten Kategorien:

- Produkte im Geltungsbereich harmonisierter europäischer Normen nach der Bauregelliste B, Teil 1, Abschnitt 1, die mit einer Ausnahme alle bahnenförmigen Stoffe umfassen und mit *CE* gekennzeichnet sind
- Produkte und Bausätze mit europäischer technischer Zulassung (ETA) im Geltungsbereich einer europäischen technischen Zulassungsleitlinie (ETAG), die im Wesentlichen Flüssigkunststoff- und Verbundabdichtungen betreffen und mit *CE* gekennzeichnet sind
- einzelne Produkte und Bausätze mit europäischer technischer Zulassung (ETA) außerhalb einer ETAG, die ebenfalls mit *CE* gekennzeichnet sind und
- Produkte und Bauarten ohne bauaufsichtliche Produktregeln gemäß der Bauregelliste A, Teil 2, die mit *Ü* gekennzeichnet sind.

#### 3.1.2 CE-gekennzeichnete Abdichtungsstoffe

Im Hinblick auf den angestrebten freien Warenverkehr im Rahmen der Europäischen Union sollen in den Mitgliedsländern produzierte Waren in der gesamten EU auch in Verkehr gebracht, d.h. gehandelt werden dürfen, sofern sie bestimmte Leistungsmerkmale entsprechend den Vorgaben aus der europäischen Normung oder den europäischen Zulassungen beschreiben. Ob eine entsprechende Konformität besteht,

Geregelte Bauprodukte			Nicht geregelte Bauprodukte
Produkte im Geltungsbereich bauaufsichtlicher Produktregeln	Produkte im Geltungsbereich harmonisierter europäischer Normen	Produkte mit wesentlichen Abweichungen von den bauaufsichtlichen Produktregeln	Produkte und Bauarten ohne bauaufsichtliche Produktregeln
Liste			
BRL A, Teil1	BRL B, Teil 1, Abs. 1	BRL A, Teil 1	keine Liste
Nachweisverfahren			
Übereinstimmungsnachweis: ÜH, ÜHP, ÜZ	Konformitätsnachweis: Systeme 1+, 1, 2+, 2, 3 oder 4	Verwendbarkeitsnachweis: abZ oder abP und Übereinstimmungsnachweis: ÜH, ÜHP, ÜZ	Verwendbarkeitsnachweis: abZ bzw. abP und Übereinstimmungsnachweis: ÜH, ÜHP, ÜZ
Kennzeichnung			
Ü-Zeichen	CE-Kennzeichnung, ggf. zus. Ü-Zeichen	Ü-Zeichen	Ü-Zeichen oder Ü-Erklärung
Anwendungsregeln			
ggf. LTB I	ggf. LTB I/II	im abZ / abP	im abP
BRL Bauregelliste abZ allgemeine bauaufsichtliche Zulassung abP allgemeine bauaufsichtliches Prüfzeugnis ETA Europäische Technische Zulassung ÜH Übereinstimmungserklärung des Herstellers ÜHP Übereinstimmungserklärung des Herstellers nach vorheriger Prüfung des Bauprodukts durch eine anerkannte Prüfstelle			

**Tabelle 1:** Übersicht über das bauaufsichtliche Regelungssystem für Bauprodukte und Bauarten aus [Hemme, 2011]

			Sonstige Produkte		
	Produkte und Bauarten mit wesentlichen Abweichungen von Technischen Baubestimmungen	Produkte und Bausätze mit europäischer technischer Zulassung im Geltungsbereich einer Leitlinie	Produkte und Bausätze mit europäischer technischer Zulassung ohne Leitlinie	Produkte ohne Produktregel und mit bauaufsichtlich untergeordneter Bedeutung	Produkte mit Produktregel und mit bauaufsichtlich untergeordneter Bedeutung
	BRL A, Teil 2	keine Liste	BRL A, Teil 3	BRL B, Teil 1, Abs. 2 bzw. 3	BRL B, Teil 1, Abs. 2 bzw. 3
	Verwendbarkeitsnachweis: abZ bzw. abP und Übereinstimmungsnachweis: ÜH, ÜHP, ÜZ	Brauchbarkeitsnachweis: ETA, Konformitätsnachweis: Systeme 1+, 1, 2+, 2, 3 oder 4	Brauchbarkeitsnachweis: ETA, Konformitätsnachweis: Systeme 1+, 1, 2+, 2, 3 oder 4	kein Nachweisverfahren	kein Nachweisverfahren
	Ü-Zeichen oder Ü-Erklärung	CE-Kennzeichnung	CE-Kennzeichnung	kein Ü-Zeichen, CE-Kennzeichnung möglich	kein Ü-Zeichen, CE-Kennzeichnung möglich
	im abP	ggf. LTB I/II	ggf. LTB I/II	keine Anwendungsregeln	keine Anwendungsregeln
	ÜZ LTB Ü-Zeichen Ü-Erklärung CE-Zeichen Systeme 1+, ..., 4	Übereinstimmungszertifikat durch eine anerkannte Prüfstelle Liste der Technischen Baubestimmungen, Teil I, II, III Übereinstimmungszeichen Übereinstimmungserklärung des Anwenders Kennzeichnung auf dem Produkt nach einer europäisch harmonisierten Norm Konformitätsnachweisverfahren gemäß Bauproduktenrichtlinie			

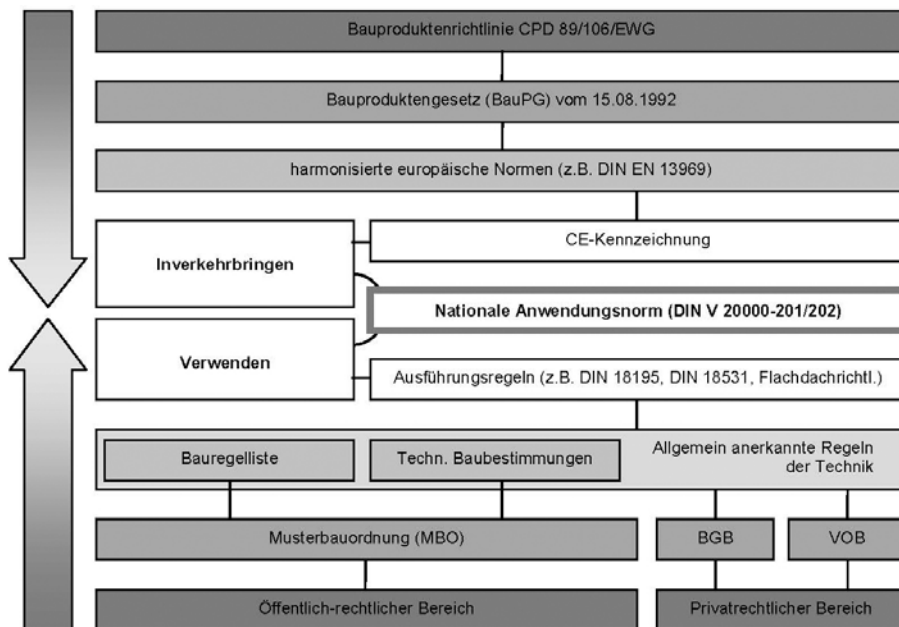
kann der Verbraucher anhand einer Kennzeichnung, dem *CE*-Zeichen, erkennen. Maßgeblich dafür, dass ein Produkt mit dem *CE*-Zeichen gekennzeichnet werden darf, ist die Einhaltung harmonisierter europäischer (Produkt-)Normen oder Europäischer Technischer Zulassungen (ETA) im Sinne der europäischen Bauproduktenrichtlinie. Diese Zulassungen werden durch die europäische Normenorganisation CEN oder die EOTA als Organisation für Europäische Technische Zulassungen als Zusammenschluss der nationalen Zulassungsstellen aufgestellt. In Deutschland ist das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) die zuständige nationale Zulassungsstelle. Die Umsetzung der europäischen Bauproduktenrichtlinie erfolgt durch das Bauproduktengesetz [BauPG, 2006].

Brauchbar im Sinne des Bauproduktengesetzes [BauPG, 2006] ist ein Bauprodukt, wenn es so beschaffen ist, dass das mit ihm hergestellte Bauwerk bei ordnungsgemäßer Instandhaltung dem Zweck entsprechend über eine angemessene Zeitdauer und unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit gebrauchstauglich ist und die wesentlichen Anforderungen an die öffentliche Sicherheit und die Realisierung öffentlich-rechtlicher Schutzziele erfüllt. Insofern wird in Bezug auf das Bauproduktengesetz [BauPG, 2006] ein Mindeststandard als Voraussetzung für das **Inverkehrbringen** der Produkte definiert.

Im Zusammenhang mit der **Anwendung** *CE*-gekennzeichneter Produkte werden jedoch nicht auch zwangsläufig die Anforderungen aus den jeweiligen nationalen Ausführungsregeln erfüllt. So enthalten die harmonisierten europäischen Produktnormen nur wenige Anforderungen an technische Produkteigenschaften im Sinne von Leistungsmerkmalen. Insofern ist davon auszugehen, dass in Deutschland auch Abdichtungsprodukte in Verkehr gebracht werden, mit denen Abdichtungen entsprechend den allgemein anerkannten Regeln der Technik bzw. den diesbezüglich einschlägigen Regelwerken (z. B. DIN 18 195, DIN 18 531 und den Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008]) nicht hergestellt werden können. Da die einzelnen Mitgliedstaaten jedoch ein Recht darauf haben, dass nationale Ausführungsstandards nicht durch die europäische Produktnormung unterlaufen werden, dürfen ergänzend zur Bestätigung der Konformität nationale Regeln für die Anwendung der *CE*-gekennzeichneten Produkte aufgestellt werden.

In Bezug auf Bauwerks- und Dachabdichtungen kommen außerhalb harmonisierter europäischer Normen auch Produkte und Bausätze mit europäischer technischer Zulassung ETA infrage. Hinsichtlich der technischen Eigenschaften und Leistungsmerkmale wird dann auf die entsprechende europäische technische Zulassungsleitlinie verwiesen, beispielsweise in DIN 18 531 und [ZVDH, 2008] für Dachabdichtungen aus Flüssigkunststoffen auf die Leistungsstufen aus der ETAG 005. Sollen Produkte und Bausätze außerhalb von Zulassungsleitlinien eine ETA erhalten, ist hierfür eine Einzelfall-Zulassung im so genannten CUAP-Verfahren erforderlich. Die Anwendung derartiger Produkte ist bei den in diesem Buch behandelten Abdichtungen nur für Verbundabdichtungen gemäß [ZDB, 2010] vorgesehen.

Die Lücke zwischen den harmonisierten europäischen Normen und den Ausführungsregelwerken DIN 18 195, DIN 18 531 und [ZVDH, 2008] wird durch die DIN V 20 000-201 bzw. -202 als »Brücke« und nationaler Anwendungsnorm bzw. so genannter »Restnorm« geschlossen (Bild 3). Die Neufassungen von DIN 18 195-2:2009-04 und DIN 18 531-2:2010-05 enthalten deshalb bei den Abdichtungsbahnen beispielsweise im Unterschied zu älteren Vorgängerausgaben nicht mehr den Verweis auf die nationalen Stoffnormen, sondern auf die europäischen Produktnormen sowie diese »Brückennorm«. Als solche enthalten DIN V 20 000-201 und -202 technische Anforderungen und verweisen wiederum auf europäische Prüfnormen.



**Bild 3:** Diagramm zur Veranschaulichung der Schnittstelle zwischen harmonisierten europäischen Produktnormen und nationalen Ausführungsregeln

### 3.1.3 Ü-gekennzeichnete Abdichtungsstoffe

Für infrage kommende Abdichtungsstoffe ohne bauaufsichtliche Produktregeln und ohne europäische technische Zulassungen ist entsprechend DIN 18 195 und den Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008] die Eignung mit einem allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnis nachzuweisen. Der Nachweis muss nach anerkannten Prüfgrundsätzen [DIBt] erfolgen, die betreffenden Produkte werden mit dem Ü-Zeichen gekennzeichnet und in der Bauregelliste A, Teil 2 geführt.



## 3.2 Bitumenwerkstoffe

### 3.2.1 Einführung

Bitumen ist ein dunkelbraunes bis schwarzes Gemisch verschiedener organischer Substanzen. Es fällt bei der fraktionierten Erdöldestillation nach dem Abzug der Benzin- und Ölfractionen als schwerster, nicht flüchtiger Bestandteil an. Die früher zusammen mit den Bitumenwerkstoffen unter dem Oberbegriff »Bituminöse Stoffe« oder »Schwarze Baustoffe« für die Verwendung im Straßenbau und als Sperrstoffe zusammengefassten Teerpeche [Schmidt-Hieber, 1960] werden umgangssprachlich fälschlicherweise nach wie vor so genannt, obwohl eigentlich Bitumen-Werkstoffe gemeint sind (»Teerpappe«, »geteert« etc.).

Teerpechhaltige Stoffe sind jedoch im Gegensatz zum Bitumen (Erdöldestillation) Produkte aus der Steinkohledestillation. Aufgrund der hohen Gesundheitsgefährdung der im Teerpech enthaltenen polyzyklischen Kohlenwasserstoffe ist die Verwendung teerpechhaltiger Baustoffe in Deutschland verboten, aber in einer Vielzahl von Bestandsgebäuden immer noch zu finden.

In Abhängigkeit vom Destillationsverfahren sowie von der Weiterverarbeitung entstehen folgende Bitumenarten [Scholz, 2003]:

- Destillationsbitumen (Primärbitumen, »Straßenbaubitumen«)
- Hochvakuumbitumen durch Destillation bei Unterdruck
- Oxidationsbitumen (»geblasenes Bitumen«) durch Oxidation beim Einblasen von Luft
- Bitumenlösungen (Fluxbitumen, Kaltbitumen, Bitumenanstrichstoffe)
- Bitumenemulsionen
- Polymerbitumen durch Zugabe von thermoplastischen Kunststoffen, Elastomeren oder Duroplasten.

Im Hinblick auf die nach wie vor weite Verbreitung von Bitumen als Abdichtungsstoff einerseits und die stoffspezifischen anwendungsbezogenen Besonderheiten von Bitumen andererseits werden nachfolgend kurz die wesentlichen physikalischen und chemischen Eigenschaften und ihre Auswirkungen auf die baupraktische Anwendung erläutert.

Chemisch gesehen besteht Bitumen aus einer Vielzahl von Kohlenwasserstoffen mit geringeren Anteilen u. a. an Schwefel, Stickstoff und Sauerstoff. In seiner Struktur wird Bitumen aus einem Kolloidsystem gebildet, in dem die so genannten Maltene als helle, ölige Verbindungen die kohärente Phase, d. h. das »Dispersionsmittel«, darstellen. Hierin sind dunkelfarbige, festere Stoffe, die so genannten Asphaltene, sowie Erdölharze dispergiert [Scholz, 2003], [Karsten, 2003].

Bitumen ist wasserunlöslich, nahezu wasserdicht, besitzt einen hohen Dampfdiffusionswiderstand sowie eine geringe elektrische Leitfähigkeit. Durch den Luftsauerstoff oxidiert Bitumen langsam oberflächennah, was zu einer Alterung in Form von Ver-

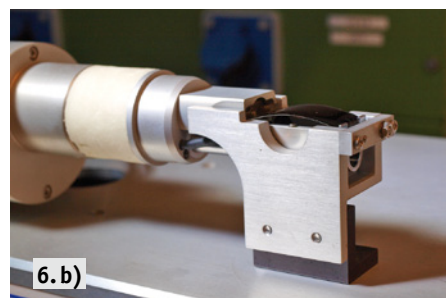
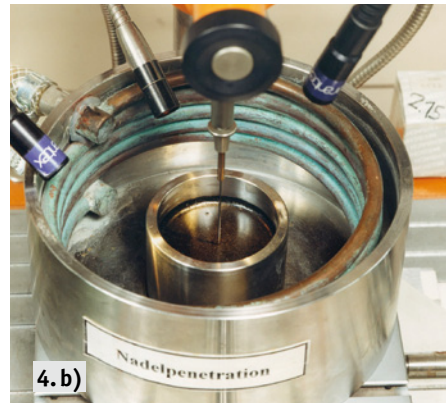
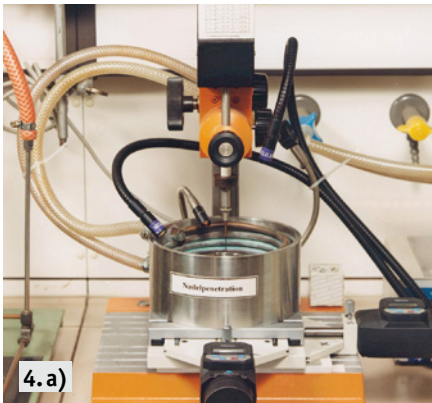
sprödung führt. Dieser Prozess wird unter UV-Strahlung des Sonnenlichts beschleunigt. Die Zugabe von so genannten Füllern verbessert die UV-Beständigkeit. Bitumen ist bei üblichen baupraktisch auftretenden Temperaturen gegenüber organischen und anorganischen Salzen, aggressiven Wässern, konzentrierten Alkalien und schwachen Säuren beständig. Die Beständigkeit nimmt jedoch bei höheren Temperaturen sowie bei oxidierend wirkenden, konzentrierten Säuren ab. Bitumen ist nicht lösemittelbeständig. Bei direktem Kontakt zu Teerprodukten (Altbausanierung) sind Flux- bzw. Lösungserscheinungen nicht auszuschließen. Bitumenwerkstoffe sind ohne chemische Zusätze nicht wurzelfest und müssen gegebenenfalls durch Wurzelschutzschichten geschützt werden.

Durch Erwärmung oder das Einwirken von Wasser aus dem Boden, insbesondere aber durch ablaufendes Niederschlagswasser bei freier Bewitterung werden die in Bitumenwerkstoffen enthaltenen Schwefelverbindungen freigesetzt, so dass sich schwefelige Säuren bilden können. Diese führen bei Metallen, insbesondere bei Titanzink, in direktem Kontakt mit Bitumen zu Korrosionserscheinungen. Zur Vermeidung von Korrosion werden in der Regel Korrosionsschutzbeschichtungen verwendet.

Besonders charakteristisch für Bitumen ist sein ausgeprägt thermoplastisches Verhalten, wobei es allerdings keinen Schmelzpunkt, sondern einen breiten Erweichungsbereich besitzt. Sein Fließverhalten als so genanntes nicht-newton'sches Fluid wird – anders als bei newton'schen Fluiden, die durch die Strömungsmechanik beschrieben werden können – durch die Rheologie wie folgt beschrieben. Im baupraktisch sehr niedrigen Temperaturbereich verhält sich Bitumen spröde-elastisch. Mit steigender Temperatur stellt sich zunächst ein visko-elastisches und am Ende ein viskoses Materialverhalten ein [Klopfer, 2006]. In Bezug auf die Rheologie sind folgende Stoffkennwerte von Bitumen von besonderer Bedeutung:

- Die **Nadelpenetration**, die nach DIN EN 1426 geprüft, das Eindringen einer Prüfnadel bei üblicherweise 25 °C und einer Belastungsdauer von 5 s in Zehntelmillimetern als Maß für die Härte eines Bitumens bezeichnet (Bild 4),
- der **Erweichungspunkt nach dem Ring- und Kugel-Verfahren** nach DIN EN 1427 als Maß für die Standfestigkeit bei Temperaturerhöhung (Bild 5),
- der **Brechpunkt** oder die **Kältebiegsamkeit nach Fraaß** in °C als Maß für die Kältebeständigkeit, die gemäß DIN EN 12593 dadurch geprüft wird, dass ein in gleichmäßiger Dicke auf ein Metallblech aufgebrachtes Bitumen unter konstanter Abkühlgeschwindigkeit und wiederholten Biegungen bis zum Bruch der Bindemittelschicht unterworfen wird (Bild 6),
- der **Penetrationsindex PI**, der über ein Nomogramm (Bild 7) aus den Angaben zur Nadelpenetration nach DIN EN 1426 und dem Erweichungspunkt gemäß DIN EN 1427 ermittelt wird und das Maß für die Temperaturempfindlichkeit des Bitumens angibt.

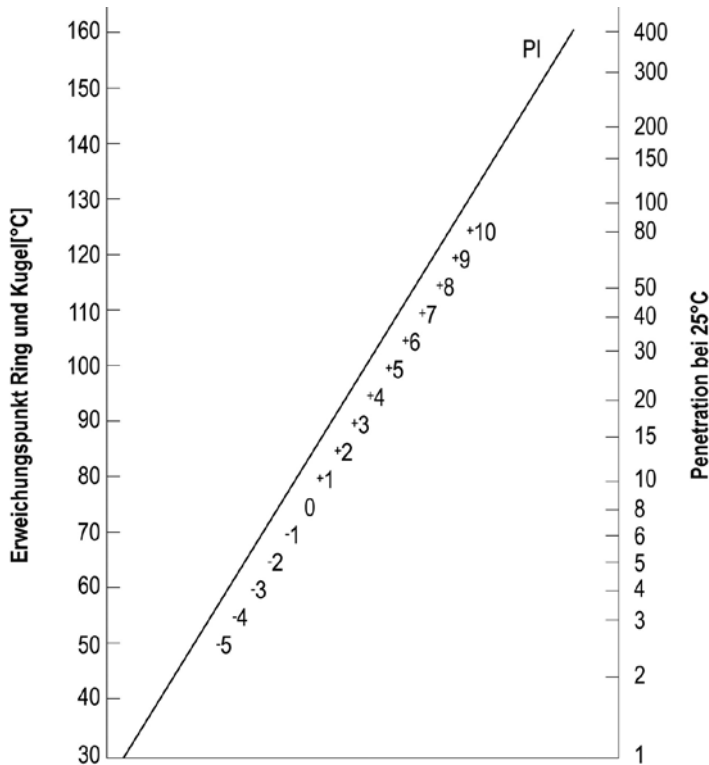
Die Angaben zur Größe der Nadelpenetration bzw. zur Erweichungstemperatur nach dem Ring- und Kugelverfahren werden zur Kennzeichnung unterschiedlicher Bitumensorten herangezogen. So wird einfaches Destillationsbitumen (Primärbitumen) mit



**Bild 4:** Prüfung der Nadelpenetration nach DIN EN 1426

**Bild 5:** Prüfung des Erweichungspunktes nach dem Ring- und Kugelverfahren gemäß DIN EN 1427

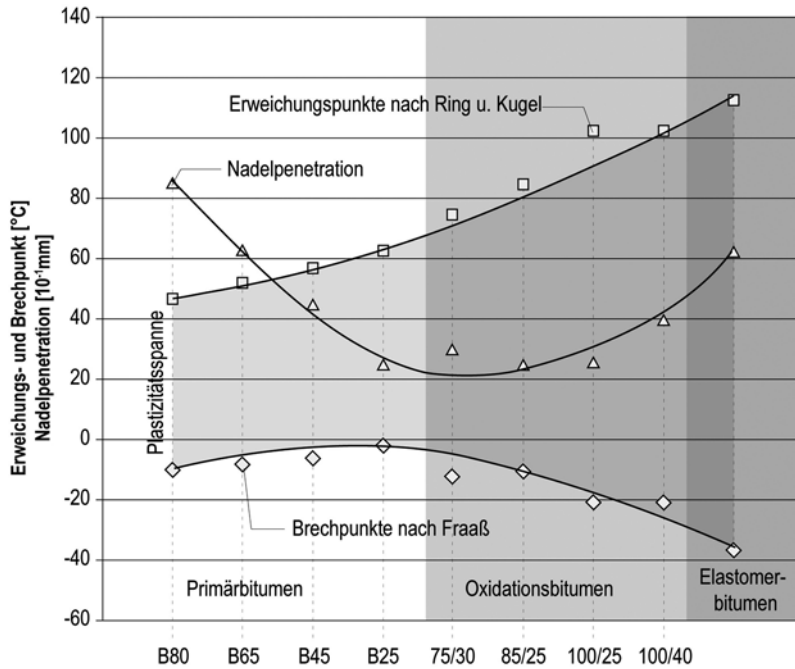
**Bild 6:** Prüfung der Kältebiegsamkeit nach Fraaß gemäß DIN EN 12593  
(Bilder: Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin)



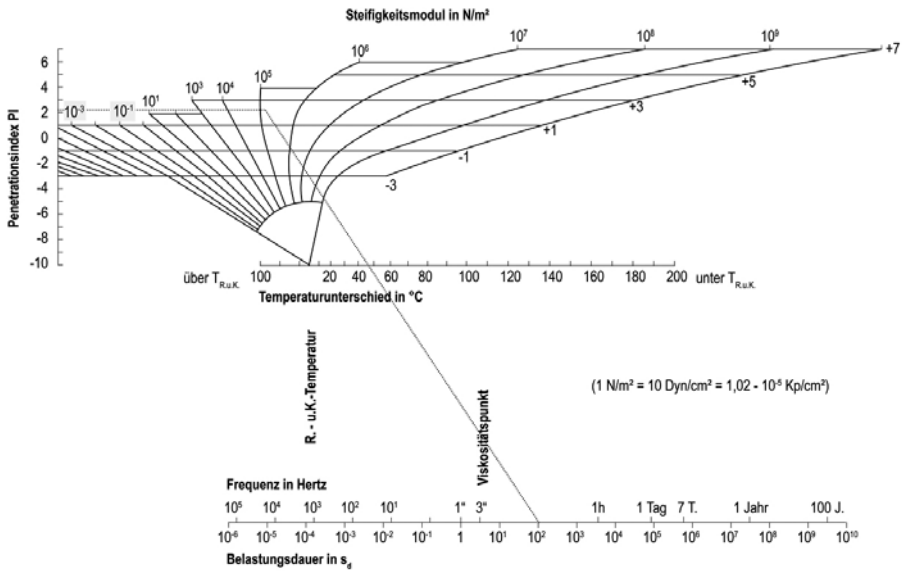
**Bild 7:** Nomogramm zur Ermittlung des Penetrationsindex

einem  $B$  und der Angabe zur Nadeleindringtiefe in Zehntelmillimetern gekennzeichnet (z. B. ein Bitumen mit einer Eindringtiefe bei der Nadelpenetration zwischen 0,2 und 0,3 mm als B 25). Oxidationsbitumen wird hingegen mit der Erweichungstemperatur nach Ring und Kugel und – hiervon durch einen Schrägstrich getrennt – mit der Nadeleindringtiefe in Zehntelmillimetern gekennzeichnet (z. B. ein Bitumen mit einer Erweichungstemperatur zwischen 80 und 90 °C und einer Nadelpenetration zwischen 0,35 und 0,45 mm als 85/40). Das Diagramm in Bild 8 veranschaulicht die Plastizitätsspanne zwischen dem Erweichungspunkt nach Ring- und Kugelverfahren (DIN EN 1427) und dem Brechpunkt nach Fraaß (DIN EN 12593) sowie die Härte verschiedener Primär-, Oxidations- und Polymerbitumen.

Für die charakteristischen Verformungseigenschaften von Bitumen ist neben der vorbeschriebenen Temperaturabhängigkeit auch die Dauer einer Lasteinwirkung von Bedeutung. Der Widerstand des Bitumens dem gegenüber wird als Steifigkeit bezeichnet. Der Steifigkeitsmodul oder kurz: die **Steifigkeit  $S$  nach van der Poel und Heukelom** wird über ein Nomogramm (Bild 9) aus dem Penetrationsindex PI, dem Erweichungspunkt nach DIN EN 12593 und der Belastungszeit ermittelt.



**Bild 8:** Auswirkung von Oxidation und Polymerzugabe auf die Härte und die Plastizitätsspanne von Bitumen



**Bild 9:** Nomogramm zur Ermittlung der Steifigkeit nach van der Poel/Heukelom

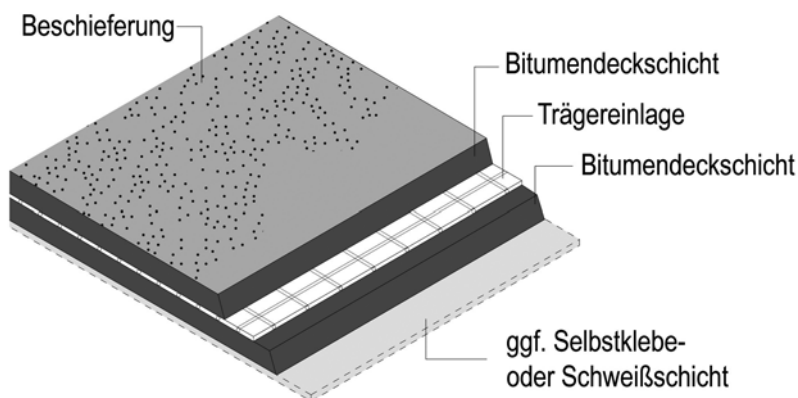
Aus den insbesondere durch die grundsätzliche Viskosität und die vorgenannte Steifigkeit gekennzeichneten Verformungseigenschaften von Bitumen ergeben sich für die Baupraxis folgende grundlegende Anforderungen an Abdichtungsschichten aus Bitumenwerkstoffen:

- Es dürfen planmäßig nur Kräfte senkrecht zur Abdichtungsebene wirken. Parallel zur Abdichtungsebene wirkende Kräfte, die ein Gleiten von Bauwerken oder Bauteilen zur Folge hätten, sind durch Widerlager, Nocken, Bolzen oder durch eine ausreichende Haftscherfestigkeit von Fugen aufzunehmen.
- Punkt- und Linienbelastungen sowie Spannungssprünge infolge von Druckkräften senkrecht zur Abdichtungsebene sind zu vermeiden. Es dürfen nur flächig wirkende, hinsichtlich des Spannungsverlaufs stetige Belastungen einwirken.
- Vertikal angeordnete bituminöse Abdichtungen müssen während des Bauzustandes gegen Abgleiten, z.B. infolge von Sonneneinstrahlung, gesichert werden. Auf geneigten Flächen ist eine ausreichende Lagesicherheit zu gewährleisten.
- In eingebautem, fertig gestelltem Zustand sind Abdichtungen vor einer Erwärmung zu schützen, die eine Temperaturdifferenz von 30 K zum werkstoffspezifischen Erweichungspunkt nach Ring- und Kugelverfahren überschreitet.

## 3.2.2 Bitumenbahnen

### 3.2.2.1 Eigenschaften, Aufbau und Kennzeichnung

Bitumenbahnen – umgangssprachlich fälschlicherweise häufig als »Dachpappe«, »Teerpappe« oder einfach »Pappe« bezeichnet – bestehen im Wesentlichen aus einer Trägereinlage und beidseitigen Bitumendeckschichten sowie ggf. weiteren Funktionsschichten (Bild 10).



**Bild 10:** Prinzipieller Aufbau einer Bitumenbahn

Die Bitumendeckschichten bestehen aus Oxidations- oder Polymerbitumen und stellen die eigentliche Wasserdichtheit der Bitumenbahnen sicher. Sie bestimmen weiterhin die Witterungs-, Temperatur- und Alterungsbeständigkeit und im Zusammenwirken mit der Trägereinlage das Biegeverhalten und damit die Verarbeitbarkeit der Bahnen.

Die Trägereinlage bewehrt die Dichtheitsschichten aus Bitumen und stellt je nach Art des Trägermaterials insbesondere die Zugfestigkeit, Reißfestigkeit und Perforationsfestigkeit der Bahnen sicher.

Die Trägereinlage kann bestehen aus:

- Polyestervlies
- Glasgewebe
- Glasvlies
- Gelegen und Geweben aus Glasfasern und/oder Polyester
- Kombinationsträgereinlagen mit überwiegendem Glasfaseranteil (KTG) oder überwiegendem Polyesteranteil (KTP)
- Metallbändern aus Kupfer oder Aluminium
- Metall-Kunststoff-Verbundmaterialien [vdd, 2007].

Trägereinlagen aus Jute, wie sie in älteren Stoffnormen noch genannt werden, sind aufgrund ihrer Verrottungsgefahr nicht mehr gebräuchlich.

Neben diesen, für die Funktion als Abdichtung unabdingbaren Schichten können Bitumenbahnen weitere Funktionsschichten aufweisen, z. B.

- Schichten zum Oberflächenschutz in Form von Beschieferung oder Besplittung (leichter Oberflächenschutz im Sinne der DIN 18531 oder [ZVDH, 2008])
- Klebeschichten (z. B. als Selbstklebeschicht oder als Schweißschicht in Form einer dickeren unteren Deckschicht zum Verkleben der Bahnen durch Anschmelzen im Schweißverfahren).

Die Kennzeichnung hinsichtlich der Anwendungstypen und Produktmerkmale der unterschiedlichen gebräuchlichen Bahnentypen erfolgt mit Kurzzeichen, wie sie in DIN V 20000-201/202 definiert und in Tabelle 2 dargestellt sind.



Zeichen	Anwendungstyp/Produktmerkmal
MSB	Bahn für <b>Querschnittsabdichtungen</b> von Wänden (»Mauersperrbahn«)
BA	Bahn für <b>Bauwerksabdichtungen</b> nach DIN 18195, jedoch nicht für Querschnittsabdichtungen
E mit [Zahl]	<b>Eigenschaftsklasse</b> einer Bahn für eine Dachabdichtung nach DIN 18531 [1 bis 4]
DE	Bahn für <b>einlagige</b> Dachabdichtungen nach DIN 18531
DO	Bahn für die <b>Oberlage</b> einer mehrlagigen Dachabdichtung nach DIN 18531
DU	Bahn für die <b>untere Lage</b> einer mehrlagigen Dachabdichtung nach DIN 18531
DZ	Bahn für eine <b>Zwischenlage</b> bzw. <b>zusätzliche Lage</b> einer mehrlagigen Dachabdichtung nach DIN 18531
PYE	<b>Elastomerbitumenbahn</b>
PYP	<b>Plastomerbitumenbahn</b>
KSP	<b>Kaltselbstklebende</b> Polymerbitumenbahn mit Trägereinlage
KSK	<b>Kaltselbstklebende</b> Bitumendichtungsbahn mit HDPE-Trägerfolie
V mit [Zahl]	Einlage aus <b>Glasvlies</b> [Zahl bei V 60 = Flächengewicht in g/m <sup>2</sup> ; bei V 13 = Gehalt an Löslichem: 1/100 des Gehaltes in g/m <sup>2</sup> ]
VCu	Verbundträger aus <b>Glasvlies</b> 60 g/m <sup>2</sup> nach DIN 52141 mit Polyester- <b>Kupferfolienverbund</b> d ≥ 0,03 mm
PV mit [Zahl]	Einlage aus <b>Polyestervlies</b> [Flächengewicht in g/m <sup>2</sup> ]
G mit [Zahl]	Einlage aus <b>Glasgewebe</b> [Flächengewicht in g/m <sup>2</sup> ]
R mit [Zahl]	Einlage aus <b>Rohfilz</b> [Flächengewicht in g/m <sup>2</sup> ]
Cu01	<b>Kupferband</b> trägereinlage aus Kupferband, d = 0,1 mm nach DIN EN 1652
KTG	<b>Kombinationsträgereinlage</b> mit überwiegendem <b>Glasanteil</b>
KTP	<b>Kombinationsträgereinlage</b> mit überwiegendem <b>Polyesteranteil</b>
S mit [Zahl]	<b>Schweißbahn</b> [Dicke der unbestreuten Bahn in mm]
DD	Dachdichtungsbahn
D	Dichtungsbahn

**Tabelle 2:** Kurzzeichen für die Anwendungstypen und Produktmerkmale von Bitumen- und Polymerbitumenbahnen entsprechend DIN V 20000-201/202



Die für Bauwerksabdichtungen erdberührter Bauteile und genutzter Dach- und Deckenflächen zu verwendenden Bitumenbahnen sind in DIN 18 195-2 benannt. Hierbei wird auf die jeweiligen europäischen Produktnormen DIN EN 13 969 und DIN EN 14 967 sowie die nationale Anwendungsnorm DIN V 20 000 verwiesen. Ausgenommen hiervon sind nackte Bitumenbahnen R 500 N nach DIN 52 129 sowie edelstahlschichtete Bitumenschweißbahnen und Polymerbitumen-Schweißbahnen mit hochliegender Trägereinlage, jeweils nach ZTV-BEL-B und TL-BEL-B, für die keine europäischen Produktnormen bestehen und insofern technische Zulassungen erforderlich sind.

Tabelle 3 enthält eine Zusammenstellung der für die Herstellung von Bauwerksabdichtungen in DIN 18 195-2 aufgeführten Bahnen mit den Angaben aus V 20 000-202 zum Anwendungstyp, zu den technischen Eigenschaften sowie zu den europäischen Produktnormen.

Bahnen/ Kurzzeichen	Anwen- dungs- typ	Mindest- gewicht/ -dicke der Träger- einlage/ -folie <sup>1)</sup>	Mindest- gehalt an Lösli- chem <sup>2)</sup>	Wasserdicht- heit <sup>3)</sup>	Eigenschaften, Konformität und Prüfanfor- derungen nach
Bitumendachbahn mit Rohfilzeinlage R 500	BA	500 g/m <sup>2</sup>	1250 g/m <sup>2</sup>	60 kPa/24 h	DIN EN 13969 und DIN V 20000-202, Tabelle 4
Bitumenbahn mit Rohfilzeinlage R 500	MSB	500 g/m <sup>2</sup>	1250 g/m <sup>2</sup>	60 kPa/24 h	DIN EN 14967 und DIN V 20000-202, Tabelle 5
Nackte Bitumen- bahn mit Rohfilz- einlage R 500 N	BA	500 g/m <sup>2</sup>	–	–	DIN 52129
Glasvlies-Bitumen- dachbahn V 13	BA	60 g/m <sup>2</sup>	1300 g/m <sup>2</sup>	60 kPa/24 h	DIN EN 13969 und DIN V 20000-202, Tabelle 6
Bitumen-Schweiß- bahn mit Glasvlies- einlage V 60 S4	BA	60 g/m <sup>2</sup>	–	100 kPa/24 h	DIN EN 13969 und DIN V 20000-202, Tabelle 7

Bahnen/ Kurzzeichen	Anwen- dungs- typ	Mindest- gewicht/ -dicke der Träger- einlage/ -folie <sup>1)</sup>	Mindest- gehalt an Lösli- chem <sup>2)</sup>	Wasserdicht- heit <sup>3)</sup>	Eigenschaften, Konformität und Prüfanfor- derungen nach
Bitumendichtungs- bahn mit Kupfer- bandeinlage Cu 0,1 D	BA	Cu 0,1 mm	–	100 kPa/24 h	DIN EN 13969 und DIN V 20000-202, Tabelle 8
Bitumenschweiß- bahn mit Kupfer- bandeinlage Cu 0,1 S4	BA	Cu 0,1 mm	–	100 kPa/24 h	DIN EN 13969 und DIN V 20000-202, Tabelle 9
Bitumendachdich- tungs- und Bitu- menschweißbahn mit Glasgewebe- oder Polyestervlies- einlage G 200 DD, PV 200 DD, G 200 S4, G 200 S5, PV 200 S5	BA BA BA BA	200 g/m <sup>2</sup> 200 g/m <sup>2</sup> 200 g/m <sup>2</sup> 200 g/m <sup>2</sup>	1600 g/m <sup>2</sup> 1600 g/m <sup>2</sup> 2100 g/m <sup>2</sup> –	100 kPa/24 h 100 kPa/24 h 100 kPa/24 h 100 kPa/24 h	DIN EN 13969 und DIN V 20000-202, Tabelle 10
Bitumendachdich- tungsbahn mit Glasgewebe- oder Polyestervliesein- lage G 200 DD, PV 200 DD	MSB MSB	200 g/m <sup>2</sup> 200 g/m <sup>2</sup>	1600 g/m <sup>2</sup> 2100 g/m <sup>2</sup>	100 kPa/24 h 100 kPa/24 h	DIN EN 14967 und DIN V 20000-202, Tabelle 11
Polymerbitumen- Dachdichtungs- und -schweißbahn mit Glasgewebe- oder Polyestervlies- einlage PYE G/PV 200 DD PYE G 200 S4, PYE G 200 S5, PYE PV 200 S5	BA BA BA BA	200 g/m <sup>2</sup> 200 g/m <sup>2</sup> 200 g/m <sup>2</sup> 200 g/m <sup>2</sup>	2100 g/m <sup>2</sup> – – –	200 kPa/24 h 200 kPa/24 h 200 kPa/24 h 200 kPa/24 h	DIN EN 13969 und DIN V 20000-202, Tabelle 12

Bahnen/ Kurzzeichen	Anwen- dungs- typ	Mindest- gewicht/ -dicke der Träger- einlage/ -folie <sup>1)</sup>	Mindest- gehalt an Lösli- chem <sup>2)</sup>	Wasserdicht- heit <sup>3)</sup>	Eigenschaften, Konformität und Prüfanfor- derungen nach
Polymerbitumen- Schweißbahn mit hoch liegender Trägereinlage aus Polyestervlies	BA	175 g/m <sup>2</sup>	60 M-%	2 bar/24 h <sup>4)</sup> (200 kPa/24 h)	TL-BEL-B, Teil 1 zur ZTV-ING, Teil 7, Abschnitt 1
Edelstahlkaschierte Bitumenschweiß- bahn	BA	80 bis 150 g/m <sup>2</sup> (Trägerein- lage) 380 g/m <sup>2</sup> (Metall- kaschierung)	60 M-%	1 bar/24 h <sup>4)</sup> (100 kPa/24 h)	TL-BEL-B, Teil 1 zur ZTV-ING, Teil 7, Abschnitt 1
Kaltselbstklebende Bitumendichtungs- bahn mit HDPE- Trägerfolie KSK	BA	HDPE 0,07 mm	–	400 kPa/24 h	DIN EN 13969 und DIN V 20000-202, Tabelle 13
Kaltselbstklebende Polymerbitumen- bahn mit Träger- einlage PYE-KTG KSP-2,8 PYE-KTP KSP-2,8	BA BA	120 g/m <sup>2</sup> 120 g/m <sup>2</sup>	– –	200 kPa/24 h 200 kPa/24 h	DIN EN 13969 und DIN V 20000-202, Tabelle 14
<sup>1)</sup> Bestimmung nach DIN 52123, DIN 52117, DIN 52141, DIN 52142, DIN 18191 bzw. DIN 18192. <sup>2)</sup> Bestimmung nach DIN 52123. <sup>3)</sup> Bestimmung nach DIN EN 1928, Verfahren B. <sup>4)</sup> Prüfung der »Wasserundurchlässigkeit« nach TP-BEL-B, Teil 1, Abschnitt 3.18.					

**Tabelle 3:** Aufstellung der Bitumen- und Polymerbitumenbahnen für **Bauwerksabdichtungen** aus DIN 18195-2 mit den Angaben aus DIN V 20000-202, Tab. 1, zu Anwendungstyp, technischen Eigenschaften und europäischen Produktnormen

Die für die Herstellung von Abdichtungen auf ungenutzten Flachdächern zu verwendenden Bahnen sind in DIN 18531-2 benannt, wobei hier ebenfalls auf die europäische Produktnorm DIN EN 13707 sowie die nationale Anwendungsnorm DIN V 20000-201 Bezug genommen wird. Tabelle 4 enthält eine Zusammenstellung der in DIN 18531 aufgeführten Bahnen mit den Angaben aus DIN V 20000 zum Anwendungstyp, zu den technischen Eigenschaften sowie zu den europäischen Produktnormen. Auch hier ist eine wesentliche Übereinstimmung mit dem Produktdatenblatt [ZVDH, 2007-1] aus dem Regelwerk des Deutschen Dachdeckerhandwerks gegeben.

Bahnen	Mindestgewicht der Trägereinlage <sup>1)</sup>	Mindestgehalt an Löslichem <sup>2)</sup>	Wasserdichtigkeit <sup>3)</sup> [kPa/24 h]	Eigen-schafts-klasse	Anwen-dungstyp <sup>4)</sup>
Bitumendachdichtungsbahn mit Glasgewebe- oder Polyestervlieseinlage G 200 DD PV 200 DD	200 g/m <sup>2</sup> 200 g/m <sup>2</sup>	1600 g/m <sup>2</sup> 2000 g/m <sup>2</sup>	100	E2	DU
Bitumenschweißbahn mit Glasvlieseinlage - V 60 S4	60 g/m <sup>2</sup>	–	100	E4	DU <sup>5)</sup> /DZ
Bitumenschweißbahn mit Glasgewebe- oder Polyestervlieseinlage G 200 S4 G 200 S5 PV 200 S5	200 g/m <sup>2</sup>	–	100	E2	DU
Bitumenschweißbahn mit Kombinationsträgereinlage mit überwiegendem Glasanteil KTG S4	120 g/m <sup>2</sup>	– <sup>6)</sup>	100	E2	DU
Bitumenschweißbahn mit Kombinationsträger-einlage mit überwiegendem Polyesteranteil KTP S4	120 g/m <sup>2</sup>	– <sup>6)</sup>	100	E2	DU
Polymerbitumenschweißbahn mit Kombinationsträger-einlage mit überwiegendem Glasanteil PYE-KTG S4 PYP-KTG S4	120 g/m <sup>2</sup>	–	200	E1	DO

Bahnen	Mindestgewicht der Trägereinlage <sup>1)</sup>	Mindestgehalt an Löslichem <sup>2)</sup>	Wasserdichtigkeit <sup>3)</sup> [kPa/24 h]	Eigen-schafts-klasse	Anwen-dungstyp <sup>4)</sup>
Polymerbitumenschweißbahn mit Kombinationsträgereinlage mit überwiegendem Polyesteranteil PYE-KTP S4 PYP-KTP S4	120 g/m <sup>2</sup>	–	200	E1	D0
Polymerbitumen-Dachdichtungsbahn, PYE-G 200 DD PYE-PV 200 DD	200 g/m <sup>2</sup>	2100 g/m <sup>2</sup>	200	E1	D0
Polymerbitumenschweißbahn mit Glasgewebe- oder Polyestervlieseinlage PYE-G 200 S4, PYE-G 200 S5 PYP-G 200 S4, PYP-G 200 S5 PYE-PV 200 S5 PYP-PV 200 S5	200 g/m <sup>2</sup>	–	200	E1	D0
Kaltselbstklebende Polymerbitumenbahn (KSP) mit Kombinationsträgereinlage (KTG oder KTP) PYE-KTG KSP-2,8 PYP-KTG KSP-2,8 PYE-KTG KSP-3,2 PYP-KTG KSP-3,2 PYE-KTG KSP-3,5 PYP-KTG KSP-3,5 PYE-KTP KSP-2,8 PYP-KTP KSP-2,8 PYE-KTP KSP-3,2 PYP-KTP KSP-3,2 PYE-KTP KSP-3,5 PYP-KTP KSP-3,5	120 g/m <sup>2</sup>	–	200	E1	DU DU D0 D0 D0 D0 D0 DU DU D0 D0 D0 D0

Bahnen	Mindest- gewicht der Trägerein- lage <sup>1)</sup>	Mindest- gehalt an Löslichem <sup>2)</sup>	Wasser- dicht- heit <sup>3)</sup> [kPa/ 24 h]	Eigen- schafts- klasse	Anwen- dungstyp <sup>4)</sup>
Polymerbitumenbahn für einlagige Verlegung PYP-KTG-4 PYP-KTP-4 PYE-KTG-4,5 PYE-KTP-4,5 PYP-KTG-4,5 PYP-KTP-4,5	120 g/m <sup>2</sup>	–	400	E1	DE
Polymerbitumenschweißbahn mit Kupferverbund- oder Kupferbandeinlage PYE-VCu S5 PYE-Cu01 S5	Glasvlies 60 g/m <sup>2</sup> + VCu 0,03 mm Cu 0,1 mm	–	200	E2	DO nur als Oberlage bei Abdich- tungen unter Dach- begrünungen
Glasvlies-Bitumendachbahnen V 13	–	1300 g/m <sup>2</sup>	60	E4	DZ nur als zusätzliche Lage oder als Trennlage
<sup>1)</sup> Bestimmung nach DIN 52123, DIN 52141, DIN 52142, DIN 18191 bzw. DIN 18192. <sup>2)</sup> Bestimmung nach DIN 52123. <sup>3)</sup> Bestimmung der Wasserdichtheit nach DIN EN 1928, Verfahren B. <sup>4)</sup> Bahnen, die den genannten Stoffen entsprechen, jedoch die Anforderungen an die Eigenschaften nach DIN V 20000-201 nicht erfüllen, dürfen als Zwischenlage oder zusätzliche Lage ohne weitere Nachweise verwendet werden. Bei geeigneter Oberflächenausrüstung können Bahnen für einlagige Abdichtungen auch als Oberlagen, untere Lagen und Zwischenlagen, Bahnen für Oberlagen auch als untere Lagen und Zwischenlagen und untere Lagen auch als Zwischenlagen verwendet werden. <sup>5)</sup> Nur bei Dachabdichtungen mit geringer mechanischer Beanspruchung der Beanspruchungsklassen IIA, IIB nach DIN 18531-1. <sup>6)</sup> Um eine einwandfreie Verarbeitung sicherzustellen, ist bei Unterschreitung der Mindestdicke der Mindestgehalt an Löslichem von 2600 g/m <sup>2</sup> einzuhalten.					

**Tabelle 4:** Aufstellung der Bitumen- und Polymerbitumenbahnen für **Dachabdichtungen** aus DIN 18531-2 mit den Angaben aus DIN V 20000-201, Tab. 1, zu Anwendungstyp, technischen Eigenschaften und europäischen Produktnormen

Die Aufstellung in DIN 18 195 (Tabelle 3) enthält sämtliche Bahnen, die im »Produktdatenblatt für Bitumenbahnen« [ZVDH, 2007-1] des Zentralverbandes des Deutschen Dachdeckerhandwerks im Zusammenhang mit den Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008] aufgeführt sind, geht jedoch hinsichtlich einzelner zusätzlicher Bahnentypen noch etwas darüber hinaus.

### 3.2.2.2 Verarbeitung

Die Verarbeitung von Bitumenbahnen kann auf verschiedene Weise nach DIN 18 195 bzw. DIN 18 531 erfolgen:

- Schweißverfahren:

Die mehrere Millimeter dicke Klebeschicht der Bahnen wird mit einer Gasflamme oder mit Warmgas angeschmolzen, gleichzeitig der Untergrund entsprechend erhitzt und die Bahn im Abrollen sukzessive auf die Unterlage gedrückt (Bild 11). Dabei muss beim Abrollen vor der aufgerollten Bahn ein flüssiger Bitumenwulst »laufen« und beim Andrücken auf den Untergrund seitlich Bitumenmasse austreten. Das Verfahren ist ausschließlich für Schweißbahnen geeignet.



**Bild 11:** Verlegung im Schweißverfahren (Bild: vdd e.V., Frankfurt)

- **Kaltselbstklebverfahren:**

Die Verklebung erfolgt nach dem Abziehen der unterseitigen Trennfolie, die die Klebeschicht im aufgerollten Zustand abdeckt, durch Anpressen auf der Unterlage (Bild 12), wobei dies an Überlappungen mit einer Hartgummiwalze erfolgen muss. Um kapillare Wasserwege zu vermeiden, müssen an T-Stößen besondere Maßnahmen, z. B. in Form eines schrägen Anschneidens der Schnittkante der unterdeckenden Bahn im Stoßbereich, ergriffen werden.

Das Verfahren ist ausschließlich für Bahnen mit einer werkseitig aufgetragenen Selbstklebeschicht, d. h. für KSK- oder KSP-Bahnen aus den Tabellen 3 und 4, geeignet. Bei der Verarbeitung ist für die Vorbereitung des Untergrundes entsprechend den Herstellervorgaben Sorge zu tragen sowie die Eignung der Naht- und Stoßbereiche für das Kaltselbstklebverfahren zu beachten. Darüber hinaus sind die jeweiligen Herstellervorgaben zu zulässigen Umgebungs- und Untergrundtemperaturen einzuhalten.

- **Gieß- sowie Gieß- und Einwalzverfahren:**

Beim Verkleben wird vor der aufgerollten Bahn kontinuierlich flüssige Bitumenklebmasse aus gefülltem Bitumen in der Weise ausgegossen, dass die Bahn beim



**Bild 12:** Verlegung im Kaltselbstklebverfahren (Bild: vdd e. V., Frankfurt)





**Bild 13:** Verlegung im Gießverfahren (Bild: vdd e.V , Frankfurt)

Ausrollen sukzessive satt in das flüssige Heißbitumen eingewalzt wird. Die Bahn muss hierbei straff auf einen Kern gewickelt sein und der aufgerollten Bahn kontinuierlich eine Bitumenwulst vorherlaufen, so dass nach dem Einwalzen seitlich Klebmasse austritt. Das Gießverfahren unterscheidet sich von dem vorstehend beschriebenen Gieß- und Einwalzverfahren darin, dass für die Verklebung ungefüllte Klebmassen verwendet werden, die Bahn nicht straff auf einen Kern gewickelt ist und sie insofern beim Ausrollen nicht eingewalzt, sondern lediglich in die Klebmasse eingebettet wird (Bild 13). Bei der Anwendung dieser Verfahren an senkrechten oder stark geneigten Flächen sollte die Breite der einzubauenden Bahnen auf max. 70 cm beschränkt werden, um einen vollflächigen Verbund mit dem Untergrund nicht zu gefährden [Dt. Bauindustrie, 1995].

Die genannten Verfahren sind für alle Bitumenbahnen geeignet, die keine werkseitig aufgetragenen Klebe- oder Schweißschichten aufweisen. Häufig werden die genannten Verfahren missverständlich auch als Gieß- und **Einroll**verfahren bezeichnet.

- **Flämmverfahren:**

Bei diesem Verfahren wird auf dem Untergrund in möglichst gleichmäßiger Dicke eine ausreichende Menge an Heißbitumen verteilt. Dieses wird beim Verkleben der

Bahn mit einer Gasflamme angeschmolzen und die straff aufgewickelte Bahn in das flüssige Bitumen eingerollt. Im Bereich von Überlappungen an Stößen und Nähten ist zusätzlich Klebmasse aufzubringen. Dieses Verfahren ist für alle Bitumenbahnen geeignet, die keine werkseitig aufgetragenen Selbstklebe- oder Schweißschichten aufweisen.

- **Bürstenstreichverfahren:**

Die Verklebung erfolgt durch Abrollen der zu verklebenden Bahn in die mit einer Bürste in ausreichender Menge auf den Untergrund aufgetragene Klebmasse. An senkrechten und stark geneigten Bauwerksflächen erfolgt der Auftrag vollflächig sowohl auf dem Untergrund als auch auf der Rückseite der zu verklebenden Bahn. Das Bürstenstreichverfahren ist für alle Bitumenbahnen aus den Tabellen 3 und 4 geeignet, die keine werkseitig aufgetragenen Selbstklebe- oder Schweißschichten sowie keine bauteilseitigen Folienkaschierungen aufweisen. Für Abdichtungen von ungenutzten Flachdächern nach DIN 18 531 bleibt das Bürstenstreichverfahren auf Sonderfälle beschränkt.

Die heute am weitesten verbreiteten Verfahren sind das Schweiß- und das Kaltselfstklebverfahren, Flämm- und Bürstenstreichverfahren haben keine praktische Bedeutung mehr. Zu beachten ist, dass mit Ausnahme des Bürstenstreich- und des Kaltselfstklebverfahrens die Verlegung der Bahnen bei den übrigen Verfahren auf geneigter Unterlage und bei einer Verlegung in Gefällerrichtung in der Regel nur gegen das Gefälle, d. h. »bergauf« erfolgen kann. Der Grund hierfür liegt darin, dass das erhitzte Bitumen andernfalls vor der Bahn »wegläuft« und nicht ausreichend Bitumen für die Verklebung verbleibt. Eine Verlegung »bergab« sollte deshalb auf sehr geringe Gefälle und/oder sehr kurze Bahnenlängen beschränkt bleiben. Eine Verlegung quer zur Gefällerrichtung ist nur bei Neigung bis etwa 3 % praktikabel, da die Bahnen ansonsten beim Abrollen seitlich zu stark »weglaufen«. Über die genannten Verfahren hinaus lässt DIN 18 531-3 zur Verklebung der Abdichtung mit dem Untergrund auch geeignete Kaltklebstoffe zu.

Unabhängig von den Verarbeitungsverfahren sind Bitumenbahnen bei mehrlagigen Abdichtungen grundsätzlich vollflächig und hohlraumfrei miteinander zu verkleben (DIN 18 195, DIN 18 531, [ZVDH, 2008]). In aller Regel gilt dies auch für die Verklebung mit dem Untergrund, es sei denn, eine lose oder punktwise verklebte Verlegung ist für den jeweiligen Anwendungsfall explizit zugelassen, oder ein Verbund mit dem Untergrund ist – beispielsweise mit einer Rücklage bei eingepressten Abdichtungen aus nackten Bitumenbahnen – nicht gewünscht. Der vollflächigen und hohlraumfreien Verklebung ist insbesondere im Bereich von Stößen und Nähten, an Abschlüssen sowie in Anschlussbereichen von Einbauteilen mit Flanschen besonderes Augenmerk zu schenken, da es sich hierbei um potenzielle Schwachpunkte einer Abdichtung handelt. Um hier eine ausreichende Sicherheit zu gewährleisten, müssen entsprechend DIN 18 195-3 für Bitumenbahnen Mindestmaße für die Überlappungsbreiten wie folgt eingehalten werden:

- Grundsätzlich 80 mm an Längsnähten und 100 mm an Querstößen und Abschlüssen
- bei edelstahlkaschierten Bitumenschweißbahnen sowie Metallbändern in Verbindung mit Bitumenwerkstoffen 100 mm an Längsnähten und 200 mm an Stößen und Anschlüssen
- bei Nahtverbindungen von Polymerbitumenbahnen für einlagige Abdichtungen nach DIN 18 531 (PYE/PYP- KTG) an Querstößen 100 mm, an Längsnähten bei Schweißen mit Flamme 80 mm, beim Warmgasschweißen 60 mm
- bei allen Nahtverbindungen auf beschieferten Bahnen stets 100 mm.

Die Überlappung der Bahnen soll so erfolgen, dass möglichst keine Schnittkanten gegen den Wasserlauf gerichtet sind. Übereinander liegende Längsnähte bei mehrlagigen Abdichtungen und so genannte Kreuzstöße sind durch eine versetzte Anordnung der Bahnen zu vermeiden. An den T-Stößen von Schweiß- und KSK-Bahnen sollten die Ecken im Überlappungsbereich unter 45 ° abgeschnitten werden.

### 3.2.3 Heiß zu verarbeitende Klebmassen und Deckaufstrichmittel

Heiß zu verarbeitende Klebmassen und Deckaufstrichmittel können aus Straßenbaubitumen nach DIN EN 12 591, aus Oxidationsbitumen nach DIN EN 13 305 oder Elastomerbitumen nach DIN EN 14 023 bestehen. Bei Straßenbau- und Oxidationsbitumen wird jeweils unterschieden zwischen ungefülltem und gefülltem Bitumen. Bei den ungefüllten Bitumenmassen muss der Masseanteil an löslichem Bindemittel (Bitumen) mindestens 99 %, bei den gefüllten Massen mindestens 50 % betragen. Die zur Verbesserung der Stabilität und Witterungsbeständigkeit sowie zur Reduzierung der Temperaturempfindlichkeit zugesetzten Füllstoffe der gefüllten Bitumenmassen bestehen dabei aus nicht quellfähigen Gesteinsmehlen oder mineralischen Faserstoffen oder einer Kombination aus beiden und besitzen einen Masseanteil von mindestens 30 %.

Wesentliche technische Unterscheidungsmerkmale zwischen den Klebmassen/Deckaufstrichmitteln aus den oben genannten Bitumensorten sind der Erweichungspunkt des Bindemittels nach dem Ring- und Kugelverfahren (DIN EN 1427) und die Kältebiegsamkeit nach Fraaß (DIN EN 12 593). Tabelle 1 in DIN 18 195-2 nennt für die Einhaltung dieser Kriterien folgende Temperaturen:

- Straßenbaubitumen (Primärbtumen): Erweichungspunkt: 54 bis 75 °C; Kältebiegsamkeit: –2 bis –6 °C.
- Oxidationsbitumen: Erweichungspunkt: 80 bis 125 °C; Kältebiegsamkeit: –20 °C.
- Elastomerbitumen: Erweichungspunkt: ≥100 °C; Kältebiegsamkeit: –35 °C.

### 3.2.4 Asphaltmastix

Asphaltmastix nach DIN 18195-2, Tabelle 2 ist ein Gemisch aus Straßenbaubitumen nach DIN EN 13305 und DIN EN 12591 als Bindemittel sowie feinkörnigen Mineralstoffen mit Korngröße bis 2,0 mm. Der Masseanteil an Bitumen beträgt zwischen 13 und 16 %. Bezogen auf den Mineralstoffanteil (Gesteinskörnungsgemisch) darf der Masseanteil an feiner Gesteinskörnung (Sand,  $d \leq 2,0$  mm) nicht mehr als 75 % und der Masseanteil an Füller (Gesteinsmehl) nicht weniger als 25 % betragen. Der Erweichungspunkt des Bindemittels nach dem Ring- und Kugelverfahren DIN EN 1427 liegt zwischen 45 und 75 °C und der Erweichungspunkt des Festkörpers zwischen 85 und 120 °C. Asphaltmastix wird heiß durch Gießen und mechanisches Verteilen verarbeitet.

### 3.2.5 Gussasphalt

Gussasphalt nach DIN 18195-2, Tabelle 2 ist eine Mischung aus Straßenbaubitumen nach DIN EN 13305 und DIN EN 12591 – gegebenenfalls mit Zusätzen von Naturasphalten – als Bindemittel sowie feinkörnigen Mineralstoffen mit Korngröße bis 2,0 mm. Der Masseanteil an Bitumen muss entsprechend zwischen 6,5 und 9,0 % liegen und je nach Beschaffenheit des Korngerüsts des Mineralstoffanteils so gewählt werden, dass einerseits bei der Verarbeitung im heißen Zustand ein geringer Bindemittelüberschuss vorliegt und andererseits nach dem Erkalten (Abbinden) das Material praktisch hohlraumfrei ist. Der Masseanteil bezogen auf den Mineralstoffanteil an feiner Gesteinskörnung (Sand,  $d \leq 2,0$  mm) darf nicht mehr als 45 % und der Masseanteil an Gesteinsmehl nicht weniger als 20 % betragen. Der Erweichungspunkt des Bindemittels nach dem Ring- und Kugelverfahren DIN EN 1427 liegt zwischen 45 und 75 °C und der Erweichungspunkt des Festkörpers zwischen 85 und 120 °C. Gussasphalt wird heiß durch Gießen und mechanisches Verteilen verarbeitet. Er ist im Gegensatz zu Walzasphalt (Straßenbau) ohne zusätzliche Verdichtung gebrauchsfertig und wasserdicht. Gussasphalt kann als Abdichtungsstoff selbst, aber auch als Schutzschicht für Bahnenabdichtungen und in Kombination hiermit als begehbare und befahrbare Nutzschiene verwendet werden. Je nach Geometrie und Neigung der abzudichtenden Fläche sowie zu erwartender thermischer und mechanischer Beanspruchung kann über die mineralischen Bestandteile sowie über die Art des Bindemittels ein verhältnismäßig breites, auf den Anwendungsfall abgestimmtes Spektrum an Eigenschaften hergestellt werden [Haack, 2003].

### 3.2.6 Kunststoffmodifizierte Bitumendickbeschichtungen – KMB

#### 3.2.6.1 Eigenschaften und Anforderungen

Kunststoffmodifizierte Bitumendickbeschichtungen (KMB) bestehen aus einer kunststoffmodifizierten Bitumenemulsion (Polymerbitumen-Emulsion oder Gemisch aus jeweils einer Bitumen- und einer Kunststoff-Dispersion) sowie zumeist leichten Füll-

stoffen, Fasern und Hilfsstoffen. Letztere dienen insbesondere der Sicherstellung von günstigen Materialeigenschaften für die Verarbeitung (Topfkonservierung etc.). Darüber hinaus ist bei zweikomponentigen Bitumendickbeschichtungen Zement enthalten.

Bei einkomponentigen KMB erfolgt das Aushärten der pastösen Masse zu einer zäh-elastischen Beschichtung durch Abgabe des enthaltenen Wassers in Form von Verdunstung an die Umgebungsluft bzw. Aufnahme durch den saugfähigen Untergrund. Bei zweikomponentigen KMB erfolgt die Verfestigung überdies insbesondere hydraulisch über den enthaltenen Zement, der das Wasser aus der Emulsion chemisch bindet.

Die Eignung von KMB ist entsprechend DIN 18 195-2 in einem allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnis (abP) nachzuweisen. Die erforderlichen Prüfungen sind entsprechend den »Prüfgrundsätzen für die Erteilung von allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnissen für normalentflammbare, kunststoffmodifizierte Bitumendickbeschichtungen für Bauwerksabdichtungen (PG-KMB)« [PG-KMB, 2006] durchzuführen.

Werden KMB für Übergänge von Bodenplatten aus wasserundurchlässigem Beton im Sinne einer Weißen Wanne auf hautförmige Außenwandabdichtungen verwendet, sind KMB mit einem abP zu verwenden, das die Eignung für diesen Anwendungsfall auf der Grundlage der »Prüfgrundsätze für die Erteilung von allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnissen für Übergänge von Bauwerksabdichtungen auf Bauteile aus Beton mit hohem Wassereindringwiderstand« [PG-ÜBB, 2010] nachweist (Kapitel 7.3.4.2).

### 3.2.6.2 Verarbeitung

Der Einbau von KMB kann durch Spachteln oder Spritzen erfolgen. Der Auftrag muss in jedem Fall in zwei Arbeitsgängen, fehlstellenfrei, möglichst gleichmäßig und in Abhängigkeit des anstehenden Lastfalls mit ausreichender Schichtdicke erfolgen.

Die erforderliche Mindesttrockenschichtdicke darf an keiner Stelle unterschritten werden. Um dies sicherzustellen, muss vom Hersteller die zur Erzielung der entsprechenden Trockenschichtdicke erforderliche aufzutragende Nassschichtdicke angegeben sein. Diese ist während der Ausführung zu kontrollieren und zu protokollieren. Werden nachträglich Messungen der Trockenschichtdicke durchgeführt, erfolgt dies vorzugsweise im Keilschnitt-Verfahren entsprechend DIN 50986. Hierbei wird die zu messende Schicht unter einem definierten Winkel  $\alpha$  keilförmig eingeschnitten. Die horizontale Projektion  $b$  einer der beiden Schnittflächen wird mit einer Messlupe oder einem Messmikroskop in ihrer Breite gemessen. Bei einem Schnittwinkel von  $45^\circ$  entspricht diese Breite der Schichtdicke  $s^1$ .

<sup>1)</sup> Bei anderen Schnittwinkeln kann die Schichtdicke errechnet werden aus  $s = b \cdot \tan \alpha$

Die Mindestschichtdicke darf nicht nur nicht unterschritten, sondern auch an keiner Stelle um mehr als 100% überschritten werden, um eine vollständige Durchtrocknung der KMB vor dem Aufbringen der Schutzschicht und dem Verfüllen der Baugrube in jedem Fall zu gewährleisten. Bis zum Erreichen der Regenfestigkeit ist Regeneinwirkung zu vermeiden und bis zur Durchtrocknung der Beschichtung Wasserbelastung und Frosteinwirkung auszuschließen. Zur Überprüfung der Durchtrocknung ist an einem Stück des Abdichtungsuntergrundes (z. B. einem Stein des verwendeten Außenwandmauerwerks) eine Referenzprobe anzulegen und in der Baugrube zu lagern. Die Prüfung des Probekörpers muss im Keilschnitt-Verfahren erfolgen.

Während die Verarbeitung von bahnenförmigen Werkstoffen oder Gussasphalt fachliches Know-how und eine fundierte handwerkliche Ausbildung voraussetzen und diese Stoffe insofern von jeher traditionell durch Fachunternehmen mit entsprechend qualifiziertem Personal verarbeitet wurden, suggeriert die eher unkomplizierte Verarbeitbarkeit von kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtungen, dass hiermit fachgerechte Abdichtungen auch ohne tiefere fachliche Vorbildung und ohne jede Planung hergestellt werden könnten. Häufige, gravierende Schadensfälle infolge zum Teil grob unqualifizierter Ausführung, vollständig fehlender planerischer Begleitung und Unterlassung der vorstehend beschriebenen Prüfungen belegen diesen Irrtum immer wieder. Genau vor diesem Hintergrund war die Einbeziehung von kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtungen in die Neufassung der DIN 18 195 im Jahr 2000 in hohem Maße umstritten und wurde von kontroversen Diskussionen in der Fachwelt begleitet [Kamphausen, 1999]. Gleichwohl haben sich KMB insbesondere bei kleineren Bauvorhaben und bei nachträglichen Außenwandabdichtungen – eine sach- und fachgerechte Planung und Ausführung sowie eine wirksame Qualitätssicherung vorausgesetzt – sowohl unter technischen als auch unter wirtschaftlichen Aspekten bewährt.

### 3.2.7 Bitumenlösungen und -emulsionen

Bitumenlösungen und -emulsionen sind entsprechend DIN 18 195-2:2009-04 nur zur Verwendung als Voranstrichmittel gedacht. Sie sind dort im Unterschied zu den Vorgängerausgaben der DIN 18 195-2 nicht mehr mit konkreten Anforderungen geregelt, sondern lediglich im Abschnitt 5 unter »Hilfsstoffe« aufgeführt.

## 3.3 Kunststoffe

### 3.3.1 Einführung

#### 3.3.1.1 Grundlegende Eigenschaften

Kunststoffe sind synthetische organische Werkstoffe, die durch so genannte Polymerisation gebildet und deshalb Polymere genannt werden. Die Polymerisation stellt dabei ganz allgemein eine Verknüpfung ketten-, netz- oder ringförmig angeordneter



Monomere dar, in die neben Kohlenstoffverbindungen auch andere Elemente integriert werden. Die niedermolekularen Grundstoffe für Kunststoffe werden überwiegend aus Erdöl, teilweise jedoch auch aus Erdgas gewonnen. Kunststoffe sind als Bestandteil oder in Form von Gebrauchsgegenständen in unserer Umwelt allgegenwärtig. Der großen Vielzahl technisch hergestellter Kunststoffe mit ebenso vielen unterschiedlichen Eigenschaften sind einige wesentliche Charakteristika gemeinsam: Kunststoffe besitzen im Allgemeinen eine geringe Rohdichte, eine niedrige Wärmeleitfähigkeit, einen großen Wärmeausdehnungskoeffizienten, eine relativ hohe Zugfestigkeit, eine vergleichsweise große Bruchdehnung, einen niedrigen Elastizitätsmodul, sehr geringe elektrische Leitfähigkeit, als massive Stoffe eine sehr geringe Wasseraufnahme und einen großen Widerstand gegenüber Dampfdiffusion. Darüber hinaus besitzen Kunststoffe – mit einigen Einschränkungen, auf die weiter unten eingegangen wird – in aller Regel eine gute chemische und biologische Beständigkeit.

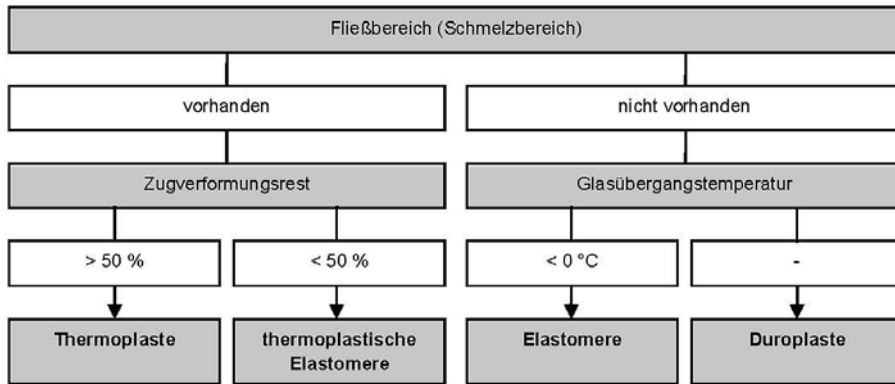
Kunststoffe sind, da sie im Wesentlichen aus organischen Verbindungen bestehen, grundsätzlich brennbar, wobei hier eine große Bandbreite zwischen leicht- und schwerentflammbar abgedeckt wird. Nachteilig, insbesondere im Zusammenhang mit der Verwendung von Kunststoffen für Abdichtungen, ist ihre vergleichsweise hohe Empfindlichkeit gegenüber Alterung, d.h. gegenüber komplexen Langzeiteinflüssen aus Bewitterung. In diesem Zusammenhang sind wesentliche Faktoren insbesondere

- UV-Strahlung
- das Einwirken von Wasser
- wechselnde thermische Beanspruchungen.

Um auch bei im Außenbereich eingesetzten Kunststoffen unter UV-Einstrahlung Einschränkungen der Dauerhaftigkeit – insbesondere Versprödung, Querschnittsverlust und eine abnehmende Zugfestigkeit – zu vermeiden, ist der Zusatz so genannter Stabilisatoren erforderlich. Nachdem hier Erfahrungen über mehrere Jahrzehnte vorliegen, können heute Kunststoffe mit einer sehr guten UV-Beständigkeit hergestellt werden. Lang anhaltende Wassereinwirkung, beispielsweise im Bereich von Pfützen, sollte insbesondere bei Dachabdichtungen durch ausreichende Gefälleausbildung vermieden werden, da in derartigen Bereichen ein verstärkter Angriff auf die Abdichtung durch Mikroben zu erwarten ist und eine entsprechende Beständigkeit gegenüber Mikrobenangriff für die einzelnen Kunststoffe nicht immer nachgewiesen ist [Oswald, 2008]. Seit etwa 10 Jahren sind in diesem Zusammenhang erhebliche Zersetzungsercheinungen an Kunststoffbeschichtungen und -abdichtungsbahnen auf Flachdächern infolge aggressiver Rotalgen (*Rhodophyta*) bekannt [Schrimpf, 2010].

### 3.3.1.2 Werkstoffgruppen

Im Wesentlichen werden drei große Gruppen von Kunststoffen unterschieden, die insbesondere durch ihre mechanischen Eigenschaften unter Temperaturveränderung gekennzeichnet sind: Thermoplaste, Elastomere und Duroplaste. Unter anwendungstechnischen Gesichtspunkten wird entsprechend DIN 7724 zusätzlich eine weitere



**Bild 14:** Schema zur Zuordnung von Kunststoffen zu den Werkstoffgruppen nach DIN 7724

Gruppe, die so genannten thermoplastischen Elastomere als Mischform zwischen Thermoplasten und Elastomeren, unterschieden. Die Zuordnung zu den vier genannten Werkstoffgruppen erfolgt gemäß DIN 7724 anhand folgender drei Kriterien entsprechend der schematischen Darstellung in Bild 14:

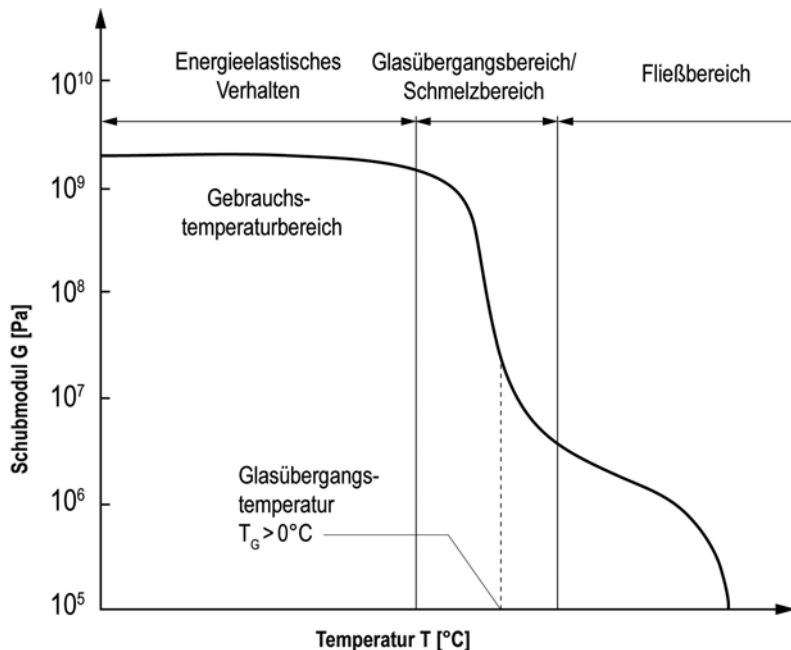
- **Fließbereich (Schmelzbereich) vorhanden/nicht vorhanden**  
Der Fließbereich, auch Schmelzbereich genannt, kennzeichnet eine Temperaturspanne oberhalb des Gebrauchstemperaturbereichs, innerhalb derer eine reversible Umformung möglich ist. Ist ein Fließbereich nicht vorhanden, setzt oberhalb des Gebrauchstemperaturbereichs chemische Zersetzung ein.
- **Glasübergangstemperatur (Kälterichtwert) unterhalb/oberhalb von 0 °C**  
Die Glasübergangstemperatur, auch Kälterichtwert genannt, kennzeichnet bei einer grafischen Darstellung der temperaturabhängigen Schubmoduln den Wendepunkte der Kurve etwa in der Mitte des Erweichungstemperaturbereichs zwischen energieelastischem (stahlelastischem) und entropie-elastischem (gummielastischem) Materialverhalten.
- **Zugverformungsrest (ZVR) größer/kleiner als 50 %**  
Der Zugverformungsrest bezeichnet die bei der Prüfung gemäß DIN ISO 2285 nach konstanter Dehnung über eine festgelegte Zeitspanne unter Standard-Labortemperatur (23 °C) nach DIN ISO 23 529 in Relation zur Dehnung verbleibende Verformung eines Prüfkörpers.

Vor diesem Hintergrund werden die wesentlichen Eigenschaften der genannten Werkstoffgruppen nachfolgend kurz zusammengefasst [Wendehorst, 1998] und die Schubmoduln jeweils in Abhängigkeit vom Temperaturverlauf zur Veranschaulichung des ersten und zweiten Kriteriums grafisch dargestellt.



### a) Thermoplaste

Thermoplaste werden aus linearen oder verzweigten Makromolekülen gebildet. Temperaturerhöhungen führen zu einer zunehmenden Beweglichkeit der Makromoleküle gegeneinander, bis die Grenze zur Fließbarkeit des Kunststoffes überschritten wird. Bei anschließender Abkühlung tritt eine Erstarrung durch Verfilzung (bei so genannten amorphen Thermoplasten) bzw. teilweise Bündelung der Makromoleküle ein (bei so genannten teilkristallinen Thermoplasten). Diese Vorgänge sind bei Thermoplasten reversibel, solange nicht durch übermäßige Erhitzung chemische Zersetzung eintritt. Amorphe Thermoplaste durchlaufen unterhalb der Fließgrenze einen so genannten Glasübergangsbereich (Erweichungstemperaturbereich), in dem sich gummiartig elastische Eigenschaften einstellen (Bild 15), die eine Umformung mit geringen mechanischen Kräften durch Vakuum (Saugen), Blasen oder Biegen, letzteres sogar von Hand, zulassen.



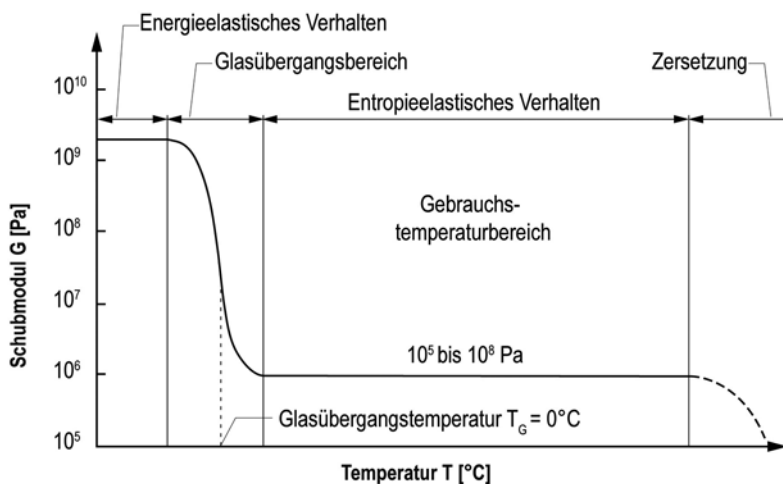
**Bild 15:** Schematischer Verlauf des Schubmoduls von Thermoplasten in Abhängigkeit von der Temperatur

Thermoplastische Kunststoffe können durch Schweißen verbunden werden. Sie bieten eine Vielzahl von Werkstoffen, die eine große Bandbreite mechanischer Eigenschaften abbilden und im Fall einiger Arten sogar im Gebrauchstemperaturbereich eine gummiartige Elastizität besitzen. Darüber hinaus können einige Thermoplaste (z. B. Polyvinylchlorid – PVC) auch durch den Zusatz nichtflüchtiger Lösemittel gummiartig elastisch eingestellt werden (so genannte Weichmacher). Thermoplaste weisen sehr unterschiedliche Eigenschaften hinsichtlich chemischer Beständigkeit auf. So sind

Polyvinylchlorid (PVC) und Polyisobutylen (PIB) nicht beständig gegenüber Mineralölen und Treibstoffen. Der so genannte Kälterichtwert (Glasübergangstemperatur) liegt stets oberhalb von  $0^{\circ}\text{C}$ . Der Zugverformungsrest von Thermoplasten ist jeweils größer als 50 %.

## b) Elastomere

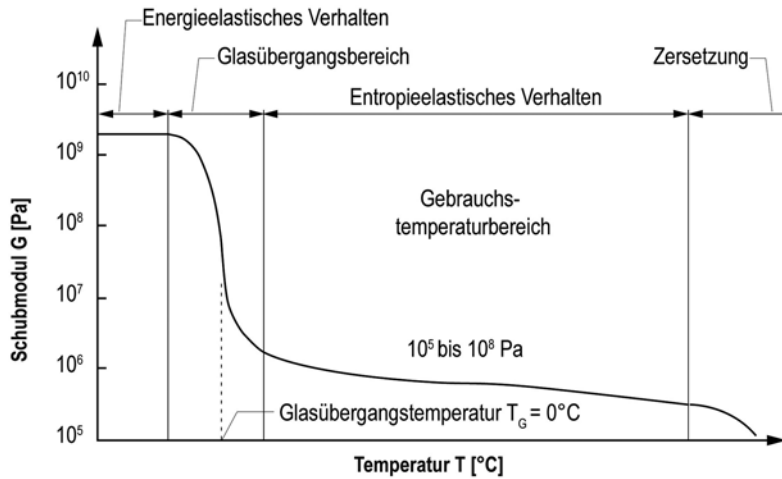
Elastomere werden aus weitmaschig vernetzten Kautschuken oder niedermolekularen Bestandteilen gebildet (Co-Polymerisation). Die Vernetzung erfolgt im Unterschied zu Thermoplasten chemisch, so dass Elastomere im Wesentlichen unlöslich, jedoch quellbar sind. Der Kälterichtwert (Glasübergangstemperatur) nach DIN 7724 liegt stets unterhalb von  $0^{\circ}\text{C}$ , so dass Elastomere im Gebrauchstemperaturbereich entropieelastisch sind, d. h. gummielastische Eigenschaften aufweisen. Der so genannte Zugverformungsrest beträgt im Allgemeinen weniger als 2 %. Elastomere besitzen aufgrund der chemischen Vernetzung im Gebrauchstemperaturbereich annähernd konstante Schubmoduln. Oberhalb des Gebrauchstemperaturbereichs tritt ohne nennenswerten Fließbereich Zersetzung ein (Bild 16).



**Bild 16:** Schematischer Verlauf des Schubmoduls von Elastomeren in Abhängigkeit von der Temperatur

## c) Thermoplastische Elastomere

Thermoplastische Elastomere vereinen die Vorteile von Thermoplasten einerseits mit denen von Elastomeren andererseits und bestehen aus mehrphasigen Polymeren oder Polymerverschnitten. Dabei sorgen die weichen Phasen für einen Kälterichtwert (Glasübergangstemperatur) unter  $0^{\circ}\text{C}$  und damit für ein entropieelastisches, d. h. gummielastisches Verhalten im Gebrauchstemperaturbereich. Die harten Phasen sorgen durch Kettenbildung für thermoreversible Vernetzungsbereiche und auf diese Weise für einen Fließbereich oberhalb des Gebrauchstemperaturbereichs

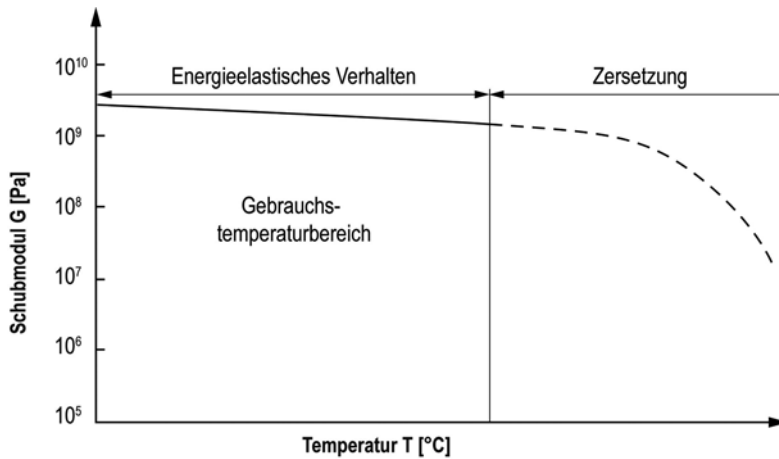


**Bild 17:** Schematischer Verlauf des Schubmoduls von thermoplastischen Elastomeren in Abhängigkeit von der Temperatur

(Bild 17), der eine thermoplastische Umformung erlaubt. Thermoplastische Elastomere sind in der Regel in geeigneten Lösemitteln löslich.

#### d) Duroplaste

Duroplastische Polymere sind im Gebrauchsbereich energieelastisch, d.h. stahlelastisch und besitzen oberhalb dieses Bereichs keinen Fließ- oder Glasübergangsbereich, sondern gehen in Zersetzung über. Duroplaste als Kunststoffe entstehen erst beim endgültigen Formungsvorgang durch chemische Reaktion engmaschig vernetzter Makromoleküle («Aushärtung»). Die Ausgangsprodukte für den duroplastischen Kunststoff sind noch nicht polymere, flüssige oder schmelzbare bzw. thermoplastisch fließbare Vorprodukte. Im ausgehärteten Zustand sind ihre mechanischen Eigenschaften im Wesentlichen temperaturunabhängig (Bild 18), da die chemische Vernetzung der Makromoleküle ausschließlich durch chemischen Abbau lösbar ist. Die mit den glasartig harten Eigenschaften einhergehende Sprödigkeit gegenüber mechanischen Belastungen kann durch Zuschläge oder Füllstoffe vermindert werden. Duroplaste besitzen im Allgemeinen eine hohe Beständigkeit gegenüber Mineralölen, Treibstoffen, Bitumen und vielen Lösemitteln. Sie haben als Stoffe im Zusammenhang mit Bauwerksabdichtungen ihre wesentliche Bedeutung als Reaktionsharze im Bereich von flüssig aufzubringenden Abdichtungssystemen.



**Bild 18:** Schematischer Verlauf des Schubmoduls von Duroplasten in Abhängigkeit von der Temperatur

### 3.3.2 Kunststoffbahnen

#### 3.3.2.1 Eigenschaften, Aufbau und Kennzeichnung

In den einschlägigen Regelwerken sowie der Fachliteratur hat sich für Abdichtungsbahnen die Bezeichnung »Kunststoff- und Elastomerbahnen« eingebürgert. Da entsprechend den Ausführungen im vorstehenden Kapitel 3.3.1 Elastomere jedoch eine Untergruppe der üblicherweise unter dem Begriff »Kunststoffe« zusammengefassten polymeren Werkstoffe sind, wird in der vorliegenden Darstellung vereinfacht von »Kunststoffbahnen« gesprochen. Weiterhin werden mit diesen Bahnen hergestellte Bauwerksabdichtungen – insbesondere auf Flachdächern – oft missverständlich als »Folienabdichtungen« bezeichnet. Auch dieser Begriff wird in der vorliegenden Darstellung nicht verwendet.

Die für die Verwendung als Bauwerks- oder Dachabdichtungen geeigneten Bahnen bestehen aus mit Weichmachern versetzten Thermoplasten, Elastomeren oder thermoplastischen Elastomeren und verhalten sich deshalb im Bereich baupraktisch relevanter Temperaturen im Wesentlichen entropieelastisch (gummielastisch). Für die Herstellung von Abdichtungsbahnen entsprechend DIN 18195, DIN 18531 und [ZVDH, 2008] kommen im Einzelnen die in Tabelle 5 aufgeführten Kunststoffe zum Einsatz. Sofern Kunststoffbahnen im Bereich von Bauwerks- und Dachabdichtungen mit Bitumenwerkstoffen in Berührung kommen, müssen die Werkstoffe bitumenverträglich sein. Für PIB- und ECB-Bahnen trifft dies stets zu.

Abkürzung	Bezeichnung	Werkstoffgruppe
ECB	Ethylencopolymerisat-Bitumen	Thermoplaste
PIB	Polyisobutylene	
PVC-P	Polyvinylchlorid, weich	
EVA	Ethylen-Vinyl-Acetat-Terpolymer/Copolymer	
FPO	Flexibles Polyolefin	
PE-C	Chloriertes Polyethylen	
TPE	Nicht vernetzte thermoplastischen Elastomere	Thermoplastische Elastomere
IIR	Isobuthylen-Isopren-Kautschuk (Butylkautschuk)	Elastomere
EPDM	Ethylen-Propylen-Dien-Terpolymer	

**Tabelle 5:** Werkstoffe und Werkstoffgruppen für Kunststoff-Abdichtungsbahnen

Die in DIN 18195-2 zur Herstellung von Bauwerksabdichtungen genannten Kunststoffbahnen sind in Tabelle 6 – ergänzt durch die Angaben zum Anwendungstyp und ihren technischen Eigenschaften aus DIN V 20000-202 bzw. den zugehörigen europäischen Stoffnormen – zusammengestellt.

Bahnen entsprechend der eingeführten deutschen Werkstoffbezeichnung	Anwendungstyp	Bahnenbezeichnung <sup>1)</sup>	Wasserdichtheit, mindestens <sup>3)</sup>	Zusammensetzung, Mindest-/Höchstanteile [%]
ECB	Ethylencopolymerisat-Bitumen, bitumenverträglich			
mit Einlage	BA/MSB <sup>4)</sup>	ECB-BV-E-GV-1,5	400 kPa/ 72 h	Butylacrylat-Copolymer
mit Verstärkung	BA/MSB <sup>4)</sup>	ECB-BV-V-(X) <sup>2)</sup> -1,5		≥ 25 %
mit Einlage und Kaschierung <sup>5)</sup>	BA/MSB <sup>4)</sup>	ECB-BV-E-GV-K-(X) <sup>2)</sup> -1,5		Bitumen
mit Einlage und Selbstklebeschicht <sup>5)</sup> <sup>6)</sup>	BA	ECB-BV-E-GV-1,5-SK		≥ 25 %
				Sonstige
				≤ 50 %
PIB	Polyisobutylene, bitumenverträglich			
homogen	BA	PIB-BV-1,5	400 kPa/ 72 h	PIB
mit Kaschierung <sup>5)</sup>	BA/MSB <sup>4)</sup>	PIB-BV-K-(X) <sup>2)</sup> -1,5		≥ 20 %
				Sonstige
				≤ 80 %

Bahnen entsprechend der eingeführten deutschen Werkstoffbezeichnung		Anwen- dungs- typ	Bahnenbezeich- nung <sup>1)</sup>	Wasser- dichtheit, mindest- tens <sup>3)</sup>	Zusammen- setzung, Min- dest-/Höchst- anteile [%]	
PVC-P	Polyvinylchlorid weich, bitumenverträglich					
	homogen	BA/ MSB <sup>4)</sup>	PVC-P-BV-1,2	400 kPa/ 72 h	PVC	≥ 40 %
	mit Einlage	BA/ MSB <sup>4)</sup>	PVC-P-BV-E-GV-1,2		Weich- macher	≤ 40 %
	mit Verstärkung	BA/ MSB <sup>4)</sup>	PVC-P-BV-V- (X) <sup>2)</sup> -1,2		Sonsti- ge	≤ 20 %
	mit Kaschierung <sup>5)</sup>	BA/ MSB <sup>4)</sup>	PVC-P-BV-K- (X) <sup>2)</sup> -1,2			
	mit Einlage und Kaschierung <sup>5)</sup>	BA/ MSB <sup>4)</sup>	PVC-P-BV-E-GV-K- (X) <sup>2)</sup> -1,2			
	mit Verstärkung und Kaschierung <sup>5)</sup>	BA/ MSB <sup>4)</sup>	PVC-P-BV-V-(X) b-K-(X) <sup>2)</sup> -1,2			
	homogen mit Selbstklebeschicht <sup>5)</sup> <sup>6)</sup>	BA	PVC-P-BV-1,5-SK			
	mit Einlage, mit Selbstklebeschicht <sup>5)</sup> <sup>6)</sup>	BA	PVC-P-BV-E-GV-1,2			
	mit Verstärkung, mit Selbstklebe- schicht <sup>5)</sup> <sup>6)</sup>	BA	PVC-P-BV-V-(X) <sup>2)</sup> - 1,2-SK			
	mit Kaschierung und Selbstklebe- schicht <sup>5)</sup> <sup>6)</sup>	BA	PVC-P-BV-K-(X) <sup>2)</sup> - 1,2-SK			
EVA	Ethylen-Vinylacetat-Terpolymer/-Copolymer, bitumenverträglich					
	homogen	BA/ MSB <sup>4)</sup>	EVA-BV-1,2	400 kPa/ 72 h	EVA	≥ 25 %
	mit Kaschierung <sup>5)</sup>	BA/ MSB <sup>4)</sup>	EVA-BV-K-(X) <sup>2)</sup> -1,2		PVC	≤ 50 %
	mit Verstärkung	BA/ MSB <sup>4)</sup>	EVA-BV-V-(X) <sup>2)</sup> -1,2		Sonsti- ge	≤ 30 %

Bahnen entsprechend der eingeführten deutschen Werkstoffbezeichnung		Anwendungs- typ	Bahnenbezeich- nung <sup>1)</sup>	Wasser- dichtheit, mindest- tens <sup>3)</sup>	Zusammen- setzung, Min- dest-/Höchst- anteile [%]	
EPDM	Ethylen-Propylen-Dien-Terpolymer, bitumenverträglich					
	homogen	BA/ MSB <sup>4)</sup>	EPDM-BV-1,1	400 kPa/ 72 h	EPDM	≥ 25 %
	mit Verstärkung	BA/ MSB <sup>4)</sup>	EPDM-BV-V- (X) <sup>2)</sup> -1,3		Sonstige	≤ 75 %
	mit Kaschierung <sup>5)</sup>	BA/ MSB <sup>4)</sup>	EPDM-BV-K- (X) <sup>2)</sup> -1,1			
	homogen, Selbst- klebeschicht <sup>6)</sup>	BA	EPDM-BV-1,1-SK			
	mit Verstärkung, Selbstklebeschicht <sup>6)</sup>	BA	EPDM-BV- V-(X) <sup>2)</sup> - 1,3-SK			
	mit Kaschierung und Selbstklebe- schicht <sup>6)</sup>	BA	EPDM-BV-K-(X) <sup>2)</sup> - 1,1-SK			
	Verstärkung, Poly- merbitumenschicht	BA	EPDM-BV-V-(X) <sup>2)</sup> - 1,3-PBS			
FPO	Flexibles Polyolefin, bitumenverträglich					
	homogen	BA/ MSB <sup>4)</sup>	FPO-BV-1,2	400 kPa/ 72 h	FPO	≥ 30 %
	mit Einlage	BA/ MSB <sup>4)</sup>	FPO-BV-E-GV-1,2		Sonstige	≤ 70 %
	mit Verstärkung	BA/ MSB <sup>4)</sup>	FPO-BV-V-(X) <sup>2)</sup> -1,2			
	mit Einlage und Kaschierung <sup>5)</sup>	BA/ MSB <sup>4)</sup>	FPO-BV-E-GV-K- (X) <sup>2)</sup> -1,2			
	mit Verstärkung und Kaschierung <sup>5)</sup>	BA/ MSB <sup>4)</sup>	FPO-BV-V-(X) <sup>2)</sup> -K- (X) <sup>2)</sup> -1,2			

Bahnen entsprechend der eingeführten deutschen Werkstoffbezeichnung		Anwen- dungs- typ	Bahnenbezeich- nung <sup>1)</sup>	Wasser- dichtheit, mindest- tens <sup>3)</sup>	Zusammen- setzung, Min- dest-/Höchst- anteile [%]	
PVC-P	Polyvinylchlorid weich, nicht bitumenverträglich					
	homogen	BA/ MSB <sup>4)</sup>	PVC-P-NB -1,2	400 kPa/ 72 h	PVC	≥ 40 %
	mit Einlage	BA/ MSB <sup>4)</sup>	PVC-P-NB-E-GV-1,2		Weich- macher	≤ 40 %
	mit Kaschierung <sup>5)</sup>	BA/ MSB <sup>4)</sup>	PVC-P-NB-K-(X) <sup>2)</sup> -1,2		Sonstige	≤ 20 %
	mit Verstärkung	BA/ MSB <sup>4)</sup>	PVC-P-NB-V-(X) <sup>2)</sup> -1,2			
	mit Einlage und Kaschierung <sup>5)</sup>	BA/ MSB <sup>4)</sup>	PVC-P-NB-E-GV-K-(X) <sup>2)</sup> -1,2			
	mit Verstärkung und Kaschierung <sup>5)</sup>	BA/ MSB <sup>4)</sup>	PVC-P-NB-V-(X) <sup>2)</sup> -K-(X) <sup>2)</sup> -1,2			
K	kaschiert	SK	Selbstklebeschicht	PV	Polyestervlies	
V	verstärkt	Zahl	Dicke [mm]	PPV	Polypropylenvlies	
E	Einlage	GV	Glasvlies	GG	Glasgittergelege/-gewebe	
BV	bitumenverträglich	PBS	Polymerbitumen-schicht	PG	Polyestergewebe/-gelege	
NB	nicht bitumenver-träglich					
<sup>1)</sup> Ziffer am Ende der Kurzbezeichnung nennt die Mindestdicke e <sup>eff</sup> ohne Kaschierung und/oder Selbstklebeschicht; die anwendungsbezogen geforderten Mindestdicken gemäß DIN 18195-4 bis -7 können größer sein.						
<sup>2)</sup> Art der Verstärkung/Kaschierung nach 5.3.3.5 bis 5.3.3.8, DIN 18195-2.						
<sup>3)</sup> Bestimmung nach DIN EN 1928, Verfahren B.						
<sup>4)</sup> Bestimmung der Bitumenverträglichkeit nach DIN EN 13967:2007-03, 5.9.						
<sup>5)</sup> Bahnen mit Selbstklebeschicht und/oder Kaschierungen aus Polyestervlies sind nicht zugelassen für Abdichtungen nach DIN 18195-6:2000-08, Abschnitt 8.						
<sup>6)</sup> Bahnen mit Selbstklebeschicht sind als Querschnittsabdichtungen (MSB) nicht zugelassen.						

**Tabelle 6:** Kunststoffbahnen für **Bauwerksabdichtungen** nach DIN 18195-2 mit den Angaben aus DIN V 20000-202 zum Anwendungstyp und zu den technischen Eigenschaften



In Tabelle 7 sind die in DIN 18531-2 zur Herstellung von Abdichtungen auf ungenutzten Flachdächern aufgeführten Kunststoffbahnen – ergänzt durch die Angaben zum Anwendungstyp und ihren technischen Eigenschaften aus DIN V 20000 bzw. den zugehörigen europäischen Stoffnormen – zusammengestellt. Wie bei den Bitumenbahnen liegt auch hier weitgehende Übereinstimmung mit den entsprechenden Angaben aus [ZVDH, 2008] und [ZVDH, 2007-2] vor.

<b>Bahnen entsprechend der eingeführten deutschen Werkstoffbezeichnung<sup>1)</sup></b>		<b>Bahnenbezeichnung<sup>2)</sup></b>	<b>Eigenschaften, Konformität und Prüfanforderungen nach DIN EN 13956 in Verbindung mit:</b>
ECB	Ethylenpolymerisat-Bitumen, bitumenverträglich		
	mit Einlage	ECB-BV-E-GV-2,0	DIN V 20000-201, Tabelle 15
	mit Einlage und Selbstklebeschicht	ECB-BV-E-GV-2,0-SK	DIN V 20000-201, Tabelle 15
	mit Einlage und Kaschierung	ECB-BV-E-GV-K-(X) <sup>3)</sup> -2,0	DIN V 20000-201, Tabelle 17
PIB	Polyisobutylen, bitumenverträglich		
	mit Kaschierung	PIB-BV-K-(X) <sup>3)</sup> -1,5	DIN V 20000-201, Tabelle 17
PVC	Polyvinylchlorid weich		
	homogen, nicht bitumenverträglich	PVC-P-NB-1,5	DIN V 20000-201, Tabelle 14
	homogen, bitumenverträglich	PVC-BV-1,2	DIN V 20000-201, Tabelle 14
	bitumenverträglich, mit Einlage und Selbstklebeschicht	PVC-P-BV-E-GV-1,5-SK	DIN V 20000-201, Tabelle 15
	nicht bitumenverträglich, mit Einlage	PVC-P-NB-E-GV-1,2	DIN V 20000-201, Tabelle 15
	bitumenverträglich, mit Einlage	PVC-P-BV-E-GV-1,2	DIN V 20000-201, Tabelle 15
	nicht bitumenverträglich, mit Verstärkung	PVC-P-NB-V-(X) <sup>3)</sup> -1,2	DIN V 20000-201, Tabelle 16
	bitumenverträglich, mit Verstärkung	PVC-P-BV-V-(X) <sup>3)</sup> -1,2	DIN V 20000-201, Tabelle 16

PVC	Polyvinylchlorid weich (Fortsetzung)		
	bitumenverträglich, mit Verstärkung und Selbstklebeschicht	PVC-P-BV-V-(X) <sup>3)</sup> -1,2-SK	DIN V 20000-201, Tabelle 16
	nicht bitumenverträglich, mit Kaschierung	PVC-P-NB-K-(X) <sup>3)</sup> -1,2	DIN V 20000-201, Tabelle 17
	bitumenverträglich, mit Kaschierung	PVC-P-BV-K-(X) <sup>3)</sup> -1,2	DIN V 20000-201, Tabelle 17
	bitumenverträglich, mit Kaschierung und Selbstklebeschicht	PVC-P-BV-K-(X) <sup>3)</sup> -1,2-SK	DIN V 20000-201, Tabelle 17
	nicht bitumenverträglich, mit Einlage und Kaschierung	PVC-P-NB-E-GV-K-(X) <sup>3)</sup> -1,2	DIN V 20000-201, Tabelle 17
	bitumenverträglich, mit Einlage und Kaschierung	PVC-P-BV-E-GV-K-(X) <sup>3)</sup> -1,2	DIN V 20000-201, Tabelle 17
	nicht bitumenverträglich, mit Verstärkung und Kaschierung	PVC-P-NB-V-(X) <sup>3)</sup> -K-(X) <sup>3)</sup> -1,2	DIN V 20000-201, Tabelle 17
EVA	bitumenverträglich, mit Verstärkung und Kaschierung	PVC-P-BV-V-(X) <sup>3)</sup> -K-(X) <sup>3)</sup> -1,2	DIN V 20000-201, Tabelle 17
	Ethylen-Vinylacetat-Terpolymer/-Copolymer, bitumenverträglich		
	homogen	EVA-BV-1,2	DIN V 20000-201, Tabelle 14
	mit Kaschierung	EVA-BV-K-(X) <sup>3)</sup> -1,2	DIN V 20000-201, Tabelle 17
EPDM	Kaschierung, Selbstklebeschicht	EVA-BV-K-(X) <sup>3)</sup> -1,2-SK	DIN V 20000-201, Tabelle 17
	Ethylen-Propylen-Dien-Terpolymer, bitumenverträglich		
	homogen	EPDM-BV-1,1	DIN V 20000-201, Tabelle 14
	homogen, mit Selbstklebeschicht	EPDM-BV-1,1-SK	DIN V 20000-201, Tabelle 14
	mit Verstärkung	EPDM-BV-V-(X) <sup>3)</sup> -1,3	DIN V 20000-201, Tabelle 16

<b>Bahnen entsprechend der eingeführten deutschen Werkstoffbezeichnung<sup>1)</sup></b>		<b>Bahnenbezeichnung<sup>2)</sup></b>	<b>Eigenschaften, Konformität und Prüfanforderungen nach DIN EN 13956 in Verbindung mit:</b>
EPDM	Ethylen-Propylen-Dien-Terpolymer, bitumenverträglich (Fortsetzung)		
	mit Verstärkung und Polymerbitumenbeschichtung	EPDM-BV-V-(X) <sup>3)</sup> -1,3-PBS	DIN V 20000-201, Tabelle 16
	mit Kaschierung	EPDM-BV-K-(X) <sup>3)</sup> -1,1	DIN V 20000-201, Tabelle 17
	Kaschierung, Selbstklebeschicht	EPDM-BV-K-(X) <sup>3)</sup> -1,1-SK	DIN V 20000-201, Tabelle 17
FPO	Flexibles Polyolefin, bitumenverträglich		
	mit Einlage	FPO-BV-E-GV-1,2	DIN V 20000-201, Tabelle 15
	mit Verstärkung	FPO-BV-V-(X) <sup>3)</sup> -1,2	DIN V 20000-201, Tabelle 16
	mit Einlage und Kaschierung	FPO-BV-E-GV-K-(X) <sup>3)</sup> -1,2	DIN V 20000-201, Tabelle 17
	Verstärkung und Kaschierung	FPO-BV-V-(X) <sup>3)</sup> -K-(X) <sup>3)</sup> -1,2	DIN V 20000-201, Tabelle 17
TPE	Thermoplastische Elastomere, nicht vernetzt, bitumenverträglich		
	homogen	TPE-BV-1,2	DIN V 20000-201, Tabelle 14
	mit Kaschierung	TPE-BV-K-(X) <sup>3)</sup> -1,2	DIN V 20000-201, Tabelle 17
	Kaschierung, Selbstklebeschicht	TPE-BV-K-(X) <sup>3)</sup> -1,2-SK	DIN V 20000-201, Tabelle 17
IIR	Isobutylen-Isopren-Kautschuk (Butylkautschuk), bitumenverträglich		
	homogen	IIR-BV-1,2	DIN V 20000-201, Tabelle 14
PE-C	Chloriertes Polyethylen, bitumenverträglich		
	mit Verstärkung	PE-C-BV-V-(X) <sup>3)</sup> -1,2	DIN V 20000-201, Tabelle 16
	Verstärkung, Selbstklebeschicht	PE-C-BV-V-(X) <sup>3)</sup> -1,2-SK	DIN V 20000-201, Tabelle 16
	Verstärkung, Kaschierung	PE-C-BV-V-(X) <sup>3)</sup> -K-(X) <sup>3)</sup> -1,2	DIN V 20000-201, Tabelle 17

K	kaschiert	SK	Selbstklebeschicht	PV	Polyestervlies
V	verstärkt	PBS	Polymerbitumen- schicht	PPV	Polypropylenvlies
E	Einlage	Zahl	Dicke in mm	GG	Glasgittergelege/- gewebe
BV	bitumenverträglich	GV	Glasvlies	PG	Polyestergewebe/- gelege
NB	nicht bitumenver- träglich				
<sup>1)</sup> mit folgenden Eigenschaften: Wasserdichtheit 400 kPa/72h (Bestimmung nach DIN EN 1928, Verfahren B), Eigenschaftsklasse E1, Anwendungstyp DE <sup>2)</sup> Ziffer am Ende der Kurzbezeichnung nennt die Mindestdicke $e^{\text{eff}}$ ohne Kaschierung und/oder Selbstklebeschicht; die anwendungsbezogen geforderten Mindestdicken gemäß DIN 18195-4 bis -7 können größer sein. <sup>3)</sup> Art der Verstärkung nach 5.2.3.3, DIN V 20000-201, z. B. PV, GG, PG bzw. Art der Kaschierung nach 5.2.3.4, DIN V 20000-201, z. B. PV, PPV, GG.					

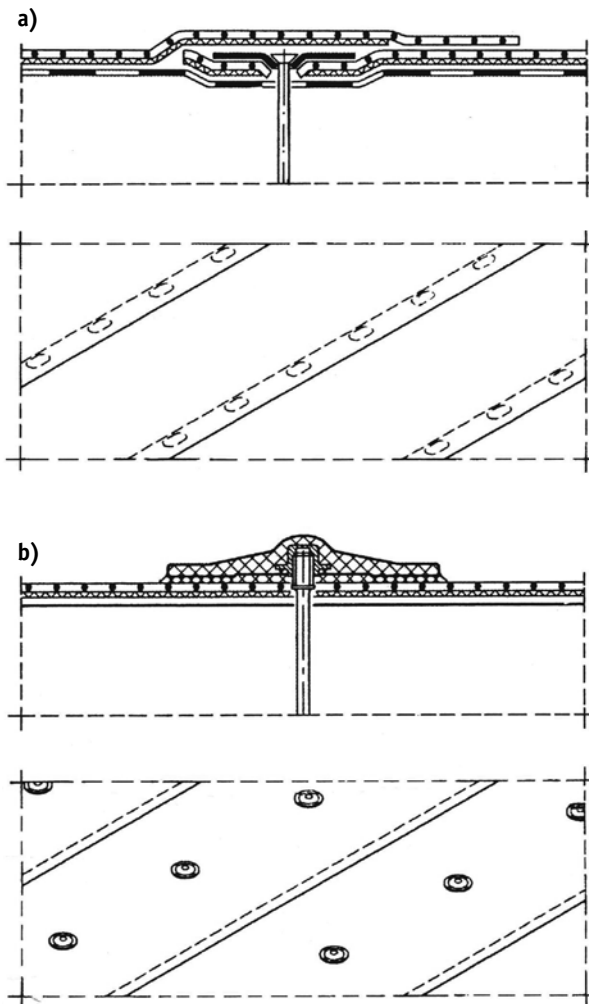
**Tabelle 7:** Kunststoffbahnen für **Dachabdichtungen** nach DIN 18531-2 mit den Angaben aus DIN V 20000-201 zum Anwendungstyp und zu den technischen Eigenschaften

Kunststoffbahnen lassen sich im Einzelnen durch Inaugenscheinnahme oder einfachere Untersuchungen in aller Regel nicht eindeutig identifizieren. Deshalb weist DIN 18531-3 darauf hin, dass Dachabdichtungen aus Kunststoffbahnen durch das Anbringen von Schildern o. Ä. eindeutig zumindest hinsichtlich Werkstoff, Anwendungstyp, Eigenschaftsklasse, den Produktmerkmalen nach DIN V 20000-201 sowie dem Hersteller und dem Ausführungszeitpunkt zu kennzeichnen sind, um bei einer späteren Reparatur oder Instandsetzung geeignete Stoffe und Fügeverfahren anwenden zu können.

### 3.3.2.2 Verarbeitung

Eine vollflächig verklebte Verlegung von Kunststoffbahnen kann mit einer bituminösen Klebmasse entweder im Bürstenstreich-, Gieß- oder im Flämmverfahren erfolgen. Darüber hinaus können Abdichtungen von ungenutzten Flachdächern gemäß DIN 18531 auch mit produktbezogenen Systemklebstoffen (lösemittelhaltigen, ein-komponentigen Polyurethan- oder lösemittelhaltigen Dispersionsklebstoffen) auf dem Untergrund befestigt werden. In der Regel ist dafür Sorge zu tragen, dass die überlappenden Teile im Bereich von Nähten und Stößen frei von Heißbitumen oder Klebstoff bleiben, um systemgerechte Nahtverbindungen in den unten beschriebenen Verfahren herstellen zu können. Darüber hinaus können werkseitig mit einer entsprechenden Schicht ausgestattete Bahnen auch im Selbstklebeverfahren verklebt werden.

Bei einer losen Verlegung von Kunststoffbahnen kann die Lagesicherung der Abdichtung – je nach Eignung der Bahn – durch Auflast, mechanische Befestigung oder partielle Verklebung mit dem Untergrund erfolgen. Die mechanische Befestigung



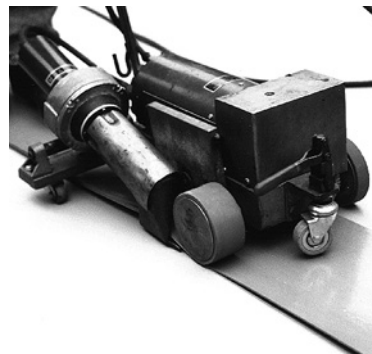
**Bild 19:** Schematische Darstellung einer verdeckten linearen Befestigung von Kunststoffbahnen in der Nahtüberlappung unterseitig kaschierter Bahnen (a) und einer nahtunabhängigen Befestigung mit Feldbefestigern (b)

kommt vorzugsweise auf ungenutzten Flachdächern DIN 18531 zur Anwendung. Sie kann einerseits mit Befestigungselementen erfolgen, die abdichtungsseitig mit tellerförmigen Lastverteilern zur Aufnahme der Windsogkräfte ausgestattet sind (Befestiger). Die Befestigung kann dann verdeckt punktuell in linienförmiger Anordnung in der Überlappung des Nahtbereichs erfolgen (Bild 19.a). Dabei ist darauf zu achten, dass ein Abstand von mindestens 1 cm zwischen dem Rand des Lastverteiltellers und dem Bahnenrand eingehalten wird. Nahtunabhängige Befestigungspunkte werden mit Feldbefestigern ausgeführt oder oberseitig durch Überschweißen mit Bahnenstreifen oder entsprechenden Zuschnitten (»Flicken«) abgedichtet (Bild 19.b). Für eine rationelle Verarbeitung von Befestigern auf großen Dachflächen können so genannte Setzmaschinen eingesetzt werden. Die mechanische Befestigung kann andererseits unterseitig mit Streifen oder Tellern aus dem Bahnenmaterial oder auf Verbundblechen erfolgen.

Unabhängig vom Verlegeverfahren sind Bahnen aus Polyisobuthylen (PIB) durch eine Trennlage gegen ein direktes Aufbringen von Frischbeton- oder Frischmörtel zu schützen. Andernfalls sind Zwangsbeanspruchungen der Bahnen infolge von Schwinderscheinungen des Betons oder Mörtels zu erwarten, da bei einem direkten Kontakt mit Mörtel oder Beton ein inniger Haftverbund mit dem Füller der Kunststoffbahnen eintritt. PVC-P-Bahnen sind bei einem direkten Kontakt mit geschäumten Dämmstoffen durch das Unterlegen geeigneter Trennlagen aus Vliesen o. Ä. gegen das Austreten von Weichmachern zu schützen.

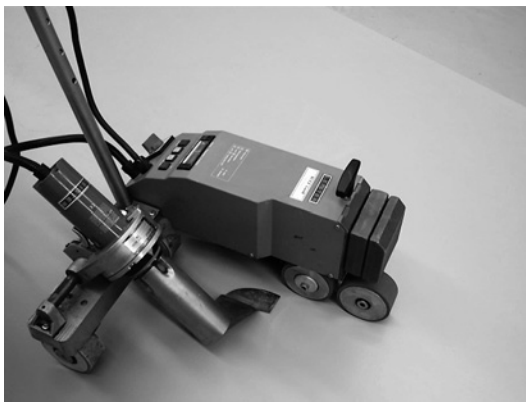
Beim Einbau der Kunststoffbahnen werden folgende Nahtfügeverfahren unterschieden:

- Quellschweißen durch Anlösen der sauberen Verbindungsflächen mit einem geeigneten Lösungsmittel und anschließendes Zusammendrücken der Klebeflächen
- Warmgasschweißen durch Plastifizieren und anschließendes Zusammendrücken der Verbindungsflächen mithilfe von Heißluft bei Kunststoffbahnen oder bei mit thermoplastischem Dichtrand oder mit Polymerbitumen-Beschichtungen versehenen Elastomerbahnen (Bild 20)



**Bild 20:** Herstellung von Nahtverbindungen durch Warmgasschweißen (Bild: alwitra GmbH & Co., Trier)

- Heizelement- oder Heizkeilschweißen durch Plastifizieren der Verbindungsflächen mithilfe eines Heizkeiles und anschließendes Zusammendrücken der Klebeflächen (Bild 21)



**Bild 21:** Herstellung von Nahtverbindungen durch Heizelementschweißen (Bild: alwitra GmbH & Co., Trier)

- vollflächiges Verkleben der Verbindungsflächen mit Bitumen mit einer Nahtüberdeckung von mindestens 80 mm
- Dichtrand/Abdeckband-Verfahren: Andrücken eines vorkonfektionierten Dichtrandes an die Oberfläche der unterliegenden Bahn im Bereich der Längsnähte, Abdichtung der Querstöße mit einem Abdeckband
- Verklebung mit Kontaktklebstoff,
- Heißvulkanisation (*Hot Bonding*) von Elastomerbahnen.

An Längsnähten und Querstößen sind Mindestbreiten für die Überlappung der Bahnen – unabhängig von der Breite der Nahtverbindung (verschweißte/verklebte Breite) – von 50 mm einzuhalten, bei Verklebung mit Bitumen mindestens 80 mm.

Für Bauwerksabdichtungen gemäß DIN 18 195-3 enthält Tabelle 8 eine Übersicht über die Eignung der genannten Fügeverfahren in Bezug auf die einzelnen Werkstoffe sowie die diesbezüglich erforderlichen Mindestbreiten der Nahtverbindungen. Die Flachdachrichtlinien fordern im Abschnitt 2.5.6.3.1 jedoch unabhängig hiervon für

Verfahren		Bahnenwerkstoff <sup>1)</sup> , Eignung				
		ECB	EVA	PIB	PVC-P	Elastomer
Quellschweißen		–	X	X	X	X <sup>2)</sup>
Warmgasschweißen		X	X	–	X	X <sup>2)</sup>
Heizelementschweißen		X	X	–	X	X <sup>2)</sup>
Verkleben mit Heißbitumen		X	–	X	–	–
		Mindestbreite der Schweißnähte [mm]				
Quellschweißen	einfache Naht	–	30	30	30	30
	Doppelnait, je Einzelnaht	–	–	–	–	–
Warmgasschweißen	einfache Naht	30	20	–	20	30/80 <sup>2)</sup>
	Doppelnait, je Einzelnaht	20	15	–	15	15/–
Heizelementschweißen	einfache Naht	30	20	–	30	30
	Doppelnait, je Einzelnaht	15	15	–	15	15
Werkseitige Beschichtung in Fügenaht	einfache Naht	–	–	–	–	80 <sup>2)</sup>
	Doppelnait, je Einzelnaht	–	–	–	–	–
<sup>1)</sup> Kurzzeichen nach DIN 7728-1 <sup>2)</sup> Nach Werksvorschrift						

**Tabelle 8:** Eignung verschiedener Fügeverfahren für Kunststoffbahnen im Bereich von **Bauwerksabdichtungen** entsprechend DIN 18195-3 und erforderliche Mindestbreiten der Nahtverbindungen

Baustellennähte, d.h. für nicht über vorkonfektionierte Dichtbänder hergestellte Nähte, eine Mindestbreite von 40 mm.

Für Abdichtungen ungenutzter Flachdächer gemäß DIN 18531-3 ist die Übersicht über die Eignung der genannten Fügeverfahren in Bezug auf die einzelnen Werkstoffe sowie die diesbezüglich erforderlichen Mindestbreiten auf der Baustelle hergestellter Nahtverbindungen in Tabelle 9 enthalten.

Fügeverfahren	Stoff	Mindestfügebreite [mm]
Quellschweißen	EVA	30
	PE-C	30
	PIB	30
	PVC-P	30
Warmgas- oder Heizkeilschweißen	ECB	20
	EVA	20
	FPO	20
	PE-C	20
	PVC-P	20
	TPE	20
	Elastomere <sup>1)</sup>	30
Dichtrand/Abdeckband	PIB	40
	Elastomere	40
Kontaktklebstoffe	Elastomere	50
Heißvulkanisation (Hot Bonding)	Elastomere	20
Warmgasschweißen mit Polymerbitumen	Elastomere	60
<sup>1)</sup> Thermoplastisch beschichtet oder mit vorkonfektioniertem thermoplastischen Dichtrand		

**Tabelle 9:** Eignung verschiedener Fügeverfahren für Kunststoffbahnen im Bereich von **Dachabdichtungen** entsprechend DIN 18531-3 und erforderliche Mindestbreiten der Nahtverbindungen

Es dürfen höchstens drei Bahnen in einem Punkt gestoßen werden. Bei T-Stößen sind die Kanten der unten liegenden Bahnen abzufasen, um einen Wasserdurchtritt im sich andernfalls bildenden Zwickel auszuschließen.

Beim Quell-, Warmgas- oder Heizelement-Schweißverfahren sind die T-Stöße von Abdichtungen aus PIB- oder PVC-Bahnen zudem durch Injizieren von PIB- bzw. PVC-Lösungen nachzubehandeln. Bei PVC-Dichtungsbahnen sind die Nähte nach dem Quell- oder Warmgasschweißen an der äußeren Nahtkante mit PVC-Lösungen zu überstreichen. Wegen der Verwendung von Lösemitteln beim Quellschweißverfahren ist auf eine ausreichende Abluftzeit zu achten, bevor weitere Arbeitsgänge mit nicht lösemittelbeständigen Stoffen, wie z. B. Bitumen, ausgeführt werden. Auch bei der



Verlegung mit Kontaktklebern ist für eine ausreichende, vom Hersteller in Abhängigkeit von den Verarbeitungsklimabedingungen festgelegte Abluftzeit Sorge zu tragen, um eine zuverlässige Verklebung gewährleisten zu können.

Da Abdichtungen mit Kunststoffbahnen in der Regel einlagig ausgeführt werden, kommt den Naht- und Stoßverbindungen hinsichtlich der Ausführung und Überwachung eine besondere Bedeutung zu. Je nach Verlegeart sind alternativ oder in Kombination folgende Prüfverfahren zur Überprüfung der ausgeführten Naht- und Stoßverbindungen auf der Baustelle durchzuführen (DIN 18 195-3):

- Verfahren A: Reißnadelprüfung mithilfe einer Reißnadel, die an der Schweißnaht entlang geführt wird
- Verfahren B: Anblasprüfung durch Anblasen der Schweißnaht mit Warmluft
- Verfahren C: Optische Prüfung der Schweißnahttraupe bei Bahnen aus ECB oder PIB
- Verfahren D: Druckluftprüfung bei doppelter Schweißnaht durch Füllen des Prüfkannals mit Druckluft
- Verfahren E: Vakuumprüfung durch Aufbringen einer Seifenlösung, die mithilfe einer durchsichtigen Unterdruckglocke auf Blasenbildung untersucht wird.

### 3.3.3 Flüssig zu verarbeitende Kunststoffe

Im Zusammenhang mit hautförmigen Bauwerksabdichtungen werden flüssig zu verarbeitende Kunststoffe im Wesentlichen in zwei Anwendungstypen verarbeitet,

- als so genannte Flüssig(-kunststoff)-abdichtung (FLK) und
- zur Herstellung von flüssig aufzubringenden Abdichtungsschichten im Verbund mit Belägen aus Fliesen und Platten (AIV-F), als so genannte »Verbundabdichtung«

Während bei den Verbundabdichtungen AIV-F der flüssig zu verarbeitende Kunststoff eine Abdichtung unter bzw. hinter einer im Dünnbettverfahren verlegten bzw. angesetzten Fliesen- oder Plattenbekleidung bildet, können Flüssigkunststoffabdichtungen ggf. auch für sich ohne zusätzliche Schutz- oder Belagschichten die Abdichtung von Flächen herstellen. Beide Abdichtungen haben gemeinsam, dass bei genutzten Dach- oder Deckenflächen der Belag (bei AIV-F) oder eine Verschleißschicht (bei FLK) unmittelbar auf die Abdichtung aufgebracht wird und insofern nicht der gesamte Fußbodenaufbau oberhalb z. B. einer Bahnenabdichtung (Estrich etc.) durchfeuchtet und mit ggf. verunreinigten Wässern belastet wird.

Für Verbundabdichtungen AIV-F kommen als Kunststoffe Polymerdispersionen und Reaktionsharze zum Einsatz. Darüber hinaus werden für derartige Verbundabdichtungen auch Kunststoff-Mörtel-Kombinationen in Form von mineralischen Dichtungsschlämmen verwendet, die im folgenden Kapitel behandelt werden.

Bei Flüssigkunststoffabdichtungen (FLK) entsprechend DIN 18195-2, DIN 18531-2 und den Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008] handelt es sich im Wesentlichen um duroplastisch aushärtende Reaktionsharze auf der Basis von

- ungesättigten Polyesterharzen (UP)
- Polyurethanharzen (PUR) oder
- Polymethylmethacrylaten (PMMA).

Diese können mit mineralischen Füllstoffen versetzt sein. Polymerdispersionen werden einkomponentig aus gebrauchsfertigen Gebinden verarbeitet und durch Streichen, Rollen, Spachteln oder Spritzen appliziert. Sie härten durch die Abgabe des enthaltenen Wassers über Verdunstung zu einer zähelastischen Schicht aus. Um im Hinblick auf die Haftzugfestigkeit der Abdichtung nachteilige Wechselwirkungen mit dem Untergrund auszuschließen, ist in aller Regel vor dem Auftrag der eigentlichen Abdichtung eine Grundierung des Untergrundes erforderlich. Verbundabdichtungen auf der Basis von Polymerdispersionen kommen nahezu ausschließlich innerhalb von Gebäuden und dort im Wesentlichen bei mäßig beanspruchten Flächen zum Einsatz (Kapitel 5.2.1 und 5.3.4).

Reaktionsharzkunststoffe härten durch chemische Reaktion zu einer Schicht aus, deren thermische, mechanische und chemische Beständigkeit je nach Produkt in der Regel signifikant höher ist als diejenige von Polymerdispersionen. Die Verarbeitung erfolgt in Übereinstimmung mit den Polymerdispersionen durch Streichen, Rollen, Spachteln oder Spritzen. Auch bei Reaktionsharzabdichtungen ist in aller Regel eine Vorbehandlung des Untergrundes durch Grundieren erforderlich. Reaktionsharze können auch für hoch beanspruchte Abdichtungen sowie im Außenbereich verwendet werden (Kapitel 5.2.1 und 5.3.4).

Abdichtungssysteme mit flüssig zu verarbeitenden Kunststoffen haben sich in den vergangenen Jahrzehnten als Alternativen zu den konventionellen »schwarzen« Abdichtungen außerhalb der einschlägigen Abdichtungsnormen entwickelt. Sie fanden im Zusammenhang mit Verbundabdichtungen Eingang in das diesbezüglich maßgebende Regelwerk, das »Merkblatt Hinweise für die Ausführung von Verbundabdichtungen mit Bekleidungen und Belägen aus Fliesen und Platten im Innen- und Außenbereich« [ZDB, 2010] des Zentralverbandes des Deutschen Baugewerbes. Darüber hinaus waren Abdichtungen mit Flüssigkunststoffen (FLK) seit geraumer Zeit in den »Flachdachrichtlinien« [ZVDH, 2008] des Zentralverbandes des Deutschen Dachdeckerhandwerks sowie als Oberflächenschutzsysteme in der »Instandsetzungsrichtlinie« [DAfStb, 2001] des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton geregelt. Von den in [DAfStb, 2001] beschriebenen Systemen kommen jedoch aufgrund der hohen, z. B. an die Rissüberbrückungsfähigkeit zu stellenden Anforderungen, als Abdichtungen im engeren Sinne ausschließlich die Oberflächenschutzsysteme *OS 9*, *OS 10* und *OS 11* infrage. Mittlerweile sind Abdichtungsstoffe des Typs FLK analog zu den »Flachdachrichtlinien« [ZVDH, 2008] auch in DIN 18531 im Zusammenhang mit ungenutzten Flachdächern geregelt. Abdichtungsstoffe für die Herstellung von Abdichtungen sowohl des Typs AIV als auch des Typs FLK sind im Hinblick auf eine anstehende

Überarbeitung der DIN 18 195 darüber hinaus auch in die Neuausgabe der DIN 18 195-2:2009-04 aufgenommen. Dies ist allerdings mit dem Vermerk erfolgt, dass die betreffenden Stoffe für die Herstellung von Bauwerksabdichtungen im Sinne dieser Norm nur verwendbar sind, wenn ihre Anwendung in den jeweiligen Normteilen geregelt ist.

DIN 18 195-2, DIN 18 531-2, [ZVDH, 2008] und [ZVDH, 2007-3] nehmen hinsichtlich der Produkteigenschaften jeweils Bezug auf die ETAG 005 und benennen konkrete Anforderungen hinsichtlich der dort beschriebenen Leistungsstufen (Tabelle 10).

Klassen	Kurzzeichen	Leistungsstufen
Klimazone	M S	gemäßigtes Klima extremes Klima
Erwartete Nutzungsdauer <sup>1)</sup>	W1 W2 W3	5 Jahre 10 Jahre 25 Jahre
Nutzlasten	P1 P2 P3 P4	geringe Beanspruchung mäßige Beanspruchung normale Beanspruchung besondere Beanspruchung
Dachneigung	S1 S2 S3 S4	< 5 % 5 % bis 10 % 10 % bis 30 % > 30 %
Niedrigste Oberflächentemperaturen	TL1 TL2 TL3 TL4	+ 5 °C -10 °C -20 °C -30 °C
Höchste Oberflächentemperaturen	TH1 TH2 TH3 TH4	+30 °C +60 °C +80 °C +90 °C
<sup>1)</sup> Die Nutzungsklasse ist eine Abschätzung der Nutzungsdauer auf Basis der Ergebnisse der Dauerhaftigkeitsprüfungen nach ETAG 005. Für die Nutzungsdauerklasse W3 ist eine mindestens 5-jährige Praxisbewährung nachzuweisen		

**Tabelle 10:** Leistungsstufen für Flüssigkunststoffabdichtungen nach ETAG 005 (aus [ZVDH, 2007-3])

Darüber hinaus existiert mit der ETAG 022 für Abdichtungen von Böden und Wänden in Nassräumen mittlerweile eine Leitlinie für europäische technische Zulassungen sowie für Abdichtungen im Verbund mit Fliesen und Platten eine europäische Stoffnorm, die DIN EN 14 891. In [ZDB, 2010] wird jedoch ausschließlich auf die ETAG 022 Bezug genommen.

Die Tabelle 11 enthält eine Aufstellung der in DIN 18195-2 enthaltenen Anforderungen an Verbund- (AIV-F-) und Flüssigkunststoff- (FLK-) Abdichtungen entsprechend den Prüfgrundsätzen für diese Stoffgruppen, die im amtlichen Teil der DIBt-Mitteilungen [DIBt] des Deutschen Instituts für Bautechnik, Berlin, veröffentlicht sind ([PG-AIV-F], [PG-FLK]).

Eigenschaft	Anforderungen	AIV-F		FLK
		rissüberbrückende MDS	Reaktionsharze	
Standfestigkeit	kein Abrutschen	X	X	X
Brandverhalten	mindestens normalentflammbar	X	X	X
Alkalibeständigkeit	beständig	–	X	X
Rissüberbrückung	Mindestwert	≥ 0,4 mm	≥ 0,4 mm	≥ 2,0 mm
Wasserdichtheit	Wasserdicht <sup>1)</sup>	X	X	X
Verbundverhalten, Haftung	Mindestwert	≥ 0,5 N/mm <sup>2</sup>	≥ 0,5 N/mm <sup>2</sup>	≥ 0,5 N/mm <sup>2</sup>
Schichtdickenabnahme nach Erhärtung	Wert ist anzugeben	X	X	X
Chemikalienbeständigkeit (nur bei Chemikalienbeanspruchung)	beständig	X	X	–
Wasserdampfdiffusionsverhalten	Wert ist anzugeben	–	–	X
Frostbeständigkeit (nur bei Außenanwendung)	beständig	X	X	–
Regenfestigkeit	Dauer	–	–	≤ 8 h
<sup>1)</sup> Die Anforderungen für den jeweiligen Anwendungsbereich sind zu beachten.				

**Tabelle 11:** Anforderungen an Verbundabdichtungen (AIV-F) aus rissüberbrückenden mineralischen Dichtungsschlämmen (MOS) und Reaktionsharzen sowie flüssig zu verarbeitende Kunststoffe für Abdichtungen (FLK) entsprechend DIN 18195-2

Insbesondere bei FLK-Abdichtungen kann sich u. a. die hohe Empfindlichkeit gegenüber Abweichungen von der erforderlichen hohen Ausführungsqualität nachteilig auswirken. Dies gilt zum einen im Zusammenhang mit der erst bei der Applikation herzustellenden, jedoch für das Sicherheitsniveau insbesondere in Anschlussbereichen entscheidenden Schichtdicke der Abdichtung. Zum anderen sind die hohen

Anforderungen an die Untergrundbeschaffenheit und das enge Fenster der für die Verarbeitung zulässigen Klimarandbedingungen mit einer erforderlichen Differenz zwischen Oberflächentemperatur des Untergrundes und der Taupunkttemperatur der Luft von mindestens 3 K [ZVDH, 2008] zu beachten. Hier sind zudem auch aus Gewährleistungsgründen die Anforderungen aus [ZVDH, 2008] und [ZDB, 2010] bzw. die Herstellervorgaben strikt einzuhalten.

In diesem Zusammenhang gilt für flüssig zu verarbeitende Kunststoff ähnlich wie für KMB auch, dass ihre eher unkomplizierte Verarbeitbarkeit gegenüber bahnenförmigen Abdichtungen suggeriert, dass fachgerechte Abdichtungen auch ohne fachliche Vorbildung und ohne jede Planung hergestellt werden könnten. Auch hier belegen Schadensfälle infolge zum Teil unqualifizierter Ausführung und vollständig fehlender planerischer Begleitung diesen Irrtum wiederkehrend. Für Dachabdichtungen von öffentlichen Gebäuden sind den Planungshinweisen [ARGEBAU, 2005] zufolge – so wörtlich – »Flüssigabdichtungen ... grundsätzlich zu vermeiden«. Ob diese grundsätzlichen Vorbehalte berechtigt sind, muss allerdings bezweifelt werden. So besitzen Abdichtungen aus flüssig zu verarbeitenden Kunststoffen – sofern sie sachgerecht eingesetzt werden – insbesondere den Vorteil, dass

- in hygienischer Hinsicht der gesamte Konstruktionsaufbau, d.h. auch ein Estrich vor dem Eindringen von Wasser geschützt und nicht »planmäßig« durchfeuchtet wird
- sie in Grenzen egalisierend auf den Untergrund wirken
- auch Anschlüsse bei komplexen Geometrien und/oder zahlreichen Durchdringungen auf kleinen Flächen mit verhältnismäßig geringem Aufwand ausgebildet werden können
- bei Flüssigkunststoffen ohne Belag- oder Schutzschicht die Abdichtung selbst in aller Regel gut einsehbar ist und Schäden bzw. Mängel schnell erkannt werden können.

Insgesamt haben sich flüssig zu verarbeitende Kunststoffe als Abdichtungen insbesondere für folgende Anwendungen bewährt:

- Verbundabdichtungen AIV für Abdichtungen in Innenräumen (Nassräumen) und
- Flüssigkunststoffabdichtungen FLK für Abdichtungen von genutzten Dach- oder Deckenflächen, wie z. B. Balkonen oder Parkdecks.

## 3.4 Mineralische Werkstoffe

### 3.4.1 Einführung

Im Zusammenhang mit dem Schutz massiver Bauteile vor dem Eindringen von Wasser haben mineralische Werkstoffe in den vergangenen Jahrzehnten insbesondere bei Konstruktionen aus wasserundurchlässigem Beton (Weiße Wannen) zunehmend an Bedeutung gewonnen. Darüber hinaus haben sich für einzelne Anwendungen Abdich-

tungen aus hoch quellfähigem Ton, so genanntem Bentonit, bewährt. Unter Berücksichtigung des für das vorliegende Buch gewählten Schwerpunktes werden diese Konstruktionen jedoch hier nicht weiter behandelt. Einen wesentlichen Anwendungsbereich mineralischer Werkstoffe im Zusammenhang mit hautförmigen Abdichtungen stellen aber mineralische Dichtungsschlämmen (MDS) dar, auf die im Folgenden näher eingegangen werden soll.

### 3.4.2 Mineralische Dichtungsschlämmen

#### 3.4.2.1 Eigenschaften, Regelwerke und Anforderungen

Mineralische Dichtungsschlämmen bestehen aus ein- oder zweikomponentigen Massen auf der Basis von Zementen, Gesteinskörnungen und besonderen Zusätzen. Man unterscheidet grundsätzlich

- nicht rissüberbrückende
- rissüberbrückende mineralische Dichtungsschlämmen.

Nicht rissüberbrückende Dichtungsschlämmen, oft auch als »starre« Dichtungsschlämmen bezeichnet, sind zur Herstellung hautförmiger Bauwerksabdichtungen im eigentlichen Sinne nicht geeignet, da sie keine Risse überbrücken können. Rissüberbrückende, »flexible« Dichtungsschlämmen enthalten Polymer-Dispersionen, die zum einen dazu führen, dass das Erhärten nicht nur hydraulisch und über die Abgabe von Wasser erfolgt, sondern auch über chemische Reaktion und insofern beschleunigt abläuft. Zum anderen bewirkt der Dispersionsanteil, dass die ausgehärtete Schlämme – in Abhängigkeit von der Wasserbeanspruchung und den baulichen Randbedingungen – eine gewisse Rissüberbrückungsfähigkeit besitzt.

Im Unterschied zu anderen hautförmigen Abdichtungen können Dichtungsschlämmen aufgrund des zumindest teilweise hydraulischen Erhärtens auch auf feuchteren Untergründen verarbeitet werden. Darüber hinaus wird beispielsweise in [WTA, 2005] auch eine gewisse Widerstandsfähigkeit gegenüber rückseitiger Wasserbeanspruchung unterstellt.

In Bezug auf rissüberbrückende Dichtungsschlämmen für Abdichtungen im Verbund mit Fliesen und Platten (AIV-F) existiert mit DIN EN 14 891 eine europäische Stoffnorm und mit der ETAG 022 auch eine Leitlinie für europäische technische Zulassungen für Abdichtungssysteme (Bausätze) von Böden und Wänden in Nassräumen. Das Merkblatt »Verbundabdichtungen« [ZDB, 2010] bezieht sich jedoch ausschließlich auf die ETAG 022.

Für darüber hinausgehende Anwendungen und nicht rissüberbrückende Dichtungsschlämmen muss die Verwendbarkeit mineralischer Dichtungsschlämmen entsprechend der Bauregelliste A, Teil 2, Abschnitt 1 [DIBt] mit einem allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnis (abP) nachgewiesen werden. Dies erfolgt auf der Grundlage der »Prüfgrundsätzen zur Erteilung von allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnis-

sen für mineralische Dichtungsschlämmen für Bauwerksabdichtungen – PG-MDS« [PG-MDS, 2010], die im amtlichen Teil der DIBt-Mitteilungen [DIBt] veröffentlicht sind. Im Hinblick auf die Neufassung von Teil 7 und die geplante Überarbeitung insbesondere der Teile 4 und 5 der DIN 18 195 wurden MDS in die Neuausgabe der DIN 18 195-2:2009-04 aufgenommen. Dort werden die in Tabelle 12 zusammengefassten Anforderungen entsprechend den oben genannten Prüfgrundsätzen aus den »PG-MDS« [DIBt] genannt.

In DIN 18 195-2 ist allerdings der explizite Hinweis enthalten, dass MDS für die Herstellung von Bauwerksabdichtungen im Sinne dieser Norm nur verwendbar sind, wenn ihre Anwendung in den jeweiligen Teilen der DIN 18 195 geregelt ist, was bislang ausschließlich in Bezug auf Abdichtungen gegen von innen drückendes Wasser, z. B. Becken- oder Behälterabdichtungen, nach DIN 18 195-7 der Fall ist.

Hinweise zur Verarbeitung von Dichtungsschlämmen – im Wesentlichen für Anwendungen außerhalb der DIN 18 195 – enthalten die Merkblätter [Dt. Bauchemie, 2002] und [Dt. Bauchemie, 2006] der Deutschen Bauchemie e. V.

Eigenschaft	Anforderung	nicht rissüberbrückende MDS	rissüberbrückende MDS
Standfestigkeit	kein Abrutschen	X	X
Brandverhalten	mindestens normal-entflammbar	X	X
Schwinden	≤ 2,5 mm/m	X	-
Rissüberbrückung	mindestens 0,4 mm	-	X
Wasserdichtheit	wasserdicht Die Anforderungen für den jeweiligen Anwendungsbereich sind zu beachten.	X	X
Verbundverhalten, Haftung	≥ 0,5 N/mm <sup>2</sup>	X	X
Schichtdickenabnahme nach Erhärtung	Wert ist anzugeben	X	X

**Tabelle 12:** Mineralische Dichtungsschlämmen für Bauwerksabdichtungen entsprechend DIN 18 195-2

### 3.4.2.2 Anwendung

Zur Anwendung bzw. Anwendbarkeit von Dichtungsschlämmen als Bauwerksabdichtungen ist folgendes festzustellen: Starre, d. h. nicht rissüberbrückende Dichtungsschlämmen können zwar gemäß DIN 18 195-7 für Abdichtungen gegen von innen

drückendes Wasser eingesetzt werden. Voraussetzung für ihre Anwendbarkeit ist jedoch gemäß Abschnitt 5.6 dieser Norm, dass im Abdichtungsuntergrund nach dem Aufbringen der Dichtungsschlämme keine Rissweitenänderungen mehr auftreten. Da Abdichtungen gegen von innen drückendes Wasser hier nicht behandelt werden, sei dahingestellt, inwieweit die Unterstellung entsprechender baulicher Randbedingungen als realistisch einzustufen ist.

Für Abdichtungen im erdberührten Bereich oder für Abdichtungen im Verbund mit Fliesen und Platten entsprechen starre, d.h. nicht rissüberbrückende Dichtungsschlämme aufgrund ihrer, im Namen genannten Eigenschaften nicht den allgemein anerkannten Regeln der Technik [Oster, 2010]. Sie kommen insofern in Kombination mit anderen hautförmigen Abdichtungen in erster Linie als Hilfsstoffe, z. B. als Füllmörtel zum Ausgleich von Untergründen, zur Herstellung von Kehlen oder zum Absperren feuchter Untergründe vor dem Aufbringen von Abdichtungen nach DIN 18 195 infrage. Darüber hinaus können sie – unabhängig von Bauwerksabdichtungen entsprechend den allgemein anerkannten Regeln der Technik – gut im Spritzwasserbereich von Gebäudesockeln eingesetzt werden (Kapitel 4.3.4).

Flexible, d. h. rissüberbrückende Dichtungsschlämme hingegen sind zur Herstellung von Abdichtungen entsprechend den Regeln der Technik in gewissen Grenzen einsetzbar. So besteht ein wesentlicher Anwendungsbereich dieser Dichtungsschlämme neben den Behälter- oder Beckenabdichtungen gemäß DIN 18 195-7 insbesondere in Abdichtungen im Verbund mit Fliesen und Platten (AIV) entsprechend dem Merkblatt »Hinweise für die Ausführung von Verbundabdichtungen mit Bekleidungen und Belägen aus Fliesen und Platten für den Innen- und Außenbereich« [ZDB, 2010] des Fachverbandes Deutsches Fliesengewerbe im Zentralverband des Deutschen Baugewerbes. Der Einsatz von rissüberbrückenden Dichtungsschlämme für Abdichtungen im Gründungsbereich wird im Zusammenhang mit der anstehenden Neufassung der Abdichtungsnormen insbesondere auch in Bezug auf die Herstellung von Querschnittsabdichtungen diskutiert [Oswald, 2007-1]. Für den letztgenannten Anwendungsbe- reich können bei geringen Wasserbeanspruchungen durch Bodenfeuchte oder nichtstauendes Sickerwasser gegenüber Abdichtungsbahnen besonders Vorteile hinsichtlich der Haftscherfestigkeit der betreffenden Wandaufstandsfugen zum Tragen kommen (Kapitel 4.3.2). Eine hierüber hinausgehende Anwendung dieser Dichtungsschlämme im Bereich von Kelleraußenwänden und Bodenplatten ist grundsätzlich denkbar. Voraussetzung hierfür sind allerdings bauliche Randbedingungen, unter denen sich die gegenüber anderen hautförmigen Abdichtungen begrenzte Rissüberbrückungsfähigkeit dieser Dichtungsschlämme nicht negativ auswirken kann. Die Abdichtungen können dann entsprechend dem Merkblatt [Dt. Bauchemie, 2006] ausgeführt werden.

Insgesamt ist die Herstellung von Abdichtungen mit mineralischen Dichtungsschlämme außerhalb der DIN 18 195-7 und des Merkblatts »Verbundabdichtungen« [ZDB, 2010] nicht als den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechend einzustufen [Oster, 2010]. Insbesondere bei den infrage kommenden Anwendungen bei



geringen Wasserbeanspruchungen ohne hydrostatischen Druck stellt sich zudem für den Neubau die Frage, wo vor dem Hintergrund der hohen Anforderungen an die Trockenheit von Bauteilen einerseits und des über Jahrzehnten bewährten hohen Sicherheitsniveaus der Abdichtungen nach DIN 18 195 andererseits grundlegende Vorteile von Dichtungsschlämmen lägen. So dürften gegenüber KMB an Außenwänden oder einlagigen Bahnenabdichtungen auf Bodenplatten und in Wandquerschnitten auch kaum wirtschaftliche Vorteile zu erwarten sein.

### 3.5 Metallbänder

Bleche und Bänder aus verschiedenen Stählen oder Kupfer eignen sich im Zusammenhang mit Bauwerksabdichtungen, da die im Bauwesen üblicherweise verwendeten Metalle im Allgemeinen bereits bei sehr geringen Dicken wasserdicht sind. Darüber hinaus besitzen diese Metalle eine vergleichsweise hohe Widerstandsfähigkeit gegenüber mechanischen Belastungen und lassen sich – je nach Anwendungszweck – entweder im Rahmen werkmäßiger Bearbeitung oder auch am Bauwerk gut umformen.

Für hautförmige Abdichtungen werden Bänder aus Kupfer oder Edelstahl mit einer durch Prägung versehenen kalottengeriffelten Struktur verwendet. Traditionell kommen derartige Metallbänder für Abdichtungen gegen drückendes Wasser entsprechend DIN 18 195-6, Abschnitt 8 in Kombination mit nackten Bitumenbahnen zur Anwendung. Kupferbänder müssen eine Mindestdicke von 0,1 mm und Edelstahlbänder von 0,05 mm besitzen. Die wesentlichen Eigenschaften entsprechend DIN 18 195-2 sind in der nachfolgenden Tabelle 13 zusammengefasst.

Werkstoff	gemäß Regelwerk	Werkstoff			Dicke des unprofilierten Bandes [mm]	Kalottenhöhe [mm] <sup>1)</sup>	Zugfestigkeit des unprofilierten Bandes <sup>2)</sup> [N/mm <sup>2</sup> ]
		Kurzzeichen	Werkstoffnummer	Werkstoffnorm			
Kupferband	DIN EN 1652	CU-DHP	CW 024A	DIN EN 1976	0,1	1,0 bis 1,5	200 bis 260
					0,2		
Edelstahlband	DIN EN 10088-2	CrNiMo 17-12-2	1.4401	DIN EN 10088-2	0,05 bis 0,065	1,0 bis 1,3	500 bis 600
Allgemeine Anforderungen: Poren- und rissefrei, plan und gerade gereckt. Lieferart: Rollen, 600 mm, bei Kupferband höchstens 1 000 mm breit.							
<sup>1)</sup> Die Werte des unprofilierten Bandes sind durch ein Werkszeugnis »2.2« nach DIN EN 10204 nachzuweisen. <sup>2)</sup> Die Einhaltung der festgelegten Eigenschaften des profilierten Bandes sind wöchentlich durch eine werkseigene Produktionskontrolle nachzuweisen.							

**Tabelle 13:** Kalottengeriffelte Metallbänder entsprechend DIN 18195-2

Metallbänder können auch für die Herstellung von Dachdeckungen auf geeigneten Dächern verwendet werden. Diese zählen jedoch nicht zu den Bauwerksabdichtungen und sind darum nicht Gegenstand der vorliegenden Darstellung.

## 4 Abdichtung erdberührter Bauteile

### 4.1 Bemessung

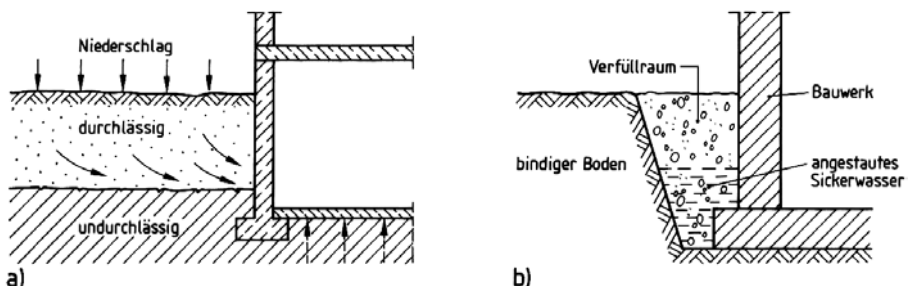
#### 4.1.1 Einführung

Die Bemessung und konstruktive Ausbildung von Bauwerksabdichtungen wird wesentlich von der Art und der Intensität der Wasserbeanspruchung bestimmt. In diesem Zusammenhang werden die in DIN 18 195-1 in Form von Lastfällen definierten Beanspruchungsarten unterschieden. Während die Beurteilung von Art und Intensität der Beanspruchung bei vom Gebäudeinnern einwirkendem Wasser in der Regel eher unproblematisch ist, da z. B. die Füllhöhe eines Beckens oder Behälters und damit die Größe des hydrostatischen Drucks bekannt ist, kommt der Beurteilung der von außen im Erdreich entstehenden Wasserbeanspruchung besondere Bedeutung zu. Hierfür sind genaue Kenntnisse erforderlich über

- die Geländeform (z. B. Hanglage)
- die Bodenart hinsichtlich der Durchlässigkeit bzw. Versickerungsfähigkeit (bindiger/nicht bindiger Boden)
- das Bodenprofil hinsichtlich der Schichtenabfolge, der Schichtdicke sowie des Vorhandenseins von wasserführenden durchlässigen Adern
- die Grundwasserverhältnisse, insbesondere den höchsten Grundwasserstand (HGW) nach langjähriger Beobachtung (so genannter Bemessungswasserstand entsprechend DIN 18 195).

Bei wasserundurchlässigen Bodenschichten besteht die Gefahr, dass sich oberhalb derartiger Schichten Sickerwasser zu so genanntem Schichtenwasser anstaut und einen hydrostatischen Druck auf das Bauwerk ausübt (Bild 22.a).

Auch bei Gebäuden, bei denen der anstehende Boden bindig und wenig wasserdurchlässig ist, Baugrubenverfüllungen jedoch mit nichtbindigen, gut wasserdurchlässigen Böden ausgeführt werden, ergibt sich im Baugrubenbereich die Gefahr von Stauwasserbildung (Bild 22.b)



**Bild 22:** Stauwasserbildung im Erdreich auf wasserundurchlässigen Bodenschichten (a) und im Bereich von Baugruben (b)

Bei der Ermittlung des Bemessungswasserstandes sind jahreszeitliche Schwankungen sowie die langfristige Veränderung des Grundwasserstandes zu berücksichtigen. Auskünfte über den insofern relevanten höchsten Grundwasserstand können in der Regel bei den örtlich zuständigen amtlichen Stellen bezogen werden. Das Merkblatt BWK-M8 »Ermittlung des Bemessungswasserstandes für Bauwerksabdichtungen« [BWK, 2009] enthält detaillierte Hinweise sowie Definitionen bzw. Abgrenzungen der hydrogeologischen und geotechnischen Terminologie in Relation zu den Begrifflichkeiten aus DIN 18195.

Die Feststellung der weiteren hydrogeologischen Randbedingungen ist Bestandteil geotechnischer Untersuchungen nach DIN 4020. Diese Untersuchungen sind durch einen Sachverständigen für Geotechnik für jedes Bauwerk durchzuführen, es sei denn, es handelt sich – so wörtlich – um *»einfache Bauwerke bei einfachen und übersichtlichen Baugrundverhältnissen, so dass die Standsicherheit aufgrund gesicherter Erfahrungen beurteilt werden kann« (geotechnische Kategorie 1 nach DIN 4020)«.*

### 4.1.2 Lastfälle

Gemäß DIN 18195 werden der Bemessung hautförmiger Bauwerksabdichtungen die nachfolgend beschriebenen Lastfälle zugrunde gelegt.

#### 4.1.2.1 Bodenfeuchte und nichtstauendes Sickerwasser

Unter Bodenfeuchte wird entsprechend DIN 18195-4 Wasser in nicht tropfbar flüssiger Form verstanden, dass adhäsiv als Haftwasser, kapillar als Porensaug- sowie als Kapillarwasser im Boden vorhanden ist. Infolge der Kapillarität kann dieses Wasser auch entgegen der Schwerkraft im Boden aufsteigen, wie dies z. B. beim Porensaugwasser oberhalb des Grundwasserspiegels der Fall ist.

Eine Beanspruchung durch Bodenfeuchte und nichtstauendes Sickerwasser liegt vor, wenn der Boden derart durchlässig ist, dass das anfallende Wasser auch bei starken Niederschlägen von der Oberfläche des Geländes bis zum freien Grundwasser absickern kann, ohne sich auch nur kurzfristig zu stauen. Als ausreichend durchlässig werden in DIN 18195-4 nichtbindige, stark durchlässige Böden mit einer Wasserdurchlässigkeit von  $k > 10^{-4} \text{ m/s}$  ( $= 0,1 \text{ mm/s}$ ) gemäß DIN 18130-1 eingestuft, einem Wert, der in etwa von Grobsanden mit einem Korndurchmesser  $> 0,6 \text{ mm}$  erreicht wird (Kapitel 8.2.1, Tabelle 35).

Bei bindigen Böden oder bei einer Bebauung in Hanglage ist der Ansatz des Lastfalls Bodenfeuchte/nichtstauendes Sickerwasser gegenüber der tatsächlich zu erwartenden Feuchtebeanspruchung zu gering, so dass Abdichtungen entsprechend DIN 18195-6 gegen aufstauendes Sickerwasser oder Dränmaßnahmen entsprechend DIN 4095 erforderlich werden.

#### 4.1.2.2 Aufstauendes Sickerwasser

Unter dem Lastfall aufstauendes Sickerwasser im Sinne von DIN 19 195-6, Abschnitt 9 versteht man eine Beanspruchung, die dadurch entsteht, dass Niederschlagswasser aufgrund der vorliegenden Bodenverhältnisse (bindige Böden) oder der Lage der abzudichtenden Bauteile im Gelände (Hanglage) nicht ausreichend schnell genug versickern kann, um ein Anstauen im Boden zu vermeiden. Im Boden anstauendes Sickerwasser, häufig auch als Schichtenwasser bezeichnet, übt auf Bauwerksabdichtungen – wie Grundwasser auch – einen hydrostatischen Druck aus. Von einer derartigen Beanspruchung ist regelmäßig dann auszugehen, wenn einerseits Bodenverhältnisse mit einem Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von  $k \leq 10^{-4}$  m/s oder eine Hanglage vorliegen, für die eine Abdichtung gemäß DIN 18 195-4 gegen Bodenfeuchte/nichtstauendes Sickerwasser nicht ausreichend ist, andererseits die abzudichtende Bauwerkssohle aber mindestens 30 cm oberhalb des Bemessungswasserstandes des Grundwassers liegt.

#### 4.1.2.3 Drückendes Wasser

Unter dem Lastfall drückendes Wasser im Sinne der DIN 18 195-6, Abschnitt 8 wird eine Beanspruchung verstanden, die auftritt bzw. mit der zu rechnen ist, wenn abzudichtende Bauteile unterhalb des Bemessungswasserstandes des Grundwassers liegen und insofern einer Wasserbeanspruchung unter hydrostatischem Druck unterliegen. Eine Beanspruchung durch von innen drückendes Wasser entsprechend DIN 18 195-7 ist z. B. im Behälter- oder im Schwimmbadbau gegeben. Hier entspricht der Bemessungswasserstand dem planmäßigen Füllwasserstand der Behälter oder Becken.

### 4.1.3 Vorgehensweise

In Anbetracht der Charakteristik der im vorstehenden Kapitel beschriebenen, der Bemessung von Abdichtungen zugrundezulegenden Lastfälle muss davon ausgegangen werden, dass in Deutschland bei der überwiegenden Zahl der Bauvorhaben hydrologische und geologische Verhältnisse vorliegen, für die eine Abdichtung der erdberührten Bauteile gegen eine Beanspruchung durch Bodenfeuchte und nichtstauendes Sickerwasser im Sinne der DIN 18 195-4 nicht ausreichend ist. Andererseits dürften auch nur bei einem kleinen Teil der Bauvorhaben erdberührte Bauteile unterhalb des Bemessungswasserstandes liegen und Abdichtungen gegen drückendes Wasser gemäß DIN 18 195-6, Abschnitt 8 erfordern. Insofern erscheint es als nicht abwegig, den Lastfall aufstauendes Sickerwasser als »Regelfall« anzusehen, wenn nicht

- Bodenverhältnisse mit einem Durchlässigkeitsbeiwert von  $k > 10^{-4}$  m/s und keine Hanglage vorliegen und damit eine Abdichtung gegen Bodenfeuchte/nichtstauendes Sickerwasser ausreichend ist oder

- abzudichtende Bauteile bei Bodenverhältnissen mit einem Durchlässigkeitsbeiwert von  $k \leq 10^{-4}$  m/s mehr als 3 m tief in das Erdreich einbinden und Abdichtungen gegen drückendes Wasser zu bemessen sind oder
- erdberührte Bauteile unterhalb des Bemessungswasserstandes liegen und damit ebenfalls Abdichtungen gegen drückendes Wasser gemäß Abschnitt 8 in DIN 18 195-6 erforderlich werden.

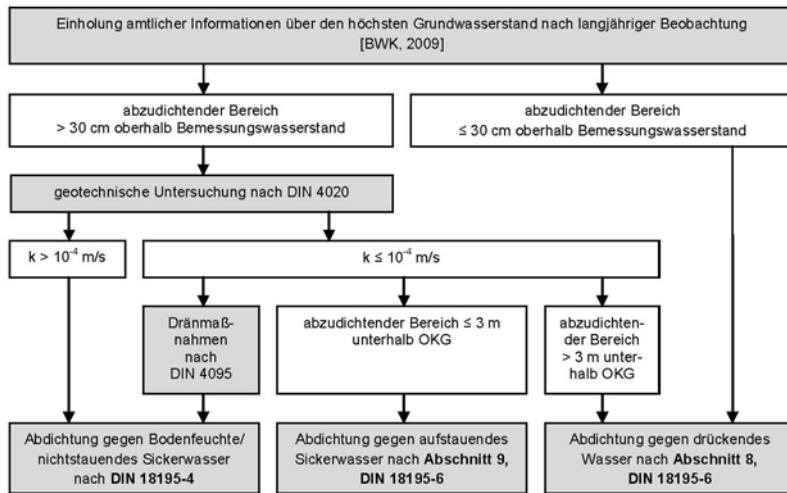
Unabhängig hiervon sieht DIN 18 195 die Möglichkeit vor, beim Vorliegen von wenig wasserdurchlässigem Boden oder einer Hanglage, die Abdichtungen gegen aufstauendes Sickerwasser erfordern, die Wasserbeanspruchung der erdberührten Bauteile durch den Einbau einer Drainage entsprechend DIN 4095 soweit zu reduzieren, dass eine Abdichtung der erdberührten Bauteile gegen Bodenfeuchte/nichtstauendes Sickerwasser erfolgen kann. Dränanlagen werden im Kapitel 8 näher behandelt.

Grundlage für die Bemessung einer Bauwerksabdichtung ist stets die Ermittlung des so genannten Bemessungswasserstandes. Bei Abdichtungen im Gründungsbereich ist dies der während langjähriger Beobachtungen festgestellte höchste Grundwasserstand HGW. Dies ist insoweit von Bedeutung, als sich durch Grundwasserbewirtschaftung Schwankungen ggf. auch sehr langfristig auswirken können. So führte beispielsweise die erheblich reduzierte Grundwasserentnahme infolge der Deindustrialisierung des südlichen Berliner Umlandes nach 1990 in den angrenzenden Berliner Randbezirken zu Schäden in Kellergeschossen infolge eines signifikanten Grundwasseranstiegs.

Liegt der Bemessungswasserstand weniger als 30 cm unterhalb der abzudichtenden Bauwerkssohle, ist bis mindestens 30 cm oberhalb des Bemessungswasserstandes eine Abdichtung gegen drückendes Wasser gemäß Abschnitt 8 in Teil 6 der DIN 18 195 vorzunehmen. Eine derartige Abdichtung gegen drückendes Wasser ist bei Bodenverhältnissen mit einem Durchlässigkeitsbeiwert von  $k \leq 10^{-4}$  m/s auch an oberhalb des Bemessungswasserstandes liegenden Bauteilen unterhalb einer Einbindetiefe von 3 m vorzusehen.

Liegt der Bemessungswasserstand mehr als 30 cm unterhalb der abzudichtenden Bauwerkssohle, sollte in der Regel zunächst von einer Beanspruchung durch aufstauendes Sickerwasser ausgegangen werden. Ergeben sich aus der Lage in einem ebenen Gelände und z. B. aus allgemein vorhandenen Kenntnissen zu den örtlichen geologischen und hydrologischen Verhältnissen Anhaltspunkte dafür, dass ggf. lediglich eine Beanspruchung der zu planenden Abdichtung durch Bodenfeuchte/nichtstauendes Sickerwasser vorliegt, sollten dennoch geotechnische Untersuchungen durchgeführt werden, um diese Vermutung zu verifizieren.

Liegen Böden mit einer geringeren Wasserdurchlässigkeit vor, sind entweder Abdichtungen entsprechend DIN 18 195-6, Abschnitt 9 gegen aufstauendes Sickerwasser oder Dränmaßnahmen gemäß DIN 4095 (Kapitel 8) vorzusehen, so dass die erdberührten Bauteile gegen Bodenfeuchte/nichtstauendes Sickerwasser abgedichtet wer-



**Bild 23:** Vorgehensweise bei der Bemessung von Abdichtungen im Gründungsbereich bei im Wesentlichen ebenem Gelände

den können. Das Fließdiagramm in Bild 23 fasst diese Planungsschritte für eine Lage in ebenem oder nur leicht geneigtem Gelände zusammen.

Im Zusammenhang mit der Entscheidung, ob Abdichtungen entsprechend DIN 18 195-6 oder DIN 18 195-4 in Kombination mit Dränanlagen gemäß DIN 4095 vorgesehen werden sollen, sind die Vor- und Nachteile beider Lösungen unter technischen und wirtschaftlichen Aspekten gründlich abzuwägen [Hilmer, 1990]. In diesem Zusammenhang sprechen für die Lösung mit einer Dränanlage in Kombination mit einer Abdichtung gegen nichtstauendes Sickerwasser

- das grundsätzliche Fernhalten des Wassers vom Gebäude
- eine insbesondere im Bereich von Durchdringungen und Einbauteilen weniger aufwändige Anschlusausbildung der Abdichtung, da nur eine Beanspruchung durch Bodenfeuchte bzw. kapillaren Wassertransport vorliegt (Kapitel 7.3)
- eine verhältnismäßig einfache Entwässerbarkeit von Rinnen in Türbereichen sowie Licht- und Außenkellertreppenschächten über die Dränanlage (Kapitel 4.3.3, 7.2.2 und 8).

Argumente gegen diese Lösung und für eine Abdichtung nach DIN 18 195-6 sind

- ein ggf. hoher Untersuchungsaufwand zur Feststellung der geologischen und hydrologischen Randbedingungen insbesondere bei größeren Bauvorhaben oder bei Hanglagen
- das häufige Fehlen geeigneter rückstaufreier Vorfluten zur Entwässerung der Dränanlage
- das Erfordernis von aufwändigen Rückstausicherungen bzw. Hebeanlagen
- ein hoher Wartungsaufwand der Dränanlage im Hinblick auf die Anfälligkeit gegen Verschlammen, Verkalken oder Verockern (Kapitel 8).

Insgesamt zeigt sich anhand der vorstehenden Ausführungen, dass

- Bauwerksabdichtungen von einem qualifizierten Planer bemessen und
- zur Bemessung verlässliche Informationen zu den hydrologischen und geologischen Verhältnissen des Baugrundes eingeholt werden müssen.

Die zahlreichen Schäden an erdberührten Abdichtungen zeigen, dass diese Anforderungen häufig nicht eingehalten werden [IFB, 2009]. Vielfach beruhen die hierfür ursächlichen Mängel außer auf Ausführungsfehlern insbesondere auch auf gravierenden Fehleinschätzungen der Wasserbeanspruchung, die dazu führen, dass Abdichtungen erdberührter Bauteile weitaus zu gering bemessen werden.

## 4.2 Ausführung

### 4.2.1 Übersicht

In den nachfolgenden Kapiteln werden Abdichtungen erdberührter Bauteile im Gründungsbereich von Bauwerken beschrieben. Das diesbezüglich maßgebende Regelwerk mit dem Anspruch einer allgemein anerkannten Regel der Technik ist für Bauwerksabdichtungen die DIN 18 195. Die Ausführung von Abdichtungen im Gründungsbereich wird in dieser Norm beschrieben,

- in Teil 4 gegen Bodenfeuchte und nichtstauendes Sickerwasser
- in Teil 6, Abschnitt 9 gegen aufstauendes Sickerwasser
- in Teil 6, Abschnitt 8 gegen drückendes Wasser (Lage der Bauteile unterhalb des Bemessungswasserstandes).

Im Zusammenhang mit dem derzeitigen Stand der DIN 18 195 ist darauf hinzuweisen, dass Verbundabdichtungen (AIV) entsprechend [ZVDH, 2010], Flüssigkunststoffabdichtungen (FLK) gemäß [ZVDH, 2008] sowie Abdichtungen mit mineralischen Dichtungsschlämmen (MDS) nach [Dt. Bauchemie, 2002] und [Dt. Bauchemie, 2006] für Abdichtungen im erdberührten Gründungsbereich im Wesentlichen nicht geeignet sind. Mineralische Dichtungsschlämme sollten hier lediglich als zusätzliche Maßnahme zur Untergrundvorbereitung, zur Ausbildung von Mörtelkehlen im Zusammenhang mit bituminösen oder Kunststoffbahnen-Abdichtungen oder im Spritzwasserbereich von Gebäudesockeln eingesetzt werden.

Entsprechend DIN 18 195 müssen sämtliche erdberührten Bauteile hautförmig von einer durchgehenden Abdichtungswanne umschlossen werden, die bis auf eine Höhe von planmäßig 30 cm (im Endzustand nach der Fertigstellung der Geländeoberfläche 15 cm) über die Geländeoberfläche geführt und dort hinterlaufsicher am Bauwerk angeschlossen ist. Abdichtungen sind demzufolge erforderlich

- an vertikalen Außenflächen von Außenwänden und Fundamenten im Erdreich
- im Bereich von erdberührten Fußbodenflächen und Bodenplatten



- in allen Querschnitten von erdberührten Außen- und Innenwänden aus Mauerwerk oder Fertigteilen.

Tabelle 14 enthält eine Übersicht darüber, mit welchen Abdichtungsstoffen aus DIN 18195-2 in welcher Weise Abdichtungen für die einzelnen Lastfälle hergestellt werden können.

Abdichtung gegen (Lastfall)	Abdichtungsaufbau zur Abdichtung von		
	Wandquerschnitten	Außenwandflächen	Bodenplatten
Bodenfeuchte/nichtstauendes Sickerwasser gemäß <b>DIN 18195-4</b>	1 Lage Bitumendachbahn mit Rohfilzeinlage R 500	KMB in 2 Arbeitsgängen, Mindesttrockenschichtdicke 3 mm	KMB in 2 Arbeitsgängen, Mindesttrockenschichtdicke 3 mm
	1 Lage Bitumen-Dachdichtungsbahn G 200 DD, PV 200 DD	1 Lage V13, Cu 0,1 D, G 200 DD, PV 200 DD, PYE G 200 DD oder PYE PV 200 DD in Klebmasse auf kaltflüssigem Voranstrich	1 Lage R 500 oder R 500 N in einer vollflächigen Heißbitumen-Klebmasse und mit Heißbitumendeckaufstrich
	1 Lage Kunststoff- oder Elastomer-Dichtungsbahn gemäß DIN 18195-2, Anwendungstyp MSB entsprechend DIN V 20000-202	1 Lage V 60 S4, G 200 S4, G 200 S5, PV 200 S5, PYE G 200 S4, PYE G 200 S5, PYE PV 200 S5 oder Cu 0,1 S4 im Schweißverfahren auf kaltflüssigem Voranstrich	1 Lage V13, Cu 0,1 D, G 200 DD, PV 200 DD, PYE G 200 DD oder PYE PV 200 DD, lose, punktwise verklebt oder vollflächig verklebt
		1 Lage KSK-Bahn auf kaltflüssigem Voranstrich	1 Lage V 60 S4, G 200 S4, G 200 S5, PV 200 S5, PYE G 200 S4, PYE G 200 S5, PYE PV 200 S5 oder Cu 0,1 S4
		1 Lage Kunststoff- oder Elastomer- Dichtungsbahn gemäß DIN 18195-2	1 Lage KSK-Bahn auf kaltflüssigem Voranstrich
			1 Lage Kunststoff- oder Elastomer- Dichtungsbahn gemäß DIN 18195-2, Anwendungstyp BA entsprechend DIN V 20000-202
			Asphaltmastix, 10 mm

Abdichtung gegen (Lastfall)	Abdichtungsaufbau zur Abdichtung von		
	Wandquerschnitten	Außenwandflächen	Bodenplatten
aufstauendes Sickerwasser gemäß <b>DIN 18195-6 Abschnitt 9</b>	1 Lage Kunststoff- oder Elastomer-Dichtungsbahn gemäß DIN 18195-2, Anwendungstyp MSB entsprechend DIN V 20000-202	KMB mit Verstärkungseinlage in 2 Arbeitsgängen, Mindesttrockenschichtdicke 4 mm	
		1 Lage PYE G 200 S4, PYE G 200 S5 oder PYE PV 200 S5, bei gemauerten oder betonierten Außenwänden auf Voranstrich	
		2 Lagen G 200 DD, PV 200 DD, PYE G 200 DD, PYE PV 200 DD mit Deckaufstrich, bei gemauerten oder betonierten Außenwänden auf Voranstrich	
		2 Lagen G 200 S4, G 200 S5 oder PV 200 S5, bei gemauerten oder betonierten Außenwänden auf Voranstrich	
		1 Lage Kunststoff- oder Elastomer-Dichtungsbahn gemäß DIN 18195-2, Anwendungstyp BA entsprechend DIN V 20000-202, vollflächig auf dem Untergrund verklebt	
drückendes Wasser gemäß <b>DIN 18195-6 Abschnitt 8</b>	– (normgerecht nicht möglich)	Je nach Einbauverfahren und Eintauchtiefe zwischen 3 und 5 Lagen R 500 N mit Deckaufstrich; Voranstrich auf senkrechten und stark geneigten Flächen	
		Je nach Einbauverfahren und Eintauchtiefe zwischen 3 und 5 Lagen R 500 N mit Deckaufstrich, kombiniert mit einer oder zwei Lagen Metallband aus Kupfer (d ≥ 0,1 mm) oder Edelstahl (d ≥ 0,05 mm)	
		Je nach Eintauchtiefe 2 bis 3 Lagen Cu 0,1 D, G 200 DD, PV 200 DD, PYE G 200 DD oder PYE PV 200 DD; ab 4 m Eintauchtiefe auch 1 Lage in Kombination mit Kupferbandeinlage möglich, ab 9 m 2 Lagen Cu 0,1 D erforderlich <sup>1)</sup>	
		1 Lage bitumenverträglicher PIB-, ECB-, PVC-P oder EPDM-Bahn zwischen 2 Lagen R 500 N	
		1 Lage PVC-P-Bahn, lose verlegt zwischen geeigneten Schutzlagen entsprechend DIN 18195-2 (bis 4 m Eintauchtiefe)	

<sup>1)</sup> Gleicher Abdichtungsaufbau prinzipiell auch mit den entsprechenden Schweißbahnen möglich, wenngleich diese nur in Ausnahmefällen im Überkopfbereich oder an unter-schnittenen Flächen zum Einsatz kommen sollten

**Tabelle 14:** Tabellarische Zusammenstellung der erforderlichen Abdichtungen von Wandquerschnitten, Außenwandflächen und Bodenplatten gegen Bodenfeuchte/nichtstauendes Sickerwasser sowie gegen aufstauendes Sickerwasser und drückendes Wasser nach DIN 18195

Diese Aufstellung berücksichtigt selbstverständlich nur die Abdichtungen in der Fläche der Bauteile ohne die Beschreibung der An- und Abschlüsse im Bereich von Fugen, Bauteilwechseln etc. sowie der erforderlichen Schutzschichten. Die Regelung dieser Detailpunkte erfolgt in den folgenden Teilen der DIN 18 195, nämlich

- in Teil 8 – Abdichtungen im Bereich von Bewegungsfugen
- in Teil 9 – An- und Abschlüsse
- in Teil 10 – Schutzschichten.

Im Hinblick auf die Vermeidung von Beschädigungen und die Sicherstellung der erforderlichen Funktionstüchtigkeit der Abdichtung sind die Anforderungen an die Beschaffenheit des Untergrundes gemäß DIN 18 195-3 einzuhalten. Bauwerksflächen, auf die Abdichtungen aufgebracht werden, müssen

- weitgehend lückenlos und stetig verlaufend
- oberflächentrocken, frostfrei, fest und eben
- frei von Nestern, klaffenden Rissen, Graten und haftmindernden Verunreinigungen und
- für eine zuverlässige, handwerklich fachgerechte Ausführung der Abdichtung geeignet

sein. Vertiefungen > 5 mm, z. B. offene Stoß- und Lagerfugen etc., sind mit geeignetem Mörtel zu verschließen. Kleinere Unebenheiten oder Putzrillen sollten je nach Abdichtungsstoff durch Verputzen oder eine Kratzspachtelung beseitigt werden. Grundsätzlich sind Kanten zu fasen und Kehlen zu runden (sogenannte »Flaschenkehle« mit  $r = 3$  bis 4 cm).

Die Ausführung von Abdichtungsarbeiten darf nicht unter Witterungsbedingungen erfolgen, die nachteilige Auswirkungen auf die zu erbringende Leistung erwarten lassen. Solche Witterungsbedingungen sind beispielsweise gegeben bei Temperaturen von weniger als 5 °C, bei Nässe, Schnee, Eis oder starkem Wind. Sollen unter diesen Bedingungen dennoch Abdichtungsarbeiten ausgeführt werden, sind – z. B. in Form von Einhausung und ggf. Beheizung – besondere Maßnahmen zu ergreifen, um nachteilige Auswirkungen zu verhindern.

Die Abdichtungen werden im Einzelnen getrennt nach den einzelnen Lastfällen in den nachfolgenden Unterkapiteln beschrieben.

## **4.2.2 Abdichtungen gegen Bodenfeuchte und nichtstauendes Sickerwasser**

### **4.2.2.1 Fußböden und Bodenplatten**

Zur Abdichtung von Bodenplatten und Fußböden gegen Bodenfeuchte und nichtstauendes Sickerwasser entsprechend DIN 18 195-4 ist bei Verwendung von Bahnen eine einlagige Ausführung ausreichend. Im Unterschied zu den übrigen Lastfällen gemäß DIN 18 195 wird die Abdichtung hier in aller Regel auf der Bodenplatte, d. h. der dem

Wasser abgewandten Seite angeordnet. Dies kann hier ohne Gefahr erfolgen, da die zu erwartende Beanspruchung durch kapillar aufsteigende Feuchte nicht zu einem Abheben der Abdichtung vom Untergrund führen kann.

Bei der Ausführung mit Bahnen nach DIN 18 195-2 können sämtliche dort genannten Bahnentypen verwendet werden, sofern sie in die Anwendungsklasse BA gemäß DIN V 20 000-202 fallen. Bitumenbahnen werden lose verlegt, punktweise oder vollflächig auf dem Untergrund verklebt, und Kunststoffbahnen entweder lose verlegt oder vollflächig aufgeklebt. Nackte Bitumenbahnen sind vollflächig in einer heiß zu verarbeitenden Klebmassenschicht einzubetten und mit einem gleichartigen Deckaufstrich zu versehen. Kaltselfstklebende (KSK-) Bitumenbahnen müssen einen kaltflüssigen Voranstrich erhalten.

Darüber hinaus können Bodenplatten entweder mit kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtungen (KMB) oder mit Asphaltmastix abgedichtet werden. KMB müssen in zwei Arbeitsgängen und einer Gesamttrockenschichtdicke von mindestens 3 mm und Asphaltmastix mit einer mittleren Schichtdicke von 10 mm aufgetragen werden, wobei die Schichtdicke hier mindestens 7 mm betragen muss und 15 mm nicht übersteigen darf.

Grundsätzlich muss der Untergrund für die vorgenannten Abdichtungen aus einer Betonschicht bestehen oder eine hiermit gleichwertige Standfestigkeit besitzen. Kanten und Kehlen sind zu fassen bzw. zu runden.

Die fertiggestellten Abdichtungen müssen mit einer geeigneten Schutzschicht entsprechend DIN 18 195-10 vor mechanischer Beschädigung geschützt werden, wobei üblicherweise ohnehin ein Estrich eingebaut wird, um die abgedichteten Flächen entsprechend nutzen zu können.

Bei der weit überwiegenden Zahl der genannten Bahnenabdichtungen ist eine lose oder punktweise Verklebung der Bahnen mit dem Untergrund zulässig. Die Überlappungen im Bereich der Stöße und Nähte sind in jedem Fall entsprechend DIN 18 195-3 auszubilden und dementsprechend werkstoffgerecht zu verkleben.

Unabhängig von der Nutzung der betreffenden Bodenflächen ist dringend zu empfehlen auch beim Lastfall Bodenfeuchte/nichtstauendes Sickerwasser in jedem Fall eine der vorgenannten Abdichtungen einzubauen. Der unter Punkt 6.2.2 in DIN 18 195-4 enthaltene Passus, die Abdichtung der Bodenplatte könne bei Raumnutzungen mit geringen Anforderungen an die Trockenheit der Raumluft entfallen, wenn durch eine kapillarbrechende Schüttung ( $k_f > 10^{-4}$  m/s) mit einer Dicke von mindestens 150 mm unter der Bodenplatte der Wassertransport durch die Bodenplatte hinreichend vermindert wird, führt häufig zu Missverständnissen. Zwar ist diesbezüglich in DIN 18 195 der Hinweis enthalten, dass unter entsprechende Raumnutzungen beispielsweise nicht Räume zum ständigen Aufenthalt von Personen fallen. Allerdings wird der betreffende Passus unter 6.2.2 in DIN 18 195 in der Praxis beim Anstehen des Lastfalls aufstauendes Sickerwasser häufig als Argument benutzt, Kellerräume, die im bauordnungsrechtlichen Sinne keine Aufenthaltsräume darstellen, nur entsprechend

DIN 18 195-4 – also unzureichend -abdichten zu müssen. Da jedoch bei Neubauten heute nicht mehr unterstellt werden kann, dass Keller-, Souterrain- oder Erdgeschoss-räume hinsichtlich der Nutzung Einschränkungen unterliegen dürfen, die gegebenenfalls aus einer durch die Abdichtungssituation bedingten erhöhten Raumluftheuchte resultieren, sollte in jedem Fall eine Abdichtung der Bodenplatte geplant und ausgeführt werden, zumal andernfalls auch keine nennenswerten Kosteneinsparungen erzielbar sind.

Bei Bodenplatten ist auch eine durchgehende Abdichtung der gesamten Fläche vor der Errichtung der Außen- und Innenwände denkbar, bei der Bodenplatten- und Querschnittsabdichtungen gewissermaßen in einem Arbeitsgang hergestellt werden. Dies ist jedoch ausschließlich mit lose verlegten Bahnen der Typen möglich

- Bitumen-Dachdichtungsbahn mit Glasgewebeeinlage G 200 DD
- Bitumen-Dachdichtungsbahn mit Polyestervlieseinlage PV 200 DD
- Kunststoffbahnen gemäß Tabelle 4 in DIN 18 195-2, die entsprechend Tabelle 3 in DIN V 20 000-202 sowohl für den Anwendungstyp BA (Bauwerksabdichtung) als auch den Anwendungstyp MSB (Mauersperrbahn) geeignet sind (Kapitel 4.3.2).

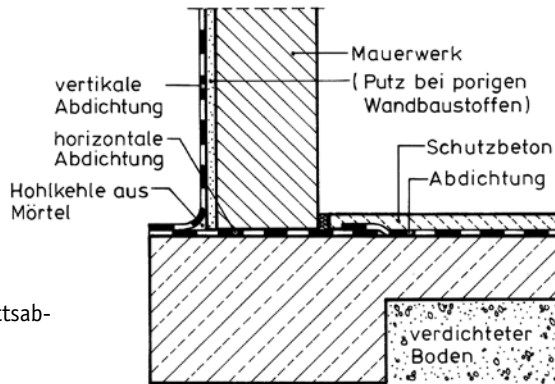
Diese »durchgehende« Ausführung der Bodenplatten- und Querschnittsabdichtung mit Bitumendachbahnen R 500 ist nicht zugelassen, da diese im Bereich der Bodenplattenflächen vollflächig mit Heißbitumen-Klebmasse verklebt und zusätzlich abgedeckt werden müssen, im Bereich der Wandquerschnitte sämtliche Querschnittsabdichtungen entsprechend DIN 18 195-4 jedoch nicht mit dem Untergrund verklebt werden dürfen. Unabhängig hiervon ist eine derartige »durchgehende« Abdichtung jedoch allein schon aufgrund der erforderlichen aufwändigen Schutzmaßnahmen zur Vermeidung von Beschädigungen der Abdichtung während der Bauphase als problematisch anzusehen.

#### 4.2.2.2 Wandquerschnitte

Da beim Lastfall Bodenfeuchte/nichtstauendes Sickerwasser die geschlossene Abdichtungswanne in aller Regel auf der Oberseite der Bodenplatte angeordnet wird, müssen die Querschnitte der Außen- und Innenwände, die auf dieser Bodenplatte stehen, ebenfalls abgedichtet werden. Hierfür kommen so genannte Querschnittsabdichtungen, auch Horizontalsperren genannt, die unmittelbar in der Ebene der Bodenplatten- bzw. Fundamentoberfläche angeordnet sind, zum Einsatz (Bild 24).

Querschnittsabdichtungen sind mindestens einlagig auszuführen. Entsprechend DIN 18 195-4, die sich hinsichtlich der zu verwendenden Stoffe noch auf die Ausgabe 2000-08 der mittlerweile neugefassten DIN 18 195-2 bezieht, sind als Querschnittsabdichtungen Bahnen folgenden Typs zu verwenden:

- Bitumen-Dachbahnen mit Rohfilzeinlage R 500
- Bitumen-Dachdichtungsbahnen G 200 DD oder PV 200 DD
- Kunststoffbahnen des Anwendungstyps MSB gemäß DIN V 20 000-202.



**Bild 24:** Anordnung der Querschnittsabdichtung im Fußpunktbereich einer erdberührten Außenwand

Die Überlappungen der Bahnenstöße müssen mindestens 20 cm betragen und dürfen verklebt werden. Dient die Querschnittsabdichtung gleichzeitig als Fußpunktabdichtung in zweischaligem Mauerwerk (Kapitel 4.3.2), ist die Verklebung der Bahnenstöße hingegen zwingend erforderlich. Querschnittsabdichtungen dürfen nicht auf dem Untergrund aufgeklebt werden. Dieser muss mit dem jeweils verwendeten Mauermörtel so abgeglichen sein, dass zur Vermeidung von Schäden an den Abdichtungen ausreichend ebene Flächen entstehen.

#### 4.2.2.3 Vertikale Flächen

Erdberührte vertikale Wand- oder Fundamentflächen sind mit einer Abdichtung zu versehen, die von der Querschnittsabdichtung der betreffenden Wand bis auf eine ausreichende Höhe über die Geländeoberfläche reicht. DIN 18 195-4 führt hierzu in Abschnitt 6.1.1 aus, dass die Abdichtung in der Regel planmäßig bis auf eine Höhe von 30 cm über die Geländeoberfläche geführt und dort regen- und hinterlaufsicher verwahrt werden muss. Im Endzustand – d. h. nach der Fertigstellung der Außenanlagen und der Geländeoberfläche – darf ein Maß von 15 cm keinesfalls unterschritten werden (Kapitel 7.2.2 und 7.3.2).

Die Abdichtungen können einlagig ausgeführt werden, wobei bei der Verwendung von Bitumenbahnen stets ein kaltflüssiger Voranstrich aufzubringen ist. Es können – mit Ausnahme der Bahnentypen R 500 und R 500 N – sämtliche in DIN 18 195-2 genannten bzw. in Tabelle 3 aufgeführten Bitumenbahnen verwendet werden. Darüber hinaus kann eine einlagige Abdichtung aus Kunststoffbahnen ausgeführt werden.

Kommen Bitumenmassen zum Einsatz, sollte die Abdichtung aus einer kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtung (KMB) bestehen und in zwei Arbeitsgängen mit einer Mindesttrockenschichtdicke von 3 mm hergestellt werden. Theoretisch kann entsprechend Abschnitt 7.3.2 in DIN 18 195-4 auch eine Abdichtung mit zwei heißflüssigen Anstrichen aus Deckaufstrichmitteln auf einem kaltflüssigen Voranstrich ausgeführt werden. Allerdings weist die Norm darauf hin, dass diese Abdichtungsart

nicht bei unterkellerten Gebäuden angewandt werden soll. Allein schon in Anbetracht der verarbeitungstechnischen Vorteile von KMB dürfte die vorgenannte Abdichtungsart mit Deckaufstrichmitteln zudem heute auch keine größere Praxisrelevanz mehr besitzen.

Zum Verfüllen der Baugrube ist anzumerken, dass der hierfür verwendete Boden zur Vermeidung unplanmäßiger Stauwasserbildung keinesfalls eine größere Wasserdurchlässigkeit aufweisen sollte als das umgebende Erdreich (Bild 7). Soll angrenzend an den Gebäudesockel der weitverbreitete Kiesstreifen mit einem in Beton versetzten Kantstein (Rasenbord) vorgesehen werden, ist dafür Sorge zu tragen, dass der Verfüllboden dennoch soweit versickerungsfähig ist, dass sich hier kein Niederschlagswasser wie in einer Wanne anstauen kann. In diesem Zusammenhang ist insbesondere beim Setzen der Kantsteine darauf zu achten, dass durch den Stützbeton für diese Steine nicht der Boden im Bereich des Kiesstreifens versiegelt wird und auf diese Weise quasi ein Becken entsteht. Die Detailausbildungen in diesem sowie im Bereich von Bewegungsfugen, Durchdringungen, Übergängen sowie An- und Abschlüssen werden in Kapitel 7 beschrieben.

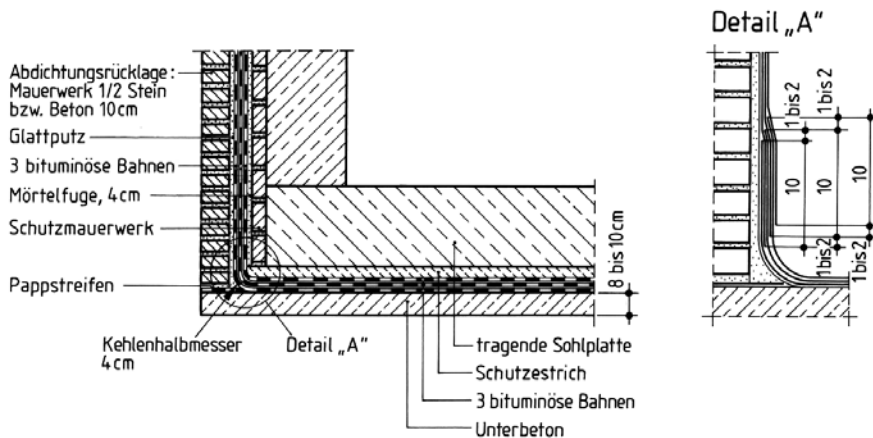
### 4.2.3 Abdichtungen gegen aufstauendes Sickerwasser

Im Unterschied zum Lastfall Bodenfeuchte/nichtstauendes Sickerwasser wird in DIN 18 195-6, Abschnitt 9 für die Abdichtung erdberührter Bauteile eine wannenartige Anordnung der Abdichtung unterhalb der Bodenplatte, d. h. auf der dem zeitweise zu erwartenden Wasserdruck zugewandten Bauteilseite zugrundegelegt. Insofern werden Fußböden und Außenwandflächen hinsichtlich der Ausführung (Stoffe, Lagigkeit) der Abdichtung im Wesentlichen nicht unterschieden.

Einlagige Bahnenabdichtungen für Boden- und Außenwandflächen können entsprechend DIN 18 195 mit Polymerbitumen-Schweißbahnen oder Kunststoffbahnen ausgeführt werden. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, gegen aufstauendes Sickerwasser Abdichtungen herzustellen aus

- zwei Lagen Bitumen- oder Polymerbitumen-Dachdichtungsbahnen (G 200 DD, PV 200 DD, PYE G 200 DD, PYE PV 200 DD) mit zusätzlichem Deckaufstrich
- zwei Lagen Bitumenschweißbahnen (G 200 S4, G 200 S5 oder PV 200 S5)
- einer in zwei Arbeitsgängen hergestellten kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtung (KMB) mit Verstärkungseinlage und einer Mindesttrockenschichtdicke von 4 mm.

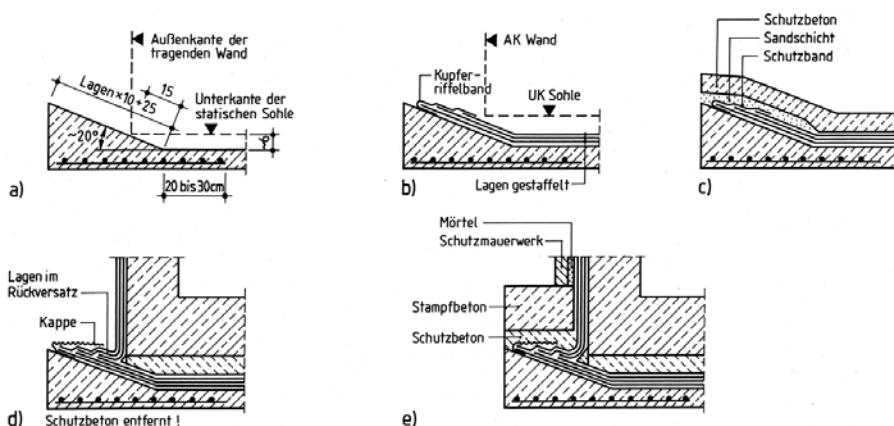
Sämtliche der genannten Bahnenabdichtungen sind vollflächig mit dem Untergrund zu verkleben. Bei Bahnenabdichtungen, die direkt auf gemauerte oder betonierte Außenwandflächen aufgebracht werden, ist ein Voranstrich entsprechend DIN 18 195-3 erforderlich. Bei KMB ist besonderes Augenmerk auf einen vollflächigen guten Verbund mit dem Untergrund zu richten.



**Bild 25:** Kehlstoß im Anschlussbereich zwischen der horizontalen und der vertikalen Ebene der unter der Bodenplatte angeordneten Abdichtungswanne bei mehrlagigen Bahnenabdichtungen

Die Abdichtungswanne muss bis auf eine ausreichende Höhe oberhalb der Geländeoberfläche von im Endzustand mindestens 150 mm hochgeführt und dort hinterlaufsicher verwahrt werden. Die fachgerechte Abschluss- und Sockelausbildung oberhalb der Geländeoberkante wird im Zusammenhang mit den Anforderungen aus DIN 18 195-9 im Einzelnen in den Kapiteln 7.2.2 und 7.3.2 behandelt.

Der Anschluss zwischen der Abdichtung unterhalb der Bodenplatte und der Außenwandabdichtung erfolgt entweder mit einem Kehlstoß (Bild 25) oder einem so genannten »rückläufigen Stoß« (Bild 26).



**Bild 26:** Sog. »rückläufiger« Stoß im Anschlussbereich zwischen der horizontalen und der vertikalen Ebene der unterhalb der Bodenplatte angeordneten Abdichtungswanne bei mehrlagigen Bahnenabdichtungen



Die Detailausbildungen im Bereich von Bewegungsfugen, Durchdringungen, Übergängen sowie An- und Abschlüssen werden ebenfalls in den Kapiteln 7.2 und 7.3 beschrieben.

#### 4.2.4 Abdichtungen gegen drückendes Wasser

Liegen abzudichtende Bauteile unterhalb bzw. weniger als 300 mm oberhalb des Bemessungswasserstandes oder bei bindigen Böden mehr als 3 m unterhalb der Geländeoberfläche, sind die erforderlichen Abdichtungen für den Lastfall drückendes Wasser zu bemessen (Kapitel 4.1.3). Entsprechend DIN 18 195-6, Abschnitt 8 ist die Abdichtung als unterhalb der Bodenplatte, d.h. auf der dem Wasser zugewandten Bauteilseite angeordnete Wanne auszubilden und

- bei bindigen Böden mindestens 30 cm über die Geländeoberfläche und
- bei nichtbindigen Böden mindestens 30 cm über den Bemessungswasserstand zu führen, wobei oberhalb dieser Grenze das Bauwerk gegen Bodenfeuchte/nichtstauendes Sickerwasser entsprechend DIN 18 195-4 abgedichtet werden kann.

Die Ausführung erfolgt grundsätzlich mehrlagig bzw. mit Schutzlagen und ausschließ-lich mit Bahnen. Abdichtungen gegen drückendes Wasser dürfen nicht allein aus Bitumenmassen hergestellt werden. In Tabelle 15 werden die bahnenförmigen Abdichtungssysteme entsprechend DIN 18 195-6, Abschnitt 8 in Abhängigkeit von der Eintauchtiefe, der maximal zulässigen Druckbelastung sowie der bei Abdichtungen mit nackten Bitumenbahnen stets erforderlichen Einpressung zusammengefasst.

Abdichtungs- system (Bahnentypen)	zul. Druckbe- lastung [MN/m <sup>2</sup> ]	erf. Ein- pressung [MN/m <sup>2</sup> ]	Eintauch- tiefe [m]	Anzahl der Lagen bei		
				Bürsten- streich- oder Gieß- verfahren	Gieß- und Einwalz- verfahren	sonstiger Verlegung
nackte Bitumen- bahnen R 500 N	0,6	≥ 0,01	≤ 4	3	3	–
			4 bis 9	4	3	
			> 9	5	4	
nackte Bitumen- bahnen R 500 N und 1 Lage Metallband	1,0	nicht erforder- lich	≤ 4	3	3	–
			4 bis 9	3	3	
			> 9	4	3	
nackte Bitumen- bahnen R 500 N und 2 Lagen Metallband	1,5	nicht erforder- lich	≤ 4	4	4	–
			4 bis 9	4	4	
			> 9	5	4	

Abdichtungssystem (Bahnentypen)	zul. Druckbe- lastung [MN/m²]	erf. Ein- pressung [MN/m²]	Eintauch- tiefe [m]	Anzahl der Lagen bei		
				Bürsten- streich- oder Gieß- verfahren	Gieß- und Einwalz- verfahren	sonstiger Verlegung
Bitumen- Schweißbahnen <sup>1)</sup> Cu 0,1 S4 G 200 S4 oder S5 PV 200 S5 PYE G 200 S4 o. S5 PYE PV 200 S5	1,0 (0,8 bei Glasge- webeein- lage)	nicht erforder- lich	≤ 4	-	-	2 G oder PV
			4 bis 9			3 G oder PV
						1 G oder PV + 1 Cu 0,1 S4
						> 9
Bitumen-(Dach-) Dichtungsbahnen Cu 0,1 D G oder PV 200 DD PYE G o. PV 200 DD	1,0 (0,8 bei Glasge- webeein- lage)	nicht erforder- lich	≤ 4	2 G oder PV		
			4 bis 9	3 G oder PV		
				1 G oder PV + 1 Cu 0,1 D		
			> 9	2 G oder PV + 1 Cu 0,1 D		
PIB	0,6	nicht erforder- lich	≤ 4	1; d ≥ 1,5 mm <sup>2)</sup> 3)	-	-
			4 bis 9	1; d ≥ 2,0 mm <sup>2)</sup> 3)		
			> 9	1; d ≥ 2,0 mm <sup>2)</sup> 3)		
PVC-P (bitumen- verträglich)	1,0	nicht erforder- lich	≤ 4	1; d ≥ 1,5 mm <sup>2)</sup> 3)	-	-
			4 bis 9	1; d ≥ 2,0 mm <sup>2)</sup> 3)		
			> 9	1; d ≥ 2,0 mm <sup>2)</sup> 3)		

Abdichtungssystem (Bahnentypen)	zul. Druckbe- lastung [MN/m <sup>2</sup> ]	erf. Ein- pressung [MN/m <sup>2</sup> ]	Eintauch- tiefe [m]	Anzahl der Lagen bei		
				Bürsten- streich- oder Gieß- verfahren	Gieß- und Einwalz- verfahren	sonstiger Verlegung
ECB	1,0	nicht erforder- lich	≤ 4	1; d ≥ 2,0 mm <sup>2) 3)</sup>	–	–
			4 bis 9	1; d ≥ 2,5 mm <sup>2) 3)</sup>		
			> 9	1; d ≥ 2,5 mm <sup>2) 3)</sup>		
EPDM	1,0	nicht erforder- lich	≤ 4	1; d ≥ 2,0 mm <sup>2) 3)</sup>	–	–
			4 bis 9	1; d ≥ 2,5 mm <sup>2) 3)</sup>		
			> 9	1; d ≥ 2,5 mm <sup>2) 3)</sup>		
PVC-P, lose verlegt	k. A.	nicht erforder- lich	≤ 4	1; d ≥ 2,0 mm <sup>4)</sup>	–	–
<sup>1)</sup> Schweißbahnen sollten nur in Ausnahmefällen im Überkopfbereich oder an unter- schnittenen Flächen zum Einsatz kommen <sup>2)</sup> Dicke der Bahn ohne Kaschierung; Einbau der Kunststoffbahn auch im Flämmverfahren zulässig <sup>3)</sup> Verlegung zwischen 2 Lagen R 500 N <sup>4)</sup> lose Verlegung zwischen 2 Schutzlagen entsprechend DIN 18195-2						

**Tabelle 15:** Abdichtungssysteme entsprechend den verwendeten Bahnentypen entsprechend DIN 18195-6, Abschnitt 8

Im Einzelnen ist zu den in Tabelle 15 dargestellten Abdichtungssystemen folgendes anzumerken:

- Bitumen-Dachdichtungs- oder Schweißbahnen mit Gewebeeinlage sind mit Bahnen mit anderer Trägerlage zu kombinieren, wobei die Bahnen mit Gewebeeinlage stets auf der dem Wasser abgewandten Seite der Abdichtung anzuordnen sind.
- In [Lufsky, 1983] ist der Hinweis enthalten, dass – obgleich genormt – bituminöse Bahnenabdichtungen gegen drückendes Wasser in der Praxis nur äußerst selten mit Bitumen-Dachdichtungsbahnen ausgeführt werden (Cu 0,1 D, G oder PV 200 DD, PYE G oder PV 200 DD), sondern mit nackten Bitumenbahnen.
- Schweißbahnen sollten nur in Ausnahmefällen im Überkopfbereich oder an unter-schnittenen Flächen zum Einsatz kommen.

- Abdichtungen aus Kunststoffbahnen sind grundsätzlich – außer bei loser Verlegung von PVC-P-Bahnen – aus einer Lage bitumenverträglicher Kunststoff-Dichtungsbahnen herzustellen, die zwischen zwei Lagen nackter Bitumenbahnen mit Bitumenklebmasse einzukleben ist. Diese beiden Lagen sind im Bürstenstreich- oder im Gießverfahren einzubauen.
- Lose verlegte PVC-P-Bahnen sind zwischen Schutzlagen aus geeigneten Stoffen nach DIN 18195-2 oder den Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008] zu verlegen. Die obere bzw. äußere Schutzlage kann auch aus mindestens 1 mm dicken halbharten PVC-P-Bahnen oder -platten hergestellt werden. Diese obere Schutzlage ist an Längs- und Querstoßen zu verschweißen. Die gesamte, durch lose verlegte Kunststoff-Dichtungsbahnen abgedichtete Fläche ist durch systematische Abschottungen in Felder von höchstens 100 m<sup>2</sup> zu unterteilen. Dazu sind außenliegende, mindestens vierstegige Fugenbänder aus Materialien zu verwenden, die mit der Abdichtung zu verschweißen sind und bauseits in Fugen angeordnet werden. Für jedes dieser Abdichtungsfelder sind in dem abzudichtenden Bauwerksteil Kontroll- und Verpressröhrchen anzuordnen.

Der Anschluss zwischen der Abdichtung unterhalb der Bodenplatte und der Außenwandabdichtung erfolgt entweder mit einem Kehlstoß (Bild 25) oder einem »rückläufigen Stoß« (Bild 26). Die weiteren Detailausbildungen im Bereich von Bewegungsfugen, Durchdringungen, Übergängen sowie An- und Abschlüssen werden in den Kapiteln 7.2 und 7.3 beschrieben.

## 4.3 Besondere Aspekte bei Abdichtungen erdberührter Bauteile

### 4.3.1 Anordnung der Abdichtung beim Lastfall aufstauendes Sickerwasser

Abweichend von der im Kapitel 4.2.3 beschriebenen wannenartigen Anordnung der Abdichtung unterhalb der Bodenplatte wird auch bei diesem Lastfall in der Praxis häufig – insbesondere bei kleineren Bauvorhaben – die Abdichtung auf der Bodenplatte liegend ausgeführt. Diese Anordnung ist prinzipiell im Hinblick auf

- eine ggf. unzureichende Auftriebsicherheit der Abdichtung durch die Eigenlast des Fußbodenaufbaus
- die Auswahl eines geeigneten Materials für die erforderlichen Querschnittsabdichtungen (siehe Kapitel 4.2.2)

als problematisch anzusehen.

In Bezug auf die Auftriebsicherheit des Fußbodenaufbaus sollten vor dem Hintergrund der Ausführungen zu möglichen wechselnden Wasserbeanspruchungen beispielsweise in [BWK, 2009] verlässliche hydrogeologische Auskünfte eingeholt bzw. entsprechende Untersuchungen durchgeführt werden.

Hinsichtlich der Auswahl einer geeigneten Querschnittsabdichtung ist festzustellen, dass die unter Punkt 7.2 in DIN 18 195-4 hierfür bestimmten Bitumenbahnen R 500, G 200 DD und PV 200 DD für eine Wasserbeanspruchung durch aufstauendes Sickerwasser in einlagiger Ausführung nicht ausreichend sind, da bei einer Wassereinwirkung unter hydrostatischem Druck im Querschnitt nicht abgedichteter Bauteile bei der Bemessung ein vergleichbarer Wasserdruck anzusetzen ist wie an außenseitig unmittelbar beanspruchten Flächen. Eine mehrlagige Ausführung ist jedoch aufgrund der im Hinblick auf die Wasserbeanspruchung erforderlichen Verklebung der Lagen ebenfalls nicht möglich, da auf diese Weise Gleitschichten gebildet werden und eine ausreichende Haftscherfestigkeit der Wandfuge nicht erwartet werden kann. Dennoch werden in der Praxis diese Bahnen vielfach fälschlicherweise auch beim Vorliegen einer Beanspruchung durch aufstauendes Sickerwasser einlagig als Querschnittsabdichtungen eingebaut.

In DIN 18 195-6, Abschnitt 9 werden in Anbetracht der normgerechten Anordnung der Abdichtung unterhalb der Bodenplatte folgerichtig keine dezidierten Angaben zu geeigneten Querschnittsabdichtungen gemacht. Hieraus folgt wiederum, dass unter Berücksichtigung der Ausführungen im folgenden Kapitel 4.3.2 zur erforderlichen Haftscherfestigkeit der betreffenden Wandfugen für die Herstellung fachgerechter Querschnittsabdichtungen gegen aufstauendes Sickerwasser ausschließlich Kunststoffbahnen nach DIN 18 195-2, Tabelle 4 des Anwendungstyps MSB gemäß DIN V 20 000-202 einsetzbar sind.

### 4.3.2 Abdichtung von Wandquerschnitten

Querschnittsabdichtungen, wie sie zur Herstellung einer durchgehenden Abdichtungswanne erforderlich sind, dürfen ausschließlich aus den in DIN 18 195-4, Abschnitt 7.2 genannten Bahnentypen hergestellt werden. Entsprechend der DIN 18 195-2: 2009-04 sind dies die Typen

- Bitumen-Dachbahnen mit Rohfilzeinlage R 500
- Bitumen-Dachdichtungsbahnen G 200 DD oder PV 200 DD
- Kunststoffbahnen des Anwendungstyps MSB gemäß DIN V 20 000-202.

Hintergrund hierfür ist, dass diese Abdichtungen – insbesondere in Außenwänden – keine Gleitschichten bilden dürfen, d. h. sie müssen auch bei seitlichem Erddruck eine ausreichende Haftscherfestigkeit der Wandaufstandfuge sicherstellen und ein seitliches Verschieben des Mauerwerks verhindern. Auf das Erfordernis einer ausreichenden Haftscherfestigkeit der Wandaufstandfuge wird in DIN 1053-100 am Ende von Abschnitt 10 explizit hingewiesen: *»Bei allen Wänden, die Erddruck ausgesetzt sind, soll eine Sperrschicht gegen aufsteigende Feuchte aus besandeter Pappe oder aus Material mit entsprechendem Reibungsverhalten bestehen.«*

Aus diesem Grund sind Bahnen mit Klebe- oder Schweißschichten oder Verklebungen bei mehrlagiger Ausführung für die Herstellung von Querschnittsabdichtungen weder zugelassen noch geeignet. Darüber hinaus kann es bei der Verwendung von Schweiß-

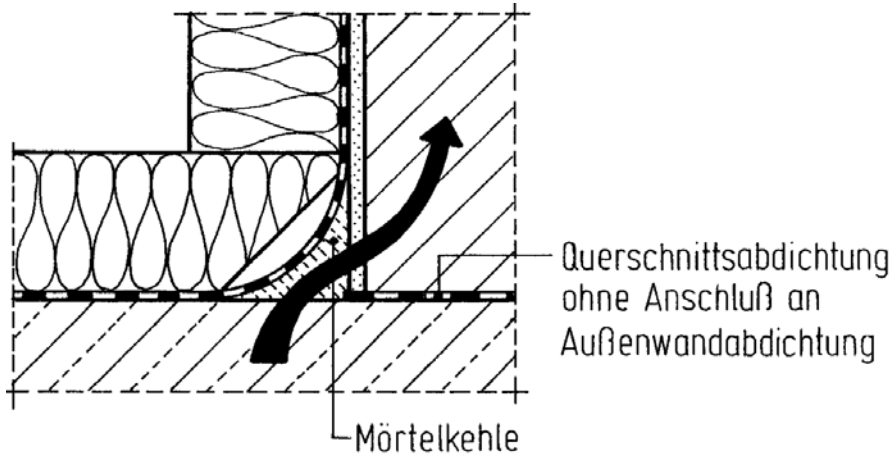
bahnen als Querschnittsabdichtung zu Schäden infolge seitlich aus der Fuge austretenden Bitumens kommen.

Im Unterschied hierzu besitzen beispielsweise mineralische Dichtungsschlämmen – wie im Abschnitt 3.4.2.2 erwähnt – diesbezüglich sehr vorteilhafte Eigenschaften. Ein Einsatz als Querschnittsabdichtung kommt jedoch allenfalls bei einer rein kapillaren Wasserbeanspruchung, also beim Lastfall »Bodenfeuchte/nichtstauendes Sickerwasser«, und bei einem gegenüber Rissbildung weitestgehend unempfindlichen Untergrund infrage. Unter Berücksichtigung der Ausführung sowie der dabei einzuhaltenden Mindestschichtdicken und deren Kontrolle dürften zudem gegenüber Bahnen keine nennenswerten wirtschaftlichen Vorteile zu verzeichnen sein.

Querschnittsabdichtungen kommen jedoch auch außerhalb der DIN 18 195 zum Einsatz, nämlich bei der Ausbildung so genannter Fußpunktabdichtungen bei zweischaligem Mauerwerk zur schadenfreien Ableitung eingedrungenen Niederschlagwassers oder Kondensats aus dem Schalenzwischenraum. Da die bezüglich der Ausführung von Mauerwerk einschlägige DIN 1053-1 in Abschnitt 8.4.3.1.f) auf DIN 18 195-4 verweist, sind die beiden Arten von Abdichtungen in Querschnitten – gegen kapillar aufsteigende Feuchte einerseits sowie zur Ableitung von Niederschlag oder Kondensat zwischen Mauerwerksschalen andererseits – in den deutschen Regelwerken zwar nicht klar getrennt, werden jedoch durch die europäische Normung nunmehr quasi zusammengefasst [Oswald, 2007-1]. So gelten die neuen Stoffnormen DIN EN 14 909 bzw. DIN EN 14 967 sowohl für Querschnittsabdichtungen entsprechend DIN 18 195-4 als auch für Fußpunktabdichtungen bei zweischaligem Mauerwerk. Dies ist insofern problematisch, als für den Fall, dass bei nicht unterkellerten Gebäuden beide Abdichtungen in einer Höhenlage »zusammenfallen«, zahlreiche Kunststoffbahnen nach DIN EN 14 909 trotz ihrer Eignung als Fußpunktabdichtungen die Anforderungen an Querschnittsabdichtungen entsprechend DIN 18 195 bei weitem nicht erfüllen dürften. Dies gilt insbesondere auch für die unterschiedliche Wasserbeanspruchung und in diesem Zusammenhang für mögliche Nahtfügetechniken und die Anschließbarkeit an andere Abdichtungen, z. B. von vertikalen Außenwand- und Sockelflächen sowie von Bodenplatten. Insgesamt ist es deshalb für die Herstellung einer den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechenden Abdichtung für den vorgenannten Fall einer Doppelfunktion erforderlich, Querschnittsabdichtungen bzw. Fußpunktabdichtungen entsprechend DIN 18 195 auszubilden. Bei der Ausführung sollte zur Vermeidung von Beschädigungen die Fußpunkt- bzw. Querschnittsabdichtung der Vormauerschale getrennt von der Abdichtung des tragenden Außenwandquerschnitts zu einem späteren Zeitpunkt eingebaut werden [Vogdt, 2009], wobei besonderes Augenmerk auf die Vermeidung von Kapillarbrücken zu richten ist.

Nicht bitumenverträgliche Kunststoffbahnen dürfen für Querschnittsabdichtungen nur verwendet werden, wenn sie nicht mit bituminösen Materialien in Kontakt kommen (z. B. Fußbodenabdichtungen). Anschlüsse von Querschnittsabdichtungen an angrenzende Flächenabdichtungen sind in der Weise auszuführen, dass diese Abdich-

tungen idealerweise mit der Querschnittsabdichtung verklebt werden können, wenngleich die DIN 18195-4 beim Lastfall Bodenfeuchte/nichtstauendes Sickerwasser auch ein »Heranführen« der Abdichtungen aneinander zulässt. Ein derartiges »Heranführen« ist jedoch insbesondere im Bereich der Mörtelkehle am Außenwandfußpunkt kaum verlässlich möglich (Bild 27).



**Bild 27:** Eindringen von Wasser infolge eines fehlenden Anschlusses zwischen Querschnitts- und Außenwandabdichtung z. B. bei der Verwendung von Mauersperrbahnen in der Breite des Rohbaumaßes der Wanddicke

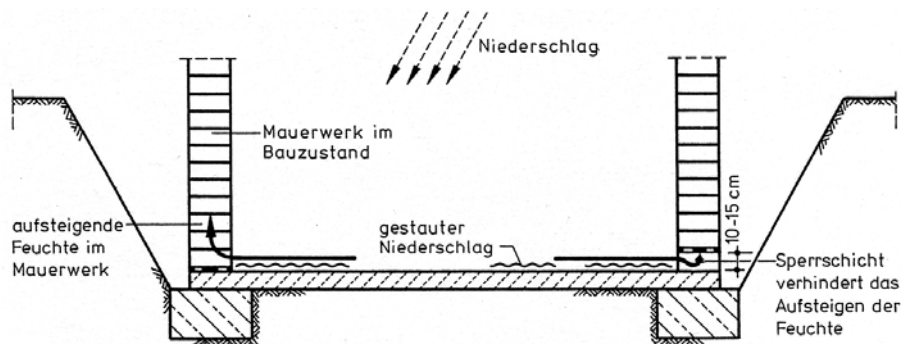
In diesem Zusammenhang besteht ein häufiger Fehler darin, dass vorgefertigte Mauersperrbahnen in der Breite des Rohbaumaßes des abzudichtenden Wandquerschnitts oder mit allenfalls wenigen Zentimetern Übermaß eingebaut werden. Da jedoch in jedem Fall so genannte »Putzbrücken« zu vermeiden sind, können im jeweiligen Rohbaumaß der Wände hergestellter Mauersperrbahnen nur in einem ausreichend größeren Breitenmaß verwendet werden, das einen planmäßigen Anschluss an angrenzende Abdichtungen zulässt [Oster, 2007]. Hieraus ergibt sich, dass in aller Regel eine ausreichende Überlappung und Verklebung nicht mit nennenswertem Mehraufwand verbunden ist und im Hinblick auf ein höheres Sicherheitsniveau in jedem Falle dem bloßen »Heranführen« vorgezogen werden sollte.

Ist beim Lastfall »Bodenfeuchte/nichtstauendes Sickerwasser« ein ausreichender Kontakt mit der Außenwand- bzw. der Bodenplattenabdichtung unter den vorstehend beschriebenen Einschränkungen noch möglich, ist die Verwendung von Bahnenbreiten im jeweiligen Rohbaumaß ohne ausreichende Überbreite beim Vorliegen des Lastfalls »aufstauendes Sickerwasser« besonders schadensträchtig. Die entsprechend DIN 18195-3 erforderlichen Überlappungsbreiten in den Anschlussbereichen der Querschnittsabdichtungen an die Außenwand- und die Bodenplattenabdichtung zur Herstellung einer druckwasserdichten Abdichtungswanne entsprechend DIN 18195-6

sind dann nämlich nicht gegeben, so dass Schäden an diesen neuralgischen Punkten fast erwartungsgemäß eintreten [Oster, 2007] (Bild 27).

Die Überlappungen der Bahnenstöße selbst müssen mindestens 20 cm betragen und dürfen verklebt werden. Dient die Querschnittsabdichtung gleichzeitig als Fußpunktabdichtung im zweischaligen Mauerwerk ist die Verklebung der Bahnenstöße hingegen zwingend erforderlich. Querschnittsabdichtungen dürfen nicht auf dem Untergrund aufgeklebt werden. Dieser muss mit dem jeweils verwendeten Mauermörtel so abgeglichen sein, dass zur Vermeidung von Schäden an den Abdichtungen ausreichend ebene Flächen entstehen.

Neben den oben beschriebenen Querschnittsabdichtungen sollten die Wandquerschnitte eines unteren Geschosses zusätzlich ca. 10 bis 15 cm, d. h. etwa eine Steinlage oberhalb der Bodenplatten- bzw. Fundamentoberfläche, abgedichtet werden. Diese zusätzlichen Abdichtungen sind während der Errichtung eines Gebäudes mit lediglich geringen zusätzlichen Kosten verbunden und können Schäden an den Wänden bzw. den Wandbekleidungen durch während der Bauphase eingedrunenes Niederschlagswasser oder durch Havarien auf dem Fußboden stehendes Brauchwasser verhindern (Bild 28). Sie müssen nicht zwingend den Anforderungen aus DIN 18 195-4 entsprechen und können, sofern eine Verträglichkeit mit der Außenwandabdichtung gegeben ist, aus sämtlichen Mauersperrbahnen nach DIN EN 14 909 und DIN EN 14 967 hergestellt werden.



**Bild 28:** Anordnung zusätzlicher Querschnittsabdichtungen im unteren Wandbereich



### 4.3.3 Kellerlichtschächte und Außenkellertreppen

#### 4.3.3.1 Abdichtung

Lichtschächte und Außenkellertreppen sind erdberührte Bauteile, die als solche zwingend in die Abdichtung des Gesamtbauwerks einzubeziehen sind. Sie müssen demzufolge in gleicher Weise abgedichtet werden wie die übrigen erdberührten Bauteile, wobei die betreffenden Abdichtungen unter Berücksichtigung der jeweiligen Wasserbeanspruchung lückenlos wasserdicht miteinander zu verbinden sind. Aus technischer Sicht sollten in diesem Zusammenhang insbesondere bei Abdichtungen nach DIN 18 195-6 vorzugsweise Lösungen gewählt werden, bei denen Licht- und Treppenschächte von vornherein als Bestandteile von Außenwand und Bodenplatte, d. h. über die gesamte Einbindetiefe des Bauwerks, hergestellt werden. Nur dann ist eine in allen Teilen der DIN 18 195 entsprechende Ausführung der Abdichtung möglich und ein entsprechendes Sicherheitsniveau herstellbar. Auskragende oder aus Betonfertigteilen hergestellte Schächte erfordern hingegen unter Berücksichtigung der sich ergebenden Überkopfbereiche und Fugen eine besonders sorgfältige Planung und Ausführung.

Insbesondere bei den weit verbreiteten Lichtschächten aus Kunststoff kommt es in diesem Zusammenhang infolge unzureichender Abdichtungen häufig zu einem seitlichen Eindringen von Wasser aus dem Boden über die Anschlussfuge zwischen dem Lichtschacht und der Außenwand. Im Hinblick auf die Anforderungen an die Abdichtung in dem genannten Fugenbereich ist festzustellen, dass Kunststofflichtschächte prinzipiell nur bei einer Wasserbeanspruchung durch Bodenfeuchte/nichtstauendes Sickerwasser als ausreichend dicht und den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechend einzustufen sind. Bei einer Wasserbeanspruchung durch aufstauendes Sickerwasser hingegen können ausschließlich Lichtschächte verwendet werden, für die eine druckwasserdichte Anschlussausbildung entsprechend den Herstellervorgaben explizit vorgesehen und eine entsprechende Eignung durch Prüfzeugnisse nachgewiesen ist.

Gemauerte oder betonierte Lichtschachtkonstruktionen sind im Boden- sowie in den oberhalb angrenzenden Wandungs- und Außenwandbereichen stets analog zu Flachdachflächen abzudichten. Hierfür bieten sich Flüssigkunststoffabdichtungen an.

Im Bereich offener, frei bewitterter Außenkellertreppen müssen die Bodenflächen und Stufen in Übereinstimmung mit genutzten Deckenflächen abgedichtet werden. Besonderes Augenmerk ist hier auch auf die Anschlüsse zu den Treppenwangen, d. h. die Schacht- und die Kelleraußenwand, zu richten, die dem Treppenverlauf folgend bis auf eine ausreichende Höhe oberhalb der Stufenoberflächen gegen seitlich über die Auftrittsflächen der Stufen eindringendes Wasser aus Niederschlägen und Schnee abgedichtet werden sollten [Raidt, 2005]. Die Abdichtungen können als Abdichtungen im Verbund mit Fliesen und Platten gemäß [ZDB, 2010] oder mit Flüssigkunststoffen ausgeführt werden. Bezüglich der bei Flüssigkunststoffen zu beachtenden

Einschränkungen für die Anwendung auf genutzten Flächen ohne zusätzliche Plattenbeläge wird auf die Ausführungen in Kapitel 5.4.6.3 verwiesen.

#### 4.3.3.2 Entwässerung

Kellerlichtschächte und Außenkellertreppenschächte liegen sehr häufig unterhalb der Rückstauenebene eines Gebäude- und Grundstücksentwässerungssystems. Aus diesem Grund und in Anbetracht der zumeist kleinteiligen Geometrie ist besonderes Augenmerk auf die Entwässerung dieser Bereiche zu richten. Derart kleine Flächen von bis zu ca. 5 m<sup>2</sup> dürfen entsprechend DIN 1986-100 über Abläufe in unmittelbar unterhalb angeordnete Sickerschichten entwässert werden, sofern die Bodenverhältnisse dies im Hinblick auf ihre Wasserdurchlässigkeit zulassen. Ist dies nicht der Fall, ist nach DIN 1986-100 zunächst zu prüfen, ob und in welchem Maße Niederschlagswasser in oberirdische Gewässer oder über Versickerungsanlagen gemäß [DWA, 2005] abgeführt werden kann. Vorbehaltlich einer entsprechenden Genehmigung kann dann über Hebeanlagen ein Anschluss an die öffentliche Kanalisation hergestellt werden. Die Einleitung muss getrennt von häuslichem Abwasser und unter Gewährleistung einer Rückstaufreiheit erfolgen. Bei der Bemessung von Rückhalteeinrichtungen und Hebeanlagen ist die vom Kanalnetzbetreiber zugelassene Einleitungsmenge zu berücksichtigen. Weitere Einzelheiten sind den Abschnitten 13.1.3 und 14.7 in DIN 1986-100 zu entnehmen.

Unabhängig hiervon sollte bei Bodenverhältnissen, die keine unmittelbare Versickerung zulassen, stets in Erwägung gezogen werden, Kellerlichtschächte und Außenkellertreppen einzuhausen oder oberseitig insoweit abzudecken, dass Niederschlagswasser nicht oder allenfalls in zu vernachlässigender Menge eindringen kann. Auf diese Weise kann auf eine Entwässerung verzichtet werden, die aufgrund der zumeist kleinteiligen Geometrie unter Einhaltung der Anforderungen aus DIN 18 195-9 ohnehin häufig kaum fachgerecht in eine Abdichtung eingebunden werden kann.

Wiederkehrende Schadensfälle zeigen, dass in der Praxis die komplexen Anforderungen an Licht- und Kelleraußentreppenschächte im Zusammenhang mit Bauwerksabdichtungen in der Planung nur wenig oder gar keine Berücksichtigung finden. Sie unterstreichen insofern das Erfordernis der oben beschriebenen hohen Anforderungen an die Planung einerseits und der lediglich beschränkten Anwendbarkeit weit verbreiteter Einbauteile andererseits.

#### 4.3.4 Gebäudesockel

##### 4.3.4.1 Spritz- und Stauwasserschutz

Abschlüsse im Bereich von Gebäudesockeln und an aufgehenden Bauteilen angrenzend an beispielsweise Hofkellerdecken sind – unabhängig vom Lastfall der Wasserbeanspruchung – in der Weise auszubilden, dass die Flächenabdichtungen planmäßig bis auf eine Höhe von im Endzustand 150 mm über die Oberfläche des angrenzenden

Geländes bzw. Flächenbelags geführt und dort regen- und hinterlaufsicher verwahrt werden (Kapitel 7.3.2). Bei Gebäudesockeln sollte in der Planung zunächst eine Abschlusshöhe von 300 mm vorgesehen werden, um im Endzustand – d. h. nach dem abschließenden Anlegen der Geländeoberfläche – das Maß für die Abschlusshöhe von 150 mm tatsächlich zu gewährleisten.

Diese Abschlusshöhe der Abdichtung gilt zunächst grundsätzlich auch für den Bereich von Zugängen. Ist eine aus den vorgenannten Anforderungen resultierende Schwellenhöhe z. B. aus Gründen der Barrierefreiheit, der Unfallverhütung etc., nicht gewünscht, sind besondere Maßnahmen erforderlich, die im Einzelnen in Kapitel 7.2.2 beschrieben sind.

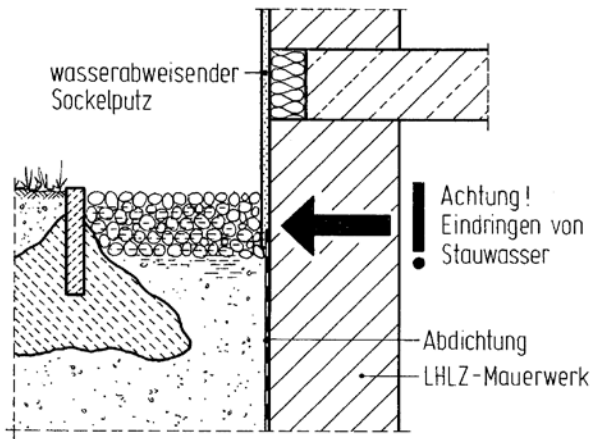
Über die Geländeoberfläche geführte Abdichtungen sollten grundsätzlich in einem Rücksprung angeordnet werden und sind in jedem Fall durch Bekleidungen vor mechanischer Beschädigung und schädlichen Einflüssen aus UV-Strahlung zu schützen. Bei zweischaligem Sichtmauerwerk kann die Außenwandabdichtung an der Außenseite der Tragschale hochgeführt werden. Darüber hinaus ist es auch zulässig, oberhalb der Geländeoberfläche ausreichend wasserabweisende Bekleidungen anstelle der Hochführung der Abdichtung vorzusehen, wenn die Abdichtung selbst auf Höhe der Geländeoberfläche hinterlaufsicher verwahrt wird. Eine derartige Ausführung ist jedoch ausschließlich dann zu empfehlen, wenn

- unter Berücksichtigung der Bodenverhältnisse, der Geländesituation und der Gefällegebung Pfützenbildungen angrenzend an den Gebäudesockel weitgehend ausgeschlossen werden können
- bei geeigneten Putzen als wasserabweisender Bekleidung diese vorzugsweise mit einer mineralische Dichtungsschlämme (MDS) kombiniert und zudem unterhalb der Geländeoberfläche ausreichend tief hinter die Außenwandabdichtung geführt werden, um Schäden durch aufsteigende Feuchte zu vermeiden
- bei anderen wasserabweisenden, gegenüber Durchfeuchtung unempfindlichen Bekleidungen diese von der Außenwandabdichtung ausreichend weit hinterfahren werden (DIN 18 195-9).

Der Schalenzwischenraum von zweischaligem Mauerwerk sollte oberhalb der Geländeoberfläche über geeignete Z-Sperren (Kapitel 4.3.2) entwässert werden. Eine Entwässerung unterhalb der Geländeoberfläche darf nur dann erfolgen, wenn eine Dränschicht oder ein ausreichend versickerungsfähiger Boden einen Rückstau von Wasser in den Schalenzwischenraum sicher ausschließen kann.

Bei gering wasserdurchlässigen Böden und dem Fehlen einer Dränanlage ist in diesem Zusammenhang insbesondere das weit verbreitete Anlegen eines mit Randsteinen eingefassten Kiesstreifens unmittelbar angrenzend an den Gebäudesockel als eher kontraproduktiv einzustufen. So kann in diesem Fall nicht ausgeschlossen werden, dass Niederschlagswasser im Kiesstreifen anstaut, den Sockelputz durchfeuchtet oder sogar den oberen Abschluss der Außenwandabdichtung überläuft, wenn dieser auf Höhe oder unterhalb der Kiesbetttoberfläche liegt (Bild 29).

**Bild 29:** Schadensträchtige Sockelausbildung mit unterhalb der Geländeoberfläche endender Abdichtung und wasserundurchlässiger Verfüllung der Baugrube unterhalb des Kiesstreifens (Stauwasserbildung)

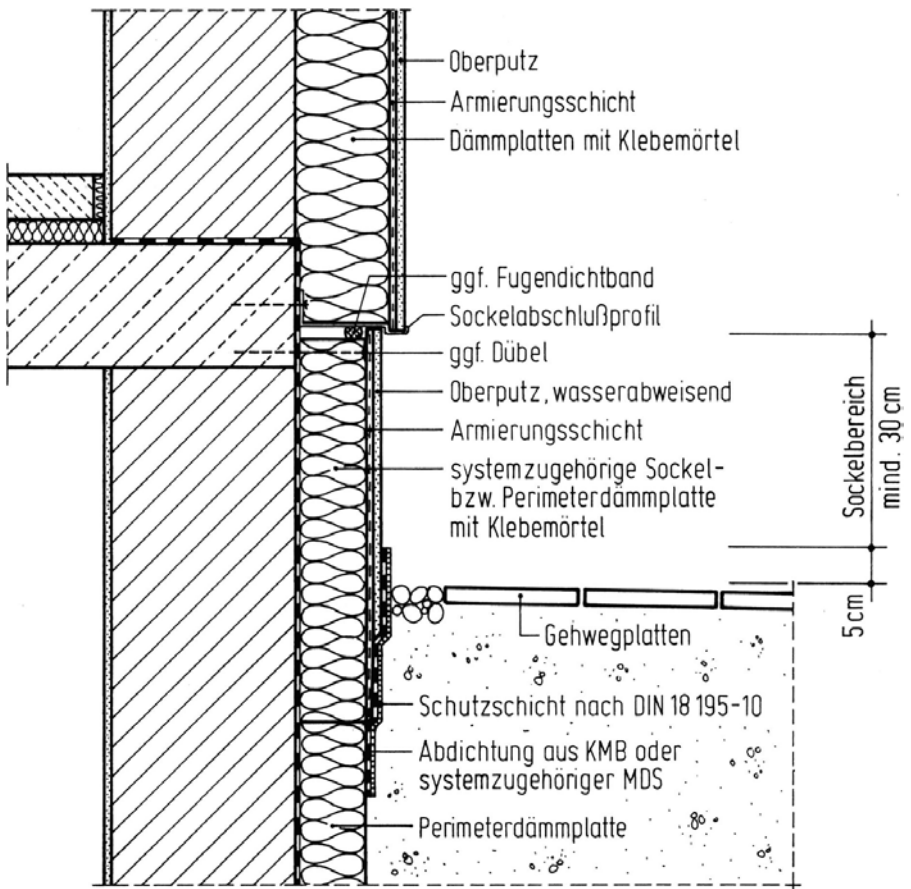


Günstiger in Bezug auf eine möglichst geringe Wasserbeanspruchung der Abdichtung und insbesondere ihres oberen Abschlusses ist eine Versiegelung der Bodenoberfläche unmittelbar angrenzend an den Gebäudesockel mit einer vom Gebäude weg weisenden Gefällegebung. Beim Einbau einer Dränanlage nach DIN 4095 wird eine oberseitige Abdeckung des Wanddräns sogar explizit gefordert.

Nachteilig wirkt sich hier zwar eine erhöhte Spritzwasserbeanspruchung des Sockelbereichs aus, allerdings kann hieraus gegebenenfalls resultierenden Verschmutzungen oder Schäden mit einer entsprechend unempfindlichen Bekleidung in aller Regel wirksam vorgebeugt werden.

#### 4.3.4.2 Schutz von Wärmedämmverbundsystemen

Unabhängig von einem Schutz vor Stauwasser sind insbesondere die dünnen Putzschichten von Wärmedämmverbundsystemen (WDVS) vor einer übermäßigen Wasseraufnahme im erdberührten Bereich zu schützen. Dies sollte zumindest mit Hilfe einer kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtung oder einer geeigneten rissüberbrückenden mineralischen Dichtungsschlämme wie beispielhaft in Anlehnung an [WDVS, 2000] in Bild 30 dargestellt erfolgen.



**Bild 30:** Beispiel für eine fachgerechte Abdichtung eines WDVS-Sockels [WDVS, 2000]

## 5 Abdichtung genutzter Dach- und Deckenflächen

### 5.1 Abdichtungssysteme und Regelwerke

In Abhängigkeit von der Lage des abzudichtenden Bauteils kommen – anders als bei den erdberührten Bauteilen im Gründungsbereich – im Hinblick auf die verschiedenen möglichen Nutzungen bei der Abdichtung von genutzten Dach- und Deckenflächen grundsätzlich mehrere mögliche Abdichtungssysteme in Betracht, nämlich

- Abdichtungen mit Bitumenwerkstoffen und Kunststoffbahnen
- Abdichtungen mit Flüssigkunststoffen (FLK)
- Abdichtungen im Verbund mit Fliesen und Platten (AIV).

Je nach Lage des Bauteils, zu erwartender Beanspruchung und Abdichtungssystem können im Wesentlichen drei Regelwerke zur Planung und Ausführung der Abdichtung herangezogen werden:

- Die DIN 18 195-5 für Abdichtungen mit Bitumenwerkstoffen und Kunststoffbahnen
- die »Regeln für Abdichtungen – Flachdachrichtlinien« [ZVDH, 2008] des Zentralverbandes des Deutschen Dachdeckerhandwerks für Abdichtungen mit Bitumen- und Kunststoffbahnen sowie Flüssigkunststoffen (FLK)
- das Merkblatt »Hinweise für die Ausführung von Verbundabdichtungen mit Bekleidungen und Belägen aus Fliesen und Platten für den Innen- und Außenbereich« [ZDB, 2010] des Fachverbandes Deutsches Fliesengewerbes im Zentralverband des Deutschen Baugewerbes, im Folgenden kurz Merkblatt »Verbundabdichtungen« genannt.

Die wesentlichen Anwendungsbereiche dieser Regelwerke sind in Tabelle 16 einander gegenübergestellt.

Bauteil	Anwendungsbereich von		
	DIN 18195-5	Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008]	ZDB-Merkblatt »Verbundabdichtungen« [ZDB, 2010]
Balkone	X	X	X
Terrassen, Loggien etc. oberhalb von Räumen	X	X	–
intensiv begrünte Dachflächen, erdüberdeckte Deckenflächen	X	X	–

Bauteil	Anwendungsbereich von		
	DIN 18195-5	Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008]	ZDB-Merkblatt »Verbundabdichtungen« [ZDB, 2010]
nicht öffentliche, befahrbare Flächen (Parkdecks, Hofkellerdecken etc.)	X	-	-
Nassräume im öffentlichen und gewerblichen Bereich	X	-	X
Bäder im Wohnungsbau	X	-	X

**Tabelle 16:** Gegenüberstellung der möglichen Anwendungsbereiche der DIN 18195-5, der Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008] und des ZDB-Merkblatts [ZDB, 2010]

Hierzu ist anzumerken, dass Abdichtungen von Flächen im Zusammenhang mit öffentlichen Verkehrswegen (z. B. auf Brücken) nicht in den Geltungsbereich dieser Regelwerke fallen und insofern hier nicht behandelt werden.

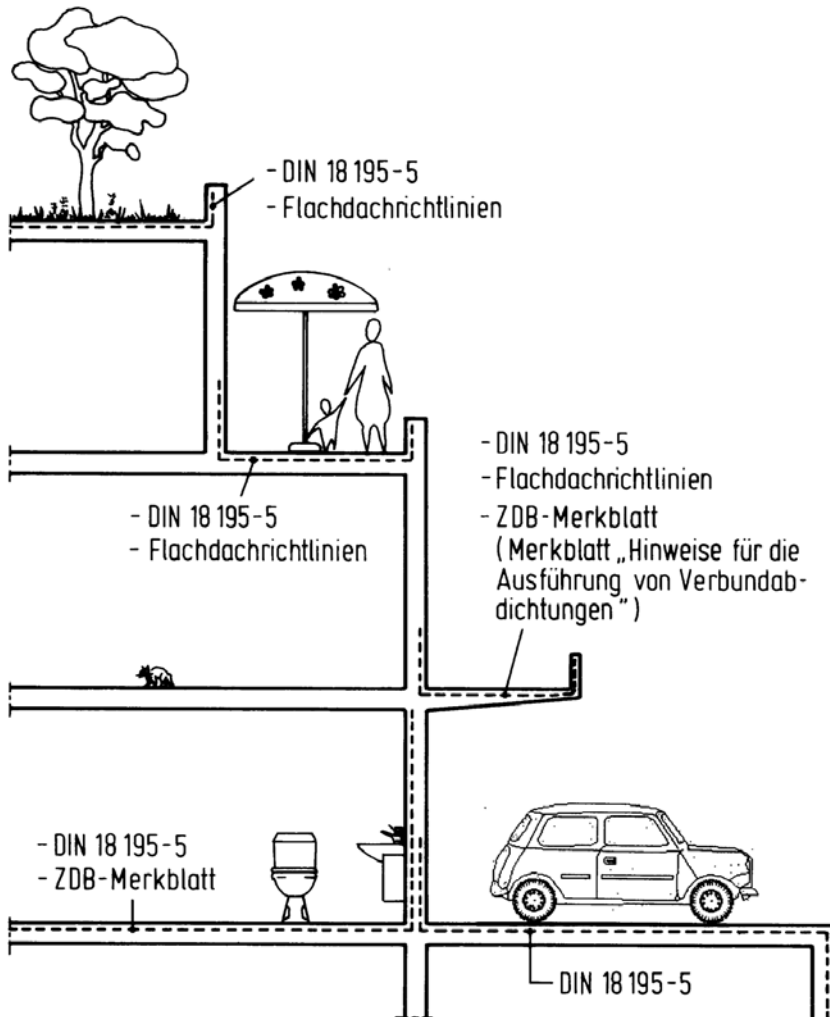
## 5.2 Bemessung

### 5.2.1 Beanspruchung

Im Zusammenhang mit Abdichtungen von waagerechten oder schwach geneigten Bauteilen – wie z. B. bei erdüberschütteten Hofkellerdecken, genutzten Flachdächern, genutzten Deckenflächen im Freien, Nassräumen oder befahrbaren Flächen sowie bei Parkdecks (Bild 31) – wird in der Regel eine Wasserbeanspruchung durch nichtdrückendes Wasser zugrundegelegt. Unter nichtdrückendem Wasser wird entsprechend DIN 18195-5 und den Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008] Wasser in tropfbar flüssiger Form verstanden, das als Niederschlags- oder Brauchwasser keinen – oder nur vorübergehend einen geringfügigen – hydrostatischen Druck ausübt. Es wird von einer maximalen Anstauhöhe von 100 mm ausgegangen. Ist ein höheres Anstauen zu erwarten, sind Abdichtungen gegen drückendes Wasser vorzusehen.

In den drei oben genannten Regelwerken – der DIN 18195-5, den Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008] sowie dem Merkblatt »Verbundabdichtungen« [ZDB, 2010] – wird für den Lastfall nichtdrückendes Wasser übereinstimmend in eine mäßige und eine hohe Beanspruchung unterschieden.

Tabelle 17 enthält eine Gegenüberstellung, für welche Anwendungsbereiche/Bauteile in den betreffenden Regelwerken eine mäßige bzw. hohe Beanspruchung angenommen wird. Hieraus wird deutlich, dass im Außenbereich eine hohe Beanspruchung insbesondere für Bereiche angesetzt wird, die in der Regel oberhalb geschlossener Räume liegen (Terrassen, Loggien, erdüberdeckte Decken) oder die befahren werden



**Bild 31:** Mögliche Anwendungsbereiche der DIN 18195-5, der Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008] und des ZDB-Merkblatts »Verbundabdichtungen« [ZDB, 2010]

(Hofkellerdecken). Darüber hinaus wird eine hohe Beanspruchung für intensiv begrünte Dach- und Deckenflächen angenommen, wobei in [ZVDH, 2008] solche Begrünungen definiert sind als Pflanzungen von Stauden, Gehölzen, Rasen oder Bäumen, die eine intensive Pflege zu ihrem Erhalt benötigen. Entsprechend [ZVDH, 2008] ist allgemein bei Dachbegrünungen die »Richtlinie für die Planung, Ausführung und Pflege von Dachbegrünungen – Dachbegrünungsrichtlinie« [FLL, 2008] der Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V. zu berücksichtigen.



Regelwerk	Beanspruchung	
	mäßig	hoch
DIN 18195-5	Balkone unmittelbar spritzwasserbelastete Fußboden- und Wandflächen in Nassräumen <sup>1)</sup> des Wohnungsbaus, soweit sie nicht durch andere Maßnahmen, deren Eignung nachzuweisen ist, hinreichend gegen eindringende Feuchtigkeit geschützt sind	Dachterrassen, Loggien, intensiv begrünte Flächen, Parkdecks, Hofkellerdecken und Durchfahrten, erdüberschüttete Decken  durch Brauch- oder Reinigungswasser stark beanspruchte Fußboden- und Wandflächen in Nassräumen, wie Umgänge in Schwimmbädern, öffentliche Duschen, gewerbliche Küchen u. a. gewerbliche Nutzungen.
Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008]	Balkone	Dachterrassen, Loggien, intensiv begrünte Flächen, erdüberschüttete Decken
ZDB-Merkblatt »Verbundabdichtungen« [ZDB, 2010]	Balkone <sup>2)</sup> spritzwasserbeanspruchte Wand- und Bodenflächen in Bädern mit haushaltsüblicher Nutzung mit oder ohne Bodenablauf	Wand- und Bodenflächen in öffentlichen Duschen, Schwimmbadumgänge Wand- und Bodenflächen mit begrenzter zusätzlicher chemischer Beanspruchung <sup>3)</sup>
<sup>1)</sup> Nassräume im Sinne der DIN 18195 sind Innenräume, die einen Bodenablauf besitzen <sup>2)</sup> Für Terrassen und Loggien oberhalb von genutzten Räumen sind Verbundabdichtungen gemäß [ZDB, 2010] nicht zugelassen <sup>3)</sup> ausgenommen sind Bereiche, in denen das Wasserhaushaltsgesetz (§ 19WHG) anzuwenden ist		

**Tabelle 17:** Unterscheidungen zwischen mäßig und hoch beanspruchten Bauteilen in DIN 18195-5, den Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008] und im Merkblatt »Verbundabdichtungen« [ZDB, 2010]

Demgegenüber wird z. B. für Balkone oder vergleichbare Bauteile lediglich eine mäßige Beanspruchung angenommen. Dieser Einstufung liegt die Auffassung zugrunde, dass hinsichtlich der Bemessung der Abdichtung im Unterschied zu Terrassen (oberhalb von genutzten Räumen) für Balkone aufgrund ihrer Lage lediglich angrenzend an Räume eine einfachere Ausführung und damit ein geringeres Sicherheitsniveau toleriert werden kann. Dem sind auf der einen Seite wiederkehrende typische Schadensfälle entgegenzuhalten, bei denen die angrenzend an Balkone gelegenen Räume sehr wohl unmittelbaren Beeinträchtigungen unterworfen sind. Auf der anderen Seite zeigen diese Schäden aber auch, dass die Bemessung der Abdichtung in Bezug auf die Schadensursachen von allenfalls untergeordneter Bedeutung ist und die Ursachen

vielmehr sehr häufig in fehlenden bzw. mangelhaften Planungsleistungen hinsichtlich der Detailausbildung liegen [Oster, 2004]. In jedem Fall sollte insofern der Zuordnung zur Intensität einer Beanspruchung eine sorgfältige Abwägung der Risiken im Rahmen einer qualifizierten Planung vorangehen.

Für den Fall, dass Flächen den in DIN 18 195-5 unter der jeweiligen Beanspruchung explizit genannten Bauteilen nicht sinngemäß zugeordnet werden können, kann eine mäßige Beanspruchung immer dann zugrundegelegt werden, wenn

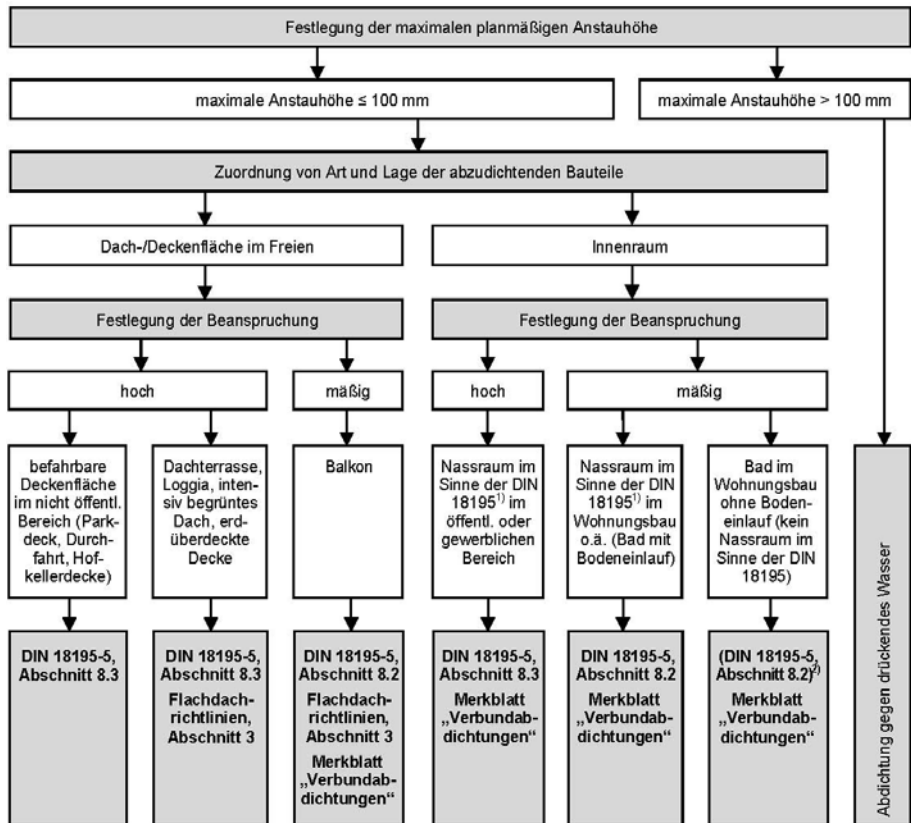
- die zu erwartenden Verkehrslasten vorwiegend ruhend sind
- die Abdichtung nicht unter befahrbaren Flächen liegt
- die Wasserbeanspruchung – z. B. in Innenräumen – gering ist und nicht ständig erfolgt, so dass Belagschichten zwischen Wasserbeanspruchungen in der Regel vollständig abtrocknen können
- ausreichend Gefälle auf der Abdichtung vorhanden ist, um Wasseranstau und Pfützenbildung zu vermeiden.

Im Innenbereich wird eine hohe Beanspruchung u. a. dann angesetzt, wenn davon ausgegangen werden muss, dass die Belagschichten so häufig wasserbeaufschlagt werden, dass diese zwischenzeitlich nicht vollständig abtrocknen können.

### 5.2.2 Vorgehensweise

Die vorstehenden Ausführungen zeigen, dass die Bemessung von Abdichtungen auf genutzten Dach- und Deckenflächen sowie in Innenräumen stets zunächst mit einer Zuordnung der Abdichtungsaufgabe zu einem Abdichtungssystem und dann zu den betreffenden Regelwerken verbunden ist. Die einzelnen Schritte zur Bemessung der Abdichtung sowie die diesbezüglich zu treffenden Festlegungen und Zuordnungen sind in Bild 32 in einem Fließdiagramm zusammengefasst.

Es ist erkennbar, dass die DIN 18 195-5 auf genutzten Dach- und Deckenflächen sowie in Innenräumen im Wesentlichen für sämtliche Anwendungsfälle im Hochbau anwendbar ist. Für die Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008] und das Merkblatt »Verbundabdichtungen« [ZDB, 2010] sind die möglichen Anwendungsbereiche hingegen – systembedingt z.T. deutlich – eingeschränkter. Zudem kann außerhalb der DIN 18 195-5 für nicht alle der in Bild 32 dargestellten Anwendungsbereiche unterstellt werden, dass die diesbezüglich möglichen Abdichtungssysteme – unabhängig von Konformitätskennzeichnungen der verwendeten Bauprodukte – den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechen. So nimmt beispielsweise die VOB, Teil C in DIN 18 336 »Abdichtungsarbeiten« auch für die hier relevanten Abdichtungen gegen nichtdrückendes Wasser ausschließlich Bezug auf die DIN 18 195-5, wenn gleich selbstverständlich Abdichtungen mit Bitumen- und Kunststoffbahnen im Außenbereich entsprechend den Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008] aufgrund der weitgehenden Übereinstimmung mit den Anforderungen aus DIN 18 195 ebenfalls als den Regeln der Technik entsprechend anzusehen sind. Gleiches kann auch für Abdich-



<sup>1)</sup> Nassräume im Sinne der DIN 18195 sind Innenräume, in denen eine Fußbodenentwässerung (Bodeneinlauf) vorhanden ist.

<sup>2)</sup> Bei Bädern im Wohnungsbau ohne Bodeneinlauf sind Abdichtungen entsprechend DIN 18195-5 nicht erforderlich, sofern der Schutz feuchteempfindlicher Umfassungsbauteile (Holzdecken, Trockenbau o.ä.) vor Feuchte anderweitig gewährleistet wird (z.B. durch Verbundabdichtungen).

**Bild 32:** Vorgehensweise bei der Bemessung von Abdichtungen auf genutzten Dach- und Deckenflächen sowie in Nassräumen

tungen im Verbund mit Fliesen und Platten entsprechend [ZDB, 2010] in Bädern ohne Bodeneinlauf im üblichen Wohnungsbau vermutet werden (Kapitel 5.4.2).

Die Anwendung von Verbundabdichtungen in den anderen in [ZDB, 2010] genannten möglichen Anwendungsbereichen (Tabelle 12 und Bild 15) sowie von Flüssigkunststoffabdichtungen ohne zusätzliche Schutzschichten sollten hingegen zwischen dem Planer bzw. dem Ausführenden und dem Bauherrn explizit vereinbart und auf die Abweichungen zur DIN 18195-5 bzw. zu [ZVDH, 2008] hingewiesen werden, um Missverständnisse hinsichtlich des geschuldeten Standards zu vermeiden.

## 5.3 Ausführung

### 5.3.1 Übersicht

In den nachfolgenden Kapiteln werden Abdichtungen genutzter Dach- und Deckenflächen im Außenbereich sowie von Nassräumen und Bädern im Innenbereich beschrieben. Grundsätzlich müssen die Abdichtungen waagerechte oder geneigte Flächen vollflächig abdecken und

- an aufgehenden Bauteilen im Regelfall mindestens bis auf eine Höhe von 150 mm über die Oberkante der Schutzschicht, die Oberfläche des Belags oder der Erdüberdeckung hochgeführt und dort regen- und hinterlaufsicher verwahrt werden bzw.
- an abgehenden Bauteilen, d.h. am freien Rand erdüberdeckter Decken, bis auf eine Höhe von 200 mm unter die Fuge zwischen der abzudichtenden Decke und der erdberührten Außenwand herabgeführt und mit der in aller Regel vorhandenen Wandabdichtung fachgerecht verbunden werden (DIN 18195, [ZVDH, 2008]).

Die Tabelle 18 enthält eine Übersicht darüber, mit welchen Abdichtungssystemen entsprechend DIN 18195-5, den Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008] und dem Merkblatt »Verbundabdichtungen« [ZDB, 2010] in welcher Weise Abdichtungen gegen mäßige und hohe Beanspruchungen hergestellt werden können. Die Angaben in den Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008] zu den genannten Abdichtungssystemen sind in Verbindung mit den Produktdatenblättern [ZVDH, 2007-1], [ZVDH, 2007-2] und [ZVDH, 2007-3] aus dem Regelwerk des Deutschen Dachdeckerhandwerks zu verstehen.

Regelwerk	Abdichtung gegen	
	mäßige Beanspruchung	hohe Beanspruchung
DIN 18195-5	1 Lage Cu 0,1 D, G 200 DD, PV 200 DD, PYE G 200 DD oder PYE PV 200 DD in Klebmasse oder entsprechende Schweißbahnen, ggf. auf Voranstrich; G 200 DD und PYE G 200 DD zzgl. Deckaufstrich	3 Lagen R 500 N in Klebmasse zzgl. Deckaufstrich, ggf. auf Voranstrich (Einpressung $\geq 0,01 \text{ MN/m}^2$ erforderlich)
	1 Lage KSK-Bitumendichtungsbahn oder EPDM-BV-V-(X)-1,3-SK auf kaltflüssigem Voranstrich	2 Lagen Cu 0,1 D, G 200 DD, PV 200 DD, PYE G 200 DD oder PYE PV 200 DD in Klebmasse, ggf. auf Voranstrich; Cu 01 D, G 200 DD und PYE G 200 DD zzgl. Deckaufstrich; bei genutzten Dachflächen obere Lage aus PYE-Bahn, bei Gefälle $< 2\%$ : 2 obere Lagen aus PYE-Bahn

Regelwerk	Abdichtung gegen	
	mäßige Beanspruchung	hohe Beanspruchung
DIN 18195-5 (Forts.)	1 Lage PIB-BV-...-1,5 oder ECB-BV-...-1,5, vollflächig mit Klebmasse verklebt oder bei vorhandener Kunststoffvlieskaschierung lose verlegt zzgl. Trennlage oberhalb der Abdichtung	2 Lagen G 200 S4, G 200 S5, PV 200 S5, PYE G 200 S4, PYE G 200 S5, PYE PV 200 S5 oder Cu 01 S4 im Schweißverfahren, ggf. auf Voranstrich; bei genutzten Dachflächen obere Lage aus PYE-Bahn, bei Gefälle < 2%: 2 obere Lagen aus PYE-Bahn
	1 Lage EVA-BV-...-1,2 oder PVC-P-BV/NB-...-1,2, lose verlegt oder mit geeignetem Klebstoff oder bei bitumenverträglichen Bahnen mit Klebmasse verklebt, jeweils zzgl. Schutzlage gemäß DIN 18195-2, Punkt 5.3.a), b), c)	1 Lage PIB-BV-...-1,5, EVA-BV-...-1,5, PVC-P-BV/NB-...-1,5, ECB-BV-...-2,0 oder EPDM-BV...1,5, lose verlegt zwischen 2 Schutzlagen gemäß DIN 18195-2, Punkt 5.3.a), b), c) oder vollflächig verklebt auf 1 Lage G/PV 200 DD, PYE G/PV 200 DD oder entsprechenden Schweißbahnen <sup>1)</sup>
	1 Lage EPDM-BV-...-1,2, lose verlegt oder vollflächig mit Klebmasse oder geeignetem Klebstoff verklebt zzgl. Schutzlage aus Vlies ≥ 300 g/m <sup>2</sup> gemäß DIN 18195-2	1 Lage kalottengeriffelter Metallbänder aus Kupfer oder Edelstahl entsprechend DIN 18195-2, in Klebmasse verlegt, zzgl. Schutzlage aus V 13 oder R 500 N oder zzgl. Gussasphaltschicht, ≥ 25 mm
	KMB, in 2 Arbeitsgängen mit Verstärkungseinlage, Mindesttrockenschichtdicke 3 mm	1 Lage Bitumen-Schweißbahnen mit hochliegender Trägereinlage oder Edelstahlkaschierung zzgl. Gussasphaltschicht, ≥ 25 mm
	2 Lagen Asphaltmastix, insges. 15 mm, oder 1 Lage Asphaltmastix, 10 mm, auf Rohglasvlies, zzgl. Gussasphaltschicht, ≥ 25 mm	1 Lage Asphaltmastix, 10 mm, auf Rohglasvlies, zzgl. Gussasphaltschicht, ≥ 25 mm
Flachdachrichtlinien, Abschnitt 3	1 Lage Polymerbitumenbahn mit Glasgewebe-, Polyestervlies- oder Kombinationsträgereinlage oder entsprechenden Schweiß- oder kaltselbstklebende Bahnen	2 Lagen Bitumenbahn mit Glasgewebe-, Polyestervlies- oder Kombinationsträgereinlage oder entsprechenden Schweiß- oder kaltselbstklebenden Bahnen, obere Lage aus Polymerbitumenbahn; bei Gefälle < 2%: beide oder 2 obere Lagen aus Polymerbitumenbahn; bei intensiv begrünten Flächen: obere Lage auch aus einer Bahn mit Metallbandeinlage oder Polyester-Kupferfolien-Verbundeinlage möglich

Regelwerk	Abdichtung gegen	
	mäßige Beanspruchung	hohe Beanspruchung
Flachdachrichtlinien, Abschnitt 3 (Forts.)	1 Lage Bahnen aus PIB, 1,5 mm, oder ECB, 2,0 mm, lose verlegt zwischen 2 Schutzlagen oder vollflächig verklebt auf 1 Lage Bitumenbahn <sup>2)</sup>	1 Lage Bahnen aus PIB, 1,5 mm, oder ECB, 2,0 mm, lose verlegt zwischen 2 Schutzlagen oder vollflächig verklebt auf 1 Lage Bitumenbahn <sup>2)</sup>
	1 Lage Bahnen aus EVA, 1,2 mm, FPO, 1,2 mm, PVC-P (nicht bitumenverträglich, homogen), 1,5 mm, oder PVC-P, 1,2 mm, lose verlegt oder verklebt zzgl. Schutzlage aus z. B. Vlies $\geq 300 \text{ g/m}^2$ , PVC-P-Bahnen, Bautenschutzmatte oder Dränagematten/-platten	1 Lage Bahnen aus EVA, FPO, PVC-P, 1,5 mm, lose verlegt oder verklebt zzgl. Schutzlage aus z. B. Vlies $\geq 300 \text{ g/m}^2$ , PVC-P-Bahnen, Bautenschutzmatte oder Dränagematten/-platten
	1 Lage Bahnen aus EPDM (homogen), 1,1 mm, oder EPDM (mit Verstärkung), 1,3 mm, lose oder im Selbstklebverfahren verlegt oder verklebt zzgl. Schutzlage aus z. B. Vlies $\geq 300 \text{ g/m}^2$ , PVC-P-Bahnen, Bautenschutzmatte oder Dränagematten/-platten	1 Lage Bahnen aus EPDM (homogen), 1,3 mm, oder EPDM (mit Verstärkung), 1,6 mm, lose oder im Selbstklebverfahren verlegt oder verklebt zzgl. Schutzlage aus z. B. Vlies $\geq 300 \text{ g/m}^2$ , PVC-P-Bahnen, Bautenschutzmatte oder Dränagematten/-platten
	Flüssig-(kunststoff-)Abdichtung (FLK) entsprechend Bauregelliste in 2 Arbeitsgängen, Minstdicke 2,0 mm <sup>3)</sup>	Flüssig-(kunststoff-)Abdichtung (FLK) entsprechend Bauregelliste in 2 Arbeitsgängen, Minstdicke 2,0 mm <sup>3)</sup>
	<sup>1)</sup> Verlegung auch auf V 60 S4 oder entsprechenden Kaschierungen von Wärmedämmungen möglich <sup>2)</sup> Verlegung auch auf entsprechenden Kaschierungen von Wärmedämmungen möglich <sup>3)</sup> soweit im allg. bauaufsichtl. Prüfzeugnis (abP) keine höheren Schichtdicken gefordert werden	

**Tabelle 18:** Gegenüberstellung der Abdichtungssysteme entsprechend DIN 18195-5, den Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008] und dem ZDB-Merkblatt »Verbundabdichtungen« [ZDB, 2010] bei jeweils mäßiger und hoher Beanspruchung

Aus der Tabelle 18 ist erkennbar, dass die Abdichtungen mit Bitumen- und Kunststoffbahnen in DIN 18195-5 und den Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008] im geforderten Aufbau grundsätzlich übereinstimmen. So enthalten die Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008] unter Punkt (2) in Abschnitt 1.1 auch den Hinweis, dass für Abdichtungen genutzter Dächer auch die Regelungen aus DIN 18195 zu beachten sind. Die grundlegenden Unterschiede zwischen beiden Regelwerken in Bezug auf den Außenbereich – denn auf diesen ist der Anwendungsbereich der Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008] begrenzt – bestehen darin, dass in DIN 18195 neben Abdichtungen mit Bah-

nen auch Abdichtungen mit anderen Bitumenwerkstoffen, z. B. Gussasphalt und KMB sowie in [ZVDH, 2008] Abdichtungen mit Flüssigkunststoffen (FLK), die weiter unten unter 5.3.3 behandelt werden, erfasst sind.

Die einzelnen Abdichtungssysteme werden in den nachfolgenden Unterkapiteln näher beschrieben. Diese Aufstellung berücksichtigt dabei nur die Abdichtungen in der Fläche der Bauteile ohne die Beschreibung der An- und Abschlüsse im Bereich von Fugen, Bauteilwechseln etc. sowie der erforderlichen Schutz- und Belagschichten. Die Regeln zur Planung und Ausführung dieser Detailpunkte sind in DIN 18 195 in den Teilen 8, 9 und 10 enthalten und werden in den Kapiteln 7.2 und 7.3 beschrieben. In Kapitel 5.4 werden besondere Aspekte von Abdichtungen auf genutzten Dach- und Deckenflächen behandelt.

### 5.3.2 Abdichtungen mit Bitumenwerkstoffen

Abdichtungen aus Bitumenwerkstoffen sind je nach Anwendungsbereich entweder entsprechend DIN 18 195-5 oder den Flachdachrichtlinien, Abschnitt 3 [ZVDH, 2008] herzustellen.

Für mäßig beanspruchte Abdichtungen sind demzufolge im Wesentlichen einlagige Abdichtungen aus Bitumenbahnen mit Gewebe-, Polyestervlies- oder Kupferbandeinlagen oder KSK-Bahnen ausreichend. Alternativ hierzu können entsprechend DIN 18 195-5 auch Abdichtungen aus Bitumenmassen hergestellt werden. Hier sind in erster Linie Abdichtungen aus einer in zwei Arbeitsgängen hergestellten kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtung (KMB) mit Verstärkungseinlage und einer Mindesttrockenschichtdicke von 3 mm von praktischer Bedeutung.

Für hoch beanspruchte Flächen sind bei Abdichtungen aus Bitumenwerkstoffen mehrlagige Bahnenabdichtungen vorzusehen. Darüber hinaus können – zweckmäßigerweise insbesondere in Verbindung mit Nuttschichten oder befahrbaren Belägen – gemäß DIN 18 195 auch Abdichtungen mit mindestens 25 mm dicken Gussasphaltdeckschichten auf einer Lage Bitumen-Schweißbahn mit hoch liegender Trägereinlage oder mit Edelstahlkaschierung ausgeführt werden.

Zudem sind auch weitere Kombinationen aus Gussasphalt, Metallbändern oder Asphaltmastix möglich. Abdichtungen mit Metallbändern und aus Asphaltmastix besitzen allerdings heute bei üblichen Abdichtungsaufgaben im Neubau keine wesentliche Praxisbedeutung mehr, so dass die Anforderungen an die Ausführung dieser Abdichtungen aus DIN 18 195-5 hier nicht im Einzelnen wiedergegeben werden.

Die Lagen mehrlagiger Bahnenabdichtungen sind untereinander vollflächig zu verkleben. Die untere Lage mehrlagiger Bahnenabdichtungen kann lose oder teilflächig verklebt auf dem Untergrund aufgebracht werden. Auf einem hierzu geeigneten Untergrund, beispielsweise auf Beton oder kaschierter Wärmedämmung, kann der Einbau – sofern im Hinblick auf einen ggf. erforderlichen Dampfdruckausgleich zulässig (Kapitel 6.4.2) – auch vollflächig verklebt erfolgen. Bei mehrlagigen Abdichtun-

gen sind die Nähte und Stöße der einzelnen Lagen parallel zueinander, aber gegeneinander versetzt anzuordnen. Auch innerhalb einer Abdichtungslage sind Kreuzstöße zu vermeiden und die Querstöße gegeneinander zu versetzen. Insbesondere im Zusammenhang mit Bitumen-Schweißbahnen sei darauf hingewiesen, dass der Einbau von Abdichtungslagen zusätzlich zu den oben genannten erforderlichen Lagen im Hinblick auf eine höhere Sicherheit nur insoweit sinnvoll ist, als durch die Gesamtdicke des Abdichtungspakets insbesondere im Zusammenhang mit Nähten und Stößen nicht die handwerklich fehlerfreie Herstellbarkeit von An- und Abschlüssen beeinträchtigt wird.

Werden mit Bitumenbahnen kaschierte roll- bzw. klappbare Wärmedämmungen als Untergrund für die Dachabdichtung eingebaut, kann die als Kaschierung vorhandene Bitumenbahn als untere Lage einer mehrlagigen Abdichtung nur dann eingesetzt werden, wenn sie aus einem hierfür geeigneten Bahnentyp besteht (Tabelle 16). Darüber hinaus müssen auch für die Kaschierung die Überlappungen an Stößen und Nähten mit den nach DIN 18 195-3 geforderten Breiten hergestellt und verklebt werden (Kapitel 3.2.2).

Der Einbau und die Verarbeitung der Bahnen erfolgt in den im Kapitel 3.2 beschriebenen Verfahren.

### 5.3.3 Abdichtungen mit Kunststoffbahnen

Abdichtungen mit Kunststoffbahnen können gemäß DIN 18 195-5 und den Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008] sowohl für mäßige als auch für hohe Beanspruchung einlagig und lose verlegt ausgeführt werden. Sie sind allerdings mit Schutzlagen zu kombinieren oder ggf. auf Bitumenbahnen vollflächig zu verkleben. Im letztgenannten Fall sind zwingend bitumenverträgliche Bahnen zu verwenden, die dann im Bürstestreich- oder im Flämmverfahren verklebt werden. Elastomerbahnen, d. h. Bahnen aus EPDM, können auch als selbstklebende Bahnen verwendet werden, die Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008] lassen dies sogar bei einer hohen Beanspruchung zu. Die Abdichtungsaufbauten sind im Einzelnen in Tabelle 18 dargestellt.

Bahnenstöße sind versetzt zueinander anzuordnen, d. h. T-Stöße sind zu vermeiden. Darüber hinaus gelten für die Nahtfügeverfahren die Ausführungen im Kapitel 3.3.2.2.

### 5.3.4 Abdichtungen mit Flüssigkunststoffen

Die Ausführung von Flüssigkunststoffabdichtungen (FLK) ist – auch wenn entsprechende Abdichtungsstoffe mittlerweile im Vorgriff auf die Neufassung der Norm in DIN 18 195-2 aufgenommen wurden – bislang im Wesentlichen in den Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008] geregelt.

Demzufolge sind Produkte aus ungesättigten Polyesterharzen (UP), Polyurethanharzen (PUR) oder Polymethylmethacrylaten (PMMA), die die Anforderungen aus Tabel-



le 11 sowie der nachstehenden Tabelle 19 aus [ZVDH, 2008] auf der Grundlage der ETAG 005 erfüllen, zu verwenden. Die Ausführung muss mindestens zweischichtig durch Streichen, Rollen oder Spritzen mit einer Mindestschichtdicke von 2,0 mm erfolgen, sofern in der europäischen technischen Zulassung (ETA) für das eingesetzte Produkt keine größere Schichtdicke gefordert ist.

<b>Stoffe</b>	<b>Mindestschichtdicke<sup>1)</sup> [mm]</b>	<b>Beanspruchung</b>	<b>Leistungsstufen nach ETAG 005<sup>2), 3)</sup></b>
Flexible ungesättigte Polyesterharze (UP)  Flexible Polyurethanharze (PUR), ein- und zweikomponentig  Flexible reaktive Polymethylmethacrylate (PMMA)	2,0	mäßig und hoch	Klimazone: M Erwartete Nutzungsdauer: W 3 Nutzlast: P 4 Dachneigung: S 1, S 2, S 3, S 4 Tiefste Oberflächentemperatur: TL 3 Höchste Oberflächentemperatur: TH 3
<sup>1)</sup> Wenn die in der europäischen Zulassung (ETA) angegebene Mindestschichtdicke höher ist als die hier geforderte Mindestschichtdicke, so gilt der höhere Wert. <sup>2)</sup> Zur Erläuterung der Leistungsstufen nach ETAG 005 siehe Kapitel 3.3.3. <sup>3)</sup> In Bezug auf die Dachneigung sind unabhängig von der tatsächlichen Dachneigung alle Neigungsstufen von S 1 bis S 4 nachzuweisen.			

**Tabelle 19:** Anforderungen an Systeme für Flüssigkunststoffabdichtungen (FLK) gemäß den Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008] auf der Grundlage der Zulassungskriterien aus der ETAG 005

Es ist stets eine Verstärkungseinlage aus Kunststoffaservliesen mit einem Flächengewicht von mindestens 110 g/m<sup>2</sup> in der Weise einzubauen, dass das Vlies in eine vorgelegte Menge Flüssigkunststoff eingebettet und frisch in frisch vollständig abgedeckt wird. An Nähten und Stößen der Einlage sollen Überlappungsbreiten von mindestens 50 mm eingehalten werden. Hinsichtlich der Zeitdauer zwischen dem Auftrag der einzelnen Abdichtungsschichten sind die Angaben des Produktherstellers zu beachten.

Flüssigkunststoffabdichtungen sollen einen vollflächigen Verbund mit dem Untergrund eingehen. In aller Regel ist deshalb eine Vorbehandlung des Untergrundes durch gründliches Säubern und Grundieren, ggf. sogar durch Anschleifen, erforderlich. Der Untergrund muss frei von losen oder den Verbund der Abdichtung mit dem Untergrund mindernden Fremdkörpern sein. Darüber hinaus soll der Untergrund trocken sein. Bei Beton- oder Estrichoberflächen muss ein maximaler Feuchtegehalt von 6 Masse-% eingehalten werden. Zur Vermeidung einer Auffeuchtung des Untergrundes bzw. einer trennend wirkenden Feuchtefilmbildung durch Tauwasserniederschlag muss die Oberflächentemperatur während der Verarbeitung mindestens 3 K oberhalb

der Taupunkttemperatur für das herrschende Klima liegen. In den Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008] ist der Hinweis enthalten, dass auch bei einer Einhaltung der vorstehend beschriebenen Untergrundbedingungen der geforderte vollflächige Verbund mit dem Untergrund unter Baustellenbedingungen nicht immer erzielbar ist und einzelne, kleine Fehlstellen nicht ausgeschlossen werden können.

### 5.3.5 Abdichtungen im Verbund mit Fliesen und Platten

Flüssig einzubauende Abdichtungen im Verbund mit Fliesen und Platten (AIV-F) sind für die hier behandelten Bauteile – zumindest bislang – im Wesentlichen gemäß dem Merkblatt »Hinweise für die Ausführung von Verbundabdichtungen mit Bekleidungen und Belägen aus Fliesen und Platten für den Innen- und Außenbereich« [ZDB, 2010] auszuführen.

Je nach Feuchtebeanspruchung unterscheidet das Merkblatt »Verbundabdichtungen« [ZDB, 2010] in

- **hohe** Beanspruchungen mit den Beanspruchungsklassen A, B und C, die gekennzeichnet sind durch
  - von innen drückendes Wasser im Innen- und Außenbereich (z. B. in Schwimmbecken) oder
  - eine sehr häufige oder lang anhaltende Beaufschlagung durch Brauch- und Reinigungswasser im Innenbereich (z. B. im Bereich von Schwimmbad-Umgängen) oder
  - eine sehr häufige oder lang anhaltende Beaufschlagung durch Brauch- und Reinigungswasser zusammen mit einer begrenzten chemischen Beanspruchung im Innenbereich (z. B. in gewerblichen Küchen) sowie
- **mäßige** Beanspruchungen mit den Klassen A0 und B0, die gekennzeichnet sind durch
  - eine nicht sehr häufige und zeitlich begrenzte Beaufschlagung durch Brauch- und Reinigungswasser im Innenbereich (z. B. in häuslichen Bädern)
  - eine Beaufschlagung im Wesentlichen durch Niederschlagswasser im Außenbereich, d. h. auf Balkonen und Loggien, die sich nicht oberhalb genutzter Räume befinden.

Hohe Beanspruchungen werden im Zusammenhang mit flüssig aufzubringenden Verbundabdichtungen außerhalb von Behältern und Becken mit drückendem Wasser insbesondere dadurch gekennzeichnet, dass die Wasserbeaufschlagung in Intervallen und über eine Zeitdauer erfolgt, die ein zwischenzeitliches Abtrocknen des Belagaufbaus oberhalb der Abdichtungsschicht nicht erwarten lässt.

Für die hier behandelten flüssig aufzubringenden Abdichtungen kommen entweder Kunststoffe in Form von Polymerdispersionen oder Reaktionsharzen oder aber Kunststoff-Mörtel-Kombinationen als mineralische Dichtungsschlämmen zum Einsatz. Diese sind in der Tabelle 20 entsprechend [ZDB, 2010] den Beanspruchungsklassen,

Beanspruchungsklassen		Anwendungsbereiche	Untergründe	
<b>A</b>	hohe Beanspruchung durch nicht-drückendes Wasser im Innenbereich	direkt und indirekt beanspruchte <sup>1)</sup> Flächen in Räumen, in denen sehr häufig oder lang anhaltend mit Brauch- und Reinigungswasser umgegangen wird, wie z. B. Umgänge von Schwimmbecken und Duschanlagen (öffentlich oder privat)	nur feuchtigkeitsunempfindliche <sup>2)</sup> Untergründe	
<b>C</b>	hohe Beanspruchung durch nicht-drückendes Wasser mit zusätzlichen chemischen Einwirkungen im Innenbereich	direkt und indirekt beanspruchte <sup>1)</sup> Flächen in Räumen, in denen sehr häufig oder lang anhaltend mit Brauch- und Reinigungswasser umgegangen wird, wobei es auch zu begrenzten chemischen Beanspruchungen der Abdichtung kommt, z. B. in gewerblichen Küchen und Wäschereien	nur feuchtigkeitsunempfindliche <sup>2)</sup> Untergründe	
<b>AO</b>	mäßige Beanspruchung durch nicht-drückendes Wasser im Innenbereich	direkt und indirekt beanspruchte <sup>1)</sup> Flächen in Räumen, in denen nicht sehr häufig mit Brauch- und Reinigungswasser umgegangen wird, z. B. in häuslichen Bädern, Badezimmern von Hotels, Bodenflächen mit Abläufen in diesen Anwendungsbereichen	feuchtigkeitsunempfindliche <sup>2)</sup> Untergründe	
			feuchtigkeitsempfindliche <sup>2)</sup> Untergründe	
<b>BO</b>	mäßige Beanspruchung durch Wasser im Außenbereich	direkt und indirekt beanspruchte <sup>1)</sup> Flächen im Außenbereich mit nicht-drückender Wasserbelastung, z. B. auf Balkonen oder Terrassen (nicht über genutzten Räumen)	nur feuchtigkeitsunempfindliche <sup>2)</sup> Untergründe	
<sup>1)</sup> Definitionen direkter und indirekter Beanspruchung gemäß Abschnitt 7 [ZDB, 2010] (s. unten) <sup>2)</sup> Definitionen feuchtigkeitsempfindlicher und feuchtigkeitsunempfindlicher Untergründe gem. Abschnitt 7 [ZDB, 2010] (s. unten) <sup>3)</sup> Bei Bodenflächen mit Bodenablauf sind feuchtigkeitsempfindliche Untergründe nicht zulässig.				

**Tabelle 20:** Beanspruchungsklassen für mäßige und hohe Beanspruchungen von Verbundabdichtungen durch nichtdrückendes Wasser in Anlehnung an [ZDB, 2010] (ohne Beanspruchungsklasse B – Behälterabdichtungen)

	Abdichtung erforderlich	Abdichtungsart, Produkte mit	Stoffe
	ja	<ul style="list-style-type: none"> <li>– ETA nach ETAG 022, Teil 1 mit Nachweisen für Beanspruchungsklasse A<sup>3)</sup></li> <li>– ETA ohne Leitlinie, die diesen Anwendungsbereich erfasst</li> <li>– abP nach BRL A, Teil 2, lfd. Nr. 1.10, Beanspruchungsklasse A</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Polymerdispersionen</li> <li>– Kunststoff-Mörtel-Kombinationen</li> <li>– Reaktionsharze</li> </ul>
	ja	<ul style="list-style-type: none"> <li>– abP nach BRL A, Teil 2, lfd. Nr. 1.10, Beanspruchungsklasse C, unter Berücksichtigung chemischer Einwirkungen</li> <li>– ETA ohne Leitlinie, die diesen Anwendungsbereich erfasst</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Reaktionsharze</li> </ul>
	ja <sup>5)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– ETA nach ETAG 022, Teil 1 mit Nachweis für Beanspruchungsklasse A<sup>4)</sup></li> <li>– ETA ohne Leitlinie, die diesen Anwendungsbereich erfasst</li> <li>– abP nach BRL A, Teil 2, lfd. Nr. 1.10, Beanspruchungsklasse A</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Polymerdispersionen</li> <li>– Kunststoff-Mörtel-Kombinationen</li> <li>– Reaktionsharze</li> </ul>
	ja		
	ja	<ul style="list-style-type: none"> <li>– abP nach BRL A, Teil 2, lfd. Nr. 1.10, Beanspruchungsklasse B</li> <li>– ETA ohne Leitlinie, die diesen Anwendungsbereich erfasst</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Kunststoff-Mörtel-Kombinationen</li> <li>– Reaktionsharze</li> </ul>

<sup>4)</sup> Siehe Teil II der Liste der technischen Baubestimmungen, lfd. Nr. 2.13

<sup>5)</sup> Bei feuchtigkeitsunempfindlichen Untergründen im mäßig beanspruchten Bereich ist eine Abdichtung auf Wandflächen je nach Anwendungsfall gemäß [ZDB, 2010] nicht zwingend erforderlich. Der Anschluss an andere wasserbeanspruchte Flächen ist mit einem Dichtband herzustellen (Achtung! Siehe Kapitel 5.4.3)

Anwendungsbereichen und jeweiligen bauaufsichtlichen Regelungsarten zugeordnet. Dabei gelten folgende Definitionen aus [ZDB, 2010]:

- Direkt beanspruchte Flächen:  
*»Fußboden- oder Wandflächen, die planmäßig bei bestimmungsgemäßem Gebrauch direkt mit Wasser beansprucht werden (z. B. Wände im Duschbereich, Fußböden bodengleicher Duschen, Wände über Badewannen mit Duscheinrichtung, Wände und Fußböden in öffentlichen Bädern). Das ablaufende Wasser wird durch einen planmäßig vorgesehenen Ablauf (Bodenablauf, Badewannen- oder Duschtassenablauf) abgeleitet. Flächen vor Badewannen und Duschtassen ohne wirksamen Spritzwasserschutz zählen auch zu den direkt beanspruchten Flächen, wobei diese Flächen keinen gesonderten Bodenablauf benötigen. Bodenflächen mit Bodenablauf gehören zu den direkt beanspruchten Flächen, auch wenn diese nicht planmäßig oder nur unregelmäßig beansprucht werden (Notabläufe).«*
- Indirekt beanspruchte Flächen:  
*»Fußboden- oder Wandflächen in Nassräumen außerhalb direkt beanspruchter Bereiche. Ein Bodenablauf ist grundsätzlich nicht erforderlich.«*
- Feuchtigkeitsempfindliche Untergründe:  
*»Stofflicher Aufbau: Wasserempfindlich, z. B. Gipswerkstoffe, Calciumsulfatestriche, Holzwerkstoffe (Anmerkung: Holzwerkstoffe sind als direkter Untergrund für Verbundabdichtungen mit Bekleidungen und Belägen aus Fliesen und Platten nicht geeignet.)«*
- Feuchtigkeitsunempfindliche Untergründe:  
*»Stofflicher Aufbau: Wasserunempfindlich, z. B. Bauteile aus Beton, zementäre Dichtputze, Putze der Mörtelgruppe P II und P III, Mauerwerk, Porenbeton, zementgebundene mineralische Bauplatten.«*

In den Tabellen 21 und 22 aus [ZDB, 2010] sind die für die jeweiligen Beanspruchungsklassen geeigneten Untergründe tabellarisch zusammengestellt.

Hierzu werden in ZDB, 2010 u. a. folgende Grundsätze formuliert:

- *»... Im hoch beanspruchten Bereich sind nur feuchtigkeitsunempfindliche Untergründe (für die Abdichtung; Anm. d. Verf.) zulässig.«*
- *»Im mäßig beanspruchten Bereich können auch feuchtigkeitsempfindliche Untergründe mit Abdichtung eingesetzt werden.«*
- *Bei Flächen mit Bodenablauf dürfen keine feuchtigkeitsempfindlichen Untergründe eingesetzt werden ...«*

Der Abdichtungsuntergrund muss gemäß [ZDB, 2010] ganz allgemein eben, tragfähig, frei von Löchern, Nestern oder durchgehenden Rissen sein und eine gleichmäßige Beschaffenheit aufweisen. Er muss frei sein von trennenden oder den Verbund mit dem Untergrund beeinträchtigenden Substanzen, z. B. Trennmitteln, Staub, Absandungen, losen Bestandteilen des Untergrundes, Bindemittelanreicherungen, Ausblü-

hungen und Verschmutzungen. Durch konstruktive Maßnahmen muss sichergestellt werden, dass sich die Rissbreite von Rissen im Untergrund um nicht mehr als 0,2 mm verändert. Wird für Abdichtungsprodukte mit abP oder ETA eine größere Rissüberbrückungsfähigkeit nachgewiesen, erhöht sich die konstruktiv einzuhaltende Rissweitenänderung dementsprechend. Unabhängig hiervon sollte die Lage und Ebenheit des Untergrundes derjenigen der fertigen Bekleidung bzw. des fertigen Bodens einschließlich Bekleidung/Belag entsprechen. Insofern sind diesbezüglich die Anforderungen aus DIN 18 202 einzuhalten. Größere Maßabweichungen sind vor dem Ausführen der Abdichtung auszugleichen.

Der Untergrund für eine Verbundabdichtung muss ausreichend trocken sein. Im Hinblick darauf, dass sich der Untergrund nach dem Aufbringen der Abdichtung nur begrenzt verformen darf, müssen die Abdichtungen auf Untergründen, die schwinden oder kriechen können, möglichst spät aufgebracht werden. Für Beton oder Mauerwerk aus bindemittelgebundenen Steinen nennt das Merkblatt »Verbundabdichtungen« [ZDB, 2010] als Richtwert eine erforderliche Zeitspanne von ca. 6 Monaten zwischen der Herstellung des Untergrundes und dem Aufbringen der Abdichtung, sofern die entsprechenden Verformungen nicht bereits zu einem früheren Zeitpunkt abgeklungen sind. Im Innenbereich sollen Zementestriche mindestens 28 Tage alt sein, wobei Estriche auf Trenn- und Dämmschichten vor dem Aufbringen hinsichtlich einer ausreichenden Trockenheit mit einer Messung im Calciumcarbid-Messverfahren (sogenannte CM-Messung) zu überprüfen sind. Hierbei sind folgende Maximalwerte einzuhalten:

- für beheizte, d. h. mit einer Fußbodenheizung versehene, calciumsulfatgebundene Estriche (Anhydritestriche): 0,3 CM-%
- für nicht beheizte calciumsulfatgebundenen Estriche: 0,5 CM-%,
- für Zementestriche: 2,0 CM-%.

Für so genannte Schnellestriche oder Estriche im Außenbereich sind die jeweiligen Herstellerangaben einzuhalten.

Die Abdichtungsschicht ist in mindestens zwei Arbeitsgängen entsprechend den Herstellervorgaben herzustellen. Vor dem zweiten Arbeitsgang muss die untere Teilschicht soweit getrocknet sein, dass sie durch den Auftrag der zweiten Teilschicht nicht beschädigt werden kann. Der Auftrag muss jeweils fehlerstellenfrei und – innerhalb der handwerklichen Grenzen – gleichmäßig erfolgen. Im Außenbereich sind grundsätzlich die Herstellerangaben heranzuziehen.

Für die Dicke der Abdichtungsschicht müssen bei mäßigen Beanspruchungen für die jeweiligen Abdichtungsstoffe in jedem Fall folgende Mindestdickenschichtdicken eingehalten werden:

- für Polymerdispersionen: 0,5 mm
- für Kunststoff-Mörtel-Kombinationen (flexible mineralische Dichtungsschlämmen): 2,0 mm
- für Reaktionsharze: 1,0 mm.

		Beanspruchungsklassen	
		Beanspruchung	
		Anwendungsbereiche	
Untergründe für mäßige Beanspruchung A0, B0 <sup>2)</sup>	Untergründe für hohe Beanspruchung A, B, C <sup>2)</sup>	Beton nach DIN 1045/DIN EN 206	
		Kalkzementputz der Mörtelgruppe P II CS III nach DIN V 18550 und DIN EN 998-1; Druckfestigkeit: 3,5 bis 7,5 N/mm <sup>2</sup>	
		Kalkzement-Leichtputz der Mörtelgruppe P II CS II nach DIN V 18550 und DIN EN 998-1; Druckfestigkeit $\geq 2,5$ N/mm <sup>2</sup>	
		Kalksandstein-Planblocksteine ohne oder nur mit dünner Spachtelung	
		Zementputz der Mörtelgruppe P III CS IV nach DIN V 18550 und DIN EN 998-1; Druckfestigkeit $\geq 6,0$ N/mm <sup>2</sup>	
		Zementputz in Schwimmbädern der Mörtelgruppe P III CS IV nach DIN V 18550 und DIN EN 998-1 ohne Zusatz von Kalkhydrat/Kalkzuschlag; Druckfestigkeit $\geq 6,0$ N/mm <sup>2</sup>	
		Hohlwandplatten aus Leichtbeton nach DIN 18148, verarbeitet nach DIN 4103 mit hydraulisch erhärtenden Mörteln	
		zementgebundene mineralische Bauplatten	
		Verbundelemente aus expandiertem oder extrudiertem Polystyrol mit Mörtelbeschichtung und Gewebearmierung	
		Porenbeton-Bauplatten nach DIN 4166, verarbeitet nach DIN 4103	
		Gipsputz der Mörtelgruppe P IV <sup>3)</sup> nach DIN 18550-1 und 18550-2	
		Gips-Wandbauplatten <sup>3)</sup> nach DIN EN 12859	
		Gipsfaserplatten nach DIN EN 15283-2, Gipsplatten nach DIN 18180 bzw. DIN EN 520 <sup>3)</sup>	

1) **Abdichtungsstoffe:** **D:** Polymerdispersionen **M:** Kunststoff-Zement-Mörtel-Kombinationen **R:** Reaktionsharze

2) Bei indirekter Beanspruchung gilt zusätzlich: In der Beanspruchungsklasse A sind bei indirekter Beanspruchung feuchtigkeitsempfindliche Untergründe für die Verbundabdichtung nicht zulässig. In der Beanspruchungsklasse A0 können bei indirekter Beanspruchung auch feuchtigkeitsempfindliche Untergründe zugelassen werden. Bei feuchtigkeitsunempfindlichen Untergründen der Beanspruchungsklasse A0 ist eine Abdichtung nach [ZDB, 2010] nicht zwingend erforderlich (Problematisch! Siehe Kapitel 5.4.3).

**Tabelle 21:** Anwendungstabelle für Abdichtungsstoffe für Verbundabdichtungen (AIV-F) an Wänden in Abhängigkeit von Untergrund und Beanspruchungsklasse in Anlehnung an [ZDB, 2010]

	Abdichtungsstoffe <sup>1)</sup> bei Beanspruchungsklasse <sup>2)</sup>				
	A	A0	B	B0	C
	hoch	mäßig	hoch	mäßig	hoch
	Definitionen (Tabelle 20)				
	DMR	DMR	MR	MR	R
	DMR	DMR	–	MR	R
	DMR	DMR	–	MR	R
	DMR	DMR	–	MR	R
	DMR	DMR	–	MR	R
	–	–	MR	–	–
	DMR	DMR	–	–	R
	DMR	DMR	–	–	R
	DMR	DMR	–	–	R
	DMR	DMR	–	–	R
	–	DMR	–	–	–
	–	DMR	–	–	–
	–	DMR	–	–	–

<sup>3)</sup> Bei direkter und indirekter Beanspruchung der Beanspruchungsklasse A sind feuchtigkeitsempfindliche Untergründe für die Verbundabdichtung nicht zulässig.



		Beanspruchungsklassen	
		Beanspruchung	
		Anwendungsbereiche	
Untergründe für mäßige Beanspruchung AO, BO <sup>2)</sup>	Untergründe für hohe Beanspruchung A, B, C <sup>2)</sup>	Beton nach DIN 1045/DIN EN 206	
		Zementestriche nach DIN 18560	
		Gussasphaltestriche nach DIN 18560	
		zementgebundene mineralische Bauplatten	
		Verbundelemente aus expandiertem oder extrudiertem Polystyrol mit Mörtelbeschichtung und Gewebearmierung <sup>4), 5)</sup>	
	Gipsfaserplatten <sup>4)</sup> nach DIN EN 15283-2, Gipsplatten <sup>4)</sup> nach DIN 18180 bzw. DIN EN 520 <sup>4)</sup>		
	calciumsulfatgebundene Estriche nach DIN 18560 <sup>4)</sup>		

<sup>1)</sup> **Abdichtungsstoffe:** **D:** Polymerdispersionen **M:** Kunststoff-Zement-Mörtel-Kombinationen **R:** Reaktionsharze

<sup>2)</sup> Bei indirekter Beanspruchung gilt zusätzlich: In der Beanspruchungsklasse A sind bei indirekter Beanspruchung feuchtigkeitsempfindliche Untergründe für die Verbundabdichtung nicht zulässig. In der Beanspruchungsklasse AO können bei indirekter Beanspruchung auch feuchtigkeitsempfindliche Untergründe zugelassen werden. Bei feuchtigkeitsunempfindlichen Untergründen der Beanspruchungsklasse AO ist eine Abdichtung nach [ZDB, 2010] nicht zwingend erforderlich (Problematisch! Siehe Kapitel 5.4.3).

**Tabelle 22:** Anwendungstabelle für Abdichtungsstoffe für Verbundabdichtungen (AIV-F) auf Bodenflächen in Abhängigkeit von Untergrund und Beanspruchungsklasse in Anlehnung an [ZDB, 2010]

Bei hoher Beanspruchung, d. h. im bauaufsichtlich geregelten Bereich, sind hinsichtlich der Mindesttrockenschichtdicken die Angaben aus dem allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnis einzuhalten.

Ganz allgemein sind flüssig aufzubringende Verbundabdichtungen bis zur vollständigen Durchtrocknung/Aushärtung vor Wasserbeaufschlagung und Frosteinwirkung zu schützen.

Das Ansetzen/Verlegen der Beläge und Bekleidungen erfolgt in einem gesonderten Arbeitsgang nach der vollständigen Trocknung der Abdichtungsschicht gemäß DIN 18157 im Dünnbettverfahren. Der Dünnbettmörtel bzw. -klebstoff muss nach DIN EN 12004 geprüft, mit einem CE-Zeichen gekennzeichnet und im allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnis (abP) bzw. der entsprechenden ETA des Abdichtungs-

	Abdichtungsstoffe <sup>1)</sup> bei Beanspruchungsklasse <sup>2)</sup>				
	A	A0	B	B0	C
	hoch	mäßig	hoch	mäßig	hoch
	Definitionen (Tabelle 20)				
	MR	DMR	MR	MR	R
	MR	DMR	MR	MR	R
	MR	DMR	–	–	R
	MR	DMR	–	MR	R
	MR	DMR	–	–	R
	–	DMR	–	–	–
	–	DMR	–	–	–
<div><div><sup>3)</sup> Bei direkter und indirekter Beanspruchung der Beanspruchungsklasse A sind feuchtigkeitsempfindliche Untergründe für die Verbundabdichtung nicht zulässig.</div><div><sup>4)</sup> ohne Bodenablauf</div><div><sup>5)</sup> falls Bodenabläufe vorgesehen sind, müssen Elemente mit werkseitig eingebautem Bodenablauf und Eignungsnachweis durch ein abP verwendet werden.</div></div>					

systems namentlich benannt sein. Bei Bodenbelägen sind – insbesondere in öffentlichen und gewerblichen Bereichen – ggf. bestehenden Anforderungen an die Rutschsicherheit beispielsweise entsprechend [HVBG, 2003] zu beachten.

## 5.4 Besondere Aspekte bei Abdichtungen von genutzten Dach- und Deckenflächen

### 5.4.1 Einführung

Die in den nachfolgenden Abschnitten behandelten Aspekte sollten bereits in einem möglichst frühzeitigen Planungsstadium Berücksichtigung finden und in grundlegenden Entwurfsentscheidungen einbezogen werden. Eine Nichtberücksichtigung kann gravierende Beeinträchtigungen des optischen Erscheinungsbildes (z. B. Anordnung von Regenfallleitungen an Fassaden) oder auch schwerwiegende technische Mängel nach sich ziehen, die häufig nur durch Notlösungen außerhalb der allgemein anerkannten Regeln der Technik behoben werden können. Oft bleibt beispielsweise in der Planung unberücksichtigt, dass die Gesamthöhe eines Dach- oder Deckenaufbaus nicht nur die Höhe aus der tragenden Konstruktion zuzüglich der Nutz-, Belag- oder Vegetationsschicht, sondern vielmehr auch die aus Dränschichten und der notwendigen Gefällegebung resultierenden Höhen sowie die erforderlichen Abschlusshöhen der Abdichtung an aufgehenden Bauteilen umfasst. Da ggf. erforderliche Versprünge der Rohdeckenebene deshalb nicht bedacht wurden und sich bereits festgelegte Decken-, Brüstungs- und Öffnungshöhen zumeist in einem späten Planungsstadium nicht mehr ohne weiteres ändern lassen, können dann Raumhöhen, Gefälle o.Ä. häufig nicht wie geplant hergestellt werden.

### 5.4.2 Deckenkonstruktion und Abdichtungsuntergrund

Zur Herstellung einer fachgerechten und dauerhaften Abdichtung sind in der Planung bereits Wechselwirkungen zwischen dem Bauwerk und der Abdichtung zu berücksichtigen. So sind nach DIN 18195-5 abzudichtende Decken aus großformatigen Fertigteilelementen, z. B. Stahlbetonplatten bei Parkdecks o.Ä., so herzustellen, dass Querkräfte an den Auflager- und Längsfugen der Elemente übertragen werden und hier keine kritischen Versätze auftreten. In der Regel wird diesbezüglich zur Stabilisierung ein bewehrter Aufbeton eingebaut. Durch konstruktive Maßnahmen ist sicherzustellen, dass Schwindrisse im Abdichtungsuntergrund auf eine Rissbreite  $\leq 0,5 \text{ mm}$  beschränkt werden und diese Risse bei weiteren Bewegungen eine Breite von maximal 2 mm und einen Versatz der Rissufer gegeneinander in der Abdichtungsebene von 1 mm aufweisen. Diese Anforderungen gelten für aufklaffende Arbeitsfugen sinngemäß. Bei Abdichtungen aus kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtungen (KMB) muss eine Aufweitung von Schwindrissen o.Ä. auf maximal 1 mm und ein Versatz der Rissufer in Abdichtungsebene auf maximal 0,5 mm beschränkt bleiben.

Darüber hinaus sind bei der Herstellung der Abdichtungen in jedem Fall die Anforderungen an die Beschaffenheit des Untergrundes einzuhalten. Entsprechend DIN 18195-3 und den Flachdachrichtlinien müssen Bauwerksflächen, auf die Abdichtungen aufgebracht werden,

- weitgehend lückenlos und stetig verlaufend
- oberflächentrocken, frostfrei, fest und eben
- frei von Nestern, klaffenden Rissen, Graten und haftmindernden Verunreinigungen
- für eine zuverlässige, handwerklich fachgerechte Ausführung der Abdichtung geeignet

sein. Vertiefungen > 5 mm, z. B. offene Stoß- und Lagerfugen etc., sind mit geeignetem Mörtel zu verschließen. Kleinere Unebenheiten sollten je nach Abdichtungsstoff durch eine Kratzspachtelung o.Ä. beseitigt werden. Grundsätzlich sind nach DIN 18 195-3 Kanten zu fassen und Kehlen zu runden (»Flaschenkehle«) bzw. in Kehlen keilförmige Formteile aus Wärmedämmstoffen (»Frostkeil«) einzubauen.

Bei Abdichtungen, die unmittelbar auf Schalungen aus Holz oder Holzwerkstoffen aufgebracht werden, z. B. bei Holzbalkendecken, ist die Anordnung einer Trennschicht erforderlich. Dachschalungen aus Holz und Holzwerkstoffen sind tragende Bauteile und insofern nach DIN 68 800 gegen holzerstörenden Schädlingsbefall zu schützen. Bei Schalungen aus Holz müssen die verwendeten Bretter der Sortierklasse S 10 nach DIN 4074-1 entsprechen, dürfen über eine Breite von max. 16 cm verfügen und müssen lufttrocken und gespundet, d. h. mit Nut und Feder versehen sein. Bei Schalungen aus Holzwerkstoffen müssen die verwendeten Platten trocken sein und eine gleichmäßige Dicke aufweisen. Die Kantenlänge der Platten sollte 2,05 m nicht überschreiten. Enthaltene Binde- und Schutzmittel dürfen den Dachaufbau nicht schädlich beeinflussen. Die verwendeten Holzwerkstoffe müssen sich für den Anwendungsfall eignen und feuchteunempfindlich sein (Kapitel 6.4.1).

Wird die Abdichtung unmittelbar auf Wärmedämmschichten aufgebracht, müssen diese in ihrer Oberfläche eben sein, d. h. es dürfen beispielsweise keine Ausgleichskanäle vorhanden sein. Der Dämmstoff muss mit dem aufzubringenden Abdichtungsmaterial verträglich sein, bei Bitumenschweißbahnen oder mit Heißbitumen einzubauenden Dachdichtungsbahnen muss ein Dämmstoff mit überlappender Kaschierung eingesetzt werden. Platten- und bahnenförmige Dämmstoffe sind im Verband zu verlegen. Die als Unterlage für eine Abdichtung verwendeten Dämmstoffe müssen werkstoffspezifisch für die Verlegung einer Dachabdichtung geeignet, z. B. je nach Nutzung ausreichend druckfest sein. In der Tabelle 23 aus [ZVDH, 2008] sind die Einsatzgebiete für Wärmedämmstoffe unter Berücksichtigung von Anwendungstyp und Druckbelastbarkeit zusammengestellt.

Wärmedämmstoff	Anwendungstyp <sup>1)</sup>	Druckbelastbarkeit <sup>1), 2)</sup>	Einsatzgebiet <sup>3)</sup>
EPS	DAA	dh	Terrasse, Dachbegrünung
XPS	DAA DUK	dh, ds	Terrasse, Dachbegrünung, Umkehrdach, Parkdeck PKW <sup>4)</sup>
PUR/PIR	DAA	dh, ds	Terrasse, Dachbegrünung, Parkdeck PKW <sup>4)</sup>
CG	DAA	dh, ds, dx	Terrasse, Dachbegrünung, Parkdeck PKW <sup>4)</sup> , Parkdeck LKW <sup>4)</sup>
<sup>1)</sup> Nach DIN 4108-10 bzw. bauaufsichtlicher Zulassung <sup>2)</sup> <b>dh:</b> hohe Belastbarkeit; <b>ds:</b> sehr hohe Belastbarkeit; <b>dx:</b> extrem hohe Belastbarkeit <sup>3)</sup> Mindestanforderung <sup>4)</sup> Je nach Lastverteilung im Belagaufbau ist auch eine höhere Fahrbeanspruchung möglich; ggf. ist das Langzeitverhalten des Dämmstoffs nachzuweisen.			

**Tabelle 23:** Einsatzgebiete für Wärmedämmstoffe auf genutzten Dach- und Deckenflächen nach [ZVDH, 2008]

### 5.4.3 Abdichtungen in häuslichen Bädern

Gemäß DIN 18195-5 sind Abdichtungen in einem Innenraum stets dann zwingend erforderlich, wenn es sich bei diesem Raum um einen »Nassraum« handelt. Dieser ist in DIN 18195-1 als ein Innenraum definiert, »in dem nutzungsbedingt Wasser in solcher Menge anfällt, dass zu seiner Ableitung eine Fußbodenentwässerung erforderlich ist. Bäder im Wohnungsbau ohne Bodenablauf zählen nicht zu den Nassräumen.«

Insofern – und da zu erwarten ist, dass ein solcher Bodenablauf auch als Ausguss benutzt wird – sind Bäder im Wohnungsbau, die einen Bodenablauf aufweisen, in jedem Fall zumindest im Bereich des Fußbodens und zweckmäßigerweise auch im Bereich spritzwasserbeaufschlagter Wandflächen gemäß DIN 18195-5 abzudichten. Dies gilt insbesondere auch für den Fall der früher weit verbreiteten indirekten Entwässerung von Badewannen o.Ä. in Bodenabläufe oder bei bodengleichen Duschen ohne separate Duschwanne.

Ob und inwieweit Abdichtungen in Bädern im üblichen Wohnungsbau ohne Bodenabläufe erforderlich sind, wird in der Fachwelt seit längerem kontrovers diskutiert (z. B.

[Oswald, 2001], [Cziesielski, 1994]). DIN 18 195-5 enthält diesbezüglich in Abschnitt 7.2 lediglich den Hinweis:

*»Bei häuslichen Bädern ohne Bodenablauf mit feuchtigkeitsempfindlichen Umfassungsbauteilen (z. B. Holzbau, Trockenbau, Stahlbau) muss der Schutz gegen Feuchtigkeit bei der Planung besonders beachtet werden.«*

In VDI 6000-1 »Ausstattung von und mit Sanitärräumen – Wohnungen« wird gefordert:

*»Der Fußboden ist nach DIN 18 195, Wandflächen sind mit geeigneten Materialien abzudichten«*

Im Merkblatt »Verbundabdichtungen« [ZDB, 2010] werden im Abschnitt 3 folgende Grundsätze formuliert:

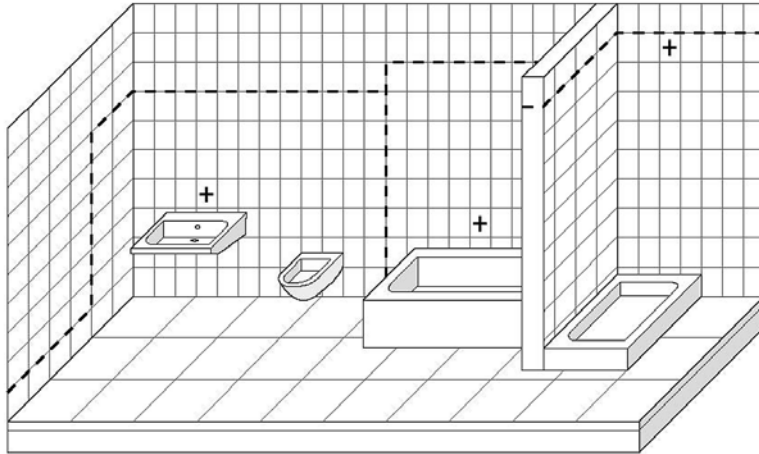
*»Alle Flächen, die bestimmungsgemäß durch Feuchtigkeit mäßig oder hoch beansprucht werden, müssen grundsätzlich abgedichtet werden ... Bei feuchtigkeitsunempfindlichen Untergründen im mäßig beanspruchten Bereich ist eine Abdichtung auf Wandflächen nicht zwingend erforderlich.«*

Auch bei Berücksichtigung der Empfehlungen zu Bodenabläufen im Abschnitt 5.7.2.3 in DIN 1986-100 wäre in häuslichen Bädern stets eine Abdichtung nach DIN 18 195-5 vorzusehen, da es dort wörtlich heißt:

*»Bäder in Wohnungen sollten einen Bodenablauf erhalten. Die ständige Erneuerung des Sperrwassers [im Geruchsverschluss; Anm.] ist durch Anschluss eines – häufig genutzten – Entwässerungsgegenstandes sicherzustellen.«*

Zu dieser Diskussion ist festzustellen, dass im Hinblick auf die heute insbesondere auch in Fußbodenaufbauten vorhandenen Dämmschichten (z. B. Trittschalldämmung) in aller Regel feuchteempfindliche Konstruktionsaufbauten vorhanden sind und insofern nach Auffassung der Autoren zumindest auf Bodenflächen in jedem Fall eine Abdichtung erforderlich ist. Selbst wenn man für Fliesenbeläge und -bekleidungen bei der hier zu erwartenden mäßigen Wasserbeanspruchung eine für den Schutz einer feuchteunempfindlichen Baukonstruktion ausreichende Wasserdichtheit unterstellt, sind dennoch nicht die Wand- und Bodenflächen an sich, sondern die Fugen in den Raumkanten (z. B. die Bodenfugen) oder in Anschlussbereichen insbesondere an Bade- und Duschwannen die neuralgischen Punkte. Diese Fugen werden zumeist mit spritzbaren Dichtstoffen verschlossen, die jedoch erfahrungsgemäß nicht geeignet sind, ausreichend dauerhaft die erforderliche Dichtigkeit dieser Fugen zu gewährleisten [Bredemeyer, 2007]. Folgerichtig wird im Merkblatt »Verbundabdichtungen« [ZDB, 2010] explizit darauf hingewiesen, dass Dichtstofffugen in den Anschlussbereichen von Bade- und Duschwannen keine Abdichtungsmaßnahme darstellen und die Abdichtung unter Bade- und Duschwannen geschlossen fortzuführen ist. Bei einem Reißen des Dichtstoffs kann nämlich insbesondere bei Bodenfugen aufgrund der Randfugen des Estrichs der Zutritt von Wasser zur Trittschalldämmung nicht verhindert werden. Dies kann zu unmittelbaren Schäden an der Dämmschicht selbst,

zum anderen aber auch verdeckte Schimmelpilzbildung und damit eine potenzielle Gesundheitsgefährdung hervorrufen. Insofern sollten auch bei Bädern im Wohnungsbau ohne Bodenablauf generell Abdichtungen zumindest in Form von Verbundabdichtungen vorgesehen werden. Bild 33 enthält hierzu eine schematische Darstellung der gemäß VDI 6000-1 abzudichtenden Wandbereiche.



**Bild 33:** Schematische Darstellung der entsprechend VDI 6000-1 abzudichtenden Flächen in häuslichen Bädern

Als in hohem Maße problematisch einzustufen sind in diesem Zusammenhang ähnliche Darstellungen im Merkblatt »Verbundabdichtungen« [ZDB, 2010], in denen Wandflächen oberhalb von Badewannen und Flächen in Duschen mit »A0« gekennzeichnet sind. So fordert [ZDB, 2010] für diese Flächen bei feuchteunempfindlichen Untergründen nicht zwingend eine Abdichtung. Die verbleibende Unklarheit bei Planern und Ausführenden dürfte in Verbindung mit potenziellen Schwachpunkten in Übergangsbereichen zu abgedichteten Flächen und üblichen baupraktischen Gegebenheiten gebrauchstaugliche, schadenfreie Lösungen zumindest erschweren oder im Einzelfall auch gefährden.

Zusammenfassend sollten deshalb nach Auffassung der Autoren in Bädern des Wohnungsbaus in jedem Fall

- Bodenflächen mit Bodenabläufen, also auch bodengleiche Duschen, entsprechend DIN 18 195-5 oder zumindest mit einer Verbundabdichtung nach [ZDB, 2010] in der Beanspruchungsklasse A
- Bodenflächen ohne Bodenabläufe und spritzwasserbeaufschlagte Wandflächen, z. B. Wandflächen in und unmittelbar angrenzend an Duschen, zumindest gemäß [ZDB, 2010] mit einer Verbundabdichtung gegen eine Beanspruchung der Klasse A0

abgedichtet werden.

### 5.4.4 Entwässerung und Gefällegebung

Grundsätzlich ist die Abdichtungsunterlage mit einem Gefälle zu versehen, damit auf die Abdichtung einwirkendes Wasser dauerhaft wirksam so abgeführt wird, dass

- kein bzw. nur geringfügiger hydrostatischer Druck entstehen kann
- auch geringe, längerfristig auf der Abdichtung stehende Wassermengen keine Schäden an Schutz- und Belagschichten (z. B. Estrichen oder Plattenbelägen im Mörtelbett) oder an den Abdichtungen selbst hervorrufen können (DIN 18195, [ZVDH, 2008]).

Ausnahmen sind intensiv begrünte Dächer mit einer planmäßigen Anstaubewässerung.

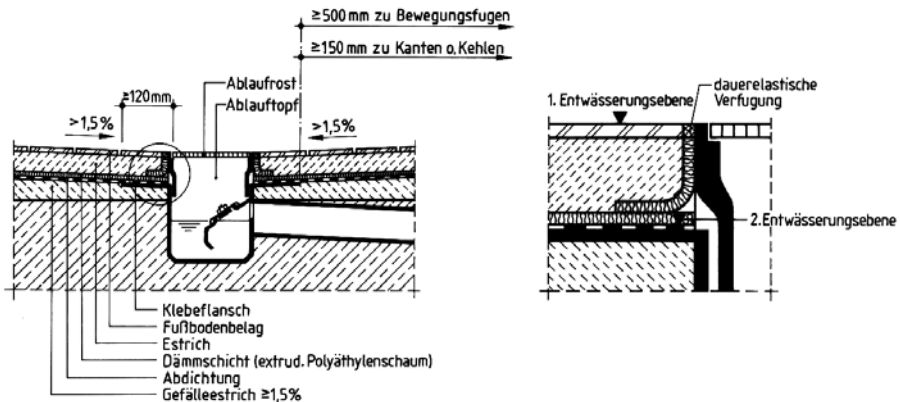
Konkrete Angaben zur Größe des Gefälles sind in DIN 18195-5 und in den Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008] nicht enthalten. Zudem wird die Forderung nach einer Gefälleausbildung auch nur für den Fall erhoben, dass sich ein fehlendes Gefälle schädigend auf Schutz- und Belagschichten auswirken kann. Allerdings scheiden unabhängig hiervon gefällelose Abdichtungsschichten unter Estrichen in Innenräumen schon allein aus hygienischen Gründen aus. Da jedoch aufgrund eintretender Durchbiegungen von Deckenkonstruktionen, Bautoleranzen sowie eines behinderten Wasserabflusses durch Überlappungen der Abdichtungen an Nähten, Stößen und Anschlüssen schon bei planmäßigem Gefälle eine völlige Pfützenfreiheit nicht erzielbar ist, muss bei einer gefällelosen Ausführung von Wasseransammlungen ausgegangen werden, die auch im Außenbereich in der Regel nicht tolerierbar sind. So sind z. B. an Holzbelägen Fäulniserscheinungen, bei Belägen im Splittbett Humusbildung und ggf. unangenehme Geruchsbelästigungen sowie bei einem Anstauen von Wasser über die Höhe von Dränschichten an Estrichen Frostschäden zu erwarten. Insofern dürften – wie in der Ausgabe der Flachdachrichtlinien von September 2003 [ZVDH, 2003] noch durchaus zutreffend benannt – gefällelose Abdichtungen auf Dächern und Deckenflächen mit Nutzschichten Sonderkonstruktionen darstellen, auf die nicht »ohne Not« bzw. nur unter besonderen Umständen zurückgegriffen werden sollte (z. B. bei planmäßiger Anstaubewässerung). Wird bei Abdichtungen unterhalb von Schutz- oder Belagschichten das Abfließen des Wassers auf der Abdichtung durch diese Schichten behindert, sollten Dränschichten (z. B. Dränagematten) eingebaut werden. Gleiches gilt unterhalb von Erdüberdeckungen mit einem Durchlässigkeitsbeiwert von  $k \leq 10^{-4}$  m/s (z. B. bei Hofkellerdecken). Hier sind Dränmaßnahmen entsprechend DIN 4095 vorzusehen, die dann jedoch ein Mindestgefälle der Abdichtungsebene von 3 % erfordern (Regelfallbemessung, Kapitel 8.2.2).

Auch zur Größe und Erforderlichkeit eines Gefälles von Nutz- und Belagschichten werden weder in DIN 18195 oder [ZVDH, 2008] noch im Merkblatt »Verbundabdichtungen« [ZDB, 2010] Aussagen getroffen. Gleichwohl gelten zum einen die oben genannten Zielstellungen für eine Gefällegebung der Abdichtung auch für Abdichtungen im Verbund mit Fliesen und Platten. Hier können bei Abdichtungen auf der Basis von Polymerdispersionen bei länger stehenden Pfützen auf Dauer Schäden an der



Abdichtung durch so genannte Verseifungserscheinungen nicht ausgeschlossen werden. Zum anderen kann eine Gebrauchstauglichkeit der Nutz- und Belagflächen allein schon im Hinblick auf die Vermeidung von Pfützen, Eisbildung und Verschmutzung und eine hieraus resultierende Rutschgefahr ohne entsprechende Gefällegebung nicht ohne weiteres erwartet werden. Insofern sollte in der Regel sowohl für die Abdichtungsebene als auch für die Ebene der Nutz- und Belagschicht ein Gefälle in einer Größenordnung von ca. 2 % vorgesehen werden [Oster, 2004]. Lediglich bei auf Stelzlager verlegten Plattenbelägen im Freien mit offenen, ausreichend breiten Fugen ( $b \geq 5 \text{ mm}$ ; z. B. [Oswald, 2007-2]) erscheint eine gefällelose Ausführung von Abdichtung und Belag als gebrauchstauglich, sofern die Plattenoberfläche vergleichsweise unempfindlich gegenüber Verschmutzung und Rutschgefahr ist. Sinnvollerweise sollte deshalb sowie im Hinblick auf ein jederzeit und einfach mögliches Aufnehmen des Belags auch das Plattenformat begrenzt bleiben. Gewisse Einschränkungen in der Dauerhaftigkeit der Abdichtung infolge länger stehenden Wassers sind jedoch ggf. nicht auszuschließen.

Zur Abführung des auf die Abdichtung bzw. die Nutz- und Belagschichten einwirkenden Wassers ist neben einem Gefälle insbesondere auch eine planmäßige Entwässerung entsprechend DIN EN 12056 bzw. DIN 1986-100 erforderlich. In jedem Fall ist dafür Sorge zu tragen, dass nicht nur das auf eine ggf. vorhandene Belag- oder Nutzschicht ablaufende Wasser abgeführt, sondern auch die Abdichtungsebene entwässert wird (2. Entwässerungsebene, Bild 34).



**Bild 34:** Entwässerung der Nutzschicht- und der Abdichtungsebene (2. Entwässerungsebene)

Die Entwässerung kann zum einen nach außen über vorgehängte Regenrinnen und hieran angeschlossene Fallleitungen erfolgen. Eine außenliegende Entwässerung ohne Regenrinnen über Wasserspeier oder Tropfleisten ist nach DIN 1986-100 nur dann zulässig, wenn Dritte hierdurch nicht beeinträchtigt werden. Darüber hinaus müssen ein im Hinblick auf die zusätzliche Wasserbeanspruchung ausreichender Schutz des Bauwerks vor Durchfeuchtungen und ein ungehinderter Ablauf bzw. eine

Versickerung des ablaufenden Wassers sichergestellt sein. Eine derartige Entwässerung dürfte deshalb nur dann infrage kommen, wenn die betreffenden Balkone/Terrassen weder unmittelbar an Verkehrsflächen grenzen noch oberhalb von weiteren Balkonen und Terrassen liegen. Mehrgeschossige Balkonkonstruktionen mit Belägen aus Holzrosten ohne geschlossene Unterlage sind aus diesem Grund beispielsweise kaum als gebrauchstauglich einzustufen.

Zum anderen kann das Abführen von Niederschlagswasser auch innenliegend über Abläufe erfolgen. Hierbei ist zu beachten, dass

- die Entwässerung auf möglichst kurzem Weg erfolgt
- die Abläufe an Tiefpunkten der zu entwässernden Flächen angeordnet werden, z. B. bei größeren Deckenflächen im Hinblick auf die zu erwartenden Durchbiegungen in der Regel in deren Mitte
- die Abläufe unter Berücksichtigung von Belagschichten, Bekleidungen etc. leicht zugänglich gehalten werden
- durch Bewegungsfugen oder Aufkantungen getrennte Dachbereiche getrennt entwässert werden.

Entsprechend DIN 1986-100 muss zur Vermeidung eines Anstauens bei Starkregenernissen mit Wassermengen oberhalb des so genannten Berechnungsregens jedem Ablauf eine Notentwässerung zugeordnet werden. Hierzu wird im Abschnitt 5.9 der DIN 1986-100 wörtlich ausgeführt:

*»Die Notentwässerung kann über Notüberläufe oder Notabläufe erfolgen.*

*Die Notentwässerung darf nicht an die Entwässerungsanlage angeschlossen werden, sondern muss mit freiem Auslauf auf schadlos überflutbare Grundstücksflächen entwässert werden. Von jedem Dachablauf aus muss ein freier Abfluss auf der Dachabdichtung zu einer Notentwässerung mit ausreichendem Abflussvermögen vorhanden sein. Lässt die Dachgeometrie eine freie Notentwässerung über die Fassade nicht zu, muss zur Sicherstellung der Notentwässerungsfunktion ein zusätzliches Leitungssystem mit freiem Auslauf auf das Grundstück diese Aufgabe übernehmen.*

*Notabläufe können als Attikaabläufe frei durch die Attika entwässern ...«*

Bei Balkonen, Terrassen und Loggien mit geschlossener Umwehrung muss zusätzlich zum »regulären« Ablauf ein Notablauf oder ein Notüberlauf in der Umwehrung vorgesehen werden. Der Notüberlauf muss eine lichte Weite von mindestens 40 mm aufweisen. Anschluss- und Fallleitungen von Balkon- Terrassen oder Loggiaabläufen dürfen keinesfalls an die Regenfallleitungen der Dachentwässerung angeschlossen werden.

Darüber hinaus ist im Zusammenhang mit der Auswahl von Belagaufbauten und -schichten zu berücksichtigen, dass nach DIN 1986-100 Regeneinzugsflächen aus zementgebundenen Baustoffen versiegelt werden müssen, um Kalkinkrustationen in Entwässerungsanlagen zu vermeiden.

### 5.4.5 Flüssigkunststoffabdichtungen als Belagschicht

Entsprechend den Ausführungen in Kapitel 3.4 unter Punkt (5) in [ZVDH, 2008], denen zufolge Abdichtungen nicht gleichzeitig als Nuttschicht dienen dürfen, sind auch Flüssigkunststoffabdichtungen durch separate Schutzschichten, z. B. aus Perimeterdämmplatten, Estrichen oder Betonplatten, vor Beschädigung zu schützen. Im Einklang hiermit ist z. B. im Anhang II zu [ZVDH, 2008] auf Abb. 6.4 im Zusammenhang mit einem Türanschluss eine FLK-Abdichtung unterhalb eines im Splittbett verlegten Plattenbelags dargestellt. Die in der Praxis sehr häufig anzutreffende Ausführung von FLK-Abdichtungssystemen als Nuttschicht ohne zusätzliche Schutzschichten im Sinne von z. B. DIN 18195-10 (d. h. Estriche oder Betonplatten) ist auf genutzten Deckenflächen demzufolge zunächst als nicht den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechend einzustufen.

Andererseits liegt ein wesentlicher Vorteil von vielen am Markt befindlichen FLK-Abdichtungssystemen gerade darin, dass Abdichtungen – insbesondere bei Abdichtungsarbeiten im Bestand – ohne zusätzliche Schutz- und Nuttschichten ausgeführt und auf diese Weise auch unter Berücksichtigung erforderlicher Gefälle gegenüber konventionellen Schichtenfolgen Aufbauten mit deutlich geringerer Höhe realisiert werden können. Gerade bei Abdichtungssystemen für genutzte Flächen ist zum einen festzustellen, dass die diesbezüglich bewährten Produkte nicht nur einen zweischichtigen, abdichtungsrelevanten Aufbau, sondern darüber hinaus üblicherweise je nach zu erwartender mechanischer Beanspruchung systemkonforme zusätzliche Verschleißschichten vorsehen. Zum anderen erscheint gerade bei genutzten Flächen – FLK-Abdichtungen haben sich insbesondere auch auf Balkonen, Terrassen, Parkdecks oder in Parkhäusern bewährt – das aus einer nicht vorhandenen konventionellen Schutzschicht resultierende Risiko tolerabel, da entstandene mechanische Beschädigungen an der Abdichtung leicht erkannt und gut beseitigt werden können. So ist der Anwendungsfall »direkt genutzt« auch in der Anlage 2/3 zu Punkt 2.3 des Teils II der Liste der technischen Baubestimmungen (Ausgabe 2010-09, [DIBt]) explizit beschrieben und hinsichtlich der zu erfüllenden Leistungsstufen nach ETAG 005 wie folgt definiert:

- Klimazone: S
- erwartete Nutzungsdauer: W3
- Nutzlast: P4
- geringste/höchste Oberflächentemperatur: TL3/TH3
- Mindestdicke: 2,0 mm.

Diese Anforderungen entsprechen im Wesentlichen den für genutzte Dachflächen in [ZVDH, 2008] geforderten Leistungsstufen, lediglich hinsichtlich der Klimazone wird hier nicht nur die Stufe M, sondern die Stufe S, also eine höhere Beanspruchung, gefordert. Auch in Anbetracht der im Außenbereich zu erwartenden hohen Beanspruchungen erscheinen die Leistungsstufen TL3 bzw. TH3 hinsichtlich der zu erwartenden Oberflächentemperaturen unter Berücksichtigung des in Tabelle 10 dargestellten

Temperaturspektrums ( $-20/+80\text{ °C}$ ) hier als ausreichend. Höhere Anforderungen, wie sie beispielsweise an ungenutzte Flachdächer der Anwendungskategorie K2 mit TL4 bzw. TH4 ( $-30/+90\text{ °C}$ ) gestellt werden, dürften im Hinblick darauf, dass es sich bei genutzten Dachflächen in aller Regel um Flächen handelt, die auch zum Aufenthalt von Personen vorgesehen sind, keine Praxisrelevanz besitzen.

Die Vorteile direkt genutzter Flüssigkunststoffabdichtungen kommen hinsichtlich einer geringen Aufbauhöhe insbesondere auch in Innenräumen zum Tragen. Weiterhin ist hier insbesondere unter hygienischen Gesichtspunkten von Vorteil, dass aus der Nutzung mehr oder weniger verschmutztes Wasser nicht in den Fußbodenaufbau eindringt, wie dies bei konventionellen Abdichtungsaufbauten entsprechend DIN 18 195 der Fall ist, und insofern auch keine 2. Entwässerungsebene erforderlich ist (Bild 16). Da Innenräume nicht zum Geltungsbereich der Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008] gehören (Tabelle 14 und Bild 15), bestehen zumindest bislang für FLK-Abdichtungen in Innenräumen keine expliziten Ausführungsregelwerke. Im Hinblick auf die nunmehr vorliegende europäische Zulassungsleitlinie ETAG 022, die Aufnahme von FLK in die Neuausgabe der DIN 18 195-2 sowie die Vorbereitung neuer Abdichtungsnormen sind hier jedoch innerhalb der nächsten Jahre Veränderungen zu erwarten.

Werden Flüssigkunststoffabdichtungen ohne zusätzliche Schutzschichten im Sinne von DIN 18 195-10 oder in Innenräumen eingebaut, sollte dies im Hinblick auf die zuvor beschriebene Abweichung von den Regeln der Technik stets gesondert mit dem Bauherrn vereinbart werden. Darüber hinaus ist bei FLK-Abdichtungen als Nutzschicht zu berücksichtigen, dass der Abdichtungsuntergrund den Anforderungen aus DIN 18 202 an die Ebenheit flächenfertiger Böden und Wände genügt. Zudem sind in jedem Fall die je nach Anwendungsbereich – insbesondere in öffentlichen und gewerblichen Bereichen – ggf. bestehenden Anforderungen an die Rutschsicherheit von Belägen beispielsweise entsprechend [HVBG, 2003] zu beachten.

#### 5.4.6 Intensiv begrünte Flächen

Grundsätzlich müssen Abdichtungen unter intensiv begrünten Flächen dauerhaft beständig gegen Durchwurzelung sein, oder es müssen geeignete Wurzelschutzschichten angeordnet werden. Entsprechend den Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008] ist die Beständigkeit gegen Durchwurzelung durch eine Prüfung nachzuweisen. Diese sollte vorzugsweise nach dem in Anhang 3 zu [FLL, 2008] beschriebenen Verfahren oder mindestens gemäß DIN EN 13 948 erfolgen.

Insbesondere bei größeren Flächen und bei intensiven Begrünungen sollten im Hinblick auf den im Schadensfall zu erwartenden hohen Untersuchungs- und Instandsetzungsaufwand bereits in der Planung Maßnahmen ergriffen werden, um die Auswirkungen von Leckagen zu mindern. Hier sind in erster Linie zu nennen:

- vollflächig verklebte Schichtaufbauten

- Unterteilung des abgedichteten Dämmstoffraums oberhalb von Dampfsperren durch Abschottungen [ZVDH, 2008].

Eine planmäßige Gefällegebung der Abdichtungsebene ist bei derartigen Konstruktionen unter Beachtung der Einschränkungen im vorstehenden Kapitel 5.4.3 nicht zwingend erforderlich und dürfte bei planmäßiger Anstaubewässerungen im Regelfall auch nicht sinnvoll sein.

## **5.4.7 Kriterien für die Auswahl von Abdichtung/Belag-Kombinationen auf Terrassen und ähnlichen Flächen im Freien**

### **5.4.7.1 Einführung**

Bei der Planung von Balkonen und Terrassen ergeben sich aus den bei diesen Bauteilen möglichen Abdichtungssystemen im Wesentlichen drei grundsätzliche Varianten für die Ausbildung von Belagschichten:

- konventioneller Aufbau aus einem Schutzestrich mit fest verlegtem Plattenbelag als Nutzschicht bei Abdichtung gemäß DIN 18195-5 bzw. Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008]
- Belagschicht aus einer systemkonformen Verschleißschicht bei Abdichtungen aus Flüssigkunststoffen entsprechend [ZVDH, 2008]
- Beläge aus lose auf der Abdichtung verlegten Elementen.

Aus den Ausführungen in den Kapiteln 5.2, 5.3, 5.4.3 und 5.4.5 ergeben sich jeweils Vor- und Nachteile dieser drei Varianten, die nachfolgend unter technischen Gesichtspunkten und hinsichtlich sinnvoller Ergänzungen untereinander zusammenfassend diskutiert werden. Dies soll insbesondere dem Planer, der sich nicht als Fachplaner für Abdichtungen versteht, unabhängige nachvollziehbare Entscheidungs- und Argumentationshilfen für die Beratung des Bauherrn an die Hand geben.

### **5.4.7.2 Konventioneller Aufbau aus Schutzestrich und Plattenbelag**

Dieser Aufbau kommt im Regelfall bei konventionellen Bahnenabdichtungen entsprechend DIN 18195-5 bzw. [ZVDH, 2008] zur Ausführung. Neben dem scheinbar hohen Aufwand stellt sich bei dieser Variante – insbesondere im Bestand – unter Umständen die Realisierbarkeit der erforderlichen Aufbauhöhen als problematisch dar. Diese ergibt sich aus den erforderlichen Funktionsschichten (Dränschicht, Schutzestrich und Belagschicht) sowie der notwendigen Gefällegebung und der erforderlichen Abschlusshöhe an aufgehenden Bauteilen. Eine Reduzierung der Gesamtaufbauhöhe ist in Anbetracht der damit verbundenen Risiken (Schlagregen- und Hinterlaufsicherheit, Vermeidung von Wasserstau, Verschmutzungen und Rutschgefahr) nur mit einem hohen Planungs-, Abstimmungs- und Ausführungsaufwand sinnvoll (Kapitel 7.2.2).

In jedem Fall ist besonderes Augenmerk zu richten auf

- die Gewährleistung einer funktionierenden Dränschicht zwischen Abdichtung und Estrich zur Vermeidung von Frostschäden infolge anhaltender Durchfeuchtungen (Kapitel 5.4.3)
- eine ausreichende Gefällegebung in der Belagebene zur Vermeidung von Eis- und Pfützenbildung sowie Verschmutzungen (Kapitel 5.4.3)
- die Auswahl eines geeigneten, frostbeständigen Belags
- eine hohlraumfreie Verlegung (z. B. bei Dünnbettverlegung im so genannten kombinierten oder *floating/buttering*-Verfahren gemäß DIN 18 157-1).

Durchfeuchtungen des Estrichs und damit der Tragschicht für den Belag können bei diesem Aufbau nur dann weitestgehend verhindert werden, wenn zusätzlich in der Ebene der Estrichoberfläche eine Verbundabdichtung eingebaut wird. Hierbei ist allerdings besonderes Augenmerk darauf zu richten, dass eine in allen Teilen fachgerechte Abdichtung im Bereich von Kanten, Anschlüssen und Durchdringungen erfolgt, da in diesen Bereichen mit einem stärkeren Eindringen von Niederschlagswasser zu rechnen ist als in der Fläche der Plattenbeläge. Schadensfälle haben gezeigt, dass beim Einbau von zwei Abdichtungsebenen eine wesentliche Schadensursache häufig darin liegt, dass diese Abdichtungsebenen – jeweils im Bewusstsein einer weiteren vorhandenen Abdichtung – überschätzt und nicht in allen Teilen fachgerecht ausgeführt werden. Salopp gesagt gilt hier, dass zwei »halbe« Abdichtungen keinesfalls eine »ganze« ergeben. Hieraus folgt allerdings auch, dass die mit der zusätzlichen Verbundabdichtung erzielte größtmögliche Sicherheit mit einem relativ hohen Aufwand erkauft wird.

Auf Balkonen können Verbundabdichtungen nach [ZVDH, 2010] auch als alleinige Abdichtung eingesetzt werden (Abschnitte 5.1 und 5.3.4).

#### 5.4.7.3 Flüssigkunststoffabdichtung als Belagschicht

Alternativ zur vorbeschriebenen Nutzschiicht aus keramischen Platten kann ein Belag auch aus einer Flüssigkunststoffabdichtung mit systemkonformer Verschleißschicht hergestellt werden. Die FLK-Abdichtung kann dabei als zusätzliche Abdichtung zur Vermeidung von Durchfeuchtungen der Tragschicht oder auch als alleinige Abdichtung fungieren. Gerade im letztgenannten Fall bieten diese Abdichtungen auch bei Sanierungen im Bestand große Vorteile, da

- zum einen mit ihnen geringe Aufbauhöhen realisiert und
- zum anderen auch kleine Flächen mit komplexen Geometrien und/oder zahlreichen Durchdringungen mit vertretbarem Aufwand abgedichtet

werden können. Wesentliche Voraussetzung für die Gewährleistung einer langfristigen Gebrauchstauglichkeit ist allerdings zunächst vor allem die Auswahl eines geeigneten Produktsystems mit den auf der Grundlage der ETAG 005 in den Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008] geforderten Eigenschaften. Als problematisch erweisen sich

allerdings gerade bei Sanierungsmaßnahmen häufig die systembedingt sensiblen Verarbeitungs- und Untergrundbedingungen, auf die deshalb besonderes Augenmerk zu richten ist. Das Fehlen einer Schutzschicht im Sinne der DIN 18 195-10 stellt in diesem Zusammenhang ein erhöhtes Risiko dar. Dies erscheint jedoch bei genutzten Flächen unter Berücksichtigung der Ausführungen im Kapitel 5.4.5 als tolerabel, da entstandene Beschädigungen an der Abdichtung leicht erkannt und gut beseitigt werden können.

Zur Vermeidung von Eis- und Pfützenbildung sowie störenden Verschmutzungen ist im Hinblick auf die Gebrauchstauglichkeit in jedem Fall eine ausreichende Gefällegebung in der Belagebene erforderlich (Kapitel 5.4.3).

#### 5.4.7.4 Lose verlegte Beläge

Alternativ zu geschlossenen Belagaufbauten mit Estrichen ist es möglich, Nuttschichten aus Holzrosten sowie lose verlegten Werk- oder Betonwerksteinbelägen im Splitt- oder Kiesbett oder auf Stelzlagern herzustellen. Bei allen diesen Varianten muss zunächst vor allem für einen ausreichenden Schutz der Abdichtung vor mechanischen Beschädigungen durch die jeweils erforderlichen Unterkonstruktionen gesorgt werden. Dies kann beispielsweise mithilfe so genannter Bautenschutzmatten erfolgen. Darüber hinaus ist grundsätzlich eine Lagesicherung zur Gewährleistung einer ausreichenden Ebenheit der Belagflächen erforderlich. Weitere Problemkreise betreffen

- bei Holzrosten den konstruktiven und vorbeugenden chemischen Holzschutz gemäß DIN 68 800, Verformungen infolge mechanischer Belastung, Quellen/Schwinden oder ungeeignete mechanische Verbindungsmittel sowie die Neigung zu Splitterbildung
- bei Plattenbelägen auf Stelzlagern die Vermeidung optischer Beeinträchtigungen durch Verschmutzungen in offenen Fugenbereichen
- bei Plattenbelägen im Splitt- oder Kiesbett
  - die Vermeidung optischer Beeinträchtigungen und Schäden durch Unkrautwuchs in offenen Fugenbereichen
  - Geruchsbelästigung durch Humusbildung
  - Überzahnbildung und Absenkungen im Belag infolge ungleichmäßiger Nachverdichtung oder »Wanderung« des Splittbetts im Bereich von Lauflinien
  - die Verwendung kalkhaltiger Bettungsmaterialien, da die Einleitung von Sickerwasser aus derartigen Schichten im Hinblick auf die Vermeidung von Kalkinkrustationen entsprechend DIN 1986-100, Abschnitt 5.3.1 zu vermeiden ist.

Alternativ zu Rosten aus Holz sind am Markt seit einiger Zeit Planken aus polymermodifizierten Holzwerkstoffen erhältlich, die weitgehend unempfindlich gegenüber Fäulniserscheinungen, Verformungen aus Quellen und Schwinden sowie Splitterbildung sind (sog. »Barfußdielen«).

## 6 Abdichtung ungenutzter Flachdächer

### 6.1 Abdichtungssysteme, Regelwerke und Anwendungskategorien

#### 6.1.1 Abdichtungssysteme und Regelwerke

Unter nicht genutzten Dachflächen – hier der Einfachheit halber »Flachdächer« genannt – versteht man flache bzw. flachgeneigte Flächen im Freien, die nicht zum Befahren, zum planmäßigen Aufenthalt von Personen oder zur intensiven Begrünung vorgesehen sind. Es wird lediglich von einem zeitweiligen Begehen durch Personen zu allgemeinen Wartungs- und Instandhaltungszwecken ausgegangen. Darüber hinaus können derartige Dachflächen auch extensiv begrünt sein. Für die Abdichtung kommen drei Systeme in Frage:

- Bitumenbahnen
- Kunststoffbahnen
- Flüssigkunststoffe (FLK).

Die erstgenannten bahnenförmigen Abdichtungen dürften dabei flächenmäßig bei weitem die größte Bedeutung besitzen, während Abdichtungen mit Flüssigkunststoffen auch aus Kostengründen lediglich für kleine Flächen und/oder komplexe Geometrien Anwendung finden.

Die für die Planung und Ausführung relevanten Regelwerke sind die Flachdachrichtlinie [ZVDH, 2008] des Zentralverbandes des Deutschen Dachdeckerhandwerks und die DIN 18531. Mit den aktuellen Ausgaben vom Oktober 2008 [ZVDH, 2008] bzw. vom Juni 2010 (DIN 18531) sind beide Regelwerke im Unterschied zu den Vorgängerausgaben hinsichtlich der Planung, Bemessung und Ausführung von Flachdachabdichtungen weitestgehend aneinander angeglichen.

#### 6.1.2 Anwendungskategorien

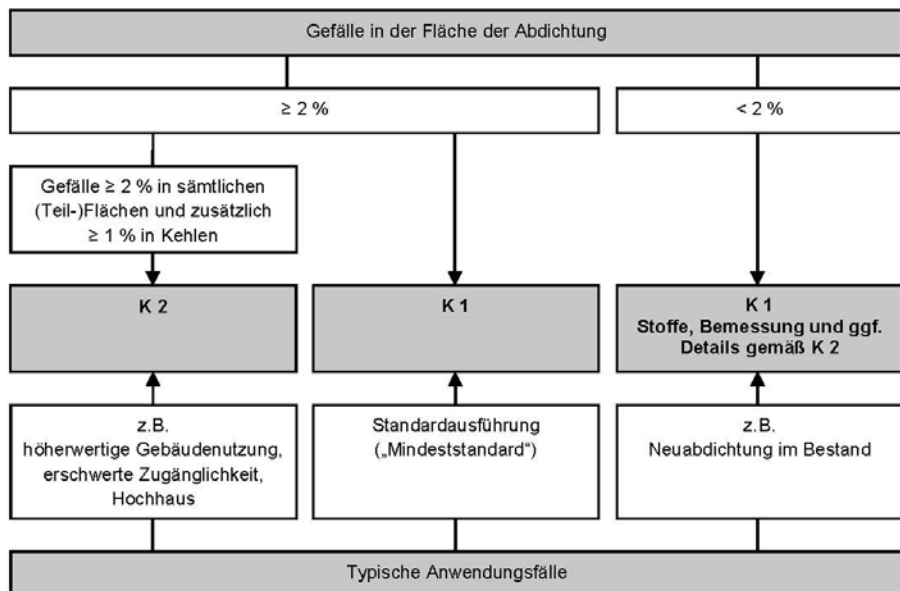
Grundlage für die Bemessung von Flachdachabdichtungen ist die planerische Festlegung einer Anwendungskategorie gemäß DIN 18531-1, Abschnitt 6.2 bzw. Abschnitt 2 der Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008]. Es werden die beiden Anwendungskategorien K1 und K2 unterschieden. Im Hinblick auf die große qualitative Bandbreite von Nutzungen, die von Flachdächern im Wortsinne »abgedeckt« werden – von untergeordneten Garagen-, Lager-, Gewerbenutzungen bis zu hochwertigen Wohn-, Industrie- und Lagernutzungen – und die hieraus resultierenden unterschiedlichen Anforderungen an die Sicherheit einer Dachabdichtung kann unter technischen und wirtschaftlichen Aspekten eine Zuordnung in eine der beiden Anwendungskategorien erfolgen. Die Kategorie K1 kennzeichnet dabei die Standardausführung, an die – so heißt es in DIN 18531-1 wörtlich – *»übliche Anforderungen gestellt werden. Voraussetzung ist, dass grundsätzlich eine Mindestneigung der Abdichtungsebene von 2 % eingehalten*



wird. Für Dächer und/oder Dachbereiche mit einem Gefälle kleiner als 2 % gelten für die Dachabdichtung hinsichtlich der Stoffauswahl die Bemessungsregel für die Anwendungskategorie K2.«

Die Anwendungskategorie K2 wird als höherwertige Ausführung beschrieben, an die in DIN 18531-1 »durch Planer/Bauherren (z. B. aufgrund höherwertiger Gebäudenutzung, Hochhäuser, Dächer mit erschwertem Zugang) erhöhte Anforderungen gestellt werden. Hierbei ist ein Gefälle von mindestens 2 % in der Abdichtungsebene und mindestens 1 % im Bereich von Kehlen einzuhalten.«

Die planerische Festlegung kann anhand des Diagramms in Bild 35 erfolgen.



**Bild 35:** Anwendungskategorien für Flachdachabdichtungen nach DIN 18531-1 bzw. [ZVDH, 2008]

Die Detailausbildung muss mindestens den betreffenden Anforderungen für die Anwendungskategorie der Dachfläche entsprechen. Bei Flachdächern der Anwendungskategorie K2 werden eine größere Zuverlässigkeit, eine längere Nutzungsdauer und/oder ein geringerer Instandhaltungsaufwand erwartet. Hinsichtlich der Bemessung und Ausführung unterscheidet sich die Anwendungskategorie K1 von der Anwendungskategorie K2 im Wesentlichen dadurch, dass

- einlagige Abdichtungen mit Bitumenbahnen zugelassen sind
- bei unteren Lagen von Bitumenbahnenabdichtungen geringere Anforderungen an die Eigenschaftsklasse bestehen
- Kunststoffbahnen und Flüssigkunststoffe mit geringeren Schichtdicken zugelassen sind
- Details und Anschlüsse mit eingeklebten Blechen hergestellt werden können.

Die Anwendungskategorie K1 kann als Definition eines Mindeststandards verstanden werden, der allerdings nicht hinter den in den Vorgängerausgaben der Flachdachrichtlinie [ZVDH, 2003] und der DIN 18 531 definierten Anforderungen zurückbleibt [Ibold, 2009]. Die Anwendungskategorie K2 bedeutet hingegen eine deutliche Erhöhung des bisherigen Standards. In der Praxis dürfte die Anwendungskategorie K1 insoweit die Regelausführung darstellen, als insbesondere die für die Kategorie K2 obligatorischen Anforderungen an die Gefälleausbildung in der Praxis häufig nur mit einem hohen planerischen Aufwand einzuhalten sind [Schleeh, 2009]. Allerdings ist auch in der Kategorie K1 eine Bemessung des Abdichtungsaufbaus und eine Detailausbildung entsprechend der Kategorie K2 möglich und auch weit verbreitet. Dies gilt insbesondere für Abdichtungen im Bestand, für die sich häufig unter den vorliegenden baulichen Randbedingungen die für die Kategorie K2 erforderlichen Gefälle nicht in allen Bereichen realisieren lassen.

## 6.2 Bemessung

### 6.2.1 Beanspruchungen

#### 6.2.1.1 Wasserbeanspruchung

In Bezug auf die Abdichtung selbst unterliegen Flachdächer im Sinne der DIN 18 531 und der Flachdachrichtlinie [ZVDH, 2008] planmäßig einer Wasserbeanspruchung durch Niederschlagswasser und vorübergehend stehendes Wasser. Auch wenn in DIN 18 531 im Unterschied zu DIN 18 185-5 keine maximale Anstauhöhe von 100 mm festgelegt wird, dürfte in der Systematik konventioneller Abdichtungsregelwerke von einer Wasserbeanspruchung durch nichtdrückendes Wasser auszugehen sein.

Über die Abdichtung hinaus müssen bei Flachdächern unter Berücksichtigung der konstruktiven Randbedingungen gerade auch bei den weitverbreiteten nicht-massiven Dachkonstruktionen weitere bauphysikalische Beanspruchungen durch Wasser- bzw. Wasserdampf berücksichtigt oder besser: vermieden werden. Hier sind insbesondere zu nennen:

- ein ggf. erforderlicher Dampfdruckausgleich unterhalb der Abdichtung (Kapitel 6.4.2)
- bei nicht-massiven, nicht für sich luftdichten tragenden Dachkonstruktionen die Vermeidung kritischen Tauwasserausfalls durch Dampfdiffusion und Warmluftkonvektionen in die Dämmstoffebene.

Beides ist durch geeignete Funktionsschichten zu gewährleisten.

#### 6.2.1.2 Mechanische Beanspruchungen

Auf Grund der fehlenden planmäßigen Nutzung von Flachdachflächen und der insofern nicht erforderlichen Schutzschichten unterliegen Flachdachabdichtungen im

Unterschied zu den Abdichtungen auf genutzten Dach- und Deckenflächen je nach baulichen Randbedingungen mechanischen Beanspruchungen aus einer Vielzahl möglicher Einflussfaktoren, beispielsweise aus Verformungen des Untergrundes, Windsog, Wartungsarbeiten, Hagelschlag etc.

### 6.2.1.3 Thermische Beanspruchungen

Aus den gleichen Gründen, die gegenüber genutzten Dach- und Deckenflächen zu relevanten mechanischen Beanspruchungen auf Flachdächern führen, können für Flachdachabdichtungen auch thermische Beanspruchungen eine Rolle spielen. So müssen Flachdachabdichtungen bei thermischen Wechselbeanspruchungen unter den üblicherweise zu erwartenden Oberflächentemperaturen zwischen  $-20\text{ °C}$  und  $+80\text{ °C}$  dauerhaft funktionsfähig sein.

### 6.2.1.4 Chemische und biogene Beanspruchungen

Über die vorgenannten Beanspruchungen hinaus müssen Flachdachabdichtungen – sofern sie nicht durch entsprechende Funktionsschichten geschützt sind – gegenüber UV-Strahlung, photochemischen, chemischen und biogenen Einflüssen sowie Beanspruchungen durch Ozon beständig sein. Bei Abdichtungen unter extensiven Dachbegrünungen sind Beanspruchungen aus Wurzelwachstum zu erwarten.

## 6.2.2 Beanspruchungsklassen

### 6.2.2.1 Mechanische Beanspruchung

Im Hinblick auf die Bemessung der Abdichtung stellen mechanische und thermische Beanspruchungen die wesentlichen der zuvor beschriebenen Faktoren dar. Es wird in eine hohe mechanische Beanspruchung (Stufe I) und eine mäßige mechanische Beanspruchung (Stufe II) unterschieden. Stufe I ist anzunehmen, wenn eines der folgenden Kriterien erfüllt ist:

- Beanspruchungen aus dem Untergrund und/oder der Tragkonstruktion der Dachabdichtung, z. B. bei
  - element- und plattenförmigen Untergründen (Betonfertigteilen, Betondielen), sofern nicht Maßnahmen zur Quer- und Normalkraftübertragung die unterschiedlichen Bewegungen der Einzelelemente sowohl an ihren Längs- als auch an den Quertugen vermeiden
  - harten Dämmstoffen (XPS), wenn diese Fugen aufweisen, deren Bewegungen sich auf die Abdichtungen auswirken können
  - weicher Unterlage, z. B. bei Mineralfaser-Dämmstoffen
  - Tragkonstruktionen aus Stahltrapezprofilen
  - Schalungen aus Holz oder Holzwerkstoffen
  - Altdächern, deren bestehende Dachabdichtung unmittelbar als Untergrund für die neue Dachabdichtung dienen soll

- Beanspruchungen durch die Art der Lagesicherung der Dachabdichtung, z. B. bei lose liegenden Bahnen mit mechanischer Befestigung
- Beanspruchungen durch Arbeiten auf der Dachabdichtung, insbesondere bei Dachflächen oder -bereichen, die häufig zu Zwecken der Inspektion oder Wartung begangen werden, z. B. im Bereich technischer Anlagen oder bei extensiver Begrünung
- Beanspruchungen durch sonstige mechanische Einwirkungen während der Nutzungsdauer, z. B. bei Dachabdichtungen ohne schweren Oberflächenschutz in Regionen, die besonders hinsichtlich Hagelschlags gefährdet sind.

Stufe II ist anzusetzen, wenn sämtliche der genannten Kriterien nicht zutreffen oder durch geeignete Maßnahmen ausgeschlossen werden können.

### 6.2.2.2 Thermische Beanspruchung

In Bezug auf die thermische Beanspruchung wird ebenfalls in zwei Stufen unterschieden:

- Stufe A – hohe thermische Beanspruchung:  
Als thermisch hoch beansprucht gelten Dachabdichtungen, die witterungsbedingt starken thermischen Wechselbeanspruchungen ausgesetzt sind, wie z. B. Abdichtungen ohne zusätzlichen Oberflächenschutz hoher Schutzwirkung, d. h. ohne Auflagen aus Kiesschüttungen, extensiver Dachbegrünungen, Wärmedämmschichten (Umkehrdach) o. Ä.
- Stufe B – mäßige thermische Beanspruchung:  
Als thermisch mäßig beansprucht gelten Dachabdichtungen, bei denen keine starke Aufheizung, schnelle Temperaturänderungen oder direkte Witterungsbeanspruchungen zu erwarten sind, wie z. B. Abdichtungen unter einem zusätzlichen Oberflächenschutz hoher Schutzwirkung.

Anhand der vorgenannten mechanischen und thermischen Beanspruchungen bzw. aus möglichen Überlagerungen werden in DIN 18531-1 und in den Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008] übereinstimmend, wie in Tabelle 24 dargestellt, die vier Beanspruchungsklassen IA, IB, IIA und IIB unterschieden.

thermische Beanspruchung	mechanische Beanspruchung	
	hoch Stufe I	mäßig Stufe II
hoch Stufe A	IA	IIA
mäßig Stufe B	IB	IIB

**Tabelle 24:** Beanspruchungsklassen für Dachabdichtungen entsprechend DIN 18531-1

Diese Beanspruchungsklassen ergeben sich aus den entwurflichen, konzeptionellen, konstruktiven und gegebenenfalls regionalen klimatischen Randbedingungen und stellen eine Planungsvorgabe dar, nach der die Flachdachabdichtung jeweils zu bemessen ist.

## 6.3 Ausführung

### 6.3.1 Übersicht

Die Abdichtungen müssen die abzudichtende Dachfläche vollflächig abdecken und im Bereich von Abschlüssen an aufgehenden Bauteilen im Hinblick auf Oberflächen- und Spritzwasser hochgeführt werden. Diese Abschlusshöhe beträgt

- mindestens 150 mm bei Dachneigungen bis  $5^\circ$  ( $\leq 8,8\%$ )
- mindestens 100 mm bei Dachneigungen von mehr als  $5^\circ$  ( $> 8,8\%$ ).

An Dachrändern sind – abgesehen von Rändern mit vorgehängten Dachrinnen – Randaufkantungen, z. B. mit geeigneten Profilen, herzustellen. Die Abschlüsse der Abdichtung müssen hier bis auf eine Höhe von

- mindestens 100 mm bei Dachneigungen bis  $5^\circ$  ( $\leq 8,8\%$ )
- mindestens 50 mm bei Dachneigungen von mehr als  $5^\circ$  ( $> 8,8\%$ )

hochgeführt werden. Bezugsmaß hierfür ist bei Abdichtungen mit leichtem Oberflächenschutz die Abdichtungsoberkante und beim Vorhandensein von Kiesschichten oder extensiven Begrünungen deren Oberfläche.

Zur Ableitung von Niederschlagswasser soll grundsätzlich ein ausreichendes Gefälle sowie eine zuverlässige Entwässerung geplant werden. Die betreffenden Anforderungen sind im Kapitel 6.4.4 beschrieben.

Dächer mit Abdichtungen ohne weitere schützende Nutzschichten, d. h. ungenutzte Flachdächer, müssen die Anforderungen an den Brandschutz für Bedachungen gemäß der jeweiligen Landesbauordnung erfüllen. Sie sind insoweit widerstandsfähig gegenüber Flugfeuer und strahlender Wärme, d. h. im bauordnungsrechtlichen Sinn als so genannte harte Bedachung auszuführen. In diesem Zusammenhang ist für die verwendeten Baustoffe die Einhaltung der bauordnungsrechtlichen Anforderungen an das Brandverhalten erforderlich. Dieser Nachweis erfolgt über ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis oder über eine Klassifizierung als  $B_{\text{roof}}(t1)$  nach DIN EN 13 501-5. Ein entsprechender Nachweis kann in der Regel entfallen, wenn die Dachfläche gemäß DIN 4102-2 z. B. vollständig mit einem schweren Oberflächenschutz aus einer mindestens 50 mm dicken Schicht aus Kies 16/32 versehen ist. Darüber hinaus ist für großflächige Flachdächer von Hallenbauten, beispielsweise von Industriebauten, Verkaufs- oder Versammlungsstätten (Lager, Großmärkte, Veranstaltungshallen o. Ä.), die sich der bauordnungsrechtlichen Kategorie »Bauliche Anlagen und Räume besonderer Art oder Nutzung« zuordnen lassen, in Bezug auf eine Brandbean-

spruchung von unten DIN 18234 einzuhalten. Diese Norm legt »brandschutztechnische Begriffe, Anforderungen und Prüfungen für großflächige Dächer bis 20 ° Neigung fest ... Nach dieser Norm geprüfte oder klassifizierte Dächer erfüllen das Schutzziel einer Begrenzung der Brandweiterleitung im Bereich der geschlossenen Dachfläche bei unterseitiger Brandbeanspruchung durch einen begrenzten Entstehungsbrand. Hierbei beteiligen sich die klassifizierten Dächer nicht oder nur verzögert am Brandgeschehen.«

Die Normteile 2 und 4 enthalten hierzu Beschreibungen von Dachkonstruktionen sowie von Durchdringungen, Anschlüssen und Abschlüssen, die die in den Teilen 1 und 3 der DIN 18234 gestellten Anforderungen erfüllen.

Hinsichtlich einer möglichst frühen Berücksichtigung der vorstehend beschriebenen allgemeinen Randbedingungen im Planungs- und Entwurfsprozess gelten die Ausführungen am Ende von Kapitel 5.3.1 im Zusammenhang mit genutzten Dach- und Deckenflächen an dieser Stelle für ungenutzte Flachdächer gleichermaßen.

Die Ausführung der Abdichtungsarbeiten darf nicht unter Witterungsbedingungen erfolgen, die nachteilige Auswirkungen auf die zu erbringende Leistung erwarten lassen. Solche Witterungsbedingungen sind beispielsweise gegeben bei Temperaturen von weniger als 5 °C, bei Nässe, Schnee, Eis oder starkem Wind. Sollen unter diesen Bedingungen dennoch Abdichtungsarbeiten ausgeführt werden, sind – z. B. in Form von Einhausung und ggf. Beheizung – besondere Maßnahmen zu ergreifen, um nachteilige Auswirkungen zu verhindern.

Die nachfolgend beschriebenen Abdichtungssysteme behandeln zunächst nur die Ausführung der Abdichtung in der Fläche. Die Anforderungen an die Detailausbildung im Bereich von Bewegungsfugen, An- und Abschlüssen sowie an den Oberflächenschutz werden im Kapitel 7 ausführlich beschrieben. Im Kapitel 6.4 werden besondere Aspekte von Flachdachabdichtungen behandelt.

### 6.3.2 Abdichtung mit Bitumenbahnen

Entsprechend DIN 18531-1 bzw. den Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008] werden Abdichtungen ungenutzter Flachdächer aus Bitumenbahnen, wie in Tabelle 25 zusammengefasst, hergestellt. Demzufolge sind Flachdächer in der Anwendungskategorie K2, d. h. bei höherwertiger Nutzung (Kapitel 6.1), stets mindestens zweilagig unter Verwendung von ausnahmslos Polymerbitumenbahnen der Eigenschaftsklasse E1 herzustellen. Für die untere Abdichtungslage sind dabei mindestens kaltselbstklebende Bahnen mit Kombinationsträgereinlage und einer Dicke von 2,8 mm einzusetzen. Bei geeigneter Oberflächenausrüstung können jedoch auch andere, höherwertigere bzw. dickere Bahnen der Eigenschaftsklasse E1 eingebaut werden, wie sie in der oberen Lage für die Anwendungskategorie K2 zur Anwendung kommen. Als einzige Bahnen der Eigenschaftsklasse E2 sind in dieser Anwendungskategorie nach DIN 18531-3 und [ZVDH, 2007-1] Polymerbitumen-Schweißbahnen mit Trägereinlagen aus Kupferband (PYE Cu01 S5) sowie Verbundträgereinlagen aus Glasvlies mit Polyester-Kupferfolien-

Anwen- dungs- kategorie	Beanspru- chungs- klasse	Mindest- anzahl der Lagen	Bahnentyp, Mindestanforderung		
			untere Lage E1/E2/E4		obere Lage E1/E2 <sup>2)</sup>
K1	IA, IB, IIA, IIB	1	-	-	PYP-KTG/KTP-4/4,5 PYE-KTG/KTP-4,5
	IA, IB, IIA, IIB	2	E2	G/PV 200 DD G 200 S4/S5 PV 200 S5 KTG/KTP S4	PYE/PYP-KTG S4 PYE/PYP - KTP S4 PYP/PYP-G 200 S4/S5 PYE/PYP-PV 200 S5
	IIA, IIB	2	E4	V 60 S4	PYE/PYP-KTG KSP 3,2/3,5 PYE/PYP-KTP KSP 3,2/3,5 PYP-KTG/KTP-4/4,5 PYE-KTG/KTP-4,5 PYE-VCu S5 (E <sup>2)2)</sup> PYE-Cu01 S5 (E <sup>2)2)</sup>
K2	IA, IB, IIA, IIB	2	E1	PYE/PYP-KTG KSP 2,8 PYP/PYP-KTP KSP 2,8	

<sup>1)</sup> Bahnentypen nach DIN 18531-2 bzw. Produktdatenblatt »Bitumenbahnen« [ZVDH, 2007-1] des ZVDH

<sup>2)</sup> PYE-VCu S5 und PYE-Cu01 S5 (E2) nur als obere Abdichtungslage unter extensiven Dachbegrünungen zulässig (DIN 18531-2, [ZVDH, 2007-1])

**Tabelle 25:** Bemessung und Ausführung von Abdichtungen ungenutzter Flachdächer mit Bitumenbahnen entsprechend DIN 18531-3 sowie den Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008]

verbund (PYP VCu S5) zugelassen. Derartige Bahnen können aufgrund ihres hohen  $s_d$ -Werts zur Vermeidung kritischer Dampfdiffusionsvorgänge unterhalb von Dachbegrünungen mit Wasserrückhaltung oder Anstaubewässerung erforderlich werden. Es sei darauf hingewiesen, dass Bahnen mit Metallbandeinlagen im Hinblick auf die Begrenzung von thermischen Längenänderungen dieser Einlagen auf ein unkritisches Maß auf Dach- und Deckenflächen ausschließlich in thermisch nur gering beanspruchten Bauteilschichten, d. h. unter Erdüberschüttungen oder Dachbegrünungen, eingesetzt werden dürfen.

Für die Anwendungskategorie K1 ist bei einer mind. zweilagigen Ausführung der Einbau der gleichen Bahnentypen wie in der Oberlage der Anwendungskategorie K2 erforderlich. Für die untere Lage können allerdings Dachdichtungs- und Schweißbahnen mit Polyestervlies- bzw. Glasgewebeeinlagen (PV/G 200) oder Schweißbahnen mit Kombinationsträgereinlagen, d. h. Bahnentypen der Eigenschaftsklasse E2 zur Anwendung kommen. Bei mäßiger Beanspruchung ist hier sogar eine Bahn des Typs V 60 S4 der Eigenschaftsklasse E4 ausreichend.

In Tabelle 25 sind die Mindestanforderungen an Dachabdichtungen für die jeweilige Anwendungskategorie bzw. Beanspruchungsklasse zusammengefasst. Selbstverständlich können bei mehrlagigen Abdichtungen zusätzlich Abdichtungslagen vorgesehen oder – bei grundsätzlich geeigneter Oberfläche – auch höherwertige Bahnen eingesetzt werden, wo Bahnen der Eigenschaftsklassen E2 und E4 zugelassen und ausreichend wären. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass der Einbau zusätzlicher Lagen nur insoweit sinnvoll ist, als dass durch die Dicke der Gesamtabdichtung insbesondere im Zusammenhang mit Nähten und Stößen nicht die handwerklich fehlerfreie Herstellbarkeit von An- und Abschlüssen beeinträchtigt wird.

Werden mit Bitumenbahnen kaschierte roll- bzw. klappbare Wärmedämmungen als Untergrund für die Dachabdichtung eingebaut, kann die als Kaschierung vorhandene Bitumenbahn als untere Lage einer mindestens zweilagigen Abdichtung eingesetzt werden, wenn sie aus einem Bahnentyp der Eigenschaftsklasse E2 und des Anwendungstyps DU gemäß DIN 18531-2 bzw. [ZVDH, 2007-1] besteht. Darüber hinaus müssen die Überlappungen an Stößen und Nähten mind. 80 mm breit sein und dicht verklebt werden. Die Lagen mehrlagiger Abdichtungen sind untereinander vollflächig zu verkleben.

Die untere Lage mehrlagiger Abdichtungen kann lose oder teilflächig verklebt auf dem Untergrund aufgebracht werden. Auf einem hierzu geeigneten Untergrund, beispielsweise auf Beton oder kaschierter Wärmedämmung, kann der Einbau – sofern im Hinblick auf einen ggf. erforderlichen Dampfdruckausgleich zulässig (Kapitel 6.4.2) – auch vollflächig verklebt erfolgen. Der Einbau der Abdichtungslagen erfolgt in Bezug auf die Anordnung der Nähte und Stöße jeweils gegeneinander versetzt.

Innerhalb einer Abdichtungslage sind Kreuzstöße zu vermeiden und die Querstöße gegeneinander zu versetzen. Bei mehrlagigen Abdichtungen sind die Nähte und Stöße der einzelnen Lagen parallel zueinander, aber gegeneinander versetzt anzuordnen. Der Einbau und die Verarbeitung der Bahnen erfolgt mit den in Kapitel 3.2 beschriebenen Verfahren.

Neben den zuvor beschriebenen mindestens zweilagigen Abdichtungsaufbauten, wie sie für die Anwendungskategorie K2 gefordert werden ist im Rahmen der Anwendungskategorie K1 auch eine einlagige Ausführung der Abdichtung möglich. Dies gilt jedoch bei den hier behandelten Bitumenbahnen ausschließlich für die ungestörte Fläche der Abdichtung, während z. B. Anschlüsse auch hier mehrlagig auszuführen sind (Kapitel 7.3). Auch im Bereich von Kehlen sollten die Abdichtungen durch eine zusätzliche Lage verstärkt werden. Allerdings sind diese Abdichtungen ausschließlich unter Verwendung von Polymerbitumen-Bahnen mit Kombinationsträgereinlage zulässig. Das Fügen der Bahnen an Nähten und Stößen muss hierbei im Schweißverfahren mit Flamme oder Warmgas erfolgen, wobei im Längsnahtbereich die Überlappungsbreiten beim Schweißverfahren mit Flamme mind. 80 mm und beim Schweißen mit Warmgas mind. 60 mm betragen müssen. Die Überlappung im Stoßbereich muss – wie auch bei anderen Bahnentypen im Regelfall – mindestens 100 mm betra-



gen. Einlagige Abdichtungen aus Polymerbitumenbahnen der Anwendungskategorie K1 sind unter extensiv begrünten Flächen nicht zulässig.

Die Einbaurichtung der Bahnen ist – soweit möglich (Kapitel 3.2.2.2) – so zu wählen, dass die Bahnen in Längsrichtung parallel zum Wasserlauf und die Überlappungen an Nähten und Stößen in Richtung des Wasserlaufs liegen.

Je nach Erfordernis sind unterhalb der unteren Abdichtungslage Voranstriche (so genannte Haftbrücken), Ausgleichsschichten (z. B. zusätzliche Abdichtungslagen), zusätzliche Dampfdruckausgleichsschichten (z. B. aus Lochglasvlies) oder Trennlagen (z. B. aus Rohglasvlies) erforderlich (Kapitel 6.4.1 und 6.4.2).

### 6.3.3 Abdichtung mit Kunststoffbahnen

Flachdachabdichtungen für ungenutzte Dachflächen mit Kunststoffbahnen müssen aus mindestens einer Lage der in der Tabelle 26 aufgeführten Bahnen bestehen. Die betreffenden Bahnen entsprechen demzufolge dem Anwendungstyp DE und der Eigenschaftsklasse E1.

Aus der Aufstellung in Tabelle 26 ergibt sich, dass sich die Abdichtungen mit Kunststoffbahnen für die Anwendungskategorien K1 und K2 lediglich hinsichtlich der Dicke der Bahnen unterscheiden. Die betreffende Angabe versteht sich dabei als Dicke des abdichtungsrelevanten Bahnenquerschnitts ohne die Dicke ggf. vorhandener Kaschierung und/oder Selbstklebeschichten.

Die Verlegung der Bahnen muss versetzt erfolgen, so dass Kreuzstöße vermieden werden. An den entstehenden T-Stößen müssen systemgerechte Maßnahmen ergriffen werden, um kapillare Wasserwege zu vermeiden. In der Regel werden hierzu in den Überlappungsbereichen die Kanten der Bahnen abgeschrägt und/oder geeignete Injektionen der Kapillaren vorgenommen. Die Befestigung am Abdichtungsuntergrund bzw. die Lagesicherung gegen Abheben kann durch Auflast, mechanische Befestigung oder partielle Verklebung mit dem Untergrund erfolgen (Kapitel 3.3.2). Die möglichen Nahtfügeverfahren sind im Kapitel 3.3.2 beschrieben und die einzuhaltenden Überlappungs- und Nahtbreiten in Tabelle 9 dargestellt.

Unabhängig von den zuvor beschriebenen Verlegearten können Kunststoffbahnen auch auf einer oder mehreren Lagen Bitumenbahnen eingebaut werden, wenn bitumenverträgliche Werkstoffe – z. B. EVA, ECB, FPO, PE-C, TPE, EPDM, IIR oder bitumenverträgliches PVC-P – verwendet werden. Die Verlegung kann dabei mit voll- oder teilflächiger Verklebung mithilfe von Heißbitumen im Bürstenstreich- oder Flämmverfahren erfolgen. Die Auswahl der Kunststoffbahnen erfolgt dabei wie für die einlagige Abdichtung, d. h. für ein Dach der Anwendungskategorie K2 bzw. K1 ist jeweils die entsprechende Bahndicke aus Tabelle 26 vorzusehen.

Die vorstehenden Ausführungen beziehen sich selbstverständlich im Wesentlichen auf die ungestörte Fläche des abzudichtenden Daches und auf die Funktionsschicht »Abdichtung«. So sind An- und Abschlüsse im Unterschied zur Fläche der Abdichtung

Stoff (Bahnen nach DIN 18531-2, Tabelle 3) <sup>1)</sup>	Mindestnenndicke der Bahnen [mm] der Eigenschaftsklasse E1 (einlagige Verlegung) für Anwendungskategorie	
	K1	K2
ECB (Ethylencopolymerisat-Bitumen)	2,0	2,3
EVA (Ethylen-Vinylacetat-Terpolymer)	1,2	1,5
FPO (Flexibles Polyolefin)	1,2	1,5
PE-C (Chloriertes Polyethylen)	1,2	1,5
PIB (Polyisobutylen)	1,5	1,5 <sup>2)</sup>
PVC-P (Polyvinylchlorid, weich), <u>homogene Bahnen</u>	1,5	1,8
PVC-P (Polyvinylchlorid, weich), <u>Bahnen mit Einlage, Verstärkung und/oder Kaschierung</u>	1,2	1,5
TPE (thermoplastisches Elastomer)	1,2	1,5
EPDM (Ethylen-Propylen-Dien- Terpolymer), <u>Bahnen mit Verstärkung</u>	1,3	1,5
EPDM (Ethylen-Propylen-Dien- Terpolymer), <u>Bahnen homogen oder mit Kaschierung</u>	1,1	1,3
IIR (Isobutylen-Isopren-Copolymer)	1,2	1,5
<sup>1)</sup> Eigenschaften und Konformität nach DIN EN 13965 in Verbindung mit DIN V 20000-201, Tabelle 3 <sup>2)</sup> Zusätzliche Bedingungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verhalten unter simuliertem Hagelschlag nach DIN EN 13583 auf hartem Untergrund: mindestens 25 m/s</li> <li>- Perforationsverhalten nach DIN EN 12691</li> <li>- Falzen in der Kälte nach DIN EN 495-5: Keine Risse bei -40 °C</li> </ul>		

**Tabelle 26:** Bemessung und Ausführung von Abdichtungen ungenutzter Flachdächer mit Kunststoffbahnen entsprechend DIN 18531-3 sowie den Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008]

in aller Regel mehrlagig auszuführen. Einzelheiten hierzu und die Detailausbildung an Bewegungsfugen etc. sowie die Anforderungen an den Oberflächenschutz sind in Kapiteln 7.2 und 7.3 beschrieben. Für die Planung und Ausführung von Flachdachabdichtungen sind Besonderheiten zu beachten, die sich aus den Einflüssen der konstruktiven Randbedingungen einer großen Bandbreite von Abdichtungsuntergründen, aus ggf. erforderliche Maßnahmen zum Dampfdruckausgleich sowie aus der erforder-

lichen Windsogsicherung ergeben. Diese Besonderheiten werden im Kapitel 6.4 behandelt.

### 6.3.4 Abdichtung mit Flüssigkunststoffen

Die Ausführung von Abdichtungen mit Flüssigkunststoffen ist in DIN 18531 und in den Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008] im Wesentlichen gleichlautend geregelt. Sie gelten als einlagige Abdichtung und sind insofern in der Systematik der Abdichtungsstoffe für ungenutzte Flachdächer dem Anwendungstyp DE und der Eigenschaftsklasse E1 zuzuordnen. Die Abdichtung ist gemäß den Angaben in Tabelle 27 zu bemessen und auszuführen.

Stoffe	Anwendungs-kategorie	Mindest-dicke [mm] <sup>1)</sup>	Beanspru-chungs-klasse	Leistungsstufen nach ETAG 005 <sup>2), 3)</sup>
Flexible ungesättigte Polyesterharze (UP)	K1	1,8	IA, IB, IIA, IIB	Klimazone: M Erwartete Nutzungsdauer: W 3 Dachneigung: S 1, S 2, S 3, S 4 Nutzlast: P 4 Tiefste Oberflächentemperatur: TL 3 Höchste Oberflächentemperatur: TH 3
Flexible Polyurethanharze (PUR), ein- und zweikomponentig			IIA, IIB	Klimazone: M Erwartete Nutzungsdauer: W 3 Dachneigung: S 1, S 2, S 3, S 4 Nutzlast: P 3 Tiefste Oberflächentemperatur: TL 3 Höchste Oberflächentemperatur: TH 3
Flexible reaktive Polymethylmethacrylate (PMMA)	K2	2,1	IA, IB, IIA, IIB	Klimazone: S Erwartete Nutzungsdauer: W 3 Dachneigung: S 1, S 2, S 3, S 4 Nutzlast: P 4 Tiefste Oberflächentemperatur: TL 4 Höchste Oberflächentemperatur: TH 4
<sup>1)</sup> Kein Einzelwert darf die Mindestschichtdicke um mehr als 5 % unterschreiten. Wenn die in der europäischen Zulassung (ETA) angegebene Mindestschichtdicke höher ist die geforderte Mindestschichtdicke, so gilt der höhere Wert. <sup>2)</sup> Zur Erläuterung der Leistungsstufen nach ETAG 005 siehe Kapitel 3.3.3. <sup>3)</sup> In Bezug auf die Dachneigung sind unabhängig von der tatsächlichen Dachneigung alle Neigungsstufen von S 1 bis S 4 nachzuweisen.				

**Tabelle 27:** Bemessung und Ausführung von Abdichtungen ungenutzter Flachdächer mit Flüssigkunststoffen (FLK) nach DIN 18531-3 sowie den Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008]

Demzufolge sind Produkte aus ungesättigten Polyesterharzen (UP), Polyurethanharzen (PUR) oder Polymethylmetacrylaten (PMMA) einzusetzen, die die genannten Anforderungen an die Leistungsstufen auf der Grundlage der ETAG 005 erfüllen müssen. Die Ausführung der Abdichtung muss mindestens zweischichtig durch Streichen, Rollen oder Spritzen mit der für die jeweilige Anwendungskategorie vorgeschriebenen Mindestgesamtschichtdicke erfolgen. Werden in der jeweiligen europäischen technischen Zulassung (ETA) für das jeweilige Produkt größere Schichtdicken gefordert, so besitzt die Zulassung Vorrang, und es sind die dort vorgesehenen Schichtdichten herzustellen. Es ist stets eine Verstärkungseinlage aus Kunststofffaservliesen mit einem Flächengewicht von mind. 110 g/m<sup>2</sup> einzubauen. Dies erfolgt durch Einbetten des Vlieses in eine vorgelegte Menge Flüssigkunststoff und eine anschließende vollständige Abdeckung frisch in frisch mit Flüssigkunststoff. An Nähten und Stößen der Einlage sollen Überlappungsbreiten von mind. 50 mm eingehalten werden. Hinsichtlich der Zeitdauer zwischen der Auftragung der einzelnen Abdichtungsschichten sind die Angaben des Produktherstellers zu beachten.

Flüssigkunststoffabdichtungen sollen einen vollflächigen Verbund mit dem Untergrund eingehen. In aller Regel dürfte deshalb eine Vorbehandlung des Untergrundes durch gründliches Säubern und Grundieren, ggf. sogar durch Anschleifen, erforderlich sein. Der Untergrund muss frei von losen oder den Verbund der Abdichtung mit dem Untergrund mindernden Fremdkörpern sein. Darüber hinaus soll der Untergrund trocken sein, wobei für Untergründe aus Beton oder Estrichen ein maximaler Feuchtegehalt von 6 Masse-% eingehalten werden muss. Zur Vermeidung einer kritischen Auffeuchtung des Untergrundes bzw. einer trennend wirkenden Feuchtefilmbildung durch Tauwasserniederschlag muss die Oberflächentemperatur während der Verarbeitung mind. 3 K oberhalb der Taupunkttemperatur für das herrschende Klima liegen. In den Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008] ist diesbezüglich jedoch der Hinweis enthalten, dass auch bei einer Einhaltung sämtlicher Untergrundbedingungen der geforderte vollflächige Verbund mit dem Untergrund unter Baustellenbedingungen nicht immer erzielbar ist und einzelne, kleine Fehlstellen nicht ausgeschlossen werden können.

Sowohl in DIN 18531-3 als auch in den Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008] wird die Möglichkeit erwähnt, ggf. zusätzliche Trenn- oder Trägerlagen unter FLK-Abdichtungen einzubauen, wenn die zuvor beschriebenen Anforderungen an den Untergrund nicht bzw. nicht mit vertretbarem Aufwand erreicht werden können. In diesem Zusammenhang werden in den Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008] beispielsweise Bitumenbahnen genannt. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass die betreffenden Trenn- oder Trägerlagen hinsichtlich der Sauberkeit, d.h. hinsichtlich verbundmindernder Verunreinigungen, selbstverständlich zunächst die systembedingten Anforderungen erfüllen müssen. Dies gilt insbesondere für neuralgische Abdichtungsgebiete, z.B. die weit verbreitete Abdichtung von Durchdringungen oder die Ausbildung von An- und Abschlüssen von Bahnenabdichtungen mit Hilfe von Flüssigkunststoffabdichtungen, zumal nach DIN 18531-3 und den Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008] grundsätzlich zunächst die Detailausbildung mit den gleichen Stoffen erfolgen soll,

wie die Abdichtung selbst. In jedem Fall sind die entsprechenden Herstellervorgaben einzuhalten. In Bezug auf den Einsatz von Trennlagen bei Überschreiten der zulässigen Oberflächenfeuchten und/oder einer Rissgefährdung des Untergrundes bieten Hersteller teilweise auch entsprechende Systemkomponenten an, denen im Hinblick auf die Produktgewährleistung im Zweifelsfall der Vorrang gegenüber anderen Entkopplungsschichten gegeben werden sollte. In jedem Fall ist bei der Verwendung von Trenn- oder Trägerlagen für eine ausreichende Lagesicherung Sorge zu tragen. In Anbetracht der hohen Anforderungen an die Untergrund- und Verarbeitungsbedingungen sollte in jedem Fall zunächst kritisch geprüft werden, ob bei Einschränkungen hinsichtlich der Untergrundbeschaffenheit auch unter Aspekten der Wirtschaftlichkeit und der Dauerhaftigkeit der Abdichtung der Einsatz von Flüssigkunststoffabdichtungen tatsächlich sinnvoll ist, oder ob nicht auf konventionelle Abdichtungssysteme mit Bahnen zurückgegriffen werden sollte.

Für Dachabdichtungen von öffentlichen Gebäuden sind den Planungshinweisen [ARGEBAU, 2005] zufolge – so wörtlich – »Flüssigabdichtungen ... grundsätzlich zu vermeiden« (Kapitel 3.3.3)

## 6.4 Besondere Aspekte bei Flachdachabdichtungen

### 6.4.1 Dachkonstruktion und Abdichtungsuntergrund

Bedingt durch die fehlende Nutzung der Dachflächen sowie die gegenüber genutzten abzudichtenden Dach- und Deckenflächen in der Regel weitaus größeren Flächen ungenutzter Flachdächer können hierfür vergleichsweise leichte Dachkonstruktionen eingesetzt werden, deren spezifische Eigenschaften im Zusammenhang mit der Abdichtung zu berücksichtigen sind. Die Anforderungen an die Beschaffenheit der unmittelbaren Oberfläche des Abdichtungsuntergrundes sind im Abschnitt 6.3 zu den jeweiligen Abdichtungssystemen im Wesentlichen bereits beschrieben. Unabhängig hiervon sind folgende Anforderungen zu beachten: Der Abdichtungsuntergrund muss

- weitgehend lückenlos und stetig verlaufend sein
- eben, sauber und frei von Fremdkörpern sein und
- so geführt und gestaltet sein, dass die Abdichtung handwerklich zuverlässig verlegbar und fügar ist.

Gegebenenfalls sind Ausgleichsmaßnahmen oder die Verlegung von Trennschichten bzw. Trennlagen erforderlich, wenn die Anforderungen an die Oberflächenbeschaffenheit des Untergrundes nicht ohne weiteres erfüllt werden.

Entsprechend DIN 18531 bzw. den Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008] sind folgende Baustoffe als Untergründe für Dachabdichtungen geeignet, sofern sie die jeweils genannten wesentlichen Eigenschaften aufweisen:

- **Ortbeton**  
Ortbetonflächen müssen ausreichend erhärtet und oberflächentrocken sein. Die Oberfläche muss einen stetigen Verlauf aufweisen und fest, geschlossen sowie frei von Kiesnestern und Graten sein.
- **Betonfertigteile**  
Untergründe aus Betonfertigteilen müssen nach der Verlegung eine stetig verlaufende Oberfläche aufweisen, die fest sowie frei von Graten und Kiesnestern ist. Die Fugen zwischen den Fertigteilen müssen geschlossen oder in geeigneter Weise abgedeckt sein.
- **Zementestrich**  
Estriche müssen ausreichend erhärtet und oberflächentrocken sein. Die Oberfläche muss einen stetigen Verlauf aufweisen und fest, geschlossen sowie frei von Graten und Kiesnestern sein.
- **Vollholzschalungen**  
Die Schalung muss der Sortierklasse S10 nach DIN 4074-1 entsprechen. Die einzelnen Bretter dürfen eine Breite von maximal 16 cm aufweisen. Die Dachschalung ist aus lufttrockenen, gespundeten, d. h. mit Nut- und Feder versehenen, Brettern herzustellen. Die Nenndicke der Schalung darf bei mechanischer Befestigung der Dachabdichtung 24 mm nicht unterschreiten. Zwischen der Schalung und der Abdichtung ist die Anordnung einer Trennschicht erforderlich. Bei Dachschalungen handelt es sich um tragende Bauteile, die entsprechend DIN 68800 gegen holzerstörende Schädlinge zu schützen sind. Kommt in diesem Zusammenhang ein chemischer Holzschutz gemäß DIN 68800-3 zur Anwendung, der sich schädlich auf die Abdichtungsstoffe auswirken kann, muss die verwendete Trennschicht hierfür geeignet sein.
- **Schalungen aus Holzwerkstoffen**  
Die eingesetzten Holzwerkstoffplatten müssen ausreichend trocken sein und eine gleichmäßige Dicke aufweisen. Die Kantenlänge der Platten sollte 2,05 m nicht überschreiten. Bei mechanischer Befestigung der Dachabdichtung darf die Nenndicke des Holzwerkstoffes 22 mm nicht unterschreiten. Enthaltene Binde- und Schutzmittel dürfen den Dachaufbau nicht schädlich beeinflussen. Die verwendeten Holzwerkstoffe müssen sich nach DIN EN 13986 für den Anwendungsfall eignen und hinsichtlich der erforderlichen feuchtunempfindlichen Eigenschaften folgenden Klassifizierungen entsprechen:
  - Kunstharzgebundene Holzspanplatten: Typ P5 oder P7 nach DIN EN 312,
  - Bau-Furniersperrholz: Typ BFU 100 G nach DIN 68705-3 und 68800-2 sowie
  - OSB-Platten: Typ OSB/3 oder OSB/4 nach DIN EN 300.Zwischen der Holzwerkstoffschalung und der Abdichtung ist die Anordnung einer Trennschicht erforderlich. Da es sich bei Dachschalungen aus Holzwerkstoffen um tragende Bauteile handelt, sind diese entsprechend DIN 68800 gegen holzerstörende Schädlinge zu schützen. Kommen chemische Holzschutzmittel gemäß

DIN 68800-3 zur Anwendung, die sich schädlich auf die Abdichtungsstoffe auswirken, muss eine hierfür geeignete Trennschicht eingebaut werden.

- **Stahltrapezbleche**

Bei Konstruktionen aus Stahltrapezflächen entsprechend DIN 18807 sollte die Dicke der Bleche unter Berücksichtigung zu erwartender mechanischer Beanspruchungen mindestens 0,88 mm betragen. Die zulässige Durchbiegung der Stahltrapezprofile unter Vollast beträgt bezogen auf die Stützweite  $l$  zwischen den Bindern oder Pfetten

- für die Anwendungskategorie K1:  $l/300$  und
- für die Anwendungskategorie K2:  $l/500$ .

Die Obergurte der Blechprofile müssen im eingebauten Zustand eine ebene, zum ebenflächigen Einbau des Abdichtungsuntergrundes geeignete Fläche bilden. Die Durchbiegung der Obergurte quer zur Spannrichtung infolge Eigenlast darf bei verklebten Dachaufbauten ein Maß von 3 mm nicht überschreiten. Die zu erwartenden Bewegungen zwischen der Dachkonstruktion und aufgehenden Bauteilen bzw. Dachrandkonstruktionen sind bei der An- bzw. Abschlussausbildung der Abdichtung zu berücksichtigen (Kapitel 7.3).

- **Wärmedämmschichten**

Die als Unterlage für eine Abdichtung verwendeten Dämmstoffe müssen werkstoffspezifisch für die Verlegung einer Dachabdichtung geeignet sein, z. B. je nach Nutzung und Begehrbarkeit ausreichend fest sein. Platten- und bahnenförmige Dämmstoffe sind im Verband zu verlegen. Werden Platten verwendet, deren temperaturbedingte Längenänderung sich nachteilig auf die Dachabdichtung auswirken kann (z. B. bei extrudiertem Polystyrolschaum), ist zwischen Dämmschicht und Dachabdichtung eine Trennschicht vorzusehen. Platten mit Falzungen an den Rändern müssen so ausgebildet sein, dass sich Bewegungen in der Dämmschicht nicht großflächig auswirken können. Bei Tragkonstruktionen aus Stahltrapezprofilen entsprechend DIN 18807 müssen Dämmschichten in ihrer Art und ihrer Dicke auf den Abstand der Obergurte der Stahltrapezprofile abgestimmt sein.

## 6.4.2 Dampfdruckausgleich

Ist in einem unbelüfteten Flachdachaufbau Feuchte eingeschlossen oder eindiffundiert, entsteht an der Unterseite von Dampfsper- oder Abdichtungsschichten an den betroffenen Stellen bei Erwärmung ein Wasserdampfdruck, der zu einem punktuellen Abheben der Abdichtung bzw. Blasenbildung und in der Folge zu Beschädigungen führen kann. Dies wird vermieden, wenn sich entsprechende Drücke unterhalb der betreffenden Schichten entspannen, d. h. ausgleichen können. Mit dem Auftreten entsprechender Drücke ist stets zu rechnen bei neu hergestellten Dachflächen aus Stahlbeton aufgrund enthaltener Restfeuchte, oder wenn – was die Regel sein dürfte – eine absolute Trockenheit von Dämmstoffen beim Einbau unter Berücksichtigung von Baustellenbedingungen nicht erwartet werden kann. Aus diesem Grund sind auf der Oberseite von neu hergestellten Betondeckenflächen sowie zwischen der Wärme-

dämmschicht und der Abdichtung entsprechende Schichten zum Dampfdruckausgleich vorzusehen. Ein entsprechender Luftverbund kann beispielsweise erreicht werden durch

- eine punkt- oder streifenweise Verklebung der unteren Abdichtungslage
- eine lose Verlegung der unteren Abdichtungslage
- den Einbau einer Lochglasvliesbahn
- oberseitig mit Rillen oder Kanälen strukturierten Dämmstoffplatten.

### 6.4.3 Lagesicherung der Abdichtung

#### 6.4.3.1 Aufnahme horizontaler Kräfte

In Abhängigkeit von der tragenden Dachkonstruktion, der Abdichtungsunterlage, den eingebauten Wärmedämmstoffen sowie der Abdichtungsart können bei Flachdächern horizontale Kräfte in nennenswerter Größenordnung auftreten. Aus diesem Grund sind entsprechend DIN 18531 und den Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008] zur Vermeidung von Schäden am Dachaufbau und an der Abdichtung in folgenden Fällen ggf. zusätzlich zu den in den Kapiteln 3.2.2, 3.3.2, 3.3.3 sowie 6.3 beschriebenen Befestigungsverfahren im Rahmen der Verlegung mechanische Befestigungen zur Aufnahme horizontaler Kräfte erforderlich:

- bei lose verlegten einlagigen Flachdachabdichtungen
- bei Unterkonstruktionen aus Stahltrapezblechprofilen, es sei denn, es liegt ein vollflächig verklebter Dachaufbau mit einer Dämmschicht aus Schaumglas vor
- bei Dachaufbauten ohne schweren Oberflächenschutz und mit Hartschaumdämmstoffen, die mit Kaltklebstoffen mit Nachklebeeffekt verklebt sind.

In den genannten Fällen ist es erforderlich, die Dachabdichtung in sämtlichen Bereichen, in denen sie linienförmig aufgekantet ist, d. h. an Dachrändern, Attiken, Rinnen, Abschlüssen an aufgehenden Bauteilen, Lichtbändern und -kuppeln, Bewegungsfugen etc. mechanisch in der tragenden Unterkonstruktion zu befestigen. Diese Befestigung muss zwingend in der Ebene der Abdichtung erfolgen. Oberhalb dieser Ebene liegende Befestigungen, z. B. an Sockeln oder Attiken, dienen in erster Linie der hinterlaufsicheren Verwahrung der Abdichtungsabschlüsse und können horizontale Kräfte nicht wirksam aufnehmen. In den Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008] ist in diesem Zusammenhang der explizite Hinweis enthalten, dass – im Unterschied zur Windsogsicherung – die betreffenden Maßnahmen unabhängig von der Gebäudehöhe vorzunehmen sind.

Die mechanische Befestigung am Untergrund erfolgt entweder linienförmig oder linear. Bei der linienförmigen Befestigung werden Metallbänder/-profile oder Profile aus Verbundblech in einer durchgehenden Linie an mindestens drei Punkten je laufendem Meter mit geeigneten Befestigungsmitteln im Untergrund verankert. Lineare Befestigungen werden mit punktwise, ebenfalls zu drei Stück je laufendem Meter angeordneten Einzelbefestigungen ausgeführt.



Auf mechanische Befestigungen im zuvor beschriebenen Sinne darf verzichtet werden, wenn die betreffende Dachabdichtung mechanisch gegen Windsogkräfte in der Weise gesichert ist, dass auch die zu erwartenden Horizontalkräfte aufgenommen werden können. Dies beinhaltet u. a. zwingend die mechanische Befestigung in den oben genannten An- und Abschlussbereichen in der Ebene der Abdichtung.

#### 6.4.3.2 Lagesicherung bei Dächern mit einer Neigung von mehr als 3 °

Bei Flachdächern mit einer Neigung oder einem Gefälle von mehr als 3 ° (~5 %) sind insbesondere bei Bahnenabdichtungen Maßnahmen erforderlich, um bei einer Erwärmung des Dachaufbaus durch Sonneneinstrahlung ein Abgleiten von Schichten des Dachaufbaus in Richtung des Gefälles zu verhindern. Entsprechend DIN 18531 und [ZVDH, 2008] sind einzeln oder in Kombination folgende Maßnahmen notwendig:

- Sicherung der Abdichtungsbahnen am oberen Rand durch versetzte Nagelung mit einem Nagelabstand von höchstens 10 cm
- linienförmige Befestigungen unter Verwendung von Metallbändern bzw. Verbundblechen
- ungeteilte Verlegung der Abdichtungsbahnen über den First hinweg mit kopfseitiger Befestigung
- Einbauen von Stützkonstruktionen zur Fixierung von Dämmschichten und Abdichtungslagen
- Einbauen von zusätzlichen Nagelleisten bei nicht nagelbarem Untergrund
- mechanische Befestigung in der Fläche, z. B. mit Einzelbefestigern.

In Bezug auf die Abdichtung können zusätzlich folgende Maßnahmen erforderlich werden:


- Verwendung von Bahnen mit hoher Wärmestandfestigkeit
- Verwendung von standfester Klebmasse oder anderer geeigneter Klebstoffe für Klebeschichten
- Verwendung von Abdichtungsbahnen mit hoher Zugfestigkeit
- Verlegung der Bahnen in Gefällerichtung
- Unterteilen der Bahnen in kürzere Bahnenlängen
- Bahnenteilung im Übergangsbereich zwischen angrenzenden Teilflächen, die infolge Sonneneinstrahlung und Verschattung sehr unterschiedlicher Erwärmung ausgesetzt sind, z. B. bei Sheddach-Flächen.

In [ZVDH, 2008] ist zusätzlich der Hinweis enthalten, dass bei mehrlagigen Dachabdichtungen mit einer Neigung über 3 ° die Abdichtungsoberlage im Überlappungsbereich durch verdeckte Nagelung befestigt werden kann, was allerdings eine Durchdringung der darunter liegenden Lage(n) zur Folge hat.

### 6.4.3.3 Windsogsicherung

#### a) Beanspruchung

Bedachungen können je nach geografischer Lage und Exposition erheblichen vertikalen Lasten aus Windsog ausgesetzt sein. Aufgrund fehlender Nutzsichten und vergleichsweise großer Flächen ist insbesondere bei Flachdächern für eine ausreichende Windsogsicherung der Dachabdichtung zu sorgen. Die Windsogbelastung von Dachabdichtungen ist zunächst ungeachtet der jeweiligen baulichen Randbedingungen abhängig von den am Gebäudestandort zu erwartenden Windbedingungen. Diese richten sich großräumig nach der jeweiligen Windzone, die sich aus einer vierstufigen Unterteilung der Bundesrepublik in die Windzonen 1 bis 4 (Tabelle 28 entsprechend DIN EN 1991-1-4/NA) bzw. der bauaufsichtlich vorgenommenen regionalen Zuordnung nach Landkreisen in [ARGEBAU, 2010] ergibt.

	Windzone WZ	Basiswind- geschwindig- keit <sup>1)</sup> $v_{b,0}$ [m/s]	Geschwindig- keits- druck <sup>1), 2)</sup> $q_{b,0}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
	1	22,5	0,32
	2	25,0	0,39
	3	27,5	0,47
	4	30,0	0,56

<sup>1)</sup> Die Werte gelten für die Geländekategorie II gemäß DIN EN 1991-1-4/NA (Tabelle 29)

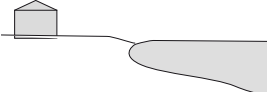
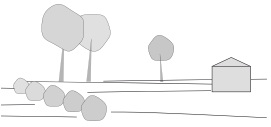
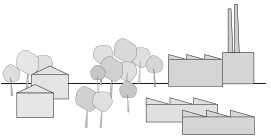
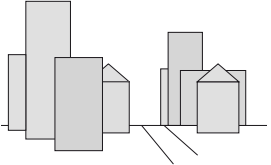
<sup>2)</sup> Bei Standort des Gebäudes oberhalb von  $H_s = 800$  m sind die Geschwindigkeitsdrücke zu erhöhen mit:

$$q_{b,0, \text{erhöht}} = 0,2 + H_s/1.000$$

**Tabelle 28:** Windzonenkarte der Bundesrepublik Deutschland aus DIN EN 1991-1-4/NA bzw. Anhang I zu den Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008]

Im Hinblick auf die Berücksichtigung topografischer Gegebenheiten enthalten DIN EN 1991-1-4/NA sowie die Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008] den Hinweis, dass bei Gebäudestandorten auf Kamm- oder Gipfellagen der Mittelgebirge sowie oberhalb von 1.100 m über Meereshöhe  $H_s$  stets besondere Überlegungen hinsichtlich der Windsog-sicherung notwendig sind.

Unabhängig hiervon hängt die Windsogbelastung stets von der am Standort zu erwartenden Turbulenzintensität des Windes ab, die durch topografische, kulturellräumliche und nutzungsbedingte Gegebenheiten, d. h. im Wesentlichen durch das Geländeprofil und die Bodenrauigkeit, beeinflusst wird. Auf der Grundlage dieser Faktoren werden die Geländekategorien I bis IV gemäß DIN EN 1991-1-4/NA (Tabelle 29) zuzüglich

Gelände-kategorie	Beschreibung	
I	Offene See; Seen mit mindestens 5 km freier Fläche in Windrichtung; glattes, flaches Land ohne Hinder-nisse	
(I/II)	Mischprofil »Küste«	
II	Gelände mit Hecken, einzelnen Gehöften, Häusern oder Bäumen; z. B. landwirtschaftliches Gebiet	
(II/III)	Mischprofil »Binnenland«	
III	Vorstädte; Industrie- oder Gewerbegebiete; Wälder	
IV	Stadtgebiete, bei denen mindes-tens 15 % der Fläche mit Gebäuden bebaut sind, deren mittlere Höhe 15 m überschreitet	

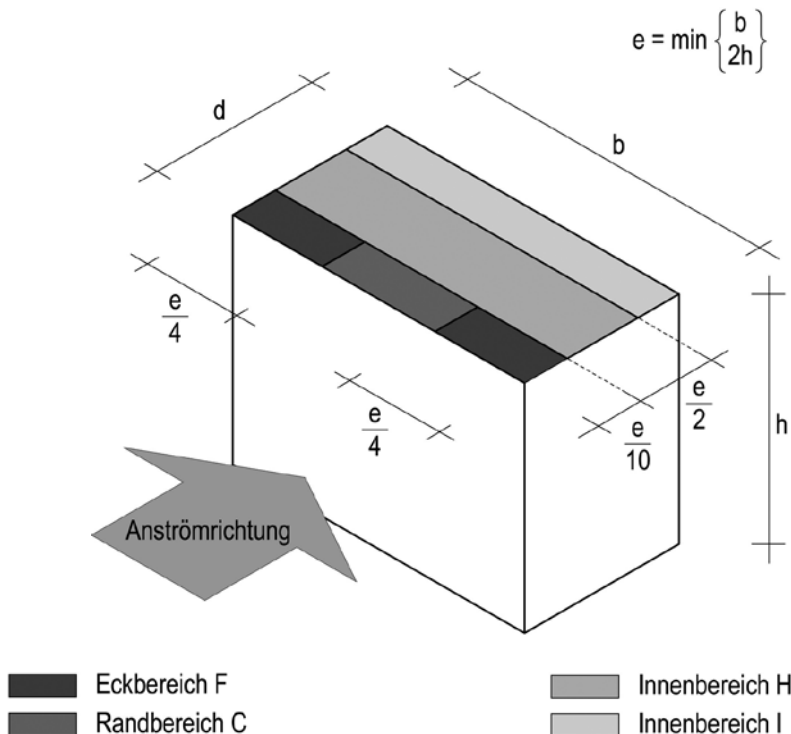
**Tabelle 29:** Geländekategorien entsprechend DIN EN 1991-1-4/NA

der Mischprofile »Küste« (Übergangsbereich zwischen Kategorie I und II) und »Binnenland« (Übergangsbereich zwischen Kategorie II und III) unterschieden.

Über die zuvor beschriebenen standortbezogenen Aspekte hinaus hängt die Windsogbeanspruchung sowie hieraus resultierend die Art und der Umfang von Sicherungsmaßnahmen von baulichen Faktoren des betreffenden Daches bzw. Gebäudes ab, im Wesentlichen von

- der Gebäudehöhe
- der Dachform und -neigung
- dem jeweiligen Dachbereich gemäß DIN 1055-4, in den die abzudichtende Fläche unter Berücksichtigung der zu erwartenden Windsoglasten fällt (Eckbereich F, Randbereich G sowie Innenbereiche H und I; Bild 36)
- ggf. vorhandenen Attiken und ihren Formen
- der jeweiligen Lasteinzugsfläche
- dem vorhandenen Innendruck bei offenen Gebäuden, sofern die Abdichtungsunterlage unterseitig offen ist, d.h. beispielsweise aus Stahltrapezblechen besteht (offene Unterstände oder Hallen in Industrie, Gewerbe oder Landwirtschaft).

Zur Aufnahme der unter den vorstehend beschriebenen Randbedingungen auf Flachdachabdichtungen wirkenden Windsoglasten sind als Sicherungsmaßnahmen grund-



**Bild 36:** Einteilung von Flachdachflächen hinsichtlich der Windsogbeanspruchung (Dachbereiche)

sätzlich eine Verklebung der Abdichtung auf dem Untergrund, eine mechanische Befestigung der Abdichtung oder ein Sichern der Abdichtung durch ausreichende Auflasten geeignet. Bei geschlossenen Gebäuden bzw. offenen Gebäuden mit geschlossenen Abdichtungsunterlagen – beispielsweise in Form von Stahlbetondecken, Betonfertigteildecken mit durch Spachteln oder Betonverguss vollständig geschlossenen Fugen oder Schalungen aus formschlüssig durch Nut- und Federverbindung oder Überfaltung verbundenen Holzwerkstoffen (Anhang I zu [ZVDH, 2008]) – muss bis zu einer Gebäudehöhe von 25 m und einer Dachneigung  $< 5^\circ$  für die jeweiligen Maßnahmen kein Einzelnachweis nach DIN 1055-4 geführt werden. In diesen Fällen ist die Einhaltung der in DIN 18531-3, Abschnitt 7.3, bzw. in den Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008] in Abschnitt 2.6.3 beschriebenen Anforderungen an die jeweilige Maßnahme zur Windsogsicherung ausreichend, die nachfolgend in den Unterkapiteln b) bis d) beschrieben werden.

### b) Windsogsicherung durch Kleben

Für Dachabdichtungen aus Bitumen- und Polymerbitumenbahnen kann das Schweiß-, das Gieß-, das Bürstenstreich- oder das Kaltselbstklebverfahren zur Anwendung kommen. Dachabdichtungen aus Kunststoffbahnen können mit lösemittelhaltigen Systemklebstoffen, einkomponentigen Polyurethanklebstoffen, lösemittelfreien Dispersionsklebstoffen, mit Heißbitumen im Gieß-, Bürstenstreich- oder Flämmverfahren oder im Kaltselbstklebverfahren befestigt werden. Bevorzugt sollten Systemlösungen eingesetzt werden. In jedem Fall sind die Herstellervorgaben einzuhalten. Bei Einhaltung der in Tabelle 30 gemäß [ZVDH, 2008] genannten Klebeflächen kann für die vorgenannten Bahnenabdichtungen von einer ausreichenden Windsogsicherung ausgegangen werden.

Dachbereich (DIN 1055-4; Bild 36)	Verklebung mit		
	Heißbitumen Flächenanteil [%]	Kaltbitumen Anzahl Streifen/m <sup>2</sup>	PUR-Kleber <sup>1)</sup> Anzahl Streifen/m <sup>2</sup>
Innenbereich I	10	2	4
Innenbereich H	20	3	5
Randbereich G	30	3	6
Eckbereich F	40	4	8
Mengenansatz	–	ca. 100 g/m und Streifen <sup>1)</sup> 40 mm Streifenbreite <sup>2)</sup>	ca. 40 g/m und Streifen
<sup>1)</sup> Angabe aus DIN 18531-3			
<sup>2)</sup> Angabe aus den Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008]			

**Tabelle 30:** Windsogsicherung durch Verklebung bei geschlossenen Gebäuden bis 25 m Höhe und einer Dachneigung bis  $5^\circ$  gemäß DIN 18531-3 und den Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008]

In jedem Fall sind die für die jeweiligen Klebverfahren einzuhaltenden Anforderungen an den Untergrund bzw. die Eignung des jeweiligen Verfahrens in Bezug auf den Untergrund zu beachten. In diesem Zusammenhang ist in [ZVDH, 2008] der Hinweis enthalten, dass für die Verklebung von Dämmstoffen und/oder Dampfsperribahnen auf bzw. oberhalb von Trapezblechkonstruktionen Kaltklebemassen zur Anwendung kommen sollten.

### c) Windsogsicherung durch mechanische Befestigung

Mechanische Befestigungen kommen im Zusammenhang mit der Windsogsicherung in der Regel bei bahnenförmigen Dachabdichtungen auf Schalungen aus Holz bzw. Holzwerkstoffen oder auf Trapezblechkonstruktionen zum Einsatz. Sie sollen eine Verankerung in der tragenden Schicht der Dachschale bewirken. Zusammen mit der Befestigung der Dachabdichtung können auch weitere Schichten des Dachaufbaus gesichert werden, z. B. Dampfsperren und Dämmschichten. Ist dies nicht ausreichend, müssen diese Schichten für sich selbst durch Kleben oder mechanische Befestigung gesichert werden.

Die Windsogsicherung durch mechanische Befestigung am Untergrund erfolgt jeweils entweder linienförmig oder linear durch Befestigung in der Bahnenüberlappung, nahtunabhängig oder unterseitig (Kapitel 3.3.2.2). Linienförmige Befestigungen kommen bevorzugt bei Kunststoffbahnen zur Anwendung und werden dort in der Regel mit Verbundblechen hergestellt. Für lineare Befestigungen kommen als Befestigungsmittel

- Befestigungselemente in Form von Dübeln mit Lastverteilungstellern oder
- Breitkopfstifte (Nägeln)

zum Einsatz. Die Befestigungsmittel müssen für den jeweiligen Anwendungsfall geeignet sein und sind auf die verwendeten Werkstoffe und die vorgesehene Ausführungsart abzustimmen. Sie müssen dauerhaft, d. h. ausreichend korrosionsbeständig und – in Bezug auf Kunststoffe – ausreichend alterungsbeständig sein. Befestigungsmittel zur Windsogsicherung müssen – mit Ausnahme von Breitkopfstiften – für eine Ausreißlast von mindestens 0,4 kN ausgelegt sein. Die Eignung des jeweiligen Befestigungselement-Systems ist herstellerseits durch Prüfzeugnisse nachzuweisen.

Die Anzahl der vorzusehenden Befestigungspunkte ist im Einzelnen nach DIN 1055-4 zu bemessen. Unabhängig hiervon sollen bei linearer Befestigung mindestens 2 Befestigungspunkte je Quadratmeter Dachfläche und bei der Befestigung auf den Obergurten von Trapezblechprofilen Befestigungselemente im Abstand von maximal 20 cm in Längsrichtung angeordnet werden. Für die Befestigung von Bitumenbahnen mit Breitkopfstiften sind in den Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008] die in Tabelle 31 zusammengefassten, bewährten Anhaltswerte angegeben.

Dachbereich (DIN 1055-4; Bild 36)	Innenbereich I	Innenbereich H	Randbereich G	Eckbereich F
Nagelreihen- abstand [cm]	90	90	45	45

**Tabelle 31:** Bewährte Richtwerte für Nagelreihenabstände im Hinblick auf die Windsicherung bei der Befestigung von Bitumenbahnen mit Breitkopfstiften [ZVDH, 2008]

Für Gebäude mit einer Höhe von bis zu 25 m und einer Dachneigung  $< 5^\circ$  enthalten die Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008] in Anhang I in den Tabellen I bis III unterschieden nach Windzonen, nach scharfkantigem Traufbereich bzw. Vorhandensein einer Attika sowie nach Dachbereichen (F bis I) jeweils beispielhaft Werte für die Windsogkräfte  $c_{pe}$  und die hieraus resultierenden Anforderungen an die Anzahl von Befestigungselementen und Breitkopfstiften je Quadratmeter sowie an die Dicke eines Kiesbelags als schwerem Oberflächenschutz (Sicherung durch Auflast; Kapitel 6.4.3.3.d). Anzumerken ist, dass hierbei für die Befestigungselemente eine Tragfähigkeit gegen Ausreißen von 0,5 kN, also ein 25 % oberhalb der Mindesttragfähigkeit (0,4 kN) angesetzt Wert, zugrundegelegt ist.

Darüber hinaus sind die betreffenden Angaben selbstverständlich nicht anzusetzen, wenn aufgrund der Lage oder Bauweise des Gebäudes ( $H_s > 1.100$  m, windexponierte Lage, offenes Gebäude mit offener Abdichtungsunterlage) ein detaillierter Nachweis erforderlich ist.

Für die einzuhaltenden maximalen Abstände von Befestigungsmitteln für Randhölzer sind Hinweise in Tabelle 9 in den Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008] zu entnehmen.

#### d) Windsogsicherung durch Auflast

Eine Windsogsicherung durch Auflast ist entsprechend DIN 18531-3 in der Regel auf Dachflächen bis zu einer Dachneigung von  $3^\circ$  beschränkt, da die Auflast abrutschen kann. Grundsätzlich muss zur Gewährleistung einer ausreichenden Auflast gemäß [ZVDH, 2008] ihre flächenbezogene Masse mindestens den bei der Bemessung anzusetzenden Windsogkräften  $[kN/m^2]$  entsprechen. Die Auflast ist demzufolge für die verschiedenen Bereiche einer Dachfläche (Bild 36) einzeln zu bemessen. Als Auflasten sind entsprechend [ZVDH, 2008] beispielsweise geeignet:

- Schüttungen aus Kies der Körnung 16/32 mit einer Minstdicke von 50 mm
- Plattenbeläge aus Beton mit Abmessungen von mindestens 400/400/40 mm, die eine Kiesschicht abdecken oder auf einer Schutzlage verlegt werden können
- Betonformstein auf Kies und/oder auf einer Schutzlage
- Ort beton- oder Betonfertigteileplatten bis zu einer Größe von maximal 2,50/2,50 m, die auf einer Schutz- und zwei Gleitlagen zu verlegen sind

- Vegetationssubstrate für eine extensive Dachbegrünung, sofern die flächenbezogene Trockenmasse des Substrats für eine Windsogsicherung ausreichend hoch und das Substrat, insbesondere gegenüber Verwehungen, ausreichend lagesicher ist.

Bei Auflasten aus Schüttgütern (Kies, Vegetationsschichten o.Ä.) ist in Rand- und Eckbereichen der Dachfläche mit Verwehungen zu rechnen, so dass hierfür die Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008] den Einbau von Platten oder Betonformsteinen, ggf. in Kombination mit den betreffenden Schüttgütern, empfehlen. Bei einer Gebäudehöhe von mehr als 25 m ist dies für die Rand- und Eckbereiche nach DIN 18531 obligatorisch.

#### 6.4.4 Entwässerung

Zur Ableitung von Niederschlagswasser soll grundsätzlich ein Gefälle von mindestens 2 % geplant werden. Lang anhaltende Wassereinwirkung, beispielsweise im Bereich von Pfützen, sollte durch ausreichende Gefälleausbildung vermieden werden, da in derartigen Bereichen eine eingeschränkte Dauerhaftigkeit der Dachabdichtung, z. B. durch einen verstärkten Angriff durch Mikroben, zu erwarten ist. Insbesondere bei Kunststoffbahnenabdichtungen ist eine entsprechende Beständigkeit für die einzelnen Kunststoffe nicht immer nachgewiesen [Oswald, 2008]. Seit etwa 10 Jahren sind in diesem Zusammenhang erhebliche Zersetzungserscheinungen an Kunststoffbeschichtungen und -abdichtungsbahnen auf Flachdächern infolge aggressiver Rotalgen (*Rhodophytha*) bekannt [Schrumpf, 2010].

Bei höherwertiger Gebäudenutzung bzw. der Anwendungskategorie K2 ist nicht nur für sämtliche Teilflächen eines Daches ein Gefälle von mindestens 2 %, sondern zusätzlich auch für Kehlen ein Mindestgefälle von 1 % einzuhalten (Kapitel 6.1.2). In der Flachdachrichtlinie [ZVDH, 2008] ist im Abschnitt 2.3.1 explizit der Hinweis enthalten, dass in diesem Zusammenhang Toleranzen, sowie ggf. vorhandene Kontergefälle des Abdichtungsuntergrundes zu berücksichtigen sind. Wird eine Gefälleausbildung mit 2 % in Teilbereichen von Dächern – z. B. bei untergeordneter Gebäudenutzung oder aus wirtschaftlichen Gründen – nicht gewünscht, oder ist – beispielsweise im Bestand – aufgrund der vorhandenen baulichen Randbedingungen eine entsprechende Gefällegebung nicht möglich, so ist die Dachabdichtung lediglich der Anwendungskategorie K1 zuzuordnen. Allerdings sind für diesen Fall für das Dach bzw. den betreffenden Bereich die Abdichtungsstoffe gemäß der Anwendungskategorie K2 zu wählen. Die für öffentliche Gebäude relevanten »Hinweise für die Planung von nichtgenutzten Flachdächern mit Abdichtungen« der Bauministerkonferenz, Ausschuss für staatlichen Hochbau, Fachkommission Bauplanung [ARGEBAU, 2005] fordern für die Ebene der Dachabdichtung über DIN 18531 und [ZVDH, 2008] hinausgehend ein Mindestgefälle von 3 %.

Unabhängig hiervon müssen Flachdächer zur Abführung von Niederschlagswasser entsprechend DIN EN 12056 bzw. DIN 1986-100 entwässert werden. Dies kann zum einen nach außen über vorgehängte Regenrinnen und hieran angeschlossene Falllei-



tungen erfolgen. Eine außenliegende Entwässerung ohne Regenrinnen über Wasserspeier oder Tropfleisten wäre nach DIN 1986-100 nur dann zulässig, wenn Dritte hierdurch nicht beeinträchtigt werden. Darüber hinaus müsste ein im Hinblick auf die zusätzliche Wasserbeanspruchung ausreichender Schutz des Bauwerks vor Durchfeuchtungen sowie ein ungehinderter Ablauf bzw. eine Versickerung des ablaufenden Wassers sichergestellt sein. Eine derartige Entwässerung dürfte allerdings für ungenutzte Flachdächer allenfalls theoretisch infrage kommen.

Zum anderen kann das Abführen von Niederschlagswasser auch innenliegend über Abläufe erfolgen. Hierbei ist zu beachten, dass

- die Entwässerung auf möglichst kurzem Weg erfolgt
- die Abläufe an Tiefpunkten der zu entwässernden Flächen angeordnet werden, z. B. bei größeren Deckenflächen im Hinblick auf die zu erwartenden Durchbiegungen in deren Mitte
- durch Kies- oder Laubfangkörbe oder geeignete Abdeckungen ein Zusetzen der Abläufe verhindert wird
- die Abläufe zu Wartungs- und Reinigungszwecken leicht zugänglich sind
- durch aus der Abdichtungsebene herausgehobene Bewegungsfugen oder Aufkantung getrennte Dachbereiche getrennt entwässert werden.

Entsprechend DIN 1986-100 muss zur Vermeidung eines Anstauens bei Starkregenereignissen mit Wassermengen oberhalb des so genannten Berechnungsregens jedem Ablauf eine Notentwässerung zugeordnet werden. Hierzu wird im Abschnitt 5.9 der DIN 1986-100 wörtlich ausgeführt:

*»Die Notentwässerung kann über Notüberläufe oder Notabläufe erfolgen. Die Notentwässerung darf nicht an die Entwässerungsanlage angeschlossen werden, sondern muss mit freiem Auslauf auf schadlos überflutbare Grundstücksflächen entwässert werden.*

*Von jedem Dachablauf aus muss ein freier Abfluss auf der Dachabdichtung zu einer Notentwässerung mit ausreichendem Abflussvermögen vorhanden sein. Lässt die Dachgeometrie eine freie Notentwässerung über die Fassade nicht zu, muss zur Sicherstellung der Notentwässerungsfunktion ein zusätzliches Leitungssystem mit freiem Auslauf auf das Grundstück diese Aufgabe übernehmen.*

*Notabläufe können als Attikaabläufe frei durch die Attika entwässern«*

## 6.4.5 Instandhaltung

Unter Berücksichtigung der in den vorhergehenden Kapiteln beschriebenen Beanspruchungen kommt der Instandhaltung ungenutzter Flachdächer insbesondere bei Dächern ohne schweren Oberflächenschutz aus Platten- oder Formsteinbelägen besondere Bedeutung zu, um eine angemessene Nutzungsdauer zu gewährleisten. Die erforderlichen Maßnahmen im Rahmen der Instandhaltung sowie die hieraus ggf. resultierenden Instandsetzungs- und Erneuerungsmaßnahmen bis hin zur vollständigen Erneuerung des Dachaufbaus sind im Einzelnen in Abschnitt 5 der Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008] sowie in DIN 18 531-4 beschrieben. Die wesentlichen Stufen

der Instandhaltung und diesbezüglich beispielhafte Einzelmaßnahmen sind in der nachfolgenden Tabelle 32 aus DIN 18531-4 zusammengefasst.

Stufe der Instandhaltung		Maßnahmen, z. B.:
Instandhaltung	Inspektion	Aufnahme des Zustandes der Dachabdichtung, der An- und Abschlüsse sowie der Durchdringungen <sup>1)</sup> . Die Ergebnisse der Inspektion können Basis für die Festlegung eventuell erforderlicher Wartungs-, Instandsetzungs- oder Dacherneuerungsmaßnahmen sein.
	Wartung <sup>2)</sup>	Entfernen von unerwünschten Ablagerungen und Fremdbewuchs, Reinigen der Entwässerungsanlagen
	Instandsetzung	a) Kleinere Instandsetzungsarbeiten, z. B. <ul style="list-style-type: none"> <li>– erneutes Absichern von Wandanschlussprofilen;</li> <li>– Schutzanstriche auf korrosionsgefährdeten Metallteilen;</li> <li>– Ausbessern kleinerer Schadstellen in der Abdichtung.</li> </ul> b) Größere Instandsetzungsarbeiten nach genauer Voruntersuchung, z. B. <ul style="list-style-type: none"> <li>– Ausbessern größerer Schadstellen in der Abdichtung;</li> <li>– Regenerierung vorhandener Dachabdichtungen durch Aufbringen einer neuen Abdichtungslage.</li> </ul>
	Erneuerung der Dachabdichtung	Maßnahmen zum Ersatz einer nicht mehr funktionstüchtigen Dachabdichtung und ihrer An- und Abschlüsse <ul style="list-style-type: none"> <li>– bei Belassen der vorhandenen Dachabdichtung;</li> <li>– nach Entfernen der vorhandenen Dachabdichtung;</li> <li>– mit Zusatzdämmung;</li> <li>– mit Zusatzdämmung als Gefälledämmung.</li> </ul>
Erneuerung des Dachaufbaus		Maßnahme zum kompletten Ersatz eines nicht funktionstüchtigen oder eines verbesserungsbedürftigen Dachschietaufbaus einschließlich aller An- und Abschlüsse.
<sup>1)</sup> Schriftliche Dokumentation erforderlich, z. B. mit vorgefertigten standardisierten Erhebungsbögen (z. B. [vdd, 2011]) <sup>2)</sup> Ein- bis zweimal jährlich je nach thermischen, mechanischen, chemischen, biologischen und sonstigen Umwelteinwirkungen		

**Tabelle 32:** Beispielhafte Aufstellung von Instandhaltungsmaßnahmen aus DIN 18531-4

Bei der Instandsetzung oder Erneuerung der Dachabdichtung ist insbesondere bei Kunststoffbahnen auf Materialverträglichkeit zu achten. Da sich Kunststoffbahnen durch Inaugenscheinnahme oder einfachere Untersuchungen in aller Regel nicht eindeutig identifizieren lassen, sind die betreffenden Abdichtungen gemäß DIN 18531-3 durch das Anbringen von Schildern o.Ä. eindeutig hinsichtlich Werkstoff, Anwendungstyp, Eigenschaftsklasse, den Produktmerkmalen nach DIN V 20 000 sowie dem Hersteller und dem Ausführungszeitpunkt zu kennzeichnen.

Zu beachten ist ferner, dass in dem Moment, in dem im Rahmen der Erneuerung der Dachabdichtung Abdichtungslagen aufgebracht werden, die für sich selbst eine Dachabdichtung entsprechend DIN 18531 oder [ZVDH, 2008] darstellen, die Anforderungen der Energieeinsparverordnung [EnEV, 2009] einzuhalten sind [ARGEBAU, 2011]. Dies gilt auch, wenn die vorhandene Dachabdichtung erhalten bleibt. In [ARGEBAU, 2011] heißt es hierzu wörtlich:

*»5. Bei einem Flachdach ist der Tatbestand nach Anlage 3 Nr. 4.2 Buchstabe b) EnEV (Erfordernis, den Wärmeschutz gemäß Tabelle 1, Zeile 4b, Anlage 3 EnEV anzupassen; Anm.) erfüllt, wenn die bestehende Dachhaut (wasserdichte Abdichtung) durch eine voll funktionsfähige neue Dachhaut (wasserdichte Abdichtung) ersetzt wird. In diesem Fall ist es unerheblich, ob und inwieweit die bestehende Dachhaut unterhalb der neuen Dachhaut erhalten bleibt. Werden z. B. mehrlagig untereinander verklebte Bitumenbahnen aufgebracht, so ist dies als neue Dachabdichtung bzw. Dachhaut zu werten. In diesem Fall sind die Anforderungen nach EnEV einzuhalten. Auch bei anderen technischen Maßnahmen, die im Sinne der Regeln der Technik als Neuaufbau der Dachabdichtung gelten, müssen die Anforderungen nach EnEV erfüllt werden.*

...

*7. Wird eine Dachabdichtung (z. B. mehrlagig untereinander verklebte Bitumenbahnen) im Rahmen der Instandhaltung lediglich regeneriert (z. B. durch das vollflächige Aufkleben einer neuen Abdichtungslage), ohne dass die neue Schicht für sich allein eine funktionsfähige Dachhaut darstellt, ist der Tatbestand der Erneuerung der Dachhaut nicht gegeben. In diesem Falle besteht keine Anforderung nach § 9 Absatz 1 Satz 1 in Verbindung mit Anlage 3 Nr. 4.2 Buchstabe b) EnEV.*

*8. Nr. 7 ist sinngemäß anzuwenden, wenn eine aus einlagigen Kunststoffbahnen bestehende Dachabdichtung im Rahmen der Instandhaltung durch Aufbringen von zusätzlichen (z. B. vollflächigen oder streifenweise verklebten) Kunststoffbahnen regeneriert wird, ohne dass die neue Schicht für sich alleine eine funktionsfähige Dachhaut darstellt (z. B. aufgrund geringerer Schichtdicke oder veränderter mechanischer Eigenschaften).«*

Zum letztgenannten Punkt 8. ist anzumerken: Wird bei einer einlagigen Dachabdichtung aus Kunststoffbahnen infolge Alterung, Verschleiß, Leckagen o. Ä. eine Überarbeitung (»Regenerierung«) erforderlich, kann durch Aufbringen einer zusätzlichen Bahnenlage, die allerdings für sich keine funktionsfähige Abdichtung entsprechend DIN 18531 bzw. [ZVDH, 2008] darstellt, keine den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechende Abdichtungssituation geschaffen werden. Eine ausreichende Sicherheit gegenüber dem Eindringen von Wasser kann nicht ohne weiteres unterstellt werden, da – wie in anderem Zusammenhang bereits ausgeführt – zwei »halbe« Abdichtungen in aller Regel keine »ganze« ergeben.

## 7 Detailausbildung

### 7.1 Einführung

Im Hinblick auf ein mögliches Versagen von Bauwerks- und Dachabdichtungen in Gestalt von Leckagen oder Fehlstellen infolge von Mängeln stellen naturgemäß weniger die Abdichtungen in ihrer Fläche potenzielle Schwachpunkte dar, als vielmehr alle Bereiche, in denen »Störungen« des Regelaufbaus vorliegen. Dies betrifft insbesondere Bereiche von

- An- und Abschlüssen
- Bewegungsfugen im Untergrund
- Übergängen zwischen den Abdichtungen einzelner Bauteile
- Durchdringungen von Flächenabdichtungen durch Leitungen oder Einbauteile.

Dennoch muss die Funktion der Abdichtung an diesen Stellen auch unter Berücksichtigung von zu erwartenden Bewegungen, Lage- und Längenänderungen der betreffenden Bauteile sowie angrenzender Schutz- und Belagschichten dauerhaft gewährleistet sein. Aus diesem Grund müssen Abdichtungen hier zwingend detailliert geplant werden. Das folgende Kapitel 7.2 enthält einige wesentliche Grundlagen hierzu.

In Anbetracht der in den Regelwerken und in der Fachliteratur nicht immer ganz einheitlichen Terminologie werden in der vorliegenden Darstellung folgende Bezeichnungen verwendet:

- Abschluss: Konstruktion an der »Systemgrenze«, an der eine Abdichtung endet, d. h. an aufgehenden Bauteilen, Dachrändern o. Ä.
- Anschluss: Konstruktion innerhalb der »Systemgrenze« einer Abdichtung, die hier an eine Durchdringung, ein Einbauteil, eine Fugenabdichtung o. Ä. anschließt.
- Übergang: Anschluss zwischen Abdichtungen verschiedener Bauteile (z. B. zwischen Hofkellerdecke und erdberührter Außenwand) oder zwischen zwei Abdichtungskonzepten (z. B. zwischen einer hautförmigen Abdichtung und einer Abdichtung aus wasserundurchlässigem Beton).

### 7.2 Planungsgrundlagen

#### 7.2.1 Anzahl und Anordnung von Fugen, Durchdringungen und Übergängen

Grundsätzlich sollte bereits im Rahmen der Ausführungsplanung Augenmerk darauf gerichtet werden, die Anzahl der Fugen, Durchdringungen, Anschlüsse etc. auf das unbedingt erforderliche Maß zu beschränken. Zur Gewährleistung einer fachgerechten und sicheren handwerklichen Ausführung sind Anschlüsse, Fugen und Übergänge so anzuordnen, dass sie einen ausreichenden Mindestabstand voneinander aufweisen.

Für Abdichtungen nach DIN 18195 sind die hierfür einzuhaltenden Maße in Tabelle 33 zusammengefasst.

Anschlusskonstruktionen mit	Mindestabstände der Anschlusskonstruktionen [mm]		
	untereinander	von Bauwerkskehlen/-kanten und anderen Bauteilen	von Bewegungsfugen
Klebe-, Schweißflanschen und Manschetten	150	150	300
Los- und Festflanschkonstruktionen	k. A.	300	500

**Tabelle 33:** Mindestabstände von Anschlusskonstruktionen untereinander bzw. von anderen Bauteilen entsprechend DIN 18195-9

Für Abdichtungen auf ungenutzten Flachdächern können diese Maße sinngemäß übertragen werden. Allerdings wird für den Mindestabstand von Durchdringungen untereinander und zu anderen Bauteilen in DIN 18531 und [ZVDH, 2008] ein Maß von 30 cm (Flanschaußenkante) gefordert. Ganz allgemein ist es von Vorteil, wenn An- und Abschlüsse ohne größeren Rückbau- oder Demontageaufwand zwecks Wartung und Instandhaltung zugänglich sind. Allerdings ist dies bei Abdichtungen im Erdreich in der Regel nicht und auf genutzten Dach- und Deckenflächen nur eingeschränkt realisierbar. Deshalb sind hier die Anforderungen an die Detailausbildung auch besonders hoch. Auf ungenutzten Flachdächern hingegen ist eine gute Zugänglichkeit weitaus leichter zu gewährleisten. Sind hier jedoch im Einzelfall An- und Abschlüsse nur mit hohem Demontageaufwand zugänglich, ist zu beachten, dass diese in jedem Fall – auch bei Dächern der Anwendungskategorie K1 – entsprechend der Anwendungskategorie K2 auszubilden sind.

Besonders hohe Anforderungen an die Detailausbildung bestehen in den Bereichen, in denen Bewegungen des Bauwerks auf die Abdichtung übertragen werden. Dies betrifft im Unterschied zu so genannten »starrten Anschlüssen« insbesondere »bewegliche Anschlüsse«, wie sie im Bereich von Bewegungsfugen, aber auch von Abschlüssen einer auf Holz- oder Stahltrapezunterkonstruktion verlegten Dachabdichtung an einem aufgehenden Bauteil aus Mauerwerk oder Stahlbeton vorliegen. Die zu erwartenden Bewegungen sind in der Planung und Ausführung in der Weise zu berücksichtigen, dass sie schadenfrei ohne Beeinträchtigung der Abdichtung aufgenommen werden können.

Bewegungsfugen in abzudichtenden Bauwerksflächen sollen deshalb möglichst geradlinig und ohne Versprünge sowie nicht durch Kanten und Ecken verlaufen. Als Abstand zu parallel verlaufenden Kanten und Kehlen ist im Regelfall mindestens die halbe Breite der erforderlichen Verstärkungslage zuzüglich der erforderlichen

Anschlussbreite für die Flächenabdichtung, jedoch ein Maß von mindestens 50 cm einzuhalten. Sofern Bewegungsfugen unvermeidbar sind, sollten sie in Abständen angeordnet werden, die möglichst geringe Bewegungen der Fugenflanken erwarten lassen. Die Abdichtung sollte nicht in der Fugenebene verspringen. Zudem sollten Bewegungsfugen nicht im Bereich der größten Wasserbeanspruchung der Abdichtung angeordnet werden, sondern vielmehr vorzugsweise aus der Abdichtungsebene herausgehoben werden. Da bei einer so genannten »geschlauften« Ausführung der Abdichtung in Fugenbereichen die Entwässerung der abzudichtenden Fläche nicht über eine derartige Fuge geführt werden darf, muss die Fuge in diesem Fall als Firstlinien ausgebildet werden, weshalb Gefällegebung und Lage der Entwässerungen ebenfalls bereits während der Planung detailliert festzulegen und auf den Fugenverlauf abzustimmen sind. Insofern müssen die zu erwartenden Beanspruchungen der Abdichtungen insbesondere für den Bereich abzudichtender Bewegungsfugen bereits bei der Planung vorliegen und entsprechend den in den Kapiteln 4 bis 6 dargestellten Grundsätzen bemessen werden.

Neben den Bewegungen der Fugenflanken müssen auch die Verformungen der Abdichtung infolge dieser Bewegungen über der Fuge berücksichtigt werden. Insofern müssen die Bewegungsfugen im abzudichtenden Bauteil auch in angrenzenden Bauteilen, z. B. in Schutzschichten oder Estrichen aufgenommen werden, d. h. an gleicher Stelle angeordnet werden.

### 7.2.2 Lage von Abschlüssen an Gebäudesockeln sowie aufgehenden Bauteilen

Abschlüsse im Bereich von Gebäudesockeln und an aufgehenden Bauteilen angrenzend an abzudichtende Dach- und Deckenflächen sind – unabhängig vom Lastfall der Wasserbeanspruchung – in der Weise auszubilden, dass die Flächenabdichtungen planmäßig bis auf eine Höhe von im Endzustand 150 mm über die Oberfläche des angrenzenden Geländes bzw. Flächenbelags geführt und dort regen- und hinterlauf-sicher verwahrt werden. Dies gilt sinngemäß auch für sämtliche Fußbodenabdichtungen in Innenräumen. Bei Gebäudesockeln sollte entsprechend DIN 18 195 in der Planung zunächst eine Anschlusshöhe von 300 mm vorgesehen werden, um im Endzustand – d. h. nach dem abschließenden Anlegen der Geländeoberfläche – das Maß für die Abschlusshöhe von 150 mm tatsächlich zu gewährleisten. An freien Rändern genutzter Dachflächen und Balkone muss die Abschlusshöhe mindestens 100 mm betragen. Bei ungenutzten Flachdächern nach DIN 18 531 bzw. [ZVDH, 2008] müssen für die Abschlusshöhen folgende Mindestmaße eingehalten werden:

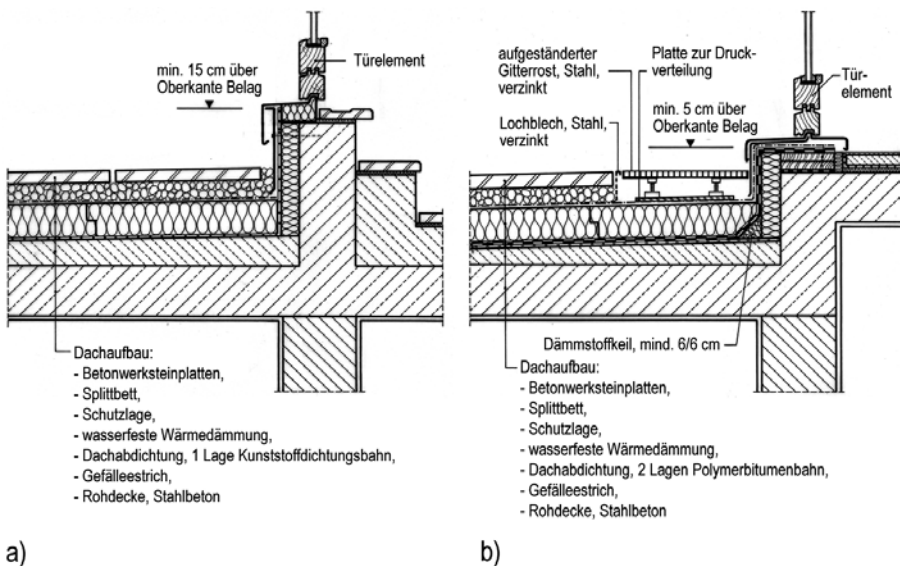
- 15 cm bei Abschlüssen an aufgehenden Bauteilen und Lichtkuppeln etc. und bei Dachneigungen  $\leq 5^\circ$  ( $\leq 8,8\%$ )
- 10 cm bei Abschlüssen an aufgehenden Bauteilen und Lichtkuppeln etc. und bei Dachneigungen  $> 5^\circ$  ( $> 8,8\%$ )
- 10 cm bei Abschlüssen an Dachrändern und bei Dachneigungen  $\leq 5^\circ$  ( $\leq 8,8\%$ )
- 5 cm bei Abschlüssen an Dachrändern und bei Dachneigungen  $> 5^\circ$  ( $> 8,8\%$ ).

Diese Abschlusshöhe der Abdichtung gilt grundsätzlich auch für den Bereich von Zugängen (Bild 37.a).

Ist eine aus den vorgenannten Anforderungen resultierende Schwellenhöhe z. B. aus ästhetischen Erwägungen nicht gewünscht, muss eine kritische Beanspruchung des Schwellenbereichs beispielsweise aus Schneewehen, Schneematschbildung oder Schlagregen im Außenbereich bzw. Brauch-, Reinigungs-, Schwall- und Spritzwasser bei hoher Beanspruchung in Innenräumen durch eine dem Zugang außen- bzw. nassraumseitig unmittelbar vorgelagerte Rinne verhindert werden, die

- eine ausreichende Breite aufweist
- mit einem möglichst weitmaschigen Gitterrost abgedeckt ist
- unmittelbar an eine planmäßige Entwässerung angeschlossen ist ([ZVDH, 2008], [Oster, 2004]).

Zudem sollte ein deutliches, vom Zugang weg weisendes Gefälle vorgesehen werden. Auch bei Einhaltung dieser Randbedingungen ist eine Schwellenhöhe von mindestens 50 mm einzuhalten [ZVDH, 2008] (Bild 37.b).



**Bild 37:** Abschlusshöhe von Abdichtungen oberhalb Gelände- oder Belagoberfläche im Bereich von Zugängen (a); auf 5 cm oberhalb Belagoberfläche reduzierte Abschlusshöhe im Bereich von Zugängen bei unmittelbar vorgelagerter Rinne (b)

Sollen z. B. im Zusammenhang mit einer erforderlichen Barrierefreiheit oder arbeitsschutzrechtlichen Anforderungen (öffentliche Nassräume, gewerbliche Küchen o. Ä.) vollständig schwellenlose Zugänge realisiert werden, müssen in der Planung abdichtungstechnische Sonderlösungen entwickelt werden, die eng zwischen dem Bauherrn,

dem Planer und den Ausführenden abzustimmen sind. Da davon ausgegangen werden muss, dass in diesem Fall die Abdichtung selbst einen ausreichenden Schutz des Türbereichs nicht gewährleisten kann, sind zusätzlich weitere Maßnahmen erforderlich, z. B.

- im Außenbereich Gewährleistung eines ausreichenden Witterungsschutzes, beispielsweise durch eine weit hinter die Fassadenebene zurückgesetzte Anordnung des betreffenden Zugangs oder entsprechende Überdachungen
- Ausstattung der Türrahmen mit Flanschkonstruktionen für den Anschluss der Abdichtung
- Vorsehen zusätzlicher technischer Vorrichtungen zum Witterungs- und Überlaufschutz an den Türkonstruktionen in Form von zusätzlichen Wetterschenkeln, magnetischen Absenkdichtungen o. Ä.
- Einbau einer zusätzlichen Abdichtung im angrenzenden Innen- oder Trockenbereich nebst gesonderter Entwässerung [ZVDH, 2008].

In Innenräumen sollte zunächst die zu erwartende Wasserbeaufschlagung des Schwellenbereichs durch die Grundrissgestaltung (Position der Türen und der betreffenden installierten Bereiche zueinander) oder die Anordnung von Abtrennungen möglichst weitgehend reduziert werden. Außerdem sollte besonderes Augenmerk auf den Abschluss der Abdichtung im Türbereich gerichtet werden. Gegebenenfalls ist die Türzarge durch die Abdichtung zu hinterfahren [Oswald, 2010].

Die wiederkehrend im Bereich schwellenloser Zugänge auftretenden Schäden belegen das Erfordernis dieser hohen Anforderungen. Nicht zuletzt deshalb und in Bezug auf die hohen zu stellenden Anforderungen an schwellenlose Zugänge ist das Beiblatt 1 zur DIN 18 195 an dieser Stelle kritisch zu hinterfragen. So legen die dort enthaltenen schematischen Darstellungen Ausführungen nahe, deren Sicherheitsniveau unter Umständen unterhalb der vorgenannten Bedingungen liegen. Der Forschungsbericht »Schadensfreie niveaugleiche Türschwellen« [Oswald, 2010] enthält hingegen sehr anschaulich und detailliert dargestellte Praxisbeispiele gelungener Abschlüsse mit hohem Sicherheitsniveau im Bereich schwellenloser Zugänge.

An Gebäudesockeln oder auf genutzten Dach- und Deckenflächen sind Abdichtungen oberhalb der Gelände- bzw. Belagoberfläche in aller Regel durch Bekleidungen oder Überhangstreifen vor mechanischer Beschädigung zu schützen.

### 7.2.3 Materialwahl

In Bezug auf die Materialwahl im Bereich von An- und Abschlüssen fordern die Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008] im Abschnitt 4.1 und DIN 18 531 in den Abschnitten 8.2.1 und 8.3 übereinstimmend, dass An- und Abschlüsse grundsätzlich mit der gleichen Lagenzahl und Stoffart wie in der Dachfläche ausgeführt werden sollen. Implizit lassen [ZVDH, 2008] und DIN 18 531 jedoch – wie die DIN 18 195 auch – eine An- und Abschlussausbildung mit anderen Werkstoffen zu, wenn sie an gleicher Stelle übereinstimmend fordern: »Werden unterschiedliche Werkstoffe verwendet, so



*müssen diese für den jeweiligen Zweck geeignet und untereinander dauerhaft verträglich sein.«*

In der Praxis kommen An- und Abschlüsse mit Materialwechsel häufig bei bituminösen Abdichtungen zur Anwendung, beispielsweise unter Verwendung von

- eingeklebten Blechen
- Flüssigkunststoffen
- bitumenverträglichen Kunststoffbahnen, ggf. unter Verwendung von Verbundblechen und entsprechenden Formteilen
- wasserabweisenden Bekleidungen (z. B. geeigneten Putze) in den Sockelbereichen von Außenwänden oberhalb der Geländeoberfläche bei erdberührten Außenwandabdichtungen nach DIN 18 195-4.

An- und Abschlüsse mit eingeklebten Blechen sind insoweit als problematisch anzusehen, als die Abdichtung und ihr Verbund mit dem Blech durch thermische Längänderungen im Jahres- und Tagesgang belastet wird. Sie sollten deshalb nur dort eingesetzt werden, wo es sich nicht vermeiden lässt, und zudem zu Wartungszwecken frei zugänglich sein. Abschlüsse mit eingeklebten Blechen sind bei genutzten Decken- und erdberührten Flächen nur im Bereich von Dachrändern mit außenliegender Entwässerung über vorgehängten Rinnen zulässig. Dort sind Traufbleche erforderlich, die alternativ zur Einklebung auch als Stützbleche ausgebildet und überklebt werden können. In [Ibold, 2009] ist hierzu allerdings der Hinweis enthalten, dass bei Überklebungen mit Polymerbitumenbahnen oder Bahnen mit Polyestervlies-Einlage ein Abheben der Bahnen von den senkrechten Schenkeln von Traufblechen beobachtet worden ist, wenn diese nur um etwa 50 mm überklebt werden. Allgemein ist bei Metallen, insbesondere bei Blechen o.Ä. aus Titanzink und im frei bewitterten Bereich, die Korrosionsgefahr beim Kontakt mit Bitumenwerkstoffen oder Bahnen aus ECB zu beachten (Kapitel 3.2.1). Hier sind in der Regel Korrosionsschutzbeschichtungen erforderlich [ZVDH, 2008]. Überdies ist in jedem Fall eine fachgerechte Bemessung und Anordnung von Dehnungsausgleichern im Abstand von höchstens 6 m entsprechend den »Fachregeln für Metallarbeiten« [ZVDH, 1999] oder den »Klempnerfachregeln« [ZVSHK, 2010] erforderlich. Im Bereich von ungenutzten Flachdächern führen Anschlüsse mit eingeklebten Blechen zu einer Einstufung der Dachabdichtung in die Anwendungskategorie K1.

Die Ausbildung von An- und Abschlüssen bei Dachabdichtungen aus Bitumenbahnen mithilfe von Flüssigkunststoffen findet in der Praxis zunehmend Verbreitung. Sie wird – anders als in [ZVDH, 2008] – in DIN 18 531-3 auch explizit in Bezug genommen, denn unter 8.2.1 wird dort gefordert, dass bei Flüssigkunststoffen der Anschluss mindestens 10 cm auf die Bahnenabdichtung der Fläche geführt werden muss. Wie bereits im Kapitel 6.3.4 ausgeführt, müssen die Oberflächen der Bahnen hinsichtlich ihrer Sauberkeit und Freiheit von verbundmindernden Verunreinigungen zunächst die systembedingten Anforderungen erfüllen. Dies gilt umso mehr für die Abdichtung von ohnehin neuralgischen Bereichen wie An- und Abschlüssen. Ob diese Anforderungen insbesondere bei oberseitig besplitteten Bahnen theoretisch überhaupt rea-

lisierbar sind, muss nach Auffassung der Autoren bezweifelt werden. In jedem Fall sind diesbezüglich die entsprechenden Herstellervorgaben einzuhalten. In Bezug auf den Anschluss an das an die Dachfläche grenzende Bauteil sei darauf hingewiesen, dass mit FLK-Abdichtungen ausgeführte, frei bewitterte und am oberen Rand nicht verwahrte Abschlüsse auf ungenutzten Flachdächern nur der Anwendungskategorie K1 zuzuordnen sind. Unabhängig hiervon sollte jedoch zunächst geprüft werden, ob auch unter Aspekten der Wirtschaftlichkeit und Dauerhaftigkeit der Abdichtung der Einsatz von Flüssigkunststoffabdichtungen in An- und Abschlussbereichen tatsächlich sinnvoll ist, oder ob nicht auf andere Möglichkeiten, z. B. eine Anschlusausbildung mit bitumenverträglichen Kunststoffbahnen, zurückgegriffen werden sollte. Bei der Verwendung von Verbundblechen und entsprechenden Formteilen haben sich An- und Anschlusausbildungen mit Kunststoffbahnen auch im Bereich komplexer Geometrien und hoher Anforderungen an die Dichtheit, z. B. im Bereich schwellenloser Zugänge [Oswald, 2010], bewährt. Die Ausbildung von Außenwandsockeln bei erdbewehrten Abdichtungen wird eingehend in Kapitel 3.4.3.1 behandelt.

Insgesamt lassen sich Materialwechsel bei der An- und Abschlüssen nicht in jedem Fall vermeiden. Bei der Wahl des Werkstoffs für die Detailausbildung sollten jedoch unter Berücksichtigung der hohen Anforderungen die Aspekte einer möglichst hohen Hinterlaufsicherheit einerseits und einer »einfachen« Ausführbarkeit andererseits sorgfältig gegeneinander abgewogen werden. In jedem Fall ist eine detaillierte Planung erforderlich.

Für spachtel-, spritz- oder streichbare Abdichtungen gelten die eingangs formulierten Anforderungen insoweit, als An- und Abschlüsse vorzugsweise ebenfalls mit dem gleichen Werkstoff, aber insbesondere mit der gleichen Schichtdicke und Trägereinlage bzw. Armierung ausgeführt werden müssen, falls nicht systembedingt zusätzliche Verstärkungen erforderlich sind.

## 7.3 Detailausbildung bei Abdichtungen aus Bitumenwerkstoffen und Kunststoffbahnen

### 7.3.1 Abdichtung im Bereich von Bewegungsfugen

#### 7.3.1.1 Einführung

Grundsätzlich unterscheiden DIN 18195-8, DIN 18531 und die Flachdachrichtlinien [ZVDH, 2008] in zwei unterschiedliche Typen von Bewegungsfugen:

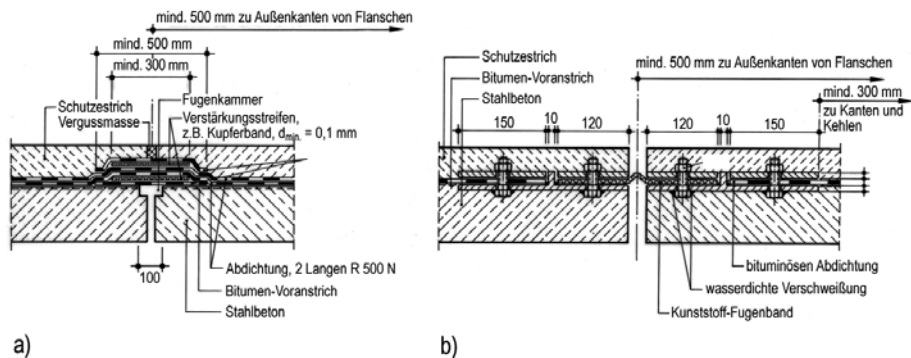
- Fugen **Typ I** sind Fugen für langsam ablaufende und einmalige oder selten wiederholte Bewegungen, z. B. Setzungsbewegungen, Schwindverformungen oder Längenänderungen durch jahreszeitliche Temperaturschwankungen.
- Fugen **Typ II** sind Fugen für schnell ablaufende oder häufig wiederholte Bewegungen, z. B. Bewegungen durch wechselnde Verkehrslasten oder Längenänderungen durch tageszeitliche Temperaturschwankungen. Diese Fugen befinden sich in der

Regel oberhalb der Geländeoberfläche, in befahrenen Deckenbereichen oder in oberseitig ungedämmten Dachflächen.

Daher muss die Ausbildung der Fugen in der Bauwerkskonstruktion bzw. das zu wählende Abdichtungssystem auf die Art, Richtung und Größe der aufzunehmenden Bewegungen sowie der Wasserbeanspruchung der Abdichtung abgestimmt sein.

### 7.3.1.2 Bewegungsfugen in genutzten Decken- und erdberührten Flächen

Je nach Wasserbeanspruchung und zu erwartender Fugenbewegungen können hier Verstärkungen der über die Bewegungsfuge hinweg geführten Flächenabdichtung ausreichend sein (Bild 38.a) oder aber auch Sonderkonstruktionen in Gestalt von Los- und Festflanschkonstruktionen entsprechend DIN 18 195-9 (Bild 38.b) oder speziellen Fugenprofilen erforderlich werden.



**Bild 38:** Beispiele für die Ausbildung von Bahnenabdichtungen im Bereich von Bewegungsfugen: Einbau von Verstärkungsstreifen im Fugenbereich bei einer Flächenabdichtung mit nackten Bitumenbahnen (a); Schlaufenartig geführtes, an die Flächenabdichtung über eine Los- und Festflanschkonstruktion angeschlossenes Kunststofffugenband (b)

Bei Fugen **Typ I** sind Verstärkungen der Bahnenabdichtung im Fugenbereich mit Breiten von in der Regel 300 mm bis zu 500 mm ausreichend bei

- Abdichtungen gegen **Bodenfeuchte/nichtstauendes Sickerwasser** (DIN 18 195-4 und **nichtdrückendes Wasser** (DIN 18 195-5) bis zu Fugenbewegungen von maximal 30 mm senkrecht zur Abdichtungsebene, 20 mm parallel zur Abdichtungsebene, 15 mm in Kombination senkrecht und parallel zur Abdichtungsebene oder 10 mm bei Bewegungsrichtung senkrecht oder parallel zur Abdichtungsebene bei gleichzeitigem Scheren
- Abdichtungen gegen **aufstauendes Sickerwasser** (DIN 18 195-6, Abschnitt 9) bis zu Fugenbewegungen von maximal 5 mm.

Bei Abdichtungen gegen eine Beanspruchung durch **drückendes Wasser** (DIN 18 195-6, Abschnitt 8) können Verstärkungen mit zwei Lagen Kupferband, Edelstahlband oder Kunststoff- oder Elastomer-Dichtungsbahn ( $d \geq 0,2 \text{ mm}$ ) bis zu Fugenbewegungen von maximal 40 mm senkrecht zur Abdichtungsebene, 30 mm parallel zur Abdichtungsebene, 25 mm bei einer Kombination von Setzung und Dehnung und 10 mm bei paralleler Bewegungsrichtung oder einer Kombination von Setzung und Dehnung bei gleichzeitigem Scheren ausgeführt werden.

Bei größeren als den vorher für die einzelnen Lastfälle genannten Fugenbewegungen sowie bei Fugen **Typ II** sind die Bahnenabdichtungen im Fugenbereich geschlauft zu führen und mit Sonderkonstruktionen – in der Regel Los- und Festflanschkonstruktionen entsprechend DIN 18 195-9 (Bild 38.b)) – an die Flächenabdichtungen anzuschließen.

Beim Lastfall **Bodenfeuchte/nichtstauendes Sickerwasser** können zur Abdichtung im Fugenbereich in Abhängigkeit von der Größe und Häufigkeit der Fugenbewegungen im Einzelfall auch schlaufenförmig geführte, verstärkte Abdichtungen oder geeignete Fugenprofile oder Fugenbänder ausreichend sein.

Bei einer schlaufenartigen Ausbildung mehrlagiger Abdichtungen bzw. bei Verstärkungen im Fugenbereich sollten auf einer ausreichenden Breite Schleppstreifen zur Gewährleistung einer unverklebten Zone vorgesehen werden (Bild 38.a)).

Flächenabdichtungen aus Bitumenmassen müssen in aller Regel im Fugenbereich unterbrochen und geeignete Fugenbänder oder Bahnenabdichtungen, die auf die jeweilige Beanspruchung und die zu erwartenden Bewegungen der Fugenflanken abgestimmt sind, vorgesehen werden.

Darüber hinaus kann bei waagerechten oder schwach geneigten Flächen die Anordnung von Fugenkammern erforderlich werden. Unter Fugenkammern versteht man entsprechend DIN 18 195-8 »*Aussparungen in waagerechten und schwach geneigten Flächen unterhalb und oberhalb der Abdichtung, beidseitig der Fuge, zusammen etwa 80 mm bis 100 mm breit, 30 mm bis 80 mm tief, mit geeignetem Fugenverguss ausgegossen*« (Bild 38.a).

Fugenfüllstoffe oder Fugenvergüsse müssen mit den vorgesehenen Abdichtungsmitteln verträglich sein. Es darf also beispielsweise bei der Verwendung von Fugenbändern aus nicht bitumenverträglichen Kunststoffen kein Bitumen als Fugenverguss zum Einsatz kommen.

Weitere Einzelheiten zur konstruktiven Ausbildung sind DIN 18 195-8 zu entnehmen.

### 7.3.1.3 Bewegungsfugen in ungenutzten Dachflächen

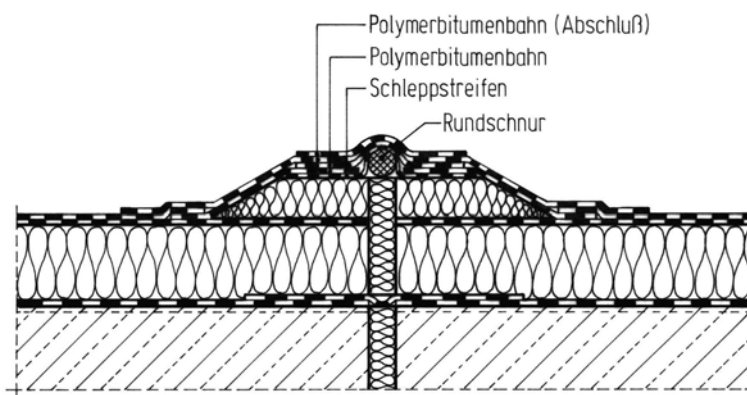
Bei Fugen **Typ I** ist in aller Regel ein ebenes Durchlaufen der Abdichtung im Fugenbereich zulässig. Um ein »Durchhängen« der Abdichtung im Fugenbereich zu verhindern, ist ggf. die Anordnung von Stützblechen erforderlich. Es wird unterschieden in verklebte und lose verlegte Dachabdichtungen:

- Bei Dachabdichtungen aus verklebten Bitumen- oder Kunststoffbahnen sind Schleppstreifen mit einer Mindestbreite von 20 cm einzubauen, um eine ausreichend breite unverklebten Zone herzustellen. Diese Ausführungen sind zulässig bei zu erwartenden Bewegungen der Fugenflanken von insgesamt bis zu 5 mm, andernfalls sind Fugenausbildungen wie für **Typ II** notwendig.
- Bei lose verlegten Bitumen- oder Kunststoffbahnen ist im Fugenbereich die Lage der Bahnen in der Abdichtungsebene durch Stützbleche sicherzustellen, ansonsten kann die Abdichtung ohne weitere Maßnahmen über die Fuge hinweg geführt werden. Diese Ausführung ist zulässig bei zu erwartenden Fugenbewegungen von insgesamt bis zu 10 mm, andernfalls sind Fugenausbildungen wie für **Typ II** notwendig.

Ein Herausheben der Fuge aus der Abdichtungsebene ist bei diesen Konstruktionen nicht erforderlich, sodass die beidseitig angrenzenden Flächen auch nicht zwingend getrennt entwässert werden müssen.

Bei Fugen **Typ II** ist die Abdichtung – analog zu Fugen bei genutzten Decken- und erdberührten Flächen – im Fugenbereich zu unterbrechen. Die Fuge selbst ist abzdichten mit

- geschlauft geführten Abdichtungsbahnen (Bild 39)
- geschlachten, über Klebeflansche oder Los- und Festflanschkonstruktionen mit der Flächenabdichtung verbundenen Dichtbändern
- werkmäßig hergestellten Einbauteilen mit Kunststoff-Dichtungsprofilen.



**Bild 39:** Geschlauft geführte Polymerbitumenbahnen-Abdichtung im Bereich einer Bewegungsfuge des Typ II nach [vdd, 2011]

Die Fugen **Typ II** sollten aus der Abdichtungsebene herausgehoben werden, um zum einen eine regelmäßige Inspektion zu ermöglichen und zum anderen im Schadensfall eine möglichst geringe Wasserbeanspruchung der Fuge zu gewährleisten. Bei derartiger Ausbildung einer Bewegungsfuge sind die beidseitig angrenzenden Dachflächen allerdings separat zu entwässern (Kapitel 6.4.4).

### 7.3.2 Abschlüsse an Gebäudesockeln sowie aufgehenden Bauteilen

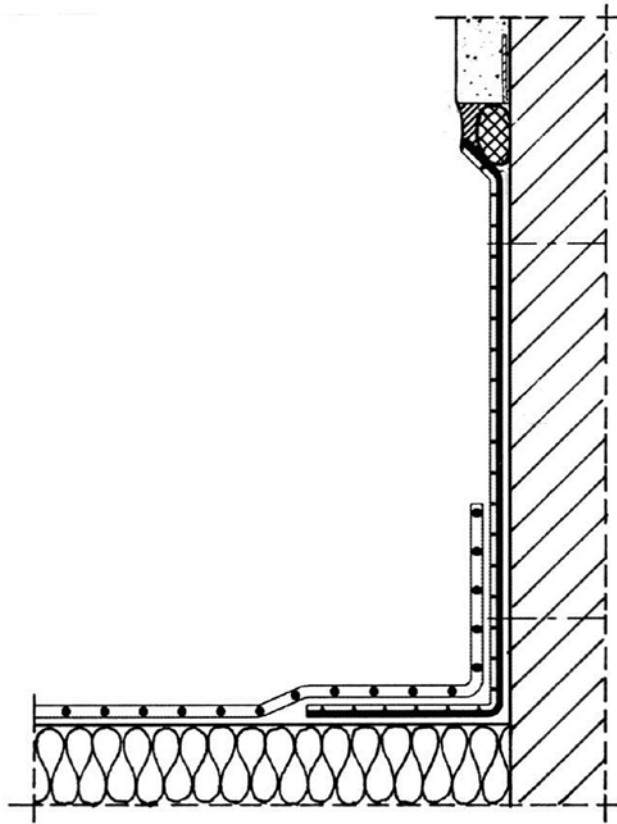
Grundsätzlich sollten die Abdichtungsabschlüsse an aufgehenden Bauteilen oberhalb der Gelände- oder Belagoberfläche in einem Rücksprung angeordnet werden. Sind die Abdichtungsabschlüsse auf diese Weise ausreichend vor Bewitterung geschützt und zudem durch Abdeckungen oder Verklebungen gegen Abrutschen gesichert, sind keine weiteren Maßnahmen erforderlich. Eine zusätzliche Sicherung gegen Abrutschen kann durch angedübelte Holzbohlen, Blechbänder oder – bei Kunststoffbahnen – durch Folienbleche erfolgen (Bild 40). Derartige Sicherungen sind jedoch ausschließlich bei bahnenförmigen Abdichtungen möglich, spachtelbare Abdichtungen (z. B. KMB) sollten stets in einem Rücksprung angeordnet werden, wobei ein verstärktes Augenmerk auf eine korrekte Schichtdicke, einen definierten Abschluss und einen ausreichenden Verbund mit dem Untergrund im unmittelbaren Abschlussbereich zu richten ist, um eine ausreichende Regen- und Hinterlaufsicherheit zu gewährleisten.

Bei bewitterten Abschlüssen muss ein regen- und insbesondere hinterlaufsicherer Abschluss bei Bahnenabdichtungen durch eine Fixierung der Abdichtung mit Klemmschienen oder -profilen oder angeschweißten Folienblechen hergestellt werden. Klemmschienen oder -profile müssen die Abdichtung linienförmig auf einem ausreichend ebenen Untergrund verwahren und eine zusätzliche Anpressung sicherstellen. Die Befestigung sollte deshalb in einem Abstand von 15 bis maximal 20 cm durch Schrauben erfolgen. Nagelbänder sind zur Verwahrung von Abdichtungen nicht zulässig. Die zu verwendenden Klemmschienen müssen

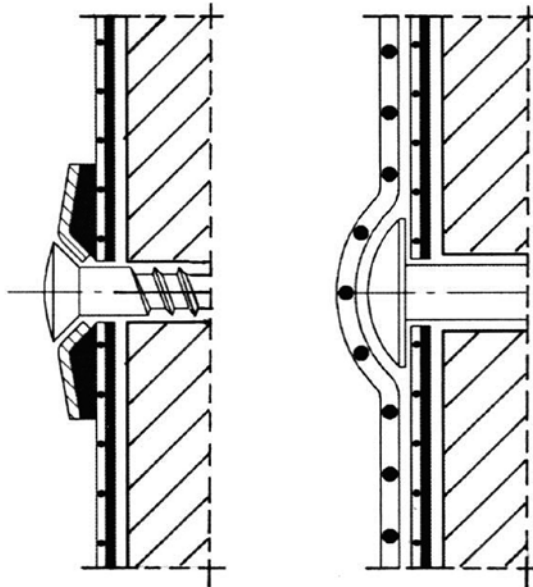
- in der Regel aus Metall hergestellt sein
- eine Breite von mindestens 45 mm und eine Dicke von 5 bis 7 mm aufweisen
- mit Sechskantschrauben mit einem Durchmesser von 8 mm (in der Regel in geeigneten Dübeln) oder bei geringerem Schraubenabstand auch mit Schrauben  $\geq 6$  mm Durchmesser befestigt werden
- Einzellängen von nicht mehr als 2,5 m aufweisen.

Industriell hergestellte Klemmprofile aus stranggepressten oder mehrfach gekanteten Metallprofilen müssen hinsichtlich ihrer Biegesteifigkeit die gleichen Eigenschaften aufweisen wie Klemmschienen und auf gleiche Weise befestigt werden. Im Bereich senkrechter, den Abdichtungsabschluss kreuzenden Bauteilfugen müssen etwaige Bewegungen schadenfrei aufgenommen werden können. Klemmschienen und -profile sind an diesen Stellen in jedem Fall zu trennen. Darüber hinaus ist zu prüfen, inwie-

a)



b)



**Bild 40:** Abschluss bei Kunststoffbahnen mit Verbundblech (a; oben);  
mechanische Befestigung des Verbundblechs (b; unten); alwitra GmbH & Co., Trier

weit entsprechende Bewegungen der Fugenflanken sich schädigend auf die Abdichtung auswirken können.

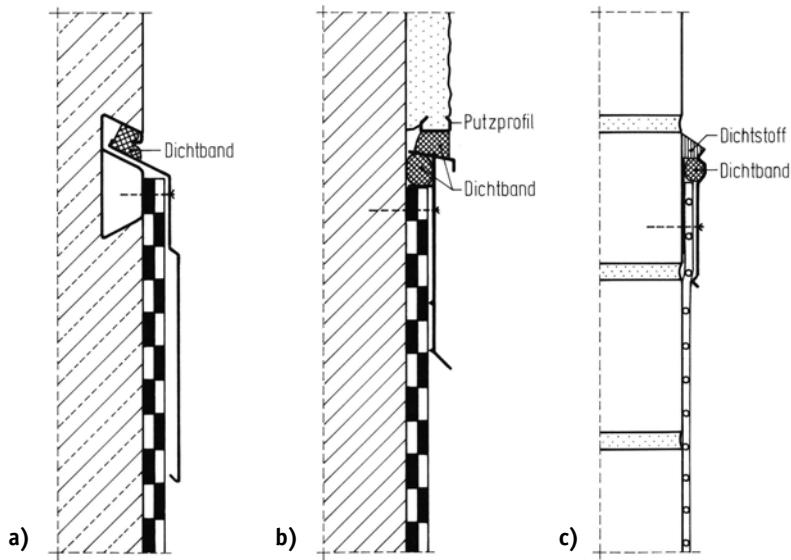
Andererseits muss eine ausreichende Regensicherheit bewitterter oder wasserbeanspruchter Abschlüsse durch einen Überhangstreifen oder eine fachgerecht dimensionierte Dichtstofffuge sichergestellt werden. DIN 18195-9 beschreibt in diesem Zusammenhang in Abschnitt 6.3.2 das oberseitige Abdichten von Klemmschienen und -profilen mit einer Dichtstofffuge, die »regelmäßig zu warten« ist. Beiblatt 1 zu DIN 18195 enthält hierzu im Abschnitt 4 auf Bild 14 zum einen die Darstellung eines trapezförmigen Dichtstoffquerschnitts in einem oberseitig trichterförmig nach außen gekanteten Klemmprofil unmittelbar auf der Oberkante der hochgeführten Abdichtung. Für die Mindestbreite der Dichtstofffuge an deren Oberseite wird in der betreffenden Abbildung ein Maß 10 mm genannt. In Anbetracht der am Fugengrund fehlenden Trennung vom Untergrund (Mehrflankenhaftung) und der fehlenden planmäßigen Begrenzung des Dichtstoffquerschnitts in der Tiefe im Hinblick auf vorteilhafte Abmessungen zur schadenfreien Aufnahme der zu erwartenden hohen Beanspruchungen aus thermischen Längenänderungen des Klemmprofils dürfte die betreffende Fugenausbildung kaum über einen angemessenen Zeitraum gebrauchstauglich sein [Bredemeyer, 2007]. Insofern sollten Fugen mit spritzbaren Dichtstoffen in jedem Fall mit Hinterfüllprofilen und hinsichtlich der planmäßigen Dimensionierung des Dichtstoffquerschnitts in Anlehnung an DIN 18540 ausgeführt werden (Bild 40 und 41.c), um eine befriedigende Lebensdauer erreichen zu können. Alternativ kann bei bewitterten Abschlüssen auf eine Ausführung mit Überhangstreifen und/oder auf werkmäßig umgeformte Profile in Verbindung mit Dichtbändern, wie sie beispielhaft in Bild 41.a) und b) dargestellt sind, zurückgegriffen werden.

Auf ungenutzten Flachdächern sind unabhängig hiervon nur mit Dichtstoffen oberseitig abgedeckte Abschlüsse entsprechend DIN 18531 und [ZVDH, 2008] der Anwendungskategorie K1 zuzuordnen.

Abschlüsse an freien Dachrändern sind – sofern die Entwässerung nicht nach außen über vorgehängte Rinnen erfolgt – mit Dachrandabschlussprofilen oder mit abgedeckten Attiken auszuführen. Bei Attiken soll die Abdichtung bis zu deren Außenkante geführt werden, um auch durch Witterungseinflüsse unter die Abdeckung gelangtes Wasser schadenfrei abführen zu können. Die Abdeckung wie auch die Abdichtung auf der Attikakrone sollten ein dachseitiges Gefälle erhalten.

An Dachrändern mit vorgehängten Rinnen sind Traufbleche erforderlich, die alternativ zu einer Einklebung zwischen die Lagen einer Abdichtung mit Bitumenbahnen auch als Stützbleche ausgebildet und überklebt werden können. In [Ibold, 2009] ist hierzu allerdings der Hinweis enthalten, dass bei Überklebungen mit Polymerbitumenbahnen oder Bahnen mit Polyestervlies-Einlage ein Abheben der Bahnen von den senkrechten Schenkeln von Traufblechen beobachtet worden ist, wenn diese nur um etwa 50 mm überklebt werden (Kapitel 7.2.3). Allgemein ist – wie weiter oben bereits ausgeführt – bei verzinkten Blechen oder Zinkblechen im Zusammenhang mit Bitumenbahnen oder Bahnen aus ECB besonderes Augenmerk auf den Korrosionsschutz





**Bild 41:** Beispiele für die Abschlussausbildung mit werkmäßig umgeformten Profilen in Kombination mit Dichtbändern, a) bei Sichtbetonflächen mit einbetoniertem Profil (FZ-Schiene, ZinCo GmbH, Unterensingen), b) bei geputztem Mauerwerk mit Klemm- und zusätzlichem Putzprofil (ZinCo GmbH, Unterensingen), c) bei Sichtmauerwerk mit Wandanschlussprofil, Dichtstoffase und Dichtband als Hinterfüllschnur (Lübke Baumental GmbH, Arnsberg-Hüsten)

zu richten. Überdies ist sowohl bei Traufblechen als auch bei Dachrandabschlussprofilen in jedem Fall eine fachgerechte Bemessung und Anordnung von Dehnungsausgleichern im Abstand von höchstens 6 m entsprechend den »Fachregeln für Metallarbeiten« [ZVDH, 1999] oder den »Klempnerfachregeln« [ZVSHK, 2010] erforderlich.

Abdichtungen mit Bitumenbahnen sind stets abzusetzen und die Abschlüsse zweilagig mit separaten Bahnen herzustellen. Abschlüsse mit in Bitumenbahnen eingeklebten Blechen sind bei genutzten Dach- und Deckenflächen nur im Bereich einer außenliegenden Entwässerung über vorgehängte Rinnen zulässig (Traufblech, s.o.). Im Bereich von ungenutzten Flachdächern führen Anschlüsse mit eingeklebten Blechen, auch von Traufblechen, zu einer Einstufung der Dachabdichtung in die Anwendungskategorie K1.

Grundlegende planerische Überlegungen zur Ausbildung von Gebäudesockeln sind dem Kapitel 4.3.4 zu entnehmen.

### 7.3.3 Übergänge sowie Anschlüsse an Durchdringungen und Einbauteile

Die nach DIN 18195 zu wählenden Konstruktionen für die Ausbildung von Übergängen sowie von Anschlüsse an Einbauteile und Durchdringungen sind in der nachfolgenden Tabelle 34 in Abhängigkeit von Abdichtungssystem und Lastfall zusammengefasst.

Abdichtung		Abdichtungssystem	
von	gemäß DIN 18195, Teil	spachtelbare Massen/KMB <sup>2)</sup>	Bahnenabdichtungen
Übergängen	4 <sup>1)</sup>	Klebeflansche, Anschweißflansche, Klemmschienen, Los-/Festflanschkonstruktionen	
	5		
	6	Los-/Festflanschkonstruktionen als Doppelflansche mit Trennleiste	
Anschlüssen an Einbauteile und Durch- dringungen	4	hohlkehlenartiger Anschluss	Klebeflansche, Anschweiß- flansche, Manschetten, Manschetten mit Schellen
	5	Klebeflansche, Los-/ Festflanschkonstruktionen	
	6	Los-/Festflanschkonstruktionen <sup>3)</sup>	

<sup>1)</sup> Übergänge zwischen Abdichtungssystemen aus miteinander verträglichen Stoffen dürfen auch ohne Einbauteile ausgeführt werden.

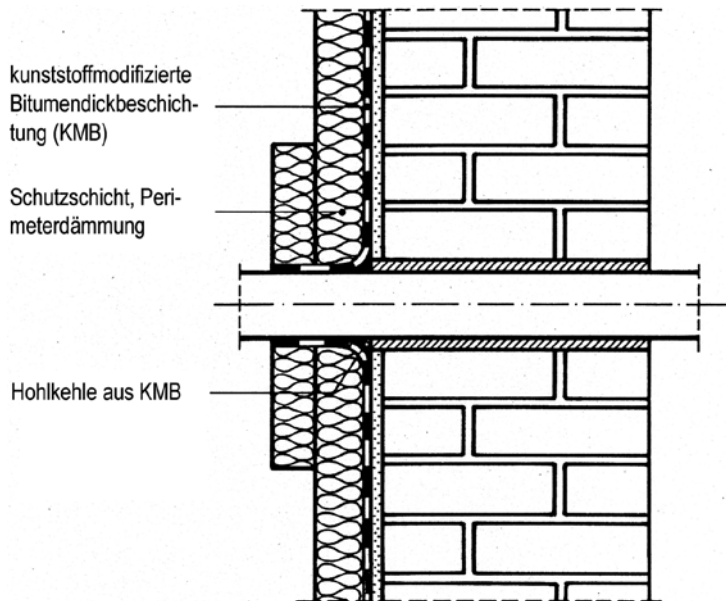
<sup>2)</sup> Bei Abdichtungen entsprechend DIN 18195-6 nur KMB.

<sup>3)</sup> Bei KMB sind im Bereich der Los-Festflanschkonstruktionen vorgefertigte Einbauteile z. B. aus bitumen-verträglichen Kunststoff-Dichtungsbahnen gemäß DIN 18195-2 zu verwenden, die im Anschlussbereich zur KMB eine Vlies- oder Gewebekaschierung zum Einbetten in die KMB besitzen, im Klemmbereich aber unkaschiert sind.

**Tabelle 34:** Für die Ausbildung von Übergängen und Anschlüssen geeignete Konstruktionen entsprechend DIN 18195-9

Beim Lastfall Bodenfeuchte/nichtstauendes Sickerwasser ist es demzufolge ausreichend, Anschlüsse mit Spachtelmassen herzustellen bzw. KMB hohlkehlenartig auf die entsprechende Durchdringung zu führen (Bild 42). Wird KMB auf Einbauteile aus nichtsaugenden Materialien geführt, ist in der Regel eine Untergrundvorbereitung erforderlich. So müssen Kunststoffoberflächen, z. B. übliche Abwasserrohre (sogenannte KG-Rohre), in der Regel mit Lösemitteln entfettet und ggf. zusätzlich aufgeraut werden.

Da bei Einbauteilen aus Metall Probleme hinsichtlich der chemischen Verträglichkeit (Korrosion; Kapitel 3.2.1) auftreten können, sind Einbauteile entweder mit beschichteten Oberflächen oder aus entsprechend den Herstellerangaben verträglichen Metallen zu verwenden [Reuthe, 2010].



**Bild 42:** Hohlkehlenartige Ausbildung von Anschlüssen an Durchdringungen mit KMB

Für höhere Wasserbeanspruchungen sind spezielle Anschlusskonstruktionen erforderlich, die nachfolgend im Einzelnen beschrieben werden.

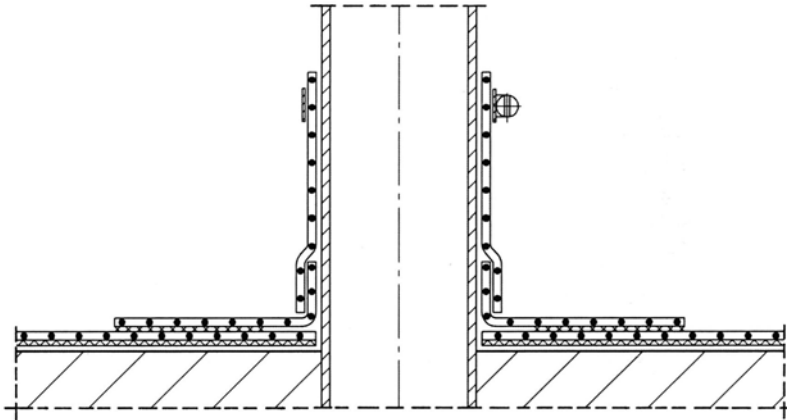
### 7.3.3.1 Klebeflansche, Anschweißflansche, Manschetten

Klebeflansche, Anschweißflansche und Manschetten müssen aus für das jeweilige Abdichtungssystem geeigneten Metallen, Kunststoffen oder kunststoffbeschichteten Metallen bestehen und für sich selbst wasserdicht sein. Bei Abdichtungen aus Bitumenbahnen oder aus aufgeklebten Kunststoffbahnen müssen die Anschlussflächen eine Breite von mindestens 120 mm aufweisen, wobei die – erforderlichenfalls in diesem Bereich verstärkten – Abdichtungen vollflächig verklebt auf die Anschlussflächen von Klebeflanschen, Anschweißflanschen und Manschetten zu führen sind. Mehrlagige Abdichtungen sind gestaffelt anzuschließen.

Flansche von Dach- und Bodenabläufen sind in den Abdichtungsuntergrund einzulassen.

### 7.3.3.2 Schellen

Schellen bestehen in aller Regel aus Metall und müssen mehrfach nachspannbar sein. Ihre Anpressflächen müssen eine Breite von mindestens 25 mm besitzen. Soweit für den Einbau erforderlich, dürfen Schellen mehrteilig sein. Der Anpressdruck ist in Abhängigkeit von den verwendeten Abdichtungsmaterialien so zu bemessen, dass ein Abschnüren der Abdichtung vermieden wird.



**Bild 43:** Abdichtung einer Rohrdurchführung in einer Kunststoffbahnen-Dachabdichtung mit Manschette und Schelle

### 7.3.3.3 Los- und Festflanschkonstruktionen

Los- und Festflanschkonstruktionen sind in Abschnitt 7.6 der DIN 18 195-9 detailliert beschrieben. Sie müssen im Wesentlichen folgende Anforderungen erfüllen:

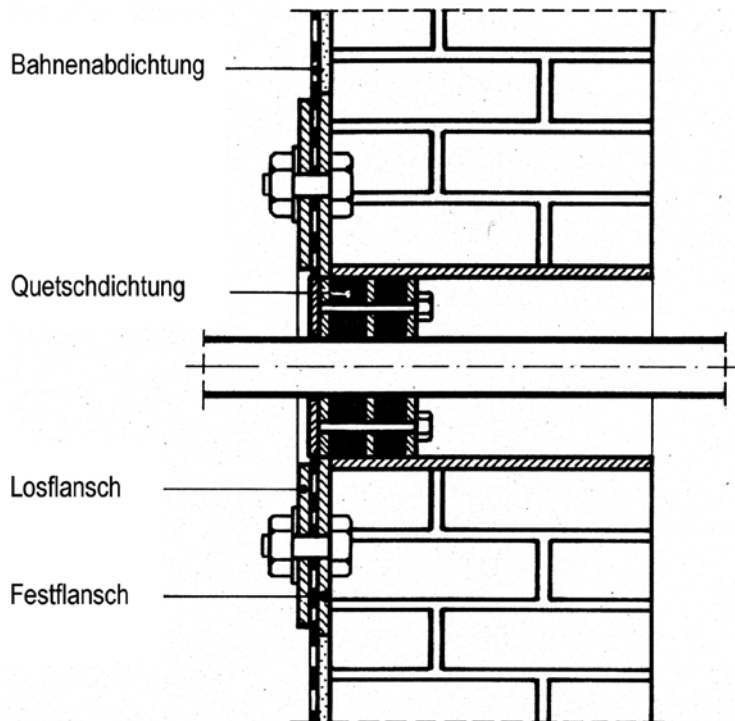
- Los- und Festflanschkonstruktionen müssen im Regelfall aus schweißbarem Stahl bestehen und die in DIN 18 195 genannten Maße einhalten
- die Losflansche dürfen nicht steifer ausgebildet sein als die Festflansche
- Stoßstellen von Los- und Festflanschen sollten nicht gegeneinander versetzt sein
- Los- und Festflansche sind stets auf der gleichen Seite der Abdichtung anzuordnen.

Die Festflansche sind fest im Bauwerk zu verankern. Sie müssen flächenbündig mit dem angrenzenden Abdichtungsuntergrund eingebaut werden, um Beschädigungen der Abdichtung durch die Flanschanten zu vermeiden.

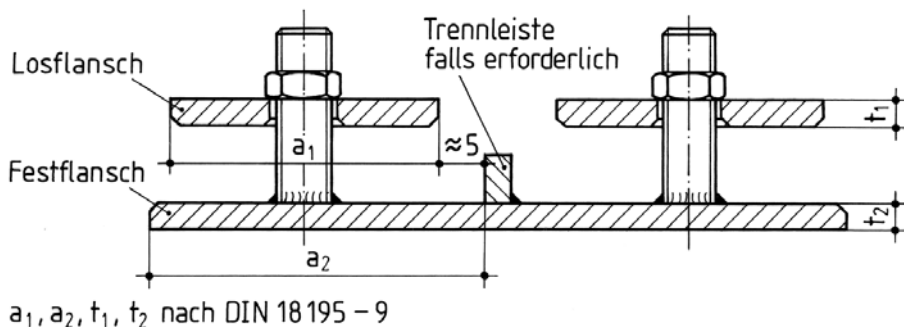
Zum Einbau der Abdichtung in Los- und Festflanschkonstruktionen müssen die wegen der Gewindebolzen erforderlichen Löcher in den einzelnen Abdichtungslagen mit dem Locheisen eingestanzt werden. Notwendige Stöße und Nähte der Abdichtungslagen in den Flanschbereichen sind stumpf zu stoßen und gegeneinander versetzt anzuordnen. Im Flanschbereich ist deshalb bei mehrlagigen, mit Bitumen verklebten Abdichtungen eine Zulage vorzugsweise aus 0,1 mm dicken Kupferriffelbändern anzuordnen, deren Nähte ebenfalls stumpf zu stoßen sind. Bei lose verlegten einlagigen Abdichtungen sind zwei Zulagen aus demselben Werkstoff oder aus einem mit der Abdichtung verträglichem Elastomer anzuordnen. Bei Übergängen von Abdichtungssystemen mit untereinander nicht verträglichen Stoffen sind stählerne Trennleisten vorzusehen. Die Regelmaße für Los- und Festflanschkonstruktionen sind detailliert in DIN 18 195-9 aufgeführt.

Bis zum Einbau der Abdichtungen und dem Verschrauben der Losflansche sind die Bolzen vor Beschädigung und Verschmutzung zu schützen. Beim Verschrauben sind die Muttern bis zum Verdecken der Konstruktion mehrmals nachzuziehen, wobei die Anziehmomente aus Tabelle 2 in DIN 18 195-9 zu beachten sind.

Ein Beispiel für Los- und Festflanschkonstruktionen im Bereich von Durchdringungen ist auf Bild 44 und eine doppelte Los- und Festflanschkonstruktion mit Trennleiste auf Bild 45 dargestellt.



**Bild 44:** Anschluss einer bituminösen Flächenabdichtung an ein Hüllrohr für sog. Quetschdichtungen mit einer Los- und Festflanschkonstruktion



**Bild 45:** Doppelte Los- und Festflanschkonstruktion mit Trennleiste

### 7.3.4 Übergänge von Bodenplatten aus wasserundurchlässigem Beton zu hautförmigen Abdichtungen im Erdreich

#### 7.3.4.1 Einführung

Im erdberührten Bereich finden Mischkonstruktionen, bei denen eine Bodenplatte als wasserundurchlässige Betonkonstruktion im Sinne einer Weißen Wanne mit hautförmig abgedichteten Außenwänden kombiniert wird, zunehmend Verbreitung. Die Neuausgabe der DIN 18 195-9 formuliert im Abschnitt 6.2 erstmals Anforderungen an die Ausbildung der Übergänge zwischen diesen Abdichtungssystemen. Diese bleiben dabei aber beschränkt auf eine Beanspruchung durch

- Bodenfeuchte/nichtstauendes Sickerwasser und Abdichtungen nach DIN 18 195-4
- aufstauendes Sickerwasser und Abdichtungen nach DIN 18 195-6, Abschnitt 9.

Während beim Lastfall Bodenfeuchte/nichtstauendes Sickerwasser keine besonderen konstruktiven Maßnahmen gefordert werden, werden beim Lastfall aufstauendes Sickerwasser detaillierte Vorgaben gemacht. Dabei wird unterschieden zwischen

- einem Übergang als adhäsiver Verbindung zu einer Abdichtung aus kunststoffmodifizierter Bitumendickbeschichtung (KMB)
- einem Übergang mit Einbauteilen zu einer Bahnenabdichtung.

#### 7.3.4.2 Übergang zu kunststoffmodifizierter Bitumendickbeschichtung

Der Übergang darf ausschließlich mit einer kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtung (KMB) hergestellt werden, die den Anforderungen aus Tabelle 6 in DIN 18 195-2, Ausgabe 2009-04 entspricht, und für die zudem eine Eignung für diesen Anwendungsfall in einem allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnis (abP) nachgewiesen ist. Das abP muss dabei auf der Grundlage der Prüfgrundsätze [PG-ÜBB, 2010] erteilt werden.

Da die Hinterlaufsicherheit des Übergangs ohne weitere konstruktive Maßnahmen alleine durch den Verbund der KMB auf dem Betonuntergrund sichergestellt werden muss, ergeben sich entsprechend hohe Anforderungen an die Vorbereitung des Untergrundes. Neben ggf. weiteren Verarbeitungsanweisungen im abP sind hierbei insbesondere folgende Punkte zu beachten:

- Der Betonuntergrund muss vorzugsweise unmittelbar vor dem Aufbringen der KMB mechanisch abtragend, d. h. durch Fräsen o. Ä., sorgfältig von Verschmutzungen, losen Bestandteilen und trennenden Substanzen gereinigt werden.
- Der Betonuntergrund muss ausreichend trocken sein.
- Der Betonuntergrund muss in aller Regel durch geeignete Grundierungen, Spachtelungen oder Voranstriche vorbereitet werden.

In DIN 18 195-9 wird der erste Punkt explizit, der zweite nicht und der letztgenannte nur bedingt gefordert. Die Erfahrung hat jedoch gezeigt, dass die Sicherheit des

adhäsiven Verbundes mit dem Untergrund in hohem Maße von der Durchtrocknung der KMB und diese wiederum von der Saugfähigkeit und der Oberflächenfeuchte des Betons abhängt. Aufgrund der Lage des Übergangs in einem potenziell sehr feuchten Klima am Grund einer Baugrube sind diesbezüglich eher ungünstige Bedingungen zu erwarten. Die [PG-ÜBB, 2010] gehen in diesem Zusammenhang für den Regelfall davon aus, dass der Beton ein Alter von mindestens 21 Tagen hat, weitergehende Kriterien hinsichtlich der Trockenheit werden jedoch nicht genannt. In [Reuthe, 2010] wird hierzu ausgeführt, dass KMB als wässrige Emulsionen zwar grundsätzlich auch auf mattfeuchte Untergründe aufgebracht werden können, dies jedoch eine gewisse Saugfähigkeit des Untergrundes voraussetzt. Bei wasserundurchlässigen Betonbauteilen sei eine ausreichende Saugfähigkeit jedoch nicht gegeben, so dass hier ggf. sogar aktive Trocknungsmaßnahmen erforderlich seien. In jedem Fall sollte eine durch mechanischen Abtrag vorbereitete, ausreichend alte Betonoberfläche zumindest mit einem Voranstrich – vorzugsweise auf Lösemittelbasis – und anschließend mit einer Spachtelung aus KMB versehen werden [Reuthe, 2010]. Vorteilhafter erscheint eine Zwischenabdichtung des unteren Außenwandbereichs und der abzdichtenden Betonfläche mit einer gegen rückseitige Durchfeuchtung unempfindlichen mineralischen Dichtungsschlämme (MDS), mit der auch die ohnehin erforderliche Hohlkehle am Wandfußpunkt hergestellt werden kann. Für die Ausführung der KMB bieten sich insbesondere für den vorliegenden Anwendungsfall zweikomponentige KMB an, da deren hydraulisch wirksamen Bestandteile die Durchtrocknung erheblich begünstigen.

Die KMB ist auf einer Breite von mindestens 15 cm auf die Stirnseite der Bodenplatte zu führen. Zu Prüfungszwecken ist die KMB abschnittsweise weiter als das genannte Maß auf die Bodenplattenstirnseite zu führen. In diesen überstehenden Bereichen sind zerstörend der Verbund und im Keilschnittverfahren die Durchtrocknung der KMB zu prüfen (Kapitel 3.2.6.2). Diese Prüfung ist einmal je 10 m Länge des Übergangs und mindestens einmal je Bauwerksseite vorzunehmen. Die Prüfungsergebnisse sind zu dokumentieren. Dies gilt im Übrigen auch für die Maßnahmen zur Untergrundvorbereitung.

Besonderes Augenmerk ist auf den Schutz der Abdichtung vor mechanischer, niederschlagsbedingter oder thermischer Beschädigung zu richten. Vor dem Aufbringen der Schutzschicht ist eine vollständige Durchtrocknung der Abdichtung zwingend erforderlich. Zur Ausführung der Schutzschicht wird auf die Ausführungen im Kapitel 7.6.1 verwiesen.

Vor dem Hintergrund der vorstehenden Ausführungen ist zu hinterfragen, inwieweit sich die erforderliche hohe Hinterlaufsicherheit von Übergängen von WU-Beton-Bodenplatten auf Abdichtungen aus KMB nach DIN 18195-6, Abschnitt 9 unter baupraktischen Bedingungen realisieren lässt. Die in DIN 18195-9 beschriebenen Anforderungen, Maßnahmen und Randbedingungen erscheinen in diesem Zusammenhang als nicht weitgehend genug.

### 7.3.4.3 Übergang zu Bahnenabdichtungen

Übergänge von WU-Beton-Bodenplatten auf Bahnenabdichtungen können entsprechend DIN 18 195-9 auf zweierlei Weise hergestellt werden:

- mit Los- und Festflanschkonstruktionen
- durch Verschweißen auf einem außenliegenden Anschluss- oder Fugenband.

Voraussetzung ist in beiden Fällen ein umlaufsicheres Einbinden von Festflansch bzw. Fugenband in den Betonquerschnitt. Hierzu muss das letztgenannte Fugenband in Anlehnung an DIN 18 541-1 profiliert sein und gemäß DIN V 18 197 bemessen werden. Zu beachten ist dabei, dass die in DIN 18 195-9 im Abschnitt 6.2.3.1 geforderte homogene Verschweißung zwischen dem Fugenband und den Abdichtungsbahnen nur jeweils zwischen gleichartigen oder miteinander verträglichen **Kunststoffen** (Thermoplasten, thermoplastischen Elastomeren oder Elastomeren, Tabelle 9 in Kapitel 3.3.2.2) möglich ist. Hieraus folgt, dass eine Verklebung von Bitumenbahnen nicht zulässig ist und diese Variante nur mit Kunststoffbahnen ausgeführt werden kann.

Die Festflansche und Fugenbänder sind nach dem Ausschalen zu reinigen und auf Beschädigungen zu überprüfen. Vor dem Aufbringen der Abdichtung müssen festgestellte Schäden dokumentiert und beseitigt werden.

Bei der Ausführung des Übergangs mit Fugenbändern und Kunststoffbahnen ist die Nahtverbindung nach dem Verschweißen entsprechend DIN 18 195-3, Abschnitt 7.4.6 zu prüfen (Kapitel 3.3.2.2).

## 7.4 Detailausbildung bei Abdichtungen aus Flüssigkunststoffen

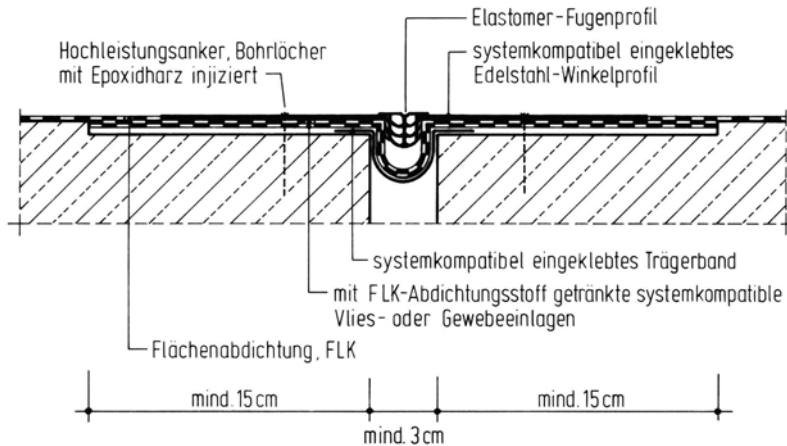
### 7.4.1 Abdichtungen über Bewegungsfugen

Bei Fugen **Typ I**, bei denen die zu erwartenden Gesamtbewegungen der Fugenflanken 5 mm nicht überschreiten, kann die Abdichtung gemäß [ZVDH, 2008] im Fugenbereich durchgeführt werden, wobei ein 5 cm breiter systemzugehöriger Schleppstreifen anzuordnen ist. Bei größeren Bewegungen der Fugenflanken muss die Abdichtung wie für Fugen **Typ II** ausgebildet werden [ZVDH, 2008].

Wenn auf der Abdichtung zusätzliche Schutzschichten in Form z.B. eines Estrichs oder keramischen Belags vorhanden sind, können Bewegungsfugen vom **Typ II** mit geeigneten, über ankonfektionierte Verstärkungseinlagen in die Flüssigabdichtung einbindende Fugenbänder ausgeführt werden. Bei größeren Fugenbewegungen können Sonderkonstruktionen mit Los- und Festflansch im Fugenbereich erforderlich werden.

Bei Abdichtungssystemen aus Flüssigkunststoffen, die gleichzeitig die Nutzschicht der betreffenden Dach- oder Deckenfläche darstellen, können Fugenabdichtungen





**Bild 46:** Beispiel für die Ausbildung von Bewegungsfugen bei einer Flüssigkunststoffabdichtung als befahrbarem Belag

geschlauft wie auf Bild 46 beispielhaft dargestellt ausgeführt oder mit systemkompatiblen, in die Abdichtung einbindenden Fugenprofilen hergestellt werden. In jedem Fall sind entsprechende Herstellervorgaben zu beachten.

#### 7.4.2 Abschlüsse an aufgehenden Bauteilen sowie Anschlüsse an Durchdringungen und Einbauteile

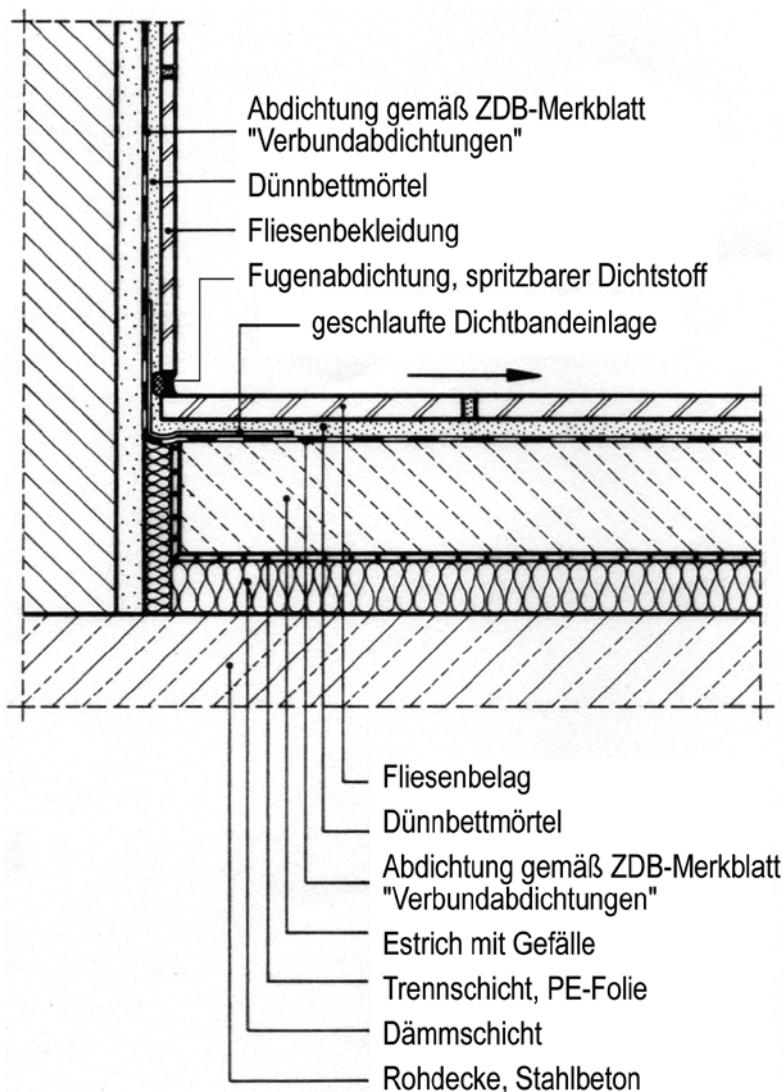
Bei Abschlüssen an aufgehenden Bauteilen sollten Flüssigkunststoffabdichtungen vorzugsweise vor direkter Wasserbeanspruchung geschützt in einem Rücksprung angeordnet oder hinter Bekleidungen hochgeführt werden. Andernfalls sind die Abschlüsse durch Überhangstreifen, Kappleisten o.Ä. zu schützen. Freiliegende, direkt witterungs- und wasserbeanspruchte Abschlüsse ohne Abdeckung sind auf ungenutzten Flachdächern der Anwendungskategorie K1 zuzuordnen.

Bei einem geeigneten Untergrund, der einen ausreichenden Verbund der FLK-Abdichtung gewährleistet, ist eine zusätzliche mechanische Sicherung des Abschlusses nicht erforderlich. Allerdings ist auch dann ein definierter Abschluss herzustellen (kein »Auslaufen« der Abdichtung). Unabhängig hiervon ist die erforderliche Vlieseinlage auch im Anschlussbereich vollflächig auszuführen. Besonderes Augenmerk ist in jedem Fall auf einen geeigneten, sauberen, trockenen, ebenen Untergrund und eine ausreichende Schichtdicke zu richten (Kapitel 5.3.3).

## 7.5 Detailausbildung bei Abdichtungen im Verbund mit Fliesen und Platten

### 7.5.1 Abdichtungen über Bewegungsfugen und an Randfugen

Entsprechend dem Merkblatt »Hinweise für die Planung und Ausführungen von Verbundabdichtungen mit Bekleidungen und Belägen aus Fliesen und Platten für den Innen- und Außenbereich« [ZDB, 2010] sind im Bereich von Bewegungs- und Randfugen (z. B. Bodenixel) Einlagen aus Vlies, Gewebe oder Folien entsprechend dem jeweiligen Abdichtungssystem in die Abdichtung einzubinden (Bild 47).



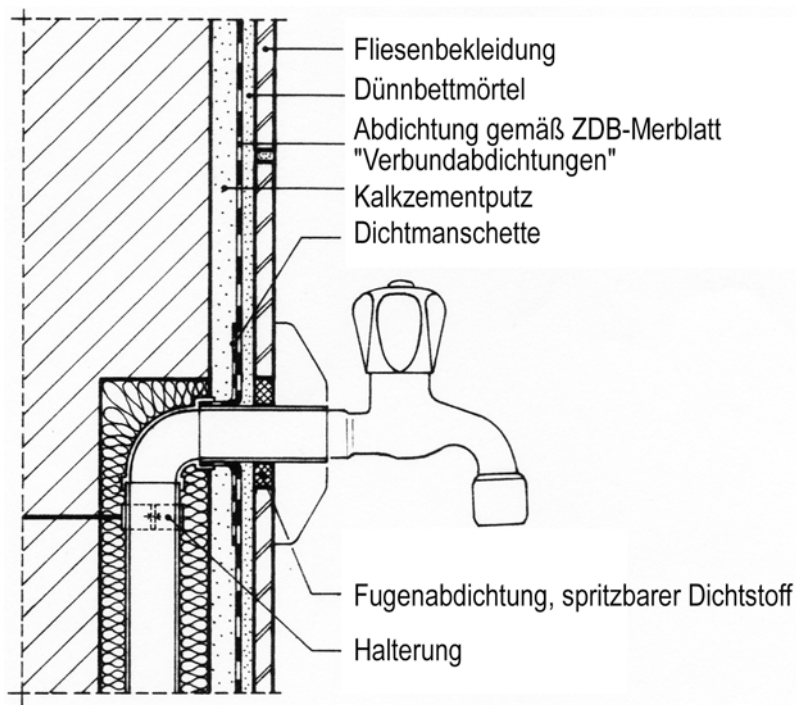
**Bild 47:** Randfugenausbildung bei Abdichtungen im Verbund mit Fliesen und Platten

Bei planmäßigen Bewegungen der Fugenflanken sind ggf. Schlaufen und – sofern die Fugenbreite für die Aufnahme der Schlaufen nicht ausreichend ist – Fugenkammern auszubilden [ZDB, 2010]. Darüber hinaus können auch systemkompatible Fugenprofile zum Einsatz kommen.

### 7.5.2 Anschlüsse an Durchdringungen und Einbauteile

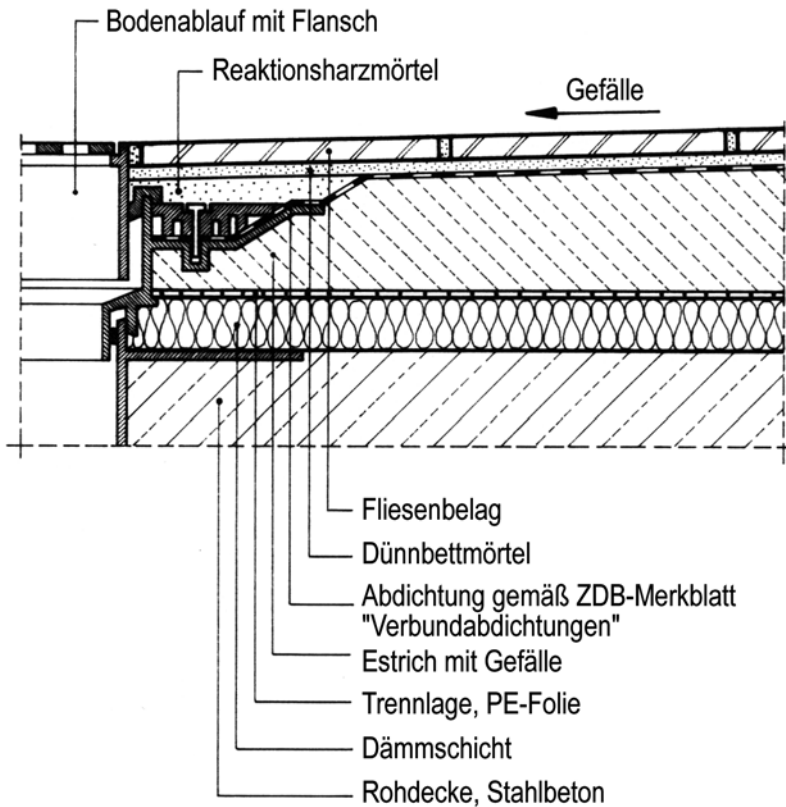
Einbauteile, Rohrdurchführungen, Bodenabläufe o.Ä. sind zur Lagesicherung stets mit einem Reaktionsharzmörtel zu fixieren.

Durchdringungen sind entsprechend [ZDB, 2010] mit Dichtflanschen und/oder Dichtmanschetten, die in die Abdichtung einbinden, auszuführen (Bild 48).



**Bild 48:** Anschlussausbildung an Durchdringungen mit Dichtmanschette

Bodenabläufe müssen entweder einen Klebeflansch oder einen Los- und Festflansch aufweisen. Der Klebeflansch soll in die Abdichtungsschicht einbinden. Über eine Los- und Festflanschkonstruktion werden Träger aus Vliesen, Geweben oder Folien, die in die Abdichtungsschicht einbinden, an den Ablauf angeschlossen (Bild 49). Werden Sanitärobjekte mit Dübeln befestigt, sind gemäß [ZDB, 2010] die Dübellöcher mit Reaktionsharzen oder anderen geeigneten, systemkonformen Werkstoffen abzudichten.



**Bild 49:** Anschlussausbildung mit Los- und Festflansch an Bodenabläufe bei Abdichtungen im Verbund mit Fliesen und Platten

## 7.6 Schutzschichten und Schutzmaßnahmen

### 7.6.1 Schutzschichten

Um hautförmige Bauwerksabdichtungen nach ihrer Fertigstellung oder ggf. während der Errichtung eines Bauwerks vor Beschädigungen insbesondere mechanischer Art zu schützen, sind bei Abdichtungen auf genutzten Decken und an erdberührten Flächen zwingend Schutzschichten entsprechend DIN 18 195-10 vorzusehen. Zumindest formal gilt das Erfordernis von Schutz- und Belagschichten entsprechend [ZVDH, 2008] auch für Abdichtungen mit Flüssigkunststoffen auf genutzten Deckenflächen (Balkonen, Terrassen, Parkdecks etc.). Hinsichtlich direkt als Belagschicht genutzter, mit systemzugehörigen Verschleißschichten ausgestatteter FLK-Abdichtungen wird auf die Ausführungen im Kapitel 5.4.7.3 verwiesen. Bei Abdichtungen im Verbund mit Fliesen und Platten ist die Schutz- bzw. Belagschicht fester Bestandteil des Abdichtungssystems, so dass hier zusätzliche Schichten nicht erforderlich sind.

Schutzschichten sind zu unterscheiden von Schutzmaßnahmen, die ausschließlich einem vorübergehenden Schutz während der Errichtung des Bauwerks dienen und weiter unten behandelt werden. Schutzschichten im Sinne der DIN 18 195-10 können bestehen aus:

- Ortbeton
- Betonfertigteilen oder -platten
- Mauerwerk
- Mörtel oder Estrichmörtel
- Gussasphalt
- Perimeterdämmplatten
- Bitumendichtungsbahnen mit Metallbandeinlage
- sonstigen geeigneten Stoffen, sofern sie mit den zu schützenden Abdichtungen verträglich sind und zur Erfüllung ihrer Schutzfunktion ausreichend widerstandsfähig gegen die auf sie einwirkenden Beanspruchungen aus mechanischen, thermischen und chemischen Belastungen sind.

Um die Funktionstüchtigkeit von Schutzschichten dauerhaft zu gewährleisten, müssen diese so beschaffen sein, dass sie die zu schützenden Abdichtungen bei eigenen Bewegungen und Verformungen nicht beschädigen. In diesem Zusammenhang sind Schutzschichten gegebenenfalls von der Abdichtung zu trennen und durch Fugen in Felder aufzuteilen. In jedem Fall sind in Schutzschichten Fugen überall dort erforderlich, wo Neigungswechsel, z. B. an Übergängen von schwach zu stark geneigten Flächen, sowie Fugen im Abdichtungsuntergrund vorhanden sind. An waagerechten oder schwach geneigten Flächen müssen die Fugen in Schutzschichten verschlossen sein, wobei hierzu im Fall von Bauwerksfugen im Abdichtungsuntergrund Einlagen und/oder ein Verguss zu verwenden ist.

Selbstverständlich darf die zu schützende Abdichtung bei der Herstellung entsprechender Schutzschichten nicht geschädigt werden. Aus diesem Grund müssen insbesondere kunststoffmodifizierte Bitumendickbeschichtungen (KMB) vor dem Einbau der Schutzschichten vollständig durchgetrocknet sein. Bei bahnenförmigen Abdichtungen ist die Schutzschicht nach Möglichkeit unmittelbar nach der Fertigstellung der Abdichtung aufzubringen.

Schutzschichten aus Beton oder Mauerwerk kommen im Gründungsbereich überwiegend dann zum Einsatz, wenn eine Einpressung der Abdichtung – im Regelfall bei druckwasserhaltenden Abdichtungen mit nackten Bitumenbahnen – erforderlich ist. Vertikale Schutzschichten aus Mauerwerk oder Beton müssen durch senkrechte Fugen in einem Abstand von maximal 7 m unterteilt und von Eckbereichen getrennt werden. Werden diese Schutzschichten vor der Herstellung der Abdichtung errichtet und dienen als Abdichtungsrücklage, müssen sie für sich standfest sein. Der Untergrund für die Abdichtung muss den Anforderungen nach DIN 18 195-3 entsprechen. Werden Schutzschichten aus Mauerwerk nach der Herstellung der Abdichtung erstellt, muss zwischen Mauerwerk und Abdichtung eine Fuge von 40 mm Dicke ausgeführt werden, die hohlraumfrei mit einem Mörtel der Mörtelgruppe II oder III nach DIN 1053-1

verfüllt werden muss. Schutzschichten aus Mauerwerk müssen eine Dicke von mindestens 11,5 cm aufweisen, Schutzschichten aus Beton müssen mit einer Betongüte von mindestens C 8/10 und beim Vorhandensein von Bewehrung einer Betongüte von mindestens C 12/15 entsprechend DIN EN 206-1 ausgeführt werden. Bestehen gemauerte Schutzschichten aus einem Trockenmauerwerk, beispielsweise aus Dränsteinen in Verbindung mit einer Dränage nach DIN 4095, muss zwischen Abdichtung und Schutzschicht eine Zwischenlage aus Vlies nach DIN 18 195-2 angeordnet werden. Weitere Einzelheiten zu Schutzschichten aus Mauerwerk und Beton sind DIN 18 195-10 zu entnehmen.

Bei waagerechten oder flach geneigten Abdichtungen können Schutzschichten auch Bestandteil eines Fußbodenaufbaus sein oder die Nutzschicht bilden. Letzteres ist insbesondere bei genutzten Dach- und Deckenflächen häufig der Fall. Begehbare Estriche sind in diesem Zusammenhang als Zementestriche auf Trenn-, Wärmedämm- oder Dränschicht entsprechend DIN 18 560-4 herzustellen. Für Trennschichten sind Ölpapier mit einem Flächengewicht von mindestens 50 g/m<sup>2</sup> oder Polyethylen-(PE)-Folien mit einer Mindestdicke von 0,2 mm zu verwenden.

Betonplatten sind in einer mindestens 20 mm dicken Mörtelschicht der Mörtelgruppe II oder III nach DIN 1053-1 zu verlegen, wobei die Gesamtdicke der Schutzschicht 50 mm nicht unterschreiten darf. Bei einer Neigung der Dachfläche von bis zu 2° (ca. 3 %) dürfen Betonplatten auch in einem mindestens 30 mm dicken ungebundenen Kiesbett (Korngröße 4/8) verlegt werden. Darüber hinaus kann eine Verlegung der Platten auch auf geeigneten Stelzlagern oder Zementmörtelbatzen auf einer geeigneten Schutzlage erfolgen.

Schutzschichten aus Gussasphalt müssen mit einer Nenndicke von mindestens 25 mm hergestellt werden. Bei Abdichtungen aus Bitumenwerkstoffen oder bitumenverträglichen PVC-P-Bahnen ist zwischen Abdichtung und Gussasphalt eine geeignete Trennschicht anzuordnen. Sind Gussasphaltschichten Bestandteil einer Abdichtung gegen nichtdrückendes Wasser gemäß DIN 18 195-5 können zusätzliche Schutzschichten entfallen.

Bei wärmegeprägten Parkdecks übernimmt die Schutzschicht neben der Funktion der Nutzschicht häufig zusätzlich auch noch die der Lastverteilungsplatte oberhalb der Dämmschicht. In jedem Fall ist bei Parkdecks zwischen der Abdichtung und der Betonschicht eine zweilagige Trennschicht anzuordnen, bei der die obere Lage aus geschlossen zelligem Weichschaum o.Ä. bestehen muss. Wird unterhalb von Schutz- oder Belagschichten das Abfließen des Wassers auf einer waagerechten oder flach geneigten Abdichtung durch diese Schichten behindert, sollten Dränschichten (z.B. Dränagematten) eingebaut werden (Kapitel 5.4.4).

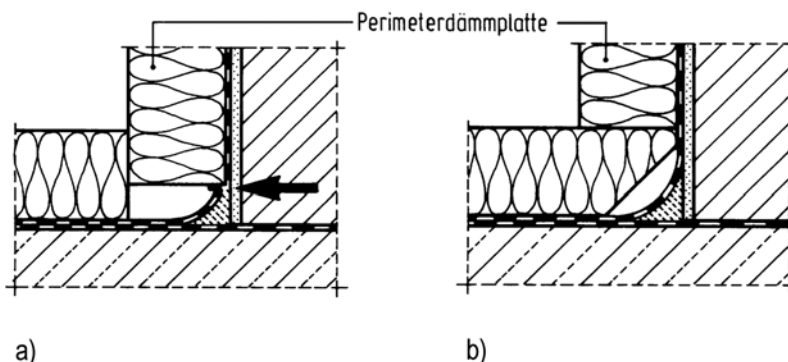
Schutzschichten aus Bitumen-Dichtungsbahnen mit Metallbandeinlage (Cu 0,1 D) dürfen nur dort verwendet werden, wo nachträgliche Beschädigungen, beispielsweise infolge von Aufgrabungen im Zusammenhang mit Erdarbeiten, ausgeschlossen sind. Sie dürfen insofern ausschließlich an senkrechten Flächen in einer Tiefe von mehr als

3 m unterhalb der Geländeoberfläche zum Einsatz kommen. Die Dichtungsbahnen sind im Bürstenstreich-, im Gieß- oder im Gieß- und Einwalzverfahren einzubauen und müssen an den Längs- und Querseiten Überlappungen von mindestens 50 mm aufweisen. Nach der Herstellung der Schutzschicht ist beim Verfüllen der Baugrube mit besonderer Vorsicht vorzugehen. Detaillierte Anforderungen sind in DIN 18 195-10 unter Punkt 4.3.7.3 genannt.

Bei nach der Fertigstellung der Bauwerksabdichtung auszuführenden Schutzschichten werden – soweit keine Einpressung der Abdichtung erforderlich ist – an erdberührten Bauteilen heute überwiegend Perimeterdämmungen aus extrudiertem Polystyrol und strukturierte Kunststoffbahnen eingesetzt. Perimeterdämmplatten kommen insbesondere dann zum Einsatz, wenn wärmeschutztechnische Anforderungen an abgedichtete Außenwände bestehen, da auf diese Weise in einem Arbeitsgang Schutzschicht und Wärmedämmschicht hergestellt werden können. Perimeterdämmplatten müssen eine bauaufsichtliche Zulassung für diesen Anwendungsbereich besitzen und werden auf die Abdichtung aufgeklebt. Bei der Verwendung von Perimeterdämmplatten als Schutzschicht ist besonderes Augenmerk zu richten auf:

- die Verwendung eines geeigneten, sowohl mit der Abdichtung als auch mit den Dämmplatten verträglichen Klebers
- die Verhinderung eines Hinterlaufens oder Umspülens der Perimeterdämmplatten im Bereich drückenden Wassers
- die Anpassung der Plattenkanten an gerundete Kehlbereiche oder die Verwendung entsprechender Formteile zur Vermeidung eines Durchstanzens der Abdichtung infolge einer unzuträglichen linienförmigen Belastung.

Die Missachtung der letztgenannten Anforderung führt insbesondere bei kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtungen (KMB) im Bereich von Mörtelkehlen am Außenwandfußpunkt bei außenseitig vorstehender Bodenplatte immer wieder zu Schäden, da die Kanten der Dämmplatten beim Verfüllen der Baugrube im oberen Kehlbereich in die Abdichtung eingedrückt werden (Bilder 50a und b).



**Bild 50:** Beschädigung der Abdichtung durch beim Verfüllen abgerutschte Perimeterdämmung (a); günstigere Ausführung mit keilförmig angepasster Dämmung (b)



Werden an erdberührte Bauteile keine wärmeschutztechnischen Anforderungen gestellt, kommen für nach der Fertigstellung der Abdichtungen herzustellende Schutzschichten sehr häufig Bahnen aus Kunststoff mit hütchenförmiger Noppenstruktur (so genannte Noppenbahnen) zum Einsatz. Derartige Bahnen sind jedoch im Hinblick auf die Anforderungen aus DIN 18 195-10 für hautförmige Abdichtungen aus Bitumenwerkstoffen ausschließlich dann zugelassen, wenn sie zusätzliche Gleitfolien aufweisen, die punktförmige Belastungen bzw. ein hieraus resultierendes Durchstanzen der Abdichtung infolge der Noppenstruktur der Bahnen im Zusammenwirken mit dem Erddruck wirksam verhindern können. Gleiches gilt auch für Dränschichten auf Abdichtungen unterhalb von Estrichen o. Ä.

Auf die fehlende Eignung unkaschierter Noppenfolien insbesondere bei Abdichtungen aus kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtungen wird explizit auch in der »Richtlinie für die Planung und Ausführung von Abdichtungen mit kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtungen (KMB) – erdberührte Bauteile« [Dt. Bauchemie, 2010], der »KMB-Richtlinie« hingewiesen. Neben einer Gleitfolienkaschierung ist zudem zwingend eine Fixierung der Folien während der Verfüllarbeiten erforderlich, um ein Abrutschen an Außenwandflächen zu verhindern. Aufgrund falscher Materialwahl und einer fehlenden Fixierung derartiger bahnenförmiger Schutzschichten kommt es immer wieder zu folgeschweren Schäden an Bauwerksabdichtungen, die zu vollständigem Durchstanzen oder Abrieb der Abdichtung vom Untergrund führen können (Bild 51).



**Bild 51:** Furchenartiger Abrieb einer KMB durch Abrutschen einer ungeeigneten, unkaschierten Noppenfolie (Bild: Oster, IFDB, Berlin)



## 7.6.2 Schutzmaßnahmen

Schutzmaßnahmen haben im Unterschied zu Schutzschichten die Aufgabe, fertiggestellte Abdichtungen während der Bauphase bis zur Fertigstellung der Schutzschichten vor Beschädigungen zu schützen. Die DIN 18195-10 nennt diesbezüglich in Abschnitt 5 in erster Linie weniger technisch-bauliche Maßnahmen, als vielmehr Verhaltens- und Vorsichtsmaßnahmen im Rahmen des Bauablaufs. So dürfen auf abgedichteten horizontalen oder schwach geneigten Bauwerksabdichtungen z. B. keine Materialien oder Geräte gelagert werden. Darüber hinaus sollten sie nicht unnötig bzw. allenfalls mit geeignetem Schuhwerk betreten werden, was insbesondere auch für Abdichtungen aus KMB gilt.

Abdichtungen sind vor dem Einwirken schädigender Stoffe, z. B. in Form von Schmier- und Treibstoffen, Lösungsmitteln oder Schalungsöl zu schützen. Darüber hinaus sind Abdichtungen aus Bitumenwerkstoffen an senkrechten bzw. stark geneigten Flächen gegen Wärmeeinwirkung zu schützen, um die Gefahr eines Abrutschens der Abdichtungen zu vermeiden. Dies kann bei Bitumenbahnen durch einen Zementmilchanstrich, das Abhängen mit Planen oder die Berieselung mit Wasser erfolgen.

Abdichtungen aus KMB sind in diesem Zusammenhang als besonders empfindlich anzusehen. Hier muss zum einen die vorgenannte übermäßige Wärmeeinwirkung verhindert werden, andererseits jedoch eine ausreichend rasche Durchtrocknung der Abdichtung im Hinblick auf den Bauablauf gewährleistet werden. Dies stellt in den ohnehin neuralgischen Bereichen, z. B. dem Anschluss Bodenplatte/Außenwandfußpunkt, häufig ein Problem dar, weshalb gerade hier Überschichtdicken vermieden werden sollten, ohne gleichzeitig jedoch die zulässigen Mindesttrockenschichtdicken zu unterschreiten. Andernfalls sind schadensträchtige Mängel die Folge: Bei Überschichtdicken besteht die Gefahr, dass die KMB vor dem Aufbringen der Schutzschicht nicht ausreichend durchgetrocknet ist und deshalb anstelle der erforderlichen zähelastischen eine torfig-spröde Konsistenz und zudem einen unzureichenden Verbund mit dem Untergrund aufweist. Bei Unterschichtdicken sind naturgemäß Schwächungen der Abdichtung in diesen neuralgischen Bereichen zu erwarten. Insofern kommt in diesem Zusammenhang der Überprüfung der Durchtrocknung an einer Referenzprobe entsprechend DIN 18195-3 (Abschnitt 3.2.2) auch als Schutzmaßnahme besondere Bedeutung zu.

Besondere »konstruktive« Schutzmaßnahmen sieht Abschnitt 5 in DIN 18195-10 in der Form vor, dass für den Fall der Durchführung von Bewehrungsarbeiten auf der wasserzugewandten Seite der Abdichtung zum einen ein Mindestabstand von 50 mm zwischen der Bewehrung und der Abdichtung einzuhalten ist und die Abdichtungen zusätzlich mit einem Anstrich aus Zementmilch zu versehen sind, um eventuelle Beschädigungen erkennen zu können.

## 8 Dränanlagen

### 8.1 Einführung

Dränanlagen – oft auch als Dränagen bezeichnet – haben die Aufgabe, bei bindigen Bodenverhältnissen mit einem Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von  $k \leq 10^{-4}$  m/s nach DIN 18 130-1 Wasser aus dem Boden in der Weise abzuführen, dass am Baukörper kein hydrostatischer Druck entstehen kann und damit Abdichtungen erdberührter Bauteile gegen nichtstauendes Sickerwasser entsprechend DIN 18 195-4 ausreichend sind.

Unabhängig von der Durchlässigkeit des Bodens ist die Anordnung einer Dränanlage auch bei einer Bebauung in Hanglage erforderlich, sofern nicht von vornherein eine Abdichtung gegen aufstauendes Sickerwasser entsprechend DIN 18 195-6, Abschnitt 9 ausgeführt werden soll. Im Zusammenhang mit der Entscheidung, ob Abdichtungen entsprechend DIN 18 195-6 oder DIN 18 195-4 in Kombination mit Dränanlagen gemäß DIN 4095 vorgesehen werden sollen, sind die Vor- und Nachteile beider Lösungen unter technischen und wirtschaftlichen Aspekten gründlich abzuwägen [Hilmer, 1990]. In diesem Zusammenhang sprechen, wie im Kapitel 4.1.3 bereits ausgeführt, für die Lösung mit einer Dränanlage in Kombination mit einer Abdichtung gegen nichtstauendes Sickerwasser

- das grundsätzliche Fernhalten des Wassers vom Gebäude
- eine insbesondere im Bereich von Durchdringungen und Einbauteilen weniger aufwändige Anschlussausbildung der Abdichtung, da nur eine Beanspruchung durch Bodenfeuchte bzw. kapillaren Wassertransport vorliegt (Kapitel 7.3)
- eine verhältnismäßig einfache Entwässerbarkeit von Rinnen in Türbereichen sowie Licht- und Außenkellertreppenschächten über die Dränanlage (Kapitel 4.3.3 und 7.2.2).

Argumente gegen diese Lösung und für eine Abdichtung nach DIN 18 195-6 sind

- ein ggf. hoher Untersuchungsaufwand zur Feststellung der geologischen und hydrologischen Randbedingungen insbesondere bei größeren Bauvorhaben oder bei Hanglagen
- das häufige Fehlen geeigneter rückstaufreier Vorfluten zur Entwässerung der Dränanlage
- das Erfordernis von aufwändigen Rückstausicherungen bzw. Hebeanlagen
- der Wartungsaufwand für die Dränanlage im Hinblick auf eine verhältnismäßig hohe Anfälligkeit gegen Verschlammen, Verkalken oder Verockern.

Das einschlägige Regelwerk für die Planung, Bemessung und Ausführung von Dränanlagen ist die DIN 4095. Zur Planung einer Dränanlage sind zunächst genaue Kenntnisse erforderlich über

- die Größe, die Form sowie die Oberflächengestalt (Hanglage, Muldenlage) des Einzugsgebietes
- die durch Bohrung oder Schürfe ermittelte Art, Schichtung und Durchlässigkeit des Baugrundes

- die wasserführenden Schichten sowie Angaben über den durch langjährige Beobachtung ermittelten höchsten Grundwasserstand (Bemessungswasserstand)
- die chemische Beschaffenheit des angreifenden Wassers im Hinblick auf die Gefahr einer Verockerung bei hohen Eisen- oder Mangangehalten oder Versinterung der Dränage bei sehr hartem oder kalklösendem Wasser
- gegebenenfalls aus dem Bodenwasserschutz resultierende baurechtliche Auflagen hinsichtlich der Ableitung des in der Dränanlage anfallenden Wassers, da Dränleitungen in der Regel nicht an Schmutz- oder Mischwasserkanäle angeschlossen werden dürfen und entweder über eine Vorflut (Regenwasserkanal, Bach, See etc.) oder über Versickerung (z. B. Sickerschacht, Rigole) entwässert werden müssen.

Mit einer Versinterung ist nach [Groß, 2003] regelmäßig bei Karbonathärten  $\geq 18^\circ$  dH ( $\geq 180$  mg/l CaO) und bei Veränderungen des Kalk-Kohlensäure-Gleichgewichts im anstehenden Wasser zu rechnen, wohingegen bei Karbonathärten von  $7^\circ$  dH oder weniger ( $\leq 70$  mg/l CaO) das Auftreten von Versinterungen als unwahrscheinlich einzustufen ist. In [Hilmer, 1990] wird allerdings die kritische Grenze für Versinterungen bereits bei Karbonathärten  $> 10^\circ$  dH angesetzt. In jedem Fall ist Vorsicht bei der Verwendung von Kalkschotter im Zusammenhang mit Sicker- oder Filterschichten aus Mineralstoffgemischen geboten.

Die Gefahr der Verockerung besteht bei einem Gehalt an zweiwertigem Eisen ( $\text{Fe}^{++}$ ) von  $\geq 0,5$  mg/l und einem pH-Wert  $\geq 6$  [Groß, 2003].

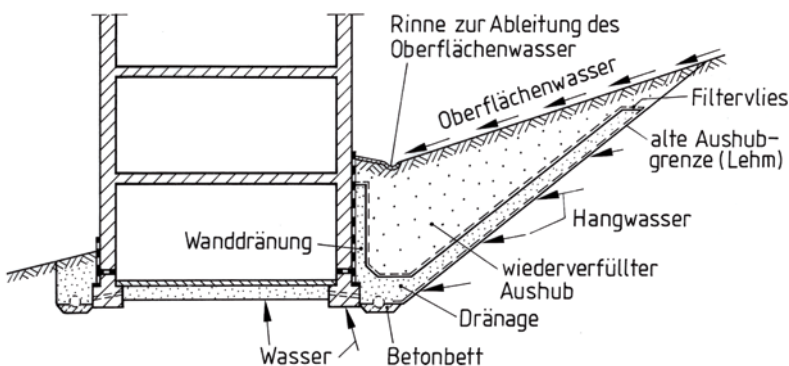
DIN 4095 unterscheidet im Wesentlichen folgende Bestandteile einer Dränanlage:

- **Dränanlage:**  
Dränanlage bezeichnet die Gesamtheit der an einem Bauwerk zur Dränung vorhandenen Einrichtungen.
- **Drän:**  
Der Drän umfasst die Dränschicht und die Dränleitung.
- **Dränleitung:**  
Die Dränleitung besteht aus Dränrohren und leitet das in der Dränschicht anfallende Wasser ab.
- **Dränrohr:**  
Dränrohr ist der Sammelbegriff für alle Rohre, die Wasser aufnehmen und ableiten.
- **Dränschicht:**  
Die Dränschicht ist eine wasserdurchlässige, die erdberührten Bauteile umschließende Schicht, bestehend aus Sickerschicht und Filterschicht oder aus einer filterfesten Sickerschicht (Mischfilter).
- **Filterschicht:**  
Die Filterschicht ist der Teil der Dränschicht, der das Einschlämmen von Bodenteilen in die Sickerschicht infolge fließenden Wassers verhindert.
- **Stufenfilter:**  
Ein Stufenfilter setzt sich aus mehreren, hintereinander angeordneten Filterschichten unterschiedlicher Durchlässigkeit zusammen.

- **Mischfilter:**  
Filterschicht aus einer gleichmäßig aufgebauten Schicht abgestufter Körnung.
- **Sickerschicht:**  
Die Sickerschicht ist der Teil der Dränschicht, der das Wasser aus dem Bereich eines erdberührten Bauteils ableitet und damit die Bildung eines hydrostatischen Drucks verhindert.
- **Dränelement:**  
Als Dränelement werden alle Einzelteile zur Herstellung eines Dräns bezeichnet, z. B. Dränrohr, Dränmatte etc.

Durch Dränmaßnahmen darf weder die Standsicherheit des Bauwerks, z. B. durch Unterspülungen, noch der Nachbarbebauung, z. B. durch Setzungen infolge bereichsweiser Grundwasserabsenkung, beeinträchtigt werden.

Bei Bauten in Hanglage ist am Gebäude hangseitig ein ausreichendes Gegengefälle sowie eine Rinne anzuordnen, um das anfallende Oberflächenwasser ableiten zu können, ohne dass es zu einer zusätzlichen Belastung der Drainage führt. Ein Beispiel für die Ausführung einer Dränanlage in Hanglage bei bindigen Bodenverhältnissen zeigt Bild 52.



**Bild 52:** Beispiel für die Ausführung einer Dränanlage bei Hanglage eines Bauwerks

Dränanlagen im Gründungsbereich bestehen in der Regel aus Wanddrägen im Kelleraußenwandbereich und Bodendrägen unterhalb der Sohlplatte, die das anfallende Wasser an eine möglichst das Gebäude umschließende ringförmige Dränleitung (Ringdränage) abführen. Bei Dränschichten auf erdüberdeckten Decken sollte die Ableitung des Wassers über eine ausreichende Gefällegebung erfolgen. Darüber hinaus ist auch eine Abführung des Wassers in Abläufe möglich.

Grundsätzlich muss der Drän, d. h. Dränschichten und Dränleitungen, filterfest sein. Er muss so bemessen sein, dass das anfallende Wasser drucklos abgeführt wird. Es muss von der Dränleitung in der Weise aufgenommen werden können, dass bezogen auf die Dränrohrsohle kein Anstau von mehr als 0,2 m Höhe entstehen kann. Um diese Anforderungen zu gewährleisten, ist die Dränleitung mit Kontroll- und Spülein-

richtungen zu versehen. Aus den Dränleitungen wird das Wasser entweder in eine Vorflut (Regenwasserkanal, Bach, See etc.) oder in einen Sickerschacht abgeleitet.

## 8.2 Bemessung von Dränanlagen

### 8.2.1 Grundsätze

Die Bemessung der Dränanlage erfolgt in Bezug auf den Wasseranfall bzw. die hieraus resultierende Abflussspende. Die maximale Abflussspende errechnet sich

- vor Wänden aus  

$$q'_{\max.} [l/(sm)] = i \cdot k \cdot d$$
- auf Decken und unter Bodenplatten aus  

$$q_{\max.} [l/(sm^2)] = i \cdot k \cdot d$$

Hierin ist

- $i$  das hydraulische Gefälle (Deckengefälle; vor Wänden:  $i = 1,0$ ),
- $k$  der Wasserdurchlässigkeitsbeiwert des Bodens und
- $d$  die Dicke der Sickerschicht.

Der Wasserdurchlässigkeitsbeiwert  $k$  des anstehenden Bodens wird labormäßig gemäß DIN 18 130 ermittelt und kann für bautechnische Zwecke in fünf Durchlässigkeitsbereiche unterteilt werden (Tabelle 35).

Durchlässigkeitsbeiwert $k$ [m/s]	Bezeichnung (Durchlässigkeitsbereich)
$< 10^{-8}$	sehr schwach durchlässig
$10^{-8} \leq k \leq 10^{-6}$	schwach durchlässig
$10^{-6} < k \leq 10^{-4}$	durchlässig
$10^{-4} < k \leq 10^{-2}$	stark durchlässig
$> 10^{-2}$	sehr stark durchlässig

**Tabelle 35:** Durchlässigkeitsbereiche entsprechend DIN 18130-1 in Abhängigkeit vom Wasserdurchlässigkeitsbeiwert  $k$

Bei der Verwendung nicht-mineralischer, verformbarer Dränschichten sind der Bemessung die Dicke des Dränelements und der Durchlässigkeitsbeiwert der Filterschicht in Abhängigkeit von der Druckbelastung zugrunde zu legen, die sich unter Berücksichtigung des Zeitstandsverhaltens langfristig für einen Belastungszeitraum von 50 Jahren einstellen werden. In diesem Zusammenhang ist insbesondere auch die Reduzierung des Abflussvermögens infolge einer Querschnittsverringerung durch Erddruck bei Geotextil-Verbundstoffen zu beachten [Groß, 2003]. Zur Bemessung werden von den Herstellern von Dränelementen z. T. auch Bemessungsnomogramme angeboten.

DIN 4095 unterscheidet hinsichtlich der Bemessung von Dränanlagen grundsätzlich in die beiden Fälle:

- Regelausführung
- Sonderausführung.

## 8.2.2 Regelfallbemessung

Liegen bei kleineren Bauobjekten sowie bei gleichmäßigem Bodenaufbau und leichter Geländeneigung die in Tabelle 36 zusammengestellten Voraussetzungen vor, kann im Unterschied zur Sonderausführung die Dränanlage gemäß Abschnitt 5 in DIN 4095 als Regelausführung geplant und ausgeführt werden, ohne dass weitere Nachweise erforderlich sind.

Lage der Dränung	Anforderung	
	Einflussgröße	einzuhaltender Richtwert
vor Wänden	Gelände	eben bis leicht geneigt
	Durchlässigkeit des Bodens	schwach durchlässig <sup>1)</sup>
	Einbautiefe	bis 3 m
	Gebäudehöhe	bis 15 m
	Länge der Dränleitung zwischen Hoch- und Tiefpunkt	bis 60 m
auf Decken	Gesamtauflast	bis 10 kN/m <sup>2</sup>
	Deckenteilfläche	bis 150 m <sup>2</sup>
	Deckengefälle	ab 3 ‰
	Länge der Dränleitung zwischen Hochpunkt und Ablauf bzw. Traufkante	bis 15 m
	angrenzende Gebäudehöhe	bis 15 m
unter Bodenplatten	Durchlässigkeit des Bodens	schwach durchlässig <sup>1)</sup>
	überbaute Fläche	bis 200 m <sup>2</sup>
<sup>1)</sup> Wasserdurchlässigkeitsbeiwert $10^{-8} \leq k \leq 10^{-6}$ m/s gemäß DIN 18130-1 (Tabelle 35)		

**Tabelle 36:** Voraussetzungen für die Planung, Bemessung und Ausführung von Dränanlagen gemäß der Regelausführung in DIN 4095, Abschnitt 5

Bei der Regelfallbemessung sind für nicht-mineralische, verformbare Dränelemente gemäß DIN 4095 folgende Abflussspenden anzusetzen:

- vor Wänden:  $q' = 0,3 \text{ l/(sm)}$
- auf Decken:  $q = 0,03 \text{ l/(sm}^2\text{)}$
- unter Bodenplatten:  $q = 0,005 \text{ l/(sm}^2\text{)}$ .

Für Dränschichten aus mineralischen Baustoffen sind in DIN 4095 beispielhaft für den Regelfall geeignete Ausführungen zusammengestellt (Tabelle 37).

Lage der Dränung	Ausführung der Dränschicht	
	Baustoffe	Mindestdicke [m]
vor Wänden	Kiessand z. B. Körnung 0/8 mm (Sieblinie A 8 oder 0/32 mm, Sieblinie B 32 nach DIN 1045)	0,50
	Filterschicht z. B. Körnung 0/4 mm (0/4 a nach DIN 4226-1)	0,10
	und Sickerschicht z. B. Körnung 4/16 mm (nach DIN 4226-1)	0,20
	Geotextil und Kies z. B. Körnung 8/16 mm (nach DIN 4226-1)	0,20
auf Decken	Geotextil und Kies z. B. Körnung 8/16 mm (nach DIN 4226-1)	0,15
unter Bodenplatten	Filterschicht z. B. Körnung 0/4 mm (0/4 a nach DIN 4226-1)	0,10
	und Sickerschicht z. B. Körnung 4/16 mm (nach DIN 4226-1)	0,10
	Geotextil und Kies z. B. Körnung 8/16 mm (nach DIN 4226-1)	0,15
um Dränrohre	Kiessand z. B. Körnung 0/8 mm (Sieblinie A 8 oder 0/32 mm, Sieblinie B 32 nach DIN 1045)	0,15
	Sickerschicht z. B. Körnung 4/16 mm (nach DIN 4226-1)	0,15
	und Filterschicht z. B. Körnung 0/4 mm (0/4 a nach DIN 4226-1)	0,10
	Geotextil und Kies z. B. Körnung 8/16 mm (nach DIN 4226-1)	0,10

**Tabelle 37:** Beispiele für die Ausbildung von Dränschichten, die die Anforderungen an die Regelausführung gemäß DIN 4095 erfüllen

Darüber hinaus sind für Dränleitungen und Kontrolleinrichtungen in DIN 4095 im Zusammenhang mit der Regelfallbemessung Richtwerte genannt (Tabelle 38).

Bauteil	Richtwert, min.
Dränleitung	Nennweite DN 100 Gefälle 0,5 %
Kontrollrohr	Nennweite DN 100
Spülrohr	Nennweite DN 300
Übergabeschacht	Nennweite DN 1000

**Tabelle 38:** Richtwerte für Dränleitungen und Kontrolleinrichtungen für den Regelfall gemäß DIN 4095

### 8.2.3 Sonderfallbemessung

Bei der Sonderausführung von Dränanlagen entsprechend DIN 4095 können für die Bemessung folgende Untersuchungen erforderlich werden:

- Geländeaufnahme
- Bodenprofilaufnahme
- Ermittlung des Wasseranfalls
- statische Nachweise der Dränschichten und Dränleitungen
- hydraulische Bemessung der Dränelemente (Durchlässigkeitsbeiwert und Abflussspende)
- Bemessung der Sickeranlage
- Auswirkung auf Bodenwasserhaushalt, Vorflut und Nachbarbebauung.

Im Hinblick auf die Bemessung kann der Wasseranfall über die Abflussspende für Flächendrängen im Bereich vor Wänden, auf Decken oder unter Bodenplatten abgeschätzt werden. DIN 4095 enthält diesbezüglich Angaben, die bei der Verwendung von flächigen matten- oder plattenförmigen Dränelementen heranzuziehen und in der Tabelle 39 zusammengefasst sind.

Der abgeschätzte Wasseranfall ist der Wassermenge gegenüberzustellen, die von der Sickerschicht bzw. den Dränleitungen abgeführt werden können. Entsprechend [Hilmer, 1990] liegen Messungen zufolge die tatsächlich zu erwartenden Dränwassermengen allerdings deutlich unterhalb dieser Werte, so dass diese Abschätzung »auf der sicheren Seite« liegt. Die abführbare Abflussspende  $q'$  bzw.  $q$  ergibt sich wie oben in Kapitel 8.2.1 dargestellt.



Lage der Dränung	Abflussspende			
	bei Bodenart/Bodenwasser (vor Wänden/unter Bodenplatten) bzw. bei Überdeckung (auf Decken) z. B. aus	Einstufung	$q'$ [l/(sm)]	$q$ [l/(sm <sup>2</sup> )]
vor Wänden	sehr schwach durchlässige Böden ( $k < 10^{-8}$ ) <sup>1)</sup> ohne Stauwasser, kein Oberflächenwasser	gering	$< 0,05$	–
	schwach durchlässige Böden ( $10^{-8} \leq k \leq 10^{-6}$ ) <sup>1)</sup> mit Sickerwasser, kein Oberflächenwasser	mittel	$0,05 \leq q' \leq 0,10$	–
	Böden mit Schichtenwasser oder Stauwasser, wenig Oberflächenwasser	groß	$0,10 < q' \leq 0,10$	–
auf Decken	unverbesserte Vegetationsschicht (Böden)	gering	–	$< 0,01$
	verbesserte Vegetationsschicht (Substrate)	mittel	–	$0,01 \leq q \leq 0,02$
	bekierte Flächen	groß	–	$0,02 < q \leq 0,03$
unter Bodenplatten	sehr schwach durchlässige Böden ( $k < 10^{-8}$ ) <sup>1)</sup>	gering	–	$< 0,001$
	schwach durchlässige Böden ( $10^{-8} \leq k \leq 10^{-6}$ ) <sup>1)</sup>	mittel	–	$0,001 \leq q \leq 0,005$
	durchlässige Böden ( $10^{-6} < k \leq 10^{-4}$ ) <sup>1)</sup>	groß	–	$0,005 < q \leq 0,010$
<sup>1)</sup> Wasserdurchlässigkeitsbeiwert $k$ [m/s] entsprechend DIN 18130-1 (Tabelle 35)				

**Tabelle 39:** Abschätzung der Abflussspende bei flächigen Dränelementen, z. B. aus Matten oder Platten, im Rahmen der Sonderfallbemessung gemäß DIN 4095

Zur Bemessung der Dränleitungen zur Abführung des Dränwassers aus den Sickerschichten ist die abzuführende Wassermenge zu berechnen aus

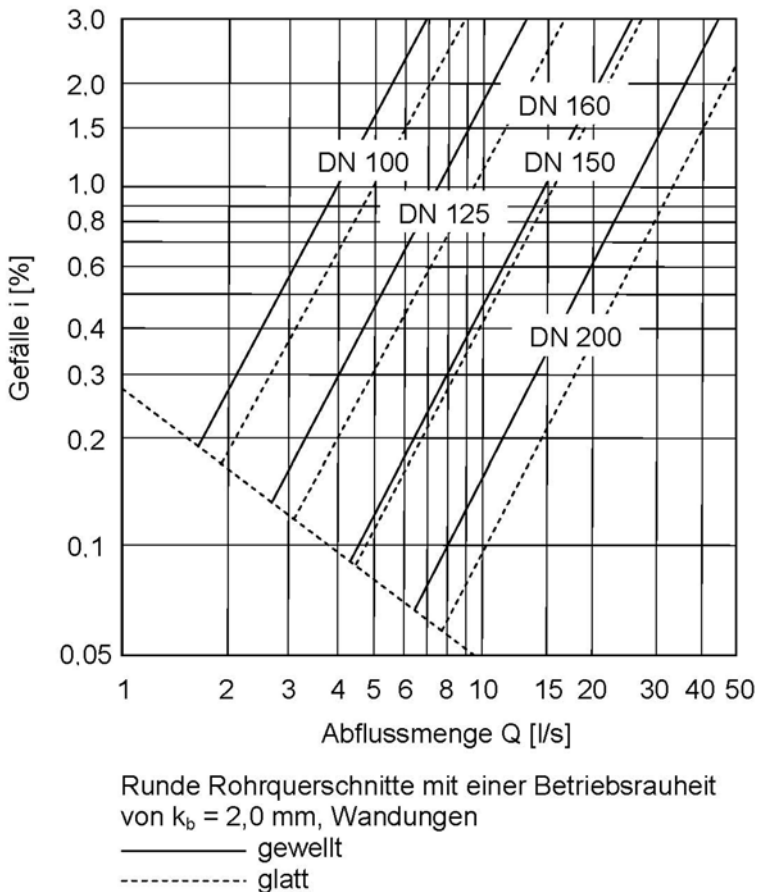
- $Q = q' \cdot L$  (vor Wänden) bzw.
- $Q = q \cdot A$  (auf Decken und unter Bodenplatten)

mit

- $L$  als Länge der Wand bzw. der Dränleitung zwischen Hoch- und Tiefpunkt und
- $A$  als Fläche, auf der das Wasser der Dränleitung zufließt [Achmus, 2008].

Für runde Rohrquerschnitte enthält DIN 4095 ein Bemessungsdiagramm (Bild 53). Hierbei wird von einer Rauigkeit der Rohrwandungen von  $k_b = 2,0 \text{ mm}$  ausgegangen. Im Hinblick auf die Vermeidung von Ablagerungen oder sogar eines Zusetzens der Leitungen wird zudem eine Mindestfließgeschwindigkeit von  $v = 0,25 \text{ m/s}$  gefordert. Hieraus folgt, dass der Rohrquerschnitt nicht zu groß gewählt werden darf und allgemein die Anforderung eingehalten werden muss [Achmus, 2008]:

$$v = \frac{Q}{A_{\text{Rohrquerschnitt}}} \geq 0,25 \text{ m/s}$$



**Bild 53:** Bemessungsbeispiele entsprechend DIN 4095 für Dränleitungen mit rundem Querschnitt

## 8.3 Konstruktive Ausbildung von Dränanlagen

### 8.3.1 Dränanlagen vor Wänden

#### 8.3.1.1 Dränschicht

Die Dränschicht muss alle erdberührten Außenwandflächen bedecken, wobei Durchdringungen, Lichtschächte etc. dicht anzuschließen sind. Die Wanddränage endet etwa 15 cm unterhalb der Geländeoberfläche und muss dort oberseitig abgedeckt werden. Hier bietet sich zusätzlich auch die in Kapitel 4.3.4 beschriebene Versiegelung/Pflasterung der Geländeoberfläche unmittelbar angrenzend an den Gebäudesockel an.

Am Fußpunkt muss die Sickerschicht ausreichend, d.h. mindestens 30 cm, in eine mineralische Schüttung, die um das Dränrohr der Dränleitung angeordnet ist, einbinden, um eine rückstaufreie Ableitung zu gewährleisten. Als Dränschichten vor Wänden können Dränschichten aus

- Mineralstoffgemischen
- Dränelementen
- Dränsteinen
- Matten und Bahnen aus Geotextilverbundstoffen
- Noppenfolien mit werksseitig aufgebrachtem Filtervlies und ggf. abdichtungsseitiger Gleitfolie
- Platten aus grobporigem expandiertem (EPS) oder extrudiertem Polystyrol (XPS) mit entsprechend strukturierter Oberfläche und werksseitig aufgebrachtem Filtervlies

verwendet werden. Dränschichten aus Mineralstoffgemischen werden entweder lagenweise oder mithilfe so genannter Ziehbleche eingebaut. Hierbei ist besonders dafür Sorge zu tragen, dass keine Entmischung auftritt, die die Wirksamkeit von Filter- oder Sickerschichten beeinträchtigen kann. Da die Herstellung von Dränschichten aus Mineralstoffgemischen sehr aufwändig und kostenintensiv ist, werden heute derartige Dränschichten nur noch selten ausgeführt und solche aus Dränelementen, Dränsteinen, Noppenfolien sowie EPS oder XPS bevorzugt [Haack, 2003]. Diese können nämlich gleichzeitig auch Schutzschichten für Abdichtungen bilden, sofern sie als solche die Anforderungen aus DIN 18 195-10 erfüllen. In diesem Zusammenhang ist für Noppenfolien insbesondere das Erfordernis abdichtungsseitiger Gleitfolien zu nennen ([Groß, 2003] und Kapitel 7.6.1). Darüber hinaus kommen heute häufig auch Platten und Matten aus Geotextil-Verbundstoffen zur Anwendung.

Dränsteine sind im Verband zu versetzen, wobei besonderes Augenmerk darauf zu richten ist, dass die Kammern lotrecht durchgehend ineinander übergehen. Im Bereich von Durchdringungen etc. sind Formsteine zu verwenden. Dränsteine aus haufwerksporigem Leichtbeton müssen einen Durchlässigkeitsbeiwert von  $k \geq 4 \cdot 10^{-3}$  m/s besitzen.

Geotextil-Verbundstoffe und Noppenfolien sind an den Nähten lückenlos stumpf oder mit Überlappungen aneinanderzufügen. Hierbei sind insbesondere die Überlappungen der Filtervliese zu fixieren und gegen Abheben zu sichern. Geotextil-Verbundstoffe und Noppenfolien sind entweder dauerhaft mit dem Untergrund zu verkleben oder für die Dauer bis nach dem Verfüllen der Baugrube oberhalb des oberen Abdichtungsabschlusses zu befestigen. Es ist stets für ein vollflächiges Anliegen der Dränschicht am Untergrund Sorge zu tragen. Sowohl bei Geotextil-Verbundstoffen als auch bei vlieskaschierten Noppenfolien sollten scharfkantige Richtungsänderungen (»Knicke«) quer zur Fließrichtung vermieden werden, da hierdurch das Abflussvermögen der Sickerschicht weitgehend reduziert oder vollständig aufgehoben wird. Bei Geotextil-Verbundstoffen ist unabhängig hiervon zudem zu beachten, dass das Abflussvermögen infolge plastischer Verformungen (Reduzierung des wirksamen Sickerschichtquerschnitts) durch Erddruck relativ zur Verfülltiefe signifikant verringert wird [Groß, 2003].

Platten aus EPS oder XPS sind mit versetzten Stößen und punktweise mit einem geeigneten Kleber zu befestigen. Bei der Verwendung von XPS-Dränelementen kann gleichzeitig die Wärmedämmung der Kelleraußenwände hergestellt werden, sofern die Elemente hierfür bauaufsichtlich zugelassen sind (Perimeterdämmung).

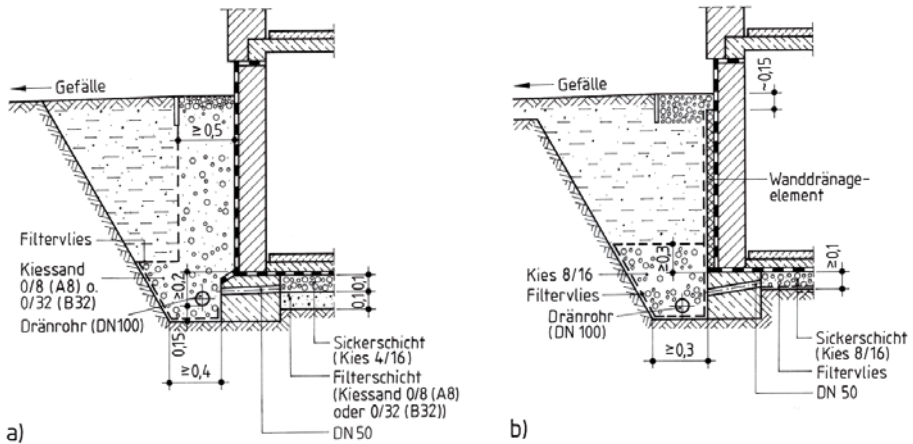
Unabhängig von der Art der Dränschicht muss die zur Abführung des Wassers relevante Sickerschicht durch Filterschichten so geschützt sein, dass ein Zusetzen der Sickerschicht oder der Dränelemente durch Feinanteile im anstehenden Boden (»Versanden«) ausgeschlossen ist. Dieses wird bei Mineralstoffgemischen entweder mit einem Stufenfilter durch einen abgestuften Kornaufbau vor der Sickerschicht – einem baupraktisch sehr arbeitsaufwändiges Verfahren – oder durch Anordnung eines Filtervlieses mit so genannten Geotextilien erreicht. Diese müssen mit einer Überlappung an Stößen und Nähten von mindestens 10 cm verlegt werden. Darüber hinaus sollten die Bahnen an Stöße und Nähte mit Klammern oder durch Verkleben verbunden und auf diese Weise in ihrer Lage gesichert werden.

Auch bei Dränelementen, -platten, -steinen oder Noppenbahnen kommen, sofern die Materialien nicht für sich filterfest sind, in aller Regel Geotextilien als Filterschichten zur Anwendung.

Bild 54 zeigt beispielhaft zwei mögliche Ausführungen von Dränschichten vor Wänden – mit mineralischer Dränschicht (Bild 54.a) und mit Dränelementen (Bild 54.b).

### 8.3.1.2 Dränleitungen

Die Dränleitung kann aus glatten oder gewellten Dränrohren bestehen, die entweder allseitig gelocht bzw. geschlitzt sind (Vollsickerrohre) oder nur seitlich oder oberseitig Löcher/Schlitze aufweisen (Teilsickerrohre). Die Rohre selbst können hergestellt sein aus



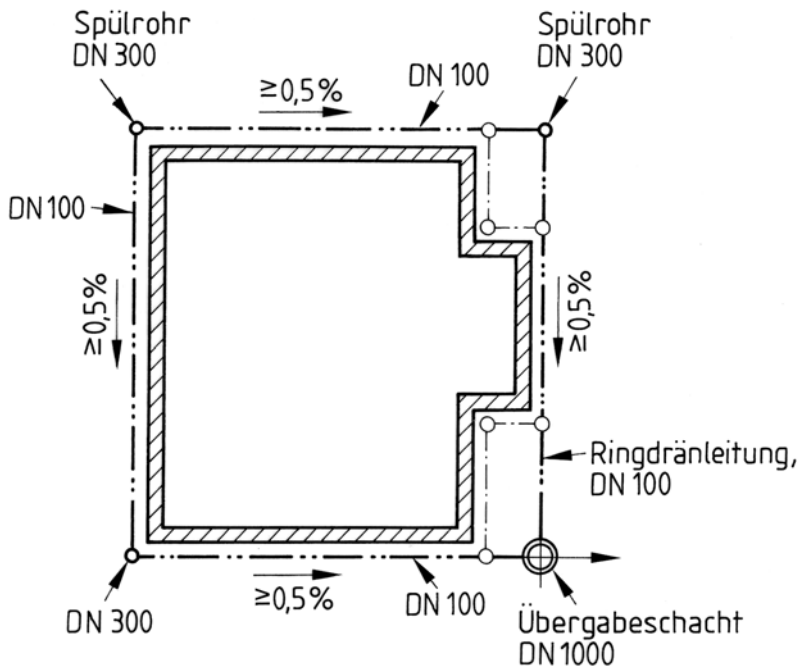
**Bild 54:** Beispiele für die Ausbildung von Dränanlagen vor Wänden mit Mineralstoffgemischen (a) bzw. mit Dränelementen (b)

- Beton
- Faserzement
- Kunststoff
- Steinzeug
- Ton (mit Muffen).

In Bezug auf Dränrohre oder -schläuche aus Kunststoff ist anzumerken, dass sich diese ausreichend präzise im erforderlichen Gefälle verlegen lassen und ausreichend beständig gegen mechanische Beanspruchungen während der Bauphase und bei späterem Spülen o. Ä. sein müssen [Haack, 2003].

Im Hinblick auf die Filterfestigkeit der Dränleitungen können die Rohre in einem mineralischen Mischfilter gelagert, mit Filtermaterialien (z. B. Geotextilien, Kokosfasern, etc.) ummantelt oder beispielsweise auch aus haufwerksporigem Leichtbeton hergestellt sein. Für die Herstellung von Stößen, Einmündungen etc. sind Muffen, Kupplungen oder geeignete Formteile zu verwenden.

Eine Dränleitung muss alle erdberührten Wände erfassen und sollte das Gebäude möglichst als Ringleitung umschließen. Sie ist mit einem Mindestgefälle von 0,5% entlang der Gründung bzw. der Außenfundamente zu verlegen. Im Bereich von Vor- bzw. Rücksprüngen o. Ä. darf die Ringleitung auch in größerem Abstand zur Gründung verlegt werden, solange eine filterfeste Verbindung zwischen der Dränschicht vor den Außenwänden und der Dränleitung gewährleistet ist. An sämtlichen Knickpunkten der Dränleitungen sowie im Abstand von höchstens 50 m sind Spülrohre (DN  $\geq$  300) anzuordnen. Für Kontrollzwecke dürfen anstelle der Spülrohre Kontrollrohre (DN  $\geq$  100) angeordnet werden. Der am tiefsten Punkt der Dränanlage angeordnete Übergabschacht, von dem aus das anfallende Wasser in eine Vorflut bzw. in einen Sicker-



**Bild 55:** Beispielhafte Anordnung von Dränleitungen sowie Spül-, Kontroll- und Übergabeeinrichtungen bei einer Ringleitung

schacht geleitet oder gepumpt wird, soll eine Nennweite von mindestens DN 1000 aufweisen (Bild 55).

Um eine ausreichende Entwässerung zu gewährleisten und auch bei einem plötzlichen großen Wasseranfall einen Rückstau über die Ebene der Bodenplattenoberfläche in jedem Fall zu vermeiden, muss die Dränleitung so angeordnet werden, dass sie am Hochpunkt mit der Rohrsohle mindestens 20 cm unterhalb und mit dem Rohrscheitel nicht oberhalb der Oberfläche der Rohbodenplatte liegt (Bild 54). Um die Lastausbreitung unter dem Fundament nicht zu stören, darf der Rohrgraben am Tiefpunkt keinesfalls unterhalb der Fundamentunterkante liegen. Gegebenenfalls sind die Fundamente gegenüber der standsicherheitsbedingt erforderlichen Tiefe zu vertiefen oder der Rohrgraben außerhalb des Lastausbreitungsbereichs der Gründung anzuordnen.

Die Verlegung erfolgt auf einem festen Rohrplanum, das aus Beton – oder zweckmäßiger: aus einer Ausgleichsschicht aus Sand mit einer Lage Geotextilfilter – bestehen kann [Haack, 2003]. Die Leitungen sind in ihrer Lage gegen Verschieben o.Ä. beim Verfüllen bzw. bei der Herstellung mineralischer Sicker- und Filterschichten zu sichern.

Die Rohrleitungen sind hinsichtlich der Größe der Wassereintrittsöffnungen auf die Körnung mineralischer Drän- bzw. Filterschichten abzustimmen. Bei dem in Tabel-

le 37 genannten Kiessand mit der Körnung 0/8 nennt DIN 4095 beispielsweise eine maximale Breite bzw. einen größten zulässigen Durchmesser von 1,2 mm bzw. eine Wassereintrittsfläche von maximal 20 cm<sup>2</sup> je Meter Rohrleitung.

Die Dränageanlage sollte regelmäßig gespült werden. In diesem Zusammenhang ist der Übergabeschacht auf eine übermäßige Sandablagerung hin zu überprüfen, die auf Ausspülungen im Fundamentbereich hinweisen könnte.

### 8.3.2 Dränanlagen auf Decken

Die Dränschicht muss die gesamte Deckenfläche sowie sämtliche erdberührten Flächen aufgehender Wände, Brüstungen etc. bedecken. Dränschichten auf Decken sollen grundsätzlich in einem Gefälle angelegt werden, wobei DIN 4095 als Voraussetzung für die Anwendung der Regelfallbemessung ein Mindestgefälle von 3 % nennt.

Für die Herstellung von Dränschichten auf Decken aus Mineralstoffgemischen, Dränelementen, -steinen, -matten und -platten gelten die Ausführungen in Kapitel 8.3.1 zu Dränschichten vor Wänden sinngemäß.

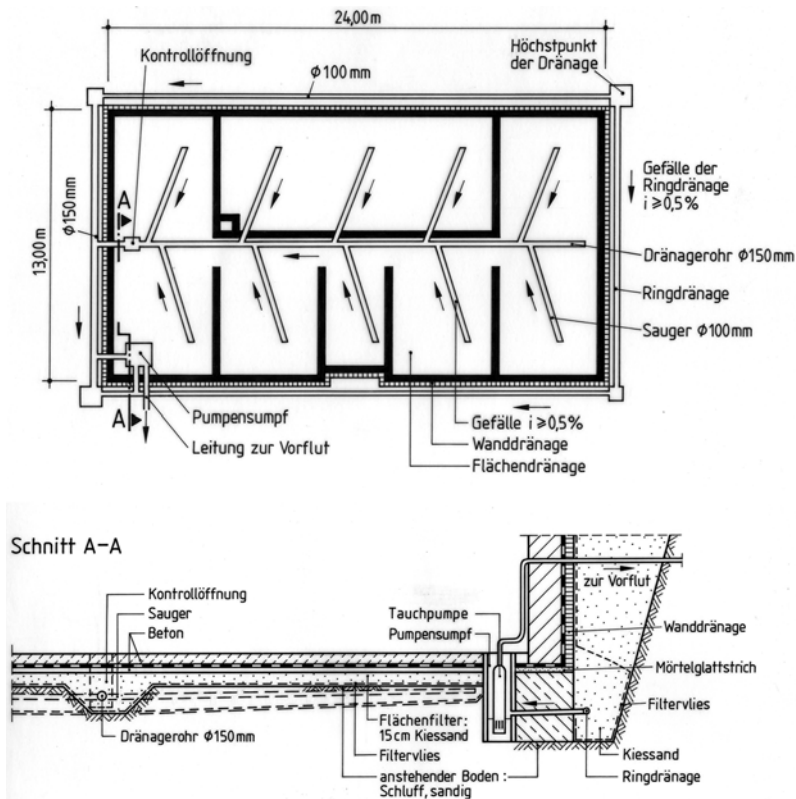
Das anfallende Wasser muss rückstaufrei in Abläufe, die nach DIN EN 12056 bzw. DIN 1986-100 zu bemessen sind, abgeleitet werden. Falls auch ein nur kurzzeitiger Rückstau über die Höhe der Dränschicht hinaus aufgrund des Abflusses allein über die Sickerschicht nicht ausgeschlossen werden kann, müssen Dränleitungen angeordnet werden. Die Scheitel dieser Leitungen sollen nicht oberhalb der Oberfläche der Dränschicht liegen, so dass die Leitungen ggf. in Vertiefungen anzuordnen sind, zu denen die Dachfläche mit einem Mindestgefälle von 3 % hin entwässert. Die Leitungen selbst dürfen gefällelos verlegt werden, Sammelleitungen sollen ein Gefälle von mindestens 0,5 % aufweisen. Im übrigen gelten die Ausführungen im vorstehenden Kapitel 8.3.1 zu Dränleitungen sinngemäß.

### 8.3.3 Dränanlagen unter Bodenplatten

Dränanlagen unter Bodenplatten können bei Grundflächen von weniger als 200 m<sup>2</sup> durch eine Flächendränschicht ausgeführt werden. Die Sickerschicht aus einem geeigneten Mineralstoffgemisch muss hierbei eine Dicke von mindestens 10 cm bei einer zusätzlichen mineralischen Filterschicht und mindestens 15 cm bei unterseitiger Anordnung von Filterschichten aus geeigneten Geotextilien aufweisen (Tabelle 37). Diese müssen mit einer Überlappung an Stößen und Nähten von mindestens 10 cm verlegt werden. Darüber hinaus sollten die Bahnen an Stöße und Nähte mit Klammern oder durch Verkleben verbunden und auf diese Weise in ihrer Lage gesichert werden. Mischfilter sind entsprechend [Hilmer, 1990] in Anbetracht der gemessenen kapillaren Steighöhen der hierfür verwendbaren Mineralstoffgemische nicht geeignet. In diesem Zusammenhang wird in [Hilmer, 1990] explizit darauf hingewiesen, dass kapillarbrechende Schichten im Sinne der DIN 18 195-4 keinesfalls gleichzusetzen sind mit Flächendränschichten nach DIN 4095.

In jedem Fall muss das in der Dränschicht anfallende Wasser aus dem Bereich unterhalb der Bodenplatte wirksam abgeführt werden. Sind Streifenfundamente vorhanden, erfolgt dies über Durchbrüche oder einbetonierte Rohre mit einem Mindestquerschnitt von DN 50 und Gefälle in Richtung der Ringdränleitung, wobei zur Vermeidung eines Rückstaus eine ausreichende Anzahl an Durchbrüchen vorzusehen ist (Bild 54).

Bei Flächen, die größer als 200 m<sup>2</sup> sind, werden eine Bemessung des Flächendrängs sowie die Anordnung von Dränleitungen und von Kontrolleinrichtungen erforderlich (Bild 56).



**Bild 56:** Beispiel eines Flächendrängs mit Dränleitungen unterhalb einer Gebäudesohle

Liegt der Bemessungswasserstand unterhalb der Bodenplattenunterkante und stehen in diesem Bereich Böden an, die auf der Grundlage der DIN 18 130-1 als sehr schwach oder schwach durchlässig einzustufen sind ( $k \leq 10^{-6}$  m/s, Tabelle 35), kann in Sonderfällen entsprechend DIN 4095 und [Hilmer, 1990] der Flächendrän unterhalb der Bodenplatte entfallen, da in diesem Fall insbesondere bei kleineren Grundflächen nicht mit einer unterseitigen Druckwasserbeanspruchung der Bodenplatte zu rechnen ist. Die genannten Voraussetzungen hinsichtlich der hydrologischen und geologi-

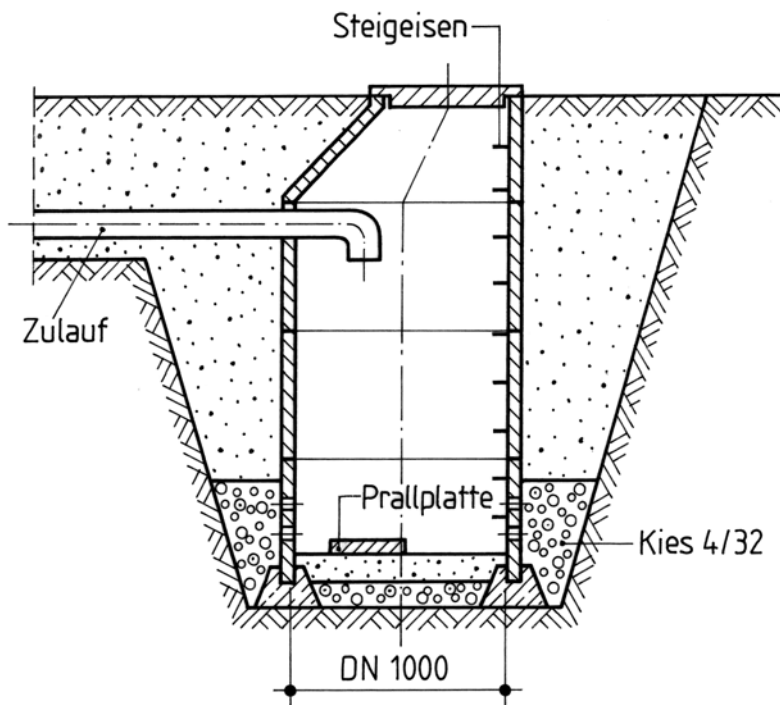


schen Verhältnisse sollten jedoch gerade bei größeren Grundflächen in jedem Fall durch entsprechende Untersuchungen abgesichert werden.

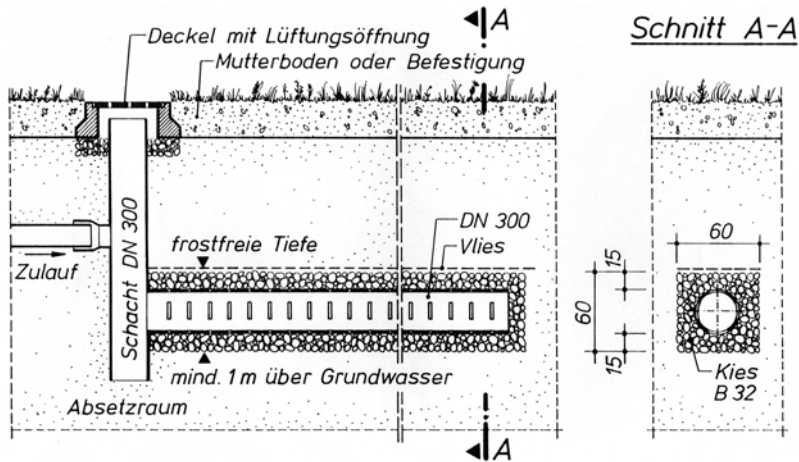
### 8.3.4 Vorflut/Sickerschacht

Das sich in der Ringleitung der Dränanlage sammelnde Wasser ist idealerweise im freien Gefälle zu einer rückstaufreien Vorflut abzuleiten. Ist dies nur unter Zuhilfenahme von Rückstausicherungen und Hebeanlagen möglich, ist zu beachten, dass diese in kurzen Intervallen gewartet und hinsichtlich der Hebeanlagen Vorkehrungen für den Fall eines Stromausfalls getroffen werden müssen.

Darüber hinaus kann das anfallende Wasser auch über Sickerschächte oder Rigolen versickert werden, um auf eine Pumpanlage verzichten zu können. Dabei ist der Bemessungswasserstand zu berücksichtigen, und es sind – sofern erforderlich – Rückstausicherungen anzuordnen. Beispiele für mögliche Ausbildungen von Sickerschächten oder Rigolen sind auf den Bildern 57 und 58 dargestellt. In jedem Fall ist – unabhängig vom Vorliegen der Regel- oder Sonderfallbemessung gemäß DIN 4095 – eine detaillierte Planung und Bemessung der Versickerung erforderlich. Diese erfolgt entsprechend dem Arbeitsblatt DWA-A 138 »Planung, Bau und Betrieb zur Versickerung von Niederschlagswasser« [DWA, 2005].



**Bild 57:** Beispiel eines Sickerschachts für geringe Abflussmengen



**Bild 58:** Beispiel einer Rigole zur Versickerung von Dränwasser

## 8.4 Wartung und Instandhaltung von Dränanlagen

Im Hinblick auf die hohen Anforderungen an die zuverlässige, langfristige Funktionsfähigkeit von Dränanlagen bezüglich der Wasserbeanspruchung neuralgischer Bereiche von Bauwerksabdichtungen (Wandfußpunktbereich, Anschlüsse an Durchdringungen etc.) müssen Dränanlagen nicht nur detailliert geplant, bemessen und fachgerecht ausgeführt werden, sondern auch instandgehalten und regelmäßig gewartet werden. So sind die Dränleitungen einmal jährlich zu überprüfen und ggf. durch ein qualifiziertes Unternehmen zu spülen und zu reinigen [Hilmer, 1990]. In diesem Zusammenhang können je nach Größe, Komplexität und ggf. vorhandenen Hinweisen auf Funktionsstörungen auch Befahrungen mit Kameras durchgeführt werden.

Auch Rückstausicherungen und Hebeanlagen sind regelmäßig auf ihre Funktionstüchtigkeit zu überprüfen. Dies gilt auch für die Elektroinstallation oder Notstromaggregate von Hebeanlagen.

Im Hinblick auf die Gefahr von Beschädigungen an Dränanlagen infolge von Durchwurzelung sollte die Umgebung von Dränanlagen von größerem Bewuchs freigehalten werden. So sollte für Bäume je nach Art ein Mindestabstand von etwa 6 bis 8 m und für Sträucher von 3 m in der Waagerechten zwischen der Rohrachse einer Dränleitung und der Stamm-/Pflanzenmitte eingehalten werden [Hilmer, 1990].

## 9 Quellen

### 9.1 Normen

DIN 1053	Mauerwerk, – Teil 1: Berechnung und Ausführung (Ausgabe 1996-11) – Teil 100: Berechnung auf der Grundlage des semiprobabilistischen Sicherheitskonzepts (Ausgabe 2007-09)
DIN 1055-4	Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 4: Windlasten (zurückgezogen – letzte Ausgabe 2005-03; ersetzt durch DIN EN 1991-1-4)
DIN 1986-100	Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke – Bestimmungen in Verbindung mit DIN EN 752 und DIN EN 12 056 (Ausgabe 2008-05)
DIN 4020	Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke – Norm (Ausgabe 2003-09) – Beiblatt 1 (Ausgabe 2003-10)
DIN 4031	Wasserdruckhaltende bituminöse Abdichtungen für Bauwerke – Richtlinie für Bemessung und Ausführung (zurückgezogen – letzte Ausgabe 1978-03)
DIN 4074-1	Sortierung von Holz nach der Tragfähigkeit – Nadel-schmitt-holz (Ausgabe 2008-12)
DIN 4095	Baugrund – Dränung zum Schutz baulicher Anlagen – Planung, Bemessung, Ausführung (Ausgabe 1990-06)
DIN 4102-2	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen, Teil 2: Bauteile – Begriffe, Anforderungen und Prüfungen (Ausgabe 1977-09)
DIN 4117	Abdichtung für Bauwerke gegen Bodenfeuchtigkeit – Richtlinien für die Ausführung (zurückgezogen – letzte Ausgabe 1960-11)
DIN 4122	Abdichtung von Bauwerken gegen nichtdrückendes Oberflächenwasser und Sickerwasser mit bituminösen Stoffen, Metallbändern und Kunststoff-folien (zurückgezogen – letzte Ausgabe 1978-03)
DIN 7724	Polymere Werkstoffe – Gruppierung polymerer Werkstoffe aufgrund ihres mechanischen Verhaltens (Ausgabe 1993-04)
DIN 18 130-1	Baugrund, Untersuchung von Bodenproben – Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts – Laborversuche (Ausgabe 1998-05)
DIN 18 157	Ausführung keramischer Bekleidungen im Dünnbettverfahren – Teil 1: Hydraulisch erhärtende Dünnbettmörtel (Ausgabe 1979-07) – Teil 2: Dispersionsklebstoffe (Ausgabe 1982-10) – Teil 3: Epoxidharzklebstoffe (Ausgabe 1986-04)
DIN 18 195	Bauwerksabdichtungen – Teil 1: Grundsätze, Definitionen, Zuordnung der Abdichtungsarten (Ausgabe 2000-08) – Teil 2: Stoffe (Ausgabe 2009-04) – Teil 3: Anforderungen an den Untergrund und Verarbeitung der Stoffe (Ausgabe 2000-08) – Teil 4: Abdichtungen gegen Bodenfeuchte und nichtstauendes Sickerwasser – Bemessung und Ausführung (Ausgabe 2000-08) – Teil 5: Abdichtungen gegen nichtdrückendes Wasser auf Deckenflächen und in Nassräumen – Bemessung und Ausführung (Ausgabe 2000-08) – Teil 6: Abdichtungen gegen von außen drückendes Wasser und aufstauendes Sickerwasser – Bemessung und Ausführung (Ausgabe 2000-08)

- Teil 7: Abdichtungen gegen von innen drückendes Wasser – Bemessung und Ausführung (Ausgabe 1989-06)
  - Teil 8: Abdichtungen über Bewegungsfugen (Ausgabe 2004-03)
  - Teil 9: Durchdringungen, Übergänge, An- und Abschlüsse (Ausgabe 2010-05)
  - Teil 10: Schutzschichten und Schutzmaßnahmen (Ausgabe 2004-03)
  - Beiblatt 1: Beispiele für die Anordnung der Abdichtung (Ausgabe 2011-03)
- DIN V 18 197 Abdichten von Fugen in Beton mit Fugenbändern (Vornorm, Ausgabe 2005-10)
- DIN 18 202 Toleranzen im Hochbau – Bauwerke (Ausgabe 2005-10)
- DIN 18 336 (VOB-C) VOB, Teil C; Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – DIN 18 336: Abdichtungsarbeiten (Ausgabe 2002-12)
- DIN 18 243 Baulicher Brandschutz großflächiger Dächer – Brandbeanspruchung von unten
- Teil 1: Begriffe, Anforderungen und Prüfungen; geschlossene Dachflächen (Ausgabe 2003-09)
  - Teil 2: Verzeichnis von Dächern, welche die Anforderungen nach DIN 18 234-1 erfüllen; geschlossene Dachflächen (Ausgabe 2003-09)
  - Teil 3: Begriffe, Anforderungen und Prüfungen; Durchdringungen, Anschlüsse und Abschlüsse von Dachflächen (Ausgabe 2003-09)
  - Teil 4: Verzeichnis von Durchdringungen, Anschlüssen und Abschlüssen von Dachflächen, welche die Anforderungen nach DIN 18 234-3 erfüllen (Ausgabe 2003-09)
- DIN 18 531 DIN 18 531: Dachabdichtungen – Abdichtungen für nicht genutzte Dächer
- Teil 1: Begriffe, Anforderungen Planungsgrundsätze (Ausgabe 2010-05)
  - Teil 2: Stoffe (Ausgabe 2010-05)
  - Teil 3: Bemessung, Verarbeitung der Stoffe, Ausführung der Dachabdichtungen (Ausgabe 2010-05)
  - Teil 4: Instandhaltung (Ausgabe 2010-05).
- DIN 18 540 Abdichten von Außenwandfugen im Hochbau mit Fugendichtstoffen (Ausgabe 2006-12)
- DIN 18 541-1 Fugenbänder aus thermoplastischen Kunststoffen zur Abdichtung von Fugen in Ortbeton, Teil 1: Begriffe, Formen, Maße, Kennzeichnung (Ausgabe 2006-09)
- DIN 18 560-4 Estriche im Bauwesen – Estriche auf Trennschicht (Ausgabe 2004-04)
- DIN 18 807 Trapezprofile im Hochbau
- Teil 1: Stahltrapezprofile – Allgemeine Anforderungen, Ermittlung der Tragfähigkeitswerte durch Berechnung (Ausgabe 1987-06 mit Änderung A1, Ausgabe 2001-05)
  - Teil 2: Stahltrapezprofile – Durchführung und Auswertung von Tragfähigkeitsversuchen (Ausgabe 1987-06 mit Änderung A1, Ausgabe 2001-05)
  - Teil 3: Stahltrapezprofile – Festigkeitsnachweis und konstruktive Ausbildung (Ausgabe 1987-06 mit Änderung A1, Ausgabe 2001-05)
- DIN V 20 000 Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken
- Teil 201: Anwendungsnorm für Abdichtungsbahnen nach Europäischen Produktnormen zur Verwendung in Dachabdichtungen (Ausgabe 2006-11)
  - Teil 202: Anwendungsnorm für Abdichtungsbahnen nach Europäischen Produktnormen zur Verwendung in Bauwerksabdichtungen (Ausgabe 2007-12)
- DIN 50 986 Messung von Schichtdicken – Keilschnitt-Verfahren zur Messung der Dicke von Anstrichen und ähnlichen Schichten (Ausgabe 1979-03)

DIN 52 129	Nackte Bitumenbahnen – Begriff, Bezeichnung, Anforderungen (Ausgabe 1993-11)
DIN 68 705-3	Sperrholz – Baufurniersperrholz (Ausgabe 1981-12)
DIN 68 800	Holzschutz <ul style="list-style-type: none"> <li>– Teil 1: Allgemeines (Ausgabe 1974-05)</li> <li>– Teil 2: Vorbeugende bauliche Maßnahmen im Hochbau (Ausgabe 1996-05)</li> <li>– Teil 3: Vorbeugender chemischer Holzschutz (Ausgabe 1990-04)</li> <li>– Teil 4: Bekämpfungsmaßnahmen gegen holzerstörende Pilze und Insekten (Ausgabe 1992-11)</li> <li>– Teil 5: Vorbeugender chemischer Schutz von Holzwerkstoffen (Ausgabe 1978-05)</li> </ul>
DIN EN 206-1	Beton – Festlegungen, Eigenschaften, Herstellung und Konformität (Ausgabe 2001-07, mit Änderungen 2004-10 und 2005-09)
DIN EN 300	Platten aus langen, flachen, ausgerichteten Spänen (OSB) – Definitionen, Klassifizierung und Anforderungen (Ausgabe 2006-09)
DIN EN 312	Spanplatten – Anforderungen (Ausgabe 2010-12)
DIN EN 752	Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden (Ausgabe 2008-04)
DIN EN 1426	Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel – Bestimmung der Nadelpenetration (Ausgabe 2007-06)
DIN EN 1427	Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel – Bestimmung des Erweichungspunktes – Ring- und Kugel-Verfahren (Ausgabe 2007-06)
DIN EN 1991-1-4	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten (Ausgabe 2010-12), in Verbindung mit DIN EN 1991-1-4/NA: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter (Ausgabe 2010-12)
DIN EN 12 056	Schwerkraftentwässerungsanlagen innerhalb von Gebäuden (Ausgabe 2001-01) <ul style="list-style-type: none"> <li>– Teil 1: Allgemeine Ausführungsanforderungen</li> <li>– Teil 2: Schmutzwasseranlagen – Planung und Berechnung</li> <li>– Teil 3: Dachentwässerungen – Planung und Bemessung</li> <li>– Teil 4: Abwasserhebeanlagen – Planung und Bemessung</li> <li>– Teil 5: Installation und Prüfung, Anleitung für Betrieb, Wartung und Gebrauch</li> </ul>
DIN EN 12 591	Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel – Anforderungen an Straßenbau-bitumen (Ausgabe 2000-04)
DIN EN 12 593	Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel – Bestimmung des Brechpunktes nach Fraaß (Ausgabe 2007-06)
DIN EN 13 305	Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel – Spezifikationsrahmen für Hartbitumen für industrielle Anwendungen (Ausgabe 2003-07)
DIN EN 13 501-5	Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten, Teil 5: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus Prüfungen von Bedachungen bei Beanspruchung durch Feuer von außen (Ausgabe 2010-02)
DIN EN 13 707	Abdichtungsbahnen – Bitumenbahnen mit Trägereinlagen für Dachabdichtungen, Definitionen und Eigenschaften (Ausgabe 2009-10)
DIN EN 13 948	Abdichtungsbahnen – Bitumen-, Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen, Bestimmung des Widerstandes gegen Wurzelpenetration (Ausgabe 2008-01)
DIN EN 13 969	Abdichtungsbahnen – Bitumenbahnen für die Bauwerksabdichtung gegen Bodenfeuchte und Wasser – Definitionen und Eigenschaften (Ausgabe 2007-03)

DIN EN 14 023	Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel – Rahmenwerk für die Spezifikation von polymermodifizierten Bitumen (Ausgabe 2006-01)
DIN EN 14 891	Flüssig zu verarbeitende wasserundurchlässige Produkte im Verbund mit Fliesen- und Plattenbelägen – Anforderungen, Prüfverfahren, Konformitätsbewertung, Klassifizierung und Bezeichnung (Ausgabe 2007-11)
DIN EN 14 967	Abdichtungsbahnen – Bitumen-Mauersperrbahnen – Definitionen und Eigenschaften (Ausgabe 2006-08)
DIN EN 14 909	Abdichtungsbahnen – Kunststoff- und Elastomer-Mauersperrbahnen – Definitionen und Eigenschaften (Ausgabe 2006-06)
DIN ISO 2285	Elastomere oder thermoplastische Elastomere – Bestimmung des Zugverformungstestes unter konstanter Dehnung und des Zugverformungsrestes, der Dehnung und des Fließens unter konstanter Zugbelastung (Ausgabe 2010-07)
DIN ISO 23 529	Elastomere – Allgemeine Bedingungen für die Vorbereitung und Konditionierung von Prüfkörpern für physikalische Prüfverfahren

## 9.2 Gesetze, Richtlinien, Merkblätter etc.

[ARGEBAU, 2005]	Bauministerkonferenz – Konferenz der für Städtebau, Bau- und Wohnungswesen zuständigen Minister und Senatoren der Länder (ARGEBAU) – Ausschuss für staatlichen Hochbau – Fachkommission Bauplanung: Hinweise für die Planung von nichtgenutzten Flachdächern mit Abdichtungen, Stand: Februar 2005.
[ARGEBAU, 2010]	Bauministerkonferenz – Konferenz der für Städtebau, Bau- und Wohnungswesen zuständigen Minister und Senatoren der Länder (ARGEBAU): Zuordnung der Windzonen nach Verwaltungsgrenzen, 6. Version vom 30.08.2010, Download am 29.01.2011 unter <a href="http://www.bauministerkonferenz.de/?rid=991&amp;n=3DA03DF0">www.bauministerkonferenz.de/?rid=991&amp;n=3DA03DF0</a>
[ARGEBAU, 2011]	Konferenz der für Städtebau, Bau- und Wohnungswesen zuständigen Minister und Senatoren der Länder (ARGEBAU) – Fachkommission Bautechnik der Bauministerkonferenz: Auslegungsfragen zur Energieeinsparverordnung – Teil 15, beschlossen am 15.03. und 07.06.2011, download am 27.09.2011 unter <a href="http://www.bauministerkonferenz.de">www.bauministerkonferenz.de</a>
[BauPG, 2006]	Gesetz über das Inverkehrbringen von und den freien Warenverkehr mit Bauprodukten zur Umsetzung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates vom 21. Dezember 1988 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten über Bauprodukte und anderer Rechtsakte der Europäischen Gemeinschaften (Bauproduktengesetz – BauPG) vom 28. April 1998, zuletzt geändert durch Artikel 76 der Verordnung vom 31. Oktober 2006.
[BWK, 2009]	Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau (BWK) e. V., Sindelfingen: BWK-Regelwerk, Merkblatt BWK-M8 – Ermittlung des Bemessungswasserstandes für Bauwerksabdichtungen, Ausgabe September 2009.
[DAfStb, 2001]	Deutscher Ausschuss für Stahlbeton – DAfStb, Berlin: DAfStb-Richtlinie Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen (Instandsetzungs-Richtlinie), Ausgabe Oktober 2001.

- [Dt. Bauchemie, 2010] Deutsche Bauchemie e. V., Frankfurt am Main: Richtlinie für die Planung und Ausführung von Abdichtungen mit kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtungen (KMB) – erdberührte Bauteile – (KMB-Richtlinie). 3. Ausgabe Mai 2010.
- [Dt. Bauchemie, 2002] Deutsche Bauchemie e. V., Frankfurt am Main: Richtlinie für die Planung und Ausführung von Abdichtungen von Bauteilen mit mineralischen Dichtungsschlämmen; 1. Ausgabe, Mai 2002.
- [Dt. Bauchemie, 2006] Deutsche Bauchemie e. V., Frankfurt am Main: Richtlinie für die Planung und Ausführung von Abdichtungen von Bauteilen mit flexiblen Dichtungsschlämmen. 2. Ausgabe, April 2006.
- [Dt. Bauindustrie, 1995] Hauptverband der Deutschen Bauindustrie e.V. – Bundesfachabteilung Bauwerksabdichtungen, Wiesbaden (Hrsg.): Lehrbrief Bauwerksabdichtung, Band 1, 1995.
- [DIBt] Deutsches Institut für Bautechnik – DIBt, Berlin: DIBt-Mitteilungen, Ernst & Sohn Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co. KG, Berlin.
- [DWA, 2005] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall – DWA e.V., Hennef (Hrsg.): DWA-Regelwerk – Arbeitsblatt DWA-A 138 – Planung, Bau und Betrieb zur Versickerung von Niederschlagswasser, Ausgabe April 2005.
- ETAG 005 Leitlinie für die europäische technische Zulassung für flüssig aufzubringende Dachabdichtungen, Teile 1 bis 8, Ausgabe vom 18. Februar 2005.
- ETAG 022 Leitlinie für die europäische technische Zulassung für Abdichtungen von Wänden und Böden in Nassräumen – Teil 1: Flüssig aufzubringende Abdichtungen mit oder ohne Nutzschicht, Ausgabe vom 18. Juli 2007.
- [FLL, 2008] Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau – FLL e.V., Bonn: Richtlinie für die Planung, Ausführung und Pflege von Dachbegrünungen – Dachbegrünungsrichtlinie, Ausgabe 2008.
- [HVBG, 2003] Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften – HVBG, Fachausschuss »Bauliche Einrichtungen« der BGZ: Berufsgenossenschaftliche Regeln für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit, BGR 181 – Fußböden in Arbeitsräumen und Arbeitsbereichen mit Rutschgefahr vom Oktober 1993, aktualisierte Fassung 2003.
- [PG-AIV, 2010] Prüfgrundsätze für die Erteilung von allgemeinen bau-aufsichtlichen Prüfzeugnissen für Abdichtungen im Verbund mit Fliesen- und Plattenbelägen, Teil 1: Flüssig zu verarbeitende Abdichtungsstoffe – PG-AIV-F, Ausgabe Juni 2010.
- [PG-FLK, 2010] Prüfgrundsätze für die Erteilung von allgemeinen bau-aufsichtlichen Prüfzeugnissen für Abdichtungen mit Flüssigkunststoffen – PG-FLK, Ausgabe Juni 2010.
- [PG-KMB, 2006] Prüfgrundsätze für die Erteilung von allgemeinen bau-aufsichtlichen Prüfzeugnissen für normalentflammbare, kunststoffmodifizierte Bitumendickbeschichtungen für Bauwerksabdichtungen – PG-KMB, Ausgabe Mai 2006.
- [PG-MDS, 2010] Prüfgrundsätze für die Erteilung von allgemeinen bau-aufsichtlichen Prüfzeugnissen für Bauwerksabdichtungen mit mineralischen Dichtungsschlämmen – PG-MDS, Ausgabe Juni 2010.
- [PG-ÜBB, 2010] Prüfgrundsätze für die Erteilung von allgemeinen bau-aufsichtlichen Prüfzeugnissen für Übergänge von Bauwerksabdichtungen auf Bauteile aus Beton mit hohem Wassereindringwiderstand – PG-ÜBB, Ausgabe September 2010.
- TL-BEL-B Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen – Arbeitsgruppe Asphaltstraßen (Hrsg.): Technische Lieferbedingungen für die

- Dichtungsschicht aus einer Bitumen-Schweißbahn zur Herstellung von Brückenbelägen auf Beton nach den ZTV-BEL-B, Teil 1 – TL-BEL-B, Teil 1.
- [vdd, 2007] Industrierverband Bitumen-, Dach- und Dichtungsbahnen – vdd e.V., Frankfurt/Main (Hrsg.): Technische Regeln für die Planung und Ausführung von Abdichtungen mit Polymerbitumen- und Bitumenbahnen – abc der Bitumenbahnen, 2007.
- [vdd, 2011] Checkliste für die Flachdach-Inspektion, download im Februar 2011 unter [http://www.derdichtebau.de/checkliste-fuer-die-flachdach-inspektion.32950.d\\_ddb\\_shopartikel\\_download.htm](http://www.derdichtebau.de/checkliste-fuer-die-flachdach-inspektion.32950.d_ddb_shopartikel_download.htm)
- VDI 6000-1 Ausstattung von und mit Sanitärräumen, Blatt 1: Wohnungen (Ausgabe 2008-02).
- [WDVS, 2000] Fachverband Wärmedämm-Verbundsysteme e.V. u. a. (Hrsg.): Wärmedämm-Verbundsysteme im Sockel- und erdberührten Bereich, Ausgabe Oktober 2000.
- [WTA, 2005] WTA Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e. V.: Merkblatt 4-6-05/D – Nachträgliches Abdichten erdberührter Bauteile.
- [ZDB, 2010] Fachverband Fliesen und Naturstein im Zentralverband des Deutschen Bauwerbes e. V., Bonn (Hrsg.): Merkblatt Verbundabdichtungen – Hinweise für die Ausführung von flüssig zu verarbeitenden Verbundabdichtungen mit Bekleidungen und Belägen aus Fliesen und Platten für den Innen- und Außenbereich. Ausgabe Januar 2010.
- ZTV-BEL-B Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen – Arbeitsgruppe Asphaltstraßen (Hrsg.): Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für das Herstellen von Brückenbelägen auf Beton – ZTV-BEL-B – als Teil 7 zur ZTV-ING:
- Abschnitt 1: Brückenbeläge auf Beton mit einer Dichtschicht aus einer Bitumenschweißbahn (Ausgabe 2003-01)
  - Abschnitt 2: Brückenbeläge auf Beton mit einer Dichtschicht aus zweilagig aufgetragenen Bitumenschweißbahnen (Ausgabe 2003-01)
  - Abschnitt 3: Brückenbeläge auf Beton mit einer Dichtungsschicht aus Flüssigkunststoff (Ausgabe 1995).
- ZTV-ING Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Abteilung Straßenbau: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauwerke – ZTV-ING
- [ZVDH, 1999] Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks – Fachverband Dach-, Wand- und Abdichtungstechnik – e.V.: Fachregeln für Metallarbeiten im Dachdeckerhandwerk; Verlagsgesellschaft Rudolf Müller GmbH & Co. KG, Köln; Februar 1999.
- [ZVDH, 2003] Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks – Fachverband Dach-, Wand- und Abdichtungstechnik – e.V. und Hauptverband der Deutschen Bauindustrie e. V. – Bundesfachabteilung Bauwerksabdichtung: Regeln für Abdichtungen – Flachdachrichtlinien, Ausgabe September 2003.
- [ZVDH, 2007-1] Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks – Fachverband Dach-, Wand- und Abdichtungstechnik – e.V.: Produktdatenblatt für Bitumenbahnen, Ausgabe März 2007.
- [ZVDH, 2007-2] Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks – Fachverband Dach-, Wand- und Abdichtungstechnik – e.V.: Produktdatenblatt für Kunststoff- und Elastomerbahnen, Ausgabe März 2007.



- [ZVDH, 2007-3] Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks – Fachverband Dach-, Wand- und Abdichtungstechnik – e. V.: Produktdatenblatt für Flüssigabdichtungen, Ausgabe Oktober 2007.
- [ZVDH, 2008] Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks – Fachverband Dach-, Wand- und Abdichtungstechnik – e. V. und Hauptverband der Deutschen Bauindustrie e. V. – Bundesfachabteilung Bauwerksabdichtung: Regeln für Abdichtungen – Flachdachrichtlinien, Ausgabe November 2008.
- [ZVSHK, 2009] Zentralverband Sanitär Heizung Klima, St. Augustin: Richtlinien für die Ausführung von Klempnerarbeiten an Dach und Fassade (Klempnerfachregeln), Ausgabe 2003, mit Ergänzungen 2005-05 und 2009-11.

### 9.3 Literatur

- [Achmus, 2008] Achmus, M.: Reduzierung der Wasserbeanspruchung durch Dränagen; in: Fouad, N. A. (Hrsg.): Bauphysik Kalender 2008, Ernst & Sohn Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co. KG, Berlin, 2008.
- [Bredemeyer, 2007] Bredemeyer, J., Oster, N.: Dichtung und Fuge – Streit um die »Silikonfuge« am Bau ...; in: Deutsches Architektenblatt, Ausgabe Ost 11/07, corps. Corporate Publishing Services GmbH, Düsseldorf, 2007.
- [Cziesielski, 1994] Cziesielski, E., Bonk, M.: Schäden an Abdichtungen in Innenräumen; in: Zimmermann, G. (Hrsg.): Reihe Schadenfreies Bauen, Band 8, Fraunhofer IRB-Verlag, Stuttgart, 1994.
- [Groß, 2003] Groß, U. u. a., Fachhochschule Nordhausen, Fachbereich Ingenieurwesen: Forschungsbericht Untersuchung des hydraulischen und mechanischen Langzeitverhaltens von Vertikaldränagen an erdberührten Bauwerken, Juni 2003.
- [Haack, 2003] Haack, A., Emig, K.-F.: Abdichtungen im Gründungsbereich und auf genutzten Deckenflächen, 2. Auflage, Ernst & Sohn Verlag für Architektur und Technische Wissenschaften GmbH, Berlin, 2003.
- [Hemme, 2011] Hemme, B.: Neue bauaufsichtliche und normative Regelungen für Bauprodukte und Verfahren in der Bauwerks- und Dachabdichtung, aktueller Stand, 6. Leipziger Abdichtungsseminar, Leipzig, 25.01.2011.
- [Herold, 2011] Herold, C.: Innovative Bauprodukte für Bauwerks- und Dachabdichtungen – Einsatzmöglichkeiten ohne Verstoß gegen das Baurecht, 6. Leipziger Abdichtungsseminar, Leipzig, 25.01.2011.
- [Hilmer, 1990] Hilmer, K.: Dränung zum Schutz baulicher Anlagen. Planung, Bemessung und Ausführung – Kommentar zur DIN 4095 (Ausgabe Juni 1990), in: Geotechnik, Heft 04/1990, VGE Verlag GmbH, Essen, 1990.
- [Ibold, 2009] Ibold, S.: Flachdachrichtlinie – Kommentar eines Sachverständigen, Verlagsgesellschaft Rudolf Müller GmbH & Co. KG, Köln, 2009.
- [IFB, 2009] Institut für Bauforschung e. V., Hannover: Untersuchung Feuchteschäden durch fehlerhafte Bauwerksabdichtungen – Forschungsbericht IFB – 19 568/2009. Auftraggeber: Bauherren-Schutzbund e. V., Hannover, 31.08.2009.
- [Kamphausen, 1999] Kamphausen, P.-A.: Bitumendickbeschichtungen zwischen Dichtung und Wahrheit, Behauptung und Beweis; in: Der Sachverständige, Ausgabe Januar/Februar 1999, Wißner Verlag, Augsburg, 1999.
- [Karsten, 2003] Karsten, R.: Bauchemie, 11. überarbeitete Aufl., C. F. Müller Verlag, Heidelberg, 2003.

- [Klopfer, 2006] Klopfer, H.: Werkstoffe zur Bauwerksabdichtung; in: Cziesielski, E. (Hrsg.): Lufsky – Bauwerksabdichtung, 6. Aufl., B.G. Teubner Verlag, Wiesbaden, 2006.
- [Lufsky, 1983] Lufsky, K.: Bauwerksabdichtung, 4., Neubearb. und erw. Aufl., B.G. Teubner Verlag, Stuttgart, 1983.
- [Oster, 2004] Oster, N.: Schäden an Balkonen; in: Zimmermann, G., Ruhnau, R. (Hrsg.): Reihe Schadenfreies Bauen, Band 33, Fraunhofer IRB-Verlag, Stuttgart, 2004.
- [Oster, 2007] Oster, N., Bredemeyer, J.: Aufs Trockendock – Ein Klassiker: Das Versagen der Bauwerksabdichtung am Berührungspunkt von Kelleraußenwand und Fundament; in: Deutsches Architektenblatt, Ausgabe Ost 12/07, corps. Corporate Publishing Services GmbH, Düsseldorf, 2007.
- [Oster, 2010] Oster, N.: Dichtungsschlämmen; in: Bonk, M. (Hrsg.): Lufsky – Bauwerksabdichtung, 7. Aufl., Vieweg + Teubner Verlag, Wiesbaden, 2010.
- [Oswald, 2001] Oswald, R.: Schwachstellen – Der Feuchteschutz in Wohnbadezimmern; in: Bund Deutscher Baumeister e.V. (Hrsg.): Deutsche Bauzeitung (2001), Nr. 1, S. 100–108, Deutsche Verlags-Anstalt GmbH, Stuttgart, 2001.
- [Oswald, 2007-1] Oswald, R.: Abdichtungen im Mauerwerk; in: Bund Deutscher Baumeister e.V. (Hrsg.): Deutsche Bauzeitung (2007), Nr. 3, S. 94–99, Konradin Mediengruppe GmbH, Leinfelden-Echterdingen, März 2007.
- [Oswald, 2007-2] Oswald, R.: Dachterrassen – Typische Schwachstellen und Streitpunkte; in: Schäden an Dächern – Ursachen, Bewertung und Sanierung, 42. Bausachverständigen-Tag 2007, Tagungsband, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 2007.
- [Oswald, 2008] Oswald, R. u. a.: Zuverlässigkeit von Flachdachabdichtungen aus Kunststoff- und Elastomerbahnen. Bauforschung für die Praxis, Band 83, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 2008.
- [Oswald, 2010] Oswald, R. u. a.: Schadensfreie niveaugleiche Türschwellen, Abschlussbericht, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 2010.
- [Raidt, 2005] Raidt, H.-P.: Strikt trennen; in: Deutsches Dachdecker-Handwerk, DDH (2005), Nr. 18.
- [Reuthe, 2010] Reuthe, T.: Abdichtungen mit kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtungen; in: Bonk, M. (Hrsg.): Lufsky – Bauwerksabdichtung, 7. Aufl., Vieweg + Teubner Verlag, Wiesbaden, 2010.
- [Schleeh, 2009] Schleeh, C.: Flachdächer in der Sanierung, Vortrag, 12. Bauschadenstag, Berlin, 13.11.2009.
- [Schmidt-Hieber, 1960] Schmidt-Hieber, O. und F.: Baustoffkunde für Techniker, 3., neu bearbeitete Auflage, Stuttgart, Verlag Konrad Wittwer, 1960.
- [Scholz, 2003] Hiese, W. (Hrsg.), Scholz, W. (Begr.): Baustoffkenntnis, 15. Aufl., Werner Verlag, Düsseldorf, 2003.
- [Schrimpf, 2010] Schrimpf, H.-W., Sonnenschein, U.: Rotalgen – Zerstörung von Flachdachabdichtungen. In: Ernst & Sohn Special – Flachdächer, Ernst & Sohn Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co. KG, Berlin, 2010.
- [Vogdt, 2009] Vogdt, F.U.: Außenwände; in: Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V., Hannover (Hrsg.): Kalksandstein – Planung, Konstruktion, Ausführung, Verlag Bau+Technik GmbH, Düsseldorf, 2009.

## 10 Register

### A

Abdichtungsebene 29  
 Abdichtungswanne 79, 84, 87, 92, 94  
 Abflussspende 200  
 Ablauf 129, 160, 178  
 Abschluss 82, 140, 163, 165, 174, 184  
 Abschlusshöhe 98, 132, 165  
 Allgemein anerkannte Regeln der Technik 15, 71, 93, 105, 130, 162  
 Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (AbZ) 20  
 Allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis (AbP) 20, 23  
 Alterung 46  
 Anblasprüfung 64  
 Anpressung 173  
 Anschluss 82, 163, 164, 186  
 Anschweißflansch 178  
 Anstaubewässerung 127, 132  
 Anstauhöhe 137  
 Anwendungskategorie 135, 136, 142  
 Anwendungstyp 32, 35, 84  
 Asphaltmastix 43  
 Attika 175  
 Aufenthaltsraum 83  
 Auflast 59, 158  
 Aufstauendes Sickerwasser 75, 76, 77, 83, 86, 91, 92  
 Außenkellertreppe 78, 96  
 Außenkellertreppenschacht 97, 193  
 Außenwand 79, 87, 96, 98  
 Außenwandfläche 80

### B

Bad 106, 124  
 Badewanne 116, 124  
 Balkon 101, 104, 129, 130, 132  
 Barrierefreiheit 166  
 Bauart 19  
 Bauaufsichtliche Anforderung 19  
 Bauprodukt 19  
 Bauproduktengesetz 22  
 Bauproduktenrichtlinie 22  
 Bauregelliste (BRL) 19, 20, 23, 114  
 Bausatz 19  
 Beanspruchungsklasse 37, 116, 118, 138, 142  
 Befestiger 60  
 Befestigungselement 157  
 Belag 128, 130, 132, 134  
 Belagschicht 127, 132

Bemessung 74, 75, 76, 77, 137, 142, 196  
 Bemessungswasserstand 74, 75, 76, 77, 194, 208  
 Betonfertigteil 138, 149  
 Bewegungsfuge 82, 163, 165, 169, 170, 183, 185  
 Bewitterung 46  
 Bindiger Boden 75, 76  
 Bitumen 24, 25, 27, 29  
 Bitumenbahn 29, 141  
 Bitumenemulsionen 24, 43, 45  
 Bitumenlösung 45  
 Bodenablauf 104, 114, 116, 124, 126  
 Bodendränge 195  
 Bodenfeuchte 75, 76, 78, 82, 84, 193  
 Bodenplatte 72, 79, 80, 82, 84, 86, 87, 88, 91, 96, 181, 182, 183, 206  
 Brandschutz 140  
 Brechpunkt 25  
 Breitkopfstift 157, 158  
 Bürstenstreichklebeverfahren 156  
 Bürstenstreichverfahren 41, 59

### C

CE-Zeichen 22  
 CM-Messung 117

### D

Dachabdichtung 37, 59, 135  
 Dachbegrünung 103, 124, 139, 142, 159  
 Dachrand 140, 175  
 Dämmstoff 123, 138  
 Dampfdruckausgleich 110, 137, 143, 144, 150, 151  
 Deckaufstrichmittel 42, 86  
 Dehnungsausgleicher 168, 176  
 Destillationsbitumen 24  
 Detailausbildung 163, 169, 183  
 Dichtstoff 175  
 Dichtungsschlämme 64, 67, 69, 93, 98, 117, 182  
 Drän 75, 77, 98, 127, 133, 194, 195  
 Dränanlage 193, 194, 202, 206  
 Dränelement 195, 196  
 Dränleitung 194, 195, 203, 205  
 Dränmaßnahme 195  
 Dränrohr 194  
 Dränschicht 194, 195, 196, 198, 202  
 Drückendes Wasser 76, 77, 88, 102

Druckluftprüfung 64  
 Dünnbettverfahren 120  
 Durchdringung 163, 164, 177, 186  
 Durchtrocknung 45, 182  
 Durchwurzelung 131, 209  
 Duroplast 46, 50  
 Dusche 116, 124

## E

ECB 52  
 Eigenschaftsklasse 31, 59, 141, 143  
 Einbindtiefe 77, 96  
 Eingeklebtes Blech 168, 176  
 Einpressung 88  
 Einrollverfahren 40  
 Eintauchtiefe 88  
 Elastomer 46, 47, 49  
 Elastomerbahn 51  
 Elastomerbitumen 42  
 Energieeinsparverordnung 162  
 Entwässerung 97, 98, 127, 128, 129, 140, 159, 193  
 Entwässerungsebene 128, 131  
 EPDM 52  
 Erweichungspunkt 42, 43  
 Europäische Technische Zulassung (ETA) 19, 20, 22  
 Europäische Technische Zulassungsleitlinie (ETAG) 19  
 EVA 52  
 Extensiv begrünte Fläche 144

## F

Feuchtigkeitsempfindlicher Untergrund 114, 116, 118  
 Feuchtigkeitsunempfindlicher Untergrund 114, 118, 125  
 Filterschicht 194, 196, 198  
 Flächendrän 207  
 Flämmstreichverfahren 41  
 Flämmverfahren 40, 59  
 Fließbereich 47  
 Flüssigkunststoff 64, 65, 96, 106, 111, 112, 131, 132, 133, 146, 147, 183  
 Flüssigkunststoffabdichtung 66, 130  
 Folienabdichtung 51  
 FPO 52  
 Fugenband 183  
 Fugenbewegung 170  
 Fugenkammer 171  
 Fugen Typ I 169, 183  
 Fugen Typ II 169, 171, 183

Fußboden 82  
 Fußpunktabdichtung 85, 93, 95

## G

Gebrauchstauglichkeit 19  
 Gebrauchstemperaturbereich 47, 49  
 Gefälle 46, 128, 132, 137, 140, 159  
 Gefällegebung 195  
 Gefülltes Bitumen 42  
 Geländekategorie 153, 154  
 Geländeoberfläche 98, 165, 202  
 Geotextil 196, 203, 206  
 Gieß- und Einwalzverfahren 39  
 Gießverfahren 39, 59, 156  
 Glasübergangstemperatur 47, 49  
 Gleiten 29  
 Grundwasser 74, 76, 77  
 Grundwasserstand 194  
 Gussasphalt 43

## H

Haftscherfestigkeit 29, 71, 92  
 Hagelschlag 139  
 Hanglage 75, 76, 193  
 Harmonisierte europäische Norm 19, 22  
 Hebeanlage 208, 209  
 Heizelementschweißen 61, 62  
 Heizkeilschweißen 61  
 Hochvakuumbitumen 24  
 Hofkellerdecke 102, 104  
 Holz 149  
 Holzschutz 149  
 Holzwerkstoff 149  
 Horizontalsperre 84

## I

IIR 52  
 Instandhaltung 160, 161, 209  
 Instandsetzung 59  
 Intensiv begrünte Fläche 103, 104, 131  
 Intensiv begrüntes Dach 127  
 Inverkehrbringen 22

## K

Kältebiegsamkeit nach Fraaß 25, 42  
 Kälterichtwert 47, 49  
 Kaltklebestoff 41  
 Kaltselbstklebverfahren 39, 41, 156  
 Kante 82  
 Kapillarbrücke 93  
 Kautschuk 49  
 Kehle 71, 82

- Kehlstoß 87, 91  
 Keilschnittverfahren 44, 182  
 Kellerlichtschacht 96, 97  
 Klebeflansch 164, 178  
 Klebemasse 40, 41, 42, 59  
 Klemmprofil 173, 175  
 Klemmschiene 173  
 Konformität 19  
 Kontrollrohr 199, 204  
 Kreuzstoß 143  
 Kunststoff 46  
 Kunststoffbahn 51, 52, 61, 64, 144, 162  
 Kunststoffmodifizierte Bitumendickbeschichtung (KMB) 43, 45, 72, 86, 177, 181, 182, 190, 192
- L**
- Lagesicherung 59, 134, 151, 152, 186  
 Lineare Befestigung 151  
 Linienförmige Befestigung 151, 157  
 Loggien 101, 104, 129  
 Los- und Festflanschkonstruktion 164, 170, 179
- M**
- Manschette 164, 178  
 Materialwechsel 168, 169  
 Mauersperrbahn (MSB) 31, 84, 95  
 Mechanische Beanspruchung 138, 139  
 Metallband 142  
 Mikrobe 46, 159  
 Mineralstoffgemisch 202  
 Mischfilter 195
- N**
- Nadelpenetration 25  
 Nagelreihenabstand 158  
 Nagelung 152  
 Naht 60, 127, 143, 179, 183  
 Nahtfügeverfahren 61, 144  
 Nassraum 102, 104, 116, 124  
 Nassschichtdicke 44  
 Neigung 41, 66  
 Nichtdrückendes Wasser 102, 137  
 Nichtstauendes Sickerwasser 75, 76, 82, 84, 193  
 Notentwässerung 129, 160  
 Nutzlast 66  
 Nutzschiene 43, 110, 127, 128, 130, 189  
 Nutzungsdauer 66, 160
- O**
- Oberflächenschutz 30, 139, 140  
 Oberflächenschutzsystem 65
- Oberflächentemperatur 112, 147  
 Oxidationsbitumen 24, 42
- P**
- Parkdeck 102, 104, 124, 130  
 PE-C 52  
 Penetrationsindex 25  
 Perimeterdämmung 190  
 Pfütze 46, 98, 105, 127, 128  
 PIB 52, 61  
 Plastizitätsspanne 27  
 Polymerbitumen 24, 27  
 Polymerdispersion 64, 65, 69, 117, 127  
 PVC 48, 52, 61
- Q**
- Quellschweißen 61, 62  
 Querschnittsabdichtung 31, 71, 84, 91, 92, 93, 94, 95  
 Quetschdichtung 180
- R**
- Reaktionsharz 50, 64, 65, 67, 117  
 Regelfallbemessung 197  
 Regensicherheit 175  
 Reißnadelprüfung 64  
 Rheologie 25  
 Rigole 194, 208  
 Ringdränage 195  
 Ringleitung 204  
 Ring- und Kugelverfahren 25, 42, 43  
 Rissbreite 117, 122  
 Rissüberbrückung 69, 71, 117  
 Rückläufiger Stoß 87, 91  
 Rückstau 205  
 Rückstauenebene 97  
 Rutschgefahr 128  
 Rutschsicherheit 121, 131
- S**
- Schaden 13  
 Schelle 178  
 Schichtdicke 44, 67  
 Schichtenwasser 74, 76  
 Schleppstreifen 171, 183  
 Schmelzbereich 47  
 Schubmoduln 47, 49  
 Schutzlage 91, 111  
 Schutzmaßnahme 192  
 Schutzschicht 43, 82, 83, 106, 127, 130, 131, 188  
 Schwefel 24

Schweißflansche 164  
 Schweißverfahren 38, 41, 156  
 Schwellenhöhe 98, 166  
 Sichtmauerwerk 98  
 Sickerschacht 194, 208  
 Sickerschicht 195, 202, 203, 206  
 Sickerwasser 74  
 Sockel 71, 97, 98, 165  
 Sonderfallbemessung 199  
 Speier 128, 160  
 Spritzwasser 71, 126, 140  
 Spülrohr 199, 204  
 Stahltrapezblech 150, 151  
 Stahltrapezprofile 138  
 Standsicherheit 17  
 Stark durchlässiger Boden 75  
 Stauwasser 74, 86  
 Steifigkeit S nach van der Poel und Heukelom 27  
 Stoß 127, 143, 179  
 Straßenbaubitumen 24, 43  
 Stufenfilter 194  
 Stützblech 168

## T

Tauwasser 112, 137, 147  
 Teerpech 24  
 Terrasse 101, 104, 124, 129, 130, 132  
 Thermische Beanspruchung 138, 139  
 Thermoplaste 46, 47  
 Thermoplastisches Elastomer (TPE) 47, 50, 52  
 Trägereinlage 29, 30, 35  
 Traufblech 168, 175  
 Trennlage 61  
 Trennschicht 149  
 Trockenschichtdicke 44, 83, 117, 120

## U

Übergabeschacht 199, 204, 206  
 Übergang 163, 177, 179  
 Überhangstreifen 167, 175, 184  
 Überlappung 143  
 Überlappungsbreiten 41  
 Umkehrdach 124  
 Ungefülltes Bitumen 42  
 Untergrund 68, 82, 112, 118, 122  
 Untergrundvorbereitung 177  
 UV-Beständigkeit 25  
 Ü-Zeichen 23

## V

Vakuumprüfung 64  
 Verarbeitung von Bitumenbahnen 38  
 Verbundabdichtung 64, 65, 67, 69, 71, 106, 113, 114, 117, 126, 133  
 Verbundblech 60, 151, 157, 174  
 Verkalken 193  
 Verkehrslast 105  
 Verkleben mit Heißbitumen 62  
 Verklebung 41, 59, 62, 64  
 Verockern 193, 194  
 Versickerung 97, 194  
 Versinterung 194  
 Verstärkung 170, 171  
 Verstärkungseinlage 112, 147  
 Viskosität 29  
 Voranstrich 45  
 Vorflut 78, 193, 194, 208

## W

Wanddränage 195  
 Wandquerschnitt 80, 84, 92, 94  
 Wärmedämmschicht 139, 150  
 Wärmedämmung 143  
 Wärmedämmverbundsystem 99  
 Wärmeschutz 162  
 Warmgasschweißen 61, 62  
 Wartung 160, 209  
 Wasserbeanspruchung 74, 77, 99, 102, 105, 137  
 Wasserdruck 86  
 Wasserdurchlässigkeit 75  
 Wasserdurchlässigkeitsbeiwert 76, 193, 196  
 Wasserundurchlässiger Beton 44  
 Weichmacher 48, 61  
 Weiße Wanne 15, 181  
 Windsog 60, 155, 156  
 Windsoglast 155  
 Windsogsicherung 157, 158  
 Windzone 153  
 WU-Beton 15, 182, 183  
 Wurzelschutzschicht 131

## Z

Zugverformungsrest 47, 49

# Messtechnik

## – Der Weisheit letzter Schluss?

Tagungsband zum 4. Sachverständigentag der WTA-D 2011



Hrsg.: Gerd Geburtig, Jürgen Gänßmantel  
2012, 124 Seiten,  
zahlr. farb. Abb. u. Tab., Kart.  
ISBN 978-3-8167-8656-6

Um ausreichend Informationen über den Zustand eines Bestandsgebäudes zu erhalten, müssen geeignete Messtechniken zur Beurteilung herangezogen werden. Dabei ist stets die Frage im Blick zu behalten, ob die angewandte Technik auch tatsächlich die gewünschten Ergebnisse liefern kann und inwieweit diese interpretiert werden können.

Im Rahmen des 4. Sachverständigentages der WTA-D diskutierten mehr als 100 Experten genau über dieses Thema. Ausgehend von der Grundfrage, warum ein Messen überhaupt notwendig ist, wurden darauf aufbauend wichtige messtechnische Alltagsprobleme exemplarisch an ausgewählten Messaufgaben erläutert. Die Bestimmung von Salzen im Mauerwerk, die Bohrwiderstandsmessung zur Beurteilung der Holzqualität und der zerstörungsfreie Einsatz von Radar und Ultraschall waren nur einige Vortragsthemen. Damit bietet der Tagungsband einen umfassenden Überblick über das komplexe Thema der Messtechnik an Bestandsgebäuden.

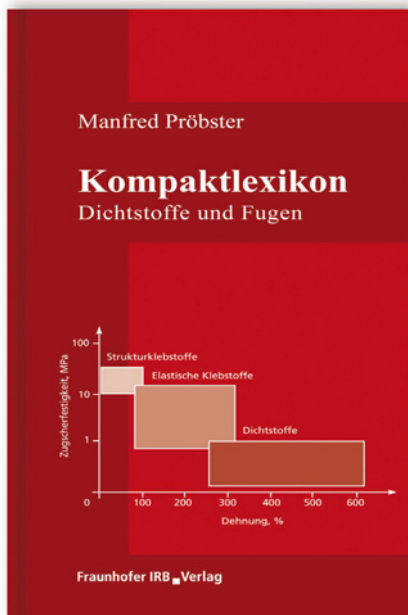
**Fraunhofer IRB  Verlag**

Der Fachverlag zum Planen und Bauen

Nobelstraße 12 · 70569 Stuttgart · Tel. 0711 970-25 00 · Fax -25 08 · [irb@irb.fraunhofer.de](mailto:irb@irb.fraunhofer.de) · [www.baufachinformation.de](http://www.baufachinformation.de)

# Kompaktlexikon

## Dichtstoffe und Fugen



von

**A**bdeckband

bis

**Z**weikomponentendichtstoffe

Manfred Pröbster

2010, 151 Seiten, 46 Abb., 28 Tab., Kart.

ISBN 978-3-8167-8111-0

Von A wie Abdeckband bis Z wie Zweikomponentendichtstoffe, über Werkstoffeigenschaften und Materialverhalten, Fugenarten, Ausführungsvarianten, Normen und Vorschriften, Verfahren und Werkzeuge, Kennzeichnungen und Kenngrößen vermittelt das Kompaktlexikon alles, was man wissen und beachten muss. Behandelt werden Einwirkungen und Beanspruchungen, denen Fugen und Abdichtungen ausgesetzt sind, sowie Anforderungen an Materialwahl und Ausführung, welche sich aus den bauphysikalischen, statischen Rahmenbedingungen und Wechselwirkungen der Werkstoffe ergeben.

Das Buch unterstützt bei der fachgerechten Auslegung, Berechnung und Fugendimensionierung. Es hilft, Schäden vorzubeugen, eine langfristige Dichtigkeit und hohe Dauerhaftigkeit zu sichern.

**Fraunhofer IRB  Verlag**

Der Fachverlag zum Planen und Bauen

Nobelstraße 12 · 70569 Stuttgart · Tel. 0711 970-25 00 · Fax -25 08 · [irb@irb.fraunhofer.de](mailto:irb@irb.fraunhofer.de) · [www.baufachinformation.de](http://www.baufachinformation.de)



**Frank U. Vogdt, Jan Bredemeyer**

# **Abdichtung – Fachgerecht und sicher Keller – Bad – Balkon – Flachdach**

## **Grundlagen für die Planung und Ausführung von Abdichtungen auf der Basis von Bitumen und Kunststoffen**

Mängel an Abdichtungen zählen zu den häufigsten Ursachen für Schäden an Neubauten und verursachen neben schwerwiegenden Beeinträchtigungen in der Nutzung auch erhebliche Instandsetzungskosten. Im Hinblick auf die Vermeidung von Schäden und die Minimierung von Haftungsrisiken gibt das Buch auf der Grundlage der allgemein anerkannten Regeln der Technik Architekten, Fachplanern und Bauüberwachern Anleitung, wie typische abdichtungstechnische Aufgabenstellungen gelöst und in eine fachgerechte Planung überführt werden können. Schwerpunkte bilden materialtechnische Grundlagen, die fachgerechte Detailausbildung und die Diskussion besonders zu berücksichtigender Aspekte bei Abdichtungen im Gründungsbereich, in Nassräumen sowie auf Balkonen, Terrassen und Flachdächern, in die sowohl die Erfahrungen aus der Sachverständigentätigkeit der Autoren als auch die Praxiserfahrung Ausführender einfließen.

Die Autoren:

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Frank U. Vogdt, Leiter des Fachgebietes »Bauphysik und Baukonstruktionen« an der TU Berlin und Partner der IFDB Prof. Vogdt & Oster Partnergesellschaft, Berlin. Mitglied in Sachverständigenausschüssen des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) sowie in mehreren nationalen und internationalen Gremien. Tätigkeits- und Forschungsschwerpunkte sind die Nachhaltigkeit, Energieeffizienz und Dauerhaftigkeit von Hochbaukonstruktionen sowie die Instandhaltung und Modernisierung des Gebäudebestands.

Dipl.-Ing. Jan Bredemeyer, Sachverständiger für Wärmeschutz, Feuchteschutz und Abdichtung sowie Türen und Fenster in der IFDB Prof. Vogdt & Oster Partnergesellschaft, Berlin, sowie wissenschaftlicher Mitarbeiter am FG »Bauphysik und Baukonstruktionen« an der TU Berlin. Mitglied der Arbeitsausschüsse »Abdichtung von erdberührten Bauteilen« (DIN 18533, ehemals DIN 18195) und »Abdichtung von Innenräumen« (DIN 18534) im Normausschuss Bauwesen des DIN.

ISBN 978-3-8167-8410-4

