

F 2986

Matthias Zöller, Silke Sous, Klaus Wilmes

Dauerhaftigkeit von Abdichtungen auf nicht-massiven Untergründen im Sockelbereich

F 2986

Bei dieser Veröffentlichung handelt es sich um die Kopie des Abschlussberichtes einer vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung -BMVBS- im Rahmen der Forschungsinitiative »Zukunft Bau« geförderten Forschungsarbeit. Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die Originalmanuskripte wurden reprotechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprotechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

2016

ISBN 978-3-8167-9751-7

Vervielfältigung, auch auszugsweise,
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

Fraunhofer IRB Verlag

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69

70504 Stuttgart

Nobelstraße 12

70569 Stuttgart

Telefon 07 11 9 70 - 25 00

Telefax 07 11 9 70 - 25 08

E-Mail irb@irb.fraunhofer.de

www.baufachinformation.de

www.irb.fraunhofer.de/bauforschung



AACHENER INSTITUT FÜR BAUSCHADENSFORSCHUNG UND AN-
GEWANDTE BAUPHYSIK

GEMEINNÜTZIGE GESELLSCHAFT mbH

PROF. DR.-ING. RAINER OSWALD †

DIPL.-ING. MARTIN OSWALD, M.ENG.

PROF. DIPL.-ING. MATTHIAS ZÖLLER

DAUERHAFTIGKEIT VON ABDICHTUNGEN AUF NICHT-MASSIVEN UNTERGRÜNDE IM SOCKELBEREICH

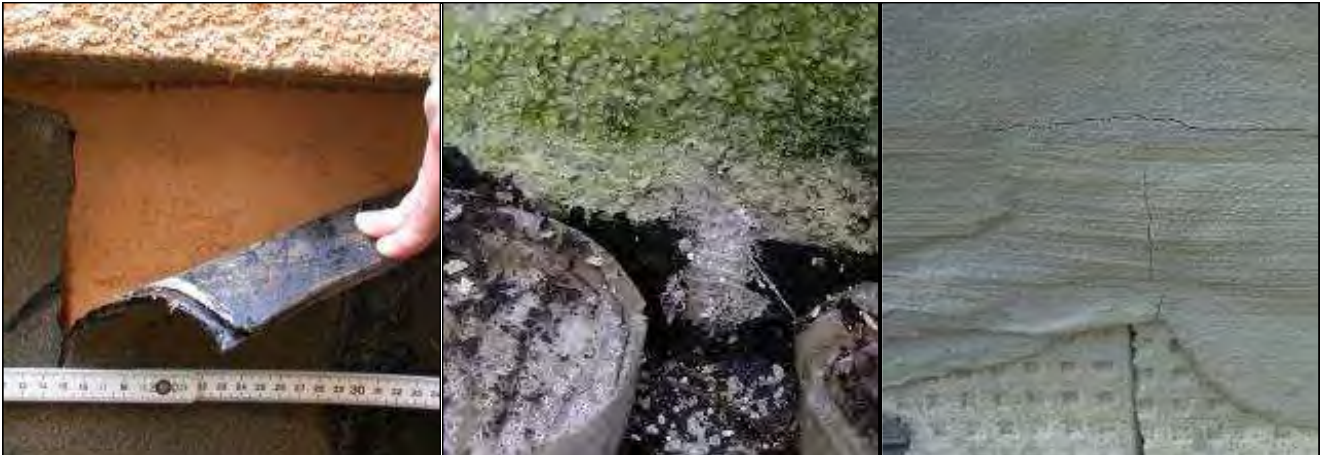


Abschlussbericht

März 2016

Dauerhaftigkeit von Abdichtungen auf nicht-massiven
Untergründen im Sockelbereich

Abschlussbericht



Gefördert vom: Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, Bonn

Aktenzeichen: SWD – 10.08.18.7-13.38 / II3 – F20-12-126

Bearbeitet durch: AIBAU
Aachener Institut für Bauschadensforschung
und angewandte Bauphysik, gGmbH, Aachen

Projektleiter: Prof. Dipl.-Ing. Matthias Zöller

Bearbeiter/Autoren: Dipl.-Ing. Silke Sous
Dipl.-Ing. Klaus Wilmes
Prof. Dipl.-Ing. Matthias Zöller

Aachen, im März 2016

Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumforschung gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt des Berichts liegt bei den Bearbeitern.

INHALT

1.	Einleitung	7
1.1	Aufgabenstellung und Forschungsansatz	7
1.2	Ziel und Eingrenzung der Arbeit	7
1.3	Danksagung	8
2.	Definitionen und Randbedingungen	9
2.1	Sockel und dessen Beanspruchung	9
2.1.1	Schlagregen	9
2.1.2	Spritzwasser	10
2.1.3	Von der Fassade ablaufendes Wasser	10
2.1.4	Schnee und Schmelzwasser	11
2.2	Angrenzendes Gelände und Wasserbeanspruchung im Boden	11
2.2.1	Gefälleabhängige Wasserführung in den Übergangsbereichen von Freiflächen zu Gebäuden	11
2.2.2	Oberflächenversickerung	12
2.2.3	Wasserbeanspruchung im Boden	13
2.3	Massiver oder nicht massiver Untergrund: Materialien	14
2.3.1	Wärmedämmstoffe	15
2.3.2	Schalungssteine und Schalelemente	17
2.3.3	Holz / Holzwerkstoffe	20
3.	Regelwerke	24
3.1	Sockel	24
3.2	Untergrund	25
3.2.1	Allgemeines zum Untergrund	25
3.2.2	Untergrund Holz und zulässige Holzfeuchte	26
3.2.3	Zusammenfassung der Regelwerke zum Sockelbereich	32
4.	Schadensstatistik	34
4.1	Vorgehensweise und Datenermittlung	34
4.2	Ergebnisse aus Recherchen und Umfragen	34
4.2.1	Schäden, die von den Sachverständigen benannt wurden	35
4.2.2	Ergebnisse der Herstellerbefragung	37
4.2.3	Zusätzliche Befragungen	39
4.2.4	Auswertbarkeit der vorliegenden Umfrageergebnisse	39
5.	Fallbeispiele – Schadensfälle bzw. Fälle mit Abdichtungsmängeln	40
5.1	Untergrund aus Porenbetonmauerwerk	41
5.2	Ausbetonierte Schalungssteine aus Dämmstoff (Rohbauzustand)	43
5.3	Verlorene Schalung von Bodenplattenstirnseiten	46
5.4	Ausbetonierte Schalungsblöcke aus EPS mit KMB	48
5.5	Sockel neben niveaugleicher Türschwellen auf Holzunterkonstruktion	51
5.6	Abdichtung auf WDVS mit mineralischer Dichtungsschlämme	54
5.7	Sockelanschluss an einer Konstruktion in Holz-Ständer-Bauweise	56
5.8	Sockelanschluss im Bereich einer Holzschwelle	61

5.9	Sockelanschluss eines Wärmedämmverbundsystems	64
5.10	Nicht funktionsfähige Abdichtung auf Perimeterdämmungen.....	68
5.11	Unzureichende Abdichtung am Boden-Wand-Anschluss auf Perimeterdämmstoffen.....	71
5.12	Zusammenfassung.....	72
6.	Fallbeispiele – Positivbeispiele.....	74
6.1	Erdberührte Sockel von Holzhäusern.....	74
6.1.1	Holzhaus mit Holzkeller	74
6.1.2	Holzhaus auf Betonkeller mit Putzsockel	77
6.1.3	Holzhaus auf Mauerwerkskeller mit Blechbekleidung am Sockel	79
6.1.4	Holzhaus auf Bodenplatte mit Streifenfundament	81
6.2	Gebäudesockel bei Außenwänden aus Polystyrolschalungsblöcken.....	83
6.3	Loggien: Anschlüsse der Abdichtung an WDVS	85
6.3.1	Beschichtung aus Flüssigkunststoff mit Gewebeeinlage	85
6.3.2	Beschichtung aus Flüssigkunststoff ohne Gewebeeinlage	87
7.	Auswertung weiterer Untersuchungen	89
7.1	Holzhausbau – Leitdetails für den Sockel	89
7.2	Holzhausbau – Feuchteschutz am Sockel	92
7.3	Feuchtebedingte Schäden an Wänden, Decken und Dächern in Holzbauart	94
7.4	Leitfaden zur Planung und Ausführung der Montage von Fenstern und Haustüren für Neubau und Renovierung.....	95
7.5	Türschwellen und Fensteranschlüsse	95
7.6	Übergänge zwischen bahnenförmigen und flüssig zu verarbeitenden Abdichtungen	96
8.	Schlussfolgerungen und Konstruktionsempfehlungen	98
8.1	Maßnahmen zur Reduzierung der Beanspruchung.....	98
8.1.1	Gefälle vom Gebäude weg	98
8.1.2	Bestehendes Gefälle zum Gebäude	98
8.1.3	Kiesstreifen.....	99
8.2	Nicht-massiver Untergrund im Sockelbereich	100
8.2.1	Unterscheidung nach Feuchteempfindlichkeit.....	100
8.2.2	Lagestabilität	100
8.3	Auswahl des Abdichtungssystems: Wasserbeanspruchung, Rissanfälligkeit, Verträglichkeit der Materialien	100
8.3.1	Bahnenförmige Abdichtungen	101
8.3.2	Flüssig zu verarbeitende Abdichtungen(z.B. FLK, PMBC).....	102
8.4	Maßnahmen an Sockeln: Aufkantungshöhen	102
8.5	Abschluss der Abdichtung am oberen Rand des Sockels.....	103
8.6	Maßnahmen an niveaugleichen Türschwellen	103
8.7	Anschluss der Abdichtung am unteren Rand des Sockels.....	104
8.8	Anschluss der Abdichtung an Durchdringungen, Einbauteile und Einbauelemente.....	105
8.9	Schutz der Abdichtung im Sockelbereich	105
8.10	Ausführungssorgfalt	105
9.	Zusammenfassung	106

10.	Anhang	108
10.1	Erhebungsbogen Sachverständige	108
10.2	Erhebungsbogen Hersteller	109
10.3	Literatur	110
10.3.1	Fachbücher und Fachaufsätze	110
10.3.2	Normen	111
10.3.3	Richtlinien und Merkblätter	113
10.3.4	Sonstige	114

1. Einleitung

1.1 Aufgabenstellung und Forschungsansatz

Im Mauerwerksbau werden in Sockelzonen regelmäßig Abdichtungen auf massiven Untergründen aus Mauerwerk oder Beton verarbeitet. Im Holzbau (z. B. Fertighäuser in Holztafelbauweise) dagegen sind in den Sockelbereichen i.d.R. plattenförmige Holzwerkstoffe als Abdichtungsuntergrund vorhanden, auf denen Abdichtungen verarbeitet werden. Aber auch bei Gebäuden in massiver Bauweise werden in der Sockelzone mittlerweile häufig Abdichtungen nicht hinter Perimeterdämmplatten, sondern auf der Außenseite geführt.

Die Teile 3 und 4 sowie Beiblatt 1 der Norm für Bauwerksabdichtungen DIN 18195 [DIN 18195-3, -4, Beiblatt 1] und die Richtlinien für die Planung und Ausführung von Abdichtungen mit kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtungen [KMB 2010] bzw. flexiblen Dichtungsschlämmen [MDS 2006] regeln die Anforderungen an den Untergrund und die Verarbeitung der Stoffe, berücksichtigen aber nur massive Untergründe wie Beton oder Mauerwerk.

Die Eignungsprüfungen der Abdichtungsstoffe werden auf festen Baustoffen wie Beton oder Mauerwerk vorgenommen, nicht aber auf Dämmstoff-, Holz- oder Holzwerkstoffuntergründen. Die vorliegende Forschungsarbeit beschäftigt sich mit der Dauerhaftigkeit von Abdichtungen auf nicht massiven Untergründen, um deren Eignung festzustellen. Ziel ist es, für diese seit einiger Zeit in der Praxis zu beobachtende Bauweise, Regelungen herbeizuführen.

1.2 Ziel und Eingrenzung der Arbeit

Bei der Begutachtung von Bauschäden in Sockelbereichen treffen die Verfasser in ihrer Tätigkeit als Sachverständige für Schäden an Gebäuden häufig Abdichtungen auf Polystyrol-Wärmedämmschichten oder auf Holz an, die einige Jahre schadenfrei geblieben sind. Es ist aber unklar, ob sie die vorgesehene wirtschaftliche Nutzungsdauer erreichen.

Daher sollen Untersuchungen an Objekten mit einer Standzeit von möglichst mehr als fünf Jahren dokumentiert werden, deren Abdichtungen auf "nicht festen" Untergründen

ausgeführt wurden. Die Abdichtungen werden hinsichtlich ihrer Eignung auf den entsprechenden Untergründen beurteilt.

Mit dem Forschungsvorhaben sollen Konstruktionshinweise entwickelt werden, die eine zuverlässige und dauerhafte Abdichtung im Sockelbereich gewährleisten. Damit soll eine Diskussionsgrundlage für entsprechende Regeln für die Neufassung der DIN 18533 als Nachfolgenorm der derzeit noch gültigen DIN 18195 geschaffen werden.

1.3 Danksagung

Eine wichtige Grundlage der vorliegenden Arbeit stellt die im Folgenden beschriebene Umfrage unter Sachverständigen dar.

Die Befragten haben unentgeltlich an Umfragen teilgenommen, persönliche Erfahrungen und Erkenntnisse sowie umfangreiches Informationsmaterial zur Verfügung gestellt und geholfen, geeignete Untersuchungsobjekte zu finden. Ihnen gilt daher ein besonderer Dank.

Für die fachliche Beratung wird außerdem den Arbeitsgruppenmitgliedern Herrn Dipl.-Ing. Richard Adriaans, öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Flachdächer und thermische Bauphysik sowie Herrn Dipl.-Ing. Stephan Keppeler, öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Schäden an Gebäuden, insbesondere Abdichtungen sowie Herrn Dr.-Ing. Michael Brüggemann, Fraunhofer IRB / Zukunft Bau gedankt.

2. Definitionen und Randbedingungen

2.1 Sockel und dessen Beanspruchung

Der Sockel wird in Anlehnung an [E DIN 18533] in der vorliegenden Forschungsarbeit als der Bereich des Gebäudes verstanden, der von 30 cm oberhalb der Geländeoberfläche bis 20 cm unterhalb der Geländeoberfläche reicht.

Die Sockelzone von Gebäuden wird oberhalb der Geländeoberfläche durch

- Schlagregen
- Spritzwasser
- von der Fassade ablaufendes Wasser
- Schnee und Schmelzwasser

beansprucht. Sowohl die noch geltende [DIN 18195], als auch die zukünftige [DIN 18533] enthalten Anforderungen zur Vermeidung unnötig hoher Wasserbeanspruchungen, weswegen das Gelände von den Sockelzonen weg geneigt sein soll, damit Oberflächenwasser nicht zum Gebäude kann. Damit soll verhindert werden, dass die Sockelzonen durch Stauwasser beansprucht werden.

Unterhalb der Geländeoberfläche ist mit Beanspruchungen aus

- Bodenfeuchte
- nichtstauendem Sickerwasser (zukünftig: nicht stauendes Druckwasser)
- aufstauendem Sickerwasser und drückendem Wasser (zukünftig: Druckwasser)

zu rechnen.

2.1.1 Schlagregen

Die Schlagregenbeanspruchung eines Gebäudes hängt von der Intensität des Schlagregens (Jahresniederschlagsmenge) ab, die durch Wind und Niederschlag sowie durch die örtliche Lage (windgeschützte, windreiche Gebiete, exponierte Lagen) und Gebäudeart (eingeschossige Gebäude, Hochhäuser) bestimmt wird. [DIN 4108-3] differenziert zwischen drei Schlagregenbeanspruchungsgruppen.

- Beanspruchungsgruppe I - geringe Schlagregenbeanspruchung:
Jahresniederschlagsmenge unter 600 mm, windgeschützte Lagen in Gebieten mit größeren Niederschlagsmengen

- Beanspruchungsgruppe II - mittlere Schlagregenbeanspruchung:
Jahresniederschlagsmenge 600 - 800 mm, windgeschützte Lagen in Gebieten mit größeren Niederschlagsmengen sowie für Hochhäuser in exponierter Lage in Gebieten, die aufgrund der regionalen Regen- und Windverhältnisse einer geringen Schlagregenbeanspruchung zuzuordnen wären
- Beanspruchungsgruppe III - starke Schlagregenbeanspruchung:
Jahresniederschlagsmenge über 800 mm, windreiche Gebiete auch mit geringeren Niederschlagsmengen sowie für Hochhäuser oder Häuser in exponierter Lage in Gebieten, die aufgrund der regionalen Regen- und Windverhältnisse einer mittleren Schlagregenbeanspruchung zuzuordnen wären

Darüber hinaus spielt auch die Himmelsrichtung des Sockels wichtige Rolle. Entsprechend der Expositionsrichtung wird in der [DIN EN 927-1] wie folgt unterschieden:

- gemäßigt: Üblicherweise an Nordseiten (NW bis NO)
- streng: Üblicherweise an Ostseiten (NO bis SO)
- extrem: Üblicherweise an Süd-, Südwest- und Westseiten (SO bis NW)

2.1.2 Spritzwasser

Der Sockelbereich eines Gebäudes – sofern nicht überdacht oder geschützt gelegen – wird außer durch Schlagregen auch durch Spritzwasser beansprucht. Die Spritzwasserbeanspruchung ist von der Oberflächengestaltung der angrenzenden Freifläche abhängig. So ist bei befestigten Freiflächen (Plattenbeläge, Wege- oder Platzflächen) mit einer höheren Spritzwasserbeanspruchung zu rechnen als bei Vegetationsflächen (Verschmutzungsgefahr) oder Spritzschutzstreifen, die aus Gesteinskörnungen in einer Breite von ca. 30 cm vor dem Gebäude angelegt werden können.

2.1.3 Von der Fassade ablaufendes Wasser

Der Sockelbereich wird neben dem direkten Schlagregen auch indirekt über das von der Fassade ablaufende Niederschlagswasser beansprucht. Je nach Höhe einer nicht überdachten Fassadenfläche, Niederschlagsintensität und Wind (Neigung des Niederschlags) können die Mengen des an der Fassade ablaufenden Wassers die Regenspende je m² Grundfläche deutlich übertreffen.

Schlagregen wird von den Fassadenoberflächen durch Kiesstreifen schnell und in größeren Mengen in den Boden sickern, so dass die erdberührten Bauteile unterhalb der Oberkante des Geländes durch dieses Sickerwasser höher beansprucht werden als in Situationen, in denen der Belag bis unmittelbar an den Sockel angrenzt. Auf befestigten Flächen wird Wasser von der Fassadenfläche über den Belag vom Gebäude weg geleitet, wenn die Gefällegebung entsprechend des Grundsatzes der E DIN 18533-1 Abschnitt 8 von der Sockelzone weg geneigt ist.

2.1.4 Schnee und Schmelzwasser

Grundsätzlich ist im Winter im Sockelbereich mit Schnee und Schmelzwasser zu rechnen. In [DIN 1055-5:2005-07] werden die zu erwartenden Schneelasten auf dem Boden in Abhängigkeit von der Schneelastzone und der Geländehöhe über dem Meeresniveau angegeben. Diese Angaben lassen Rückschlüsse auf die Schneehöhen und die anfallende Schmelzwassermenge zu.

In der Regel schmilzt der Schnee zuerst unmittelbar am Gebäude ab, da hier die höchsten Temperaturen entstehen. Aufstauendes Schmelzwasser (z. B. bei Frost-Tau-Wechseln) kann zu einer zusätzlichen Wasserbeanspruchung des Sockelbereiches führen.

2.2 Angrenzendes Gelände und Wasserbeanspruchung im Boden

2.2.1 Gefälleabhängige Wasserführung in den Übergangsbereichen von Freiflächen zu Gebäuden

Liegen Sockel und Eingänge tiefer als das umliegende Gelände, ist bei starken Regenfällen und wenig durchlässigen Böden mit Stauwassersituationen am Gebäude zu rechnen. Da die Durchlässigkeit des Bodens bereits durch eine Humusschicht stark verringert wird, kann diese nicht wesentlich zur Verringerung des Stauwassers durch Oberflächenwasser beitragen. Die Wasserbeanspruchung und damit die Gefahr von Feuchtigkeitsschäden verringern sich erheblich, wenn das Gefälle der Geländeoberfläche vom Gebäude weg führt. Weiterführende Empfehlungen für Planung, Bau und Instandhaltung der Übergangsbereiche von Freiflächen zu Gebäuden gibt das Merkblatt der Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. [FLL 2012].

Bei der Geländegestaltung unmittelbar am Gebäude ist darüber hinaus mit Setzungen des Arbeitsraumes und damit einer Änderung der Gefällesituation zu rechnen. Bei einer dadurch entstehenden Gefällegebung zum Haus hin und wenig durchlässigen Oberflächenschichten können die Sockelbereiche zusätzlich durch Stauwasser beansprucht werden. Durch die Setzungen können sich auch die Anschlusshöhen an das Gebäude verändern. Da das Maß der Setzung stark abhängig vom Verdichtungsgrad des verfüllten Arbeitsraumes ist, können die Anschlusshöhen des angrenzenden Geländes auch im Nachhinein variieren. Die Abdichtungshöhe über Gelände sollte unter Zuverlässigkeitsaspekten mit einem ausreichenden Sicherheitsgrad geplant werden.

Diese Empfehlungen werden in der zukünftigen DIN 18533-1 in Abschnitt 8 aufgenommen. Es sind Maßnahmen zur Vermeidung unnötig hoher Wasserbeanspruchungen durchzuführen, die zum Teil bereits in [DIN 18195] genannt waren. Zu diesen Maßnahmen gehören an Hangseiten offen entwässerte Sickergräben, Brüstungswände vor den Gebäuden, um das Gebäude herumführende Mulden oder ähnliche Einrichtungen.

2.2.2 Oberflächenversickerung

Auf befestigten Freiflächen am Gebäude (Plattenbeläge, Wege- oder Platzflächen) findet in der Regel keine Versickerung statt, so dass das anfallende Wasser abgeleitet werden muss.

Aber auch bei stark durchlässiger Böden ($k > 10^{-4}$ m/s) reicht der Durchlässigkeitsbeiwert [DIN 18195-1] in der Regel nicht aus, um Wasser aus Starkregenereignissen ausreichend schnell zu versickern und Stauwassersituationen an der Geländeoberfläche und damit auch im Bereich der Sockelzone zu vermeiden.

Wenn sich in Hohlräumen grobkörniger Böden feinere Bestandteile anlagern, verringert sich deren Durchlässigkeit. Die durchströmbaren Volumina werden kleiner, zusätzlich wird der Fließwiderstand durch steigende Adhäsionskräfte des Wassers zu den Bodenteilchen erhöht.

Andererseits wird mit geringer werdender Durchlässigkeit des Bodens und abnehmender Sickerleistung die Beanspruchung auf die erdberührten Bauteile geringer. Diese Aspekte sind aus Zuverlässigkeitsüberlegungen aber nicht Inhalt der Abdichtungsnormen und nicht Gegenstand der Norm für die Gebäudedränung [DIN 4095].

2.2.3 Wasserbeanspruchung im Boden

Die zurzeit geltende Norm für Bauwerksabdichtungen [DIN 18195] unterscheidet in Teil 1 bei der Wasserbeanspruchung von erdberührte Außenwänden zwischen Bodenfeuchte und nicht stauendem Sickerwasser, zwischen zeitweise stauendem Sickerwasser und zwischen drückendem Wasser. Die Abdichtungsmaßnahmen sind in den Normenteilen [DIN 18195-4] und [DIN 18195-6] beschrieben. Bei der Bemessung der Abdichtung unterhalb der Geländeoberfläche werden die Geländegestaltung und eine damit ggf. verbundene höhere Wasserbeanspruchung bisher nicht berücksichtigt.

Der Entwurf der neuen Norm für die Abdichtung erdberührter Bauteile [E DIN 18533] beschreibt vier bzw. fünf Klassen der Wassereinwirkung: W1-E, W2.1-E, W2.2-E, W3-E und W4-E. „E“ steht für erdberührte Bauteile und kennzeichnet alle Klassifizierungen der DIN 18533. Die Sockelbereiche sind der Klasse W4-E zugeordnet. Dazu sind im Entwurf folgende Formulierungen enthalten:

„Am Wandsockel wirken Spritz- und Sickerwasser auf die Sockeloberflächen, Bodenplatten und Fundamente ein. In und unter Sockelwänden und in erdberührten Wänden kann Wasser kapillar aufsteigen. Beim Wandsockel mit zweischaligem Mauerwerk kann abrinrendes Niederschlagswasser in den Schalenzwischenraum sickern. Diese Einwirkungen machen eine Fußpunkt-, Sockel- und Querschnittsabdichtung erforderlich. Am Wandsockel ist im Bereich von ca. 0,20 m unter OK Gelände bis ca. 0,30 m über OK Gelände mit W4-E zu rechnen, wenn nicht durch den Bemessungswasserstand oder aufgrund des nicht gedrännten, wenig wasserdurchlässigen anstehenden Bodens mit W2.1-E zu rechnen ist.“

Die neue Abdichtungsnorm für erdberührte Bauteile benennt damit nicht nur die unterhalb der Geländeoberfläche erforderlichen Maßnahmen für die Abdichtung erdberührter Bauteile, sondern auch die der oberhalb der Geländeoberfläche liegenden Sockelbereiche. Allerdings war eine vergleichbare Regelung, wenn auch noch nicht differenzierend, in [DIN 18195-9] enthalten.

Wie bereits [DIN 18195] schließt auch [E DIN 18533] die Anwendung der gesamten Norm bei wasserundurchlässigen Bauteilen aus. Da die WU-Richtlinie des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton [DAfStb 2003] keine nennenswert höheren Anforderungen an wasserundurchlässige Bodenplatten in der geringeren Beanspruchungsklasse 2

stellt als die, die ohnehin an Außenbauteile zu stellen sind, weiterhin wasserundurchlässiger Beton in der Regel eine Wassereindringtiefe von maximal 50 mm aufweist und diese Bedingung i.d.R. bereits von gut verdichtetem Konstruktionsbeton der Klasse C 25/30 erfüllt wird, sind erdberührte Bodenplatten ab einer Dicke von 15 cm (unter technischen Aspekten auch schon darunter) wasserundurchlässig. Aus diesem Grund werden Querschnittsabdichtungen unter technischen Aspekten in den seltensten Fällen tatsächlich erforderlich. Deshalb wird im Rahmen des vorliegenden Berichts nicht auf die Wassereinwirkung von unten bei Beanspruchung durch Bodenfeuchte eingegangen, sondern ausschließlich auf die Einwirkung von der Seite auf erdberührte Bauteile und darüber liegende Sockelzonen.

2.3 Massiver oder nicht massiver Untergrund: Materialien

Die Unterscheidung zwischen massiven und nicht massiven Untergründen ist durch die Verformbarkeit und die Rissanfälligkeit gekennzeichnet. Der Entwurf der Abdichtungsnorm „Abdichtung von erdberührten Bauteilen – Teil 1: Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze“ [E DIN 18533-1] enthält folgende grundsätzliche Formulierung:

„4.2.2 Dämmstoffe als Untergrund

Dämmstoffe dienen bei erdberührten Bauteilen, mit Ausnahme von überschütteten Decken, in der Regel nicht als Abdichtungsuntergrund. Bei Teilflächen mit unterschiedlichen Wärmedurchgangskoeffizienten, z. B. bei Mauerwerk mit Riegeln, Stützen oder Auflagerbereichen aus Stahl bzw. Stahlbeton o. ä., können zusätzliche Dämmschichten auf der der Abdichtung zugewandten Seite erforderlich werden. Dabei dürfen nur solche Dämmstoffe verwendet werden, die entsprechend druckfest und für die zu wählende Abdichtung als Untergrund im o. g. Sinne geeignet sind. Dämmschichten dürfen keine schädlichen Einflüsse auf die Abdichtung ausüben.“

Die Norm lässt somit grundsätzlich Dämmstoffe als Untergrund zu, auch wenn diese auf Teilflächen beschränkt werden. Solche sind in Sockelzonen gegeben. Die Norm differenziert sonst nach Einwirkungen auf die Abdichtung. Die Eigenschaften der Abdichtung dürfen sich unter den Einwirkungen (z. B. aus dem Untergrund) und den daraus resultierenden Beanspruchungen nicht so verändern, dass die Funktion und der Bestand während der geplanten Nutzungsdauer beeinträchtigt werden.

Der Normentwurf formuliert zu den Einwirkungen aus dem Untergrund vier Rissklassen (R1-E gering, R2-E mäßig, R3-E hoch, R4-E sehr hoch). Bei vorhandenen Rissen sind die noch zu erwartenden Rissflankenaufweitungen sowie die möglichen Neurissbildungen auf die Rissüberbrückungseigenschaften der Abdichtungsbauart abzustimmen. Diese weisen in Abhängigkeit der Materialeigenschaften, Schichtdicken, Lagenzahl und Art des Haftverbunds zum Untergrund verschiedene Rissüberbrückungseigenschaften auf. Im Normentwurf wird zwischen vier Rissüberbrückungsklassen (RÜ1-E gering, RÜ2-E mäßig, RÜ3-E hoch und RÜ4-E sehr hoch) unterschieden.

Im Sockelbereich sind in der Regel folgende nicht-massive Untergründe vorhanden, die nicht in der Abdichtungsnorm benannt sind:

- Wärmedämmstoffe, die für die Anwendung als Perimeterdämmung nach [DIN 4108-10] genormt sind
- Wärmedämmstoffe, die für die Anwendung als Perimeterdämmung nicht genormt sind (Zulassung erforderlich)
- Oberflächen von Schalungssteinen oder Schalelementen aus Polystyrol oder aus Holzspanbeton
- Holz
- Holzwerkstoffe.

In den folgenden Abschnitten wird auf die unterschiedlichen Untergründe eingegangen.

2.3.1 Wärmedämmstoffe

Der Entwurf der Abdichtungsnorm für erdberührte Bauteilen [E DIN 18533] sieht mit Ausnahme von Flachdachabdichtungen über erdüberschütteten Decken keine Dämmstoffe als Abdichtungsuntergrund vor. Lediglich im Bereich von Wärmebrücken oder bei Teilflächen unterschiedlicher Wärmedurchgangskoeffizienten können Dämmschichten erforderlich werden, deren Druckfestigkeit auf die Abdichtungsbauart abzustimmen ist. Es dürfen keine schädlichen Wechselwirkungen zwischen Dämmstoff und Abdichtung entstehen.

Nach [DIN 4108-10] sind sowohl Polystyrol-Extruderschäum (XPS) als auch Schaumglas-Dämmstoffe (CG) für eine Anwendung als Perimeterdämmung genormt. Zulassun-

gen für eine Anwendung als Perimeterdämmung gibt es derzeit neben den o. a. Dämmstoffen auch für Dämmstoffe aus Polystyrol (XPS bzw. EPS) sowie aus Polyurethan-Hartschaum (PU bzw. PIR).

Die Verträglichkeit und Eignung dieser Dämmstoffe mit den Abdichtungsstoffen ist für vielfältige Anwendungssituationen im Flachdachbereich nachgewiesen. So ist die Verarbeitung von Bitumenbahnen auf Dämmstoffen im Dachbereich z. B. in [vdd 2012] geregelt.

Die Erfahrungen mit Abdichtungen auf Dämmstoffen bei Flachdächern lassen sich zumindest teilweise auf erdberührte Bauteile übertragen. Die Dämmstoffe stehen auch in diesem Anwendungsfall nicht im unmittelbaren Kontakt zum Erdreich, sondern nur die für die Abdichtung erdberührter Bauteile zugelassenen Abdichtungen.

In der KMB-Richtlinie [KMB 2010] wird nicht ausdrücklich auf nichtmineralische Untergründe eingegangen. Es wird aber darauf hingewiesen, dass andere als die genannten mineralischen Untergründe für den jeweiligen Anwendungsfall auf ihre Eignung zu prüfen seien. Nicht massive Untergründe werden also nicht kategorisch ausgeschlossen.

Viele flüssig zu verarbeitende Abdichtungen haben eine Europäische Technische Zulassung (ETA) nach [ETAG 005] als Dachabdichtung. In einer solchen Zulassung werden nicht mehr die geeigneten Untergründe aufgelistet, sondern es wird auf die Verarbeitungshinweise des Herstellers verwiesen, in denen die Untergrundvorbehandlungen aufgelistet sind. Hiernach sind z. B. auch Untergründe aus Wärmedämmstoffen – mit jeweils geeigneter Grundierung – für Flüssigabdichtungen geeignet, wobei i.d.R. Trennlagen erforderlich sind, auf denen vollflächig anhaftend die Abdichtungen zu verarbeiten sind.

Für einige Flüssigabdichtungen existieren zusätzlich allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnisse als flüssig zu verarbeitende Bauwerksabdichtungen. Auch in diesen Zertifikaten wird hinsichtlich der Untergründe auf die Verarbeitungsanweisungen des Herstellers verwiesen. Nach Herstellerangaben sind auch Untergründe aus Wärmedämmstoffen mit geeigneter Grundierung für den Auftrag von Flüssigabdichtungen geeignet, wenn dadurch der Dämmstoff nicht geschädigt wird und der Dämmstoff z. B. durch Fugenrandbewegungen sich nicht schädigend auf die Abdichtung auswirkt.

Möglicherweise tritt eine Materialunverträglichkeit der Dämmplatten durch die in den FLK enthaltenen Lösemitteln auf. Wenn die FLK mit dem Dämmstoff verträglich sein sollte, ist dennoch eine Trennlage sinnvoll, um, wie bei Holzuntergründen, Brüche über den Fugen von Dämmstoffen zu vermeiden. Fugenbildungen können aber auch vermieden werden, indem Fugenrandbewegungen über den Platten durch z. B. armierte und aufgeklebte Verstärkungstreifen über den Fugen vermieden werden. Dann müssen aber die Platten scherfest mit dem Untergrund verbunden werden, da sonst Bewegungen in den Dämmplatten sich aufaddieren und an den Rändern zu breiten Spalten führen. Diese Erscheinung hatte vor einigen Jahrzehnten dazu geführt, dass Hakenfalzplatten nach einer kurzen Zeit bereits wieder vom Markt genommen wurden.

Die übrigen in [DIN 4108-10] genannten Dämmstoffe wie Mineralwolle (MW) bzw. Künstliche Mineralfaser (KMF), Phenolharz-Hartschaum (PF), Holzwolle-Platten (WW), Holzwolle-Mehrschichtplatten (WW-C), Expandiertes Perlite (EPB), Expandierter Kork (ICB) und Holzfaser (WF) sind weder für die Anwendung als Perimeterdämmung genormt, noch gibt es allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen für diesen Anwendungsfall. Diese Dämmstoffe werden im Folgenden nicht behandelt.

Für Schüttungen aus Glasschaumschotter, Glasschaumgranulat o. ä. gibt es zwar allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen für die Anwendung unter Bodenplatten, die eine Eignung als Perimeterdämmung belegen. Diese Materialien sind in ungebundener Schüttform allerdings nicht als Abdichtungsuntergrund geeignet.

2.3.2 Schalungssteine und Schalelemente

Schalungssteine oder -blöcke bilden ein nicht lastabtragendes, an der Wand verbleibendes Schalungssystem, das die Erstellung von bewehrten oder unbewehrten Ortbeton-Wänden ermöglicht. Schalungssteine können aus Polystyrol oder aus Holzspanbeton bestehen.

Die Verwendung derartiger Bauprodukte bzw. Bausätze nach [DIN EN 15435], [DIN EN 15498] bzw. europäischer technischer Zulassung (ETA auf der Basis der [ETAG 009]) regelt die DIBt-Richtlinie „Anwendungsregeln für nicht lasttragende verlorene Schalungsbausätze/-systeme und Schalungssteine für die Erstellung von Ortbeton-Wänden“, ohne dass dafür im Regelfall ein weiteres Anwendungsdokument (wie z. B. eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung) erforderlich wird. In Einzelfällen sind für die

Einstufung im Brandschutz (Europäische Baustoffklassen) jedoch allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen erforderlich.

Außenwände aus Schalungssteinen sind durch Putz oder Bekleidungen vor Umwelteinflüssen zu schützen. Diese Oberflächenbeschichtungen sind nicht Teil der Bausätze.

2.3.2.1 Schalungssteine aus Polystyrol

Einige Hersteller von kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtungssystemen haben in den 1990-er Jahren Untersuchungen mit Abdichtungsstoffen auf Schalungssteinen aus Polystyrol durchgeführt. Dabei wurden Dickbeschichtungen auf einer Elementwand über 96 Stunden mit Druckwasser beaufschlagt und anschließend die Wasseraufnahme der Prüfkörper bestimmt. In den Versuchen wurden zusätzlich die Dichtheit und die Spaltüberbrückung unter den jeweiligen Randbedingungen unabhängig von Stoßfugen untersucht.

In den damaligen Verarbeitungsrichtlinien der Hersteller von kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtungen wird auf ein vorheriges Verputzen der Schalungssteine (aus Polystyrol) verzichtet. Es wird empfohlen, Oberflächenprofilierungen und Unebenheiten mittels Kratzspachtelung zu schließen und die Elemente mit einem Stahlbesen anzu-
rauen. Größere Fehlstellen (offene Stoß- und Lagerfugen) sind vorab zu schließen. Anschließend kann die Dickbeschichtung – analog zur Ausführung bei massiven Untergründen – aufgetragen werden.

Nach den Angaben der Hersteller von KMB sind diese Ausführungen für eine Wasserbeanspruchung durch Bodenfeuchte und nichtstauendes Sickerwasser teilweise mit Gewebeeinlage, in einem Fall auch ohne Einlage geeignet. Nach den damaligen Angaben eines Herstellers eignet sich die Beschichtung bei entsprechender Schichtdickenerhöhung und der Verwendung einer Gewebeeinlage auch für eine Wasserbeanspruchung durch aufstauendes Sickerwasser.

Bitumendickbeschichtungsmassen werden nicht nur zur Abdichtung erdberührter Bauteile, sondern auch zum Aufkleben von Perimeterdämmungen erfolgreich eingesetzt, es treten keine Materialunverträglichkeiten zwischen diesen Stoffen auf.

Der Hersteller einer kaltselbstklebenden Bitumenbahn mit HDPE-Trägerfolie gibt an, dass diese Art der Abdichtung auch zur Abdichtung auf Polystyrolelementen geeignet sei.

Lösungsmittelhaltige Abdichtungsstoffe sind ohne eine vorherige Vorbehandlung des Untergrunds grundsätzlich nicht geeignet.

2.3.2.2 Schalungssteine aus Holzspanbeton

Holzspanbeton besteht aus Holzspänen (meistens aus Nadelhölzern), Zement und Wasser. Das Gemisch wird verdichtet bzw. gepresst. Je nach Mischungsverhältnis und Haufwerksporigkeit lassen sich Rohdichten zwischen 400 und 1.700 kg/m³ herstellen, die unterschiedliche Wärmeleitfähigkeiten aufweisen. Entsprechend der Europäischen Technischen Zulassung [ETA-05/0090] werden Schalungssteine in die Dichteklassen 550 kg/m³, 600 kg/m³ und 810 kg/m³ eingeteilt. Sie können zusätzlich innenseitig teilweise mit Wärmedämmstoffen gefüllt sein.

Zum Verwendungszweck wird in der Zulassung Folgendes ausgeführt:

„Der Bausatz ist für die Erstellung von Innen- und Außenwänden vorgesehen, die sowohl ober- als auch unterirdisch jeweils tragend oder nichttragend ausgeführt sein können einschließlich solcher Wände, die Brandschutzvorschriften unterliegen.“

Wenn diese Art der Konstruktion unterirdisch eingesetzt wird, ist in Abhängigkeit des Anstehens von nichtdrückendem oder drückendem Grundwasser eine Abdichtung vorzusehen, die den nationalen Regelungen entspricht. Diese Abdichtung ist durch eine stoßfeste Schutzschicht vor Schäden infolge mechanischer Einwirkung zu schützen.“

Angaben zur Art der Abdichtung werden in der Zulassung nicht gemacht. Dagegen wird zu biologischen Einflüssen Folgendes ausgeführt:

„Wenn die Wände mit üblichen Putzschichten geschützt sind und die Bedingungen für die Nutzung des Gebäudes berücksichtigt werden, zeigt sich in der jahrzehntelangen Verwendung des Holzspanbetons als Wärmedämmstoff, dass dieser ausreichend gegen Pilzbefall, Bakterien, Algen und Insekten schützt.“

Holzspanbeton und die verwendeten Wärmedämmstoffe bieten keine Nährstoffquellen und weisen im Allgemeinen keine Hohlräume auf, in die sich Ungeziefer einnisten können.“

Die Hersteller geben in ihren Produktinformationen keine detaillierten Verarbeitungshinweise zur Abdichtung der Schalungssteine beim Einsatz im erdberührten Bereich. Die Hinweise beschränken sich auf das Versetzen und Verfüllen der Steine. Ein Hersteller gibt zwar ein Detail vor, bei dem eine bituminöse, kunststoffmodifizierte Dickbeschichtung mit Gewebeeinlage zur Abdichtung gegen nichtdrückendes Wasser unmittelbar auf dem Schalungsstein ausgeführt wird. Allerdings erfolgen keine weiteren Detailangaben, z. B. für welche Wassereinwirkung diese Bauart ausgelegt ist und welche Abdichtungsstoffe auf einem vorbehandelten oder auf einem nicht vorbehandelten Untergrund geeignet sind.

Durch eine Recherche war leider nicht in Erfahrung zu bringen, ob Abdichtungen auf Schalungssteinen aus Holzspanbeton zuverlässig und geeignet sind oder ob diese Systeme wenigstens dahingehend geprüft wurden.

2.3.3 Holz / Holzwerkstoffe

Auf Flachdächern sind Holz- und Holzwerkstoffe seit langem als Abdichtungsuntergründe üblich. Nach den Regelwerken müssen die zur Anwendung kommenden Abdichtungswerkstoffe auf die Unterlage abgestimmt sein.

Im Entwurf [E DIN 18531] wird ein weitgehend lückenloser, stetig verlaufender und ausreichend tragfähiger Untergrund gefordert. Bei Schalungen aus Holz oder Holzwerkstoffen werden u. a. verschärfte Anforderungen an die Trockenheit der Holzbauteile gestellt und ggf. Regenschutzmaßnahmen vor und während des Einbaus gefordert. Chemische Holzschutzmaßnahmen dürfen die Abdichtung nicht schädlich beeinflussen. Feuchtebedingte Längenänderungen von Holzwerkstoffplatten sind auf 2 mm pro Meter zu begrenzen.

In den „Hinweisen Holz und Holzwerkstoffe“ vom ZVDH Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks [ZVDH 2008] wird auf die Gleichgewichtsfeuchten hingewiesen, die sich aus den Nutzungsklassen ergeben und auf die daraus resultierenden Quell- und Schwindverformungen. Analog zu [E DIN 18531] wird bei der Anwendung von Holzwerkstoffplatten eine feuchtebedingte Längenänderung von bis zu 2 mm/m erwartet.

Die Flachdachrichtlinie im Regelwerk des Deutschen Dachdeckerhandwerks des ZVDH fordert in Abschnitt 2 für nicht genutzte Dächer für die Abdichtung mit FLK flüssig zu verarbeitenden Kunststoffabdichtungen (FLK) auf Unterlagen aus Holzschalung, Holzwerkstoffen oder unkaschierten Wärmedämmstoffen die Anordnung von Trennschichten oder Trennlagen. Diese Maßnahme dient bei Holz und Holzwerkstoffen zur Vermeidung von Rissen in der Abdichtung über Fugenrandbewegungen.

Bahnenförmige Abdichtungen werden in der Regel streifenförmig auf Holzuntergründen aufgenagelt oder streifenweise verklebt. Probleme dieser Bauweise hinsichtlich der Unverträglichkeit zwischen Holz und den Abdichtungsstoffen sind nicht bekannt. Ausführungsdetails können dem [abc der Bitumenbahnen] entnommen werden.

In Aufkantungsbereichen genutzter Dächer oder Balkone sind die Abdichtungen oftmals auch an Fensterrahmen aus Holz anzuschließen.

Zu den Anschlüssen an aufgehende Bauteile führt die Flachdachrichtlinie [ZVDH 2008] hinsichtlich der Untergründe aus:

„Flächen, an denen die Dachbahnen des Anschlusses hochgeführt, aufgeklebt oder befestigt werden, müssen eine glatte und ebene Oberfläche aufweisen. Betonflächen im Anschlussbereich dürfen keine Kiesnester, Risse oder ausgebrochene Kanten aufweisen. Bei unebenem oder stark strukturiertem Mauerwerk muss der Anschlussbereich mit einer festhaftenden Putzschicht versehen sein [...]. Bei zu erwartenden geringfügigen Bewegungen im Anschlussbereich (z. B. bei Betonfertigteilen, Holzaufkantung o. ä.) dürfen Anschlussbahnen im Übergangsbereich von der Dachfläche zur Anschlussfläche nicht fest mit dem Untergrund verbunden werden. Ggf. kann der Einbau von Trennstreifen notwendig sein.“

Zu den Anschlüssen an Türschwellen und Türkonstruktionen finden sich folgende Regelungen in der Flachdachrichtlinie:

„Der Anschluss an Türschwellen kann durch Hochziehen der Dachabdichtung wie an Wandanschlüssen oder durch das Einbauen von Türanschlussblechen erfolgen. [...] Bei Anschlüssen an Türkonstruktionen aus Kunststoffen sind bei Verwendung von Bitumenwerkstoffen, mit erhitztem Bitumen, mit Flamme oder mit Heißluft Verformungen oder Verfärbungen der Kunststoffteile nicht vermeidbar.“

Solange keine Maßnahmen zur Verminderung von Fugenrandbewegungen ergriffen werden, sind die Fugenaufweitungen aus den feuchtebedingten Längenänderungen von Holzwerkstoffen mit bis zu 2 mm zu berücksichtigen. Holzwerkstoffuntergründe sind dann der Rissklasse R4-E der Abdichtungsnorm [E DIN 18533-1] zuzuordnen, in der Neurissbildungen / Rissbreitenänderungen nach Aufbringen der Abdichtung von ≤ 5 mm bei einem Rissversatz von ≤ 2 mm zu berücksichtigen sind. Die Abdichtung muss mindestens eine entsprechende Rissüberbrückungsklasse RÜ4-E aufweisen. Das bedeutet, dass auf Holzwerkstoffuntergründen ausschließlich mehrlagige Bitumenbahn oder einlagige Kunststoffbahnen verwendet werden dürfen. Nur wenn die Fugenrandbewegungen auf 1 mm beschränkt werden, indem z. B. kleinere Plattenformate verwendet werden, dürfen auch Stoffe der RÜ3-E zum Einsatz kommen, wozu z. B. FLK zählen. Die an erdberührten Außenwänden üblichen kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtungssysteme (KMB, neu: PMBC Polymer modified bituminous thick coatings) sind nur bei zu erwartenden Flankenbewegungen bis zu 0,5 mm entsprechend der Klasse RÜ2-E geeignet. Flexibilisierte mineralische Dichtungsschlämmen sind der Klasse RÜ1-E zugeordnet und können Flankenbewegungen bzw. Risse bis 0,2 mm überbrücken.

Bei flüssig zu verarbeitenden Abdichtungen werden in [E DIN 18533] eine ausreichende Oberflächenfestigkeit des Untergrundes sowie die Einhaltung des produktabhängigen, maximal zulässigen Feuchtegehaltes und die Vorbereitung des Untergrundes gefordert. Zur Untergrundvorbereitung gehören die Reinigung der Oberfläche, die Entfernung trennender Substanzen sowie der Ausgleich von Unebenheiten.

Die KMB-Richtlinie [KMB 2010] nennt geeignete Untergründe, wie z. B. Mauerwerk, Beton, Putz sowie Altabdichtungen auf Beschichtungsbasis, schließt aber auch andere Untergründe nicht aus: *„Andere, oben nicht genannte Untergründe sind für den jeweiligen Anwendungsfall auf ihre Eignung zu prüfen.“*

Aus der Formulierung der KMB-Richtlinie darf geschlossen werden, dass Holz und Holzwerkstoffe nach Überprüfung und Vorbehandlung als Abdichtungsuntergrund nicht generell ausgeschlossen sind.

Das WTA-Merkblatt 4-6 „Nachträgliches Abdichten erdberührter Bauteile“ [WTA 2014] differenziert nicht zwischen massiven und nicht-massiven Untergründen. Es wird eine

Vorbehandlung gefordert, mit der ein Zustand des Untergrundes erreicht werden soll, der einen dauerhaften Verbund durch Verklebung/Verlegung der Beschichtungen mit dem Untergrund sicherstellt. Danach sind Holz und Holzwerkstoffe auch als Abdichtungsuntergrund geeignet.

Zu den flüssig zu verarbeitende Abdichtungen mit einer ETA nach [ETAG] 005 oder mit einem allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnis (abP) zur Verwendung als flüssig aufzubringende Bauwerksabdichtung gelten die o. a. Ausführungen vergleichbar zu Wärmedämmstoffen als Untergrund. Mit einer geeigneten Vorbehandlung und Grundierung und bei Maßnahmen zur Begrenzung der Fugenrandbewegungen bzw. bei Anordnung von Trennlagen sind Untergründe aus Holz ebenfalls für die Verarbeitung von FLK geeignet.

Vereinzelt werben Abdichtungshersteller damit, dass ihre Produkte für eine Verwendung auf Holz oder Holzwerkstoffuntergründen geeignet sind.

Ein Kunststoffbahnenhersteller wirbt damit, dass seine Bahnen auch für den Holzrahmenbau geeignet sind. Die Kunststoffbahnen werden lose verlegt – ggf. mit Sprühkleber fixiert – und mit Verbundblechen am Untergrund gesichert. Bei direkter Verlegung der Bahnen auf rauen Holzuntergründen wird als Trenn- / Schutzlage ein Schutzvlies gefordert.

Nach den Produktinformationen eines Herstellers von Kaltselbstklebebahnen (KSK) sind seine Bahnen auch für eine Anwendung auf Untergründen aus Holz und Holzwerkstoffen geeignet.

3. **Regelwerke**

3.1 **Sockel**

Der Entwurf der Norm zur Abdichtung erdberührter Bauteile [E DIN 18533] legt auch die Anforderungen für die Abdichtung des Sockels gegen Spritzwasser fest. Der Sockel über der Geländeoberfläche wird wie folgt definiert:

„Im Sockelbereich ist die Abdichtung im Bauzustand bis 300 mm über Oberkante Gelände hochzuführen, um ausreichende Anpassungsmöglichkeiten der Geländeoberfläche sicherzustellen. Im Endzustand sollte dieser Wert 150 mm nicht unterschreiten.“

Diese Definition ist bereits in den noch geltenden Teilen 1 und 9 der [DIN 18195] enthalten. Dabei handelt es sich um einen Kompromiss, da an Dächern die Aufkantungshöhe von Abdichtungen an aufgehenden Bauteilen nach [DIN 18531-3], [ZVDH 2008] [DIN 18195-9] und der Flachdachrichtlinie des ZVDH die Aufkantungshöhe seit Jahrzehnten 15 cm und in Verbindung mit spritzwasservermindernden Maßnahmen 5 cm betragen soll. Dieses Maß ist eine seit Jahrzehnten gültige Definition, die sich aber nicht empirisch belegen lässt. So wird in der Schweiz lediglich eine Aufkantungshöhe von 12 cm und in Verbindung mit spritzwasservermindernden Maßnahmen von 3 cm gefordert.

Sicherlich mag hinsichtlich der Genauigkeit der Aufbaudicken ein Unterschied zwischen Flachdächern und Geländeanschlüssen bestehen, dennoch sind beide Anschlüsse gleichartig beansprucht und können unter technischen Aspekten gleich behandelt werden.

Unterhalb der Geländeoberfläche – und das ist im Entwurf der DIN 18533 gegenüber der derzeit gültigen Fassung der DIN 18195 geändert – werden die Einwirkungen aus Spritz- und Kapillarwasser auf den Sockelbereich bis ca. 0,20 m unter OK Gelände berücksichtigt.

In anderen Regelwerken wird als Sockelbereich nur der über Gelände befindliche Teil der Fassade bis zu einer Höhe von min. bzw. ca. 30 cm angesehen [IWM 2000], [IWM 2014], [Stuckateur 2013]. In weiteren Regelwerken wird auch der Bereich unterhalb der

Geländeoberfläche (20 cm bzw. ohne Angabe) in die Betrachtung mit einbezogen [WTA 2014], [FLL 2012].

3.2 Untergrund

3.2.1 Allgemeines zum Untergrund

Die Abdichtungsnorm DIN 18195 stellt in Teil 3 [DIN 18195-3] Anforderungen an den Untergrund:

„Bauwerksflächen, auf die die Abdichtung aufgebracht werden soll, müssen frostfrei, fest, eben, frei von Nestern und klaffenden Rissen, Graten und frei von schädlichen Verunreinigungen sein und müssen bei aufgeklebten Abdichtungen oberflächentrocken sein.“

Im anschließenden Text wird davon ausgegangen, dass Abdichtungsuntergründe aus massiven Baustoffen, wie z. B. Mauerwerk, haufwerksporigen Baustoffen oder Putzen bestehen, deren nicht verschlossene Vertiefungen bzw. offene Stoßfugen ein Maß von 5 mm nicht überschreiten dürfen. Diese Unebenheiten sind durch Verputzen, Vermörteln mit Dichtungsschlämmen oder Kratzspachtelungen zu egalisieren. Bei der Verwendung von rissüberbrückenden Abdichtungsmaterialien wie Bitumen- oder Kunststoff-Dichtungsbahnen sind solche Maßnahmen nicht erforderlich. Der Entwurf der Abdichtungsnorm [E DIN 18533] übernimmt die o. g. Grundanforderungen an den Abdichtungsuntergrund. Es wird zudem explizit auf Dämmstoffe als Abdichtungsuntergrund eingegangen:

„Dämmstoffe dienen bei erdberührten Bauteilen [...] in der Regel nicht als Abdichtungsuntergrund. Bei Teilflächen mit unterschiedlichen Wärmedurchgangskoeffizienten, z. B. bei Mauerwerk mit Riegeln, Stützen oder Auflagerbereichen aus Stahl bzw. Stahlbeton o. ä., können zusätzliche Dämmschichten auf der der Abdichtung zugewandten Seite erforderlich werden. Dabei dürfen nur solche Dämmstoffe verwendet werden, die entsprechend druckfest und für die zu wählende Abdichtung als Untergrund im o. g. Sinne geeignet sind. Dämmschichten dürfen keine schädlichen Einflüsse auf die Abdichtung ausüben.“

In [KMB 2010] und [MDS 2006] wird darauf hingewiesen, dass andere als die in der [DIN 18195] genannten Abdichtungsuntergründe für den jeweiligen Anwendungsfall auf ihre Eignung zu prüfen seien. Allerdings wird nicht ausgeführt, wie die Eignung zu prüfen ist.

In [Stuckateur 2013] wird bei der Beschreibung der Anschlussdetails von Balkonen und Dachterrassen auf die Möglichkeit hingewiesen, dass die Bauwerksabdichtung auf der Außenseite des Dämmstoffs (also auf nicht-massiven Untergründen) verlegt wird.

Zu den Anschlüssen im Türbereich wird in [VDD 2012] gefordert, dass die Türen (ohne Materialangabe) für einen einwandfreien Abdichtungsanschluss geeignet sein müssen. Bei Türkonstruktionen aus Kunststoff werden Anschlüsse mit Anschlussblechen oder mithilfe kaltselbstklebender Bahnen angesprochen. Darüber hinaus wird auf die mechanische Fixierung hochgeführter Abdichtungen am Türrahmen mittels Klemmschienen hingewiesen.

3.2.2 Untergrund Holz und zulässige Holzfeuchte

Da Holz ein feuchteempfindlicher Untergrund ist, bei dem bei höheren Holzfeuchten mit Zerstörungen durch Insekten oder holzzerstörenden Pilzen zu rechnen ist, wird hier ausführlicher auf die Zusammenhänge eingegangen.

3.2.2.1 Eurocode 5 [DIN EN 1995-1-1]

Wesentliche Voraussetzung für die Bemessung und Konstruktion von Holzbauten sind die vorgesehenen Umgebungsbedingungen, denen das Holz im eingebauten Zustand ausgesetzt ist. Diese werden im Eurocode 5 [DIN EN 1995-1-1] in die Nutzungsklassen 1 bis 3, die im Wesentlichen zur Zuordnung von Festigkeitskennwerten und der Berechnung der Verformung dienen, eingeteilt:

„Kap. 2.3.1.3 (2): Die Nutzungsklasse 1 ist gekennzeichnet durch einen Feuchtegehalt in den Baustoffen, der einer Temperatur von 20 °C und einer relativen Luftfeuchte der umgebenden Luft entspricht, die nur für einige Wochen je Jahr einen Wert von 65 % übersteigt.“

Im nationalen Anhang der Norm werden die Gleichgewichtsfeuchten in dieser Nutzungsklasse mit 5 bis 15 % angegeben. Es wird angemerkt, dass in den meisten Nadelhölzern in der Nutzungsklasse 1 eine mittlere Gleichgewichtsfeuchte von 12 % nicht überschritten wird.

„Kap. 2.3.1.3 (3): Die Nutzungsklasse 2 ist gekennzeichnet durch einen Feuchtegehalt in den Baustoffen, der einer Temperatur von 20 °C und einer relativen Luftfeuchte der

umgebenden Luft entspricht, die nur für einige Wochen je Jahr einen Wert von 85 % übersteigt.“

Im nationalen Anhang der Norm werden die Gleichgewichtsfeuchten in dieser Nutzungsklasse mit 10 bis 20 % angegeben. Es wird angemerkt, dass in den meisten Nadelhölzern in der Nutzungsklasse 2 eine mittlere Gleichgewichtsfeuchte von 20 % nicht überschritten wird.

„Kap. 2.3.1.3 (4): Die Nutzungsklasse 3 erfasst Klimabedingungen, die zu höheren Feuchtegehalten als in Nutzungsklasse 2 führen.“

Im nationalen Anhang der Norm werden die Gleichgewichtsfeuchten in dieser Nutzungsklasse mit 12 bis 24 % angegeben. Es wird angemerkt, dass die Nutzungsklasse 3 auch Bauwerke einschließt, in denen sich höhere Gleichgewichtsfeuchten einstellen können.

3.2.2.2 Holzschutz nach [DIN 68800-2]

Der Umfang des Holzschutzes einer Konstruktion wird nach [DIN 68800-2:2] in die Gebrauchsklassen 0 bis 5 (früher: Gefährdungsklassen) eingeteilt. Eine Einordnung in Gebrauchsklasse 0 bedeutet, dass kein chemischer Holzschutz erforderlich ist. Bei Gebrauchsklasse 2 hingegen ist die Verwendung von Holz mit einer ausreichenden natürlichen Dauerhaftigkeit bzw. das Aufbringen eines chemischen Holzschutzes notwendig. Allerdings enthält die Norm auch zahlreiche Hinweise zu Bedingungen, wann in einer höheren Gebrauchsklasse die Bedingungen der Gebrauchsklasse 0 angenommen werden können und so auf einen chemischen Holzschutz verzichtet werden kann.

Die Holzschutznorm macht die Notwendigkeit einer Sockelabdichtung bei der Holzständerbauweise von der Lage des Schwellenholzes in Bezug zur Geländeoberfläche abhängig. Bei einem Abstand zwischen Schwellenunterkante und Oberkante des Geländes von mindestens 15 cm im fertigen Zustand kann die vertikale Abdichtung im unteren Bereich der Holzwand entfallen (s. Abb. 1). Bei Anordnung des Schwellenholzes im Spritzwasserbereich ist eine Abdichtung bis zur äußere Beplankung der Außenwand vorzusehen (s. Abb. 2).

Hier wird offensichtlich davon ausgegangen, dass die Abdichtungsmaßnahmen auch auf Untergründen aus Holz oder Holzwerkstoffen dauerhaft funktionsfähig sind.

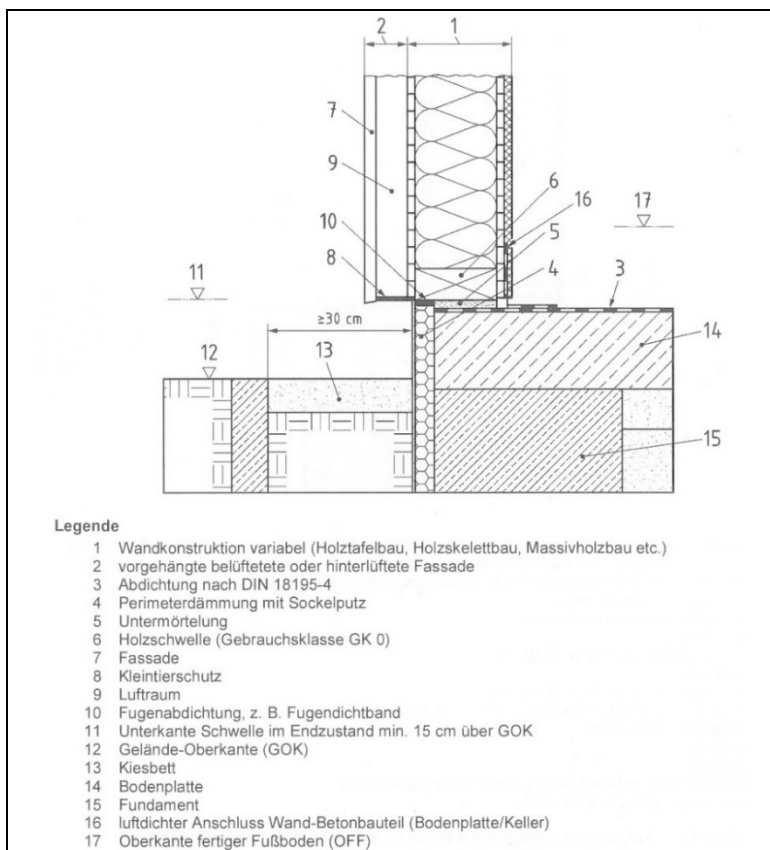


Abb. 1:
Außenwand-Fußpunkt mit Schwelle
außerhalb des Spritzwasserbereichs
(min. 15 cm über GOK) mit vorgehäng-
ter hinterlüfteter Fassade [DIN 68800-
2, A.11]

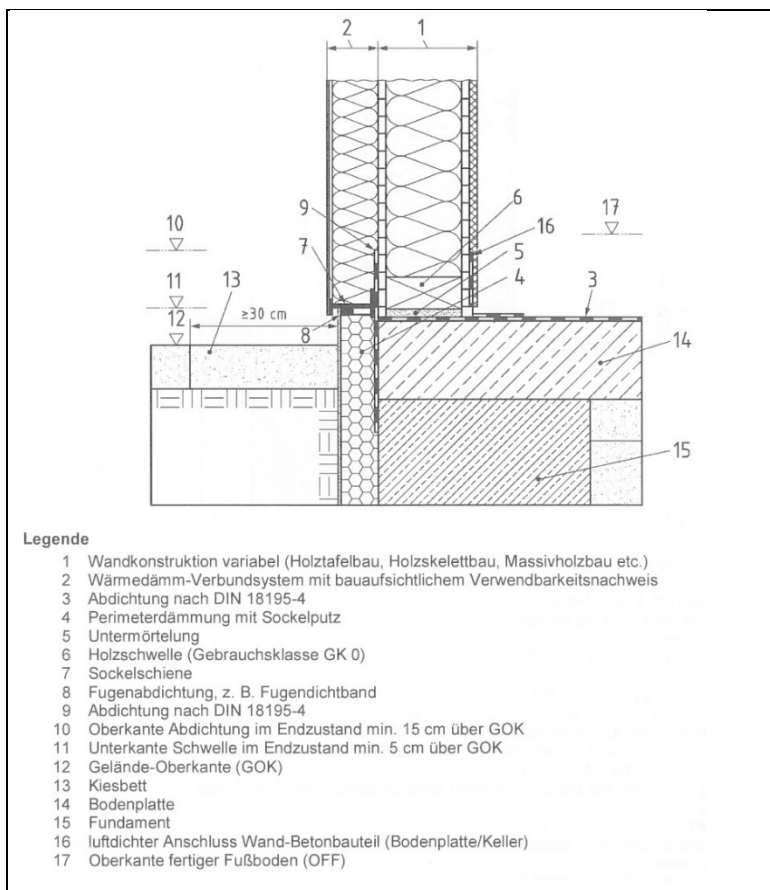


Abb. 2:
Außenwand-Fußpunkt mit Schwelle **im**
Spritzwasserbereich
(min. 5 cm über GOK) mit festem Belag
und Gefälle vor der Außenwand
[DIN 68800-2, A.12]

3. Regelwerke

In der Holzschutznorm werden die Einbaufeuchten aus dem Eurocode 5 übernommen. Es wird darauf hingewiesen, dass die Einbaufeuchten der Hölzer in den Gebrauchsklassen GK 0, GK 1, GK 2 und GK 3.1 nicht höher als 20 % sein dürfen.

Für Holzwerkstoffe werden in der Norm folgende Höchstwerte des Feuchtegehaltes für die Zuordnung in die Gebrauchsklasse GK 0 angegeben.

Feuchtebeständigkeitsbereich nach DIN EN 13986	Zulässige Feuchte u_{zul} der Holzwerkstoffe in der GK 0 %	Nutzungsclassse nach DIN EN 1995-1-1
Trockenbereich	15	1
Feuchtbereich	18 ^a	2
Außenbereich	21	3

^a Eine vorübergehende Auffeuchtung auf bis zu 20 % beim rechnerischen Nachweis nach DIN EN 15026 kann toleriert werden, sofern diese innerhalb von 3 Monaten rücktrocknen kann.

Abb. 3:

Tabelle 2 aus [DIN 68800-2]: Zuordnung zulässiger Holzwerkstofffeuchten in der Gebrauchsklasse GK 0 und von Nutzungsklassen nach DIN EN 1995-1-1 zu den Feuchtebeständigkeitsbereichen nach DIN EN 13986

3.2.2.3 Ausführung der Zimmer- und Holzarbeiten nach [DIN 18334]

Die Norm für Zimmer- und Holzbauarbeiten [DIN 18334] fordert allgemein eine Holzfeuchte < 20 % bzw. begrenzt diese für den Holzrahmenbau auf 18 %.

Neben den allgemeinen Voraussetzungen zur Einstufung von Bauteilen in GK 0 wie der Vermeidung einer Feuchteerhöhung bei Lagerung und Transport, dem Einbau von trockenem Holz und dem Fernhalten von Niederschlägen ist das Verhindern des Eindringens von Feuchte aus angrenzenden Bauteilen ein wichtiges Kriterium. Das bedeutet beispielsweise, dass unter Schwellenhölzern Feuchtigkeitsperren vorzusehen sind, damit Baufeuchte aus neuen mineralischen Bauteilen nicht auf die Schwellenhölzer von unten einwirkt und bei diesen die Gefahr entsteht, dass die Holzfeuchte über die Fassa-sättigung hinausgeht und ab dieser holzerstörende Pilze wachsen können. Grundsätzlich werden Schwellenprofile aufgrund einer Beanspruchung durch Spritzwasser oder bei Veränderung des Geländes durch Oberflächenwasser durch auf der Geländeoberfläche zum Sockel hinlaufendes Wasser zunächst in GK 2 eingeordnet. Erst wenn diese Feuchtigkeitsquellen sicher ausgeschlossen werden können, z. B. durch Planung und Ausführung eines Abstandes zur Geländeoberfläche, ist eine Deklaration der Schwelle als GK 0-Konstruktion möglich (s. Abb. 4 - 6).

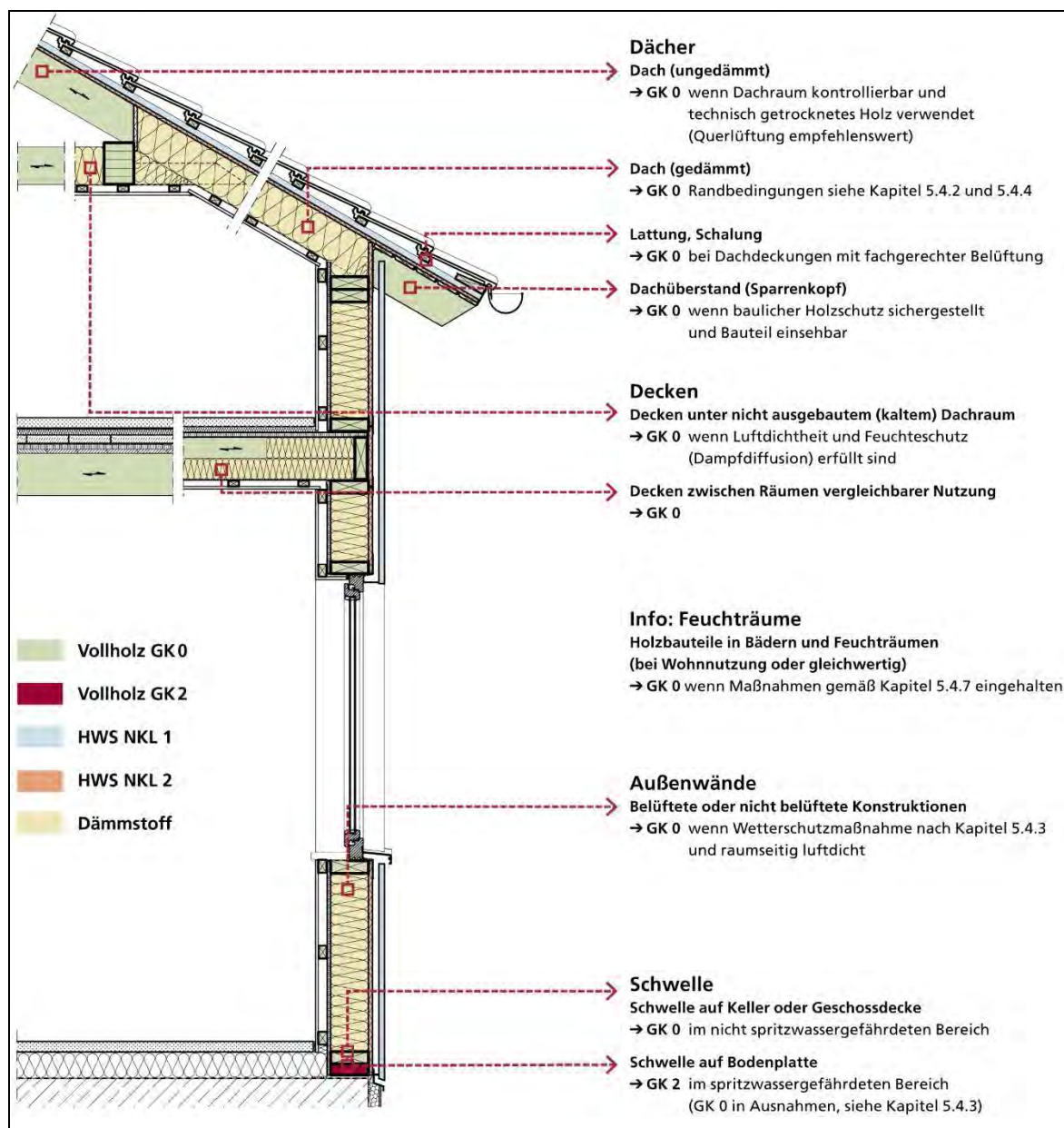


Abb. 4:

Einstufung von Bauteilen in Gefährungsklassen [Holzabsatzfonds 2009]

3. Regelwerke

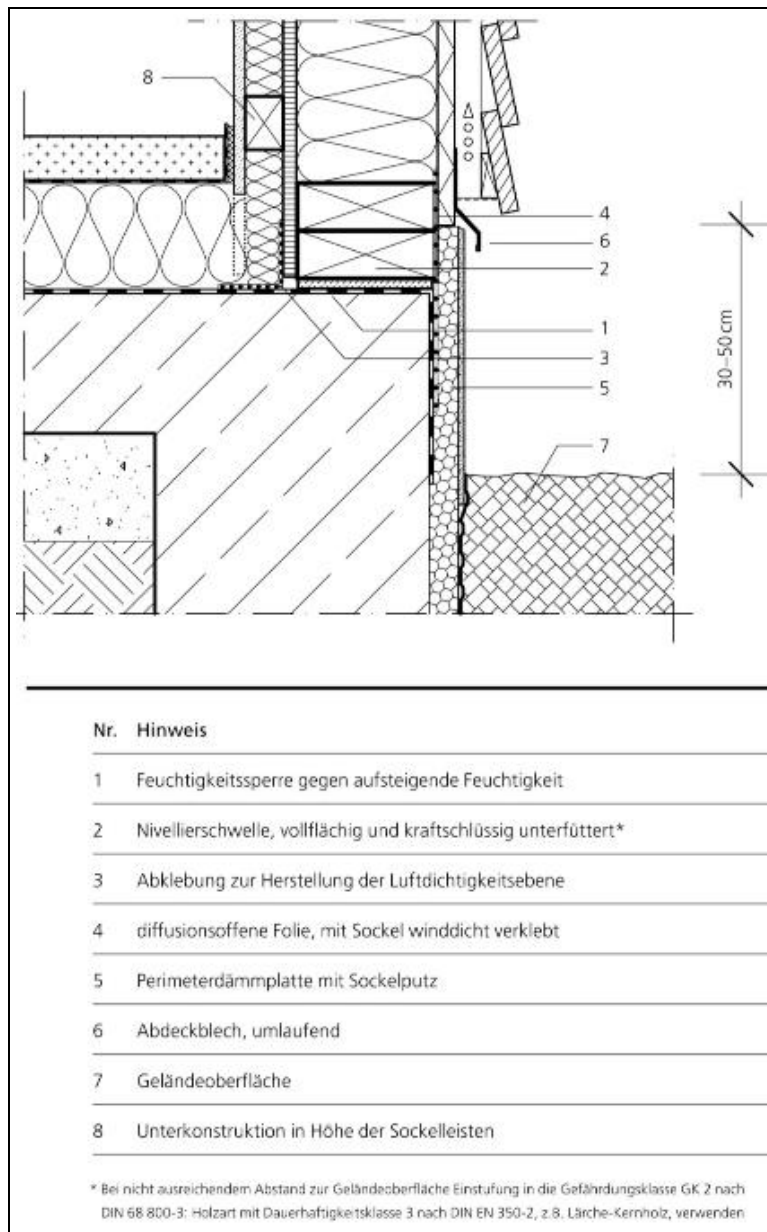


Abb. 5:
Sockelausführung mit Einstufung der
Schwelle als GK 0, nicht unterkellertes
Gebäude
[Holzabsatzfonds 2009]

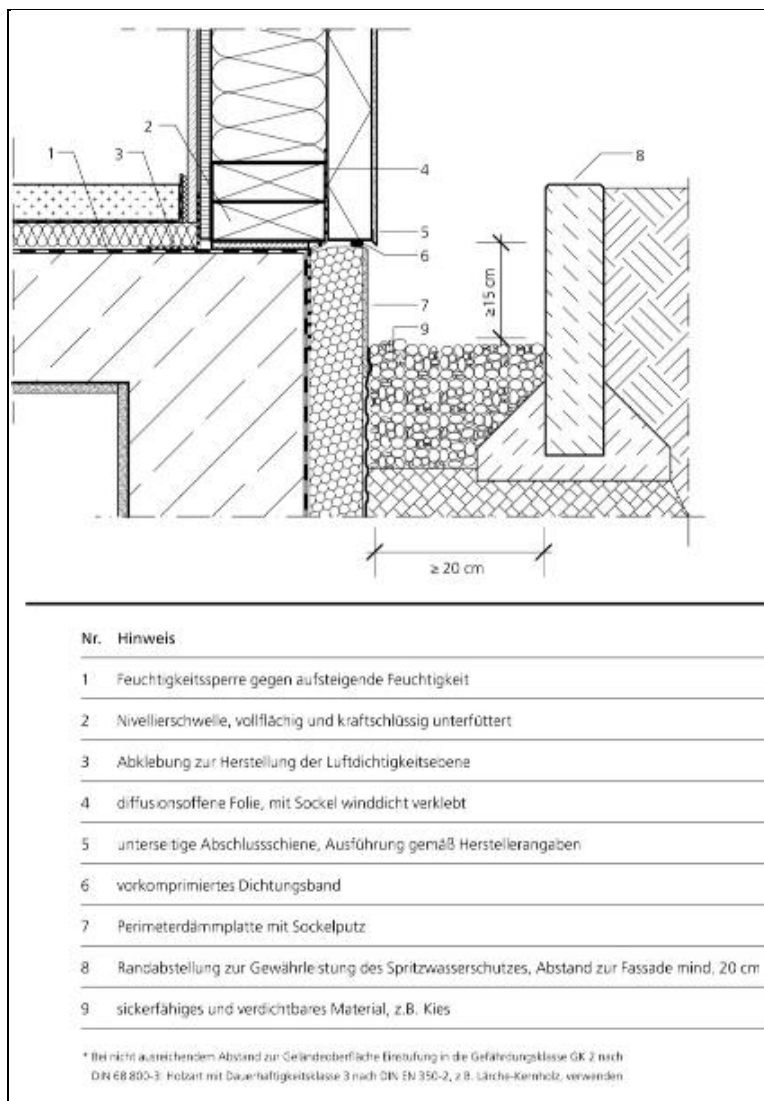


Abb. 6:
Sockelausführung mit Einstufung der Schwelle als GK 0, Gebäude mit Keller [Holzabsatzfonds 2009]

3.2.3 Zusammenfassung der Regelwerke zum Sockelbereich

- Sockelzonen werden als der Bereich eines Gebäudes definiert, der über der Oberkante des Geländes liegt und eine Höhe von 15 bzw. 30 cm erreicht. Die Definition des Sockels unterhalb der Oberkante des Geländes von 20 cm ist unter technischen Aspekten nur eingeschränkt sinnvoll, da Abdichtungen der erdberührten Bauteile mindestens bis Oberkante des Geländes zu führen sind. Sie soll den Planer dazu bewegen, sich auch über die Anschlüsse der Sockelabdichtung an die Abdichtung der erdberührten Bauteile Gedanken zu machen.
- Der Untergrund muss für die jeweilige Abdichtungsbauart geeignet sein und vorbehandelt werden. Die meisten Regelwerke, Richtlinien und Merkblätter gehen von massiven Untergründen für die Abdichtungen aus, nicht-massive Untergründe werden nur in Ausnahmefällen benannt, aber nicht grundsätzlich ausgeschlossen.

- Die Abdichtung muss je nach Beanspruchung durch an der Fassade ablaufenden Schlagregen, Spritzwasser oder Stauwasser hinterlaufsicher am Untergrund angeschlossen werden. In der Sockelzone kann die Abdichtung durch ausreichend wasserabweisende Stoffe ersetzt werden, wenn die Abdichtung auf Höhe der Oberkante des angrenzenden Geländes hinterlaufsicher ausgebildet wird oder vor einer Wasserbeanspruchung geschützt liegt.
- Bei Untergründen aus Holz oder Holzwerkstoffen ist besonderes Augenmerk auf die Einbaufeuchte der Bauteile zu richten. Abhängig von der Gebrauchsklasse im Gebrauchszustand sind eventuell zusätzliche chemische Holzschutzmaßnahmen erforderlich. Aufgrund der von den Holzschutzmitteln ausgehenden, möglichen Gesundheitsgefährdung sollte auf diese Mittel verzichtet werden. Es sind daher Alternativen zu bevorzugen, wie etwa die Auswahl von dauerhafteren Hölzern nach [DIN EN 350-2].

4. Schadensstatistik

4.1 Vorgehensweise und Datenermittlung

Nach einer Literaturrecherche wurden eigene Gutachten und bauphysikalische Beratungen ausgewertet. Zeitgleich wurde zur Ermittlung von Untersuchungsobjekten und von Schadenserfahrungen an Objekten eine bundesweite Umfrage unter den in diesem Bereich tätigen öffentlich bestellten und vereidigten Bausachverständigen sowie unter Abdichtungsherstellern durchgeführt. Dazu wurden 1.093 Sachverständige und 76 Abdichtungshersteller angeschrieben.

Mithilfe der vom AIBAU entwickelten Fragebögen (s. Kapitel 10.1 und 10.2) wurde nach Angaben zur Art, Alter und Schichtenaufbau der Gebäudesockel und Plänen sowie Fotos gefragt und um Information gebeten, ob die benannten Objekte im Rahmen der Forschungsarbeit besichtigt werden können.

4.2 Ergebnisse aus Recherchen und Umfragen

Von den insgesamt 1.169 verschickten Bögen wurden 132 (etwa 11%) zurückgesandt. Hierin enthalten sind 8 Antworten von Herstellern.

Die ursprüngliche Absicht, die Forschungsarbeit auf Abdichtungen im Sockelbereich auf nicht-massiven Untergründen zu beschränken, konnte aufgrund der von den Sachverständigen benannten Untersuchungsobjekte nicht beibehalten werden. Daher wurden im Rahmen der Forschungsarbeit auch die Anschlüsse zwischen Bodenplatten und Außenwänden - also unterkellerte Gebäude - sowie Loggia- bzw. Dachterrassenanschlüsse und Türschwellen in die Betrachtung mit einbezogen, bei denen häufig ebenfalls nicht-massive Untergründe abgedichtet werden müssen. Die Beanspruchungssituation ist prinzipiell gleichartig mit der im Bereich der Sockelzone.

92 Sachverständige (etwa 70% der Umfrageteilnehmer) hatten in den letzten fünf Jahren **keine Gebäude** zu beurteilen, bei denen Abdichtungen auf nichtmassiven Untergründen im Sockelbereich angewendet worden sind.

22 Sachverständige (~17%) konnten bei insgesamt 97 Gebäuden feststellen, dass die Abdichtungen auf Holz- bzw. Holzwerkstoff- oder Dämmstoffuntergründen **schadenfrei** geblieben waren.

Von **negativen Erfahrungen** mit Abdichtungen auf nichtmassiven Untergründen berichteten 21 Sachverständige (~16%) bei etwa 94 Gebäuden. In drei Fällen handelte es sich um Instandsetzungen. **Einige Sachverständige wiesen sowohl auf positive als auch auf negative Erfahrungen hin.** Die Anzahl der genannten Objekte liegt pro Umfrageteilnehmer zwischen einem und 20 Objekten.

Zu einigen Fällen wurden umfangreiche Informationen über Schadensverlauf und Untersuchung der Objekte übermittelt. Des Weiteren wurden eigene Gutachten und bauphysikalische Beratungen ausgewertet, die sich mit dem Thema der Forschungsarbeit befassen.

4.2.1 Schäden, die von den Sachverständigen benannt wurden

Die Schadensursachen werden hauptsächlich in verformungs- bzw. rissanfälligem Untergrund (27 % der Antworten) und unzureichender Untergrundvorbehandlung (16 %) gesehen. Weiterhin wurde die fehlende Abstimmung des verwendeten Systems auf die spezielle Anwendungssituation und zu geringe Schichtdicken genannt (jeweils zu 16 %).

Weniger ursächlich für Schäden werden fehlerhafte oder unzureichende Herstellerangaben erachtet. Ebenfalls einen deutlich geringeren Stellenwert als Schadensursache haben nicht berücksichtigte Klimarandbedingungen der Verarbeitung der Abdichtung.

Unter den sonstigen Angaben werden die Fälle zusammengefasst, in denen zwar die Abdichtung mit Mängeln behaftet war, jedoch kein Schaden aufgetreten ist (s. Abb. 7).

Unabhängig von der Ursache der an den untersuchten Gebäudesockeln festgestellten Schäden waren die Erscheinungen identisch: Es handelte sich um Putzabplatzungen im Sockelbereich, Durchfeuchtungen des Wandquerschnittes bis zu Schimmelpilzbildungen und Feuchtigkeitsschäden auf der Innenseite der Außenwände.

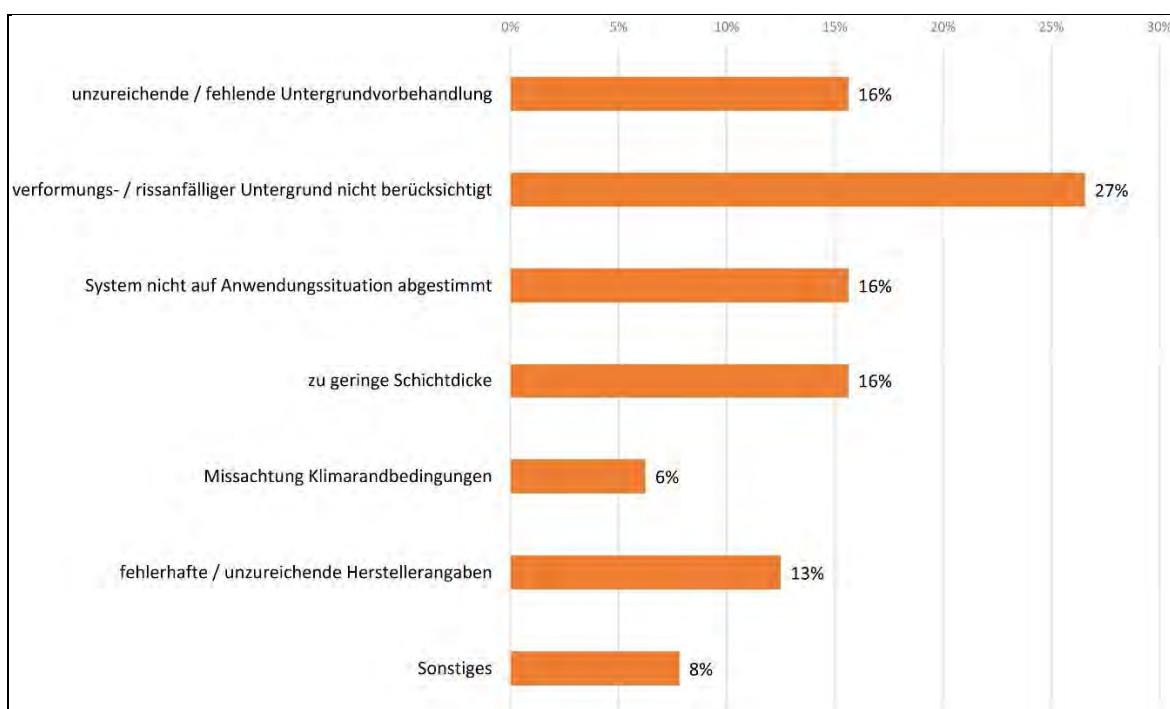


Abb. 7:

Angaben der Sachverständigen zu Schadensursachen (Mehrfachnennungen möglich)

Die Umfrage ergab, dass etwa gleich vielen Sachverständigen schadenfreie wie auch schadhaft gewordene Abdichtungen auf nicht massiven Sockeluntergründen bekannt sind. Dies ist darauf zurückzuführen, dass viele Sachverständige im Rahmen einer Überprüfung des Gebäudes am Ende des Gewährleistungszeitraumes zur Begutachtung der Bauwerksabdichtung zu Rate gezogen werden (s. Abb. 8). Daher können in dieser Konstellation auch schadenfreie Abdichtungen in Augenschein genommen werden. Üblicherweise werden Sachverständige erst im Schadensfall hinzugezogen.

Während das Alter der schadenfrei gebliebenen Abdichtungen etwa zur Hälfte mit 2 bis 5 Jahren und einem weiteren Drittel älter als 5 Jahre angegeben wird, sind die von den Sachverständigen besichtigten geschädigten Abdichtungen im Wesentlichen nicht älter als 4 Jahre (s. Abb. 9).

4. Schadensstatistik

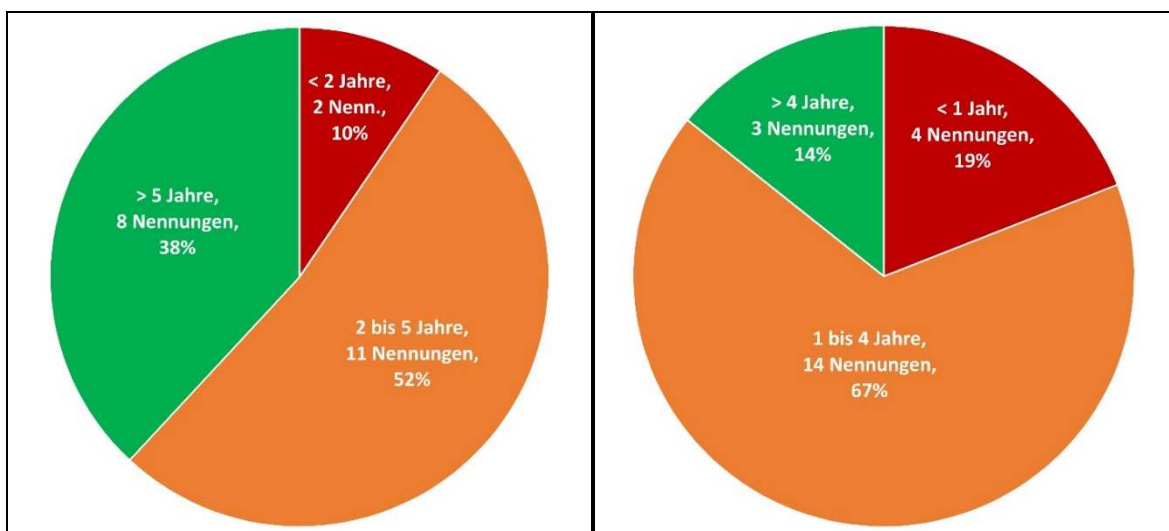


Abb. 8:

Besichtigungszeitpunkt der schadenfreien Abdichtung

Abb. 9:

Zeitpunkt der Schadensfeststellung

Eine Korrelation zwischen dem Zeitpunkt des Auftretens der Schäden und der Schadensursache konnte aufgrund des geringen Umfangs der Stichprobe der Untersuchungsobjekte jedoch nicht festgestellt werden.

4.2.2 Ergebnisse der Herstellerbefragung

Zu Beginn der Forschungsarbeit wurde recherchiert, welche Anforderungen die unterschiedlichen Hersteller (von Dichtungsschlämmen, Dickbeschichtungen und bahnenförmigen Abdichtungen) an den Untergrund stellen. Wie bereits in den Abschnitten 2.3 und 3.2 ausgeführt, wird grundsätzlich gefordert, dass Untergründe fest, eben, tragfähig, frostfrei, trocken oder leicht feucht und frei von Öl, Fett, Staub etc. sein müssen. Als „Regeluntergründe“ sind mineralische Untergründe aus Mauerwerk und Beton anzusehen. Von zwei Herstellern von mineralischen Dichtungsschlämmen (MDS) und einem Hersteller von kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtungssystemen (PMBC, ehemals KMB) werden ausdrücklich nicht-massive Untergründe, z. B. aus Polystyrol und Holz bzw. Holzwerkstoffen, als systembedingt zulässige Abdichtungsuntergründe genannt. Weitere Hinweise zur erforderlichen Vorbehandlung dieser Untergründe sind den technischen Merkblättern jedoch nicht zu entnehmen.

Aus diesem Grund wurden im Rahmen der Umfrage 76 Hersteller von Abdichtungsprodukten angeschrieben. Es wurde gefragt, ob diese überhaupt auf nicht-massiven Untergründen eingesetzt werden, welche Vorbereitung des Untergrundes ggf. erforderlich ist und wie die An- und Abschlüsse auszubilden sind. Weiterhin war zu klären, ob die

Materialien für diesen Anwendungsfall spezielle Prüfungen durchlaufen und die Verarbeiter entsprechend geschult werden müssen.

Ein Hersteller von faserverstärkten, flüssig zu verarbeitenden Kunststoffabdichtungen (FLK) antwortete, dass sein Produkt nur auf massiven Untergründen verwendet werden darf. Ein weiterer FLK-Hersteller teilte mit, dass an die Untergründe keine speziellen Anforderungen gestellt werden. Diese müssten lediglich tragfähig und trocken sein. In der Regel werden die Untergründe mit Grundierungen vorbehandelt. Die Flüssigkunststoffabdichtungen durchlaufen Prüfungen, die Verarbeiter werden gesondert geschult.

Zwei Hersteller von mineralischen Dichtungsschlämmen bzw. kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtungen gaben an, dass ihre Mitarbeiter nicht gesondert geschult werden müssten. Zwei Produkte werden jedoch speziellen Prüfungen unterzogen und hierzu liegen dem Hersteller auch Langzeiterfahrungen vor. In einem Fall wird Holz als ungeeigneter Untergrund beschrieben. Nach Aussage der Hersteller sind bei rissanfälligen Untergründen grundsätzlich Gewebeeinlagen erforderlich, nicht saugfähige Untergründe sind anzuschleifen oder vorzubehandeln.

An der Umfrage haben auch drei Hersteller von Abdichtungsbahnen teilgenommen. Keine dieser Bahnen wird speziell auf ihre Dauerhaftigkeit auf nichtmassiven Untergründen getestet. Langzeiterfahrungen mit den ausgeführten Systemen wurden nicht beschrieben. Abschlüsse sollten mit Profilen vor Abrutschen der Bahnen gesichert werden. Ein Hersteller verweist bei Untergründen aus Holz darauf, dass eine spezielle Grundierung vorteilhaft sei.

Grundsätzlich geben die Hersteller flüssiger oder pastöser Abdichtungen an, dass die Verarbeitungstemperatur zwischen +5 °C und +30 °C liegen sollte und die relative Luftfeuchte 85 % nicht überschreiten sollte. Ihre Produkte sollten bei trockener Witterung verarbeitet werden. Dieselben Bedingungen gibt ein Bahnenhersteller als zwingende Voraussetzung an. Zwei weitere Hersteller von Abdichtungsbahnen machen in dieser Hinsicht keine Einschränkungen, einer verweist lediglich darauf, dass die Produkte bei trockener Witterung zu verarbeiten seien.

Referenzobjekte zu dem hier interessierenden Problemkreis wurden von zwei Abdichtungsherstellern benannt.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass keine einheitlichen Hinweise oder Vorgehensweisen bei der Abdichtung nicht-massiver Untergründe existieren. Die Hersteller wissen aber offenbar recht genau, in welchen Anwendungsfällen ihr Produkt gut und dauerhaft anwendbar ist und wo die Anwendungsgrenzen liegen. Einige teilen dies den am Bau Beteiligten durch umfangreiche und über den üblichen Inhalt von technischen Merkblättern hinausgehende Verarbeitungsanleitungen mit. Diese Vorgehensweise ist nach Meinung der Autoren der einzig gangbare Weg zur dauerhaften Schadensvermeidung.

4.2.3 Zusätzliche Befragungen

Im Verlauf der Forschungsarbeit wurden zusätzlich zu den oben beschriebenen Umfragen Hersteller von Gebäuden in Holzbauweise und die ausführenden Bauunternehmen zur Vorgehensweise bei der Abdichtung des erdberührten Gebäudesockels befragt.

Weiterhin wurde die Umfrage auf Hersteller von Schalungssteinen mit Ortbetonverguss ausgeweitet.

4.2.4 Auswertbarkeit der vorliegenden Umfrageergebnisse

Auf der zuvor beschriebenen Datengrundlage werden im Rahmen der Forschungsarbeit Aussagen zu Schadensmechanismen in Abhängigkeit von den jeweiligen Einbaubrandbedingungen abgeleitet.

Der geringe Umfang der Stichprobe lässt keine statistisch repräsentative Verteilung bzw. belastbare Aussage zu.

5. Fallbeispiele – Schadensfälle bzw. Fälle mit Abdichtungsmängeln

Die Auswertung der Umfrageergebnisse ergab, dass die von den Sachverständigen geschilderten, konkreten Schadensfälle im Wesentlichen

- auf nicht geeignete Untergründe,
- fehlerhafte Vorbehandlungen,
- nicht auf das System abgestimmte Anwendung

und bzw. oder

- zu geringe Schichtdicken

zurückzuführen waren. Diese sind demnach die typischen Ursachengruppen (s. Abb. 10). In einigen Schadensfällen überlagerten sich die Ursachengruppen bzw. waren einzelne Ursachen nicht eindeutig feststellbar. Bei der Differenzierung der Ursachengruppen wurde nicht hinsichtlich Planungs- und Ausführungsfehlern unterschieden. Die Ergebnisse zeigen jedoch, dass die Schäden häufig eine Kombination von beidem zurückzuführen sind. In einigen Fällen wies die Bauwerksabdichtung zwar Mängel, aber keine Schadensfolgen auf.

In folgenden Kapiteln werden typische Fälle beschrieben und bewertet.

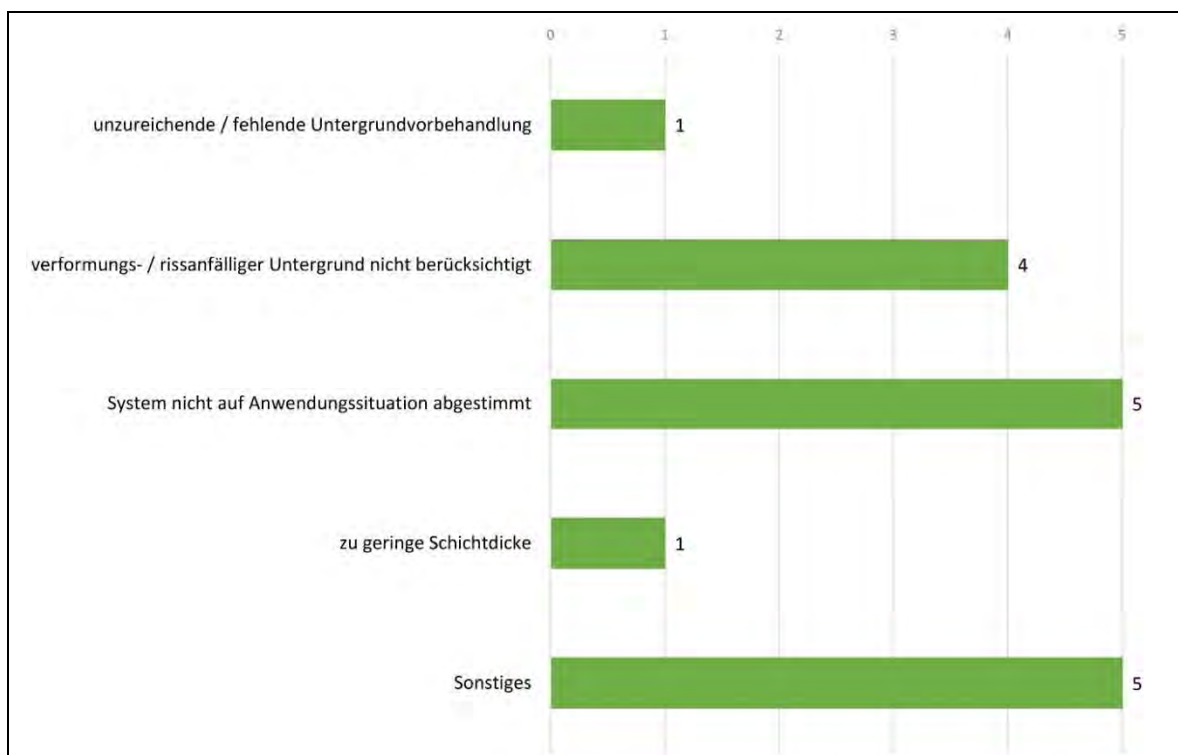


Abb. 10:

Übersicht der Schadensfälle pro Ursachengruppe (Mehrfachnennung möglich)

5.1 Untergrund aus Porenbetonmauerwerk



Abb. 11:
Übersicht zum schadenbetroffenen Sockel



Abb. 12:
Schollenförmige Abplatzungen im Sockelbereich



Abb. 13:
Die Abplatzungstiefe des Mauerwerks beträgt bis zu 20 cm



Abb. 14:
Offene Stoßfuge des Porenbetonmauerwerks

Situationsbeschreibung

Einbausituation: - Spritzschutz durch 30 cm breiten Kiesstreifen Schlagregenbeanspruchung: - Beanspruchungsgruppe I nach DIN 4108-3 Untergrund: - Porenbetonmauerwerk Abdichtungsbauart: - unter GOK: Bitumenanstrich - oberhalb GOK: nicht rissüberbrückende, mineralische Dichtungsschlämme Verlegetechnik: - vollflächig anhaftend Aufkantungshöhe der Abdichtung: - endet mit GOK	Sockelbereich über der Abdichtung zur Fassade: - bis 30 cm über GOK nicht rissüberbrückende, mineralische Dichtungsschlämme unter Buntsteinputz Wassereinwirkung oberer Rand: - geringer Schutz durch Tropfkante zwischen Sockel und Fassade Ausbildung oberer Rand: - adhäsiv Ausbildung unterer Rand: - nicht (mehr) feststellbar Schadensbild Abdichtung: - Risse Schadensfolgen: - Mauerwerksabplatzungen mit Beeinträchtigung der Standsicherheit
--	--

Das nicht unterkellerte Einfamilienhaus wurde auf einer Stahlbetonbodenplatte mit Außenwänden aus 30 cm dickem Porenbetonmauerwerk in den Jahren 1999 / 2000 errichtet. Die Oberkante der Bodenplatte befindet sich ca. 20 cm unter der Oberfläche des Geländes (s. Abb. 11).

Unter der Geländeoberfläche war ein Bitumenanstrich nur lückenhaft aufgetragen worden, andere Abdichtungsmaßnahmen waren nicht vorhanden. Die Sockelabdichtung im Spritzwasserbereich war aus einer nicht rissüberbrückenden mineralischen Dichtungsschlämme hergestellt worden, wobei aufgrund des Umstands, dass dieses Objekt nicht durch die Autoren besichtigt wurde, sondern auf Informationen eines Sachverständigen beruhen, der sich an der Umfrage beteiligte, unbekannt ist, ob es sich um eine rissüberbrückende mineralische Dichtungsschlämme oder um ein anderes Abdichtungsmaterial handelt. Darauf wurde ein Buntsteinputz aufgetragen. Oberhalb der Sockelschiene war ein etwa 2 cm dickes mineralisches Putzsystem vorhanden.

Schäden

Im Bereich des Sockels waren großflächige, bis etwa 20 cm tiefe Mauerwerksabplatzungen und Ausbrüche vorhanden (s. Abb. 12 + Abb. 13). Diese resultierten aus in den

Wandquerschnitt eingedrungener Feuchtigkeit, die Frostabsprengungen am Porenbetonuntergrund verursachten. Statische Probleme aufgrund z.T. deutlicher Dickenreduzierung des Mauerwerks um die Hälfte des tragenden Querschnitts waren nicht auszuschließen.

Ursachen

Bei dem o.g. Gebäude wies das Porenbetonmauerwerk offene Stoßfugen auf (s. Abb. 14). Die Dichtungsschlämme riss mit dem Buntsteinputz über den Fugen auf, sodass Spritzwasser und Schlagregen die Abdichtungsebene durchdringen und den Stein durchnässen konnten. Auf der Innenseite der Außenwände traten stellenweise Schimmelpilzbildungen auf.

Durch das von außen eindringende Wasser wurde der kritische Feuchtegehalt des Porenbetons überschritten und ein Kapillarzug ausgelöst. Der hohe Feuchtegehalt macht den Mauerstein frostempfindlich, so dass bei Temperaturen unterhalb des Gefrierpunkts die Zellwandungen des Steins zerfallen. Porenbetonmauerwerk muss deshalb zuverlässig und dauerhaft gegen hohe Feuchtigkeit geschützt werden. Die Dichtungsschlämme und der Sockelputz waren dazu ungeeignet.

5.2 Ausbetonierte Schalungssteine aus Dämmstoff (Rohbauzustand)



Abb. 15:
Außenwand aus ausbetonierten Polystyrolblöcken als Abdichtungsuntergrund



Abb. 16:
Die Fuge zwischen Perimeterdämmung und Außenwandmauerwerk wurde mit Ortschaum verschlossen

Situationsbeschreibung

Einbausituation:

- Nicht unterkellertes Gebäude
(Besichtigung im Rohbauzustand)

Schlagregenbeanspruchung:

- Beanspruchungsgruppe I nach DIN 4108-3

Untergrund:

- Hartschaum EPS (Schalungsstein),
Perimeterdämmung auf der Bodenplattenstirnseite

Abdichtung:

- noch nicht hergestellt

Schadensfolgen:

- keine festzustellen, da noch im Bauzustand

Von einem der sich an der Umfrage beteiligenden Sachverständigen wurde die Bauweise eines Systemherstellers von Schalungselementen aus expandiertem Polystyrol geschildert, die mit Ortbeton verfüllt werden. Die klaffende Fuge zwischen der als verlorene Schalung verwendeten Dämmung vor der Bodenplattenstirnseite und den aufstehenden, in Blöcken gefügten expandierten Polystyrolhohlkörpern wurde mit Montageschaum verschlossen (s. Abb. 15 + Abb. 16).

An einigen der Häuser seien vor den Abdichtungsarbeiten die Dämmplattenreihen auf den Stirnflächen der Bodenplatten wieder entfernt und diese als massiver Abdichtungsuntergrund freigelegt worden.

Bewertung

Eines der Gebäude wurde im Rohbauzustand besichtigt, weswegen keine Schäden festzustellen waren.

Dämmstoffe sind als Untergründe auf Dächern einschließlich deren Dachrändern mit in der Regel senkrechten Flächen an Dachan- und -abschlüssen bei Abdichtungsbauarten mit Dachbahnen seit langem üblich. Flüssig zu verarbeitende Kunststoffabdichtungen der Gruppe FLK werden ebenfalls auf Dämmstoffen verarbeitet, wobei die Materialverträglichkeit zwischen den noch im flüssigen Zustand zu verarbeitenden Abdichtungen und dem Untergrund sowie die Anhaftungen zu überprüfen sind. Insofern unterscheidet sich die Ausbildung einer Sockelzone über dem Geländeanschluss nicht von den senkrechten Flächen an Dachrändern, die in Anschlussbereichen an Fassaden ebenfalls

Sockelzonen bilden. Auch wenn der Untergrund aus Dämmstoff in diesen Bereichen noch nicht weit verbreitet ist, ist die Vorgehensweise des Systemherstellers grundsätzlich vergleichbar mit den seit langem bewährten Dachanschlüssen und bereits deswegen grundsätzlich geeignet.

Der Unterschied besteht allerdings in der Ausbildung des unteren Randes. Entweder wird die Abdichtung auf den massiven Untergrund unter bzw. hinter der Dämmung zurückgeführt und dort nicht hinterläufig angeschlossen oder die Abdichtung endet auf der Außenseite der Dämmung. Bei einem nicht hinterläufigen Anschluss wird zwar die Abdichtung in der Fläche auf dem Dämmstoff verlegt, der unterseitige Anschluss schließt aber auf einem massiven Untergrund an. Erfolgt dies nicht, verbleibt ein von unten offener Spalt in Ebene der Dämmung. Liegt eine nur geringe Wassereinwirkung aus Bodenfeuchte und nichtstauendem Sickerwasser vor, sind hier keine Schadensfolgen zu erwarten. Dennoch sollte aus Zuverlässigkeitsüberlegungen (ggf. kurzzeitig, einwirkendes Stauwasser) der untere Rand an einen massiven Untergrund, der bereits wasserundurchlässige Eigenschaften hat, nicht hinterläufig angeschlossen werden.

Bei dem Untersuchungsobjekt müsste dazu die Anfüllung mit Erde vor der Sockelzone wieder entfernt werden, der Untergrund gereinigt, dessen Trockenheit überprüft, grundiert und anschließend die Abdichtung verarbeitet werden.

Die Abdichtungsbauart ist auf die nach der Verarbeitung der Abdichtung noch zu erwartenden Fugenrandbewegungen abzustimmen. Auf den Beispielfotos ist zu sehen, dass der Ortschaum in die Fuge eingesprüht, aber für die Oberflächenebenheiten noch nicht zurückgeschnitten wurde. Wenn die Perimeterdämmplatte stirnseitig der Bodenplatte zugfest und gegen Schubkräften fest verbunden ist, sind in der Fuge zwischen der Dämmung vor der Bodenplatte und dem Dämmstoff der Schalungssteine keine nennenswerten Fugenrandbewegungen mit Ausnahme von geringen Restschrumpfverkürzungen zu erwarten. Diese fallen bereits deswegen gering aus, weil die Dämmplatten sich gegenüber dem Untergrund nicht frei bewegen können.

5.3 Verlorene Schalung von Bodenplattenstirnseiten



Abb. 17:
Abdichtung des Sockelbereiches mit mineralischen Dichtungsschlämmen



Abb. 18:
Die Stoßfugen zeichnen sich als Rissbildungen ab.



Abb. 19:
Detailaufnahme mit Rissbildungen in der Abdichtung bei gleichzeitiger Aufwölbungen an den Rissflanken (Pfeil)



Abb. 20:
Wasserschäden in der Sockelzone im Gebäudeinnern.

Situationsbeschreibung

Einbausituation: - Über die Bodenplatte auskragendes Mauerwerk bündig mit der Dämmung auf der Stirnseite der Bodenplatte - Besichtigung im Rohbauzustand	Sockelbereich über der Abdichtung und Fassade: - wie vor
Schlagregenbeanspruchung: - Beanspruchungsgruppe I nach DIN 4108-3	Wassereinwirkung oberer Rand: - noch nicht hergestellt – vermutlich im Endzustand durch den Fassadenputz überdeckt
Untergrund: - Mauerwerk / Perimeterdämmplatten	Ausbildung oberer Rand: - adhäsiv
Abdichtungsbauart: - mineralische Dichtungsschlämme	Ausbildung unterer Rand: - adhäsiv
Verlegetechnik: - vollflächig anhaftend	Schadensbild Abdichtung: - Risse entlang der Fugen der Perimeterdämmplatten
Aufkantungshöhe der Abdichtung: - bis zur zweiten Steinlage	Schadensfolgen: - Durchfeuchtungerscheinungen entlang der Wandfußpunkte der Außenwände

Zum Zeitpunkt der Besichtigung war nur ein Teil der Sockelzone mit einem Abdichtungsstreifen aus einer mineralischen Dichtungsschlämme versehen, die zudem Rissbildungen über den Fugen zwischen den Dämmplatten aufwies (s. Abb. 17 + Abb. 18).

Schäden und Ursachen

Mineralische, durch Polymerzusätze flexibilisierte Dichtungsschlämmen werden üblicherweise als Putzabdichtungen zur Vermeidung von Ausblühungen in Sockelzonen verwendet, die auf im Putz kapillar aufsteigende Feuchtigkeit zurückzuführen sind. Sie werden aber in Sockelzonen auf massiven Untergründen auch bereits seit langem eingesetzt und sind für die zukünftige Wassereinwirkungsklasse W4-E sogar normgerecht verwendbar.

Auf der Innenseite der Außenwände sind im Bereich der Sockelzone starke Durchfeuchtungerscheinungen vorhanden. Die Schäden sind auf eine Überlagerung folgender Ursachen zurückzuführen:

- Die Abdichtung bildete lediglich einen Streifen über dem Mauerwerk und den Dämmplatten. Der untere Teil der Dämmplatten war nicht abgedichtet. Geringe Mengen von Stauwasser können so die Abdichtung hinterlaufen.

- Das noch nicht verputzte Mauerwerk über der Abdichtung wies keinen auf Fassaden üblichen und notwendigen Schlagregenschutz auf, sodass die Abdichtung auch am oberen Rand hinterlaufen werden konnte.
- Die geringe Rissüberbrückungsfähigkeit der in diesem Fall verwendeten Abdichtung ist ursächlich für die aufgetretenen Schäden. Die zwischen den Perimeterdämmelementen ausführungsbedingt vorhandenen oder aufgrund von Schrumpfungsprozessen nachträglichen Fugenbreitenänderungen wurden von der Dichtungsschlämme nicht schadenfrei aufgenommen.

5.4 Ausbetonierte Schalungsblöcke aus EPS mit KMB



Abb. 21:
Übersicht – das Gelände steigt zur Gebäuderückseite an



Abb. 22:
Hangseitige Ansicht der abgedichteten und teilweise mit einer Noppenbahn abgedeckten Schalungsblöcke. Der Dickenversprung der Wand ist unterseitig noch nicht abgedichtet.

5. Fallbeispiele - Schadensfälle



Abb. 23:
Deutliche Risse in der nicht abgedeckten KMB-Abdichtung entlang der Fugen der Steine



Abb. 24:
Geringfügige Risse in der durch die Bahnenabdeckung vor Witterung geschützten KMB-Abdichtung

Situationsbeschreibung

Einbausituation / Wasserbeanspruchung:

- Schalungssteine auf Bodenplatte, Abdichtung unmittelbar auf den Schalungssteinen
- Besichtigung im Rohbauzustand,
- Hanglage, bindiger Boden
- Dränschicht aus Schaumglasschotter unter der Bodenplatte und in der Arbeitsraumauffüllung (vorgehen), Dränanlage in Anlehnung an DIN 4095

Schlagregenbeanspruchung:

- Beanspruchungsgruppe III nach DIN 4108-3

Untergrund:

- Polystyrol (EPS)

Abdichtungsbauart:

- kunststoffmodifizierte Bitumendickbeschichtung, Schichtdicke deutlich unter 3 mm, an den Kanten auf null auslaufend

Verlegetechnik:

- vollflächig anhaftend

Aufkantungshöhe der Abdichtung:

- unterschiedlich

Sockelbereich über der Abdichtung und Fassade:

- s.o.

Wassereinwirkung oberer Rand:

- geringer Schutz durch Tropfkante zwischen Sockel und Fassade

Ausbildung oberer Rand:

- adhäsiv

Anschluss an Einbauelemente (Fenster, Türen):

- unbekannt, da noch Rohbau

Ausbildung unterer Rand:

- adhäsiv, hinterläufiger Anschluss über Dämmstoff
- geringes Risiko von Wasserdurchtritt durch Stauwasser, da Dränung

Schadensbild Abdichtung:

- Risse über den Fugen der Schalungsblöcke

Schadensfolgen:

- (noch) keine

Die Außenwände des in Hanglage errichteten Einfamilienwohnhauses bestehen aus EPS-Blöcken als Schalung für den örtlich eingegossenen Beton, der die Tragfunktion übernimmt. Die Wände stehen auf einer tragenden Bodenplatte aus 25 cm dickem Stahlbeton auf. Als kapillarbrechende Schicht unter der Bodenplatte wurde auf dem gewachsenen Felsboden eine 50 cm dicke Schicht aus Schaumglasschotter eingebracht. Auch die Arbeitsraumverfüllung besteht aus Schaumglasschotter. Um das Gebäude wurde eine Ringdränung mit Spülrohren an den Gebäudeecken installiert.

Die Abdichtung im erdberührten Bereich wurde im Jahr 2012 aus einer kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtung hergestellt, die einlagig ohne Gewebe unmittelbar auf die EPS-Blöcke aufgetragen wurde. Die Schichtdicke lag zum Teil deutlich unter 3 mm, an den Kanten der Steine lief die Schichtdicke stellenweise auf null aus. Die Abdichtung ist in Teilflächen durch eine Noppenbahn gegen unmittelbare UV-Einstrahlung geschützt.

Schäden

Die über lange Zeit einwirkende unmittelbare Freibewitterung mit Frost-/Tauwechseln und UV-Strahlung hat zur Alterung der KMB Abdichtung beigetragen.

In den Teilflächen ohne den Bahnenschutz sind deutlich sichtbare Risse in der KMB über den Fugen der Dämmplatten entstanden, aber auch im geschützten Bereich hinter der Schutzbahn haben sich feine Risse in der nicht armierten Abdichtung gebildet (Abb. 35 und 36). Die Schichtdicke der KMB-Abdichtung ist unzureichend, sie läuft stellenweise auf null aus. Da das Gebäude nicht fertiggestellt ist und deswegen die nach Verfüllung des Arbeitsraums zu erwartende Wassereinwirkung noch nicht vorhanden ist, liegen (noch) keine Schäden vor.

Die Rissbildungen sind auf eine Kombination aus der zu geringen Schichtdicke und der langen Freibewitterungsdauer zurückzuführen. Eine Verstärkungseinlage ist bei der geringen Beanspruchung durch Bodenfeuchte und nicht stauendem Sickerwasser zwar auf massiven Untergründen nicht unbedingt erforderlich, wegen der möglichen Fugenaufklaffungen durch Restschrumpfvorgänge des Dämmstoffs als Abdichtungsuntergrund ist diese aber auch bei einer geringen Beanspruchung als erforderlich anzusehen.

Die Wasserbeanspruchung der erdberührten Bauteile ist wegen des sehr wasserdurchlässigen Verfüllmaterials in Kombination mit einer Dränung als gering zu bewerten. Bei

dieser geringen Beanspruchung sind auch zukünftig trotz der Mängel und Schädigungen der Abdichtung keine nennenswerten Feuchtigkeitsschäden im Innenbereich des hier besichtigten Objekts zu erwarten. Bei auch nur geringfügig ungünstigeren Randbedingungen muss jedoch in vergleichbaren Fällen mit Schäden im Gebäudeinnern gerechnet werden. Im vorliegenden Fall sollte die noch weitgehend zugängliche Abdichtung durch eine weitere Abdichtungslage mit Gewebearmierung überarbeitet werden.

5.5 Sockel neben niveaugleicher Türschwellen auf Holzunterkonstruktion



Abb. 25:
Übersicht zum nachgebesserten Fassadensockel im Bereich der Türschwelle

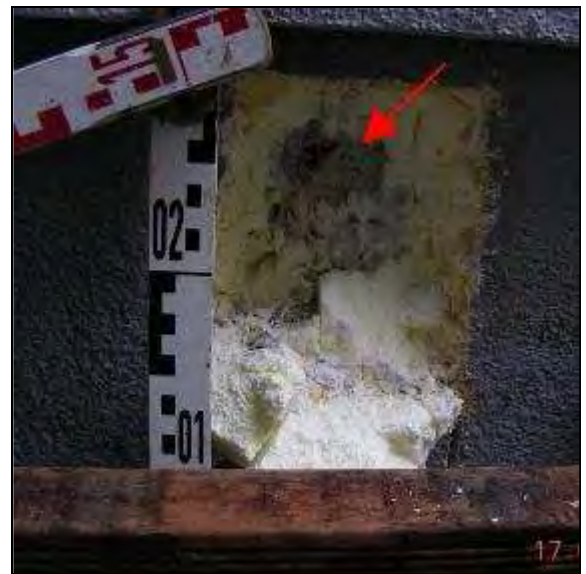


Abb. 26:
Im Regelquerschnitt liegt die Abdichtungsebene hinter dem WDVS



Abb. 27:
Detailaufnahme im Bereich der Türschwelle

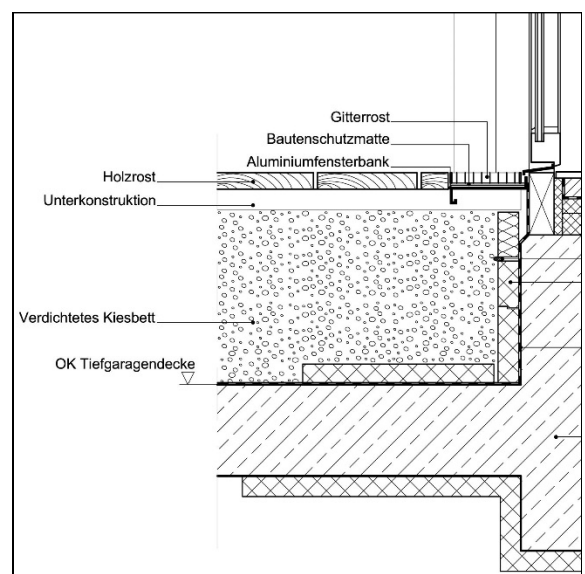


Abb. 28:
Zustand während des Ortstermins

Situationsbeschreibung

Einbausituation / Wasserbeanspruchung: - Türschwellen mit Holz- bzw. Gitterrosten und 10 cm breitem Kiesstreifen vor der Fassade Schlagregenbeanspruchung: - Beanspruchungsgruppe III nach DIN 4108-3 Untergrund: - Holz Abdichtungsbauart: - Bitumenbahnen, Bitumendickbeschichtungen in den Türbereichen Verlegetechnik: - anhaftend Aufkantungshöhe der Abdichtung: - 8 cm über GOK Sockelbereich über der Abdichtung und Fassade: - s.o.	Wassereinwirkung oberer Rand: - geschützte Lage hinter WDVS Ausbildung oberer Rand: - adhäsiv ohne mechanische Fixierung Anschluss an Einbauelemente (Fenster, Türen): - Nachbesserung mit KMB bzw. PMCB und Bitumendichtungsbahn, Fixierung mit Fensterbankprofil, abgedeckt durch Perimeterdämmung Ausbildung unterer Rand: - adhäsiv, nicht hinterläufiger Anschluss an massive Konstruktion Schadensbild Abdichtung: - offene Anschlüsse vor der Nachbesserung Schadensfolgen: - Durchfeuchtungen vor der Nachbesserung, anschließend: keine
--	---

Eine dreigeschossige Eigentumswohnanlage mit ausgebautem Dachgeschoss wurde in den Jahren 2002 – 2004 vollständig unterkellert errichtet. Das Untergeschoss wurde als Tiefgarage genutzt, die sich auch unter den Bereich der Gartenanlage erstreckte. Die aus Stahlbeton hergestellte Kellerdecke wurde im erdüberschütteten Bereich bahnenförmig abgedichtet und über einer Dränschicht mit einer Intensivbegrünung versehen (s. Abb. 28). Die Außenwände des Gebäudes wurden aus Mauerwerk mit Wärmedämmverbundsystem hergestellt, im Sockelbereich wurden Sockeldämmplatten verwendet. Den Wohnungen des Erdgeschosses sind Gartenterrassen mit Holzrost- oder Betonsteinbelägen zugeordnet, die über raumhohe Fenstertüranlagen aus Kunststoffprofilen mit niveaugleicher Schwelle zugänglich sind (s. Abb. 25). Stellenweise ist ein 5 – 10 cm breiter Kiesstreifen angrenzend zur Sockelzone verlegt worden, zum Teil reicht die Begrünung unmittelbar an die Türschwellen- bzw. Sockelbereiche heran. Vor einigen Türschwellen sind Gitterroste oberhalb der Fensterbänke vorhanden.

Der Sockelanschluss des Gebäudes lässt sich folgendermaßen beschreiben: Vor die Fassade sind im erdberührten Bereich bis etwa 20 cm unter OK Gelände Perimeterdämmplatten aufgestellt worden, die bis unter das Fensterbankprofil reichen. Entlang des Fassadensockels schließt die Perimeterdämmung an die Sockeldämmplatten des Wärmedämmverbundsystems an. Die Fuge ist mit Polyurethanschaum verschlossen.

Hinter den Dämmplatten ist eine einlagige Bitumenbahn hochgeführt (s. Abb. 26). Die Abdichtungsbahn endet etwa 8 cm über dem Holzrostbelag.

Die Aufkantungshöhen liegen unter der in DIN 18195 Teil 9 benannten Aufkantungshöhe von 15 cm. Die Unterschreitung des Aufkantungsmaßes hat nicht zu Schäden geführt. Solche werden auch nicht zu erwarten sein, da der obere Abdichtungsrand hinter der Wärmedämmung nicht wasserbeansprucht ist und die im unteren Bereich der Fassade verarbeiteten Stoffe ausreichend wasserabweisend bzw. wasserbeständig sind.

Schäden und Maßnahmen

Angrenzend an die Schwellen der Türen zu den Gartenterrassen sind Durchfeuchtungen des Außenwandquerschnittes aufgetreten, da die Anschlüsse nicht wasserdicht abgedichtet wurden. Die Anschlüsse wurden mit einer Bitumenabdichtungsbahn mit Glasgewebeeinlage nachgearbeitet, die anschließend mit einer kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtung (KMB bzw. PMBC) zusätzlich beschichtet wurde. An der Fassade ist die Bitumenbahn etwa 12 cm hochgeführt, im Bereich der Türschwelle reicht die KMB bis an die Unterkante des Türprofils (Abb. 27 + Abb. 28). Unterhalb der Türschwelle ist eine 18 cm tiefe Aluminiumfensterbank mit einer rückseitigen Aufkantung von 2,5 cm eingebaut, auf der ein Gitterrost aufliegt. Die vordere Tropfkante der Fensterbank beträgt 40 mm.

Im Bereich der Türschwellen endet die Abdichtung bzw. die nachträglich aufgebrachte KMB bzw. PMBC hinter der Aluminiumblechfensterbank, die unter dem Türschwellenprofil eingebaut ist. Diese übernimmt die Fixierung des oberen Abdichtungsrandes. Hierdurch und durch die zusätzlich eingebauten Gitterroste wird sowohl die Spritzwasserbelastung deutlich vermindert als auch das auftreffende Niederschlagswasser zügig abgeleitet.

Nach Durchführung der Maßnahmen sind keine Durchfeuchtungerscheinungen mehr aufgetreten.

5.6 Abdichtung auf WDVS mit mineralischer Dichtungsschlämme



Abb. 29:
Balkon mit Plattenbelag im Splittbett und Ausblühungen des Putzes in der Sockelzone



Abb. 30:
Bahnenförmige Abdichtung mit Randanschlüssen aus mineralischer Dichtungsschlämme



Abb. 31:
Entlang des Boden-Wand-Anschlusses waren Lücken in der MDS-Abdichtung vorhanden, eine Hohlkehle fehlte, die Schichtdicke der Abdichtung ist wesentlich zu gering.



Abb. 32:
An den Türschwellen und den aufgehenden Rahmenprofilen haftete die Abdichtung nicht an.

Situationsbeschreibung**Einbausituation / Wasserbeanspruchung:**

- WDVS auf Außenwand im Bereich einer Loggia
- Gefälle der wärmegeprägten Dachterrasse nicht bekannt

Schlagregenbeanspruchung:

- Beanspruchungsgruppe II nach DIN 4108-3, geschützt durch Loggien oberhalb

Untergrund:

- WDVS / Bitumenbahnen

Abdichtungsbauart:

- mineralische Dichtungsschlämme

Verlegetechnik:

- vollflächig anhaftend

Aufkantungshöhe der Abdichtung:

- OK Belag

Sockelbereich über der Abdichtung und Fassade:

- s.o., kein wasserabweisender Putz

Wassereinwirkung oberer Rand:

- unmittelbar Wasser beansprucht

Ausbildung oberer Rand:

- adhäsiv

Anschluss an Einbauelemente (Fenster, Türen):

- lückenhaft, hinterläufiger Anschluss an Dämmung bzw. Kunststofffensterprofil

Schadensbild Abdichtung:

- Risse und lochartige Fehlstellen

Schadensfolgen:

- Ausblühungen im Putz oberhalb der der Abdichtung

Die Dachterrasse bzw. Loggia eines Gebäudes wurde oberseitig wärmegeprägten und mit Bitumenschweißbahnen abgedichtet. Diese Abdichtung wurde entlang der Wände aufgekantet. Auf die Wände wurde anschließend ein WDVS aufgebracht. Die Anschlüsse an die aufgehende Wandfläche wurden mit flexibler bzw. rissüberbrückender, mineralischer Dichtschlämme (MDS) hergestellt, die auf die Oberfläche des Wärme-dämmverbundsystems geführt wurde und den Putz abdichten soll. Die Abdichtung ist mit einem Vlies gegen Beschädigung geschützt, auf das Betonplatten im Splittbett verlegt wurden (s. Abb. 29 + Abb. 30).

Schäden

Oberhalb der MDS-Abdichtung waren Ausblühungen und Putzabplatzungen vorhanden, der Putz war stark durchfeuchtet. Nach dem Entfernen des Plattenbelages mit dem Splittbett war festzustellen, dass am Boden-Wandanschluss die Abdichtung sowohl gerissen war, aber auch Löcher aufwies (s. Abb. 31).

Auch entlang der Türschwellen wies die Abdichtung Lücken auf: Die MDS-Abdichtung haftete nicht am Kunststoffprofil der Türschwelle bzw. am Türblindrahmen (s. Abb. 32) und war für diesen Anwendungsbereich nicht geeignet. Die Aufkantungshöhe der Abdichtung auf dem Sockel reichte wenige Zentimeter über Oberkante des Belags und

war (allerdings nicht ausreichend anhaftend) auf die Fensterrahmenprofile in der Sockelzone angeschlossen, die sich ebenfalls in Höhe des Belagaufbaus befinden.

Die Bauwerksabdichtung wurde hinter den Dämmplatten des WDVS ausgeführt. Die Abdichtung auf dem Putz des Systems soll den Putz gegen Feuchtigkeitsschäden schützen. Dazu sind MDS grundsätzlich geeignet, aufgrund der Ausführungsfehler mit zu geringer Schichtdicke ungenügender Haftung am Fensterrahmen war in diesem Fall die Abdichtung am Boden-Wand-Anschluss nicht geeignet. Ein zusätzlicher Fehler besteht darin, dass die bahnenförmige, bituminöse Bauwerksabdichtung hinter dem WDVS nicht an den Blendrahmen angeschlossen wurde. An dieser Stelle sollte die Putzabdichtung (Feuchteschutzmaßnahme des WDVS) die Abdichtungsfunktion übernehmen. Hierfür war sie aufgrund der geringen Rissüberbrückungseigenschaft nicht geeignet. Die Schäden sind daher auf die Überlagerung von mehreren systematischen sowie Ausführungs-Fehler zurückzuführen.

5.7 Sockelanschluss an einer Konstruktion in Holz-Ständer-Bauweise



Abb. 33:
Das Gelände schließt niveaugleich an das Gebäude an und ist nicht vom Gebäude weg geneigt.



Abb. 34:
Die Abdichtung wurde nur unterhalb der Türschwelle angeschlossen, die Fuge seitlich zwischen dem Türelement und der Abdichtung in der Sockelzone klafft offen auf.

5. Fallbeispiele - Schadensfälle



Abb. 35:

Die Abdichtung haftet nicht auf dem Untergrund und war am oberen Rand nicht mechanisch fixiert. Sie wurde nur durch eine vorangestellte Platte mehr oder minder lose gehalten, die hier entfernt ist.

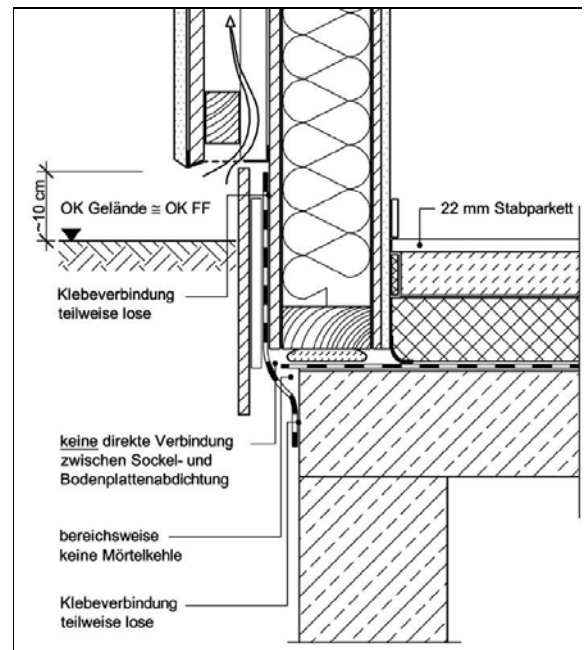


Abb. 36:

Detailzeichnung zur Ausführung

Situationsbeschreibung**Einbausituation / Wasserbeanspruchung:**

- Sockelabdichtung einer Holzständerkonstruktion unter der Geländeoberfläche incl. niveaugleicher Türanschluss
- das angrenzende Spielplatzgelände weist deutliches Gefälle zum Gebäude auf

Schlagregenbeanspruchung:

- Beanspruchungsgruppe II nach DIN 4108-3

Untergrund:

- Holzständerbauweise

Abdichtungsbauart:

- zweilagige Bitumenbahnabdichtung

Verlegetechnik:

- in der Fläche lose, ohne obere Fixierung

Aufkantungshöhe der Abdichtung:

- ca. 8 – 15 cm über GOK

Sockelbereich über der Abdichtung und Fassade:

- zementgebundene Spanplatte als Bekleidung

Wassereinwirkung oberer Rand:

- Schutz durch Bekleidung und Überstand der hinterlüfteten Fassadenbekleidung

Ausbildung oberer Rand:

- unzureichend geklebt, nicht fixiert

Anschluss an Einbauelemente (Fenster, Türen):

- lückenhaft mit PU-Schaum ausgefüllt, teilweise Gitterrostrinnen, die in Grundleitungen entwässern

Ausbildung unterer Rand:

- hinterläufiger Anschluss an die Bodenplatte

Schadensbild Abdichtung:

- grobe Fehlstellen und Ablösungserscheinungen

Schadensfolgen:

- starke Durchfeuchtungen und Schimmelpilzbildungen auf der Innenseite der Außenwände und den angrenzenden Innenwänden

Das eingeschossige, nicht unterkellerte Gebäude wurde in Holzständerbauweise in den Jahren 2000/2001 errichtet. Das begrünte Flachdach entwässert jeweils an den Gebäudeaußenkanten über Wasserspeier und daran fixierten Eisenketten in Betonringe. Die Bodenplatte aus B25 wurde auf eine Kies- und Sauberkeitsschicht betoniert und einlagig mit Bitumenbahnen abgedichtet. Auf der Abdichtung ist eine 13 cm dicke Polystyrolwärmedämmung verlegt, auf der ein Zementestrich auf einer Trennlage aus Bitumpapier verlegt ist. Der Bodenbelag besteht überwiegend aus Birkenparkett, in den Nebenräumen aus Linoleum und Fliesen.

Außen- und Innenwände wurden in Holztafelbauweise errichtet: Im Bereich der Außenwände sind die Holzrahmen beidseitig mit OSB- bzw. Spanplatten und auf der Innenseite mit einer zusätzlichen Lage aus kartonkaschierten Gipsbauplatten beplankt. Die außenseitig aufgebrachte und hinterlüftete Kalziumsilikatplatte ist verputzt.

Nach Öffnung des Sockels war festzustellen, dass das Holztafelelement der Außenwandkonstruktion auf die lose verlegte Bahnenabdichtung der Bodenplatte mit Ausgleichsmörtel aufgesetzt ist. Zwischen der Vorderkante der Außenwand und der Bodenplattenstirnseite ist ein etwa 5 cm tiefer Rücksprung vorhanden, der zum Teil mit einer Mörtelhohlkehle ausgeglichen wurde. Der Sockelanschluss ist unregelmäßig hoch zweilagig mit Bitumenbahnen abgedichtet, die über den Rücksprung bis auf die Bodenplattenstirnseite geführt sind, jedoch stellenweise nicht dicht an die Bodenabdichtung angeschlossen sind (s. Abb. 35 + Abb. 36). Die Sockelabdichtung war bereichsweise vollständig lose verlegt. Bezogen auf das anschließende Gelände reicht die Abdichtung demnach bis ca. 8 – 15 cm über Oberkante Gelände. Auf die Sockelabdichtung ist als Schutzschicht eine zementgebundene Spanplatte auf einer durch die Abdichtung genagelten Lattung aus Mehrschichtensperrholz auf der Unterkonstruktion verschraubt. Das obere Ende der auch unzureichend verklebten Abdichtung ist nicht verwahrt.

Die auf der Gebäuderückseite befindlichen Terrassenflächen schließen barrierefrei an das rückwärtig ansteigende Spiel- und Gartengelände an, d.h. der Terrassenbelag befindet sich auf niveaugleicher Höhe mit den Türschwellen der Türen zu den beiden Gruppenräumen (s. Abb. 33). Unmittelbar vor den Türen sind Gitterrostrinnen im Belag eingelassen, die gemäß Entwässerungsplanung an Grundleitungen angeschlossen sind. Die neben den Türen befindlichen Festverglasungen weisen keinen Gitterrost auf.

Im Leibungsbereich der aufgehenden Wand ist die zuvor beschriebene Bahnenabdichtung nach unten ausgeklinkt. Es verbleibt ein ca. 5 mm breiter Spalt, der mit Polyurethanmontageschaum ausgefüllt – also nicht abgedichtet – ist (s. Abb. 34).

Schäden



Abb. 37:
Schimmelpilzbildung auf Wandoberflächen



Abb. 38:
Schimmelpilzbildung hinter der Holzbekleidung der Innen- und Außenwände

Die in den zur Gartenseite gelegenen Gruppen- und Nebenräume wiesen auf der Innenseite der Außenwände sowie auf den unmittelbar anschließenden Innenwänden Feuchtigkeitsverfärbungen und Schimmelpilzbildungen hinter und oberhalb der Fußleisten auf (s. Abb. 37 + Abb. 38). Die Holzschwellen der Außenwandkonstruktion waren mit einem sehr hohen Feuchtegehalt von etwa 50 Masse-% nass.

Einwirkungsseite: Wasserbeanspruchung

Das Gelände schließt niveaugleich mit Unterkante der Außenwandkonstruktion aus Holz an und ist nicht vom Gebäude weg geneigt, sodass nicht nur Spritzwasser, sondern auch bei entsprechenden Starkregenereignissen Stauwasser nicht auszuschließen ist.

Das Dachflächenwasser wird über Wasserspeier und Ketten entwässert, die in Betonringe geführt sind. Die Ketten leiten aber das Wasser nicht in einem Fluss von der

Dachfläche in die Betonringe ab, da das von oben kommende Wasser an den Kettengliedern abprallt und so durch die Kette die Wasserbeanspruchung auf die Fassade, insbesondere aber in dem Sockelbereich, deutlich vergrößert wird.

Widerstandsseite: Abdichtung

Die Abdichtung ist zwar aus Bitumenbahnen hergestellt, weist aber erhebliche Fehlstellen sowohl am oberen Rand, insbesondere aber am unteren Abschluss auf, der durch Wasser hinterlaufen werden kann. Bereits bei üblichem Regen kann Wasser in größeren Mengen den unteren Abdichtungsrand hinterlaufen und die Holzkonstruktionen durchnässen.

Ursache der Schäden

Die erheblichen Feuchtigkeitsschäden sind auf die Ursachenüberlagerung aus hoher Wassereinwirkung durch die Geländegestaltung mit niveaugleichem Anschluss und ungeeigneter Gefällegebung in der Sockelzone sowie einer weiteren Erhöhung durch das Spritzwasser über die unkontrollierte Dachentwässerung, bei gleichzeitig erheblich zu geringem Widerstand durch den Feuchteschutz bzw. der Abdichtung einschließlich deren Anschlüsse an die umfassenden Bauteile zurückzuführen.

Es handelt sich somit um systematische Detailfehler, aber nicht um grundsätzliche Fehler der Abdichtungsauswahl oder eines aus Holz bestehenden Untergrundes.

Die Änderung der Abdichtung bei Erhöhung der Zuverlässigkeit durch einen nicht hinterläufigen Anschluss am unteren Rand sowie eine zuverlässige Klemmkonstruktion am oberen Rand als auch zuverlässige Anschlüsse der Abdichtung an die Türschwellen sowie eine kontrollierte Wasserableitung von der Dachfläche genügten, um zukünftigen Schäden vorzubeugen.

5.8 Sockelanschluss im Bereich einer Holzschwelle



Abb. 39:
Einbausituation neben der niveaugleichen Türschwelle



Abb. 40:
Nach dem Entfernen der außenseitigen Platte: Die Abdichtung endet im Bereich des Fassadensockels auf der Unterseite der Fassadenkonstruktion (blauer Pfeil) oberhalb der Oberkante des Geländes (gelber Pfeil)



Abb. 41:
Deutlich geschädigter Holzpfosten der Schiebetüranlage

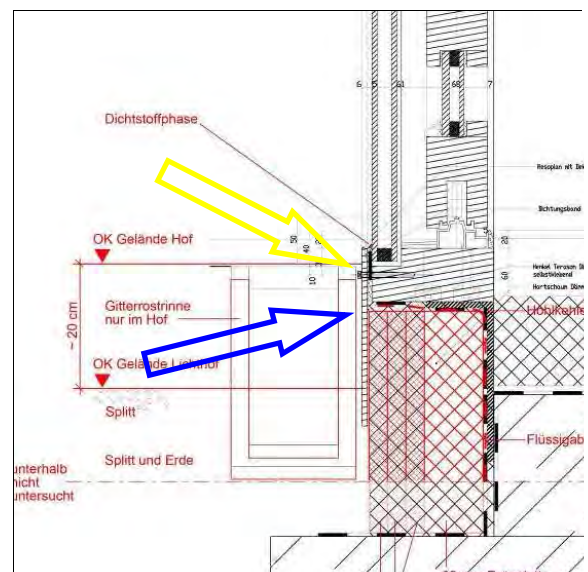


Abb. 42:
Planungsdetail mit Eintragung der tatsächlichen Geländehöhen

Situationsbeschreibung

Einbausituation / Wasserbeanspruchung: - Sockelabdichtung einer Fensteranlage mit Schwellenholz und Bekleidung, z.T. unter der Geländeoberfläche mit Spritzschutz durch Kiesstreifen vor der Fassade	Wassereinwirkung oberer Rand: - vor Wasserbeanspruchung geschützt liegend hinter Bekleidung
Schlagregenbeanspruchung: - Beanspruchungsgruppe II nach DIN 4108-3	Ausbildung oberer Rand: - hinterläufiger oberer Abschluss, Abdichtung auf Holz nicht hoch genug ausgeführt
Untergrund: - Holz	Anschluss an Einbauelemente (Fenster, Türen): - lückenhaft, hinterläufiger Anschluss
Abdichtungsbauart: - FLK	Ausbildung unterer Rand: - Abschluss auf Bodenplattenstirnseite
Verlegetechnik: - vollflächig anhaftend	Schadensbild Abdichtung: -
Aufkantungshöhe der Abdichtung: - ca. 15 cm über GOK, im Bereich der Tür: - ca. 6 – 8cm unter GOK	Schadensfolgen: - starke Durchfeuchtung der Holzkonstruktion mit vollständiger Verrottung, Schädlingsbefall
Sockelbereich über der Abdichtung und Fassade: - nicht hinterlüftete Bekleidung	

Die großflächig bekleideten Fassadenzonen eines in den Jahren 1999/2000 errichteten Wohngebäudes wurden als hinterlüftete Außenwandkonstruktion konzipiert. Auf dem Mauerwerks- oder Betonuntergrund sind Holzbohlen befestigt, zwischen denen Mineralwolle-Wärmedämmschichten angeordnet sind. Darüber wurde ein Luftzwischenraum belassen und außenseitig Hartfaserplatten als Außenwandverkleidung aufgebracht.

In der Sockelzone ist die Fassade unbelüftet ausgebildet. Hier sind die Hartfaserplatten über einem Zwischenraum von 2 bis 3 mm Breite unmittelbar auf der Holzunterkonstruktion befestigt. Nach oben schließen die Platten mit einer Dichtstofffuge zur Festverglasung ab, weswegen die Sockelzone auch hier nicht hinterlüftet ist.

Die Bekleidung des Sockelanschlusses (Schwelle) endet unten in einem vor der Fassade befindlichen Kiesstreifen. Die Geländeoberfläche liegt ca. 20 cm unter der Oberkante der als Glashalterung dienenden Bekleidung aus Hartfaserplatten.

Unter dem Kiesstreifen und den angrenzenden Belägen befindet sich eine Mischung aus Splitt und geringdurchlässigem Bodenmaterial, die deswegen insgesamt gering wasserdurchlässig ist.

Die Holzkonstruktion der Fassade im Bereich der Schiebetüranlage ist über Stahlkonsolwinkel auf der Stirnseite der Bodenplatte befestigt und ragt etwa 14 cm über die Bodenplatte vor (s. Abb. 39 ff.). Sowohl die Stirnseite der Bodenplatte als auch die Unterseite des Holzprofils sind mit flüssig zu verarbeitender Abdichtung (FLK) abgedichtet. Der Übergang von der Bodenplatte zum Holz ist als Hohlkehle ausgebildet. Die Abdichtung des Sockels reicht damit bis ca. 15 cm über Oberkante Gelände. Im Bereich der Tür endet die Abdichtung jedoch etwa 6 – 8 cm unter der Oberkante des Geländes.

Die Stirnseite der Bodenplatte ist mit 60 mm dicken Dränplatten abgestellt. Davor sind drei Lagen Perimeterdämmplatten in einer Dicke von je 20 mm angeordnet, die unter der Holzunterkonstruktion der Bekleidung enden. Die Hohlräume über und unter dem Holz sind mit Erdkrümeln gefüllt, die hier durch Insekten wie Asseln oder Ameisen eingetragen wurden. Da die außenseitige Bekleidung auch im Sockelbereich ausgeführt wurde, entstand hinter den Hartfaserplatten ein Hohlraum, der für Insekten und kleine Tiere zugänglich war.

Schäden

Der Holzfeuchtegehalt der Unterkonstruktion unter der Festverglasung beträgt 36 Masse-%. Im Bereich des senkrechten Pfostens der Festverglasung wird ein Feuchtegehalt von mehr als 80 Masse-% gemessen. Das Holz ist in diesem Bereich völlig nass und hat bereits seine Festigkeit verloren. Die Fasern lassen sich leicht aus dem Holzquerschnitt lösen (s. Abb. 41).

Schadensursache und Bewertung

Die erhebliche Schädigung der Holzfensterrahmen ist auf eine völlige Unterschätzung der Wassereinwirkung in Verbindung mit einer völligen Überschätzung der Abdichtung auf einem sehr feuchteempfindlichen Untergrund zurückzuführen.

Bei niveaugleichen Schwellen wird regelmäßig gefordert, dass die Oberkanten der Schwellen ohne Versatz zu den Belägen ausgeführt werden. So fordert DIN 18040 für barrierefreies Bauen einen niveaugleichen Anschluss und lässt nur in Ausnahmefällen (wenn untere Türansläge/Schwellen *unabdingbar sind*) eine Aufkantungshöhe der Schwelle gegenüber Oberkante des angrenzenden Belags von 2 cm zu. Der obere Abschluss der Abdichtung liegt konstruktionsbedingt in der Regel unter Oberkante

Schwelle und damit knapp unterhalb der Oberkante des Geländes. Unter technischen Aspekten ist dies jedoch unproblematisch, wenn Rahmen verwendet werden, die aus feuchteunempfindlichen Stoffen bestehen. Probleme entstehen dann, wenn die Rahmen aus Holz bestehen und Wasser in das Holz eindringen und dessen Feuchte erhöhen kann und damit die Voraussetzung geschaffen wird, das holzerstörende Pilze dieses zersetzen.

Bei niveaugleichen Anschlüssen ist es daher sinnvoll, auf Hölzer und auf Holzwerkstoffe im Schwellenbereich zu verzichten und anstelle dessen Kunststoffprofile oder solche aus nicht korrodierendem Metall zu verwenden. Grundsätzlich können aber auch Holzfensteranlagen eingesetzt werden. Dann sind allerdings Holzsorten zu verwenden, die der Dauerhaftigkeitsklasse 1 nach [DIN EN 350] entsprechen und damit auch bei Wassereinwirkung nicht geschädigt werden.

Wenn diese Bedingungen beachtet worden wären, hätten die Totalschäden an den Fensterrahmen vermieden werden können. Die Feuchtigkeitsschäden wären durch eine Minderung der Feuchtigkeitseinwirkung durch Geländegestaltung und Anordnung von Gitterrosten sowie eine Erhöhung der Aufkantungshöhe der Abdichtung vermeidbar gewesen.

5.9 Sockelanschluss eines Wärmedämmverbundsystems



Abb. 43:
Übersicht zum Sockelanschluss des WDVS

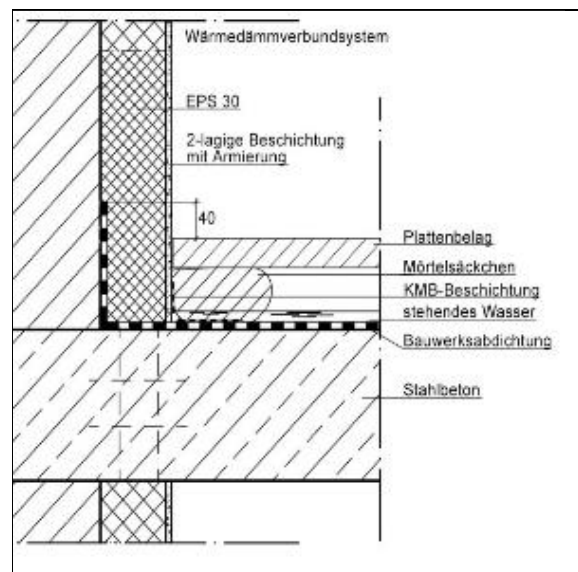


Abb. 44:
Detailschnitt zur Situation während der Begehung

5. Fallbeispiele - Schadensfälle



Abb. 45:
KMB-Abdichtung als Instandsetzung des WDVS



Abb. 46:
Durchfeuchtungsschäden im Bereich der Türschwelle

Situationsbeschreibung

Bei diesem Beispiel handelt es sich nicht um eine Sockelausbildung am Geländeanschluss, sondern um einen Balkon. Es wurde aber in die Objektliste aufgenommen, weil die maßgeblichen Bereiche der Sockelzone vergleichbar sind zu Sockelzonen am Gelände.

Einbausituation / Wasserbeanspruchung:

- Sockelanschluss eines WDVS auf einem Balkon mit Gefälle zum Gebäude

Schlagregenbeanspruchung:

- Beanspruchungsgruppe III nach DIN 4108-3

Untergrund:

- WDVS aus Polystyrolhartschaum

Abdichtungsbauart:

- Untergrund: Bitumenbahn (hinter den Dämmplatten); auf der Oberfläche des WDVS: KMB/PMCB

Verlegetechnik:

- vollflächig anhaftend

Aufkantungshöhe der Abdichtung:

- Bahn: 4 cm über OK Belag (hinter den Dämmplatten des WDVS), PMBC: unterhalb der Oberkante des Belags

Sockelbereich über der Abdichtung und Fassade:

- wasserabweisende Beschichtung des WDVS, keine zusätzlichen Maßnahmen gegen Spritzwasser

Wassereinwirkung oberer Rand:

- Bahn: geschützt hinter WDVS, PMBC: unmittelbar Wasser beansprucht

Ausbildung oberer Rand:

- adhäsiv bzw. offen

Anschluss an Einbauelemente (Fenster, Türen):

- nicht untersucht

Ausbildung unterer Rand:

- hinterläufiger Anschluss (über Dämmstoff), kein Abschluss auf massivem Untergrund

Schadensbild Abdichtung:

- zu geringe Aufkantungshöhe, daher oberer Rand im stehenden Wasser

Schadensfolgen:

- Ausblühungen im Putz oberhalb der Abdichtung

Bei einer aus mehreren Gebäuden bestehenden Eigentumswohnanlage der Baujahre 2002/2003, die bis zu vier Geschosse umfassen, wurden die Außenwände aus Kalksandsteinmauerwerk mit einem Wärmedämmverbundsystem mit 10 cm dicken Polystyrol-Hartschaumplatten bekleidet. Die Wohnungen in den Obergeschossen sind auf allen Seiten des Gebäudes mit Balkonen oder mit Dachterrassen ausgestattet. Die Balkone bestehen aus auskragenden Stahlbetonplatten, die thermisch getrennt an die Geschossdecken angeschlossen sind.

Die Balkon- und Dachterrassenflächen sind bahnenförmig abgedichtet und mit einem auf Mörtelsäckchen aufgeständerten Betonwerksteinbelag versehen. Weder die Abdichtungsebene, noch die Belagsoberfläche sind mit einem Gefälle versehen. Die Entwässerung der Balkonflächen erfolgt über Abläufe, die sich in den Balkonecken befinden und die im Bereich der Fassade an Fallleitungen angeschlossen sind.

Der Balkonbelag schließt im Sockelbereich mit einer schmalen Fuge unmittelbar an die Deckbeschichtung des Wärmedämmverbundsystems an. Vor den Balkontüren sind Gitterrostrinnen ausgeführt (s. Abb. 43 bis Abb. 46Abb. 44).

An den Balkonen sind im Bereich der Sockelanschlüsse des Wärmedämmverbundsystems Feuchtigkeitsschäden und Veralgungen aufgetreten. In den Türleibungen der Balkontüren sind im Schwellenbereich oberhalb der Gitterrostrinnen in der Deckbeschichtung des Wärmedämmverbundsystems deutliche Feuchtigkeiterscheinungen bis hin zur vollständigen Auflösung festzustellen. Sowohl der Dämmstoff als auch die Putzbeschichtung sind in diesem Bereich deutlich durchfeuchtet (s. Abb. 45 + Abb. 46). Schäden im Gebäudeinneren sind nicht vorhanden.

Auf der Abdichtung unterhalb des Belags sind stellenweise großflächige Pfützen vorhanden. Am Sockelanschluss beträgt die Wassertiefe bis zu ca. 1 cm. Die Polymerbitumenbahn ist hinter den Dämmplatten des Wärmedämmverbundsystems auf dem Mauerwerk der Außenwand ca. 4 cm über Oberkante Plattenbelag aufgekantet.

Im Zuge von nachträglichen Maßnahmen ist die Deckbeschichtung des Wärmedämmverbundsystems unterhalb der Oberkante des Belags am Abdichtungsanschluss hohlkehlenartig mit einer kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtung beschichtet worden.

Schäden

Am unteren Anschluss zu den Balkonen und Dachterrassen ist das Wärmedämmverbundsystem nicht ausreichend gegen Feuchtigkeit geschützt, wie die deutlichen Feuchtigkeitsschäden zeigen. Die Schäden sind auf eine Überlagerung folgender Ursachen zurückzuführen: Wegen der nur sehr schmalen Fuge zwischen Belag und der Putzoberfläche des Wärmedämmverbundsystems staut sich das Wasser auf der Oberseite des Belags und beansprucht den Putz. Unter dem Belag sind die Mörtelsäckchen unmittelbar vor dem Putz angeordnet (s. Abb. 45), wodurch das Wasser von der Außenseite des Putzes durch die schmale Fugen bis auf die Mörtelsäckchen gelangt und dort sich staut. Zusätzlich steht Wasser auf der Abdichtung unmittelbar in der Sockelzone aufgrund von Pfützenbildungen durch Unebenheiten auf der Oberseite der Abdichtung. Die in Sockelzonen von Wärmedämmverbundsystemen erforderlichen Abdichtungen zur Vermeidung von Ausblühungen, die auf im Putz kapillar aufsteigendes Wasser zurückzuführen sind, fehlte hier, sodass das Stauwasser in der Sockelzone den Putz durchnässte. Die nachträglich verarbeitete kunststoffmodifizierte Bitumendickbeschichtung ist nicht hoch genug geführt, wird am oberen Rand von Wasser hinterlaufen und intensiviert so die Durchfeuchtung des Putzes.

Bewertung

Die Bauwerksabdichtung wurde als Abdichtungsstreifen auf der Oberseite der Balkonplatte ausgeführt und hinter dem Wärmedämmverbundsystem auf dem Mauerwerk ausreichend hoch aufgekantet. Das Gebäude ist durch diese Abdichtung ausreichend gut geschützt, so dass im Gebäudeinneren keine Feuchtigkeiterscheinungen festzustellen waren.

Daher beschränken sich die Schäden ausschließlich auf die Sockelzone des Wärmedämmverbundsystems. Durch die fehlerhafte Abdichtung auf der Außenseite des Putzes entstand in Verbindung mit der bahnenförmigen Abdichtung unter bzw. hinter den Dämmplatten des WDVS ein nach oben offenes U, in dem sich Wasser anstauen kann, dass durch die Fehlstellen der außenseitigen Abdichtung in die Ebene der Dämmplatten eindringt.

Die Schäden wären vermeidbar gewesen, wenn entweder auf die äußere Abdichtung verzichtet worden wäre und in der Sockelzone geeignete Dämmstoffe verwendet worden wären, zum Beispiel feuchteunempfindliche Perimeterdämmplatten mit einer Putzschicht oder einer anderen Abdeckung in Verbindung mit Maßnahmen, die außenseitiges Stauwasser vermeiden. Wenn die Abdichtung auf dem Wärmedämmverbundsystem in einer vergleichbaren Qualität ausgeführt worden wäre, die bei Abdichtungen in Sockelzonen notwendig ist, wäre die Abdichtung hinter dem Wärmedämmverbundsystem nicht erforderlich gewesen.

5.10 Nicht funktionsfähige Abdichtung auf Perimeterdämmungen

Dieses Fallbeispiel betrifft nicht die Sockelzone eines Gebäudes, sondern den Anschluss der Kelleraußenwände an die Bodenplatte. Da diese Art der Ausführung aber auch bei nicht unterkellerten Gebäuden und somit im Bereich des Gebäudesockels üblich ist, wird auch dieser Schadensfall dargestellt.



Abb. 47:
Übersicht zur Hauseingangssituation



Abb. 48:
Typisches Schadensfoto im Bereich der Kellerwände

5. Fallbeispiele - Schadensfälle



Abb. 49:
Fotos zum Bauablauf

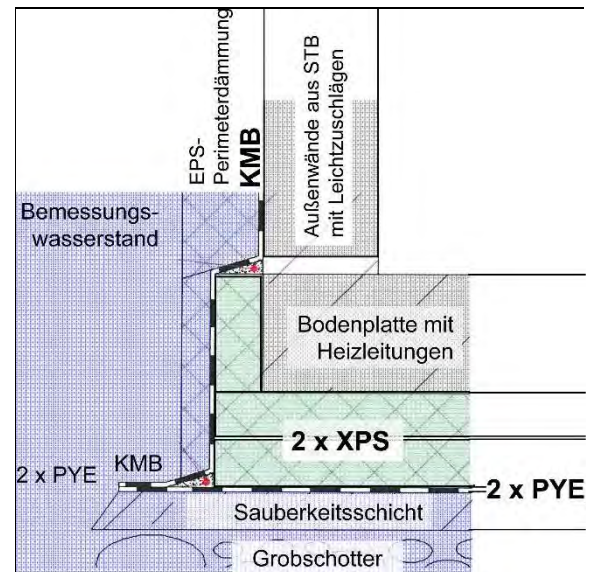


Abb. 50:
Planungsdetail

Situationsbeschreibung

Einbausituation / Wasserbeanspruchung:

- Abdichtung des Bodenplatten-Kellerwandanschlusses auf Perimeterdämmung
- Unterhalb des Bemessungswasserstandes

Schlagregenbeanspruchung:

- Beanspruchungsgruppe II nach DIN 4108-3

Wasserbeanspruchung:

- Drückendes Wasser bis über OK Bodenplatte

Untergrund:

- Polystyrol (XPS)

Abdichtungsbauart:

- PMBC mit Vlieseinlage

Verlegetechnik:

- vollflächig anhaftend

Ausbildung unterer Rand:

- hinterläufiger Anschluss über Dämmstoff mit Risiko von Wasserdurchtritt durch Druckwasser

Schadensbild Abdichtung:

- Anschlussfuge ohne Verstärkungseinlage, Abdichtung unterdimensioniert

Schadensfolgen:

- Durchfeuchtungen im Bereich der Fußpunkte der Kellerwände

Bei dem unterkellerten Einfamilienwohnhaus (Abb. 47) wurden unter der Stahlbetonbodenplatte eine zweilagige Bitumenbahnabdichtung auf Magerbeton und Perimeterdämmplatten verlegt. Entlang der Stirnseiten der Bodenplatte wurden Perimeterdämmplatten aus extrudiertem Polystyrol (XPS) als verlorene Schalung verwendet. Als Kelleraußenwände wurden massive, vorgefertigte Stahlbeton-Elemente auf einem Mörtelbett versetzt. Die Kelleraußenwände wurden mit KMB/PMBC kunststoffmodifizierter Bitumendickbeschichtung mit Vlieseinlage abgedichtet (s. Abb. 49 + Abb. 50).

Schäden und Ursachen

Im ersten Winter nach der Gebäudefertigstellung traten auf der Innenseite der Außenwände Durchfeuchtungerscheinungen auf (s. Abb. 48). Die Oberflächen der Innenwände waren in Teilbereichen von Schimmelpilzen befallen. Die noch vor der Untersuchung erfolgte abdichtende Verpressung der Fuge mit Injektionsharzen zwischen Außenwänden und Bodenplatte führte nicht zur vollständigen Beseitigung der Wassereintritte. Diese mussten weitergeführt werden, solange, bis bei Druckwasser kein Wasser mehr in das Untergeschoss eindrang.

Ursache für die aufgetretenen Feuchtigkeitsschäden waren die beiden Übergänge zwischen den Perimeterdämmplatten vor der Bodenplatte zur bahnenförmigen Abdichtung unter dem Gebäude sowie zur Abdichtung der Kelleraußenwände: Die flüssig zu verarbeitende KMB-Abdichtung war im Druckwasser auf einem gegenüber der Druckwassereinwirkung nicht ausreichend formbeständigen Untergrund aufgetragen und über die Anschlussfuge zu den Betonfertigteilen ohne Verstärkungslage eingebaut worden. Auch die Fugen zwischen den Dämmplatten wurden nicht verstärkt. Die Abdichtung aus KMB war nach [DIN 18195-6] für die vorhandene Druckwasserbeanspruchung nicht geeignet. Der Übergang von KMB auf die Bahnen war ohne Einbauteile ausgeführt worden. Die Materialverträglichkeit zwischen KMB und PYE hätte überprüft werden müssen.

Aufgrund der Beanspruchung der Abdichtung durch drückendes Wasser (Druckwasser wirkte bis auf die Höhe der Betonwände ein) hätte eine Abdichtung nach [DIN 18195 Teil 6], Abschnitt 8, hergestellt oder eine wasserundurchlässige Stahlbetonkonstruktion entsprechend der Beanspruchungsklasse I erstellt werden müssen. Für eine zuverlässige Abdichtung wären auf der Außenseite von Wänden und Bodenplatten mindestens zwei Lagen Bitumenbahnen in lückenfreier Ausführung erforderlich gewesen. Unter technischen Aspekten kann aber auch bei Druckwasser mit KMB abgedichtet werden. Sie sind nach der zukünftigen Abdichtungsnorm [E DIN 18533] der Einwirkungsklasse W 2.1 E auch zulässig.

Die ausgeführte Abdichtung war aber nicht auf die tatsächliche Beanspruchung, den Untergrund und die Anforderungen an den Übergängen abgestimmt worden.

5.11 Unzureichende Abdichtung am Boden-Wand-Anschluss auf Perimeterdämmstoffen



Abb. 51:
Bodenplattendämmung



Abb. 52:
Herstellen einer Mörtelhohlkehle



Abb. 53:
Abschrägen des Anschlusses zwischen Bodenplatte und Außenwand



Abb. 54:
KSK-Abdichtung entlang des Boden-Wand-Anschlusses

Situationsbeschreibung

Einbausituation / Wasserbeanspruchung: - Abdichtung des Bodenplatten-Kellerwandanschlusses auf Perimeterdämmung - Unterhalb des Bemessungswasserstandes	Ausbildung unterer Rand: - hinterläufiger Abschluss auf Dämmstoff mit Risiko von Wasserdurchtritt durch Stauwasser
Schlagregenbeanspruchung: - Beanspruchungsgruppe II nach DIN 4108-3	Schadensbild Abdichtung: - Abdichtung unterdimensioniert, da Dränung nicht funktionsfähig
Untergrund: - Polystyrol (XPS)	Schadensfolgen: - Durchfeuchtungen im Bereich der Fußpunkte der Kellerwände
Abdichtungsbauart: - KSK-Bahn	
Verlegetechnik: - vollflächig anhaftend	

In einem Schadensfall eines im Jahr 2007 errichteten Wohngebäudes war ebenfalls die Stahlbetonbodenplatte auf Perimeterdämmplatten gegossen worden, auch hier dienten Perimeterdämmplatten an den Stirnflächen als so genannte verlorene Schalung (s. Abb. 51). Der Übergang zwischen den gemauerten Kelleraußenwänden und der Fuge zur Perimeterdämmplatte war als Mörtelhohlkehle ausgeführt worden (s. Abb. 52 + Abb. 53). Die Kellerabdichtung wurde mit einer 3 mm dicken Kaltselfstklebebahn hergestellt, die nicht vollflächig am Untergrund haftete und daher nicht hinterlaufsicher war (s. Abb. 54). Zur Verminderung der Beanspruchung der erdberührten Bauteile war um das Gebäude eine Ringdränage verlegt worden.

Schäden

Die Dränung war fehlerhaft errichtet und nicht gebrauchstauglich. Tatsächlich lag eine Beanspruchung aus aufstauendem Sickerwasser vor, das die Abdichtung hinterlief. Im Gebäudeinnern bildeten sich an den Wandfußpunkten Durchfeuchtungserscheinungen.

5.12 Zusammenfassung

Zur Gewährleistung von zuverlässigen Abdichtungen auf nicht-massiven Sockeluntergründen sind grundsätzlich folgende Aspekte aufeinander abzustimmen:

- Tatsächliche Wasserbeanspruchung
- Rissanfälligkeit des Untergrundes und Rissüberbrückungsfähigkeit der Abdichtungsbauart
- Feuchteempfindlichkeit des Untergrunds

Darüber hinaus sind in Abhängigkeit der tatsächlichen Wassereinwirkung sowie der Feuchteempfindlichkeit der Anschlussbauteile die Anschlüsse der Abdichtung an den unteren Rändern, am oberen Rand im Anschluss zur Fassade sowie an Einbauteile, wie auch auf Schwellenprofile oder Blendrahmen von Fenstern, zu planen.

Dichtungsschlämmen können zwar als flexible mineralische Putzabdichtung auf Dämmstoffen eingesetzt werden, sie weisen aber zur Abdichtung von Außenwänden aus Dämmstoffen, die entweder als Perimeterdämmung oder als Schalungsblöcke eingesetzt werden, unzureichende Rissüberbrückungseigenschaften auf und sind für diesen Anwendungsfall ungeeignet. Gleiches gilt für kunststoffmodifizierte Bitumendickbeschichtungen (PMBC/KMB), die auf derartigen Untergründen nur mit Gewebeeinlage und Schutzmaßnahmen vor UV-Licht-Einwirkung eingesetzt werden sollen.

Bitumenbahnen sind hinsichtlich ihrer Rissüberbrückungsfähigkeit als geeignet einzustufen. Sie können allerdings bei entsprechender Wasserbeanspruchung hinterläufig sein, was für den Verarbeiter auf der Baustelle in der Regel nur schwer kontrollierbar ist. Bei Stauwasser kommt es darauf an, dass der untere Abdichtungsrand nicht hinterströmt werden kann, was (mit den heutigen Techniken) bei den vorhandenen Untergründen am zuverlässigsten (zwischen trockenen und vorbehandeltem Stahlbeton) möglich ist, wenn die Bahnen mit einer jeweils entsprechend geeigneten Klebmasse zumindest am unteren Rand in einem durchgehenden Streifen flächig fest anhaftend verklebt werden. Für den oberen Rand gelten die grundsätzlichen Regelungen für Anschlüsse an Fassaden, die von genutzten und nicht genutzten Flachdächern bekannt sind. Details, wie Anschlüsse an Durchdringungen, werden an Dächern mittlerweile häufig mit flüssig zu verarbeitenden Kunststoffabdichtungen der Gruppe FLK mit Übergängen auf die Bahnen ausgeführt. Zur Dauerhaftigkeit und Zuverlässigkeit solcher Übergänge sind im Forschungsbericht [AIBAU 2014] entsprechende Hinweise als Ergebnis von untersuchten Objekten enthalten, die sich auf die Sockelzonen von Abdichtungen übertragen lassen.

Genauso sind die Anschlüsse an Einbauelemente unter Berücksichtigung der Ergebnisse des Forschungsberichts [AIBAU 2011] zu niveaugleichen Türschwellen auszubilden.

Die zuvor dargestellten Sachverhalte werden an den im folgenden Kapitel beschriebenen Positivbeispielen besonders deutlich.

6. Fallbeispiele – Positivbeispiele

6.1 Erdberührte Sockel von Holzhäusern

Ein Hersteller von Holzhäusern und Entwickler hochwärmegedämmter Holzhaus-Lösungen hat zu Untersuchungszwecken drei von ihm errichtete Gebäude zur Verfügung gestellt. Die Untergeschosse waren jeweils unterschiedlich konstruiert: Eines war in Holzbauweise (Bodenplatte aus Beton), eines als Betonkeller, ein weiteres konventionell aus Mauerwerk mit Holzkellerdecke erstellt worden. Keines der Häuser wies Durchfeuchtungsschäden oder Befall von Schimmelpilzen im Gebäudeinneren auf.

6.1.1 Holzhaus mit Holzkeller



Abb. 55:
Sockelanschluss neben der Hauseingangstür



Abb. 56:
Die Putzabdichtung des Sockels ist mit einer Noppenbahn abgedeckt

6. Fallbeispiele – Positivbeispiele



Abb. 57:
Innenansicht des nicht ausgebauten und zu Lagerzwecken genutzten Kellers – keine Feuchtigkeitsschäden vorhanden



Abb. 58:
Geringe Holzfeuchte im Bereich des Schwellenholzes



Abb. 59:
Hochwertige Nutzung des Kellers

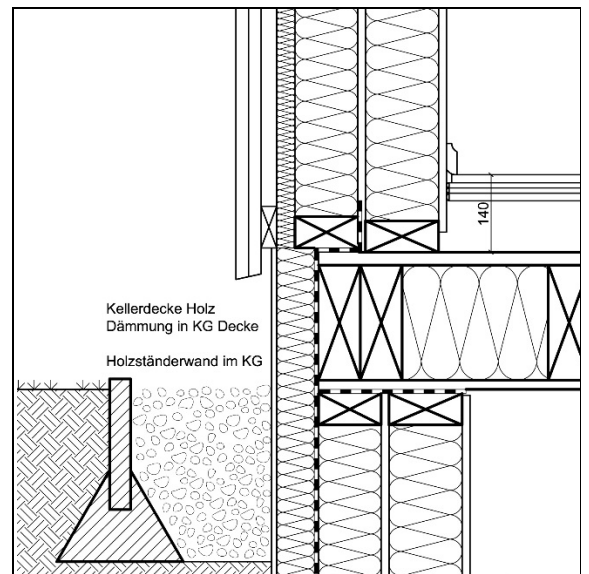


Abb. 60:
Planungsdetail

Situationsbeschreibung

Einbausituation / Wasserbeanspruchung: - Abdichtung eines Holzkellers mit Bitumenbahnen, Perimeterdämmung als Schutzschicht, Dränung - Spritzschutz durch Kiesstreifen vor der Fassade, bindiger Boden	Sockelbereich über der Abdichtung und Fassade: - Sockelputz mit Dichtungsschlämme
Schlagregenbeanspruchung: - Beanspruchungsgruppe II nach DIN 4108-3	Wassereinwirkung oberer Rand: - vor Wasserbeanspruchung geschützt liegend unter Putzschicht bzw. Bekleidung
Untergrund: - Holztafelbau	Ausbildung oberer Rand: - nicht untersucht
Abdichtungsbauart: - Bitumenschweißbahnen	Anschluss an Einbauelemente (Fenster, Türen): - nicht untersucht, da oberhalb der Abdichtung
Verlegetechnik: - vollflächig anhaftend	Ausbildung unterer Rand: - nicht hinterläufiger Abschluss auf der Stirnfläche der Stahlbetonbodenplatte
Aufkantungshöhe der Abdichtung: - OK Kellerdecke = etwa 15 cm über OK Gelände	

Bei diesem vor etwa 17 Jahren errichteten Einfamilienwohnhaus waren die Außenwände inkl. der Kellerwände in Holztafelbauweise hergestellt worden. Die Bodenplatte besteht aus einer 25 cm dicken Betonplatte, die oberseitig mit einer Bitumenschweißbahn abgedichtet ist. Der Außenwandaufbau wurde als Ständerwerk aus Lärchenholz mit außenseitiger Sperrholzbeplankung konstruiert und mit Bitumenschweißbahnen abgedichtet. Vor die Abdichtung wurden 5 cm dicke Perimeterdämmplatten gestellt, die im Bereich des Gebäudesockels verputzt und mit einer Noppenbahn abgedeckt wurden (s. Abb. 55 + Abb. 56).

Die Kellerräume werden teilweise zu Lagerzwecken genutzt, teilweise wurden sie als Sauna ausgebaut (s. Abb. 57 + Abb. 59). In allen Räumen des Untergeschosses war eine Lüftungsanlage installiert.

Bei der Besichtigung wurden Holzfeuchtegehalte im Bereich der nichtbekleideten Schwellenhölzer gemessen. Diese schwankten zwischen 13 und 16 Masse-% (s. Abb. 58). Feuchtigkeiterscheinungen oder Verfärbungen durch Schimmelpilzbefall waren weder auf den inneren Wandoberflächen noch auf den gelagerten Gegenständen erkennbar.

6. Fallbeispiele – Positivbeispiele

6.1.2 Holzhaus auf Betonkeller mit Putzsockel



Abb. 61:
Verputzter Gebäudesockel



Abb. 62:
Untersicht der hinterlüfteten Bekleidung

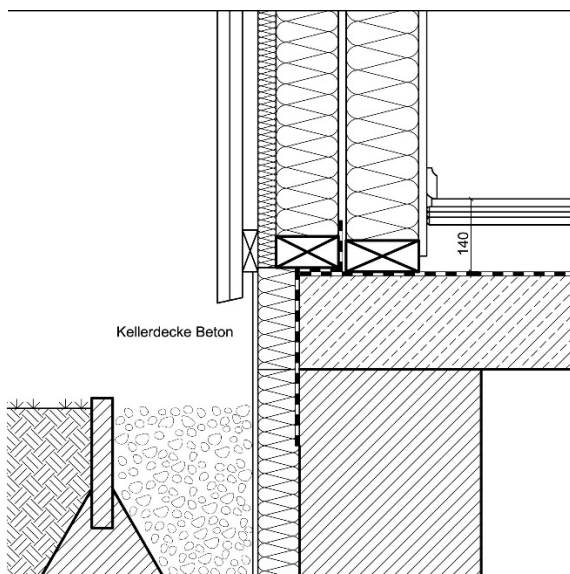


Abb. 63:
Planungsdetail



Abb. 64:
Anschlussdetail der Gartenterrasse mit Höhenversprung
zum angrenzenden Gelände

Situationsbeschreibung

Einbausituation / Wasserbeanspruchung: - Holzständerkonstruktion mit Schwellenhölzern deutlich über Geländeoberfläche - Spritzschutz durch Kiesstreifen vor der Fassade - bindiger Boden	Sockelbereich über der Abdichtung und Fassade: - Putz mit Dichtungsschlämme
Schlagregenbeanspruchung: - Beanspruchungsgruppe II nach DIN 4108-3	Wassereinwirkung oberer Rand: - vor Wasserbeanspruchung geschützt liegend unter Putzschicht bzw. Bekleidung
Untergrund: - teilweise Beton, - teilweise beplanktes Holzständerwerk	Ausbildung oberer Rand: - mit Abschlussschiene WDVS gesichert
Abdichtungsbauart: - Bitumenbahnen	Anschluss an Einbauelemente (Fenster, Türen): - nicht untersucht, da oberhalb der Abdichtung
Verlegetechnik: - vollflächig anhaftend	Ausbildung unterer Rand: - nicht hinterläufiger Anschluss an Stahlbetonaußenwand des Kellers
Aufkantungshöhe der Abdichtung: - > 30 cm über GOK	

Vor etwa 16 Jahren wurde das Einfamilienwohnhaus. in Holztafelbauweise (Außen-, Innenwände und Geschossdecken) errichtet. Das Untergeschoss sowie die Kellerdecke wurden betoniert. Die Kellerdecke wurde mit Bitumenbahnen abgedichtet. Die Abdichtung wurde bis auf die Deckenstirnseite gezogen und auf die Beplankung des Holzständerwerks hochgeführt. Vor die Sockelabdichtung wurden Perimeterdämmplatten gestellt, die verputzt wurden (s. Abb. 61 + Abb. 63). Vor die gedämmte Holzständerkonstruktion der Außenwand wurde eine weitere Dämmebene installiert und die Putzfassade als hinterlüftetes WDVS ausgebildet (s. Abb. 62).

Die Türschwellen der Hauseingangstür und der Terrassentür liegen etwa 20 cm über der Geländeoberfläche und sind somit aus dem unmittelbaren Spritzwasserbereich herausgehoben (s. Abb. 64).

6. Fallbeispiele – Positivbeispiele

6.1.3 Holzhaus auf Mauerwerkskeller mit Blechbekleidung am Sockel



Abb. 65:
Hauseingang mit Schwellenbereich oberhalb der Spritzwasserzone



Abb. 66:
Blech-Bekleidung über der Sockelabdichtung



Abb. 67:
Freigelegte Sockelabdichtung: Bitumenbahn unter der Blechbekleidung

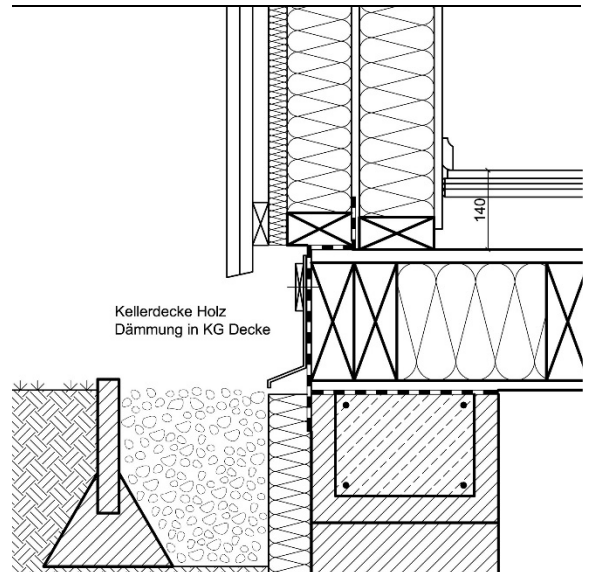


Abb. 68:
Planungsdetail

Situationsbeschreibung

Einbausituation / Wasserbeanspruchung: - Holzständerkonstruktion mit Holzbalkendecke über dem Keller auf Geländehöhe - Spritzschutz durch Kiesstreifen vor der Fassade	Sockelbereich über der Abdichtung und Fassade: - Blechbekleidung
Schlagregenbeanspruchung: - Beanspruchungsgruppe II nach DIN 4108-3	Wassereinwirkung oberer Rand: - vor Wasserbeanspruchung geschützt liegend hinter Bekleidung
Untergrund: - teilweise Mauerwerk, teilweise Holzständerwerk	Ausbildung oberer Rand: - fixiert mit Lärchenstellbrett
Abdichtungsbauart: - Bitumenbahnen	Anschluss an Einbauelemente (Fenster, Türen): - nicht untersucht, da oberhalb der Abdichtung
Verlegetechnik: - vollflächig anhaftend	Ausbildung unterer Rand: - nicht hinterläufiger Anschluss an Mauerwerksaußenwand des Kellers
Aufkantungshöhe der Abdichtung: - > 30 cm über GOK	

Der Keller eines Holzhauses wurde vor ca. 20 Jahren in konventioneller Bauweise errichtet (Bodenplatte aus Stahlbeton, Außenwände aus Mauerwerk mit Ringbalken, Kellerdecke als Holzbalkendecke). Sowohl die Kellerdecke als auch die Gebäudeaußenwände wurden als vorgefertigte Holzrahmenbauelemente verbaut. Zwischen der Holzkellerdecke und dem Ringbalken der Kelleraußenwände wurde eine Bitumenbahn als Querschnittsabdichtung eingebaut, die an die Abdichtung der Deckenstirnseite anschließt (s. Abb. 68). Weiterhin ist die Deckenstirnseite mit einem Lärchenbrett und im Bereich der Spritzwasserbeanspruchung mit einer Zinkblech-Bekleidung versehen (s. Abb. 66 + Abb. 67).

Der Hauszugang und die Gartenterrasse liegen etwa 30 cm oberhalb des anschließenden Geländes (s. Abb. 65).

Durchfeuchtungen im Gebäudeinnern im Bereich der Wandfußpunkte sind in der Vergangenheit nicht aufgetreten.

6. Fallbeispiele – Positivbeispiele

6.1.4 Holzhaus auf Bodenplatte mit Streifenfundament



Abb. 69:
Rückseitige Gebäudeansicht



Abb. 70:
Öffnungsstelle im Bereich der Gebäudeecke – Blick auf die
Kalziumsilikatplatte



Abb. 71:
Bahnenförmige Sockelabdichtung zwischen Fundament-
vorsprung und beplanter Holzständeraußenwandkon-
struktion

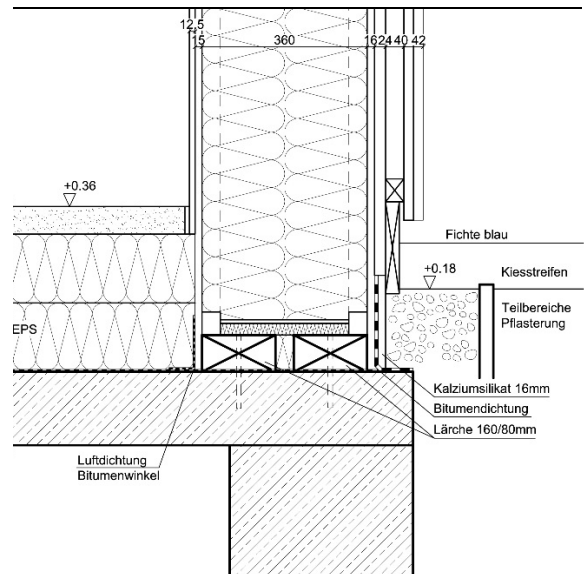


Abb. 72:
Planungsdetail

Situationsbeschreibung

Einbausituation / Wasserbeanspruchung: - Holzständerkonstruktion mit Schwellenhölzern unter der Geländeoberfläche - Spritzschutz durch 30 cm breiten Kiestreifen vor der Fassade	Aufkantungshöhe der Abdichtung: - ca. 18 cm über GOK
Schlagregenbeanspruchung: - Beanspruchungsgruppe III nach DIN 4108-3	Sockelbereich über der Abdichtung und Fassade: - Kalziumsilikatplatte
Untergrund: - DWD- bzw. OSB-Beplankung der Holzstegträger	Wassereinwirkung oberer Rand: - vor Wasserbeanspruchung geschützt liegend hinter Bekleidung
Abdichtungsbauart: - Bitumenbahnen	Ausbildung oberer Rand: - fixiert mit Lattung der hinterlüfteten Bekleidung, Lärchenstellbrett
Verlegetechnik: - vollflächig anhaftend	Anschluss an Einbauelemente (Fenster, Türen): -
	Ausbildung unterer Rand: - nicht hinterläufiger Anschluss an Betonbodenplatte

In den Jahren 2003 – 2004 wurde ein Einfamilienwohnhaus auf einer Stahlbetonbodenplatte mit Streifenfundament errichtet (s. Abb. 69). Die Bodenplatte, die unter der Geländeoberfläche liegt, wurde horizontal mit Bitumenbahnen abgedichtet. Die Außenwandkonstruktion aus beidseitig beplankten Holzstegträgern wurde auf Holzbohlen aus Lärche bzw. Douglasie aufgesetzt.

Der Übergang zwischen Bodenplatte und Holzaußenwandkonstruktion wurde mit einem weiteren Bitumenbahnstreifen abgedichtet. Weiterhin wurde entlang des Gebäudesockels eine Kalziumsilikatplatte vertikal verlegt und der gesamte Anschluss mit einer blau gestrichenen Fichtenholzbohle abgedeckt.

Umlaufend um das Gebäude wurde ein etwa 30 cm breiter Kiestreifen zur Verringerung der Spritzwasserbeanspruchung der Sockelzone angelegt. Der anstehende Boden wurde von den Hauseigentümern als bindig, sehr lehmhaltig und nahezu wasserundurchlässig beschrieben.

Bei der Besichtigung wurde die Abdichtungssituation im Bereich der südöstlichen Gebäudeecke freigelegt. Nachdem die Kalziumsilikatplatte entfernt worden war, war festzustellen, dass die Bitumenbahnabdichtung gut an der Holzbeplankung der Außenwände und auf der horizontalen Fläche der auskragenden Bodenplatte haftete. Die auf der Außenseite der Außenwand gemessenen Holzfeuchtegehalte lagen zwischen 14

und 18 Masse-%. Das Holz wies keinerlei Schädigungen resultierend aus einer zu hohen Feuchtebelastung auf (s. Abb. 70 bis Abb. 72).

Durchfeuchtungen im Gebäudeinnern im Bereich der Wandfußpunkte sind in der Vergangenheit nicht aufgetreten.

6.2 Gebäudesockel bei Außenwänden aus Polystyrolschalungsblöcken



Abb. 73:
Übersicht



Abb. 74:
Gebäudeecke mit Spülrohr der Dränung und KMB-Abdichtung des Sockels



Abb. 75:
Auskragender Schalungsstein



Abb. 76:
Oben offener Abschluss der Bauwerksabdichtung unter der Haustürschwelle

Situationsbeschreibung

Einbausituation / Wasserbeanspruchung: - Unterkellertes Gebäude mit Schalungssteinen ab dem Erdgeschoss - Spritzschutz durch Kiesstreifen vor der Fassade, Abdichtung im erdberührten Bereich: hinter Perimeterdämmung; Dränung	Aufkantungshöhe der Abdichtung: - OK Gelände
Schlagregenbeanspruchung: - Beanspruchungsgruppe III nach DIN 4108-3	Sockelbereich über der Abdichtung und Fassade: - Sockelputz
Untergrund: - Polystyrolschalungsblöcke	Wassereinwirkung oberer Rand: - geringer Schutz durch Überstand der Außenwand EG
Abdichtungsbauart: - Kaltselbstklebebahn	Ausbildung oberer Rand: - Randausbildung mit KMB bzw. PMBC
Verlegetechnik: - vollflächig anhaftend	Anschluss an Einbauelemente (Fenster, Türen): - oberes Ende offen unter der Stufe der Haustürschwelle
	Ausbildung unterer Rand: - nicht hinterläufiger Anschluss an Mauerwerksaußenwand des Kellers

Der Wandaufbau aus mit Beton gefüllten Polystyrolschalungsblöcken des Einfamilienwohnhauses wurde 2008 – 2010 auf einem Untergeschoss aus Betonsteinen und Stahlbetonbodenplatte errichtet. Die Geschossdecken bestehen aus Spannbetonhohlkörperdecken. Die Gesamtwanddicke der Schalungselemente beträgt 31 cm, die Dicke des Betonkerns etwa 14 cm. Die äußere Wandung der oberen Reihe der Polystyrolschalungsblöcke ragt über die Kellerdecke hinaus.

Als Abdichtung im erdberührten Bereich wurde auf die mit einem Voranstrich versehene Betonsteinwände eine Kaltselbstklebebahn aufgebracht. Der Übergang zur Gebäudeaußenwand im Erdgeschoss wurde als Hohlkehle ausgebildet und bereichsweise mit Bitumendickbeschichtung bis zur Oberkante des Geländes geführt (Abb. 74 - Abb. 76). Auf der Bauwerksabdichtung wurden Perimeterdämmplatten angebracht. Diese wurden mit einer Noppenbahn abgedeckt.

Aufgrund des anstehenden bindigen Bodens wurde zur Reduzierung der Wasserbeanspruchung umlaufend um das Gebäude eine Dränanlage mit Spülrohren jeweils in den Gebäudeecken verlegt.

Das angrenzende Gelände liegt derzeit etwa 10 cm unter der Oberkante des Fertigfußbodens. Geplant ist ein niveaugleicher Übergang zwischen innen und außen, so dass sich im Türbereich die Fuge zwischen Schalungsblock und Rohkellerdecke dann etwa 10 cm unter Oberkante des Geländes befindet.

Auch nach mehrjähriger Gebäudestandzeit wurden keine Feuchtigkeitsschäden im Gebäudeinnern festgestellt, obwohl die Kaltselbstklebebahn entgegen der grundsätzlichen Anforderungen, Bahnen am oberen Rand mit einer Klemmschiene zu sichern, nur adhäsiv am Untergrund fixiert war.

6.3 Loggien: Anschlüsse der Abdichtung an WDVS

6.3.1 Beschichtung aus Flüssigkunststoff mit Gewebeeinlage



Abb. 77:
Aufkantung der Abdichtung mit Absatz des Armierungsge-
webes



Abb. 78:
Die Beschichtung schließt das aufgekantete Randan-
schlussblech mit ein



Abb. 79:
Lage der Balkonentwässerung im obersten Geschoss



Abb. 80:
Entwässerungssituation der unteren Geschosse

Situationsbeschreibung

Einbausituation / Wasserbeanspruchung: - Loggiaabdichtung mit Abschluss auf WDVS - Gefälle zum Gebäude	Verlegetechnik: - vollflächig anhaftend
Schlagregenbeanspruchung: - Beanspruchungsgruppe II nach DIN 4108-3, geschützt durch Loggien oberhalb	Aufkantungshöhe der Abdichtung: - 10 cm, im Bereich der Türschwelle 2 cm
Untergrund: - WDVS aus Polystyrol, Randanschlussblech	Wassereinwirkung oberer Rand: - unmittelbar von Wasser beansprucht
Abdichtungsbauart: - FLK mit Gewebeeinlage	Ausbildung oberer Rand: - adhäsiv
	Anschluss an Einbauelemente (Fenster, Türen): - auf Randanschlussblech frei bewittert

Als Teilmaßnahme einer Gebäudemodernisierung wurden die Außenwandflächen einer viergeschossigen Mehrfamilienwohnanlage mit einem WDVS bekleidet und die Abdichtungen der loggiaartigen Balkone erneuert. Hierzu wurde eine Beschichtung aus Flüssigkunststoff mit Gewebeeinlage auf den vorhandenen Gußasphaltestrich aufgebracht und an den Wandanschlüssen aufgekantet. Zur Sicherstellung der Materialverträglichkeit wurden die Polystyrolplatten des WDVS bis zur oberen Kante der Aufkantungshöhe mit einer Epoxidharzgrundierung versehen. Am oberen Abschluss der Abdichtung ist ein kleiner Absatz vorhanden, der darauf schließen lässt, dass die Beschichtung auf das Armierungsgewebe aufgebracht wurde (s. Abb. 77 + Abb. 78).

Die Balkone sind mit einem Ablauf versehen, der vor der Fensterfront angeordnet ist. Das Gefälle ist dementsprechend zur Schwelle orientiert (s. Abb. 79 + Abb. 80).

Schäden sind entlang der untersuchten Anschlüsse nicht festzustellen. Die Abdichtungen sind seit inzwischen acht Jahren uneingeschränkt gebrauchstauglich.

6. Fallbeispiele – Positivbeispiele

6.3.2 Beschichtung aus Flüssigkunststoff ohne Gewebeeinlage



Abb. 81:
Die Beschichtung ist bis auf die Türschwelle geführt



Abb. 82:
Die Aufkantungshöhe der Beschichtung beträgt gut 15 cm



Abb. 83:
Entwässerung der Balkone über Bodenabläufe



Abb. 84:
wie vor

Situationsbeschreibung

Einbausituation / Wasserbeanspruchung: - Balkon-/Loggiaabdichtung mit Abschluss auf WDVS - Gefälle vom Gebäude weg	Verlegetechnik: - vollflächig anhaftend
Schlagregenbeanspruchung: - Beanspruchungsgruppe II nach DIN 4108-3, geschützt durch Balkone/Loggien oberhalb	Aufkantungshöhe der Abdichtung: - ca. 15 cm, im Bereich der Türschwelle ca. 2 cm
Untergrund: - WDVS aus Polystyrol, Randanschlussblech	Wassereinwirkung oberer Rand: - unmittelbar von Wasser beansprucht
Abdichtungsbauart: - FLK ohne Gewebeeinlage, im Bereich der Abdichtungsaufkantung mit Gewebe	Ausbildung oberer Rand: - adhäsiv
	Anschluss an Einbauelemente (Fenster, Türen): - durch Loggiarücksprung geschützt

Bei der Modernisierung eines siebengeschossigen Mehrfamilienwohnhauses im Jahr 2002 wurde die Abdichtung der insgesamt 24 Balkone instandgesetzt. Hierzu wurde der vorhandene Estrich entfernt und durch einen Gefälleestrich ersetzt. Die Entwässerung der Balkone erfolgt über Bodenabläufe, die vor der Außenwand positioniert sind (s. Abb. 81 - Abb. 84). Die Außenwandflächen wurden mit einem WDVS bekleidet. Die Brüstungen der Balkone bestehen aus Stahlbetonfertigteilen bzw. im Bereich der Seitenwände aus Stahlrahmen mit Faserzementplattenbekleidung. An dieser Stelle bildet ein Randwinkel aus Aluminium den Abschluss des Balkonbodenaufbaus.

Der Gefälleestrich wurde in der Fläche mit einer Abdichtung aus Flüssigkunststoff ohne Gewebeeinlage beschichtet. Die Beschichtung wurde ≥ 15 cm im Bereich des WDVS und der massiven Balkonbrüstungen aufgekantet (im Aufkantungsbereich mit Gewebeeinlage). Lediglich an einem der 24 Balkone auf der Westseite war es am eingedichteten und eingeputzten Aluminium-Randwinkel – vermutlich aufgrund thermischer Spannungen – zu Rissbildungen in der Beschichtung gekommen, die jedoch keine Feuchtigkeitsschäden zur Folge hatten. Seit der Überarbeitung dieses Abschlusses sind keine weiteren Rissbildungen aufgetreten. Auch die entlang des WDVS aufgekantete Beschichtung weist keine Ablösungserscheinungen auf.

7. Auswertung weiterer Untersuchungen

7.1 Holzhausbau – Leitdetails für den Sockel

Aufgrund der immer häufiger realisierten schwellenfreien Übergänge auch im Holzhausbau und der am Markt befindlichen nicht dauerhaften Standardlösungen wurde von der Holzforschung Austria ein Forschungsprojekt [Polleres 2009] initiiert, das sich mit der Erarbeitung von Leitdetails für den Sockel im Holzhausbau befasste.

Zunächst wurden die Sockelanschlüsse von 27 Objekten untersucht und bewertet. Schwellen, die nicht ausreichend hoch über der Geländeoberkante eingebaut und nur unzureichend abgedichtet waren, wiesen starke Verrottungserscheinungen auf. Die erhöhten Feuchtegehalte waren auf Wassereintritte von außen und nicht auf bauphysikalische Vorgänge zurückzuführen. Sinnvoller Schutz vor Durchfeuchtung bieten feuchteunempfindliche Materialien als Unterlage oder der Ersatz der Holzschwelle durch z.B. glasfaserverstärkte Kunststoffprofile.

Im Bereich von Türschwellen werden Verblechungen oder Bitumenbahnen häufig hinterlaufen. Zu empfehlen ist die Verwendung von dicht geschweißten Edelstahlblechen, da Anschlussbleche aus verzinktem Blech oder Stahl häufig Korrosionsprozessen unterliegen.

Weiterhin wurden Laboruntersuchungen sowie Simulationsberechnungen zum Thema Diffusion durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass der Diffusionsstrom annähernd linear durch die Außenwandkonstruktion verläuft, wobei Untersuchungen an der TU München durch Spitzner [Spitzner 2003] gezeigt haben, dass Diffusionsvorgänge Flächenphänomene sind und bei streifenförmigen Sockelabdichtungen nicht die gleiche Feuchtigkeit bilden können wie bei größeren Flächen. Diese Ergebnisse wurden durch Beobachtung von Borsch-Laaks [Borsch-Laaks 2012] bestätigt. Als Konsequenz hieraus lässt sich folgern, dass die s_d -Werte von innerer Dampfbremse und äußerer Abdichtung gleich dampfdicht gewählt werden können (s. Abb. 85 - Abb. 87). Um das Austrocknungspotenzial zu erhöhen, sollten möglichst diffusionsoffene Abdichtungsmaterialien verwendet werden. Die Simulationsergebnisse zeigen auch, dass eine OSB-Platte als innenseitige Dampfbremse aufgrund des geringen s_d -Wertes ohne wei-

tere Maßnahmen nicht als Schutz einer unter Oberkante Gelände eingebauten und außenseitig wirksam abgedichteten Holzschwelle ausreicht. Die ermittelten Holzfeuchtegehalte lagen mehrere Monate pro Jahr über 20 Masse-%.

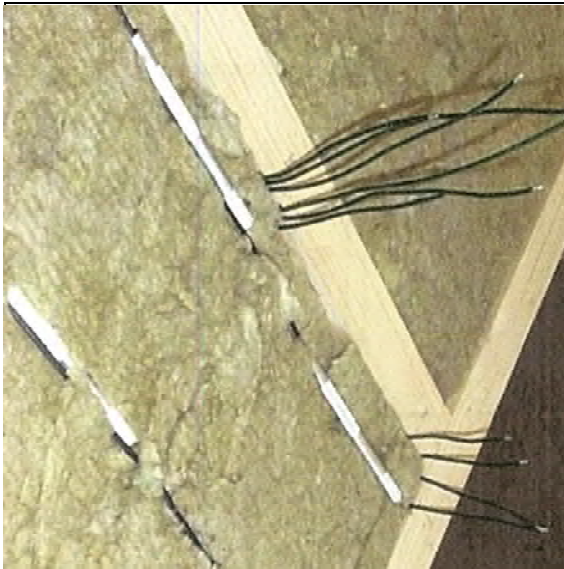


Abb. 85:
Schwellenbereich eines Wandelementes mit Holzfeuchteelektroden und Temperatur- und Feuchtefühler

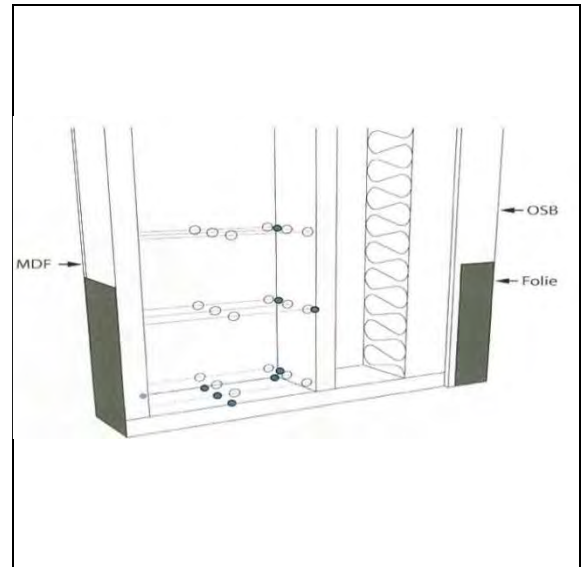


Abb. 86:
Schematische Darstellung eines Wandelementes mit Lage der Holzfeuchteelektroden (dunkle Punkte) und Temperatur- und Feuchtefühler (weiße Punkte)

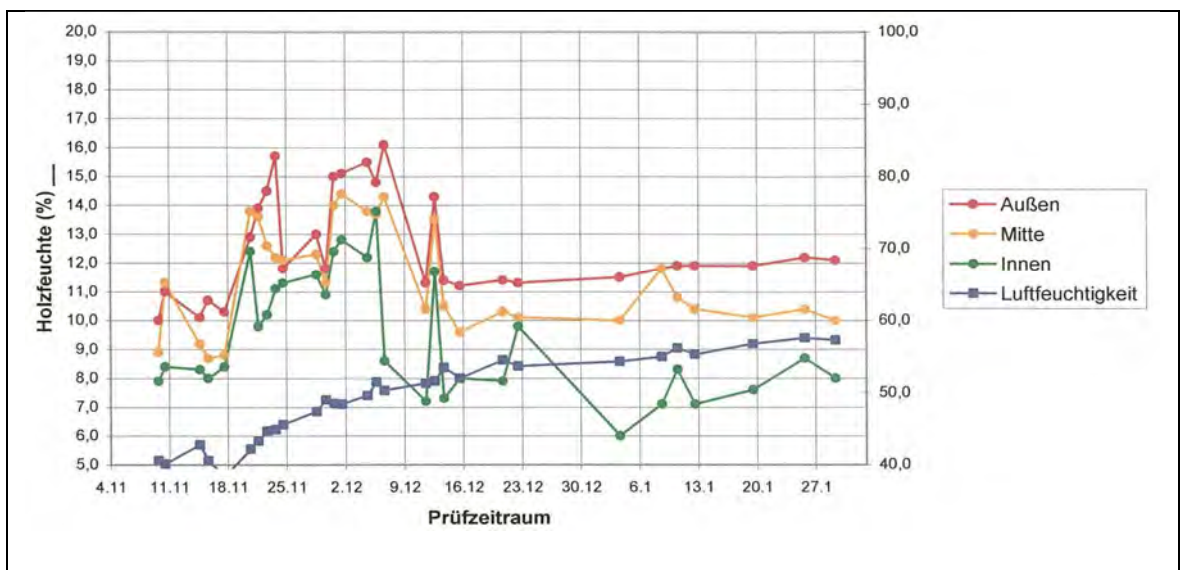


Abb. 87:
Typischer Holz- und Luftfeuchteverlauf einer Prüfwand

Aus den Ergebnissen wird weiter gefolgert, dass trockene Schwellenhölzer einzubauen sind. Da eine Durchfeuchtung der Hölzer während der Bauzeit jedoch nicht ausgeschlos-

7. Auswertung weiterer Untersuchungen

sen werden kann, sollten außenseitig Abdichtungen mit möglichst geringem Diffusionswiderstand verwendet werden. Im Rahmen von Simulationsberechnungen mit diffusionsoffenen, bahnenförmigen Materialien (s_d -Wert $\leq 2 \text{ m}$; die Bahnen sind allerdings nicht als Gebäudeabdichtung zugelassen) wurde herausgefunden, dass der innere Dampfsperrewert für diesen Anwendungsfall viermal dichter als der äußere sein soll (s. Abb. 88).

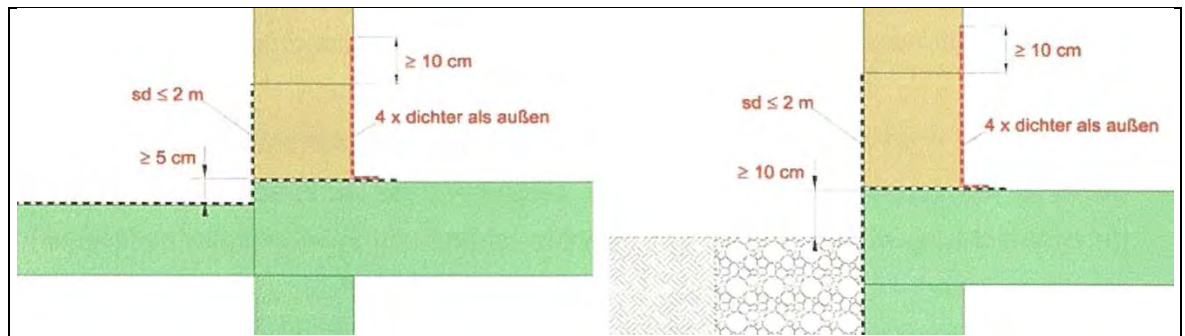


Abb. 88:
Grundprinzip des empfohlenen Sockelanschlusses

Abschließend wurden die Ergebnisse der Berechnungen in einem Feldversuch validiert. Hierzu wurden an zwei Forschungsgebäuden unterschiedliche Sockelanschlussvarianten ausgeführt mit dem Ziel, die Praxistauglichkeit der jeweiligen Ausführung und die Dauerhaftigkeit der verwendeten Abdichtung zu überprüfen (s. Abb. 89 + Abb. 90). Die Ergebnisse sind in die Entwicklung von Leitdetails eingeflossen. Diese zeigen Lösungen für Sockelanschlüsse im Holzbau bei unterschiedlichen Geländehöhen (s. Abb. 91 + Abb. 92).



Abb. 89:
Forschungsgebäude des Feldversuches

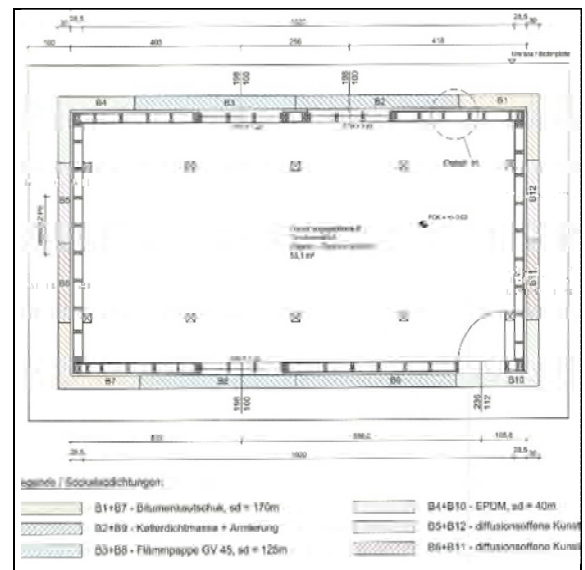


Abb. 90:
Grundriss des Forschungsgebäudes

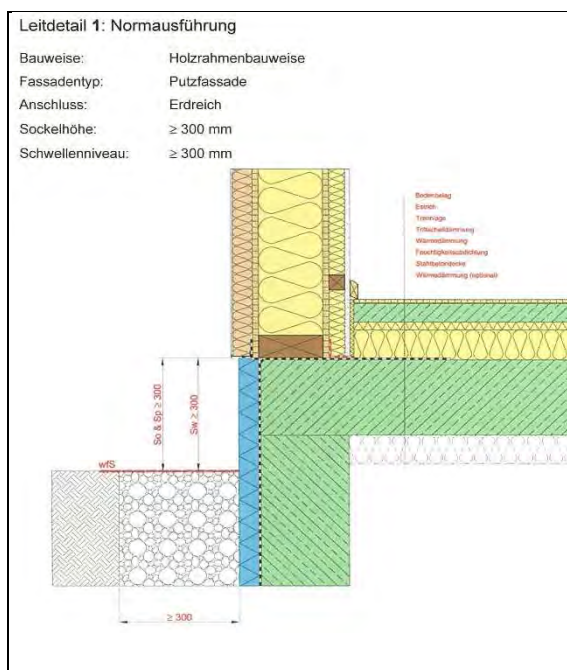


Abb. 91:
 Leitdetail Normausführung mit einer Sockelhöhe und einem Schwellenniveau von ≥ 30 cm

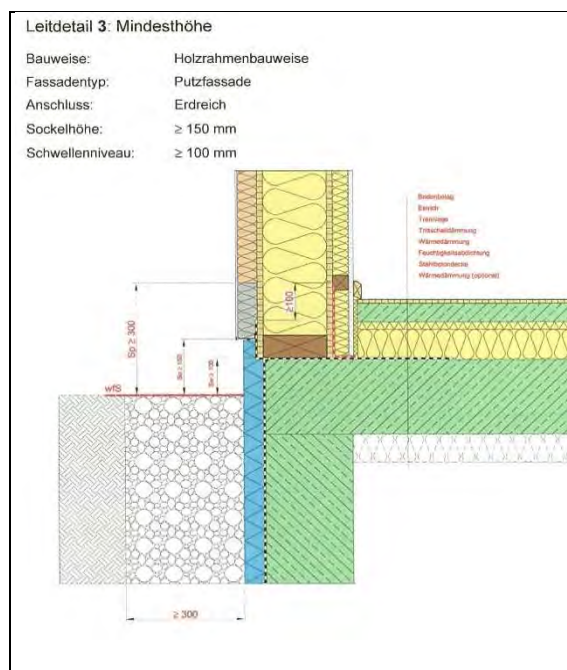


Abb. 92:
 Leitdetail Mindesthöhe (Sockelhöhe > 15 cm, Schwellenniveau ≥ 10 cm)

Zu den Forschungsergebnissen ergänzen die Autoren dieses Berichts kommentierend, dass Holzkonstruktionen aus Zuverlässigkeitsüberlegungen möglichst nicht in der Spritzwasserzone liegen sollen, sondern, wie in den vorhergehenden Abbildungen abzulesen ist, höher liegen sollen. Dann kann die außenseitige Abdichtung entfallen oder auf den unteren Bereich beschränkt werden, sodass durch die nur streifenförmige äußere diffusionsdichte Schicht üblicher Abdichtungen keine bauphysikalischen Probleme zu erwarten sind.

7.2 Holzhausbau – Feuchteschutz am Sockel

Die Veröffentlichungen [CONDETTI 2012 und CONDETTI 2013] beschäftigen sich detailliert mit dem Feuchteschutz am Sockel im Holzhausbau.

Neben der Kommentierung der Holzschutznorm [DIN 68800-2] und der hierin enthaltenen möglichen Verminderung des Abstandes der Schwelle zur Geländeoberkante auf 5 cm und der dann erforderlichen Höhe der Abdichtung von 15 cm wird in der Veröffentlichung [CONDETTI 2012] auch auf den Abdichtungsuntergrund im Sockelbereich eingegangen. Explizit beschrieben wird, dass verputzte Holzfaserplatten aufgrund ihrer

7. Auswertung weiterer Untersuchungen

Steifigkeit keiner zusätzlichen Beplankung des Tragwerks bedürfen. Im Sockel sei jedoch sehr wohl ein etwa 30 cm hoher Streifen aus beispielsweise Faserzementplatten oder zementgebundenen Spanplatten als stetiger Untergrund zur Aufnahme der Klebeverbindung einer Abdichtung, die hier aus einer kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtung besteht, erforderlich (s. Abb. 93).

In der Veröffentlichung [CONDETTI 2013] wird die Montagefolge eines Holzhaussockels mit bahnenförmiger Abdichtung beschrieben. Vorteil dieser Variante ist eine Vorfertigung der Holzrahmenbauelemente inkl. eines Abdichtungsbahnenstreifens mit einer Mindesthöhe von 15 cm über Geländeoberfläche, der die Überlappung zur Bodenplattenabdichtung darstellt (s. Abb. 94). Dieser Streifen wird nach der Montage auf die Abdichtung der Stirnseite der Bodenplatte geklebt.

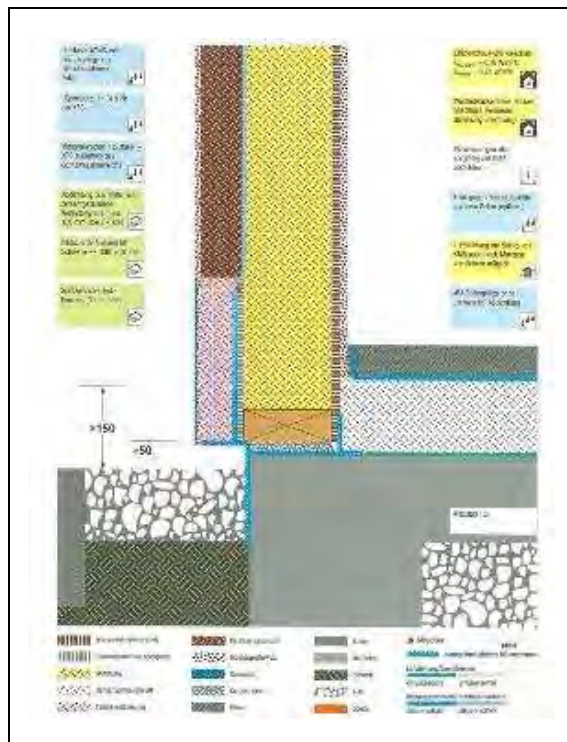


Abb. 93:
CONDETTI-Detail zum Sockelpunkt eines Holzhauses mit WDVS auf einer WU-Beton-Bodenplatte [CONDETTI 2012]

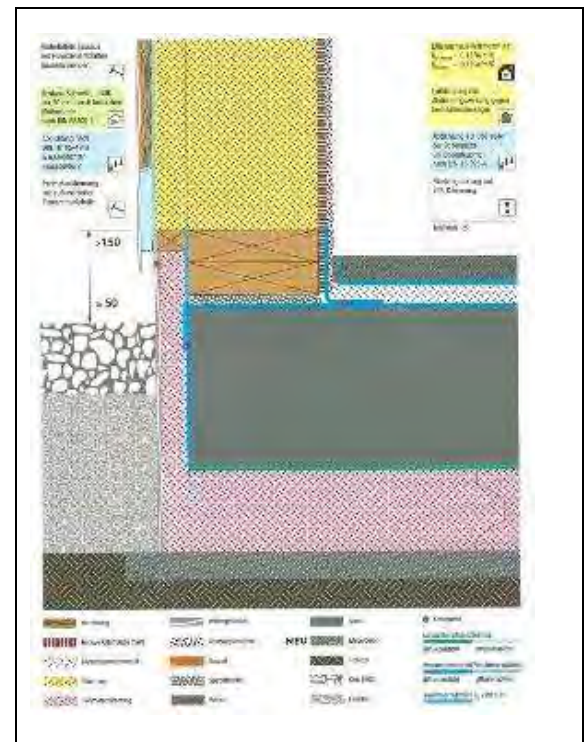


Abb. 94:
CONDETTI-Detail zum Sockelpunkt eines Holzhauses mit hinterlüfteter Fassade auf einer Flächengründung [CONDETTI 2013]

7.3 Feuchtebedingte Schäden an Wänden, Decken und Dächern in Holzbauart

Schäden im Bereich des Außenwandfußpunktes werden in [Schulze 2011] als Tauwasser- und Schimmelpilzerscheinungen auf der raumseitigen Oberfläche (Ursache: Wärmebrücke bzw. mangelhafte Luftdichtheit) und auf der Außenseite als Schädigungen der Holzschwellen aufgrund von groben Abdichtungsmängeln beschrieben (s. Abb. 95).

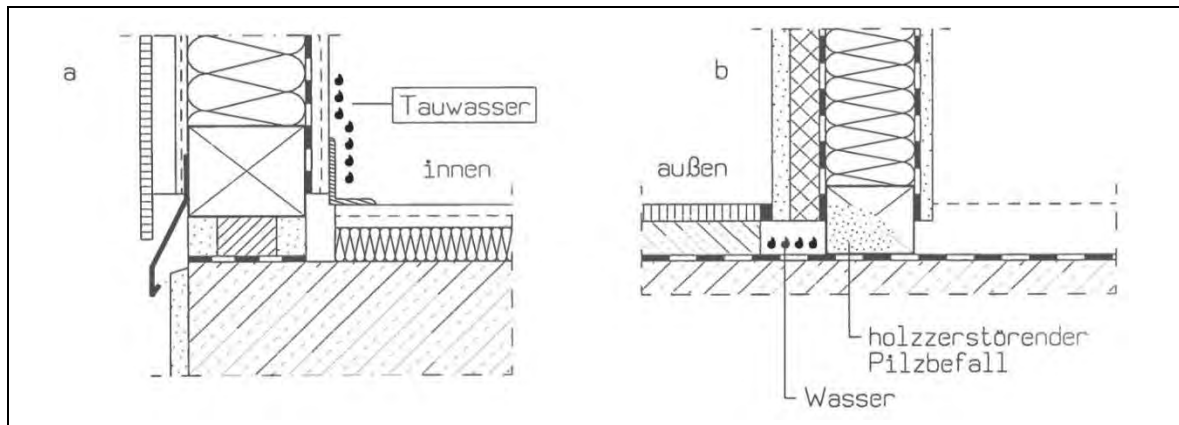


Abb. 95:

Feuchtebedingte Schäden an Außenwand-Fußpunkten (a: Tauwasser, b: von außen eindringende Feuchtigkeit) [Schulze 2011]

Zur Vermeidung von Schäden wird empfohlen, die Abdichtung an der Holzschwelle aufzukanten (Höhenunterschied zwischen Unterkante Holz und wasserführender Ebene mind. 6 cm) und das Gefälle der Belagsoberfläche vom Gebäude weg auszuführen (s. Abb. 96 + Abb. 97).

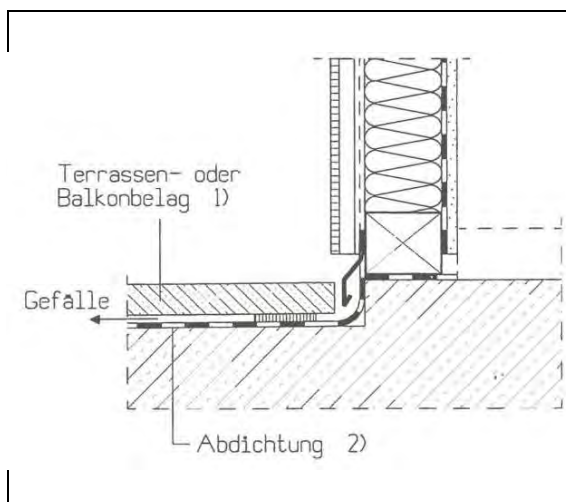


Abb. 96:

Lösungsvorschlag mit Abdichtungsaufkantung und Gefälle

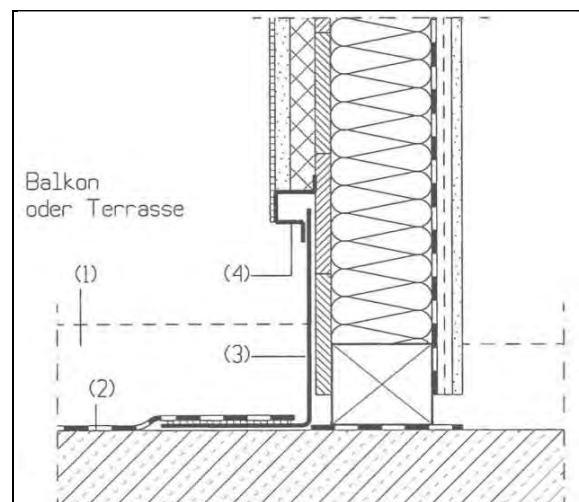


Abb. 97:

Lösungsvorschlag mit eingeklebtem Blech

Auf die im Rahmen der vorliegenden Forschungsarbeit interessierenden Problemkreise der Art der Befestigung der Abdichtungen auf nicht massiven Untergründen und deren Dauerhaftigkeit wird hier nicht im Detail eingegangen.

7.4 Leitfaden zur Planung und Ausführung der Montage von Fenstern und Haustüren für Neubau und Renovierung

Der RAL-Leitfaden [RAL-Leitfaden 2014] beschreibt detailliert, dass im Bereich von Bodenanschlüssen und Türschwellen die seitlichen und unteren Baukörperanschlüssen dauerhaft dicht hergestellt werden müssen, aber auch die Schwelle konstruktiv so auszuführen ist, dass die Folgegewerke fachgerechte Anschlüsse herstellen können.

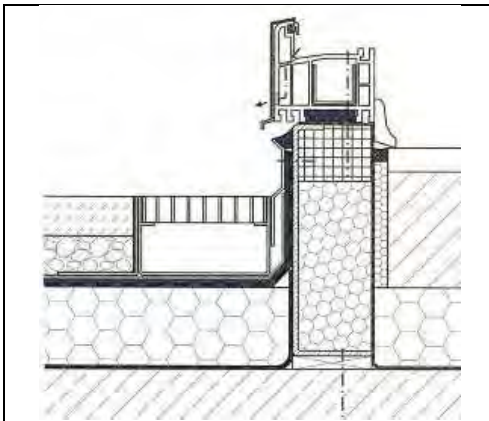


Abb. 98:
Randanschluss einer Bauwerksabdichtung mit vorab montierter Zarge im Bereich einer Türschwelle [RAL-Leitfaden 2014]

Wichtiges Kriterium ist daher die Kenntnis über die tatsächlich zu erwartende Beanspruchung im Bereich dieser Anschlüsse. Es wird daher vorgeschlagen, den Schwellenanschluss als vorab montierte Zarge auszuführen, an die die Bauwerksabdichtung dauerhaft dicht angeschlossen werden kann (s. Abb. 98).

Auf eine Anschlusslösung z.B. mit Holzunterkonstruktion wird in dieser Richtlinie nicht eingegangen.

7.5 Türschwellen und Fensteranschlüsse

Umfangreiche Ausführungsempfehlungen für niveaugleiche Türschwellen haben die Autoren bereits im Rahmen des Forschungsberichtes „Schadensfreie niveaugleiche Türschwellen“ [AlBAU 2011] erarbeitet und veröffentlicht.

Demnach kann die Zuverlässigkeit niveaugleicher Türanschlüsse durch Beachtung folgender Gesichtspunkte erheblich erhöht werden:

- Schutz vor direkter Bewitterung

- Realisierung einer Mindestschwellerhöhe
- unmittelbare Entwässerung des Schwellenbereiches
- Schaffung von Anschlussmöglichkeiten für Anflanschung oder für Flüssigkunststoffe
- Minderung der Folgen bei Wasserdurchtritt
- Wahl des Abdichtungsaufwandes in Abhängigkeit von der Beanspruchungssituation
- Konzeption handwerklich einfach ausführbarer Details

Der erforderliche Abdichtungsaufwand im Bereich niveaugleicher Türschwellen kann im Wesentlichen von der zu erwartenden Wasserbeanspruchung abhängig gemacht werden. Bei geringer oder mittlerer Wasserbeanspruchung lassen sich auch mit reduzierten Aufkantungshöhen und Anschlussbreiten (der Abdichtung) gebrauchstaugliche Lösungen realisieren. Vertiefende Informationen sind dem Forschungsbericht [AIBAU 2011] zu entnehmen.

7.6 Übergänge zwischen bahnenförmigen und flüssig zu verarbeitenden Abdichtungen

Im Sockelbereich werden sowohl an den oberen Rändern im Anschluss zur Fassade, als auch an den unteren Rändern am Übergang zur Abdichtung der erdberührten Bauteile, insbesondere in verwinkelten und konstruktiv schwierigen Situationen flexible Abdichtungsmaterialien wie Flüssigkunststoffe oder kunststoffmodifizierte Bitumendickbeschichtungen verwendet. Für die Dauerhaftigkeit der Übergänge sind die Untergründe entsprechend vorzubereiten und die Verträglichkeit zwischen den Abdichtungsstoffen sicherzustellen. Der Haftverbund zwischen den Abdichtungsmaterialien lässt sich mittels Schälzugprüfungen von Hand untersuchen.

Am Beispiel genutzter und nicht genutzter Dachflächen wurden umfangreiche Untersuchungen an Übergängen zwischen flüssigen und bahnenförmigen Abdichtungen durchgeführt [AIBAU 2014].

Übergänge von flüssig aufzubringenden Dachabdichtungen mit Verstärkungsvlieseinlagen auf Bahnenabdichtungen können dauerhaft und damit zuverlässig funktionieren, wenn folgende grundsätzliche Regeln eingehalten werden:

- Der Untergrund muss trocken und frei von Fremdstoffen sein. Der Untergrund ist vorzubehandeln und ggf. zu grundieren.

- Die Oberflächentemperatur muss 3 K über der Taupunkttemperatur liegen.
- Die Anhaftung zwischen Flüssigkunststoff und Untergrund ist sicherzustellen (Schälzugprüfung)
- Die erforderliche Mindestschichtdicke ist einzuhalten, die Vlieseinlage muss vollständig eingebettet sein.
- Hinterläufigkeiten der Anschlüsse an aufgehende Bauteile sind auszuschließen
- Die Anzahl der Durchdringungen sollte möglichst gering sein.
- Stehende Übergänge (senkrecht, im Bereich der Aufkantung) weisen ein höheres Sicherheitsniveau auf als liegende Übergänge (horizontal, in der Fläche ausgeführt und ggf. überstaut)
- Die Ausführung sollte ausschließlich durch geschultes Personal erfolgen.

Weitere Einzelheiten sind dem Forschungsbericht [AIBAU 2014] zu entnehmen.

8. Schlussfolgerungen und Konstruktionsempfehlungen

8.1 Maßnahmen zur Reduzierung der Beanspruchung

8.1.1 Gefälle vom Gebäude weg

Zur Vermeidung von Stauwasser / Geländeüberflutungen im Sockelbereich soll das Gefälle des angrenzenden Geländes vom Gebäude weg führen. Insbesondere Haus- oder Terrasseneingänge sollen höher als das umgebende Gelände liegen, damit Stauwasser von der Geländeoberfläche nicht in das Gebäude eindringen kann.

8.1.2 Bestehendes Gefälle zum Gebäude

Bei einer Geländeneigung zum Gebäude hängt die tatsächliche Wasserbeanspruchung der Sockelzone wesentlich von der Neigung und der Länge der Gefällestrecke ab. Sollen die Sockelbereiche vor einer Beanspruchung durch Stauwasser geschützt werden, sind ausreichend leistungsfähige Mulden, Rinnenanlagen oder entwässerte Kiesstreifen zur Ableitung des Oberflächenwassers geeignet (s. Abb. 99). Bei sonst ebenem Gelände reicht eine Neigung zwischen 1% und 2% auf einer Gefällestrecke von 1 – 2 m aus, um Stauwasser von der Sockelzone fernzuhalten.

Bei längeren Fließstrecken ist eine seitliche Gefällegebung sinnvoll. In Kiesstreifen kann zusätzlich ein vliesummanteltes Dränrohr zur Sicherstellung der Entwässerungsleistung (Abb. 100) eingelegt werden.

Dränanlagen oder andere wasserableitende Systeme werden erforderlich, wenn Oberflächenwasser zum Fußpunkt des Gebäudes gelangen und dort Schäden verursachen kann. Mit einer solchen Dränung kann das anfallende Oberflächenwasser reduziert und – sofern in tiefere Schichten entwässert werden kann – auch aufstauendes Sickerwasser verhindert werden. Die Dränung ist gegen Rückstau zu schützen.

8. Schlussfolgerungen und Konstruktionsempfehlungen

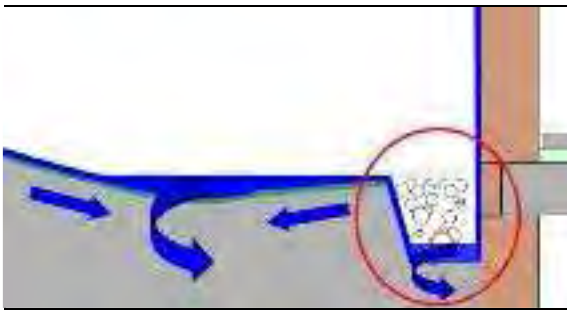


Abb. 99:
Gegengefälle vor Sockelzonen gleichen Neigungen zum Gebäude aus. Die so entstehenden Geländerinnen sollten seitlich entwässert werden. Bei langen Fließstrecken können Rinnen oder oberflächennahe Dränungen die Entwässerung unterstützen (Kreismarkierung), sind aber nicht grundsätzlich notwendig.

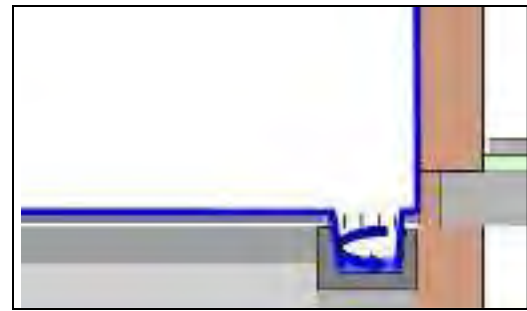


Abb. 100:
Bei ebenem Gelände sind die gleichen Maßnahmen erforderlich wie bei Dachterrassen. Durch Rinnenanlagen kann die Anschlusshöhe der Abdichtung reduziert werden. Aber auch diese sind nicht grundsätzlich erforderlich.

In dieser Gefällesituation zum Gebäude hin sind Eingänge grundsätzlich durch Stufen oder Rampen anzuheben, um die Fugen der Türen gegen Stauwasser zu schützen. Situationsbedingt sind höhere Abdichtungsanschlüsse zur Vermeidung von Hinterläufigkeiten erforderlich.

8.1.3 Kiesstreifen

Kiesstreifen reduzieren die Spritzwasserbeanspruchung in der Sockelzone über der Geländeoberfläche und verringern damit auch den mikrobiellen Bewuchs in diesem Bereich.

Andererseits wird durch die Anordnung von Kiesstreifen und dem ablaufenden Sickerwasser sowie dem von der Fassade ablaufenden Schlagregen die Wasserbeanspruchung der erdberührten Bauteile erhöht.

Es besteht daher kein zwingender Anlass zur Anordnung von Kiesstreifen.

Bei ausreichend spritzwasserbeständigen Sockelbereichen ist es daher effektiver, von der Fassade ablaufenden Schlagregen unmittelbar durch Geländeneigung vom Gebäude weg abzuleiten. Diese Maßnahmen erhöhen die Zuverlässigkeit insgesamt und sind in Eingangsbereichen, in denen die Beläge bis unmittelbar ans Gebäude herangeführt werden, ohnehin erforderlich.

8.2 Nicht-massiver Untergrund im Sockelbereich

8.2.1 Unterscheidung nach Feuchteempfindlichkeit

Die Auswahl eines geeigneten Abdichtungssystems ist davon abhängig, wie feuchteempfindlich der Untergrund ist.

Während Dämmstoffe aus Polystyrol (XPS und EPS) i.d.R. als feuchteunempfindlich eingestuft werden können (diese Bauart hat sich im Bereich der Flachdächer als praktisch bewährt erwiesen), sind Holz und Holzwerkstoffe bis auf wenige Ausnahmen feuchteempfindlich und können bei länger anhaltender Feuchtigkeit oberhalb des Fasersättigungsbereiches durch Fäulnis zerfallen. Auch Porenbetonmauerwerk muss aufgrund der Frostepfindlichkeit des Materials oberhalb des kritischen Feuchtegehaltes zuverlässig und dauerhaft gegen hohe Feuchtigkeit geschützt werden.

8.2.2 Lagestabilität

Nicht-massive Untergründe sollten entweder selbst ausreichend fest und lagestabil oder ausreichend fest mit einem massiven Untergrund verbunden sein.

8.3 Auswahl des Abdichtungssystems: Wasserbeanspruchung, Rissanfälligkeit, Verträglichkeit der Materialien

Bei der Auswahl der Abdichtung sind nicht nur die Eigenschaften des nicht-massiven Untergrundes (Rissbildungen, Risserweiterungen) und die Wasserbeanspruchung von außen, sondern auch die Abdichtungsanschlüsse an die umfassenden Bauteile sowie die Durchdringungen und auch das Diffusionsverhalten zu berücksichtigen.

Aufgrund der möglichen Fugenrandbewegungen bei Holzwerkstoffen und Massivhölzern durch Schwinden oder Quellen sind diese Untergründe in Analogie zur [E DIN 18533-1] der Rissklasse R4-E einzuordnen, also dem rissanfälligsten Untergrund. Die Abdichtungsstoffe sind auf die zu erwartende Rissanfälligkeit des Untergrundes abzustimmen.

Bei flächigen, diffusionsdichten Abdichtungen auf der Außenseite von Holzkonstruktionen ist mit Feuchtigkeitsanreicherungen unter der Abdichtung zu rechnen, sofern innen seitig nicht eine entsprechend dampfdichte Dampfsperre eingebaut wird. Wird die

Abdichtung allerdings nicht flächig, sondern nur in einem schmalen Streifen (ca. 15 cm) in der Sockelzone ausgeführt, so ist nicht mit einem Schadensrisiko zu rechnen.

Als Konsequenz wird empfohlen, die streifenförmige Sockelabdichtung auf feuchteempfindlichen Holzuntergründen auf ca. 15 cm in der Höhe zu begrenzen oder durch eine gegenüber dem Außengelände erhöhte Anordnung der Bodenplatte ganz zu vermeiden. Alternativ können die unteren Bereiche solcher Wände aus feuchteunempfindlichen Stoffen hergestellt werden.

Für die Abdichtung nicht-massiver Untergründe im Sockelbereich sind grundsätzlich geeignet:

- Bahnenförmige Abdichtungen (Bitumenbahnen, Kunststoffbahnen; geeignet für: drückendes Wasser aus Stau-, Grund- oder Hochwasserbeanspruchung, Rissbreitenänderungen des Untergrundes ≤ 5 mm)
- Abdichtungen mit Flüssigkunststoffen (FLK; geeignet für: Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser, Rissbreitenänderungen des Untergrundes ≤ 1 mm)
- Abdichtungen mit Bitumendickbeschichtungen (KMB bzw. PMBC; geeignet für: Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser, Rissbreitenänderungen des Untergrundes ≤ 1 mm)

Mineralische Dichtungsschlämmen sind aufgrund der nur geringen Rissüberbrückungseigenschaften nicht zur Abdichtung nicht-massiver Untergründe geeignet.

8.3.1 Bahnenförmige Abdichtungen

Bitumenbahnen sind aufgrund ihrer hohen Rissüberbrückung gut einsetzbar, jedoch ist auf einen guten Haftverbund mit dem Untergrund vor allem an den Rändern zu achten.

Kunststoffbahnen sind ebenfalls geeignete Abdichtungsmaßnahmen an erdberührten Bauteilen, werden aber erfahrungsgemäß eher selten eingesetzt. Dabei lassen sich mit Kunststoffbahnen nach [DIN 18195-9] bei geringem Aufwand sehr zuverlässige Übergänge auf wasserundurchlässige Konstruktionen herstellen, wenn in diesen außenliegende Fugenbänder einbetoniert werden, die mit den Kunststoffbahnen materialverträglich und verschweißbar sind.

Die Verarbeitung bahnenförmiger Abdichtungen sowie der Anschluss an die aufgehende Fassade erfolgt nach den Vorgaben der Abdichtungsnormen [DIN 18195] [E DIN 18533] bzw. der Flachdachrichtlinie [ZVDH 2008].

8.3.2 Flüssig zu verarbeitende Abdichtungen(z.B. FLK, PMBC)

Die Ausführung flüssig zu verarbeitender Abdichtungen (FLK, PMBC) sowie der Anschluss an die aufgehende Fassade erfolgt nach den Vorgaben der Abdichtungsnormen [DIN 18195] [E DIN 18533] bzw. der Flachdachrichtlinie [ZVDH 2008].

Abweichend davon werden für flüssig zu verarbeitende Abdichtungen aus PMBC auf plattenförmigen Untergründen (z.B. Dämmplatten, Holz- oder Holzwerkstoffplatten) generell Verstärkungseinlagen empfohlen. (Abdichtungen aus FLK sind ohnehin generell mit Einlagen auszuführen.)

Abdichtungen mit FLK sind in Mindestrockenschichtdicken von 2,0 mm auszuführen, für PMBC-Abdichtungen werden Mindestrockenschichtdicken von 4,0 mm empfohlen. Insbesondere bei flüssig zu verarbeitenden Abdichtungsstoffen sind auf unebenen Untergründen (z.B. vorstehenden Kanten von Dämmplatten) die Mindestrockenschichtdicken unbedingt einzuhalten. Nur so können die Rissüberbrückungseigenschaften, die mechanische Festigkeit unter Berücksichtigung der Baugrubenverfüllung sowie eine Verwitterungsreserve bis zum Aufbringen einer Schutzlage gewährleistet werden.

8.4 Maßnahmen an Sockeln: Aufkantungshöhen

Der Sockelbereich (30 cm oberhalb der Geländeoberfläche bis 20 cm unterhalb der Geländeoberfläche) ist gegen Spritzwasser, ggf. Hochwasser und die Wasserbeanspruchung im Boden zu schützen. Dazu sind im erdberührten sowie durch Hochwasser beanspruchten Bereich Abdichtungen nach [DIN 18195] bzw. [E DIN 18533] erforderlich, die nach den Vorschriften 30 cm (Mindestmaß 15 cm) über Geländeoberfläche/Bemessungswasserstand aufzukanten sind.

Unter baupraktischen Aspekten sind gegen Hochwasser schützende Maßnahmen aber nur bis in der Höhe erforderlich, bis zu der sich das Wasser aufstauen kann. Darüber liegende Sockelbereiche werden nur durch Spritzwasser beansprucht.

Auf die Aufkantung der Abdichtung im Spritzwasserbereich kann verzichtet werden, wenn die Stoffe und Bauteile in der Sockelzone ausreichend spritzwasserbeständig sind und die Abdichtung so angeschlossen werden kann, dass sie nicht hinterlaufen werden kann. Mit ausreichend spritzwasserbeständigen Stoffen sind wasserabweisende Putze oder flexible bzw. rissüberbrückende mineralische Dichtungsschlämmen

gemeint, die an die im Erdreich liegende Bauwerksabdichtung hinterlaufsicher anschließen müssen.

8.5 Abschluss der Abdichtung am oberen Rand des Sockels

Die Untersuchungen an ausgeführten Objekten und die Auswertung der Sachverständigenangaben zeigen, dass eine zuverlässige Abdichtung des Gebäudesockels wesentlich von einer guten Koordination der unterschiedlichen Gewerke abhängt.

Bahnenförmige Abdichtungen sind mit einer Klemmkonstruktion gegen Abrutschen zu sichern und mit einem zusätzlichen Schutz gegen Hinterlaufen der Abdichtung zu versehen. Der Schutz gegen Hinterläufigkeit kann bei geschützt liegenden Abdichtungsrandern (z.B. hinter Abdeckungen oder innerhalb von Wandquerschnitten) entfallen.

Flüssig zu verarbeitende Abdichtungen sind vollflächig anhaftend am Untergrund aufzutragen und bedürfen am oberen Rand keiner zusätzlichen Maßnahmen etwa durch Klemmkonstruktionen.

8.6 Maßnahmen an niveaugleichen Türschwellen

Für Türen führen die Regelwerke [DIN 18195], [E DIN 18533-1] vergleichsweise detailliert aus, welche Maßnahmen an niveaugleichen Türschwellen geeignet sind, ohne auf mögliche oder erforderliche Kombinationen einzugehen. Der Forschungsbericht des AIBau zu niveaugleichen Türschwellen kommt zum Ergebnis, dass die Aufkantungshöhe an Türen je nach Wasserbeanspruchung auf Null reduziert und somit niveaugleich zum Gelände ausgeführt werden kann [AIBAU 2011]. Folgende Maßnahmen werden hierzu benannt:

- Fassadenroste zur Reduktion des Spritzwassers
- deutliches Gefälle (mindestens 2 %) des Belags (und der Abdichtung) von der Tür weg
- ausreichend großes Vordach
- nicht hinterläufiger Anschluss der Abdichtung außenseitig auf Blendrahmen mit FLK oder mit Blechen für Kunststoffdachbahnen bzw. Bitumenbahnen
- Abdichtung des Innenraums oder Unter-/Hinterfahen der Türschwelle mit der Abdichtung.

Für nicht-massive Untergründe ist nach deren Feuchtigkeitsempfindlichkeit zu differenzieren. Bei ausreichend feuchtigkeitsbeständigen Dämmstoffen, z. B. aus expandiertem und extrudiertem Polystyrol (EPS und XPS), gelten unter technischen Aspekten die gleichen o. a. Ausführungsregeln.

Bei feuchteempfindlichen Untergründen aus Holz oder Holzwerkstoffen dagegen ist auf eine ausreichende, zuverlässige sowie dauerhafte Vermeidung von Wassereintrag in die Sockelzone zu achten. Dazu haben sich in Abhängigkeit von der tatsächlichen Wasserbeanspruchung Aufkantungshöhen von ca. 15 cm (Mindestmaß) bewährt. Niveaugleiche Anschlüsse an feuchteempfindliche Untergründe sollten daher vermieden werden. An Holzkonstruktionen in Sockelbereichen sollten die Schwellenprofile sowie die Beplankung gegen feuchteunempfindliche Stoffe ersetzt werden. Dies ist sowohl bei Holztafelbauweisen als auch bei Holzrahmenkonstruktionen und Fensteranlagen mit Holzrahmen möglich.

8.7 Anschluss der Abdichtung am unteren Rand des Sockels

Am unteren Rand des Sockels (ca. 20 cm unterhalb der Geländeoberfläche) geht die Sockelabdichtung in die Abdichtung der erdberührten Bauteile über. Um Hinterläufigkeiten von unten auszuschließen, ist die Sockelabdichtung entweder auf einen Untergrund aus WU-Beton zu führen oder aber an die Abdichtung der erdberührten Bauteile anzuschließen. Der Abdichtungsaufwand richtet sich nach der vorhandenen Wasserbeanspruchung im Erdreich.

Die Abdichtungsübergänge zwischen der Sockelabdichtung und der Abdichtung der erdberührten Bauteile sind trivial, da es sich in der Regel um gleichartige Abdichtungsmaterialien handelt, die in einem Arbeitsgang gemäß [DIN 18195] von unten nach oben appliziert werden.

Übergänge auf WU-Betonbauteile sind bei einer Stauwasserbeanspruchung (bahnenförmige Abdichtungen auf nicht-massiven Untergründen erforderlich) mit Einbauteilen nach [DIN 18195-9] auszuführen.

Bei einer Wasserbeanspruchung aus Bodenfeuchte und nichtstauendem Sickerwasser sind an Übergängen der Abdichtungen auf WU-Betonbauteile keine gesonderten konstruktiven Maßnahmen erforderlich. Hinsichtlich Untergrund und Verarbeitung gelten die in [DIN 18195-3] und [DIN 18195-4] festgelegten Anforderungen.

8.8 Anschluss der Abdichtung an Durchdringungen, Einbauteile und Einbauelemente

Die Anschlüsse der Sockelabdichtung an Einbauteile sind nach [DIN 18195-9] auszuführen. Die Anschlüsse an Einbauelemente wie Schwellenprofile von Türen oder Fensterblendrahmen sind ebenso wie die Anschlüsse an massive Untergründe auszuführen, s. a. [AlBau 2011].

8.9 Schutz der Abdichtung im Sockelbereich

Neben den nach [DIN 18195], [E DIN 18533] bzw. [ZVDH 2008] erforderlichen Schutzlagen sind die Abdichtungen in stoßgefährdeten Bereichen gegen mechanische Einwirkungen zu schützen. Dies kann z.B. durch Beläge oder Stoßbleche erfolgen.

Abdichtungen geringer UV-Beständigkeit (z.B. PMBC) bedürfen einer Abdeckung zum Schutz gegen UV-Licht.

8.10 Ausführungssorgfalt

Gerade auf nicht-massiven Untergründen hängt die Funktionsfähigkeit der Abdichtung in besonderem Maße von der Ausführungssorgfalt ab. Die Verarbeitungsrichtlinien der Hersteller (Klimarandbedingungen, Vorbehandlung des Untergrundes, Schichtdicken, Verstärkungseinlagen, geschultes Personal etc.) sind zu beachten.

9. Zusammenfassung

Abdichtungen in Sockelzonen von Gebäuden sind bislang nur auf massiven Untergründen aus Beton oder Mauerwerk normativ geregelt. Da mittlerweile Abdichtungen sowohl im Leichtbau auch auf nicht-massiven Untergründen, aber auch im Massivbau auf Dämmstoffen ausgeführt werden, wurde im Rahmen dieser Forschungsarbeit deren Eignung und Dauerhaftigkeit vergleichbar zu den Ausführungen auf massiven Untergründen an Objekten überprüft, die älter als fünf Jahre sind.

Bei nicht-massiven Untergründen aus Holz oder Holzwerkstoffen sind die Anforderungen an die Zuverlässigkeit höher zu stellen als an massive Untergründe, weil kleinste Leckstellen in der Abdichtung erhebliche Schadensfolgen haben können. Wird Wasser in kleinen Mengen vom Holz aufgenommen, führt dies in der Regel nicht zu sofort erkennbaren Beschädigungen, sondern erst dann, wenn die Holzuntergründe durch Fäulnis geschädigt werden.

Bei Untergründen aus Dämmstoffen lässt sich prinzipiell nach deren Feuchteempfindlichkeit unterscheiden. Bei feuchteunempfindlichen Dämmstoffen, wie solchen aus Polystyrol, unterliegt die Abdichtung wegen der Nachgiebigkeit des Untergrunds einer höheren mechanischen Beanspruchung als auf massiven Untergründen. Diese Bauweise ist aber seit Jahrzehnten auf Flachdächern üblich und hat sich dort bewährt.

Durch die Untersuchungen ließ sich feststellen, dass Abdichtungen, eine entsprechende Ausführungssorgfalt vorausgesetzt, sowohl in der Fläche, insbesondere aber an den An- und Abschlüssen der Abdichtung an die darunter liegenden erdberührten Bauteile, an Profile von niveaugleichen Türschwellen, aber auch am oberen Rand zu den darüber liegenden Fassaden, sich in der Praxis bewährt haben.

Wesentlich ist die Frage, ob die Abdichtungen auf den Untergründen materialverträglich verarbeitet werden können, die Untergründe keine Schäden an der Abdichtung zum Beispiel durch Fugenrandbewegungen verursachen und die Abdichtungsstoffe den höheren mechanischen Einwirkungen standhalten können. Werden die Anschlüsse der Abdichtungen in der Sockelzone durch Spritz- oder Stauwasser beansprucht, müssen diese jeweils nicht hinterläufig an die umfassenden Bauteile angeschlossen werden.

Abdichtungen in Sockelzonen auch nicht-massiver Untergründe führen bei Beachtung von wenigen, zusätzlichen Anforderungen zu vergleichbar zuverlässigen Ergebnissen wie bei Ausführungen auf massiven Untergründen, die in den Regelwerken benannt sind.

Daher sollten in den Regelwerken feuchteunempfindliche Dämmstoffe mit der zusätzlichen Anforderung an die Festigkeit, sonst aber uneingeschränkt, als geeignete Untergründe benannt werden.

Feuchteempfindliche, nicht-massive Untergründe sind unter Beachtung von bauphysikalischen Aspekten sowie von Maßnahmen an den Abdichtungsändern, die zuverlässig Wassereintritte von außen verhindern, ebenfalls grundsätzlich geeignet und können mit der im folgenden aufgezeigten Einschränkung ebenfalls in den Regelwerken als Untergründe auch in Sockelzonen benannt werden. Zwar wurde bei den Positivbeispielen im Rahmen dieser Forschungsarbeit auch an erdberührten Bauteilen schadensfreie Holzkonstruktionen mit außenseitigen Abdichtungen festgestellt, die Autoren dieses Berichts haben aber Zweifel, aus diesen einzelnen Positivbeispielen einen verallgemeinernden Schluss zu ziehen. Wegen des prinzipiellen Risikos von erheblichen Schadensfolgen bei auch nur geringen Undichtheiten sollte für die Klasse W4-E der [E DIN 18533] die Empfehlung ausgesprochen werden, in einem Bereich von bis zu 5 cm über Oberkante angrenzendes Gelände keine feuchteempfindlichen Untergründe zu verwenden. In der darüber liegenden Sockelzone können feuchteempfindliche Untergründe abgedichtet werden, ohne dass durch bauphysikalische Vorgänge Feuchtigkeitsbildungen innerhalb der Hölzer bzw. Holzwerkstoffe zu erwarten sind.

10. Anhang

10.1 Erhebungsbogen Sachverständige

Zutreffendes bitte ankreuzen bzw. ausfüllen!

☐ Ich hatte in den vergangenen fünf Jahren keine Objekte zu beurteilen, bei denen Abdichtungen auf nicht-massiven Untergründen im Sockelbereich angewendet wurden.

(A) Angabe positiver Erfahrungen:

- Mir sind ☐ Objekte bekannt, bei denen keine Schäden durch die Anwendung von Abdichtungen auf nicht-massiven Untergründen aufgetreten sind.
☐ Holz / Holzwerkstoffe ☐ Dämmstoffe ☐ Sonstige: _____
- Welche Rahmenbedingungen müssen Ihrer Meinung nach erfüllt sein, damit diese Abdichtungsanwendung schadensfrei funktioniert?

- Welche Standzeiten weisen die funktionierenden Anschlüsse auf? von ☐ bis ☐ (in Jahren)

(B) Angabe negativer Erfahrungen:

- In den vergangenen fünf Jahren hatte ich insgesamt ☐ Objekte zu beurteilen, bei denen Schäden durch die Anwendung von Abdichtungen auf nicht-massiven Untergründen aufgetreten sind.
 Dabei handelte es sich bei ☐ Objekten um Schäden an Instandsetzungen.
- Gibt es nach Ihrer Erfahrung Materialkombinationen, die besonders schadensanfällig sind bzw. grundsätzlich nicht funktionieren?
☐ Nein ☐ Ja, besonders schadensanfällig sind _____
- Worin liegen die Ursachen für Schäden an Abdichtungen auf nicht-massiven Untergründen im Sockelbereich
 _____ unzureichende / fehlende Untergrundvorbehandlung
 _____ verformungs- / rissanfälliger Untergrund nicht berücksichtigt
☐ Holz / Holzwerkstoffe ☐ Dämmstoffe ☐ Sonstige: _____
 _____ verwendetes System ist nicht auf die spezielle Anwendungssituation abgestimmt
 (z.B. Unterkonstruktion im Bereich von Türschwellen)
 _____ zu geringe Schichtdicken
 _____ Missachtung der Klimarandbedingungen beim Einbau
 _____ fehlerhafte bzw. unzureichende Angaben der Hersteller zur Anwendung des Produktes
 _____ Sonstiges: _____
- In welchem Zeitraum treten die Schäden nach Ihren Erfahrungen besonders häufig auf?
☐ innerhalb des ersten Jahres nach der Herstellung
☐ nach 1 - 4 Jahren ☐ nach mehr als 4 Jahren
- Können Sie uns weitere Angaben zu einzelnen Schadensfällen machen? ☐ Nein ☐ Ja
 (Stichwortartige Darstellung der Schadensfälle auf separatem Papier, ggf. unter Beifügung von Unterlagen.)

Adresse des Objekts	Baujahr	Gibt es Pläne oder Fotos?	Ist eine Besichtigung möglich?

▪ Stehen Sie für Rückfragen zur Verfügung? ☐ Nein ☐ Ja

Für Ihre Bemühungen und Ihr Entgegenkommen danken wir Ihnen sehr.
 - Detailliertere Angaben mit Fotos oder Skizzen sind erwünscht -

10.2 Erhebungsbogen Hersteller

Erhebungsbogen (Umfrage unter Herstellern/Anbietern)			
Forschungsprojekt: Dauerhaftigkeit von Abdichtungen auf nicht-massiven Untergründen im Sockelbereich Auftraggeber: Forschungsinitiative Zukunft BAU			
H / _ / _			
Falls Sie verschiedene Abdichtungssysteme zur Anwendung auf nicht-massiven Untergründen anbieten, bitten wir Sie, für jedes Ihrer Systeme einen entsprechenden Fragebogen auszufüllen (nach Kopieren der Vorlage).			
(1) Fragebogen zum Produkt (Name des Produkts): _____ (Angaben zur Stoffgruppe) _____ (Möglichst Bezeichnung der Abdichtung nach DIN 18195-2)			
(2) Wurde eine spezielle Prüfung für die Anwendung des Produkts auf nicht-massiven Untergründen durchgeführt? ☐ Nein ☐ Ja (Sofern ein Prüfbericht vorliegt, bitten wir Sie, uns diesen zur Verfügung zu stellen.)			
(3) Gibt es Langzeituntersuchungen zu diesen Anwendungen? ☐ Nein ☐ Ja (Sofern Langzeituntersuchungen vorliegen, bitten wir Sie, uns die Unterlagen zur Verfügung zu stellen.)			
(4) Wie sind die Abschlüsse bei Abdichtung auf nicht-massiven Untergründen auszubilden? _____ _____			
(5) Auf welchen Untergründen ist das Material nicht bzw. nur eingeschränkt einsetzbar? Welche Vorbehandlungen sind erforderlich? _____ _____			
(6) Wie ist bei verformungs- bzw. rissanfälligen Untergründen zu verfahren? _____ _____			
(7) Welche klimatischen Randbedingungen müssen beim Einbau des o. a. Produkts zwingend eingehalten werden? Temperatur: _____ Luftfeuchte: _____ Witterungsbedingungen allg.: _____ Sonstige Angaben _____			
(8) Erfordert die Verarbeitung speziell geschulte Mitarbeiter? ☐ Ja ☐ Nein			
(9) Gibt es die Möglichkeit, Referenzobjekte mit einer Standzeit von mindestens 5 Jahren zu besichtigen?			
Adresse des Objekts	Baujahr	Gibt es Pläne oder Fotos?	Ist eine Besichtigung möglich?

Bitte senden Sie uns die entsprechenden Produktinformationen zu dem o. g. Produkt zu.
 Sofern der Platz nicht ausreicht, können Sie uns Ihre Angaben auch auf zusätzlichen Blättern zusenden.
 Für Ihre Bemühungen und Ihr Entgegenkommen danken wir Ihnen sehr.

10.3 Literatur

10.3.1 Fachbücher und Fachaufsätze

[AIBAU 2011]

Schadensfreie niveaugleiche Türschwellen, Forschungsbericht im Auftrag des BBR, Bau-forschung für die Praxis Band 97, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 2011

[AIBAU 2014]

Dauerhaftigkeit von Übergängen zwischen flüssigen und bahnenförmigen Abdichtungen am Beispiel genutzter und nicht genutzter Dächer, Forschungsbericht im Auftrag des BBR, abgeschlossen im Dezember 2014

[Borsch-Laaks 2011]

Die DIN 68800 Teil 2 und die Bauphysik

[Borsch-Laaks 2012]

Borsch-Laaks, Robert: Sockelausbildung bei Holzbauweisen – Abdichtung, Diffusionsprobleme, Dauerhaftigkeit, in: Aachener Bausachverständigentage 2012, Springer Vieweg Verlag, Wiesbaden

[CONDETTI 2012]

Borsch-Laaks u.a.: Knapp über Null – Sockelpunkt jetzt auch tiefer gelegt, in: Holzbau – die neue Quadriga, Ausgabe 5/2012, Verlag Kastner, Wolznach

[CONDETTI 2013]

Borsch-Laaks u.a.: Flach gebettet – Sockelpunkt Holzrahmenbau mit Flächengründung, in: Holzbau – die neue Quadriga, Ausgabe 5/2013, Verlag Kastner, Wolznach

[Hölzen 2015]

Kein Wärmeschutz ohne Feuchteschutz – Gebäudeabdichtung und Dämmung im erdbe-rührten Bereich, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart 2015

[Holzabsatzfonds 2009]

Holzrahmenbau – Holzbau Handbuch, Reihe 1 Teil 1 Folge 7, Absatzförderungsfonds der deutschen Forst- und Holzwirtschaft, Godesberger Allee 142-148, 53175 Bonn, 06/2009

[Polleres 2009]

Polleres, Silvia, u.a.: Holzhausbau – Architektur versus Technik, Teil 1 Sockelanschluss, Holzforschung Austria, Wien 2009

[Polleres 2010]

Sockelpunkt quo vadis? Holzforschung Austria, in: Holzbau – die neue Quadriga, Ausgabe 1/2010, Verlag Kastner, Wolznach

[Schulze 2011]

Feuchtebedingte Schäden an Wänden, Decken und Dächern in Holzbauart, Schadenfreies Bauen Band 5, 2. Auflage, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart 2011

[Spitzner 2003]

Spitzner, Martin H.: Flankenübertragung und Fehlstellen bei Dampfsperren – Wann liegt ein ernsthafter Mangel vor? in: Aachener Bausachverständigentage 2003, Vieweg Verlag, Wiesbaden

[Zengler 2014]

Zengler u.a.: Alles dicht? – Praxisprobleme beim Anschluss von Abdichtungen an Fassadenkonstruktionen mit Hilfe von Flüssigkunststoffen, in: Fassade, Ausgabe 4/2014

[Zöller 2012]

Die Wasserführung auf der Geländeoberfläche – typische Streitpunkte zur Wasserbelastung im Sockelbereich und an Eingängen, in: Aachener Bausachverständigentage 2012, Springer Fachmedien, Wiesbaden

10.3.2 Normen

[DIN 4095]

DIN 4095: 1990-06 Dränung zum Schutz baulicher Anlagen, Planung, Bemessung und Ausführung

[DIN 4108-3]

DIN 4108 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz – Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung, 2014-11

[DIN 4108-10]

DIN 4108 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 10: Anwendungsbezogene Anforderungen an Wärmedämmstoffe - Werkmäßig hergestellte Wärmedämmstoffe, 2015-12

[DIN 18195-1]

DIN 18195-1:2011-12 Bauwerksabdichtungen - Teil 1: Grundsätze, Definitionen, Zuordnung der Abdichtungsarten

[DIN 18195-2]

DIN 18195-2:2009-04 Bauwerksabdichtungen - Teil 2: Stoffe

[DIN 18195-3]

DIN 18195-3:2011-12 Bauwerksabdichtungen - Teil 3: Anforderungen an den Untergrund und Verarbeitung der Stoffe

[DIN 18195-4]

DIN 18195-4:2011-12 Bauwerksabdichtungen - Teil 4: Abdichtung gegen Bodenfeuchte (Kapillar- und Haftwasser) und nichtstauendes Sickerwasser an Bodenplatten und Wänden, Bemessung und Ausführung

[DIN 18195-6]

DIN 18195-6:2011-12 Bauwerksabdichtungen - Teil 6: Abdichtung gegen von außen drückendes Wasser und aufstauendes Sickerwasser, Bemessung und Ausführung

[DIN 18195-9]

DIN 18195-9:2010-05 Bauwerksabdichtungen - Teil 9: Durchdringungen, An- und Abschlüsse

[DIN 18195-Bbl1]

DIN 18195 Beiblatt 1:2011-03 Bauwerksabdichtungen – Beiblatt 1: Beispiele für die Anordnung der Abdichtung

[DIN 18334]

DIN 18334 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Zimmer- und Holzbauarbeiten, Ausgabe September 2012

[E DIN 18533-1]

E DIN 18533:2015-12 Abdichtung von erdberührten Bauteilen
- Teil 1: Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze

[DIN 68800-2]

DIN 68800 Holzschutz – Teil 2: Vorbeugende bauliche Maßnahmen im Hochbau, Ausgabe Februar 2012

[DIN EN 350]

DIN EN 350:2014-12 Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten - Prüfung und Klassifizierung der Widerstandsfähigkeit gegenüber biologischen Organismen, der Wasserdurchlässigkeit und der Leistungsfähigkeit von Holz und Holzprodukten

[DIN EN 927-1]

DIN EN 927-1:2013-05 Beschichtungsstoffe - Beschichtungsstoffe und Beschichtungssysteme für Holz im Außenbereich - Teil 1: Einteilung und Auswahl

[DIN EN 1995-1-1]

Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten, Teil 1-1: Allgemeines – Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau, Ausgabe Dezember 2010

[DIN EN 15435]

DIN EN 15435:2008-10 Betonfertigteile - Schalungssteine aus Normal- und Leichtbeton - Produkteigenschaften und Leistungsmerkmale

[DIN EN 15498]

DIN EN 15498:2008-10 Betonfertigteile - Holzspanbeton-Schalungssteine - Produkteigenschaften und Leistungsmerkmale

[DIN EN ISO 10456]

Baustoffe und -produkte; Verfahren zur Bestimmung der wärmeschutztechnischen Nenn- und Bemessungswerte, Ausgabe Mai 2010

[DIN EN ISO 13788]

DIN EN ISO 13788 Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen – Raumseitige Oberflächentemperatur zur Vermeidung kritischer Oberflächenfeuchte und Tauwasserbildung im Bauteilinneren – Berechnungsverfahren, Ausgabe Mai 2013

10.3.3 Richtlinien und Merkblätter

[DAfStb 2003]Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton (WU-Richtlinie), Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Berlin, 2003-11 mit Erläuterungen von 2006

[ETAG 005]

Leitlinie für die europäische technische Zulassung für flüssig aufzubringende Dachabdichtungen, ETAG 005, 2005-02

[ETAG 009]

Leitlinie für die europäische technische Zulassung für nicht lasttragende verlorene Schalungsbausätze/-systeme bestehend aus Schalungs-/Mantelsteinen oder -elementen aus Wärmedämmstoffen und - mitunter - aus Beton, 2002

[FLL 2012]

Empfehlungen für Planung, Bau und Instandhaltung der Übergangsbereiche von Freiflächen zu Gebäuden, Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung und Landschaftsbau e.V. – FLL, Bonn, 1. Auflage 2012

[FPX 2013]

Merkblatt für den Wärmeschutz erdberührter Bauteile, Fachvereinigung Polystyrol-Extruderschäumstoff, Rossdorf bei Darmstadt, 2. Auflage, 2013

[IWM 2000]

Merkblatt: Wärmedämmverbundsysteme im erdberührten Bereich, Industrieverband WerkMörtel e.V. Duisburg, Oktober 2000

[IWM 2004]

Merkblatt für den Einbau und das Verputzen von extrudierten Polystyrol-Hartschaumstoffplatten, Industrieverband WerkMörtel e.V. Duisburg, April 2004

[IWM 2014]

Sockelausführung im Übergang zu Wärmedämm-Verbundsystemen und Putzsystemen, Industrieverband WerkMörtel e.V. Duisburg, Juni 2014

[KMB 2010]

Richtlinie für die Planung und Ausführung von Abdichtungen mit kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtungen, Deutsche Bauchemie e.V., Frankfurt, 3. Ausgabe, Mai 2010

[MDS 2006]

Richtlinie für die Planung und Ausführung von flexiblen Dichtungsschlämmen, Deutsche Bauchemie e.V., Frankfurt, 2. Ausgabe, April 2006

[RAL-Leitfaden 2014]

Leitfaden zur Planung und Ausführung der Montage von Fenstern und Haustüren für Neubau und Renovierung, RAL-Gütegemeinschaft Fenster und Haustüren e. V. , Frankfurt, 2014

[Stuckateur 2013]

Richtlinie für die fachgerechte Planung und Ausführung des Fassadensockelputzes sowie des Anschlusses der Außenanlage, Fachverband der Stuckateure für Ausbau und Fassade, Baden-Württemberg, 3. Auflage, Januar 2013

[VDD 2012]

Technischen Regeln für die Planung und Ausführung von Abdichtungen mit Polymerbitumen- und Bitumenbahnen – abc der Bitumenbahnen; Industrieverband Bitumen- Dach- und Dichtungsbahnen e.V., 5. Auflage Frankfurt, 2012

[WTA 2014]

Merkblattentwurf: Instandsetzen von Gebäude- und Bauteilsockeln, Wissenschaftlich technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e.V. – WTA, Pfaffenhofen, 2014

[ZVDH 2008]

Fachregel für Abdichtungen (Flachdachrichtlinie), Regel für Abdichtungen nicht genutzter Dächer, Regel für Abdichtungen genutzter Dächer und Flächen, Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks, Köln, 2008-10 mit Änderungen 2009-05 und 2011-12

[ZVDH 2015]

Hinweise Holz und Holzwerkstoffe. Hrsg.: Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks, Köln, 2015-01

10.3.4 Sonstige

[ETA-05/0090]

Europäische Technische Zulassung: Nicht lasttragende verlorene Schalungssysteme „Durisol“, „Harml“, „Isospan“ und „Thermospan“, bestehend aus Mörtelsteinen aus Holzspanbeton. Geltungsdauer 8/2006 bis 11/2010