Technische Hochschule Rosenheim

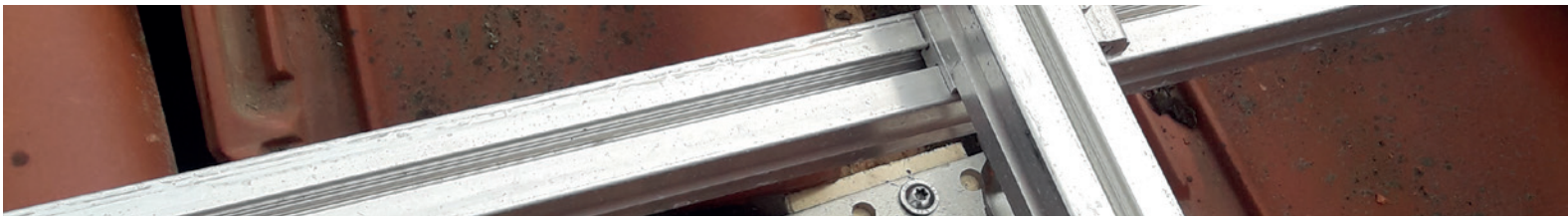
HOLZBAU DEUTSCHLAND AKADEMIE

Landesinnungsverband des Bayerischen Zimmererhandwerks

HOLZBAU DEUTSCHLAND BUND DEUTSCHER ZIMMERMEISTER
im Zentralverband des Deutschen Baugewerbes

DEUTSCHE SACHVERSTÄNDIGENTAGE FÜR HOLZBAU UND AUSBAU 2023

24. – 25. MÄRZ 2023
IN FULDA



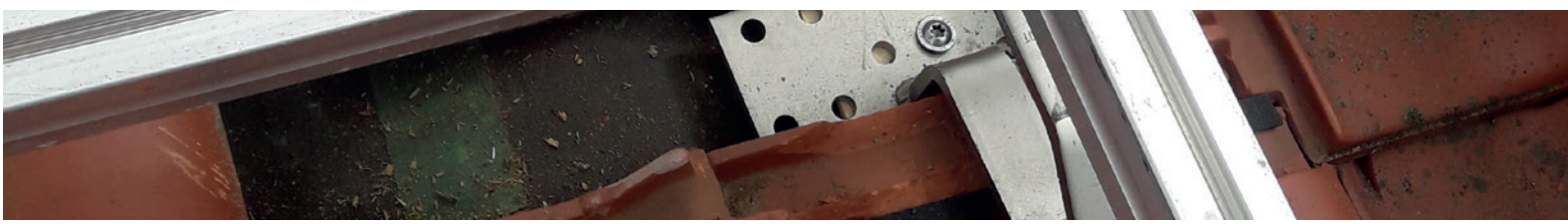


Foto: Gerrit Horn

Deutsche Sachverständigentage für Holzbau und Ausbau 2023
durchgeführt und produziert von der
Fördergesellschaft Holzbau und Ausbau mbH
Kronenstraße 55 – 58
10117 Berlin

Inhalt

1	**Tagungsprogramm**		3
2	**Bemessung von Entwässerungen bei Loggien und Flachdachterrassen**	**Kai Köhler, M. Eng.** *ö.b.u.v. SV, Wermelskirchen*	7
3	**(Bodentiefe) Fenster – Anschlüsse und Übergänge**	**Di Sylvia Polleres** *Holzforschung Austria, Wien*	35
4	**Abdichtungen bei Loggien inkl. Anschlüsse und Überläufe – ein Praxisbericht**	**Kai Köhler, M. Eng.** *ö.b.u.v. SV, Wermelskirchen*	47
5	**Feuchtemessung in und an Bauteilen, welche Verfahren gibt es und worauf gilt es zu achten**	**Karl-Heinz Weinisch** *IQUH GmbH, Werkersheim*	81
6	**Die nächste Generation Eurocode 5 – aktueller Stand, wichtige Änderungen, Ausblick**	**Dipl.-Ing. Matthias Gerold** *HARRER INGENIEURE, Gesellschaft Beratender Ingenieure, VBI, mbH*	117
7	**Aktuelle Überarbeitung der DIN 18533 „Abdichtung erdberührter Bauteile“ in Verbindung mit neuer DIN 68800-2**	**Dipl.-Ing. (FH) Gerhard Klingelhöfer** *BDB, ö.b.u.v. SV, Obmann des Normenausschusses DIN 18533*	159
8	**PV-Anlagen – was kann schiefgehen und wer haftet für welche Fehler**	**Dipl.-Ing. Arch. Gerrit Horn** *ö.b.u.v. SV, Kaiserslautern* **RA Sebastian Lange** *PROJEKTKANZLEI, Potsdam, Vorsitzender der Allianz BIPV e.V.*	201

1

Tagungsprogramm

Deutsche Sachverständigentage

für Holzbau und Ausbau 2023 in Fulda

Programm

1. Tag: Freitag, 24. März 2023

Rahmenprogramm:

10.00 – 11.30 Besichtigung der Stadtpfarrkirche St. Blasius (erbaut 1771-1785).
mit Dipl.-Ing. Ludwig Mahr, ö.b.u.v. SV,
Treffpunkt 10.00 Uhr vor dem Hotel Platzhirsch

Tagungsprogramm:

11.30 – 12.30 **Registrierung und Mittagsimbiss**

12.30 – 18.00 **Moderation**
Oliver Justus, M. Eng, Holzbau Deutschland, Berlin

12.30 – 12.40 **Begrüßung**
Dipl.-Ing. Arch. Gerrit Horn, Vorstand Holzbau Deutschland, Kaiserslautern

12.40 – 13.10 **Aktuelles aus Forschung und Entwicklung im Holzbau**
Dipl.-Ing. (FH) Jörg Bühler, Holzbau Deutschland – Institut, Berlin

13.10 – 13.40 **Wie hätten Sie beurteilt?**
Zimmermeister Andreas Kraft, BA, Landesinnungsverband des Bayerischen Zimmererhandwerks, München

13.40 – 14.00 Zeit für Fragen und Pause

14.00 – 14.40 **Bemessungen von Entwässerungen bei Loggien und Flachdachterrassen**
Kai Köhler M. Eng., ö.b.u.v. SV, Wermelskirchen

14.40 – 15.10 Zeit für Fragen und Kaffeepause mit Imbiss

15.10 – 15.50 **(Bodentiefe) Fenster – Anschlüsse und Übergänge**
DI Sylvia Polleres, Holzforschung Austria, Wien

15.50 – 16.10 Zeit für Fragen und Pause

16.10 – 16.50 **Abdichtungen bei Loggien inkl. Anschlüsse und Überläufe ein Praxisbericht**
Kai Köhler M. Eng., ö.b.u.v. SV, Wermelskirchen

16.50 – 17.10 Zeit für Fragen und Pause

17.10 – 17.50 **Feuchtemessung in und an Bauteilen, welche Verfahren gibt es und worauf gilt es zu achten**
Karl-Heinz Weinisch IQUH GmbH, Werkersheim

17.50 – 18.10 Zeit für Fragen

ab 19.00 Uhr **Gemeinsames Abendessen am Veranstaltungsort**

- Programmänderungen vorbehalten -

Technische Hochschule Rosenheim
HOLZBAU DEUTSCHLAND AKADEMIE
Landesinnungsverband des Bayerischen Zimmererhandwerks
HOLZBAU DEUTSCHLAND BUND DEUTSCHER ZIMMERMEISTER im Zentralverband des Deutschen Baugewerbes

Deutsche Sachverständigentage

für Holzbau und Ausbau 2023 in Fulda

Programm

2. Tag: Samstag, 25. März 2023

09.00 – 13.30	**Moderation** *Prof. Dr. H. Martin Illner, Rosenheim*
09.00 – 09.40	**Die nächste Generation Eurocode 5 – aktueller Stand, wichtige Änderungen, Ausblick** *Dipl.-Ing. Matthias Gerold, HARRER INGENIEURE, Gesellschaft Beratender Ingenieure, VBI, mbH*
09.40 – 10.00	Zeit für Fragen und Pause
10.00 – 10.40	**Aktuelle Überarbeitung der DIN 18533 "Abdichtung erdberührter Bauteile" in Verbindung mit neuer DIN 68800-2** *Dipl.-Ing. (FH) Gerhard Klingelhöfer BDB, ö.b.u.v. SV, Obmann des Normenausschusses DIN 18533*
10.40 – 11.10	Zeit für Fragen und Kaffeepause mit Imbiss
11.10 – 12.00	**PV-Anlagen – was kann schiefgehen und wer haftet für welche Fehler** *Dipl. - Ing. Arch. Gerrit Horn, ö.b.u.v. SV, Kaiserslautern und RA Sebastian Lange, PROJEKTKANZLEI, Potsdam, Vorsitzender der Allianz BIPV e.V.*
12.00 – 12.20	Zeit für Fragen und Pause
12.20 – 13.00	**Wie hätten Sie beurteilt – Abschlussdiskussion** *Zimmermeister Andreas Kraft, BA, Landesinnungsverband des Bayerischen Zimmererhandwerks, München*
13.30 Uhr	**gemeinsames Mittagessen mit anschließender Verabschiedung**

- Programmänderungen vorbehalten –

Anerkennung der Veranstaltung

dena

Die Teilnahme an der gesamten Veranstaltung wird für die Verlängerung der Eintragung in der Energieeffizienz-Expertenliste mit jeweils **6 UE** für Wohngebäude, für Nichtwohngebäude und für Energieaudit DIN 16247 (BAFA) angerechnet.

Meisterhaft

Eine Anerkennung der Veranstaltung durch die Initiative Meisterhaft wurde beantragt. Die Bewertung und Vergabe von Fortbildungspunkten erfolgt durch den jeweiligen Landesverband.

Technische Hochschule Rosenheim

HOLZBAU DEUTSCHLAND AKADEMIE

Landesinnungsverband des Bayerischen Zimmererhandwerks

HOLZBAU DEUTSCHLAND BUND DEUTSCHER ZIMMERMEISTER im Zentralverband des Deutschen Baugewerbes

2

Bemessung von Entwässerungen bei Loggien und Flachdachterrassen

Kai Köhler, M. Eng.
ö.b.u.v. SV, Wermelskirchen Fulda

Vita

Kai Köhler, M.Eng.

Jahrgang 1975, nach mittlerer Reife Ausbildung zum Zimmerer und Teilnahme am Bundesleistungswettbewerb der Handwerksjugend (Landessieger NRW 1994)

1995 Fachoberschule für Bautechnik in Köln

Zimmerermeister und Restaurator im Zimmererhandwerk 1998, Bubiza Kassel

Dachdeckermeister 1999, Bubiza Kassel

Firmengründung als Zimmerei 1998, 1999 Erweiterung um die Dachdeckerei

2001 Sachkundiger/Sachverständiger für Holzschutz am Bau

2007 Sachverständiger für die Bewertung von Schimmelpilzschäden (TÜV)

2009 öffentliche Bestellung als Sachverständiger für das Zimmererhandwerk

2013 öffentliche Bestellung als Sachverständiger für das Dachdeckerhandwerk

Studium der Ingenieurwissenschaften an der Hochschule Kaiserslautern, Abschluss Master of Engineering

Seit 2009 parallel zum Handwerksbetrieb ein Sachverständigenbüro, seit 2015 fast ausschließliche Tätigkeit als Sachverständiger

Nutzungsrecht Seminarunterlagen

Die Vorträge sind urheberrechtlich geschützt. Das Urheberrecht liegt ausschließlich beim Autor.
Die vollständige, auszugsweise Vervielfältigung, Weitergabe oder Veröffentlichung ist nicht gestattet. Dies gilt auch für das einspeichern in digitale Medien sowie Weitergabe z. B. als Seminarunterlage oder Kopiervorlage.

Haftungsausschluss

Die vorliegenden Unterlagen wurden mit größtmöglicher Sorgfalt und nach Besten Wissen und Gewissen zusammengestellt. Da der Fehler bekanntlich im Detail steckt, kann keine Gewähr
für die Vollständigkeit und Richtigkeit der Angaben übernommen werden.

Eine Haftung des Autors für unsachgemäße, unvollständige oder nicht richtige Angaben und sämtlicher daraus resultierender Schäden jedweder Art wird grundsätzlich ausgeschlossen.

Kai Köhler – Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger

Büschhausen 6, 42929 Wermelskirchen

Tel. +49 (0) 21 96 / 73 21 59, Mail: info@holzbau-koehler.de, web: www.kai-koehler.de

BEMESSUNG VON ENTWÄSSERUNGEN BEI LOGGIEN UND FLACHDACHTERRASSEN

Kai Köhler, M.Eng., Fulda 24. März 2023

1. Grundlegendes

ohne Regelwerke geht es nicht…

Bitte jeweils in der zum Zeitpunkt der Abnahme gültigen Fassung

- DIN ATV 18336, Abdichtungsarbeiten
- DIN ATV 18339 Klempnerarbeiten
- Fachregeln für Abdichtungen 12/2016
- Merkblatt; Bemessung von Entwässerungen 03/2011
- Fachregel für Metallarbeiten; 03/2011
- DIN 1986-100, Entwässerungsanlagen für Gebäude & Grundstücke, Teil 100, 09/2016

1. Grundlegendes

3

ohne Regelwerke geht es nicht… Teil 2

Bitte jeweils in der zum Zeitpunkt der Abnahme gültigen Fassung

Ohne Anspruch auf Vollständig-keit

- DIN EN 12056-3, Schwerkraftentwässerungsanlagen innerhalb von Gebäuden, 01/2001(Teil 3, Dachent-wässerung, Planung und Bemessung)
- ABC der Bitumenbahnen, technische Regel, 5. Auflage
- IFBS-Fachregeln des Metallleichtbaus, Ausgabe 04/2009
- Fachregel Balkone & Terrassen
- DIN 18531 Abdichtung von Dächern (Teile 1-5)

1. Grundlegendes

4

ohne Regelwerke geht es nicht… Teil 2

Bitte jeweils in der zum Zeitpunkt der Abnahme gültigen Fassung

Ohne Anspruch auf Vollständig-keit

- DIN EN 1253-1, Abläufe für Gebäude
- …..

1. Die „Fälle“

In diesem Vortrag soll anhand von zwei unterschiedlich gelagerten Fällen die jeweilige Bemessung der Entwässerung erläutert werden

1. Der „Wellblechbalkon“ mit „Rinne“

2. Der Umlauf um das Staffelgeschoss (mit Flachdachabläufen)

1. DER „WELLBLECHBALKON“

1. Der „Wellblechbalkon“

7

unser Musterbalkon;

Grundfläche: Ca. 1,85 m x 3,95 m

Rinnen-querschnitt: 45 mm x 30 mm

1. Der „Wellblechbalkon“

8

unser Musterbalkon;

Grundfläche: Ca. 1,85 m x 3,95 m

Rinnen-querschnitt: 45 mm x 30 mm

1. Der „Wellblechbalkon“

9

unser Musterbalkon;

Grundfläche: Ca. 1,85 m x 3,95 m

Rinnen-querschnitt: 45 mm x 30 mm

1. Der „Wellblechbalkon“

10

unser Musterbalkon;

Grundfläche: Ca. 1,85 m x 3,95 m

Rinnen-querschnitt: 45 mm x 30 mm

1. Der „Wellblechbalkon“

11

unser Musterbalkon;

Grundfläche: Ca. 1,85 m x 3,95 m

Rinnen-querschnitt: 45 mm x 30 mm

1. Der „Wellblechbalkon“

12

unser Musterbalkon;

Grundfläche: Ca. 1,85 m x 3,95 m

Rinnen-querschnitt: 45 mm x 30 mm

- Die Fragestellung lautet:
- Reicht der vorhandene Querschnitt der Entwässerungsrinne…?
- Keine Standardrinne deren Entwässerungsleistung „überall“ abgelesen werden könnte
- Also selber rechnen
- Womit…?

1. Der „Wellblechbalkon“

13

unser Musterbalkon;

Grundfläche: Ca. 1,85 m x 3,95 m

Rinnen-querschnitt: 45 mm x 30 mm

- Und wo bekomme ich die Werte her…?
- Regenspende; z.B. aus dem Merkblatt Bemessung von Entwässerungen
- Dort stehen auch Werte für „übliche“ Rinnenquerschnitte
- Aber was ist mit den „unüblichen“…?
- Die gibt es z.B. in DIN EN 12056-3

1. Der „Wellblechbalkon“

14

unser Musterbalkon;

Grundfläche: Ca. 1,85 m x 3,95 m

Rinnen-querschnitt: 45 mm x 30 mm

Tabelle für „Standard-rinnen“

Regelwerksteile > Merkblätter > Merkblatt zur Bemessung von Entwässerungen (03.2011) > Anhang II: Tabellen

Anhang II: Tabellen

Tabelle AII.1: Abflussverhalten von halbrunden Rinnen und daran anschließbare Niederschlagsflächen in m² bei unterschiedlichen Regenspenden r in l/(s • ha) und C = 1,0

Nennmaß in mm		Rinnenlänge (= Länge vom Rinnenanfang bis zum Ablauf) in m																
		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
250 r in l/(s • ha)	Q(l/s)	1,07	1,05	1,02	1	0,98	0,96	0,94	0,92	0,9	0,88	0,86	0,85	0,83	0,81	0,8	0,78	
	250	43	42	41	40	39	38	38	37	36	35	34	34	33	32	32	31	
	300	36	35	34	33	33	32	31	31	30	29	29	28	28	27	27	26	
	350	31	30	29	29	28	27	27	26	26	25	25	24	24	23	23	22	
	400	27	26	26	25	25	24	24	23	23	22	22	21	21	20	20	20	
280 r in l/(s • ha)	Q(l/s)	1,68	1,65	1,62	1,59	1,56	1,53	1,5	1,48	1,45	1,42	1,4	1,37	1,35	1,33	1,3	1,28	
	250	67	66	65	64	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	
	300	56	55	54	53	52	51	50	49	48	47	47	46	45	44	43	43	
	350	48	47	46	45	45	44	43	42	41	41	40	39	39	38	37	37	
	400	42	41	41	40	39	38	38	37	36	36	35	34	34	33	33	32	
333 r in l/(s • ha)	Q(l/s)	2,68	2,64	2,59	2,55	2,51	2,48	2,44	2,4	2,36	2,33	2,29	2,26	2,22	2,19	2,16	2,13	
	250	107	106	104	102	100	99	98	96	94	93	92	90	89	88	86	85	
	300	89	88	86	85	84	83	81	80	79	78	76	75	74	73	72	71	
	350	77	75	74	73	72	71	70	69	67	67	65	65	63	63	62	61	
	400	67	66	65	64	63	62	61	60	59	58	57	57	56	55	54	53	
400 r in l/(s • ha)	Q(l/s)	4,71	4,63	4,57	4,51	4,46	4,4	4,35	4,29	4,24	4,18	4,13	4,08	4,03	3,98	3,93	3,89	
	250	188	185	183	180	178	176	174	172	170	167	165	323	161	159	157	156	
	300	157	154	152	150	149	147	145	143	141	139	138	269	134	133	131	130	
	350	135	132	131	129	127	126	124	123	121	119	118	231	115	114	112	111	
	400	118	116	114	113	112	110	109	107	106	105	103	202	101	100	98	97	
500 r in l/(s • ha)	Q(l/s)	8,78	8,78	8,68	8,6	8,51	8,42	8,34	8,26	8,18	8,1	8,02	7,94	7,86	7,78	7,71	7,63	
	250	35	351	347	344	340	337	334	330	327	324	321	318	314	311	308	305	
	300	293	293	289	287	284	281	278	275	273	270	267	265	262	259	257	254	
	350	251	251	248	246	243	241	238	236	234	231	229	227	225	222	220	218	
	400	220	220	217	215	213	211	209	207	205	203	201	199	197	195	193	191	

© Regelwerk DDH, Version 7.1

1. Der „Wellblechbalkon“

15

unser Musterbalkon;

Grundfläche: Ca. 1,85 m x 3,95 m

Rinnen-querschnitt: 45 mm x 30 mm

Nennabflussvermögen von vorgehängten Dachrinnen, aus DIN EN 12056-3

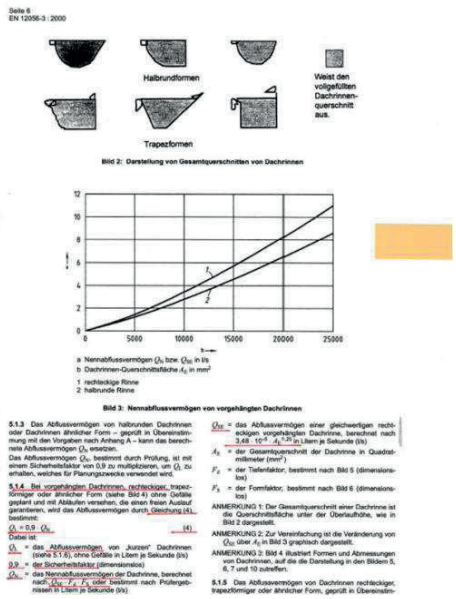


Bild 2: Darstellung von Gesamtquerschnitten von Dachrinnen

Bild 3: Nennabflussvermögen von vorgehängten Dachrinnen

1. Der „Wellblechbalkon“

16

unser Musterbalkon; Grundfläche:Ca. 1,85 m x 3,95 m

Rinnen-querschnitt: 45 mm x 30 mm

Hier stehen alle notwendigen Formeln, Auszug aus DIN EN 12056-3

Bild 3: Nennabflussvermögen von vorgehängten Dachrinnen

5.1.3 Das Abflussvermögen von halbrunden Dachrinnen oder Dachrinnen ähnlicher Form – geprüft in Übereinstimmung mit den Vorgaben nach Anhang A – kann das berechnete Abflussvermögen Q_N ersetzen.

Das Abflussvermögen Q_N, bestimmt durch Prüfung, ist mit einem Sicherheitsfaktor von 0,9 zu multiplizieren, um Q_L zu erhalten, welches für Planungszwecke verwendet wird.

5.1.4 Bei vorgehängten Dachrinnen, rechteckiger, trapezförmiger oder ähnlicher Form (siehe Bild 4) ohne Gefälle geplant und mit Abläufen versehen, die einen freien Auslauf garantieren, wird das Abflussvermögen durch Gleichung (4) bestimmt:

$$Q_L = 0{,}9 \cdot Q_N \qquad (4)$$

Dabei ist:

Q_L = das Abflussvermögen von „kurzen“ Dachrinnen (siehe 5.1.6), ohne Gefälle in Litern je Sekunde (l/s)

0,9 = der Sicherheitsfaktor (dimensionslos)

Q_N = das Nennabflussvermögen der Dachrinne, berechnet nach $Q_{SE} \cdot F_d \cdot F_S$ oder bestimmt nach Prüfergebnissen in Litern je Sekunde (l/s)

Q_{SE} = das Abflussvermögen einer gleichwertigen rechteckigen vorgehängten Dachrinne, berechnet nach $3{,}48 \cdot 10^{-5} \cdot A_E^{1{,}25}$ in Litern je Sekunde (l/s)

A_E = der Gesamtquerschnitt der Dachrinne in Quadratmillimeter (mm^2)

F_d = der Tiefenfaktor, bestimmt nach Bild 5 (dimensionslos)

F_S = der Formfaktor, bestimmt nach Bild 6 (dimensionslos)

ANMERKUNG 1: Der Gesamtquerschnitt einer Dachrinne ist die Querschnittsfläche unter der Überlaufhöhe, wie in Bild 2 dargestellt.

ANMERKUNG 2: Zur Vereinfachung ist die Veränderung von Q_{SE} über A_E in Bild 3 graphisch dargestellt.

ANMERKUNG 3: Bild 4 illustriert Formen und Abmessungen von Dachrinnen, auf die die Darstellung in den Bildern 5, 6, 7 und 10 zutreffen.

5.1.5 Das Abflussvermögen von Dachrinnen rechteckiger, trapezförmiger oder ähnlicher Form, geprüft in Übereinstim-

1. Der „Wellblechbalkon“

17

unser Musterbalkon; Grundfläche: Ca. 1,85 m x 3,95 m

Rinnen-querschnitt: 45 mm x 30 mm

Überprüfen ob die Dachrinne hydraulisch „kurz“ ist

mung mit Vorgaben nach Anhang A, kann das berechnete Abflussvermögen Q_N ersetzen.

Das Abflussvermögen Q_N, bestimmt durch Prüfung, ist mit einem Sicherheitsfaktor von 0,9 zu multiplizieren, um Q_L zu erhalten, welches für Planungszwecke verwendet wird.

5.1.6 Eine Dachrinne wird hydraulisch als „kurz“ bezeichnet, wenn ihre Länge L (siehe Tabelle 6) nicht größer als das Fünfzigfache der Sollwassertiefe, W, (siehe Bild 4) ist, die bei einer vorgehängten Dachrinne gleich der Überlaufhöhe ist. Für ohne oder mit Gefälle verlegte Dachrinnen, die diesen Wert überschreiten, ist das Abflussvermögen Q_L nach 5.1.3 oder 5.1.4 mit dem zugehörigen Dachrinnen-Abflussbeiwert F_L aus Tabelle 6 zu multiplizieren, d. h., das Abflussvermögen einer Dachrinne ist $Q_L \cdot F_L$.

5.1.7 Der Dachrinnen-Abflussbeiwert F_L für Dachrinnen, die mit Gefälle verlegt sind, ist in Tabelle 6 angegeben. Diese Dachrinnen-Abflussbeiwerte gelten nur dann, wenn jede Teillänge einer Dachrinne ein gleichmäßiges Gefälle zum Dachrinnenstutzen hin aufweist, über welchen die Dachrinne entleert wird. Wenn eine Dachrinne, die ein gleichmäßiges Gefälle aufweist, mehr als einen Dachrinnenstutzen hat, wird

Dabei ist:

Q_L = das Abflussvermögen von „kurzen“ Dachrinnen ohne Gefälle (siehe 5.2.5) in Litern je Sekunde (l/s)

0,9 = der Sicherheitsfaktor (dimensionslos)

Q_N = das Nennabflussvermögen der Dachrinne, berechnet nach $Q_{SV} \cdot F_D \cdot F_S$ in Litern je Sekunde (l/s)

Q_{SV} = das Abflussvermögen einer gleichwertigen rechteckigen innenliegenden oder eingebauten Dachrinne, berechnet mit $3{,}89 \cdot 10^{-5} \cdot A_W^{1{,}25}$ in Litern je Sekunde (l/s)

A_W = der Querschnitt der Dachrinne unterhalb des Freibords in Quadratmillimeter (mm^2)

F_d = der Tiefenfaktor, bestimmt nach Bild 5 (dimensionslos)

F_S = der Formfaktor, bestimmt nach Bild 6 (dimensionslos)

ANMERKUNG: Zur Vereinfachung ist die Veränderung von Q_{SV} über A_W in Bild 7 graphisch dargestellt.

5.2.4 Das Abflussvermögen von (innenliegenden oder ein-

1. Der „Wellblechbalkon“

18

unser Musterbalkon; Grundfläche: Ca. 1,85 m x 3,95 m

Rinnen-querschnitt: 45 mm x 30 mm

Abflussbei-werte FL, 3950 mm / 30 mm = 131,6

Tabelle 6: Dachrinnen-Abflussbeiwerte, F_L, für lange Dachrinnen mit oder ohne Gefälle bis zum Ablauf

L/W	Dachrinnen-Abflussbeiwert F_L				
	ohne Gefälle 0 bis 3 mm/m	Gefälle 4 mm/m	Gefälle 6 mm/m	Gefälle 8 mm/m	Gefälle 10 mm/m
50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
75	0,97	1,02	1,04	1,07	1,09
100	0,93	1,03	1,08	1,13	1,18
125	0,90	1,05	1,12	1,20	1,27
150	0,88	1,07	1,17	1,27	1,37
175	0,83	1,08	1,21	1,33	1,46
200	0,80	1,10	1,25	1,40	1,55
225	0,78	1,10	1,25	1,40	1,55
250	0,77	1,10	1,25	1,40	1,55
275	0,75	1,10	1,25	1,40	1,55
300	0,73	1,10	1,25	1,40	1,55
325	0,72	1,10	1,25	1,40	1,55
350	0,70	1,10	1,25	1,40	1,55
375	0,68	1,10	1,25	1,40	1,55
400	0,67	1,10	1,25	1,40	1,55
425	0,65	1,10	1,25	1,40	1,55
450	0,63	1,10	1,25	1,40	1,55
475	0,62	1,10	1,25	1,40	1,55
500	0,60	1,10	1,25	1,40	1,55

ANMERKUNG:
L = Länge der Dachrinne in Millimeter (mm)
W = Sollwassertiefe, z. B. die gesamte Tiefe der Dachrinne bis zur Überlaufhöhe für vorgehängte Dachrinnen oder Tiefe der Dachrinne bis zur Überlaufhöhe abzüglich des Freibordes bei innenliegenden oder eingebauten Dachrinnen in Millimeter (mm)

1. Die „Wellblechbalkon“

19

unser Musterbalkon; Grundfläche: Ca. 1,85 m x 3,95 m

Rinnen-querschnitt: 45 mm x 30 mm

Bezeichnungen an„Dachrinnen-körpern“

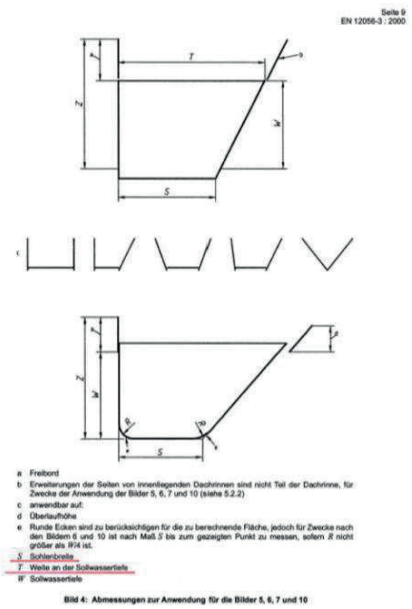


Bild 4: Abmessungen zur Anwendung für die Bilder 5, 6, 7 und 10

1. Die „Wellblechbalkon“

20

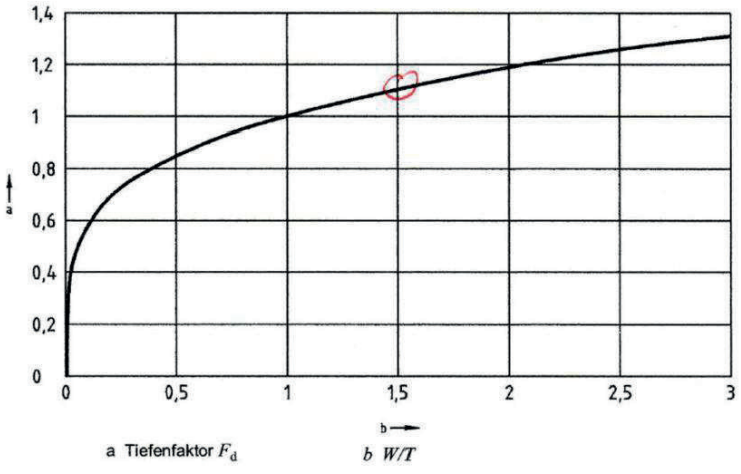
unser Musterbalkon;

Grundfläche: Ca. 1,85 m x 3,95 m

Rinnen-querschnitt: 45 mm x 30 mm

- Tiefenfaktor =1,1

Seite 10
EN 12056-3 : 2000



a Tiefenfaktor F_d b W/T

Bild 5: Tiefenfaktor F_d

1. Der „Wellblechbalkon“

21

unser Musterbalkon;

Grundfläche: Ca. 1,85 m x 3,95 m

Rinnen-querschnitt: 45 mm x 30 mm

- Formfaktor = 1,0

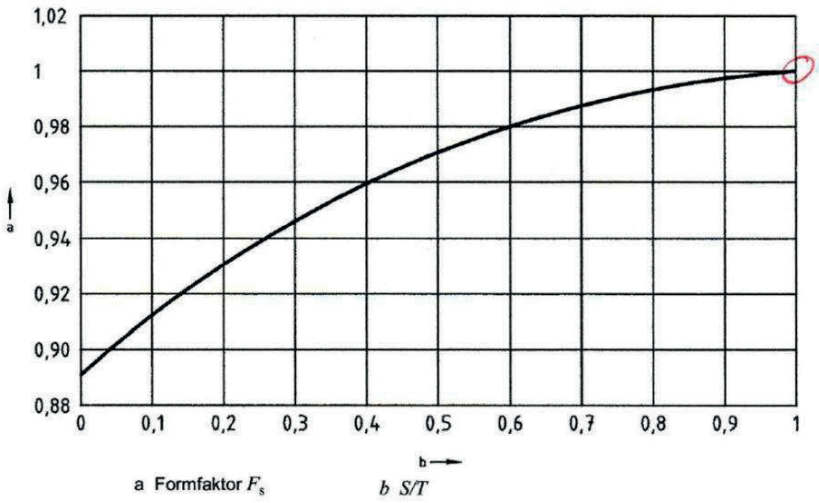


Bild 6: Formfaktor F_S

1. Der „Wellblechbalkon“

22

unser Musterbalkon;

Grundfläche: Ca. 1,85 m x 3,95 m

Rinnen-querschnitt: 45 mm x 30 mm

Dann können wir „rechnen“

- Grundfläche Balkon: 1,85 x 3,95 = 7,31m²
- Bemessungsregen für Aurich (als Bsp.) r 5/5 = 300l/(s*ha) ➔ den findet man z.B. im „Merkblatt zur Bemessung von Entwässerungen“ oder bei dem Dt. Wetterdienst oder Kostra-DWD
- Regenspende; 7,31 m² x 0,03 l/(s*m²) = 0,219 l/s

1. Der „Wellblechbalkon“

23

unser Musterbalkon;

Grundfläche: Ca. 1,85 m x 3,95 m

Rinnen-querschnitt: 45 mm x 30 mm

Dann können wir „rechnen“

- A_E (Rinnenquerschnitt): 45 mm x 30 mm = <u>1350 mm²</u>
- $Q_{SE} = 3{,}48 * 10^{-5} \times A_E^{1{,}25} =$ <u>0,285 l/s</u>, *Formel nach [DIN EN 12056-3, 5.1.4]*
- $Q_N = Q_{SE} * F_D * F_S =$ <u>0,313 l/s</u> *Formel nach [DIN EN 12056-3]*, wobei F_D = 1,10 und F_S = 1 nach Bild 5 & Bild 6
- $Q_L = 0{,}9 * Q_N =$ <u>0,282 l/s</u> *Formel nach [DIN EN 12056-3, 5.1.3/5.1.4]*

1. Der „Wellblechbalkon“

24

unser Musterbalkon;

Grundfläche: Ca. 1,85 m x 3,95 m

Rinnen-querschnitt: 45 mm x 30 mm

Dann können wir „rechnen“

- Q_L 0,282 l/s * 0,9 (F_L aus Folie 18) = 0,254 l/s
- 0,254 [l/s] / Regenspende ≥ 1, Rinnenquerschnitt ist ausreichend
- Frage: was ist mit der Notentwässerung…?
- ➔ diese erfolgt bei vorgehangenen Rinnen „planmäßig“ über die Rinnenvorderkante, vergl. hierzu auch *Merkblatt zur Bemessung von Entwässerungen 2.3 Notentwässerung*

2. DER UMLAUF UM DAS STAFFELGESCHOSS

Kai Köhler, M.Eng., Fulda 24. März 2023

2. Die Umlauf um das Staffelgeschoss

Ein Teil der Fragestellung war;

„Ist die Entwässerung richtig bemessen…?“

2. Die Umlauf um das Staffelgeschoss

27

Ein Teil der Fragestellung war;

„Ist die Entwässerung richtig bemessen…?“

Also, Fakten sammeln…

- Zu entwässernde Fläche:164,30 m²
  (Balkon/Umlauf ca. 59.10 m² und Flachdach Staffelgeschoss ca. 105.20 m², 5 Dachabläufe, Staffelgeschoss entwässert über Umlauf)
- Bemessungsregen: $r_{(5/5)}$ 350 Liter/(sec. * ha) für Düsseldorf
- Abflussbeiwert $_C$: 0,7 (Plattenbelag auf Splitt, nach DIN 1986-100), nur für Umlauf
- Sicherheitsfaktor $_{SF}$: 2,0 (nach DIN EN 12056-3)
- Abflussvermögen Dachablauf –Umlauf- DN 70: 1,70 l/sec. nach DIN EN 1253-1 ➔ genaue Abgaben zur Entwässerungsleistung der Abläufe lagen nicht vor, Produkt unbekannt (Tabelle Folie 29 + 39)

2. Die Umlauf um das Staffelgeschoss

28

Ein Teil der Fragestellung war;

„Ist die Entwässerung richtig bemessen…?“

Also, Fakten sammeln…

Regelwerksteile > Merkblätter > Merkblatt zur Bemessung von Entwässerungen (03.2011) > Anhang II: Tabellen > Tabelle AII.16: Sicherheitsfaktor in Abhängigkeit vom Gebäude nach DIN EN 12056-3

Tabelle AII.16: Sicherheitsfaktor in Abhängigkeit vom Gebäude nach DIN EN 12056-3

Situation	Sicherheitsfaktor
vorgehängte Dachrinnen	1,0
vorgehängte Dachrinnen, bei denen überfließendes Wasser unangenehme Folgen hat, z.B. über Eingängen von öffentlichen Gebäuden	1,5
innen liegende Dachrinnen und überall dort, wo ungewöhnlich starker Regen oder Verstopfungen in der Dachentwässerungsanlage Wasser in das Gebäude eindringen lässt	2,0
innen liegende Dachrinnen in Gebäuden, für die ein außergewöhnliches Maß an Schutz notwendig ist, z.B.: - Krankenhäuser / Theater - sensible Kommunikationseinrichtungen - Lagerräume für Substanzen, die durch Nässe toxische oder enflammbare Gase abgeben - Gebäude, in denen besondere Kunstwerke aufbewahrt werden	3,0

© Regelwerk DDH, Version 7.1

2. Die Umlauf um das Staffelgeschoss

29

Ein Teil der Fragestellung war;

„Ist die Entwässerung richtig bemessen…?“

Also, Fakten sammeln…

Tabelle AII.15: Abflussvermögen einer Fallleitung bzw. eines Dachablaufes mit konischem Einlauftrichter (Fläche des Einlauftrichters doppelt so groß wie der Fallleitungsquerschnitt)

NW	Fallleitung Q in l/s bei maximalem Füllungsgrad f = 0,33 nach DIN EN 12056-3	Dachablauf Mindestablaufvermögen Q in l/s nach DIN EN 1253-1	Erforderliche Stauhöhe in mm
50	1,7	0,9	35
70	4,1	1,7	35
100	10,7	4,5	35
125	19,4	7,0	45
150	31,6	8,1	45

Das Abflussvermögen eines nicht kreisrunden Rohres kann hier dem eines runden Rohres gleicher Querschnittsfläche gleichgesetzt werden. Je nach Hersteller kann das Ablaufvermögen eines Ablaufes weitaus höher liegen als das des Entwässerungssystems. Da das Ablaufvermögen immer in Abhängigkeit zur Druckhöhe am Ablauf und dem Fallleitungssystem betrachtet werden muss, sind die Hersteller verpflichtet, dies in Form von Tabellen bzw. Diagrammen anzugeben.

© Regelwerk DDH, Version 7.1

2. Die Umlauf um das Staffelgeschoss

30

Ein Teil der Fragestellung war;

„Ist die Entwässerung richtig bemessen…?“

Also, Fakten sammeln…

Tabelle AII.17: Abflussbeiwerte C zur Ermittlung des Regenwasserabflusses nach DIN 1986-100

Art der Flächen	Abflussbeiwert C
Dachflächen	1,0
Plattenbelag auf Splitt	0,7
Kiesdächer	0,5
Gründächer unter 10 cm Aufbaudicke	0,5
Gründächer ab 10 cm Aufbaudicke	0,3

© Regelwerk DDH, Version 7.1

2. Die Umlauf um das Staffelgeschoss

31

Ein Teil der Fragestellung war;

„Ist die Entwässerung richtig bemessen…?“

Also, Fakten sammeln…

Und rechnen…

- Balkon/Umlauf; 59,10 m² * 0,035 l/(sec*m²) * $0{,}7_c$ * 2,0 $_{SF}$ = 2,90 l/sec.$_{vorh.}$
- Flachdach Staffelgeschoss;
- 105,20 m² * 0,035 l/(sec*m²) * 2,0 $_{SF}$ = 7,36 l/sec.$_{vorh.}$
- 2,90 l/sec. + 7,36 l/sec. = **10,26 l/sec.** anfallendes Wasser welches über die Dachabläufe des Umlaufes abgeführt werden muss

2. Die Umlauf um das Staffelgeschoss

32

Ein Teil der Fragestellung war;

„Ist die Entwässerung richtig bemessen…?“

Also, Fakten sammeln…

Und rechnen…

- 10,26 l/sec.$_{vorh.}$ ./. 1,70 l/sec. Ablaufvermögen je Dachablauf = **6,03, also min. 6 Stk notwendige Dachabläufe im Balkon/Umlauf**
- Vorhanden sind **5 Dachabläufe**
- die Anzahl der vorhanden Dachabläufe im Umlauf ist zu gering (bezogen auf den Querschnitt der vorhandenen Abläufe)
- Die Notabläufe konnten nicht angesetzt werden, entwässerten über Hauptfallstrang ➔ nicht zulässig ➔ siehe nächster Vortrag

2. Die Umlauf um das Staffelgeschoss

33

Ein Teil der Fragestellung war;

„Ist die Entwässerung richtig bemessen…?“

Also, Fakten sammeln…

Notüberläufe vergessen…?

- Was ist mit dem Jahrhundertregen…?
- Ham´se Vergessen…
- Wat nu…?
- Wo stehen die Werte…?
- Ebenfalls im „Merkblatt zur Bemessung von Entwässerungen“ oder beim Dt. Wetterdienst oder Kostra-DWD
- für Düsseldorf $_{r5/100}$ = 700 l/sec. x ha.

2. Die Umlauf um das Staffelgeschoss

34

Ein Teil der Fragestellung war;

„Ist die Entwässerung richtig bemessen…?“

Also, Fakten sammeln…

Notüberläufe vergessen…?

- Aufgrund vorstehender Ergebnisse ist eigentlich klar; das mit dem Jahrhundertregen können wir vergessen, die vorhandene Entwässerung gibt das nicht her
- Was jetzt…?
- Neubemessung…!
- Also zurück „auf Los“…

2. Die Umlauf um das Staffelgeschoss

35

Ein Teil der Fragestellung war;

„Ist die Entwässerung richtig bemessen…?“

Also, Fakten sammeln…

Notüberläufe vergessen…?

Neu bemessen…

- Balkon/Umlauf; 59,10 m² * 0,07 l/(sec*m²) * $0,7_c$ * 2,0 $_{SF}$ = 5,79 l/sec.$_{vorh.}$
- Flachdach Staffelgeschoss; 105,20 m² * 0,07 l/(sec*m²) * 2,0 $_{SF}$ = 14,73 l/sec.$_{vorh.}$
- 5,79l/sec. + 14,73l/sec. = **20,52 l/sec.** anfallendes Wasser welches über die Dachabläufe des Umlaufes abgeführt werden muss (Hauptentwässerung & Notüberläufe)

2. Die Umlauf um das Staffelgeschoss

36

Ein Teil der Fragestellung war;

„Ist die Entwässerung richtig bemessen…?“

Also, Fakten sammeln…

Notüberläufe vergessen…?

Neu bemessen…

- Das ist schon bedeutend mehr Wasser welches zuverlässig abzuleiten ist
- Wie teilen wir das auf…?
- i.d.R. übernimmt die …
- … Hauptentwässerung die „Normalregenspende“ und
- … die Notentwässerung den „Jahrhundertregen“

2. Die Umlauf um das Staffelgeschoss

37

Ein Teil der Fragestellung war;

„Ist die Entwässerung richtig bemessen…?“

Also, Fakten sammeln…

Notüberläufe vergessen…?

Neu bemessen…

- Sonderfall; sofern ein außergewöhnliches Maß an Schutz für das Gebäude notwendig ist, soll die Notentwässerung alleine den gesamten Jahrhundertregen entwässern können
- Vergl. hierzu u. A. „Merkblatt Bemessung von Entwässerungen 03/2011“ – Tabelle All.16 (Folie 28)

2. Die Umlauf um das Staffelgeschoss

38

Notüberläufe vergessen…?

Neu bemessen…

Dachabläufe auswählen…

- Wo bekomme ich diese Informationen her…?
- Die Hersteller solcher Abläufe verfügen i.d.R. über Prüfzeugnisse für ihre Produkte, wenn nicht ➔ Finger weg…!
- Wie heißen die…? Loro, Sita, Grumbach, ACO, Alwitra, Fleck, und und und…
- Oder man bemisst diese nach den Mindestanforderungen nach DIN 1253-1

2. Die Umlauf um das Staffelgeschoss

39

Notüberläufe vergessen…?

Neu bemessen…

Dachabläufe auswählen…

Merkblatt „Bemessung von Entwässerungen“

Tabelle AII.15: Abflussvermögen einer Fallleitung bzw. eines Dachablaufes mit konischem Einlauftrichter (Fläche des Einlauftrichters doppelt so groß wie der Fallleitungsquerschnitt)

NW	Fallleitung Q in l/s bei maximalem Füllungsgrad f = 0,33 nach DIN EN 12056-3	Dachablauf Mindestablaufvermögen Q in l/s nach DIN EN 1253-1	Erforderliche Stauhöhe in mm
50	1,7	0,9	35
70	4,1	1,7	35
100	10,7	4,5	35
125	19,4	7,0	45
150	31,6	8,1	45

Das Abflussvermögen eines nicht kreisrunden Rohres kann hier dem eines runden Rohres gleicher Querschnittsfläche gleichgesetzt werden. Je nach Hersteller kann das Ablaufvermögen eines Ablaufes weitaus höher liegen als das des Entwässerungssystems. Da das Ablaufvermögen immer in Abhängigkeit zur Druckhöhe am Ablauf und dem Fallleitungssystem betrachtet werden muss, sind die Hersteller verpflichtet, dies in Form von Tabellen bzw. Diagrammen anzugeben.

© Regelwerk DDH, Version 7.1

2. Die Umlauf um das Staffelgeschoss

40

Notüberläufe vergessen…?

Neu bemessen…

Notabläufe auswählen…

Merkblatt „Bemessung von Entwässerungen“

Tabelle AII.19: Abflussvermögen rechteckiger Notüberläufe

Breite	Abflussvermögen Q_{Not} in l/s											
	Überlaufhöhe h in mm											
	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
mm	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s
50	0,5	0,7	1,0	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	3,1	3,5	3,8
100	1,1	1,5	1,9	2,4	3,0	3,6	4,2	4,8	5,5	6,2	6,9	7,7
150	1,6	2,2	2,9	3,7	4,5	5,3	6,3	7,2	8,2	9,3	10,4	11,5
200	2,1	2,9	3,9	4,9	6,0	7,1	8,3	9,6	11,0	12,4	13,8	15,3
250	2,6	3,7	4,8	6,1	7,5	8,9	10,4	12,0	13,7	15,4	17,3	19,1
300	3,2	4,4	5,8	7,3	8,9	10,7	12,5	14,4	16,4	18,5	20,7	23,0
350	3,7	5,2	6,8	8,5	10,4	12,5	14,6	16,8	19,2	21,6	24,2	26,8
400	4,2	5,9	7,7	9,8	11,9	14,2	16,7	19,2	21,9	24,7	27,6	30,6
450	4,7	6,6	8,7	11,0	13,4	16,0	18,8	21,6	24,6	27,8	31,1	34,4
500	5,3	7,4	9,7	12,2	14,9	17,8	20,8	24,0	27,4	30,9	34,5	38,3

Die Ablaufleistung wird maßgeblich durch die Höhe der Öffnung, weniger durch deren Breite beeinflusst.

© Regelwerk DDH, Version 7.1

2. Die Umlauf um das Staffelgeschoss

41

Notüberläufe vergessen…?

Neu bemessen…

Notabläufe auswählen…

Merkblatt „Bemessung von Entwäs-serungen“

- Immer noch 5 Dachabläufe
- Zzgl. 5 neue für die Notentwässerung zusätzlich durch die Attika
- 5 x NW 70 mit 1,7 l/s = 8,5 l/s, ist weniger als die geforderten 10,26 l/s für die Hauptentwässerung
- Aber; 5 Notüberläufe x 150/60 aus Tabelle All.19 mit 5 x 2,9 l/s = 14,5 l/s „bügeln“ das dann glatt

2. Die Umlauf um das Staffelgeschoss

42

Notüberläufe vergessen…?

Neu bemessen…

Notabläufe auswählen…

Merkblatt „Bemessung von Entwäs-serungen“

- <u>Gegenprobe;</u>
- 5 x 1,7 l/s + 5 x 2,9 l/s = 23 l/s an Entwässerungsleistung
- Berechnungsregen: 20,52 l/s ≤ 23 l/s als Entwässerungsleistung
- Und bitte, da ist bei den Flächen der Faktor 2 als Sicherheit eingerechnet
- Aber, wer es „richtig“ machen will…

2. Die Umlauf um das Staffelgeschoss

43

Notüberläufe vergessen…?

Neu bemessen…

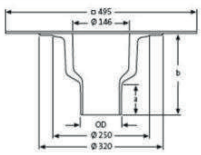
Notabläufe auswählen…

Quelle: „Sita“

Leistungstext

SitaTrendy Dachgully senkrecht, aus Polyurethan, wärmegedämmt, nach DIN EN 1253-2 mit erhöhtem Qualitätsstandard gemäß RAL-Gütezeichen GZ-694, in den Nennweiten DN 70, DN 90, DN 100 und DN 125. Zum direkten Anschluss an Rohre mit Steckmuffe, zur Freispiegelentwässerung, mit großer Wunschanschlussmanschette (495 mm x 495 mm), passend zur Dachabdichtung und mit Fixierring zur zusätzlichen Sicherung der Anschlussmanschette und zur Aufnahme des beiliegenden Kiesfanges. Liefern und fachgerecht einbauen.

Technische Zeichnung



Nennweite DN	OD*	Durchbruch/Kernbohrung (mm)	a (mm)	b (mm)	Artikelnummer
70	75	ø 250	63	210	15 02 xx
90	90		56	125	15 01 xx
100	110		75	210	15 04 xx
125	125		79	210	15 06 xx

*OD = Außendurchmesser (mm)

xx = Artikelendziffer für Wunschanschlussmanschette

Abflussmenge in l/s nach DIN EN 1253

Nennweite DN	Stauhöhe (mm)																			
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
70	0,6	1,4	2,2	3,1	3,9	4,7	5,5	6,6	7,6	8,6	9,5	10,4	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3
90	0,4	1,3	2,1	3,3	4,5	5,5	6,5	7,3	8,0	8,6	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2
100	0,6	1,5	2,3	3,3	4,3	5,2	6,1	7,3	8,5	9,4	10,3	11,0	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7
125	0,7	1,6	2,4	3,3	4,2	5,1	5,9	7,3	8,7	10,1	11,4	12,7	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0

2. Die Umlauf um das Staffelgeschoss

44

Notüberläufe vergessen…?

Neu bemessen…

Notabläufe auswählen…

Quelle: „Sita“

- Ablauf DN 70
- Anstauhöhe 35 mm
- Ablaufleistung 5,5 l/s
- 5 Abläufe mit 5,5 l/s = 27,5 l/s
- Das „erspart“ einem fast die Notüberläufe, wenn man den dürfte…
- Vergl. DIN 1986-100:2008-05, 5.9 Notentwässerung

2. Die Umlauf um das Staffelgeschoss

45

Die Fallrohre…

- Ein Wort noch zu den Fallrohren;
- Im Regelfall „bestimmt“ das Abflussverhalten der Abläufe oder Gullys die Entwässerungsleistung, nicht der Fallrohrquerschnitt
- Vergl. hierzu: Merkblatt; „Bemessung von Entwässerungen 03/2011, 3.2 Bemessung von Abläufen und Notentwässerungen (10)“

46

VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!

Kai Köhler, M.Eng. Fulda 24. März 2023

Notizen...

Notizen...

3

(Bodentiefe) Fenster – Anschlüsse und Übergänge

Di Sylvia Polleres
Holzforschung Austria, Wien

Vita

Di Sylvia Polleres

Holzforschung Austria | Holzhausbau

1973	geboren in Wien
1992	Matura – Naturwissenschaftliches Realgymnasium, Neunkirchen
1992 – 2000	Universität für Bodenkultur (BOKU), Wien Studienzweig: Holzwirtschaft
1998	University of Helsinki, Helsinki – Finnland Department of Forest Products Marketing
1999	University of British Columbia (UBC), Vancouver – Kanada Department of Wood Science
2000	Abschluss des Holzwirtschaftsstudiums
seit 2000	wissenschaftliche Mitarbeiterin der Holzforschung Austria, Wien Aufgabenbereiche: Holzhausbau, Bauphysik, Inspektion und Zertifizierung (ÜA, Ü, CE), nationale und europäische Normentätigkeit, Mitarbeit an Forschungsprojekten, dataholz.eu, infoholz.at sowie Gutachtertätigkeiten im In- und Ausland
2003	ÖGUT Umweltanerkennungspreis in der Kategorie „Nachhaltige, innovative Unternehmensstrategie im IT-Business“ für das Projekt www.dataholz.eu
seit 2006	Lehrbeauftragte an diversen Hochschulen und Universitäten
seit 2008	Leiterin des Bereichs Holzhausbau
seit 2008	Vorsitzende bzw. stellvertretende Vorsitzende des Fachnormenkomitees 019 Holzhaus- und Fertighausbau
seit 2010	Gründungsmitglied der ARGE Fensterbank

DI SYLVIA POLLERES | Holzforschung Austria
Franz Grill-Straße 7, 1030 Wien
Tel. +43 1 798 26 23-67, Mail: s.polleres@holzforschung.at, web: www.holzforschung.at

(Bodentiefe) Fenster – Anschlüsse und Übergänge

Sylvia Polleres, Holzforschung Austria, Wien

Einleitung

Fenster, Fensterbänke und Türen sind wesentliche Bestandteile der Gebäudehülle, deren Anschlüsse des Öfteren komplexe Schnittstellen ergeben. An moderne Fenster- und Türelemente werden zahlreiche Anforderungen gestellt. Neben höchsten Qualitätsansprüchen an Luft- und Schlagregendichtheit, Windwiderstandsfähigkeit oder Schall- und Wärmeschutz erwarten Nutzer möglichst formschöne und vor allem barrierefreie Übergänge mit großen Glaslichten, schmalen Rahmen und verdeckten Sonnenschutzführungen.

Darüber hinaus werden Fensterkonstruktionen mit immer geringeren Leibungstiefen bis hin zu flächenbündigen Ausführungen eingebaut. Obwohl diese Ausführungen technisch nicht zu befürworten sind, werden sie aufgrund architektonischer Vorgaben in vermehrtem Maße so hergestellt. Oftmals fehlt, aufgrund der architektonischen Entwicklung hin zu Gebäuden ohne jegliche Vordächer, der primäre konstruktive Witterungsschutz. Die Fassaden und somit auch die Fenster erfahren dadurch eine viel intensivere Bewitterung, vergleichbar etwa wie an jene für Sockelanschlüsse. Somit wird an die Elemente und deren Anschlüsse eine hohe Anforderung hinsichtlich des Witterungsschutzes gestellt.

Die Anschlüsse sind nicht nur aufgrund der teils widersprechenden technisch/optischen Anforderungen, sondern auch aufgrund der Beteiligung mehrerer Gewerke und der oftmals nicht parallel ablaufenden Planungsprozesse immer wieder Thema von Konflikten und Diskussionen bei Bauvorhaben. Letztendlich sind unzureichende Planung und Abstimmung der beteiligten Gewerke eine häufige Ursache von Mehrkosten in der täglichen Baupraxis.

Anschlüsse zum Fenster oder zur Fensterbank beinhalten ein hohes Schadenspotential und daher wird von den Planenden und Ausführenden ein hohes Maß an Sorgfalt gefordert. Die Einflussfaktoren für die auftretenden Mängel sind dabei vielfältig. Einer dieser Faktoren ist schlicht das fehlende Bewusstsein, mit welcher umfassenden Bauaufgabe man es zu tun hat.

In Österreich haben sich in den letzten Jahren Arbeitsgemeinschaften aus den unterschiedlichen Gewerken gefunden, die gemeinsam zwei wesentliche Richtlinien erarbeitet haben, um die zuvor beschriebene Situationen am Bau zu verbessern, indem Problempunkte beschrieben, Schnittstellen definiert und abgestimmt wurden. Folgend bzw. im Vortrag wird näher auf die zwei Richtlinien, nämlich die *„Richtlinie Fensterbank für deren Einbau in WDVS- und Putzfassaden in vorgehängten Fassaden sowie für Innenfensterbänke“* sowie die *„Richtlinie Bauwerksabdichtung – Anschluss an bodentiefe Fenster und Türen, Teil 1 und Teil 2“* eingegangen.

Richtlinie Fensterbank für deren Einbau in WDVS- und Putzfassaden in vorgehängten Fassaden sowie für Innenfensterbänke

Die Richtlinie der ARGE Fensterbank ist erstmals im März 2012 erschienen und liegt derzeit seit 2020 in der 4. Ausgabe vor. Ziel der Richtlinie ist es, das Bewusstsein aller an dieser Schnittstelle beteiligten Gewerke zu wecken und Lösungsansätze für Planer, Ausschreibende und Ausführende aufzuzeigen, wobei die angeführten Empfehlungen als Hilfestellungen für den Fensterbankeinbau dienen.

In Deutschland gibt es ein ähnliches Dokument *„Empfehlungen für den Einbau/Ersatz von Metall-Fensterbänken (WDVS-Fassaden)“* herausgegeben durch die Gütegemeinschaft Wärmedämmung von Fassaden e.V..

Häufige Schwachstellen bzw. Mängel beim Fensterbankeinbau

Aufgrund von systematischer Fensterbankanschluss-Untersuchungen, welche im Zuge des Forschungsprojektes „Architektur versus Technik – Sockel- und Fensteranschluss“ an der Holzforschung Austria (HFA) durchgeführt wurden und auch aufgrund einer Vielzahl an abgeschlossenen Gutachten können folgende Wassereintrittsstellen im Fensterbankbereich definiert werden:

Putzabrissfugen:

Aufgrund der Längenausdehnung von Fensterbänken kommt es im Anschlussbereich des WDVS immer wieder zu mehr oder weniger massiven Putzabrissfugen. Insbesondere der seitliche Anschluss der Fensterbankanschlüsse zum Putz stellt eine große Herausforderung dar. Die meisten eingesetzten Endabschlüsse sind nicht dazu geeignet die temperaturbedingten Längenausdehnungen der Fensterbank aufzunehmen, sodass sich diese irreversibel in das Putzsystem eindrücken bzw. Putzabrisse verursachen (siehe Abbildung 1). Auch im oberen Anschlussbereich der Endabschlüsse kommt es zu entsprechenden Bewegungen und einem Auftreten von Scherkräften.

Abbildung 1: Putzabrissfugen im Bereich des Anschlusses Fensterbank/ WDVS

Verarbeitungsfehlern beim Einbau von vorkomprimierten Dichtbändern:

Oft sieht man mangelhaft verlegte Dichtbänder rund um den Fensterbankanschluss Vorkomprimierte Dichtbänder erfüllen die Anforderungen hinsichtlich ihrer Schlagregendichtheit nur wenn diese ordnungsgemäß eingebaut werden – mit ausreichender Auflagefläche und Komprimierungsgrad.

„Gewerkeloch“/ Fensterrahmennuten und Vorsatzschalennuten

Als Gewerkeloch ist die meist offene Schnittstelle im Eckbereich zwischen Fenster, Fensterbank, Sonnenschutzführungsschiene und Fassadenleibung definiert (siehe Abbildung 2). In der Regel ist diese Loch oft nicht geschlossen und stellt eine enorme Wassereintrittspforte dar.
Weiters sind auch die Fensterrahmennuten und Vorsatzschalennuten zu beachten, welche links und rechts über die Fensterbankendprofile hinauslaufen und bei Schlagregen das Wasser auch dahinter läuft.

Abbildung 2: Wassereintrittsstelle im Bereich des Gewerkeloches

Undichte Ausführungen der Fensterbankecke

Ein großes Problem hinsichtlich der Schlagregendichtheit stellt die Fensterbankecke bei aufgesteckten Endprofilen dar.

Entwässerung von Fenster-Vorsatzschalen

Bei Fenstern vor allem mit Alu-Vorsatzschalen zeigte sich, dass solche Konstruktionen aufgrund der Überdämmung der Schalen auch teilweise in den seitlichen Anschluss d.h. hinter die Leibung und hinter die Fensterbank entwässern (siehe Abbildung 3).

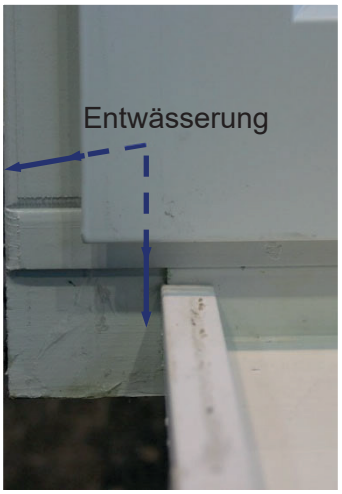


Abbildung 3: Entwässerung (seitlich und nach unten) der Vorsatzschale bei einem Holz-Alu-Fenster; gezeigt mit Endprofil auf das in weiterfolge die Leibungsplatte sitzt

Ergebnisse - Lösungsansätze

Allgemeines

In erster Linie muss das allgemeine Bewusstsein für diese nicht triviale Bauaufgabe bei allen am Fensterbankeinbau-Beteiligten geschaffen werden und die Ausführenden müssen über all die möglichen Wassereintrittsstellen Kenntnis haben.

Weiters muss die Bereitschaft einer gewerkeübergreifenden Zusammenarbeit gestärkt werden und die jeweiligen Zuständigkeiten während des Bauablaufs müssen vorab in der Planung definiert werden.

Verminderung der Wassereintrittsstellen

Um den Wassereintritt bei Putzabrissfugen zu minimieren ist die Verwendung von vorkomprimierten Dichtbändern oder Anputzdichtprofilen in den Anschlussbereichen obligatorisch. Fensterbänke, welche die Bewegungen z.B. mittels Gleitanschlüssen in sich aufnehmen können sind zu bevorzugen. Fix am Fenster oder an der Wandkonstruktion montierte Endprofile, in welche die

Fensterbank zum Bewegungsausgleich mit entsprechenden Randabständen eingelegt wird, stellen eine weitere gute Verbesserungsmöglichkeit dar.

Die Fensterrahmennuten und Vorsatzschalennuten sind an beiden unteren Enden zu schließen (am besten mit Dichtstoff). Sind diese nicht schon konstruktiv oder vorgefertigt durch den Fensterhersteller geschlossen, liegt diese Maßnahme in der Verantwortung des Fenstereinbauers vor Ort.

Abdichten des Gewerkeloches: Zuständig für das ordnungsgemäße Abdichten des Gewerkeloches ist abhängig von der Bauabfolge der Fassadenhersteller, der Fensterbank- oder der Sonnenschutzmonteur.

Schließen der Fensterbankecke durch Verwendung von sogenannten „Fensterbankpflaster“ bzw. durch Verwendung von verschweißten oder verklebten Fensterbanksystemen.
Ausführungen mit Halbschalen (Vorsatzschalen schmäler als der Rahmen), welche nicht eingeputzt werden und somit von der Fassade entkoppelt sind, sind zu empfehlen, da so etwaige Entwässerungen der Vorsatzschalen neben bzw. hinter die Fensterbank auszuschließen sind.

Einbau einer zweiten wasserführenden Ebene (2. Dichtebene)
Ein gesicherter dichter Fensterbankanschluss ist schwierig herzustellen. Da die Wassermengen, welche in die Konstruktion eindringen, erheblich sein können, ist generell das Anbringen einer 2. Dichtebene unter allen Fensterbänken zu empfehlen.
Ist jedoch aufgrund der Einbausituation und/ oder aufgrund der gewählten Fensterbank (nicht in sich dicht geschlossenes System wie z.B. nicht geschweißte oder werkseitig abgedichtete Fensterbank oder bei nicht wannenförmigen Fensterbänken wie z.B. Steinfensterbänke) kein schlagregendichter Einbau der Fensterbank (= erste Dichtebene) sicherzustellen, ist eine darunterliegende zweite Dichtebene zwingend erforderlich. Diese muss das eindringende Wasser aufnehmen und kontrolliert nach vorne/ außen ableiten können.

Die zweite Dichtebene kann hergestellt werden mithilfe von:

- fertig beschichtetem Parapet (z.B. mit Dichtschlämme, Oberputz)
- wannenförmig eingebrachte Folie (siehe Abbildung 4), die ordnungsgemäß an den Fensterstock angeschlossen oder zum Fensterstock hin abgedichtet und mindestens sechs Zentimeter seitlich hochgezogen wird oder mittels Flüssigkeitsabdichtungen

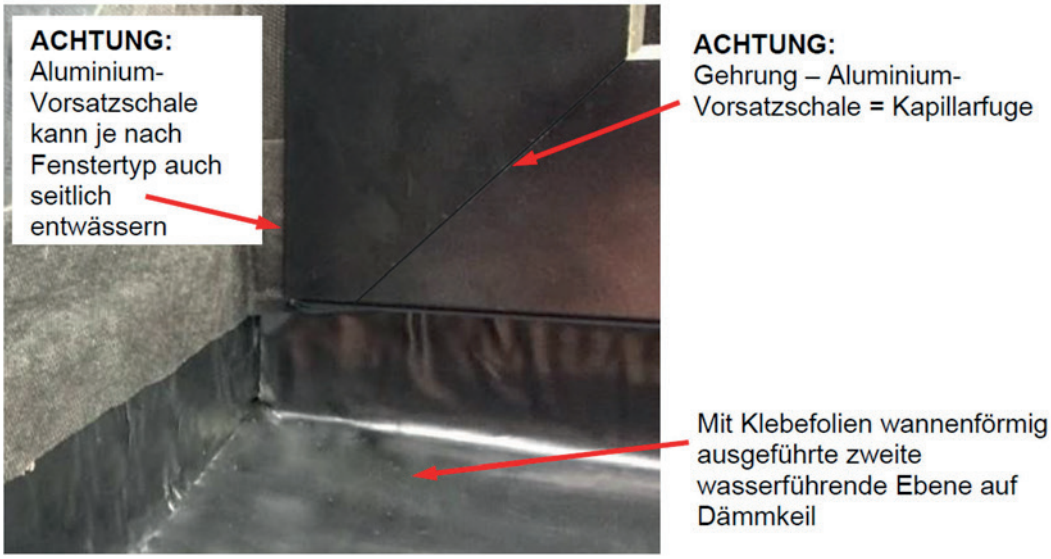


Abbildung 4: Die zweite wasserführende Ebene hintergreift die Aluminium-Vorsatzschale des Fensters und gewährleistet somit, dass etwaig anfallendes Wasser (Entwässerung, Kapillarfuge Gehrung, Gewerkeloch) auf dieser nach vorne abgeleitet werden kann (Abbildung noch ohne Fensterbank und noch ohne Leibung)

Richtlinie Bauwerksabdichtung – Anschluss an bodentiefe Fenster und Türen, Teil 1 - Planung, Teil 2 - Ausführung

Nach jahrelangen Problemen und zahlreichen Folgeschäden im Bereich der bodentiefen Fenster- und Fenstertüren und der Erkenntnis, dass ein sicherer Anschluss, nicht nur alleine durch die Abdichtungsmethode gelöst werden kann, sondern dass diese Schnittstelle gemeinsam mit der Fensterbranche, definiert , geplant und hergestellt werden muss, entstand ebenfalls in einem gemeinsamen Arbeitskreis diese gewerkeübergreifende Richtlinie zur Planung und Ausführung des Anschlusses an bodentiefe Fenster und Türen.

Die beiden Teile der Richtlinie legen die Anforderungen an die Planung und Ausführung des Anschlusses von Dach- und Bauwerksabdichtungen an bodentiefe Fenster, sowie Fixverglasungen und Außentüren dar.

In Form einer Tabelle mit ergänzenden Bestimmungen wird der Planungsablauf für eine erfolgreiche Detailplanung im Teil 1 beschrieben (siehe Abbildung 5). Die Planungsaufgaben gliedern sich in folgende Hauptschritte:

- Erhebung der Eingangsparamater (z.B. örtliche klimatische Anforderungen)
- Festlegung der Höhenlage Außen (z.B. Bestimmung möglicher Anstauhöhen)
- Festlegung von Türelement und Komponenten (z.B. Bodenprofil od. Klärung, ob vertiefter Einbau möglich)
- Planung des Abdichtungsanschlusses (z.B. Bestimmung der Anschlussmethode)
- Abstimmung des Folgegewerks Fassade (z.B. Anschluss von WDVS)

In diesen Planungsschritten sind für Auftraggeber/Bauherr, Planer, Bauleiter, Fenstereinbauer, Abdichter, … klare Zuständigkeiten definiert bzw. zugeordnet.

	Planungsaufgaben	Zuständigkeit	siehe Pkt.	Anmerkung
1. Erhebung der Ausgangsparameter	Örtliche klimatische Anforderung (schnee- / regenreiches Gebiet, besondere Exponiertheit)	Planer	4.2	*Ohne vollständige Festlegung dieser Parameter ist keine vollständige Planung des Bodenanschlusses möglich!*
	Angabe Fußbodenniveau innen	Polierplanung / Auftraggeber		
	Angabe über geforderte Barrierefreiheit bzw. zulässige Schwellenhöhe	Auftraggeber / Behördenauflagen	4.3	
	Geplanter Terrassen-/Abdichtungs-aufbau außen (Dammstärke, Belag)	Polierplanung / Auftraggeber	4.4	
	Einbaulage des Tür-/Fenster-elementes: Vordach, Höhe des Türelementes zum Außenbelag: vertiefter oder Regel-Einbau	Polierplanung / Auftraggeber	4.5	
	Festlegung von vorgelagerten Entwässerungsrinnen	Polierplanung / Auftraggeber	4.6	
	Ermittlung der erforderlichen Anschlusshöhen gemäß ÖNORM B 3691/3692	Planer	4.7	
2. Bestimmung der Höhenlage Außen	Festlegung des konkreten Außen-niveaus beim Tür-/ Fensterelement (wird bestimmt durch Terrassen- / Abdichtungsaufbau, Gefalle und Gefällestrecke)	Polierplanung		*Die Höhen sind in die Detailplanung für jede Türe bzw. für den ungünstigsten Fall einzutragen.*
	Bestimmung der Anstauhöhe der regulären Entwässerung (= Anstau-höhe der Gully bei 5-jährigen/5 min Niederschlagsereignis r5/5)	Gewerkübergreifende Detailplanung	4.8	
	Bestimmung der Anstauhöhe des Notüberlaufsystems (= Anstauhöhe der Notüberläufe bei 100-jährigen/ 5 min Niederschlagsereignis r5/100)	Gewerkübergreifende Detailplanung	4.8	

Abbildung 5: Auszug aus der Richtlinie, Tabelle Planungsschritte

Prinzipiell gilt, dass kein Wasser hinter die Abdichtung gelangen darf. Dies wiederum wirft die Frage auf, wie hoch das Wasser überhaupt anstauen darf. In der Richtlinie wurde die maximale Wasseranstauhöhe (max. WAH) wie folgt definiert:
Jene Höhe, bis zu der Wasser kurzfristig an Fenster- und Türelemente angestaut werden kann. Die maximale Wasseranstauhöhe muss mindestens der rechnerischen Anstauhöhe der Notentwässerung, zuzüglich eines Freibordes von mind. 25 mm entsprechen.
(ANMERKUNG: Kurzfristig bedeutet in diesem Zusammenhang jene Zeitspanne, in der ein funktionsfähiges Regelentwässerungssystem (z.B. bei Starkregen, Unwetter) überstaut werden kann.)

Dabei werden zwei Einbausituationen unterschieden. Beim Regeleinbau entspricht die max. WAH der Oberkante der Abdichtung (siehe Abbildung 6).

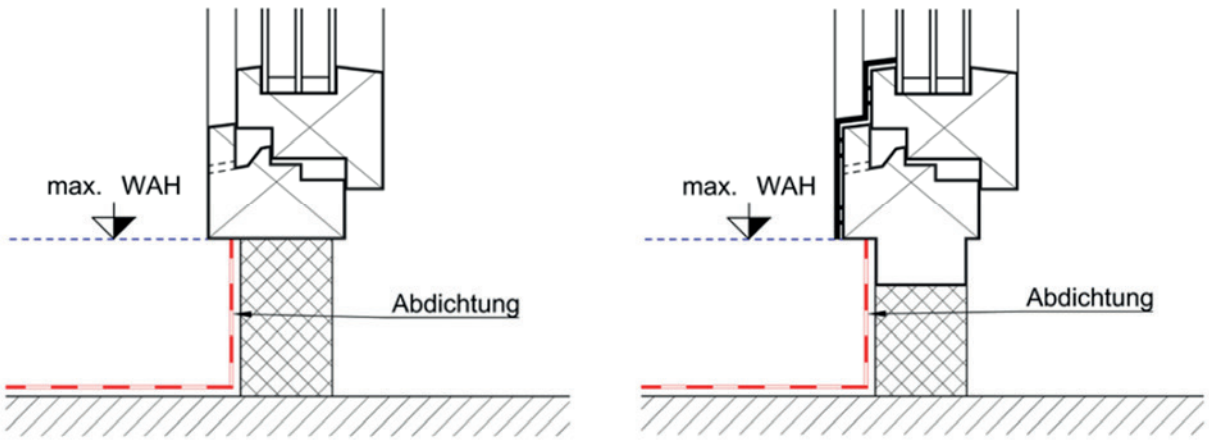


Abbildung 6: Auszug aus der Richtlinie, Prinzipskizze eines Regeleinbaus

(Bodentiefe) Fenster – Anschlüsse und Übergänge

Sylvia Polleres, Holzforschung Austria, Wien

Einleitung

Fenster, Fensterbänke und Türen sind wesentliche Bestandteile der Gebäudehülle, deren Anschlüsse des Öfteren komplexe Schnittstellen ergeben. An moderne Fenster- und Türelemente werden zahlreiche Anforderungen gestellt. Neben höchsten Qualitätsansprüchen an Luft- und Schlagregendichtheit, Windwiderstandsfähigkeit oder Schall- und Wärmeschutz erwarten Nutzer möglichst formschöne und vor allem barrierefreie Übergänge mit großen Glaslichten, schmalen Rahmen und verdeckten Sonnenschutzführungen.

Darüber hinaus werden Fensterkonstruktionen mit immer geringeren Leibungstiefen bis hin zu flächenbündigen Ausführungen eingebaut. Obwohl diese Ausführungen technisch nicht zu befürworten sind, werden sie aufgrund architektonischer Vorgaben in vermehrtem Maße so hergestellt. Oftmals fehlt, aufgrund der architektonischen Entwicklung hin zu Gebäuden ohne jegliche Vordächer, der primäre konstruktive Witterungsschutz. Die Fassaden und somit auch die Fenster erfahren dadurch eine viel intensivere Bewitterung, vergleichbar etwa wie an jene für Sockelanschlüsse. Somit wird an die Elemente und deren Anschlüsse eine hohe Anforderung hinsichtlich des Witterungsschutzes gestellt.

Die Anschlüsse sind nicht nur aufgrund der teils widersprechenden technisch/optischen Anforderungen, sondern auch aufgrund der Beteiligung mehrerer Gewerke und der oftmals nicht parallel ablaufenden Planungsprozesse immer wieder Thema von Konflikten und Diskussionen bei Bauvorhaben. Letztendlich sind unzureichende Planung und Abstimmung der beteiligten Gewerke eine häufige Ursache von Mehrkosten in der täglichen Baupraxis.

Anschlüsse zum Fenster oder zur Fensterbank beinhalten ein hohes Schadenspotential und daher wird von den Planenden und Ausführenden ein hohes Maß an Sorgfalt gefordert. Die Einflussfaktoren für die auftretenden Mängel sind dabei vielfältig. Einer dieser Faktoren ist schlicht das fehlende Bewusstsein, mit welcher umfassenden Bauaufgabe man es zu tun hat.

In Österreich haben sich in den letzten Jahren Arbeitsgemeinschaften aus den unterschiedlichen Gewerken gefunden, die gemeinsam zwei wesentliche Richtlinien erarbeitet haben, um die zuvor beschriebene Situationen am Bau zu verbessern, indem Problempunkte beschrieben, Schnittstellen definiert und abgestimmt wurden. Folgend bzw. im Vortrag wird näher auf die zwei Richtlinien, nämlich die *„Richtlinie Fensterbank für deren Einbau in WDVS- und Putzfassaden in vorgehängten Fassaden sowie für Innenfensterbänke“* sowie die *„Richtlinie Bauwerksabdichtung – Anschluss an bodentiefe Fenster und Türen, Teil 1 und Teil 2“* eingegangen.

Richtlinie Fensterbank für deren Einbau in WDVS- und Putzfassaden in vorgehängten Fassaden sowie für Innenfensterbänke

Die Richtlinie der ARGE Fensterbank ist erstmals im März 2012 erschienen und liegt derzeit seit 2020 in der 4. Ausgabe vor. Ziel der Richtlinie ist es, das Bewusstsein aller an dieser Schnittstelle beteiligten Gewerke zu wecken und Lösungsansätze für Planer, Ausschreibende und Ausführende aufzuzeigen, wobei die angeführten Empfehlungen als Hilfestellungen für den Fensterbankeinbau dienen.

Türrahmen muss entsprechend den Herstellerangaben stauwasserdicht ausgeführt werden.

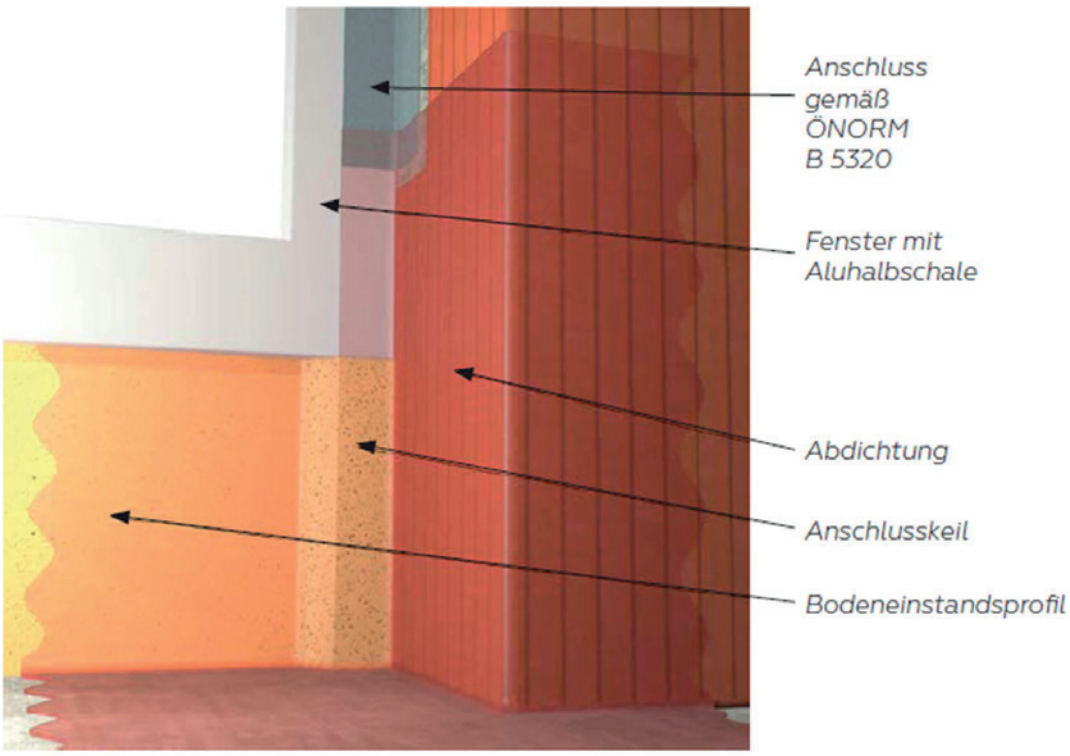


Abbildung 7: Auszug aus der Richtlinie, Prinzipskizze eines Anschlusses mit Anschlusskeil

Sowohl die „Fensterbankrichtlinie“ als auch die „Bauwerksabdichtungsrichtlinie“ sind kostenfrei unter www.dataholz.eu (https://www.dataholz.eu/anwendungen/technische-broschueren-literatur.htm) bzw. unter www.fenstereinbau.info abrufbar.

DI Sylvia Polleres
Holzforschung Austria, Bereichsleiterin Holzhausbau
Franz Grill-Straße 7
1030 Wien
s.polleres@holzforschung.at

Notizen...

4

Abdichtungen bei Loggien inkl. Anschlüsse und Überläufe – ein Praxisbericht

Kai Köhler, M. Eng.
ö.b.u.v. SV, Wermelskirchen

Vita

Kai Köhler, M.Eng.

Jahrgang 1975, nach mittlerer Reife Ausbildung zum Zimmerer und Teilnahme am Bundesleistungswettbewerb der Handwerksjugend (Landessieger NRW 1994)

1995 Fachoberschule für Bautechnik in Köln

Zimmerermeister und Restaurator im Zimmererhandwerk 1998, Bubiza Kassel

Dachdeckermeister 1999, Bubiza Kassel

Firmengründung als Zimmerei 1998, 1999 Erweiterung um die Dachdeckerei

2001 Sachkundiger/Sachverständiger für Holzschutz am Bau

2007 Sachverständiger für die Bewertung von Schimmelpilzschäden (TÜV)

2009 öffentliche Bestellung als Sachverständiger für das Zimmererhandwerk

2013 öffentliche Bestellung als Sachverständiger für das Dachdeckerhandwerk

Studium der Ingenieurwissenschaften an der Hochschule Kaiserslautern, Abschluss Master of Engineering

Seit 2009 parallel zum Handwerksbetrieb ein Sachverständigenbüro, seit 2015 fast ausschließliche Tätigkeit als Sachverständiger

Nutzungsrecht Seminarunterlagen

Die Vorträge sind urheberrechtlich geschützt. Das Urheberrecht liegt ausschließlich beim Autor.
Die vollständige, auszugsweise Vervielfältigung, Weitergabe oder Veröffentlichung ist nicht gestattet. Dies gilt auch für das einspeichern in digitale Medien sowie Weitergabe z. B. als Seminarunterlage oder Kopiervorlage.

Haftungsausschluss

Die vorliegenden Unterlagen wurden mit größtmöglicher Sorgfalt und nach Besten Wissen und Gewissen zusammengestellt. Da der Fehler bekanntlich im Detail steckt, kann keine Gewähr
für die Vollständigkeit und Richtigkeit der Angaben übernommen werden.

Eine Haftung des Autors für unsachgemäße, unvollständige oder nicht richtige Angaben und sämtlicher daraus resultierender Schäden jedweder Art wird grundsätzlich ausgeschlossen.

Kai Köhler – Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger

Büschhausen 6, 42929 Wermelskirchen

Tel. +49 (0) 21 96 / 73 21 59, Mail: info@holzbau-koehler.de, web: www.kai-koehler.de

ABDICHTUNGEN BEI LOGGIEN INKL. ANSCHLÜSSE UND ÜBERLÄUFE – EIN PRAXISBERICHT

Kai Köhler, M.Eng., Fulda 24. März 2023

1. Die Vorgeschichte

Am Anfang steht der „Murks“…

1. Die Vorgeschichte

3

Am Anfang steht der „Murks“…

1. Die Vorgeschichte

4

Am Anfang steht der „Murks“…

1. Die Vorgeschichte

5

Am Anfang steht der „Murks“…

1. Die Vorgeschichte

6

Am Anfang steht der „Murks“…

1. Die Vorgeschichte

7

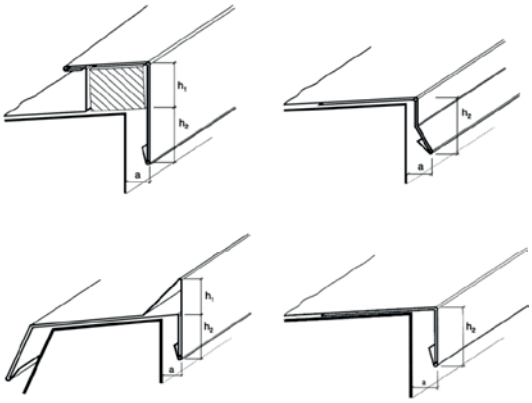
Am Anfang steht der „Murks“…

1. Die Vorgeschichte

8

Am Anfang steht der „Murks“…

Fachregel Metallarbeiten Dachdecker-handwerk, Abkantungs-höhe min. 80 mm



h_1 = Aufkantung
h_2 = Abkantung
a = Tropfabstand

Mindest-Auf-/Abkanthöhen, Mindest-Tropfkantenabstand

Gebäudehöhe m	a */ ** / *** mm	h_2 mm	h_1 mm
< 8	20	50	mind. 25
8 – 20		80	
> 20		100	

* Bei Verwendung von Kupfer wird empfohlen, einen größeren Tropfkantenabstand auszuführen. Verunreinigungen durch abtropfendes Wasser sind nicht gänzlich zu vermeiden.
** Bei Putzfassaden / Wärmedämmverbundsystemen wird empfohlen, den Überstand der Tropfkante zum fertigen Oberputz nach DIN EN 13914-1 mit mindestens 40mm, unter Berücksichtigung zulässiger Toleranzen (nach DIN 18202), auszuführen.
*** siehe 6.3.1 (1)

1. Die Vorgeschichte

9

Am Anfang steht der „Murks“…

1. Die Vorgeschichte

10

Am Anfang steht der „Murks“…

1. Die Vorgeschichte

11

Am Anfang steht der „Murks“…

1. Die Vorgeschichte

12

Am Anfang steht der „Murks“…

1. Die Vorgeschichte

13

Am Anfang steht der „Murks“…

1. Die Vorgeschichte

14

Am Anfang steht der „Murks“…

1. Die Vorgeschichte

15

Am Anfang steht der „Murks“…

1. Die Vorgeschichte

16

Am Anfang steht der „Murks“…

1. Die Vorgeschichte

17

Am Anfang steht der „Murks“…

1. Die Vorgeschichte

18

Am Anfang steht der „Murks“…

1. Die Vorgeschichte

19

Am Anfang steht der „Murks“…

1. Die Vorgeschichte

20

Am Anfang steht der „Murks“…

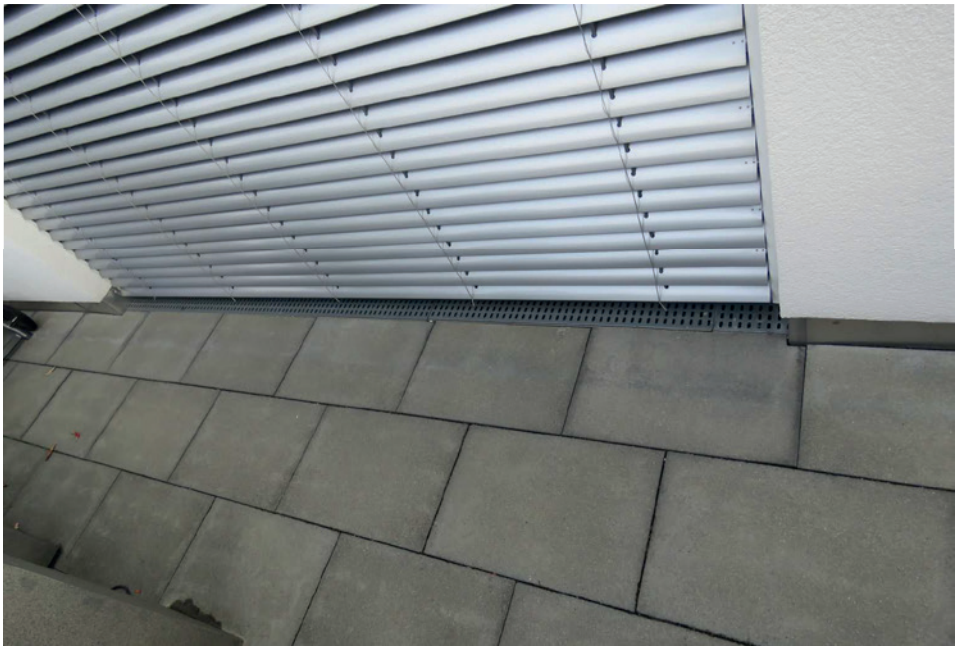
Das Nachbarhaus ist auch nicht besser dran…

1. Die Vorgeschichte

21

Am Anfang steht der „Murks“…

Rost ja, aber kein „Stichkanal“...



1. Die Vorgeschichte

22

Am Anfang steht der „Murks“…

Rost ja, aber kein „Stichkanal“...

1. Die Vorgeschichte

23

Am Anfang steht der „Murks“…

Rost ja, aber kein „Stichkanal“…

1. Die Vorgeschichte

4

Am Anfang steht der „Murks“…

1. Die Vorgeschichte

25

Am Anfang steht der „Murks“…

Nass durch und durch…

1. Die Vorgeschichte

26

Am Anfang steht der „Murks“…

Die Balkon-entwäserung, alles an „ein Rohr“…

1. Die Vorgeschichte

27

Am Anfang steht der „Murks“…

Nass durch und durch…

1. Die Vorgeschichte

28

Am Anfang steht der „Murks“…

Wenn schon Kleber dann bitte richtig;

Flachdach-Richtlinie; „Tabelle 1“ min. 4 Streifen PU-Kleber/m², abhängig vom Bereich, bis 25 m Gebäudehöhe

1. Die Vorgeschichte

29

Am Anfang steht der „Murks“…

Wo ist der Voranstrich…?

1. Die Vorgeschichte

30

Am Anfang steht der „Murks“…

Wo ist der Voranstrich…?

Und ist das eine Dampfsperre …?

1. Die Vorgeschichte

31

Am Anfang steht der „Murks“…

Anschlüsse nicht vorgestrichen und angeschweißt …

1. Die Vorgeschichte

32

Am Anfang steht der „Murks“…

Anschlüsse nicht vorgestrichen und angeschweißt …

1. Die Vorgeschichte

33

Am Anfang steht der „Murks“…

Unterwegs ein „Stresstest“ für die alte Dampfsperre, ein paar Tage Regen…

1. Die Vorgeschichte

34

Am Anfang steht der „Murks“…

Voranstrich Fehlanzeige…

1. Die Vorgeschichte

35

Am Anfang steht der „Murks“…

Voranstrich Fehlanzeige…

1. Die Vorgeschichte

36

Am Anfang steht der „Murks“…

Ein „Pilzschaden“ ohne Holz…

Aus einem Ursprung heraus wachsendes Pilzmycel…

2. Die „Heilung“

37

Eines vorweg…

- Es handelt sich um ein Bestandsgebäude
- Die baulichen Gegebenheiten sind wie sie waren
- Es sollten keine größeren Umbaumaßnahmen für ggf. notwendige technische Ergänzungen erfolgen; z.B. zusätzliche Entwässerungsstränge im Erdreich (Thema Balkonentwässerung)
- Der Bauherr gab die „Marschroute“ vor

2. Die „Heilung“

38

von unten an neu…

-Dampfsperre

2. Die „Heilung“

39

Das Thema mit dem Platz…

2. Die „Heilung“

40

Dämmung verlegt und die Unterlagsbahn folgt…

2. Die „Heilung“

41

Oberlage verlegen…

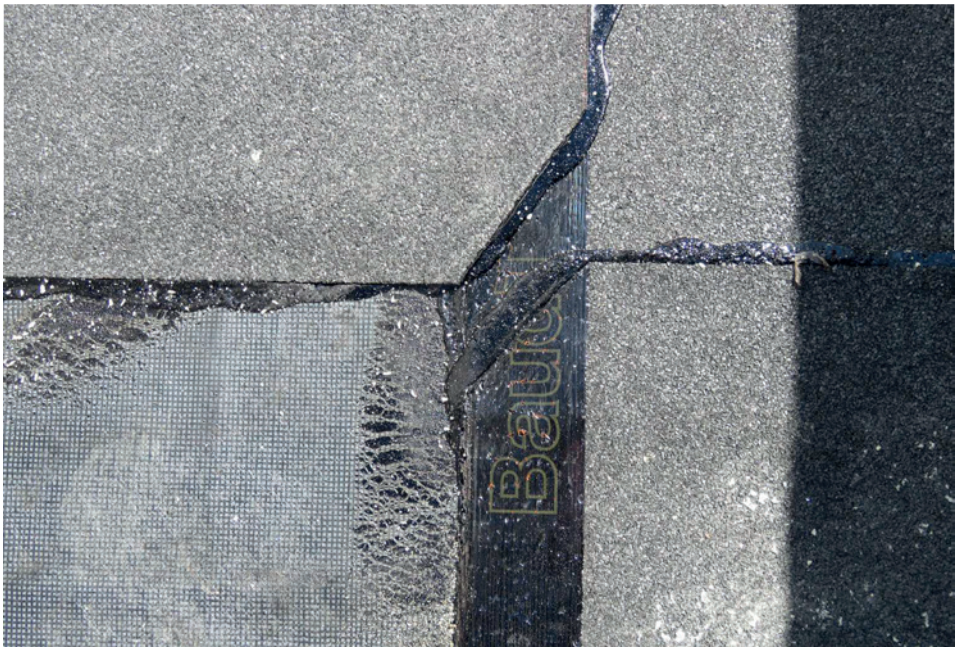
2. Die „Heilung“

42

Oberlage verlegen…

Die Details; Schrägschnitt in der Oberlage

Vergl. Flachdach-richtlinie, 3.6.2.2 (12)



2. Die „Heilung“

43

Anschlüsse aus Gründen der „handwerk-lichen“ Sorgfalt in Flüssigkunstoff ausgeführt

2. Die „Heilung“

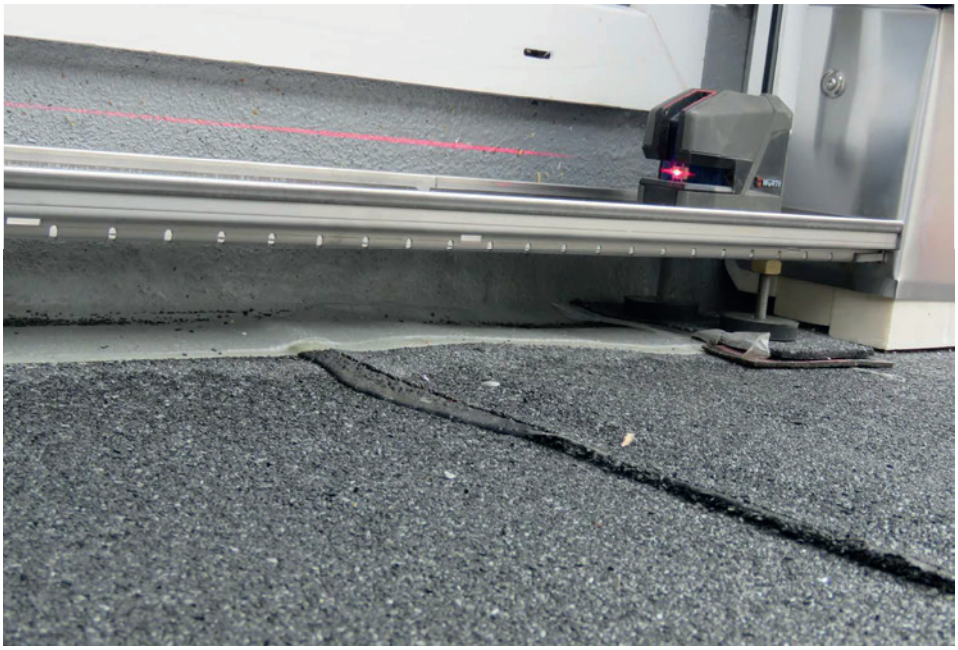
44

„Einmessen“ der Notüberläufe

2. Die „Heilung“

45

„Einmessen“ der Notüberläufe



2. Die „Heilung“

46

Notüberlauf im Montage-zustand

2. Die „Heilung“

47

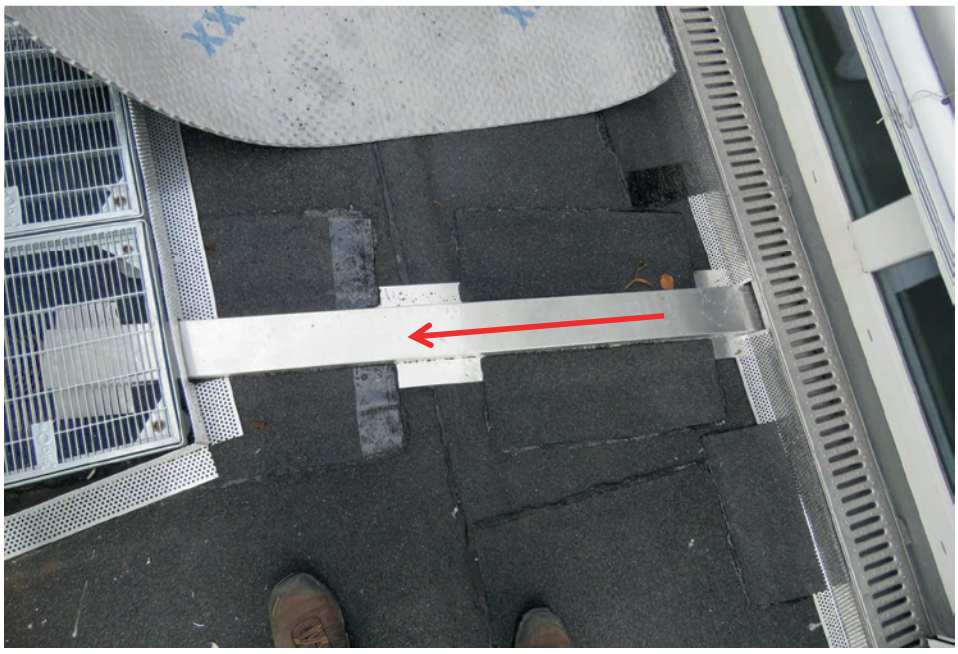
Einbau „Schacht-rahmen“ bzw. Revisions-öffnung auf OK Plattenbelag

2. Die „Heilung“

48

Stichkanal zwischen Rost und Entwässerung

Vergl. Flachdach-richtlinie 4.4 Anschlüsse an Türen (2)

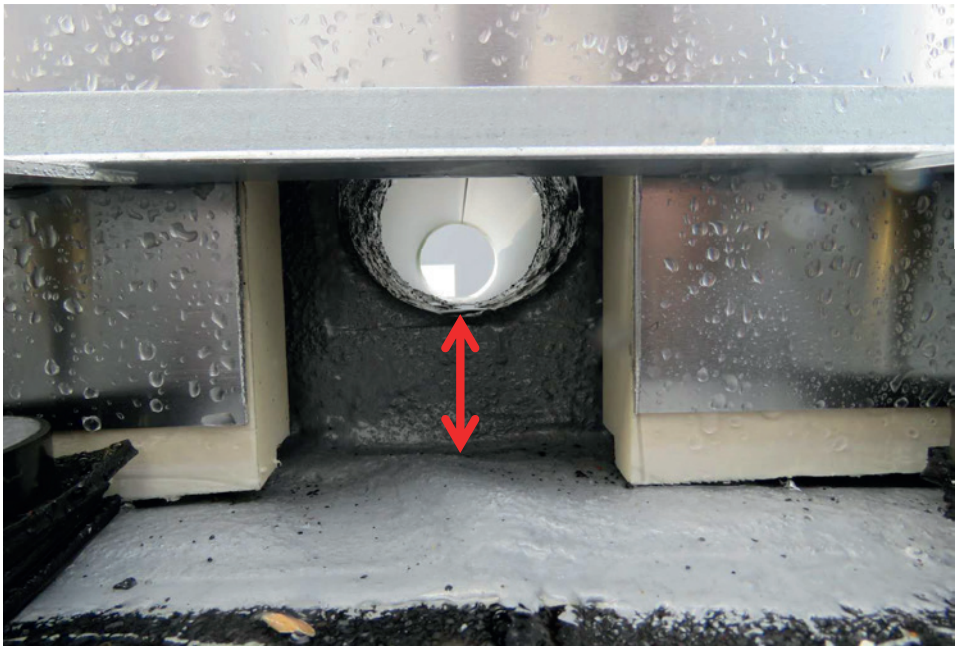


2. Die „Heilung“

49

Notentwäs-serung „verschwindet optisch“ hinter Wand-anschluss und unter Belag

- UK Not-entwässerung = OK max. Anstauhöhe Hauptentwäss-erung

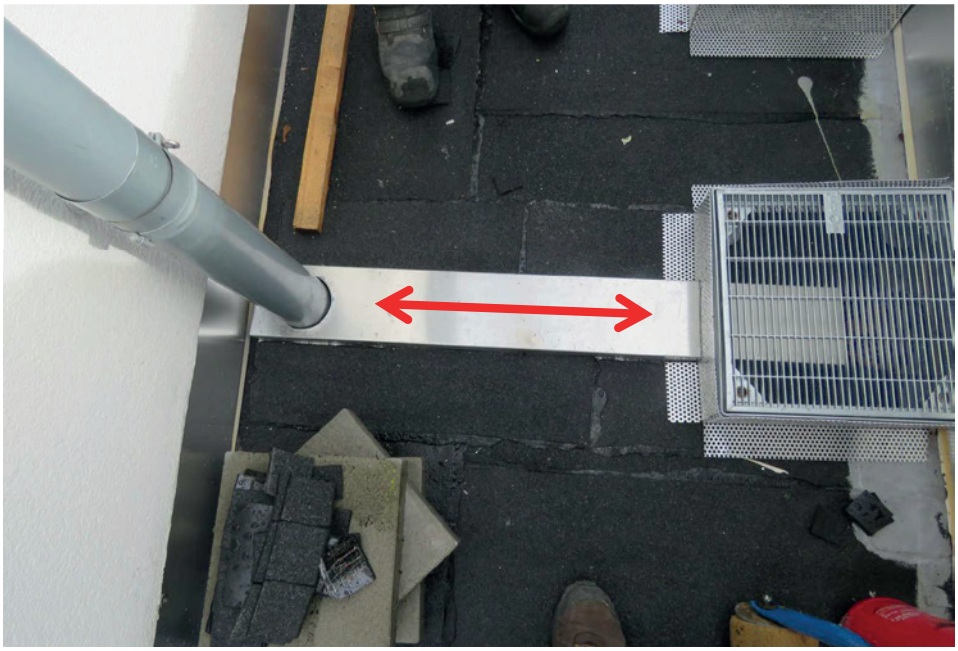


2. Die „Heilung“

50

Kaskaden-entwässerung des höher liegenden Flachdaches über die Dachterrasse,

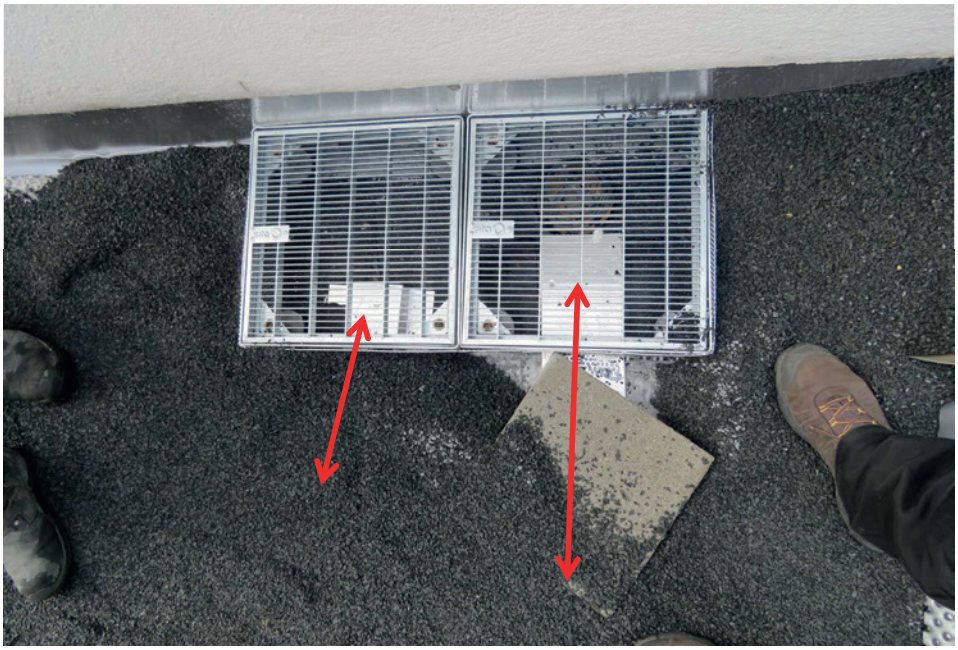
Entwässerungs-kanal verschwindet im Splitt…



2. Die „Heilung“

51

Stichkanal Rost vor Balkontür und Kaskaden-entwässerung münden jeweils im Revisions-schacht unmittelbar vor dem Flachdach-ablauf



2. Die „Heilung“

52

Endlich „Meter machen“…

Drainmatte als Oberflächen-schutz der Abdichtung und gegen Stauwasser auf selbiger…

2. Die „Heilung“

53

Plattenbelag verlegen…

2. Die „Heilung“

54

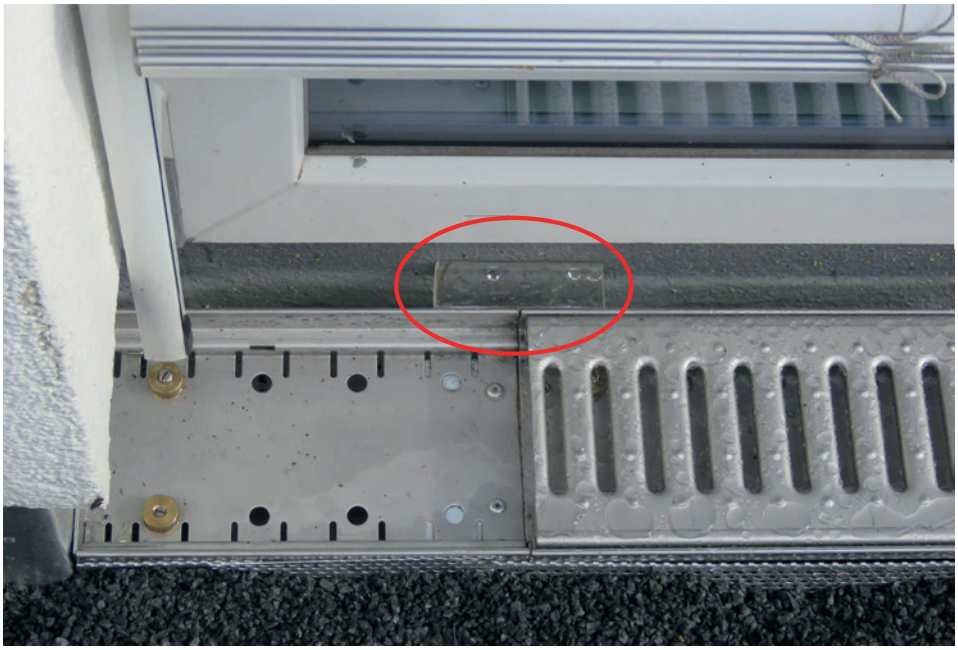
Fast fertig…

2. Die „Heilung“

55

Noch ein Detail…

Distanzklötze, damit das Rost bleibt wo es ist…



2. Die „Heilung“

56

Noch ein Detail…

Distanzklötze, damit das Rost bleibt wo es ist…,

Fertig abgedeckter Spalt…

VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!

Kai Köhler, M.Eng. Fulda 24. März 2023

Notizen...

Notizen...

5

Feuchtemessung in und an Bauteilen, welche Verfahren gibt es und worauf gilt es zu achten

Karl-Heinz Weinisch
IQUH GmbH, Weikersheim

Vita

Karl-Heinz Weinisch

Bausachverständiger für Innenraumhygiene

1977	Abitur
1978 – 1984	Studium der Uni Mannheim Rechts-, Politik-, Wirtschafts- und Erziehungswissenschaften
1984	Gründung eines Ökologischen Baustoffhandels mit Handwerksbetrieb
1994	Geschäftsführung Ökologisches BauZentrum, ÖBZ Weikersheim, Baustoffhandel + Schlüsselfertige Holzbauweise
2002	Lehrgangsentwickler und Dozent für den Lehrgang „Bauen mit nachwachsenden Rohstoffen“, FNR und Handwerkskammer Münster, gefördert vom BMVEL
2005	Lehrgangsentwicklung und Gründung Bundesverband Bauberater kdR für Baudienstleiter und Handwerker
2006	Gründung des Inst. F. Qualitätsmanagement u. Umfeldhygiene, Gebäude- und ‚Produktprüfungen, Bausachverständigenwesen, Mitwirkung bei Holzbauforschungen bzgl. Feuchte- und Emissionsprüfungen (www.iquh.de)
2007	Betreuung/Prüfung von Diplomarbeit „Europäisches Umwelt- und Gefahrstoffrecht“ - FH Umweltwissenschaften, Hannover
ab 2007	Geruchsprüfung im Bauwesen – Schulungsangebote
2009	Organisation der „Kalktage“ mit dem Stuckateurverband Bad. Württ.. Positivliste Kalkprodukte für Innenräume
2010	EDV gestützte Bauproduktbewertungen bzgl. VOC Emissionen in der Schweiz/Holzbauverband VGQ
seit 2012	Sachkundelehrgang: Holzbau - Qualitätskoordinator im DHV, Ostfildern
2016	Teilnahme Brüssel Normenausschuss „Standardisation Technical Committee (TC) CEN/TC351 WG 2“
2017	Vorträge und Veröffentlichungen „Lösungswege bei Emissions- und Feuchteproblemen im Holzbau“ (www.holz-und-raumluft.de)
ab 2018	Forschungsunterstützung bei Prof. Meyer, FH Biel – Messstudie: „Reduzierung natürlicher Holzemissionen durch Beschichtungstechniken“ und Messstudie in Salzburg/Hallein in mehrstöckigem Verwaltungsgebäude, IQUH und TUM Lehrstuhl S. Winter
2019	Lehrgangsentwicklung „Raumklimaberater“ im Kommunikationszentrum Ausbau und Fassade, Stuttgart/Rutesheim – KOMZET
ab 2020	Forschungsprojekt Waldmünchen, IQUH/ TUM Lehrstuhl Prof. S. Winter „Bauphysik im Holzbau, Raumluft- und Raumklimaqualität“.

Karl-Heinz Weinisch l IQUH GmbH, Deutschordenstr. 4/3, 97990 Weikersheim
Tel. + 49 7934 91210, Mail: weinisch@iquh.de, web: https://www.iquh.de

Feuchtemessung in und an Bauteilen, welche Verfahren gibt es und worauf gilt es zu achten

Karl-Heinz Weinisch, Sachverständiger für Innenraumhygiene
IQUH GmbH
Weikersheim, Deutschland

Co-Autor
Robert Simon, Dipl.-Ing. FH (Holztechnik)

1. KONFLIKTFALL BAUFEUCHTE 4

1.1. Wer haftet bei Feuchteproblemen während der Bauphase? 4

1.2. Normen und Richtlinien 5

1.3. Ursachen von Bauteilauffeuchtungen 5

1.4. Feuchte und Quellensuche 7

1.5. Feuchteproblem führt zu Pilzbefall 7

1.6. Ist jeder Pilzbefall grundsätzlich ein Mangel? 8

1.7. Zielvereinbarungen für die Holzfeuchte 9

2. LÖSUNGSANSATZ BEI FEUCHTE- UND PILZPROBLEMEN 9

2.1. Material- und Holzfeuchte-Messgeräte 11

2.2. Unterschiedliches Feuchteverhalten von Materialien 16

2.3. Werkstoffverhalten bei unterschiedlichen Klimawerten 16

2.4. Schimmelpilzbewertung während der Bauzeit 19

2.5. Schimmelpilzanalytik als Freimessung 21

2.6. Mykotoxine und Geruch 22

2.7. Bestandsaufnahme – Vorgehensweise 22

3. AUSSICHTEN 28

4. ANLAGEN 29

4.1. Literaturverzeichnis 29

4.2. Normenverzeichnis 29

1. Konfliktfall Baufeuchte

Das Bauen mit Holz wird aktuell gefördert und trägt zum Klimaschutz bei. Je höher die Gebäude werden, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass unverhofft Regenwasser in die Bauteile eindringen kann. Durch Unachtsamkeiten nehmen Leitungsleckagen und Abdichtungsfehler zu. Hinzu kommt, dass öffentliche und private Auftraggeber immer kritischer gegenüber jeder Art von Pilzbefall eingestellt sind, selbst wenn es sich im Rohbaubereich nur um einen Befall mit problemlos zu beseitigenden Oberflächenpilzen handelt. Hinweise bezogen auf leichte Material- und Farbveränderungen durch Wetter- oder Trocknungseinflüsse und die nötigen Feuchteschutzmaßnahmen sollten daher schon am Anfang der Bauplanung mit Bauherrschaften kommuniziert werden.[1] Eine Gütesicherung oder Qualitätsüberwachung durch bau- und holzbauerfahrene Sachverständige um derartige Baukonflikte einvernehmlich schlichten zu können, bevor sie vor Gericht enden, wird immer wichtiger.
Für die Fertigstellung eines massiv gebauten Einfamilienhauses werden bis 10.000 Liter Wasser benötigt, bei Holz- oder Holzhybridbauweise (mit- und ohne Keller) entsprechend weniger. Die meiste Flüssigkeit kommt nach dem Stein- oder Betonbau mit eingegossenem Fußbodenbelag (Estrich) und mit dem Innenputz in den Bau. Die Wassermengen dunsten nur langsam aus. Ein Ziegelrohbau hat eine Trocknungszeit bis zu 12 Monate, um vollständig durchzutrocknen, Beton mehr als das doppelte. Die ausreichende natürliche Trocknung kann durch Unwetter, Abdicht- und Leitungsschäden oder Putz- und Estricharbeiten verzögert werden. Sobald Dach und Fenster den Luftzug erschweren, sollte der Neubau entfeuchtet, belüftet und beheizt werden, andernfalls können reklamationsträchtige Entsalzungen, Materialkorrosionen, Gerüche und Pilzwachstum entstehen. Durch die Vorfertigung der Holzbauteile in trockenen Montagehallen und durch regensichere Schutzfolien während des Transports und während des Aufbaus im Holzbau können die gelieferten Bauteile fürs Erste optimal vor Wettereinflüssen geschützt werden. Schon wegen Kondensatfeuchte und drohendem Pilzbefall sollte für Dämm-, Holz- und Gipswerkstoffe eine besondere Achtsamkeit bestehen. Deshalb sind stichprobenartige Holz- und Bauteilfeuchtemessungen während der Transport- und Bauzeit bis zur Bauabnahme empfehlenswert. Feuchteprotokolle entlasten den Holzbaubetrieb im unverschuldeten Schadensfall.

Folgende Maßnahmen haben sich zur Prävention bewährt:

- Messgeräte für den Feuchte- und Temperaturverlauf nach dem Aufstellen installieren und die Werte protokollieren.
- Vorbeugend und bedarfsgerecht auf Be- und Entlüftung achten, besonders nach der Verarbeitung von Putzen oder Estrichen.
- Vorbeugend vor dem Wochenende, vor den Ferien oder bei Baustillstand den Bauleiter, Vorarbeiter oder Arbeitgeber über die Notwendigkeit einer ausreichenden Be- und Entlüftung und Feuchteabfuhr informieren.
- Möglicherweise müssen Trocknungsgeräte und Ventilatoren rechtzeitig auf die Baustelle mitgenommen werden.
- Bei Entdeckung von Feuchtespuren vorsorglich eine Pilzbekämpfung durchführen, damit der überall anzutreffende Sporenstaub nicht anwachsen kann.
- Bei sichtbarem Pilzbefall sofort handeln und diesen entfernen, Schutzmaßnahmen beachten. Schimmel bekämpfende Mittel (Wasserstoffperoxid 11,9 %) immer vor- und bereithalten.

1.1. Wer haftet bei Feuchteproblemen während der Bauphase?

Grundsätzlich sind alle Baubeteiligten für eine trockene Baustelle verantwortlich. Wird ein Feuchteproblem im laufenden Bauablauf festgestellt, sollten unverzüglich alle Haftpflichtversicherungen von allen infrage kommenden Gewerken benachrichtigt werden, möglicherweise zusätzlich die Bauleiter- und Bauherrenhaftpflicht. Wird der Hausbau von einem Bauträger bzw. Generalunternehmer durchgeführt, ist dieser an erster Stelle verantwortlich für alle Subunternehmen. Anfallende Prüf- oder Trocknungskosten trägt der Bauunternehmer

[1] Die Maßnahmen zum Schutz des Holzes sind gemäß Normenreihe DIN 68800 durchzuführen. Nach allen einschlägigen Fachregeln und Normen des Holzbaus ist das Konstruktionsholz mit einer Feuchte von maximal 20% einzubauen. Die CE-Kennzeichnung des Konstruktionsholzes ist erforderlich. Erstrangig sind die baulichen Maßnahmen nach Teil 2 sicherzustellen und ein chemischer Holzschutz ist nach Möglichkeit zu vermeiden.

bzw. „Generalübernehmer“, außer eine der Haftpflichtversicherungen erkennt die Schuld- und Kostenübernahme ihres Klienten an. Sind Feuchteschutzmaßnahmen konkret im Leistungsverzeichnis beschrieben, sind die Verantwortlichkeiten und Pflichten während der Bauphase festgelegt.

1.2. Normen und Richtlinien

Beim Ingenieurholzbau werden Einbaufeuchten von 15±3 % vorgeschlagen. Schon eingebaute Holzbauteile, die Feuchtegehalte oberhalb des Fasersättigungsbereiches aufweisen, sollten fachgerecht technisch getrocknet werden (in Anlehnung an DIN 68800-1: 2011-10, Abschnitt 3.20: Quelle s. Anhang). Holzbauteile, die während der Bauphase auffeuchten, jedoch wieder ohne Unregelmäßigkeiten (Form, Farbe, Pilze) rücktrocknen können, stellen nach der Rücktrocknung keinen Mangel dar. Hierbei muss den jeweiligen zuständigen Betrieben die Möglichkeit zur Nachbesserung ihres Gewerkes gegeben werden. Schimmelpilzvorkommen während der Bauzeit sind als hygienisches Problem zu betrachten und sollten nutzungsklassenabhängig (Nutzungsklasse 3 + 4) und fachgerecht beseitigt werden (UBA Schimmelpilzleitfaden, 2017: Quelle s. Anhang). Im Nutzungszustand müssen Mängel und Schäden infolge Schimmelpilzbefall in Innenräumen (Nutzungsklasse 1 + 2) aufwändiger saniert werden.
Holzverfärbende Pilze zeigen sich als Unregelmäßigkeiten durch eine unterschiedliche und unbeabsichtigte Verfärbung. Wenn der verfärbte Bereich des Holzes wieder trocken (<20 %) ist und Pilzflecken beseitigt wurden, besteht kein Mangel, anders als bei größerem Schimmelpilzbefall oder Holzzerstörern. Sollten vertragliche Vereinbarungen zu Unregelmäßigkeiten wie „Holzbläue“ bestehen, sind diese entsprechend einzuhalten. Nach Schimmelsanierungen sollten Raumluftuntersuchungen gem. der Normenreihe DIN EN ISO 16000 oder WTA 4-12-16/D zur Qualitätskontrolle der Sanierungsarbeiten durchgeführt werden. (s. Anhang)

1.3. Ursachen von Bauteilauffeuchtungen

Bauunternehmer stehen oft unter Zeitdruck: zukünftige Bewohner haben die alte Wohnung gekündigt und wollen schnell umziehen. Vermehrt sind Bauprojekte selbst in den Sommermonaten durch Unwetter gefährdet. Ideal sind Ausschreibungen, in denen der vorsorgliche Wetterschutz ausreichende und rechtzeitige Schutzmaßnahmen vorsieht und der Bauzeitenplan wetter- und herstellerbezogene Trocknungszeiten für feucht eingebrachte Bauprodukte berücksichtigt.
Selbst bei gewissenhafter Planung und Ausführung kann es nach Fertigstellung zu einem Wassereintritt, Leitungsschäden oder zu einer Auffeuchtung durch Undichtigkeiten kommen. Deshalb ist besonders im Holzbau eine kontinuierliche Vor-Ort-Prüfung des Wetterschutzes, der Anschlusstechnik (Fenster, Türen, Sockel usw.), der Luftdichtheit und des Feuchtegehaltes der Hölzer und Holzwerkstoffe zu empfehlen, um im Streitfall entlastende Protokolle vorlegen zu können. Gleich beim Feststellen von erhöhten Holzfeuchtewerten ist es ratsam, auf den betroffenen Stellen ein mögliches Pilzwachstum mit geeigneten Mitteln vorsorglich zu bekämpfen.

Einige Ursachen für Feuchteschäden/-mängel:

- Wettereinfluss
- Feuchtequellen wie Putz, Estrich, Mörtel und Beton
- Wassergehalt in Lack, Farbe, Mörtel, Leim
- Winterbaustelle mit Bauteil-Wärmebrücken (Kondensatfeuchte)
- Unangepasste Lüftung und Heizung
- Zu- und Abwasserleitungsschäden
- Ungeschützte Mauerkrone
- Mangelhafte Dachentwässerung, Gebäudeabdichtung
- Ungeschützte Fassadenanschlüsse und Wärmedämmung
- Ignorieren von Trocknungszeiten der Hersteller
- Havarien (Grundwasseranstieg, Überschwemmung, Unwetter)
- Bauphysikalisch mangelhafte Planung/Ausführung der Außenhülle etc.

1. Konfliktfall Baufeuchte

Das Bauen mit Holz wird aktuell gefördert und trägt zum Klimaschutz bei. Je höher die Gebäude werden, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass unverhofft Regenwasser in die Bauteile eindringen kann. Durch Unachtsamkeiten nehmen Leitungsleckagen und Abdichtungsfehler zu. Hinzu kommt, dass öffentliche und private Auftraggeber immer kritischer gegenüber jeder Art von Pilzbefall eingestellt sind, selbst wenn es sich im Rohbaubereich nur um einen Befall mit problemlos zu beseitigenden Oberflächenpilzen handelt. Hinweise bezogen auf leichte Material- und Farbveränderungen durch Wetter- oder Trocknungseinflüsse und die nötigen Feuchteschutzmaßnahmen sollten daher schon am Anfang der Bauplanung mit Bauherrschaften kommuniziert werden.[1] Eine Gütesicherung oder Qualitätsüberwachung durch bau- und holzbauerfahrene Sachverständige um derartige Baukonflikte einvernehmlich schlichten zu können, bevor sie vor Gericht enden, wird immer wichtiger.
Für die Fertigstellung eines massiv gebauten Einfamilienhauses werden bis 10.000 Liter Wasser benötigt, bei Holz- oder Holzhybridbauweise (mit- und ohne Keller) entsprechend weniger. Die meiste Flüssigkeit kommt nach dem Stein- oder Betonbau mit eingegossenem Fußbodenbelag (Estrich) und mit dem Innenputz in den Bau. Die Wassermengen dunsten nur langsam aus. Ein Ziegelrohbau hat eine Trocknungszeit bis zu 12 Monate, um vollständig durchzutrocknen, Beton mehr als das doppelte. Die ausreichende natürliche Trocknung kann durch Unwetter, Abdicht- und Leitungsschäden oder Putz- und Estricharbeiten verzögert werden. Sobald Dach und Fenster den Luftzug erschweren, sollte der Neubau entfeuchtet, belüftet und beheizt werden, andernfalls können reklamationsträchtige Entsalzungen, Materialkorrosionen, Gerüche und Pilzwachstum entstehen. Durch die Vorfertigung der Holzbauteile in trockenen Montagehallen und durch regensichere Schutzfolien während des Transports und während des Aufbaus im Holzbau können die gelieferten Bauteile fürs Erste optimal vor Wettereinflüssen geschützt werden. Schon wegen Kondensatfeuchte und drohendem Pilzbefall sollte für Dämm-, Holz- und Gipswerkstoffe eine besondere Achtsamkeit bestehen. Deshalb sind stichprobenartige Holz- und Bauteilfeuchtemessungen während der Transport- und Bauzeit bis zur Bauabnahme empfehlenswert. Feuchteprotokolle entlasten den Holzbaubetrieb im unverschuldeten Schadensfall.

Folgende Maßnahmen haben sich zur Prävention bewährt:

- Messgeräte für den Feuchte- und Temperaturverlauf nach dem Aufstellen installieren und die Werte protokollieren.
- Vorbeugend und bedarfsgerecht auf Be- und Entlüftung achten, besonders nach der Verarbeitung von Putzen oder Estrichen.
- Vorbeugend vor dem Wochenende, vor den Ferien oder bei Baustillstand den Bauleiter, Vorarbeiter oder Arbeitgeber über die Notwendigkeit einer ausreichenden Be- und Entlüftung und Feuchteabfuhr informieren.
- Möglicherweise müssen Trocknungsgeräte und Ventilatoren rechtzeitig auf die Baustelle mitgenommen werden.
- Bei Entdeckung von Feuchtespuren vorsorglich eine Pilzbekämpfung durchführen, damit der überall anzutreffende Sporenstaub nicht anwachsen kann.
- Bei sichtbarem Pilzbefall sofort handeln und diesen entfernen, Schutzmaßnahmen beachten. Schimmel bekämpfende Mittel (Wasserstoffperoxid 11,9 %) immer vor- und bereithalten.

1.1. Wer haftet bei Feuchteproblemen während der Bauphase?

Grundsätzlich sind alle Baubeteiligten für eine trockene Baustelle verantwortlich. Wird ein Feuchteproblem im laufenden Bauablauf festgestellt, sollten unverzüglich alle Haftpflichtversicherungen von allen infrage kommenden Gewerken benachrichtigt werden, möglicherweise zusätzlich die Bauleiter- und Bauherrenhaftpflicht. Wird der Hausbau von einem Bauträger bzw. Generalunternehmer durchgeführt, ist dieser an erster Stelle verantwortlich für alle Subunternehmen. Anfallende Prüf- oder Trocknungskosten trägt der Bauunternehmer

[1] Die Maßnahmen zum Schutz des Holzes sind gemäß Normenreihe DIN 68800 durchzuführen. Nach allen einschlägigen Fachregeln und Normen des Holzbaus ist das Konstruktionsholz mit einer Feuchte von maximal 20% einzubauen. Die CE-Kennzeichnung des Konstruktionsholzes ist erforderlich. Erstrangig sind die baulichen Maßnahmen nach Teil 2 sicherzustellen und ein chemischer Holzschutz ist nach Möglichkeit zu vermeiden.

bzw. „Generalübernehmer“, außer eine der Haftpflichtversicherungen erkennt die Schuld- und Kostenübernahme ihres Klienten an. Sind Feuchteschutzmaßnahmen konkret im Leistungsverzeichnis beschrieben, sind die Verantwortlichkeiten und Pflichten während der Bauphase festgelegt.

1.2. Normen und Richtlinien

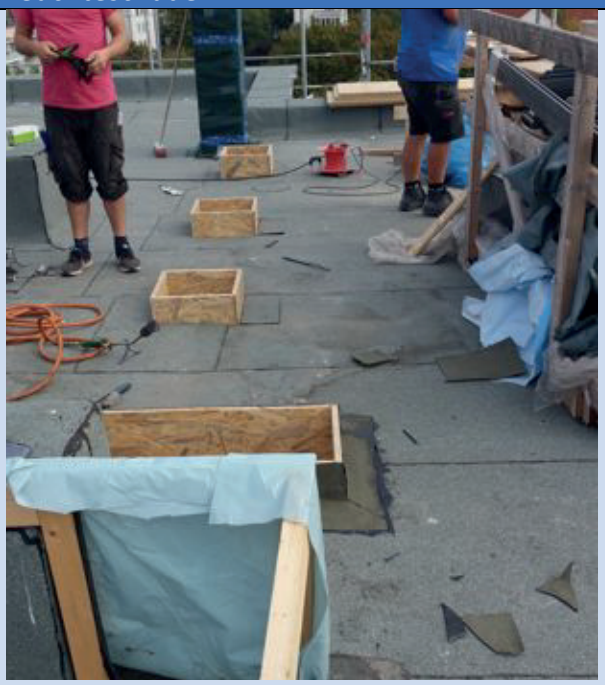
Beim Ingenieurholzbau werden Einbaufeuchten von 15±3 % vorgeschlagen. Schon eingebaute Holzbauteile, die Feuchtegehalte oberhalb des Fasersättigungsbereiches aufweisen, sollten fachgerecht technisch getrocknet werden (in Anlehnung an DIN 68800-1: 2011-10, Abschnitt 3.20: Quelle s. Anhang). Holzbauteile, die während der Bauphase auffeuchten, jedoch wieder ohne Unregelmäßigkeiten (Form, Farbe, Pilze) rücktrocknen können, stellen nach der Rücktrocknung keinen Mangel dar. Hierbei muss den jeweiligen zuständigen Betrieben die Möglichkeit zur Nachbesserung ihres Gewerkes gegeben werden. Schimmelpilzvorkommen während der Bauzeit sind als hygienisches Problem zu betrachten und sollten nutzungsklassenabhängig (Nutzungsklasse 3 + 4) und fachgerecht beseitigt werden (UBA Schimmelpilzleitfaden, 2017: Quelle s. Anhang). Im Nutzungszustand müssen Mängel und Schäden infolge Schimmelpilzbefall in Innenräumen (Nutzungsklasse 1 + 2) aufwändiger saniert werden.
Holzverfärbende Pilze zeigen sich als Unregelmäßigkeiten durch eine unterschiedliche und unbeabsichtigte Verfärbung. Wenn der verfärbte Bereich des Holzes wieder trocken (<20 %) ist und Pilzflecken beseitigt wurden, besteht kein Mangel, anders als bei größerem Schimmelpilzbefall oder Holzzerstörern. Sollten vertragliche Vereinbarungen zu Unregelmäßigkeiten wie „Holzbläue“ bestehen, sind diese entsprechend einzuhalten. Nach Schimmelsanierungen sollten Raumluftuntersuchungen gem. der Normenreihe DIN EN ISO 16000 oder WTA 4-12-16/D zur Qualitätskontrolle der Sanierungsarbeiten durchgeführt werden. (s. Anhang)

1.3. Ursachen von Bauteilauffeuchtungen

Bauunternehmer stehen oft unter Zeitdruck: zukünftige Bewohner haben die alte Wohnung gekündigt und wollen schnell umziehen. Vermehrt sind Bauprojekte selbst in den Sommermonaten durch Unwetter gefährdet. Ideal sind Ausschreibungen, in denen der vorsorgliche Wetterschutz ausreichende und rechtzeitige Schutzmaßnahmen vorsieht und der Bauzeitenplan wetter- und herstellerbezogene Trocknungszeiten für feucht eingebrachte Bauprodukte berücksichtigt.
Selbst bei gewissenhafter Planung und Ausführung kann es nach Fertigstellung zu einem Wassereintritt, Leitungsschäden oder zu einer Auffeuchtung durch Undichtigkeiten kommen. Deshalb ist besonders im Holzbau eine kontinuierliche Vor-Ort-Prüfung des Wetterschutzes, der Anschlusstechnik (Fenster, Türen, Sockel usw.), der Luftdichtheit und des Feuchtegehaltes der Hölzer und Holzwerkstoffe zu empfehlen, um im Streitfall entlastende Protokolle vorlegen zu können. Gleich beim Feststellen von erhöhten Holzfeuchtewerten ist es ratsam, auf den betroffenen Stellen ein mögliches Pilzwachstum mit geeigneten Mitteln vorsorglich zu bekämpfen.

Einige Ursachen für Feuchteschäden/-mängel:

- Wettereinfluss
- Feuchtequellen wie Putz, Estrich, Mörtel und Beton
- Wassergehalt in Lack, Farbe, Mörtel, Leim
- Winterbaustelle mit Bauteil-Wärmebrücken (Kondensatfeuchte)
- Unangepasste Lüftung und Heizung
- Zu- und Abwasserleitungsschäden
- Ungeschützte Mauerkrone
- Mangelhafte Dachentwässerung, Gebäudeabdichtung
- Ungeschützte Fassadenanschlüsse und Wärmedämmung
- Ignorieren von Trocknungszeiten der Hersteller
- Havarien (Grundwasseranstieg, Überschwemmung, Unwetter)
- Bauphysikalisch mangelhafte Planung/Ausführung der Außenhülle etc.

Ursachen von Feuchteschäden		
Flachdachabdichtung		Leckagen in Nahtstellen der Bitumenbahnen führten zur Auffeuchtung der Massivholzdecke.
Fehlender Wetterschutz an Attika im Flachdachanschlussbereich		Regenwasser hinterläuft den Wetterschutz und durchfeuchtet die Massivholzdecke.

Wetterschutz an der Holzfassade		Durch fehlenden Wetterschutz wird die ungeschützte Mineralwolldämmung und die Brettdübelwand durchfeuchtet.

1.4. Feuchte und Quellensuche

Bei ursprünglich trocken verbauten, aber erkennbar wieder aufgefeuchteten Holz- und Holzwerkstoffen sollte der aktuelle Feuchtezustand sofort gemessen und protokolliert werden. Erforderlichenfalls ist die Trocknung unter Einhaltung der einschlägigen Trocknungsregeln für Holz und verleimte Holzwerkstoffe durchzuführen. Schwieriger wird es bei Dämmstoffen, vor allem bei Mischbaustoffen wie den mit Dämmmaterial gefüllten Mauer-Dämmsteinen, die je nach Materialeigenschaften des Dämmstoffs möglicherweise nicht mehr rückgetrocknet werden können. In verkapselten Bauteilen wie Holzständeraufbauten lassen sich die einzelnen Materialfeuchtewerte nur aufwändig und invasiv bestimmen.
Für eine erste Einschätzung genügen dielektrische, widerstandsbezogene oder mikrowellenunterstützte Systeme. Jedoch reichen diese Verfahren nicht aus, denn eine rechtssichere und normenbasierte Feuchtemessung im Gebäude und an Baustoffen spielt eine zentrale Rolle für die Vorstellung der Sanierungsvorschläge, die Zeit- und Kostenschätzung und für die Klärung der Haftungs- und Rechtsansprüche. Werden auf diese Weise oder durch optische oder geruchliche Auffälligkeiten verdächtige Feuchtewerte ermittelt, wird man im Verdachtsbereich insoweit engmaschig Tiefenmessungen durchführen, bis man wieder auf trockene Bereiche stößt. Zusätzlich werden Bohrkerne entnommen, um die genaueren Feuchtewerte zu erhalten und sie in der Materialprüfanstalt MPA bewerten zu lassen. Juristisch belastbare Feuchteergebnisse erhält man durch die Darrmethode nach DIN 52183 von Holzproben oder Bohrkernen. Das Holzschadensausmaß bzw. die Quantifizierung des Fäulnisschadens (unter Angabe des Restquerschnitts) durch holzzerstörende Organismen erhält man über makro- und mikroskopische Schadensanalysen zugelassener Labore. Dieses gutachterliche Ergebnis ist zudem die Grundlage für eine Beurteilung über die Berechnung der Tragfähigkeit und Standfestigkeit durch den Statiker. Diese Gutachten bestimmen über den Umfang einer Feuchtesanierung z. B. in Estrichaufbauten oder statisch relevanten Holzbauteilen.

1.5. Feuchteproblem führt zu Pilzbefall

Wenn zum Feuchteproblem ein Pilzwachstum und eine Pilzsporenverbreitung hinzukommt, kann es trotz schneller Rücktrocknung zu juristisch problematischen Baukonflikten, Bauverzögerungen und hohen Schadenersatzforderungen kommen. Vor allem bei einem Pilzbefall ist noch schnelleres Handeln oder die Hinzuziehung von erfahrenen Sachverständigen[2] gefordert. Droht der Konflikt zu eskalieren, ist die unverzügliche

Hinzuziehung der Auftraggeber, der Bauleitung, der betroffenen Gewerke und deren Haftpflichtversicherungen ratsam. Solch ein „runder Tisch“ hat zum Ziel, die praxiserprobten und holzbauangepassten Gegenmaßnahmen inklusive engmaschiger Messtechnik, Bautrocknung und Pilzbekämpfung einvernehmlich zu beschließen. Allen Konfliktparteien sollte bei dem Termin vor Augen geführt werden, was jeden bei einer Eskalation und einem Streit vor Gericht erwartet.
Bei den Konfliktparteien können unterschiedliche Ansprüche geweckt werden, welche im Wesentlichen davon abhängig sind, ob im Gutachterbericht von einem leicht zu behebenden Mangel oder einem erheblichen Mangel mit Rückbauempfehlung und Wertminderung ausgegangen wird. Die Abgrenzung ist schwierig und daher können selbst geringfügigere Mängel zum Konflikt führen. Deshalb sind vor allem bei Schimmel- und Feuchteproblemen während der Bauzeit[3] rechtssichere Messwertinterpretationen für Streitschlichtungen nötig.
Die Festlegung des „Schadensausmaßes“ wird meist kontrovers diskutiert. Wann spricht man von einem geringfügigen Mangel (Unregelmäßigkeit) oder von einem Schaden?

Schadensdefinition	Bautechnische Bewertung	Juristische Bewertung
Unregelmäßigkeit, optisch	Geringfügige Verschmutzungen, Farbunterschiede, Materialfeuchte, leichte Rissbildung oder Pilzverfärbung sind oft unvermeidbar, normal, zumutbar – je nach Erscheinungsbild kein Anspruch auf Nachbesserung oder Minderwert, da vorher als allgemein bekannt vorausgesetzt.	Eine juristische Festlegung für diesen Zustand gibt es nicht – grundsätzlich kann der AG immer klagen. Der AN hat dann oftmals den Nachweis für die Mangel- und Schadensfreiheit zu liefern.
Mangel, optisch und funktional	Wesentliche Abweichung vom Soll-Zustand bzw. Kenntnisstand über die Optik seitens des AG. Unregelmäßigkeiten gehen über das Übliche hinaus. Nachbesserung oder Minderwert ist geringer als beim Schaden und meist leichter zu beseitigen. Technische und physikalische Eigenschaften können als nicht oder nur geringfügig eingeschränkt gelten.	Fehler, die den Wert oder die Tauglichkeit mindern, und Verstöße gegen allgemein anerkannte Regeln der Technik oder das Fehlen vertraglich zugesicherter Eigenschaften oder die Nichteinhaltung von Herstellervorgaben. Unsichere Schadensbeurteilung. Vertrags-, bau- und versicherungsrechtliche Klärung kann mehrere Jahre dauern.
Schaden	Schwerwiegender Mangel und Einschränkung der technischen und physikalischen Eigenschaften. Schadensbeseitigung, Minderung oder Wandlung ist Pflicht.	Die Nutz- und Gebrauchstauglichkeit ist nachweislich vermindert, wirtschaftlicher Nachteil ist vorhanden, Zeitverlust kann ein geldwerter Nachteil sein. Forderungen bzgl. Sanierungsaufwand/ausmaß, Folgekosten, Zeitverlust und Wertminderung können hoch sein.

Tabelle 01: Schadensdefinition im Holzbau als Grundlage für die Sanierungsanforderungen und Gutachten (In Anlehnung an Colling, s. Anlage S. 9 Def. Unregelmäßigkeit, Mangel, Schaden)

1.6. Ist jeder Pilzbefall grundsätzlich ein Mangel?

Wie können sich Baubeteiligte verhalten, wenn der AG von einem erheblichen Mangel ausgeht? Pilzsporenfreie Innenräume, Raumoberflächen oder Baustoffe gibt es grundsätzlich nicht und können deshalb nicht vom

[3] Die folgende Abhandlung berücksichtigt ***nicht*** die (schon bewohnten) Nutzungsklassen 1+2 in fertiggestellten Gebäuden, sondern bezieht sich auf Feuchteschäden und deren Sanierungsanforderungen in der Nutzungsklasse 3+4 gem. Schimmelpilzleitfaden UBA (Anlage Tabelle 11)

Unternehmer geschuldet werden. Inaktive Sporen können in schadensfreien Räumen wie grundsätzlich überall in der Umwelt und daher auch in der hereingelüfteten Außenluft nachgewiesen werden. Keimfähige Sporen verursachen erst bei unzulässiger Material- und Baufeuchte einen Sichtmangel bzw. eine Verunreinigung und erst unter langem Feuchteeinfluss kann sich ein Materialschaden oder ein Hygieneproblem entwickeln, was in den meisten Fällen vorwegnehmend behauptet, aber nicht hinlänglich bewiesen wurde.
Wenn erhöhte Feuchtemesswerte und Pilzverfärbungen zum Streit führen, beginnt nicht selten eine juristische Odyssee, die für alle Konfliktparteien in einem unbefriedigenden Vergleich enden könnte. Erfahrungsgemäß führt selbst bei Pilzbefall eine außergerichtliche gütliche Einigung mit plausiblen Sanierungsvorschlägen unter Einhaltung aller norm- und rechtsrelevanten Hygiene- und Sanierungsvorschriften wieder zum Baufrieden.

1.7. Zielvereinbarungen für die Holzfeuchte

Vor allem bei Feuchteschäden im Sockel- und Schwellholzbereich oder innerhalb geschlossener Bauteile ist Zeit ein wesentlicher Faktor, um eine Holzzerstörung oder die Entstehung und Verbreitung gesundheitsgefährlicher Pilzsporen zu vermeiden.
Sind die Feuchtewerte im Bauteil länger erhöht (Holz > ca. 20%) und man versäumt eine rechtzeitige Bauteiltrocknung und Pilzbekämpfung, dann entsteht bei steigenden Werten (Holz > ca. 25%) mit hoher Wahrscheinlichkeit ein Schimmelpilzwachstum (Sporenbildung) oder eine Holzzerstörung.
Nach der Bestandsaufnahme sollten zügig Pilzbekämpfungs- und Trocknungsmaßnahmen vorgeschlagen und durchgeführt werden und normgerechte und arbeitsschutzrechtlich zugelassene Feinstaubbeseitigung und Qualitäts- und Hygienekontrollen erfolgen.
Eine Gebäude- und Bauteiltrocknung wird an die aktuelle Wetterlage und an die Außenluft-, Innenluft- und Materialfeuchtewerte angepasst. Bei einer Tunneltrocknung von Holzbauteilen sind unterschiedlich lange Messsonden in verschiedenen Materialtiefen zu installieren, um einen tiefenwirksamen und verformungs- und rissvermeidenden Holztrocknungsverlauf garantieren zu können. Die zu planende Trocknung endet bei den mit allen Parteien vereinbarten Zielwerten für die Materialfeuchte. Zur Qualitätskontrolle sollten eine feuchtetechnische und mikrobielle Qualitätskontrolle und eine normgerechte Raumluftmessung stattfinden.

2. Lösungsansatz bei Feuchte- und Pilzproblemen

Ziel der Bestandsaufnahme bei Feuchteproblemen ist neben der Eingrenzung und Verortung des Schadensausmaßes die Konfliktberatung, um möglichst zügig zu einem akzeptablen Ergebnis für alle Beteiligte zu kommen. Eine rechtssichere Messtechnik spielt eine wesentliche Rolle bei der Lösungsfindung. Zudem können neben Messwerten noch haptische, visuelle, olfaktorische Wahrnehmungen, Leitungsdruckdaten und Rohrinspektionen für die Quellensuche dienlich sein.

Gutachterliche Stellungnahmen bei Feuchteschäden/-mängel beinhalten:

1. Feuchtemessung – sensorisch oder/und rechtskonforme Darrprüfung
2. Schimmel-Probenahmetechnik vor Ort
3. Schimmelmesstechnik – mikrobielle Laboranalytik und Ergebnisbewertung
4. Probenbewertung durch akkreditierte Materialprüfanstalt bzgl. Statik/Holzzerstörungsmaß, Feuchtegehalt, Pilzbefall
5. Holz- und Bautrocknung – Einstufung der Vor-Ort Trocknungsmaßnahmen
6. Festlegung der Zielwerte für die zu trocknenden Materialien
7. Hygienische Qualitätssicherung – Raumvorbereitung
8. Schimmelsanierung und Freimessung – Analysetechnik und Ergebnisbewertung

Die folgende Vorstellung von unterschiedlichen Prüfverfahren bei Feuchteproblemen während der Bauphase gibt lediglich eine grobe Einschätzung über deren Anwendung, Eignung und sichere Wertermittlung.

Prüfverfahren A Sensorik	Anwendung+Eignung	Sicherheit
Visuelle Prüfung	Zur einfachen und schnellen Untersuchung außen und innen am Gebäude geeignet, um Messbereiche evtl. eingrenzen zu können.	Geringe Sicherheit und keine Wertermittlung, geeignet für Quellensuche
Haptische Prüfung – Schall- oder Bohrwiderstands-messung über die Holzdichteprü-fung (Literaturliste Nr. 9)	Oberflächen und Hohlräume, Aufbauten mit unterschiedlichen Materialkonfigurationen. Klang-, Klopf,- Ritzmethode. Zusatzverfahren für die Suche nach Holzzer-störung in schlecht zugänglichen oder verkap-selten Bereichen	Gering, keine Wertermittlung, geeignet für Quellensuche Gute Eignung für Indiziensuche, gering invasiv, erhöhte Sicher-heit nur zusammen mit Bohr-kern- oder Bohrwiderstandsprüfung.
Geruchsprüfung	Gebäude, Innenräume, Bauteile/Steckdosen-prüfung, Estriche, Materialproben. Einfache und schnelle Untersuchung – gut ge-eignet, um Feuchteschaden mikrobiell einzu-schätzen und um das Schadensausmaß und die Quelle zusätzlich suchen zu können. Un-terscheidungshilfe u.a. für einen Alt- oder Neuschaden.	Keine objektivierte Sicherheit, geübte Sachverständige erken-nen Schimmelgeruch nahezu si-cher. Erfolg und Sicherheit ist abhängig von der Sensitivität/ Erfahrung des Geruchsprüfers.
Prüfverfahren B Messtechnik	**Anwendung+Eignung**	**Sicherheit**
Darrprüfung/Baustellen, Darrofen + Waage	Alle sorptionsfähigen Baumaterialien wie Holz- und Holzwerkstoffe, Putze, Dämmstoffe, Estriche, Mischbaustoffe. Im Ergebnis erhält man eine definierte Aus-sage über den tatsächlichen Wassergehalt ei-ner Materialprobe.	Rechtssicher in Zusammenhang mit Verifizierung durch MPA (Materialprüfanstalt)
Kapazitives Messverfahren	Alle sorptionsfähigen Baumaterialien wie Holz- und Holzwerkstoffe, Putze, Dämmstoffe, Estriche, Mischbaustoffe. Messtiefe i.d.R nur bis 30mm. Geeignet für zerstörungsfreie engmaschige Feuchteprofile auf Wänden oder Böden.	Schätzend, gute Eignung für schnelle und erste Übersichts-gewinnung
Widerstandsmessverfahren	Holz und Holzwerkstoffe, Estrich, Dämm-stoffe. Alle Materialien mit einer Widerstandsände-rung in Abhängigkeit von dem Feuchtegehalt. Je nach Materialtyp und Hersteller ist das Er-gebnis verlässlich. Holz im Bereich zw. 10-22% ist sehr gut messbar. Andere Materialien mit unbekannten Widerstandskennlinien sollten nur vergleichend anhand einer Referenzmes-sung bewertet werden. Messwertverifizierung über Darrprüfung ermitteln und dann Wert mit Ausgleichsfaktor multiplizieren.	Schätzend, hohe Sicherheit in Verbindung mit (iVm) Darrprü-fungen und Ausgleichsfaktor. Für Anfangs- und Schlussmes-sungen isolierte Elektroden un-terschiedlicher Längen verwenden. Für die Kontroll-messungen dazwischen eignen sich Stahlstifte oder Schrauben gleichen Typs. ***Merke:*** Bei salzhaltigem Prüfgut und Holzwerkstoffen mit ho-hem Leimanteil sind Wider-standsmessungen generell nur

		iVm Darrprüfungen zu empfehlen.
Mikrowellen Messverfahren	Massivholz, Mauerwerk und Beton, Estrich massiv. Vergleichend, das Ergebnis wird in Digits angezeigt und muss anhand von herstellerspezifischen Tabellen interpretiert werden. Messtiefe i.d.R nur bis 300mm. Für monolithische Aufbauten wie Mauerwerk oder Beton geeignet, weniger für Mischmaterial oder Trockenbau.	Schätzend, und unsicher wegen Quereinflüssen im Bauteil
Thermografie	Oberflächen, Bauteilprüfung. Orientierend zum Auffinden möglicher Indizien von feuchten Bereichen über die Wasserverdunstung-Temperaturdifferenz.	Gering, Verlaufskontrolle auf Oberflächen durch Temperaturdifferenz
Blower Door + Thermografie	Oberflächen, Bauteilprüfung. Fugen- und Quellensuche feuchter Bereiche durch Kondensat und Leckagen iVm Thermografie.	Gering, Verlaufs- und Quellensuche, gute Indizienlage
Hygrometrische Messung	Luftfeuchte und Temperatur Bauteilprüfung im Bohrloch (z.B. Estriche, Trockenbau, Dämm-Mauersteine).	Schätzend, besonders bei Kontrolle des Trocknungsverlaufs
Prüfverfahren C Akkr. Laboranalytik	**Anwendung+Eignung**	**Sicherheit**
Akkr. Prüfanstalt, Messlabor	Feuchte, Festigkeitsprüfung, Statik, Phys. Eigenschaften, Schimmelprüfung/Bestandsaufnahme wegen Gefährdungseinschätzung und Arbeitsschutz, Partikelmessung, Schimmel- und Partikelfreimessung nach der Sanierung/Bauabnahme Verifizierung der Sensor-Schätzwerte, Ergebnisse sind rechtssicher, normgerecht und bestätigen die Mangelfreiheit.	Allgemein anerkannt bei glaubwürdiger Protokollierung und Einhaltung normativer Vorgaben bei Probenahme, Messvorgang und Auswertung.

2.1. Material- und Holzfeuchte-Messgeräte

Auf die Quellen- und Leckagensuche mit Elektroimpulsverfahren, Rückstauuntersuchung, Anstaubewässerung, BlowerDoor- und Rauchgasuntersuchung sowie Endoskopie wird hier nicht eingegangen (z. B. Dichtheits- oder Leckageprüfung am Estrich, Flachdach oder an Leitungen).

Zerstörungsfreie Feuchte-Messmethoden:
a. **Hygrometer:** Hygrometer messen die relative Luftfeuchtigkeit in der Luft, die dann zur Abschätzung des Feuchtigkeitsgehalts in Bauteilen verwendet werden kann. Arten von Hygrometern umfassen Haarhygrometer, kapazitive Hygrometer und Thermohygrometer. Die Genauigkeit dieser Geräte variiert je nach Typ, und es ist wichtig, ein Gerät zu wählen, das für den beabsichtigten Einsatz geeignet ist und es regelmäßig zu kalibrieren.
b. **Infrarotkameras:** Die Kameras erkennen Temperaturunterschiede zwischen trockenen und nassen Bereichen und stellen diese in unterschiedlichen Farben dar. Diese Methode kann nicht-invasiv sein, aber die Genauigkeit der Messungen hängt von der Kalibrierung der Kamera und der Umgebung zum Zeitpunkt der Messung ab.

c. **Nukleare Feuchtigkeitsmessgeräte:** Nukleare Feuchtigkeitsmessgeräte verwenden Gammastrahlen oder Neutronenstrahlen, um die Oberfläche eines Bauteils zu durchdringen und den Feuchtigkeitsgehalt darin zu messen. Diese Methode ist nicht-invasiv und kann sehr genau sein, erfordert jedoch eine spezielle Ausrüstung und geschultes Personal.
d. **Sensor-Überwachung** (punktuell oder netzartig) als präventives Feuchtemanagement und Monitoring in Echtzeit von Flachdächern, in Badestrichen oder unter Terrassenbelägen im Neubaubereich und nach Feuchtesanierungen. Zum Ablesen vor Ort oder als internetgestützte Überwachungssoftware zu installieren. (z. B. Fa. progeo)

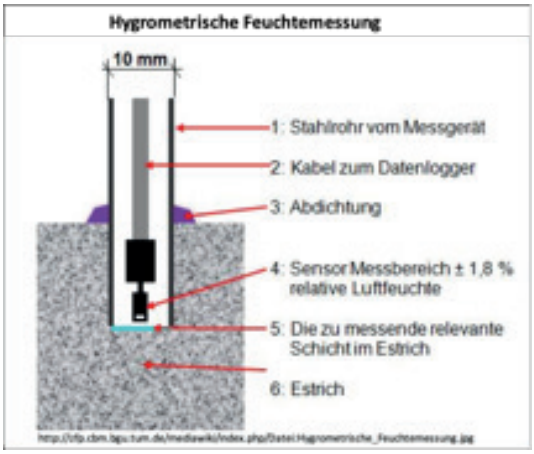
Auswahl an gängigen Prüfgeräten – Vor- und Nachteile:

Vorteile:
Multifunktionale Messgeräte zur Erfassung von Holz-, Bau- und Luftfeuchte sowie Temperatur. Schnittholz (bis 180 mm Stärke), Span- und OSB-Platten, Furnieren, Hackschnitzeln und ähnlichen Schüttgütern sind genaue Wertermittlungen möglich. Die automatische Temperaturkompensation korrigiert Messwerte abhängig von der Holztemperatur.
Für die zerstörungsfreie Feuchtemessung von Baustoffen (z.B. Estriche, Mörtel, Putze, Beton, Ziegel, Isolier- und Dämmstoffe) wird das kapazitive Messverfahren (Messfühler) eingesetzt. Zum Erstellen von Feuchteprofilen und engmaschigen Feuchtekontrollen wird der Messwert nach Festlegung eines Korrekturfaktors bezogen auf den Darrprüfwert angepasst.
Nachteile:
Messfehler durch im Baustoff befindliche Salze oder elektrisch leitfähige Materialien (alukaschierte PE-Folie, alukaschierte Dämmschichten, Bewehrungseisen) zeigen eine hohe elektrische Leitfähigkeit an. Ab ca. 30% Holzfeuchte sind die Wertanzeigen unsicherer.

ELEKTRISCHE WIDERSTANDSMESSUNG
Geräte der Fa. Gann oder vergleichbar sind relativ genaue Messgeräte zur Messung des Feuchtegehaltes über Algorithmen. Bei einem Schadensfall sollte die Trocknungsverläufe immer mit der gleichen Messausrüstung gemessen werden. Als Feuchtekriterium wird die elektrische Leitfähigkeit des Materials ausgewertet. Hierbei geht es bei Baufeuchteprüfungen nicht um den tatsächlichen Gewichtsanteil von Wasser, sondern um die Beweisführung bzgl. der Eingangsmessung und der Rücktrocknungstendenz nach einem Feuchteschaden bis zum Zielwert der Ausgleichsfeuchte. Bei diesem Messverfahren wird eine Gleichstromspannung am zu messenden Bauteil angelegt. Der Strom fließt über die erste Elektrode durch den Baustoff und über die zweite Elektrode wieder ins Messgerät zurück. Da die Spannung und die Stromstärke, die an den Elektroden anliegen, bekannt sind, kann nach dem Ohm'schen Gesetz daraus der elektrische Widerstand des Baustoffs errechnet werden. Dieser Widerstand ist umgekehrt proportional zur aufgenommenen Wassermenge im Bereich ca. 6-20 %. Die Messgerätehersteller liefern hierzu Umrechnungstabellen für unterschiedliche Baustoffe.
Anwendung:
Die Messelektroden (Einschlag- oder Einstechelektroden) werden in Randdämmstreifen, Verputz, Holz oder Estrich eingestochen. Der abgelesene Messwert kann über entsprechende Tabellen in Volumenanteil oder Gewichtsprozent umgerechnet werden.

Abb.: Widerstandsmessung u. Verifizierung durch Bohrkernprüfung BK

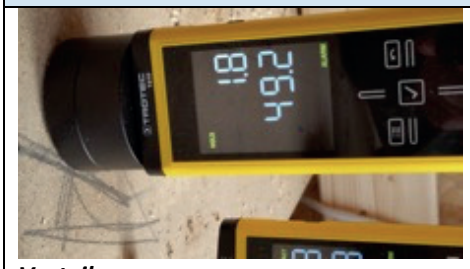
HYGROMETRISCHE FEUCHTEMESSUNG
Luftfeuchte- und Temperatur Messsensor für z. B. die Estrich-, Wand-und Dämmsteinprüfung oder Bauteil- und Mischbaustoffprüfung im Bohrkern.
Vorteile:
Orientierend, minimalinvasiv, relativ preiswert. Als orientierende Schätzung gut geeignet. Hilfreich bei der Indiziensuche und Feststellung des Schadensausmaßes.
Nachteile:
Oberflächen-zerstörend, aufwändiger.



Für orientierende Messungen an Wänden und Decken hat sich die Teleskopverlängerung bewährt.
Vorteile:
Einfach, preiswert, schnell, vergleichend, engmaschig. Als orientierende Schätzung gut geeignet.
Nachteile:
Ungenau und mögliche Messwertverfälschungen sind zu beachten.

DIELEKTRIZITÄTSMESSUNG

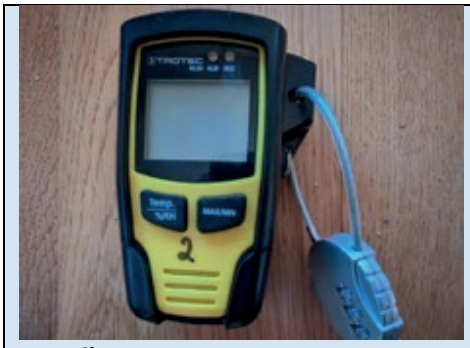
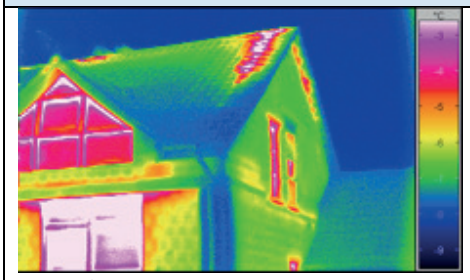
Diese Kugelkopf-Messmethode mit und ohne Teleskop ist nur mit entsprechender Erfahrung für die Ortung und Überprüfung von Feuchtestellen geeignet. Ein erhöhter Feuchtegehalt in Baustoffen äußert sich nicht nur in der Erhöhung des elektrischen Leitwertes, sondern in der Erhöhung der sogenannten Dielektrizitätskonstante (DE). Die DE ist - wie der elektrische Widerstand - ein Merkmal von Baustoffen, dessen Wert sich verändert, wenn der Baustoff Feuchtigkeit aufnimmt. Diese Messmethode ist völlig zerstörungsfrei. Das Messgerät wird gegen oder über den zu messenden Baustoff gehalten. Es ist damit eine Tiefenmessung bis zu 3 cm möglich. Als zerstörungsfreies Verfahren wird diese Messung zur Bestimmung der Oberflächenfeuchte verwendet. Jedoch kann dieses Verfahren lediglich als Feuchteindikator angesehen werden – das heißt: Vergleichsmessungen mit Widerstands- oder Darrprüfung müssen unbedingt durchgeführt werden, eine tatsächliche Aussage über Vol.-% oder Gew.-% kann nicht getroffen werden. Zur Quellensuche oder für Verlaufsdiagramme geeignet. Gerät immer im gleichen Winkel ansetzen, um vergleichbare Ergebnisse zu erzielen.



Vorteile:
Einfach und zerstörungsfrei, preiswert, schnell, vergleichend, engmaschig. Als orientierende Schätzung bei homogenem Materialaufbau geeignet, aber weniger bei inhomogenem.
Nachteile:
Ungenau und mögliche Messwertverfälschungen sind zu beachten.

MIKROWELLEN-FEUCHTEMESSUNGEN

Feuchtemessung auf Flachdächern, Estrichen und an Wand- und Bodenkonstruktionen. Als zerstörungsfreies Verfahren bei Messungen auf Flachdächern, Fundamenten, Kellerwänden und –böden. Elektromagnetische Strahlung wird von den im Baustoff enthaltenen Wassermolekülen reflektiert und zurückgeworfen und von einem Sensor im Messgerät erfasst.
Verschiedene Messfühler erlauben zerstörungsfreie Messtiefen bis zu 30 cm. Für Materialmix und Hohlräume weniger geeignet – eher für monolithisches und massives Material. Zur genauen Messwerterfassung muss das Messgerät auf den zu messenden Baustoff kalibriert werden. Metalle und Salze etc. verfälschen das Messergebnis. Die Feuchtebestimmung erfolgt über eine Rastermessung der zu untersuchenden Fläche. Das bildgebende Verfahren kann über den Grundriss gelegt und ausgewertet werden. Exakte Rücktrocknungswerte werden über Darrprüfungen bestimmt.

 ***Vorteile:*** Einfache Messung, preiswerte Geräte, Baustellen- und Nutzerverhalten prüfen, Gebäudeprüfung im Rohbau – Messwertspeicher, Nachweis für Baustellenprotokolle. ***Nachteile*** --	**DATENLOGGER für Feuchte und Temperatur/Raumluft** Der Thermohygrograph zeichnet konstant das Raumklima in den zu trocknenden Räumen auf. Durch diese lückenlose Kontrolle kann auf das Raumklima geschlossen werden. Z. B. lässt sich bei Schimmelproblemen aus dem Langzeitdiagramm und der daraus resultierenden Auswertung das Lüftungsverhalten der Bewohner rekonstruieren und entsprechend optimieren. Mit dem Datenlogger können mehrere tausend Messdaten gespeichert werden.
 ***Vorteile:*** Bildgebende Quellensuche mit Verlaufsanzeige, als Indiz geeignet für weitere Prüfvorgänge ***Nachteile*** Nur bei Temperaturdifferenz aussagekräftig.	**LASER – OBERFLÄCHENTEMPERATURMESSUNG und THERMOGRAFIE** Diese Methode ist ein elektronisches Verfahren, bei dem mittels Laserstrahl oder Thermografietechnik die Oberflächentemperatur gemessen wird. Das Messergebnis kann direkt für die Berechnung des Taupunktes und damit für die Feststellung von kondensierender Feuchtigkeit herangezogen werden. Zweckmäßigerweise gibt es kombinierte Geräte für die gleichzeitige Messung von Lufttemperatur, Oberflächentemperatur und relativer Luftfeuchtigkeit mit automatischer Berechnung des Taupunktes und der absoluten Luftfeuchtigkeit.
 Vorteile: Norm- und rechtssichere Messmethodik, kein Labor nötig. ***Nachteile*** Aufwändig, fehleranfällig, invasiv, nicht für engmaschige Messungen geeignet.	**CALCIUM - KARBID – METHODE (CM-Messung)** Zur Messung wird eine exakt abgewogene, zerkleinerte Baustoffprobe in einen Stahlbehälter gefüllt. Im geschlossenen Druckbehälter wird die Probe mit Calciumcarbid vermischt. Die stattfindende chemische Reaktion ergibt eine Druckerhöhung im Behälter, die am Manometer abgelesen wird. Mittels einer Umrechnungstabelle (teilweise schon direkt am Manometer) kann der genaue Feuchtigkeitsgehalt abgelesen werden. Diese Messmethode ist gemäß Norm anerkannt und wird vor Ort vorwiegend für die Feuchtigkeitsüberprüfung von Estrichen und Schüttungen angewendet.

Kleine Prüfkammer Gr. Prüfkammer

Vorteile:
Norm- und rechtssichere Messmethodik u. für alle Baumaterialien gültig, sehr genau, schon auf der Baustelle möglich, im akkr. Labor ist Bewertung eine zusätzliche Sicherheit.
Nachteile
Aufwändig, punktuell, Kosten.

DARRPRÜFUNG – BAUSTELLE

Diese Feuchte-Messmethode für die erste Analyse von dünnen Bohrkernen dauert ca. 2h (24h normgerecht) und wird rechtlich anerkannt. Der Feuchtigkeitsgehalt eines spezifischen Baustoffes kann mit diesem Verfahren am genauesten bestimmt werden. Die zu untersuchende Baustoffprobe wird vor Ort luftdicht verpackt. Schon auf der Baustelle wird das Probenmaterial gewogen und anschließend in einem Trockenofen (Darrofen groß und klein) bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Nach der Trocknung erfolgt ein Gewichtsvergleich und aus der Differenz errechnet sich der Feuchtigkeitsgehalt. Direkt am Schadensort kann mit einem transportablen kleinen Ofen eine Kurzzeit-Darrprüfung durchgeführt werden oder mit dem größeren Ofen kann eine Langzeit-Darrprüfung mit mehreren verschiedenen Materialien durchgeführt werden.

Probenahme vermittels

- Dosen- u. Lochbohrer (großer Querschnitt > 40 mm) am Bauteil
- Lochschneider (mittlerer Querschnitt ca. 40 mm) für Holz
- Trockenholzbohrer (kleiner Querschnitt ca. 7 mm) für Holz
- Kernbohrer im mineralischen Baustoff wie Estriche oder Mauersteine

Vorteile:
Norm- und rechtssichere Messmethodik, für alle Baumaterialien gültig, sehr genau, schon auf der Baustelle möglich, im akkr. Labor bietet die Bewertung eine zusätzliche Rechtssicherheit.
Nachteile:
Aufwändige Gutachten, punktuell, Kosten, zeitaufwändig.

DARR-, MATERIAL- UND PILZPRÜFUNG IM AKKR. LABOR
Bei größeren Schäden und Holzzerstörung ist die Laborprüfung in einer Materialprüfanstalt unumgänglich und Ergebnisse dauern ca. 2 Tage. Bei drohendem Rechtsstreit, weil die Konfliktparteien sich nicht auf eine Einigung oder gemeinsame Zielwerte einigen können.
Das MPA Laborgutachten schließt die Prüfung der Holzfestigkeit und auf Schimmelpilze oder holzzerstörende Pilze mit ein. Dieses Gutachten bietet die Grundlage für die Prüfung und Freigabe durch den Statiker.

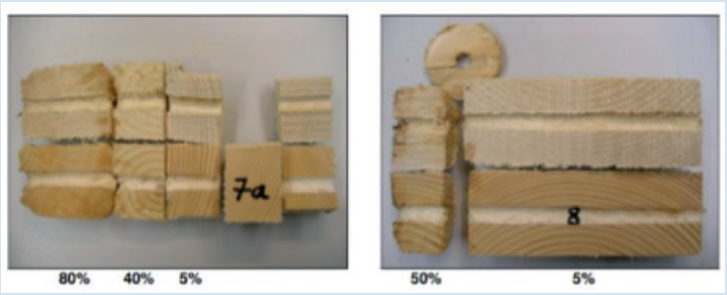


Abb.: unterschiedliche Ergebnisse in jeweiligen Bauteiltiefen

Vorteile:
Normgemäße und alternativlose Überwachung der Trocknung. Mit Bohrkernprüfung rechtssicher.
Nachteile:
Aufwändiges Verfahren, hohe Kosten.

Sensorüberwachte (T, rel. Lf.) Kanal-Holztrocknung zur Überwachung der fachgerechten Rücktrocknung ohne Rissbildung um das Trocknungsgefälle mit der Steuerung der Temperatur (ca. 60°C) und der Material- und Luftfeuchtekonstante überwachen zu können. Regulierung mit zuschaltbarer Befeuchtungseinheit.

2.2. Unterschiedliches Feuchteverhalten von Materialien

Die Feuchtigkeit eines Stoffes beeinflusst Schwindung und Quellung bei Wasseraufnahme und -abgabe, die Quellfestigkeit, die elektrische Leitfähigkeit, die Wärmeleitfähigkeit, den Reibkoeffizient und die Bildung von Schimmel.

Kapillaraktive Baustoffe speichern Wasser durch:

- Restfeuchte nach dem Abbinde Prozess
- eingedrungene Niederschläge
- eindiffundierten Wasserdampf, oft unterstützt durch hygroskopische Mauersalze
- aufsteigende Feuchtigkeit nach Transport durch die Kapillaren
- Kondenswasser-bildung durch Temperaturdifferenzen

Feuchte breitet sich dabei durch Sickerströmung oder Dampfdiffusion aus oder oft kapillar an horizontalen Dehnungsfugen (als Bauschäden) oder Rissen im Verputz. So kann Feuchte in regenfeste Wärmedämmverbundsysteme eindringen und die Bauteile auffeuchten. An feuchten Materialien mit organischen Bindemitteln, organischen Farbanstrichen, Tapetenklebern, Papiertapeten oder Holz finden Pilze gute Wachstumsbedingungen.
Fazit: Erfahrungsgemäß haben die verschiedenen im Bauteil verarbeiteten Materialschichten unterschiedliche Eigenschaften. Diese haben einen Einfluss auf die Rücktrocknung und das Schimmelwachstum und damit auf das Schadensausmaß:

1. Im Bauteil verwendete kapillaraktive und hydrophile Einzelbaustoffe können einen Trocknungsvorgang beschleunigen und kapillarinaktive oder hydrophobe Materialien können ihn dagegen verzögern.
2. Mineralische Baustoffe mit einem hohen pH-Wert können Schimmelwachstum je nach Feuchtewert be- oder verhindern.
3. Bei Holzwerkstoffen mit einem hohen Kleberanteil muss dieser per Gewicht oder % Anteilsberechnung bei der Messwertinterpretation besonders beachtet werden.
4. Trockenbauwände sind wegen erschwerter „Oberflächen- und Sichtprüfung“ besonders sorgfältig zu bewerten.
5. Estrichaufbauten können leichter zurückgetrocknet werden, wenn die Materialien die Rücktrocknung nicht behindern. Bitumen- und Zementestriche können gegenüber Gipsmaterialien zurückgetrocknet werden. Sie neigen nach der Rücktrocknung weniger dazu, einen Störgeruch zu entwickeln.
6. Mischbaustoffe wie Dämm-Mauersteine mit Holzfaser- oder Mineralwolle und Perlite Füllung sind je nach Füllmaterial schwierig zu messen und zu trocknen.

Die Hygroskopie von Baumaterialien kann einen entscheidenden Einfluss auf die Sanierungsfähigkeit eines Feuchteschadens haben. Baustoffe, die viel Feuchtigkeit aus der Luft aufnehmen und bei Bedarf rasch wieder abgeben können sind hygroskopische Baustoffe. Hierzu zählen weitestgehend alle pflanzlichen und tierischen Baustoffe wie Holz, Schafwolle oder Stroh und poröse mineralische Stoffe wie Ziegel, Kalk und Lehm. Wichtig sind hierbei noch Parameter wie Wasserdampfdiffusionswiderstand, Wasserspeicherverhalten und Wasseraufnahmekoeffizient eines Baustoffs.

2.3. Werkstoffverhalten bei unterschiedlichen Klimawerten

Die folgende Grafik zeigt das Feuchteaufnahmevermögen von Baustoffen bei den jeweiligen Raumluftfeuchtewerten. Gemäß dem Aufnahme- und Wiederabgabevermögen lässt sich die Rücktrocknungszeit abschätzen. Gerade bei der erfolgreichen schnellen Rücktrocknung von Holz auf der Baustelle spielen Temperatur und Umgebungsfeuchte eine zentrale Rolle.

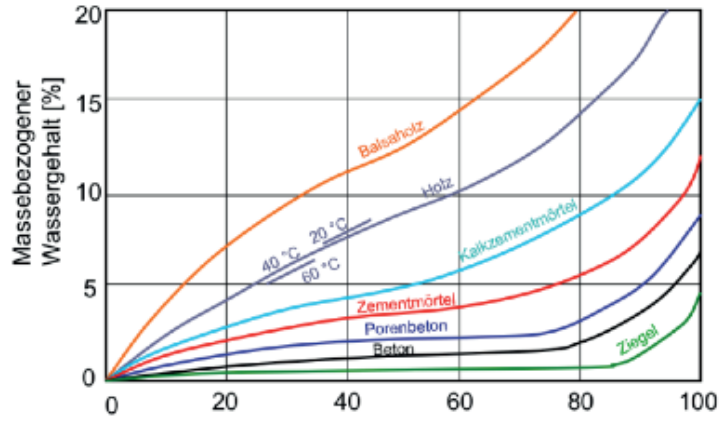


Bild 20: Schematische Sorptionsisothermen einiger poröser Baustoffe

Quelle: http://www.unibw.de/werkstoffe/lehre/skripte/stoffkennwerte.pdf, ein Vorlesungsskript von Prof. K.-Ch. Thienel für die Universität der Bundeswehr München

Abb. 05: Feuchteverhalten verschiedener Baumaterialien

Interpretation der Sorptionsisothermen:

- Bei normaler Raumluftfeuchte von ca. 50% sieht man, dass Beton etwa einen doppelt so hohen Wassergehalt hat wie Ziegel.
- Steigt die Raumluftfeuchte auf 60%, so nehmen Ziegel fast gar kein Wasser auf, Holz dagegen ca. 2 Gewichtsprozent.
- Holz und andere Naturmaterialien haben prinzipiell steile Adsorptionsisothermen, nehmen also Wasser auf, wenn die Feuchte steigt, und geben es schnell wieder ab, wenn die Luft trockener ist.

Das **Simulationsprogramm WUFI Plus** untersucht die hygrothermische Wechselwirkung zwischen Bauteilen und Raumklima auf Grundlage generischer Materialdaten im Rechenprogramm. Es befasst sich mit der rechnerischen Analyse der Schadensursache und identifiziert bauphysikalische Planungs- und Ausführungsfehler. Es leistet Mithilfe bei der Erarbeitung und rechnerischen Überprüfung von Feuchte-Sanierungsmaßnahmen. Dabei helfen Softwareberater Gutachtern und Planern und unterstützen Sachverständige bei Vor-Ort-Terminen beispielsweise bei der Einschätzung der Rücktrocknungszeit. Das Programm überprüft die Konstruktion mit einer hygrothermischen Simulation und erarbeitet Vorschläge zur feuchtetechnischen Verbesserung.

In der folgenden Tabelle werden gängige Materialien bezüglich deren Trocknungseigenschaften gegenübergestellt. Die Messwertinterpretation und die Hygroskopie im Bauteil beeinflussen die Bewertung im Messprotokoll und die Sanierungsempfehlungen. Die Bewertung der Rücktrocknungseigenschaften (Desorption) von Materialien ist wichtig für die Einschätzung der Trocknungsfähigkeit, der Trocknungszeit und der Rückbauempfehlungen und damit für die Kostenschätzung.

Holz- u. Holzwerkstoffe	Messmethode	Feuchteausgleichsverhalten[4]
Konstruktionsvollholz (KVH unbehandelt)	Widerstandsmessung Darrprüfung Kapazitive Messung Dielektrische Messung Hygrometrische Messung Mikrowellenmessung	Unbehandelte Holzwerkstoffe sind gut feuchteausgleichend d.h. gut sorptiv und desorptiv, je nach Einbau- und Klimaverhältnissen.
Balkenschichtholz (BASH) Brettschichtholz (BSH)	Widerstandsmessung Darrprüfung	Unbehandelte Holzwerkstoffe sind gut feuchteausgleichend d.h. gut sorptiv und

[4] http://www.unibw.de/werkstoffe/lehre/skripte/stoffkennwerte.pdf, ein Vorlesungsskript von Prof. K.-Ch. Thienel für die Universität der Bundeswehr München

Brettsperrholz (BSP)	Kapazitive Messung Dielektrische Messung Hygrometrische Messung Mikrowellenmessung	desorptiv, je nach Einbau- und Klimaverhältnissen.
Furnierschichtholz (LVL)	Widerstandsmessung Darrprüfung Kapazitive Messung Dielektrische Messung Hygrometrische Messung Mikrowellenmessung Bei der Interpretation der Messergebnisse ist der Kleberanteil zu berücksichtigen.	Unbehandelte LVL sind feuchteausgleichend d.h. sorptiv und desorptiv, je nach Einbau- und Klimaverhältnissen.
OSB und Spanplatten	Widerstandsmessung Darrprüfung Kapazitive Messung Dielektrische Messung Hygrometrische Messung Mikrowellenmessung	Unbehandelte Spanplatten sind feuchteausgleichend d.h. sorptiv und desorptiv, je nach Einbau- und Klimaverhältnissen.
Dämmstoffe	**Messempfehlung**	**Feuchteausgleichsverhalten[5]**
Mineralwolle	Widerstandsmessung Darrprüfung Kapazitive Messung Dielektrische Messung Hygrometrische Messung Mikrowellenmessung haptisch, olfaktorisch	Gut sorptiv und gering desorptiv, je nach Einbau- und Klimaverhältnissen.
Perlite	haptisch, olfaktorisch, Darrprüfung	Gering sorptiv und gering desorptiv, je nach Einbau- und Klimaverhältnissen.
Styropor, PU und PS	Visuell, olfaktorisch, haptisch Gravimetrisch (vergleichend) Darrprüfung Widerstandsmessung Kapazitive Messung Dielektrische Messung Mikrowellenmessung Kapazitive Messung	Gering sorptiv und gering desorptiv, je nach Einbau- und Klimaverhältnissen.
Weichfaser Holzfaser-lose Zellulose Flachs, Hanf fest und lose	Visuell, olfaktorisch, haptisch Gravimetrisch (vergleichend) Darrprüfung Widerstandsmessung Kapazitive Messung Dielektrische Messung Mikrowellenmessung	Sehr gut sorptiv und gut desorptiv, je nach Einbau- und Klimaverhältnissen.

[5] http://www.unibw.de/werkstoffe/lehre/skripte/stoffkennwerte.pdf, ein Vorlesungsskript von Prof. K.-Ch. Thienel für die Universität der Bundeswehr München

	Kapazitive Messung	
Mineralische Baustoffe	Messempfehlung	Feuchteausgleichsverhalten[6]
Gipsbauplatten, Gipsputze + Estriche Feuchteempfindlich, nicht pilzwidrig wegen neutralem pH-Wert. Ein Rückbau ist bei hohen Feuchteaufkommen meist nicht zu vermeiden.	Widerstandsmessung Darrprüfung Kapazitive Messung Dielektrische Messung Hygrometrische Messung Mikrowellenmessung	Gering bis gut sorptiv (je nach Feuchteaufkommen) und gering desorptiv, je nach Einbau- und Klimaverhältnissen.
Lehmbauplatten, Lehmputze Lehmherstellung ist wirtschaftlich, umwelt- und gesundheitsverträglich, sehr gutes Raumklima- u. Feuchteausgleichsverhalten, schall- und brandhemmend, emissionsfrei, geruchsabsorbierend und holzkonservierend.	Widerstandsmessung Darrprüfung Kapazitive Messung Dielektrische Messung Hygrometrische Messung Mikrowellenmessung	Sehr gut sorptiv und desorptiv, je nach Einbau- und Klimaverhältnissen.
Zementbauplattten, Zementputze + Estriche Zement wird bei Auffeuchtung alkalisch und kann dadurch begrenzt eine Schimmelbildung verhindern. Die Feuchteausgleichswirkung ist daher bei Feuchteschäden besser als bei Gips.	Widerstandsmessung Darrprüfung Kapazitive Messung Dielektrische Messung Hygrometrische Messung Mikrowellenmessung	Gut sorptiv und gut desorptiv, je nach Einbau- und Klimaverhältnissen.
Kalk- und Silikatputze Sie sind raumklima- u. feuchteregulierend, schadstoffbindend, brandschützend. Durch hohen ph-Wert schimmelhemmend.	Widerstandsmessung Darrprüfung Kapazitive Messung Dielektrische Messung Hygrometrische Messung Mikrowellenmessung	Gut sorptiv und gut desorptiv, je nach Einbau- und Klimaverhältnissen.

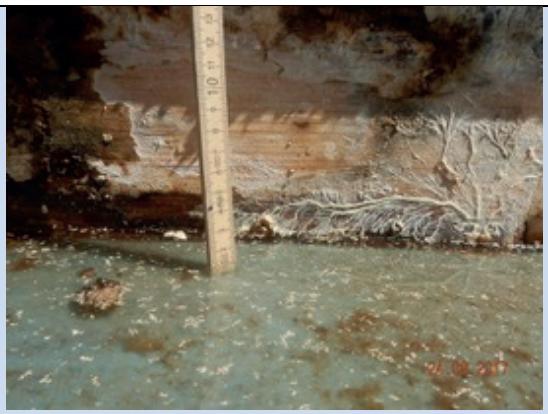
Diese Tabelle gibt lediglich eine grobe materialspezifische Einschätzung (Praxiserfahrungen, Beobachtungen) über das Feuchteausgleichsverhalten bei Auffeuchtungen und zur Schimmelanfälligkeit während der Bauzeit.

2.4. Schimmelpilzbewertung während der Bauzeit

Bei guten Wachstumsbedingungen kann sich ein reklamationsträchtiger Bewuchs mit verschiedenartigen Mikroorganismen sowohl auf frisch eingebautem Holz als auch auf Holzwerkstoff-, Weichfaser- und Gipskartonplatten oder Farb- und Putzoberflächen entwickeln.

Pilze können keine Energie aus Sonnenlicht gewinnen, sondern brauchen wie Lebewesen und Pflanzen organische Nährstoffe und Wasser. Sie bilden Sporenträger und Hyphen bzw. Myzelien, d.h. Geflechte als Verbund oder Einzeller wie die Hefepilze.

[6] Angelehnt an ein Vorlesungsskript von Prof. K.-Ch. Thienel für die Universität der Bundeswehr München http://www.unibw.de/werkstoffe/lehre/skripte/stoffkennwerte.pdf

Pilze und Schimmelpilze und Holzzerstörer		
Umweltpilze, kurzzeitiges, oberflächliches Wachstum		Holz-verfärbende Pilze wie z. B die Bläue- u. Schwärzepilze, andere Schimmelpilze möglich. Sie leben in Co-Existenz, jedoch haben sich in diesem Fall die Oberflächenpilze opportunistisch durchgesetzt und befinden sich in der Überzahl. Bild: Pilzwachstum wegen Kondensatfeuchte auf der Unterseite der Dachschalung.
Vielerlei Pilzarten, lange Wachstumszeit, tief einwachsend.		Ungestörtes Schimmelpilzwachstum bei hohen Feuchtewerten, Kondensatschaden wegen fehlender Dampfbremse. In diesem Fall können sich alle Pilzarten durchsetzen, auch die material- und hygienebedrohlichen Spezies. Bild: Mineralwolle als Dachdämmung unter Holzfaserplatte. Versteckter Schaden mit starker Geruchsentwicklung durch Pilz-Mykotoxine.
Holzzerstörer		Holz-zerstörende Pilze wie z. B. der Weiße und Braune Kellerschwamm. Bild: Holzzerstörende Organismen - wegen einem bauphysikalischen Planungsfehler an einem 7.000qm Flachdach nach ca. 3 J.

Bleibt die Feuchtigkeit weiterhin im hohen Bereich, dann können bestimmte Spezies Material zerstören und andere belasten die Gesundheit. Dies hat wiederum Einfluss auf die Mangeldefinition, die Schadenshöhe und das Sanierungsausmaß.
Hierbei gilt es zwischen einem geringfügigen bzw. ortsüblichen und einem umwelt- oder material- oder gesundheitsrelevanten Schadensfall zu unterscheiden. Das Ausmaß der Materialzerstörung bestimmt die Materialprüfanstalt in ihrem Gutachten. Da Bausachverständige und Laborbiologen nicht für eine gesundheitliche Bewertung durch Pilze autorisiert sind, sollten sie lediglich hygienische und nicht gesundheitliche Gefährdungseinschätzungen vornehmen. So äußert sich Dr. Gabrio (ehemals Landesgesundheitsamt Bad. Württ.), der in Deutschland die Schimmelpilzgrundlagen im Bauwesen maßgeblich beeinflusst hat, kritisch zu uneinheitlichen Schimmelbewertungen: „Die Zersplitterung des Meinungsbildes, das gerade in den letzten Jahren verstärkt in die Öffentlichkeit getragen wurde, dient nicht der Versachlichung der Schimmelpilzproblematik“ … „Nur wenige Gutachter sind sich darüber im Klaren, dass Äußerungen über eine theoretisch mögliche Wirkung von Schimmelpilzarten zur Beurteilung des gesundheitlichen Risikos im konkreten Fall nicht hilfreich sind und oft zu unbegründeten Panikreaktionen bei den Betroffenen führen“ … „Nicht-medizinische Gutachter sollten

bedenken, dass sie mit Statements zur gesundheitlichen Wirkung von Schimmelpilzen eine Haftung in einem Fachgebiet übernehmen, in dem sie nicht kompetent sind."[7]
Egal welches Gefährdungspotential vorliegt, bei Sanierungsanleitungen sollten alle Pilzerscheinungen (Verfärbungen, Sporen, Mycel) unter den gleichen Sicherheitsvorkehrungen und gemäß den vorgeschriebenen Arbeitsschutzmaßnahmen entfernt und entsorgt werden.

Unterscheidungsmerkmale:

1. ***Pilzschäden*** entstehen meist versteckt in Bauteilen, hinter Tapeten oder hinter Möbeln. Sie bilden und verbreiten Millionen von Sporen und Schadgase (MVOC = mikrobielle leichtflüchte organische Verbindungen). Im Grunde findet eine Aufkonzentrierung mit erhöhter Sporenbelastung im Staub und in der Atemluft statt, die über das „natürliche Außenluftmaß" hinausgeht. Mycel wächst meist tief ins Material, was dann schwieriger zu sanieren ist oder rückgebaut werden muss.
2. Bei feuchteinduzierter Fasersättigung des Holzes können sich sogar ***holzzerstörende Pilze*** entwickeln, die sich ansonsten eher in Kellern und im Erdboden befinden und die das Holz durch Myzelien und Myzelstränge schädigen und Zellwandbestandteile des Holzes abbauen. Die Braun-, Weiß- und Moderfäulepilze oder der echte Hausschwamm (Sonderstellung) können einen massiven Schadensumfang und ein weitverzweigtes Wurzelwachstum verursachen und deshalb sind sie noch sorgfältiger zu detektieren und zu sanieren.
3. Vor allem im Neubaubereich kann es öfters zu einem ***kurzzeitigen Pilzwachstum*** kommen. Wegen eines nur kurzzeitig verfügbaren Feuchteangebots steht solch einem Pilz nur eine kurze Wachstumszeit zur Verfügung. Die Verfärbung kann punktuell oder geschlossen vorliegen. Wächst der Pilz im Holzbereich nur auf der Oberfläche oder ca. 1 -2 mm in die Tiefe, ist er gebunden und ohne Feuchte nicht mehr wachstumsfähig. Dieser ist abrasiv leicht zu entfernen.

Generell muss jedoch ***jeder erkennbare Pilzbefall*** als hygienisches Problem bewertet und regelgerecht beseitigt werden, um eine Staub- oder Sporenverteilung im Gebäude zu verhindern.[8]

Die Pilzarten haben unterschiedliche Feuchte- und Temperaturansprüche, um mit dem Hyphenwachstum oder der Sporenvermehrung zu starten. Treffen Pilzsporen aber auf gute Wachstumsbedingungen, können sie eine hohe Zahl von Sporen und Hyphen bilden, oder sie geben Gerüche, b-D-Glucane und Enzyme an die Raum- und Atemluft ab, die durch Raumluftprobenahmen verifiziert werden können.
Überall anzutreffende „Umweltschimmel" wie Cladosporium spp. wachsen mit Vorliebe auf Lebensmitteln, Papier oder Staub, und man findet sie oft als Oberflächenpilz im Neubaubereich. Sie zählen nicht zu den Toxin-Bildnern. Sind sie aber in Gesellschaft mit Aspergillus, Fusarium, Penicillium und Stachybotrys spp., dann ist mit deren Toxin bildenden Stoffwechselprodukten zu rechnen.

2.5. Schimmelpilzanalytik als Freimessung

Ein oberflächlicher, geringfügiger Pilzbefall im Rohbaubereich wird oft saniert, ohne eine Schimmelpilzanalytik durchzuführen. Das wird damit begründet, dass die Sanierung unverzüglich und gemäß den TRBA Schutzregeln[9] durchgeführt wird. Jedoch sollten auch in diesem Fall immer Kontrollmessungen am Ende der Schimmelsanierung durchgeführt werden.
Geht es um einen Schadensfall erheblichen Ausmaßes werden meist gleich zu Beginn folgende Untersuchungen zur Schimmeleinschätzung verlangt:

- Luftkeimsammlung
- Partikelsammlung
- Luftmessung (Leichtflüchtige mikrobielle organische Verbindungen, Mykotoxine)

Entnommene Proben können an Schimmelpilzlabore (Kontrollmessung, Gefährdungseinschätzung) und an Pilz- und Materialprüfanstalten (holzzerstörende Pilzgattung, Holzzerstörungsausmaß für Statik) eingesendet

[7] „Interdisziplinäre Zusammenarbeit ist zwingend erforderlich" aus „umwelt-medizin-geschellschaft" Fachzeitschrift, Ausg. 24/2/2011, S. 157
[8] Umwelt-, Arbeits- und Gesundheitsvorschriften einhalten – GefStoffV, BG, TRBA, GUV etc.
9 TRBA: Technische Regeln für biologische Arbeitsstoffe

werden. Abklatsch- und Klebefilmprobenahmen sind ungenau und im Rohbaubereich wenig aussagekräftig. Sie eignen sich zur Orientierung und zur Kontrolle der Reinigungsarbeiten.

2.6. Mykotoxine und Geruch

Geruchsbelastungen und Hygienemängel infolge eines Feuchteproblems können zudem durch Mykotoxine[10] oder durch MVOCs [11] entstehen und werden bei der Geruchsprüfung von Materialproben und von Räumen folgendermaßen unterschieden:

- Geringfügiges und kurzzeitiges (Neubau) Pilzwachstum auf der Oberfläche wird in der Anfangszeit nur unauffällige Mengen Mykotoxine oder MVOCs bilden und daher wird es in diesem Fall keinen schimmeltypischen Geruch geben.
- Ein modrig-muffiger Geruch (z. B. durch MVOC 2-Octen-1-ol) deutet nicht auf einen kurzzeitigen (Neubau) Pilzbefall hin, sondern eher auf einen verborgenen Untergrundschaden auf Holz- und Holzwerkstoffen und Dämmmaterialien oder Gipsbauplatten.
- Erdiger Geruch (z. B. durch MVOC-Geosmin) entsteht vorzugsweise in alten Kellerräumen mit Mauerwerks- oder Bodenfeuchte und geringer Luftwechselzahl. In diesem Geruchsspektrum kann man eher holzzerstörendes Pilzwachstum vermuten.

Geruchssensorisch auffällige Pilzgerüche werden mit einer TENAX- MVOC Raumluftmessung verifiziert.

2.7. Bestandsaufnahme – Vorgehensweise

In der folgenden Tabelle wird ein möglicher Ablauf zur Feuchtesanierung beschrieben.

1. Anfrage per Fon, Email 2. Gebäude- und Personendaten aufnehmen, Fotos 3. Vertragsverhältnisse klären 4. Haftpflichtversicherungen anfragen 5. Tipps zur ersten Schadensbegrenzung 6. Unverzügliche Terminfindung
Orientierende Begehung: Gips/Holz Trockenbauwand – visuelle, geruchliche und messtechnische Einschätzung zum Feuchteverlauf und zur Quellensuche.

[10] Mykotoxine (Schimmelpilzgifte) sind sekundäre Stoffwechselprodukte aus Schimmelpilzen, die bei Wirbeltieren bereits in geringsten Mengen giftig wirken. Im Unterschied dazu werden die toxischen Inhaltsstoffe von Großpilzen als Pilzgifte bezeichnet. Eine durch Mykotoxine verursachte Erkrankung wird Mykotoxikose genannt. (Wikipedia)

[11] Microbial Volatile Organic Compounds = leichtflüchtige mikrobielle organische Verbindungen/Gasgerüche durch Organismen wie Pilze, Bakterien, Hefen etc. sind durch Raumluftmessungen, Geruchsprüfer oder Schimmelhunde auffindbar.

Bild/Messverortung	Erläuterung der Prüfergebnisse
	Kapazitive Oberflächenmessung: Prüfraum PR01 Messpunkt orientierend im Schwellholz Messtiefe MT 2-3 cm Unsichere Messergebnisse Holz Normalwerte ca. 30-60 dgts Messwert: 39,5 dgts

2. Minimalinvasive Bauteilöffnung	
Hohlraum-Lochbohrer in Gipsfaserplatte u. Mineralwolle – visuelle, geruchssensorische und haptische Prüfung und Widerstandsmessungen.	

3. Widerstandsmessung, Bohrkernpüfung und Verortung	
	Widerstandsmessung (isolierte Elektroden): Prüfraum PR01 Messpunkt MP02 Messtiefe MT ca.4-6 cm Messwert: 24,4%

Widerstandsmessung (isolierte Elektroden):

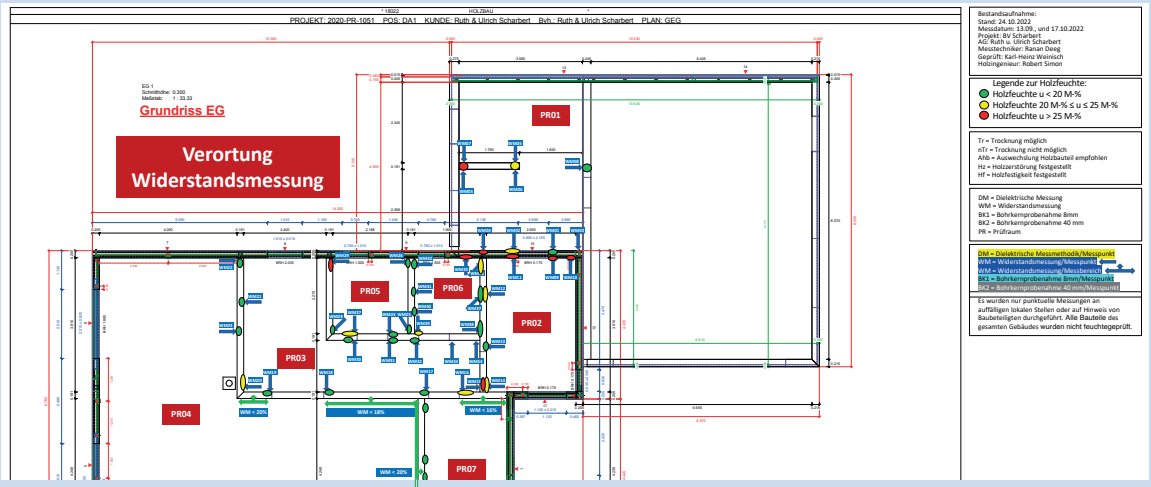
Prüfraum PR04

Messpunkt MP--

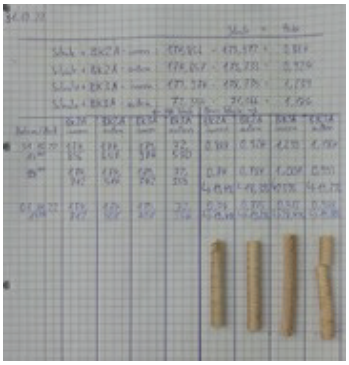
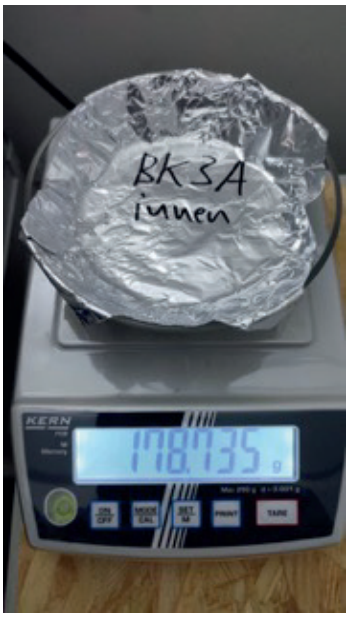
Messtiefe MT ca.4-6 cm

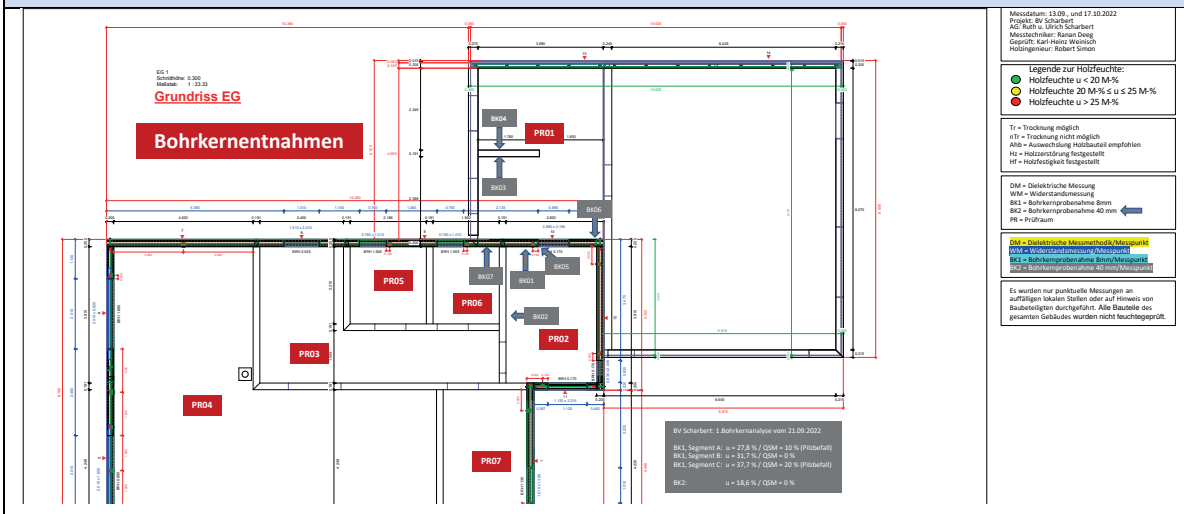
Messwert: 16,3, 14,3, 20,0%

Verortung Widerstandsmessung



3. Bohrkernprüfung

BK #	u [%]	Datum	
3a (50-100mm) innen	27,4%	01/11/2022	 



4. Rückbau- und Sanierungsempfehlungen

Rückbauanweisungen nach einer Auffeuchtung im Decken- und Schwellholzbereich. Durchführung einer Feuchte- und Bohrkernprüfung im Fichte-KVH. Die feuchten und geruchsauffälligen Mineralwoll- und Gipsfaserplatten wurden schon großzügig entfernt.

5.Verifizierung der Indizienlage und Materialprüfung im Labor

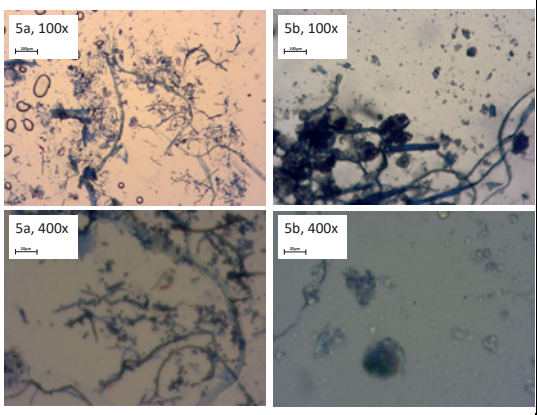
Bohrkern	Segment / Position	Holzfeuchte *u* [%]	QSM [%]	Pilzbefall
BK 2	A / oben	14,8	5	ja (gering)
	B / mittig	25,2	5	ja (gering)
	C / unten	58,6	5	ja (gering)
BK 3 / K15	A / oben	9,6	0	nein
	B / mittig	12,9	0	nein
	C / unten	14,2	0	nein
BK 4 / K5	A / oben	10,4	5	ja (gering)
	B / mittig	21,0	5	ja (gering)
	C / unten	51,8	5	ja (gering)
BK 6	A / oben	71,2	5	ja (gering)
	B / mittig	58,7	5	ja (gering)
	C / unten	70,8	5	ja (gering)

MPA Eberswalde
Materialprüfanstalt Brandenburg GmbH
- Holz und Holzschutz -

MPA – Bohrkernprüfung zur Holzfeuchte, Bestimmung des Ausgleichsfaktors zur Widerstandsmessung am Bohrkern, Bestimmung der QSM Querschnittsminderung für die statische Abnahme und Pilzbefall/mikroskopisch. Bei Bedarf zusätzlich eine Festigkeitsüberprüfung der Kleberverbindung.

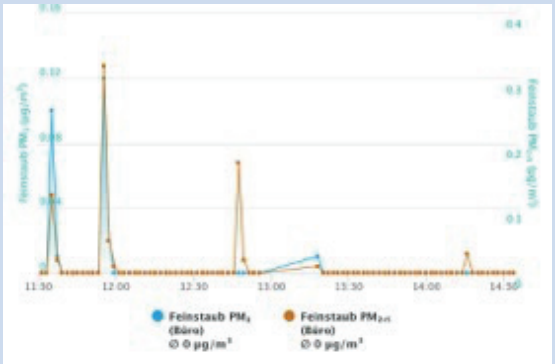
MPA – Materialprüfanstalt, mikroskopische Myceleinwuchs- u. Pilzbestimmung

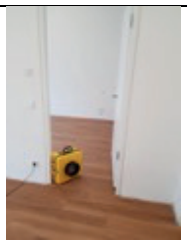
Direktmikroskopie:



6.Freimessung der Innenräume zur Bauabnahme und für Schlussgutachten

Luft- und Feinreinigung mit Hepa-Filter Geräten nach den Sanierungsarbeiten und vor Freimessung. Erfolgsnachweis über Partikelprüfung.



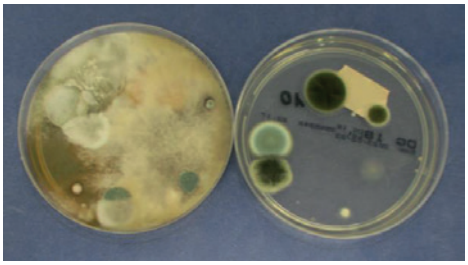


oben re: Kontrolle der Partikel- und Klimadaten

oben li: Messung bei Luftbewegung

links: Vergleichende Außenmessung

Luftkeime- und Partikelprüfung gem. Normenreihe DIN ISO 16000



6011 S2301_0052.10

100 L Probenvolumen

nach 7 d Inkubation (v.li.)

MEA 25°C
DG 18 25°C

Probenart	Nährboden/ Temperatur	Auswertung	KBE/Nährboden	KBE/m³ Luft*
6011 Luftmessung 100 L	MEA 25°C	*Penicillium spp.*	4	40
		Cladosporium spp.	2	20
		Sarocladium sp.	1	10
		Botrytis sp.	1	10
		Geotrichum sp.	1	10
	Summe	Pilze	**9**	**90**
6011 S2301_0052.10	DG 18 25°C	*Cladosporium spp.*	3	30
		Penicillium sp.	1	10
		Aspergillus versicolor Komplex	1	10
		weiße Hefen	1	10
		sterile Kolonien	1	10
	Summe	Pilze	**7**	**70**
Ergebnis		**Nach UBA Leitfaden (S.118) Innenraumquelle unwahrscheinlich**		

3. Aussichten

Im Gegensatz zu früher werden heutzutage viele Gebäude in den Wintermonaten aufgestellt und die Bau- und Trocknungszeiten haben sich verkürzt. Dies fördert Feuchteschäden, weil auf Winterbaustellen oft ungünstigere Wettereinflüsse oder problematischere temperaturabhängige Kondensatbildungen vorherrschen als auf den Baustellen im Sommer. Fehlendes oder lückenhaftes Feuchtemanagement schon in der Ausschreibung ist eine weitere Ursache sowie auch fehlerhafte Leitungs- und Abdichtungsarbeiten. Schon im Bauvertrag sollten die Feuchteschutzmaßnahmen ausführlich geregelt werden, vor allem bei mehrstöckigen Gebäuden wegen der möglichen Wetterextreme. Des Weiteren haben die meisten Holzgebäude ein langsam trocknendes Kellergeschoss oder werden mit mineralischen Geschossdecken, Estrichen und Betontreppenhaus erstellt, deren Feuchteabgaben gemessen und bei Bedarf ausreichend abgeführt werden müssen.

Bei noch unbedachten Baustellen ist das wetterbedingte Feuchteproblem zu beachten. Hierzu gibt es im jeweiligen Werkvertrag oftmals keine klare Vereinbarung über Pflichten und Kosten. Die Maßnahmen sind hinreichend in der DIN 68800 und in der Broschüre vom IDH (Informationsdienst Holz „Holzschutz“ S. 26) beschrieben. Auftraggeber, Bauleiter, betreffende Handwerker und Generalübernehmer, die den Feuchteschutz nicht vertraglich geregelt haben, müssen unter Umständen selbst aktiv werden und entsprechende Trocknungsgeräte mieten. Aber allein mit dem Aufstellen von Heizgeräten ist es noch nicht getan, die Geräte müssen eingerichtet, überwacht und die Heizleistung muss gegebenenfalls angepasst werden, andernfalls drohen Trocknungsschäden. Das sind zum Beispiel Risse oder Verformungen, die entstehen, wenn die Oberfläche zu schnell austrocknet. Erfahrungsgemäß wird oft nicht geklärt, wer sich am Wochenende oder an Ruhe- und Feiertagen um das wetter- und klimaangepasste Lüften auf der Baustelle kümmert oder wer die auf der Holzdecke stehende Regenpfütze beseitigt.
Die materialgerechte Sanierung und Trocknung von Holzbauteilen ist aufwändig, aber ein Rückbau oder Baustillstand ist meist wesentlich kosten- und zeitintensiver. Der Einsatz von Bautrocknern oder feuchteabführende Maßnahmen ist vor allem im Holzbau und bei zu hohen Materialfeuchtewerten empfehlenswert. Baubeteiligte tun gut daran, wenn sie durchgängig die Feuchtigkeit und Temperatur (Thermo-Hygrometer-Datenlogger) messen und dokumentieren. Bei nassen Ziegel-, Holz- oder Trockenbauwänden sollten alle betroffenen Unternehmer, Bauleiter und die Bauherrschaft sofort auf mögliche Folgeschäden am Bauteil aufmerksam gemacht werden. Die Kostenübernahme ist immer schon vor Beginn der Trocknungs- oder Sanierungsarbeiten zu klären. Bei unverschuldetem Wettereinfluss und trotz Schutzvorkehrungen bezahlt meist die Bauwesenversicherung den Schaden, andernfalls bemüht der Schadensverursacher seine Betriebshaftpflichtversicherung. Unter Umständen haben der Auftraggeber selbst und sein Bauleiter die Pflicht, den Mehraufwand zu beschreiben und den Schutz des Gebäudes zu beauftragen und zu kontrollieren.

Selbst wenn ein Feuchte- oder Pilzproblem im Neubaubereich bereits bemängelt wurde, kann der Konflikt im Regelfall durch einen rechtzeitig eingesetzten und holzbauerfahrenen Sachverständigen gelöst werden. Durch unverzüglich umgesetzte Sanierungsmaßnahmen können Materialschäden und Schimmelpilzprobleme und somit ein Baukonflikt vermieden werden. Für diese Aufgaben ist ein nationales Netzwerk von Holzbauexperten nötig, damit den Betroffenen schnell und durch regional zur Verfügung stehende Sachverständige geholfen werden kann.

4. Anlagen

4.1. Literaturverzeichnis

1. Umweltbundesamt (2017): Leitfaden Zur Vorbeugung, Erfassung und Sanierung von Schimmelbefall in Gebäuden („Schimmelpilz-Leitfaden“)
2. Landesgesundheitsamt Baden-Württemberg (2001, überarbeitet 2004): Schimmelpilze in Innenräumen – Nachweis, Bewertung, Qualitätsmanagement, Abgestimmtes Arbeitsergebnis des Arbeitskreises „Qualitätssicherung- Schimmelpilze in Innenräumen“, Stuttgart
3. Bernd Nusser / Martin Teibinger: Flachgeneigte Dächer aus Holz. Planungsbroschüre. Holzforschung Austria, Wien 201
4. Daniel Schmidt und Stefan Winter: Flachdächer in Holzbauweise. INFORMATIONSDIENST HOLZ Spezial, Bonn 2008.
5. GANN HB 30 – Bedienungsanleitung und Ausgleichsfeuchtewerte verschiedener Baumaterialien, Holzarten-Feuchtewerte, Anzeigewerte (digits) Gewicht/CM Prozentwerte, Holzartentabelle. Neu: GANN CH17
6. Informationsdienst Holz: HOLZSCHUTZ I BAULICHE MASSNAHMEN I INHALT 3 holzbau I REIHE 5 I TEIL 2 I FOLGE 2
7. Colling, Francois, Prof. Dr., Analyse und Bewertung von Schäden an Holzkonstruktionen, 1999
8. Kehl, Daniel: Richtige Messung der Holzfeuchte - Grundlagen für Sachverständige, Beitrag in der Zeitschrift Holzbau – die neue quadriga, Ausgabe 04-2022, Kastner-Verlag, Wolnzach 2022, www.holzbauphysik.de
9. Konzept für Zustandsanalysen von Holzkonstruktionen, Diplomphysiker Frank Rinn, Zeitschrift „Bauen mit Holz“ 10/2006, S. 26-33
10. WTA Merkblatt: Leitfaden für hygrothermische Simulationsberechnungen, E-6-1 Ausgabe 07.2022/D
11. WTA Merkblatt 6-8 Ausgabe: 08.2016/D „Simulation wärme- und feuchtetechnischer Prozesse“, Hrsg. Wissenschaftlich Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege, Referat 6 „Bauphysik“, IRB Verlag, Stuttgart 2016

4.2. Normenverzeichnis

- DIN 18533 – erdberührte Bauteile
- DIN 18195 – Bauwerksabdichtung
- DIN 18195-1-7 "Wasserdichtheit von Bauwerken - Planung, Ausführung, Prüfung"
- DIN 18531 "Feuchtigkeitsbeanspruchte Bauteile - Planung, Ausführung, Überwachung"
- DIN EN 13859-1 "Bauteile und Konstruktionen für Wärmedämmung - Anforderungen an den Feuchteschutz"
- DIN 4108-07 "Wärmeschutz im Hochbau - Anforderungen an den Feuchteschutz"
- DIN 68800 Teil 3 "Wärmedämm-Verbundsysteme - Anforderungen an den Feuchteschutz".
- DIN 52183 Darrprüfung
- DIN 18560-4: 2016-06 Estriche im Bauwesen - Teil 4: Estriche auf Trennschicht
- BEB-Merkblatt: CM-Messung, Ausgabe Januar 2007, Bundesverband Estrich und Belag e. V., Troisdorf
- DIN EN 13183-2 Widerstandsmessverfahren

Nachweis, Zählung und Probenahme von Schimmelpilzen in der Innenraumluft

- DIN ISO 16000-16 (2009): Nachweis und Zählung von Schimmelpilzen – Probenahme durch Filtration
- DIN ISO 16000-17 (2010): Nachweis und Zählung von Schimmelpilzen – Kultivierungsverfahren
- DIN ISO 16000-18 (2012): Nachweis und Zählung von Schimmelpilzen – Probenahme durch Impaktion
- DIN EN ISO 16000-19 (2014): Probenahmestrategie für Schimmelpilze
- DIN ISO 16000-20 (2015): Nachweis und Zählung von Schimmelpilzen – Bestimmung der Gesamtsporenzahl
- DIN ISO 16000-21 (2014): Nachweis und Zählung von Schimmelpilzen – Probenahme von Materialien WTA-Merkblatt „Messung des Wassergehalts bzw. der Feuchte von mineralischen Baustoffen“ (WTA Merkblatt 4-11, 2016)

Notizen...

6

Die nächste Generation Eurocode 5 – aktueller Stand, wichtige Änderungen, Ausblick

Dipl.-Ing. Matthias Gerold
HARRER INGENIEURE,
Gesellschaft Beratender Ingenieure, VBI, mbH

Vita

Dipl.-Ing. Matthias Gerold

geb. am 17.04.1959 in Stuttgart, Deutschland

10/1979 – 09/1985	Universität Fridericiana Karlsruhe (TH), heute KIT Studium des Bauingenieurwesens, Konstruktiver Ingenieurbau
1983 – 09/1987	Praktische Tätigkeit bei der Ingenieurgruppe Bauen, Karlsruhe
10/1987 – 04/1992	Wissenschaftlicher Angestellter an der Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine der Universität Karlsruhe (TH), heute KIT
seit 05/1992	Abteilungsleiter Harrer Ingenieure, Karlsruhe
seit 04/1995	Beratender Ingenieur, Prüfingenieur für Bautechnik für die Fachrichtungen Massivbau (2) und Holzbau (3)
seit 1997	mit Zweigbüro Ostfildern Ingenieurgemeinschaft Kuhlmann l Gerold l Zipperlen (vormals Dr.-Ing. W. Dreher, Prof. Dr.-Ing. W. Gerold)
seit 01/2001	Hauptgeschäftsführer, Gesellschafter seit 1995
seit 05/1996 Erweiterung 01.01.2000	Vereidigung als ö.b.u.v. Sachverständiger für „Baustatik und Baukonstruktionen des Massiv-, Stahl-, Holz- und Glasbaus“
1996 – 2003	Lehrbeauftragter der Universität Stuttgart Ergänzungsfach „Holzbaukonstruktionen“ (3 SWS, 8. Semester)
seit 2004	Lehrtätigkeiten an den Universitäten Stuttgart und Karlsruhe
seit 07/1998	Anerkennung als Sachverständiger für bautechnische Prüfung, Sachgebiet Eisenbahnbrückenbau und konstruktiver Ingenieurbau im Eisenbahnbau, in dem Tätigkeitsbereich Massivbau, beim Eisenbahnbundesamt (EBA), Bonn
1988 – 1993	Mitglied im NABau-AK 04.01.01, CEN TC124/WG5 und TC250/SC5-2
seit 2011	Mitglied des Spiegelausschuss NABau NA005-04-01AA und einigen AKs; Deutscher Experte in den Plenarsitzungen von CEN TC250/SC 5, Mitglied in einigen Working Groups (WG)
seit 2013	Leiter des NA005-04-01-01AK im NABau; Head of German Delegation bei CEN TC250/SC5
seit 2016	Mitglied des Spiegelausschusses NA005-05-57FBR Brücken (horizontale Koordinationsgruppe Brücken in Deutschland – KOA-07)
2018 – 2022	Leiter des Projekt Team (PT) Holzbrücken (Neufassung EN 1995-2)
seit 2021	Convenor Leiter der WG6 (Timber Bridges), Mitglied von CEN/TC250/Horizontal Group Bridges (HGB)

Dipl.-Ing. Matthias Gerold l Harrer Ingenieure GmbH, Karlsruhe/Ostfildern/Baden-Baden
Tel. + 49 721 1819-0, Mail: M.Gerold@harrer-ing.net

Die nächste Generation Eurocode 5 – aktueller Stand, wichtige Änderungen

Matthias Gerold, Harrer Ingenieure GmbH, Karlsruhe/Ostfildern/Baden-Baden

1 Einleitung

2004 wurden in der EU und einigen EFTA-Staaten einheitliche Bemessungsnormen eingeführt, die sogenannten EUROCODEs (EC). Ziel des Europäischen Komitees für Normung (Comité Européen de Normalisation / CEN) war es, die unterschiedlichen oder sogar fehlenden Bemessungsrichtlinien in den Mitgliedsstaaten durch ein gemeinsames technisches Regelwerk mit einheitlichem Sicherheitsniveau zu ersetzen und so Barrieren in Europa weiter zu reduzieren. Um die langfristige Anwendbarkeit der Eurocodes zu gewährleisten, erteilte die Europäische Kommission im Jahr 2012 ein Mandat für die Erarbeitung einer zweiten Generation, die die ständigen technischen Entwicklungen und den Wissenszuwachs miteinbezieht (siehe Abb. 1).

Abb. 1 Europäische Bemessungsnormen – Eurocodes

Quelle: Europäische Kommission, 2021

Bei der Entwicklung der zweiten EC-Generation waren die Anforderungen und Empfehlungen des EC0 und EC1 (zwingend) zu berücksichtigen. Diese Codes, deren erste Generation „Code der Codewriter" genannt wurde, waren ursprünglich als Leitfaden für Baufachleute gedacht gewesen.

Für die Normenreihe „EN 1995 – Bemessung und Konstruktion von Holzbauten" erarbeiten Experten regelmäßig Entwürfe zu bestimmten Themen des Holzbaus. Zu diesem Zweck wurden seit 2015 in der Regel sechs Projektteams (Project Team / PT) einberufen. Heute wird ihre Arbeit von zehn Arbeitsgruppen (Working Group / WG) weitergeführt, die bereits zuvor die thematische Entwicklung des EC5 in Zusammenarbeit und Abstimmung mit den nationalen Normungsgremien begleitet haben, siehe Abb. 2. Nach einer umfassenden Überarbeitung der gesamten EC5-Reihe werden ab dem Jahr 2026/2027 neue Versionen davon für alle Mitgliedsstaaten zur Verfügung stehen.

Nachfolgend wird in Abschnitt 2 ein Überblick über die Inhalte und Unterschiede der neuen Fassungen im Vergleich zur den bestehenden Holzbaunormen gegeben. In Abschnitt 3 werden Detailinformationen zu den Veränderungen in der neuen prEN 1995-2 gegeben (siehe /3/ sowie /8/ bis /10/) und damit auch zu Abschnitten in der prEN 1995-1-1.

Normungsgremium CEN/TC 250 / SC 5 Leitung: Stefan Winter (DE)				
Projekt-gruppe	Arbeitsgruppe	Leitung	Norm	Verfüg-barkeit
PT 1 PT 3 PT 5	WG 1: Brettsperrholz, Furnierschichtholz usw. WG 3: Aussteifung, Stabilität, Schwingungen usw. WG 5: Anschlüsse und Verbindungsmittel WG 7: Durchbrüche und Verstärkungen WG 10: Grundlagen der Bemessung	Tobias Wiegand (DE) René Steiger (CH) Ulrich Hübner (AT) Philipp Dietsch (DE) Julian Marcroft (UK)	EN 1995-1-1	2025
PT 4	WG 4: Heißbemessung	Andrea Frangi (CH)	EN 1995-1-2	2025
PT 6	WG 6: Holzbrücken	Matthias Gerold (DE)	EN 1995-2	2026
PT 2	WG 2: Holz-Beton-Verbund	Jörg Schänzlin (DE)	CEN TS 19103	2021

Abb. 2 Ausschnitt des Normungsgremiums CEN/TC 250/SC 5

2 Unterschiede zur bisherigen Holzbaunorm

2.1 Allgemeines

Der EC5 (*EN 1995 Design of timber structures*) bleibt wie folgt unterteilt:

- Teil 1-1 – Gemeinsame Regeln und Regeln für Gebäude
- Teil 1-2 – Tragwerksbemessung im Brandfall

Neu: Teil 1-3 – Holz-Beton-Verbund (Timber concrete composites)

- Teil 2 – Holzbrücken

Neu: Teil 3 – Ausführung (*Execution*)

Einen Vergleich der alten und der neuen Normenstruktur zeigt Tabelle 1.

Seit der Einführung der Europäischen Bemessungsnormen vor rund 20 Jahren hat sich kaum ein Bereich auf Produktebene so stark verändert wie der Holzbau. Dem Stand der Technik entsprechend wird das Regelwerk daher für Materialien und Werkstoffe wie Furnierschichtholz (LVL) und Laubolzprodukte erheblich erweitert sowie neue Materialien und Verbindungsmittel wie z.B. Brettsperrholz (CLT), verleimtes Furnierschichtholz (GLVL) und Vollgewindeschrauben eingeführt.

Um auf geführte Diskussionen ebenso wie auf Hinweise von Anwender:innen einzugehen, hat das CEN für die zweite EC-Generation die „Praxistauglichkeit“ als eines der Kernziele vorgegeben. Sie umfasst insbesondere:

- verbesserte Struktur und Eindeutigkeit (*ease of use;* Task 1);
- klarere Verknüpfung und Harmonisierung bzw. Reduzierung national festgelegter Parameter (*National Determined Parameter / NDP*; Task 2);
- Reduktion gleichwertiger alternativer Anwendungsregeln und Verfahren;

- Streichung wenig verwendeter Regelungen;
- Erläuterung des mechanischen Hintergrunds von Formeln.

Tabelle 1 Vergleich der Normenstrukturen der EN 1995:2004 und 2027 (Ursprung /1/)

	Kaltbemessung von Holzkonstruktionen		Heißbemessung von Holzkonstruktionen		Holzbrücken	
Kapitelnummer / Kapitelüberschrift	EN 1995-1-1:2004	prEN 1995-1-1:2027	EN 1995-1-2:2004	prEN 1995-1-2:2027	EN 1995-2:2004	prEN 1995-2:2027
Allgemeines	1	1	1	1	1	1
Normative Verweise	1	2	1	2	1	2
Begriffe, Definition, Symbole	1	3	1	3	1	3
Grundlagen der Bemessung	2	4	2	4	2	4
Baustoffe / Baustoffeigenschaften	3	5	3	5	3	5
Dauerhaftigkeit	4	6			4	6
Grundlagen der Berechnung	5	7			5	7
Grenzzustand der Tragfähigkeit	6	8			6	8, Anhang E T/ΔT/Δmc/ΔL
Tabellierte Nachweise			n.e.	6		
Vereinfachte Bemessungsverfahren			3,4,5	7		
Genauere Bemessungsverfahren			Anhang B	8		
Bemessung von Holzkonstruktionen mit Naturbrandkurven			Anhang A	Anhang A		
Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit; u.a. durch Personen/Fußgänger verursachte Schwingungen	7	9			7 Anhang B	9 (einschl. Verkehr), Anhang C (Erdbeben)
Ermüdung	n.e.	10			Anhang A	10
Verbindungen und Anschlüsse	8	11			8	11
Verbindungen unter Brandeinwirkung			6	9		
Zusammengesetzte Bauteile und Tragwerke	9	12			NCI Zu 5.2	7.2 mit Anhang A (HBV), 7.3
Dach-, Decken- und Wandscheiben	9	13				
Ausführung und Überwachung	10	prEN 1995-3:2027			9	+ Anhang B: Inspektion + Instandhaltung
Ausführung von Details			7	10	-	Anhang D (Beispiele baulicher Holzschutz)
Gründung auf Holzpfählen	n.e.	14				
Erläuterung:	n.e. nicht enthalten					

Bei der Entwicklung der englischen Normtexte war der gezielte Einsatz der Verbformen zu beachten:

- *shall* - deutsches „muss“: Anforderung (unbedingt zu befolgen) → bisher: (P) Prinzip
- *should* - „sollte“: Empfehlung (dringend empfohlen; alternativer Ansatz möglich, sofern technisch begründet)
- *may* - „darf“: zulässig im Rahmen der Eurocodes
- *can - „kann“:* Möglichkeit und Fähigkeit → nur in NOTEs

Die Verwendung von farbigen Bildern und Flussdiagrammen in Normen ist zulässig (siehe CEN/CENELEC: Internal Regulations Part 3 https://boss.cen.eu/reference-material/guidancedoc/pages/prepfiles/). Auch für Zeichnungen gibt es Vorgaben.

Um die gleichzeitige Anwendung mehrerer Eurocodes zu erleichtern, insbesondere bei der Arbeit an hybriden Konstruktionen, sind die Überschriften der Hauptkapitel 1 bis 11 (bzw. 1 bis 5 bei Heißbemessung) in allen Material-Eurocodes jeweils identisch. Die Kapitel 2 und 3 wurden neu hinzugefügt.

2.2 prEN 1995-1-1: Zukunft wird Gegenwart: Die Hochbaubemessung

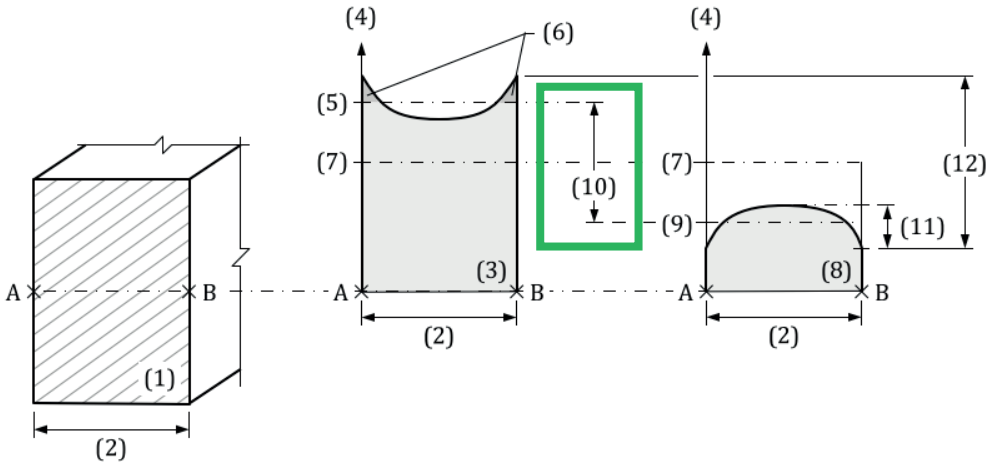
Zu den Abschnitten 4 ‘Grundlagen der Bemessung‘ und 5 ‘Baustoffe / Baustoffeigenschaften‘ der Norm gibt es zahlreiche Neuerungen; nachfolgend stichpunkthaft aufgelistet:

Kapitel 4 (ehem. Kapitel 2):

- Neu: Allgemeine Hinweise zur Robustheit von Konstruktionen
  - Verweis auf consequence classes im Eurocode 0 (FprEN 1990:2022)
  - Methoden zur Erhöhung der Robustheit in Anhang A (informativ)
  - Bedeutung des konstruktiven Entwurfs: wesentlicher für Robustheit als komplexe rechnerische Analysen
- Abschnitt 4.2 „Principles of limit state design“: Für den SLS ist die Angabe zur Kombination und Überlagerung in den zugehörigen Abschnitt 9 verlagert worden.
- Neu: kurzer Abschnitt zu Einflüssen der Holzfeuchte (nur allgemein als Hinweis)
  Hinweis bisher nur indirekt durch Abschnitt Nutzungsklassen und durch Abschnitt 10 Ausführung.

- Geändert bzw. ergänzt: Nutzungsklassen:
  - Neu: Table 4.2: Angabe von relativen Luftfeuchten und mittleren Holzfeuchten für die Nutzungsklassen (bisher im NAD)
  - Ergänzung einer Nutzungsklasse (NKL) 4 für wassergesättigte Bauteile (nur Vollholz) mit Table 4.2; z.B. Holzpfähle. Wunsch v.a. der Niederlande, da es hier noch viele Gründungen mit Pfählen im Wasserbereich gibt.
  - Daher Beschränkung der NKL 3 auf relative mittlere Luftfeuchten bis 95% (Obergrenze) bzw. 85% (jährliches Mittel) und Holzfeuchten von 24% (Obergrenze) bzw. 20% (Mittel); Werte können für wenige Wochen überschritten werden.
  - Erläuterung Feuchteverteilung und maßgebende Werte in einem Diagramm (Figure 4.1)
  - Anpassung der k_{mod}-Werte (Table 5.3) für Vollholz:
    NKL 4 erhält die bisherigen k_{mod}-Werte für Nkl 3;
    k_{mod}-Werte der NKL 3 liegen künftig zwischen den Werten der Nkl 2 und der alten NKL 3 (k_{mod} = 0,55/0,60/0,70/0,80/1,00)
  - k_{def}-Werte (Table 5.2) werden für NKL 3 und NKL 4 in gleicher Höhe angesetzt (Werte wie bisher NKL 3)

- Der Abschnitt 4.3 „Basisvariable“ wird teilweise neu geordnet:
  - Themen „Feuchtegehalt, KLED, Nutzungsklassen sowie Baustoffe und Produkteigenschaften“ bleiben in vorgenannt beschriebener geänderter Form im Abs. 4.3
  - „Baustoffe und Produkteigenschaften“ enthalten Angaben zum Umgang mit Steifigkeitswerten in Abhängigkeit der Parameter Feuchte und Lasteinwirkungsdauer. Dies erfolgt nun in einem neuen Abschnitt 4.4 „stiffness values for structural analysis“ – ohne inhaltliche Veränderungen. Die Anwendung der Steifigkeitswerte wird etwas klarer beschrieben, wenn auch nicht in Form einer zunächst schon enthaltenen Tabelle (wäre übersichtlicher).
  - Neu im Abs. 4.4 ist ein Diagramm zur Steifigkeit zur Darstellung des Prinzips der Steifigkeitsermittlung für K_{SLS} und K_{ULS}. Das wurde gegenüber der zuerst angedachten Version aber immer weiter reduziert und „vereinfacht“, dass der Sinn schon wieder fraglich wird. Das war aber leider der kleinste gemeinsame Nenner.



Key

1 Member cross-section

2 Width or depth of the cross-section

3 Moisture content profile, along the width or depth of the cross-section, under high relative humidity

4 Moisture content (vertical axis)

5 Upper limit of average moisture content, which is used to calculate the strength and stiffness of members and connections

6 Upper limit of moisture content may be exceeded for a few weeks per year

7 Yearly average moisture content, which is used to assign timber members to corrosivity categories for steel dowel-type fasteners

8 Moisture content profile, along the width or depth of the cross-section, under low relative humidity

9 Lower limit of average moisture content

10 Variation of the average moisture, which may be used to calculate dimensional changes of the section (in the case of unrestrained shrinkage)

11 Moisture difference, which may be used to estimate drying cracks in the zone of the member close to its surface

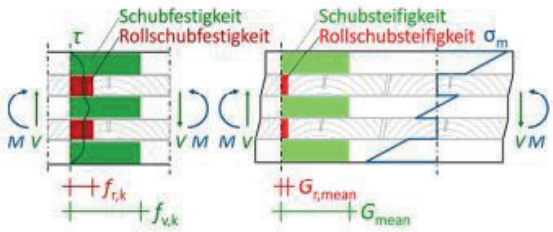
12 Moisture variation at the surface

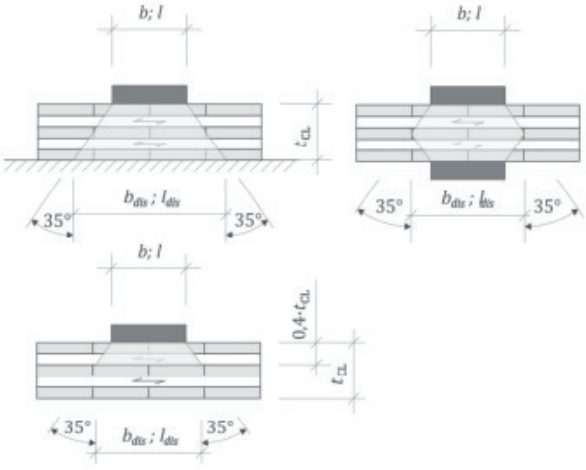
prEN 1995-1-1, *Figure 4.1 – Moisture content along the width or depth of a timber cross-section under high and low relative humidity*

- Abschnitt 4.5 „Verification by the partial factor method“
  - Zusätzliche Formel zur Ermittlung der Festigkeiten;
    bringt inhaltlich nichts Neues, nur dass es neben k_{mod} weitere Einflussfaktoren gibt.
  - Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffe: Table 4.3 mit keinen Änderungen der Werte, aber Ergänzung durch differenziertere und ergänzte Auflistung von Baustoffen
  - Was noch fehlt ist die Angabe für die Ermittlung der Bemessungswerte für die Steifigkeitswerte (bisher Formeln 2.15 und 2.16)

Kapitel 5:

- An mehreren Stellen zusätzliche Angaben, die bislang im NAD enthalten sind
- Ergänzung und stärkere Differenzierung von Table 5.3 (k_{mod}) und Table 5.4 (k_{def}). Damit geht aus den Tabellen die Anwendbarkeit der Baustoffe in den jeweiligen Nutzungsklassen besser hervor (bisher im NAD für die einzelnen Baustoffe genauer angegeben)
- Neu: Angabe von Schwind- und Quellwerten für die verschiedenen Baustoffe (Table 5.3 und Table 5.4, bisher NAD)
- Neue Materialien aufgenommen: Keilgezinktes Vollholz, auf Englisch „*glued solid timber*" (GST), Brettsperrholz (BSP) als "*cross laminated timber*" (CLT) (siehe /2/), Furnierschichtholz, auf Englisch "*glued laminated veneer lumber*" (GLVL) - Nachfolgend drei Auszüge aus /2/:





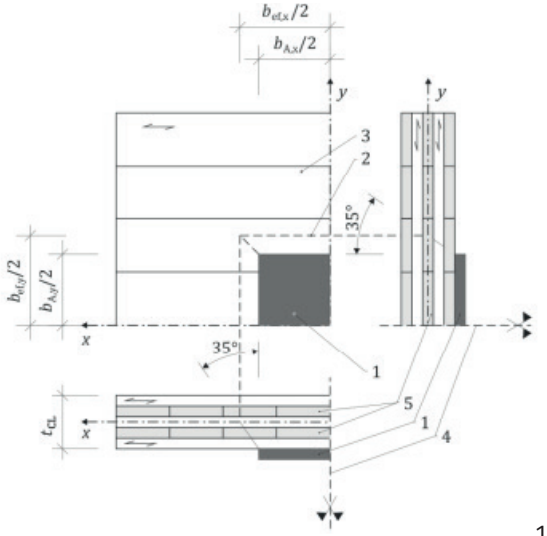


Abb. 3 Brettsperrholz:

- Verlauf der Schub- und Biegespannungen, Verformungsfigur sowie Schubfestigkeiten und Schubsteifigkeiten in Abhängigkeit der Lagenrichtung
- Konzentrierte Lasteinleitung in Scheibenebene
- BSP unter Einzellast
  (1 Lasteinleitungsfläche;
  2 maßgebender Schnitt;
  3 BSP;
  4 Bauteilrand oder Symmetrieachse;
  5 maßgebende Lage)

- Gruppierung der Materialien im Hinblick auf Materialparameter und Zitierung

  prEN 1995-1-1, *Table 5.1 – Products and materials*

No.	Groups and Subgroups		Product	EN	EAD[a]
1	Solid wood based (SWB)[c]	Structural lumber (SL)[c]	Strength graded structural timber with rectangular cross-section (ST)[b,c]	EN 14081-1	—
2			Structural finger jointed timber (FST)[c,d]	EN 15497	—
3		Parallel laminated timber (PL)[c]	Glued solid timber (GST)[c,d]	EN 14080	—
4			Glued laminated timber (GL)[c,d]	EN 14080	EAD 130320-00-0304
5			Block glued glulam (BGL)[c,d]	EN 14080	—
6	Veneer-based (VB)[c]		Single layered solid wood panel (SWP-P)[c,e]	EN 13986 in conjunction with EN 13353	—
7		Cross layered timber (CL)[c]	Cross laminated timber (CLT)[c,d]	—	EAD 130005-00-0304
8			Multi-layered solid wood panel (SWP-C)[c,e]	EN 13986 in conjunction with EN 13353	—
9		Laminated veneer lumber (LVL)[c,e]	LVL with parallel veneers (LVL-P)[c,e]	EN 14374	—
10			LVL with crossband veneers (LVL-C)[c,e]	EN 14374	—
11		Glued laminated veneer lumber (GLVL)[c,d]	GLVL with parallel veneers (GLVL-P)[c,d]	—	EAD 130337-00-0304 EAD 130010-01-0304
12			GLVL with crossband veneers (GLVL-C)[c,d]	—	EAD 130010-01-0304 EAD 130337-00-0304
13		PLY[c,e]	Plywood (PW)[c,e]	EN 13986 in conjunction with EN 636	—
14			Non-impregnated densified laminated wood (DLW)[c,e]	EN 61061-3-1	—
15	Strand based (STB)[c,e]		Oriented strand board (OSB)[c,e]	EN 13986 in conjunction with EN 300	EAD 140015-00-0304

17	Wood-fibre-based (WFB)[c,e]	Fibreboard, hard (HB)[c,e]	EN 13986 in conjunction with EN 622-2	—
18		Fibreboard, medium (MB)[c,e]	EN 13986 in conjunction with EN 622-3	—
19		Softboard (SB)[c,e]	EN 13986 in conjunction with EN 622-4	—
20		Dry process fibreboard (MDF)[c,e]	EN 13986 in conjunction with EN 622-5	—
21	Wood-particle-based (WPB)[e]	Resinoid-bonded particle board (RPB)[c,e]	EN 13986 in conjunction with EN 312	—
22		Cement bonded particle board (CPB)[e]	EN 13986 in conjunction with EN 634-2	—
23	Composite wood-based beams and columns[c]	—	—	EAD 130367-00-0304
24	Gypsum-based (GYB)	Gypsum plasterboards (GPB)	EN 520	—
25		Gypsum fibreboards (GFB)	EN 15283-2	—
26	Timber-Timber-Composite (TTC)	Composite wood-based beams and columns	—	EAD 130367-00-0304

[a] The column has the status of a NOTE (informative) and is not exhaustive.

[b] Circular cross-section in static application are currently not covered by a European Technical Product Specification

[c] Wood

[d] Wood based products

[e] Wood based panels

- Änderungen und Ergänzungen bei den Größeneinflussfaktoren:
  - Vollholz und BSH: zusätzlicher Größeneinfluss für Schubbeanspruchung
  - BSH: Höheneinfluss auch mit Abminderung der Festigkeit für h > 600 mm (bisher keine Abminderung)
  - BSH noch in Diskussion: Exponent Höheneinfluss 0,12 anstatt bisher 0,1
  - LVL: Höhen- und Längeneinfluss mit Angabe Exponent 0,15 anstatt Verweis auf EN 14374 wie bisher

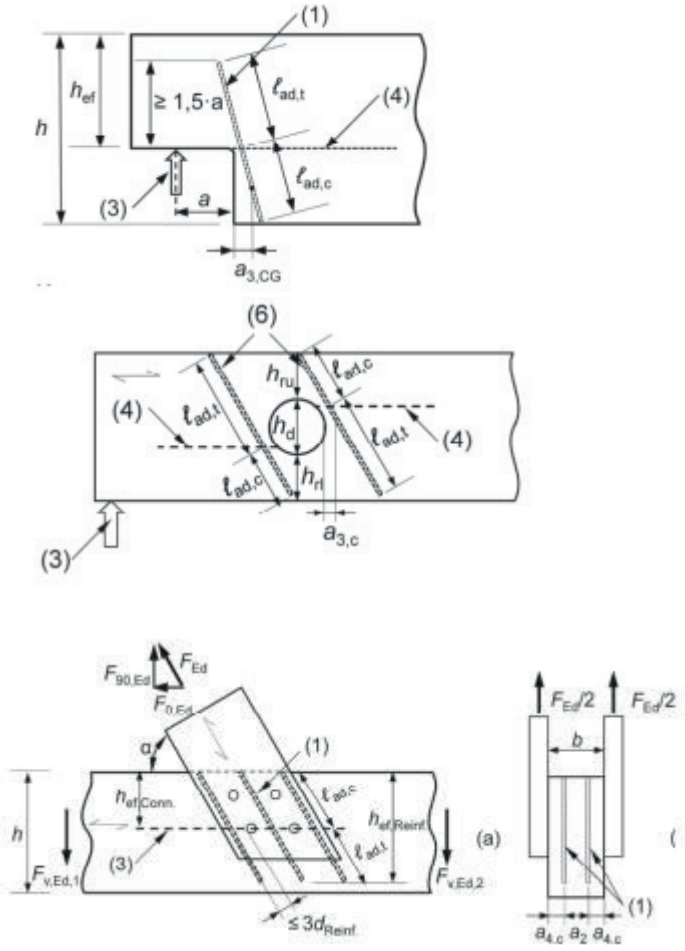
- Ergänzung der Anwendung von Klebstofftypen in den einzelnen Nutzungsklassen
- Herausgenommen: Abschnitt für metallische Verbindungsmittel (war ohnehin nur ein Satz mit allgemeinem Hinweis)

Kapitel 7 und 8:

Für die Bemessungsnachweise der folgenden Abschnitte liefert das überarbeitete Kapitel 7 ‘Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit‘ der prEN 1995-1-1 alle notwendigen Randbedingungen.

Kapitel 8 ‘Nachweise für Bauteile im GZT‘ ist thematisch in zwei Teile unterteilt: Der erste Teil umfasst alle Nachweise für ein allgemeines Bemessungsverfahren, während der zweite Teil Bemessungsverfahren für Bauteile mit besonderen Anforderungen enthält, z. B. umfangreiche Regelungen für querzugbeanspruchte Bauteile (dabei auch Querzugverstärkungen und Bauteile mit losem Firstkeil und veränderlicher Höhe; bisher Teil des deutschen Nationalen Anhangs / NA), ausgeklinkte Träger (verstärkt und unverstärkt) sowie für Durchbrüche (auch Gruppen, exzentrische Durchbrüche und geneigte Verstärkungen). Nachfolgend drei Auszüge aus /2/:

Abb. 4 Verstärkungen mit Schrauben



- Verstärkte Ausklinkung (1 geneigtes stiftförmiges Verstärkungselement; 4 mögliche Risslinie)
- Verstärkter Träger mit Durchbruch (4 mögliche Risslinie; 6 geneigte Verstärkung im Fall von z.B. hohen Schubbeanspruchungen)
- Verstärkter Queranschluss (1 stiftförmiges Verstärkungselement; 3 mögliche Risslinie)

Kapitel 10 Ermüdung *(„Fatigue“)*: Gleiche Kapitel-Nr. in allen Eurocodes

Zuerst schlug das Projektteam SC5.T6 vor, die drei Unterabschnitte A.1 (Allgemeines), A.2 (Grundlegende Anforderungen und Verfahren) und A.3 (Ermüdungsnachweis) des Anhang A (informativ) der noch gültigen EN 1995-2:2010 in den Hauptteil (normativ) der neuen Fassung der prEN 1995-2, Kapitel 10, zu verschieben.

Nach der Diskussion verschiedener anderer Überprüfungsmodelle (siehe Hintergrundpapier) wurde beschlossen, das bisherige k_{fat}-Modell, wie es in der aktuellen Fassung der EN 1995-2:2010 verwendet wird, beizubehalten. Später beschloss das Plenum von TC 250/SC 5, den größten Teil von Kapitel 10 ‘Ermüdung‘ (*Fatigue*) der prEN 1995-2 in den allgemeinen Teil prEN 1995-1, Kapitel 10, zu verschieben. Der Grund dafür ist, dass Ermüdungserscheinungen nicht nur bei Holzbrücken auftreten, sondern bei allen Arten von Holzkonstruktionen, einschließlich Schwingungen durch Industriemaschinen, Kranbahnen, mehrgeschossiger Holzbau, Türmen für Windkraftanlagen, Verkehrsschildern und Glockentürmen. Die allgemeine Bemessung von Holzbauteilen im Hochbau wurde hierauf angepasst.

Grundlage der Nachweise der Ermüdungsbeanspruchbarkeit ist das Spannungsverhältnis R_T der arithmetisch minimalen zur maximum Spannung eines speziellen Spannungszyklus der Holzbemessung. Da der Faktor die Reduktion der Ermüdungsbeanspruchung mit der Anzahl der Lastzyklen darstellt, hängen die k_{fat}-Werte von R_T ab. Als Vereinfachung gegenüber einer „vollständigen“ k_{fat}-Überprüfung wurde vorgeschlagen nur zu berücksichtigen, ob die Ermüdungsbeanspruchung alternierend ist (sog. Wechsel-beanspruchung) oder nicht (sog. Schwellbeanspruchung), um dann die k_{fat}-Werte für $R_T = 0$ oder $R_T = -1$ in Bezug zu nehmen.

In die Nachweisgleichungen sind neben der erwarteten Lebensdauer (im Hochbau 50 Jahre) auch die maximale Anzahl der Lastwechsel zu berücksichtigen.

In der prEN 1995-2 wurden nur die Teile beibehalten, die besonders für Holzbrücken relevant sind:

- einige allgemeine Teile zur Bewertung der Ermüdung von Holzkonstruktionen;
- Teile des Dokuments, die sich mit Ermüdungslastmodellen befassen;
- ein vereinfachtes Ermüdungsnachweismodell speziell für Brücken.

Die k_{fat}-Werte wurden nach dem aktuellen Anhang A in EN 1995-2:2010 für $2*2*10^6$ Lkw pro Jahr bewertet („worst case“ gemäß der aktueller EN 1991-2:2010, Tabelle 4.5, zwei Fahrspuren berücksichtigt), 100 Jahre Bemessungslebensdauer (nach Tabelle 4.1 im aktuellen

Entwurf) und ß = 3 (erhebliche Auswirkungen). Daraus ergibt sich eine Bemessungslastwechselzahl von $1{,}2*10^9$. Unter Berücksichtigung der erstgenannten Parameter (T_{lf} = 100 Jahre, N_{obs} = $2*10^6$ auf 2 Fahrspuren) konnte die Gleichung in der prEN 1995-1-1 vereinfacht und in der prEN 1995-2 nachfolgende Tabelle 10.1 angegeben werden.

prEN 1995-1-1, *Table 10.1 - Reduction factors k_{fat} for simplified verification for ß = 1 [ß = 3]*

	Compression	***Bending, tension and reversed axial***	***Connections with dowels***
$-1 \leq R < 0$ *(reversed loading)*	-	*0,13 [0,08]*	*0,04 [-]*
$0 \leq R$ *(non-reversed loading)*	*0,52 [0,49]*	*0,17 [0,13]*	*0,28 [0,24]*

Kapitel 11: Verbindungen mit metallischen Verbindungsmitteln – früher Kapitel 8

Das Kapitel 'Verbindungen' war – entsprechend einer Evaluierung in Europa – jeweils Spitzenreiter bei Unvollständigkeit, Unkorrektheit, Aufwand bei der Bemessung, sowie unökonomischen Lösungen (aus /5/). Der erste Vorschlag für eine neue Gliederung erfolgte in /4/ unter maßgeblicher Beteiligung meiner Geschäfts-Partnerin, Frau Dipl.-Ing. Marion Kleiber:

- Neue Struktur des Kapitels
  - Tragfähigkeit eines einzelnen Verbindungsmittels
    Kap. 11.1 axial: Kopfdurchziehen, Herausziehen, Zugtragfähigkeit, Druck/Knicken;
    Kap. 11.2 lateral: einschnittig, mehrschnittig; Seileffekt
  - Kap. 11.3 Tragfähigkeit der Verbindung (axial, lateral, n_{ef}, Verstärkungen, kombinierte Beanspruchung, Verschiebungsmodul, Hirnholzverbindungen)
  - Kap. 11.4 Mindestabstände
  - Spröde Versagensmechanismen:
    parallel und rechtwinklig zur Faserrichtung (Kap. 11.5 und Kap. 11.6)
  - Kap. 11.7 Verbindungselemente:
    Dübel besonderer Bauart, Nagelplatten (→ Anhang P),
    expanded tube fasteners (→ Anhang R)
  - Kap. 11.8 Eingeklebte Gewindestangen
  - Kap. 11.9 Zimmermannsmäßige Verbindungen (Versatz-, Zapfen-, Schwalbenschwanzzapfen-Verbindungen)

Die nachfolgende Abb. 5 der Evaluierung zeigt, welche anderen Normenwerke daher von der Praxis benutzt wurden. Daher wurden nachfolgend aufgeführten fehlenden Inhalte in der prEN 1995-1-1 ergänzt sowie Lücken und Schwachstellen versucht zu beseitigen.

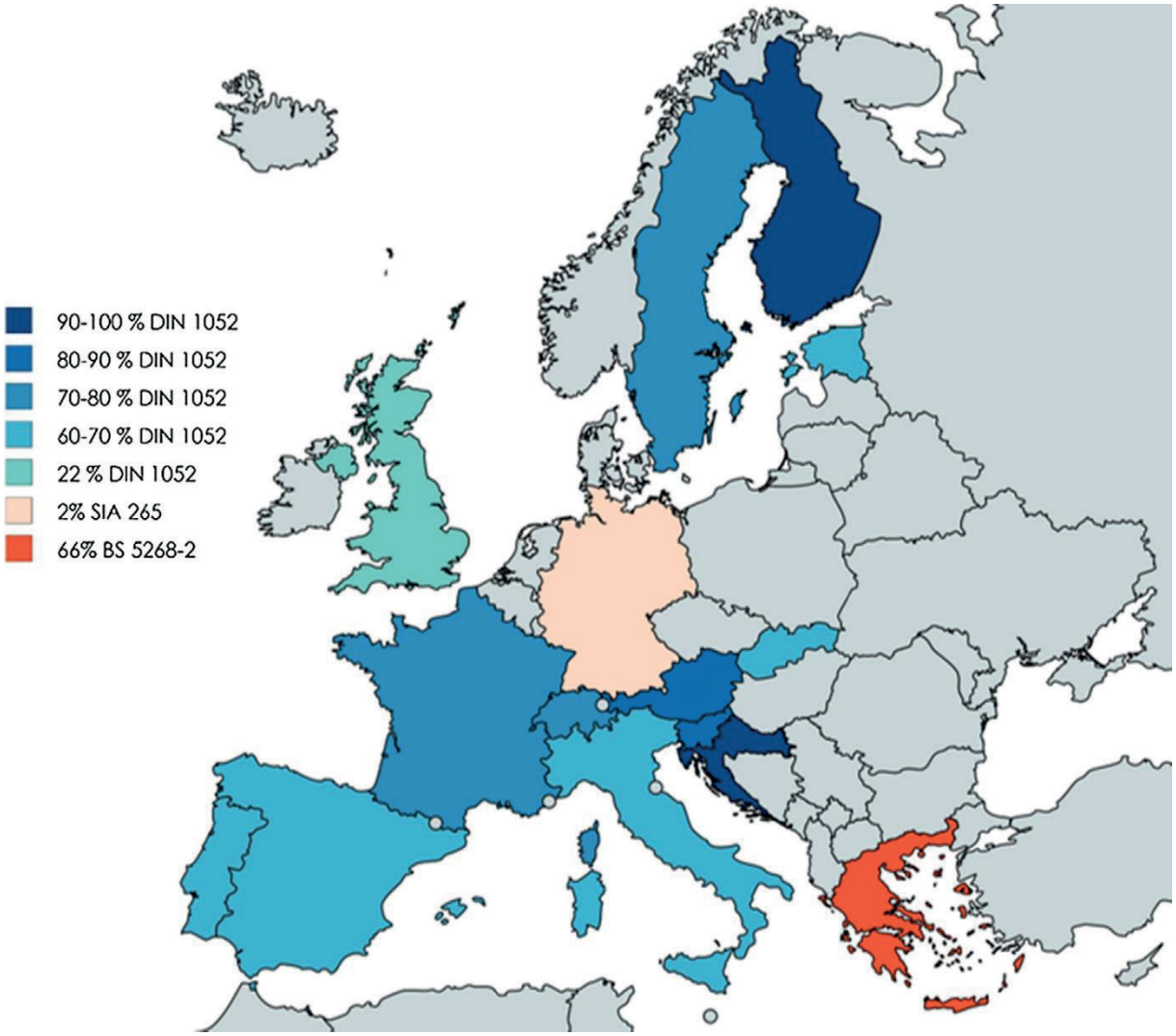
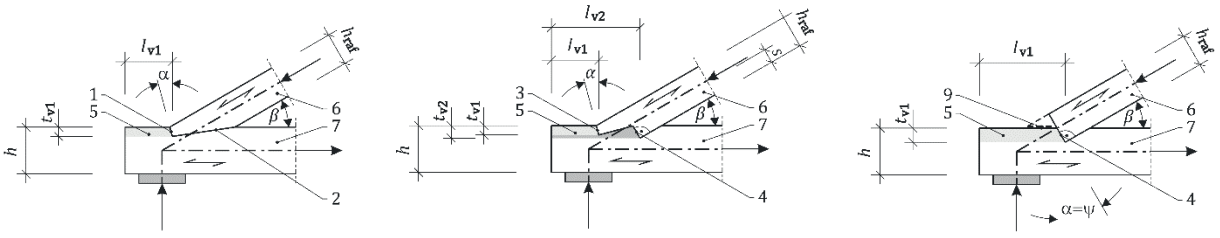
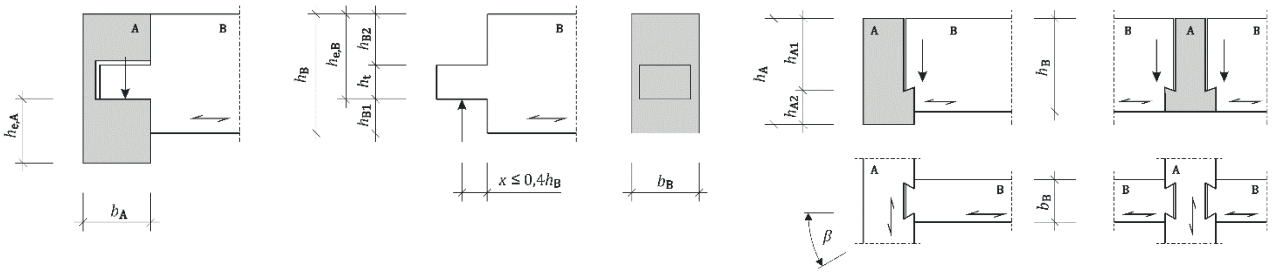


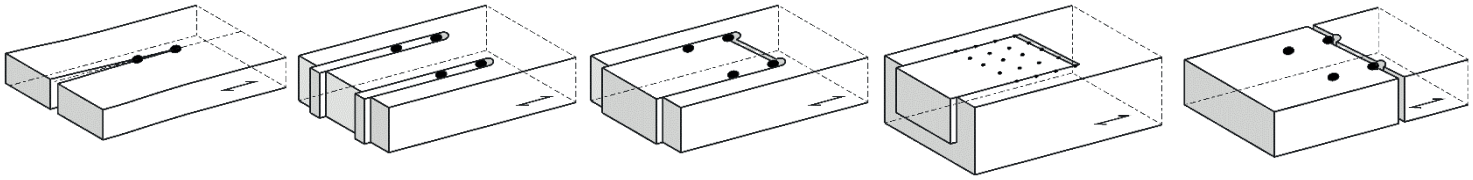
Abb. 5 Frage in der Evaluierung: Welche anderen Normenwerke haben Sie benutzt?

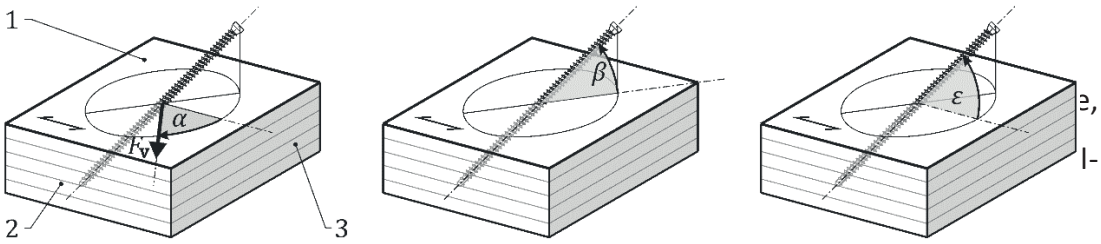
- Auszug wesentlicher Neuerungen und Änderungen für
  - Eingeklebte Gewindestangen
  - Verstärkungen (siehe Kapitel 7; Abbildung aus /5/)
  - Zimmermannsmäßige Zapfen- und Schwalbenschwanzzapfen-Verbindungen





- moderne Holzschrauben großen Durchmessers
- auf Druck beanspruchte Schrauben (Knicken), wie bisher in ETAs
- sprödes Versagens des Holzes im Verbindungsbereich parallel zur Faserrichtung (Blockscheren, Reihenscheren; Abbildung aus /5/)



- zu berücksichtigende Winkel für Schrauben in Kombination mit mehrlagigem „neuem“ Werkstoff Brettsperrholz (*CLT*; Abbildung aus /5/)
- 

- Regeln für momentenbeanspruchte Verbindungsmittel
- Verbindungsverschiebung
- Kombination Schub- und Zugbeanspruchung
- Verstärkte auf Abscheren („*lateral*“) beanspruchte Verbindungen (bislang NA)
- Neuer Ansatz für Stahlblech-Holzverbindungen (Lochleibungsfestigkeit des Stahls in Johansen-Gleichungen)
- Vereinfachte Johansen-Gleichungen mit erforderlichen Holzdicken (analog deutscher NA)
- Mehrschnittige Verbindungen
- Verbindungen mit Zwischenschichten (→ Anhang S)
- Bemessung duktiler Verbindungen

Die nachfolgende Tabelle aus dem Entwurf des neuen EC5 gibt einen Überblick über die nunmehr geregelten Verbindungsmittel und Verbindungen.

prEN 1995-1-1, *Table 5.2 – Fasteners and connectors*

No.	Group	Subgroup	Product	EN	EAD[a]	
1	Metal dowel-type fasteners	Nail	Smooth shank nail	EN 14592	—	EAD 130033-00-0603
2			Ring shank nail		EAD 130287-00-0603	
3		Staple	Staple		EAD 130019-00-0603	—
4		Dowel, bolt with nut	Dowel, bolt with nut		—	
5		Screw	Lag screw		—	
6			Self-drilling screw, self-tapping screw		EAD 130118-01-0603 EAD 130033-00-0603	
7		Threaded rod	Rod with wood screw thread		EAD 130118-01-0603	
8			Rod with metric thread	EN ISO 898-1, EN ISO 3506-1	—	
9		Ribbed rods	—	EN 10080	—	
10	Expanded tube fasteners	—	Non-alloy steel tubes	EN 10255:2004 Table 2 – M (medium series)	—	
11	Shear connectors	Single-sided shear connector	Shear plate connector, toothed-plate connector	EN 14545	—	
12		Double-sided shear connector	Shear plate connector, ring connector, toothed-plate connector			
13	Punched metal plate fasteners	—	Punched metal plate fasteners	EN 14545-1[1]	—	
14	Connector plates	—	Nailing plate, strap tie, L strap tie, T strap tie	EN 14545-2[2]	—	
15	Metal 3D-connectors	—	Twist strap, angle bracket, joist hanger, hold-down device	—	EAD 130186-00-0603	

[a] The column has the status of a NOTE (informative) and is not exhaustive.

NOTE Field splice plates are a two part connector plate with one part being a punched metal plate fastener and the second part being a nailing plate.

In den Materialnormen bzw. EAD's für die Bemessung anzugebende Kennwerte sind im Anhang M aufgelistet; dies betrifft neben den erforderlichen Fließmomenten auch die Korrosions-Widerstandskategorien in Holz und in der Atmosphäre.

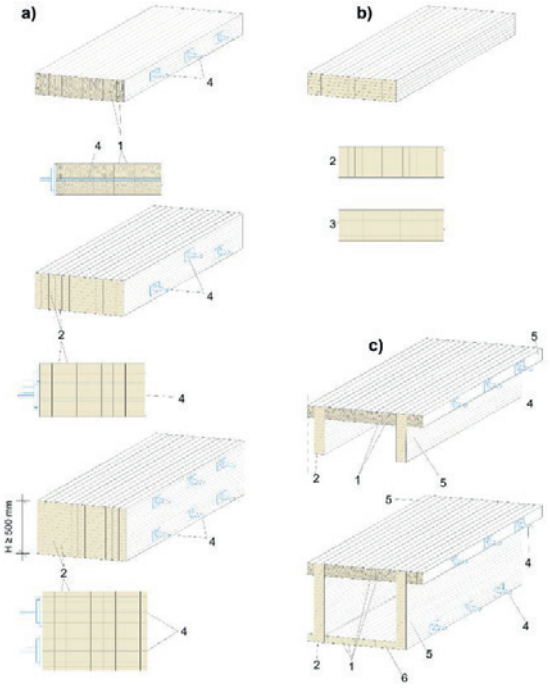
Anhang N enthält Festigkeitsangaben für Schrauben und Stahlstangen mit Holzschraubengewinde.

Anhang P enthält Angaben zu mit Kunstharzpressholz verstärkten Rohrverbindern.

Anhang U: Fahrbahnplatten aus Holz

Stellvertretend für die zahlreichen Anhänge der prEN 1995-1-1 soll nachfolgend auf die Anhänge U und V eingegangen werden. In einer Abstimmung war die Mehrheit der europäischen Staaten nämlich dafür, die vom PT6 gegenüber der prEN 1995-2:2010 fortgeschriebenen Bemessungsverfahren in die normativen Anhänge U und V des Hauptteils der neuen prEN 1995-1-1 zu übernehmen. Dies schließt die Tabelle 9.1 ein, in der Reibungskoeffizienten μ zwischen Nadelschnittholz-laminierungen sowie zwischen Nadelschnittholzlaminierungen und Beton angegeben werden für den Fall, dass keine davon abweichenden Werte nachgewiesen wurden.

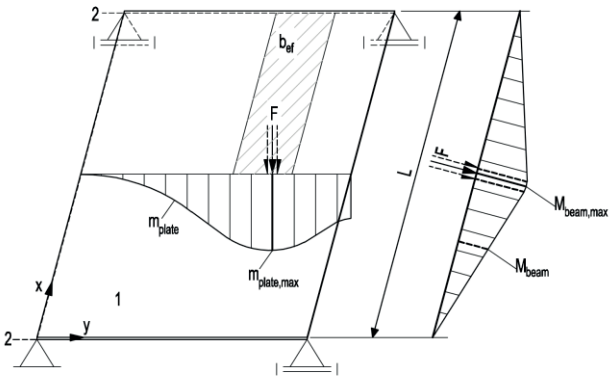
In der Schweiz kennen Sie wahrscheinlich alle die von Prof. Gehri weiterentwickelte „QS-Bauweise“. Hierbei werden Vollholzbalken in Spannrichtung nebeneinandergelegt und mit Stahlstäben quer zur Faserrichtung als Fahrbahnplatte zusammengespannt (siehe Figure 8.1 a). Dadurch können die (punktförmigen) Radlasten über mehrere Balken verteilt werden (siehe Figure U.3). Heutzutage werden diese Fahrbahnplatten (Holzdecks) vor allem in den skandinavischen und baltischen Staaten eingesetzt, auch unter Verwendung von Brettschichtholz (BSH) oder Brettsperrholz (BSP).



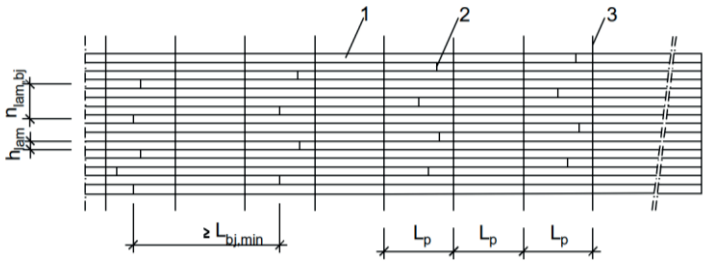
Key

a) Stress-laminated solid timber or stress-laminated glulam beams, prestressed, positioned edgewise, with cross section
b) Glued laminated timber or block glued glulam beams, positioned flatwise, with possible cross section
c) Stress-laminated T-beams or stress-laminated box girder
1 Solid timber beam
2 Glulam beam
3 Block glued glulam beam
4 Prestressing bar or tendon
5 Glulam/GLVL beams as web
6 Planks, GLVL, or glulam beam as flange

prEN 1995-2, *Figure 8.1 - Examples of timber decks for bridges made of lamellas*
(more examples than given in prEN 1995-1-1, Annex U, Figure U.1)



prEN 1995-1-1, *Figure U.3 – Example of bending moment distribution about y-axis in a plate for determining the effective width b_{ef}*

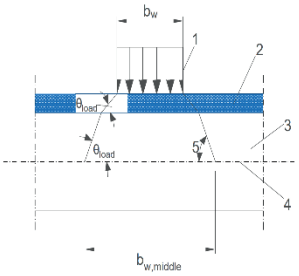


Key
1 Timber lamella
2 Button joint
3 Prestressing element

prEN 1995-1-1, *Figure U.2 - Butt joints in a prestressed-laminated timber deck with $n_{l,bj}$ = 4*

Im Hochbau wird die QS-Bauweise in der sogenannten „Brettstapelbauweise“ eingesetzt. Sowohl die Automatisierung der Herstellung als auch der Wunsch nach minimiertem Holzabfall nehmen zu, was die Frage aufwirft, welchen Einfluss die Hirnholzstöße (siehe Figure U.2) auf die Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit haben.

Figure U.4 illustriert die Lastverteilung in Trägerlängsrichtung. Wenn in prEN 1995-1-1 kein Streuungswinkel in horizontaler Richtung für die Decklast aus Brettschichtholz $\theta_{load,2}$ gegeben ist, sollte der Winkel ß aus EN 1991-2, 6.3, übernommen werden.



prEN 1995-1-1, *Figure U.4 - Dispersion of concentrated loads*

Key (Auszug)

1	*Pressure*
2	*Pavement or planks*
3	*Laminated timber deck*
4	*Centroid (middle) plane*
$\theta_{load,1}$	*Angle of dispersion to the horizontal for the pavement or planks, in degrees*
$\theta_{load,2}$	*Angle of dispersion to the horizontal for the laminated timber deck, in degrees*

NOTE For CLT, the angle of dispersion is 35^0 in both directions, see 8.1.6.1(9).

Unter Berücksichtigung irreversibler Verformungen vorgespannter Fahrbahnplatten sind die Werte in Tabelle 9.1 nur für Außenbauwerke zu verwenden.

prEN 1995-1-1, *Table 9.1 - Werte des Reibungskoeffizienten μ für Nadelholz*

Oberflächenrauhigkeit der Laminierung	**Rechtwinklig zur Faserrichtung μ_{90} [-]**	**Parallel zur Faserrichtung μ_0 [-]**
Schnittholz zu Schnittholz	0,40	0,30
Hobelware zu Hobelware	0,30	0,25
Schnittholz zu Hobelware	0,40	0,30
Holz zu Beton	0,40	0,40

Anforderungen an numerische Analysen (Stichwort Finite-Elemente-Methode / FEM) werden in prEN 1995-1-1, Anhang V festgelegt.

Hinzuweisen ist noch auf den informativen Anhang E, der Hinweise zu Verformungen und Maßänderungen von Holzkonstruktionen unter wechselnden Umweltbedingungen wie Temperatur oder Holzfeuchte sowie Hinweise zu quer vorgespannten Deckplatten aus Holz (u. a. zum „Schüsseln" der Plattenseiten) enthält.

Sonstiges:

Zusätzlich wurde informativ eine Technische Spezifikation (TS) für die Bemessung von Holz-Beton-Verbund-Konstruktionen (HBV-Konstruktionen) als CEN TS 19103 veröffentlicht, welche praktische Anwendungserprobungen ermöglichen und die Anwender:innen auf eine prEN 1995-1-3 vorbereiten soll (siehe Abs. 2.4).

Für die Bemessung und Ausführung eingeklebter Stahlstangen wurde zunächst ein Technischer Bericht (TR) zum Stand der Technik dieser speziellen Verbindungsart vorbereitet. Dessen Inhalt wurde zwischenzeitlich in der prEN 1995-1-1, Kapitel 11, und der prEN 1995-3 aufgenommen, sodass der TR nicht weiterverfolgt wird.

Darüber hinaus wurden Regelungen für die Ausführung (*execution*) von Holzkonstruktionen – die Standsicherheit betreffend – in einem neuen Teil 3 der Normenreihe zusammengefasst und wesentlich erweitert. So wurden (ausgehend vom Eurocode 0) umfangreichere Regelungen zur Dauerhaftigkeit in allen Normenteilen aufgenommen (siehe Abs. 2.6).

Die Regelungen im Eurocode 8 'Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben' (jetzt EN 1998-1-2) wurden für Holzkonstruktionen wesentlich erweitert (siehe Abs. 2.7).

Es bleibt festzuhalten, dass die EC5-Bestimmungen zur Standsicherheit von Bauwerken überarbeitet, erweitert und an den Stand der Technik angepasst wurden. Trotz der verdreifachten Seitenzahl und der gestiegenen Anzahl an NDPs (im Wesentlichen aufgrund von EC0 und EC1) haben die Normenschreiber:innen stets die Frage der Praxistauglichkeit im Auge behalten, z. B. durch vereinfachte Berechnungsverfahren.

2.3 prEN 1995-1-2: Erweiterte Bemessungsregeln für den Brandfall (vgl. /1/, auch /6/)

Gemeinsam mit den Bemessungsregeln zum Nachweis der Standsicherheit von Holzbaukonstruktionen unter Normaltemperatur entstehen mit der prEN 1995-1-2 neue begleitende Regeln zum Nachweis von Holzbaukonstruktionen für den Brandfall.

Hierbei wurde das bereits in anderen Eurocodes bekannte Prinzip einer dreistufigen Möglichkeit von Nachweisebenen mit unterschiedlicher Komplexität und Genauigkeit auch für den Holzbau vollständig etabliert. Somit werden zukünftig

- tabellierte Aufbauten / Nachweise,
- vereinfachte (Hand)-Bemessungsmodelle, und
- erweitertet numerische Simulationsmodelle

parallel und gleichwertig zur Verfügung gestellt.
Neben den vereinfachten (Hand-)Bemessungsmodellen und erweiterten numerischen Simulationsmodellen (z.B. Finite-Elemente-Simulationen), deren Prinzipien bereits Gegenstand der aktuellen Heißbemessungsregeln im Holzbau sind, wird erstmals durch die Listung nachgewiesener Aufbauten und Konstruktionen dem Anwender eine einfache und zügige Möglichkeit zum herstellerneutralen Nachweis des Feuerwiderstands gegeben. In Deutschland waren solche Ansätze aus den tabellierten Nachweisen der DIN 4102-4 bekannt.

Eine weitere wesentliche Änderung in der Nachweisstruktur der prEN 1995-1-2 ist die Streichung des Verfahrens der *„Methode mit reduzierten Eigenschaften“* und die damit verbundene Erweiterung der Bemessungsregeln für die *„Methode mit effektivem Querschnitt“*. Hierdurch wird für alle Holzbauteile einheitlich und vergleichbar mit den bisherigen Regelungen, durch die Ermittlung des effektiven Restquerschnittes in Verbindung mit angepassten Festigkeits- und Steifigkeitseigenschaften und einer reduzierten Einwirkung im Brandfall eine Bemessung in Anlehnung an die Regelungen bei Normaltemperatur ermöglicht.

In der Überarbeitung der prEN 1995-1-2 werden die produkttechnologischen Entwicklungen der letzten 20 Jahre nun auch in der Brandschutzbemessung im Holzbau aufgegriffen. Weiterführend wird den aktuellen nationalstaatlichen Brandschutzanforderungen im Hinblick auf das mehrgeschossige Bauen mit Holz bis und über die Hochhausgrenze hinaus Rechnung getragen. So werden die Bemessungsverfahren für Verbindungen als auch für den Raumabschluss von Holzbauelementen, die bisher auf 60 Minuten ausgelegt sind, zukünftig auf eine Anwendung für bis zu 120 Minuten Feuerwiderstand angepasst und erweitert. Gleichzeitig wurden Bemessungsregeln für Produkte wie Brettsperrholz, Holz-Beton-Verbundelemente und I-Stegträger integriert sowie Abbrandraten zusätzlicher praxisrelevanter Holzarten wie Esche aufgenommen.

Ebenso erlaubt die nächste Generation prEN 1995-1-2 die Berücksichtigung der Schutzwirkung von biogenen Gefachdämmstoffen, Holzfaserdämmplatten, Lehmwerkstoffen oder Estrichen in Fußbodenaufbauten.

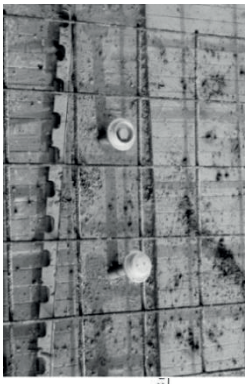
Mit der zukünftigen normativen Berücksichtigung der erhöhten Schutzfunktion von Gipskartonfeuerschutzplatten und Gipsfaserplatten im Hinblick auf einen reduzierten Abbrand werden im Vergleich zum heutigen Ansatz deutliche Optimierungen in der Bemessung möglich.

Mit der Erweiterung der konstruktiven Regelungen zur Detailausführung wird dem Aspekt einer ganzheitlichen brandschutztechnischen Planung Rechnung getragen. Hierbei wird auf die Ausführung von geeigneten Befestigungen, Fugen und Anschlüssen als auch auf die Integration haustechnischer Installationen eingegangen.

Ergänzend zum Hauptteil der prEN 1995-1-2 liefern neue Anhänge Regelungen zur Naturbrandbemessung von Holzbauteilen und normative Beurteilungsverfahren zur Bestimmung der Abbrandrate von Holz und Holzwerkstoffen, der Hochtemperatur-eigenschaften von Verklebungen aber auch zur Bestimmung der brandschutz-technischen Wirkung von neuen Bekleidungen.

2.4 zukünftig EN 1995-1-3; z.Zt. CEN TS 19103 Holz-Beton-Verbund-Bauwerke

Die Bemessungsregeln für Holz-Beton-Verbund (HBV)-Konstruktionen sollen erprobt werden; hierzu wurde die europäische Vornorm bereits ins Deutsche übersetzt und als DIN CEN/TS 19103 (Vornorm 2022-02)) veröffentlicht.



Darin ist das Trag- und Verformungsverhalten der Kerve als Schubverbundmittel geregelt. Im Hinblick auf die abhebenden Kräfte der Kerve sind Beanspruchungen auf diese Abhebesicherung (Tellerkopfschrauben) angegeben.

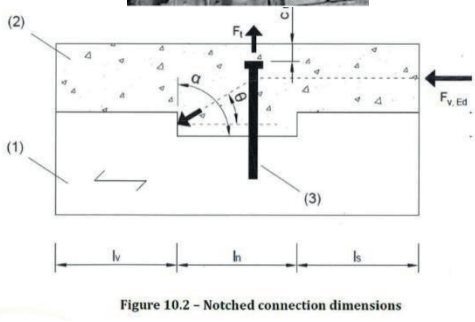
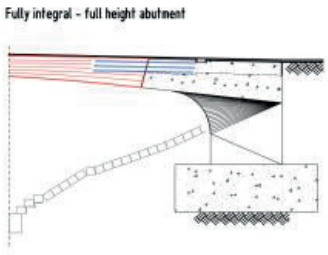


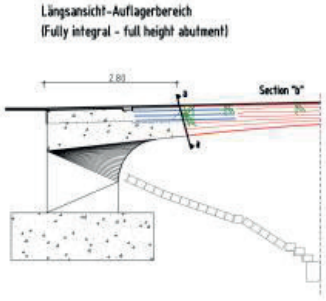
Figure 10.2 – Notched connection dimensions

Ausgehend von /7/ und den Untersuchungen an der Universität Stuttgart wurde festgestellt, dass durch das rheologische Materialverhalten (Schwinden und Kriechen sind zeitlich gegenläufig) neben den Zeitpunkten t=0 und t=∞ auch der Zeitraum 3 bis 7 Jahre nachzuweisen ist, da i.d.R. maßgebend (Allgemein anerkannter Stand der Technik); vgl. /8/.

Grundsätzlich sind auch alle bisher durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung / allgemeine Bauartgenehmigung (abZ/aBG) bzw. europäisch technischer Bewertung (ETA) geregelten Verbindungsmittel einsetzbar.

Hinsichtlich der Ausführung Integraler Widerlager mit Überbauten in Holz-Beton-Verbund-Bauweise hat das ProjektTeam SC5.T6 kein über die FprEN 1990:2022, A.2.7.10 hinaus gehenden Regelungsbedarf gesehen.





2.5 prEN 1995-2: Nachhaltiger Holzbrückenbau

Eines der Hauptthemen bei der Erarbeitung der neuen Holzbrückennorm war die Umsetzung der Vorgaben der FprEN 1990:2022 und EN 1991-2, insbesondere die Definition von Anforderungen zur Erreichung einer Nutzungsdauer von 100 Jahren (siehe hierzu Abs. 3). Da Bauschaffende die Sprache der Ausführungsplanung sprechen, wird in einem neuen informativen Anhang D anhand stark vereinfachter Zeichnungen beispielhaft dargestellt, wie Holzbrücken grundsätzlich geschützt werden können. Um dem gerecht zu werden, werden im informativen Anhang B zusätzliche Anforderungen an die Prüfung und Instandhaltung von Holzbrücken bereitgestellt. Beide Anhänge können national ergänzt, aber auch ganz oder in Teilen abgelehnt (NDP) werden.

Die bisher bekannten Anhänge A (Ermüdung) und B (Schwingungen, Dämpfung) wurden in den Hauptteil der prEN 1995 integriert. Um die Nutzungsfreundlichkeit in beiden Bereichen zu erhöhen, wurden die Nachweisverfahren speziell für Brücken im Vergleich zur prEN 1995-1-1 bzw. FprEN 1990:2022 vereinfacht.

Wie die Hochbaunormen wurden auch die Holzbrückennormen um Anforderungen und Regelungen für die Dauerhaftigkeit von Bauwerken erweitert, wobei die Themen Korrosionsschutz, Deckplatten und HBV-Brücken berücksichtigt wurden. Da sich die Kriechfaktoren für Beton in HBV-Brücken von denen in bekannten Hochbaukonstruktionen aufgrund deutlich größerer Querschnitte unterscheiden, enthält der neue normative Anhang A der prEN 1995-2 entsprechende Bestimmungsgleichungen.

Im EC8, Teil 2 „Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben: Brücken“, werden nun auch Holzbrücken berücksichtigt. Hier wurden die Vorschläge von SC5.T6 weitestgehend übernommen – überwiegend in einen informativen prEN 1998-2, Anhang C. prEN 1995-2 enthält ergänzende Informationen in einem ebenfalls informativen Anhang C.
Zu bemängeln ist, dass die Normenreihe für erdbebenarme Gebiete kaum national zu wählende Parameter / Regelungen zulässt.
HINWEIS allgemein: Nationale Entscheidungen über die Anwendung eines informativen Anhangs können dem Nationalen Anhang entnommen werden.
Im Übrigen soll an dieser Stelle auf den Vortrag /9/ verwiesen werden.

2.6 prEN 1995-3: „*Execution*“ bzw. Ausführung zum Eurocode 5

Der Teil 3 des EC5 ersetzt den Abschnitt 10 „Ausführung und Überwachung“ des aktuellen EN 1995-1-1:2010-10 und wurde im Rahmen der aktuellen Normungsarbeiten zur nächsten Eurocode 5-

Generation zu den mandatierten Normungsinhalten zusätzlich in der Working Group 9 „Execution“ erarbeitet.

Insofern behandelt der Normenentwurf drei wesentliche Schwerpunkte:

- Dokumentation und Inspektion (Abschnitt 4)
- Ausführung bzw. Verarbeitung (Abschnitt 5)
- Zulässige geometrische Abweichungen (Abschnitt 6)

In Ergänzung zu den Inhalten des Hauptteils werden nach /11/ folgende informative Anhänge aufgeführt:

  - zum Anwendungsbereich,
  - zum Unterabschnitt Verklebungen,
  - zu Holzpfählen,
  - Unebenheiten,
  - Zimmermannsmäßige Verbindungen,
  - Brandsicherheit der gesamten Tragstruktur,
  - weitere detaillierte Regelungen zur Erdbebensicherheit,
  - mit verdichtetem Furnierholz verstärkte Rohrverbindungen.

Mit den Schwerpunkten auf die Themen „Dokumentation und Kontrolle“, „Ausführung“ und „zulässige geometrische Abweichungen“ ist der Entwurf in weiten Teilen anwendbar in Deutschland. Allerdings sind bis zur Veröffentlichung und Inkrafttreten noch zwei wesentliche inhaltliche Anpassungen vorzunehmen, um eine Anwendung in Deutschland zu ermöglichen:

- Die Anforderungen in Abschnitt „Dokumentation und Kontrolle“ (Abschnitt 4.3) müssen sich ohne Ausnahmeerklärung für Einfamilienhäuser am aktuellen Entwurf der FprEN 1990:2022 in Bezug auf die Festlegung der Schadensfolgeklassen (A.1.2 *Consequence classes*) orientieren.
- Ferner sind die Anforderungen für Schraubenpressklebungen (Abschnitt 5.6.7.3) insbesondere in Bezug auf Schraubendimensionen und zulässige Abstände bei geklebten Tafelelementen mit der aktuellen DIN 1052-10 abzustimmen.

Darüber hinaus können die restlichen Inhalte als praxistaugliche Weiterentwicklung und als anwendbar in Deutschland angesehen werden. Der Normenentwurf enthält darüber hinaus auch Regelungen aus der prEN 1995-2.

2.7 prEN 1998-1-2: Erdbebenbemessung „earthquake resistance“/„seismic design“

Aktuell liegen die Normenentwürfe prEN 1998-1-2:2022-03 „Eurocode 8: – Design of structures for earthquake resistance – Part 1-2: Rules for new buildings“ sowie der Allgemeine Teil EN 1998-1-1:2020-02 „Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance – Part 1-1: General rules and seismic action“ als sogenannte Working drafts jeweils in englischer Sprache vor.

In der prEN 1998-1-2:2022-03 Kapitel 13 sind umfassende Anwendungsregeln zum Holzbau enthalten.

Grundsätzlich sind Konstruktionen in eine von drei unterschiedlichen Duktilitätsklassen einzustufen, für die es jeweils spezielle Bemessungsregeln gibt:

Duktilitätsklasse 1 - niedrigen Energiedissipation (elastische Bemessung)

Duktilitätsklasse 2 - mittlere Energiedissipation

Duktilitätsklasse 3 - hohe Energiedissipation

Wird ein Gebäude in die Duktilitätsklassen DC2 bzw. DC3 eingestuft, ist eine Kapazitätsbemessung durchzuführen. Bereits in der DIN 4149:2005-04, 10.2 (7) sowie der DIN EN 1998-1:2010, 8.1.3 und 8.6 (4), wird zur Sicherstellung der Plastifizierung in den dissipativen Bereichen eine ausreichende Tragreserve in den übrigen zum Tragwerk gehörenden Bauteilen und Verbindungen verlangt. In dem Normenentwurf prEN 1998-1-2 gibt es nun genaue Vorgaben wie eine Kapazitätsbemessung für die einzelnen Verbindungen und Bauteile durchzuführen ist.

Bei der Duktilitätsklasse (DC) 1 wird von einer niedrigen Energiedissipation ausgegangen, bei der die Ersatzerdbebenkraft mit einem Verhaltensbeiwert q=1,5 wie im Massivbau ermittelt wird. Da keine besonderen Anforderungen an die Duktilität gestellt werden, gibt es hierfür keine speziellen Regeln für die Ausbildung und Bemessung der Konstruktion und der verschiedenen Anschlüsse. Der Teilsicherheitsfaktor γ_M = 1,3 für die ständige und vorübergehende Bemessungssituation ist zu verwenden. Für die Einstufung in die DC1 gibt es einen Grenzwert des Erdbebeneinwirkungsindex S_δ, bis zu welchem Gebäude nach dem elastischen Verfahren bemessen werden dürfen. Dieser Grenzwert kann nach /12/ i.d.R. für Wohngebäude in Holztafelbauweise eingehalten werden.

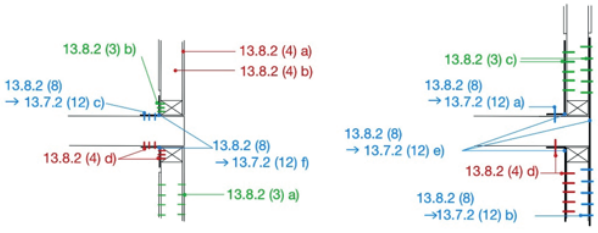
In den Klassen DC2 und DC3 wird eine mittlere bzw. hohe Energiedissipation vorausgesetzt. Die Ersatzerdbebenlasten dürfen mit Verhaltensbeiwerten q > 1,5 nach Tabelle 13.2 ermittelt werden. Im Vergleich zur DC1 darf der Teilsicherheitsfaktor γ_M = 1,0 für die außergewöhnliche

Bemessungssituation verwendet werden. Ein duktiles Versagen der Verbindungsmittel mit der Ausbildung mindestens eines Fließgelenks in dem dissipativen Anschluss zwischen Beplankungsmaterial und Holzkonstruktion muss sichergestellt werden. Im Holztafelbau ist in der DC3 die Wahl der Verbindungsmittel auf Nägel beschränkt und als Beplankungsmaterial dürfen lediglich OSB- und Sperrholzplatten verwendet werden; in der DC2 hat man hier zwar mehr, jedoch keine unbegrenzten Auswahlmöglichkeiten.

Bei der Art der Anschlüsse wird zwischen dissipativen und nicht dissipativen Verbindungen unterschieden. Erstere dissipieren infolge von Verformungen der Verbindungsmittel Energie, wohingegen die nicht dissipativen Anschlüsse als unendlich steif angenommen werden. Die Holzkonstruktion selbst, geklebte Verbindungen und auf Zug beanspruchte Verbindungsmittel sowie zimmermannsmäßige Verbindungen zählen grundsätzlich zu den nicht dissipativen Teilen einer Konstruktion. Zu den dissipativen Anschlüssen im Holztafelbau gehören in der DC2 die Verbindung der Beplankung an die Holzkonstruktion ①, der Anschluss des Schubwinkels an die Fußschwelle der Wand ② sowie der Anschluss des Zugankers an den Wandpfosten ③ (siehe nachfolgende Zusammenstellungen aus /12/). In der DC3 darf nur die Verbindung der Beplankung an die Holzkonstruktion als dissipativ angesehen werden, da hier höhere Ansprüche an die Energiedissipation gestellt werden. Die Tragfähigkeit aller dissipativen Anschlüsse wird durch den Degradationsfaktor k_{deg} = 0,8 reduziert. Alle übrigen Anschlüsse müssen in beiden Duktilitätsklassen anhand der Kapazitäts-bemessung überbemessen werden, so dass sichergestellt wird, dass die erforderlichen Verformungen in den duktilen Bereichen entsprechend auftreten können.

Verbindungen Duktilitätsklasse 2

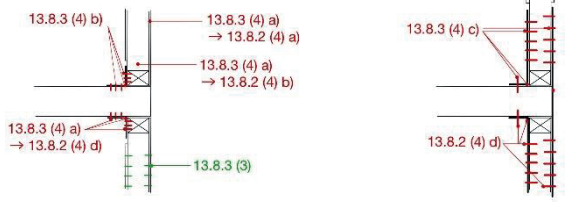
13.8.2 (3) dissipative Anschlüsse
13.8.2 (5) → Verweis auf 13.7.2 (5)
13.8.2 (4) nicht dissipative Anschlüsse, Kapazitätsbemessung nach Formel 13.7 (Ω)
13.8.2 (7) nicht dissipative Anschlüsse, Kapazitätsbemessung nach Formal 13.4

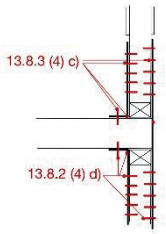


Die einzelnen Nachweispunkte nach prEN 1998-1-2	
①	Verbindung der Beplankung
②	Schubverbindung
③	Zugverankerung
④	Beplankungsmaterial
⑤	Holzkonstruktion (Knicken, Schwellenpressung)
⑥	Verbindung der Beplankung an den Deckenbalken
⑦.1	Verschraubung zw. Decke und Wand Schrägverschraubung
⑦.2	Zugverankerung am Wandkopf
⑧	Lastaktivierung über senkrechte Wandverschraubung
⑨	Zugverankerung am Boden
⑩	Zugverankerung an Wand darunter
⑪	Schubverbindung am Boden mit Schubwinkel
⑫	Schubverbindung am Boden ohne Schubwinkel
⑬	Zuganker / Zuglasche selbst
⑭	Schubwinkel selbst

Verbindungen Duktilitätsklasse 3

13.8.2 (3) dissipative Anschlüsse
13.8.2 (5) → Verweis auf 13.7.2 (5)
13.8.2 (4) nicht dissipative Anschlüsse, Kapazitätsbemessung nach Formel 13.7 (Ω)





Die einzelnen Nachweispunkte nach prEN 1998-1-2	
①	Verbindung der Beplankung
②	**Schubverbindung**
③	**Zugverankerung**
④	Beplankungsmaterial
⑤	Holzkonstruktion (Knicken, Schwellenpressung)
⑥	Verbindung der Beplankung an den Deckenbalken
⑦.1	Verschraubung zw. Decke und Wand Schrägverschraubung
⑦.2	Zugverankerung am Wandkopf
⑧	Lastaktivierung über senkrechte Wandverschraubung
⑨	Zugverankerung am Boden
⑩	Zugverankerung an Wand darunter
⑪	Schubverbindung am Boden mit Schubwinkel
⑫	Schubverbindung am Boden ohne Schubwinkel
⑬	Zuganker / Zuglasche selbst
⑭	Schubwinkel selbst

Bei den Anschlüssen, bei denen eine Komponente dissipativ und die andere Komponente nicht dissipativ ausgebildet werden soll, fließt bei der Bemessung der nicht dissipativen Anschlüsse die Tragfähigkeit des dissipativen Teils des Anschlusses ein. Der nicht dissipative Teil muss eine charakteristische Tragfähigkeit aufweisen, die um einen bestimmten Faktor größer ist als charakteristische Tragfähigkeit des dissipativen Teils. Bei den übrigen nicht dissipativen Anschlüssen fließt bei der Bemessung ein Überfestigkeitsverhältnis in Form des Ω-Faktors ein. Dieser berücksichtigt die Ausnutzung der dissipativen Anschlüsse. Je höher diese ausgenutzt werden, desto kleiner wird der Ω-Faktor.

Die Kapazitätsbemessung bedeutet einen Mehraufwand beim Standsicherheitsnachweis und hat Auswirkungen auf die Ausführung der Konstruktion: Jede Wand muss separat bemessen und für eine optimierte Ausnutzung unterschiedlich ausgeführt werden. Dies gilt insbesondere für die Ausführung der Wände in den verschiedenen Geschossen hinsichtlich Vernagelung der Beplankung sowie Schub- und Zugverankerung. Um eine Energiedissipation in der Duktilitätsklasse 2 sicherzustellen müssen bei Winkelverbindern die vertikalen und die horizontalen Schenkel unterschiedlich vernagelt werden. Dies sehen die bauaufsichtlichen Zulassungen mancher gängiger Verbinder noch nicht vor. Bei der Montage müssen Ausführungsvorgaben zu den Nagelbildern zwingend eingehalten werden. Bei der Zugverankerung müssen die Anschlüsse am Wandkopf eine höhere Tragfähigkeit aufweisen als am Wandfuß im darüber liegenden Geschoss.

Bei Gebäuden in Erdbebenzonen muss nicht nur auf der planerischen, sondern auch auf der ausführenden Seite ein Umdenken erfolgen. An dieser Stelle ein großer Dank an unsere Mitarbeiterin Dipl.-Ing. Judith Fuhrmann für Ihre Vergleichsrechnungen und Ausarbeitungen.

3 Robustheitsanforderungen an Bauwerke am Beispiel der prEN 1995-2

3.1 Dauerhaftigkeit, Abdichtungssysteme, Holz- und Korrosionsschutz

3.1.1 Umsetzung der Vorgaben FprEN 1990:2022 mit Anhang A.2 Brücken

*FprEN 1990:2022, **3.1.2.26 Maintenance***

Set of activities performed during the service life of the structure so that it fulfils the requirements for reliability

Note 1 to entry: Activities to restore the structure after an accidental or seismic event are normally outside the scope of maintenance.

*FprEN 1990:2022, **A.2.4 Durability***

(1) All structural parts that rely on a design assumption of inspection or maintenance in order to satisfy their durability requirements over the design service life shall be designed to permit inspection and maintenance.

NOTE 1: See 4.6 for durability requirements.

NOTE 2: Inspection and maintenance are needed for structural members designed using the damage-tolerant method for fatigue. Material-related guidance on the damage-tolerant method is given in the relevant material Eurocodes.

NOTE 3: Maintenance activities can include the renewal of protective coatings, renewal of replaceable structural parts or elements other than structural, cleaning, treatment of detected fatigue cracks.

(2) If the inspection or maintenance of a structural part is not possible, it shall be designed to achieve adequate durability over the design service life without inspection or maintenance.

NOTE: See the other Eurocodes for measures to achieve adequate durability over the design service life without inspection or maintenance. Measures can include the provision of sacrificial material, protection of the part, use of materials with enhanced durability, control of the environment surrounding the part.

*FprEN 1990:2022, **4.8 Quality management***

(1) Appropriate quality-management measures should be implemented to provide a structure that corresponds to the design requirements and assumptions.

(2) The following quality-management measures should be implemented:

— organizational procedures in design, execution, use, and maintenance;

— controls at the stages of design, detailing, execution, use, and maintenance.

NOTE: See Annex B and the other Eurocodes for guidance on appropriate quality-management measures.

3.1.2 Umsetzung prEN 1995-2 aus FprEN 1990:2022: Design Service Life T_{lf}

Für Anforderungen siehe FprEN 1990:2022, Anhang A.2, Tabelle A.2.2. Zeile 2 der folgenden Tabelle 4.1 (NDP) wurde im Hinblick auf Sport- und Freizeit-Brücken hinzugefügt, nach intensiver Diskussion zwischen SC5.T6 und der Horizontal Group Bridges (HGB).

prEN 1995-2, *Table 4.1 (NDP) – Design Service Life T_{lf} – Categories for Timber Bridges*

	Category of Timber Structures	***Design Service Life, T_{lf} [years]***
1	*Protected timber bridges (including their foundations and steel tension components according EN 1993-1-11), other civil engineering structures supporting road or railway traffic* [a]	*100* [b]
2	*Timber bridges with the main structural members protected for a 50-year design service life* [b]	*50* [b]
3	*Replaceable structural parts of bridges line 1 and 2* [d]	*25*
4	*Temporary structures* [d]	*≤ 10*

[a (b)] *See FprEN 1990:2022, Table A.2.2 (NDP) footnote a (b)*

[b] *Line 2 can be relevant, for example, for bridges in a low consequence class where the economic consequences of replacement after a shorter design service life are agreed to be acceptable by the relevant authority, or where not specified, agreed for a specific project by the relevant parties, for bridges in another building and noise barriers on bridges with walls made of timber elements.*

[c] *A value of 25 years may be given for replaceable structures or parts as well. The protection of steel elements against corrosion should fulfil the design service life. Steel tension components according EN 1993-1-11 shall be designed with a design service life of 100 years (see 4.1.2.2), even if they should be replaceable. Ancillary structures should be classified as replaceable parts of the main structure.*

[d] *See FprEN 1990:2022, Table A.2.2 (NDP) footnote c. Unprotected timber members should be classified as temporary structures. For timber with high durability class see 6.1.2 (6).*

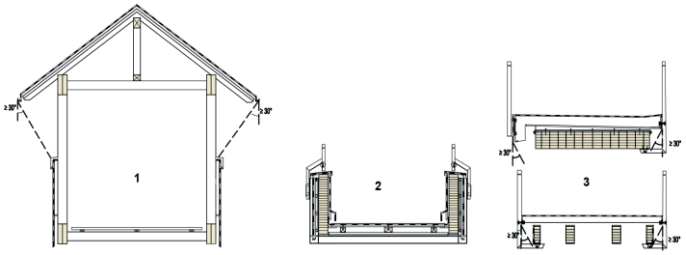
Zugehörige Definitionen prEN 1995-2:

3.1.2.2 protected Member

structural member not exposed to direct weathering such as rain, snow, or other sources of moisture ingress

Note 1 to entry: Protected members are provided with weather protection, e.g., in the form of claddings or side faces, sealed deck surface, or an adequate roof overhang in both longitudinal and transversal directions (see Figure 3.2), so that an accumulation of moisture is unlikely.

This includes truss nodes and end grain areas as well. For more in detail see design examples of detailing in Annex D.



Key

membrane or weather-resistant layer

Figure 3.2 ist im Anhang D als Abbildung D.4.1 detaillierter dargestellt.

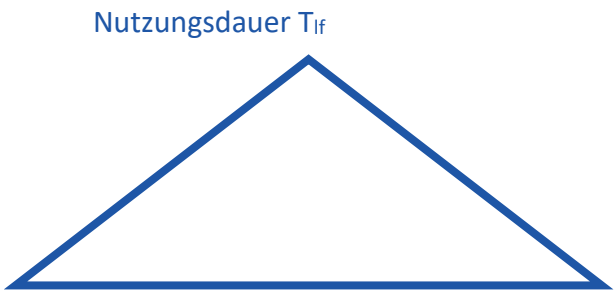
prEN 1995-1-1, *Figure 3.2 – Examples of protected timber bridges:*
1 Covered footbridge (bridge with a roof)
2 Trough bridge
3 Deck bridge

Protected Member versus ***3.1.2.3 unprotected Member***

structural member that is not or only partially protected from weathering but is within the limits of Service Class (SC) 3

Note to entry: sufficiently allowing for an equilibrium moisture content mc of less than 24%; see paragraph 6.1 (5)

Dauerhaftigkeit und damit Nachhaltigkeit tragen zur Wirtschaftlichkeit von Holzbauwerken bei. Daher ist das folgende sog. „magische Dreieck“ zu beachten:



Grundsätzlicher baulicher Holzschutz
nach prEN 1995-1-1, prEN 1995-2,
und nationale Regelungen
(z. B. DIN 68800, DIN 1074, ZTV-ING)
→ erhöht die Robustheit

Daher wird in der neuen prEN 1995-2 in Anhang D anhand konkreter Beispiele aufgezeigt, wie Holzbrücken grundsätzlich geschützt werden können (5 Möglichkeiten für den grundsätzlichen baulichen Holzschutz, 3 Beispiele für Dehnungsfugen und 2 Beispiele für den Anschluss von Brückenkappen an den Überbau).
In diesem Zusammenhang wurden in prEN 1995-2, 6.2 auch die Erfahrungen in Deutschland und der Schweiz mit Asphaltbelägen eingebracht (siehe auch /10/).

Ferner müssen Brücken aller Materialien in regelmäßigen Intervallen inspiziert werden. Hierbei kann ein Monitoring hilfreich sein (siehe hierzu Abs. 3.2).

Auch diese Beispiele in Anhang D waren sprachenneutral zu erstellen. Deshalb folgt nach jeder Zeichnung der ‘Key‘ mit Erläuterung zu den einzelnen Buchstaben und Zahlen innerhalb der Zeichnung. Hinweise (*Arrangement*) und Kommentare (*Comments*) zu einer Zeichnung wurden jetzt in Paragraphen und Notes nach dem Key angegeben – wie die nachfolgenden vier (von 10) Beispiele zeigen.

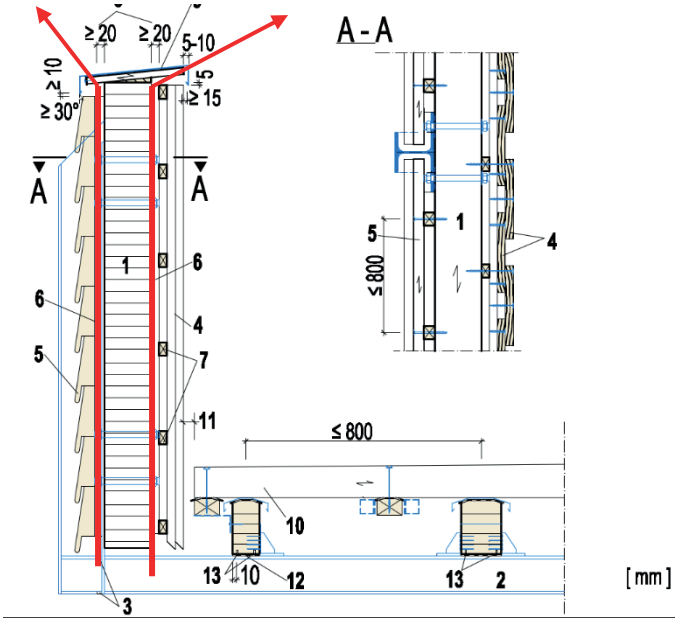
Nachfolgend werden einige wenige Hinweise zu zwei der Zeichnungen gegeben.

Der Schutz stählerner Verbindungsmittel in Holzbrücken vor Korrosion wird in Tabelle 6.2 der prEN 1995-2 behandelt; der Schutz von Stahlbauteile im EC3.

Lüftungsöffnungen
horizontal ≥ 100 cm²/m
vertical ≥ 50 cm²/m
Mindestdicke 20 mm

Lüftungsöffnungen für den Kamineffekt wurden in rot ergänzt. Bei Einhaltung der Querschnitte kann auf einen aerodynamischen Nachweis verzichtet werden.

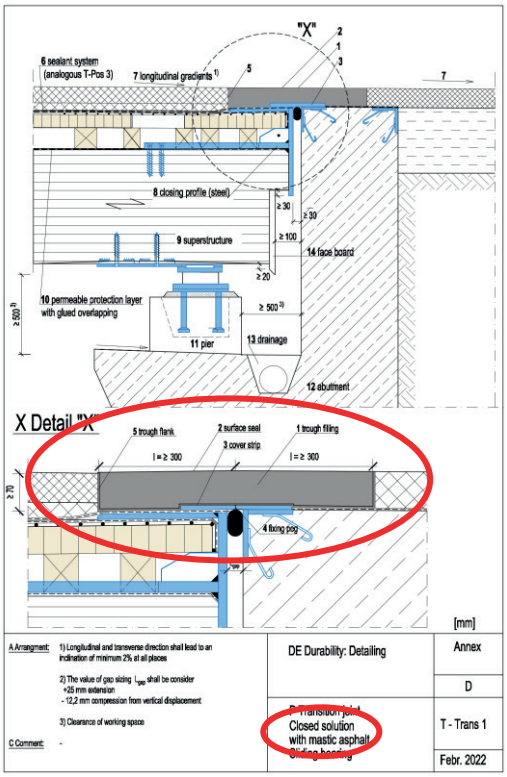
Kamineffekt Kamineffekt



Key

A-A	*Section A-A*
1	*Main girder*
2	*Steel frame*
3	*Borehole in top and bottom flange*
4	*Cladding (generally outside)*
5	*Vertical weather boarding (outside)*
6	*Vertical battenss*
7	*Horizontal battens*
8	*Ventilation openings, horizontal ≤ 100 cm³ / m, vertical ≤ 50 cm² / m*
9	*Aluminium plate or equivalent*
10	*Grooved planks (e.g.)*
11	*Gap with 15°mm if floor cover shuttering, 30°mm if cover stripe, groove and tongue*
12	*Rubber or elastomer mat*
13	*Weather groove (notch)*

prEN 1995-1-1, Annex D – Durability, drawing T-Pos 2: Constructional wood protection Possibility 2: Sheating of through bridge



Key

X	*Detail "X"*
1	*Trough filling*
2	*Surface seal*
3	*Cover strip*
4	*Fixing peg*
5	*Trough flank*
6	*Sealing system (e.g. analogous Figure D5.3)*
7	*Longitudinal gradients*
8	*Closing profile (steel)*
9	*Face board*
10	*Permeable protection layer with glued overlapping*
11	*Pier*
12	*Drainage*

Hier wird ein geschlossener Fahrbahnübergang gezeigt.

prEN 1995-1-1, Annex D – Durability, drawing T-Trans 1: Transition road-bridge

prEN 1995-2 – *Table 6.2 – Timber exposure T_E-categories and atmospheric exposure C_E-categories with examples of minimum requirement for thicknesses for pure zinc coating, hot-dipped galvanized coating, and types of stainless steels for timber bridges (outdoor) with a design service life of 100 years [50 years]*

Situation	***Timber exposure category*** [a)] ***T_E***	***Atmospheric exposure category*** [b)] ***C_E***	***Typical atmospheric exposure*** [c)] *(informative)*	***Examples of minimum***	
				zinc thickness [d)]	***stainless steel grade (type)*** [e)]
Protected outdoor with access of pollution (SC2 and SC3)	*T_E3/T_E4*	*C_E2*	*L_{sea} > 10 km L_{street} > 100 m and/or low polluted area (< 5 µg/m³ of SO_2)*	*T_R3: 40 µm* [f)] *(n/a* [g)] *if T_E4) [20 µm* [f)] *(55 µm if T_E4)]* [h)]	*CRC II (e.g. 1.4301)*
	T_E3/T_E4	*C_E3*	*10 km > L_{sea} > 3 km 100 m > L_{street} > 10 m and/or medium polluted area (5 µg/m³ ≤ SO_2 ≤ 30 µm/m³)*	*C_R3: 110 µm [80 µm]* [h)]	*CRC III (e.g. 1.4401)*
	T_E3/T_E4	*C_E4*	*3 km > L_{sea} > 0,25 km L_{street} < 10 m and/or high polluted area (30 µg/m³ < SO_2 ≤ 90 µm/m³)*	*C_R4* [b)]*: n/a* [g)] * [110 µm]* [h)]	*CRC III (e.g. 1.4401)*
	T_E3/T_E4	*C_E5*	*L_{sea} < 0,25 km and/or very high polluted area (90 µg/m³ < SO_2)*	*C_R5* [b)]*: n/a* [g)]	*CRC III (e.g. 1.4529)*
Permanent in contact with ground- or fresh-water (SC4) [i)]	*T_E5*	*n/a* [g)]	*For T_E5/SC4 especially in case of seawater each case should evaluated individually.*	*C_R5* [b)]*: n/a* [g)]	*CRC III to CRC V*

[a a] *Timber exposure categories T_E3, T_E4 and T_E5 are according to prEN 1995-1-1:202x, Table 6.1*

[b] *Atmospheric exposure categories C_E2, C_E3, C_E4 and C_E5 are according to prEN 1995-1-1:202x, Table 6.2 and Table 6.3*

[c] *The specified values for SO_2 are references values only and may vary.*

L_{sea} indicates distance from the sea. The actual exposure depends on the prevailing wind direction and the topography of the coast to saltwater seas e.g. Atlantic Ocean, North Sea, Baltic Sea, Mediterranean See, Black Sea, Irish Sea

L_{street} indicates distance from roads with heavy traffic with de-icing salt

[d] *pure zinc coating and hot-dipped galvanized coating*

T_R3 is the timber resistance class according to prEN 1995-1-1:202x, 6.3

C_R are the resistance classes for metal fastener or connector made of carbon steel to corrosion according to prEN 1995-1-1:202x, 6.3

[e] *Minimum corrosion resistance class for stainless steel grade shall be determined in accordance with EN 1993-1-4*

[f] *CrIII passivation may allow the reduction of zinc thickness by 25 % and CrVI passivation by 50 %*

[g] *not applicable*

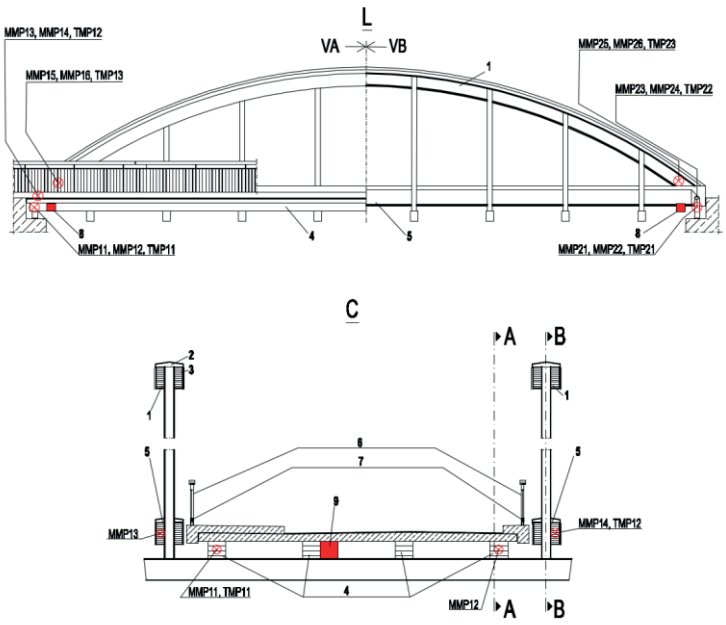
[h] *values in square brackets for timber bridges with a design live time of 50 years*

[i] *For permanent contact with sea water in T_E5/SC4, each case should be evaluated individually*

3.2 Instandhaltung und Inspektion

Ausgehend von FprEN 1990:2022 nimmt das Thema der Dauerhaftigkeit (*Durability*) (und Nachhaltigkeit) und damit auch das der Inspektion und Unterhaltung (*Inspection and maintenance*) einen deutlich größeren Stellenwert auch in der Holzbaunormen ein; siehe auch Abs. 3.1.1 sowie Hinweis auf prEN 1995-2, Anhang B.

Darüber hinaus sind Brücken aller Materialien in regelmäßigen zeitlichen Abständen zu untersuchen, wofür ein Monitoring hilfreich sein kann. In der (11.) Zeichnung ‘Figure D.6-1 — Detailing T-Mon – Moisture Monitoring – Example arch truss (timber bridge) – Use classes UC‘ im Anhang D wird am Beispiel einer Bogenbrücke gezeigt, an welchen Stellen die Einrichtung welcher Monitoringsysteme hilfreich ist – auch im Hinblick auf die Nutzungsklasse (*Use Class / UC*) nach EN 355 – siehe hierzu auch Table D.1.



Key

L	*Longitudinal section*
VA	*view A-A*
VB	*view B-B*
W	*Wood protection*
1	*Arch truss UC ½*
2	*Roof board*
3	*Lead sheet*
4	*Longitudinal beam*
5	*Pliers beam*
6	*Railing vertical components UC 3.1*
7	*Railing horizontal component UC 3.2*
8	*Instrument box 1 (or 2)*

prEN 1995-1-1*, Figure D.6-1 — Detailing T-Mon – Moisture Monitoring – Example arch truss (timber bridge) – Use classes UC*

prEN 1995-1-1, *Table D.1 — Components of an arch road bridge (example)*

Component	***Use class (UC) [Service class (SC)]***	***Protective measure***	***Wood type***	***Durability Class (DC)***
	EN 335 [prEN 1995-1-1]	***EN 1995-2 Sample of design examples of detailing***	***EN 13556***	***EN 350, Table B.1***
Longitudinal Beam	*2 [2]*	*Weather protection through roadway slab and planking and transition 1, protection of the edges (grain-cut timber), protection against insect attack through technical drying, visibility and control of insect infestation*	*Spruce as glulam*	*4*
Arch truss / pliers beam	*2 [2]*	*Weather protection by cladding and shuttering, protection against insects by technical drying and insect protection grid, visual inspection every 6 years by removal of claddings*	*Spruce as glulam*	*4*
Railing	*Vertical: 3.1 [3]* *Horizontal: 3.2 [3]*	*None, maintenance* *Component*	*European larch*	*3*

3.3 SLS: Durchbiegungen, Verformungen

Durchbiegungen infolge von Verkehrs- und Windeinwirkungen sind zu prüfen und zu begrenzen, um unerwünschte dynamische Einwirkungen durch den Verkehr, die Verletzung erforderlicher Abstände, Risse in der Deckschicht und Schäden am Entwässerungssystem zu vermeiden.

3.4 SLS: Oszillationen, Dämpfung

Aufbauend auf den Regelungen im neuen EN 1991-2, Anhang G, Tabelle.*G.1 ‚Traffic Classes'* und des neuen FprEN 1990:2022, Anhang H, Tabelle *H.1 ‚Comfort levels and corresponding allowed vertical and horizontal accelerations'* und den darin enthaltenen harmonischen Frequenzen für Anregungen durch einen Fußgängerstrom, eine Gruppe von Fußgängern und einen Walker (bunte Linien in Abb. 6) wurde in der prEN 1995-2 ein vereinfachtes Nachweisverfahren entwickelt (schwarze Linie in Abb. 6). Sofern die Nachweise nicht eingehalten werden, sind die genaueren Nachweise nach FprEN 1990:2022 und EN 1991-2 zu führen.

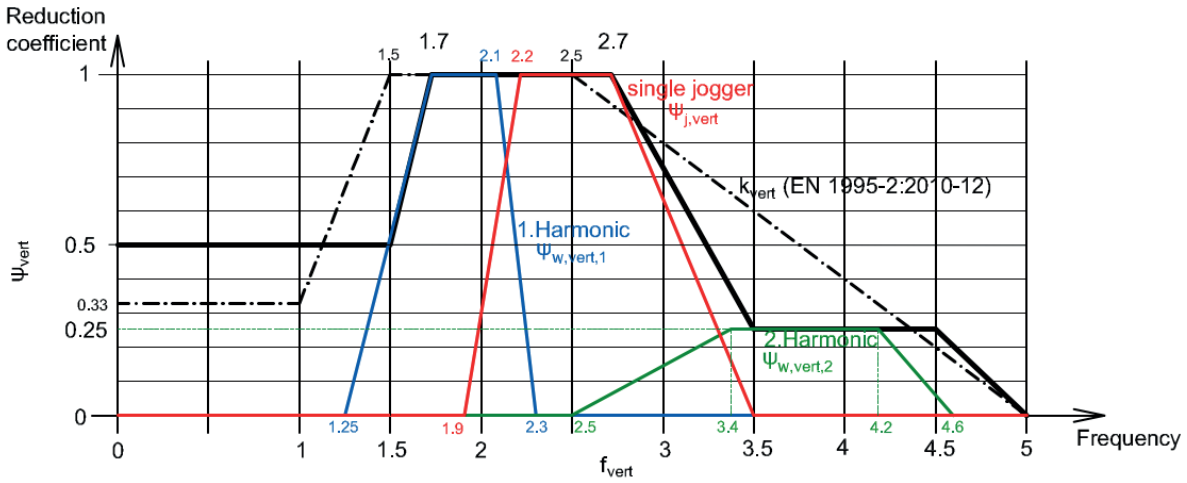


Figure 9.1 BGD - Relationship between the vertical and longitudinal fundamental natural frequency f_{vert} and the coefficient ψ_{vert}

Abb. 6 Zusammenhang zwischen der vertikalen Eigenfrequenz f_{vert} und dem Reduktionsfaktor ψ_{vert} (für Laufen und Walken)

Ferner sind in prEN 1995-2 Werte zur kritischen Dämpfung nach Lehr angegeben – in Ergänzung zu den in FprEN 1990:2022 und prEN 1995-1-1 angegebenen Werte.

4 Weiterer Normungsprozess, Ausblick

Die endgültigen Dokumente (*final document / FIN DOC*) aller 5 EC5-Teile sollen bis Ende März 2023 technisch (im Wesentlichen) und redaktionell (Verbformen, NDPs, Symbole, Zeichnungen) fertiggestellt und zusammen mit Hintergrunddokumenten (b*ackground document / BGD*) veröffentlicht werden. Anschließend folgen der Abgleich mit anderen Eurocodes, die Übersetzung in die beiden anderen Amtssprachen Deutsch und Französisch und im Herbst 2023 die abschließende Umfrage (formal enquiry) auf der Ebene von SC5 und CEN. Die seit 2015 verbleibenden Schritte des Normungsprozesses sind in Abb. 7 dargestellt.

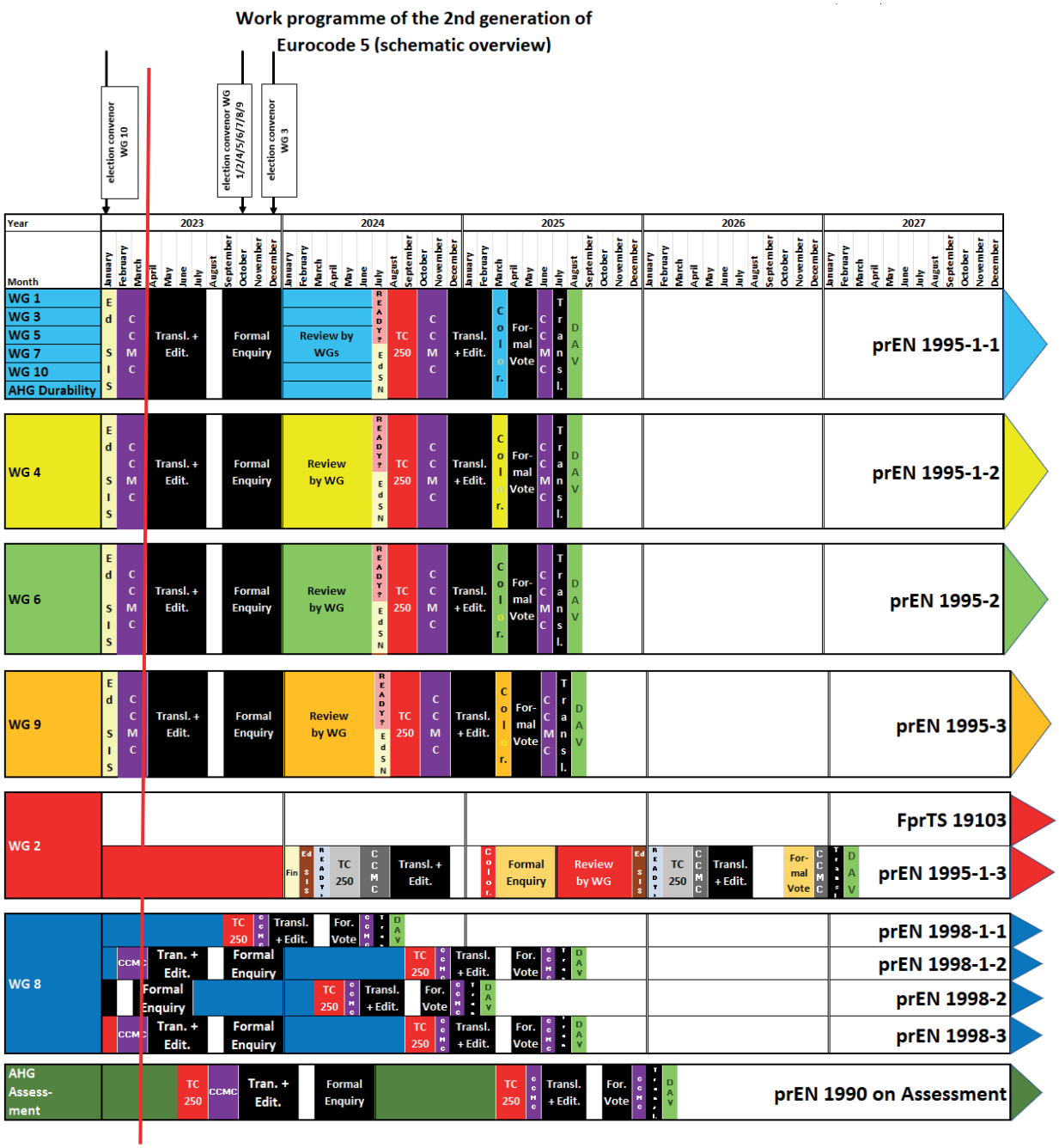


Abb. 7 Zeitplan für die Veröffentlichung der zweiten EC5-Generation

2023 ist auch das Jahr, in dem die Mitgliedsstaaten im Rahmen des *Formal Enquiry* noch technische Einsprüche einbringen können; zum *Formal Vote* im April/Mai 2025 sind nur noch editorielle Einsprüche möglich. Der für 2025 bzw. 2027 geplante Abschluss der Arbeiten an den europäischen Holzbaunormen scheint noch in weiter Ferne zu liegen und die nationalen Anwendungsdokumente werden wahrscheinlich erst 2027 vorliegen, doch die meisten wesentlichen Änderungen sind bereits bekannt. Der Anwendungsbereich der Norm wird zwangsläufig wachsen, um neue Holzbauprodukte zu berücksichtigen und bekannte Bemessungsansätze zu erweitern und zu optimieren. Das zentrale Interesse der Aktualisierung liegt in der Erhöhung der Nutzerfreundlichkeit – nicht nur durch die Vorteile digitaler Verfügbarkeit und effizienter Suchmöglichkeiten, sondern auch durch die Neustrukturierung, Homogenisierung und Vereinfachung der Regelungen. Dennoch wird ein zusätzlicher Lern-, Schulungs- und Ausbildungsprozess notwendig sein, der bereits vor der endgültigen Veröffentlichung beginnt. Zusammenfassend lässt sich sagen: Die zweite Generation des EC5 ist keine Revolution, sondern eine Evolution, die konsequent auf den Prinzipien und Erfahrungen der Vorgängerversion aufbaut.

5 Literatur

/1/ Schenk, M.; Werther, W.; Gerold, M. 2022
The Next Generation – Die Weiterentwicklung der Holzbaubemessung nach Eurocode 5.
In: Quadriga, H. 6, p. 16 - 19

/2/ Dietsch, P.; Schickhofer,G.; Brunauer, A.; Tomasi, R.; Hübner, U.; Krenn, H.; Mestek, P.; Moosbrugger, T.; Wiegand, T. 2018
Eurocode 5:2022 – Einführung in die neuen Abschnitte Brettsperrholz und Verstärkungen.
In: Karlsruher Tage 2018 – Holzbau – Forschung für die Praxis, S. 65-84
Tagungsband: Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine (Hrsg.)

/3/ Hamm, P. 2022
Vibration, Deflections.
In.: 4th International Conference on Timber Bridges ICTB2021PLUS, Biel (Schweiz)

/4/ Stepinac, M.; Cabrero, J.M.; Ranasinghe, K.; Kleiber, M. 2018
Proposal for reorganization of the connections chapter of Eurocode 5.
In: Engineering Structures, H. 17, S. 135 - 145

/5/ Hübner, U. 2022

Überblick über das neue Kapitel zur Verbindungstechnik im Eurocode 5.

In: 26. Internationales Holzbau-Forum IHF 2022, Band I, S. 267-276

/6/ Frangi, A.; Just, A.; Werther, N. 2022

Die neue europäische Holzbau-Brand-Bemessungsnorm EC5-1-2 – was ist neu und besser. Geklebte Holzbauteile im Brandfall – BSH, BSP, I-Träger.

In: 26. Internationales Holzbau-Forum IHF 2022, Band II, S. 169-178

/7/ Gerold, M.; Kuhlmann, U.; Di Risio, T.; Sulzberger, L.; Schänzlin, J. 2000

Messungen des Langzeitverhaltens der Brettstapel-Beton-Verbunddecken des Südstadtblocks 9 in Tübingen.

Langfassung Forschungsbericht, durchgeführt im Auftrag der DGfH, München

/8/ Schänzlin, J.; Dias, A. 2022

TCC and Integral Bridges.

In.: 4th International Conference on Timber Bridges ICTB2021^{PLUS}, Biel (Schweiz)

/9/ Gerold, M. 2022

The further Development of the Design of Timber Structures according to Eurocode 5 – Part 2: Timber Bridges.

In.: 4th International Conference on Timber Bridges ICTB2021^{PLUS}, Biel (Schweiz)

/10/ Müller, A.; Schiere, M.; et al. 2022

Details for timber bridges with asphalt wearing surfaces.

Creating a connection between asphalt surface and timber deck bridges.

In.: 4th International Conference on Timber Bridges ICTB2021^{PLUS}, Biel (Schweiz)

/11/ Bernhard, M.; Niedermeyer, J.; Sieder, M. 2021

Analyse der künftigen Eurocodes hinsichtlich der tatsächlich erreichten Verbesserung der Anwendbarkeit (Ease of Use).

hier: PRB-PG4 "Holzbau" SC5.WG9 Execution – Ausführung nach EC5

/12/ Fuhrmann, J.; Kleiber, M.; Gerold, M.

Kapazitätsbemessung an einem ausgesuchten Gebäude.

Bundesverband Deutscher Fertigbau (BDF) e. V., Bad Honnef (Auftraggeber)

Notizen...

Notizen...

7

Aktuelle Überarbeitung der DIN 18533 „Abdichtung erdberührter Bauteile“ in Verbindung mit neuer DIN 68800-2

Dipl.-Ing. (FH) Gerhard Klingelhöfer
BDB, ö.b.u.v. SV, Obmann des Normenausschusses DIN 18533

Vita

Dipl.-Ing. (FH) Gerhard Klingelhöfer

1961	geboren
1980	Abitur an der Liebigschule in Gießen
1982 – 1990	Ing.-Studium im Techn. Gesundheitswesen an der FH Gießen – Friedberg Fb. Bauingenieur-Studium mit Abschluß als Dipl.-Ing. im Konstruktiven
seit 1996	Ingenieurbau Beratender Ingenieur der Ingenieurkammer Hessen und große Bauvorlageberechtigung nach HBO
2001 – 2023	Öffentliche Bestellung und Vereidigung zum Sachverständigen für Schäden an Gebäuden durch die IHK Gießen-Friedberg (bis 01-2023)

Tätigkeiten

bis 1991	Mitarbeit im elterlichen Bauunternehmen G. Klingelhöfer, Pohlheim
1991 – 1992	Mitarbeit im Architekturbüro D. Schmitt in Gießen
seit 1993	Selbständig im Ingenieur + Sachverständigenbüro für Bautechnik Gerhard Klingelhöfer
2002 – 2010	Lehrbeauftragter an der Fachhochschule Gießen-Friedberg
2011 – 2017	Lehrbeauftragter an der Technischen Hochschule Mittelhessen für das Masterstudium von Architekten und Bauingenieuren

Mitgliedschaften

- Ingenieurkammer Hessen (FG Bau und FG SV-Wesen)
- BVS – Bundesverband der öbuv. Sachverständigen (LVS-He.)
- BDB - Bund Deutscher Baumeister, Architekten u. Ingenieure e.V.
- Mitglied im Expertenkreis des Fachverbandes Fliesen und Naturstein im ZDB
- Mitglied in versch. Sachverständigen-Prüfungskommissionen der Ing.-Kammern Hessen, Rheinland-Pfalz und EIPOSCERT

Projekte und Mitarbeit in Ausschüssen

- Div. Hochbauplanungen und Objekt-Realisationen, Statische und bauphysik. Berechnungen von Hochbauten, Gutachten zu Schäden an Gebäuden und Beweissicherungen
- Fortbildungsreferent des BDB BG Gießen-Wetzlar (bis 2017)
- 2001-2017 Organisation der Gießener BDB Baufachseminare
- Mitarbeit (MA) in DIN-Arbeitsausschüssen für den ZDB Berlin Obmann AA DIN 4095, Obmann AA DIN 18533, Mitarbeiter in AA DIN 18534, AA DIN 18532 und GA DIN/TS 18117 Bauliche Maßnahmen zum Radonschutz
- Mitarbeiter im Unterausschuß „WU-Betonbauwerke“ beim DAfStb
- Mitarbeit im DIBt-Arbeitskreis PG-AIV u.a. für den ZDB Berlin
- Vorsitzender im Ausbildungsbeirat Abdichtung e.V. für den ZDB
- Bundesweite Fachvorträge bei versch. Seminarveranstaltern

Erfahrungsschwerpunkte

- Schäden an Gebäuden, Tragwerke und Baustatik, Bauphysik, Bauwerksabdichtungen, Bodenbeläge mit Fliesen und Platten
- Fortbildungsvorträge für Bautätige, Bausachverständige u.a.

Veröffentlichungen

- Fachbücher „Fliesen-Handbuch“ Niemer, Schütz, Klingelhöfer, “Radon+Radonschutz” Klingelhöfer + Leicht
- Fachaufsätze in „Fliesen und Platten“ zu „Hohlböden“ und „Bahnenförmige Verbundabdichtungen“, Fußbodenatlas u.a.
- Aachener Bausachverständigentage 2010, 2015, 2017 u. 2019 – Tagungsbeiträge zu Verbundabdichtungen, DIN E 18534 u.a.
- Div. Seminarskripte zu eigenen Vorträgen u. Vorlesungen sowie diverse BDB-Tagungsbände

Dipl.-Ing. (FH) Gerhard Klingelhöfer BDB, 35415 Pohlheim, Goethestraße 49
Tel. 06403-62443, Mail: Klingelhoefer-Pohlheim@t-online.de

Deutsche Sachverständigentage für Holzbau und Ausbau
in Fulda am 24. u. 25.3.2023
- Seminarvortrag -

Aktuelle Überarbeitung der DIN 18533 Abdichtung erdberührter Bauteile – in Verbindung mit DIN 68800-2

Dipl.-Ing. Gerhard Klingelhöfer BDB
Qualifizierter Sachverständiger für Abdichtungen und Schäden an Gebäuden
Beratender Ingenieur der Ingenieurkammer Hessen
Vorsitzender Ausbildungsbeirat Abdichtung e.V.
Obmann DIN AA 18533 und AA DIN 4095, Mitarb. AA DIN 18532, AA DIN 18534, AG-Leiter DIN 18195, GA DIN/TS 18117 und UA WU-Rili-DAfStb.
als Experte des Zentralverband Deutsches Baugewerbe ZDB Berlin
Lehrbeauftragter der Technischen Hochschule Mittelhessen (bis 2017)

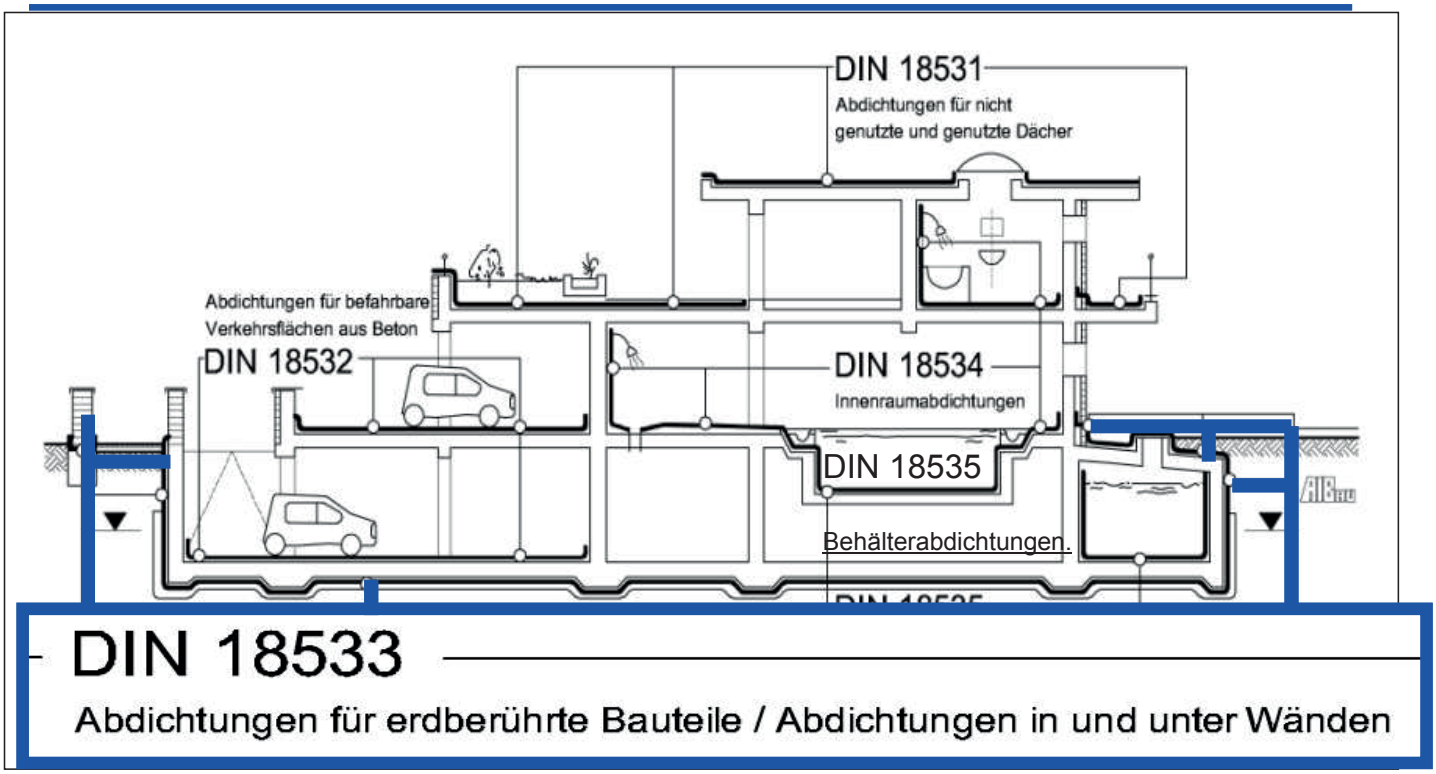
Sachverständigen- u. Ingenieurbüro für Bautechnik
35415 Pohlheim, Goethestraße 49, Tel. 06403-62443
klingelhoefer-pohlheim@t-online.de

Copyright von Gerhard Klingelhöfer bzw. gemäß Quellenangaben für alle Folien dieses Vortrages ist als Urheberrecht zu beachten. Der Verfasser übernimmt keine Haftung für die Richtigkeit oder Vollzählichkeit der Angaben auf den Vortragsfolien. **Die Folien dürfen nicht fotografiert werden.**
Dieser Vortrag darf nicht in Datennetze (z.B. Internet) o.ä. eingespeichert werden!

Gliederung der Vorträge

1. Abdichtungen erdberührter Bauteile nach DIN 18533 (2017) und Grundlagen zu Wassereinwirkungen an erdberührten Bauwerken
2. Abdichtungen an Holzbauten in Verbindung mit DIN 68800-2
3. Aktuelle Überarbeitung der DIN 18533

1. Zuordnung der Abdichtungsnormen (07-2017)



Zukünftig DIN 18195 (neu) als Terminologie-Norm für DIN 18531-18535 mit Begriffsdefinitionen, Zuordnungsschaubild u. Abkürzungsverzeichnis

Quelle: E DIN 18195 und Prof. Dr. R. Oswald †, AIBAU

DIN 18533 T.1-3 VÖ Juli 2017

DIN 18533 Teil 1 Weißdruck 07-2017 Seite 1 – 60
„Abdichtungen von erdberührten Bauteilen* -
Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze“

DIN 18533 Teil 2 Weißdruck 07-2017 Seite 1 – 50
„*-Abdichtungen mit bahnenförmigen Abdichtungsstoffen“

DIN 18533 Teil 3 Weißdruck 07-2017 Seite 1 – 39
„*- Abdichtungen mit flüssig zu verarbeitenden Abdichtungsstoffen“ (PMBC, MDS, FLK, Gußasphalt+Mastix)
(Insgesamt 3 Teile mit ges. ca. 149 Seiten)

A1 - Änderung VÖ-Mitte 2018 (div. Schreibfehlerkorrekturen)
A1-DIN 18533-2 – Änderung (VÖ 11-2020) zur Streichung von Polymerbitumenbahnen in Tab.15 sowie Kunststoff- und Elastomerbahnen in Teil 2, Tab. 23, die bezügl. „MSB-Q“ entfallen.
Hinweis: Im Feb. 2019 wurde der offiz. DIN 18533 Kommentar vom Beuth Verlag veröffentlicht (Weitere Kommentare DIN 1853x gibt auch).

Mitgeltende Normen (2)

Weitere neue Normen dazu:

DIN 18195 (veröffentl. 07-2017) Seite 1 – 20
„Abdichtungen von Bauwerken – Begriffe“ (Übersicht und Abk.)

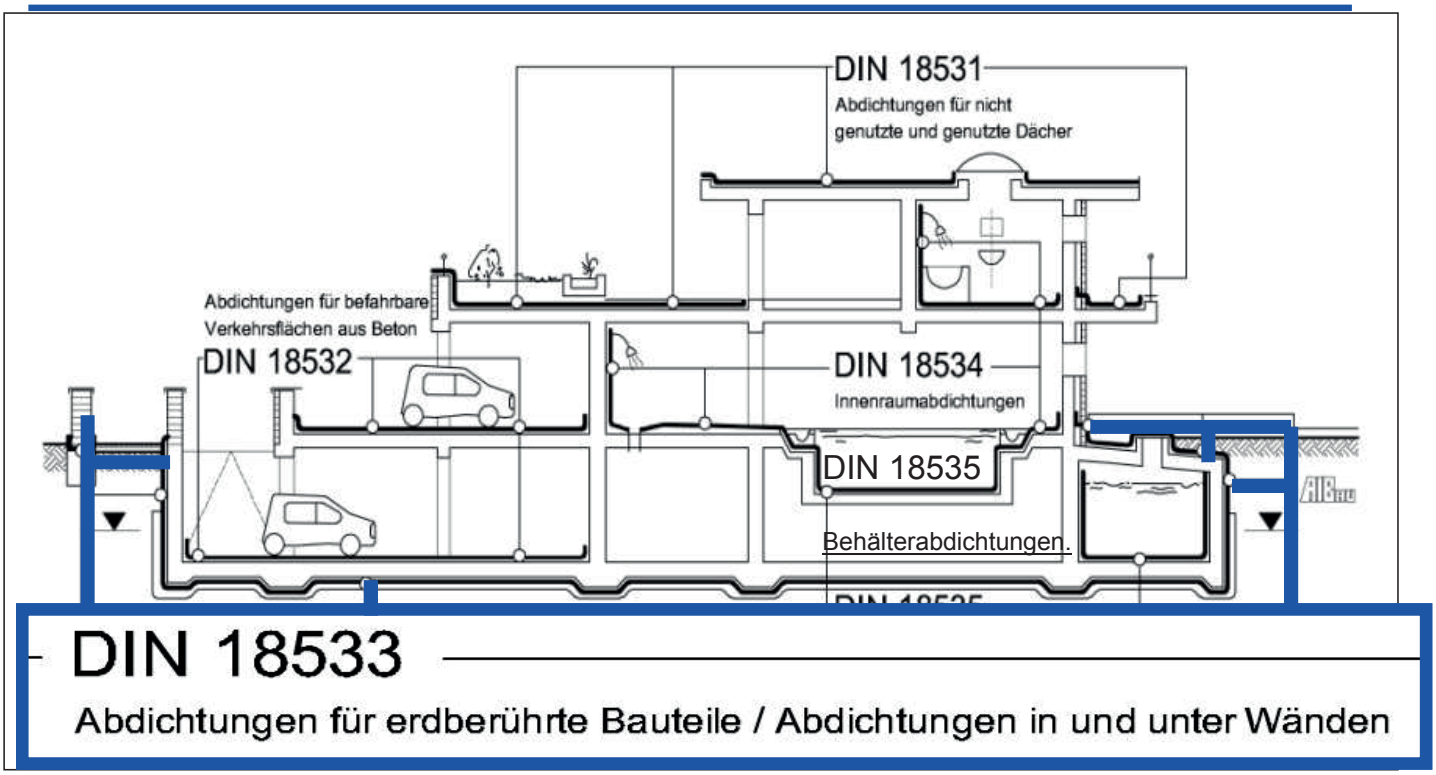
DIN 18195 Beiblatt 2 (veröffentl. 07-2017) Seite 1 – 11 (informativ)
„Abdichtungen von Bauwerken – Hinweise zur Kontrolle und Prüfung der Schichtdicken von flüssig verarbeiteten Abdichtungsstoffen“

DIN SPEC 20000-202 (VÖ 12/2015) Seite 1 – 42 (zurückgezogen)
Neu: DIN/TS 20000-202 (VÖ 11-2020) Seite 1 – 64
„Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken — Teil 202: Anwendungsnorm für Abdichtungsbahnen nach Europäischen Produktnormen zur Verwendung als Abdichtung von erdberührten Bauteilen, von Innenräumen und von Behältern und Becken“
(z.B. Neuaufnahme von Estrichbahnen „EB“, KTG-Bahnen, div. Kunststoffbahnen, Unterscheidung von MSB-Q und MSB n.Q.)

Wassereinwirkung nach DIN 18533-1 (Abs. 5.1) „Bemessungswasserstand“

Auf die Abdichtung im Anwendungsbereich dieser Norm kann tropfbar flüssiges Wasser in unterschiedlicher Intensität sowie Bodenfeuchte einwirken.
Zur Festlegung der erdseitigen Wassereinwirkung auf die Abdichtung ist für den geplanten Bauwerksstandort der Bemessungswasserstand zu ermitteln. Dieser hängt nicht nur von den natürlichen witterungsbedingten Schwankungen des Grundwasserstandes ab, sondern auch von anderen wasserwirtschaftlichen Einflussgrößen. Der **Bemessungswasserstand** ist der Bemessungsgrundwasserstand (HGW), der sich witterungsbedingt und auf Grund hydrogeologischer Beschaffenheit im Baugrund einstellen kann, oder der Bemessungshochwasserstand (HHW), wobei der höhere Wert maßgebend ist. Bei der Ermittlung des Bemessungsgrundwasserstandes sind die dauerhaft verbindlich festgeschriebenen und die nicht dauerhaft verbindlich festgeschriebenen wasserwirtschaftlichen Einflussfaktoren und deren Andauer zu unterscheiden und mit ihren Auswirkungen auf den Grundwasserstand zu berücksichtigen.
Der HGW ist nach den Hinweisen im BWK-Merkblatt Nr. 8 objektbezogen zu ermitteln.
Ohne objektbezogene konkrete Feststellungen ist der HGW auf Geländeoberfläche oder bei örtlichen Hochwasserrisiken auf Höhe des höchsten anzunehmenden HHW anzusetzen.

1. Zuordnung der Abdichtungsnormen (07-2017)



Zukünftig DIN 18195 (neu) als Terminologie-Norm für DIN 18531-18535 mit Begriffsdefinitionen, Zuordnungsschaubild u. Abkürzungsverzeichnis

Quelle: E DIN 18195 und Prof. Dr. R. Oswald †, AIBAU

DIN 18533 T.1-3 VÖ Juli 2017

DIN 18533 Teil 1 Weißdruck 07-2017 Seite 1 – 60
„Abdichtungen von erdberührten Bauteilen* -
Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze“

DIN 18533 Teil 2 Weißdruck 07-2017 Seite 1 – 50
„*-Abdichtungen mit bahnenförmigen Abdichtungsstoffen“

DIN 18533 Teil 3 Weißdruck 07-2017 Seite 1 – 39
„*- Abdichtungen mit flüssig zu verarbeitenden Abdichtungsstoffen“ (PMBC, MDS, FLK, Gußasphalt+Mastix)
(Insgesamt 3 Teile mit ges. ca. 149 Seiten)

A1 - Änderung VÖ-Mitte 2018 (div. Schreibfehlerkorrekturen)
A1-DIN 18533-2 – Änderung (VÖ 11-2020) zur Streichung von Polymerbitumenbahnen in Tab.15 sowie Kunststoff- und Elastomerbahnen in Teil 2, Tab. 23, die bezügl. „MSB-Q“ entfallen.
Hinweis: Im Feb. 2019 wurde der offiz. DIN 18533 Kommentar vom Beuth Verlag veröffentlicht (Weitere Kommentare DIN 1853x gibt auch).

Mitgeltende Normen (2)

Weitere neue Normen dazu:
DIN 18195 (veröffentl. 07-2017) Seite 1 – 20
„Abdichtungen von Bauwerken – Begriffe“ (Übersicht und Abk.)

DIN 18195 Beiblatt 2 (veröffentl. 07-2017) Seite 1 – 11 (informativ)
„Abdichtungen von Bauwerken – Hinweise zur Kontrolle und Prüfung der Schichtdicken von flüssig verarbeiteten Abdichtungsstoffen“

DIN SPEC 20000-202 (VÖ 12/2015) Seite 1 – 42 (zurückgezogen)
Neu: DIN/TS 20000-202 (VÖ 11-2020) Seite 1 – 64
„Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken — Teil 202: Anwendungsnorm für Abdichtungsbahnen nach Europäischen Produktnormen zur Verwendung als Abdichtung von erdberührten Bauteilen, von Innenräumen und von Behältern und Becken“
(z.B. Neuaufnahme von Estrichbahnen „EB“, KTG-Bahnen, div. Kunststoffbahnen, Unterscheidung von MSB-Q und MSB n.Q.)

Wassereinwirkung nach DIN 18533-1 (Abs. 5.1) „Bemessungswasserstand“

Auf die Abdichtung im Anwendungsbereich dieser Norm kann tropfbar flüssiges Wasser in unterschiedlicher Intensität sowie Bodenfeuchte einwirken.
Zur Festlegung der erdseitigen Wassereinwirkung auf die Abdichtung ist für den geplanten Bauwerksstandort der Bemessungswasserstand zu ermitteln. Dieser hängt nicht nur von den natürlichen witterungsbedingten Schwankungen des Grundwasserstandes ab, sondern auch von anderen wasserwirtschaftlichen Einflussgrößen. Der **Bemessungswasserstand** ist der Bemessungsgrundwasserstand (HGW), der sich witterungsbedingt und auf Grund hydrogeologischer Beschaffenheit im Baugrund einstellen kann, oder der Bemessungshochwasserstand (HHW), wobei der höhere Wert maßgebend ist. Bei der Ermittlung des Bemessungsgrundwasserstandes sind die dauerhaft verbindlich festgeschriebenen und die nicht dauerhaft verbindlich festgeschriebenen wasserwirtschaftlichen Einflussfaktoren und deren Andauer zu unterscheiden und mit ihren Auswirkungen auf den Grundwasserstand zu berücksichtigen.
Der HGW ist nach den Hinweisen im BWK-Merkblatt Nr. 8 objektbezogen zu ermitteln.
Ohne objektbezogene konkrete Feststellungen ist der HGW auf Geländeoberfläche oder bei örtlichen Hochwasserrisiken auf Höhe des höchsten anzunehmenden HHW anzusetzen.

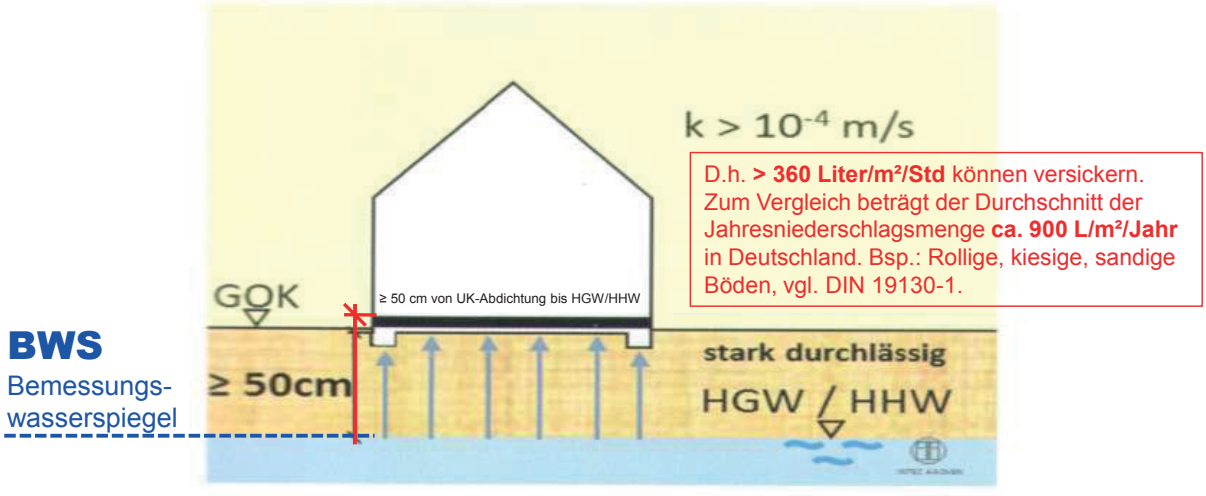
Wassereinwirkungsklassen nach DIN 18533-1

Klasse W1-E Bodenfeuchte/nichtdrückendes Wasser

W1.1-E Bodenfeuchte bei Bodenplatten (Boden stark durchlässig)

Situation 1 (UK-Abdichtung >= 50 cm über HGW/HHW, k > 10^{-4} m/s)

Neu: Einsatz von Estrichbahnen (EB) oder Schaumglas in Heißbitumen als Bodenplattenabdichtung hier zulässig.



Quelle: Bild-© Dr.-Ing. D.J.Honsinger, Intec-Aachen, siehe auch „Der Bausachverständige“ 4-2015

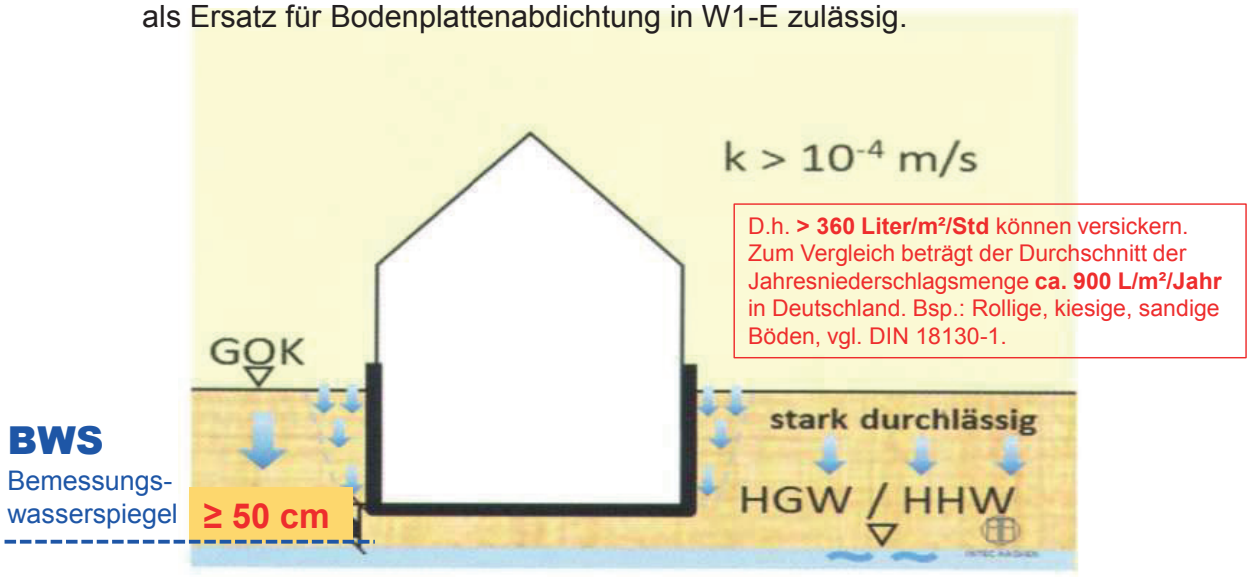
Wassereinwirkungsklassen nach DIN 18533-1

Klasse W1-E Bodenfeuchte/nichtdrückendes Wasser

W1.1-E Boden stark wasserdurchlässig (k > 10^{-4} m/s)

Situation 2 (UK-Abdichtung >= 50 cm über HGW/HHW, ohne Dränung)

Neu: Einsatz von Estrichbahnen (EB) nur in W1.1-E oder Schaumglas in Heißbitumen als Ersatz für Bodenplattenabdichtung in W1-E zulässig.



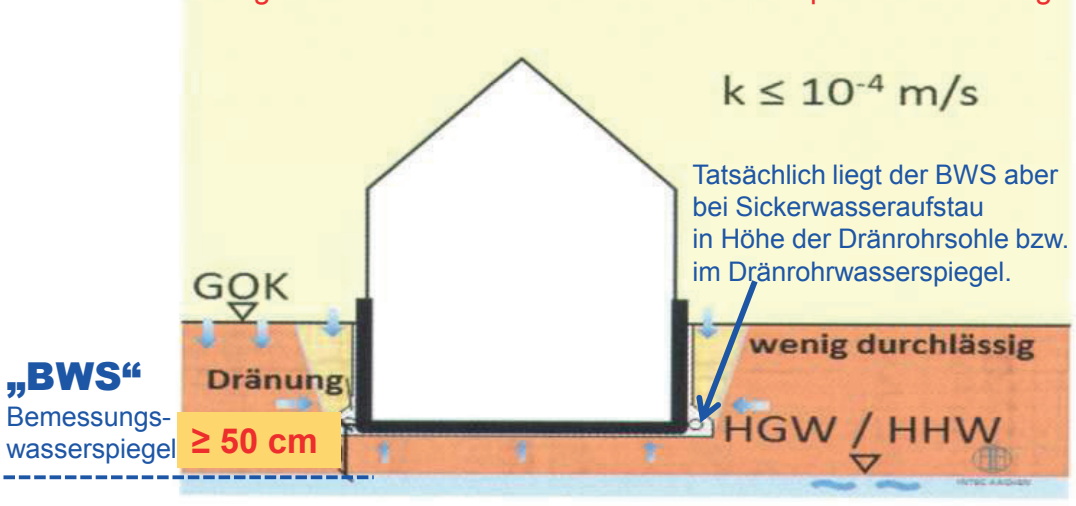
Quelle: Bild-© Dr.-Ing. D.J.Honsinger, Intec-Aachen, siehe auch „Der Bausachverständige“ 4-2015

Wassereinwirkungsklassen nach DIN 18533-1

Klasse W1-E Bodenfeuchte/nichtdrückendes Wasser

W1.2-E Boden wenig wasserdurchlässig (k <= 10^{-4} m/s)
<u>mit</u> Dränung nach DIN 4095
(UK-Abdichtung >= 50 cm über (ständigen) HGW/HHW)

<u>Neu:</u> Derzeit noch kein Einsatz von Estrichbahnen (EB) in W1.2-E zulässig.
Schaumglas in Heißbitumen als Ersatz für Bodenplattenabdichtung zulässig.

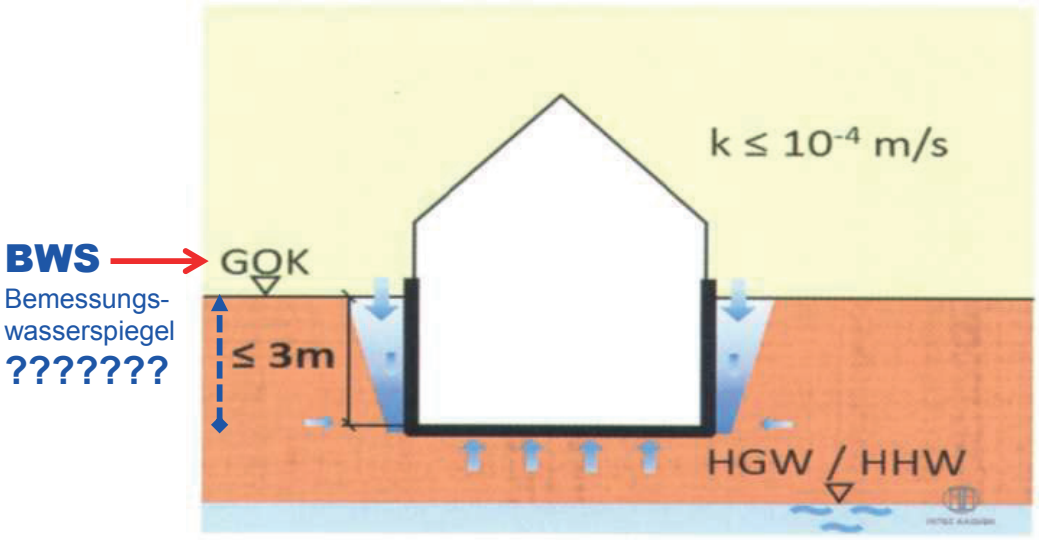


Quelle: Bild-© Dr.-Ing. D.J.Honsinger, Intec-Aachen, siehe auch „Der Bausachverständige“ 4-2015

Wassereinwirkungsklassen nach DIN 18533-1

Klasse W2-E Einwirkung von drückendem Wasser

W2.1-E Mäßig Drückendes Wasser bis 3 m Eintauchtiefe
(<u>ohne</u> Dränung nach DIN 4095) Situation 1
(UK-B-Pl. <= 3 m Eintauchtiefe in aufstauendes Wasser
und tieferliegender Grundwasserspiegel HGW/HHW)



Quelle: Bild-© Dr.-Ing. D.J.Honsinger, Intec-Aachen, siehe auch „Der Bausachverständige“ 4-2015

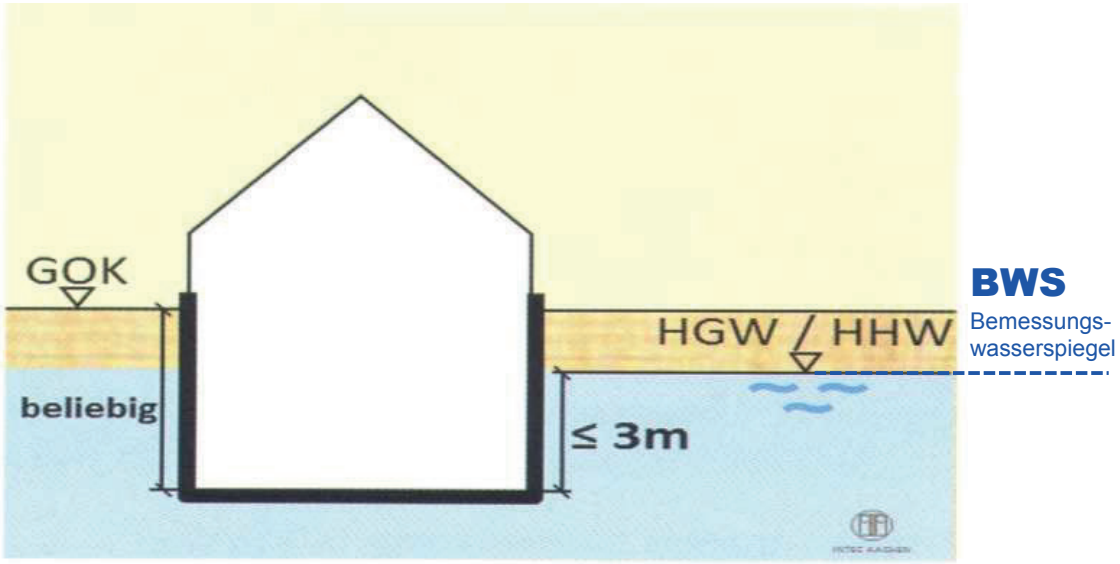
Wassereinwirkungsklassen nach DIN 18533-1

Klasse W2-E Einwirkung von drückendem Wasser

W2.1-E Mäßig Drückendes Wasser bis 3 m Eintauchtiefe

Situation 2

(UK-B-Pl. <= 3 m Eintauchtiefe in Grundwasser HGW/HHW)



Quelle: Bild-© Dr.-Ing. D.J.Honsinger, Intec-Aachen, siehe auch „Der Bausachverständige“ 4-2015

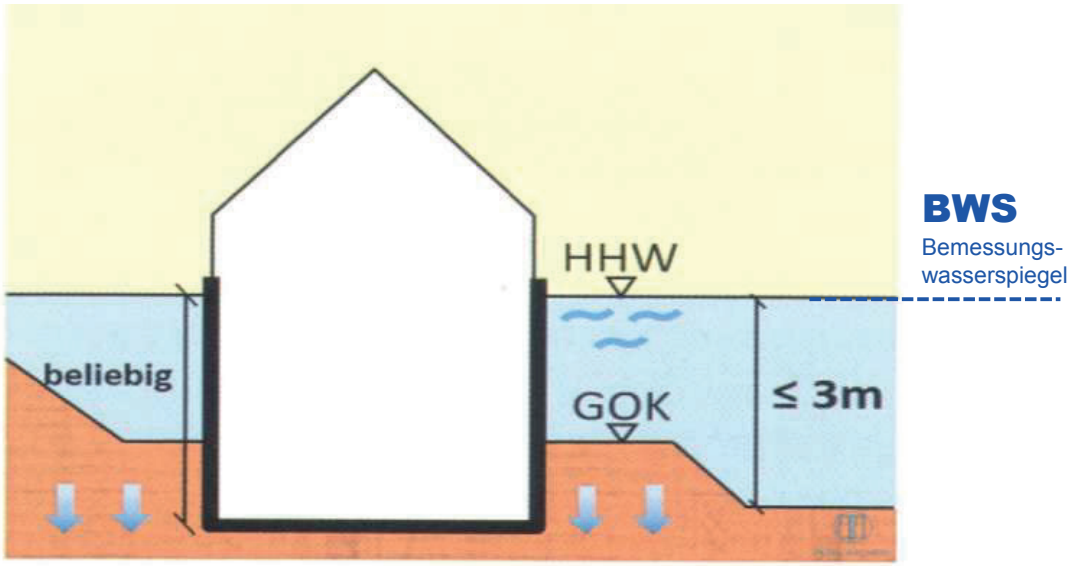
Wassereinwirkungsklassen nach DIN 18533-1

Klasse W2-E Einwirkung von drückendem Wasser

W2.1-E Mäßig Drückendes Wasser bis 3 m Eintauchtiefe

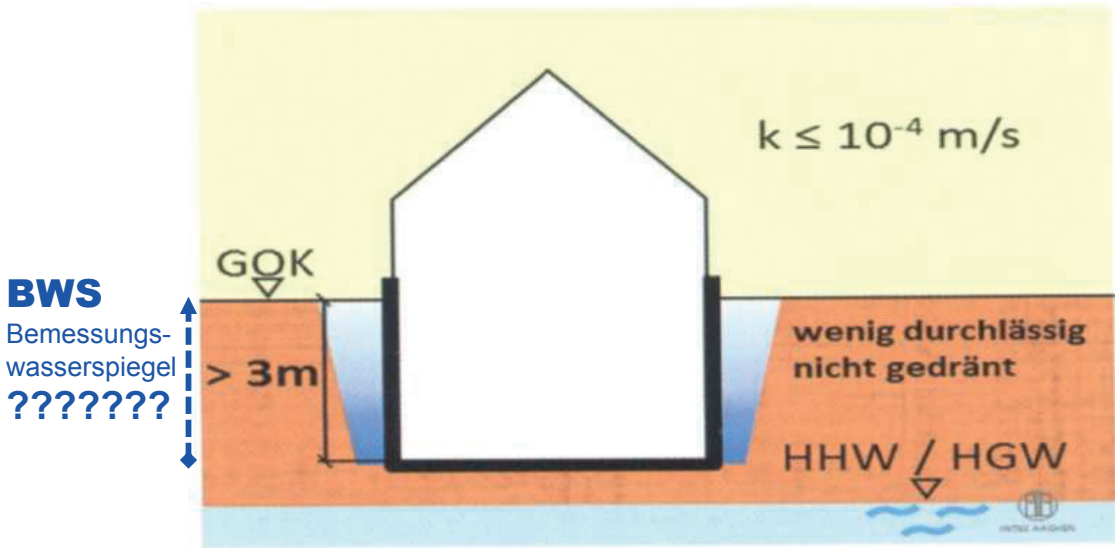
Situation 3

(UK-B-Pl. <= 3 m Eintauchtiefe in Hochwasser HHW)



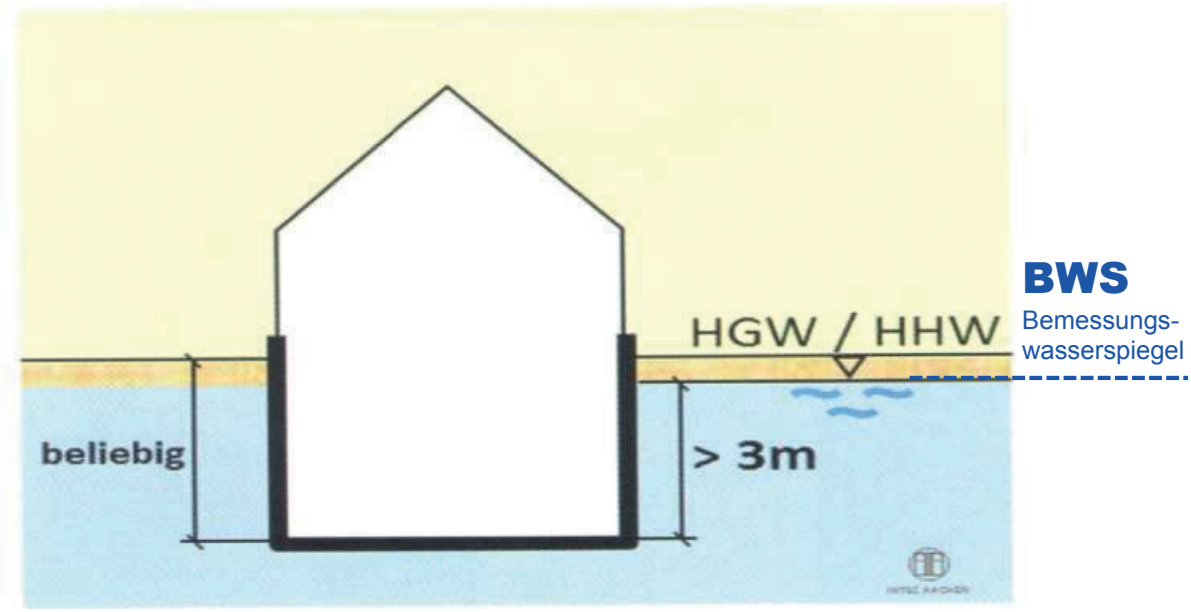
Quelle: Bild-© Dr.-Ing. D.J.Honsinger, Intec-Aachen, siehe auch „Der Bausachverständige“ 4-2015

Wassereinwirkungsklassen nach DIN 18533-1
Klasse W2-E Einwirkung von drückendem Wasser
W2.2-E Hohes Drückendes Wasser über 3 m Eintauchtiefe
Situation 1 ohne Dränung, wenig durchlässiger Boden
(UK-B-Pl. > 3 m Eintauchtiefe in aufstauendes Wasser)



Quelle: Bild-© Dr.-Ing. D.J.Honsinger, Intec-Aachen, siehe auch „Der Bausachverständige“ 4-2015

Wassereinwirkungsklassen nach DIN 18533-1
Klasse W2-E Einwirkung von drückendem Wasser
W2.2-E Hohes Drückendes Wasser über 3 m Eintauchtiefe
Situation 2
(UK-B-Pl. > 3 m Eintauchtiefe in Grundwasser HGW/HHW)

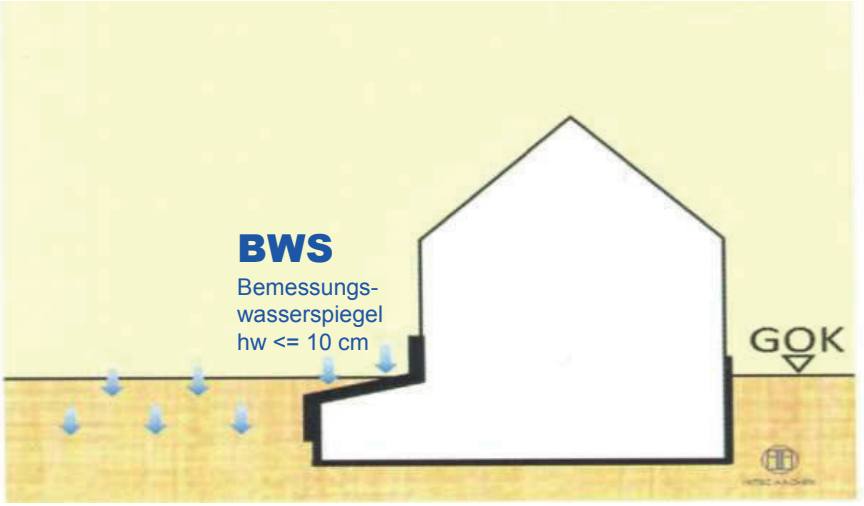


Quelle: Bild-© Dr.-Ing. D.J.Honsinger, Intec-Aachen, siehe auch „Der Bausachverständige“ 4-2015

Wassereinwirkungsklassen nach DIN 18533-1

Klasse W3-E Einwirkung von nichtdrückendem Wasser auf erdüberschüttete Decken

W3-E Nichtdrückendes Wasser auf erdüberschütteten Decken
(max. 10 cm Stauhöhe= BWS, bei höheren Wasseraufstau aus Stauwasser, HHW oder HGW ist W2-E anzusetzen)



Quelle: Bild-© Dr.-Ing. D.J.Honsinger, Intec-Aachen, siehe auch „Der Bausachverständige“ 4-2015

Wassereinwirkungsklassen nach DIN 18533-1

Klasse W4-E Einwirkung von Spritzwasser am Wandsockel sowie Kapillarwasser in und unter erdberührten Wänden

W4-E Spritzwasser und Kapillarwasser am Sockelbereich
(Sockelzone: max. 20 cm unter GOK und bis 30 cm über GOK

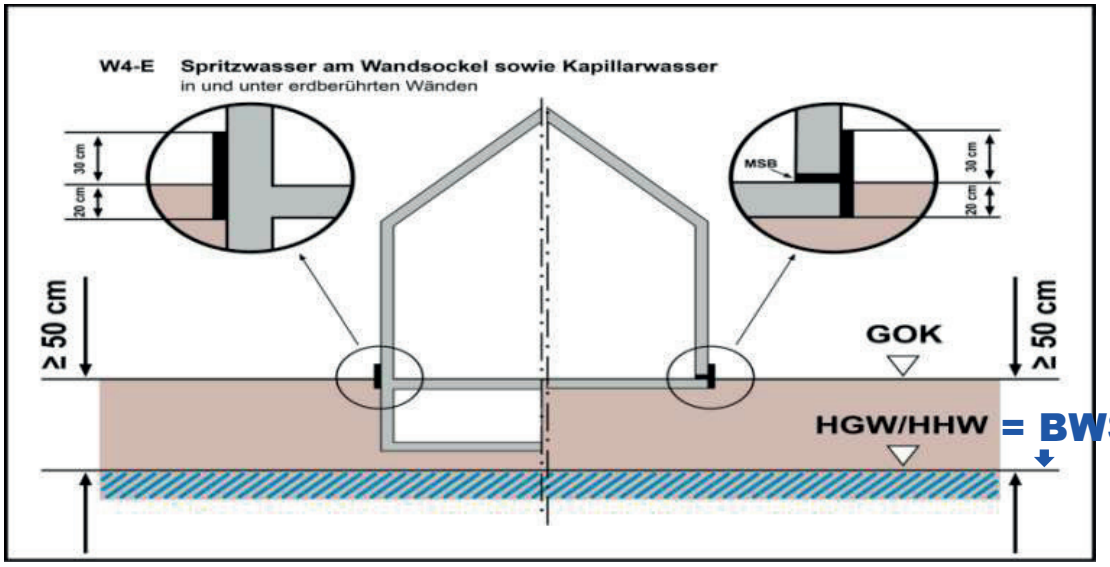


Tabelle 1 Wassereinwirkungsklassen W1-E bis W4-E nach DIN 18533-1

Nr.	W-Klasse	Art der erdseitigen Wassereinwirkung (Kurzbeschreibung)	Beschreibung W-Klasse s. Abschnitt	Ausführung der Abdichtung s. Abschnitt
1	**W1-E**	**Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser** (ohne Anstauhöhe) **(wie ehem. DIN 18195 T.4)**	**5.1.2.1**	**8.5**
2	W1.1-E	Bodenfeuchte bei Bodenplatten und nichtdrückendes Wasser bei erdberührten Wänden ($k > 10^{-4}$ m/s, **ohne** Dränung) ~~(OK Bodenplatte auf oder über Geländeoberkante)~~ Änderung	5.1.2.2	8.5.1
3	W1.2-E	Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser bei erdberührten Wänden und Bodenplatten ($k <= 10^{-4}$ m/s) mit Dränung nach DIN 4095	5.1.2.3	8.5.1
4	**W2-E**	**Drückendes Wasser** **(wie ehem. DIN 18195 T.6)** (bei erdberührten Wänden, Bodenplatten und Decken)	**5.1.3.1**	**8.6**
5	W2.1-E	Mäßige Einwirkung von drückendem Wasser bis 3 m Eintauchtiefe der Abdichtungsbauteile	5.1.3.2	8.6.1
6	W2.2-E	Hohe Einwirkung von drückendem Wasser über 3 m Eintauchtiefe	5.1.3.3	8.6.2
7	**W3-E**	**Nicht drückendes Wasser auf erdüberschütteten Decken** (bis 10 cm Anstauhöhe auf der Abdichtung) **(wie ehem. DIN 18195 T.5)**	**5.1.4**	**8.7**
8	**W4-E**	**Spritzwasser und Bodenfeuchte am Wandsockel sowie Kapillarwasser in und unter Wänden** (ohne Anstauhöhe; Wandsockelbereich gilt von 20 cm unter GOK bis 30 cm über Geländeoberkante) **(neue Klasse)**	**5.1.5**	**8.8**

Rissklassen für die Untergründe nach DIN 18533-1, Tab. 2 und Rissüberbrückungsklassen der Abdichtungen

R1-E bis R4-E (Tab. 2) => RÜ1-E - RÜ4-E (Abs. 7.2)

Tabelle 1: Rissklassen typischer Abdichtungsuntergründe (Tabelle 1, E DIN 18533 Teil 1)

Rissklasse	Neurissbildung/ Rissbreitenänderung nach Aufbringen der Abdichtung	Bauteile ohne statischen Nachweis der Rissbreitenbeschränkung
R1-E	≤ 0,2 mm	Stahlbeton ohne nennenswerte Zwang- und Biegeeinwirkung; Mauerwerk im Sockelbereich; Untergründe für Querschnittsabdichtungen
R2-E	≤ 0,5 mm	Geschlossene Fugen von flächigen Bauteilen (z.B. bei Fertigteil); unbewehrter Beton; Stahlbeton mit nennenswerter Zwang-, Zug- oder Biegeeinwirkung; erddruckbelastetes Mauerwerk; Fugen an Materialübergängen
R3-E	≤ 1,0 mm - Rissversatz ≤ 0,5 mm	Fugen von Abdichtungsrücklagen; Aufstandsfugen von erddruckbelasteten Wänden
R4-E	≤ 5,0 mm - Rissversatz ≤ 2,0 mm	~~Unplanmäßige Risse (z.B. infolge von Erschütterungen)~~

Rissüberbrückung

(geringe) => RÜ1-E

(mäßige) => RÜ2-E

=> RÜ3-E (hohe)

=> RÜ4-E (sehr hohe)

Quelle: Bild-© Dr.-Ing. D.J.Honsinger, Intec-Aachen, siehe auch „Der Bausachverständige“ 4-2015

Raumnutzungsklassen nach DIN 18533-1 Abs. 5.5

Die Raumnutzungsklassen definieren unterschiedlich hohe **Anforderungen an die Trockenheit der Raumluft** von erdseitig abgedichteten Räumen und die Zuverlässigkeit deren Abdichtung. Es sind folgende Raumnutzungsklassen zu unterscheiden.

RN1-E (geringe Anforderung)
Raumnutzung mit geringer Anforderung an die Trockenheit der Raumluft (z. B. offene Werk- oder Lagerhalle, Tiefgarage).

RN2-E (durchschnittliche Anforderung)
Raumnutzung mit üblicher Anforderung an die Trockenheit der Raumluft und Zuverlässigkeit der Abdichtung (z. B. Aufenthaltsräume; Räume zur Lagerung von feuchtigkeitsempfindlichen Gütern wie Keller und Lagernutzungen in üblichen Wohn- und Bürogebäuden).

RN3-E (hohe Anforderung)
Raumnutzung mit hoher Anforderung an die Trockenheit der Raumluft und hoher Anforderung an die Zuverlässigkeit der Abdichtung (z. B. Magazin zur Lagerung unersetzlicher Kulturgüter; Raum für den Zentralrechner).

ANMERKUNG Gerade im erdberührten Bereich sind z. B. aufgrund der Temperaturträgheit durch die Abdichtung allein keine raumklimatischen Bedingungen erzielbar, die den Anforderungen an die Trockenheit und Schimmelfreiheit von Aufenthaltsräumen oder feuchtempfindlichen Lagergütern genügen; der Wärmeschutz, die Beheizung und die Belüftung/Entfeuchtung sollten der Nutzung entsprechend geplant, ausgeführt und durch den Nutzer praktiziert werden. **Zu Planungshinweisen siehe DBV-Merkblatt „Untergeschosse mit hochwertiger Nutzung“.**

Quelle: DIN 18533-1 © DIN Institut Berlin

„Planungshinweise“ als Anhang zu den Normen DIN 18532-18535

Anhang B (informativ) zu DIN 18533
Kriterien für die Auswahl von Abdichtungsbauarten
B.1 Allgemeines

Die im Folgenden genannten Kriterien werden durch die Regelungen dieser Norm (Zuordnung von Abdichtungsbauarten zu Klassen) bereits grundsätzlich berücksichtigt.

Im planerischen Einzelfall kann es jedoch erforderlich sein, nach Prüfung dieser Kriterien, einer bestimmten Abdichtungsbauart den Vorzug zu geben oder auch eine einer höheren Klasse zugeordnete Abdichtungsvariante einer Bauart zu wählen und mit dem Bauherren abzustimmen.

Anhand der nachfolgenden Kriterien kann entschieden werden, welche der nach dieser Norm für den gegebenen Anwendungsfall möglichen Abdichtungsbauarten am zweckmäßigsten ist.

Quelle: Auszug aus Anhang B zu E DIN 18533, ©DIN-Institut Berlin

Wahl der Abdichtungsbauart gemäß DIN 18533-1 (Abs. 8.4)

Grundsatz:

Die Wahl der Abdichtungsbauart (nach Teil 2 oder 3) ist nach folgenden Kriterien (aus Teil 1, Abs. 5.1 u. Tab. 4 - 8) auf Basis des Bemessungswasserstandes (BWS) vorzunehmen:

1. Bauteilart (erdberührte Bodenplatte/Wand/Decke/Sockel/MSB)
2. Wassereinwirkungsklasse (W1-E – W4-E) auf das Bauteil
3. Erf. Rissüberbrückungsklasse der Abdichtg. (RÜ1-E – RÜ4-E) passend zur Rissklasse des Untergrundes und entsprechend der Mindestanforderung nach Tab. 3
4. Raumnutzungsklasse (RN1-E – RN3-E)
5. Zuverlässigkeitsanforderungen (siehe Anhang B informativ).

Tabelle 1 Wassereinwirkungsklassen W1-E bis W4-E nach DIN 18533-1

Nr.	W-Klasse	Art der erdseitigen Wassereinwirkung (Kurzbeschreibung)	Beschreibung W-Klasse s. Abschnitt	Ausführung der Abdichtung s. Abschnitt
1	**W1-E**	**Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser** (ohne Anstauhöhe) **(wie ehem. DIN 18195 T.4)**	**5.1.2.1**	**8.5**
2	W1.1-E	Bodenfeuchte bei Bodenplatten und nichtdrückendes Wasser bei erdberührten Wänden ($k > 10^{-4}$ m/s, **ohne** Dränung) ~~(OK Bodenplatte auf oder über Geländeoberkante)~~ Änderung	5.1.2.2	8.5.1
3	W1.2-E	Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser bei erdberührten Wänden und Bodenplatten ($k <= 10^{-4}$ m/s) mit Dränung nach DIN 4095	5.1.2.3	8.5.1
4	**W2-E**	**Drückendes Wasser** **(wie ehem. DIN 18195 T.6)** (bei erdberührten Wänden, Bodenplatten und Decken)	**5.1.3.1**	**8.6**
5	W2.1-E	Mäßige Einwirkung von drückendem Wasser bis 3 m Eintauchtiefe der Abdichtungsbauteile	5.1.3.2	8.6.1
6	W2.2-E	Hohe Einwirkung von drückendem Wasser über 3 m Eintauchtiefe	5.1.3.3	8.6.2
7	**W3-E**	**Nicht drückendes Wasser auf erdüberschütteten Decken** (bis 10 cm Anstauhöhe auf der Abdichtung) **(wie ehem. DIN 18195 T.5)**	**5.1.4**	**8.7**
8	**W4-E**	**Spritzwasser und Bodenfeuchte am Wandsockel sowie Kapillarwasser in und unter Wänden** (ohne Anstauhöhe; Wandsockelbereich gilt von 20 cm unter GOK bis 30 cm über Geländeoberkante) **(neue Klasse)**	**5.1.5**	**8.8**

Zuordnung von Wassereinwirkung und Rissüberbrückungsklasse als Mindest-Anforderung an die zu wählende Abdichtung gemäß DIN 18533-1, Tabelle 3

Tabelle 3 — Rissüberbrückungsklasse der Abdichtungsbauart in Abhängigkeit von der Wassereinwirkung

Nr.	1	2
	Wassereinwirkung	Rissüberbrückungsklasse
1	W1-E	min. RÜ1-E
2	W2.1-E und W3-E	min. RÜ3-E
3	W2.2-E	min. RÜ4-E
4	W4-E	min. RÜ1-E

Quelle: DIN 18533-1 © DIN Institut Berlin

Erforderliche Rissüberbrückung der Abdichtung nach Tabelle 3 in Abhängigkeit von der Wassereinwirkungsklasse nach Tabelle 1 aus DIN 18533-1 (2017-07)

Nr.	Wassereinwirkungsklasse	Erf. Rissüberbrückung der Abdichtung	zul. Rissweitenänderung (entspricht Rissklasse)
1	W1-E	mind. RÜ1-E (d.h. alle Abdichtungen nach T. 1+2)	r ≤ 0,2 mm (R1-E)
2	W2.1-E und W3-E	mind. RÜ3-E (d.h. Abdichtungen nach T. 1+2 aber keine MDS, kein Gußasphalt allein)	r ≤ 1,0 mm (R3-E) Rissversatz ≤ 0,5 mm
3	W2.2-E	mind. RÜ4-E (d.h. nur Bahnenförmige Abdichtungen nach Teil 2 als Schwarze Wanne)	r ≤ 5,0 mm (R4-E) Rissversatz ≤ 2,0 mm
4	W4-E	mind. RÜ1-E (d.h. alle Abdichtungen nach T. 1+2)	r ≤ 0,2 mm (R1-E)

Quelle: Inhaltlich nach DIN 18533-1: 2017-07, Tab. 2 und 3 mit eigenen Ergänzungen des Verfassers

Zuordnung der Abdichtungsbauarten gem. DIN 18533-1, Tab. 4, W1-E

1. Beispiel: Bodenabdichtung (weitere Tab. 5 bis 8 zu W2-E bis W4-E)

Tabelle 4 — Abdichtungsbauarten erdberührter Bauteile bei W1-E

Nr.	1 **Anwendungsbereich**	2 **Abdichtungsbauart mit**	3 **Abdichtungsaufbau nach**
1	Bodenplatte W1-E	Bitumen- und Polymerbitumenbahnen	DIN 18533-2:2017-07, Tabelle 9
2		Kunststoff- oder Elastomerbahnen	DIN 18533-2:2017-07, Tabelle 17
3		PMBC, Asphaltmastix, Gussasphalt, MDS	DIN 18533-3:2017-07, Tabelle 1
4		keine Abdichtung	alternativ 8.5.2 und 8.5.4.2
5	Erdberührte Wand W1-E	Bitumen- und Polymerbitumenbahnen	DIN 18533-2:2017-07, Tabelle 9
6		Kunststoff- oder Elastomerbahnen	DIN 18533-2:2017-07, Tabelle 17
7		PMBC	DIN 18533-3:2017-07, Tabelle 1
8		MDS	DIN 18533-3:2017-07, Tabelle 1

Quelle: DIN 18533-1 © DIN Institut Berlin

Anmerkung zu Zeile 4:
- Abs. 8.5.2 Schaumglas in Heißbitumen als Ersatz für eine Bodenpl.-Abdichtung in W1-E bis RN3
- Abs. 8.5.4.2 keine Abdichtung erf. auf Bodenplatten über kapillarbrechender Schotterschicht d >= 15 cm mit W1-E und RN1-E nach Abs. 8.5.4.2 DIN 18533-1.

Zuordnung der Abdichtungsbauarten gemäß DIN 18533-2, Tab. 9

Tabelle 9 — Anwendungsbereiche für Bitumen- und Polymerbitumenbahnen

Nr.	Anwendungsbereich	Raumnutzungs-klasse	Wasserein-wirkungsklasse	Rissklasse	Bahnen nach
1	erdberührte Wand Wandsockel	RN1-E bis RN3-E	W1.2-E, W4-E	R1-E bis R4-E	Tabelle 11
			W2.1-E, W4-E		Tabelle 12
			W2.2-E, W4-E		Tabelle 13
2	erdberührte Bodenplatte		W1.1E		Tabelle 10
			W1.2-E		
			W2.2-E		Tabelle 13
3	erdüberschüttete Deckenfläche		W3-E		Tabelle 14
4	in und unter Wänden		W4-E		Tabellen 15 und 16

Quelle: E DIN 18533-2 © DIN Institut Berlin

Die Anwendungsbereiche für Abdichtungen mit Kunststoff- und Elastomerbahnen sind in der Tabelle 17 der DIN 18533-2 geregelt.

Zuordnung der Abdichtungsbauarten gemäß DIN 18533-2, Tab. 10

Tabelle 10 — Abdichtungsbauarten für Bodenplatten bei W1.1-E und W1.2-E

Nr.	1 Bahnen	2 Anwendungstyp nach DIN SPEC 20000-202	3 Lagenanzahl	4 Verarbeitung nach 7.2.4
1	Bitumendachbahnen mit Rohfilzeinlage — R 500	—	mindestens eine	Bürstenstreich- und Gießverfahren/ Gieß- und Einwalzverfahren
2	Glasvlies-Bitumendachbahnen — V 13	BA		Bürstenstreich- und Gießverfahren/ Gieß- und Einwalzverfahren/ Flämmverfahren
3	Bitumendichtungsbahnen — Cu 0,1 D	BA		
4	Bitumen-Dachdichtungsbahnen — G 200 DD — PV 200 DD	BA		
5	Polymerbitumen-Dachdichtungsbahnen — PYE-G 200 DD — PYE-PV 200 DD	BA		
6	Bitumen-Schweißbahnen — V 60 S4 — G 200 S4– KTG S4 — KTP S4 — PV 200 S5	BA		Schweißverfahren
7	Polymerbitumen-Schweißbahnen — PYE-G 200 S4–PYE-KTG S4 — PYE/PYP-KTG S4 — PYE-KTP S4 — PYE/PYP-KTP S4 — PYE-PV 200 S5	BA	mindestens eine	Schweißverfahren
8	Bitumen-Schweißbahnen mit 0,1 mm dicker Kupferbandeinlage — Cu 01 S4	BA		
9	Kaltselbstklebende Bitumendichtungsbahn mit HDPE-Trägerfolie — KSK	BA		Kaltselbstklebeverfahren
10	Kaltselbstklebende Polymerbitumenbahnen mit Trägereinlage — PYE – KTG KSP-2,8 — PYE – KTP KSP-2,8	BA		
11	Polymerbitumenbahn mit Aluminiumverbundträgereinlage[a]	EB		

[a] Nur für W1.1-E und RN1-E und RN2-E.

Zuordnung der Abdichtungsbauarten gem. DIN 18533-2, Tab. 10 Auszug

Anm.: Neuaufnahmen KTG-Bahnen und Estrichbahnen EB

7	Polymerbitumen-Schweißbahnen — PYE-G 200 S4–PYE-KTG S4 — PYE/PYP-KTG S4 — PYE-KTP S4 — PYE/PYP-KTP S4 — PYE-PV 200 S5	BA	mindestens eine	Schweißverfahren
8	Bitumen-Schweißbahnen mit 0,1 mm dicker Kupferbandeinlage — Cu 01 S4	BA		
9	Kaltselbstklebende Bitumendichtungsbahn mit HDPE-Trägerfolie — KSK	BA		Kaltselbstklebeverfahren
10	Kaltselbstklebende Polymerbitumenbahnen mit Trägereinlage — PYE – KTG KSP-2,8 — PYE – KTP KSP-2,8	BA		
11	Polymerbitumenbahn mit Aluminiumverbundträgereinlage[a]	EB		
[a]	Nur für W1.1-E und RN1-E und RN2-E.			

Dieser Index „a“ soll in Überarbeiteter Norm DIN 18533-2 zukünftig entfallen.

Dipl.-Ing. Gerhard Klingelhöfer BDB ©
Qualifizierter Sachverständiger für Abdichtungen und Schäden an Gebäuden, Mitglied im BVS e.V.

Zuordnung der Abdichtungsbauarten gemäß DIN 18533-2, Tab. 17

Tabelle 17 — Anwendungsbereiche für Kunststoff- und Elastomerbahnen

Nr.	1	2	3	4	5
	Anwendungsbereich	**Raumnutzungs-klasse**	**Wasserein-wirkungsklasse**	**Rissklasse**	**Bahnen nach**
1	erdberührte Wände Wandsockel	RN1-E bis RN3-E	W1.1-E, W1.2-E, W4-E	R1-E bis R4-E	Tabelle 19
			W2.1-E, W4-E		Tabelle 20
			W2.2-E, W4-E		Tabelle 21
2	Bodenplatten		W1.1-E		Tabelle 18
			W1.2-E		Tabelle 18
			W2.1-E		Tabelle 20
			W2.2-E		Tabelle 21
3	erdüberschüttete Deckenflächen		W3-E		Tabelle 22
4	in und unter Wänden		W4-E		Tabellen 23 und 24

Quelle: DIN 18533-2 © DIN Institut Berlin

Zuordnung der Abdichtungsbauarten gemäß DIN 18533-2, Tab. 18

Tabelle 18 — Abdichtungsbauarten für Bodenplatten bei W1.1-E und W1.2-E

Nr.	1	2	3
	Bahnen	**Anwendungstyp nach DIN SPEC 20000-202**	**Verarbeitung**
1	Ethylencopolymerisat-Bitumen bitumenverträglich – ECB-Bahnen — mit Einlage — mit Verstärkung	BA	lose Verlegung/Bürstenstreich- und Gießverfahren/Flämmverfahren
	— mit Einlage und Kaschierung		lose Verlegung/Verklebung/ Bürstenstreich- und Gießverfahren/ Flämmverfahren
	— mit Einlage und Selbstklebeschicht[a]		Selbstklebeverfahren/Schweißverfahren
2	Polyisobutylen, bitumenverträglich – PIB-Bahnen — homogen	BA	Klebeverfahren mit Bitumenklebemasse zwischen zwei Lagen nackte Bitumenbahn
6	Ethylen-Propylen-Dien-Terpolymer, bitumenverträglich - EPDM-Bahnen — homogen	BA	lose Verlegung/Verklebung
	— mit Verstärkung — mit Kaschierung		lose Verlegung/Verklebung/ Bürstenstreich- und Gießverfahren/ Flämmverfahren
	— homogen mit Selbstklebeschicht — mit Verstärkung und Selbstklebeschicht — mit Kaschierung und Selbstklebeschicht		Selbstklebeverfahren
	— mit Verstärkung und Polymerbitumen-beschichtung		lose Verlegung/Verklebung/ Bürstenstreich- und Gießverfahren/ Flämmverfahren

Quelle: Auszug aus DIN 18533-2 © DIN Institut Berlin

Hinweis: Für Abdichtungen an Wänden bei W1-E gilt auch Anwendungstyp „BA“, s. Abs. 8.3.2.2 Tab.19

Anforderung für Abdichtungsbahnen „BA“ gem. DIN SPEC 20000-202 Auszug aus Tab. 22, seit 11-2020 ersetzt durch DIN/TS 20000-202

Quelle: Auszug aus DIN-SPEC 20000-202 © DIN Institut Berlin

Tabelle 22 — Kunststoff- und Elastomerbahnen, homogen, mit oder ohne Selbstklebeschicht für die Abdichtung (BA)

DIN EN 13967:2012-07		Prüfverfahren nach	Einheit	Anforderung/Grenzwert[a]					
Abschnitt	Eigenschaften			EVA	PVC	FPO	TPE	PIB	EPDM
5.3	Sichtbare Mängel	DIN EN 1850-2	—	keine sichtbaren Mängel					
5.4	Maße und Abweichungen: Länge	DIN EN 1848-2	m	k. A.					
5.4	Maße und Abweichungen: Breite	DIN EN 1848-2	m	k. A.					
5.4	Maße und Abweichungen: Geradheit	DIN EN 1848-2	—	bestanden					
5.5	Dicke und flächenbezogene Masse: Dicke[b]	DIN EN 1849-2	mm	MDV ≥ 1,2				MDV ≥ 1,5	MDV ≥ 1,1

[a] Grenzwert: Mindest- oder Höchstwert, der nicht unter- bzw. überschritten werden darf. Er entspricht dem MDV ab- oder zuzüglich der von Hersteller angegebenen Toleranz bzw. dem MLV.

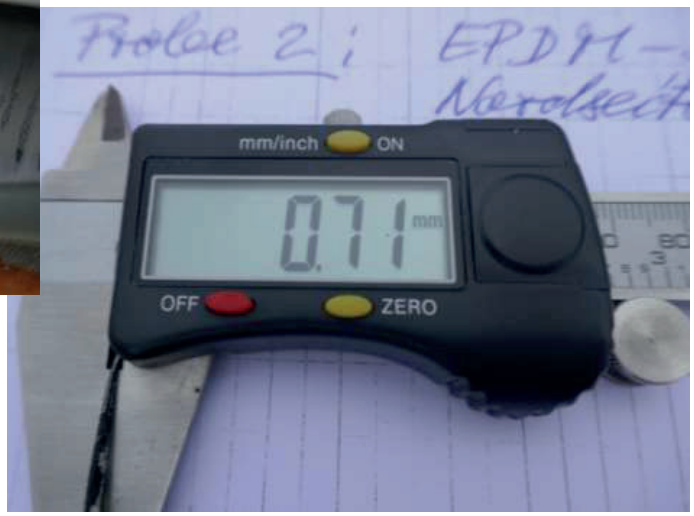
[b] Dickenangaben ohne Kaschierung und/oder Selbstklebebeschichtung. Die zulässige Dickenabweichung beträgt $\binom{+10}{-5}$ %.

[c] nur für bitumenverträgliche Bahnen.

k. A. keine Anforderung.

Info: „BA“ EPDM-Bahnen mit Verstärkung Dicke MDV >= 1,3 mm (nach o.g. Norm Tab.26, Zeile 5.5)

Praxisbeispiel: Nicht normkonforme EPDM-Abdichtung in W1-E mit erheblichen Abweichungen von DIN SPEC 20000-202 und von DIN 18533-2 („BA“ Mindestbahnendicke) vorh d = 0,7 mm, erf. d >= 1,1 mm



Butylverklebung der EPDM-Bahn haftet nicht ausreichend an der Alu-Schwelle der bodentiefen Türelemente

Praxisbeispiele: **Nicht normkonforme Abdichtungen mit erheblichen Abweichungen von DIN SPEC 20000-202 und von DIN 18533-2 („BA“ Mindestbahnendicke)**

Fall A) **„ALUJET Floorjet SPEED“ EB-Kunststoffbahn (PE-Besch.)**

Gesamtdicke der Bahn 0,5 mm (anstatt 0,3+2 mm o.g. DIN)
Es wird zwar mit abP die Eignung als Abdichtung für W1-E nach DIN 18533 nachgewiesen aber die genormte Mindestbahnendicke (d >=2,3 mm) erheblich unterschritten.
Die o.g. Bahn war eingesetzt als Bodenplattenabdichtung bei einem Holz-Fertighaus mit W1.2-E ohne Sondervereinbarung.

Fall B) **„Würth EPDM Dichtband Außen 0,8 Butyl**

Gesamtdicke der Bahn 0,8 mm (anstatt 1,3 mm gem. DIN-Norm)
Es wird zwar mit abP die Eignung als Abdichtung für W2.1-E nach DIN 18533 nachgewiesen aber die genormte Mindestbahnendicke (1,3 mm) erheblich unterschritten.
Die o.g. Bahn war eingesetzt als vertikale Sockelabdichtung, streifenförmig an die Stirnseite der Bodenplatte und fehlerhaft angeklebt (es fehlte abP nach PG ÜBB/FBB T.1 nach DIN 18533-2).

Zuordnung der Abdichtungsbauarten gem. DIN 18533-1, Tab. 4, W1-E

2. Beispiel: Wandabdichtung (weitere Tabellen 5 bis 8 zu W2-E bis W4-E)

Tabelle 4 — Abdichtungsbauarten erdberührter Bauteile bei W1-E

Nr.	1	2	3
	Anwendungsbereich	**Abdichtungsbauart mit**	**Abdichtungsaufbau nach**
1	Bodenplatte W1-E	Bitumen- und Polymerbitumenbahnen	DIN 18533-2:2017-07, Tabelle 9
2		Kunststoff- oder Elastomerbahnen	DIN 18533-2:2017-07, Tabelle 17
3		PMBC, Asphaltmastix, Gussasphalt, MDS	DIN 18533-3:2017-07, Tabelle 1
4		keine Abdichtung	alternativ 8.5.2 und 8.5.4.2
5	Erdberührte Wand W1-E	Bitumen- und Polymerbitumenbahnen	DIN 18533-2:2017-07, Tabelle 9
6		Kunststoff- oder Elastomerbahnen	DIN 18533-2:2017-07, Tabelle 17
7		PMBC	DIN 18533-3:2017-07, Tabelle 1
8		MDS	DIN 18533-3:2017-07, Tabelle 1

Quelle: DIN 18533-1 © DIN Institut Berlin

Zuordnung der Abdichtungsbauarten gemäß DIN 18533-3, Tab. 1

Tabelle 1 — Anwendungsbereiche der Abdichtungsbauarten

Nr.	1	2	3	4	5	6
	Anwendungs-bereich	Raumnutzungs-klasse	Wasserein-wirkungsklasse	Rissklasse	Abdichtungs-bauart mit	Ausführung nach
1	Erdberührte Wände und Wandsockel	RN1-E bis RN3-E	W1-E, W2.1-E und W4-E	R1-E bis R3-E	PMBC	9.2
2		RN1-E bis RN3-E	W4-E	R1-E bis R3-E	FLK	11.2
3		RN1-E bis RN2-E	W1-E und W4-E	R1-E	rissüber-brückende MDS[a]	10.2
4	Erdberührte Bodenplatten	RN1-E bis RN2-E	W1-E	R1-E	rissüber-brückende MDS[a]	10.2
5		RN1-E bis RN3-E		R1-E bis R3-E	Asphaltmastix	13.2
6				R1-E bis R3-E	Gussasphalt	12.2
7				R1-E bis R3-E	Asphaltmastix und Gussasphalt	14.2
8		RN1-E bis RN3-E		R1-E bis R3-E	Bitumen-Schweißbahn und Gussasphalt	15.2
9		RN1-E bis RN3-E	W1-E und W2.1-E	R1-E bis R3-E	PMBC	9.2
10	erdüber-schüttete Deckenplatten	RN1-E bis RN3-E	W3-E	R1-E bis R3-E	PMBC	9.2
11		RN1-E bis RN3-E		R1-E bis R3-E	FLK	11.2
12		RN1-E, RN2-E		R1-E bis R3-E	Asphaltmastix und Gussasphalt	14.2
13		RN1-E bis RN3-E	W3-E	R1-E bis R3-E	Bitumen-Schweißbahn mit Gussasphalt	15.2

[a] Bei W1-E nur auf Betonuntergründen.

Quelle: DIN 18533-3 © DIN Institut Berlin

Hinweis: Flüssig zu Verarbeitende Abdichtungen nach DIN 18533, Teil 3, benötigen i.d.R. mineralische Untergründe (nur bereichsweise geeignete Dämmstoffe zulässig).

Auszug aus DIN 18533-3, Tab. 4, Abs. 9.2 Ausführung PMBC

9.2 Ausführung

9.2.1 Anwendungsbereich

Anm.: Schichtdicke **ohne** Nachkommastelle [auf ganze „mm“ für PMBC, FLK u. MDS]

PMBC dürfen nach den Tabellen 1 und 4 angewendet werden.

Tabelle 4 — Anwendungsbereiche für PMBC

Nr.	1	2	3	4	5	6
		Anwendungsbereich				
	Wassereinwirkungsklasse	W1-E	W2.1-E	W2.2-E	W3-E	W4-E[a]
1	**PMBC**	X	X	—	X	X
2	Rissüberbrückungsklasse	RÜ3-E	RÜ3-E	—	RÜ3-E	RÜ3-E
3	Mindesttrockenschichtdicke nach 4.1.2[b]	3 mm	4 mm	—	4 mm	3 mm
4	Nassschichtdicke und Auftragsmenge nach 4.1.3.2	X[c]	X[c]	—	X[c]	X[c]
5	Verstärkungseinlage	—	ja	—	ja	—
6	Schutzschicht nach DIN 18533-1	ja	ja	—	ja	ja

[a] Nicht als Querschnittsabdichtung.

[b] Ist im abP ein höherer Wert angegeben, gilt dieser.

[c] Ist vom Produkthersteller festzulegen.

Quelle: DIN 18533-3 © DIN Institut Berlin

Beispiel-Skizzen aus DIN 18533-1 für Anschlüsse an Bodenplatten

Maße in Zentimeter

W1-E

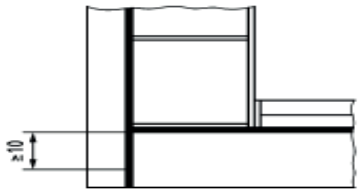
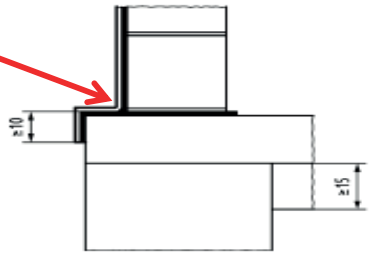


Bild 22 — Beispiel für den Anschluss mit bündiger Bodenplatte

Maße in Zentimeter

Dichtungskehle



Quelle: DIN 18533-1 © DIN Institut Berlin

Bild 23 — Beispiel für den Anschluss mit überstehender Bodenplatte (Dichtungskehle)

Ergänzte-Skizzen aus ÜE-DIN 18533-1 für Anschlüsse an Bodenplatten mit wärmegedämmter Stirnseite oder mit entspr. Abschalelement

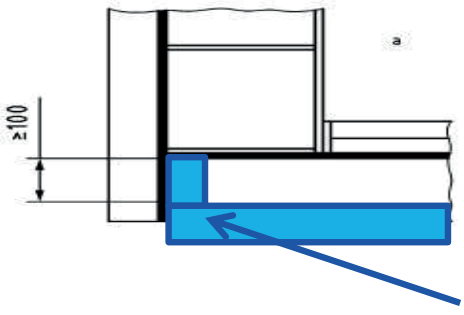
W1-E

Legende

1 z. B. untergeordnet genutzter Kellerraum

2 kapillarbrechende Schicht $k > 10^{-4}$ m/s

Bild 21 — Beispiel für den Anschluss am Bodenplattenansatz



Geeignete Wärmedämmung (o. ä. Untergrund)

Legende

1 beheizter Innenraum

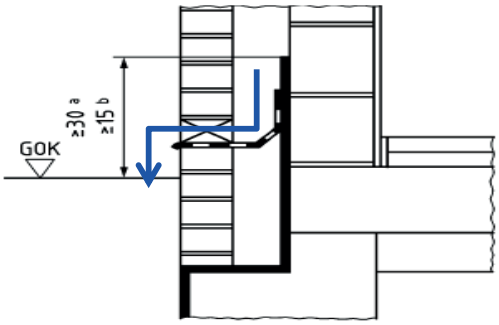
Bild 23 — Beispiel für den Anschluss oberhalb des Fundamentabsatzes

Quelle: E DIN 18533-1 © DIN Institut Berlin
mit farblichen Ergänzungen des Referenten

vgl. DIN 18533-1, Abs. 4.2.2 „Dämmstoff als Untergrund“

Hinweis: Bei PMBC-Abdichtungen u.ä. ist im Übergangsbereich und auf dem Dämmstoff das Einlegen einer Verstärkungseinlage zu empfehlen.

Beispiel-Skizze aus DIN 18533-1 für Sockelabdichtung im Mwk.



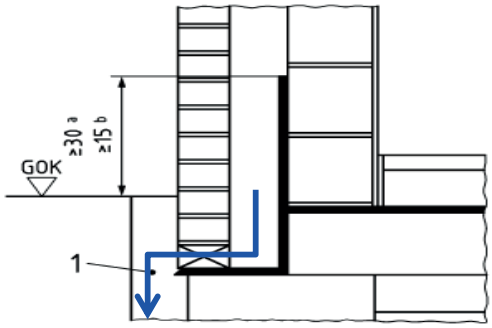
Maße in Zentimeter

Legende

a Planmaß

b Fertigmaß

Bild 20 — Beispiel Sockel, Gebäude unterkellert; Verblendschale, Entwässerung über GOK



Maße in Zentimeter

Legende

1 Dränschicht

a Planmaß

b Fertigmaß

Bild 21 — Beispiel Sockel, Gebäude nicht unterkellert; Verblendschale, Entwässerung unter GOK

Quelle: DIN 18533-1 © DIN Institut Berlin

Zuordnung der Abdichtungsbauarten gem. DIN 18533-1, Tab. 5, W2.1-E

3. Beispiel: Wandabdichtung (weitere Tabellen 6 bis 8 zu W2.2-E bis W4-E)

8.6 Abdichtung von erdberührten Bauteilen bei W2-E

8.6.1 Zuordnung der Abdichtungsbauarten für W2.1-E

Zu den für W2.1-E geeigneten Abdichtungsbauarten siehe Tabelle 5.

Tabelle 5 — Abdichtungsbauarten erdberührter Bauteile bei W2.1-E

Nr.	1	2	3
	Anwendungsbereich	**Abdichtungsbauart mit**	**Abdichtungsaufbau nach**
1	Erdberührte Bauteile W2.1-E	Bitumen- und Polymerbitumenbahnen	DIN 18533-2:2017-07, Tabelle 9
2		Kunststoff- oder Elastomerbahn	DIN 18533-2:2017-07, Tabelle 17
3		PMBC	DIN 18533-3:2017-07, Tabelle 1

8.6.2 Zuordnung der Abdichtungsbauarten für W2.2-E

Zu den für W2.2-E geeigneten Abdichtungsbauarten siehe Tabelle 6.

Tabelle 6 — Abdichtungsbauarten erdberührter Bauteile bei W2.2-E

Nr.	1	2	3
	Anwendungsbereich	**Abdichtungsbauart mit**	**Abdichtungsaufbau nach**
1	Erdberührte Bauteile W2.2-E	Bitumen- und Polymerbitumenbahnen	DIN 18533-2:2017-07, Tabelle 9
2		Kunststoff- oder Elastomerbahn	DIN 18533-2:2017-07, Tabelle 17

Quelle: DIN 18533-1 © DIN Institut Berlin

Zuordnung der Abdichtungsbauarten gemäß DIN 18533-3, Tab. 1

Tabelle 1 — Anwendungsbereiche der Abdichtungsbauarten

Nr.	1	2	3	4	5	6
	Anwendungs-bereich	Raumnutzungs-klasse	Wassereinwirkungsklasse	Rissklasse	Abdichtungsbauart mit	Ausführung nach
1	Erdberührte Wände und Wandsockel	RN1-E bis RN3-E	W1-E, W2.1-E und W4-E	R1-E bis R3-E	PMBC	9.2
2		RN1-E bis RN3-E	W4-E	R1-E bis R3-E	FLK	11.2
3		RN1-E bis RN2-E	W1-E und W4-E	R1-E	rissüberbrückende MDS[a]	10.2
4	Erdberührte Bodenplatten	RN1-E bis RN2-E	W1-E	R1-E	rissüberbrückende MDS[a]	10.2
5		RN1-E bis RN3-E		R1-E bis R3-E	Asphaltmastix	13.2
6				R1-E bis R3-E	Gussasphalt	12.2
7				R1-E bis R3-E	Asphaltmastix und Gussasphalt	14.2
8		RN1-E bis RN3-E		R1-E bis R3-E	Bitumen-Schweißbahn und Gussasphalt	15.2
9		RN1-E bis RN3-E	W1-E und W2.1-E	R1-E bis R3-E	PMBC	9.2
10	erdüberschüttete Deckenplatten	RN1-E bis RN3-E	W3-E	R1-E bis R3-E	PMBC	9.2
11		RN1-E bis RN3-E		R1-E bis R3-E	FLK	11.2
12		RN1-E, RN2-E		R1-E bis R3-E	Asphaltmastix und Gussasphalt	14.2
13		RN1-E bis RN3-E	W3-E	R1-E bis R3-E	Bitumen-Schweißbahn mit Gussasphalt	15.2

[a] Bei W1-E nur auf Betonuntergründen.

Quelle: DIN 18533-3 © DIN Institut Berlin

Auszug aus DIN 18533-3, Tab. 4, Abs. 9.2 Ausführung PMBC

9.2 Ausführung

9.2.1 Anwendungsbereich

Anm.: Schichtdicke **ohne** Nachkommastelle [auf ganze „mm“ für PMBC, FLK u. MDS]

PMBC dürfen nach den Tabellen 1 und 4 angewendet werden.

Tabelle 4 — Anwendungsbereiche für PMBC

Nr.	1	2	3	4	5	6
		Anwendungsbereich				
	Wassereinwirkungsklasse	W1-E	W2.1-E	W2.2-E	W3-E	W4-E[a]
1	PMBC	X	X	—	X	X
2	Rissüberbrückungsklasse	RÜ3-E	RÜ3-E	—	RÜ3-E	RÜ3-E
3	Mindesttrockenschichtdicke nach 4.1.2[b]	3 mm	4 mm	—	4 mm	3 mm
4	Nassschichtdicke und Auftragsmenge nach 4.1.3.2	X[c]	X[c]	—	X[c]	X[c]
5	Verstärkungseinlage	—	ja	—	ja	—
6	Schutzschicht nach DIN 18533-1	ja	ja	—	ja	ja

[a] Nicht als Querschnittsabdichtung.

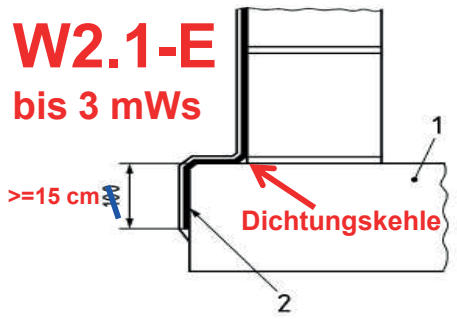
[b] Ist im abP ein höherer Wert angegeben, gilt dieser.

[c] Ist vom Produkthersteller festzulegen.

Quelle: DIN 18533-3 © DIN Institut Berlin

Beispiel-Skizzen aus DIN 18533-1 für Übergänge auf WU-Betonk.

(wasserundurchlässige Betonkonstruktion)



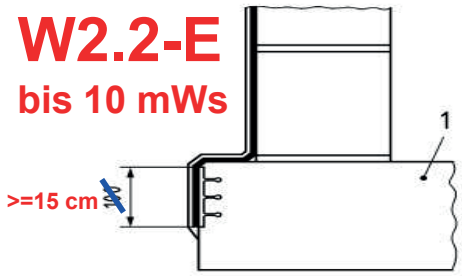
Legende

1 Bodenplatte als WUBKO
2 Untergrund, abtragend vorbehandelt

„Kombi-Abdichtung“ (seit 2009 geregelt):
Adhäsiver Übergang von PMBC-Wandabdichtung (DIN 18533-3 mit PG-ÜBB oder PG-FBB) auf abtragend vorbeh. Stirnseite WU-Beton-Bodenplatte (WU-Rili.).

Bild 26 — Beispiel für die Ausbildung des adhäsiven Übergangs einer Abdichtung auf ein Bauteil als WUBKO

In W2.2-E sind nur Bahnenabdichtungen nach DIN 18533-2 möglich.



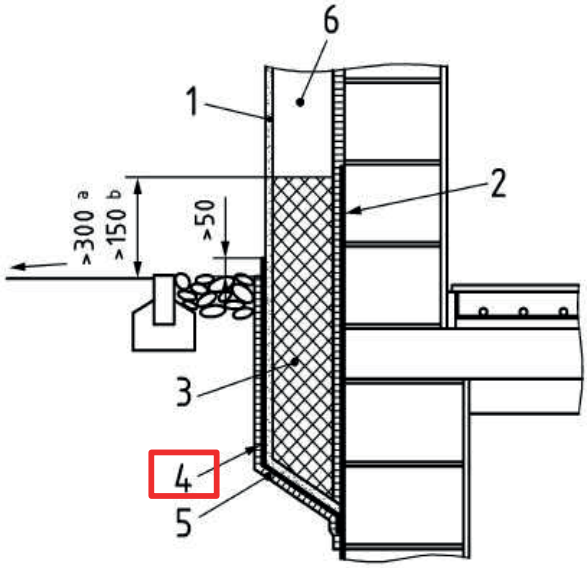
Legende

1 Bodenplatte als WUBKO
2 Einbauteil (z. B. Anschweißflansch), hinterlaufsicher eingebaut

Quelle: E DIN 18533-1 © DIN Institut Berlin

Bild 27 — Beispiel für die Ausbildung des Übergangs der Abdichtung auf eine Bodenplatte als WUBKO mit einem Einbauteil

Beispiel-Skizze aus E-DIN 18533-1 für Sockelabdichtung an WDVS



Legende

1 wasserabweisender Putz
2 vertikale Verbundabdichtung
3 Perimeterdämmung
4 ~~Abdichtungsschicht~~ **Feuchteschutz**
5 Schutzschicht
6 WDVS
a Planmaß
b Fertigmaß

Bild 20— Beispiel der Anordnung der Abdichtung im Sockelbereich einer Außenwand mit Wärmedämmverbundsystem

Quelle: E DIN 18533-1 © DIN Institut Berlin

Zuordnung der Abdichtungsbauarten gemäß DIN 18533-3, Tab. 1

Tabelle 1 — Anwendungsbereiche der Abdichtungsbauarten

Nr.	1 Anwendungsbereich	2 Raumnutzungsklasse	3 Wassereinwirkungsklasse	4 Rissklasse	5 Abdichtungsbauart mit	6 Ausführung nach
1	Erdberührte Wände und Wandsockel	RN1-E bis RN3-E	W1-E, W2.1-E und W4-E	R1-E bis R3-E	PMBC	9.2
2		RN1-E bis RN3-E	W4-E	R1-E bis R3-E	FLK	11.2
3		RN1-E bis RN2-E	W1-E und W4-E	R1-E	rissüberbrückende MDS[a]	10.2
4	Erdberührte Bodenplatten	RN1-E bis RN2-E	W1-E	R1-E	rissüberbrückende MDS[a]	10.2
5		RN1-E bis RN3-E		R1-E bis R3-E	Asphaltmastix	13.2
6				R1-E bis R3-E	Gussasphalt	12.2
7				R1-E bis R3-E	Asphaltmastix und Gussasphalt	14.2
8		RN1-E bis RN3-E		R1-E bis R3-E	Bitumen-Schweißbahn und Gussasphalt	15.2
9		RN1-E bis RN3-E	W1-E und W2.1-E	R1-E bis R3-E	PMBC	9.2
10	erdüberschüttete Deckenplatten	RN1-E bis RN3-E	W3-E	R1-E bis R3-E	PMBC	9.2
11		RN1-E bis RN3-E		R1-E bis R3-E	FLK	11.2
12		RN1-E, RN2-E		R1-E bis R3-E	Asphaltmastix und Gussasphalt	14.2
13		RN1-E bis RN3-E	W3-E	R1-E bis R3-E	Bitumen-Schweißbahn mit Gussasphalt	15.2

[a] Bei W1-E nur auf Betonuntergründen.

Quelle: DIN 18533-3 © DIN Institut Berlin

Quelle: DIN 18533-3 © DIN Institut Berlin

10.2.1 Anwendungsbereich

Rissüberbrückende MDS sind nach den Tabellen 1 und 7 auszuführen.

Tabelle 7 — Anwendungsbereich für rissüberbrückende MDS

Nr.	1	2	3	4	5	6
		Anwendungsbereich				
	Wassereinwirkungsklasse	W1-E	W2.1-E	W2.2-E	W3-E	W4-E[a]
1	MDS	X[a]	—	—	—	X[d]
2	Rissüberbrückungsklasse	RÜ1-E	—	—	—	RÜ1-E
3	Mindesttrockenschichtdicke nach 4.1.2[b]	2 mm	—	—	—	2 mm
4	Nassschichtdicke und Auftragsmenge nach 4.1.3.2	X[c]	—	—	—	X[c]
5	Verstärkungseinlage	—	—	—	—	—
6	Schutzschicht nach DIN 18533-1	ja	—	—	—	ja[e]

[a] Anwendung nur auf Betonuntergründen.
[b] Ist im abP ein höherer Wert angegeben, gilt dieser.
[c] Ist vom Produkthersteller festzulegen.
[d] Auf massiven Untergründen.
[e] Schutzschicht nur im angefüllten Bereich unter GOK.

Quelle: DIN 18533-3 © DIN Institut Berlin

11.2.1 Anwendungsbereich

Flüssigkunststoffe dürfen nach den Tabellen 1 und 10 angewendet werden.

Tabelle 10 — Anwendungsbereich für FLK

Nr.	1	2	3	4	5	6
		Anwendungsbereich				
	Wassereinwirkungsklasse	W1-E	W2.1-E	W2.2-E	W3-E	W4-E
1	**FLK**	—	—	—	X	X
2	Rissüberbrückungsklasse	—	—	—	RÜ3-E	RÜ3-E
3	Mindesttrockenschichtdicke nach 4.1.2[a]	—	—	—	2 mm	2 mm
4	Auftragsmenge nach 4.1.3.2	—	—	—	X[b]	X[b]
5	Verstärkungseinlage	—	—	—	X	X
6	Schutzschicht nach DIN 18533-1	—	—	—	ja	ja[c]

[a] Ist im abP ein höherer Wert angegeben, gilt dieser.

[b] Ist vom Produkthersteller festzulegen.

[c] Für Sockelabdichtung oberhalb GOK integrierte Schutzschicht auf der Abdichtung aus gleichem Material und Quarzsandabstreuung.

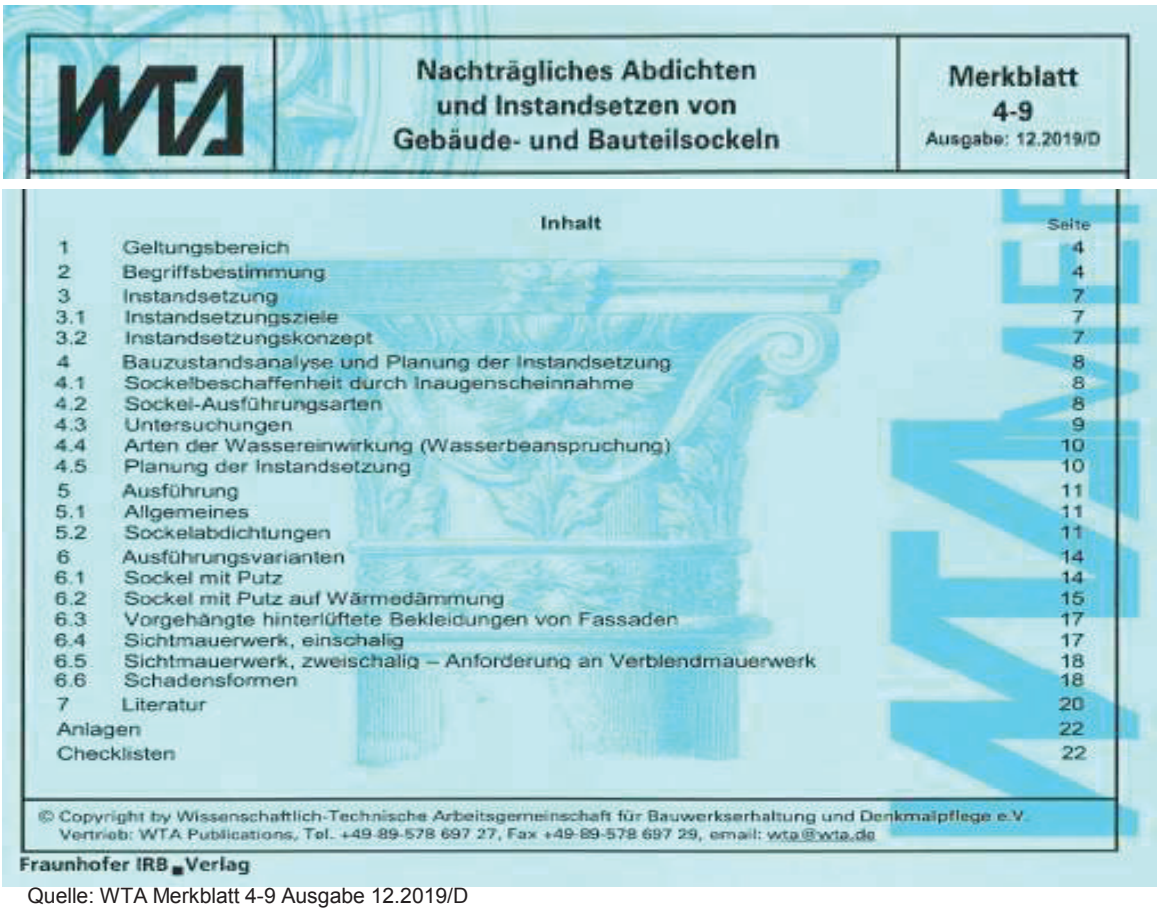
1.10 Fazit zur aktuellen DIN 18533-1÷3:

Aktuelle Norm DIN 18533 – Wie zuverlässig sind normgerechte Abdichtungen danach?

1. Die (neue) DIN 18533-1÷3 basiert auf langjährig in der Planung und Baupraxis bewährten Abdichtungsbauarten, Bauweisen und Details sowie auf anerkannten Regeln der Technik (z.B. Übernahmen aus DIN 18195) => Zuverlässigkeit !

2. Bei objektbezogener Berücksichtigung der Hinweise im informativen Anhang B der DIN 18533-1 sowie Planung und Ausführung nach DIN 18533-1÷3 ist eine ausreichende bis hohe Zuverlässigkeit von erdseitigen Abdichtungen nach dieser Norm zu erreichen => Somit ist diese Norm mittlerweile i.A. als anerkannte Regel der Technik (a.R.d.T.) einzustufen.

3. Zuverlässige erdseitige Abdichtungen von Bauwerken oder Bauteilen erfordern fachkundige Planung sowie fachgerechte Ausführung mit geprüften/geregelten Abdichtungsprodukten / Komponenten und während der Nutzungszeit auch ggf. Wartung, Instandhaltung und erforderlichenfalls Instandsetzung zumindest an freiliegenden Bereichen (z.B. Sockel) und an den Dränanlagen sowie Entwässerungsanlagen, sofern vorhanden (vgl. DIN 18533-1).



WTA

Nachträgliches Abdichten und Instandsetzen von Gebäude- und Bauteilsockeln

Merkblatt 4-9
Ausgabe: 12.2019/D

Inhalt

		Seite
1	Geltungsbereich	4
2	Begriffsbestimmung	4
3	Instandsetzung	7
3.1	Instandsetzungsziele	7
3.2	Instandsetzungskonzept	7
4	Bauzustandsanalyse und Planung der Instandsetzung	8
4.1	Sockelbeschaffenheit durch Inaugenscheinnahme	8
4.2	Sockel-Ausführungsarten	8
4.3	Untersuchungen	9
4.4	Arten der Wassereinwirkung (Wasserbeanspruchung)	10
4.5	Planung der Instandsetzung	10
5	Ausführung	11
5.1	Allgemeines	11
5.2	Sockelabdichtungen	11
6	Ausführungsvarianten	14
6.1	Sockel mit Putz	14
6.2	Sockel mit Putz auf Wärmedämmung	15
6.3	Vorgehängte hinterlüftete Bekleidungen von Fassaden	17
6.4	Sichtmauerwerk, einschalig	17
6.5	Sichtmauerwerk, zweischalig – Anforderung an Verblendmauerwerk	18
6.6	Schadensformen	18
7	Literatur	20
Anlagen		22
Checklisten		22

© Copyright by Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e.V.
Vertrieb: WTA Publications, Tel. +49-89-578 697 27, Fax +49-89-578 697 29, email: wta@wta.de

Fraunhofer IRB Verlag

Quelle: WTA Merkblatt 4-9 Ausgabe 12.2019/D

FLL

Empfehlungen für Planung, Bau und Instandhaltung der Übergangsbereiche von Freiflächen zu Gebäuden

www.FLL.de/shop

Ausgabe 2012

Ausgabe 2013

Richtlinie

Fassadensockelputz / Außenanlage

Richtlinie für die fachgerechte Planung und Ausführung des Fassadensockelputzes sowie des Anschlusses der Außenanlage

3. überarbeitete Auflage

Gemeinsame Richtlinie der Berufsverbände:

Fachverband der Stuckateure für Ausbau und Fassade Baden-Württemberg

Verband Garten-, Landschafts- und Sportplatzbau Baden-Württemberg e. V.

www.stuck-verband.de

Info: Beide Fachinformationen sind derzeit in Überarbeitung und Anpassung an DIN 18533 sowie aktuelle Erfordernisse.

2. Praxisbeispiel „Holz-Fertighaus“ mit div. Sockelfehler + Mängel

Äußere Fußpunktabdichtung mit EPDM-Selbstklebe-Bahn Dicke ca. 0,8 mm. Erforderlich nach DIN 18195-4 in Verbdg. mit DIN V 20000-202, Tab.3, Z.2, ist hier mind. 1,1 mm Dicke. Außerdem fehlt obere Klemmschiene, da Selbstklebe-Abschluß nicht ausreicht. => Fehlerhafte Ausführung

„Willst Du Holz zum Faulen bringen, musst Du‘s zwischen Folien zwingen!“

Zitat von Raimund Probst, Baupatholge

Holzfaserdämmplatte im Spritzwasserbereich ohne Feuchteschutz

„Nachbesserung“ mit vorgesetzten Luftspalt und zementgebundener Bauplatte zum Schotter

DIN 18533-1:2017-07
Abdichtung erdberührter Bauteile

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

…

DIN 68800 (alle Teile), Holzschutz

… und weitere…

Quelle: Auszug aus DIN 18533-1, Abs.2

DIN 18533-1:2017-07
Abdichtung erdberührter Bauteile

8.8.2 Wandsockel

8.8.2.1 Allgemeines

Im Sockelbereich erdberührter Wände sollte der auch im erdberührten Wandbereich eingesetzte Abdichtungsstoff verwendet werden. Je nach Bauart der aufgehenden Außenwand können auch andere Abdichtungsstoffe oder Feuchteschutzmaßnahmen eingesetzt werden.

Im Sockelbereich ist die Abdichtungsschicht im Bauzustand bis 30 cm über GOK hochzuführen, um ausreichende Anpassungsmöglichkeiten der Geländeoberfläche sicherzustellen (siehe Bild 18). Im Endzustand sollte dieser Wert 15 cm nicht unterschreiten (zu Ausnahmen bei niveaugleichen Schwellen siehe 9.3). Auf das Hochführen der Abdichtungsschicht über der Oberkante des angrenzenden Geländes kann verzichtet werden, wenn im Sockelbereich ausreichend wasserabweisende Stoffe verwendet werden und die Abdichtungsschicht nicht hinterlaufen werden kann.

Bei Holzkonstruktionen ist die Normenreihe DIN 68800 zu beachten.

Quelle: Auszug aus DIN 18533-1, Abs. 8.8.2 und 8.8.2.1

DIN 68800-2:2022-02
Holzschutz-Teil 2: Vorbeugende bauliche Maßnahmen im Hochbau

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

DIN4108-3:2018-10, *Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden— Teil3: Klimabedingter Feuchteschutz— Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung*
DIN4108-7, *Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden— Teil7: Luftdichtheit von Gebäuden— Anforderungen, Planungs- und Ausführungsempfehlungen sowie -beispiele*
DIN4108-10, *Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden— Teil10: Anwendungsbezogene Anforderungen an Wärmedämmstoffe*

DIN18533 (alleTeile), *Abdichtung von erdberührten Bauteilen*

DIN18534 (alleTeile), *Abdichtung von Innenräumen*

… und weitere…

Quelle: Auszug aus DIN 68800-2, Abs.2

Fußpunktabdichtung im Holzbau nach DIN 68800-2, Bilder A.10 - A.13 mit Verweis auf DIN 18533

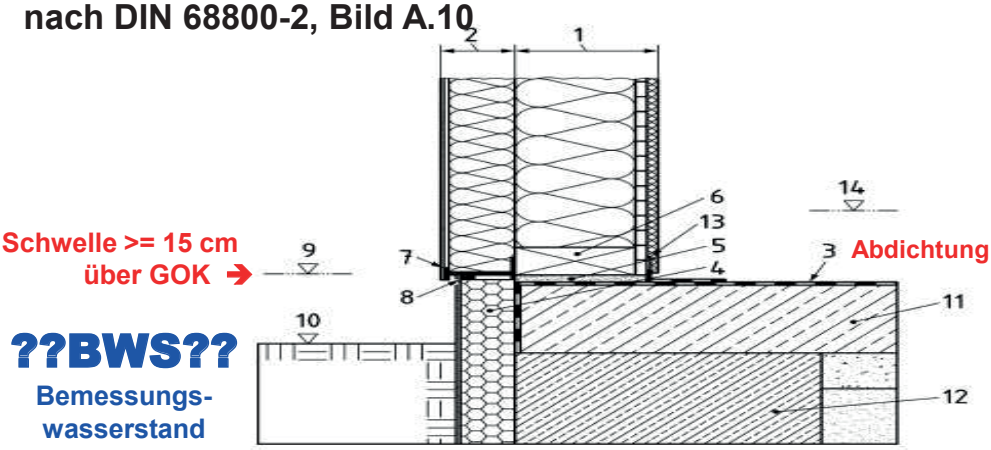
Die Vorgänger Norm DIN 68800-2:2012-02 verwies hier auf Abdichtungen nach DIN 18195-4 (zurückgezogen), das bedeutete Abdichtung gegen Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser.

Aktuell wird in DIN 68800-2:2022-02 nur auf DIN 18533 (alle Teile) verwiesen, ohne Angabe eines konkreten Bemessungswasserstandes (s. DIN 18533-1, Abs. 5.1 ff.) zur Festlegung der jeweiligen Wassereinwirkungsklasse, wobei sich konstruktiv in den Bildern A.10 – A.13 eigentlich nur W1-E Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser annehmen lässt.

Die häufige Wassereinwirkungsklasse W2.1-E „Mäßiges Stauwasser bis GOK“ ist bei den Bildern A.10 bis A.13 wohl eher nicht vorgesehen, wäre aber abdichtungstechnisch event. denkbar als Kombinationsabdichtung in Verbindung mit einer Bodenplatte als WU-Betonkonstruktion (nach DAfStb.-Rili.) und Vertikalabdichtung für W2.1-E mit abP nach PG ÜBB/FBB T.1 (s. VVTB gem. LBO).

Fußpunktabdichtung im Holzbau nach DIN 68800-2, Bild A.10

Quelle: DIN 68800-2:2022-02



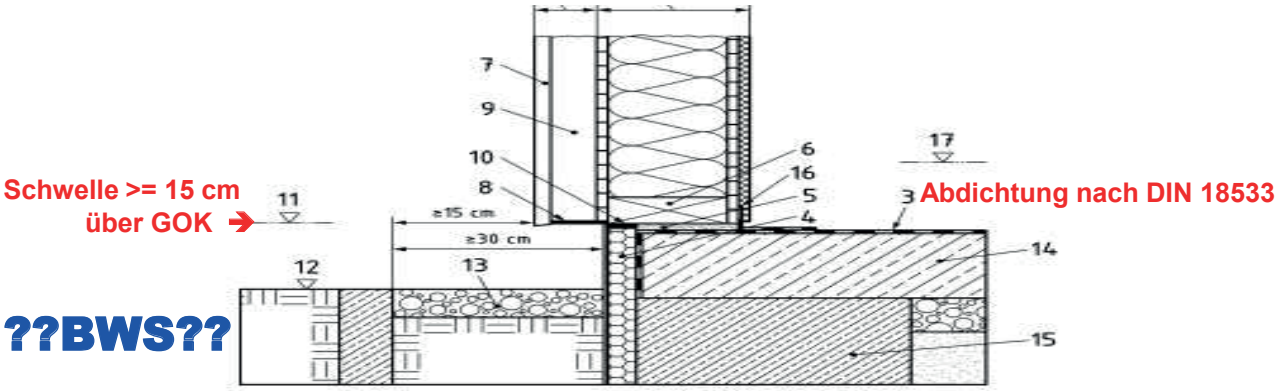
Legende

1 Wandkonstruktion variabel (Holztafelbau, Holzskelettbau, Massivholzbau usw.) äußere Beplankung je nach verwendetem Wärmedämm-Verbundsystem optional
2 Wärmedämm-Verbundsystem mit bauaufsichtlichem Verwendbarkeitsnachweis
3 Abdichtung nach DIN 18533 (alle Teile)
4 Perimeterdämmung bzw. für Spritzwasser und Erdeinbindung geeignete Dämmung nach DIN 4108-10 jeweils mit Sockelputz
5 Untermörtelung
6 Holzschwelle (Gebrauchsklasse GK 0)
7 Sockelschiene
8 Fugenabdichtung, z. B. Fugendichtband
9 Unterkante Schwelle im Endzustand min. 15 cm über GOK
10 Gelände Oberkante Fertigmaß (GOK)
11 Bodenplatte
12 Fundament
13 luftdichter Anschluss Wand-Betonbauteil (Bodenplatte/Keller)
14 Oberkante fertiger Fußboden (OFF)

Bild A.10 — Außenwand-Fußpunkt mit Schwelle außerhalb Spritzwasserbereich mit Wärmedämmverbundsystem

Fußpunktabdichtung im Holzbau nach DIN 68800-2, Bild A.11

Quelle: DIN 68800-2:2202-02



Legende

1 Wandkonstruktion variabel (Holztafelbau, Holzskelettbau, Massivholzbau usw.)
2 vorgehängte belüftetete oder hinterlüftete Fassade
3 Abdichtung nach DIN 18533 (alle Teile)
4 Perimeterdämmung bzw. für Spritzwasser und Erdeinbindung geeignete Dämmung nach DIN 4108-10 jeweils mit Sockelputz
5 Untermörtelung
6 Holzschwelle (Gebrauchsklasse GK 0)
7 Fassade
8 Kleintierschutz
9 Luftraum
10 Fugenabdichtung, z. B. Fugendichtband
11 Unterkante Schwelle im Endzustand min. 15 cm über GOK
12 Gelände-Oberkante Fertigmaß (GOK)
13 Kiesbett
14 Bodenplatte
15 Fundament
16 luftdichter Anschluss Wand-Betonbauteil (Bodenplatte/Keller)
17 Oberkante fertiger Fußboden (OFF)

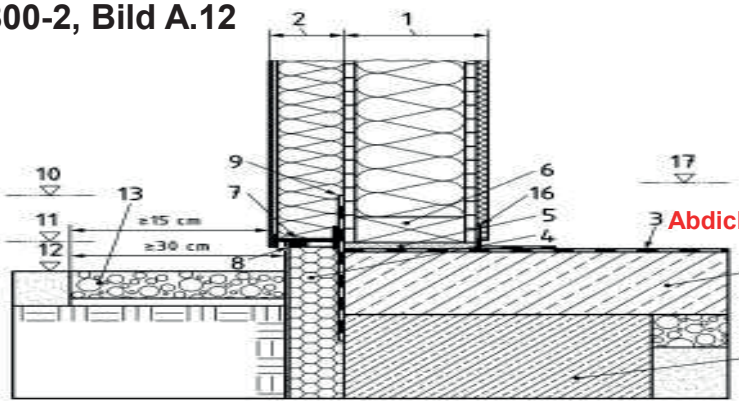
Bild A.11 — Außenwand-Fußpunkt mit Schwelle außerhalb Spritzwasserbereich mit vorgehängter belüfteter oder hinterlüfteter Fassade

Quelle: DIN 68800-2:2022-02

Fußpunktabdichtung im Holzbau nach DIN 68800-2, Bild A.12

Abdichtg. >= 15 cm
Schwelle >= 5 cm
(11) über GOK ➔

??BWS??



Abdichtung nach DIN 18533 (Ziff. 3 u. 9)

Legende
1 Wandkonstruktion variabel (Holztafelbau, Holzskelettbau, Massivholzbau usw.)
2 Wärmedämm-Verbundsystem mit bauaufsichtlichem Verwendbarkeitsnachweis
3 Abdichtung nach DIN 18533 (alle Teile)
4 Perimeterdämmung bzw. für Spritzwasser und Erdeinbindung geeignete Dämmung nach DIN 4108-10 jeweils mit Sockelputz
5 Untermörtelung
6 Holzschwelle (Gebrauchsklasse GK 0)
7 Sockelschiene
8 Fugenabdichtung, z. B. Fugendichtband
9 Abdichtung nach DIN 18533 (alle Teile)
10 Oberkante Abdichtung im Endzustand min. 15 cm über GOK
11 Unterkante Schwelle im Endzustand min. 5 cm über GOK
12 Gelände-Oberkante Fertigmaß (GOK)
13 Kiesbett
14 Bodenplatte
15 Fundament
16 luftdichter Anschluss Wand-Betonbauteil (Bodenplatte/Keller)
17 Oberkante fertiger Fußboden (OFF)

Der Wärmedurchlasswiderstand der Dämmung außerhalb der Abdichtung (Schicht 2) muss mindestens ein Drittel des Wärmedurchlasswiderstandes R [m^2 K/W] der gesamten Wand betragen und darf 1,2 m^2 K/W nicht unterschreiten, sofern die Oberkante der Abdichtung höher als OFF ist.

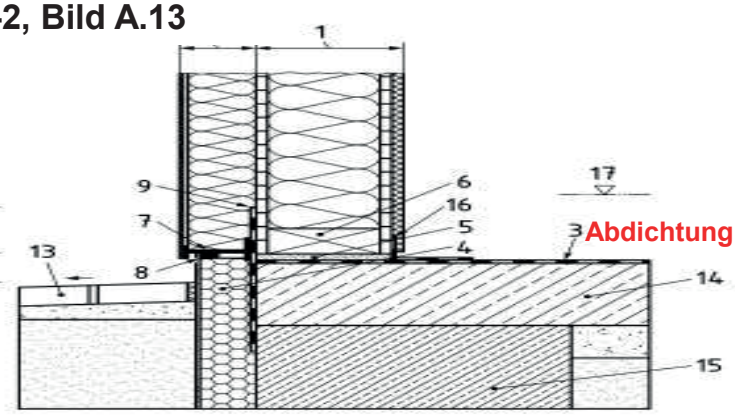
Bild A.12 — Außenwand-Fußpunkt mit Schwelle im Spritzwasserbereich mit Kiesbett an der Außenwand

Quelle: DIN 68800:2022-02

Fußpunktabdichtung im Holzbau nach DIN 68800-2, Bild A.13

Abd.-Lage >= 15 cm
Schwelle >= 5 cm
über GOK ➔

?? BWS??



Abdichtung nach DIN 18533 (Ziff. 3 u. 9)

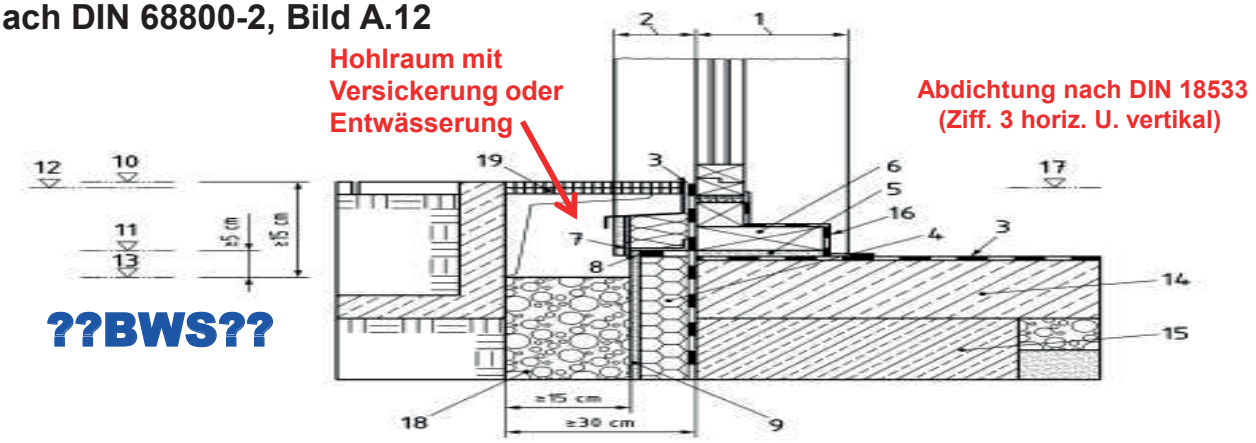
Legende
1 Wandkonstruktion variabel (Holztafelbau, Holzskelettbau, Massivholzbau usw.)
2 Wärmedämm-Verbundsystem mit bauaufsichtlichem Verwendbarkeitsnachweis
3 Abdichtung nach DIN 18533 (alle Teile)
4 Perimeterdämmung bzw. für Spritzwasser und Erdeinbindung geeignete Dämmung nach DIN 4108-10 jeweils mit Sockelputz
5 Untermörtelung
6 Holzschwelle (Gebrauchsklasse GK 0)
7 Sockelschiene
8 Fugenabdichtung z. B. Fugendichtband
9 Abdichtung nach DIN 18533 (alle Teile)
10 Oberkante Abdichtung im Endzustand min. 15 cm über GOK
11 Unterkante Schwelle im Endzustand min. 5 cm über GOK
12 Gelände-Oberkante Fertigmaß (GOK)
13 Gehbelag (Terrasse oder Balkon) (= Wasser führende Schicht) min. 2 % Gefälle
14 Bodenplatte
15 Fundament
16 luftdichter Anschluss Wand-Betonbauteil (Bodenplatte/Keller)
17 Oberkante fertiger Fußboden (OFF)

Der Wärmedurchlasswiderstand der Dämmung außerhalb der Abdichtung (Schicht 2) muss mindestens ein Drittel des Wärmedurchlasswiderstandes R [m^2 K/W] der gesamten Wand betragen und darf 1,2 m^2 K/W nicht unterschreiten, sofern die Oberkante der Abdichtung höher als OFF ist.

Bild A.13 — Außenwand-Fußpunkt mit Schwelle im Spritzwasserbereich mit festem Belag und Gefälle an der Außenwand

Quelle: DIN 68800-2:2022-02

Fußpunktabdichtung im Holzbau nach DIN 68800-2, Bild A.12



Legende

1 Wandkonstruktion (Holztafelbau, Holzskelettbau, Massivholzelement, usw.) mit Tür (nur schematisch dargestellt)
2 Wärmedämm-Verbundsystem mit bauaufsichtlichem Verwendbarkeitsnachweis
3 Abdichtung nach DIN 18533 (alle Teile) mit Anschluss an Türschwelle, Türpfosten und Laibungsbauteile
4 Perimeterdämmung bzw. für Spritzwasser und Erdeinbindung geeignete Dämmung nach DIN 4108-10 jeweils mit Sockelputz
5 Untermörtelung
6 Holzschwelle (Gebrauchsklasse GK 0)
7 Sockelschiene
8 Fugenabdichtung, z. B. Fugendichtband
9 Schutzschicht, ggf. Dränplatte
10 Oberkante Abdichtung im Endzustand min. 15 cm über Oberkante Kiesbett
11 Unterkante Schwelle im Endzustand min. 5 cm über Oberkante Kiesbett
12 Gelände-Oberkante Fertigmaß (GOK)
13 Oberkante Kiesbett
14 Bodenplatte
15 Fundament
16 luftdichter Anschluss
17 Oberkante fertiger Fußboden (OFF)
18 Kiesbett mit rückstaufreier Entwässerung
19 Gitterrost

Bild A.14 — Außenwand-Fußpunkt ebenerdiger Terrassenaustritt

Beispiel-Skizzen aus DIN 18533-1 für Abdichtungen bei Türschwellen

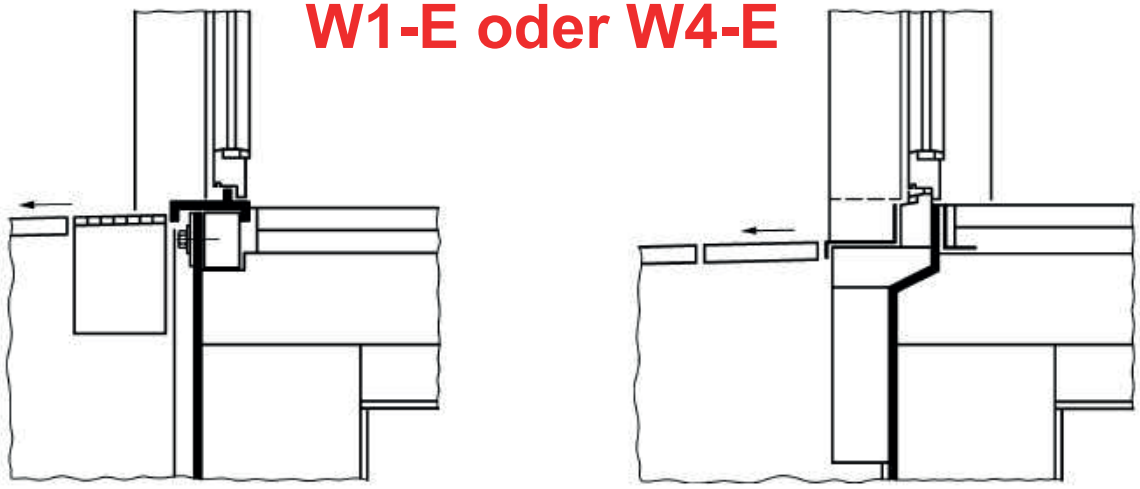
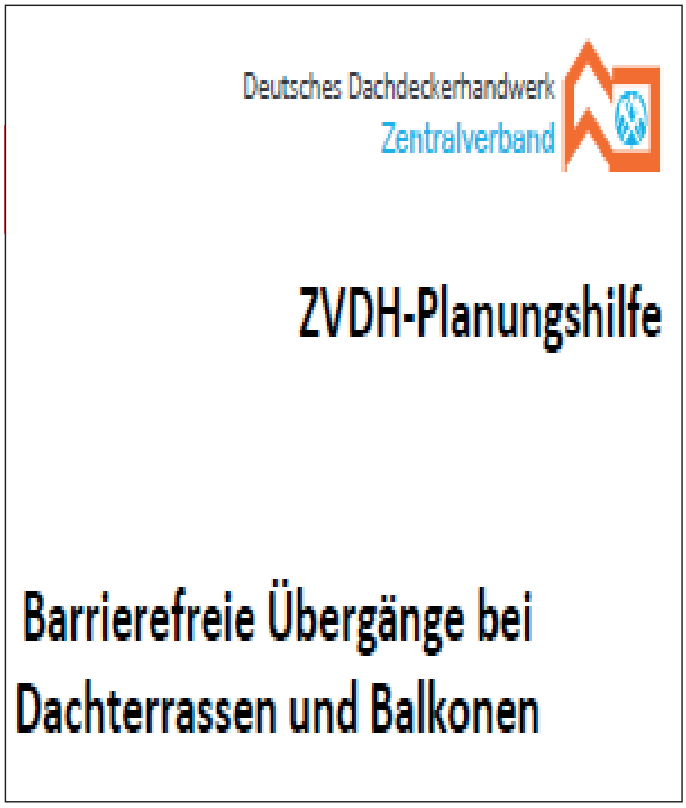


Bild 28 — Beispiele für die Anordnung der Abdichtung bei Türschwellen

Quelle: E DIN 18533-1 © DIN Institut Berlin

Hinweis: Zu „Niveaugleichen Türschwellen …“ gibt es einen sehr interessanten und detaillierten Forschungsbericht (171 S.) zum download auf www.aibau.de.



Impressum

Herausgeber
Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks
- Fachverband Dach-, Wand und Abdichtungstechnik – e.V.
Fritz-Reuter-Str. 1
50968 Köln
Tel.: 0221-398038-0
Fax: 0221-398038-99
E-Mail: technik@dachdecker.de
www.dachdecker.de

Autor
Dipl.-Ing. (FH) Christian Anders
Technischischer Referent
Leiter der Informationsstelle Technik beim ZVDH
Gewerbespezifische Informationstransferstelle

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Stand: 18. August 2020

Quelle: ZVDH-Planungshilfe – Barrierefreie Übergänge bei Dachterrassen und Balkonen

Quelle: ZVDH-Planungshilfe – Barrierefreie Übergänge bei Dachterrassen und Balkonen

Inhaltsverzeichnis

1 Ziel und Grundlagen 3

2 Anforderungen an Fensterelemente sowie die geometrische Ausbildung des Anschlusses 4

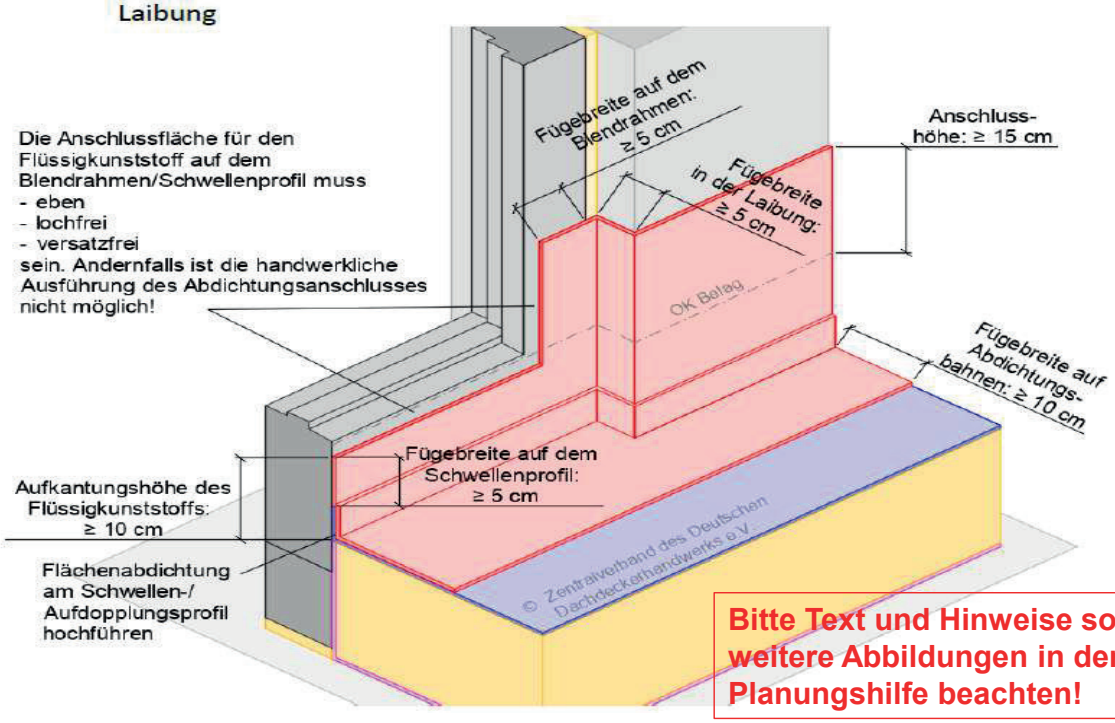
3 Anforderungen an die Entwässerung 9

4 Ausführungsvarianten für barrierefreie Übergänge 9

4.1 Ausführungen für Beläge auf Stelzlager mit Schlitz-/Drainage-/Fassadenrinne und oberseitigem Rost vor dem Fenster 10

4.2 Ausführungen für Beläge auf Kies mit Schlitz-/Drainage-/Fassadenrinne und oberseitigem Rost vor dem Fenster 15

Abbildung 1 Anschlussflächen auf dem Blendrahmen und der Schwelle – Einbauposition: in der Laibung



Bitte Text und Hinweise sowie weitere Abbildungen in der Planungshilfe beachten!

Leitfaden „Flüssigkunststoffe“ (2017) der Deutschen Bauchemie

Download unter:
www.deutsche-bauchemie.de

3. Aktuelle Überarbeitungsthemen der DIN 18533

Teil 1
- Übernahme der A1-Änderungen von 2018 (Schreibfehlerkorrekturen)
- Redaktionelle Überarbeitung
- Wegfall der Rissüberbrückungsklassen und ersatzweise direkte Zuordnung der Abdichtungsbauart zu den Rissklassen der Untergründe (in allen Teilen)
- Bilder-Korrekturen zu Wandsockelabdichtung und neues Bild zur Abdichtung auf stirnseitiger Bodenplattendämmung
- Angaben zu barrierefreien Abdichtungsanschlüssen (lt. Vorgabe AG DIN 18531)
- Diskussion zu neuen „Wassereinwirkungsklassen“ nach E DIN 4095-1
  (=> Siehe dazu auch mein Fachaufsatz in „Der Bausachverständige 1-2023“)

Teil 2
- Übernahme der A1-Änderung zu MSB-Q von 11/2021 (Streichung von PYE-Bahn in Tab. 15 und Streichung von Tab. 23)
- Einschränkung für Estrichbahnen (EB) in Tab. 10, Index „a“ entfällt zukünftig
- Ergänzende Zuordnung von Deckenabdichtungen bei W2-E
- Redaktionelle Überarbeitung (geringfügig)

Teil 3
- Übernahme der A1-Änderungen von 2018 (div. Schreibfehlerkorrekturen)
- Neuaufnahme von FPD-Abdichtungen (ähnl. FPD-Richtlinie, Dt. Bauchemie)
- Bilder-Korrekturen zu Wandsockelabdichtung (mit Prüffläche bei W2.1-E) und neue Bilder zu FPD-Abdichtungen
- Redaktionelle Überarbeitung (geringfügig)

In Überarbeitung der DIN 18533 vorgesehen

FPD => Flexible Polymere Dickbeschichtungen

(Diesbezüglich hat die Deutsche Bauchemie (Ffm.) eine FPD-Richtlinie im Feb.2020 veröffentlicht; www.deutsche-bauchemie.de)

Diese (bitumenfreien) reaktiven (mineral.) FPD-Abdichtungen werden von Herstellern als Alternativen zu PMBC- oder MDS-Abdichtungen angeboten und sollen diverse vorteilhafte Eigenschaften haben.
Es liegen auch abP‘s und Zuordnungen zu BRL A, Teil 2 lfd. Nr. 2.49 vor.

Aber:
- FPD-Abdichtungen sind noch relativ neu in der Baupraxis
- FPD‘s sind bisher nicht in DIN 18531 – 18535 aufgenommen
- FPD‘s sind aktuell nicht genormt und noch nicht in der aktuellen DIN 18533 aber in der Überarbeitung vorgesehen.

Anmerkung:
- FPD-Abdichtungen sind bislang z.T. „Sonderlösungen“ als Stand der Technik auf Basis der FPD-Richtlinie
- FPD‘s werden mittlerweile auch für die Rissklasse R3-E mit entspr. Rissüberbrückung im abP geprüft.
  Die Aufnahme von FPD-Abdichtungen ist in der aktuellen Überarbeitung von DIN 18533-3 (2023) vorgesehen.

Notizen...

8

PV-Anlagen – was kann schiefgehen und wer haftet für welche Fehler

Dipl.-Ing. Arch. Gerrit Horn
ö.b.u.v. SV, Kaiserslautern
und
RA Sebastian Lange
PROJEKTKANZLEI, Potsdam
Vorsitzender der Allianz BIPV e.V.

Vita

Dipl.-Ing. Gerrit Horn

Zimmermeister, Architekt Dipl.-Ing., Ö.b.u.v. Sachverständiger für das Zimmererhandwerk.

Holzbauunternehmer und Inhaber des Architektur- und Ingenieurbüros „bau.werk - Energie bewusst gestalten“ mit dem Fokus auf Passivhäuser seit über 20 Jahren.

Inhaber der Zimmerei „holzbau horn GmbH“ seit 1998.

Autor der Fachbücher „Passivhäuser in Holzbauweise“ und “Holzrahmenbau: bewährtes Hausbau-System”.

Referent auf zahlreichen Fachtagungen.

Vorstandsmitglied bei Holzbau Deutschland – Bund Deutscher Zimmermeister.

Architektur- und Ingenieurbüro bau.werk - ENERGIE BEWUSST GESTALTEN
Auf den Gärten 26, D-67659 Kaiserslautern,
Tel.: 06301/79847-0, Mail: info@bauwerk-energie.de, web: www.bauwerk-energie.de

Vita

Rechtsanwalt Sebastian Lange

Rechtsanwalt Lange befasst sich seit über zehn Jahren mit Solaranlagen. Er berät bundesweit Solaranlagenbetreiber bei der Realisierung von PV-Projekten und bei Rechtstreitigkeiten rund um ihre Solaranlage. Er hat an vielen wegweisenden Projekten mitgewirkt und herausragende Urteile zugunsten von Solaranlagenbetreibern erstritten.

Rechtsanwalt Lange ist zudem Gründungsvorsitzender der Allianz BIPV e.V., dem Fachverband für die Bauwerkintegrierte Photovoltaik. Durch seine Mitwirkung in den Verbänden ist er in der Branche bestens vernetzt.

Rechtsanwalt Lange veröffentlicht und referiert regelmäßig zu aktuellen Rechtsfragen der Solaranlagenbetreiber. Seine Beiträge erscheinen insbesondere in den Fachmagazinen „Sonnenenergie“ und „pv magazine“.

PROJEKTKANZLEI | Rechtsanwalt Sebastian Lange
Friedrich-Ebert-Straße 87, 14467 Potsdam
Tel. +49-331-81 704 704, Mail: post@projektkanzlei.eu, web: https://projektkanzlei.eu/

PV-Anlagen – was kann schiefgehen

und wer haftet für welche Fehler

Dipl. - Ing. Arch. Gerrit Horn, Zimmermister, ö.b.u.v. SV, Kaiserslautern

und

RA Sebastian Lange, PROJEKTKANZLEI, Potsdam, Vorsitzender der Allianz BIPV e.V

1 Landesbauordnung unbeachtet

Vorgeschriebene Abstände der PV bei aneinandergebauten Gebäuden zur Grenzwand/Brandwand wird nicht beachtet

Musterbauordnung MBO:

1,25 m zur Brandwand,

d.h. ab Innenkante der Wand, also zur Grenze
1,25 m + Wandstärke!

(Dieser Passus z.B. wortgleich in LBauO Rheinland-Pfalz)

MBO §32 Dächer

(5) [1]Dachüberstände, Dachgesimse und Dachaufbauten, lichtdurchlässige Bedachungen, Dachflächenfenster, Lichtkuppeln, Oberlichte und Solaranlagen sind so anzuordnen und herzustellen, dass Feuer nicht auf andere Gebäudeteile und Nachbargrundstücke übertragen werden kann. [2]Von Brandwänden und von Wänden, die anstelle von Brandwänden zulässig sind, müssen mindestens 1,25 m entfernt sein

1. Dachflächenfenster, Oberlichte, Lichtkuppeln und Öffnungen in der Bedachung, wenn diese Wände nicht mindestens 30 cm über die Bedachung geführt sind,

2. Solaranlagen, Dachgauben und ähnliche Dachaufbauten aus brennbaren Baustoffen, wenn sie nicht durch diese Wände gegen Brandübertragung geschützt sind.

Beispiel

6 m breites Reihenmittelhaus bzw. aneinander Gebautes Haus mit 24 cm Gebäudetrennwand

Es verbleiben für die Module:

6,00m – 2 x (1,25m + 0,24 m) = **3,02 m in der Breite**
⇒ max. 3 Module bei vertikaler Montage oder 2 bei horizontaler Montage

40°-Dach mit 9 m Haustiefe: Sparrenlänge 5,87 m ⇒ **Belegbare Länge ca. 4,50 bis 4,70 m**. Das sind ca. 3 Module bei vertikaler oder 4 (max. 5) bei horizontaler Montage. Also lassen sich **8 bis 10 Module** installieren.

D.h. es ergibt sich eine Anlagengröße zwischen 2,8 und 4 kWp. Die Wirtschaftlichkeit dieser kleinen Anlagen ist grenzwertig. Ab 5-6 kWp wird es sinnvoll, deshalb werden die Grenzabstände „gerne“ unterschritten.

2 Statik

a. PV wird ohne Berücksichtigung der Statik montiert

b. Pauschale Bemerkung im Kleingedruckten: *„Der Auftraggeber bestätigt, dass die Statik des Dachstuhls bauseits überprüft wurde und eine Montage einer PV-Anlage aus statischer Sicht möglich ist.“*

c. Altbausparren 8/12 oder 10/12 mit Abstand 70 cm sind bei Sparrendächern ohne Kehlbalkenlage sind ohnehin knapp bemessen (auch Fußpunkt mit Versatz). Die Zusatzlast aus PV kann grenzwertig sein.

d. Befestigungsmittel Halter: Anzahl, Randabstände, Länge (Berücksichtigung Konterlatte …)

3 Randabstände Wind? Wartung?

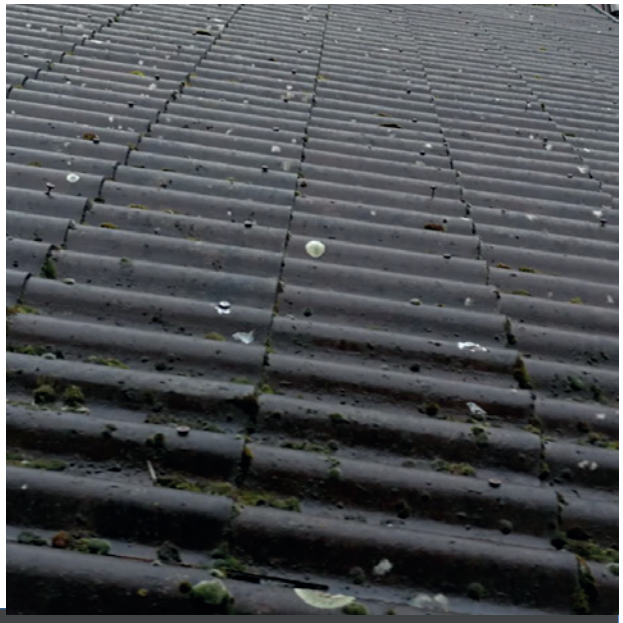
4 fehlende Beratung energetische Sanierung

Ohne Beratung des Auftraggebers über andere energetische Maßnahmen, die vor PV ausgeführt werden sollten

- Dämmung
- Reparatur 2. wasserführende Ebene
- Brandschutz/Brandwand

5 PV-Montage auf Asbestzementplatten

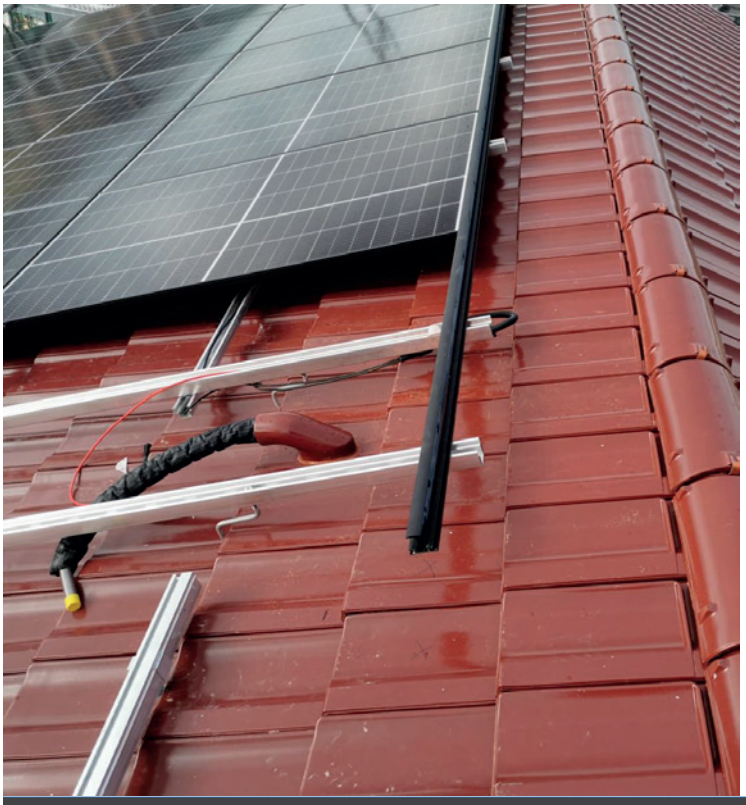
- Vor PV-Installation ist eine Neueindeckung des Daches erforderlich
- Werden PV-Halter auf unsaniertem Asbest-Dach moniert, können Platten brechen
  ⇒ Freisetzung von Asbest-Fasern
- Hohe Unfallgefahr bei der Montage
- Dachsanierung vorerst für längere Zeit nicht möglich (> 20 Jahre)



6 Befestigung Halter Ziegel

- Dachziegel werden von den Solarteuren mit der Flex eingeschnitten für die Dachsparrenanker, oder mit Hammer bearbeitet, so dass der Halter durchpasst. Problem Dichtheit der Deckung nicht mehr sicher, Ziegel können brechen - Gewährleistung für das Dach wird vom Dachdecker abgelehnt. Richtig wäre der Einsatz teuerer Durchgangziegel
- Randabstände Verschraubungen: Konterlattenbreite/Sparrenbreite
- Dachsparrenanker dürfen nicht auf den Ziegeln aufliegen

Bearbeitung Dacheindeckung durch Solarteur



Vorbildlich

7 Kabelführung

Wie kommt das Kabel vom Dach zum Wechselrichter / Zähler (insbes. Bei Bestandsbau)?

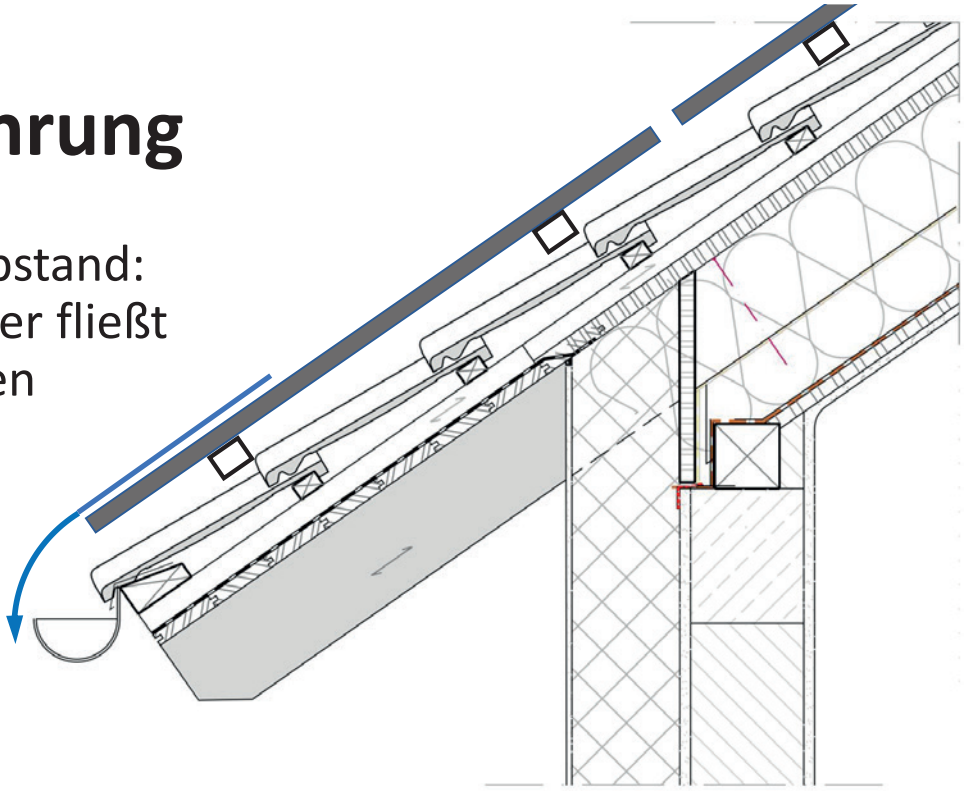
a. Durchbrechen **luftdichter Schicht** (Dachinnenseite)
   Problematik Abklebung Kabel bzw. Leerrohr an Folie
   Luftspalt im Leerrohr zw. Kabel und Rohr

b. **Dämmung** wird bei Kabeldurchführung weggedrückt – liegt nicht vollständig am Rohr an

c. Durchbrechen der **2. wasserführenden Ebene** (Unterspannbahn, Unterdeckbahn, Unterdeckplatten)

8 Wasserführung

Zu geringer Traufabstand: Niederschlagswasser fließt bei stärkerem Regen außen über die Rinnenkante



8 Wasserführung

PV Abstand am Dachflächenfenster

Wasserführung am Dachflächenfenster verändert.

Dadurch treten ganz andere (ältere) Ausführungsfehler zu Tage

9 Arbeitssicherheit

Montage ohne Beachtung der Absturzsicherheit:
Gerüst fehlt oder ist mangelhaft

10 Gewährleistungsfrage

Beim Neubau Gewährleistungsfrage zwischen den Gewerken:

a. Wenn luftdichte Ebene innen vor PV-Durchführung fertig ist und kein Leerrohr vorbereitet war. Kabel durchstößt Dämmung und luftdichte Ebene.

b. Zweite wasserführende Ebene wird nachträglich durch PV-Solarteur verändert

c. Dacheindeckung wird bei PV-Montage begangen und verändert.

⇒ Wer ist bei Schäden verantwortlich?

Viele Beteiligte – viele Verantwortungen

F GG 9050

PV-Anlagen auf Dächern: Wer haftet für was?

1. Problemaufriss

a) Beschleunigter Ausbau der Solarenergie

Anfang 2023 gab es in Deutschland bereits gut 2,5 Millionen Photovoltaikanlagen mit einer installierten Leistung von rund 60 Gigawatt (GW) bzw. 60.000 Megawatt (MW). Rund die Hälfte der installierten Leistung entfällt auf große Freiflächensolaranlagen. Die andere Hälfte entfällt auf Solaranlagen auf Gebäuden und auf sonstige bauliche Anlagen.

Die installierte Leistung einer einzelnen Freiflächenanlage liegt zwischen wenigen Megawatt und vereinzelt über 100 MW. Auch Solaranlagen auf Gebäuden gibt es in sehr verschiedenen Größen: von einzelnen Modulen mit wenigen hundert Watt (W) am Balkon bis zu mehreren hundert Kilowatt (kW) auf dem Dach. In absoluten Zahlen betrachtet, findet sich der größte Teil aller Solaranlagen daher auf Dächern.

Der Zubau von Solaranlagen hat in den vergangenen Jahren an Fahrt aufgenommen. Dieser Trend wird sich in den nächsten Jahren noch einmal deutlich beschleunigen und verstärken. Denn unter dem Eindruck des russischen Angriffskrieges und der damit einhergehenden Turbulenzen auf den Energiemärkten hat der Gesetzgeber die Ausbauziele des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) im Sommer 2022 mehr als verdoppelt: Sah das EEG bis dahin einen Ausbau der Solarenergie von 100 GW bis zum Jahr 2030 vor, so werden nunmehr 215 GW angestrebt. Das bedeutet faktisch mindestens eine Vervierfachung des bisherigen Ausbautempos.

Nach den Vorstellungen des Gesetzes soll auch der weitere Ausbau ungefähr zur Hälfte auf Freiflächenanlagen und zur Hälfte auf Dachanlagen erfolgen. Wo immer es geht, sollen die Dächer mit Solaranlagen vollgemacht werden. Damit ist der Ausbau der Solaranlage auch und vor allem ein Thema des Dachhandwerks.

b) Technische Risiken

So erstrebenswert eine saubere und günstige Stromerzeugung mit der Kraft der Sonne auch ist – die Errichtung von Solaranlagen auf Dächern ist nicht gänzlich frei von technischen Herausforderungen und Risiken. Denn zur Befestigung der Solarmodule auf dem Dach wird in aller Regel eine Unterkonstruktion auf das Dach aufgebracht. Bei Bestandsgebäuden wird meist mit Dachhakten gearbeitet, die nachträglich auf die Dachsparren montiert werden. Hierfür müssen Dachpfannen angeschliffen werden. Für die Leitungsverlegung müssen

zudem regelmäßig wasserführende Schichten und Abdichtungen durchdrungen und anschließend abgedichtet werden.

Eine nicht fachgerechte Ausführung dieser Arbeiten kann zur Folge haben, dass das Dach nach der Installation der Solaranlage nicht mehr die erforderliche Dichtigkeit aufweist. Im schlimmsten Fall tritt Regenwasser schleichend ein und durchnässt über Jahre unerkannt Dämmmaterialien und Dachstuhl. Wenn der Schaden mit bloßem Auge erkennbar wird, ist es manchmal schon zu spät: Der Dachstuhl ist nicht mehr zu retten.

Neben der Dichtigkeit des Daches darf durch die Errichtung einer Solaranlage auch die Statik nicht gefährdet werden. Man unterscheidet hier zwischen der Gebäudestatik auf der einen und der Anlagenstatik auf der anderen Seite: Selbstverständlich darf das Gewicht, das mit der Solaranlage auf das Dach kommt, nicht dazu führen, dass das Dach oder gar das gesamte Gebäude unter der zusätzlichen Last zusammenfällt. In Zweifelsfällen muss daher die Statik des Gebäudes vor der Errichtung der Anlage fachmännisch begutachtet und geprüft werden.

Aber auch die Statik der Solaranlage an sich – sprich: Die Unterkonstruktion und die Verbindung der Anlage mit dem Dach – muss die Gewähr dafür bieten, dass von der Anlage keine Gefahr für Leib und Leben von Mensch und Tier oder für andere wertvolle Sachen ausgeht. So darf es vor allem bei einem Sturm oder bei Windböen nicht dazu kommen, dass Anlagenteile vom Dach fliegen. Auf Flachdächern kann schon das Verrutschen der Anlage durch Wetter- und Temperatureinflüsse zu gravierenden Schäden an der Dachhaut führen.

Damit nicht genug: Photovoltaikanlagen sind technische Anlagen, die elektrischen Strom erzeugen. Elektrischer Strom ist ab einer bestimmten Stärke per se gefährlich. Bei Berührung mit Teilen, die unter Strom stehen, kann es zu einem elektrischen Schlag kommen, der lebensgefährlich sein kann. Nicht auszuschließen ist auch, dass defekte Leitungen oder Anlagenteile zu einem Brand führen. Grund hierfür ist vor allem, dass Photovoltaikmodule den Strom als Gleichstrom erzeugen. Gleichstrom hat die Eigenschaft, dass leicht Lichtbögen entstehen können, wenn Leitungen offenliegen. Der Lichtbogen kann dann zu einer Brandquelle werden und andere Bauteile in Brand setzen.

c) Die Frage der Haftung

Statistisch betrachtet kommt es zwar nur sehr selten vor, dass eine Solaranlage einen größeren Schaden verursacht. Bei Millionen von weiteren Anlagen, die in den nächsten Jahren noch gebaut werden, wird jedoch auch die Zahl der Schadensereignisse zwangsläufig zunehmen.

Damit stellt sich die Frage, wer im Falle eines Schadens haftet: der Gebäudeeigentümer, der Anlagenbetreiber, der Planer, der Errichter oder die ausführende Montagefirma? – Da die

denkbaren Fallkonstellationen vielfältig sind, ist eine pauschale Antwort nicht möglich. Vielmehr wird man jeden Einzelfall genau betrachten und bewerten müssen.

Mit einem vielbeachteten Urteil aus dem Jahr 2019 hat das Oberlandesgericht Oldenburg den betreffenden Planer und den Errichter der Solaranlage in Haftung genommen (OLG Oldenburg, Urteil vom 23.09.2019 – 13 U 20/17). Geklagt hatte die Versicherung, die nach einem Gebäudebrand für den Schaden kraft des Versicherungsvertrages zunächst einstehen musste. Das Gebäude war wahrscheinlich durch einen von der Solaranlage ausgelösten Lichtbogen in Brand geraten und nahezu vollständig abgebrannt. Für das Gericht war die Sache klar:

> *„Eine Dach-Photovoltaikanlage muss so installiert werden, dass eine sichere Trennung zwischen den elektrischen Komponenten als Zündquellen und der Dachoberfläche als Brandlast gewährleistet ist. Andernfalls muss die Montage unterbleiben.*
>
> *Die Nichtbeachtung der einschlägigen anerkannten Regeln der Technik ist kein Fall leichter Fahrlässigkeit.*
>
> *DIN-Normen richten sich auch an den Planer. Dieser muss wie das bauausführende Fachunternehmen die einschlägigen anerkannten Regeln der Technik kennen und bei der Erstellung der Planung anwenden.“*

Die Entscheidung des Oberlandesgerichts Oldenburg zeigt auch: Keiner, der an der Errichtung einer Solaranlage beteiligt ist, kann sich darauf verlassen, dass der Kelch im Schadensfall an ihn vorübergehen wird und dass „die Versicherung“ schon einspringen werde. Das Haftungsrisiko ist real – und kann bei potentiellen Schäden in Millionenhöhe für die Beteiligten im schlimmsten Fall existenzbedrohend werden.

2. Rechtlicher Rahmen

Haftbar gemacht werden kann allerdings nur, wer in vorwerfbarer Weise eine Rechtspflicht verletzt hat. Damit stellt sich hier zunächst die Frage, welche rechtlichen Anforderungen bei der Errichtung einer Solaranlage überhaupt gelten. Das ist jedoch bis heute noch nicht eindeutig und zweifelsfrei zu sagen. Denn das Gesetz bleibt in Hinblick auf die gesetzlichen Anforderungen eher vage.

a) Baurechtliche Anforderungen

Zum einen sind die Anforderungen zu beachten, die sich aus dem öffentlichen Baurecht ergeben. In der Regel dürfen Solaranlagen auf Gebäuden zwar ohne eine formale

Baugenehmigung errichtet werden. Das bedeutet jedoch nicht, dass für Solaranlagen keine baurechtlichen Vorgaben gelten würden.

Das Baurecht bzw. – genauer betrachtet – das Bauordnungsrecht, das die Regelungen zu den Baugenehmigungen enthält, ist Ländersache. Ob Bauvorhaben einer Baugenehmigung bedürfen oder nicht, richtet sich also nach den einschlägigen landesrechtlichen Vorschriften.

Allerdings haben sich alle Bundesländer gemeinsam auf die sogenannte Muster-Bauordnung geeinigt, die alle paar Jahre geändert und fortgeschrieben wird. Die Muster-Bauordnung dient den einzelnen Bundesländern gewissermaßen als Blaupause für die Landesbauordnungen. Zwar können die Bundesländer in einigen Detailfragen vom gemeinsamen Muster abweichen. Die Grundzüge und wesentlichen Zusammenhänge sind jedoch in allen Bundesländern gleich.

So besagt beispielsweise § 59 Abs. 1 der Brandenburgischen Bauordnung (BauO Bbg), dass grundsätzliche jede Errichtung, Änderung oder Nutzungsänderung einer baulichen Anlage einer Genehmigung bedarf:

> *„Die Errichtung, die Änderung und die Nutzungsänderung baulicher Anlagen sowie anderer Anlagen und Einrichtungen, an die in diesem Gesetz oder in Vorschriften aufgrund dieses Gesetzes Anforderungen gestellt sind, bedürfen der Baugenehmigung, soweit in den §§ 60 bis 62, 76 und 77 nichts anderes bestimmt ist.“*

Für Solaranlagen gibt es jedoch eine Ausnahme. In § 61 Nr. 3 BauO Bbg finden sich unter den sogenannten genehmigungsfreien Vorhaben auch:

> *„Solaranlagen in, an und auf Dach- und Außenwandflächen ausgenommen bei Hochhäusern sowie die damit verbundene Änderung der Nutzung oder der äußeren Gestalt des Gebäudes;*
>
> *gebäudeunabhängige Solaranlagen mit einer Höhe bis zu 3 Meter und einer Gesamtlänge bis zu 9 Meter“*

Demnach benötigen die meisten Dachanlagen in Brandenburg also ausnahmsweise keine Baugenehmigung. Das ist nicht nur in Brandenburg der Fall, sondern dank der Musterbauordnung auch in allen anderen Bundesländern.

Ob eine Solaranlage genehmigungspflichtig ist oder nicht, sagt jedoch noch nichts darüber aus, welche rechtlichen Anforderungen bei der Errichtung der Solaranlage zu beachten sind.

Denn auch genehmigungsfreie Solaranlagen müssen im Einklang mit den sonstigen rechtlichen Vorgaben stehen. Wörtlich heißt es in § 59 Abs. 2 BauO Bbg:

> *„Die Genehmigungsfreiheit (…) sowie die Beschränkung der bauaufsichtlichen Prüfung (…) entbinden nicht von der Verpflichtung zur Einhaltung der Anforderungen, die durch öffentlich-rechtliche Vorschriften an Anlagen gestellt werden, und lassen die bauaufsichtlichen Eingriffsbefugnisse unberührt."*

Daraus folgt also, dass alle baurechtlichen Anforderungen auch bei der Errichtung von Dachanlagen zu beachten sind. Deshalb dürfen insbesondere nur Komponenten verwendet werden, die die erforderliche bauproduktrechtliche Zulassung besitzen. Aber auch die folgenden Aspekte können bei Dachanlagen zum Tragen kommen:

- Statik: Anforderungen an die Statik des Gebäudes und der Solaranlage an sich (vgl. § 12 BauO Bbg);
- Mindestabstände: Brandwände, Entrauchungsanlagen und ähnliches dürfen regelmäßig nicht überbaut werden und müssen freigehalten werden (vgl. § 32 Abs. 5 BauO Bbg).
- Blendwirkung: Die Solaranlage darf Nachbarn nicht unzumutbar blenden und belästigen (§§ 5 und 22 BImSchG).
- Denkmalschutz: Denkmalschutzbelange können Vorrang genießen und der Errichtung der Solaranlage entgegenstehen.

In der Praxis kommt es durchaus vor, dass neu errichtete Anlagen wieder zurückgebaut werden müssen, weil eine dieser Anforderungen nicht eingehalten wurde. Das ist nicht nur ärgerlich, sondern vor allem besonders teuer. Denn auch wenn Solaranlagen technisch betrachtet an einen anderen Ort versetzt werden können, entstehen hierbei doch erhebliche Mehrkosten, die nicht eingeplant waren.

Neben den oben skizzierten technischen Risiken, die bei Dachanlagen bestehen können, gibt es also auch *rechtliche* Risiken. Auch in Bezug auf diese rechtlichen Risiken stellt sich die Frage, wer dafür einzustehen hat, wenn sich diese Risiken verwirklichen. Wird die Solaranlage auf einem Bestandsgebäude errichtet, fällt die Antwort schon deshalb schwer, weil der Anlagenerrichter häufig selbst nichts dagegen anrichten kann. Ob beispielsweise ein Nachbar, der sich durch die Anlage gestört fühlt, auf Rückbau klagt oder nicht, oder ob die Denkmalschutzbehörde den Rückbau verfügt oder nicht, liegt nicht in der Hand des Errichters.

b) Energierechtliche Anforderungen

Neben den baurechtlichen Anforderungen sind zum anderen auch energierechtliche Anforderungen zu beachten. Den Solaranlagen zeichnen sich dadurch aus, dass sie Strom erzeugen und dass sie mittelbar mit dem öffentlichen Stromnetz verbunden sind. Damit gelten sie als netzgekoppelte Stromerzeugungsanlage, für die besondere Regelungen gelten.

Das Gesetz selbst kennt allerdings nur wenige konkrete technische Anforderungen. Es verweist vielmehr auf die „allgemein anerkannten Regeln der Technik“ und auf die einschlägigen technischen Verbandsnormen. Wörtlich heißt es in § 49 Abs. 1 des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG):

> *„Energieanlagen sind so zu errichten und zu betreiben, dass die technische Sicherheit gewährleistet ist. Dabei sind vorbehaltlich sonstiger Rechtsvorschriften die allgemein anerkannten Regeln der Technik zu beachten.“*

Wo aber findet man diese „allgemein anerkannten Regeln der Technik“? Wo könnte ich als Errichter einer Solaranlage diese „allgemein anerkannten Regeln der Technik“ nachlesen? – Nirgendwo. „Allgemein anerkannten Regeln der Technik“ entwickeln sich fortlaufend weiter und sind nur zum Teil schriftlich fixiert. Für den Errichter und für den Betreiber einer Stromerzeugungsanlage kann das eine nicht unerhebliche Unsicherheit bedeuten. Erleichterung finden sie jedoch in § 49 Abs. 2 EnWG. Denn dort heißt es:

> *„Die Einhaltung der allgemein anerkannten Regeln der Technik wird vermutet, wenn bei Anlagen zur Erzeugung, Fortleitung und Abgabe von 1. Elektrizität die technischen Regeln des Verbandes der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V. [= VDE-Normen] […]“*

Wer sich also an die VDE-Normen hält und diese akribisch genau umsetzt, kann also in der Regel darauf vertrauen, dass seine Anlage den „allgemein anerkannten Regeln der Technik“ entspricht. Die Regelung des § 49 Abs. 2 EnWG wird in der Praxis allerdings oft missverstanden: Die VDE-Normen haben keine Gesetzeskraft und sind somit nicht verbindlich vorgeschrieben. § 49 Abs. 2 EnWG enthält eine widerlegbare Vermutung, die Zugunsten des Anlagenbetreibers und des Errichters einer Stromerzeugungsanlage wirkt.

Das kann zum einen bedeuten, dass eine Anlage auch dann noch im Einklang mit den „allgemein anerkannten Regeln der Technik“ sein kann, wenn einzelne Normen aus den VDE-

Regelwerken nicht umgesetzt wurden. Zum anderen kann es aber auch sein, dass eine bestimmte technische Ausführung, die den VDE-Normen entspricht, nicht mehr im Einklang mit den „allgemein anerkannten Regeln der Technik“ ist. Selbst bei akribischer Umsetzung der VDE-Normen ist der Anlagenerrichter somit nicht davon befreit, selbst im Einzelnen prüfen zu müssen, was technisch vertretbar ist und was nicht.

Eine weitere Frage, die in der Praxis erhebliche Bedeutung hat, ist, wer die Arbeiten an einer Energieerzeugungsanlage vornehmen darf. § 13 der Niederspannungsanschlussverordnung (NAV) besagt allgemein, dass die sogenannten „Kundenanlage“ – also die Stromverteilung im Haus – nur von eingetragenen Elektrofachbetrieben errichtet und geändert werden dürfen. Für Solaranlagen gilt daher, dass der Netzanschluss der Anlage und die Errichtung des Wechselstromteils („AC-Teil“) nur von entsprechend ausgebildeten Elektrofachkräften erfolgen darf. Der Gleichstromteil („DC-Teil“) der Anlage – also vor allem die Montage und die Verbindung der einzelnen Solarmodule auf dem Dach – darf auch von Montagekräften ohne eine solche Ausbildung errichtet werden.

c) Vertragliche Pflichten und Haftungsregelungen

Doch nicht nur die Gesetze stellen bestimmte Anforderungen an die Gesetze. In der Praxis spielen auch vertragliche Pflichten, die die betreffenden Akteurinnen und Akteure freiwillig eingegangen sind, eine gravierende Rolle – allen voran die Versicherungsbedingungen der PV-Versicherer.

So gibt es beispielsweise keine gesetzliche Pflicht, Solaranlagen in bestimmten Abständen warten und überprüfen zu lassen, ähnlich wie wir dies vom TÜV fürs Auto kennen. Doch häufig verlangt die Versicherung, dass der Anlagenbetreiber seine Anlage regelmäßig warten lässt und hierfür einen Dauerwartungsvertrag abschließt. Vernachlässigt der Anlagenbetreiber diese Pflicht, droht ihm im Schadensfall der Verlust des Versicherungsschutzes. Die Versicherungen schauen mittlerweile ganz genau hin und lassen sich nach einer Schadensmeldung, regelmäßig die Anlagendokumentation und den Wartungsvertrag tatsächlich vorlegen.

Ebenso können sich aus dem Dachflächennutzungsvertrag – bei Anlagen, die auf fremden Dächern betrieben werden – oder aus dem Grundstückskaufvertrag konkrete Anforderungen ergeben, die über die gesetzlichen Pflichten hinausgehen. Auch der vertragliche Kontext sollte daher bei jeder Neuerrichtung einer Solaranlage rechtzeitig geprüft werden.

Die vertraglichen Beziehungen zwischen den Akteurinnen und Akteure spielen aber auch aus einem anderen Grund eine Rolle: Die Verträge enthalten häufig Regelungen zum Haftungsmaßstab und zum Ausschluss der Haftung für bestimmte Fälle. Im Schadensfall muss daher auch geprüft werden, wer sich auf welche Haftungsregelungen berufen kann – und inwiefern die vertraglichen Haftungsregelungen tatsächlich wirksam sind.

3. Vielzahl von Akteuren und Verantwortlichkeiten

a) Viele Hände – schnelles Ende?

Schon bei kleineren Solarprojekten wirken mehrere Personen zusammen, die unterschiedliche Verantwortlichkeiten haben:

- Bauherr: Bei kleineren Anlagen ist der Grundstückseigentümer meist der zukünftige zugleich Anlagenbetreiber und damit „Bauherr".
- Errichter: In der Regel beauftragt der Bauherr ein bestimmtes Unternehmen mit der schlüsselfertigen Errichtung der Solaranlage. Der Errichter plant die Anlage, beschafft die erforderlichen Komponenten und setzt alle erforderlichen Schritte um.
- Netzbetreiber: Der Netzbetreiber muss die betriebsbereit fertiggestellte Anlage an sein Netz anschließen. Im Zuge des Netzanschlusses lässt er sich eine Vielzahl von Dokumenten vorlegen. Manche Netzbetreiber prüfen die Anlage auch selbst vor Ort, bevor sie die Anlage an ihr Netz lassen.

Der Errichter wird zudem nicht alles selbst bzw. mit seinem eigenen Unternehmen machen. Er bindet in aller Regel weitere Akteure ein:

- Vorlieferant: Die einzelnen Komponenten der Solaranlage werden bei Vorlieferanten bestellt.
- Hersteller: Häufig sind auch die Vorlieferanten nicht selbst Hersteller der Ware, sondern beziehen die Teile vielmehr bei den jeweiligen Herstellern.
- Montagekräfte: Die Montage der Solaranlage auf dem Dach erfolgt entweder durch eigene Montagekräfte oder durch geeignete Subunternehmer. Der Einsatz von Subunternehmern ist gängige Praxis. Nicht selten vergeben selbst die Subunternehmer den Auftrag weiter an ihre Subunternehmer.
- Elektrofachkraft: Die Ausführung des sogenannten AC-Teils der Solaranlage (also die Herstellung der Verbindung zwischen Wechselrichter und Netzverknüpfungspunkt) darf gemäß § 13 NAV nur von bestimmten Elektrofachbetrieben vorgenommen werden. Häufig werden diese Fachkräfte im Unterauftrag des Errichters tätig. Einige (größere) Anbieter von Solaranlagen beschäftigen allerdings auch eigene qualifizierte Elektriker, sodass sie für diese Arbeiten nicht auf externe Dienstleister angewiesen sind.

Bei größeren Solarprojekten können weitere Akteurinnen und Akteure hinzukommen:

- Anlagenbetreiber: Größere Solaranlagen werden gerne als Direktinvestment errichtet und betrieben. Der Grundstückseigentümer investiert in diesen Fällen häufig nicht selbst, sondern vermietet sein Dach an einen anderen Investor, der dann Anlagenbetreiber wird.

— Vermittler: Für Solaranlagen, die als Direktinvestment errichtet und betrieben werden, gibt es einen Markt. Käuferinteressen und Verkäuferinteressen werden in vielen Fällen von spezialisierten Vermittlern zusammengebracht.

— Finanzierende Bank: Der Investor bezahlt die Solaranlagen meist nicht nur mit Eigenkapital. Die Teilfinanzierung über Fremdkapital – sprich: über einen Kredit – ist Teil des Geschäftsmodells. Die finanzierenden Banken lassen sich vor der Finanzierungszusage die Unterlagen zu dem Projekt vorlegen und prüfen diese mehr oder weniger genau.

— Gutachter: Bei größeren Dachanlagen sind Gutachten zur Statik der Gebäude schon deshalb übliche Praxis, weil die finanzierenden Banken solche Gutachten verlangen. Weniger üblich (wenngleich sinnvoll) sind Gutachten beispielsweise zu den Brandrisiken eines Gebäudes.

— Rechtsanwälte: Bei größeren Solarprojekten werden mitunter auch schon vor Vertragsunterzeichnung Anwältinnen oder Anwälte hinzugezogen, um eventuelle rechtliche Risiken sowie die Vertragsunterlagen juristisch zu prüfen.

Ganz zum Schluss, wenn die Anlage fertiggestellt ist und ans Netz gehen kann, kommen schließlich auch noch die Versicherungen ins Spiel: ein spezieller PV-Versicherer, der die spezifischen Risiken aus dem Betrieb der Solaranlage abdecken soll, und der Gebäudeversicherer, für den die Errichtung der Solaranlage ein zusätzliches Risiko auf dem von ihm versicherten Gebäude darstellt.

b) Aufgabenverteilung und Auswirkungen auf die Haftung

Rein formal betrachtet, lastet die Verantwortung für die ordnungsgemäße Errichtung und für den ordnungsgemäßen Betrieb der Solaranlage weitgehend auf dem offiziellen Anlagenbetreiber. Das ist aber – mit Verlaub – in der Praxis meist diejenige Person, die von allen Beteiligten die geringste Ahnung von der Materie hat.

Der Anlagenbetreiber (bzw. der „Bauherr“) verlässt sich daher auf die besondere Sachkunde des Unternehmens, das er mit der Errichtung der Solaranlage beauftragt hat. Der Anlagenerrichter reicht die ihm übertragene Verantwortung – wie wir gesehen haben – gerne an Dritte weiter. Er selbst ist an der eigentlichen Montage meist nur mittelbar beteiligt:

— für die Statik gibt es Statikgutachter – und einen Haftungsausschluss in seinen Allgemeinen Geschäftsbedingungen, wonach die Statik Sache des Bauherrn sei;

— für die Montage gibt es Subunternehmer, die für Mängel bei der Montage den Kopf hinhalten müssen;

— für den elektrotechnischen Teil sind der selbständige Elektriker oder der Netzbetreiber verantwortlich; der Errichter habe auf deren Arbeit keinen Einfluss.

Im Schadensfall wird dann „Schwarzer Peter“ gespielt. Keiner der Beteiligten will die Letztveranwortung für eine unterlassene Prüfung oder für einen planerischen oder handwerklichen Fehler tragen; jeder sieht die Schuld jeweils beim anderen. Tatsächlich hat sich aber jeder blind auf den anderen verlassen, in der Annahme, dass es der andere schon richten werde.

Der Bauherr steht meist fassungslos daneben und versteht nicht, wie bestimmte Prüfungen unterbleiben oder Fehlplanungen unerkannt geblieben sein konnten, obwohl sein Projekt doch zuvor durch so viele verschiedene Hände (Planer, Vermittler, Banken, Gutachter etc.) gegangen ist. Er hat sich darauf verlassen, eine schlüsselfertige, mangelfreie Solaranlage zu bekommen.

Ob vertragliche Regelungen die Haftung der Errichter und Subunternehmer wirksam ausschließen können, ist in der Tat keinesfalls sicher. Niemand darf sehenden Auges über Probleme hinweggehen – oder Probleme auch nur auf Dritte verlagern, die faktisch nicht in der Lage sind, sie zu beherrschen. Oder wie das Oberlandesgericht Oldenburg es formuliert hat: „Andernfalls muss die Montage unterbleiben.“

4. Schlussfolgerungen

Denkbare Haftungsrisiken sollten uns selbstverständlich nicht davon abhalten, den erforderlichen Ausbau der Erneuerbare Energien weiter voranzutreiben und potentiell geeignete Dachflächen für Solaranlagen zu nutzen. Der Fokus sollte vielmehr auf der Frage liegen, wie die beteiligten Akteurinnen und Akteure diesen Risiken in der Praxis am besten begegnen. Zusammenfassend lässt sich festhalten:

— Schnittstellen definieren: Im Idealfall ist sich jeder der beteiligten Akteure seiner Rolle im Gesamtgefüge bewusst. Die Schnittstellen zu den anderen Akteuren sollten vertraglich klar definiert sein, sodass keine „dunkle Flecken“ unbeachtet bleiben.

— Prüfen: Niemand sollte sich blind darauf verlassen, dass bestimmte Problemfelder von anderen Beteiligten geprüft werden. Im Zweifel sind eigene Prüfungen vorzunehmen und die eigenen Zweifel klar und ausdrücklich mitzuteilen.

— Dokumentieren: Häufige Schwachstelle im Betrieb von Solaranlagen ist die unzureichende Dokumentation. Schon im eigenen Interesse und um zu vermeiden, dass man selbst in Regress genommen wird, sollten alle Beteiligten ihre jeweiligen Prüf- und Arbeitsschritte hinreichend dokumentieren. Der Anlagenbetreiber hat dann für eine ordnungsgemäße Anlagendokumentation im Ganzen Sorge zu tragen.

Wer diese Punkte für sich beherzigt, ist einen großen Schritt weiter – und trägt mit seiner Sorgfalt und Umsicht auch hoffentlich dazu bei, dass es in der Praxis gar nicht erst zu gravierenden Schadensfällen kommt.

Notizen...

Notizen...

Notizen...

Foto: Gerrit Horn