

2018

BAUPHYSIK KALENDER



Feuchteschutz und
Bauwerksabdichtung

2018

BAUPHYSIK KALENDER

Feuchteschutz und
Bauwerksabdichtung

Herausgegeben von
Univ. Prof. Dr.-Ing. Nabil A. Fouad

18. Jahrgang

Hinweis des Verlages

Die Recherche zum Bauphysik-Kalender ab
Jahrgang 2001 steht im Internet zur Verfügung
unter www.ernst-und-sohn.de

Titelbild: Ruhiger Heimathafen – Wohnbau in Offenbach

Copyright: HeidelbergCement AG/Steffen Fuchs

Mit freundlicher Genehmigung: Fischer Architekten GmbH, Mannheim – Köln – Berlin – Dubai

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

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

© 2018 Wilhelm Ernst & Sohn,

Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co. KG,

Rotherstraße 21, 10245 Berlin, Germany

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieses Buches darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Mikrofilm oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsmaschinen, verwendbare Sprache übertragen oder übersetzt werden.

All rights reserved (including those of translation into other languages). No part of this book may be reproduced in any form – by photoprinting, microfilm, or any other means – nor transmitted or translated into a machine language without written permission from the publisher.

Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen, Handelsnamen oder sonstigen Kennzeichen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, daß diese von jedermann frei benutzt werden dürfen. Vielmehr kann es sich auch dann um eingetragene Warenzeichen oder sonstige gesetzlich geschützte Kennzeichen handeln, wenn sie als solche nicht eigens markiert sind.

Umschlaggestaltung: Sonja Frank, Berlin

Herstellung: pp030 – Produktionsbüro Heike Praetor, Berlin

Satz: le-tex publishing services GmbH, Leipzig

Printed in the Federal Republic of Germany.

Gedruckt auf säurefreiem Papier.

ISSN 01617-2205

Print ISBN 978-3-433-03173-5

ePDF ISBN 978-3-433-60786-2

ePub ISBN 978-3-433-60784-8

eMobi ISBN 978-3-433-60785-5

oBook ISBN 978-3-433-60783-1

Vorwort

Abdichtungen haben die Aufgabe, Bauwerke gegen die schädigenden Einflüsse eindringenden Wassers zu schützen, um die vorgesehene Nutzung zu gewährleisten. Die Wirksamkeit einer Abdichtung hängt dabei nicht nur von einer fachgerechten Ausführung, sondern maßgeblich auch von einer zielgerichteten Planung ab.

Da Abdichtungen nach der Bauwerkserrichtung nur noch schwer bzw. gar nicht mehr zugänglich sind, werden im Schadensfall die Kosten der Instandsetzung einer Abdichtung so hoch, dass sie in keinem Verhältnis zu deren vergleichsweise geringen Herstellungskosten stehen. Aus diesem Grunde ist es von Bedeutung, dass die Planer und ausführenden Unternehmen einer Bauwerksabdichtung den Stand der Technik berücksichtigen.

Der vorliegende Bauphysik-Kalender 2018 soll auf dem Gebiet des Feuchteschutzes und der Bauwerksabdichtung für die Planung und Ausführung sowohl für Neubauten als auch im Bestand eine aktuelle, verlässliche und praxisgerechte Arbeitsgrundlage schaffen. Es sollen die folgenden, sich auch in seiner Gliederung widerspiegelnden Ziele erreicht werden:

- Schaffung eines Überblicks über die neuesten Regelwerke und Normen sowie Forschungsergebnisse auf dem Gebiet des Feuchteschutzes und der Bauwerksabdichtung,
- bauphysikalische Nachweisverfahren auf dem o. g. Gebiet werden vorgestellt und erläutert,
- die konstruktive Ausbildung ausgewählter Bauteile und Bauwerke unter Beachtung der Belange des Feuchteschutzes und der Bauwerksabdichtung werden dargestellt,
- materialtechnische Tabellen werden zur Verfügung gestellt.

Der Bauphysik-Kalender 2018 enthält neben den jährlich aktualisierten und in Abschnitt D abgedruckten zwei Beiträgen zu den materialtechnischen Tabellen insgesamt 20 Beiträge, die das Thema Abdichtungen, Abdichtungssanierung und Feuchteschutz umfassend abdecken und die neusten Erkenntnisse auf diesem Gebiet vorstellen.

Zu Beginn werden im ersten Beitrag der Rubrik A *Allgemeines und Regelwerke* die wichtigsten Änderungen in der neuen Normengeneration zur Abdichtung erdberührter Bauteile und zu Dachabdichtungen, die im Sommer 2017 erschienen ist, aufgezeigt und erläutert. Der zweite und dritte Beitrag dieser Rubrik widmen sich den bauaufsichtlichen Regelungen zur Verwendung von Bauprodukten in Deutschland. Aufgrund des Urteils des Gerichtshofs der Europäischen Union (EuGH) vom 16.10.2014 haben sich diese sowohl inhaltlich als auch in ihrer Form geändert. Hierzu wurde vom Deutschen Institut für Bautechnik die neue MVV TB im August 2017 veröffentlicht. Die

neuen bauaufsichtlichen Regelungen für Bauwerks- und Dachabdichtungen werden hier im Detail aufgezeigt. Im vierten Beitrag dieser Rubrik wird die Problematik der zuverlässigen Bestimmung des Bemessungswasserstands behandelt.

In der Rubrik B *Bauphysikalische Planungs- und Nachweisverfahren* werden in fünf Beiträgen die Planung und Ausführung von Flachdachabdichtungen nach der neuen DIN 18531, Abdichtungen von befahrbaren Verkehrsflächen aus Beton nach der neuen DIN 18532, die Planung und Ausführung von Dränagen zur Reduzierung der Wasserbeanspruchung von erdberührten Bauteilen sowie Abdichtungen gegen von innen drückendes Wasser nach der neuen DIN 18535 abgehandelt. Ein weiterer Beitrag zum Stand des Wissens zur Beurteilung der Feuchteproduktion durch Klimamessungen in natürlich belüfteten Wohnräumen – ein Thema, das in Anbetracht der steigenden Anforderungen an die Energieeinsparung sowie der Verbesserung der Wärmedämmung der Gebäudehülle und der Behaglichkeit im Innenraum immer mehr an Bedeutung gewinnt – schließt diese Rubrik ab.

In der Rubrik C *Konstruktive Ausbildung von Bauteilen und Bauwerken* werden die ersten vier Beiträge den Bauteilen aus wasserundurchlässigem Beton gewidmet. Die Neuausgabe der DAfStb-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“ wird in diesem Jahr im Beton-Kalender 2018 abgehandelt. Im Bauphysik-Kalender 2018 wird darüber hinaus bzw. ergänzend in dieser Rubrik die Planung und Bemessung sowie Ausführung von WU-Betonkonstruktionen im Bestand, die Planung und Ausführung der notwendigen Durchdringungen und Fugenabdichtungen in WU-Konstruktionen, WU-Konstruktionen mit Frischbetonverbundsystemen und das Verpressen von Rissen bei WU-Beton erläutert.

Weiterhin wird der neueste Stand der Technik hinsichtlich der Flachdachüberwachung sowie Leckagenortung vorgestellt. Drei weitere Beiträge dieser Rubrik widmen sich der Problematik der Instandsetzung von feuchte- und salzgeschädigtem Mauerwerk, insbesondere historischem Mauerwerk. Hier wird der neueste Stand der Technik zu Verfahren, Planungsgrundsätzen und Ausführungstechniken vorgestellt. Ein Beitrag zur Abdichtungssanierung des Stahlbetontroges der Unterbühne der Staatsoper in Berlin, der 11 m ins Grundwasser eintaucht, zeigt, wie komplex und aufwendig eine Abdichtungssanierung sein kann. Untersuchungen zur Vermeidung von Schadstofffreisetzungen aus Fußbodenkonstruktionen, insbesondere im Zuge der technischen Trocknung von Wasserschäden, werden in einem weiteren Beitrag vorgestellt.

Im letzten Beitrag dieser Rubrik werden die Möglichkeiten der Anordnung von Wärmedämmplatten im Erdreich dargestellt und erläutert.

Mit seinen vielfältigen Beiträgen stellt der Bauphysik-Kalender 2018 eine solide Arbeitsgrundlage sowie ein aktuelles Nachschlagewerk nicht nur für die Praxis, sondern auch für Lehre und Forschung dar.

Für kritische Anmerkungen sind die Autoren, der Herausgeber und der Verlag dankbar.

Der Herausgeber möchte an dieser Stelle allen Autoren für ihre Mitarbeit und dem Verlag für die angenehme Zusammenarbeit herzlichst danken.

Hannover, im Januar 2018
Nabil A. Fouad

Inhaltsübersicht

A Allgemeines und Normung

- A 1 Neue Normen für die Bauwerksabdichtung: Wichtige Änderungen bei Dachabdichtungen sowie bei Abdichtungen erdberührter Bauteile 3
Matthias Zöller
- A 2 Bauordnungsrechtliche Regelungen zur Verwendung von Bauprodukten 35
Peter Proschek
- A 3 Bauaufsichtliche Regelungen für Bauwerks- und Dachabdichtungen 47
Bettina Hemme
- A 4 Bemessungswasserstand – Festlegung, Einflussgrößen, Fehlerquellen, Konsequenzen und Gefahren für Planer und Architekten 65
Hubert von Grabczewski

B Bauphysikalische Planungs- und Nachweisverfahren

- B 1 Abdichtung von Flachdächern nach DIN 18531 87
Kai Schild, Tanja Skottke, Wolfgang M. Willems
- B 2 Abdichtung von befahrbaren Verkehrsflächen aus Beton (neue DIN 18532) 131
Peter Schmidt, Saskia Windhausen
- B 3 Reduzierung der Wasserbeanspruchung durch Dränanlagen 159
Martin Achmus
- B 4 Abdichtung gegen von innen drückendes Wasser 175
Oliver Wowra
- B 5 Beurteilung der Feuchteproduktion durch Klimamessungen in natürlich belüfteten Wohnräumen 191
Markus Hofmann, Christoph Geyer, Oliver Kornadt

C Konstruktive Ausbildung von Bauteilen und Bauwerken

- C 1 Einbau von WU-Betonkonstruktionen im Bestand 227
Hubert von Grabczewski
- C 2 Fugen und Durchdringungen bei wasserundurchlässigen Bauwerken aus Beton und deren Abdichtung 241
Rainer Hohmann
- C 3 WU-Konstruktionen mit Frischbetonverbundsystemen 285
Marco Bloch, Thomas Zitzelsberger
- C 4 Verpressen von Rissen bei WU-Betonkonstruktionen 309
Angelika Eßer
- C 5 Das dichte Flachdach 335
Klaus Burger, Patrick Elter, Klaus Holm, Ullrich Kämmer
- C 6 Feuchtediagnostik als zwingende Planungsgrundlage bei Baumaßnahmen im Bestand 361
Axel C. Rahn, Michael Bonk
- C 7 Mauerwerkstrockenlegung 377
Michael Balak, Anton Pech
- C 8 Untersuchungen zur Vermeidung von Schadstofffreisetzungen aus Fußbodenkonstruktionen insbesondere im Zuge von technischen Trocknungen von Wasserschäden 399
Herwig Hengsberger, Peter Kautsch

- C 9 Instandsetzungsplanung bei feuchte- und salzgeschädigtem Mauerwerk 427
Thomas Platts
- C 10 Grundinstandsetzung der Staatsoper Unter den Linden in Berlin 449
Ralf Ruhnau, Bernd Funke
- C 11 Wärmedämmung im Erdreich 475
Wolfgang Albrecht, Max Engelhardt

D Materialtechnische Tabellen

- D 1 Materialtechnische Tabellen für den Brandschutz 501
Nina Schjerve, Ulrich Schneider († 2011)
- D 2 Materialtechnische Tabellen 539
Rainer Hohmann

Stichwortverzeichnis 597

Hinweis des Verlages

Die Recherche zum Bauphysik-Kalender ab Jahrgang 2001 steht
im Internet zur Verfügung unter www.ernst-und-sohn.de

A

Allgemeines und Normung

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

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 chlorinduzierte 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 nur 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 Stahlbetonfertigelemente, 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 Dickenunterschiede 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 Streitthema 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 geäußelter 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 Wasserdruck 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 Nahtfügen mikrobienbeständig 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. Lagerhöhlen von Belägen nicht aus feuchteempfindlichen Stoffen bestehen – nur fault 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 Nahtfügen durch langstehendes Wasser geschädigt werden können, etwa dann, wenn Klebmassen an Nähten nicht mikrobienbeständig 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 Gegengefälle Strecken) 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 Gegengefälle Strecken 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 Bauteile z. B. Dachterrassentürschwellen sowie Mehraufwendungen für gegebenenfalls höhere Stockwerkshöhen, gefällegebende 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 Gefälleanforderung 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, so dass diese dauerhaft zuverlässig und gebrauchstauglich sind?

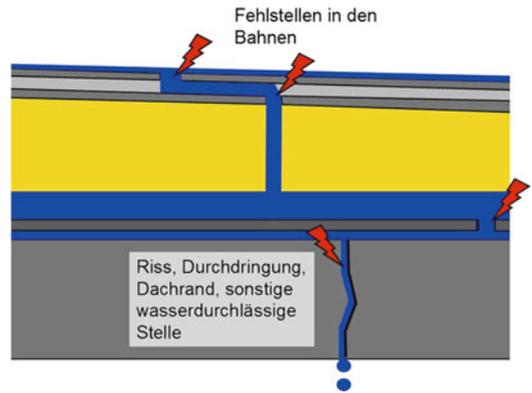


Bild 2. Problemkreis Hinter-/Unterläufigkeit: Bei einzelnen Fehlstellen in jeweils mehreren Lagen, die in Verbindung stehen, kann eine Abtropfstelle im Innenraum aufgrund der inneren Sickerwege und nicht einer verursachenden Stelle in der Abdichtung zugeordnet werden.

2.4.1 Problem Unterläufigkeit der Dachabdichtung

Die Hauptursache des schlechten Rufs 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 wasserdurchlässigen 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

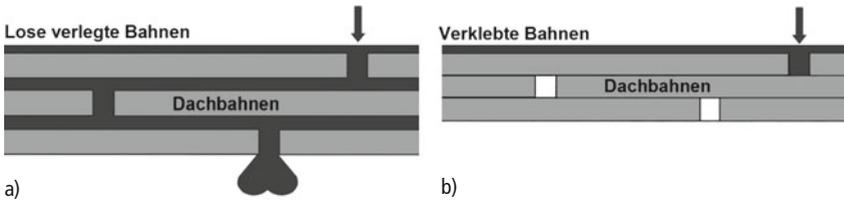


Bild 3. Funktionsprinzip von mehrlagig ausgeführten und vollflächig miteinander verbundenen Dichtungsschichten. Fehlstellen in einzelnen Schichten führen zur Wasserdurchlässigkeit der Abdichtung (a) und bleiben ohne Auswirkung, solange kein Wasser zwischen den Abdichtungsschichten fließen kann (b).

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.



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.

2.4.2.3 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-

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-

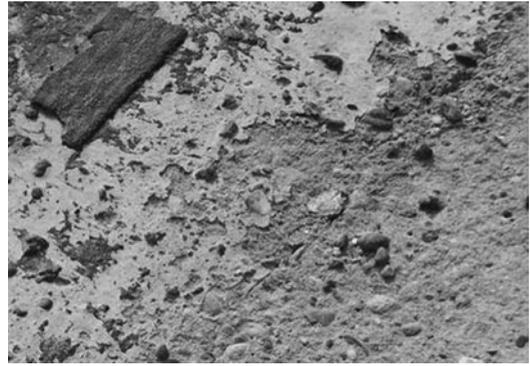


Bild 6. Links auf diesem Foto ist die Oberfläche einer Stahlbetondecke mit Zementleimschicht (Betonschlämme) zu sehen, durch die Wasser sickern kann. Im rechten Bildteil ist diese (durch Strahlen) entfernt, das Korngerüst des Betons ist freigelegt.

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 Wasserdampfenwicklung den Verbund stören kann. Die vorbehandelte Stahlbetondecke soll grundiert oder mit einem Voranstrich versehen werden, um den Untergrund zu verfestigen 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 Duroplastplatten aus Polyurethan geeignet, die jeweils auch als Gefälledämmplatten 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 Kompaktdächer 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 Zuverlässigkeitsgrad 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 wasserdicht 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 Traufbereich oder die Leckwasserausleitung an bestimmten Stellen.

2.5 Hinweise zur Dachentwässerung

Mittlerweile ist (zum Glück) allgemein bekannt, dass Jahrhundertregeneignisse 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 Starkregeneignis 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 Rückstauenebene. 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 geeigneten 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 geeigneten 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. längerem 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 Sicherheitsmaßnahmen 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 Entwäs-

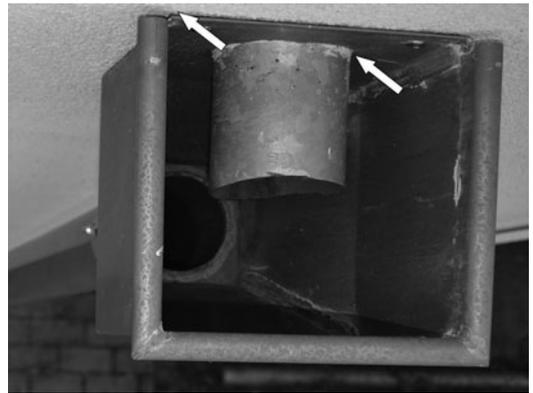


Bild 8. Blick von oben in einen Wasserfangkasten, der zur Fassade nicht wasserdicht ausgebildet ist. Wenn Wasser sich im Kasten staut und ggf. überläuft, dringt es in das Wärme-dämmverbundsystem ein. Daher sollen die Seiten zur Fassade einschließlich einer Aufkantung über dem Kasten abgedichtet werden.

serungssysteme 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).

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 angeordnete Aufkantung. Daraus ergibt sich, dass Notüberläufe höher als Abläufe anzuordnen 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

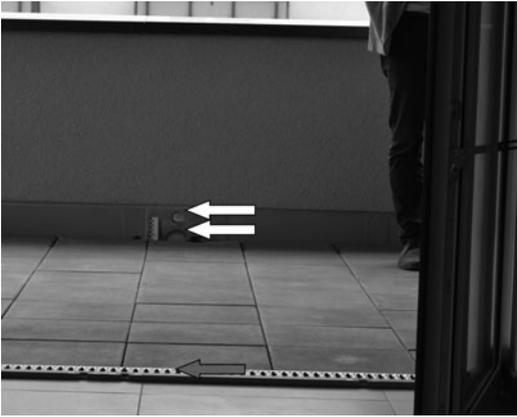


Bild 9. Die Abläufe sind höher als die Dachterrasseürschwelle angeordnet.

schon der Hauptablauf höher als die niveaugleiche Dachterrasseürschwelle, der Notüberlauf noch darüber. Daraus ergibt sich ein erhebliches Risiko von Wasserschäden im Gebäude, wenn stärkere Regenergebnisse zur Überflutung des Dachterrassebelags führen. Hier mussten sowohl Hauptablauf, als auch Notüberlauf in die Ebene der Dachabdichtung umgesetzt werden, sodass die Überstauhöhen in Belageebene 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 Tragwerksplanern 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 Klebmassen muss sichergestellt werden, dass insbesondere dickere 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.

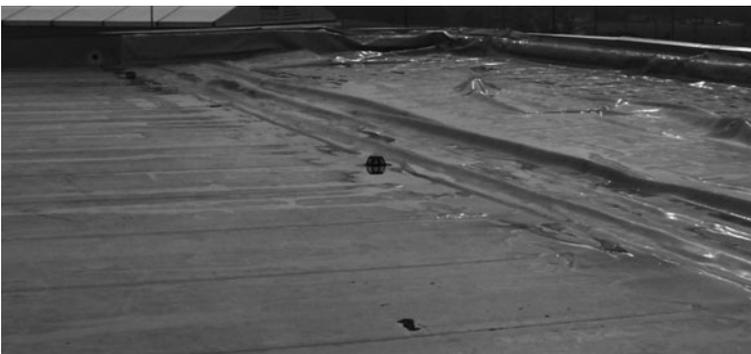


Bild 11. Im linken Bildbereich wurde der Dachaufbau mechanisch befestigt und blieb unbeschädigt, während die Abdichtung im Bereich der Verklebung weggerissen worden war (rechts).

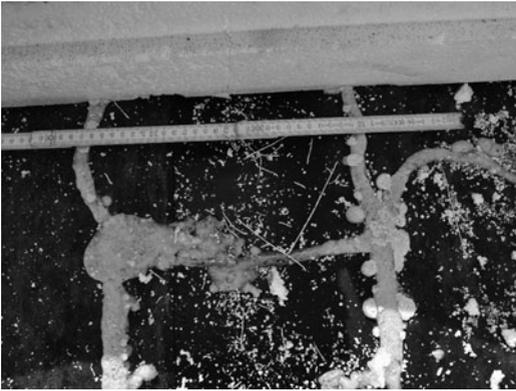


Bild 12. Auf die Dampfsperre war eine ausreichende Menge von Kleber aufgetragen worden. Allerdings hatten die EPS Dämmplatten nur zu einem sehr kleinen Anteil Kontakt zum Kleber. Zu einem Anteil von ca. 90 % blieb beim Verlegen der Platte ein Spalt zwischen deren Unterseite und der Kleberoberfläche.

Die frisch verlegte Platte darf ebenfalls nicht begangen werden, da diese sich herunterdrückt und beim anschließenden Hochgehen die Klebeebene aufreißt. Bei verklebten Dachaufbauten mit Bitumenbahnen werden zum thermischen Schutz von den häufig verwendeten thermoplastischen Kunststoffdämmplatten auf diesen eine Kaltselfstklebebahn (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 Klebmassen aus z. B. Polyurethan-Klebmassenstreifen, 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. Zerrfalten zwischen der Abdichtung und den Randbereichen sowie Spaltenbildungen zwischen den Dämmplatten und den Randaufkantungen (Bild 13).

Lagesicherungen durch Klebmassen 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)

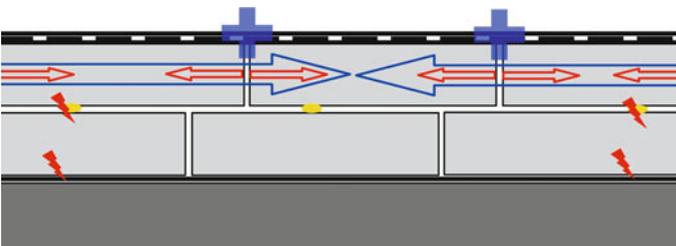


Bild 14. Ursachenprinzip dieses Schadensbilds: Durch die Überlagerung der besseren Verklebung in der oberen Ebene und unzureichenden in den darunterliegenden Grenzflächen, addieren sich die Schrumpfkräfte der Dämmplatten auf, die zu geringe untere Verklebung versagt, wodurch am Rand breite Spalten entstehen 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 Kaltselfstklebebahnen (eine jeweils fehlerfreie Verarbeitung vorausgesetzt).

2.7 Hinweise zu Anschlüssen

Sowohl in der Planung als auch bei der Ausführung werden regelmäßig Regelwerksanforderungen bezüglich der Einhaltung von Abständen zwischen Durchdringungen untereinander und zu Rändern unterschritten. Das Gleiche gilt für Aufkantungshöhen. Das Aachener Institut für Bauschadensforschung (AIBau) hat zu Anschlüssen 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 Anschlüssen 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 stur 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 Bauwerkserhaltung 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 „Sumpfgeländen“ sogar mit Begleitdrainagen 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 Baugrunderkundungen 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 Baugrunderkundungen 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 Wasserdruck 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

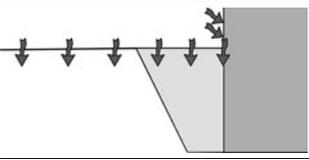
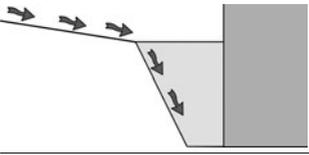
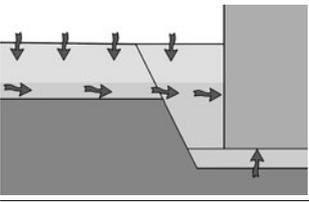
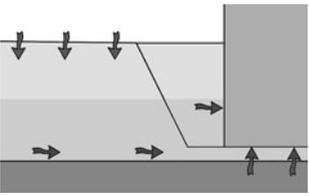
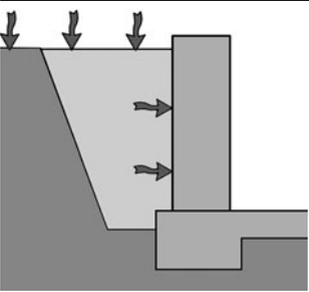
Untersuchungen der Wohnungswirtschaft [15] hatten zum Ergebnis, dass in 15 Prozent der Ein- und Zweifamilienhausbauvorhaben Druckwasser durch Grund- oder Schichtenwasser vorliegt. In ebenfalls nur 15 Prozent liegt Bodenfeuchte an der Unterseite von Bodenplatten sowie zusätzlich nicht drückendes Sickerwasser 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 Wasseranstau 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 Wasserdruck 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

<p>Sickerwasser</p> 	<p>→ wird als das Niederschlagswasser verstanden, das auf dem verfüllten Arbeitsraum niedergeht und in der Verfüllung versickert. Hinzu kommt der von aufgehenden Fassaden ablaufende Schlagregen.</p>
<p>Oberflächenwasser</p> 	<p>→ 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.</p>
<p>Schichtenwasser</p> 	<p>→ 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.</p>
<p>Grundwasser</p> 	<p>→ 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.</p>
<p>Stauwasser oder Drückendes Sickerwasser</p> 	<p>→ kann durch im Erdreich sickern des 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.</p>

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 abzudichten 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 auftreffendes 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 Teilbereichen 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 Abdichtungstoffe nun PMBC Polymer Modified Bituminous thick Coatings.

Bei höheren Wasserdrücken aus 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 Schwerkrafteinwirkung 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 Dichtungsschlämmen 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 kühlere 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 Schimmelpilzfreiheit 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.

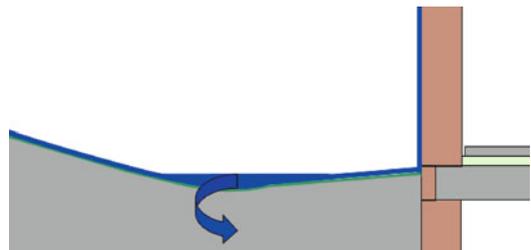


Bild 16. Gefälle zum Gebäude ist möglichst zu vermeiden. Auf Bergseiten kann ein Gegengefälle, gegebenenfalls mit Seitenneigung, von der Bergseite kommendes Wasser um das Gebäude umleiten.

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 Treppengänge 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 Rückstauenebene 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 Kellerlichtschachtdeckungen 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 Bitumentropfen), 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 Durchrocknungsdauer 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 einzelne 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