

A 1 Neue Normen für die Bauwerksabdichtung: Wichtige Änderungen bei Dachabdichtungen sowie bei Abdichtungen erdberührter Bauteile

Matthias Zöller

Prof. Dipl.-Ing. Matthias Zöller
Architekturbüro Zöller
Pfalzgrafenstr. 31, 67434 Neustadt a. d. Weinstraße

Architekturstudium an der Universität Karlsruhe (TH). Tätig als Architekt und ö.b.u.v. Sachverständiger für Schäden an Gebäuden im eigenen Architektur- und Sachverständigenbüro. Honorarprofessor für Bauschadensfragen am Karlsruher Institut für Technologie (Universität Karlsruhe). Tätig am Aachener Institut für Bauschadensforschung und angewandte Bauphysik (AIBau gGmbH) und hier Leiter der systematischen Bauschadensforschung. Leitung der Aachener Bausachverständigentage; Referent im Masterstudiengang Altbauinstandsetzung an der Universität in Karlsruhe. Mitarbeit in Fachgremien, die sich mit Regelwerken der Abdichtungstechniken beschäftigen. Autor von Fachveröffentlichungen, Mitherausgeber und Autor der Bausachverständigenberichte und Fachbeiträge in den Publikationen „IBR Immobilien- & Baurecht“ und der „Baurechtlichen und -technischen Themensammlung“.



Inhaltsverzeichnis

1	Neugliederung der Abdichtungsnormen	5
1.1	Flachdachabdichtungen: DIN 18531 [3]	5
1.2	Abdichtungen befahrener Verkehrsflächen aus Beton: DIN 18532 [4]	5
1.3	Abdichtung von erdberührten Bauteilen: DIN 18533 [5]	5
1.4	Abdichtung von Innenräumen: DIN 18534 [6]	5
1.5	Abdichtung von Behältern und Becken: DIN 18535 [7]	5
2	Flachdachabdichtungen	6
2.1	Anwendungsklassen	6
2.2	Beanspruchungs- und Eigenschaftsklassen	6
2.3	Streithema Gefälle	6
2.3.1	Beispiel	7
2.3.2	Planungsvorgabe	7
2.3.3	Bedeutung von Gefälle ist relativ	7
2.4	Verbraucherrelevante Kriterien der Qualitätsklassen	8
2.4.1	Problem Unterlängigkeit der Dachabdichtung	8
2.4.2	Zuverlässigkeitmaßnahmen gegen Folgen der Unterlängigkeit	8
2.4.2.1	Abschottungen	8
2.4.2.2	Stationäre Feuchteüberwachung	8
2.4.2.3	Mobile Leckortungssysteme	9
2.4.2.4	Keine Unterlängigkeit durch vollflächige Verklebung	9
2.4.2.5	Verbund Abdichtungen mit FLK	11
2.4.2.6	Wärmeschutz bei vollflächig verklebten Dachaufbauten	11
2.4.2.7	Neigung des gesamten Dachquerschnitts	11
2.5	Hinweise zur Dachentwässerung	11
2.6	Hinweise zur Lagesicherung	13
2.7	Hinweise zu Anschläßen	15
3	Erdberührte Bauteile	15
3.1	Grundsatz für Planung und Bewertung	15
3.2	Voruntersuchungen	16
3.3	Entstehungsarten	16
3.4	Regelfall gering durchlässiger Baugrund oberhalb des Bemessungswasserstands	17
3.5	Wassereinwirkungsklassen	18
3.5.1	Bodenfeuchte und nicht drückendes Sickerwasser in stark durchlässigem Baugrund (Wassereinwirkungsklasse W1.1-E)	18
3.5.2	Bodenfeuchte und nicht drückendes Sickerwasser in schwach durchlässigem Baugrund (Wassereinwirkungsklasse W1.2-E)	19
3.5.3	Druckwasser (Wassereinwirkungsklasse W2-E)	19
3.5.4	Wassereinwirkungsklasse W3-E	20
3.5.5	Wassereinwirkungsklasse W4-E	20
3.6	Raumnutzungsklassen	21
3.7	Grundsatz Vermeidung unnötig hoher Einwirkungen	21
3.8	Kellerlichtschächte und Außentreppen bei Druckwasser	22
3.9	Abdichtung von Außenwandflächen mit kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtungen (KMB bzw. PMBC)	22
3.9.1	Stoff	22
3.9.2	Untergrund	22
3.9.3	Verarbeitung	23
3.9.4	Schutzschichten	23
3.10	Abdichtung von Außenwandflächen mit Bahnen	23
3.11	Bodenflächen oberhalb des Bemessungswasserstands	24
3.11.1	Wassereinwirkungsklasse W1-E	24
3.11.2	Wassereinwirkungsklasse W2-E	24
3.11.3	Möglichst keine Grundleitungen unter Bodenplatten	24
3.12	Maßnahmen gegen Feuchtigkeit von innen	25
3.13	Abdichtungsdetails	26
3.13.1	Übergänge von PMBC auf WU-Betonkonstruktionen	26
3.13.2	Übergänge von Bahnen auf WU-Betonkonstruktionen	26
3.13.3	Sockelabdichtungen	27
3.13.4	Querschnittsabdichtungen	28
4	Dränmaßnahmen	29
4.1	Vorflut	29
4.2	Flächendränungen unter Bodenplatten	29
4.3	Flächendränungen vor Außenwänden	30
4.4	Dränleitungen	31
4.5	Kontrollschräfte und Vorflut	31
4.6	Wechselwirkung Dränwasser und Baugrund	31
5	Literatur	32

1 Neugliederung der Abdichtungsnormen

Während Abdichtungen an und in Bauwerken bis Juni 2017 in der DIN 18195 [1] (für nicht genutzte Dachflächen in DIN 18531) beschrieben waren, wurden sie mit Herausgabe der Normenreihe DIN 18531 ff. im Juli 2017 vollständig neu normiert. Das ist sinnvoll, da sich gegenüber der Erstfassung der DIN 18195 aus dem Jahre 1983, die zum damaligen Zeitpunkt drei Vorgängernormen zusammenfasste, die Abdichtungstechnik für die verschiedenen Aufgabenbereiche grundlegend geändert hat. Während es vor einem halben Jahrhundert üblich war, mit einer Abdichtungsbauart (mit Abdichtungsbahnen) die Aufgaben im erdberührten Bereich, auf Dächern, in Innenräumen bis zu Zisternen oder Schwimmbecken zu bewältigen, haben sich seitdem die Abdichtungstechniken stark verändert. DIN 18195 [2] ist als einteilige Norm (mit Beiblatt) gleichzeitig mit den Abdichtungsnormen neu erschienen, die ausschließlich Begriffe für die Reihe DIN 18531 ff. erläutert.

1.1 Flachdachabdichtungen: DIN 18531 [3]

Die bereits bestehende Norm für Flachdachabdichtungen nicht genutzter Dächer DIN 18531 wurde um die Abdichtungsbauweisen genutzter Dächer erweitert. Sie erhielt zudem einen weiteren Normenteil, der sich mit Abdichtungen von Balkonen und anderen vergleichbaren Flächen beschäftigt, unter denen keine Innenräume liegen.

1.2 Abdichtungen befahrener Verkehrsflächen aus Beton: DIN 18532 [4]

Parkhäuser und andere befahrene Verkehrsflächen aus Beton werden ebenfalls nicht mit Abdichtungsbahnen für die Bauwerksabdichtung geschützt. Insbesondere bei diesen Aufgaben haben sich zwei Schutzziele herausgebildet; der Bauwerksschutz und der Bauteilschutz. Der Bauwerksschutz zielt auf die Nutzung eines Bauwerks oder eines Gebäudes ab, der Bauteilschutz auf die Dauerhaftigkeit dessen einzelner Teile. Der Bauwerksschutz zielt auf die Nutzbarkeit ab, sodass z. B. Autos in Parkhäusern abgestellt werden können, ohne dass diese durch von der Decke abtropfendes und kalkhaltiges Wasser nachhaltig geschädigt werden. Beim Bauteilschutz geht es bei dieser Art von Bauwerken vornehmlich um den Schutz gegen chloridinduzierte Korrosion, der üblicherweise nach den Kriterien der Instandsetzungsrichtlinie des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton bzw. dem Merkblatt des Deutschen Beton und Bautechnikvereins geplant und ausgeführt wird. DIN 18532 beschäftigt sich mit beiden Kriterien, regelt aber vornehmlich Abdichtungen, beschreibt aber andere Bauweisen, die die Funktion von Abdichtungen ersetzen können.

1.3 Abdichtung von erdberührten Bauteilen: DIN 18533 [5]

Bei den erdberührten Bauteilen haben sich ebenfalls die Techniken geändert. Klassische schwarze Wannen im Druckwasser, bei denen die Abdichtungsschicht die erdberührten Bauteile an Wänden und Bodenplatten umhüllen, gibt es so gut wie nicht mehr. Wenn Untergeschosse abgedichtet werden, beschränkte sich das ganz überwiegend auf Wände. Dann sind Abdichtungen an wasserundurchlässige Betonbauteile anzuschließen. Zwar sind die Übergänge von Abdichtungen auf diese Bauteile nicht nur in der neuen DIN 18533, sondern bereits in der Vorgängernorm DIN 18195-9 seit Mai 2010 enthalten, dennoch weisen die beiden, für den Schutz gegen von außen einwirkende Feuchtigkeit und drückendes Wasser an erdberührten Bauteilen, wesentlichen Regelwerke noch immer nicht geringfügige Unterschiede auf. So sind die Begriffe hinsichtlich der Beanspruchungen unterschiedlich, die Klassifizierungen unterscheiden sich, die Einwirkungen werden nach verschiedenen Kriterien festgelegt. Hier besteht Handlungsbedarf, damit Planer und Verarbeiter, die Anwender dieser Regeln, nicht für die eine Sache sich mit zwei unterschiedlichen Systemen befassen müssen.

1.4 Abdichtung von Innenräumen: DIN 18534 [6]

So ist es in Innenräumen seit langem nicht mehr üblich, ausschließlich Bahnen für die Bauwerksabdichtung einzusetzen, weil z. B. die darauf liegenden Belagsschichten bestimmungsgemäß ständig nass sind und sich daraus sowohl Einschränkungen der Dauerhaftigkeit als auch hygienische Probleme ergeben. DIN 18534 greift heute übliche und bereits bewährte Systeme auf. Sie regelt diese in insgesamt sechs Normenteilen, wobei neben den zuvor bereits geregelten Abdichtungsbauweisen mit Abdichtungsbahnen unter lastverteilenden Schichten und Abdichtungen mit Gussasphalt nun auch alle Abdichtungen im Verbund mit Fliesen und Plattenbelägen (AIV) geregelt sind. Verbundabdichtungen sind aber nicht nur mit flüssig zu verarbeitenden Systemen (AIV-F, geregelt in den 18534-3), sondern auch mit bahnenförmigen (AIV-B, DIN 18534-5) und mit plattenförmigen Systemen (AIV-P, DIN 18534-6) möglich.

1.5 Abdichtung von Behältern und Becken: DIN 18535 [7]

Auch bei Behältern sind bahnenförmige Abdichtungsbauweisen eher selten geworden. Insbesondere bei Schwimmbecken, bei denen durch geänderte Gestaltungsvorstellungen die Geometrien komplizierter geworden sind, haben sich die Anforderungen an die Abdichtungstechnik nicht nur aus hygienischen Gründen deutlich geändert. Z. B. lassen sich Bahnen auf aus gestalterischen Gründen unebenen Untergründen nicht mehr verarbeiten. Hier haben sich berechtigterweise

flüssig zu verarbeitende Systeme durchgesetzt. Diese in DIN 18535 geregelten Abdichtungen können im Verbund mit Belägen verarbeitet werden, sodass keine dicken Bauteilschichten mehr ständig von Wasser durchströmt sind.

2 Flachdachabdichtungen

Bislang waren Flachdachabdichtungen nicht genutzter Dächer in der DIN 18531 geregelt, die von genutzten Dächern (z. B. unter Dachterrassen oder intensiv begrünten Dachaufbauten) in DIN 18195-5. Deren Regelungsbereich wurde in der DIN 18531 integriert, sodass nunmehr eine Norm alle Flachdachabdichtungen beschreibt. Da aber nicht nur Dächer über genutzten Innenräumen Abdichtungen erhalten können, sondern auch Flächen unter denen nicht genutzte Räume oder Außenbereiche (bei auskragenden Platten) liegen, wurde ein eigener Teil 5 für Balkone, Loggien und Laubengänge geschaffen.

Diese Flächen werden aber nicht immer gleichartig wie Dächer abgedichtet, sondern auch aus anderen Konstruktionen hergestellt. So sind z. B. bei Balkonen Stahlbetonfertigteilelemente, Metallkonstruktionen mit Betonbelagsplatten oder Holzroste ohne Abdichtung üblich. Genauso haben sich Abdichtungen im Verbund mit Fliesen- oder Plattenbelägen als alleinige Abdichtungsmaßnahmen ohne Abdichtungen etabliert, welche Anforderungen an Abdichtungen über genutzten Räumen erfüllen.

2.1 Anwendungsklassen

Gegenüber der Vorgängernorm wurden an den Qualitätsklassen, die jetzt Anwendungsklassen und nicht mehr Anwendungskategorien heißen, inhaltlich nichts Wesentliches geändert. Die Anwendungsklasse K1 steht nach wie vor für den qualitativ nicht minderwertigen, sondern üblichen Standard. Anwendungsklasse K2 wird als höherwertig beschrieben. Auch sind die Standards für Kriterien der Zuordnung grundsätzlich gleich geblieben, ebenso hat sich an den Anforderungen an die Stoffe in der Zuordnung zu den beiden Klassen inhaltlich nichts Wesentliches geändert. Neu ist aber die Zuordnung von Stoffen zu Qualitätsklassen bei genutzten Dächern, die aufgrund anderer Einwirkungen nicht gleichzusetzen sind mit denen nicht genutzter Dächer.

2.2 Beanspruchungs- und Eigenschaftsklassen

Vor mehr als zehn Jahren standen allgemein und in DIN 18195 Teil 5 bis zuletzt die Auswahlkriterien additiv nebeneinander. Es wurde teilweise lediglich nach (hohen und mäßigen) Beanspruchungen differenziert. Mit Erscheinen der DIN 18531 im November 2005 wurden erstmalig Beanspruchungsklassen hinsichtlich

thermischer und mechanischer Einwirkungen gebildet. Eine Unterscheidung nach Wassereinwirkung ist an Dächern wenig sinnvoll, weil diese jeweils gleichartig durch Regen oder Schnee beansprucht sind.

Den Beanspruchungsklassen wurden jeweilige Eigenschaftsklassen der Stoffe gegenübergestellt. Allerdings hat sich herausgestellt, dass bei Kunststoffdachbahnen keine sinnvolle Differenzierung möglich war, alle Dachbahnen wurden und werden der qualitativ hochwertigen Eigenschaftsklasse E1 zugeordnet. Auch bei Bitumen werden für Decklagen Polymerbitumenbahnen gefordert, die der Eigenschaftsklasse E1 entsprechen. Oxidationsbitumenbahnen werden den Eigenschaftsklassen E2 bzw. E3 zugeordnet. Bahnen der Eigenschaftsklasse E4 zählen nicht als Abdichtungslagen.

Die stoffliche Differenzierung erfolgt nur in Abhängigkeit der Anwendungsklassen. In Anwendungsklasse K1 werden die üblichen Anforderungen gestellt. Dabei gilt für Kunststoffdachbahnen die übliche Dicke, während für K2 in vielen Fällen zusätzliche Dicken von oft 0,3 mm gefordert werden. Für flüssig zu verarbeitende, faserverstärkte Kunststoffabdichtungen (FLK) gibt es ebenfalls meistens diese Differenzierung. Dabei ist unter praktischen Bedingungen fragwürdig, wie ein Handwerker, der erst vor Ort unter Baustellenbedingungen die Abdichtungsschicht herstellt, nach solchen Kriterien differenzieren kann. Solche feinen Dikkendifferenzen sind unter industriellen Produktionsbedingungen möglich, aber kaum bei der handwerklichen Einzelanfertigung.

Bei Bitumenbahnen sind in K1 auch einlagige Ausführungen mit Bahnen der Eigenschaftsklasse E1 (Polymerbitumenbahnen) möglich, die für die einlagige Verlegung vorgesehen sind. In K2 werden zwei Lagen solcher Bahnen gefordert.

Für alle Flachdachabdichtungsschichten werden für die Planung Neigungen von 2% verlangt. In K1 kann diese Planungsanforderung unterschritten werden, wenn der Stoffaufwand nach K2 gewählt wird – der sich allerdings in einigen Fällen nicht von dem der K1 unterscheidet.

Die qualitativ über dem (guten) Standard liegende Anwendungsklasse K2 erfordert somit den höheren Stoffaufwand und eine Gefällegebung in den Flächen von 2% sowie eine von 1% in Kehlbereichen. Diese Abweichung ist sinnvoll, weil bei 2% geneigten Flächen die Kehlen mathematisch nur 1,4% geneigt sind. In K1 gilt diese Regel nicht, weil dann der Aufwand nach K2 möglich ist.

2.3 Streithema Gefälle

Zurzeit ist die Anforderung eines Gefälles von 2% auf die Planungsphase beschränkt, weil am gebauten Dach Unterschreitungen wegen unvermeidlichen Deckendurchbiegungen, zulässigen und unvermeidbaren Unebenheiten sowie konstruktiv oder stofflich bedingte Höhenversätze zu erwarten sind. Die Empfehlung in



Bild 1. Wasserlachen auf einer Abdichtung einer Dachterrasse

Anwendungsklasse K1 der DIN 18531 zur Planung eines Gefälles von 2% bzw. in K2 als unbedingt formulierte Planungsanforderung relativieren sich dadurch.

2.3.1 Beispiel

Die Abdichtung einer Dachterrasse ist ohne Gefälle geplant worden. Durch kleinere Unebenheiten und Höhenversprünge an den Nähten der Bitumendachbahnen haben sich auf der Abdichtung kleinere Wasserlachen mit einer Tiefe von weniger als 1 cm und in Teilstellen von bis zu 2 cm gebildet (Bild 1).

2.3.2 Planungsvorgabe

Flachdachabdichtungen genutzter Dächer waren bis Juli 2017 in DIN 18195-5 [8] geregelt. Während entgegen vielfach geäußerter Meinungen DIN 18195-5 (mit Ausnahme bei Stoffanforderungen an Bitumenbahnen) keine 2%-Regelung enthielt, stellt die aktuelle DIN 18531, die nun auch Abdichtungen genutzter Dächer regelt, Planungsanforderungen in Abhängigkeit der Anwendungsklasse. Bei der jetzigen Regelung stellen sich folgende Fragen: Müssen Abdichtungen nicht unabhängig vom Gefälle dicht sein? Können Gefällegebungen Löcher in Abdichtungen tatsächlich kompensieren? Kommt es bei Abdichtungen tatsächlich auf einen Wasserdruk im Zentimeterbereich an, wenn die Abdichtungen mit mehreren Metern Wassersäule geprüft werden?

2.3.3 Bedeutung von Gefälle ist relativ

Sicherlich hängt die dauerhafte Gebrauchstauglichkeit in manchen Konstellationen davon ab, ob sich langanhaltend Wasser auf der Abdichtung sammelt. Wenn (dichte!) Abdichtungen einschließlich deren Nahtfugen mikrobenbeständig sind und sich ein hydrostatischer Druck erst ab mehreren Metern Wassersäule auswirkt, sind Abdichtungen als Regelungsgegenstand der Normen unabhängig von der Frage einer Gefällegebung dauerhaft gebrauchstauglich.

Nicht in der Norm geregelt sind andere Schichten, etwa Beläge. Wenn sich stehendes Wasser weder auf die Be-

lagsschichten noch sonst negativ auswirken kann, gibt es keinen technischen (sondern höchstens einen juristischen) Grund, zwingend ein Gefälle zu planen und auszuführen. Es kommt auf den Einzelfall an, der der Anforderung an eine grundsätzliche Gefällegebung relativiert. In den meisten Fällen werden Terrassenbeläge auch ohne Gefällegebung der Abdichtung dauerhaft gebrauchstauglich sein. Dann sollten z. B. Lagerholzer von Belägen nicht aus feuchteempfindlichen Stoffen bestehen – nur faul Holz unter Belägen auch auf Abdichtungen mit Gefälle.

Die Planungsanforderung eines Gefälles von 2% ist nur eine von mehreren möglichen Maßnahmen, große und tiefe Pfützen zu vermeiden und für einen ausreichenden Wasserabfluss von der Abdichtung zu sorgen. Genauso gut können z. B. Abläufe an natürlichen Tiefpunkten von Deckenflächen angeordnet oder die Fließstrecken durch eine häufigere Anzahl von Deckenabläufen kurz gehalten werden. Zuvor ist aber die Frage zu stellen, ob sich auf eine Dachabdichtung stauendes Wasser überhaupt negativ auswirken kann. Ist dies zu verneinen, sind weder eine Gefällegebung noch andere Maßnahmen erforderlich, durch die Wasser zügig abgeleitet wird.

Deutlich wird dies bei den Anforderungen an Abdichtungen unter intensiv begrünten Dachflächen. Diese Abdichtungen sind nicht oder nur unter sehr hohem Aufwand zugänglich. Eventuelle Leckstellen lassen sich deswegen nicht (ausreichend sicher) auffinden. Solche Abdichtungen sollen aber gefällelos hergestellt werden, damit den Pflanzen Niederschlagswasser über lange Zeit zur Verfügung steht. In nicht zugänglichen Bereichen sollen aber Abdichtungen besonders zuverlässig sein – bei Lecks sind Reparaturen häufig nicht möglich, weswegen nicht selten auch nur kleine Fehler oder Beschädigungen zum Austausch des gesamten Dachaufbaus führen. Da die Abdichtungsnorm (nur) Abdichtungsschichten regelt, besteht folgender Widerspruch: Warum sollen in Situationen mit besonders hohen Anforderungen an die Zuverlässigkeit gefällelose Abdichtungen hergestellt werden, wenn in anderen Situationen, wo diese einfacher zugänglich sind, Abdichtungen annähernd zwingend mit einem Gefälle geplant werden müssen?

Dieses Beispiel zeigt deutlich, dass stärkere Gefällegebungen mit pfützenfreien Abdichtungen die Zuverlässigkeit dann erhöhen können, wenn Löcher in Abdichtungen vorhanden sein sollten – nur müssen Abdichtungen unabhängig vom Gefälle dicht sein. Ein weiterer Vorteil von Gefällegebungen besteht bei Abdichtungen, die entweder in der Fläche und oder an Nahtfugen durch langstehendes Wasser geschädigt werden können, etwa dann, wenn Klebstoffe an Nähten nicht mikrobenbeständig sein sollten. Ansonsten sind andere Kriterien hinsichtlich der dauerhaften Zuverlässigkeit von Dachabdichtungen wichtiger als die Frage von Gefälle.

2.4 Verbraucherrelevante Kriterien der Qualitätsklassen

Die vorher erläuterte Systematik führt dazu, dass in beiden Klassen K1 und K2 das Gefälle des gebauten Dachs weniger als 2% (bis zu 0% einschließlich kleinerer Gegengefällestrecken) sein darf. Was aber hat ein Gebäudeeigentümer von einer Angabe auf Papier, die nicht umsetzbar ist? Die Planungsvorgabe eines Gefälles mit 2% kann lediglich als Maßnahme zur Vermeidung von großen Gegengefällestrecken und damit der Vermeidung von sehr großen und tiefen Pfützen dienen.

Nicht nur in der jetzigen Ausgabe der DIN 18531 ist der Hinweis aufgenommen, dass pfützenfreie Dächer mit 5% Neigung geplant werden sollten. Diese gibt es bereits seit langem in anderen Regelwerken, die für Flachdächer maßgeblich sind, etwa der Flachdachrichtlinie [9]. Eine 5%ige Neigung kann aber zu nicht unerheblichen Nachteilen führen, etwa der eingeschränkten Nutzbarkeit von Dachterrassenbelägen, Problemen bei Höhenlagen anschließender Bauenteile z. B. Dachterrassentürschwellen sowie Mehraufwendungen für gegebenenfalls höhere Stockwerkshöhen, gefällegende Schichten oder Entwässerungssystemen.

Da in beiden Anwendungsklassen K1 und K2 am gebauten Dach kein 2%iges Gefälle erwartet werden darf, wenn ein solches geplant wird, beschränkt sich der Unterschied zwischen den Anwendungsklassen auf die Stoffanforderung – insofern DIN 18531 überhaupt unterschiedliche Anforderungen in den jeweiligen Klassen stellt.

Der Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks (ZVDH) hat beobachtet, dass häufig der (höhere) Stoffaufwand nach K2 betrieben wird. Wenn aber in vielen Fällen der höhere Stoffaufwand betrieben wird und die Frage des Gefälles relativ ist, ist auch der Wegfall von Anwendungsklassen in der neuen Flachdachrichtlinie nachvollziehbar. Die Gefälleleanforderung fällt als Qualitätsmerkmal aus. Daher sind die Kriterien der Qualitätsdifferenzierung neu zu diskutieren, die sich zurzeit auf die stofflichen Anforderungen beschränken. Es bleibt zu diskutieren, ob die Zuverlässigkeit, Dauerhaftigkeit und andere Qualitätskriterien von Abdichtungen tatsächlich vom Gefälle abhängen, wenn diese ohnehin dauerhaft dicht sein müssen.

Aus den Widersprüchen zwischen den beiden Regelwerken, die für Flachdachabdichtungen herangezogen werden, erwächst für Anwender, Planer und Ausführende die Aufgabe, verantwortungsvoll die für die jeweilige Situation richtige Lösung unter Berücksichtigung der Dauerhaftigkeitskriterien und Wirtschaftlichkeitsüberlegungen zu finden und festzulegen. Wie aber und nach welchen Kriterien können Flachdachabdichtungen geplant und ausgeführt werden, sodass diese dauerhaft zuverlässig und gebrauchstauglich sind?

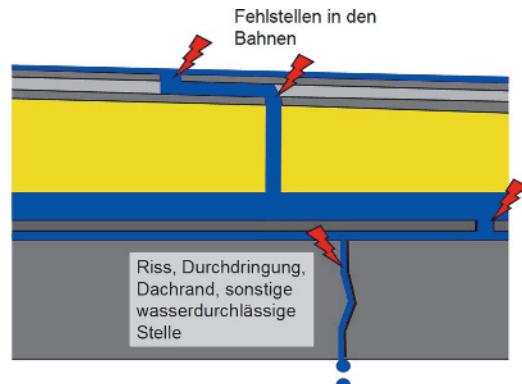


Bild 2. Problemkreis Hinter-/Unterläufigkeit: Bei einzelnen Fehlstellen in jeweils mehreren Lagen, die in Verbindung stehen, kann eine Abtropfstelle im Innenraum aufgrund der inneren Sickerwege und nicht einer verursachenden Stelle in der Abdichtung zugeordnet werden.

2.4.1 Problem Unterläufigkeit der Dachabdichtung

Die Hauptursache des schlechten Rufes von Flachdächern liegt im Problem, eine Abtropfstelle im Innenraum nicht unmittelbar einer verursachenden Leckstelle in der Abdichtung zuordnen zu können, solange der Dachaufbau hinterläufig gestaltet ist (Bild 2).

2.4.2 Zuverlässigkeitsmaßnahmen gegen Folgen der Unterläufigkeit

Zur Vermeidung der Folgen von Leckstellen können entweder bereits in der Planung prophylaktische Maßnahmen vorgesehen werden oder, bei eventuellen späteren Lecks, verschiedenartige Leckortungssysteme eingesetzt werden.

2.4.2.1 Abschottungen

Bei wasserundurchlässigen Dämmschichten mit Dampfsperren kann die Dachfläche durch Abschottungen des Dämmstoffquerschnitts in kleinere Felder unterteilt werden, um bei eventuellen Leckstellen zu vermeiden, dass der gesamte Dachaufbau durchfeuchtet wird. Abschottungen sind vorzugeben und nach der Ausführung zu dokumentieren. Abschottungen des Dämmstoffquerschnitts sind aber nur schadensbegrenzende Maßnahmen. Sie helfen nicht, Schäden grundsätzlich zu vermeiden. Die Wirkungsweise von Abschottungen hängt stark von der Ausführungssorgfalt des jeweiligen Handwerkers ab und lassen sich während der Bauzeit nicht überprüfen.

2.4.2.2 Stationäre Feuchteüberwachung

Dauerhaft installierte, elektronische Leckortungssysteme mit busgesteuerten Feuchtesensoren sind nur sinnvoll, wenn sie dauerhaft über Jahre hinweg den Feuchtezustand der Dachflächen überprüfen und nicht erst

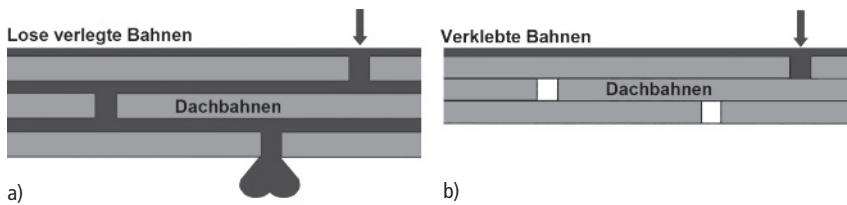


Bild 3. Funktionsprinzip von mehrlagig ausgeführten und vollflächig miteinander verbundenen Dichtungsschichten. Fehlstellen in einzelnen Schichten führen zur Wasserdurchlässigkeit der Abdichtung (a) und bleiben ohne Auswirkung, solange kein Wasser zwischen den Abdichtungsschichten fließen kann (b).

aktiviert werden, wenn es zu Abtropfstellen im Innenbereich kommt. Zu diesem Zeitpunkt wird bereits ein größerer Teil der Dachfläche so stark durchfeuchtet sein, dass eine Leckortung mithilfe solcher elektronischen Systeme nicht mehr möglich ist. Ein weiterer Nachteil solcher Systeme besteht darin, dass sie lediglich den Feuchtigkeitsgehalt im Dachaufbau feststellen können, aber nicht die eigentliche schadensverursachende Leckstelle. Wenn sich durch Unterläufigkeiten im Dachaufbau Wasser nicht im Bereich einer Leckstelle, sondern an einer Tiefstelle des Dachuntergrunds sammelt, können auch weite Strecken zwischen Leck und Wasseransammlungen liegen. Gleiches gilt für im Dachaufbau eingebaute Feuchtesensoren, die nicht an ein Bussystem angeschlossen sind, sondern durch Radar beim Begehen der Dachflächen ausgelesen werden.

2.4.2.3 Mobile Leckortungssysteme

Vorhandene Löcher können unter bestimmten Voraussetzungen mit einem Spürgas (Tracergas, ein Gemisch aus z. B. Stickstoff und Wasserstoff), das unter die Abdichtung geblasen wird und an Leckstellen die Abdichtungsschicht durchdringt, aufgefunden werden.

Mobile elektronische Systeme basieren auf dem Prinzip eines geringeren elektrischen Widerstands an Stellen von Lecks in der Abdichtungsschicht, wozu sowohl auf der Abdichtungsschicht, als auch darunter elektrisch leitfähige Materialien vorhanden sein müssen. Auf der Abdichtungsschicht genügt ein Feuchtigkeitsfilm, darunter entweder (im Schadensfall) im Dachaufbau stehendes Wasser oder, zur Unterstützung von prophylaktischer Leckortung bei z. B. Abnahmen, elektrisch leitfähige Vliese oder feine Metallgitter aus nicht korrodierendem Stahl. Nach diesem Prinzip wird eine flächig anliegende elektrische Spannung unter der Dachabdichtung und Messsonden hergestellt, um mit diesen auf der Dachfläche die Lage von elektrisch leitfähigen Verbindungen durch die Abdichtungsschicht hindurch und damit die Lage von Lecks festzustellen.

Flutungen von Dachflächen zur Überprüfung der Dichtheit sind nicht zu empfehlen, weil sie nur dann sinnvoll sind, wenn die Dachfläche auch tatsächlich dicht ist. Sind aber Lecks vorhanden, können Schäden durch die Untersuchung selbst in Form von Durch-



Bild 4. Fehlstellen in der Abdichtung bleiben ohne Auswirkung, solange kein Wasser zwischen dieser und einem wasserundurchlässigen Untergrund sickern kann.

feuchtungen des Dachaufbaus oder gar in Innenräumen sein. Untersuchungen sollen aber nicht zu solchen Schäden führen.

2.4.2.4 Keine Unterläufigkeit durch vollflächige Verklebung

An Flachdachabdichtungen können sich besonders hohe Anforderungen an die Zuverlässigkeit ergeben, etwa dann, wenn die Dachabdichtung nur unter sehr hohem Aufwand zugänglich sein sollte oder die Nutzung der unter der Dachfläche liegenden Räume mit einem überdurchschnittlichen Sicherheitsgrad vor Niederschlägen geschützt werden müssen. Das kann z. B. bei Museen, Archiven oder Produktionen von hochwertigen Gütern der Fall sein, wenn entweder Schäden an eingelagerten Gegenständen sicher zu vermeiden sind oder Nutzungsunterbrechungen zu hohen Schadensfolgen führen können.

Die Zuverlässigkeit einer Abdichtung sollte daher durch *schadensvermeidende* Konzepte erhöht werden, bei denen mögliche Fehler in der Abdichtung sich nicht oder nur unwesentlich auswirken. Dazu zählen Konzepte, bei denen aus der Lage von eventuellen Abtropfstellen im Innenraum auf die der schadensverursachenden Leckstelle in der Abdichtung geschlossen werden kann. Bei mehrlagigen Abdichtungssystemen kann die Zuverlässigkeit nur durch vollflächiges Verbinden der einzelnen Lagen erzielt werden (Bild 3).

Diese Eigenschaft kann auf die Verbindung der Abdichtung zum Untergrund übertragen werden, Deckenkonstruktionen aus Stahlbeton können zum Feuchteschutz beitragen (Bild 4).



Bild 5. Verlegung von Bitumenbahnen im Gießverfahren, hier auf einer Stahlbetondecke

Konstruktionsbeton weist bereits wasserundurchlässige Eigenschaften auf mit Ausnahme an Rissen, Fugen, Durchdringungen oder vergleichbare Stellen, an denen Wasser die Decke durchdringen kann. Wenn Abdichtungssysteme so fest mit Beton verbunden werden, dass sich kein Wasser zwischen Untergrund und Abdichtung verteilen kann, werden sich Fehlstellen nur auswirken, wenn sie über Rissen oder anderen wasserführenden Stellen der Stahlbetondecke liegen. In solchen Fällen kann die Abtropfstelle im Innenraum unmittelbar der schadensverursachenden Fehlstelle in der Abdichtung zugeordnet werden, diese ist damit auffindbar. Die einfache Lokalisierbarkeit von Fehlstellen ist eine wichtige Voraussetzung für die Zuverlässigkeit eines Flachdachs, da Leckstellen mit geringem Aufwand beseitigt werden können und nicht unter Einsatz aufwendiger Verfahren geortet werden müssen. Nicht selten verbleibt anschließend dennoch die Unsicherheit, nicht alle Fehlstellen gefunden zu haben. In den meisten Fällen aber werden Fehlstellen in Verbundabdichtungen zu keinen Schäden führen, da unter Löchern in der Abdichtung der Feuchteschutz durch den an diesen Stellen wasserundurchlässigen Beton übernommen wird.

Verbundabdichtungen können durch flächiges Aufschmelzen von Bitumenbahnen ausgeführt werden, wobei aber die Hohlstellenfreiheit sehr stark von der Ausführungssorgfalt des jeweiligen Handwerkers abhängt. Besser ist das Gießverfahren geeignet, bei dem heiß-flüssige Bitumenmasse auf die Stahlbetondecke aufgegossen wird und in die Bitumenbahnen blasenfrei eingerollt wird (Bild 5).

Für adhäsive Verbindungen von Abdichtungen aus kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtungen (KMB) und wasserundurchlässigem Beton fordern DIN 18531 [3] und die Flachdachrichtlinie [9] den Betonuntergrund mechanisch abtragend vorzubereiten, z. B. durch Fräsen, Strahlen oder Schleifen.

Durch mechanisch abtragende Vorbehandlung mit Entfernung der Zementleimschicht kann der Sickerweg durch die Bodenanschlussfuge bei WU-Wänden weit-

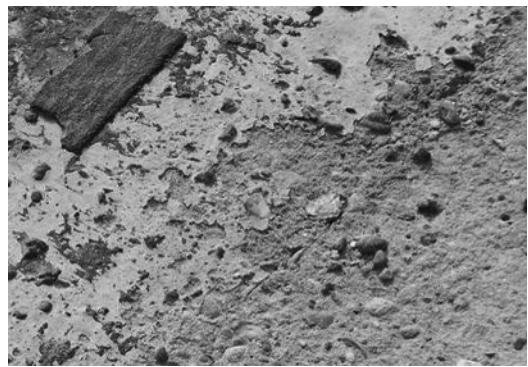


Bild 6. Links auf diesem Foto ist die Oberfläche einer Stahlbetondecke mit Zementleimschicht (Betonschlämme) zu sehen, durch die Wasser sickern kann. Im rechten Bildteil ist diese (durch Strahlen) entfernt, das Korngerüst des Betons ist freigelegt.

gehend vermieden sowie eine nichtunterläufige Verbindung zwischen Abdichtung und Beton hergestellt werden. Diese Maßnahmen können zur Erhöhung der Zuverlässigkeit und Verringerung der Sickerfähigkeit in der Ebene zwischen Abdichtung und Beton auf Deckenflächen übertragen werden. Durch die mechanisch abtragende Vorbehandlung der Oberflächen von Stahlbetondecken werden Verbundabdichtungen noch zuverlässiger, weil der Sickerwiderstand zwischen Abdichtung und Untergrund erhöht wird. Bei Deckenplatten kann die Oberfläche durch Sand- oder Kugelstrahlen bearbeitet werden, wobei beim Sandstrahlen mit großen Staubbelastungen und Lärm zu rechnen ist. Dagegen hat sich das Schleifen der Oberfläche mit diamantbestückten Scheiben und direkter Staubabsaugung bewährt. Dieses Verfahren ist schneller und weniger (umwelt-) belastend.

Vor der Verarbeitung von Abdichtungen soll der Untergrund ausreichend trocken sein. Tauwasser soll nicht vorhanden sein, da dieses durch wärmebedingte Wasserdampfentwicklung den Verbund stören kann. Die vorbehandelte Stahlbetondecke soll grundiert oder mit einem Voranstrich versehen werden, um den Untergrund zu verstetigen sowie kleinste Unebenheiten zu füllen und damit die Klebefläche zwischen Bitumen und Beton zu vergrößern (Bild 7).

Problem: Trennschicht durch Wasserdampf

Anforderungen an die Haftzugfestigkeit des Untergrunds und die dazu notwendigen Maßnahmen wurden bereits erläutert. Allerdings haben sich Schadensfälle gehäuft, bei denen die Verbundwirkung nicht auf eine unzureichende Festigkeit der Untergrundoberfläche zurückzuführen war, sondern durch eine Trennung in Ebene der Grundierung. Dieser Sachverhalt ist zurzeit noch nicht ausreichend erforscht. Es besteht aber die Vermutung, dass die bitumensortenabhängig zwischen 150 °C und 210 °C zu verarbeitende Heißbitu-



Bild 7. Klebemasse haftet nur auf den Kuppen, füllt aber nicht die (mikrofeinen) Täler der Oberfläche des Untergrunds (a). Die niedrig-viskose und damit flüssigere Grundierung füllt die Täler (b), sodass die flüssig aufzubringende Abdichtung eine deutlich größere Verbindungsfläche zum Untergrund aufweist, damit der Haftverbund größer und die Gefahr der Unterläufigkeit kleiner wird (c).

menmasse beim Gießen restliche, flüssige Feuchtigkeit im Untergrund, entweder in den oberflächennahen Schichten des Betons oder bei sogenannten lösemittelarmen oder -freien Voranstrichen unter einer Trocknungshaut verbliebene Restfeuchte, verdampft und so eine trennende Gasschicht bildet. Neben der Trockenheit des Untergrunds sind nach jetzigem Kenntnisstand daher (entgegen Anforderungen aus Umweltschutzgründen) zur Sicherstellung der Dauerhaftigkeit durch vollflächigen Verbund, lösemittelhaltige Voranstriche zu empfehlen. Bei diesen wurde die Problematik der flächigen Trennung nicht festgestellt, wie sie bei den, aus Umweltschutzgründen zu empfehlenden lösemittelarmen oder lösemittelfreien Voranstrichen auftreten können.

Den Verbund der im Gießverfahren verarbeiteten Bitumenverbundabdichtungen sollten zu Beginn sowie kontinuierlich während der Arbeiten jeweils durch Anhaftprüfungen getestet werden. Dazu wird ein Bahnstück im Gießverfahren eingerollt und nach einer Abkühlphase wieder zurückgerollt. Bei einem guten Haftverbund ist eine größere Anstrengung für das Rückrollen erforderlich. Meistens liegt die Trennebene nicht in der Klebeschicht, sondern innerhalb der Bitumenbahnen zwischen Bitumen und Verstärkungseinlage.

2.4.2.5 Verbund Abdichtungen mit FLK

Prinzipiell lassen sich Verbundabdichtungen auch durch flüssig zu verarbeitende Abdichtungssysteme herstellen, wobei die Anforderungen an die klimatischen Bedingungen vor und während der Verarbeitung, an die Trockenheit des Untergrundes und an die Ausführungssorgfalt höher sind als bei Verfahren mit Heißbitumen.

2.4.2.6 Wärmeschutz bei vollflächig verklebten Dachaufbauten

Der Wärmeschutz bei Verbundabdichtungen kann durch geeignete extrudierte Hartschaum-Dämmplatten auf der Seite der Wasserbeanspruchung der Abdichtung erreicht werden, den sogenannten Umkehrdächern.

Soll die Dämmung unter der Abdichtung liegen, können Dämmplatten in den Dachaufbau mit hitzebeständigen Dämmplatten eingegossen bzw. eingeschwemmt werden. Dafür sind Schaumglasplatten und Duroplast-Platten aus Polyurethan geeignet, die jeweils auch als Gefüllte Dämmplatten erhältlich sind. Bei diesen Kom-

paktdächern werden auf die in Heißbitumen eingegossenen Dämmplatten Bitumenbahnen im Gießverfahren verlegt. Da aber längere Sickerwege aufgrund möglicherweise nicht vollständig gefüllter Fugen zwischen den Dämmplatten nicht ganz vermeidbar sind, sollten zur Erhöhung der Zuverlässigkeit Kompaktdecken mit Verbundabdichtungen kombiniert werden. Dann ist zumindest die Dachabdichtung zuverlässig dicht, auch wenn kleinere Fehlstellen zu Feuchtigkeitsansammlungen in der Dämmung führen können.

2.4.2.7 Neigung des gesamten Dachquerschnitts

Bei Industriegebäuden mit Leichtdachkonstruktionen sind Dachflächen häufig vergleichsweise stark geneigt, sodass sich Wasser im Dachaufbau nur in eine Richtung zur Traufe verteilt und deswegen schadensverursachende Leckstellen mit vergleichsweise geringem Aufwand feststellbar sind. Auch solche Maßnahmen erhöhen den Zuverlässigkeitgrad durch Auffindbarkeit von Leckstellen. Allerdings setzt dieses System voraus, dass im Dachquerschnitt sich sammelndes Wasser an der Traufe sichtbar wird. So sind in Dächern von Industriegebäuden häufig raumseitig der Wärmedämmung nur Dampfsperren verlegt, die nicht waserdicht sein müssen. Wenn auf diesen an der Traufe Wasser steht, wird es innen sichtbar. Wenn auch solche Wassereintritte nutzungsbedingt oder aus anderen Gründen unerwünscht sein sollten, können Alternativen festgelegt werden, etwa Sensoren im Traubereich oder die Leckwasserausleitung an bestimmten Stellen.

2.5 Hinweise zur Dachentwässerung

Mittlerweile ist (zum Glück) allgemein bekannt, dass Jahrhundertregenereignisse leider auch in Abständen von 5–10 Jahren auftreten können. Da die Entwässerungssysteme diese meist doppelten Niederschlagsmengen nicht aufnehmen können, müssen Dächer so beschaffen sein, dass entweder die (zusätzliche) Niederschlagsmenge schadensfrei über Notablauf- oder -überlaufsysteme abgeleitet wird (Regelfall) oder die zusätzliche Menge auf der Dachfläche so lange gespeichert wird, bis das Ablaufsystem nach dem Starkregenereignis das zusätzliche Wasser ableiten kann (Ausnahmefall).

Die Notentwässerungssysteme bieten gegenüber der Wasserspeicherung auf der Dachfläche den erheblichen Vorteil, dass sie auch bei Verstopfungen des

Hauptablaufsystems Wasser schadensfrei ableiten und dabei indizieren, dass das für den Normalfall gedachte Entwässerungssystem nicht funktioniert. Wenn aus Wasserspeichern der Fassade eines Notentwässerungssystems Wasser ausläuft, wird auch ohne Begehen der Dachfläche klar, dass Handlungsbedarf besteht. Daher können Wasserspeicher nicht durch zusätzliche Hauptabläufe ersetzt werden, wie das früher der Fall war. Man merkte nämlich nicht, wenn ein Ablauf verstopft war, da ein weiterer dessen Aufgabe übernahm und die Probleme erst entdeckt wurden, wenn es zu spät war und sich auf der Dachfläche stauendes Wasser zu (z. T. erheblichen) Schäden führte.

In manchen Situationen lassen sich Notentwässerungssysteme nicht installieren. Dazu zählen Gebäudefassaden, die unmittelbar an der zu einem privaten Nachbarn liegenden Grundstücksgrenze stehen. Dem (privaten) Nachbarn ist nicht zuzumuten, dass Wasser aus der Notentwässerung auf sein Grundstück geleitet wird. Weitere Ausnahmesituationen sind denkbar, etwa innenliegende Dachterrassenflächen unterhalb der Rückstauebene. Der nach DIN 1986-100 [10] rechnerisch anzusetzende Starkregen bewirkt auf gefällelosen Abdichtungen eine Stauhöhe zwischen 1,5 und 2,5 cm. Diese vergleichsweise geringen Wassermengen lassen sich schadensfrei zurückhalten, bis der Abfluss sie wieder aufnehmen kann. Probleme entstehen daher nur bei geneigten Dachabdichtungen großer Dachflächen, auf denen sich der Starkregen innerhalb der Bemessungszeit von 5 Minuten auch deutlich höher stauen kann. Bei diesen müssen, wenn mit dem Prinzip der Wasserzurückhaltung gearbeitet wird, die zusätzlichen Wassermengen bei der Stauhöhe und bei der Dachtragwerkslast berücksichtigt werden. Bei nicht geneigten Dachflächen spielen die geringen Stauhöhen keine Rolle. Bei diesen kommt der Nebenfunktion der Wasserableitung bei Ausfall der Hauptabläufe die wesentliche Rolle zu, um auch dann Schäden bei z. B. langerem Landregen zu vermeiden.

Wenig beachtet sind allerdings Probleme bei gemeinsamen Entwässerungen unterschiedlich hoher Dachflächen. Wenn z. B. Balkone oder Dachterrassen an Fallrohre höher liegender Dachflächen angeschlossen werden sollen, besteht die Gefahr, dass bei Verstopfungen Niederschlagswasser der höheren Dachflächen durch das gemeinsame Entwässerungssystem auf die Balkone gelangen und dort Schäden verursachen kann. Das bedeutet nicht, dass für jede Dachfläche ein eigenes Entwässerungssystem erforderlich wird. Allerdings sollten solche Anschlüsse nicht ohne Sicherungsmaßnahmen ausgeführt werden. Die Entwässerungsnorm [10] differenziert nach den Möglichkeiten, dass sich durch das Entwässerungssystem auf die Balkonfläche ergießendes Wasser über freie Ränder schadensfrei ablaufen kann und fordert dazu, dass mindestens die Hälfte der Freiflächenumfassung diesen Überlauf zulässt. Ob diese Pauschale immer zutrifft oder ob auch kleinere Anteile eine schadensfreie Ableitung ermöglichen, ist im Einzelfall zu prüfen. Wenn Entwässerungssysteme getrennt geführt werden, sollten diese erst nach einer Entspannungsöffnung zusammenkommen, sodass Rückstau im Entwässerungssystem an z. B. offenen Bodenabläufen austreten kann und so ein weiterer Rückstau entgegen der Fließrichtung vermieden wird. Solche Entspannungsöffnungen sind aber auch an den unmittelbaren Anschlussstellen der Balkonentwässerung durch oben offene Wasserfangkästen möglich, deren Oberkanten (unter Berücksichtigung eines Sicherheitsabstands für den dynamischen Rückstau) tiefer liegen als die Höhenlage, z. B. der Oberkante der Abdichtung des Balkons oder der Dachterrasse. Wasserfangkästen werden aus diesem Grund mittlerweile häufig angebracht. Leider wird aber dabei regelmäßig nicht berücksichtigt, dass die Kästen innenseitig wasserdicht sein müssen und nicht mit einer offenen Rückseite unmittelbar an Fassaden angebracht werden dürfen (Bild 8).

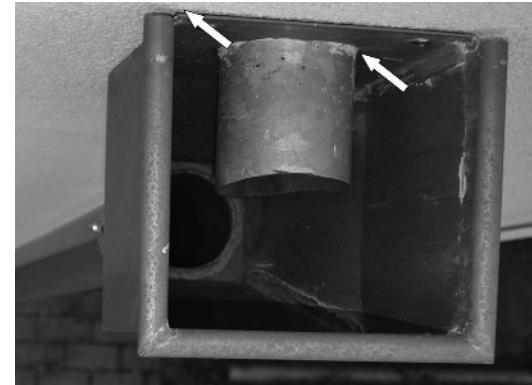


Bild 8. Blick von oben in einen Wasserfangkasten, der zur Fassade nicht wasserdicht ausgebildet ist. Wenn Wasser sich im Kasten staut und ggf. überläuft, dringt es in das Wärmedämmverbundsystem ein. Daher sollen die Seiten zur Fassade einschließlich einer Aufkantung über dem Kasten abgedichtet werden.

Abläufe benötigen bis zur maximalen Ablaufkapazität eine Überstauhöhe die vom Ablaufdurchmesser und dem Ablaufsystem abhängt. Bei Freispiegelentwässerungen ist über Stauhöhen von 3,5 (< DN100) bzw. 4,5 cm zu rechnen, bei Druckentwässerungen mit 5,5 cm. Notüberläufe dürfen erst oberhalb der Überstauhöhe angeordnet werden, wobei es auf die Höhendifferenz zwischen den Ablaufsystemen ankommt und nicht auf eine unmittelbar vor einem Notüberlauf angeordneten Aufkantung. Daraus ergibt sich, dass Notüberläufe höher als Abläufe anzutragen sind und die jeweilige Überstauhöhe zu berücksichtigen ist. Dachterrassentürschwellen oder andere, zu schützende aufgehende Bauteile dürfen sich nicht in diesen Höhenbereichen befinden, da sonst Stauwasser in das Gebäude eindringen kann.

Bei in Bild 9 ersichtlichem Beispiel herrscht akuter Handlungsbedarf: Bei der dargestellten Terrasse liegt

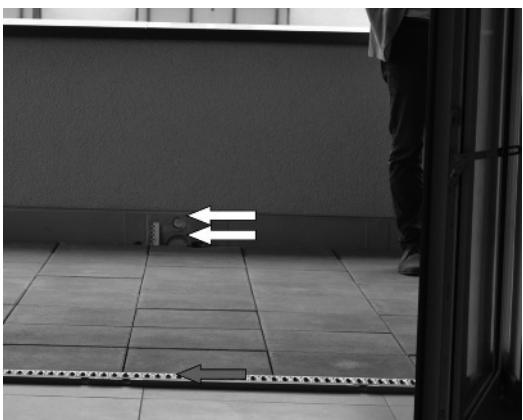


Bild 9. Die Abläufe sind höher als die Dachterrassentürschwelle angeordnet.

schon der Hauptablauf höher als die niveaugleiche Dachterrassentürschwelle, der Notüberlauf noch darüber. Daraus ergibt sich ein erhebliches Risiko von Wasserschäden im Gebäude, wenn stärkere Regenereignisse zur Überflutung des Dachterrassenbelags führen. Hier mussten sowohl Hauptablauf, als auch Notüberlauf in die Ebene der Dachabdichtung umgesetzt werden, sodass die Überstauhöhen in Belagsebene liegen.

2.6 Hinweise zur Lagesicherung

Dachaufbauten mit Abdichtungen können zur Lagesicherung gegen Windsogeinwirkungen entweder mechanisch befestigt, mit Auflast versehen oder in allen Schichten verklebt werden. Auch ist eine Kombination dieser Bauweisen möglich. Die Fachregeln des Dachdeckerhandwerks, die vom ZVDH (Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks, Köln) herausgegeben werden, beschreiben die Berechnungsgrundlagen sowie pauschalierte Annahmen für Lagesicherungssysteme bei Dächern bis Gebäudehöhen von 25 m. Häufig werden aber Einzelberechnungen von Tragwerkspianern oder von Dachbahnenherstellern vorgenommen.

Während mechanische Systeme oder Auflast z. B. mit Kies gut ausgeführt und überwacht werden können, bestehen bei Verklebungen grundsätzlich Probleme, die eine besondere Sorgfalt bei der Verarbeitung erfordern (siehe Bilder 10 und 11). Neben der ausreichenden Menge und richtigen Anordnung von Klebemassen muss sichergestellt werden, dass insbesondere dicke und damit steifere Dämmplatten eine ausreichende Kontaktfläche erreichen. Das ist für Verarbeiter nicht immer kontrollierbar, da die Klebefläche nur unter Zerstörung durch Aufnehmen der Platte sichtbar wird. Dann aber kann kein erneuter Klebeverbund hergestellt werden (Bild 12).



Bild 10. Nach einem Windergebnis mit Luftgeschwindigkeiten von 150 km/h wurde diese Dachabdichtung schwer beschädigt. Allerdings war der Dachaufbau fehlerhaft verklebt worden.

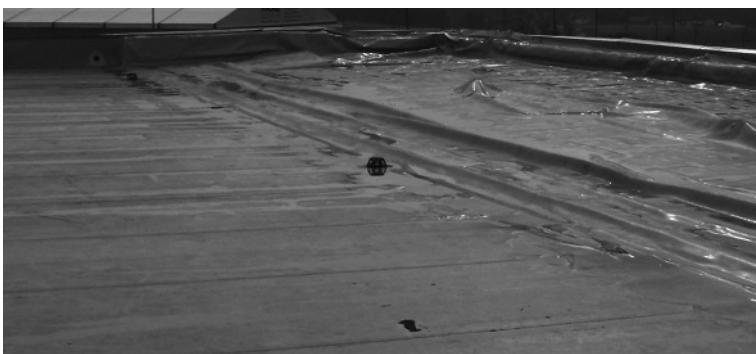


Bild 11. Im linken Bildbereich wurde der Dachaufbau mechanisch befestigt und blieb unbeschädigt, während die Abdichtung im Bereich der Verklebung weggerissen worden war (rechts).



Bild 12. Auf die Dampfsperre war eine ausreichende Menge von Kleber aufgetragen worden. Allerdings hatten die EPS Dämmplatten nur zu einem sehr kleinen Anteil Kontakt zum Kleber. Zu einem Anteil von ca. 90 % blieb beim Verlegen der Platte ein Spalt zwischen deren Unterseite und der Kleberoberfläche.

Die frisch verlegte Platte darf ebenfalls nicht begangen werden, da diese sich herunterdrückt und beim anschließenden Hochgehen die Klebeebebene aufreißt. Bei verklebten Dachaufbauten mit Bitumenbahnen werden zum thermischen Schutz von den häufig verwendeten thermoplastischen Kunststoffdämmplatten auf diesen eine Kaltselbstklebebahnh (KSK-Bahnen)

verlegt, auf die weitere Bitumenbahnen flächig aufgeschweißt werden. Die Verklebung dieser KSK-Bahnen mit oberen Lagen der Dämmplatten ist dann sehr viel besser als die darunterliegenden Verklebungen mit Klebemassen aus z. B. Polyurethan-Klebemassenstreifen, wenn diese nicht sehr sorgfältig verarbeitet werden. Hartschäume können nach dem Verlegen noch immer etwas schrumpfen, auch wenn diese bereits abgelagert waren. Diese restlichen Schrumpfverkürzungen wirken sich nicht aus, wenn sich diese in den jeweiligen Plattenfugen abbauen können. Wird aber die obere Dämmlage mit der KSK-Bahn zu einer über die gesamte Dachfläche reichenden Platte zusammengeklebt, addieren sich die Schrumpfkräfte in der gleichen Größe auf, solange nicht die daraus resultierenden Scherbewegungen über eine gute Verklebung in allen Ebenen in den Untergrund abgeleitet werden kann. Ist die Verklebung aber schwächer als die addierte Schrumpfspannung, können die Verklebungen in den unteren Ebenen des Dachaufbaus aufreissen (Bild 14), sodass die Windsogsicherung zumindest in den Randbereichen solcher Dächer ganz entfällt – dort aber sind die Windeinwirkungen am höchsten. Bemerkbar machen sich solche Probleme durch z. B. Zerralten zwischen der Abdichtung und den Randbereichen sowie Spaltenbildungen zwischen den Dämmplatten und den Randaufkantungen (Bild 13).

Lagesicherungen durch Klebemassen sind wegen der eingeschränkten Möglichkeit der Qualitätskontrolle (für Verarbeiter und Bauüberwacher) weniger zuver-



a)



b)

Bild 13. Falten der Dachbahnen am Rand (a) und breite Spalte zwischen Dämmung und Dachrand (b)

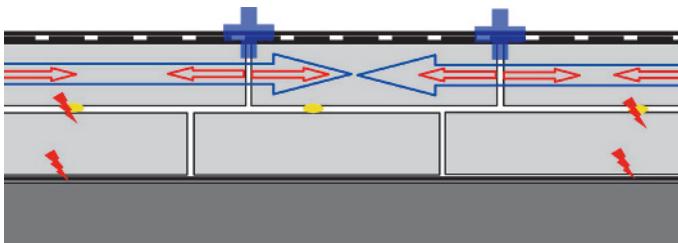


Bild 14. Ursachenprinzip dieses Schadensbilds: Durch die Überlagerung der besseren Verklebung in der oberen Ebene und unzureichenden in den darunterliegenden Grenzflächen, addieren sich die Schrumpfkräfte der Dämmplatten auf, die zu geringe untere Verklebung versagt, wodurch am Rand breite Spalten entstehen und die Lagesicherung in diesen Bereichen ganz entfällt.

lässig als mechanische Sicherung oder Auflast. Das heißt nicht, dass sie nicht möglich sind, sie erfordern aber eine erhöhte Sorgfalt bei Ausführung und Überwachung. Das gilt nicht für im Gieß- oder Schmelzverfahren verarbeitete Bahnen oder Kaltselbstklebahnen (eine jeweils fehlerfreie Verarbeitung vorausgesetzt).

2.7 Hinweise zu Anschläßen

Sowohl in der Planung als auch bei der Ausführung werden regelmäßig Regelwerksanforderungen bezüglich der Einhaltung von Abständen zwischen Durchdringungen untereinander und zu Rändern unterschieden. Das Gleiche gilt für Aufkantungshöhen. Das Aachener Institut für Bauschadensforschung (AIBau) hat zu Anschläßen und niveaugleichen Türschwellen Forschungsberichte veröffentlicht, die (kostenfrei) unter aibau.de als pdf-Dateien erhältlich sind. Auch bei den Regelwerken haben sich mittlerweile Änderungen ergeben, die der Praxis entgegenkommen. Sowohl DIN 18531 [3] und DIN 18533 [5] als auch die Flachdachrichtlinie [9] beschreiben Ansätze, nach denen z. B. niveaugleiche Türschwellen geplant und ausgeführt werden können, ohne allerdings diese umfassend und abschließend zu regeln. Sie werden als *Sonderkonstruktion* beschrieben. Dieser Begriff ist nicht mit einem erhöhten Risiko gleichzusetzen, sondern als Synonym zu verstehen, dass keine abschließende Regelung erfolgt und dass auf den konkreten Einzelfall bezogen weitergehende Festlegungen zu Einwirkung, Planung und Ausführung erforderlich werden.

Seit einigen Jahren haben sich neben den seit Jahrzehnten bewährten Bitumendachbahnen und Kunststoffdachbahnen auch Flüssigabdichtungssysteme der Gruppe FLK (faserverstärkte, flüssig zu verarbeitende Kunststoffdachabdichtungen) eingeführt. Allerdings beschränkt sich eine breite Anwendung dieser Systeme auf die Ausführung von Details, also Anschlüsse von Dachbahnen an Durchdringungen und aufgehende Bauteile. Randabstände können bei mit FLK adhäsiv ausgeführten Anschläßen gegenüber solchen mit Bahnen erheblich geringer ausfallen. Auch hierzu hat das AIBau geforscht und Ergebnisse zur Dauerhaftigkeit einschließlich Empfehlungen veröffentlicht, die die Herstellerangaben und grundsätzlichen Hinweise in den Regelwerken ergänzen.

3 Erdberührte Bauteile

Die Abdichtungen von erdberührten Bauteilen sind in der Reihe der DIN 18533 [5] geregelt. In Teil 1 werden die grundsätzlichen Festlegungen getroffen. Die Verarbeitung von Stoffen bestimmter Bauweisen oder Bauarten sind in den Teilen 2 und 3 enthalten.

Die in den Abdichtungsnormen geregelten bahnenförmigen Stoffe beziehen sich auf DIN SPEC

20000-202 [11]. Allerdings werden zur Vereinfachung wesentliche Anforderungen der übergeordneten europäischen Regelwerke in den Normenteilen zitiert. Die Abdichtungsnormen gelten nicht für Bauteile die wasserundurchlässig sind. Sie gelten daher auch nicht für Bodenplatten, die von sich aus einen Schutz entweder gegen Bodenfeuchte oder gegen drückendes Wasser bieten. Für solche Betonbauteile enthält die WU-Richtlinie [12] maßgebliche Hinweise. Wie bereits beschrieben, werden in den Abdichtungsregeln nicht umfassend, sondern nur beispielhaft beschriebene Verfahren als *Sonderlösungen* oder *Sonderkonstruktion* bezeichnet. Diese Begriffe bedeuten nicht erhöhte Risiken, sondern sind Synonym für Konstruktionen, die nicht abschließend geregelt sind. Regelwerke sollen Hilfestellungen zur Vermeidung von Schäden geben, können aber keine Detailplanung ersetzen. Diese soll sich mit den zu erwartenden Einwirkungen während der Nutzungsdauer auseinandersetzen. So können Vorschläge aus Regelwerken übernommen, aber auch von diesen abgewichen werden. Ziel ist die uneingeschränkte Gebrauchstauglichkeit, die Verwendungseignung, ohne die Wirtschaftlichkeit zu vergessen. Im Gebäudebestand ist DIN 18533 (Teil 1 in DIN 18533-1 [5]) nur anzuwenden, wenn die darin geregelten Verfahren angewendet werden können. Damit sind Vernunftaspekte gemeint, denn Normen sollen nicht als Selbstzweck angewendet werden müssen. Beispiel: Das nachträgliche Einfügen einer Abdichtung unter einer bestehenden Bodenplatte ist mit einem sehr großen Aufwand verbunden. Alternativmaßnahmen, die den Feuchtigkeitsschutz für die Nutzung ebenfalls sichern können, sollen damit ermöglicht werden.

Bauwerksabdichtungen sind nach ihrem Einbau für eine Wartung oder Instandsetzung nur schwer oder nicht zugänglich. Die Regeln der Abdichtungstechnik zielen insbesondere für den erdberührten Bereich auf eine dauerhaft hohe Zuverlässigkeit ab. Deswegen sind Anforderungen an Stoffe im Hinblick auf Rissüberbrückungseigenschaften, an Schichtdicken und Lagenzahl sehr hoch. Genauso wird ein relativ hoher Aufwand an Verwahrungen, die Qualität des Untergrundes, die Kontrolle und den Schutz der Abdichtungen gefordert.

3.1 Grundsatz für Planung und Bewertung

Fehler bei der Ausführung von Abdichtungen sind zwar eine häufige Schadensursache – Schwächen der Planung der abzudichtenden Bauteile provozieren aber ebenso Risiken, z. B. verwinkelte Untergründe, häufige Materialwechsel, ungünstige Lagen von Dehnungsfugen oder Durchdringungen.

Die Normen haben den Grundsatz, dass nicht nur die Abdichtung, sondern auch der Untergrund einschließlich aller dazugehörenden Bauteile und deren Geometrien wesentlich zur dauerhaften Dichtheit beitragen. Die Normen richten sich nicht nur an die Ausführenden von Abdichtungen, sondern auch an die, die das Bauwerk und die Abdichtung planen. Damit wird zum Ausdruck

gebracht, dass den Anwendern die Pflicht auferlegt ist, nicht nur die in den Normen beschriebenen Verfahren umzusetzen, sondern (eigen-) verantwortlich zu handeln. Das bedeutet aber, dass im Nachhinein den Anwendern diese für den konkreten Einzelfall notwendige Entscheidung zuzugestehen ist, normative Festlegungen zu konkretisieren oder sogar von diesen abzuweichen, um den Werkerfolg in seinen vielfältigen Aspekten einschließlich Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen sicherzustellen. Selbstverständlich befreit das nicht von einzelvertraglichen Verpflichtungen, aber auch bei diesen muss der Werkerfolg sichergestellt werden.

Die Abdichtungsnorm kann für Planung und Ausführung beachtet werden (beschrieben in Teil 1 von DIN 18533). Sie benennt als Anwendungsbereich nicht die Bewertung des bereits Vorhandenen. Sie schließt ihre Anwendbarkeit in der Bauwerksunterhaltung und der Baudenkmalpflege sogar grundsätzlich aus. Die in der Norm beschriebenen Verfahren können aber auch im Bestand angewendet werden, wo dies sinnvoll möglich ist. Die Norm versteht sich auch hier als Hilfe zum Werkerfolg. Bei der Prüfung des Bestands, wozu unter technischen Aspekten nicht zwischen einem gerade erbrachten Werk und einem Altbestand zu unterscheiden ist, soll sich der Prüfende mit dem Vorhandenen auseinandersetzen und abschätzen, ob die konkrete Bauweise unter Berücksichtigung zukünftiger Einwirkungen dauerhaft gebrauchstauglich ist. Eine solche Vorgehensweise erfordert Sachverstand. Sie ist aber erforderlich und geht weit über den bloßen Vergleich mit Regelwerksfestlegungen hinaus. Der Sachverstand wird aber auch bei Planung und Anwendung gefordert, denn die Norm legt zwar Vieles fest, gibt aber keine Garantie, dass sich der Werkerfolg auch einstellen wird.

Man neigt gerne dazu, Abweichungen von normativen Vorschlägen zu dramatisieren mit der Begründung, dass die Baubeteiligten schließlich die normativen Festlegungen hätten beachten können und damit auch müssen. Das ist aber ein juristischer Akt und hat nichts mit einer technischen Bewertung zu tun. Letztere soll sich ausschließlich mit dem konkreten Sachverhalt beschäftigen. Durch Varianten können juristische Entscheidungen vorbereitet werden. Dabei sollen auch Varianten aufgezeigt werden, mit denen eine vergleichbare Dauerhaftigkeit erzielt werden kann (insofern diese nicht bereits gegeben ist) und eventuelle Abweichungen vom Regelwerk kompensiert werden können.

3.2 Voruntersuchungen

Auf eine Untersuchung der tatsächlich zu erwartenden Wassereinwirkung an den erdberührten Bauteilen könnte verzichtet werden, wenn von vornherein gegen die höchste denkbare Wassereinwirkung – also Druckwasser – aufwendig abgedichtet wird. Aber selbst das wird bei einer Hochwassergefährdung nicht ausreichen. Dann sind nämlich nicht nur die Bauteile

unterhalb der Geländeoberkante zu schützen, sondern auch die im Hochwasserbereich.

Die Abdichtungsnorm legt neue Maßstäbe zur Festlegung des Bemessungswasserstands fest. Dieser bemisst sich nicht nur nach bisherigen Höchstständen (z. B. innerhalb der letzten 30 Jahre), sondern auch nach den zukünftig zu erwartenden Wasserständen im Erdreich und oberhalb des Geländes. Dazu sind wasserstandsverändernde Einflussfaktoren zu ermitteln. Dazu zählen:

- Abschalten von Trinkwassergewinnungsanlagen,
- Instandsetzung oder Neuverlegungen von öffentlichen Kanälen, die zuvor wegen Undichtheiten Grundwasser ableiteten und Pegel absenkten – vor einigen Jahrzehnten wurden öffentliche Kanäle in „Sumpfgebieten“ sogar mit Begleitdränungen versehen, die im Rahmen von Arbeiten an der öffentlichen Kanalisation beseitigt werden,
- abzusehende Änderungen des Grundwasserflusses durch geplante unterirdische Bauwerke,
- ober- oder unterirdische Versickerungseinrichtungen,
- Pumpstationen oder andere Faktoren.

Einzelheiten sind im BWK Merkblatt M 8 [13] beschrieben, dessen Beachtung normativ gefordert wird. Damit ist zu klären, ob mit Druckwasser aus Grund- oder Hochwasser zu rechnen sein wird, ob die erdberührten Bauteile damit unter oder über dem Bemessungswasserstand liegen. Einmalige kurzzeitige Beobachtungen aus Baugrundkundungen geben nur bei sehr eindeutigen Situationen eine verlässliche Beurteilungsgrundlage, z. B. bei einem sehr weit unter der Gebäudesohle liegenden Grundwasserspiegel. Je nach geologischer Situation sowie der Dichte der Pegelmessstellen und deren Entfernung können die häufig langfristigen Messungen z. B. den Wasserwirtschaftsämtern brauchbare Informationen liefern. Allerdings können beispielsweise geologische Verwerfungen selbst bei nah am Baugrundstück liegenden Messstellen stark abweichende Ganglinien bewirken und damit verlässliche Prognosen für den Gebäudestandort verhindern. Die Klärung der tatsächlich zu erwartenden Wassereinwirkung sollte einem Geoingenieur überlassen werden. Allerdings obliegt die Plausibilitätsprüfung seiner Aussagen den Planern, die im Rahmen ihres Wissensstands die Angaben von Fachgutachten zu überprüfen haben. Nur bei einfachen Bauaufgaben in Baugebieten mit verlässlich bekannter Situation kann auf die Untersuchung des Baugrunds verzichtet werden. Planer sollten sich aber bewusst sein, dass Schäden infolge von unterlassenen Baugrundkundungen als Planungsfehler bewertet werden könnten, auch wenn sie nur auf die Erkundungsnotwendigkeit hinweisen müssen, nicht aber selbst zu untersuchen haben.

3.3 Entstehungsarten

An Dächern ist eine Differenzierung nach Wassereinwirkung nicht sinnvoll möglich, da alle bewitterten Dächer gleichartig durch Niederschlagswasser, Wind,

Sonne, Schnee und Temperaturschwankungen beansprucht sind. Unterhalb der Geländeoberkante kann aber nach der Intensität der Wassereinwirkung differenziert werden. Dazu hat DIN 18533 [5] in Teil 1 Wassereinwirkungsklassen definiert, die die Beanspruchung verschiedener Wasserformen aus dem Erdreich auf die Abdichtung regeln. Die zurückgezogene DIN 18195 hatte den Abdichtungsaufwand noch nach der Entstehungsart differenziert. Dieser Gedanke wurde weitgehend nicht übernommen, da der erforderliche Widerstand der Abdichtung nur vom Wasserdruk abhängt, aber nicht davon, wo dieser herkommt. Dennoch lässt sich die Entstehungsart nicht ausblenden. Auch die neue Abdichtungsnorm differenziert noch immer danach und nennt diese *Situationen*. Daher ist es sinnvoll, zunächst auf die jeweilige Entstehungsart einzugehen, bevor die Wassereinwirkungsklassen behandelt werden (siehe Tabelle 1).

Unter Berücksichtigung der weiteren normativen Bestimmungen kann drückendes Sickerwasser ausschließlich durch Sickerwasser in durchlässigeren Schichten über geringer durchlässigen Schichten entstehen. Dabei bleibt DIN 18533 bei der vereinfachten Sichtweise, die von der Durchlässigkeit des Bodens von $k > 10^{-4}$ m/s abhängt.

Nach wie vor nicht berücksichtigt sind Schichtenfolgen sowie die in der Durchlässigkeitsprüfnorm DIN 18130 [14] vorhandenen Differenzierungen nach fünf Stufen der Durchlässigkeit. Ob drückendes Sickerwasser entsteht, ist neben der tatsächlich in den verfüllten Arbeitsraum eindringenden Wassermenge insbesondere eine Frage der Abfolge der relativen Durchlässigkeiten der übereinander liegenden Schichten. So kann selbst in schwach durchlässigem Baugrund kein Druckwasser durch Sickerwasser entstehen, wenn darüber noch geringer durchlässige Schichten liegen oder der Arbeitsraum mit z. B. einem „Lehmschlag“ oder gering durchlässigen Belagsschichten aus z. B. üblichen Pflasterbelägen abgedeckt ist. Unter diesen Aspekten erscheinen Kiesrandstreifen in neuem Licht, insbesondere dann, wenn vor Außenwänden durchlässige Schutzschichten aus z. B. Noppenbahnen gestellt werden. Wird dagegen auf einen Kiesstreifen verzichtet und werden nicht strukturierte Schutzschichten verwendet, ist die Wassereinwirkung an den erdberührten Bauteilen oberhalb des Bemessungswasserstands regelmäßig wesentlich geringer als die nach normativer Festlegung.

Während der Bauphase kann in die noch offene Baugrube schnell Niederschlagswasser von der Geländeoberfläche eindringen. Zusätzlich fließt von auf dem Gelände gelagerten Erdmassen Wasser in den Arbeitsraum, da deren Oberflächen zur Baugrube geneigt sind. Ist aber der Arbeitsraum verfüllt und (nach Vorgabe DIN 18533-1 Abschnitt 8 Vermeidung unnötig hoher Einwirkungen) die Geländeoberfläche neigt sich vom Gebäude weg, wird die in den Arbeitsraum eindringende Niederschlagsmenge erheblich reduziert bzw. gegen null gehen.

3.4 Regelfall gering durchlässiger Baugrund oberhalb des Bemessungswasserstands

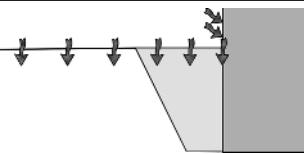
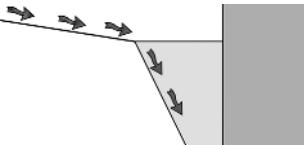
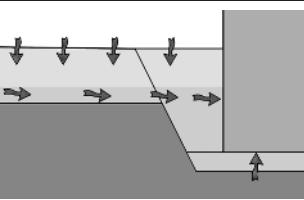
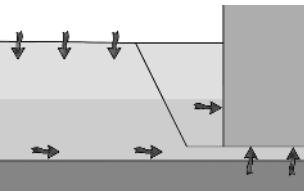
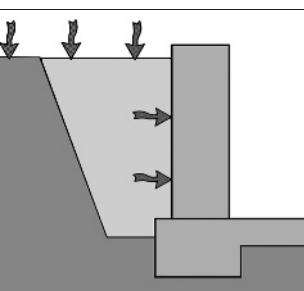
Untersuchungen der Wohnungswirtschaft [15] hatten zum Ergebnis, dass in 15 Prozent der Ein- und Zweifamilienhausbauvorhaben Druckwasser durch Grund- oder Schichtenwasser vorliegt. In ebenfalls nur 15 Prozent liegt Bodenfeuchte an der Unterseite von Bodenplatten sowie zusätzlich nicht drückendes Sickerwasser an Wänden vor. Das ist in Situationen der Fall, wenn der Baugrund stark durchlässig ist und der Abstand zum Bemessungswasserstand ausreichend groß ist. Die neue DIN 18533 fordert einen Abstand von 50 cm zwischen Höhenlage der Abdichtung zum Bemessungswasserstand.

In den anderen 70 Prozent liegt der Bemessungswasserstand ausreichend tief unter der Gründung, der Baugrund ist aber nach DIN 18533 als schwach durchlässig einzustufen. Die Norm sieht für diese Fälle eine unter der Bodenplatte angeordnete, druckwasserhaltende Abdichtung vor, die wasserdicht an die Abdichtung außerhalb der erdberührten Wände anzuschließen ist. Das gilt selbstverständlich nur dann, solange nicht die Alternative in Erwägung gezogen wird, auf Abdichtungen ganz zu verzichten und anstelle dessen wasserundurchlässige Betonkonstruktionen auszuführen.

Der Verzicht der Untersuchung zur tatsächlichen Wassereinwirkung führt meistens zu unwirtschaftlichen Ergebnissen. Unterhalb von Gebäuden ist alleine durch die Tatsache, dass der Baugrund schwach durchlässig ist, trotz ausreichendem Abstand zum Grundwasser nach den Festlegungen von einem Staudruck auszugehen, der sich aus dem theoretisch möglichen Wasseranstaub zwischen Geländeoberfläche und der Unterkante des Gebäudes errechnet. Das führt – neben den Maßnahmen gegen Druckwasser – zu einem rechnerisch anzusetzenden Auftrieb, der aufwendige Bodenplattenkonstruktionen zur Folge hat. Schon bei geringen Einbindetiefen eines Untergeschosses unterhalb der Oberkante des Geländes von mehr als einem halben Meter oder bei geringer Bauwerksauflast, ist der hydrostatische Druck bei der Bemessung der Bodenplatte zu berücksichtigen. Sind aber tatsächlich Boden- und Wandbauteile gegen den hohen Wasserdruk abzudichten sowie gegen Auftrieb statisch zu bemessen?

Zur Bestimmung der angemessenen Abdichtungsbauart und Bemessung von Bodenplatten sind die Feststellung der Bodenart, der Geländeform und des Bemessungswasserstands nötig. DIN 18533 lässt die Zuordnung der Wassereinwirkung für den konkreten Einzelfall zu, die nach Einzelflächen differenziert, und fordert nicht pauschal die angeführten Beispiele zur Wassereinwirkung auf Grundlage allgemeiner Annahmen. In Fällen in denen schwach durchlässiger Baugrund oberhalb des Bemessungswasserstands vorliegt, kann situationsabhängig festgelegt werden, an welchen Bauteilflächen tatsächlich mit Druckwasser durch Stauwasser, oder mit nur geringerer Wassereinwirkung zu rechnen ist.

Tabelle 1. Wassereinwirkung nach Entstehungsart

Sickerwasser		→ wird als das Niederschlagswasser verstanden, das auf dem verfüllten Arbeitsraum niedergeht und in der Verfüllung versickert. Hinzu kommt der von aufgehenden Fassaden ablaufende Schlagregen.
Oberflächenwasser		→ versteht sich als Niederschlagswasser, das auf einer (auch größeren) umgebenden Fläche gelangt und durch eine Gefällegebung zum Objekt auf der Geländeoberfläche hinläuft. Dazu ist anzumerken, dass die DIN 18533-1 in Abschnitt 8 Maßnahmen fordert, dass Oberflächenwasser nicht auf den Gebäudesockel einwirkt.
Schichtenwasser		→ ist Niederschlagswasser, das auf einer größeren umgebenden Fläche niedergeht, sich in durchlässigere Schichten über geringer durchlässigen Schichten staut und im Erdreich (annähernd) parallel zur Geländeoberfläche zum Gebäude in Abhängigkeit der Durchlässigkeit sickert oder fließt.
Grundwasser		→ entsteht wie Schichtenwasser. Bei Grundwasser wird nach Stockwerken differenziert, da sich in der oberen Erdkruste häufig durchlässige und schwachdurchlässige Schichten abwechseln. Schichtenwasser kann als Grundwasser im oberen Stockwerk bezeichnet werden. Eine Differenzierung zwischen diesen beiden Einwirkungsarten ist nicht sinnvoll möglich, auch eine nach zuströmender Menge nicht, weil das von der tatsächlichen Durchlässigkeit der wasserführenden Schicht abhängt.
Stauwasser oder Drückendes Sickerwasser		→ kann durch im Erdreich sickerndes Wasser über geringer durchlässigen Schichten entstehen. Im Gegensatz zu Schichten- oder Grundwasser ist die Wassermenge gering, da sie sich ausschließlich aus Sickerwasser speist, das Oberflächenwasser ausschließen soll.

3.5 Wassereinwirkungsklassen

Der größte Unterschied zwischen den vorherigen normativen Regelungen und den neuen Festlegungen besteht in den Klassifizierungen, insbesondere in der nach der Wassereinwirkung. Die Wassereinwirkungsklassen sind leichter verständlich als die bisherigen Zuordnungen nach Beanspruchungen, die in unterschiedlichen Abschnitten verschiedener Normenteile zu finden waren.

3.5.1 Bodenfeuchte und nicht drückendes Sickerwasser in stark durchlässigem Baugrund (Wassereinwirkungsklasse W1.1-E)

Die geringste Wassereinwirkungsklasse W1.1-E aus Bodenfeuchte (an Bodenplatten und erdberührten Wänden) und nicht drückendem Sickerwasser (an erdberührten Wänden) liegt (nach normativer Festlegung) nur vor, wenn die abzudichtende Fläche oberhalb des Bemessungswasserstands liegt und der Baugrund – und

auch das Verfüllmaterial des Arbeitsraums – aus stark durchlässigem Boden besteht (DIN 18533 fordert eine Durchlässigkeit $> 10^{-4}$ m/s). Davon kann bei Sand und sandigen Kiesen ohne Schluffanteile ausgegangen werden. Der Abstand der Abdichtungsschicht zum Bemessungswasserstand muss mindestens 50 cm betragen. Diese Anforderung entspricht der bisherigen 30 cm-Abstandsregel, die von Unterkante der Bodenplatte anzusetzen war. Ausgehend von 20 cm dicken Bodenplatten ist das Anforderungsniveau gleich, da die Summe aus diesen beiden Höhenmaßen 50 cm beträgt.

Da die Norm Abdichtungen regelt und nicht andere Bauteile, war die Bezugnahme auf die Unterkante der Bodenplatte nicht logisch. Bei einer dickeren Bodenplatte musste in Grenzfällen gegen Druckwasser abgedichtet werden, während bei dünneren Bodenplatten ein Schutz gegen Bodenfeuchte ausreichte. Besonders wenig gut nachvollziehbar war dies bei Bodenplattenverstärkungen, sodass in Grenzfällen Teilbereiche der Bodenplatte von unten gegen Druckwasser abgedichten waren und in anderen Bereichen eine einfache Maßnahme auf der Bodenplatte genügte. Da aber die Situation auf der Bodenplatte nicht von den Stoffen weit unter der Bodenplatte abhängt, war diese Festlegung auch in dieser Hinsicht nicht richtig.

3.5.2 Bodenfeuchte und nicht drückendes Sickerwasser in schwach durchlässigem Baugrund (Wassereinwirkungsklasse W1.2-E)

Von der geringsten Wassereinwirkung an den sonst gegen Druckwasser zu schützenden Bauteilen kann oberhalb des Bemessungswasserstands auch ausgegangen werden, wenn bei schwach durchlässigen Böden (z. B. Lehm, Schluff, Ton, aber auch schon Sanden mit Schluffanteilen) eine dauerhaft funktionsfähige Dränung nach DIN 4095 [16] das sonst theoretisch mögliche Stauwasser ableitet (Wassereinwirkungsklasse W1.2-E).

Dabei bildet mittlerweile das größte Problem die Entsorgung des Dränwassers. Dieses darf regelmäßig nicht mehr in die öffentliche Kanalisation abgeleitet werden, obwohl es sich nicht um Grund- oder Schichtenwasser handelt, sondern ausschließlich um Sickerwasser und damit um verzögert abgeleitetes, auf den verfüllten Arbeitsraum eines Geländes aufstreichendes Niederschlagswasser. Wenn aber kein Grundwasser, Schichtenwasser oder aus einer größeren Umgebung über die Geländeoberfläche zum Gebäudesockel strömendes Oberflächenwasser ansteht, sondern nur Niederschlagswasser in kleinen Mengen sickert und das schon üblicherweise nicht an den Wandfuß gelangen kann, bedeutet das, dass Dränanlagen, die unter zulässigen Rahmenbedingungen errichtet werden, trocken bleiben.

Wenn Dränanlagen errichtet werden, sollen sie nach der gegenwärtigen Regelwerksituation so dimensioniert werden, dass vergleichsweise große Wassermengen aus Sickerwasser, Oberflächenwasser und Schichtenwasser abgeleitet werden können. Man merkt

schnell, dass die Rahmenbedingungen für Dränanlagen aus einer Zeit stammen, in der es üblich war, nicht nur das Sickerwasser abzuleiten, sondern auch Schichtenwasser und Oberflächenwasser. Wozu werden Dränanlagen noch gebraucht, wenn sie – nach den Voraussetzungen der neuen Abdichtungsnorm errichtet – dauerhaft trocken bleiben? Sicher nicht für den Regelfall, wohl aber für Ausnahmen. Diese sind aber so speziell, dass normative Festlegungen nicht sinnvoll sind. Daher ist die Situation der Wassereinwirkungsklasse W1.2-E kritisch zu hinterfragen.

Da dauerhaft funktionierende Dränanlagen nach den Anforderungen der DIN 4095 [16] sowohl bei der Errichtung als auch beim Betrieb aufwendig sind und Betriebsrisiken bergen, auch planmäßig zu berücksichtigendes Dränwasser kaum noch entsorgt werden kann, sind genauere Untersuchungen und Planungsüberlegung erforderlich, um die tatsächlich zu erwartende Wassereinwirkung an erdberührten Bauteilen abzuschätzen. Wie bereits beschrieben, kann nach den Einwirkungen an Bodenplatten und denen an erdberührten Außenwänden differenziert werden. Nur darf dann nicht durch unglückliche Umstände zumindest in Teillbereichen Druckwasser unter Bodenplatten durch Sickerwasser entstehen.

3.5.3 Druckwasser (Wassereinwirkungsklasse W2-E)

Eine Differenzierung der Wassereinwirkung nach der Entstehungsart ist grundsätzlich nicht sinnvoll, da die physikalischen Eigenschaften des Wassers und die Anforderungen an die Abdichtung nicht davon abhängen woher das Wasser stammt, sondern ob und wie stark es einen Druck ausübt. Die frühere Unterscheidung nach der Entstehungsart, also nach Druckwasser durch Stauwasser und Grund- oder Schichtenwasser, wurde deswegen weitgehend aufgehoben.

Grundsätzlich darf aber nur Druckwasser aus Stauwasser durch eine Dränung abgemindert werden, nicht aber Druckwasser durch Schichtenwasser oder Grundwasser. Dränungen sind nur bei Sickerwasser in schwach durchlässigem Baugrund oberhalb des Bemessungswasserstands (aus Grund- oder Schichtenwasser) zulässig. Daher ist auch zukünftig eine Differenzierung nach der Entstehungsart notwendig. Dabei ist es eine verantwortungsvolle Entscheidung, festzulegen, welche Einwirkung an Bodenplatten tatsächlich vorliegt oder ob Stauwasser zur Vermeidung von Druckwasser durch eine Dränung abgeleitet werden darf – insofern keine Maßnahmen ergriffen werden, die Druckwasser aus Sickerwasser sicher vermeiden. Kommen die Untersuchungen zu den Verhältnissen im Baugrund zum Ergebnis, dass entweder mit Grund-, Schichten- oder mit nicht zu dränendem, drückendem Sickerwasser zu rechnen ist, kann nach der Druckwasserintensität unterschieden werden.

Bei einer mäßigen Einwirkung bis 3 m (Wassereinwirkungsklasse W2.1-E; Druckwasser mit 3 m Wassersäu-

le durch Grund- oder Hochwasser; Einbautiefen bis 3 m bei gering durchlässigem Baugrund oberhalb des Bemessungswasserstands) können flüssig zu verarbeitende Abdichtungen aus kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtungen (KMB) gewählt werden. Anmerkung: Die Bezeichnung wird wegen europäischer Stoffnormen in Englisch ausgedrückt, daher heißen diese Abdichtungsstoffe nun PMBC Polymer Modified Bituminous thick Coatings.

Bei höheren Wasserdrücken als 3 m werden in der Wassereinwirkungsklasse W2.2-E mehrlagige Bitumenbahnenabdichtungen oder Kunststoffbahnen zwischen Schutzlagen erforderlich – wenn nicht auf wasserundurchlässige Stahlbetonbauteile zurückgegriffen wird.

3.5.4 Wassereinwirkungsklasse W3-E

Die Wassereinwirkungsklasse W3-E beschreibt Abdichtungen auf erdüberschütteten Decken von z. B. unterirdischen Tiefgaragen. Dabei dürfen sich die Anforderungen an diese Abdichtungen von denen an andere Dächer, die in der Norm für Dachabdichtungen von genutzten und nicht genutzten Dächern DIN 18531 [3] oder von befahrenen Verkehrsflächen aus Beton nach DIN 18532 [4] nicht wesentlich unterscheiden. Dennoch obliegt es den Anwendern, die Abdichtungsbauart nach der jeweils höchsten Einwirkung festzulegen, die wegen unterschiedlicher Nutzungen nicht zwingend gleich sind.

3.5.5 Wassereinwirkungsklasse W4-E

Sockel und Wandfußpunktabdichtungen: Klasse W4-E beschreibt die oberen Ränder von Abdichtungen erdberührter Wände, die Sockelzonen. Diese werden als ein Bereich definiert, der von 20 cm unter Oberkante Gelände bis 30 cm über Oberkante Gelände reicht.

Mauerquerschnittsabdichtungen: In Wassereinwirkungsklasse W4-E sind auch Mauerquerschnittsabdichtungen geregelt. Dabei ist zu unterscheiden nach Abdichtungen, die an der Rückseite von schlagregenbeanspruchtem Verblendmauerwerk von oben kommendes Wasser an den Fußpunkten nach außen leiten (Fußpunktabdichtungen) und nach Mauerquerschnittsabdichtungen, die innerhalb von (tragenden) Wandquerschnitten gegen von unten einwirkende, kapillar aufsteigende Feuchtigkeit schützen sollen.

Fußpunktabdichtungen zweischaliger Wände sind Gegenstand des Nationalen Anhangs zu Eurocode (EC) 6, Teil 2 [17, 18]. Diese Abdichtungen werden in der Abdichtungsnorm nur unter dem Gesichtspunkt des oberen Abschlusses von Wandabdichtungen geregelt, nicht aber unter denen, die in EC6-2 NA enthalten sind.

Mauerquerschnittsabdichtungen können nicht gegen von unten einwirkendes, drückendes Wasser schützen, da dieses die Abdichtungen umfließen würde. In W2-E ist die Abdichtung an den Außenseiten von Bodenplatten und Wänden auszuführen. Dann entfällt die Anforderung an Abdichtungen auf Bodenplatten oder unter Wänden.

Auf der Bodenplatte angeordnete Abdichtungen können ausschließlich gegen kapillar aufsteigende Feuchtigkeit wirken. Dazu genügen bereits Trennungen von Kapillaren, die Wasser transportieren könnten, da der kapillare Wassertransport eine Wechselwirkung der elektrostatischen Eigenschaften der Wassermoleküle und der Kapillarwandungen ist. Die daraus resultierende Wechselwirkung bzw. Kraft, die Wasser unabhängig von der Schwerkrafeinwirkung transportiert, wird durch Meniskeln beschrieben. An den Enden von Kapillaren endet auch der kapillare Transport, aus Kapillaren kann kapillar transportiertes Wasser nicht austreten und Pfützen bilden.

Die normative Festlegung zu Mauerquerschnittsabdichtungen zum Schutz gegen aufsteigende Feuchtigkeit beruht auf der Annahme, dass Beton gegenüber Wasser kapillaraktiv ist. In der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts, dem Zeitraum, in dem Festlegungen zu Mauerquerschnittsabdichtungen getroffen wurden, hatten Mauersteine und Beton ähnliche kapillare Leitfähigkeiten. Natürlich kann Mauerwerk durch Kapillarwasser feucht werden. Heutiger Konstruktionsbeton weist aber regelmäßig gegenüber Wasser keine nennenswerte Kapillarität auf und lässt bei üblichen Bauteildicken keinen kapillaren Wassertransport zu. Wenn aber nicht mit aufsteigender Feuchtigkeit durch von außen einwirkende Bodenfeuchte zu rechnen ist, sind Mauerquerschnittsabdichtungen nicht erforderlich. Sie werden in den meisten Fällen nur eingesetzt, weil „man es immer schon so macht“ – und weil sie in der Abdichtungsnorm beschrieben sind. Das soll aber nicht dazu verleiten, nicht notwendige Maßnahmen im Nachhinein zu fordern. Wenn z. B. feuchtigkeitsempfindliche Stoffe in Wandaufbauten oder Fußbodenschichten so eingebaut werden, dass lang anhaltend einwirkende Baufeuchte aus dem Beton der Bodenplatte Schäden hervorrufen kann, ist der Schutz gegen Baufeuchte nötig – allerdings unabhängig von der äußeren Wassereinwirkung. Mauerquerschnittsabdichtungen können auch sinnvoll sein, um übermäßige Feuchte im Mauerwerk durch Nässe zu reduzieren, die während der Bauzeit in die Baustelle gelangt. Aber weder Baufeuchte, noch Tagwasser sind Regelungsgegenstand der Abdichtungsnorm, die ausschließlich Abdichtungen gegen von außen einwirkendes Wasser regelt. Gegen aufsteigende Feuchtigkeit gedachte Mauerquerschnittsabdichtungen und Abdichtungen auf Bodenplatten sind auch formal nicht erforderlich, wenn die Abdichtung auf der Feuchtigkeitseinwirkung zugewandten Seite, nämlich außerhalb des Bauwerks, angeordnet wird. Sie sind nach DIN 18533-1 nur in Verbindung mit Wassereinwirkungsklasse W1-E und Abdichtungen auf der Bodenplatte anzuwenden. Wenn Mauerquerschnittsabdichtungen auf Bodenplatten unter technischen Aspekten in den meisten Fällen nicht erforderlich sind, aber dennoch häufig eingebaut werden, dienen sie (nur) der Streitvermeidung. Eine technische Notwendigkeit gibt es aber meist nicht. Zur Nachweisbarkeit sollten Querschnittsabdichtungen so ausgeführt werden, dass sie bei späteren Untersuchungen

nachvollzogen werden können. Werden mineralische Dichtungsschlämme verwendet, sollten diese eingefärbt werden.

3.6 Raumnutzungsklassen

DIN 18533 unterscheidet nach der Nutzung von Räumen, die von erdberührten Bauteilen umfasst sind. Wenn Abdichtungen aber dicht sind und gegen von außen einwirkendes Wasser schützen, ist ihr Beitrag geleistet. Dichter als dicht geht nicht. Dennoch differenziert die Norm nach dem Aufwand mit der Begründung, dass die Zuverlässigkeit der Dichtheit von der Art der Nutzung abhängen kann.

Raumnutzungsklasse RN1-E gilt für Räume mit geringer Anforderung an die Trockenheit der Raumluft, z. B. offene Werk-, Lagerhallen oder Garagengebäude. Auf eine Abdichtung der Bodenfläche kann verzichtet werden, Wasser aus dem Erdreich darf in geringem Umfang und nur gasförmig in Form von Wasserdampf in die Innenräume gelangen und so Einfluss auf den Feuchtegehalt der Raumluft nehmen.

Bereits in *Raumnutzungsklasse RN2-E* müssen Abdichtungen (vollständig) dicht sein. Wasser im Erdreich darf sich nicht auf die Situation in Innenräumen auswirken. Es gelten übliche Anforderungen an die Trockenheit der Raumluft und die Zuverlässigkeit der Abdichtungsbauart, beispielsweise für Aufenthaltsräume oder Räume zur Lagerung von feuchteempfindlichen Gütern, wozu auch Abstellräume in Untergeschossen von Wohngebäuden zählen. Schon dafür können Zusatzmaßnahmen erforderlich werden, die für die RN3-E vorzusehen sind.

Aus Zuverlässigkeitüberlegungen werden bei *Raumnutzungsklasse RN3-E* höhere Anforderungen an Abdichtungsschichten gestellt. Dazu zählen z. B. Archive von Rathäusern o. ä., Museen oder Produktionsräume hochwertiger Güter, bei denen nicht nur Feuchtigkeit schaden kann, sondern auch instandsetzungsbedingte Produktionsunterbrechungen zu erheblichen (finanziellen) Schadensfolgen führen können.

Andere Ursachen, die auf die Feuchtigkeit in Räumen Einfluss nehmen, werden als Hinweis angeführt. Dazu zählt z. B. Lüften im Sommerhalbjahr, wenn warme und feuchte Luft in kühleren Untergeschosse gelangt und beim Abkühlen die relative Feuchtigkeit der Luft steigen kann. In Räumen in denen feuchteempfindliche Güter gelagert werden, sind zusätzliche Maßnahmen für die Trockenheit zu empfehlen, die auch die Schimmelbefreiheit sichern. Dazu zählen z. B. (raumseitig angeordneter) Wärmeschutz, die Beheizung und/oder die Belüftung zu geeigneten Zeiträumen oder die Entfeuchtung der Raumluft.

3.7 Grundsatz Vermeidung unnötig hoher Einwirkungen

Die Abdichtungsnorm weist drauf hin, dass Oberflächenwasser, also Niederschlagswasser, das auf einer größeren Fläche um das Gebäude niederregnet



Bild 15. Bei einer Neigung der Geländeoberfläche zum Gebäude besteht das Risiko von Überflutung der Sockelzone und Wasserschäden durch über Türschwellen eindringendes Oberflächenwasser.

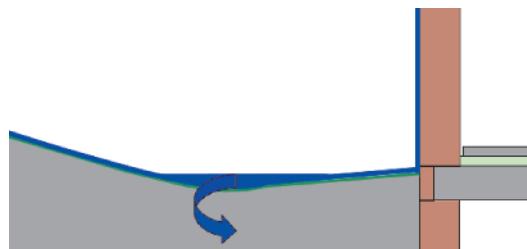


Bild 16. Gefälle zum Gebäude ist möglichst zu vermeiden. Auf Bergseiten kann ein Gegengefälle, gegebenenfalls mit Seitenneigung, von der Bergseite kommendes Wasser um das Gebäude umleiten.

und aufgrund der Geländeneigung zum Gebäude hin fließt, durch Maßnahmen vom Gebäudesockel und damit vom verfüllten Arbeitsraum fernzuhalten ist. Dazu können muldenförmige Geländeoberflächen oder andere Maßnahmen, die an der Geländeoberfläche ablaufendes Wasser vom Gebäudesockel weg und um das Gebäude herumleiten, geeignet sein.

Lichtschächte, Lichthöfe und außen liegende Treppenabgänge oder vergleichbare Geländeabsenkungen dürfen nicht so gestaltet sein, dass aus der Umgebung Oberflächenwasser in diese gelangen und Schäden im Gebäude verursachen kann. Dazu sind deren Ränder gegenüber dem umliegenden Gelände höher liegend auszuführen. Selbstverständlich könnten (außerhalb der normativen Regelungen) alternativ die Außenwände einschließlich Fenster druckwasserdicht ausgebildet werden.

Entwässerungen aus Regenfallleitungen sollten nicht offen an Sockelzonen enden. In der Nähe von Türen, insbesondere mit niveaugleichen Schwellen, dürfen keine offenen Ausleitungen von Regenfallleitungen liegen, wenn durch Spritzwasser oder Wasseranstau bei z. B. Schnee und von oben kommendem Schmelzwasser zu Schäden im Gebäudeinnern führen können.

Versickerungseinrichtungen dürfen die Wassereinwirkung auf erdberührte Bauteile nicht erhöhen, wenn deren Abdichtung nicht gegen Druckwasser ausgelegt ist.

3.8 Kellerlichtschächte und Außentreppen bei Druckwasser

Die zurückgezogene Abdichtungsnorm DIN 18195 forderte, dass Kellerlichtschächte sowie bewitterte Außentreppen bei Druckwassereinwirkung wasserdicht an das Gebäude anzuschließen sind und Niederschlagswasser aus dem Schacht bzw. von der Treppenoberfläche sowie dem unteren Podest durch ein rückstausicheres Entwässerungssystem abzuleiten ist. Da in vielen Fällen Lichtschächte und Außentreppen unterhalb der Rückstauebene liegen, müssten Entwässerungssysteme mit Pumpen, die unterbrechungsfrei funktionieren müssen, Niederschlagswasser ableiten. Weiterhin sollte zur Vermeidung unnötiger Risiken durch Wassereinleitung von außen in das Gebäude die Pumpe nicht im Gebäude, sondern außerhalb in einem Schacht angeordnet sein. Diese Lösung ist nicht nur bei Herstellung und Instandhaltung kostenintensiv, sie birgt auch Betriebsrisiken, falls nur eines der Teile nicht funktionieren sollte.

Im Gegensatz dazu lässt die jetzige Abdichtungsnorm zu, dass durch z. B. Geländegestaltung (das ist eine ohnehin erforderliche Maßnahme, siehe vorher) und Abdeckungen Niederschläge nicht in Schächte oder auf Treppen gelangen können. Dann kann auf eine Entwässerung verzichtet werden. Damit finden die inzwischen häufigen Lösungen von Kellerlichtschachtabdeckungen aus transluzenten Stoffen Berücksichtigung, die zu Lüftungszwecken auf Abstand zur Oberkante des Lichtschachts montiert werden. Selbstverständlich kann auf solche Anbauten in der Untergeschossebene ganz verzichtet werden, häufig sind sie gar nicht erforderlich. Durch Kellerlichtschächte gelangt nicht viel Licht in die Untergeschossräume und für Lüftungen existieren effizientere Lösungen. Außentreppen alleine für den Transport von z. B. Gartengeräten oder Rasenmähern sind in den meisten Situationen mit Druckwasser durch Sickerwasser oder Schichten- bzw. Grundwasser vor erdberührten Außenwänden häufig so aufwendig, dass kleinere Nebengebäude günstiger sind.

3.9 Abdichtung von Außenwandflächen mit kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtungen (KMB bzw. PMBC)

Erdberührte Wände werden seit Jahrzehnten mit flüssig zu verarbeitenden, kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtungen (KMB oder PMBC (Polymer Modified Bituminous thick Coatings)) bei gutem Erfolg abgedichtet. Undichtheiten beruhen in der Regel auf Fehlern bei Vorbehandlung und Ausführung. Dazu zählt neben unzureichender Untergrundvorbereitung oder zu dünnen Schichten insbesondere der fehlerhafte Umgang mit dem fertigen Abdichtungssystem. Wenn der Arbeitsraum zu früh verfüllt wird, solange die Abdichtungsschicht noch nicht durchgehend vernetzt ist oder zur Verfüllung ungeeignetes Material

ohne Schutzschichten eingesetzt wird, besteht die Gefahr von Fehlstellen oder gar flächigem Versagen. Hautförmige Abdichtungen erdberührter Bauteile beschränken sich seit vielen Jahren auf Wände. Bei Druckwassereinwirkung werden nur in Ausnahmefällen Abdichtungen unter Bodenplatten ausgeführt. Anstelle dessen werden Bodenplatten aus wasserundurchlässigen Betonkonstruktionen gewählt. Klassische schwarze Wannen in diesem Sinne gibt es nicht mehr, bei denen Abdichtungsschichten die erdberührten Bauteile wannenartig umhüllen. Dagegen werden Abdichtungen vor Wänden üblicherweise an wasserundurchlässige Betonkonstruktionen angeschlossen. Diese Übergänge müssen bei Druckwasser dauerhaft dicht und nicht hinterläufig sein. Da diese Stellen später entweder nicht oder nur mit hohem Aufwand zugänglich sind, ist der geforderte Aufwand für Abdichtungen und die Übergänge hoch.

3.9.1 Stoff

Bei Polymer Modified Bituminous thick Coatings (PMBC) handelt es sich um kunststoffmodifizierte, ein- oder zweikomponentige Massen auf der Basis von Bitumenemulsionen. Emulsionen bestehen aus den beiden sich gegenseitig abweisenden Flüssigkeiten Bitumen und Wasser. Durch Abgabe des trennenden Wassers vernetzen sich die Bitumenkolloide (sehr kleine Bitumentropfchen), wodurch eine wasserdichte Schicht entsteht. Dazu wird ein Teil des Wassers vom Untergrund aufgenommen, der andere Teil diffundiert nach außen und verdunstet dort. Dieser Vorgang wird „Brechen“ genannt. Die Trocknung hängt stark vom Feuchtegehalt des Untergrunds und den Austrocknungsbedingungen, dem Klima im Arbeitsraum vor der Wand ab. Die Durchtrocknungsdauer kann deshalb deutlich variieren.

3.9.2 Untergrund

Unterputze und egalisierende Kratzspachtelungen sind in der Regel nicht erforderlich, sondern nur, wenn Mauerwerk mit kleineren Steinformaten uneben und mit größeren Lücken vermauert sind. Sonst sind heutige Mauerwerkswandflächen üblicherweise aus größeren Planelementen vermauert, bei denen nur vereinzelte Lücken und Fehlstellen bestehen. Nicht verschlossene Vertiefungen von über 5 mm Tiefe (z. B. an Mörteltaschen), über 5 mm breite Stoß- und Lagerfugen und Ausbrüche sind mit Mörtel zu schließen. Konvexe Kanten des Mauerwerks sind abzuschrägen (zu fasen), damit die flüssig zu verarbeitende Abdichtung nicht an scharfen Kanten mit der Kelle beim Verarbeiten auf null ausgedrückt wird. Kehlen sollen gerundet sein. Bei flexiblen Stoffen können Kehlen mit kleineren Radien als von 4 cm hergestellt werden. Insbesondere bei flüssig zu verarbeitenden Systemen wird die Abdichtung nicht auf Biegung beansprucht, da diese erst vor Ort hergestellt wird und sich so an den Untergrund anpasst. Die Radien sollten klein sein und bei

Bitumendickbeschichtungen keine größere Rundung als 2 cm haben, um Probleme bei der Durchtrocknung zu vermeiden. Mit der Ausrundung soll erreicht werden, dass die Abdichtung an der Kehle bei der Verarbeitung nicht versehentlich mit der Kelle durchtrennt wird.

Untergründe von Abdichtungen müssen frostfrei und trocken sein, trennende Substanzen oder Schmutz ist (in Abhängigkeit der Einwirkungsklasse) zu entfernen. Einige PMBC sind auf einem durch Voranstrich vorbereiteten Untergrund zu verarbeiten.

Bei der geringen Wassereinwirkungsklasse W1-E sind Maßnahmen zur Vermeidung der Unterläufigkeit nicht unbedingt notwendig, aber zu empfehlen, damit auch diese nicht unterläufig und somit bei nicht absehbaren auch nur geringen Druckwasserbildungen zuverlässiger sind.

3.9.3 Verarbeitung

PMBC ist in mindestens zwei Arbeitsgängen zu verarbeiten. Der Auftrag kann in der Wassereinwirkung Klasse W1-E frisch in frisch erfolgen, die Trockenschichtdicke muss mindestens 3 mm betragen. Bei der höheren Einwirkung der Klasse W2.1-E beträgt die geforderte Trockenschichtdicke 4 mm, Abdichtungen sind zweilagig zu verarbeiten. Dazu wird die erste Abdichtungslage aufgetragen, die zweite darf erst nach Durchtrocknung der ersten Lage verarbeitet werden. Auf diese Schichtdicken sind jeweils Zuschläge für verarbeitungsbedingte Schwankungen sowie dem Mehrverbrauch für die Egalisierung des Untergrunds hinzuzurechnen. Letztere kann entfallen, wenn der Untergrund bereits zuvor geebnet wurde. Die Zuschläge sollten vom Hersteller angegeben werden. Ebenso sollten Hersteller Angaben zum Dickenschwund machen, damit dieser durch Mehrschichtdicken ausgeglichen werden kann. Insofern keine Angaben vorliegen, sollte ein Dickenzuschlag von 25 Prozent zur Mindesttrockenschichtdicke addiert werden. Die Trockenschichtdicke darf an keiner Stelle der Fläche doppelt so dick sein wie die Mindesttrockenschichtdicke zuzüglich des Dickenzuschlags. Wenn flüssig zu verarbeitende Abdichtungen zu dick sind, besteht die Gefahr, dass sie in diesen Teilbereichen nicht vollständig durchtrocknen und nach dem Verfüllen des Arbeitsraums versagen könnten. Die Schichtdicke soll während der Verarbeitung im frischen Zustand durch Messung der Nassschichtdicke (mindestens 20 Messungen je Ausführungsobjekt bzw. mindestens 20 Messungen je 100 m²) kontrolliert werden. Dazu werden Messlehren angeboten. Zusätzlich sollen im Bereich von Durchdringungen, an Übergängen sowie Anschläßen Schichtdicken gemessen werden. Weiterhin soll durch den Materialverbrauch im Bezug zur Fläche die mittlere Schichtdicke geprüft werden. Bis zum Erreichen der Regenfestigkeit ist die Abdichtungsschicht vor Regeneinwirkung zu schützen. Wassereinwirkungen und Frost sind bis zur Durchtrocknung auszuschließen.

3.9.4 Schutzschichten

Schutzschichten dürfen erst angebracht und Arbeitsräume verfüllt werden, wenn die PMBC durchgetrocknet ist. Wegen unvermeidlichen Dickenschwankungen sowie klimaabhängigen Trocknungsgeschwindigkeiten kann kein fester Zeitraum für die Durchtrocknung angegeben werden. Sie kann z. B. an einer Referenzprobe (ein in der Baugrube gelagerter Mauerstein) durch Schnittprüfungen festgestellt werden. Auch sind Prüfungen an der Stirnfläche von Bodenplatten unterhalb der Fläche möglich, die für die Überlappung des Übergangs notwendig ist.

Die durchgetrocknete Schicht ist durch eine Schutzschicht gegen mechanische Beschädigung zu schützen. Diese kann z. B. aus Dämmpfatten einer Perimeterdämmung bestehen. Bei strukturierten Schutzlagen, z. B. Noppenbahnen, erhöht sich der Flächendruck, da der Erddruck nicht über die Gesamtfläche, sondern nur über den anliegenden Teil der Bahn auf die Abdichtung übertragen wird – das Beschädigungsrisiko steigt, solange nicht zwischen solchen Bahnen und der Abdichtung eine drucklastverteilende Schutzschicht angeordnet wird. Allerdings verbleiben erhöhte Druckspannungen auch bei z. B. ausreichend dicken und damit lastverteilenden Vliesten. Diese tragen aber dazu bei, dass bei der Verdichtung der Arbeitsraumauffüllung die möglicherweise nach unten geschobenen Schutzlagen die Abdichtung nicht beschädigen. Günstiger sind plattenförmige Werkstoffe. Die Beschädigungsgefahr ist bei dickeren Platten mit weicheren, sich dem Untergrund anpassenden Oberflächen am geringsten.

3.10 Abdichtung von Außenwandflächen mit Bahnen

Wenn die Wartezeiten bis zur Durchtrocknung oder Frost- und Niederschlagsempfindlichkeit von frischer PMBC den Bauablauf verzögern könnten, sind bahnenförmige Abdichtungen möglich. DIN 18533 führt für die Wassereinwirkungsklasse W1-E auch an der Baustelle gut zu verarbeitende Kaltselbstklebebahnen auf.

Bahnen sind wegen der industriellen Produktion gleichmäßig dick und müssen nicht erst an der Wand in der Baugrube vernetzen. Sie sind robust und bereits unmittelbar nach der Verlegung uneingeschränkt gebrauchstauglich. Bei ausreichendem Problembewusstsein sowie sorgfältigem Arbeiten lassen sich mit Bahnen dauerhaft zuverlässige Lösungen realisieren. Sie haben aber den Nachteil, dass Fehlstellen an Nähten, Durchdringungen und an den Anschläßen an andere Bauteile bei der Verarbeitung entstehen können, die von außen nicht immer bemerkbar sind. Sie erfordern daher eine hohe Qualifikation der Ausführenden, die an allen Stellen sorgfältig arbeiten müssen. Der größte Nachteil besteht aber im hohen Aufwand bei den Übergängen auf wasserundurchlässige Betonkonstruktionen (siehe Abschnitt 3.13.2), die bei Beach-

tung der normativen Anforderungen die Anwendung von Bahnen bei einer Druckwassereinwirkung infrage stellt.

3.11 Bodenflächen oberhalb des Bemessungswasserstands

3.11.1 Wassereinwirkungsklasse W1-E

Wenn der Baugrund stark wasser durchlässig ist und die Gründung oberhalb des Bemessungswasserstands liegt, wirkt auf die Unterseite der Bodenplatte ausschließlich Bodenfeuchte als Kapillarwasser ein.

Auf eine Abdichtung kann bei Wassereinwirkungsklasse W1-E und Raumnutzungsklasse RN1-E ganz verzichtet werden, wenn unterhalb der Bodenplatte als kapillarbremende Maßnahme eine 15 cm dicke Schüttung aus kapillarbremenden Stoffen (Sand ohne Schluffanteile, Kies oder Schotter) angeordnet wird. Allerdings leitet üblicherweise schon der Beton der Bodenplatte Wasser nicht kapillär und ist so mindestens gleichwertig zu einer Schüttung unterhalb der Platte. Angenommen der Beton der Bodenplatte sei kapillar leitend, kann in W1-E und RN2-E auf der Bodenplatte eine Abdichtung verlegt werden. In Wassereinwirkungsklasse W1.1-E können Estrichbahnen (EB) verwendet werden. Dazu werden Polymerbitumenbahnen mit Aluminiumverbundeinlage von 0,9 mm Dicke gefordert. Solche Bahnen sind in Wassereinwirkungsklasse W1.2-E (schwach durchlässiger Baugrund oberhalb des Bemessungswasserstands in Verbindung mit Dränagen) nicht zulässig, weil unterstellt wird, dass Dränanlagen nicht ausreichend zuverlässig seien. Sind sie das, liegt an der Oberseite der Bodenplatte die gleiche Einwirkung wie bei Klasse W1.1-E vor. Insofern ist die Festlegung unter technischen Aspekten nicht vollständig nachvollziehbar, weil bei eventuellem Ausfall der Dränung und einer anzunehmenden Stauwasserbildung Wasser von außen durch die nicht druckwasserdichte Abdichtung in das Gebäude innen eindringen und, unabhängig von der Qualität der auf der Bodenplatte verlegten Abdichtung, Wasserschäden verursachen kann.

3.11.2 Wassereinwirkungsklasse W2-E

Wassereinwirkungsklasse W2-E beschreibt die Druckwassereinwirkung an die Außenseiten von erdberührten Wand- und Bodenflächen. Dabei wird augenscheinlich nicht nach diesen Flächen differenziert.

DIN 18533 hat sich davon gelöst, den Abdichtungsaufwand nach der Entstehungsart, also der Herkunft der Wassereinwirkung, zu differenzieren. Für die Einwirkung auf eine Abdichtung ist das richtig. Für die Abdichtung ist es gleich, ob es sich um Stauwasser oder Schichten- bzw. Grundwasser handelt. Dennoch verbleibt ein wesentlicher Unterschied: Ausschließlich drückendes Sickerwasser (früher: zeitweise anstehendes Stauwasser) darf durch Dränanlagen zur geringeren Wassereinwirkung „nicht drückendes Sickerwas-

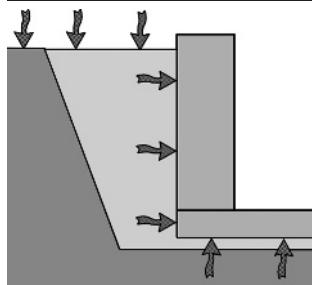
ser und Bodenfeuchte“ reduziert werden, nicht aber Schichtenwasser oder Grundwasser. Die bereits beschriebenen, normativ geforderten Maßnahmen gegen unnötig hohe Einwirkungen sorgen aber für den Regelfall für so geringe Einwirkungen, dass bis an Dränanlagen auch in gering durchlässigem Baugrund kein freies Sickerwasser kommt, das Druckwasser erzeugen könnte – solange kein Oberflächen- oder Schichtenwasser ansteht. Gegen ersteres ist das Gelände so zu gestalten, dass Oberflächenwasser gar nicht erst an die Sockelzone und damit nicht an den verfüllten Arbeitsraum gelangt. Schichtenwasser ist mit Grundwasser des oberen Grundwasserstockwerks gleichzusetzen und darf nicht gedränzt werden. Daraus ergeben sich die in Tabelle 2 dargestellten Konstellationen bzgl. der Einwirkungen an erdberührte Wandflächen und die Unterseiten von Bodenplatten.

Selbstverständlich ist an Flächen mit Druckwassereinwirkung eine geeignete Abdichtung anzuordnen. An Flächen aber, an denen nur Bodenfeuchte und damit nur eine kapillare Wassereinwirkung vorliegt, ist das nicht so. Das bedeutet nicht, dass nicht auch diese Flächen abgedichtet werden können, sie müssen aber unter bestimmten Voraussetzungen nicht gleichartig wie erdberührte Wände geschützt werden.

Die Entscheidung, an welcher Fläche welche Wassereinwirkung vorliegt, ist eine verantwortungsvolle Aufgabe und unter der Berücksichtigung möglicher handwerklicher Unvollkommenheiten sowie des Umstands zu treffen, dass nach Fertigstellung des Gebäudes und während der Nutzung weder Wände, noch Unterseiten von Bodenplatten zugänglich sind. Andererseits soll eine zu hohe Anforderung, die in konkreten Fällen nicht realistisch ist, nicht dazu führen, dass Gebäude mit sehr hohem Aufwand nachträglich gegen Druckwasser geschützt werden müssen, wo dies nicht erforderlich ist. Über die tatsächliche Durchlässigkeit von Baugrund und daraus zu ziehenden Schlussfolgerungen zur Wassereinwirkung auf erdberührte Bauteile hat Professor Dr. Wolfgang Krajewski bei den Aachener Bausachverständigen Tagen 2017 referiert. [19]

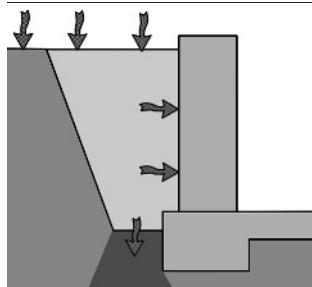
3.11.3 Möglichst keine Grundleitungen unter Bodenplatten

In Tabelle 2 ist dargestellt, wann sich unter Bodenplatten Druckwasser aus Sickerwasser bilden kann. Neben dem Risiko von partieller Druckwassereinwirkung schon durch kleine Sickerwassermengen entlang von in durchlässigem Material gebetteten Grundleitungen besteht die Gefahr von Druckwasser bei Fehlstellen insbesondere bei Grundleitungen, die Niederschlagswasser von Dächern ableiten, aber auch bei Rückstau aus dem Kanalnetz. Daher sollten Sammelleitungen innerhalb von Untergeschossen und durch deren Außenwände geführt werden, nicht aber unter Bodenplatten. Die Gefahr von Schäden an in Erdreich verlegten Abwasserleitungen ist durch die Verdichtung des umgebenden Erdreichs auch bei richtiger Bettung größer

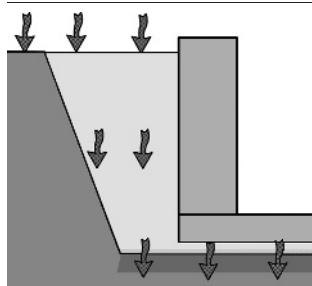
Tabelle 2. Tatsächliche Einwirkungen an Bodenplatten**Stauwasser = Druckwasser unter Bodenplatten, Bedingungen:**

Hydraulische Verbindungen vom Bereich vor den Wänden zu dem Bereich unter Bodenplatten *und* die (geringe!) Menge des Sickerwassers staut sich auf einem sehr gering durchlässigen Baugrund.

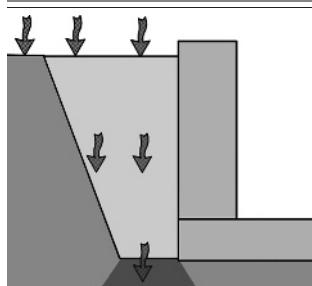
Bei partiell in durchlässigem Material gebetteten Grundleitungen kann sich diese Situation um die Leitungen und an Durchdringungen durch Bodenplatten einstellen!

Stauwasser ≠ Druckwasser unter Bodenplatten, Bedingungen:

Wenn keine hydraulischen Verbindungen von den Bereichen vor den Wänden zu den unter Bodenplatten bestehen.



Wenn das Sickerwasser unter der Bodenplatte versickert, gleichsam einer Rigole. (Dabei darf die Formstabilität des Untergrunds durch die Wassereinwirkung nicht beeinträchtigt werden)!



Es befinden sich keine wasserquerleitenden Schichten unter der Bodenplatte.

als bei der Verlegung in Innenräumen. Schadhafte Leitungen unter Bodenplatten sind für Instandsetzungen nur unter hohem Aufwand mit Durchbrechen der Bodenplatte und gegebenenfalls mit Teilaabbruch von darauf stehenden Wänden zugänglich. Grundleitungen sollten daher grundsätzlich auf ein unvermeidbares Mindestmaß beschränkt werden, etwa als Verbindung untergeschossiger Bodenabläufe in Pumpensümpfe.

3.12 Maßnahmen gegen Feuchtigkeit von innen

Die Norm regelt keine Maßnahmen gegen Feuchtigkeit von innen oder aus dem Bauteil, sie gibt aber Hinweise.

Das *Carrier-Diagramm (Willis Haviland Carrier)* gibt den Zusammenhang zwischen der Temperatur und der Kapazität von Luft an, Wasser in Gasform (Was-

serdampf) aufzunehmen. Mit steigender Temperatur steigt auch die Wasserdampfkapazität. Bei gleichbleibendem Wasserdampfgehalt und sich ändernden Temperaturen ändert sich damit die relative Luftfeuchte, die das Verhältnis zwischen vorhandenem und dem aufnehmbaren Wasserdampf beschreibt. Bekannt ist der darauf resultierende Effekt bei Tauwasserbildung auf kühlen Gegenständen, die aus dem Kühlschrank genommen werden. An deren Oberflächen ist die Luft so kalt, dass die in ihr enthaltene gasförmige Feuchtigkeit zu Tauwasser kondensiert. Das hat z. B. zur Folge, dass bei sommerlichem Lüften warme und relativ trockene Außenluft in kühlen Untergeschossen zu Tauwasser führen kann. Damit können insbesondere im Sommerhalbjahr Untergeschosse von innen feucht werden. Zumindest steigt die Gefahr von Schimmel- pilzbildungen, da Mikroben sich auf in Untergeschossen häufig anzutreffenden Untergründen mit einer relativen Luftfeuchtigkeit von 80 % begnügen. Bei einer Raumnutzung die eine trockene Raumluft erfordert, sollte Feuchtigkeitsbildung aus z. B. Tauwasser bei sommerlichem Lüften vermieden werden. DIN 18533-1 enthält beispielhaft Hinweise zu Maßnahmen, die nicht im Zusammenhang mit der Abdichtung stehen, z. B. Wärmedämmung, Beheizung, Belüftung der Räume oder Raumlufttrocknung. Diese Hinweise sind Hilfestellung zur Vermeidung von Schäden, die nicht auf die Abdichtung zurückgeführt werden können.

3.13 Abdichtungsdetails

3.13.1 Übergänge von PMBC auf WU-Betonkonstruktionen

Bei geringer Wassereinwirkung der Klasse W1-E genügt es, die Abdichtungsschicht aus PMBC an der Stirnfläche der Bodenplatte um 10 cm nach unten zu führen. Dabei muss (nur) die Abdichtungsschicht durchgehend dicht sein. Dazu gehört auch, dass an vorstehenden (konvexen) Kanten der Untergrund abzuschrägen (zu fasen) ist und Kehlen zu runden sind. In dieser geringen Einwirkungsklasse müssen keine Maßnahmen gegen die Unterläufigkeit getroffen werden, da nicht drückendes Sickerwasser an der senkrechten Fläche ohne Staudruck abläuft und so nicht unter den „Regenschirm“ läuft. Aus Zuverlässigkeitserwägungen können aber auch bei der geringen Wassereinwirkungsklasse die folgend erläuterten Maßnahmen ausgeführt werden, die bei der Wassereinwirkungsklasse W2-E erforderlich sind.

Seit Jahrzehnten werden PMBC auf Wandflächen an die Stirnflächen von Bodenplatten angeschlossen, ohne dass sie sich vom Grundsatz her systematisch ablösen. Adhäsive Übergänge haben den grundsätzlichen Vorteil, Ungleichmäßigkeiten des Untergrunds besser ausgleichen zu können als Klemmkonstruktionen mit langen und ebenen Stahlschienen. Die Dichtheit an Übergängen gegen Druckwasser ist bei Systemen, bei denen

die Klebemassen schon die Abdichtung bilden, vergleichsweise einfach und damit zuverlässig herstellbar. Für den festen, nicht unterläufigen Verbund zwischen Abdichtung und Beton ist der Untergrund mechanisch abtragend vorzubehandeln, z. B. durch Schleifen, Strahlen oder Fräsen. Der Untergrund muss ausreichend trocken sein und in Abhängigkeit des Produkts ein Voranstrich oder eine Grundierung erhalten. Die Abdichtungsnorm lässt eine Vorbehandlung des Untergrunds mit einer mineralischen Dichtschlämme (MDS) nur in Wassereinwirkungsklasse W1-E zu, nicht aber in W2-E, weil unterstellt wird, dass bei eventuellen Rissen in der Bodenplatte die MDS bricht und durch Brüche Wasser sickern könnte. Deswegen soll die flüssig zu verarbeitende Abdichtung unmittelbar auf dem Beton aufgetragen werden. Praktisch spricht aber nichts gegen eine Untergrundvorbehandlung mit einer MDS, wenn der Untergrund nach dem Auftragen rissfrei bleibt oder vorhandene Risse nach der Verarbeitung der MDS sich nur sehr wenig aufweiten. Anschließend ist die Abdichtung in durchgehender Schicht mindestens 15 cm an der Stirnfläche der Bodenplatte nach unten zu führen. Dieser Aufwand ist zwar hoch, aber angesichts der Tatsache, dass die Stellen entweder nicht oder nur mit hohem Aufwand für eine Instandhaltung zugänglich sind, zu rechtfertigen.

Lage des Übergangs: DIN 18533 sieht den Übergang ausschließlich an der senkrechten Stirnfläche der Bodenplatte vor. Unter technischen Aspekten gibt es aber keinen Grund, eine nicht unterläufige, fest anhaftende PMBC auch an anderen Betonoberflächen gleichartig anzuschließen. Es gibt daher keine technische Notwendigkeit, an z. B. weit vorstehenden Bodenplatten die Abdichtung über weite Strecken nach außen zu führen, nur um sie dann an der senkrechten Fläche anzuschließen. Haftet die Abdichtung an der Oberfläche fest an und ist nicht hinterläufig, spielt es keine Rolle, ob der Übergang senkrecht oder waagrecht liegt.

Genauso kann der Übergang an einer höher liegenden Stelle sein, wenn z. B. aus Zuverlässigkeitserwägungen im Druckwasser der untere Teil von Außenwänden aus wasserundurchlässiger Betonkonstruktion erstellt wird und nur darüber liegende Teile aus z. B. Kostengründen gemauert werden. Dieser Fall ist normativ nicht vorgesehen, selbstverständlich ist aber auch hier ein Übergang im Bereich der Wand möglich.

3.13.2 Übergänge von Bahnen auf WU-Betonkonstruktionen

An Übergängen auf wasserundurchlässigen Betonbauteilen schließt die Abdichtungsnorm adhäsive Verbindungen für Bitumenbahnen aus, sie fordert Klemmkonstruktionen. Diese aber sind hinsichtlich Material und Verarbeitung sehr aufwendig. Losflanschkonstruktionen sind 6 mm dicke und 6 cm breite Stahlschienen, die mit Gewindeschrauben M 12 in Abständen zwischen 7,5 und 15 cm eine ausreichend dicke Abdichtung aus mehreren Bitumen-

lagen so fest an den Untergrund anpassen, dass alleine durch den Klemmdruck Dichtheit entsteht. DIN 18533 fordert darüber hinaus im Hochbau unübliche Los-/Festflanschkonstruktionen, bei denen ein Festflansch in den Beton wasserundurchlässig eingebettet wird. Alternativ kann ein doppelt breiter Festflansch mit einem zweiseitigen Anschluss hergestellt werden, an den an der einen Seite die Abdichtungsbahn der Wand mit einem Losflansch eingeklemmt und an der anderen Seite ein mit dem Beton wasserundurchlässig verbundenes Fugenband ebenfalls mit einem Losflansch wasserdicht angeschlossen wird. Diese Detailausbildungen stammen aus dem Tiefbau, also bei Bauwerken wie Brücken oder Tunnelanlagen. Bei diesen wirken sich üblicherweise kleinere Leckstellen nicht wesentlich aus, weil mit kleineren Mengen von Leckwasser gerechnet wird und Vorkehrungen dagegen getroffen werden. Im Hochbau dagegen wird erwartet, dass solche Anschlüsse vollständig dicht sind und kein restliches Leckwasser eindringt. Das kann aber schon an kleinen wasserführenden Fehlstellen zwischen den Stößen der Stahlschienen oder an Unebenheiten an z. B. Stößen von Schalplatten oder ähnlichem passieren. Adhäsive Verbindungen haben diese Probleme nicht, weil die Dichtheit über die Klebefläche zwischen Abdichtung und Untergrund hergestellt wird. Da aber industriell vorgefertigte Bahnen grundsätzlich nicht mit dem gleichen Zuverlässigkeitgrad an senkrechten Wandflächen nichtunterläufig hergestellt werden können, ist diese Art von Übergängen den flüssig zu verarbeitenden Abdichtungen vorbehalten. Überwiegend aus diesem Grund haben PMBC Vorteile, auch wenn bei besonders sorgfältigen Arbeiten eine adhäsive Verbindung im gleichen Zuverlässigkeitgrad möglich sein sollte wie auf waagrechten Untergründen, auf denen Bitumenbahnen im Gieß- und Einrollverfahren verarbeitet werden können.

Kunststoffbahnen für die Bauwerksabdichtung können einfach an wasserundurchlässige Bauteile angeschlossen werden, wenn in diese materialkompatibel, außenliegende Fugenbänder eingelassen sind, an die die Abdichtungsbahnen im Schweißverfahren angeschlossen werden können. Selbstverständlich ist auch hier sorgfältiges Arbeiten erforderlich, insbesondere dürfen an Nahtfügungen keine Lücken im Bereich der Überlappungsansätze verbleiben, durch die Wasser sickern könnte.

3.13.3 Sockelabdichtungen

Der obere Rand von Abdichtungen erdberührter Wände ist in Klasse W4-E geregelt.

Abdichtung lassen sich sehr einfach hinter Bekleidungen – von außen nicht sichtbar – am Verlegeuntergrund hochführen. Das geht auf der Außenseite von tragenden Wänden, die außenseitig durch Wärmedämmverbundsysteme verdeckt werden. Genauso kann die Abdichtung hinter einer Verblendschale an der Außenseite der hinteren Wandschale hochgeführt werden.

Die Sockelzone umfasst den Bereich der Fassade oberhalb der Geländeoberkante und einen 20 cm breiten Streifen darunter. Damit können Abdichtungsschichten der Sockelzone an darunter fortführende Abdichtungen angeschlossen werden. Die Übergänge von in der Sockelzone möglichen Stoffen an darunter nicht zulässige Stoffe (z. B. faserverstärkte, flüssig zu verarbeitende Kunststoffabdichtung FLK) können damit unterhalb des Geländeanschlusses liegen.

Grundsätzlich sieht die Norm die Verarbeitung von Abdichtungsschichten auf festen, mineralischen Untergründen vor, lässt aber die Verarbeitung auf Dämmstoffen zu, die z. B. an Stirnflächen von Decken eingebettet sind. Dennoch kann die Sockelabdichtung auch auf nicht massiven Untergründen ausgeführt werden [20] – es handelt sie aber dann um Lösungen, die nicht in der Norm beschrieben sind.

Der obere Abdichtungsrand der Sockelzone soll 30 cm oberhalb des Geländes geplant werden, damit im Endzustand, also nach Fertigstellung der Außenanlagen, eine Höhe von 15 cm erreicht wird. Oberhalb des Geländes darf aber die Abdichtung entfallen, wenn in der Sockelzone ausreichend wasserabweisende Bauteile verwendet werden und wenn die Abdichtung am oberen Rand nicht hinterlaufen werden kann. Diese Formulierung ist offen, sie stellt auf die dauerhafte Gebrauchstauglichkeit von Anschlässen ab, die nicht über die Geländeoberkante aufgekantet werden können oder aus z. B. optischen Gründen nicht sollen.

Für niveaugleiche Türschwellen sprechen die Abdichtungsnormen eine Reihe von Empfehlungen aus, um Feuchtigkeitsschäden in Innenräumen zu verhindern, ohne Details abschließend zu regeln. Niveaugleiche Anschlüsse werden als *Sonderkonstruktion* bezeichnet. Dieser Begriff bedeutet aber kein erhöhtes Risiko, sondern weist lediglich auf die nicht abschließende Regelung hin. Wenn an niveaugleichen Türschwellen der Feuchtigkeitsschutz sichergestellt werden kann, gibt es keinen vernünftigen Grund, neben Türen eine Aufkantungshöhe von 15 cm zu fordern, wenn dort durch ähnliche Maßnahmen wie an den Türen der Feuchtigkeitsschutz auch erzielt werden kann. Wer will schon an bodentiefen Gläsern eine Abdichtung 15 cm hochführen? Die Gefahr von Schäden ist geringer, da bei Festverglasungen z. B. keine bewegliche Fuge zwischen Türrahmen und Schwellenprofil vorhanden ist. Niveaugleiche Anschlüsse der Abdichtung können ausgeführt werden, wenn besonderes Augenmerk auf die Detaillierung gelegt wird.

DIN 18533 regelt nicht Fußpunktabdichtungen von zweischaligem Mauerwerk, sondern nur die Abdichtung zum Bauwerks- und Bauteilschutz, also die Abdichtung, die das Bauwerk gegen von außen einwirkende Feuchtigkeit schützt. Die heutige gebräuchliche Abdichtungsbauart mit PMBC ist unter bzw. in lastabliegenden Mauerwerkswänden nicht zulässig. Die Abdichtung der erdberührten Außenwand darf aber unter Verblendmauerwerksschalen, die nur sich selbst tra-

gen, hindurchgeführt und an der Außenseite der inneren Wandschale aufgekantet werden. Damit werden Risiken durch den Wechsel von Abdichtungsbauarten vermieden.

Bei zweischaligem Mauerwerk mit Verblendern aus Ziegelsteinen kann die (nur zum Schutz der Verblendschale gegebenenfalls erforderliche) Fußpunktabdichtung sowohl oberhalb der Geländeoberkante, in deren Höhe als auch unterhalb ausgeführt werden. Allerdings sollten die Mauerwerksbereiche unterhalb der Geländeoberkante zuverlässig gegen Druckwasser geschützt werden, um Schäden durch Ausblühungen oberhalb der Geländeoberkante durch Kapillarwasser zu vermeiden. Bei Kalksandsteinverblendmauerwerk sollten die Steinreihen der Sockelzone in Bereichen, bei denen mit Tausalz zu rechnen ist (z. B. an Gehwegen), außenseitig abgedichtet werden, um durch Salz ausgelöste Gefügeschäden zu vermeiden. Diese Mauersteinreihen können entweder bekleidet, oder, bei geeigneten Abdichtungen aus mineralischen Dichtschlämmen, verputzt werden.

3.13.4 Querschnittsabdichtungen

Querschnittsabdichtungen können unter und bzw. oder auf der ersten Steinreihe verlegt werden. Meistens wird aber gefordert, dass auch die erste Steinreihe trocken ist. Deswegen sollen, unter der Annahme, dass die Unterseiten von Wänden durch Kapillarwasser beansprucht werden, Mauerquerschnittsabdichtungen unter der ersten Steinreihe aufsteigende Feuchtigkeit verhindern. Wenn dieses Ziel erreicht wird, ist keine Abdichtung auf der ersten Steinreihe erforderlich. Die äußere Wandabdichtung sowie, falls vorhanden, die Fußbodenabdichtung sollen an die Querschnittsabdichtung herangeführt bzw. verklebt werden. Ziel dabei ist, kapillaraktive Feuchtigkeitsbrücken zu vermeiden. Dazu genügt aber die Trennung von eventuellen Kapillaren, weswegen Mauerquerschnittsabdichtungen mit angrenzenden Abdichtungen auf Bodenplatten nicht wasserdicht verbunden sein müssen.

Die gesamte Wand einschließlich der unteren Steinreihe soll gegen Nässe geschützt werden, sodass die Querschnittsabdichtung unmittelbar auf der Bodenplatte anzuordnen ist. Auf der Bodenplatte fließendes Wasser kann aber die erste Steinreihe seitlich beneten und deswegen durchfeuchten. Das lässt sich mit horizontal angeordneten Abdichtungen nicht vermeiden. Auf der ersten Steinreihe angeordnete Mauerquerschnittsabdichtungen können durch Niederschlagsereignisse während der Bauzeit zurückgehende Durchfeuchtungen von Wänden auf die erste Steinreihe beschränken – aber bereits das kann problematisch sein. Grundsätzlich sind Mauerquerschnittsabdichtung aber nur erforderlich, wenn der Untergrund feucht sein könnte. Heute üblicher Konstruktionsbeton hat aber bei üblichen Bauteildicken gegenüber Wasser keine kapillare Leitfähigkeit. Wenn der Untergrund nicht durch außen einwirkendes Wasser aus dem Boden feucht wer-

den kann, sind unter technischen Aspekten auch keine Mauerquerschnittsabdichtungen gegen von außen einwirkende Feuchtigkeit – Regelungsgegenstand der Abdichtungsnorm – notwendig. Sie werden in der Praxis häufig nur eingesetzt, weil sie sich in den letzten Jahrzehnten durchgesetzt haben, auch ohne technische Notwendigkeit. Sie sind zur Streitvermeidung zu empfehlen, solange nicht über die jeweils konkrete Situation und Bedingungen, mithin die Physik, aufgeklärt wird.

Bahnenvormige Querschnittsabdichtungen

Außenwände müssen unter bestimmten Bedingungen (z. B. bei erdberührten Außenwänden großer Längen, ohne aussteifende Innenwände und geringer Auflast, wie es beispielsweise bei eingeschossigen Holzhäusern realisiert wird) senkrecht zur Wandfläche einwirkende Kräfte (Querkräfte) übertragen können. In solchen Einbausituationen dürfen Querschnittsabdichtungen keine Gleitschichten bilden. DIN 18533 listet in Teil 2 Bahnen auf, die nach den Kriterien der Querkraftübertragung sortiert sind. Dabei weist das Kürzel Q auf querkraftübertragende und das Kürzel nQ auf nicht querkraftübertragende Eigenschaften.

Vollflächig aufgeklebte Bahnen und solche mit werkseitig aufgebrachten Klebeschichten (Schweißbahnen und Kaltselbstklebebahnen) sind ungeeignet, weil die Klebeschicht eine Gleitebene bilden kann. Bewährt haben sich Bitumendachbahnen mit Rohfilzeinlage (R 500). Eine Bahn G 200 DD hat nur geringe querkraftübertragende Eigenschaften und ist daher nicht grundsätzlich geeignet. Die alleinige Nennung dieser Bahn in VOB/C DIN 18336 [21] hat nur kalkulatorische Gründe. Diese Norm verfolgt nicht in erster Linie das Ziel, anerkannte Regel der Technik zu sein, sondern ist als Teil eines Vertragswerks Preisrecht.

Seit Jahren werden Mauersperrbahnen als Querschnittsabdichtung verwendet, die hinsichtlich des Werkstoffs und der Bahnendicke erheblich von den genormten Bahnen abweichen. Die Prüfkriterien sind in den europäischen Stoffnormen DIN EN 14909 [22] und DIN EN 14967 [23] festgelegt. Die Anwendungsnorm DIN SPEC 20000-202 [11] stellt schärfere Anforderungen. Die Auflagerfläche der Bahnen ist abzugleichen, sodass eine waagerechte Fläche ohne für die Bahnen schädigende Unebenheiten entsteht. Die Bahnen dürfen nicht flächig auf Stoß aufgeklebt werden. Die Lagen sollen sich mindestens 20 cm überdecken und können an den Überdeckungen verklebt werden.

Schlämme als Querschnittsabdichtung

Ebenfalls seit langem als Querschnittsabdichtung verwendet und mittlerweile auch genormt, sind flüssige Abdichtungsstoffe. Dazu zählen u. a. mineralische Dichtungsschlämme (MDS). Kunststoffmodifizierte, rissüberbrückende Dichtungsschlämme sind in der Lage, Rissweitenänderungen von 0,2 bis 0,4 mm zu über-

brücken. Dabei zählen (wie bei allen Stoffen) nur Rissaufweitungen, die auf die Abdichtung einwirken und erst nach der Verarbeitung derselben entstehen. Die vorhandene Rissbreite bei der Verarbeitung spielt daher keine Rolle, sondern nur nachträglich auftretende Rissbreiten oder nachträgliche Aufweitung bereits vorhandener Risse.

Querschnittsabdichtungen aus Schlämmen haben die gleich hohe Querkraftübertragung wie Mauerwerkslagerfugen. Zur Reduzierung der Fehlstellengefahr sind ein mindestens zweilagiger Auftrag und eine Schichtdicke von mindestens 2 mm erforderlich. Jeweils unterschiedliche Farbgebungen der Abdichtungsschichten erleichtern die Kontrolle während der Ausführung. So fällt dem Verarbeiter sofort auf, wenn eine der Schichten nicht ausreichend dick ist oder gar Fehlstellen aufweist.

Detailausbildung der Querschnittsabdichtungen

Soll die Querschnittsabdichtung an bahnförmige Boden- bzw. Wandabdichtungen anschließen, kann die Abdichtung jeweils circa 10 cm über die Wandoberfläche hinausragen, um den Abdichtungsrand überlappend mit den flächigen Bahnenabdichtungen zu verkleben. Das ist aber nicht zwingend erforderlich, es genügen Maßnahmen, die eine kapillare Verbindung zwischen den Bauteilen unterhalb und oberhalb der Abdichtungsebene verhindern. Deswegen fordert die Norm alternativ zur Verklebung lediglich das Heranführen von Abdichtungen an die Querschnittsabdichtung.

Bei über der ersten Steinreihe angeordneten Bahnen sollte darauf geachtet werden, dass die Querschnittsabdichtung bis zur Außenoberfläche des Putzes reicht, da sonst im Bereich des Putzes Feuchtebrücken entstehen können. Selbstverständlich ist bei dieser Ausbildung mit feuchten Putzoberflächen unterhalb der Querschnittsabdichtung zu rechnen, ebenso wirken die Stirnflächen von Abdichtungen in der Wandoberfläche optisch störend. Üblicherweise müssen auch erste Steinreihen trocken sein, sodass eine Querschnittsabdichtung darauf nichts nützt. Daher ist zu empfehlen, diese Ausbildung ganz zu vermeiden.

Innenwände stehen meist auf durchbetonierten Bodenplatten. Der Abdichtungsaufwand an der Aufstandsfläche ist von den Eigenschaften der Bodenplatte und der Feuchtigkeitsempfindlichkeit der auf ihr liegenden Bauteile abhängig. Bei Bodenplatten die Wasser kapillar leiten können sind Mauerquerschnittsabdichtungen erforderlich. Wenn sich die Wassereinwirkung auf Kapillarität beschränkt, wird diese bereits durch Konstruktionsbeton unter dem Mauerwerk verhindert, so dass häufig zumindest gegen von außen einwirkendes Wasser oder Feuchtigkeit keine Querschnittsabdichtung erforderlich ist. Unabhängig davon können Maßnahmen gegen im Beton enthaltene Baufeuchte sinnvoll sein.

4 Dränmaßnahmen

Dränungen müssen zuverlässig sein, damit sie dauerhaft (das bedeutet über die Zeitdauer der Nutzbarkeit einer Abdichtung) Druckwasser durch Sickerwasser von den nicht gegen Druckwasser widerstehenden Bauteilen fernhalten.

Dränanlagen erdberührter Bauteile sollen nach DIN 4095 [16] aus Flächendränen vor den zu schützenden Wandflächen, aus in Filterpaketen verlegten Dränleitungen, die das in die Flächendränschichten sickernde Wasser sammeln, aus Kontrollvorrichtungen und einer Vorflut, die das anfallende Wasser ableitet, bestehen.

4.1 Vorflut

Zunächst ist zu klären, ob eine Vorflut zur Verfügung steht. Die meisten Gemeinden nehmen kein Dränwasser zur Ableitung in das öffentliche Abwassersystem an – obwohl es sich nur um verzögert abgegebenes Niederschlagswasser handelt, das auf den verfüllten Arbeitsraum niedergeht.

Dränanlagen sind nach normativer Festlegung nur in Erwägung zu ziehen, wenn der Baugrund gering durchlässig ist. Dann ist auch die Versickerung des Dränwassers vor Ort meist nicht einfach möglich. Durch unterirdische Versickerungseinrichtungen kann wegen geringer Grundstücksgrößen i. d. R. die normativ abzuleitende Wassermenge nicht versickern. Dann kann (allerdings nur unter Berücksichtigung der unrealistisch hohen anzunehmenden Wassermengen) im Dränensystem Wasser rückstauen und eine Wassereinwirkung erzeugen, die durch die Dränung vermieden werden sollte. Praktisch wird aber bei Beachtung der aufgezeigten Rahmenbedingungen nur sehr wenig oder überhaupt kein Wasser über Dränsysteme abgeleitet. Regeldrännungen die nach heutigen Kriterien Wasser aufnehmen können sind deswegen einerseits überflüssig, andererseits sind keine Schäden durch Rückstau aus einer unterirdischen Versickerungseinrichtung (aus z. B. einem Sickerschacht oder einer Rigole) zu befürchten.

Dränungen scheiden wegen der Schwierigkeit bei der Vorflut in vielen Bausituationen bereits von vorneherein aus.

4.2 Flächendränenungen unter Bodenplatten

DIN 4095 gibt vor, dass Bodenplatten unterseitig durch Flächendränenungen gegen Druckwasser geschützt werden sollen.

Allerdings kann unter Bodenplatten unter den Voraussetzungen, unter denen Dränanlagen errichtet werden dürfen, kein Druckwasser entstehen. Das könnte nur sein, wenn sich unter Bodenplatten Quellen befinden. Diese können sich bei geologischen Verwerfungen wasserführender, gut durchlässiger Schichten über geringdurchlässigen Schichten unter Bodenplatten bil-

den, die an der Bauwerkssohle angeschnitten werden. Da es sich aber dann nicht um Sickerwasser, sondern um Schichtenwasser handelt, darf dies nicht als Regelfall ohne behördliche Genehmigung durch Dränanlagen abgeleitet werden.

Auch kann bei undichten, niederschlagswasserführenden Grundleitungen unterhalb von Bodenplatten Druckwasser entstehen, das aber ebenfalls nicht regulär in Dränanlagen abgeleitet werden darf.

Tatsächlich leiten vorhandene Dränanlagen kein Stauwasser ab, sondern nur Druckwasser durch Schichtenwasser, das in besonderen Ausnahmefällen, aber nicht (mehr) als Regelfall zu „Bodenfeuchte“ und „nicht drückendes Sickerwasser“ reduziert werden darf. Das gilt sowohl für die Wassereinwirkung an Wänden, als auch für Quellen (durch Schichtenwasser) unter Bodenplatten.

Selbstverständlich dürfen Dränanlagen nicht dazu genutzt werden, eventuelle Undichtheiten von Grundleitungen unter Gebäuden auszugleichen und dort austretendes Wasser aufzunehmen. Das gilt insbesondere für eventuell undichte Schmutzwassergrundleitungen, aber auch für Regenwasserleitungen, aus denen große Mengen Niederschlagswasser austreten können.

Flächendränen unterhalb von Gebäuden sind für reguläre Fälle daher nicht erforderlich. Sie dürfen nur in Sonderfällen Schichtenwasser ableiten. Flächendränen unter der Bodenplatte können daher regelmäßig entfallen, da im seitlichen Arbeitsraum möglicherweise aufstauendes Wasser nicht unter die Bodenplatte gelangen kann. Spätestens der (auf richtiger Höhe angeordnete) Ringdrän verhindert das. Wenn z. B. Streifenfundamente der Außenwände unmittelbar im anstehenden Boden gegründet werden, bleibt das Wasser vor den Fundamenten und kommt nicht unter das Gebäude. Dränmaßnahmen vor Kelleraußenwänden müssen daher – entgegen der normativen Festlegung – nicht regelmäßig, sondern höchstens in Ausnahmefällen mit Dränmaßnahmen unter der Bodenplatte kombiniert werden.

4.3 Flächendränen vor Außenwänden

Dränschichten vor erdberührten Außenwänden sollen folgende Anforderungen erfüllen:

- Sie sollen seitlich auf die Wand einwirkendes Wasser staufrei an den Fußpunkt ableiten.
- Sie sollen dauerhaft sickerfähig bleiben und sind deswegen so zu schützen, dass keine Bodeneinteile die Hohlräume der Dränschicht zusetzen.
- Sie dürfen durch seitlichen Erddruck auch bei üblichen Verkehrslasten auf der Geländeoberfläche nicht so deformiert werden, dass sie nicht mehr gebrauchstauglich sind.
- Unnötig hohe Wassereinwirkungen sind zu vermeiden. Dazu sollen Flächendränen nicht bis zur Geländeoberfläche geführt werden, damit kein über die Geländeoberfläche fließendes Wasser in die Dränanlage gelangt. Die Erdabdeckung vor dem Gebäude über dem verfüllten Arbeitsraum soll mit

ein Gefälle vom Gebäude weg angelegt und mit schwach durchlässigem Material oder einem Belag abgedeckt werden, um möglichst wenig Niederschlagswasser in den Boden abzuleiten.

Die an die Grundleitungen gelangende Wassermenge soll also gering gehalten werden. Dem stehen die üblichen Kiesstreifen an den Sockelzonen entgegen, durch die Niederschlagswasser von oben rasch in den Baugrund sickert und aus dem Kiesstreifen über den Flächendränen vor der Wand schnell bis zum Ringdrän abgeleitet wird. Wenn aber der Arbeitsraum mit einem geringdurchlässigen Material abgedeckt und mit einem Gefälle vom Gebäude weg angelegt wird, ist zwar die Wassereinwirkung in der Sockelzone geringfügig höher, die an die Bauwerksabdichtung gelangende Wassermenge aber erheblich geringer.

Grundsätzlich können als Dränschichten Schüttungen verwendet werden (z. B. Mischfilterschüttungen aus Kies-Sandmischungen ohne schluffige oder gar tonige Feinbestandteile). Die Abdichtungsnorm fordert allerdings Schutzschichten auf der dem Verarbeitungsuntergrund abgewandten Seite der Abdichtung. Bei der Verwendung von Schüttungen als Dränschicht sind unmittelbar vor der Abdichtung zunächst Schutzschichten aufzustellen, wozu z. B. Perimeterdämmplatten geeignet sind.

Wenn Dränschichten auch Schutzschichten für die Abdichtung der Kelleraußenwand sind und unmittelbar vor der Abdichtung angeordnet werden, müssen sie so beschaffen sein, dass sie die Abdichtung nicht beschädigen. Flächendräne vor Kellerwänden bestehen aus matten- oder plattenförmigen Bauteilen, ggf. aber auch aus Dränsteinen. Bei letzteren soll das Beschädigungsrisiko der Abdichtung durch eine Schutzzlage, z. B. ein Vlies, gering gehalten werden. Häufig sind die Dränschichten selbst nicht filterfest, d. h., dass sich Erdbestandteile in die Dränschichten einmischen. Dann sind sie beispielsweise mit Vliesten als Geotextilbahnen abzudecken.

Bei Außenwänden aus nicht wärmedämmendem Mauerwerk mit Wärmeschutzanforderungen sind Perimeterdämmsschichten üblich. Diese übernehmen zusätzlich die Aufgabe der Schutzschicht und – bei besonderer Profilierung mit außenseitiger Vliesabdeckung – der Drän- und Filterschicht.

Noppenbahnen können als Teil von Dränsystemen verwendet werden, wobei diese gebäudefestig ein Gleitvlies erhalten, damit sich im Arbeitsraum setzendes Erdreich keine Kräfte über die Noppenbahn auf die Abdichtung ausübt, die diese beschädigen können. Auf der Seite zum Erdreich werden üblicherweise Filtervliese notwendig, um die Hohlräume zwischen den nach außen gerichteten Noppen dauerhaft frei- und damit sickerfähig zu halten. Ohne diese beiden Beschichtungen durch Vliese sind Noppenbahnen als Flächendräne nicht geeignet. Als Schutz- oder Trennlage bergen sie Risiken durch erhöhte Perforationsgefahr der Abdichtung, da sich der seitliche Erddruck durch die strukturierte Bahn auf kleinere Flächen konzen-

triert und dadurch die Abdichtung leichter beschädigt wird als bei nicht strukturierten Trennlagen.

4.4 Dränleitungen

Das Ringdränrohr wird meist in Grobkies (8/16) verlegt, der gegen den anstehenden Boden filterfest auszubilden ist. Dazu wird ein Filtervlies verwendet, das an die Filtervliesschichten der Flächendränung anschließt. Dränrohre dürfen nicht unmittelbar in Vliese eingewickelt werden, da diese sich mit der Zeit zusetzen können. Dann kann das Dränwasser nicht mehr aus der Dränenschicht in das Dränrohr gelangen.

Der Kies um Dränleitungen sollte stark durchlässig sein. Allerdings wird die Durchlässigkeit nur in senkrechter Sickerrichtung bestimmt, nicht in waagrechter. Sowohl auf Deckenflächen, als auch an den Gebäudegründungen kann Wasser nur durch den geringen vektoriellen Anteil der Erdanziehungskraft, dem hydraulischen Gefälle, strömen. Dem steht der Fließwiderstand aufgrund der Adhäsion von Wasser im Kies entgegen. Um Stauwasser im Kies zu vermeiden, werden zur Verringerung des Fließwiderstands Dränleitungen eingesetzt. Diese müssen nicht die Anforderungen an geschlossene Grundleitungen erfüllen. Um den Wasseraustritt aus dem Filterpaket zu ermöglichen, werden entweder allseitig oder zumindest in der oberen Hälfte gelochte Rohre verwendet.

Zur Vermeidung von Schmutzablagerungen kleiner Mengen von unvermeidlich eingeschwemmten Feinbestandteilen auf den Sohlen der Dränrohre, sollten größere Gegengefällestrecken vermieden werden. DIN 4095 sieht ein Mindestgefälle von (nur) 0,5 % vor. Damit werden große Höhendifferenzen zwischen dem Hoch- und dem Tiefpunkt vermieden, was in der Regel zu unwirtschaftlich hohen Streifenfundamenten unter den Bodenplatten führte. Diese geringe Gefällegebung ist bei Stangenware einfacher sicherzustellen als bei für die landwirtschaftliche Dränung (oder Bewässerung) vorgesehene Rollenware mit Endlosdränschläuchen, die nicht mit gleichmäßigem Gefälle verlegt werden können.

Das Dränrohr kann seine Schutzfunktion nur erfüllen, wenn es tiefer als die gegen Drückwasser zu schützenden Bauteile liegt. Die Rohrsohle sollte am Hochpunkt mindestens 0,2 m unter der Bauteilhöhe liegen, die zu schützen ist. In der Regel handelt es sich dabei um die Höhe der Oberfläche der Rohbodenplatte. Um Setzungsschäden zu vermeiden, darf der Rohrgraben andererseits nicht tiefer als die Fundamentsohle liegen, es sei denn, der Rohrgraben liegt außerhalb des Druckausbreitungsbereichs der Fundamente. Um Streifenfundamente zu vermeiden, können untere Wandbereiche mit den heute üblichen Verfahren ohne großen Mehraufwand gegen Drückwasser abgedichtet werden, sodass Anlagen auch vor Wänden ausgeführt werden können. Dann aber liegt der Bereich darunter im Drückwasser. D. h. aber nicht, dass deswegen auch die Unterseite von Bodenplatten zwangsläu-

fig durch Drückwasser beansprucht wird und dagegen zu schützen ist (siehe Abschnitt 3.11), sondern nur bei ungünstigen Kombinationen. Will man aber mit Dränanlagen in jedem Fall (in Situationen oberhalb des Bemessungswasserstands) Drückwasser unter Bodenplatten vermeiden, müssen Ringdräne unterhalb der Unterkante von Bodenplatten verlegt werden.

4.5 Kontrollsäume und Vorflut

Bei Richtungswechseln – also in der Regel an den Gebäudeecken – und bei Dränlängen über 50 m sind Kontroll- und Spülmöglichkeiten vorzusehen, die üblicherweise aus PVC-Standrohren bestehen. Allerdings kann die Anzahl von Spül- und Kontrollsäumen bei heutigen Hochdrucksäulen bestehen sowie Inspektionskameras, die auch bei Kanalanlagen eingesetzt werden, reduziert werden. Sie müssen nicht wie früher, als die Leitungen mit Spiegeln inspiriert wurden, an jedem Richtungswechsel angeordnet werden. Leitungen sind mit Biegeradien zu verlegen, sodass die Inspektions- oder Spülsläuche an den Richtungswechseln durchgeführt werden können.

Die Übergabestelle zur Vorflut sollte als Schacht mit einem für die Zugänglichkeit ausreichendem Durchmesser von mindestens 1 m hergestellt werden.

Grundsätzlich ist auf die Rückstausicherheit des Dränsystems zu achten. Dränleitungen dürfen nicht unmittelbar an Grundleitungen unterhalb der Rückstauoberfläche angeschlossen werden, da sonst die Gefahr von Rückstauereignissen besteht und dadurch eine Wassereinwirkung provoziert wird, die durch Dränanlagen vermieden werden soll. Rückstauklappen sind zwar grundsätzlich denkbar, laufen aber Gefahr, im Laufe der Jahre zum Beispiel wegen Verschmutzungen auszufallen und sind deswegen nicht zu empfehlen. Pumpensümpfe sind regelmäßig mit Hebeanlagen zu versehen, die unterbrechungsfrei arbeiten müssen. Sie sind also gegebenenfalls mit zweizügigen Hebeanlagen, Alarmgeber und Stromversorgung auszustatten.

4.6 Wechselwirkung Dränwasser und Baugrund

Wie bereits ausgeführt, soll die durch Dränanlagen abzuleitende Wassermenge möglichst gering gehalten werden. Dabei geht es nicht nur um die Begrenzung der Wassermenge in die Vorflut, sondern auch um die Gefahr der Wechselwirkung zwischen Wasser und der Beschaffenheit des Bodenmaterials unter der Gründung. Dränungen werden regelmäßig in gering durchlässigem Baugrund vorgesehen, der feinkörnig und damit gegen wechselnde Wassergehalte nur bedingt formbeständig ist. Es ist allgemein bekannt, dass lehmiger Boden matschig wird, wenn Wasser zugeleitet wird. Das passiert auch am unteren Ende einer Wand mit Dränung, da der Ringdrän Wasser nur ableitet, aber nicht absaugt. In horizontaler Richtung wird Wasser überwiegend durch das hydraulische Gefälle gegen den Durchdringungswiderstand des Kieses sickern können,

sodass unterhalb von Dränleitungen mit stehendem Wasser zu rechnen ist (solange Niederschlagswasser über Flächendräne vor den Außenwänden an deren Fußpunkte gelangt).

Wenn Wasser bis unter die lastableitende Gründung gelangt, kann dort feinkörniger Boden aufweichen. Liegt zwischen der Unterkante der Gründung und dem feinkörnigen Boden grobkörniges Material, z. B. Kies, und ist dieser nicht durch ein Geotextil vom Boden getrennt, kann aufgeweichter Boden in die Hohlräume des Kieses ausweichen.

Daher sollte auch der Aspekt der Wechselwirkung und der Formbeständigkeit des Bodens unter Beachtung der durch die Dränerung zugeleiteten Wassermenge berücksichtigt werden. Ob die in DIN 4095 geforderte Maßnahme, den Drängraben nicht tiefer als die Fundamentsohle zu legen, genügt, hängt von der zufließenden Wassermenge ab. Ist diese gering, reicht das aus. Bei (unzulässigerweise) größeren Mengen durch Oberflächenwasser und Schichtenwasser besteht aber die Gefahr, dass das Erdreich auch unterhalb der Gründung aufweicht. Um sicher zu gehen, sollten Drängraben nicht nur nicht tiefer als Fundamentsohlen liegen, sondern höher, damit vor den Fundamenten ein Puffer für Feuchtigkeit verbleibt. Entgegen DIN 4095 können Dränleitungen auch höher als die Bodenplatte gelegt werden (siehe Abschnitt 4.4). Auch dadurch erhöht sich die Sicherheit gegen Wechselwirkungen aus Sickerwasser und aufweichendem Boden unter einer Gründung. Dann relativiert sich die Bedeutung von Dränanlagen. Diese können aber noch immer sinnvoll sein, wenn z. B. Fensteröffnungen in Untergeschossen vor Stauwasser geschützt werden sollen.

Bei umlaufenden Gräben, die unterhalb der Brüstungshöhe bleiben, können alternativ zur Dränerung Bodenabläufe eingesetzt werden, die Niederschlagswasser unmittelbar aufnehmen und ableiten. Dann beschränkt sich eine mögliche Stauwassereinwirkung auf den Bereich unterhalb des Gebäudes – es besteht dann kein Unterschied mehr zu Situation mit Dränanlagen.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass Dränanlagen in den meisten Fällen nicht erforderlich sind. Selbst unter normativen Gesichtspunkten ist der Aufwand für eine druckwasserhaltende Abdichtung häufig erheblich geringer als der für Dränanlagen nach DIN 4095. Bodenflächen oberhalb des Bemessungswasserstands werden auch bei schwach durchlässigen Baugrund regelmäßig nicht durch Druckwasser beansprucht (siehe Abschnitt 3.11). Durch Dränanlagen können bei unzureichendem Schutz gegen die Wechselwirkung zugeleiteten Wassers mit dem Baugrund erhebliche Schäden entstehen. Flächendränerungen vor Wänden können Wasser schnell an die schwächste Stelle des Gebäudes leiten, den Wandfußpunkt, und sollten daher entweder entfallen oder zumindest nicht bis zur Geländeoberfläche reichen.

5 Literatur

- [1] DIN 18195-5:2011-12 (2011) *Bauwerksabdichtungen, Abdichtungen gegen nichtdrückendes Wasser auf Deckenflächen und in Nassräumen; Bemessung und Ausführung* (10 Teile), Beuth, Berlin.
- [2] DIN 18195:2017-07 (2017) *Abdichtung von Bauwerken – Begriffe*, Beuth, Berlin.
- [3] DIN 18531:2017-07 (2017) *Abdichtung von Dächern sowie von Balkonen, Loggien und Laubengängen* (5 Teile), Beuth, Berlin.
- [4] DIN 18532:2017-07 (2017) *Abdichtung von befahrbaren Verkehrsflächen aus Beton* (6 Teile), Beuth, Berlin.
- [5] DIN 18533:2017-07 (2017) *Abdichtung von erdberührten Bauteilen*, Beuth, Berlin.
- [6] DIN 18534:2017-07/08 (2017) *Abdichtung von Innenräumen* (6 Teile), Beuth, Berlin.
- [7] DIN 18535:2017-07 (2017) *Abdichtung von Behältern und Becken* (3 Teile), Beuth, Berlin.
- [8] DIN 18195-5:2011-12 (2011) *Bauwerksabdichtungen, Abdichtungen gegen nichtdrückendes Wasser auf Deckenflächen und in Nassräumen; Bemessung und Ausführung*, Beuth, Berlin.
- [9] Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks – Fachverband Dach-, Wand- und Abdichtungstechnik e. V. und Hauptverband der Deutschen Bauindustrie e. V. – Bundesfachabteilung Bauwerksabdichtung (Hrsg.) *Deutsches Dachdeckerhandwerk – Regelwerk. Fachregel für Abdichtungen – Flachdachrichtlinie*, Ausgabe Dezember 2016, Verlagsgesellschaft Rudolf Müller, Köln.
- [10] DIN 1986-100:2016-12 (2016) *Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke – Teil 100: Bestimmungen in Verbindung mit DIN EN 752 und DIN EN 12056*, Beuth, Berlin.
- [11] DIN SPEC 20000-202:2016-03 (2016) *Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken – Teil 202: Anwendungsnorm für Abdichtungsbahnen nach Europäischen Produktnormen zur Verwendung als Abdichtung von erdberührten Bauteilen, von Innenräumen und von Behältern und Becken*, Beuth, Berlin.
- [12] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton im Deutschen Institut für Normung e. V. (2006) *DAfStb-Richtlinie Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton (WU-Richtlinie)*, Ausgabe November 2003, Erläuterungen zur DAfStb-Richtlinie; Schriftenreihe Heft 555, Beuth Verlag, Berlin.
- [13] Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau – (BWK) e. V. *BWK Merkblatt M8 Ermittlung des Bemessungsgrundwasserstandes für Bauwerksabdichtungen*, Sindelfingen/Aachen.
- [14] DIN 18130-1:1998-05 (1998) *Baugrund, Untersuchung von Bodenproben. Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts Teil 1: Laborversuche*, Beuth, Berlin.

- [15] Erhebung des Bundesverband Deutscher Fertigbau e. V. (BDF) zu 110.000 Ein- und Zweifamilienwohnhäuser.
- [16] DIN 4095:1990-6 (1990) *Dränung zum Schutz baulicher Anlagen, Planung, Bemessung und Ausführung*, Beuth, Berlin.
- [17] DIN EN 1996-2:2010-12 (2010) *Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten – Teil 2: Planung, Auswahl der Baustoffe und Ausführung von Mauerwerk*, Deutsche Fassung EN 1996-2:2006 + AC:2009, Beuth, Berlin.
- [18] DIN EN 1996-2/NA:2012-01 (2012) *Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten – Teil 2: Planung, Auswahl der Baustoffe und Ausführung von Mauerwerk*, Beuth, Berlin.
- [19] Krajewski, W. (2017) *Welche Wassereinwirkung liegt tatsächlich an der Unterseite von Bodenplatten in gering durchlässigem Baugrund vor?* Aachener Bausachverständigenkongress 2017.
- [20] Sous, S.; Wilmes, K.; Zöller, M. (2016) *Dauerhaftigkeit von Abdichtungen auf nicht-massiven Untergründen im Sockelbereich*. Forschungsbericht AIBau Aachener Institut für Bauschadensforschung gGmbH, www.aibau.de.
- [21] DIN 18336:2016-09 (2016) *VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Abdichtungsarbeiten*, Beuth, Berlin.
- [22] DIN EN 14909:2012-07 (2012) *Abdichtungsbahnen – Kunststoff- und Elastomer-Mauersperrbahnen – Definitionen und Eigenschaften*, Beuth, Berlin.
- [23] DIN EN 14967:2006-08 (2006) *Abdichtungsbahnen – Bitumen-Mauersperrbahnen – Definitionen und Eigenschaften*, Beuth, Berlin.

