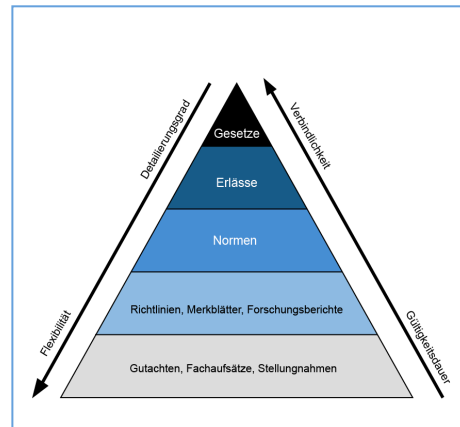
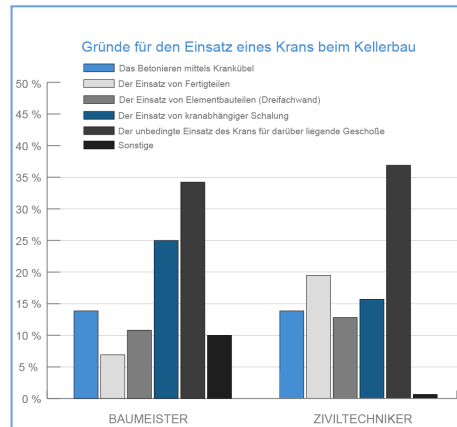
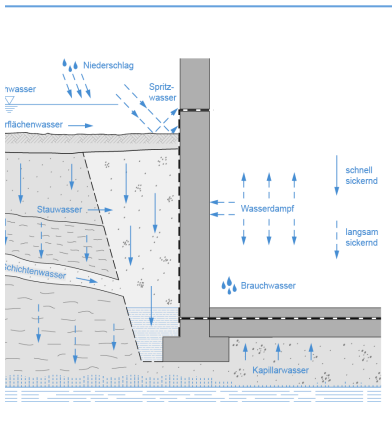


MASTERARBEIT



Fugenart	
Arbeitsfuge Betonierfuge Pressfuge	
Scheinfuge Solirissfuge Solirissquerschnitt	
Bewegungsfuge Dehnfuge Raumfuge Setzungsfuge	

ANALYSE VON KELLERBAUMETHODEN IM WOHNUNGSBAU

Dipl.-Ing. Bernhard Bauer

Vorgelegt am

Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft
 Projektentwicklung und Projektmanagement

Betreuer

Assoc.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Hofstadler

Graz am 03. Juni 2013

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am
.....
(Unterschrift)

STATUARY DECLARATION

I declare that I have authored this thesis independently, that I have not used other than the declared sources / resources, and that I have explicitly marked all material which has been quoted either literally or by content from the used sources.

Graz,
date
(signature)

An dieser Stelle möchte ich allen Personen danken, die mir während meiner Masterarbeit mit Rat und Tat zur Seite standen.

Für die Betreuung von universitärer Seite bedanke ich mich bei Herrn Assoc.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Hofstadler, der stets einen Rat für mich hatte wie man strukturiert arbeitet und so an sein Ziel kommt.

Besonderer Dank gebührt auch dem gesamten Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, meiner Freundin Kalliope und vor allem meiner Familie, die mich die gesamte Ausbildungszeit hindurch unterstützte.

Graz, am 3. Juni 2013

Kurzfassung

Die Arbeit vergleicht die verschiedenen gängigen Kellerbaumethoden und fasst diese mit samt ihren Anforderungen zusammen. Es wird dabei sowohl auf die Standardliteratur als auch auf Richtlinien und Regelwerke eingegangen und die Normen zur Herstellung von Kellerbauwerken werden berücksichtigt.

Der Fokus liegt auf den verwendeten Materialien für die Primärstruktur des Kellers und die Abdichtung dieser gegen die verschiedenen im Baugrund auftretenden Lastfälle. Auch werden die Nutzungsanforderungen durch den Bauherrn mit der Konstruktionswahl in Zusammenhang gebracht, und es wird gezeigt, wie sich diese auswirken können.

Aufbauend auf der Analyse der Kellerbaumethoden im Wohnungsbau und der Analyse des Bauvolumens in Österreich wurde eine Umfrage in verschiedenen österreichischen Ziviltechniker- und Baumeisterbüros durchgeführt, welche den Stand der Praxis zeigt.

Diese Umfrage wurde in zwei Teilen erarbeitet. Eine Online-Umfrage richtete sich speziell an Ziviltechniker, und eine Befragung von Baumeistern wurde mittels eines Fragebogens und eines darauf aufbauenden Interviews durchgeführt.

Dabei waren die von den Experten geplanten und ausgeführten Kellerkonstruktionen anzugeben und Einschätzungen für deren zukünftigen Einsatz zu machen. Die Antworten wurden statistisch ausgewertet und die Ergebnisse interpretiert. Mit Hilfe dieser Auswertung werden Aussagen zu den aktuellen Kellerbaumethoden getroffen und Tendenzen für die zukünftig zur Ausführung kommenden Bauweisen aufgezeigt.

Abstract

This is a thesis about construction methods currently executed in basement construction. It gives an overview and also shows the general requirements that have to be considered when planning a basement. Therefore it also deals with the literature published in this field and it considers applicable regulations and standards for basement construction.

The focus lies on the materials used for the primary construction and its waterproofing against the exposure to water in the building ground. Moreover, the requirements of use are related to the choice of construction.

Based on an analysis of the construction volume in Austria, a survey was conducted in various Austrian civil engineer and master builders' offices.

The survey was conducted in two parts. There was an online-survey that specially focussed on civil engineers, and an expert-survey on master builders was carried out with interviews.

In this process, the experts had to indicate their planned and executed basement constructions. The results were statistically evaluated and show the state of practice in basement construction. With the help of this evaluation, statements about current and future developments of various construction methods are made.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Ziele der Arbeit	2
2.1	Grundlagenvermittlung.....	2
2.2	Primärforschung.....	2
2.3	Ausblick.....	2
3	Grundlagen	4
3.1	Definition	4
3.2	Anforderungen an Keller	4
4	Nutzungsarten	6
4.1	Nutzungen.....	7
4.2	Nutzungsklassen.....	8
4.3	Beanspruchungsklassen.....	9
4.4	Kellerarten.....	10
4.4.1	Felsenkeller.....	10
4.4.2	Erdkeller	11
4.4.3	Hauskeller	12
4.4.4	Lochkeller.....	12
4.4.5	Kriechkeller	12
4.4.6	Garagen	12
4.4.7	Keller als Wohnraum	13
5	Anforderungsarten	14
5.1	Brandschutz.....	15
5.1.1	OIB-Richtlinie 2: Brandschutz	15
5.1.2	ÖNORM EN 13501 - Serie: Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten und Feuerwiderstand	18
5.1.3	TRVB 115/00: Brandschutz in Wohn- und Bürogebäuden - Bauliche Maßnahmen.....	18
5.2	Schallschutz.....	18
5.2.1	OIB-Richtlinie 5: Schallschutz	19
5.2.2	ÖNORM B 8115 - Serie: Schallschutz und Raumakustik im Hochbau	19
5.3	Feuchteschutz.....	20
5.3.1	ÖNORM B 2209-1: Abdichtungsarbeiten - Werkvertragsnorm Teil 1: Bauwerke.....	20
5.3.2	ÖNORM B 3664 - 3669: Abdichtungsbahnen	20
5.3.3	Richtlinie „Wasserundurchlässige Betonbauwerke - Weiße Wannen“ ..	21
5.3.4	Institut für Bauschadensforschung (IBF) - Richtlinie: Abdichtung erdberührter Bauteile im Hochbau.....	21
5.4	Wärmeschutz	21
5.4.1	OIB-Richtlinie 6: Energieeinsparung und Wärmeschutz	24
5.4.2	ÖNORM B 8110 – Serie „Wärmeschutz im Hochbau“	24
5.5	Tragfähigkeit	25
5.5.1	OIB-Richtlinie 1: Mechanische Festigkeit und Standsicherheit.....	25
5.5.2	ÖNORM EN 1990: Grundlagen der Tragwerksplanung.....	25
5.5.3	ÖNORM EN 1992: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken.....	25
5.5.4	ÖNORM B 4710-1: Beton Teil 1: Festlegung, Herstellung, Verwendung und Konformitätsnachweis (Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 206-1)	26

6	Äußere Einwirkungen	27
6.1	Baugrund	27
6.2	Wasserbeanspruchung im Boden.....	28
6.2.1	Haftwasser / Kapillarwasser	30
6.2.2	Bodenfeuchtigkeit.....	31
6.2.3	Niederschlag	31
6.2.4	Spritzwasser.....	31
6.2.5	Oberflächenwasser	31
6.2.6	Sickerwasser	32
6.2.7	Stauwasser	32
6.2.8	Schichtenwasser	32
6.2.9	Hangwasser	32
6.2.10	Grundwasser	33
6.2.11	Aggressives Grundwasser	33
6.2.12	Drückendes Wasser	34
6.2.13	Hochwasser	34
6.2.14	Wasserdampf.....	34
6.2.15	Brauchwasser	35
6.3	Lastfälle.....	35
7	Regelwerke	37
7.1	Überblick der Regelwerke in Österreich und Deutschland	38
7.2	Anforderungen an Keller zufolge steiermärkischem Baugesetz	39
8	Konstruktionsgrundlagen für Keller	41
8.1	Konstruktionsarten	41
8.1.1	Geeignete Materialien für Kellerwände	41
8.1.1.1	Ortbeton	42
8.1.1.2	Fertigteile	42
8.1.1.3	Elementbauweise	43
8.1.1.4	Schalsteine.....	43
8.1.1.5	Mauersteine	44
8.1.2	Geeignete Baustoffe für die Kellerdämmung	45
8.1.2.1	Wandaufbauten mit Außendämmung	47
8.1.2.2	Wandaufbauten mit Innendämmung	48
8.1.2.3	Fußbodenaufbauten	48
8.2	Abdichtungsarten	50
8.2.1	Allgemein	50
8.2.2	Abdichtungen nach ÖNORM B 2209	51
8.2.3	Bahnen- und hautförmige Abdichtungen.....	51
8.2.4	Starre Abdichtungen	52
8.3	Geeignete Baustoffe für die Abdichtung	53
8.3.1	Baustoffe für hautförmige Abdichtungen.....	53
8.3.1.1	Bitumen	54
8.3.1.2	Kunststoffe	57
8.3.2	Baustoffe für starre Abdichtungen.....	58
8.3.2.1	Sperrputze und Estriche.....	58
8.3.2.2	Spritzbeton und Spritzmörtel.....	58
8.3.2.3	Dichtungsschlämmen.....	59
8.3.2.4	Beton mit hohem Wassereindringwiderstand.....	61
8.4	Weitere Konstruktive Maßnahmen.....	63
8.4.1	Bauwerksfugen	63
8.4.2	Anschlüsse, Abschlüsse und Übergänge.....	64

8.4.3	Schutzschichten	66
8.4.4	Ausbildung von Hohlkehlen	68
8.4.5	Dränagen	69
9	Abdichtungen gegen Bodenfeuchtigkeit und nicht drückendes Wasser	70
9.1	Allgemein	70
9.2	Abdichtung der Kellersohle	71
9.2.1	Abdichtung bei Konstruktionen aus Beton mit hohem Wassereindringwiderstand	71
9.2.2	Abdichtung bei Konstruktionen aus „Normal-Beton“	72
9.3	Abdichtung der Wände	73
9.3.1	Horizontale Abdichtung der Wände	75
9.3.2	Vertikale Abdichtung der Wände:.....	77
9.3.3	Anwendungsüberblick	79
9.3.3.1	Abdichtung gegen Bodenfeuchtigkeit.....	79
9.3.3.2	Abdichtungen gegen nicht drückendes Wasser.....	80
9.3.4	Konstruktionsbeispiele	81
10	Abdichtungen gegen drückendes Wasser	86
10.1	Allgemein	86
10.2	Schwarze Wanne	88
10.2.1	Allgemein	88
10.2.2	Materialien und Verarbeitung	89
10.2.3	Anwendungsüberblick	92
10.2.4	Konstruktion	93
10.3	Braune Wanne	94
10.3.1	Allgemein	94
10.3.2	Materialien und Verarbeitung	95
10.3.3	Konstruktionen	95
10.4	Weißer Wanne	97
10.4.1	Allgemein	97
10.4.2	Konstruktion	98
10.4.3	Materialien und Verarbeitung	99
10.4.3.1	Anforderungsklassen	101
10.4.3.2	Konstruktionsklassen	102
10.4.3.3	Expositionsklassen	103
10.4.3.4	Druckfestigkeitsklassen	105
10.4.3.5	Bauteilstärken	106
10.4.4	Bauwerksfugen bei Weißen Wannen	107
10.4.4.1	Definitionen	109
10.4.4.2	Arbeitsfugen.....	111
10.4.4.3	Scheinfugen	112
10.4.4.4	Bewegungsfugen	113
10.4.4.5	Prinzipien der Fugenabdichtung	114
10.4.5	Beschränkung der Rissbreiten	117
10.4.5.1	Rissbreiten	117
10.4.5.2	Selbstheilung des Betons	119
10.4.6	Konstruktion	120
10.5	Vergleich und Auswahl der Abdichtungssysteme	121
11	Analyse des Bauvolumens	122
11.1	Allgemein	122
11.2	Bauvolumen	123

11.3	Westeuropa.....	123
11.4	Österreich.....	126
11.4.1	Zusammensetzung des Bauvolumens in Österreich.....	127
11.4.2	Bauvolumen Wohnungsbau.....	129
11.4.3	Bauvolumen Nichtwohnungsbau.....	130
11.4.4	Bauvolumen Ingenieurbau.....	131
11.4.5	Ausblick.....	132
12	Expertenbefragung „Planung und Ausführung von Kellern“	133
12.1	Anlage der Befragung.....	133
12.2	Aufbau der Befragung.....	134
12.3	Ziel der Befragung.....	135
12.4	Auswertungsmethoden.....	135
12.5	Expertenbefragung mit teilstandardisierten Interviews.....	136
12.5.1	Befragungsmodus.....	136
12.5.2	Fragenzusammenstellung.....	136
12.5.3	Auswertung.....	137
12.5.3.1	Einleitende Fragen.....	137
12.5.3.2	Nutzungen allgemein.....	139
12.5.3.3	Baubetrieb bei Kellern.....	143
12.5.3.4	Lastfälle und zugehörige Konstruktionen.....	144
12.5.3.5	Wärmedämmung.....	145
12.5.3.6	Wasserundurchlässige Konstruktionen.....	147
12.5.3.7	Keller aus Beton.....	149
12.5.3.8	Ausblick.....	151
12.6	Standardisierte Online-Expertenbefragung.....	153
12.6.1	Anlage der Befragung.....	153
12.6.2	Auswertung.....	153
12.6.2.1	Einleitende Fragen.....	153
12.6.2.2	Nutzungen allgemein.....	155
12.6.2.3	Baubetrieb bei Kellern.....	156
12.6.2.4	Lastfälle.....	157
12.6.2.5	Wärmedämmung.....	157
12.6.2.6	Wasserundurchlässige Konstruktionen.....	158
12.6.2.7	Keller aus Beton.....	159
12.6.2.8	Ausblick.....	160
13	Zusammenfassung der Expertenbefragung	161
13.1	Gegenüberstellung der Ergebnisse.....	161
13.2	Schlussfolgerungen.....	166
13.3	Ausblick.....	167
	Glossar	168
	Literaturverzeichnis	169
	Gesetze und Regelwerke	172
	Linkverzeichnis	175
A.1	Interviewfragebogen „Planung und Ausführung von Kellern“	178
A.1.1	Einleitende Fragen:.....	178

A.1.2	Block 1: Nutzungen allgemein	179
A.1.3	Block 2: Baubetrieb bei Kellern	180
A.1.4	Block 3: Lastfälle und zugehörige Konstruktionen	181
A.1.5	Block 4: Wärmedämmung.....	182
A.1.6	Block 5: Wasserundurchlässige Konstruktionen	183
A.1.7	Block 6: Keller aus Beton.....	184
A.1.8	Block 7: Ausblick.....	185
A.2	Online-Expertenbefragung	187
A.2.1	Einleitende Fragen	187
A.2.2	Block 1: Nutzungen allgemein	188
A.2.3	Block 2: Baubetrieb bei Kellern	189
A.2.4	Block 3: Lastfälle und zugehörige Konstruktionen	190
A.2.5	Block 4: Wärmedämmung.....	191
A.2.6	Block 5: Wasserundurchlässige Konstruktionen	192
A.2.7	Block 6: Keller aus Beton.....	193
A.2.8	Block 7: Ausblick.....	194

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Nutzungsklassen nach der DAfStB Richtlinie für Wasserundurchlässige Betonbauwerke	9
Abbildung 2: Felsenkeller	11
Abbildung 3: Erdkeller in Prellenkirchen	11
Abbildung 4: Anforderungen an Keller (in Anlehnung an Pech).....	15
Abbildung 5: Aufteilung der Wärmeverluste	22
Abbildung 6: Zusammenhang zwischen Wasserbeanspruchung und Boden	29
Abbildung 7: Arten von Wasser im Boden (in Anlehnung an Pech und Czielsky)	30
Abbildung 8: Schematische Darstellung der Hierarchie technischer Regeln (in Anlehnung an Hofstadler).....	37
Abbildung 9: Elementbauteile	43
Abbildung 10: Schalstein.....	44
Abbildung 11: Mauersteine	44
Abbildung 12: XPS Perimeterdämmplatten.....	46
Abbildung 13: Perimeterdämmung mit XPS Dämmplatten	46
Abbildung 14: Wandaufbauten mit Außendämmungen (In Anlehnung an Kolbitsch).....	47
Abbildung 15: Wandaufbauten mit Innendämmung	48
Abbildung 16: erdberührte Kellerböden mit horizontaler Abdichtung.....	49
Abbildung 17: erdberührte Kellerböden mit Dichtbeton	49
Abbildung 18: Bitumenanstrich im Perimeterbereich	56
Abbildung 19: Keller mit Dichtungsschlämmen	60
Abbildung 20: Prinzip der Weißen Wanne (in Anlehnung an Fix)	61
Abbildung 21: Weiße Wanne im Grundwasser	62
Abbildung 22: Herstellung einer Hohlkehle	68
Abbildung 23: Prinzip der Dränung	69
Abbildung 24: Wasserbewegung in einer nicht abgedichteten Wand (in Anlehnung an Cziesielski)	74
Abbildung 25: Horizontale Mauerwerksabdichtung gegen Bodenfeuchte.....	75
Abbildung 26: Horizontale Feuchtigkeitsperre.....	76
Abbildung 27: Horizontale Mauerwerksabdichtung	81
Abbildung 28: Abdichtungsanschluss Kellerboden	81
Abbildung 29: Waagrechter Anschluss der Bodenabdichtung an die horizontale Sperrschicht.....	82
Abbildung 30: Sockelanschluss unterhalb der Kellerdecke	82
Abbildung 31: Sockelanschluss überhalb der Kellerdecke	83
Abbildung 32: horizontaler Anschluss der Abdichtung unterhalb der Kellerdecke.....	83
Abbildung 33: Schnitt durch Keller, Abdichtung gegen Bodenfeuchtigkeit	84
Abbildung 34: Schnitt durch Keller, Abdichtung gegen nicht drückendes Waser	85
Abbildung 35: Abdichtung mit Schwarzer Wanne	91

Abbildung 36: Schnitt durch Keller, Abdichtung gegen drückendes Wasser mit Schwarzer Wanne	93
Abbildung 37: Bentonitbahnen am Bauwerk	96
Abbildung 38: Einteilung der Fugen (in Anlehnung an Pröbster)	108
Abbildung 39: Funktionen von Fugen	109
Abbildung 40: Beispiele für Dehnfugenabdichtungen mit Fugenbändern bei Weißer Wannen (in Anlehnung an Hohmann).....	115
Abbildung 41: Arbeitsfuge mit Fugenband	116
Abbildung 42: Schnitt durch Keller, Abdichtung gegen drückendes Wasser mit Weißer Wanne	120

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Anforderungen an Umschließungsbauteile	7
Tabelle 2: Nutzungsspezifische Anforderungen an Raumklima und Installationen	8
Tabelle 3: Zuordnung der Beanspruchungsklassen.....	10
Tabelle 4: Anforderungen an Räume mit erhöhter Brandgefahr lt. OIB-Richtlinie 2 ..	16
Tabelle 5: Einteilungskriterien der Gebäudeklassen	17
Tabelle 6: Allgemeine Anforderungen an den Feuerwiderstand von Bauteilen in unterirdischen Geschoßen	17
Tabelle 7: Mindest erforderliche Luftschalldämmung in Gebäuden	19
Tabelle 8: Innenklimatische Nutzungsanforderungen	23
Tabelle 9: Anforderungen an wärmeübertragende Bauteile	24
Tabelle 10: Wasserdruckklassen lt. ÖVB-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke – Weiße Wannen“	34
Tabelle 11: Regelwerke für den Kellerbau in Österreich und Deutschland.....	39
Tabelle 12: Vertikale Abdichtung von Wänden bei Bodenfeuchtigkeit.....	79
Tabelle 13: Horizontale Abdichtung von Wänden bei Bodenfeuchtigkeit.....	79
Tabelle 14: Abdichtungen gegen nicht drückendes Wasser	80
Tabelle 15: Anzahl der Lagen und Art der Einlagen bei horizontalen Abdichtungen (nach ÖNORM B 2209-1, Punkt 5.3.5.2.2).....	90
Tabelle 16: Mindestdicken von Kunststoffbahnen (nach ÖNORM B 2209-1, Punkt 5.3.5.3.4)	90
Tabelle 17: Abdichtungen gegen von außen drückendes Wasser.....	92
Tabelle 18: Generelle Anforderungen an den Betonstandard.....	100
Tabelle 19: Anforderungsklassen für die Wasserundurchlässigkeit von Außenwänden	101
Tabelle 20: Konstruktionsklassen für geschalte Stahlbetonbauteile	102
Tabelle 21: Wasserdruckklassen	102
Tabelle 22: Expositionsklassen X0	103
Tabelle 23: Expositionsklassen XC1 bis XC4	104
Tabelle 24: Expositionsklassen XD1 bis XD3	104
Tabelle 25: Korrosion durch Chloride.....	104
Tabelle 26: Expositionsklassen XF1 bis XF4	105
Tabelle 27: Empfohlene Mindestdicken von Bauteilen für Weiße Wannen	106
Tabelle 28: Fugenbandmaterialien und Abdichtungsprinzipien	116
Tabelle 29: Vergleich der Abdichtungen gegen drückendes Wasser	121
Tabelle 30: Gesamtes Bauvolumen Westeuropas	125
Tabelle 31: Anteil des Bauvolumens pro Einwohner.....	126

Abkürzungsverzeichnis

DAfStB	Deutscher Ausschuss für Stahlbeton
DIN	Deutsches Institut für Normung
E-KV	Elastomerbitumen-Abdichtungsbahn mit Kunststoffvlieseinlage
ECB	Ethylen-Copolymer-Bitumen, Kunststoffverbindung
RDOK	Rohdeckenoberkante, Oberkante einer Rohbaudecke
RDUK	Rohdeckenunterkante, Unterkante einer Rohbaudecke
OG	Obergeschoß
OIB	Österreichisches Institut für Bautechnik
ÖBV	Österreichischer Bautechnik Vereinigung
P-KV	Polymerbitumen-Abdichtungsbahn mit Kunststoffvlieseinlage
PA	Polyamid, Kunststoffverbindung
PE	Polyethylen, Kunststoffverbindung
PIB	Polyisobuten, Kunststoffverbindung
PP	Polypropylen, Kunststoffverbindung
PS	Polystyrol, Kunststoffverbindung
PVC	Polyvinylchlorid, Kunststoffverbindung
SPSS	Statistical Package for Social Sciences
UG	Untergeschoß

1 Einleitung

Als der Mensch sesshaft wurde und angefangen hat mit massiven Baustoffen seine Behausungen zu bauen, entstanden auch die ersten Keller. Sie dienten damals hauptsächlich dazu, die nach der Erntezeit angelegten Lebensmittelvorräte länger lagern zu können. Die meist unterirdisch angelegten Räumlichkeiten hatten den enormen Vorteil, über den gesamten Jahreszyklus ausgeglichene Temperaturen zu gewährleisten, und stellten somit einen Vorgänger des heutigen Kühlschranks dar.

Die Aufgabe des reinen Speicherkellers ist im heutigen Sinne aber nicht mehr zeitgemäß. Vielmehr werden zur eigentlichen Funktion des Bewohnens des Hauses noch zusätzliche Räumlichkeiten benötigt, welche diese ergänzen und teilweise auch erweitern. Diese können entweder klimatisiert oder unklimatisiert ausgeführt sein, können also additiven Wohnraum schaffen oder anderen Nutzungen dienen.

Diese Räume erfüllen zusätzliche Funktionen im Haushalt. So dienen sie als Stauräume, Fahrradkeller, Garagen usw. Sie können aber durchaus auch als erweiterter Wohnraum betrachtet werden, da auch Hobbyräume, in denen man sich temporär oder auch länger aufhält, oft in ihnen Einzug finden.

Vor allem aber findet man in Wohnhäusern die haustechnischen Anlagen wie Heizung und zur Warmwassererzeugung und deren zugehörige Durchbrüche und Leitungsführungen im Keller.¹

Eine weitere Nutzung des Kellers können Schutzräume sein. Aufgrund der Thematik der grenznahen Kernkraftwerke und der Katastrophe von Tschernobyl im Jahre 1986 mussten in Österreich zwingend Schutzräume bei Neubauten ausgeführt werden. Diese Verordnung fiel aber im Jahre 1995, und die Entscheidung, einen solchen auszuführen, obliegt nun dem Bauherren.

Diese Arbeit gibt einen Einblick in die aktuellen Methoden des Kellerbaus und setzt ihren Fokus auf den Stand der Praxis. Dazu werden die zum Einsatz kommenden Materialien, die Arten der Abdichtungen und Konstruktionsvarianten angeführt und die einzelnen Systeme in ihren Vor- und Nachteilen erörtert.

In einer darauf aufbauenden Expertenbefragung wurden Planende und Ausführende zum dem Thema „Kellerbau“ befragt, und es wurden Tendenzen für die Umsetzung von Kellern im Wohnungsbau erarbeitet.

¹ Vgl. http://www.kellerbauen.at/kellerbau_entwicklung.asp. Datum des Zugriffs: 10.09.2012

2 Ziele der Arbeit

2.1 Grundlagenvermittlung

Im Zuge der Sekundärforschung gibt diese Arbeit- nach Aufarbeitung der Standardliteratur einen Überblick über die verschiedenen Möglichkeiten wie man Keller konstruieren kann. Weiters wird auf die diversen Anforderungen eingegangen, welche im Leben eines Kellers auf diesen zukommen. Seien das die verschiedenen Arten von auftretenden Wassern und Böden, oder die Nutzung an sich. Viele Dinge müssen berücksichtigt werden, bevor man in die Planung geht, denn Sanierungen bei erdbehrührten Bauteilen sind meistens nicht nur zeit-, sondern vor allem auch kostenintensiv.

Diese Arbeit soll helfen, schon im Vorfeld logische, ökonomische und vor allem richtige Entscheidungen zu treffen, um nicht nach dem Hinterfüllen der Baugrube böse Überraschungen erleben zu müssen.

2.2 Primärforschung

Um relevante Daten über den Stand der Praxis bezüglich der Situation im Einfamilien- und Mehrparteienwohnhausbausektors zu erhalten, wurde eine Umfrage erhoben. Die Auswertung der Primärforschung zeigt, wie Keller in der Praxis gebaut werden und wohin der Trend der Konstruktionen in Zukunft gehen wird.

Die Primärforschung wurde hauptsächlich bei Experten der Branche durchgeführt. Ziviltechniker und planende und ausführende Baumeister haben dabei einen Fragebogen ausgefüllt. Die Antworten auf die Fragen wurden in anschaulichen Grafiken und Tabellen zusammengefasst und textlich erläutert. Zusätzlich zu dieser Befragung, wurden mit den Baumeistern noch teilstandardisierte Interviews geführt, deren Auswertung noch weitere Informationen lieferte.

Diese empirische Methode wurde auf diesem Gebiet erstmals eingesetzt und daher sind die erhobenen Daten auch erstmalig publiziert. Wie weit die Abweichungen der Meinungen dabei tatsächlich sind, wird sich im Laufe der Arbeit herausstellen.

2.3 Ausblick

Um einen relevanten Ausblick in die Kellerbaulandschaft Österreichs geben zu können, werden die Auswertungen der Primärforschung herangezogen. Dies soll zum einen den Nutzen mit sich bringen, dass die Systeme und die Forschung im Bereich der Baukonstruktionen darauf abgestimmt werden können, und zum anderen, um einen Trend vorauszusagen, auf den Unternehmungen reagieren, um somit in Zukunft effizienter wirtschaften zu können.

Dabei stehen Fragen wie: „Welche Abdichtungsarten werden in Zukunft für den Bau eines Kellers zum Einsatz kommen?“ genauso im Zentrum wie: „Welches Entwicklungspotential sehen sie im Bezug auf die Schalung?“.

Gemeinsam mit den erhobenen Daten des Bauvolumens der Euroconstruct² (Construction Forecast Group) wurde in der Arbeit versucht, Aussagen zu treffen, wohin sich die Tendenzen der Kellerausführung in Zukunft bewegen könnten.

² Die Euroconstruct ist ein Netzwerk bestehend aus 19 europäischen Instituten welches 1974 gegründet wurde und sich dem Erfassen und Erheben von für den Bausektor relevanten Kennzahlen widmet.

3 Grundlagen

3.1 Definition

Laut Brockhaus ist ein Keller wie folgt definiert:

Keller [ahd. *kellari*, von spätlat. *cellarium* >Speise-<, >Vorratskeller<, zu lat. *cella* >enger Wohnraum<],

*Unterstes, teilweise oder ganz unter der Erde liegendes Geschoß eines Gebäudes. Die Kellerräume von Wohnhäusern dienen u.a. als Vorratsräume, als Schutzraum, (Luftschutz-Keller), Heiz- oder Hobbyraum. Kelleranlagen unter mehreren Gebäuden (z.B. eines Gutes) sind meist in die Wirtschaft integrierte Lager- und Wirtschaftsräume (z.B. bei Weingütern und Kellereien). Wasserundurchlässige Sperrschichten oder Anstriche verhindern das Eindringen von Feuchtigkeit; falls der Grundwasserspiegel knapp unterhalb der Keller-Sohle liegt, wird der Keller als wasserdichte Wanne mit verstärktem, biegungsicherem Boden ausgeführt.*³

Ein Keller ist in unserem heutigen Verständnis meist ein dunkler und kühler Teil des Hauses, der sich aufgrund seiner frostfreien Lage auszeichnet dafür eignet, Sachen aufzubewahren oder etwaige nicht genutzte Gegenstände zu verstauen.

Dies ist auch logisch, weil sich die Kellerräumlichkeiten meistens zur Gänze oder zumindest zum größten Teil unter der Erde befinden und daher maximal einen sekundären Wohnbereich darstellen.

Bedingt durch die stets steigenden Grundstücks- und Baupreise und auch die wachsenden Energiekosten geht der Trend jedoch immer mehr in die Richtung die erdberührten Räume auszubauen. Dies bringt somit die Notwendigkeit mit sich, diese Nutzflächen klimatechnisch behaglich auszuführen und die flächenökonomischen Lösungen effizient umzusetzen.⁴

Durch den Kellerausbau von Wohngebäuden können zusätzlich günstige Flächen geschaffen werden, die, wie bereits erwähnt, durch ein breites Spektrum an Nutzungsmöglichkeiten das Gebäude aufwerten. Sind diese technisch einwandfrei ausgeführt und erfüllen die durch die Planung konzipierten Räumlichkeiten auch die behördlichen Auflagen, so können auch vollwertige Wohn- und Arbeitsräume in ihnen eingerichtet werden.

3.2 Anforderungen an Keller

Da Keller die unterste Ebene in einem Gebäude darstellen, werden diese auch anders beansprucht als oberirdische Bauteile. Dies ergibt die verschiedensten Anforderungen an sie.

³ BROCKHAUS - Die Enzyklopädie in vierundzwanzig Bänden: Band 11; S. 620.

⁴ Vgl. BRANDT, J.; LOHMEYER, G.; WOLF, H.: Keller richtig gebaut; S.11.

Zum einen sollen Keller natürlich weitestgehend trocken sein (es sei denn, es ist irrelevant oder ein feuchtes Raumklima wird gewünscht), zum anderen möglichst kostensparend ausgeführt werden, jedoch funktional und technisch einwandfrei sein. Je nach Art der Nutzung und äußerer Beanspruchung ergeben sich demnach verschiedene Anforderungsprofile.

Der Baugrund an sich spielt dabei eine wesentliche Rolle, da die verschiedenen Böden und Arten der auftretenden Wasser letztendlich maßgebend für die Wahl der Konstruktion sind. So wird die Ausführungsweise bei vorhandenem Grundwasser eine andere sein, als zum Beispiel bei Sickerwasser.

Daher kann man sagen, dass die wichtigsten Anforderungsarten an einen Keller folgende sind:

- Wärmeschutz
- Brandschutz
- Schallschutz
- Feuchteschutz
- ♦ Art der Nutzung
- ♦ Tragfähigkeit
- ♦ Beachtung der Regelwerke

Man muss an dieser Stelle noch betonen, dass bei der Ausführung eine Vielzahl an Regelwerken zu beachten und befolgen ist. Diese sind Normen, Richtlinien, Gesetze, Ordnungen, Erlässe etc. und bilden meist (je nach Publikationsdatum) den Stand der Technik ab, nach dem der Ausführende auch zu handeln hat.⁵

Diese und weitere Bedingungen sind schriftlich festgehalten, und in Kapitel 7: Regelwerke, wird auf diese genauer eingegangen.

Diese Regeln und Texte werden im Falle eines Streites zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer (wenn nicht anders im Bauvertrag vereinbart) herangezogen, um eine Entscheidung herbeiführen zu können.⁶

⁵ Vgl. RUMMEL, P.: Kommentar zur ABGB: 1.Band; Seiten 2851ff.

⁶ Vgl. HECK, D.; NÖSTLTHALLER, R.: Skriptum Bauvertrag 2010/11; Seiten 50ff.

4 Nutzungsarten

„Einen wesentlichen Faktor für Funktionstüchtigkeit und Gebrauchsfähigkeit eines Wohnhauses stellt die Anzahl, Größe und räumliche Zuordnung der Zubehörräume einer Wohneinheit dar. Diese Räume dienen nicht nur als Abstellräume und zur Vorratshaltung, sondern, vor allem bei Einfamilienhäusern, der Unterbringung der Heizung und des Warmwassererzeugers sowie der Lagerung von festen oder flüssigen Brennstoffen.“⁷

Betrachtet man die steigenden Preise für Grundstücke, so schafft man es mit der Unterkellerung eines Gebäudes, die Ausnutzung des Grundstücks zu optimieren.

Wie eingangs bereits erwähnt, dienen Kellerräume also als „Zubehörräume“ und als erweiterter Wohnbereich. Neben den Nutzungen durch den Menschen sind in ihm im allgemeinen die haustechnischen Einrichtungen wie die Heizungsanlage, das Brennstofflager, die Warmwasserbereitungsanlage und die Hausanschlüsse für Strom, Telefon, Fernsehen und Wasser untergebracht. Auch die Leitungen von Brauch- und Schmutzwasser werden meistens über den Keller in die Kanalisation eingeleitet.⁸

Grundsätzlich kann man die zahlreichen Nutzungsarten anhand ihrer klimatischen Anforderungen unterscheiden:

- Räume mit zeitweiser direkter Verbindung zur Außenluft:
Garagen und Müllräume
- unbeheizte Kellerräume:
Lagerräume, Abstellräume
- zeitweise beheizte Kellerräume:
Werkstätten, Hobbyräume, Fitnessräume
- dauernd beheizte Kellerräume:
Betriebsräume, Wohnräume
- Räume mit besonderen innenklimatischen Vorgaben:
Waschküchen, Bäder

⁷ KOLBITSCH, A.; STALF-LENHARDT, M.: Kellerbauen+: Sorgfältig geplant - richtig ausgeführt; Seite 4.

⁸ Vgl. BRANDT, J.; LOHMEYER, G.; WOLF, H.: Keller richtig gebaut; Seite 11.

4.1 Nutzungen

Aufgrund der verschiedenen Nutzungen von Kellern können den Umschließungsbauteilen auch nutzungsspezifische Anforderungen zugeordnet werden.

Tabelle 1 zeigt die unterschiedlichen Arten von Nutzungen in Kellerräumen und stellt dar, welche Eigenschaften dabei Außenbauteile, Böden und Trennbauteile haben müssen.

Nutzung	Außenbauteile	Böden	Trennbauteile
Brennstofflager	Meist keine besonderen Anforderungen	Abhängig von der Art des Lagergutes	Wärmedämmung abhängig von Nutzung der angrenzenden Räume
Heizraum	Gute Wärmedämmung	Fest, evtl. Schallentkoppelung der Aufstandsflächen für Geräte und Kessel	Wärmedämmung abhängig von Nutzung der angrenzenden Räume
Fitness-, Partyraum, Spielzimmer	Gute Wärmedämmung, wenn möglich direkte Belichtung und Belüftung	Wärmedämmung, mit hoher Oberflächentemperatur	Wärmedämmung abhängig von Nutzung der angrenzenden Räume
Sauna	Hohe Wärmedämmung, Anschlüsse für Belüftung	Hohe Wärmedämmung	Hohe Wärmedämmung
Schwimmbad	Gute Wärmedämmung, Verhinderung von Oberflächenkondensat, wenn möglich direkte Belichtung und Belüftung	Hohe Wärmedämmung, nutzungsspezifische Oberflächen	Wärmedämmung abhängig von Nutzung der angrenzenden Räume
Vorratslager	Ausnutzung der Speichermasse des Erdreichs; Wärmedämmung nur im oberflächennahen Bereich	Nutzungsspezifisch, gegebenenfalls Lehm-böden	Wärmedämmung abhängig von Nutzung der angrenzenden Räume
Werkstatt, Hauswirtschaftsräume	Gute Wärmedämmung, wenn möglich direkte Belichtung und Belüftung	Wärmedämmung, strapazierfähiger und leicht zu reinigender Belag	Gute Schalldämmung, Wärmedämmung abhängig von Nutzung der angrenzenden Räume

Tabelle 1: Anforderungen an Umschließungsbauteile⁹

⁹ Vgl. http://www.kellerbauen.at/funktion_des_kellers.asp. Datum des Zugriffs: 12.09.2012.

Ergänzend zu den Anforderungen der Nutzungen an die Umschließungsbauteile werden in Tabelle 2 noch die in den Räumen vorhandenen Installationen und die Anforderungen an das Raumklima dargestellt:

Nutzung	Raumklima	Installationen
Brennstofflager	trocken	Licht
Heizraum	trocken	typenabhängig
Fitness-, Partyraum, Spielzimmer	beheizbar, gute Lüftung	Strom, Heizung, (evtl, Wasser, Abwasser)
Sauna	nutzungsspezifisch	Strom, Heizung, Wasser, Abwasser
Schwimmbad	beheizbar, gute Lüftung	Strom, Heizung, Wasser, Abwasser
Vorratslager	abhängig vom Lagergut; meist keine besonderen Anforderungen	Strom
Werkstatt, Hauswirtschaftsräume	trocken, beheizbar, gute Lüftung	Strom, Heizung, Wasser, Abwasser (ev. zusätzlicher Starkstrom)

Tabelle 2: Nutzungsspezifische Anforderungen an Raumklima und Installationen¹⁰

4.2 Nutzungsklassen

Der deutschen WU-Richtlinie¹¹ entstammt die Klassifizierung des Kellerbauwerks nach Nutzungsklassen. Diese sind auf die Anforderungen der jeweiligen Nutzung des Kellers abgestimmt und geben die maximale Feuchtebelastung im Inneren des Bauwerks an:

- **Nutzungs-klasse A:**¹²
Wasserdurchtritt in flüssiger Form ist nicht zulässig, Feuchtstellen auf der Bauteiloberfläche als Folge von Wasserdurchtritt sind auszuschließen.
- **Nutzungs-klasse B:**
Feuchtstellen im Bereich von Trennrissen, Sollrissquerschnitten und Fugen sind zulässig

¹⁰ KOLBITSCH, A.; STALF-LENHARDT, M.: Kellerbauen+: Sorgfältig geplant - richtig ausgeführt; Seite 5.

¹¹ Vgl. BOSE, T.: Wasserundurchlässige Betonbauwerke - Zement Merkblatt Hochbau (H 10), Seite 1.

¹² <http://www.beton.org/fachinformationen/betonbautechnik/weisse-wanne.html>. Datum des Zugriffs: 25.10.2012.

A	<p>Wasserdurchtritt in flüssiger Form ist nicht zulässig, Feuchtstellen auf der Bauteiloberfläche als Folge von Wasserdurchtritt sind auszuschließen. (Dunkelfärbung, Wasserperlen)</p> <p>Tauwasserbildung möglich</p>
zusätzliche Anforderungen: ohne Tauwasser	<p>raumklimatische, bauphysikalische Maßnahmen</p> <ul style="list-style-type: none"> → Lüftung, Heizung → Baufeuchte abführen → Wärmedämmung
B	<p>Feuchtstellen im Bereich von Trennrissen, Sollrissquerschnitten und Fugen sind zulässig, ggf. Wasserperlen, jedoch kein Wasserdurchtritt</p> <p>Tauwasserbildung möglich</p>
gesondert geregelt	<p>besondere Vereinbarungen im Bauvertrag</p>

Abbildung 1: Nutzungsklassen nach der DAfStB Richtlinie für Wasserundurchlässige Betonbauwerke¹³

In der Nutzungsklasse A ist kein Wasserdurchtritt in flüssiger Form zulässig. Selbst bei Rissen dürfen keine temporären Feuchtstellen auf der Oberfläche auftreten, Tauwasserbildung ist jedoch erlaubt. Unter Feuchtstellen versteht die Richtlinie feuchtebedingte Dunkelstellen und Wasserperlen. Diese Anforderung ist Standard für den Wohnungsbau und bei Lagerräumen mit hochwertiger Nutzung.

In der Nutzungsklasse B ist nur eine begrenzte Wasserundurchlässigkeit gefordert, wodurch Feuchtstellen im Bereich von Trennrissen und (Arbeits-) Fugen zulässig sind. Die Nutzungsklasse B findet vor allem bei Garagen, Installations- und Versorgungsschächten und -kanälen sowie Lagerräumen mit geringen Anforderungen Anwendung.¹⁴

4.3 Beanspruchungsklassen

Die Beanspruchungsklasse wird vom Planenden festgelegt und berücksichtigt die Art der Beaufschlagung des Bauwerks oder Bauteils mit Feuchte oder Wasser. Zur Festlegung der Beanspruchungsklasse ist u. a. die Kenntnis des Bemessungswasserstands und der Baugrundverhältnisse erforderlich.

Die Beanspruchungsklassen werden in der Richtlinie für wasserundurchlässige Betonbauwerke definiert und stellen sich wie folgt dar:

¹³ BOSE, T.: Wasserundurchlässige Betonbauwerke - Zement Merkblatt Hochbau (H 10); Seite 3.

¹⁴ Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (DAfStB): Richtlinie Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton (WU-Richtlinie); Seite 7.

Beanspruchungsklasse 1	Beanspruchungsklasse 2
<p>Drückendes Wasser</p> <p>Grundwasser, Schichtenwasser, Hochwasser oder anderes Wasser, das einen hydrostatischen Druck ausübt (auch zeitlich begrenzt)</p>	<p>Nicht stauendes Sickerwasser</p> <p>Wasser, das bei sehr stark durchlässigen Böden ($k_f \geq 10^{-4}$ m/s) ohne Aufstau absickern kann</p> <p>Wasser, das bei wenig durchlässigen Böden durch dauerhaft funktionierende Dränung nach DIN 4095 abgeführt wird</p>
<p>Nicht drückendes Wasser</p> <p>Wasser in tropfbar flüssiger Form, das keinen oder nur einen geringen hydrostatischen Druck (Wassersäule ≤ 100mm) ausübt</p>	<p>Bodenfeuchte</p> <p>Kapillar im Boden gebundenes Wasser</p>
<p>Zeitweise aufstauendes Sickerwasser</p> <p>Wasser, das sich auf wenig durchlässigen Bodenschichten ohne Dränung aufstauen kann. Die Bauwerksohle liegt mindestens 30cm über dem Bemessungswasserstand</p>	

Tabelle 3: Zuordnung der Beanspruchungsklassen¹⁵

4.4 Kellerarten

Neben der Nutzungsart lassen sich Keller auch nach den Materialien und Bauformen unterscheiden.¹⁶ Die meisten Formen sind dabei historisch entstanden, werden aber durchaus noch heute gebaut.

4.4.1 Felsenkeller

Felsenkeller wurden unter Städten und neben Wohnhäusern stollenartig in den Fels getrieben. Sie sind meist von den Gebäuden aus zugänglich, jedoch nicht an deren Grundfläche gebunden. Auch natürliche Höhlen wurden als Keller genutzt. Wenn es der Fels zuließ, wurden die Keller im Laufe der Zeit zu weiten Kellersystemen ausgeweitet.

¹⁵ BOSE, T.: Wasserundurchlässige Betonbauwerke - Zement Merkblatt Hochbau (H 10); Seite 3.

¹⁶ Vgl. <http://www.kornmayer.com/page1/page18/page9/page10/page10.html>. Datum des Zugriffs: 03.09.2012.



Abbildung 2: Felsenkeller¹⁷

4.4.2 Erdkeller

Bei der Errichtung von Erdkellern wird zunächst ein Loch ausgehoben, in dem ein auf Mauerwerk ruhendes Gewölbe geschaffen wird, welches anschließend wieder mit Erdrich überdeckt wird. Erdkeller werden sowohl in ebenen Lagen als auch in Hängen ausgeführt und befinden sich meist im Randbereich von Siedlungen.



Abbildung 3: Erdkeller in Prellenkirchen¹⁸

¹⁷ <http://veranstaltungskalender.schwandorf.de/Portals/250/Events/Felsenkeller%20aktuell%2008.JPG>.
Datum des Zugriffs: 15.12.2012.

¹⁸ <http://www.camper-55plus.info/Reiseberichte/Routenvorschlaege/Wien-Burgenland/wien-burgenland.html>.
Datum des Zugriffs: 03.12.2012

4.4.3 Hauskeller

Der Hauskeller ist die häufigste Kellerform. Er befindet sich unter dem Gebäude und beschränkt sich bei Neuerrichtung auch häufig auf die Grundfläche des darüber stehenden Hauses. Hauskeller werden prinzipiell wie Erdkeller errichtet, nur anstatt den Keller zu überschütten, wird ein Haus darüber errichtet. Die Kellerzugänge können sich dabei sowohl im Inneren der Hauses als auch an der Gebäudeaußenseite befinden.

Bei Zerstörung oder Erweiterung der darüber liegenden Gebäude blieben die Hauskeller oft erhalten, wodurch man heute noch Aufschluss über den ursprünglichen Grundriss des Gebäudes erhalten kann.

4.4.4 Lochkeller

Die Bezeichnung Lochkeller leitet sich vom Zugang zu dieser Kellerart, einem Loch in der Mitte des Gewölbes, ab. Solche Keller wurden im Mittelalter meist unter Türmen und Stadtmauern errichtet und dienten nicht nur als Verliese, sondern auch zur Lagerhaltung und als sicherer Aufbewahrungsort für Dokumente und Wertgegenstände.

4.4.5 Kriechkeller

Unter Kriechkellern versteht man sehr niedrige Keller, welche man nicht im aufrechten Gang, sondern nur im Kriechen betreten kann. Man unterscheidet zwei unterschiedliche Entstehungsweisen von Kriechkellern. Zum einen gibt es historisch gewachsene Kriechkeller. Diese sind Keller, deren Boden, beispielsweise durch steigende Grundwasserstände, immer wieder aufgeschüttet wurden, bis aus dem normalen Keller ein Kriechkeller wurde. Weiters gibt es Keller, welche von Haus aus als Kriechkeller ausgebildet wurden. Solche befinden sich vorwiegend unter Holzhäusern, um die Holzbauteile vom feuchten Boden fernzuhalten.

4.4.6 Garagen

Garagen¹⁹ im Keller kennzeichnen sich durch eine geeignete Abfahrt. Bei der Planung der Abfahrt sind neben der Fahrbahnbreite auch das Steigungsverhältnis und der Schutz vor Wasser zu berücksichtigen.

Bei nicht drückendem Wasser kann dieses sowohl durch vor der Garagenabfahrt beziehungsweise dem Garageneingang angeordnete Rinnen, als auch durch Pflastersteine zur Versickerung gebracht werden. Bei drückendem Wasser ist auch die gesamte Rampe gleich wie der Keller abzudichten.

¹⁹ Vgl. http://www.kellerbauen.at/garage_kellergeschoss.asp. Datum des Zugriffs: 06.03.2013.

4.4.7 Keller als Wohnraum

Eine moderne Nutzung von Kellern ist, diese als erweiterten Wohnraum zu gebrauchen. So finden nicht nur Hobbyräume ihren Platz im Keller, sondern auch Wellnessbereiche, Gästezimmer, aber auch normale Wohnräume.

Abhängig von der Nutzung ist vor allem auf eine ausreichende natürliche Belichtung sowie ausreichenden Schall-, Brand- und Feuchtigkeitsschutz zu achten. Ein besonderes Augenmerk sollte dabei auf der Dämmung der erdberührten Bauteile liegen. Bei einer zu geringen Dämmstärke im Wand- und Fußbodenbereich können Kälte und Feuchtigkeit in den Raum eindringen. Dies kann zu erheblichen raumklimatischen Problemen führen und den Keller für höherwertige Nutzungen unbrauchbar machen.

5 Anforderungsarten

Keller wurden anfangs oft als eigenständige Bauwerke ausgeführt, später erhielten sie eine Pufferfunktion zwischen dem kalten und feuchten Erdreich und den darüber liegenden Wohnräumen. Heutzutage werden Keller fast ausschließlich unter dem Gebäude errichtet und haben meist einen direkten Zugang vom Wohnbereich.²⁰

Wie eingangs bereits erwähnt, haben sich durch die Entwicklung komfortabler Kühlmethoden auch die Nutzungsmöglichkeiten von Kellerräumen erweitert. Sie dienen als „Zubehörräume“ für die zentrale Warmwassererzeugung, für die Einlagerung von Brennstoffen, für Freizeiteinrichtungen wie Hobbyraum, Sauna und Werkstatt sowie als Schutzraum. Die bewohnten Keller werden als Souterrain oder Tiefparterre bezeichnet.

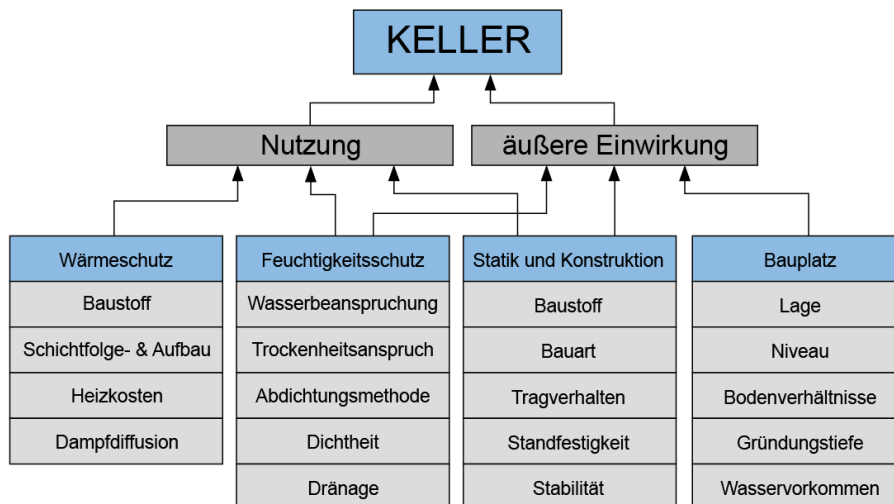
Mit den Anforderungen an Keller gehen auch einige baubetriebliche Überlegungen einher.

So muss, bevor mit der Errichtung eines Kellerbauwerks begonnen wird, der Bauplatz auf verschiedene Faktoren hin untersucht werden. Erst wenn die Verhältnisse vor Ort bekannt sind kann eine Planung und Bemessung der Primärkonstruktion und der Abdichtungsmaßnahmen richtig und gewissenhaft erfolgen.

Weiters muss geklärt werden, wie die Baufeldbedingungen aussehen. Dies hat auch direkten Einfluss auf die Wahl des Bauverfahrens. Hat man zum Beispiel einen Kran zur Verfügung und lassen es die auftretenden Lastfälle zu, so kann man auch Fertigteilkeller andenken bzw. mit Autokranen leichte Dreifachwände versetzen.

Wie in Abbildung 4 dargestellt, kommen die Anforderungen an den Keller sowohl aus der Nutzung als auch aus dem Umfeld. So stehen Wärmeschutz, Feuchtigkeitsschutz sowie Statik und Konstruktion in einer Wechselwirkung mit der Nutzung. Parallel hat der Bauplatz eine enorme Auswirkung auf den Feuchtigkeitsschutz und der Statik und Konstruktion. Diese spezifischen Anforderungen sind in Österreich in den Landesbauordnungen geregelt und werden durch technische Richtlinien ergänzt.

²⁰ Vgl. PECH A.; KOLBITSCH A.: Keller; Seite 1.

Abbildung 4: Anforderungen an Keller (in Anlehnung an Pech²¹)

5.1 Brandschutz

„Die Aufgabe des baulichen Brandschutzes ist es, die Entstehung und Ausbreitung von Bränden zu verhindern und menschliches Leben sowie Sachgüter zu schützen.“²² Dazu gehören auch alle Maßnahmen, welche die Verbreitung von Rauch in einem Gebäude kontrollieren und nicht nur der Rettung von Menschen, sondern auch der von Tieren dienen.

In Österreich wird der Brandschutz in der Richtlinie 2 des „Österreichischen Instituts für Bautechnik“ geregelt. Ihr Inhalt sieht wie folgt aus:

5.1.1 OIB-Richtlinie 2: Brandschutz

In der OIB-Richtlinie 2 werden Mindestanforderungen an das Brandverhalten von Baustoffen sowie an den Feuerwiderstand von Bauteilen gestellt.

Zufolge dieser Richtlinie müssen bei unterirdischen Geschoßen entsprechende Vorkehrungen, eine Rauchableitung ins Freie ermöglichen.

„Dies gilt für Brandabschnitte mit einer Netto-Grundfläche von mehr als 200 m² je unterirdisches Geschoß als erfüllt, wenn der Brandabschnitt Öffnungen ins Freie mit einer geometrischen Fläche von mindestens 0,5 % der Gesamtfläche des Brandabschnittes aufweist. Die erforderlichen Abschlüsse der Wand- oder Deckenöffnungen müssen auch mit Mitteln der Feuerwehr geöffnet werden können.“²³

²¹ Vgl. PECH A.; KOLBITSCH A.: Keller; Seite 1.

²² <http://www.kellerbauen.at/brandschutz.asp>. Datum des Zugriffs: 08.12.2012.

²³ OIB-Richtlinie 2: Brandschutz; Seite 6.

In Tabelle 4 sind die Anforderungen an Räume mit erhöhter Brandgefahr, zu denen Heiz-, Brennstofflager- und Abfallsammelräume zählen, zusammengefasst.

Bauteil	Anforderungen
Wände, Decken	REI 90 ²⁴ bzw. EI 90 ²⁵
Bekleidung raumseitig	A2 ²⁶
Türen, Tore, sonstige Verschlüsse	EI ₂ 30-C
Bodenbeläge ²⁷	A2 _{fl}

Tabelle 4: Anforderungen an Räume mit erhöhter Brandgefahr lt. OIB-Richtlinie 2

Weiters stellt die Richtlinie allgemeine Anforderungen an Bauteile in Abhängigkeit zu der jeweiligen Gebäudeklasse dar. Die Einteilungskriterien zu den Gebäudeklassen sind auf der nächsten Seite in Tabelle 5 beschrieben, die Anforderungen an die Bauteile in Tabelle 6 zusammenfasst.

²⁴ REI bildet die Feuerwiderstandsklasse für „Tragende Bauteile mit Raumabschluss“.

²⁵ EI bildet die Feuerwiderstandsklasse für „Nicht tragende Innenwände“.

²⁶ Brandschutzklasse A2: nicht brennbare Stoffe mit brennbaren Bestandteilen (z.B.: Gipskartonplatten)

²⁷ In Abfallsammelräumen auch Gussasphalt in B_{fl} zulässig.

Gebäude- klasse	Oberirdische Geschoße	Flucht- niveau	Anzahl Wohnungen/ Betriebs- einheiten	Oberirdische Brutto- Geschoßfläche	Sonstiges
GK 1	Max. 3	Max. 7m	1	Max. 400m ²	Freistehendes Gebäude
GK 2	max. 3	Max. 7m	Max. 5	Max. 400m ² gesamt	Auch Reihen- häuser
GK 3	Max. 3	Max. 7m			Wenn nicht in GK 1 oder 2 fällt
GK 4	Max. 4	Max. 11m	1 >1	> 400m ² jeweils max. 400m ²	
GK 5		Max. 22m			Auch aus- schließlich unterirdische Gebäude

Tabelle 5: Einteilungskriterien der Gebäudeklassen²⁸

Bauteil	GK 1	GK 2	GK 3	GK 4	GK 5
Tragende Bauteile (ausgenommen Decken und brandabschnittsbil- dende Wände)	R 60 ²⁹	R 60	R 90 und A2	R 90 und A2	R 90 und A2
Trennwände (ausge- nommen Wände von Treppenhäusern)	Nicht zutreffend	REI 60 EI 60	REI 90 und A2 EI 90 und A2	REI 90 und A2 EI 90 und A2	REI 90 und A2 EI 90 und A2
Decken über unterirdi- sche Geschoße	R60	REI 60	REI 90 und A2 ³⁰	REI 90 und A2	REI 90 und A2
Wände von Treppen- häusern		REI 60 EI 60	REI 90 und A2 EI 90 und A2	REI 90 und A2 EI 90 und A2	REI 90 und A2
Türen in Wänden von Treppenhäusern		EI ₂ 30	EI ₂ 30-C	EI ₂ 30-C	EI ₂ 30-C ³¹

Tabelle 6: Allgemeine Anforderungen an den Feuerwiderstand von Bauteilen in unterirdischen Geschoßen³²

²⁸ Vgl. OIB-Richtlinien: Begriffsbestimmungen; Seite 5.

²⁹ R bildet die Feuerwiderstandsklasse für „Tragende Bauteile ohne Raumabschluss“.

³⁰ Für Reihenhäuser sowie Gebäude mit nicht mehr als 2 Wohnungen oder 2 Betriebseinheiten mit Büronutzung bzw. büroähnlicher Nutzung genügt die Anforderung R 60.

³¹ Mit automatischer Brandmeldeanlage und Rauchabzugseinrichtung; EI₂ 30-C-Sm,
Mit Schleuse und Rauchabzugseinrichtung: nicht zutreffend

³² Vgl. OIB-Richtlinie 2: Brandschutz; Seiten 14ff.

5.1.2 ÖNORM EN 13501 - Serie: Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten und Feuerwiderstand

Die Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten nach ihrem Brandverhalten und Feuerwiderstand ist in der ÖNORM-Serie EN 13501 geregelt. Sie ersetzt die ÖNORM B 3800 - Serie „Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen“ sowie die ÖNORM B 3810 „Brandverhalten von Bodenbelägen“.

5.1.3 TRVB 115/00: Brandschutz in Wohn- und Bürogebäuden - Bauliche Maßnahmen

Diese Richtlinie stellt einheitliche Anforderungen hinsichtlich des vorbeugenden Brandschutzes an Wohn- und Bürogebäude inklusive Verwaltungsbauten der öffentlichen Hand. Im Anhang B sind Anforderungen für Ein- und Zweifamilienhäuser zusammengefasst. Die Richtlinie ist aktuell nicht gültig und es gibt keinen Ersatz für dieses Regelwerk. Zu einem derzeit noch unbekanntem Zeitpunkt wird sie überarbeitet und neu veröffentlicht werden.³³

5.2 Schallschutz

Der bauliche Schallschutz ist eine Maßnahme zur Reduktion des Schallpegels in Räumen unabhängig vom Entstehungsort der Geräusche.

Im Bereich der Kellerräume müssen neben Luft- und Körperschall vor allem Schall und Vibrationen von haustechnischen Anlagen berücksichtigt werden. Folglich muss im Bereich von Hobby-, Werk- und Haustechnikräumen besonders auf einen ausreichenden Schallschutz zugunsten anliegender Wohnräume geachtet werden.

Der Schutz vor Luftschall hängt vor allem vom Flächengewicht der umschließenden Bauteile ab. Aufgrund der massiven Außenwände genügen Kellerwände und -decken meist schon den Schallschutzansprüchen. Schwachpunkte sind jedoch Fenster, welche entsprechend ausgewählt werden müssen, sowie flankierende Bauteile.

„Während der erforderliche Luftschallschutz vielfach von der Rohdecke erfüllt wird, kann die für Kellerdecken geforderte Trittschalldämmung im Regelfall nur durch schallschutztechnisch hochwertige Fußbodenkonstruktionen (z.B. schwimmender Estrich oder schwimmender Holzfußboden auf weich federnder Zwischenlage) erreicht werden“³⁴

³³ Stand Februar 2013

³⁴ Vgl. PECH A.; KOLBITSCH A.: Keller; Seite 6.

Auch aufgrund der Vibrationen von haustechnischen Anlagen sollen Fußbodenkonstruktionen entsprechend elastisch und schalltechnisch günstig ausgeführt werden.

5.2.1 OIB-Richtlinie 5: Schallschutz

Die OIB-Richtlinie 5 stellt Schallschutzansprüche an alle Gebäude und Gebäudeteile, welche dem längeren Aufenthalt von Menschen dienen und die aufgrund ihrer widmungsgerechten Nutzung einen Ruheanspruch haben. Die Mindestanforderungen an die Luftschalldämmung in Gebäuden sind in Tabelle 7 zusammengefasst.

Betroffene Bauteile	Standard-Schallpegeldifferenz $D_{nt,w}$
zwischen Räumen OHNE Verbindungen durch Türen, Fenster u.dgl.	55 dB
zwischen Räumen MIT Verbindungen durch Türen, Fenster u.dgl.	50 dB

Tabelle 7: Mindest erforderliche Luftschalldämmung in Gebäuden³⁵

Zufolge der Richtlinie darf das bewertete Schalldämmmaß R_w ³⁶ von Fenstern und Außentüren nicht mehr als 5 dB unter dem Wert für das mindest erforderliche bewertete Bau-Schalldämmmaß $R_{res,w}$ ³⁷ für den gesamten Außenbauteil liegen.

5.2.2 ÖNORM B 8115 - Serie: Schallschutz und Raumakustik im Hochbau

Für Keller sind besonders Teil 1: Begriffe und Einheiten und Teil 2: Anforderungen an den Schallschutz von Bedeutung. Weiters gibt es Teil 3: Raumakustik sowie Teil 4: Maßnahmen zur Erfüllung der schalltechnischen Anforderungen.

Die Höchstwerte der Standard-Schallpegeldifferenz $D_{nt,w}$ ³⁸ zu Aufenthaltsräumen aus Kellerräumen und der maximale Anlagengeräuschpegel aus haustechnischen Anlagen stimmen mit den Anforderungen aus der OIB-Richtlinie 5 „Schallschutz“ überein.

³⁵ Vgl. OIB.-Richtlinie 5: Schallschutz; Seite 3.

³⁶ Das bewertete Schalldämmmaß R_w beschreibt das Verhältnis zwischen der auf eine Wand auftreffenden und der von ihr wieder abgegebenen Schallintensität.

³⁷ Das bewertete Bau-Schalldämmmaß $R_{res,w}$ gibt das Schalldämmmaß für Außenbauteile an. Die sind zum Beispiel Wände und Fenster.

³⁸ Die bewertete Standard-Schallpegeldifferenz betrachtet alle an einen Trennbauteil anschließenden Bauteile und beziffert den gesamten Luftschallschutz.

5.3 Feuchteschutz

Die Aufgabe des Feuchteschutzes ist es, die Kellerräume hinsichtlich ihrer Nutzung ausreichend vor Feuchtigkeit zu schützen. Die zulässige Feuchtigkeit kann dabei sehr unterschiedlich sein. So werden bei Lagerräumen meist geringere Anforderungen an den Feuchtigkeitsschutz gestellt, als bei Wohnräumen.

Abhängig von der zulässigen Feuchtigkeit muss die Baustoffwahl und die Auswahl der Kellerabdichtung erfolgen. Folglich sind Baustoffe auf Gipsbasis bei Feuchtigkeitseinwirkung vollkommen ungeeignet, Holzbaustoffe nur beschränkt einsetzbar.

Der Feuchteschutz wird in Österreich in Normen geregelt und besondere Abdichtungen wie „Weiße Wannen“ (siehe Punkt 10.4) werden zusätzlich gesondert in Richtlinien behandelt.

Auf diese Punkte wird in den Kapiteln 8, 9 und 10 eingegangen und die Systeme und Arten des Feuchtigkeitsschutzes dargestellt.

5.3.1 ÖNORM B 2209-1: Abdichtungsarbeiten - Werkvertragsnorm Teil 1: Bauwerke

Diese Norm enthält Vertrags- und Verfahrensbestimmungen für die Ausführung von Bauwerksabdichtungen.

Die Punkte Abdichtungen gegen Bodenfeuchtigkeit, Abdichtung gegen nicht drückendes Wasser und Abdichtung gegen von außen drückendes Wasser sind für Keller von besonderer Bedeutung. Weiters werden auch Abdichtungen gegen von innen drückendes Wasser beschrieben. Weitere Kapitel beschäftigen sich mit Abdichtungen von Bewegungsfugen, Abdichtungen von Anschlüssen, Abschlüssen und Übergängen sowie jene von Hoch- und Tiefzügen.

Die genaue Ausführung ist abhängig vom Bauteil sowie vom gewünschten Abdichtungsmaterial. Der richtige Einsatz der Materialien ist in der ÖNORM B 7209: Abdichtungsarbeiten für Bauwerke - Verfahrensnorm festgelegt.

5.3.2 ÖNORM B 3664 - 3669: Abdichtungsbahnen

Die ÖNORM B 3664 bis ÖNORM B 3669 umfassen die Vorgaben für Abdichtungsbahnen.

- ÖNORM B 3664:
Abdichtungsbahnen - Kunststoffbahnen für die Bauwerksabdichtung gegen Bodenfeuchte und Wasser
- ÖNORM B 3665:
Abdichtungsbahnen - Bitumenbahnen für die Bauwerksabdichtung gegen Bodenfeuchte und Wasser

- ÖNORM B 3666:
Abdichtungsbahnen Bitumen - Dampfsperrbahnen
- ÖNORM B 3667:
Abdichtungsbahnen - Kunststoff-Dampfsperrbahnen
- ÖNORM B 3668:
Abdichtungsbahnen - Kunststoff-Mauersperrbahnen
- ÖNORM B 3669:
Abdichtungsbahnen - Bitumen-Mauersperrbahnen

5.3.3 Richtlinie „Wasserundurchlässige Betonbauwerke - Weiße Wannen“

Die ÖBV-Richtlinie „Wasserundurchlässige Betonbauwerke - Weiße Wannen“ stellt Anforderungen an Stahlbetonbauwerke, welche neben einer tragenden auch eine abdichtende Funktion übernehmen.

In dieser Richtlinie werden fünf Anforderungsklassen für die Wasserundurchlässigkeit und die daraus folgenden Nutzungsmöglichkeiten von Bauteilen definiert.

Weiters sind fünf Wasserdruckklassen und darauf basierend drei Konstruktionsklassen für geschalte Stahlbetonbauteile sowie drei Fugenbandklassen in der Richtlinie „Wasserundurchlässige Betonbauwerke – Weiße Wannen“ festgelegt. Diese werden im Punkt 10.4 genauer behandelt.

5.3.4 Institut für Bauschadensforschung (IBF) - Richtlinie: Abdichtung erdberührter Bauteile im Hochbau

In dieser Richtlinie werden verschiedenen Abdichtungsmöglichkeiten für verschiedene Erscheinungsformen des Wassers (drückend, nicht drückend, Bodenfeuchtigkeit) und Abdichtungsmaterialien beschrieben. Weiters gibt es Hinweise für die Ausschreibung und Sanierung von Abdichtungen.

5.4 Wärmeschutz

Neben Decken und Dachflächen, welche einen Hauptteil zum Verlust von Wärme in einem Gebäude beitragen, sind es vor allem die Wände, die Energie nach außen abführen.

Daher haben vor allem die verwendeten Materialien der Primärstruktur und die Dämmung einer Wand und der Kellerdecke einen hohen Einfluss auf den Heizenergiebedarf eines Gebäudes.

„Bei einem freistehenden Einfamilienhaus in herkömmlicher Bauweise mit konventionellen Baumaterialien und einem unbeheizten und unge-

dämmten Keller entweichen bis zu 20 % der gesamten Heizenergie durch die Kellerdecke.³⁹

Abbildung 5 vergleicht die Aufteilung der Wärmeverluste zwischen einem Einfamilienhaus und einem größeren Wohnhaus.

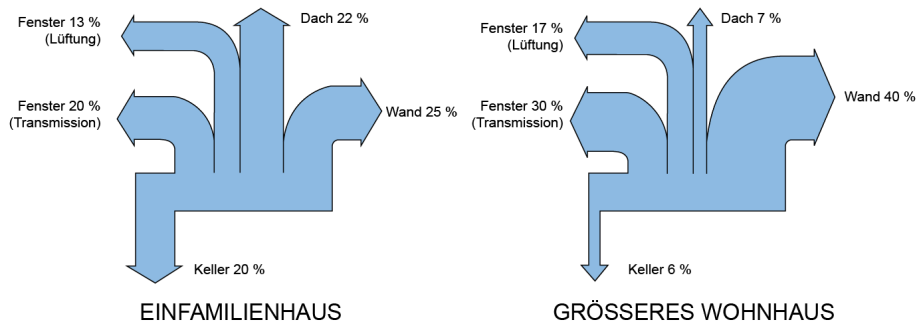


Abbildung 5: Aufteilung der Wärmeverluste⁴⁰

Bedeutung und Ausführung des Wärmeschutzes hängen vor allem von der Nutzung beziehungsweise Beheizung der Kellerräume ab.

Wenn über unbeheizten Kellerräumen Aufenthaltsräume liegen, ist der Wärmedämmung besondere Aufmerksamkeit zu schenken, um das Temperaturgefälle möglichst gering zu halten. Folglich soll der Wärmeabfluss von Wohnbereich in den Keller verhindert werden und eine behagliche Temperatur in den Fußböden im Aufenthaltsbereich ermöglicht werden. Vor allem bei Räumen, welche zumindest zeitweise mit der Außenluft in direkter Verbindung stehen, wie es beispielsweise bei Garagen der Fall ist, ist eine entsprechende Dämmung an der Unterseite der Decke anzustreben.

Weiters ist „bei Kelleraußenwänden von beheizten Kellerräumen [...] zu beachten, dass die Wärmeverluste im erdoberflächennahen und außenluftberührten Bereich (Sockelbereich) wesentlich höher sind als im erdberührten Bereich.“⁴¹ Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Erdtemperatur bis etwa 2,5 m Tiefe jahreszeitlichen Temperaturschwankungen unterliegt. Bereits ab einer Tiefe von 2 m unter der Oberfläche beträgt der Wärmestrom nur noch etwa ein Drittel des Wärmestroms im Sockelbereich.⁴² Folglich sollte der oberflächennahe Bereich stärker gedämmt werden um diese höheren Wärmeverluste auszugleichen.

³⁹ PECH A.; KOLBITSCH A.: Keller; Seite 5.

⁴⁰ PECH A.; KOLBITSCH A.: Keller. a.a.O.

⁴¹ PECH A.; KOLBITSCH A.: Keller; Seite 6.

⁴² Vgl. BRANDT, J.; LOHMEYER, G.; WOLF, H.: Keller richtig gebaut; Seite 11.

Die nachstehende Tabelle veranschaulicht die innenklimatischen Nutzungsanforderungen und welche Raumtypen welche Innentemperaturen und behagliche Luftfeuchtigkeit verlangen:

Raumtyp	Innentemperatur t_i [C]	Relative Luftfeuchtigkeit r. L. [%]
Räume mit zeitweise direkter Verbindung zur Außenluft: Garagen, Müllräume	zeitweise auf Außentemperatur abgesenkt, sonst nutzungsabhängig	nutzungsabhängig, teilweise schwankend
Unbeheizte Kellerräume: Lagerräume, Abstellräume	$t_i \geq 0^\circ \text{C}$ (in der Regel über 6°C)	keine besonderen Anforderungen, jedoch ist Vermeidung von Oberflächenkondensat anzustreben
Zeitweise beheizte Kellerräume: Werkstätten, Hobbyräume, Fitnessräume	t_i 18 bis 20°C während der Nutzung, sonst keine Vorgaben	zeitweise höhere Luftfeuchtigkeit, vor allem in Fitnessräumen (r. L. > 50 %)
Dauernd beheizte Kellerräume: Betriebsräume, Wohnräume	t_i 18 bis 20°C	nutzungsabhängig bis 50 %
Räume mit besonderen innenklimatischen Vorgaben: Waschküchen, Bäder	nutzungsabhängig, zeitweise bis 30°C	nutzungsabhängig, kurzfristig über 65 %

Tabelle 8: Innenklimatische Nutzungsanforderungen⁴³

⁴³ Vgl. KOLBITSCH, A.; STALF-LENHARDT, M.: Kellerbauen+: Sorgfältig geplant - richtig ausgeführt; Seite 27.

5.4.1 OIB-Richtlinie 6: Energieeinsparung und Wärmeschutz

Diese Richtlinie umfasst sämtliche Anforderungen an den Energiebedarf, vom Nutzenergiebedarf über Haushaltsstrombedarf, Primärenergiebedarf, Kohlendioxidemissionen bis hin zu den Wärmeschutzanforderungen an Bauteile und den Energieausweis für Gebäude.

Die Anforderungen an wärmeübertragende Bauteile sind in Tabelle 9 dargestellt.

Bauteil	U-Wert [W/m ² K] ⁴⁴
WÄNDE erdberührt	0,4
WÄNDE gegen Außenluft	0,35
WÄNDE gegen unbeheizte, frostfrei zu haltende Gebäudeteile sowie gegen Garagen	0,6
WÄNDE (Trennwände) zwischen Wohn- oder Betriebseinheiten	0,9
WÄNDE (Zwischenwände) innerhalb Wohn- oder Betriebseinheiten	0,9
DECKEN gegen unbeheizte Gebäudeteile	0,4
DECKEN gegen getrennte Wohn- und Betriebseinheiten	0,9
DECKEN innerhalb von Wohn- und Betriebseinheiten	0,9
DECKEN über Außenluft (z.B. über Durchfahrten)	0,2
DECKEN gegen Garagen	0,3
BÖDEN erdberührt	0,4

Tabelle 9: Anforderungen an wärmeübertragende Bauteile⁴⁵

5.4.2 ÖNORM B 8110 – Serie „Wärmeschutz im Hochbau“

Die ÖNORM B 8110-Serie „Wärmeschutz im Hochbau“ umfasst sieben Teile.

- Teil 1: Deklaration des Wärmeschutzes von Niedrig- und Niedrigstenergiegebäuden
- Teil 2: Wasserdampfdiffusion und Kondensationsschutz
- Teil 3: Wärmespeicherung und Sonneneinflüsse
- Teil 4: Betriebswirtschaftliche Optimierung des Wärmeschutzes

⁴⁴ U-Wert: Ist der Wärmedurchgangskoeffizient und gibt den Wärmedurchgang durch einen Bauteil an.

⁴⁵ Vgl. OIB-Richtlinie 6: Energieeinsparung und Wärmeschutz; Seite 7.

- Teil 5: Klimamodell und Nutzungsprofile
- Teil 6: Grundlagen und Nachweisverfahren – Heizwärmebedarf und Kühlbedarf
- Teil 7: Tabellierte wärmeschutztechnische Bemessungswerte

Von besonderer Bedeutung ist Teil 1, in dem die Mindestanforderungen an den Wärmeschutz festgelegt sind.

5.5 Tragfähigkeit

Eine weitere logische Anforderung an Kellerbauwerke ist, deren Tragfähigkeit sicherzustellen. Um zu gewährleisten, dass dies auch der Fall ist, gibt es in Österreich Richtlinien und Normen dafür.

Richtlinie 1 des „Österreichischen Instituts für Bautechnik“, kurz OIB, regelt dabei die grundlegenden Prinzipien der Standsicherheit und verweist auf weiterführende Regelwerke.

5.5.1 OIB-Richtlinie 1: Mechanische Festigkeit und Standsicherheit

Die OIB Richtlinie 1 besagt: „Tragwerke sind so zu planen und herzustellen, dass sie eine ausreichende Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit aufweisen, um die Einwirkungen, denen das Bauwerk ausgesetzt ist, aufzunehmen und in den Boden abzutragen.“⁴⁶ Es wird im Prinzip auf die ÖNORM EN 1990 (EC 0) verwiesen.

5.5.2 ÖNORM EN 1990: Grundlagen der Tragwerksplanung

Die ÖNORM EN 1990 ist auch als Eurocode 0 (EC 0) bekannt und beschreibt die Grundlagen der Tragwerksplanung einschließlich der Nachweise und den Zuverlässigkeitsanforderungen.

5.5.3 ÖNORM EN 1992: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken⁴⁷

Die ÖNORM EN 1992, auch EC 2 genannt, behandelt die Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken. Für Keller ist Teil 1 von Bedeutung. Dieser besteht aus ÖNORM EN 1992-1-1:

⁴⁶ OIB-Richtlinie 1: Mechanische Festigkeit und Standsicherheit; Seite 2.

⁴⁷ ÖNORM B 1992-1-1 ÖNORM B 1992-1-1 (07/09): Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Grundlagen und Anwendungsregeln für den Hochbau - Nationale Festlegungen zur ÖNORM EN 1992-1-1, nationale Erläuterungen und nationale Ergänzungen

Grundlagen und Anwendungsregeln für den Hochbau sowie ÖNORM EN 1992-1-2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall.

5.5.4 ÖNORM B 4710-1: Beton

Teil 1: Festlegung, Herstellung, Verwendung und Konformitätsnachweis (Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 206-1)

Diese Norm legt die Anforderungen an Beton, wie beispielsweise die Druckfestigkeitsklassen, Expositionsklassen, aber auch die Qualitätskontrolle fest. In Kapitel 10 unter Punkt 10.4 wird noch genauer auf diese Norm verwiesen und einzelne Elemente daraus angeführt.

6 Äußere Einwirkungen

Auf einen Keller wirkt eine Vielzahl von äußeren Einflüssen ein. Diese mögen von der Wasserbeanspruchung herrühren, sind auf das Tragverhalten des Bodens zurückzuführen oder entstammen anderer Herkunft.

Durch die ständig knapper werdenden Baugründe und die Ausdehnung des Verkehrsnetzes werden auch vermehrt weniger geeignete Flächen bebaut. Dies führt dazu, dass bereits während der Planungsphase die äußeren Einflüsse genau abgewogen werden müssen, um die nötigen konstruktiven Schlüsse daraus ziehen zu können.⁴⁸

6.1 Baugrund

Die hauptsächliche Aufgabe des Baugrunds ist, das darauf errichtete Gebäude zu tragen und die auf ihn ausgeübten Lasten aufzunehmen. Je nach Beschaffenheit des Bodens und des Gewichts des darauf zu errichtenden Gebäudes werden die Fundamente bemessen. Dabei sind folgende Überlegungen ausschlaggebend:⁴⁹

- Wie groß sind die zu erwartenden Lasten?
- Ist der Baugrund gleichmäßig tragfähig?
- Mit welchen Arten von Wasser muss im Baugrund gerechnet werden?

Nach einem eventuellen Einholen eines Bodengutachtens (wenn nötig) wird entschieden, welche Art der Gründung die richtige für das Bauvorhaben ist. Dabei werden Streifenfundamente, Punktfundamente oder flächig ausgeführte Fundamente eingesetzt.

Die erwarteten Setzungen des Baugrunds müssen dabei von der Konstruktion aufgenommen werden, ohne dass dabei gravierende Risse in der Struktur entstehen. Um das gewährleisten zu können, sollte der Baugrund auch unter der Gründungssohle annähernd gleich sein. Man spricht dabei von einer Tiefe, die der doppelten Fundamentbreite entspricht.

Bei Wannen aus Beton ist es besonders wichtig, die erforderlichen Rissbreitenbeschränkungen nicht zu überschreiten, da sonst die Dichtigkeit der Konstruktion nicht gewährleistet ist. Dafür muss der Beton entsprechend den Anforderungen bewehrt und nach den Vorgaben der ÖNORM B 1992-1-1⁵⁰ ausgeführt werden.

⁴⁸ Vgl. KOLBITSCH, A.; STALF-LENHARDT, M.: Kellerbauen+: Sorgfältig geplant - richtig ausgeführt; Seite 19.

⁴⁹ Vgl. BRANDT, J.; LOHMEYER, G.; WOLF, H.: Keller richtig gebaut; Seiten 54 ff.

⁵⁰ ÖNORM B 1992-1-1 ÖNORM B 1992-1-1 (07/09): Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Grundlagen und Anwendungsregeln für den Hochbau - Nationale Festlegungen zur ÖNORM EN 1992-1-1, nationale Erläuterungen und nationale Ergänzungen

Im Erdreich ist immer mit Feuchtigkeit zu rechnen. Abhängig von Witterung, Bodenart, Grundwasserstand und Hanglage kann Wasser unterschiedlich auf erdberührte Bauteile einwirken.

6.2 Wasserbeanspruchung im Boden

„Das Abflussverhalten des Wassers im Boden, z.B. nach einem Regenguss oder bei der Schneeschmelze, ist wesentlich von der Bodenart abhängig.“⁵¹

Das heißt, das Verhalten, wie der Boden das Wasser aufnimmt bzw. ableitet, ist von Bodenklasse⁵² und somit der Bodenbeschaffenheit abhängig. Wo bei losen Böden die anfallenden Schmelz- und Meteorwasser versickern können, ist bei bindigen Böden schon mit aufstauendem Wasser zu rechnen.

Während nicht bindige, grobkörnige Sand- und Kiesböden durch ihre Wasserdurchlässigkeit das Oberflächenwasser rasch versickern lassen, verfügen bindige Böden wie Ton und Schluff über ein sehr hohes Wasserhaltevermögen. Durch ihr dichtes Gefüge verfügen sie auch über Kapillaren, welche Wasser sogar aus tieferen Schichten aufsteigen lassen und bautechnisch problematische Auswirkungen haben können.⁵³

Fasst man die vorkommenden Arten von Wassern zusammen so sind folgende die wichtigsten:

- Grundwasser (aggressiv, oder nicht aggressiv)
- Stauwasser
- Schichtenwasser
- Sickerwasser (stauend, oder nicht stauend)
- Haftwasser / Kapillarwasser

Je nach Wasserbeanspruchung eines Bauwerks spricht man von unterschiedlichen „Lastfällen“ (siehe Punkt 6.3) Diese ergeben sich aus dem Zusammenhang zwischen vorkommenden Wassern, der Bodenart und der daraus resultierenden Einwirkung auf die Bauteile.

In Abbildung 6 sind diese Wasserarten dargestellt und ergeben in Verbindung mit den unterschiedlichen Bodenarten die Lastfälle Bodenfeuchtigkeit, druckloses oder nicht drückendes Wasser und drückendes Wasser.

⁵¹ BRANDT, J.; LOHMEYER, G.; WOLF, H.: Keller richtig gebaut; Seite 40.

⁵² Die ÖNORM B 2205 unterteilt die Böden nach der Art der Gewinnung in sieben Bodenklassen. Bodenklasse 1 - „Mutterboden“ - beschreibt demnach den loseste Zusammensetzung und Bodenklasse 7 - „Schwerer Fels“ - die tragfähigste.

⁵³ Vgl. BRANDT, J.; LOHMEYER, G.; WOLF, H.: Keller richtig gebaut. a.a.O.

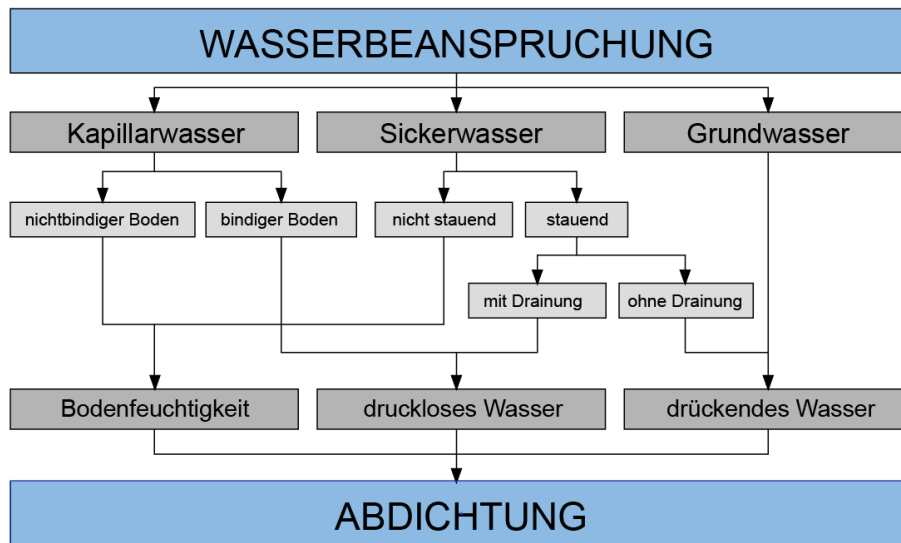


Abbildung 6: Zusammenhang zwischen Wasserbeanspruchung und Boden⁵⁴

Die auf der nächsten Seite angeführte Abbildung 7 stellt die Bodenschichten, deren Einfluss auf das Sickerverhalten des Wassers und die Einwirkungen auf das Bauwerk in einem Schnitt dar. Dabei sind auch die von innen einwirkenden Arten von Wasser, wie Wasserdampf oder Brauchwasser dargestellt.

⁵⁴ PECH A.; KOLBITSCH A.: Keller; Seite 55.

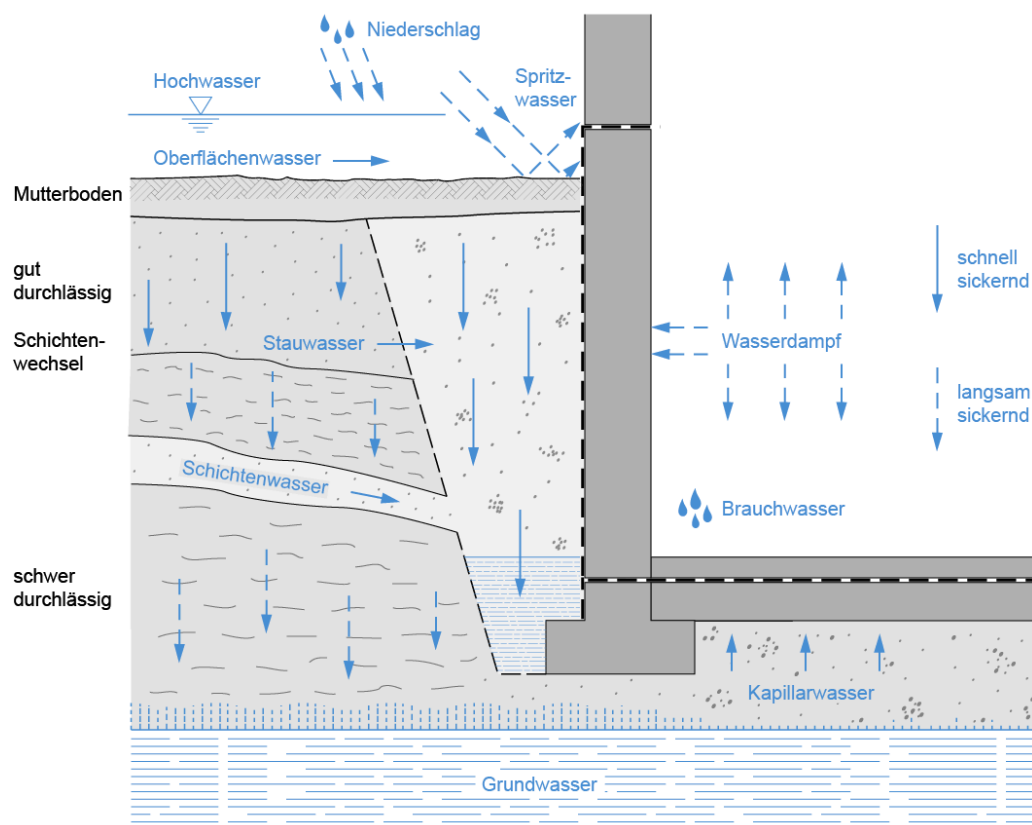


Abbildung 7: Arten von Wasser im Boden (in Anlehnung an Pech⁵⁵ und Czielsky⁵⁶)

6.2.1 Haftwasser / Kapillarwasser

Haftwasser ist auch unter dem Begriff Kapillarwasser bekannt. Darunter versteht man Wasser, welches sich in den Poren und Kapillaren des Bodens befindet, diese jedoch nicht vollkommen füllt. Dabei wird der Anstieg im Erdreich hauptsächlich von der Größe des Gesteins und der Form und Größe der Poren in Boden bestimmt.⁵⁷ Durch physikalische Effekte wie der Adhäsion kann das Wasser gehalten werden oder sogar gegen die Schwerkraft aufsteigen. Vor allem bindige Böden, welche durch ihr feines Bodengefüge über besonders viele und besonders dünne Poren verfügen, saugen das Grundwasser bis weit über den Grundwasserspiegel hinauf und trocknen nur sehr selten aus.⁵⁸

Dieses Wasser kann aus dem Grundwasser bis zur Frostgrenze aufsteigen (diese liegt in Österreich in etwa 0,80 m bis 1,00 m unter der Bodenoberfläche) und dort sogenannte „Eislinsen“ bilden. Durch die Volumsvergrößerung beim Gefrieren des Wassers wird der Boden angeho-

⁵⁵ Vgl. PECH A.; KOLBITSCH A.: Keller; Seite 51.

⁵⁶ Vgl. CZIESIELSKI, E.: Lufsky Bauwerksabdichtung; Seite 19.

⁵⁷ Vgl. CZIESIELSKI, E.: Lufsky Bauwerksabdichtung; Seite 18.

⁵⁸ Vgl. PECH, A.; KOLBITSCH, A.: Keller; S. 53

ben und/oder seitlich verschoben.⁵⁹ Durch eine fehlende Abdichtung des Bodens kann es so auch zum Durchfeuchten der Kellersohle und der Kellerwände kommen.

6.2.2 Bodenfeuchtigkeit

Unter Bodenfeuchtigkeit versteht man das kapillargebundene Wasser in nicht bindigen Böden. Die betroffene Bodenschicht bezeichnet man auch als Bodenwasserzone. Da bei Niederschlag auch sehr grobkörnige Böden feucht sind, ist Bodenfeuchtigkeit immer zu berücksichtigen. Nur wenn das tropfbare Wasser vollkommen von der Oberfläche bis zum Grundwasserleiter leicht durchsickert und selbst bei starken Niederschlägen nicht vorübergehend aufstaut und das Baugelände bis zu einer ausreichenden Tiefe unter der Fundamentsohle mit nicht bindigen Böden wie Kies verfüllt ist, darf ausschließlich mit Bodenfeuchtigkeit gerechnet werden.⁶⁰

6.2.3 Niederschlag

Als Niederschlag bezeichnet man Wasser, welches entweder durch Gravitation in flüssiger oder fester Form auf die Erde fällt oder sich durch Kondensation oder Resublimation an Objekten absetzt. Folglich sind Regen, Schnee, Hagel, Tau und Reif verschiedene Formen von Niederschlag.⁶¹

6.2.4 Spritzwasser

Spritzwasser entsteht beim Aufprall des Niederschlags auf den Boden und belastet vor allem die Sockelzone des Bauwerks. Daher ist es für ein Bauwerk auch unerlässlich, den Sockel bis ca. 30 cm gegen Spritzwasser abzudichten.

6.2.5 Oberflächenwasser

Oberflächenwasser ist jenes Wasser, welches nach dem Niederschlag an der Oberfläche bleibt und noch nicht versickert ist. Dies ist beispielsweise nach Starkregenereignissen der Fall, wenn der Boden bereits die Wasseraufnahmekapazität erreicht hat.

⁵⁹ Vgl. KOLBITSCH, A.; STALF-LENHARDT, M.: Kellerbauen+: Sorgfältig geplant - richtig ausgeführt; Seite 21.

⁶⁰ Vgl. FRÖSSEL, F.: Lexikon der Bauwerksabdichtung und Kellersanierung. Seiten 24ff.

⁶¹ Vgl. <http://de.wikipedia.org/wiki/Niederschlag>. Datum des Zugriffs: 13.08.2012.

6.2.6 Sickerwasser

Unter Sickerwasser versteht man jenes drucklose Wasser, welches nach Niederschlägen oder von Gewässern vertikal durch den Boden bis zum Grundwasserleiter versickert. Dabei werden die Poren des Bodens mit Sickerwasser gefüllt, welches durch die Schwerkraft bis in das Grundwasser absickert. Trifft dieses Wasser auf bindige Bodenschichten, so kann es zu einem Aufstauen kommen.⁶² Versickert es danach wieder, so spricht man von „zeitweise aufstauendem Sickerwasser“.

6.2.7 Stauwasser

Wenn das Wasser beim Versickern auf ein Hindernis trifft, wird es an diesem aufgestaut. Ein solches könnte beispielsweise eine Kellerwand sein. Es wird allgemein als „Stauer“ bezeichnet. In weiterer Folge übt das Wasser abhängig von seiner Stauhöhe einen hydrostatischen Druck auf das Hindernis aus.

6.2.8 Schichtenwasser

Schichtenwasser ist Wasser, das in einer durchlässigen Bodenschicht, welche über einer weniger durchlässigen Bodenschicht liegt, vorwiegend horizontal durchfließt. Abhängig von der Art der Bodenschichtung und bei Hindernissen quer zur Fließrichtung ist Schichtenwasser auch drückend.

Wenn dieses Wasser auf ein Bauwerk trifft, so wird aus dem Schichtenwasser Stauwasser. Nach Cziselsky⁶³ entstehen so häufig Schadensfälle an Kellerwänden. Wird eine Baugrube in wenig durchlässigem Boden ausgehoben, geschieht die spätere Hinterfüllung meist mit loserem Boden (Mutterboden, Kies etc.), in dem sich das Sickerwasser aufstauen kann. Dadurch wird das Bauwerk hohen Belastungen ausgesetzt. Dieses drückende Wasser wirkt gleich wie Grundwasser und macht es notwendig, den Keller gemäß den selben Anforderungen abzudichten.

6.2.9 Hangwasser

Hangwasser ist Schichtenwasser, welches sich bei Niederschlag am Hang ausbildet und sich vor hangseitigen Gebäudeaußenwänden und Kellerwänden aufstaut. Maßnahmen dagegen können Dränagen sein (siehe Punkt 8.4.5).

⁶² Vgl. CZIESIELSKI, E.: Lufsky Bauwerksabdichtung; Seite 20

⁶³ Vgl. CZIESIELSKI, E.: Lufsky Bauwerksabdichtung. a.a.O.; Seiten 19ff.

6.2.10 Grundwasser

Unter Grundwasser versteht man eine wassergesättigte Zone im Boden. Folglich wird jene Bodenzone, in der alle Poren mit Wasser gefüllt sind, auch als Grundwasserzone bezeichnet. Das Grundwasser bildet dabei ein stehendes Gewässer oder einen langsam fließenden Strom. Der Grundwasserspiegel bildet keine ebene Oberfläche, sondern ist eher konkav gekrümmt.⁶⁴

„Auf Kellerbauwerke wirkt Grundwasser von allen Seiten drückend ein, es ist in hydrostatischer Hinsicht kein Unterschied zwischen einer Beanspruchung durch reines Wasser oder durch Grundwasser zu machen.“⁶⁵

6.2.11 Aggressives Grundwasser

„Im Grundwasser können Stoffe enthalten sein, die aggressiv und korroderend z.B. auf Bauten aus wasserundurchlässigem Beton einwirken. Soweit Bauwerke mit Außenhautabdichtungen mit Abwässern in Berührung kommen, ist deren Angriffswirkung auf die Abdichtung ebenfalls zu untersuchen.“⁶⁶

Vor allem in Moorwassern befinden sich kalklösende Kohlensäuren, Sulfate oder andere chemische Schwefelverbindungen. Die drei wesentlichen chemischen Reaktionen von Schadstoffen mit dem Zementstein des Betons sind nach Lohmeyer:⁶⁷

- Karbonatisierung
- Säureangriff
- Sulfatangriff

Weiters wirken sich Chloride schädlich auf die Bewehrung aus und es kann zu Bewehrungskorrosion kommen. Liegt eine solche Beanspruchung vor, so muss die Betondeckung entsprechend den Anforderungen bei Angriff von Meerwasser dimensioniert werden.

Abhängig von der chemischen Zusammensetzung kann das Wasser auf das Bauwerk demnach angreifend wirken. Man spricht in diesem Zusammenhang von aggressivem Grundwasser.

⁶⁴ Vgl. CZIESIELSKI, E.: Lufsky Bauwerksabdichtung; Seite 13.

⁶⁵ PECH A.; KOLBITSCH A.: Keller; Seite 53.

⁶⁶ CZIESIELSKI, E.: Lufsky Bauwerksabdichtung; Seite 15.

⁶⁷ Vgl. LOHMEYER, G.; EBELING, K.: Weiße Wannen einfach und sicher - Konstruktion und Ausführung wasserundurchlässiger Bauwerke aus Beton; Seite 66.

Folgende Wassereigenschaften sind für Beton schädlich:⁶⁸

- Weiches Wasser: pH-Wert < 7 °dH
- Kalklösende Kohlensäure (CO₂) > 15 mg/l
- Ammonium (NH₄⁺) > 15 mg/l
- Magnesium (Mg²⁺) > 300 mg/l
- Sulfat (SO₄²⁻) > 200 mg/l

6.2.12 Drückendes Wasser

Drückendes Wasser ist die Bezeichnung von Wasser, welches Druck auf das Bauwerk und die Bauwerksabdichtung ausübt. Nach der ÖBV-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke – Weiße Wannen“ unterscheidet man fünf Wasserdruckklassen. Dabei wird der Wasserdruck auf die Unterkante des zu betrachtenden Bauteils bezogen.

Wasserdruckklasse	Beschreibung
W ₀	Wasserdruck 0,0 – 1,0 m
W ₁	Wasserdruck > 1,0 – 5,0 m
W ₂	Wasserdruck > 5,0 – 10,0 m
W ₃	Wasserdruck > 10,0 – 20,0 m
W ₄	Wasserdruck > 20,0 m

Tabelle 10: Wasserdruckklassen lt. ÖVB-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke – Weiße Wannen“⁶⁹

6.2.13 Hochwasser

Als Hochwasser versteht man jenen Zustand, wenn nach Starkregenereignissen der natürliche Abtransport des Wassers überfordert ist und Gewässer ihre üblichen Pegel überschreiten. Zeitlich versetzt können auch Grundwassersysteme ansteigen.

6.2.14 Wasserdampf

Gasförmiges Wasser bezeichnet man als Wasserdampf. Es ist in diesem Aggregatzustand als Feuchtigkeitsform baupraktisch bedeutend, da

⁶⁸ LOHMEYER, G.; EBELING, K.: Weiße Wannen einfach und sicher - Konstruktion und Ausführung wasserundurchlässiger Bauwerke aus Beton; Seite 67.

⁶⁹ Österreichische Bautechnik Vereinigung (ÖBV) - Richtlinie: Wasserundurchlässige Betonbauwerke - Weiße Wannen; Seite 6.

Wasserdampf an kalten Flächen kondensiert. Er wird demnach bei einer Unterschreitung der Taupunkttemperatur wieder zu Wasser.

6.2.15 Brauchwasser

Brauchwasser ist das von Nutzern gebrauchte Wasser, wie beispielsweise Wasser zum Waschen. Da es des Öfteren z.B. beim Putzen verspritzt oder vergossen wird oder z.B. beim Duschen viel Dampf entsteht, belastet es die umfassenden Bauteile.

6.3 Lastfälle

Lastfall ist die Bezeichnung für die Art des auftretenden Wassers und auf dessen Einwirkung auf die Kellerkonstruktion. Aufgrund dieser Lastfälle sind die Kellerkonstruktionen vom Planer zu bemessen und zu entwerfen. Auch die Art der Abdichtung muss dabei auf die Einwirkungen abgestimmt sein und auch mechanische und chemische Belastungen dürfen der Konstruktion keinen Schaden zufügen.

In der DIN 18195 wird nach fünf Arten der Wassereinwirkung im Boden auf die unterirdischen Bauteile unterschieden. Diese werden in der Literatur als Lastfälle bezeichnet. Die fünf beschriebenen Fälle sind:⁷⁰

- **Bodenfeuchtigkeit:**
Im Boden vorhandenes, kapillargebundenes und durch Kapillarkräfte auch entgegen der Schwerkraft fortleitbares Wasser (Saugwasser, Haftwasser, Kapillarwasser).
- **Nichtstauendes Sickerwasser:**
Von Niederschlägen herrührende und nichtstauende Sickerwasser. Dabei muss das Baugelände bis zu einer ausreichenden Tiefe unter der Fundamentsohle und auch das Verfüllmaterial der Arbeitsräume aus stark durchlässigen Böden, z. B. Sand, oder Kies bestehen oder eine Dränung gegeben sein.
- **Aufstauendes Sickerwasser**
Wird auch als zeitweise drückendes Wasser bezeichnet und tritt dann auf, wenn Meteorwasser durch bindige Böden sickern muss. Dabei kommt es häufig zu einem Rückstau des Wassers, was sich als Pfützenbildung an der Oberfläche äußert. Kommt häufig bei lehmigen Böden vor.
- **Drückendes Wasser**
Wasser, das von außen hydrostatischen Druck auf die Abdichtung auswirkt. Ein klassisches Beispiel ist das Grundwasser.

⁷⁰ DIN 18195: Bauwerksabdichtungen: Teil 4 bis 7.

- **Von innen drückendes Wasser**

Wasser, das von innen auf die Abdichtung einen hydrostatischen Druck ausübt, z.B. bei Trinkwasserbehältern, Wasserspeicherbecken, Schwimmbecken, Regenrückhaltebecken sowie deren Zu- und Ablaufbauwerke.

Auch in der österreichischen Normengebung findet man Lastfälle, jedoch bildet die deutsche Abdichtungsnorm ein viel umfangreicheres Werk und regelt die Konstruktionen genauer.

Die Lastfälle sind nach ÖNORM B 2209-1 und DIN 18195 in den nachstehenden Punkten wie folgt gegliedert:

- **Nach ÖNORM B 2209 - Teil 1:**

ÖNORM B 2209 - Teil 1, Punkt 5.3.3: Bodenfeuchtigkeit

ÖNORM B 2209 - Teil 1, Punkt 5.3.4: nicht drückendes Wasser

ÖNORM B 2209 - Teil 1, Punkt 5.3.5: von außen drückendes Wasser

ÖNORM B 2209 - Teil 1, Punkt 5.3.6: von innen drückendes Wasser

- **Nach DIN 18195:**

DIN 18195 - Teil 4: Bodenfeuchte

DIN 18195 - Teil 4: nichtstauendes Sickerwasser

DIN 18195 - Teil 5: nichtdrückendes Wasser (auf Deckenflächen)

DIN 18195 - Teil 6: aufstauendes Sickerwasser

DIN 18195 - Teil 6: von außen drückendes Wasser

DIN 18195 - Teil 7: von innen drückendes Wasser

7 Regelwerke

Die Anforderungen an einen Keller und deren gerechte Ausführung werden in einer Vielzahl von Regelwerken bestimmt. Diese haben eine hierarchische Ordnung und kommen dementsprechend zur Anwendung. Sie bilden die „allgemein anerkannten Regeln der Technik“ ab und geben vor, wie ein Bauwerk aufgebaut, Detaillösungen ausformuliert, Bauprodukte verarbeitet werden müssen und noch vieles mehr. Jede dieser Regeln muss sich in der höher angesiedelten messen und darf keinen Widerspruch dazu darstellen.⁷¹

Auch Fachaufsätze oder Gutachten können die „allgemein anerkannten Regeln der Technik“ abbilden, wenn sie von der Fachwelt akzeptiert werden. In der nachstehenden Grafik werden die hierarchischen Ordnungen dargestellt:

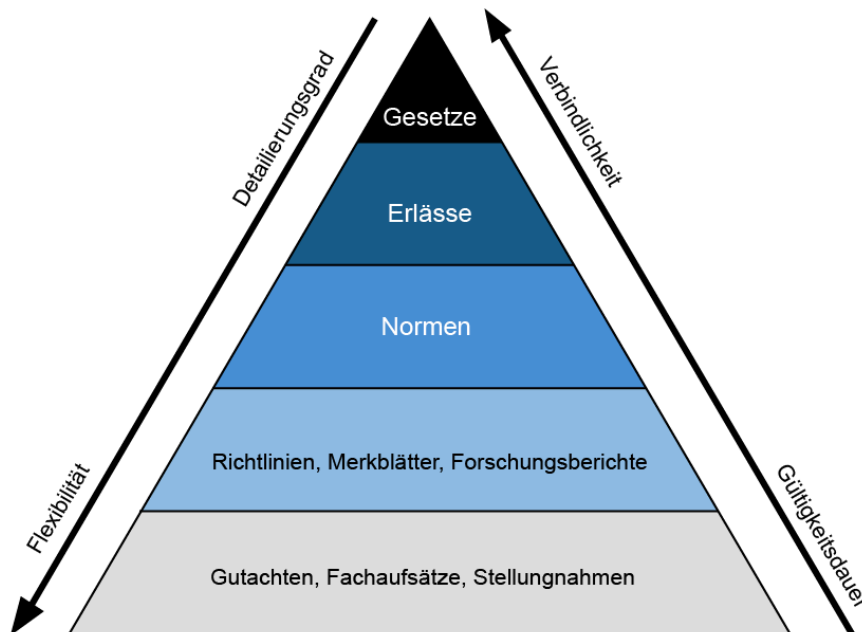


Abbildung 8: Schematische Darstellung der Hierarchie technischer Regeln (in Anlehnung an Hofstadler⁷²)

⁷¹ Vgl.: EGGERT, H.: Hierarchie bei Regelwerken, In: Stahlbaunachrichten 1/1996; Seite 27.

⁷² Vgl. HOFSTADLER, C.: Schalarbeiten: Technologie Grundlagen, Sichtbeton, Systemauswahl, Ablaufplanung, Logistik und Kalkulation; Seite 215.

7.1 Überblick der Regelwerke in Österreich und Deutschland

Um einen Überblick über die einzelnen für den Keller relevantesten Regelwerke in Österreich und Deutschland zu bekommen, werden diese in Tabelle 11 dargestellt:

Bereich	Österreich	Deutschland
Allgemeine Anforderungen	Baugesetze der Länder	Baugesetze der Länder
Brandschutz	OIB-Richtlinie 2: Brandschutz ÖNORM EN 13501: Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten und Feuerwiderstand TRVB 115/00: Brandschutz in Wohn- und Bürogebäuden – Bauliche Maßnahmen	DIN EN 13501: Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten
Schallschutz	OIB-Richtlinie 5: Schallschutz ÖNORM B 8115 – Serie: Schallschutz und Raumakustik im Hochbau	DIN 4109: Schallschutz im Hochbau
Feuchteschutz	ÖNORM B 2209-1: Abdichtungsarbeiten – Werkvertragsnorm. Teil 1: Bauwerke ÖNORM B 3664: Abdichtungsbahnen – Kunststoffbahnen für die Bauwerksabdichtung gegen Bodenfeuchte und Wasser ÖNORM B 3665: Abdichtungsbahnen – Bitumenbahnen für die Bauwerksabdichtung gegen Bodenfeuchte und Wasser ÖNORM B 3666: Abdichtungsbahnen – Bitumen-Dampfsperrbahnen ÖNORM B 3667: Abdichtungsbahnen – Kunststoff-Dampfsperrbahnen ÖNORM B 3668: Abdichtungsbahnen – Kunststoff-Mauersperrbahnen ÖNORM B 3669: Abdichtungsbahnen – Bitumen-Mauersperrbahnen ÖNORM B 7209 – Abdichtungsarbeiten für Bauwerke - Verfahrensnorm ÖBV Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke – Weiße Wannen“ IFB Richtlinie „Abdichtung erdberührter Bauteile im Hochbau“ ÖBV Merkblatt „Bentonitgeschützte Betonbauwerke - Braune Wannen“	DIN EN 13967: Abdichtungsbahnen – Kunststoff- und Elastomerebahnen für die Bauwerksabdichtung gegen Bodenfeuchte und Wasser DIN EN 13969: Abdichtungsbahnen – Bitumenbahnen für die Bauwerksabdichtung gegen Bodenfeuchte und Wasser DIN EN 13970: Abdichtungsbahnen – Bitumen-Dampfsperrbahnen DIN EN 13984: Abdichtungsbahnen – Kunststoff- und Elastomer-Dampfsperrbahnen DIN 18195 - Serie: Bauwerksabdichtung DAfStb-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“ (WU-Richtlinien) Verein Deutscher Zementwerke e.V. (Hrsg.): Zement-Merkblatt H10 „Wasserundurchlässige Betonbauwerke“
Wärmeschutz	OIB-Richtlinie 6: Energieeinsparung und Wärmeschutz ÖNORM B 6353: Perimeterdämmung	DIN 4108 – Serie: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden

mit werkmäßig hergestellten Produkten aus extrudiertem Polystyrolschaum (XPS-G) - Planungsnorm

ÖNORM B 8110 – Serie: Wärmeschutz im Hochbau

Tragfähigkeit	OIB-Richtlinie 1: Mechanische Festigkeit und Standsicherheit	DIN EN 1990: Grundlagen der Tragwerksplanung
	ÖNORM EN 1990: Grundlagen der Tragwerksplanung	DIN EN 1992: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken
	ÖNORM EN 1992: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken	DIN EN 13670: Ausführung von Tragwerken aus Beton
	ÖNORM B 4710: Beton	

Tabelle 11: Regelwerke für den Kellerbau in Österreich und Deutschland

7.2 Anforderungen an Keller zufolge steiermärkischem Baugesetz

Landesbauordnungen dienen dem öffentlichen Baurecht und setzen die Bestimmungen für die jeweiligen Bundesländer um. Sie regeln unter anderem auch den Ablauf eines Baugenehmigungsverfahrens und beinhalten weitere Verordnungen und Erlässe. In der Steiermark zum Beispiel werden weitere Themenbereiche wie die Energiespar- und Wärmeschutzverordnung in ihr geregelt.

Das Steiermärkische Baugesetz idF. 78/2012 beinhaltet vom Feuchteschutz über den Schallschutz bis hin zum Schutzraum zahlreiche kellerbezogene Paragraphen.

- §51 Stmk BauG Absatz 4 besagt, dass Räume, aus denen aufgrund ihrer Verwendung besondere Brandgefahr ausgeht, z.B. Heizräume und Abfallsammelräume, einen eigenen Brandabschnitt erfordern. Weiters sind laut Absatz 7 alle Teile von Feuerungsanlagen so anzuordnen und auszuführen, dass keine Brandgefahr von ihnen ausgeht.
- §61 Stmk BauG regelt den Schutz vor Feuchtigkeit. Zuzufolge Absatz 1 müssen Bauwerke entsprechend ihrem Verwendungszweck gegen das Aufsteigen von Feuchtigkeit und gegen das Eindringen von Wasser dauerhaft gesichert werden. Dies umfasst neben dem Grundwasser auch vorhersehbare Oberflächenwasser. Absatz (2) besagt, dass alle Außenbauteile Schutz gegen Niederschlagswässer bieten müssen.
- §64 Stmk BauG beinhaltet den Schutz vor gefährlichen Immissionen. Laut Absatz 3 müssen Bauwerke bei Bedrohung durch gefährliche Emissionen aus dem Untergrund entsprechend geplant und ausgeführt werden.

- §65 Stmk BauG umfasst die Bestimmungen für Belichtung und Beleuchtung. So müssen alle Räume ihrem Verwendungszweck entsprechend beleuchtet sein. Besonders Aufenthaltsräume müssen über ausreichende natürliche Belichtung verfügen.
- §66 Stmk BauG besagt, dass Räume entsprechend ihrem Verwendungszweck lüftbar und beheizbar sein müssen und die ordnungsgemäße Ableitung von Abgasen von Feuerstätten nicht beeinträchtigt werden darf.
- §67 Stmk BauG regelt Niveau und Höhe von Räumen. Laut Absatz 1 muss das Fußbodenniveau gegenüber dem Gelände so geplant und ausgeführt sein, dass Gesundheit und Wohlbefinden der Benutzer nicht beeinträchtigt werden. Auf vorhersehbare oberflächige Wasserabflüsse wie Hangwasser und Hochwasserereignisse muss Bedacht genommen werden.
- §77 Stmk BauG stellt allgemeine Anforderungen an den Schallschutz. Zuzufolge Absatz 1 müssen Bauwerke so geplant und ausgeführt sein, dass bei bestimmungsgemäßer Verwendung auftretender Schall und Erschütterungen nicht unzumutbar belästigend oder gesundheitsgefährdend sind.
- §79 Stmk BauG besagt, dass haustechnische Anlagen, technische Einrichtungen und ortsfeste Maschinen auch die Bestimmung aus §77 Stmk BauG erfüllen müssen.
- §80 Stmk BauG beinhaltet allgemeine Anforderungen an Energieeinsparung und Wärmeschutz. So müssen nach Absatz 1 alle Teile des Bauwerks so geplant und ausgeführt sein, dass die bei der Verwendung benötigte Energiemenge nach dem Stand der Technik begrenzt wird.
- §83 Stmk BauG beschreibt die Anforderungen an Schutzräume. Nach Absatz 1 müssen diese einen (Grund-)Schutz vor Rückstandsstrahlungen, herkömmliche Sprengkörper, chemischen Kampfstoffen, biologischen Kampfmitteln und Bränden kürzerer Dauer bieten. Absatz 2 regelt die baulichen Mindestanforderungen. Weiters dürfen Schutzräume nach Absatz 3 auch für andere Zwecke verwendet werden, sofern dadurch die Verwendung als Schutzräume im Bedarfsfall nicht ausgeschlossen wird.

8 Konstruktionsgrundlagen für Keller

8.1 Konstruktionsarten

Je nach Anforderungen sind verschiedene konstruktive Lösungen hinsichtlich der Gegebenheiten des Baugrundes und der äußeren Einflüsse nötig. Da der Keller jedoch die unterste Ebene eines Hochbaus darstellt, ist es unerlässlich, dass die raumabschließenden Elemente als Massivbau ausgeführt werden. Dabei übernehmen die Decken und Wände neben dem Bauwerksabschluss auch tragende Funktionen.

Je nach Lage der Wände in einem Bauwerk müssen diese verschiedene Aufgaben erfüllen. Im Bereich des Kellers ist das hauptsächlich die Lastabtragung der vertikalen und horizontalen Kräfte, weshalb die Primärkonstruktion in Massivbauweise ausgeführt wird. Im Punkt 8.1.1 sind die geeigneten Materialien für diese Bauweise angeführt und im Punkt 8.2 wird dargestellt wie diese gegen die Wasserbeanspruchung im Boden abgedichtet werden können.

Die Möglichkeiten der Kombinationen und Detaillösungen sollten an die Anforderungen angepasst sein, um eine optimale Qualität und damit Langlebigkeit zu gewährleisten. Da Sanierungen im Bereich der erdberührten Bauteile immer aufwändig und kostspielig sind, sollte man im Vorfeld schon genau wissen, welche Eigenschaften die geplante Konstruktion haben muss um den äußeren Einwirkungen, seien es die Boden- oder auftretenden Wasserarten, Stand zu halten.

Die Herstellung der Fundamente und der Bodenplatte erfolgt nach wie vor in monolithischer Bauweise. Sie werden demnach auf der Baustelle in Ortbeton hergestellt und sind, anders als bei den Kellerwänden, noch nicht durch die Fertigteil- oder Elementbauweise ersetzbar.

8.1.1 Geeignete Materialien für Kellerwände

Für die Ausführung der erdberührten Wände bieten sich Materialien an, welche die auf sie wirkenden Lasten aufnehmen können und auch den anderen Anforderungen (wie z.B. Brandschutz) gerecht werden. Um auch den optischen Qualitätsansprüchen, aber auch dem Feuchteschutz gerecht zu werden, werden die Wände je nach verwendetem Primärmaterial noch meist verputzt oder mit Platten verkleidet.

Folgende Materialien und Bauweisen sind für die Herstellung von Kellerwänden geeignet:

- Bewehrter oder unbewehrter Ortbeton
- Wände aus Fertigteilen
- Hohlwände aus Stahlbeton (Elementwand / Dreifachwand)
- Wände aus Schalungssteinen mit Ortbeton
- Wände aus Mauersteinen

8.1.1.1 Ortbeton

Der Einsatz von Ortbeton ist nach wie vor eine sehr wirtschaftliche und beliebte Variante um Kellerwände herzustellen. Vor allem bei mehrgeschößigen Wohnbauten kommt diese Bauweise häufig zum Einsatz, da gerade bei Regelgeschößen der Schalungsaufwand nicht sonderlich ins Gewicht fällt.

Entscheidend für die Qualität der Ausführung sind dabei die verwendete Betongüte und die Festigkeit des Baustoffs. Die Güte ist vom Planer vorzugeben und auf die im Baugrund auftretenden Einflüsse abzustimmen.⁷³ Durch die Wahl der Betongüte kann auch die abdichtende Funktion des Bauteils beeinflusst werden. So können z.B. Wände aus Dichtbeton sowohl die tragende als auch die abdichtende Funktion in einer Schichte erfüllen.

Im Vergleich zu Fertigteilkellern und Kellern aus Elementen (Dreifachwänden) fallen nur für die verwendeten Schalungssysteme Umsetzarbeiten an und das Betonieren kann auf herkömmliche Art erfolgen.

8.1.1.2 Fertigteile

Raumhohe Wände aus Fertigteilen haben in den letzten Jahren vor allem im Kellerbau immer mehr an Stellenwert gewonnen. „Die Elemente werden dabei vorgefertigt an auf die Baustelle geliefert, mit Zargen versetzt und mit den aufgesetzten Deckenelementen in einem Zug vergossen“⁷⁴

Trotz der großen Vorteile der Verkürzung der Bauzeit bringen Fertigteile jedoch auch Nachteile mit sich. Die großformatigen Elemente sind z.B. an die maximalen Transportabmessungen gebunden und durch ihr hohes Gewicht auch nur kranabhängig versetzbar.

⁷³ Vgl.: KOLBITSCH, A.; STALF-LENHARDT, M.: Kellerbauen+: Sorgfältig geplant - richtig ausgeführt; Seite 24.

⁷⁴ KOLBITSCH, A.; STALF-LENHARDT, M.: Kellerbauen+: Sorgfältig geplant - richtig ausgeführt. a.a.O.;Seite 25.

Auch die Abdichtung der Stoßfugen stellt in der Praxis ein Problem dar. Ist man mit drückendem Wasser in der Baugrube konfrontiert, so gilt es, der Herstellung von dichten Fugen ein besonderes Augenmerk zu schenken (siehe Punkt 8.4.1 und Punkt 10.4.4).

8.1.1.3 Elementbauweise

Eine Alternative zur reinen Ortbeton- und Fertigteilbauweise bildet die Wandherstellung mittels Elementbauweise. Dabei kommen zweischalige Wandelemente, die mittels Gitterträger (Bewehrungsstahl) verbunden sind und teils fertig angeliefert werden, zum Einsatz und ersetzen die Schalung. Die beiden aus Stahlbeton gefertigten Schalen fungieren also als „verlorene Schalung“ und werden auf der Baustelle verfüllt. Die vorgefertigten Elemente sind dadurch wesentlich leichter und können einfacher transportiert und versetzt werden.⁷⁵

Die Wandschalen können dabei auch aus Faser-, oder Leichtbeton bestehen und unter besonders sorgfältiger Planung und Bauausführung sogar „Weiße Wannen“ damit hergestellt werden.⁷⁶



Abbildung 9: Elementbauteile⁷⁷

8.1.1.4 Schalsteine

Schalsteine werden häufig dann verwendet, wenn der Aufwand des Schalens wegfallen soll. Diese Steine besitzen meist zwei große Kammern, die mit Ortbeton verfüllt werden, und mittels Steckeseisen wird mit der Kellersohle ein Kraftverbund hergestellt. Diese Schalsteine können auch aus Leichtbeton bestehen, oder mit einer integrierten Wärmedämmung versehen sein.⁷⁸

⁷⁵ Vgl. HESTERMANN, U.; RONGEN, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 1; Seite 182.

⁷⁶ KOLBITSCH, A.; STALF-LENHARDT, M.: Kellerbauen+: Sorgfältig geplant - richtig ausgeführt; Seite 25.

⁷⁷ <http://www.zuber-beton.de/produkte/hohlwaende/>. Datum des Zugriffs: 04.12.2012.

⁷⁸ KOLBITSCH, A.; STALF-LENHARDT, M.: Kellerbauen+: Sorgfältig geplant - richtig ausgeführt; Seite 26.

Abbildung 10: Schalstein⁷⁹

8.1.1.5 Mauersteine

„Gemauerte Kellerwände erfüllen alle Anforderungen an hochwertig genutzte Untergeschoße.“⁸⁰ Für gemauerte Wände stehen genormte klein-, mittel- und großformatige Mauersteine in vielen verschiedenen Ausführungen zur Verfügung.⁸¹ Die angebotenen Baustoffe erfüllen auch die nötigen Anforderungen an den Feuchte- und Wärmeschutz.

Abbildung 11: Mauersteine⁸²

⁷⁹ <http://www.arthofer-bau.at/de/betonsteine/betonprodukte/schalungssteine>. Datum des Zugriffs: 04.12.2012.

⁸⁰ Deutsche Gesellschaft für Mauerwerksbau e.V.: Der Keller aus Mauerwerk; Seite 2.

⁸¹ Vgl. CZIESIELSKI, E.: Lufsky Bauwerksabdichtung; Seite 127.

⁸² <http://www.poroton.org/index.php?section=news&cmd=details&newsid=64>. Datum des Zugriffs: 15.12.2012.

8.1.2 Geeignete Baustoffe für die Kellerdämmung

Werden an die Nutzung des Kellers Anforderungen wie zum Beispiel die Nutzung als Aufenthaltsraum gestellt, so gilt es, auch die Dämmung an diese anzupassen. Man unterscheidet bei der Art der Kellerdämmung zwischen Außen-, Innen- und Kerndämmung. In den meisten Fällen werden die tragenden Kellerwände mit einer Außendämmung versehen, da dieser Aufbau einfach herzustellen ist, geometrische Wärmebrücken vermieden werden⁸³, die speicheraktive Masse der Kellerwand weiterhin aktiv wirken kann und gleichzeitig die vorhandenen Abdichtungsbahnen vor mechanischen Einwirkungen geschützt werden.

Um den Einwirkungen des Erddrucks und der Pressung der Kellersohle standhalten zu können, bestehen „Perimeterdämmungen“ aus druckbeständigen Materialien, welche plattenförmig auf die Primärkonstruktion aufgebracht werden. Weiters müssen sie neben den Anforderungen an die Dämmeigenschaften gegen Verformung und aggressive Stoffe im Boden beständig sein, ein geringes Wasseraufnahmevermögen vorweisen und gegen Frost und Tau beständig sein.

Folgende Baustoffe sind nach Kolbitsch für die Wärmedämmung im Kellerbau einsetzbar:⁸⁴

- extrudierte Polystyrol-Hartschaumplatten (Produktart XPS)
- expandierte Polystyrol-Hartschaumplatten (Produktart EPS)
- Schaumglas
- Blähglas
- Blähton

⁸³ Vgl. PECH A.; KOLBITSCH A.: Keller; Seite 41.

⁸⁴ Vgl. KOLBITSCH, A.; STALF-LENHARDT, M.: Kellerbauen+: Sorgfältig geplant - richtig ausgeführt; Seite 25.

Neben ihrer Druckfestigkeit zeichnen sich EPS oder XPS Platten auch dadurch aus, dass sie frost- und taubeständig sind und auch kaum kapillare Eigenschaften besitzen.⁸⁵ Das heißt, sie nehmen fast keine Feuchtigkeit auf.



Abbildung 12: XPS Perimeterdämmplatten⁸⁶



Abbildung 13: Perimeterdämmung mit XPS Dämmplatten⁸⁷

⁸⁵ Vgl. HESTERMANN, U.; RONGEN, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 1; Seite 121.

⁸⁶ <http://www.heim-baustoffe.de/Keller/Waermedaemmung/Perimeterdaemmung-XPS>. Datum des Zugriffs: 03.02.2013.

⁸⁷ <http://www.heim-baustoffe.de/Keller/Waermedaemmung/Perimeterdaemmung-XPS>. Datum des Zugriffs: 03.02.2013.

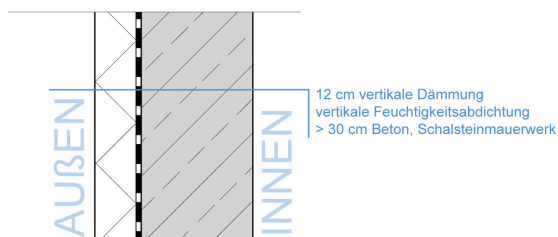
8.1.2.1 Wandaufbauten mit Außendämmung

Außendämmungen sind nicht nur einfach herzustellen, sie bieten, wie bereits erwähnt, auch einige andere Vorteile gegenüber innengedämmter Konstruktionen. Wird ein Keller nicht aus Beton mit einem hohen Wassereindringwiderstand hergestellt, so ist es nötig, eine außenliegende Dichtungsebene anzubringen. Diese besteht je nach auftretendem Lastfall aus einer spachtelartigen Masse oder aus ein- bis mehrlagigen Dichtungsbahnen. Die Außendämmung mit oben genannten druckfesten Materialien bietet dieser Abdichtungsebene Schutz vor äußeren Einwirkungen wie z.B. dem Erddruck oder der mechanischen Belastung beim Hinterfüllen und Verdichten der Baugrube.

Verschiedene Arten der Wandaufbauten mit Außendämmung sind in der nachstehenden Grafik angeführt:

Mögliche Aufbauten erdberührter Wände mit Außendämmung

Konstruktionen mit vertikaler Abdichtung



Konstruktionen mit WU-Beton

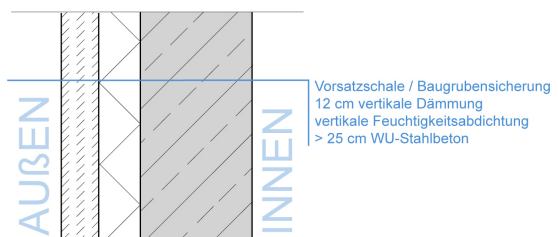
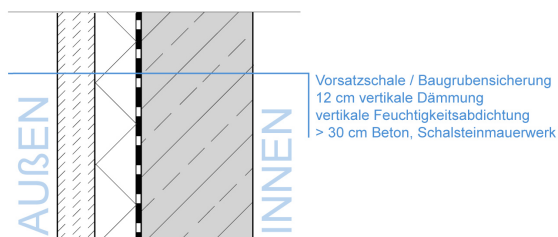
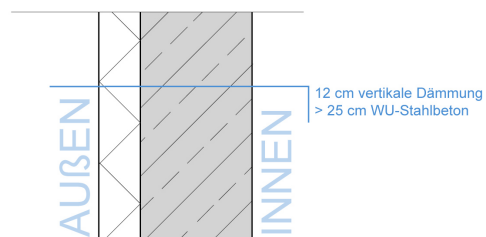


Abbildung 14: Wandaufbauten mit Außendämmungen (In Anlehnung an Kolbitsch⁸⁸)

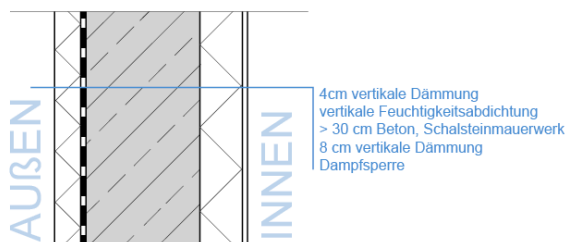
⁸⁸ Vgl. KOLBITSCH, A.; STALF-LENHARDT, M.: Kellerbauen+: Sorgfältig geplant - richtig ausgeführt; Seite 24.

8.1.2.2 Wandaufbauten mit Innendämmung

Innendämmungen kommen in der Regel seltener vor, da diese Lage der Dämmung einen bauphysikalischen Nachteil mit sich bringt. Demnach verschiebt sich die Kondensationsebene hinter die Dämmstoffebene und Feuchteschäden durch Kondensation zwischen Massivkonstruktion und Wärmedämmung können bei entsprechend hoher Dampfdiffusion die Folge sein. Bei solchen Ausführungen sind deshalb Dampfsperren unerlässlich.

Mögliche Aufbauten erdberührter Wände mit Innendämmung

Konstruktion mit vertikaler Abdichtung



Konstruktion mit WU-Beton

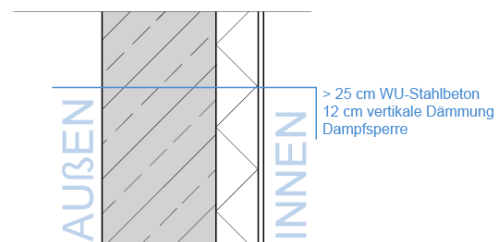


Abbildung 15: Wandaufbauten mit Innendämmung ⁸⁹

8.1.2.3 Fußbodenaufbauten

Bei Fußbodenaufbauten wird die Dämmung in der Regel auf die Innenseite des Kellers, also oberhalb der Bodenplatte, angebracht. Die Lage der Abdichtungen kann dabei aber variieren, d.h. die Kellersohle kann auch bereits an ihrer Unterseite abgedichtet sein, wobei die Abdichtung (z.B. Bitumenbahnen) dementsprechend vor mechanischen Einwirkungen geschützt werden muss.

Da in beheizten Innenräumen die relative Luftfeuchtigkeit höher ist als in unbeheizten, ist jede Konstruktion so zu bemessen, dass an der raumseitigen Bauteiloberfläche keine schädliche Kondensation entstehen kann.

Die nachstehenden Abbildungen zeigen klassische Fußbodenaufbauten, ohne dabei speziell auf Lastfälle und die Wärmedurchgangskoeffizienten der einzelnen Baustoffe einzugehen.

⁸⁹ KOLBITSCH, A.; STALF-LENHARDT, M.: Kellerbauen+: Sorgfältig geplant - richtig ausgeführt; Seite 35.

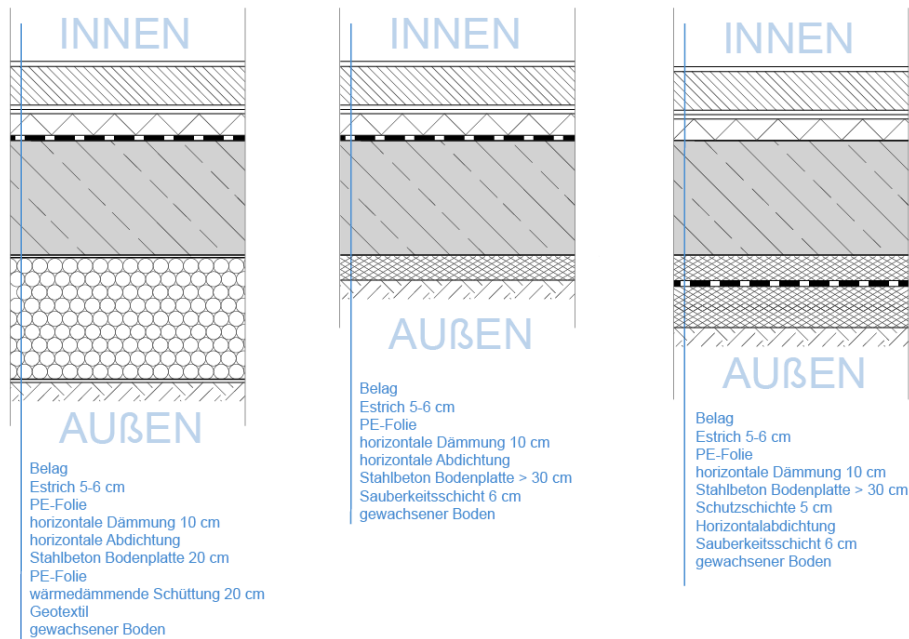


Abbildung 16: erdberührte Kellerböden mit horizontaler Abdichtung⁹⁰

Im Gegensatz zu den Ausführungen mit normalem Beton benötigen Fußbodenaufbauten mit einer Bodenplatte aus wasserundurchlässigem Beton keine zusätzliche Abdichtung mehr.

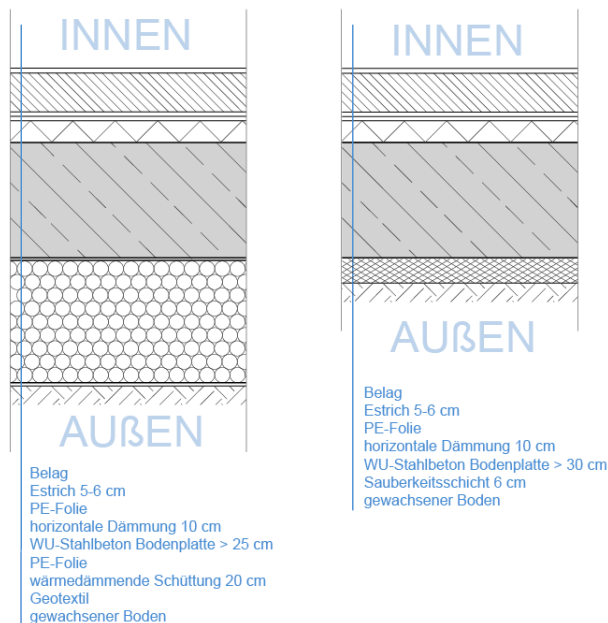


Abbildung 17: erdberührte Kellerböden mit Dichtbeton⁹¹

⁹⁰ KOLBITSCH, A.: Kellerbauen+, Beton-Marketing Österreich, Ausgabe 12.2010, S. 36

⁹¹ KOLBITSCH, A.; STALF-LENHARDT, M.: Kellerbauen+: Sorgfältig geplant - richtig ausgeführt; Seite 36.

8.2 Abdichtungsarten

8.2.1 Allgemein

Prinzipiell gilt es zu sagen, dass es bei der Auswahl der Abdichtungsart keine alleingültige richtige Entscheidung gibt. Jedes Gebäude und somit auch jeder Keller stellt für sich ein Unikat dar, das auf einem speziellen Bauplatz errichtet wird und an das spezielle Anforderungen gestellt werden. Dazu kommt, dass die Planung und Herstellung der Abdichtung fachgerecht ausgeführt sein muss, da gerade bei diesen Aufgaben die meisten Fehler passieren.

Das Hauptaugenmerk bei der Auswahl der Bauwerksabdichtung liegt also auf den Anforderungen an diese gegen die unterschiedlichen auftretenden Arten von Wasser und der späteren Nutzung des Kellers. Dabei gilt es zwischen verschiedenen Arten des Feuchteschutzes zu unterscheiden. Während horizontale Abdichtungen dafür sorgen, dass unter anderem aufsteigende Erdfeuchte nicht in das Bauwerk eindringt, hindern vertikale Dichtungslagen das stauende-, sickernde- oder Grundwasser daran, die erdberührten Wände und somit das Bauwerk zu durchfeuchten.⁹²

Dabei gibt es je nach Beanspruchungen und Art der Konstruktion verschiedene Arten der Abdichtung, die wiederum in ihrer Materialität variieren.

Grundsätzlich unterscheidet man bezüglich der Materialität zwischen zwei verschiedenen Abdichtungsgruppen:

- Bahnen- und hautförmige Abdichtungen
- Starre Abdichtungen

Dabei sind die unter Punkt 8.3 beschriebenen Materialien und deren Eigenschaften ausschlaggebend für die Art der Abdichtung.

Die bahnen- und hautförmigen Abdichtungsarbeiten sind in Österreich im Wesentlichen in der ÖNORM B 2209⁹³ und der ÖNORM B 7209⁹⁴ geregelt. In Deutschland stellt die DIN 18195⁹⁵ das Pendant zu diesen Normen dar.

⁹² RICCABONA, C.; MEZERA, K.: Baukonstruktionslehre 1.; Seite 114.

⁹³ ÖNORM B 2209 besteht aus: Teil 1 - Bauwerke und Teil 2 - Genutzte Dächer - Werkvertragsnormen, wobei für dieser Arbeit nahezu ausschließlich Teil 1 relevant ist. Die Rechte und Pflichten zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer für die Ausführung von Abdichtungsarbeiten an Gebäuden. Sie enthält dafür auch die Vertragsbestimmungen und gibt Ratschläge für die Ausschreibung.

⁹⁴ ÖNORM B 7209 - Abdichtungsarbeiten für Bauwerke - Verfahrensnorm. Sie enthält insbesondere Hinweise für die Ausschreibung und die Erstellung von Angeboten und den dafür erforderlichen Aufbau der Leistungsbeschreibungen.

⁹⁵ DIN 18195 - Bauwerksabdichtungen: Besteht aus 10 Teilen welche alle eigene Bereiche behandeln

8.2.2 Abdichtungen nach ÖNORM B 2209

Die ÖNORM B 2209 - Teil 1 unterteilt die verschiedenen Abdichtungen nicht nach ihrer Materialität, sondern nach dem zu erwartenden Wasservorkommen.

Die für diese Arbeit drei wichtigsten Punkte mit ihren Unterpunkten sind dabei folgende:⁹⁶

- 5.3.3 Abdichtungen gegen Bodenfeuchtigkeit
- 5.3.4 Abdichtungen gegen nicht drückendes Wasser
- 5.3.5 Abdichtungen gegen von außen drückendes Wasser

Hier muss gesagt werden, dass die Regelwerke zwar auf eine Vielzahl von hautartigen Abdichtungen eingehen, jedoch die „Braune Wanne“ und „Weiße Wanne“ nicht berücksichtigt werden.

Diese sind in Österreich in den Werken der Österreichischen Bautechnik Vereinigung (ÖBV, vormals: ÖVBB, „Österreichische Vereinigung für Beton - und Bautechnik“)⁹⁷ und in Deutschland vom „Deutschen Ausschuss für Stahlbeton“ (DAfStb)⁹⁸ gesondert berücksichtigt.

Auf diese speziellen Arten der Abdichtung gegen drückendes Wasser wird in dem Kapitel 10 (Abdichtungen gegen drückendes Wasser) noch genauer eingegangen.

8.2.3 Bahnen- und hautförmige Abdichtungen

Hautförmige Abdichtungen bestehen zu meist aus Dichtbahnen oder anderer „Verkleidungen“, die lange Zeit ausschließlich aus bituminösen Stoffen hergestellt wurden. Die Tatsache, dass diese Stoffe eine schwarze Färbung besitzen, verlieh der Abdichtung mittels Bitumen den Namen „Schwarze Wanne“. Heute gibt es zwar schon eine Vielzahl von alternativen Produkten, jedoch der Name Schwarze Wanne ist nach wie vor bezeichnend für diese Art der Bauwerksabdichtung.

Dabei wird die Primärkonstruktion mit einer oder mehreren Schichten abdichtenden Materials verkleidet, welche die wasserabweisende Schicht bilden. Die Bahnen werden überlappend ein- oder mehrschichtig auf die Primärkonstruktion aufgebracht und dichten diese vollflächig ab.

Diese hautähnlichen Schichten können entweder selbst abdichtend sein, oder im Zusammenwirken mit Wasser und Anpressdruck ihre gewünschten Eigenschaften entfalten. Letzteres Prinzip kommt beim Abdichten

⁹⁶ ÖNORM B 2209-1: Abdichtungsarbeiten - Werkvertragsnorm, Teil 1: Bauwerke; Seite 6ff.

⁹⁷ Österreichische Bautechnik Vereinigung (ÖBV) - Richtlinie: Wasserundurchlässige Betonbauwerke - Weiße Wannen

Österreichische Bautechnik Vereinigung (ÖBV) - Richtlinie: Bentonitgeschützte Betonbauwerke - Braune Wannen

⁹⁸ Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb): Richtlinie Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton (WU-Richtlinie)

mittels Bentonit zum Tragen. Diese sogenannten „Braunen Wannen“ bilden hier eine eigene Technik. Das hochquellfähige Material Bentonit wird in Trägerbahnen eingebracht und als erdberührte Schicht eingesetzt.⁹⁹

Durch das Aufquellen mittels Feuchtigkeit und den erzeugten Anpressdruck wird das Porennetz des Stoffes so verändert, dass kein weiteres Wasser durch die Abdichtung transportiert wird und der Feuchtetransport dadurch stoppt.

8.2.4 Starre Abdichtungen

Anders als bahnen- und hautförmige Abdichtungen, werden starre Abdichtungen aus mineralischen Stoffen hergestellt, wobei diese entweder an der erdberührten Bauteilseite aufgebracht werden oder die Primärstruktur schon selbst die wassersperrende Schicht bildet. Das heißt, die Tragkonstruktion kann neben der Lastabtragung auch noch die Funktion der Abdichtung übernehmen.¹⁰⁰ Diese Art der Abdichtung wird „Weiße Wanne“ genannt und kommt von allen starren Abdichtungen am häufigsten zum Einsatz.

⁹⁹ Vgl. LOHMEYER, G.; EBELING, K.: Weiße Wannen einfach und sicher - Konstruktion und Ausführung wasserundurchlässiger Bauwerke aus Beton; Seite 27.

¹⁰⁰ http://deposit.ddb.de/ep/netpub/87/42/27/975274287/_data_dyna/_snap_stand_2005_03_31/dimagb.de/info/bautec/swbrwa01.html, Datum des Zugriffs: 15.02.2013.

8.3 Geeignete Baustoffe für die Abdichtung

8.3.1 Baustoffe für hautförmige Abdichtungen

Abdichtungsstoffe für Kellerbauwerke müssen eine Vielzahl von Eigenschaften besitzen, um den äußeren Einwirkungen, welche auf sie wirken, standzuhalten und beständig ihrer Aufgabe des Abdichtens nachzukommen. Dabei gilt es nicht nur das Bauwerk vor dem anfallenden Wasser zu schützen, sondern auch andere Anforderungen wie die Langlebigkeit, die Verarbeitbarkeit und thermische Beständigkeit sind in der Auswahl der Stoffe zu berücksichtigen.

Die allgemeinen Anforderungen an Abdichtungsmaterialien sind:¹⁰¹

- Wasserdichtheit muss flächig hergestellt werden können
- Wasserunlöslichkeit
- Beständigkeit gegen mechanische, biologische und chemische Angriffe
- UV-Beständigkeit
- Elastizität und Anschließbarkeit
- Thermische Beständigkeit
- Langlebigkeit

Diesen Anforderungen werden die einzelnen Abdichtungssysteme je nach Anwendung verschieden gut gerecht. Dabei gilt es je nach Norm und gegebenen Randbedingungen wie mechanischer Beanspruchung, vorherrschenden hydrostatischen Verhältnissen, Verarbeitbarkeit des Baustoffs etc. das richtige System für das jeweilige Bauvorhaben zu finden.

Die gängigsten Stoffe für Hautabdichtungen sind dabei folgende Stoffe:

- Bitumenbahnen und Bitumenbeschichtungen
- Kunststoffbahnen und Kunststoffbeschichtungen
- Dichtungsschlämmen
- Kombinationen der vorher angeführten Stoffe

¹⁰¹ RICCABONA, C.; MEZERA, K.: Baukonstruktionslehre 1.; Seiten 103ff.

8.3.1.1 Bitumen

Bitumen wird aus den destillierbaren Anteilen des Erdöls gewonnen und ist ein Gemisch aus verschiedenen organischen Stoffen. Es ist also bereits im Erdöl vorhanden und gilt daher als Naturprodukt¹⁰². Sein elastoviskoses Materialverhalten ändert sich mit der Temperatur, wobei sich sein Zustand von nahezu fest und elastisch bis hochviskos ändern kann. Das heißt, bei kühleren Temperaturen verändert es seine Form und kehrt danach wieder in seine Ausgangsform zurück, wohingegen es bei hohen Temperaturen nahezu flüssig ist.

Bei hohen Temperaturen und stetiger Einwirkung ergeben Auflasten aber bleibende Verformungen, bis Temperaturen erreicht werden, wo das flüssige Bitumen keine Festigkeit mehr aufweist.

Seine hervorragenden abdichtenden Eigenschaften erhält Bitumen durch die dichte Verschachtelung seiner Moleküle. Dieses dichte Gefüge macht es für andere Moleküle wie z.B. Wasser fast aussichtslos, sich hindurch zu bewegen.¹⁰³

Die Anwendungsmöglichkeiten von Bitumen sind durch seine besonderen Eigenschaften sehr vielfältig. Es kann zu Abdichtungszwecken als Anstrich, Spachtelmasse, oder bahnenförmig auf Trägermaterialien verwendet werden. Je nachdem kommt es so in mehreren Anwendungen gleichzeitig zum Einsatz. Dabei kann der Voranstrich zur Haftung der eigentlichen Abdichtung beitragen, welche auf Trägerbahnen darauf angebracht wird.

Einige typische Formen der Anwendung von Bitumen zu Abdichtungszwecken sind dabei:¹⁰⁴

- **Bitumendickbeschichtungen (Bitumenemulsionen):**
 Bitumen wird mit Wasser emulgiert und dadurch verarbeitungsfähig. Kunststoffmodifizierte Bitumendickbeschichtungen¹⁰⁵ (KMB) können als fertige Massen direkt verarbeitet werden und werden lösemittelhaltig und lösemittelfrei ein- und mehrkomponentig angeboten. Diese Emulsionen sind elastisch und verfestigen sich nach dem Verflüchtigen des Wassers. Übrig bleibt ein elastischer und rissüberbrückender Bitumenfilm, der die wasserdichte Beschichtung des Bauteils darstellt. Sie eignen sich unter anderem zum Abdichten von Bodenflächen und Wänden bei vorhandener Bodenfeuchtigkeit.¹⁰⁶ Das macht es auch möglich diese Emulsionen auf feuchtem Untergrund aufzubringen. Es ist rissüberbrückend, muss jedoch häufig durch Schutzschichten vor

¹⁰²http://www.bp.com/liveassets/bp_internet/bitumen/bp_bitumen_switzerland/STAGING/local_assets/downloads_pdfs/w/was_ist_bitumen_presentation.pdf. Datum des Zugriffs: 01.02.2013

¹⁰³ Vgl. MAYDL, P.: Baustofflehre VA 2010/11; Seiten 94 ff.

¹⁰⁴ Vgl. RICCABONA, C.; MEZERA, K.: Baukonstruktionslehre 1.; Seiten 105ff.

¹⁰⁵ Seit der Neuerscheinung der DIN 18195 werden Bitumenemulsionen unter den kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtungen geführt.

¹⁰⁶ Vgl. CZIESIELSKI, E.: Lufsky Bauwerksabdichtung; Seite 31.

Scherspannungen geschützt werden. Emulsionen sind auch soweit dampf- und wasserdicht, dass eine zusätzliche Abdichtung mittels Sperrputzen nicht notwendig ist.

Emulsionen können auch als Voranstrich für das weitere Aufbringen von Abdichtungsschichten eingesetzt werden.

- **Heißbitumen:**

Reines Bitumen, dessen Verarbeitung aufgrund seiner viskosen Eigenschaften je nach Zusammensetzung zwischen 180 bis 210°C stattfindet. Es wird hauptsächlich zum Verkleben von Dachbahnen eingesetzt. Bitumen kann auch auf Trägerbahnen (z.B. Glasvlies) beidseitig aufgebracht sein und mittels „Schweißen“ flüssig gemacht werden. Dadurch lassen sich mehrere Bahnen untereinander verkleben.

- **Asphaltmastix:**

Durch starkes Beimengen (Bitumenanteil nur noch ca. 13% bis 22%) diverser Zuschlagsstoffe (z.B. Quarzmehl) ist eine Asphaltmastix beständiger, zäher und kann dicker aufgebracht werden als andere Bitumenbeschichtungen. Die Stabilisierung erfolgt im Gegensatz zu den bahnenförmigen Abdichtungen durch die mineralischen Zuschlagsstoffe. Dabei bleiben die günstigen Eigenschaften des Bitumens trotz des geringen Anteils an der Masse trotzdem erhalten.¹⁰⁷

- **Lösungsmittelbitumen:**

Entspricht dem Prinzip der Bitumenemulsionen, nur werden statt Wasser flüchtige Lösungsmittel verwendet, die nach dem Auftragen verdunsten. Diese Art von Anstrich ist nur für trockene Untergründe geeignet.

- **Kaltklebebahnen:**

Kaltklebebahnen (KSK) bestehen aus Kautschuk, sind selbstklebend und eignen sich nach DIN 18195 zur Abdichtung gegen Bodenfeuchtigkeit und nicht stauendes Sickerwasser. Vor dem Aufbringen ist der Haftgrund mit einem kaltflüssigen Voranstrich vorzubereiten.¹⁰⁸

- **Bitumen Dichtungsbahnen:**

Um flächige Abdichtungen mit Bitumen herzustellen, wird es auf verschiedene Arten von Trägerbahnen aufgebracht. Diese können z.B. Glasvliesbahnen (GV), Glasgewebbahnen (GB), Kunststoffvliese (PV) oder auch Metallfolien (Al, Cu) sein. Dabei verleiht der Trägerstoff dem Werkstoff z.B. die nötige Zugfestigkeit. Je nach Anforderungen an die Abdichtung können so im Verbund verschiedene Eigenschaften, wie zum Beispiel Beständigkeit gegen Wurzeln oder Dampfdurchlässigkeit erzielt werden. Die Trägerlagen werden da-

¹⁰⁷ Vgl. FRÖSSEL, F.: Lexikon der Bauwerksabdichtung und Kellersanierung; Seite 29.

¹⁰⁸ <http://www.hausundheim.net/hausbau-kellerabdichtung-bitumenbahnen.php>. Datum des Zugriffs: 15.02.2013

bei in Bitumen getränkt und danach beschichtet.¹⁰⁹ Um die einzelnen Bahnen vor dem Zusammenkleben, Verwitterung und UV-Strahlen zu schützen, eignen sich zusätzlich noch sogenannte Trennmaterialien. Dabei werden die Bahnen je nach Anforderung ein- oder zweiseitig beschichtet.

Um die Dichtheit auf Dauer zu gewährleisten, sind die Bahnen je nach Anforderung ein- oder mehrlagig einzusetzen und miteinander vollflächig zu verkleben. Dies muss hohlraumfrei mit dem Untergrund passieren und zusätzlich ist Scherkräften und punktueller mechanischer Belastung mittels Schutzschichten entgegenzuwirken.¹¹⁰



Abbildung 18: Bitumenanstrich im Perimeterbereich¹¹¹

¹⁰⁹ Vgl. FRÖSSEL, F.: Lexikon der Bauwerksabdichtung und Kellersanierung; Seite 64.

¹¹⁰ Vgl. CZIESIELSKI, E.: Lufsky Bauwerksabdichtung; Seite 34.

¹¹¹ <http://www.pool-selber-bauen.de/pool-erde-anfuellen.htm>. Datum des Zugriffs: 03.02.2013

8.3.1.2 Kunststoffe

Kunststoffe sind künstliche Molekülverbindungen, die aus organischen Verbindungen (*Erdöl*) hergestellt werden. Dabei unterscheidet man zwischen drei Gruppen:¹¹²

- **Thermoplaste** (PS, PVC, PE, PA, PP):
Je mehr man sie erwärmt, desto weicher und formbarer werden sie und schmelzen bei großer Hitze. Bei Einwirken von niedrigen Temperaturen verspröden Thermoplaste.
- **Duroplaste** (Epoxidharze, Polyurethane, Polyester):
Im Unterschied zu den Thermoplasten schmelzen Duroplaste nicht, sondern zersetzen sich bei hohen Temperaturen. Sie sind hart, nicht lösbar und können nicht geschweißt werden.
- **Elastomere** (Neoprene, Butyl-Kautschuk, Silikon Kautschuk):
Sind formfeste Kunststoffe und weisen ein sehr elastisches Verhalten auf. Sie lassen sich durch Druck- oder Zugbeanspruchung leicht verformen und wechseln danach in ihre Ursprungsform zurück (z.B. Gummiband).

Durch die Wahl des Herstellungsverfahrens und des Ausgangsmaterials können Kunststoffe heute nahezu alle beliebigen Materialeigenschaften abdecken, was viele Vorteile gegenüber den anorganischen Werkstoffen mit sich bringt. Sie sind leichter, elektrisch nicht leitfähig und beständig gegen chemische Einwirkungen. Weiters lassen sich ihre Härte, Elastizität und Verarbeitbarkeit individuell beeinflussen.¹¹³

Kunststoffabdichtungen sind Dichtungsbahnen auf der Basis von Kunststoff, die in ihrer Breite und Stärke variieren und je nach Anforderung und geforderten Eigenschaften zum Einsatz kommen. In den Stößen werden sie verschweißt und durch zusätzliche Hilfsstoffe ihre Eigenschaften verbessert. Es ist dabei darauf zu achten, ob die gewählten Materialien mit Bitumen verträglich sind oder nicht, da laut Normung nur Bitumen zum Verkleben mit dem Untergrund oder mit Bitumenbahnen verwendet werden darf.¹¹⁴

¹¹² <http://www.maschinenbau-wissen.de/skript/werkstofftechnik/kunststoffe/84-einteilung-kunststoffe>. Datum des Zugriffs: 06.12.2012

¹¹³ Vgl. RICCABONA, C.; MEZERA, K.: Baukonstruktionslehre 1: Rohbauarbeiten; Seiten 109 ff.

¹¹⁴ Vgl. CZIESIELSKI, E.: Lufsky Bauwerksabdichtung; Seite 35.

8.3.2 Baustoffe für starre Abdichtungen

Wie bereits beschrieben, bestehen starre Abdichtungen anders als bahnen- und hautförmige Abdichtungen aus mineralischen Stoffen. Diese werden an der erdberührten Bauteilseite aufgebracht oder die Primärstruktur bildet selbst schon die wassersperrende Schicht bildet.

Starre Abdichtungen sind nach Lohmeyer¹¹⁵ jene aus folgenden Baustoffen:

- Putze oder Estriche aus Zementmörtel
- Schichten aus Spritzmörtel oder Spritzbeton
- Abdichtungssysteme mit Dichtungsschlämmen
- Bauteile aus Faserbeton
- Bauteile aus Beton mit hohem Wassereindringwiderstand

8.3.2.1 Sperrputze und Estriche

Abdichtungen mit wasserabweisenden Putzen werden vor allem im Sockelbereich zum Schutz vor Spritzwasser eingesetzt, können aber auch als Schutz der erdberührten Bauteile bei drückendem oder nicht drückendem Wasser verwendet werden. Durch seine höhere Dichte eignet er sich wesentlich besser zum Feuchteschutz als herkömmlicher Putz, da er deutlich schlechtere Kapillareigenschaften aufweist und dadurch weniger Wasser aufnimmt.¹¹⁶

Estriche können durch den Zuschlag von Dichtungsmitteln bedingt gegen Bodenfeuchte schützen.¹¹⁷

8.3.2.2 Spritzbeton und Spritzmörtel

Wenn Spritzbeton oder Spritzmörtel auf festem Untergrund aufgebracht werden, sind sie ab einer Dicke von zirka 50 mm wasserundurchlässig. Durch das Aufbringen durch Spritzen mit hoher Geschwindigkeit verdichtet der Beton, was ihn auch zur Sanierung von größeren Bereichen schadhafte Betons eignet. Dabei haftet der aufgebrachte Beton gut auf dem Untergrund.¹¹⁸

Durch diese Technik können tragende Bauteile aus bewehrtem oder unbewehrtem Beton mit geschlossenem Gefüge hergestellt oder bei

¹¹⁵ LOHMEYER, G.; EBELING, K.: Weiße Wannen einfach und sicher - Konstruktion und Ausführung wasserundurchlässiger Bauwerke aus Beton; Seite 26.

¹¹⁶ <http://www.hausbau-ratgeber.de/sanierung/sanierputz-kellersanierung-was-ist-ein-sperrputz-2587.htm>.
Datum des Zugriffs: 16.11.2012.

¹¹⁷ LOHMEYER, G.; EBELING, K.: a. a. O.; Seite 27.

¹¹⁸ Vgl. CZIESIELSKI, E.: Lufsky Bauwerksabdichtung; Seite 244.

schrägen Bauteilen mit komplizierten Schalungen die nötige Betonüberdeckung garantiert werden.¹¹⁹

8.3.2.3 Dichtungsschlämmen

Dichtungsschlämmen sind zementgebundene Schlämme oder Mörtel, die mit oder ohne Kunststoffvergütung¹²⁰ eingesetzt und auf die Bauteile mittels Spachteln und Streichen mehrlagig in Stärken von 3 mm bis 10 mm aufgebracht werden.

Sie bestehen in der Regel aus Zementen, Quarzsanden und Zusatzstoffen und bilden durch Hydratation einen Oberflächenschutz. Dieser kann auch zur Überbrückung von Rissen in Betonoberflächen eingesetzt werden.¹²¹

Durch ihre starren Eigenschaften wird der ausschließliche Einsatz von Schlämmen aber eher kritisch gesehen, da mit Rissbildungen gerechnet werden muss und dieses Material als Abdichtung nur bei geringeren Anforderungen geeignet ist. Dabei sind die äußeren Einwirkungen auf den Bauteil im Vorfeld abzuschätzen und diese Variante der Abdichtung ausschließlich bei den Lastfällen „Bodenfeuchtigkeit“ und „nicht drückendes Wasser“ einzusetzen. Bei stärker feuchtebeanspruchten Teilen kann zusätzlich auf den Anstrich eine Bitumendickbeschichtung aufgebracht werden um die Dichtigkeit zu gewährleisten.

Dichtungsschlämmen können auch als so genannte nachträgliche Negativabdichtung eingesetzt werden. Dabei werden die Bauteile im Nachhinein von innen mit den Schlämmen abgedichtet. Der Bauteil durchnässt sich dadurch und bleibt feucht.¹²²

Die eingesetzten Arten von Dichtungsschlämmen weisen unterschiedliche Eigenschaften in ihrer Zusammensetzung und damit auch ihren Fähigkeiten zur Abdichtung auf.

Wo kunststoffdotierte, zementgebundene Beschichtungen Vorteile gegenüber mineralisch gebundenen Dichtungsschlämmen in ihrer Biegsamkeit und Stabilität aufweisen und Schwindrisse überbrücken können, werden unter Umständen Dampfsperren durch die dabei entstehende Diffusionsoffenheit erforderlich. Weiters weisen sie eine große Haftfähigkeit auf trockenem Untergrund auf und sind durch ihre lösungsmittelfreie Zusammensetzung umweltfreundlich.

Durch seine starren und festen Eigenschaften eignen sich mineralische Schlämmen auch als guter Untergrund für Putze und Fliesen, sind dabei

¹¹⁹ Vgl. LOHMEYER, G.; EBELING, K.: Weiße Wannen einfach und sicher - Konstruktion und Ausführung wasserundurchlässiger Bauwerke aus Beton; Seite 26.

¹²⁰ Vgl. KABREDE, H.; SPIRGATIS, R.: Abdichten erdberührter Bauteile; Seite 48.

¹²¹ Vgl. HESTERMANN, U.; RONGEN, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 1; Seite 698.

¹²² Vgl. FRÖSSEL, F.: Lexikon der Bauwerksabdichtung und Kellersanierung; Seite 89ff.

aber, wie bereits erwähnt, auf Grund dieser Eigenschaften auch anfällig für Risse.¹²³



Abbildung 19: Keller mit Dichtungsschlämmen¹²⁴

¹²³ KABREDE, H.; SPIRGATIS, R.: Abdichten erdberührter Bauteile; Seite 49.

¹²⁴ http://bauoma.files.wordpress.com/2010/03/img_6609.jpg. Datum des Zugriffs: 14.11.2012

8.3.2.4 Beton mit hohem Wassereindringwiderstand

Mit Beton abgedichtete Bauwerke nennt man in der Regel „Weiße Wannen“. Diese Art von Abdichtung verdankt ihren Namen der Tatsache, dass für ihre Herstellung häufig Hochofenzemente verwendet werden und diese den Baustoffen ein weißliches Aussehen verleihen.

Ein anderer Name für dieses Konstruktionsverfahren ist „Beton Querschnitts-Abdichtungsverfahren“, da der Querschnitt des Betons die Aufgabe des Abdichtens übernimmt. Daher werden Bodenplatte und Außenwände aus Beton mit hohem Wassereindringwiderstand und mit dichten Fugen und als Wanne hergestellt.

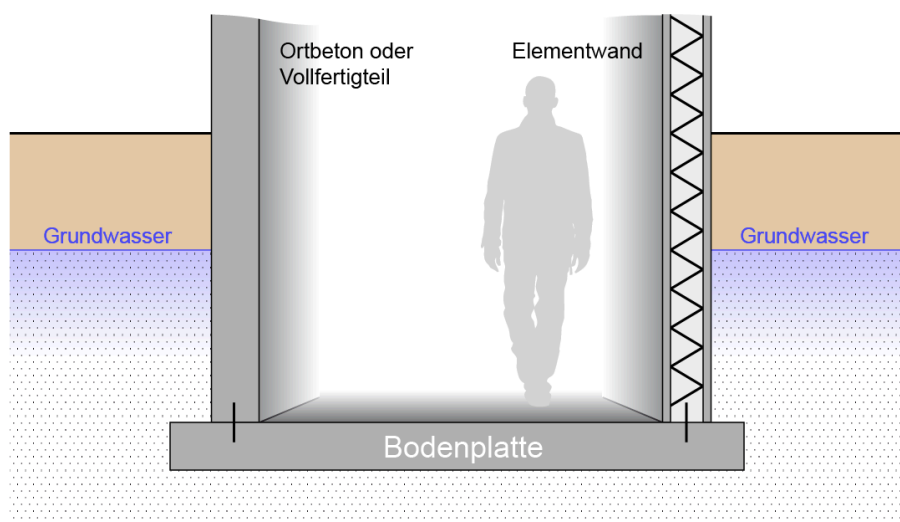


Abbildung 20: Prinzip der Weißen Wanne (in Anlehnung an Fix¹²⁵)

Für Weißen Wannen wird Dichtbeton¹²⁶ mit einem hohen Wassereindringwiderstand in Kombination mit genauen Bewehrungsvorgaben und Fugenabdichtungen verwendet. Ab einer Druckfestigkeitsklasse¹²⁷ von > C30/35 und einer Mindestbauteildicke von 30 cm gilt der Beton als wasserdicht, kann aber, bei geringerer Güte, durch Erhöhen der Zementmenge in der Betonrezeptur die selben Eigenschaften erreichen.¹²⁸

Mit zusätzlichen Maßnahmen, wie das Einsetzen von Fugenbändern in den Bauwerksfugen (siehe Punkt 10.4.4.5) und das Einhalten von Rissbreitenbegrenzungen (siehe Punkt 0), kann sichergestellt werden, dass ab einer gewissen Tiefe kein Wasser mehr in den Bauteil eindringen kann.

¹²⁵ Vgl. FIX, W.: Handbuch der Bauwerksabdichtung; Seite 181.

¹²⁶ Im Sinne des Merkblatts „Wasserundurchlässige Betonbauwerke - Zement Merkblatt Hochbau“

¹²⁷ Die Druckfestigkeitsklassen für Normal- und Schwerbeton sind in der „ÖNORM B 4710-1: Beton - Teil 1: Festlegung, Herstellung, Verwendung und Konformitätsnachweis“ geregelt und sind dort nachzulesen.

¹²⁸ Vgl. RICCABONA, C.; MEZERA, K.: Baukonstruktionslehre 1: Rohbauarbeiten; Seite 113.

Dadurch erfüllt diese Art der starren Abdichtungen gleichzeitig die tragende und abdichtende Funktion in einer Schicht und bringt durch die Einfachheit der monolithischen Ausführung entscheidende Vorteile mit sich. Die dabei verwendeten Ortbeton-, Fertigteil- oder Elementwände sind nämlich nicht nur unkompliziert in der Herstellung, sondern auch gegen mechanische Beanspruchung nahezu immun.¹²⁹ Es gilt jedoch gerade bei Fertigteil- bzw. bei Elementwänden ein besonderes Augenmerk auf die Abdichtung der Fugen zu legen wenn hohe Beanspruchung aus dem Boden in Form von drückendem Wasser auftritt. Es ist die Meinung der Experten, dass diese aufgrund der Stoßfugen kaum vollkommen abzudichten sind.

Die Herstellung von Weißen Wannen ist dabei nicht in Normen geregelt, jedoch wurden sowohl in Deutschland als auch in Österreich Richtlinien erarbeitet, die auf diese Thematik eingehen.

Auf diese Regelwerke und die verschiedenen Abdichtungsarten aus Beton und deren sinngemäßen Einsatz wird in den Kapiteln 6 und 7 noch genauer eingegangen.



Abbildung 21: Weiße Wanne im Grundwasser¹³⁰

¹²⁹ Vgl. FIX, W.: Handbuch der Bauwerksabdichtung; Seite 181.

¹³⁰ <http://www.baulinks.de/webplugin/2004/0663.php4>. Datum des Zugriffs: 06.02.2013

8.4 Weitere Konstruktive Maßnahmen

8.4.1 Bauwerksfugen

In einem Bauwerk aus Beton gibt es verschiedene Arten von Fugen. Die wichtigsten sind:

- konstruktiv angeordnete Bewegungs- und Scheinfugen,
- baubetrieblich bedingte Arbeitsfugen und
- durch das Fügen von Element- oder Fertigteilen entstehende Stoßfugen.

Konstruktiv geplante Bauwerksfugen dienen dazu, Zugspannungen, die durch Setzungen, thermische Dehnungen oder andere Bewegungen in einem Bauwerk auftreten können, auszugleichen.

Bei Druckspannungen aufgrund von Längenveränderungen, bei Konstruktionen ohne Bewegungsfugen, wölbt sich der Bauteil und kann dadurch beträchtlichen Schaden erleiden. Wenn diese Spannungen größer sind als die Festigkeit des verwendeten Baustoffs der Primärkonstruktion (z. B. von Beton), entstehen Risse, die durch die konstruktive Anordnung von Bewegungsfugen vermieden werden können.

Diese Bewegungsfugen unterbrechen den Bauteil und verhindern dadurch, dass solche Zwängungen entstehen und der abzudichtende Bauteil dadurch zerstört wird.¹³¹

Nach der Richtlinie „Abdichtung erdberührter Bauteile im Hochbau“ des Österreichischen Instituts für Bauschadensforschung sind die im Bauwerk enthaltenen Fugen (*Dehnungsfugen, Arbeitsfugen, Bewegungsfugen*) so anzuordnen, dass sie stetig verlaufen, wobei sich kreuzende Fugen und Ecken vermieden werden sollten. Über der Abdichtung liegende Bauteilschichten (*Schutzschichten*) und Fußbodenaufbauten (*Estriche*) sind ebenfalls durch Fugen zu trennen.

Weiters heißt es:

„Abdichtungen auf beiden Seiten der Bewegungsfuge müssen in derselben Ebene liegen. (Höhen-) Sprünge bzw. eine versetzte Anordnung der Abdichtung im Bereich der Bewegungsfuge sind nicht zulässig. Der Mindestabstand der Bewegungsfuge zu Kehlen, Kanten, Durchdringungen, Rändern etc. hat mindestens 50 cm zu betragen. Können die Mindestabstände nicht eingehalten werden, so sind Sonderkonstruktionen (z.B. Stützbleche) anzuordnen.“

¹³¹ PRÖBSTER, M.: Baudichtstoffe - Erfolgreich Fugen abdichten; Seite 33.

Als konstruktive Maßnahmen zur Überbrückung der Bewegungsfuge sind entweder Verstärkungsstreifen bzw. Fugenkammern oder Fugenbänder anzuordnen. Die Breite und Anzahl der Verstärkungsstreifen bzw. die Breite und Tiefe der Fugenkammer richtet sich nach dem Fugentyp und der Größe der zu erwartende Bewegung (siehe ÖNORM B 7209 Anhang C Pkt. C. 11).¹³²

Wo die DIN 18195 dem Abdichten von Bewegungsfugen gleich einen ganzen Teil¹³³ widmet, spricht sich die ÖNORM B 2209 - Teil 1 zu diesem Thema nur soweit aus, als dass es heißt, dass Bewegungsfugen im Bauwerk so abzudichten sind, dass weder Bodenfeuchtigkeit noch Wasser durch die Fugen in das Bauwerk eindringen bzw. aus dem Bauwerk entweichen kann.

Dabei müssen Verstärkungsstreifen und Fugenkammern¹³⁴ für Fugen vom Typ I¹³⁵ den Werten gemäß ÖNORM B 7209:2002-07. Tabelle C.6 entsprechen.

8.4.2 Anschlüsse, Abschlüsse und Übergänge

Anschlüsse sind häufige Ursachen für Bauschäden im Bereich der erberührten Bauteile. Dabei können zu geringe Überlappungen zwischen horizontaler Mauerwerksabdichtung, falscher Anschluss der Rohrdurchführungen an die bestehende Abdichtung oder das unsachgemäße Einbinden von Lichtschächten etc. die Ursache sein.

In der ÖNORM B 2209 - Teil 1 wird bei Anschlüssen, Abschlüssen und Übergängen wieder zwischen den drei von außen wirkenden Lastfällen unterschieden. Dabei heißt es unter Punkt 5.3.8:¹³⁶

5.3.8.1 Abdichtungen gegen Bodenfeuchtigkeit

5.3.8.1.1 *Anschlüsse an Durchdringungen von Abdichtungen aus Spachtelmassen und spachtelbaren Dichtstoffen sind mit Glasmatten, Gewebelagen oder Synthesvliesen zu verstärken oder mit Manschetten auszuführen.*

5.3.8.1.2 *Anschlüsse an Durchdringungen von Abdichtungsbahnen sind mit Klebeflansch, Anschweißflansch oder Manschetten durchzuführen.*

¹³² Vgl. Institut für Bauschadensforschung (IBF)-Richtlinie: Abdichtung erdberührter Bauteile im Hochbau; Seite 6.

¹³³ DIN 18195-8: Bauwerksabdichtungen - Teil 8: Abdichtungen über Bewegungsfugen.

¹³⁴ Laut DIN 18195-8 ist eine Fugenkammer eine Aussparung in waagerechten und schwach geneigten Flächen unterhalb und oberhalb der Abdichtung, beidseitig der Fuge, zusammen etwa 80 mm bis 100 mm breit, 30 mm bis 80 mm tief, mit geeignetem Fugenverguss ausgegossen

¹³⁵ Fugen vom Typ I sind nach DIN 18195-8 Fugen für langsam ablaufende und einmalige oder selten wiederholende Bewegungen, z.B. Setzungenbewegungen oder Längenänderungen durch jahreszeitliche Temperaturschwankungen.

Fugen Typ II sind Fugen für schnell ablaufende oder häufig wiederholte Bewegungen, z. B. Bewegungen durch wechselnde Verkehrslasten oder Längenänderungen durch tageszeitliche Temperaturschwankungen. Diese Fugen befinden sich in der Regel oberhalb der Geländeoberfläche und in befahrenen Deckenbereichen.

¹³⁶ ÖNORM B 2209-1: Abdichtungsarbeiten - Werkvertragsnorm, Teil 1: Bauwerke; Seite 10.

5.3.8.1.3 *Abschlüsse von Abdichtungen mit bahnförmigen Materialien sind mindestens 10 cm hochzuführen oder tiefzuziehen und mittels Verwahrung der Bahnränder herzustellen.*

5.3.8.2 Abdichtungen gegen nicht drückendes Wasser

5.3.8.2.1 *Anschlüsse an Durchdringungen sind mittels Einbauteilen auszuführen.*

5.3.8.2.2 *Abschlüsse von Abdichtungen mit bahnförmigen Materialien sind durch Verwahrung der Bahnränder herzustellen. Die Abdichtungen sind mindestens 15 cm über die Oberfläche des über der Abdichtung liegenden Belages oder der Nuttschicht hochzuziehen und regensicher abzuschließen.*

5.3.8.2.3 *Übergänge sind durch Klebeflansche, Anschweißflansche oder Klemmschienen herzustellen. Übergänge zwischen Abdichtungssystemen aus verträglichen Materialien dürfen auch ohne Einbauteile ausgeführt werden.*

5.3.8.3 Abdichtungen gegen drückendes Wasser

5.3.8.3.1 *Anschlüsse an Durchdringungen sind an Festflanschkonstruktionen mittels Losflansch anzuschließen.*

5.3.8.3.2 *Abschlüsse sind sinngemäß nach 5.3.8.22 auszuführen.*

5.3.8.3.3 *Übergänge sind an Festflanschkonstruktionen mittels Losflansch anzuschließen, die bei der Verbindung von unterschiedlichen Abdichtungssystemen als Doppelflansche mit Trennleiste auszuführen sind.*

5.3.8.3.4 *Waagrechte und vertikale Abdichtungen aus Bitumen sind vorzugsweise mittels rückläufigen Stoßes miteinander zu verbinden.*

5.3.8.3.5 *Bei Kunststoff-Dichtungsbahnen sind waagrechte und vertikale Abdichtungen mittels gewöhnlichen Kehlstoßes miteinander zu verbinden, die Nahtfügen sind mittels Verfahren A oder D bzw. E oder F gemäß ÖNORM B 7209:2002-07, Abschnitt 7.5.4 zu prüfen und im Schweißprotokoll festzuhalten.*

Das „Deutsche Institut für Normung“ sieht für das Thema der Anschlüsse und Durchdringungen wieder einen eigenen Teil in der Bauwerksabdichtungsnorm DIN 18195 vor. Teil 9: Durchdringungen, Übergänge, An- und Abschlüsse.

In diesem neunten Teil wird ebenso wie in der ÖNORM zwischen den einzelnen Lastfällen unterschieden, welche in den Teilen 4 bis 6 geregelt sind:

- Anschlüsse und Übergänge bei Abdichtungen gegen **Bodenfeuchte** (Kapillarwasser, Haftwasser) und nichtstauendes Sickerwasser an Bodenplatten und Wänden nach **DIN 18195-4**
- Anschlüsse und Übergänge bei Abdichtungen gegen **nicht drückendes Wasser** auf Deckenflächen und in Nassräumen nach **DIN 18195-5**

- Anschlüsse und Übergänge bei Abdichtungen gegen **von außen drückendes Wasser** und **zeitweise aufstauendes Sickerwasser** nach **DIN 18195-6**

8.4.3 Schutzschichten

Schutzschichten dienen dazu, einen dauerhaften Schutz der Abdichtung vor mechanischen und thermischen Beanspruchungen zu gewährleisten und sie dadurch vor Beschädigungen zu schützen.

Die Auswahl dieser hat dabei auch je nach Art der zu erwartenden Beanspruchungen und den Gegebenheiten auf der Baustelle stattzufinden.

Dabei gilt, dass die horizontalen Abdichtungen vor dem Aufbringen von Schutzschichten weder betreten noch zur Lagerung benützt werden.¹³⁷

Bei waagrechten und schwach geneigten Flächen müssen diese Schutzschichten also unmittelbar nach Anbringen der Abdichtung verlegt werden. Es ist auch darauf zu achten, dass bei Schutzschichten wie Mörtel oder Estrich, die Erhärtung dieser Schichten erfolgt ist.

Vertikale Abdichtungen müssen ebenfalls mit einem Schutz versehen werden, um beim Hinterfüllen der Baugrube nicht beschädigt zu werden. Für diese Fälle kommen zum Beispiel Noppenbahnen zum Einsatz, welche neben ihrer schützenden Wirkung auch eine zusätzliche Drainagefunktion innehaben. Diese können ebenso auf die Perimeterdämmung aufgebracht werden und leiten das anstauende Wasser rasch nach unten.

Bestehen die Schutzschichten aus Beton, dürfen diese die Abdichtung nicht verletzen. Das heißt, dass, vor allem beim Schutz mit bewehrtem Beton mit Fugenteilung, dieser mittels Trennschichten oder Schutzlagen von der Abdichtung zu trennen ist.¹³⁸

Werden die Schutzschichten über Bewegungsfugen gezogen, so sind diese mit dem Fugenverlauf durchgehend zu trennen, um die Funktion der Fuge nicht zu beeinträchtigen.¹³⁹

Materialien für Schutzschichten nach DIN 18195-10: 2011-12:¹⁴⁰

- Beton
- Mörtel oder Estrichmörtel
- Mauerwerk

¹³⁷ Vgl. ÖNORM B 2209-1: Abdichtungsarbeiten - Werkvertragsnorm, Teil 1: Bauwerke; Seite 6.

¹³⁸ Vgl. ÖNORM B 7209: Abdichtungsarbeiten für Bauwerke - Verfahrensnorm; Anhang Seite 27.

¹³⁹ Vgl. ÖNORM B 7209: Abdichtungsarbeiten für Bauwerke - Verfahrensnorm; Seite 11.

¹⁴⁰ DIN 18195-10: Bauwerksabdichtungen: Teil 10 - Schutzschichten und Schutzmaßnahmen; Seiten 7ff.

- Platten
- Gussasphalt
- Bitumenbahnen mit Metallbandeinlage
- Perimeterdämmplatten

Bei der Auswahl der Materialien gilt es darauf zu achten, dass diese auch mit der zu schützenden Bauwerksabdichtung verträglich sind und den einwirkenden Belastungen (mechanischer, chemischer, thermischer Art) dauerhaft Stand halten. Auch bei der Art der Befestigung der Schutzschichten muss bedacht werden, dass thermische Belastungen nicht schädlich auf die Abdichtung wirken dürfen. Daher sind sie gegebenenfalls von dieser zu trennen.

8.4.4 Ausbildung von Hohlkehlen

Beim Verwenden von hautförmigen Abdichtungen müssen die Oberflächen der Abdichtungsunterkonstruktion, also die Kellerwände, genügend glatt und ebenmäßig sein um die darauf aufzubringenden hautförmigen Abdichtungsbahnen nicht zu verletzen.¹⁴¹ Das bedeutet, sie müssen frei von Kanten, Ecken, Graten und sonstigen Unebenheiten sein. „Ihnen müssen ausgerundet sein, das heißt, dass z.B. beim Anschluss der Fundamentplatte zu Kellerwand Hohlkehlen mit einem Mindestradius von 4 cm anzuordnen sind.“¹⁴²

Die Ebenheitstoleranzen für Ortbetonoberflächen sind in der ÖNORM B 2211¹⁴³ geregelt. Auch in der Verfahrensnorm ÖNORM B 7209 heißt es: „Bei Knickpunkten von schräg geneigten zu lotrechten Flächen sind Hohlkehlen bzw. Abrundungen der Kanten mit einem Radius von mindestens 4 cm vorzusehen.“¹⁴⁴

Hohlkehlen dienen zusätzlichen auch der Abdichtung von Arbeitsfugen und werden hauptsächlich beim Übergang von Bodenplatte zu Kellerwand eingesetzt. Sie verhindern das Eindringen von Wasser an dieser konstruktiv anspruchsvollen Stelle.

Die Hohlkehle wird meist aus wasserdichtem Mörtel hergestellt. In der Praxis wird sie auch oft aus Bitumen- Dickbeschichtungen hergestellt, was aber kritisch zu betrachten ist, da diese am Scheitel nicht völlig durchtrocknen.¹⁴⁵ Nach dem Ausbilden der Hohlkehle wird diese auch meistens mit einem Bitumenanstrich versehen, um den Haftgrund für die darauf aufzubringenden Abdichtungsbahnen herzustellen.



Abbildung 22: Herstellung einer Hohlkehle¹⁴⁶

¹⁴¹ Vgl. ÖNORM B 7209: Abdichtungsarbeiten für Bauwerke - Verfahrensnorm; Seite 29.

¹⁴² Institut für Bauschadensforschung (IBF)-Richtlinie: Abdichtung erdberührter Bauteile im Hochbau; Seite 12.

¹⁴³ ÖNORM B 2211: Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonarbeiten - Werkvertragsnorm.

¹⁴⁴ ÖNORM B 7209: Abdichtungsarbeiten für Bauwerke - Verfahrensnorm; a.a.O

¹⁴⁵ Vgl. FRÖSSEL, F.: Lexikon der Bauwerksabdichtung und Kellersanierung; Seite 175.

¹⁴⁶ <http://www.weber-terranova.at/abdichtung-betonsanierung-dichtstoffe/weber-guide/produkte/dichtungsschlaemmen/webertec-933.html>. Datum des Zugriffs: 21.09.2012

8.4.5 Dränagen

Mit diesem Begriff werden alle Maßnahmen zusammengefasst, die Oberflächenwasser oder Stauwasser (z.B. entstanden durch Hangwasser) vom Bauwerk ableiten.¹⁴⁷

Sie dienen der Entwässerung des Bodens, da das sich durch den Boden bewegende Wasser sonst einen hydrostatischen Druck auf die ihm zugeneigte Bauteilseite ausüben würde. Dabei wird das Wasser durch Dränschichten geleitet, in einer Dränleitung gesammelt und hangabwärts meistens in einen Sickerschacht eingeleitet.

Wenn eine Dränung baulich ausgeführt wird, können laut DIN 18195-1 die Kellersohle und Außenwände auch in wenig durchlässigen Böden nach DIN 18195-4, also nur gegen den Lastfall „Bodenfeuchte“, abgedichtet werden.

Die Dränleitung muss dabei alle erdberührten Bauteile umschließen und ist bei Gebäuden meist als Ringleitung angelegt.

Weiters unterscheidet man zwischen Dränagen von Kelleraußenwänden und jenen unter Bodenplatten. Der Nenndurchmesser der Rohre sollte mindestens 100 mm betragen und sie müssen so verlegt werden, dass ihr höchster Punkt nicht über der Fundamentoberkante liegt und das Fundament auch nicht unterschritten wird.¹⁴⁸

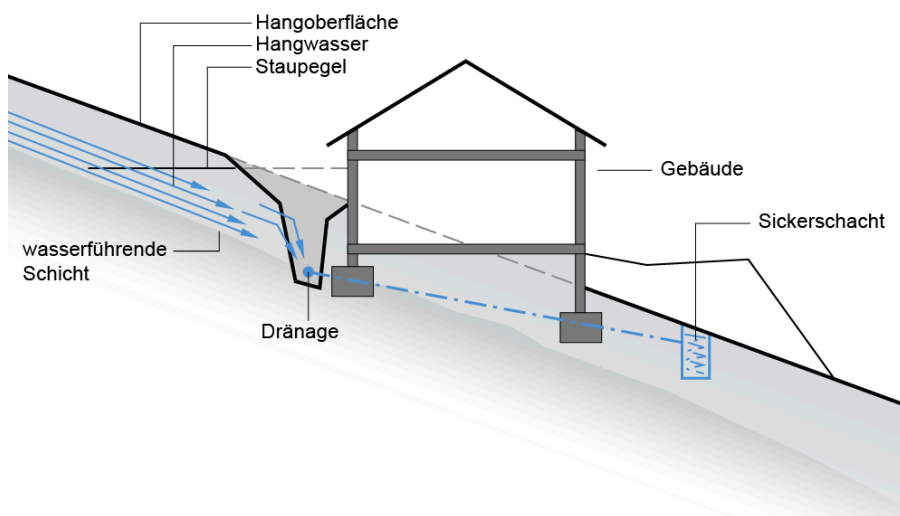


Abbildung 23: Prinzip der Dränung¹⁴⁹

¹⁴⁷ http://portal.wko.at/wk/format_detail.wk?AngID=1&StID=361568&DstID=188. Datum des Zugriffs: 06.12.2012.

¹⁴⁸ KOLBITSCH, A.; STALF-LENHARDT, M.: Kellerbauen+: Sorgfältig geplant - richtig ausgeführt; Seite 48.

¹⁴⁹ RICCABONA, C.; MEZERA, K.: Baukonstruktionslehre 1: Rohbauarbeiten; Seite 130.

9 Abdichtungen gegen Bodenfeuchtigkeit und nicht drückendes Wasser

9.1 Allgemein

In der Regel besteht der Keller immer aus einer Bodenplatte, die selbst schon als Fundament dient, oder aus einer statisch unbewehrten Bodenplatte, welche die Funktion des Kräfteableitens an Streifen- oder Punktfundamente vergibt.¹⁵⁰ Diese gilt es gegen Bodenfeuchtigkeit und gegen nicht drückendes Wasser (siehe Kapitel 9) zu schützen.

Beim Bau von Kellern darf diese Arten des Wasservorkommens in der Planung nicht vernachlässigt werden. Die anfallenden Meteorwasser¹⁵¹ werden vom Boden aufgenommen und abgeleitet. Dabei können die wärmetechnischen Eigenschaften der Dämmung schon durch kleinste Feuchtigkeitsvorkommen negativ beeinflusst werden.¹⁵² Es gilt daher selbst bei nicht unterkellerten, klimatisierten Gebäuden, die Bodenplatte mittels Abdichtungsmaßnahmen vor der aufsteigenden Feuchtigkeit zu schützen.

Nach Pech ist die Differenzierung der Beanspruchung durch drucklosen Wasser und Bodenfeuchtigkeit eine rein subjektive. Letztere tritt hauptsächlich bei lockerem Bodengefüge auf.

Abdichtungen gegen nicht drückendes Wasser und Bodenfeuchtigkeit sind nur einem begrenzten hydrostatischen Druck ausgesetzt¹⁵³ und müssen daher nicht die selben Eigenschaften besitzen wie beispielsweise die Abdichtung eines Gebäudes, welches im Grundwasser errichtet wird. Das impliziert, dass die Böden, die das Bauwerk umgeben, nicht bindig sind und das anfallende Wasser ohne sich anzustauen bis in das Grundwasser versickern kann.

Druckloses oder kurzzeitig stauendes Wasser versickert in Böden mit kapillaren Eigenschaften entlang den erdberührten Bauteiloberflächen, was zur Folge hat, dass bei einer Abdichtung gegen Bodenfeuchtigkeit diese dem temporären Druck nicht Stand hält. Ist die Abdichtung des Kellers also auf Bodenfeuchtigkeit bemessen und dennoch mit zeitweilig drückendem Wasser zu rechnen, so sind in jedem Fall Drainageschichten vorzusehen.

Wie bereits erwähnt, wird zwar in der Literatur kaum ein Unterschied zwischen den Lastfällen „Bodenfeuchtigkeit“ und „nicht drückendem Wasser“ gemacht, jedoch ist die Art der Abdichtung sehr wohl auf die

¹⁵⁰ Vgl. FIX, W.: Handbuch der Bauwerksabdichtung; Seite 161.

¹⁵¹ Meteorwasser ist Wasser aus Niederschlägen. Dazu zählt Regen, Schnee, Tau, Hagel, Nebel und Reif

¹⁵² Vgl. PECH A.; KOLBITSCH A.: Keller; Seiten 70ff.

¹⁵³ Vgl. CZIESIELSKI, E.: Lufsky Bauwerksabdichtung; Seite 110.

spätere Nutzung der Kellerräumlichkeiten abzustimmen.¹⁵⁴ Bei Kellern mit untergeordneter Nutzung können Wände mittels Dichtschlämmen und Anstrichen abgedichtet werden, wobei bei klimatisierten Kellern laut ÖNORM B 2209 mit Kunststoff-Dichtungsbahnen, Bitumen-Abdichtungsbahnen oder Spachtelmasse gemäß ÖNORM B 7209 abgedichtet werden muss.¹⁵⁵ Fußbodenflächen sind mindestens mit einlagig geklebten oder geflämten Dichtungsbahnen zu versehen.

Der Untergrund, auf dem die bahnenförmigen Abdichtungen aufgebracht werden, muss demnach auch normgerecht sein. Nach DIN 18195-3 Punkt 4 gilt es sicherzustellen, dass er frostfrei, fest, oben frei von Nestern und klaffenden Rissen, Graten und frei von schädlichen Verunreinigungen und bei aufgeklebten Abdichtungen oberflächentrocken ist.

Nicht verschlossene Vertiefungen größer 5 mm, wie beispielsweise Mörteltaschen, offene Stoß- und Lagerfugen oder Ausbrüche, sind mit geeigneten Mörteln zu schließen.

9.2 Abdichtung der Kellersohle

Kellersohlen können entweder aus nicht bewehrten Bodenplatten mit Streifenfundamenten oder Fundamentplatten aus Stahlbeton hergestellt werden.¹⁵⁶ Diese können entweder darunter oder darüber abgedichtet und je nach Anforderung noch zusätzlich gedämmt werden.

9.2.1 Abdichtung bei Konstruktionen aus Beton mit hohem Wassereindringwiderstand

Ist die Fundamentplatte selbst schon aus wasserundurchlässigem Beton hergestellt, sind keine weiteren Maßnahmen gegen Bodenfeuchtigkeit vorzunehmen.

Die ÖNORM B 2009-1 spricht sich zu diesem Thema nicht aus, wohingegen die Deutsche Norm DIN 18195 - Teil 4 in Punkt 1.2 folgendes aussagt:

*Diese Norm gilt nicht für Bauteile, die so wasserundurchlässig sind, dass die Dauerhaftigkeit des Bauteils und die Nutzbarkeit des Bauwerks ohne weitere Abdichtung im Sinne dieser Norm gegeben sind. In diesem Sinne gilt sie auch nicht für Konstruktionen aus wasserundurchlässigem Beton.*¹⁵⁷

¹⁵⁴ Vgl. PECH A.; KOLBITSCH A.: Keller; Seite 72.

¹⁵⁵ Hier wird auf die ÖNORM B 7209: Abdichtungsarbeiten für Bauwerke, Verfahrensnorm - verwiesen, welche die Verfahren zur Herstellung der Abdichtungen und die zugehörigen Normen regelt.

¹⁵⁶ FIX, W.: Handbuch der Bauwerksabdichtung; Seite 116.

¹⁵⁷ DIN 18195 - 4: Bauwerksabdichtungen, Teil 4: Abdichtungen gegen Bodenfeuchte (Kapillarwasser, Haftwasser) und nichtstauendes Sickerwasser an Bodenplatten und Wänden - Bemessung und Ausführung; Seite 5.

9.2.2 Abdichtung bei Konstruktionen aus „Normal-Beton“

Erfüllt der Beton selbst noch nicht die abdichtende Funktion, so sind zusätzliche Maßnahmen für die Abdichtung der Bodenplatte zu treffen. Wird dabei nur mit kapillarem Wasser gerechnet und ist der Anspruch an die Nutzung des Raums nicht hoch (siehe Punkt 4.2 Nutzungsklassen), so kann eine Abdichtung der Bodenplatte mittels bitumenartigen Bahnen oder Anstrichen (Materialien nach DIN 18915-4, Punkt 7.4) entfallen. Dann reicht es aus, wenn unter der Bodenplatte eine kapillARBrechende Schicht ($k_f > 10^{-4}$ m/s)¹⁵⁸ mit einer Mindestdicke von 150 mm vorgesehen ist.

Soll der Keller als Aufenthaltsraum dienen oder andere klimatisierte Bereiche beherbergen, so müssen Bodenplatten ohne selbstdichtende Eigenschaften abgedichtet werden. Dabei können einlagig verlegte Dichtungsbahnen auf einem kaltflüssigen Voranstrich oder auch spachtelbare Stoffe zum Einsatz kommen.¹⁵⁹ Wichtig ist jedoch, dass die horizontale Abdichtung der Bodenplatte an die waagrechten Abdichtungsschichten der Wände herangeführt oder gegebenenfalls verklebt wird, sodass keine Feuchtigkeitsbrücken entstehen können. Die Mindestüberlappung beträgt dabei nach ÖNORM 10 cm. „Bei bewehrtem Unterbeton kann die horizontale Abdichtung gleich als unterste Mauerwerksabdichtung fungieren und muss mit der vertikalen Wandabdichtung in einer Ebene verbunden werden.“¹⁶⁰

Wird die Kellersohle bei Nutzungen mit hohen Anforderungen nicht an ihrer Oberseite abgedichtet, so kann es zu Problemen führen, wenn der Beton die Baufeuchte an den darüberliegenden Bodenbelag abgibt. Dabei kann es durch Dampfdiffusion zu einem Aufquellen des Bodenbelags kommen (z.B. bei Parkett), wenn die aufgebauten Schichten einen hohen Dampfdiffusionswiderstand aufweisen. In diesem Fall soll eine dampfsperrende Schicht in Form einer PE-Folie Abhilfe leisten und die Dampfdiffusion oberhalb der Bodenplatte stoppen.¹⁶¹

Der Untergrund für die Abdichtung kann die Bodenplatte selbst, ein Unterbeton oder ein gleichwertiger ebener Untergrund sein. Kanten und Kehlen sind, falls erforderlich, zu fassen bzw. zu runden. Die fertig gestellten Abdichtungen sind vor mechanischen Beschädigungen zu schützen.

Das Bemessen der Abdichtung gegen Bodenfeuchtigkeit ist laut DIN 18195 - Teil 4 jedoch nur dann zulässig, wenn der Boden um und unter der Fundamentsohle in ausreichender Tiefe aus stark durchlässigen Böden (z.B. Sand, Kies) besteht. Sollte dies nicht der Fall sein und der

¹⁵⁸ k_f beschreibt den Durchlässigkeitsbeiwert und gibt die Wasserdurchlässigkeit von Böden und Fels in Meter/Sekunde an.

¹⁵⁹ Vgl. FIX, W.: Handbuch der Bauwerksabdichtung; Seite 116.

¹⁶⁰ RICCABONA, C.; MEZERA, K.: Baukonstruktionslehre 1: Rohbauarbeiten; Seite 118.

¹⁶¹ Vgl. FIX, W.: Handbuch der Bauwerksabdichtung; a.a.O.

Boden ist nur gering durchlässig, darf nur dann auf Bodenfeuchtigkeit bemessen werden, wenn zusätzlich eine dauerhaft funktionsfähige Drainage geplant ist.¹⁶²

Materialien:

Die zu verwendenden Abdichtungen sind bei Bodenfeuchtigkeit mindestens einlagig geklebte oder geflämmte Bitumenbahnen mit kaltflüssigem Voranstrich und lose verlegte oder auf dem Untergrund geklebte Kunststoff-Dichtungsbahnen.¹⁶³

Hier unterscheidet die ÖNORM B 2209-1 bei der Ausführung der Abdichtung zwar zwischen den Lastfällen Bodenfeuchtigkeit und nicht drückendem Wasser, jedoch differenziert sie nur bei Bodenfeuchtigkeit zwischen vertikalen und horizontalen Bauteilen. Demnach sind bei nicht drückendem Wasser als Abdichtung Polymerbitumenbahnen mindestens zweilagig oder aus einer Lage Kunststoff-Dichtungsbahnen (zwischen zwei Bitumenbahnen verklebt) auszuführen und nicht, wie bei Kapillarwasser, nur einlagig zu verlegen. Davor ist der Untergrund nach Punkt 5.3.4.1.1 mit einem kaltflüssigen Voranstrich zu versehen.

Nach ÖNORM B 2209-1, Punkt 5.3.4, sollen folgende Materialien für den Lastfall „nicht drückendes Wasser“ zum Einsatz kommen:

- Polymerbitumenbahnen (mindestens zweilagig)
- Kunststoff-Dichtungsbahnen aus PVC-B, PIB und ECB, lose verlegt
- Spachtelbare Dichtstoffe

9.3 Abdichtung der Wände

Um erdberührte Wände vor Feuchtigkeit zu schützen bedarf es zweierlei Abdichtungen. Einerseits darf das Wasser nicht von der Bauteiloberfläche aufgenommen werden und andererseits muss die Wand je nach Lage der Dichtebene gegen aufsteigende Bodenfeuchtigkeit geschützt werden.

Die Abdichtungsmaßnahmen haben daher die zusätzliche Aufgabe die kapillare Wasserbewegung in den Wänden zu stoppen und Feuchteschäden zu vermeiden.

¹⁶² Vgl. DIN 18195 - 4: Bauwerksabdichtungen, Teil 4: Abdichtungen gegen Bodenfeuchte (Kapillarwasser, Haftwasser) und nichtstauendes Sickerwasser an Bodenplatten und Wänden - Bemessung und Ausführung; Seite 5.

¹⁶³ ÖNORM B 2209-1: Abdichtungsarbeiten - Werkvertragsnorm, Teil 1: Bauwerke; Seite 7.

Wäre ein Keller ohne jeglichen Schutz dem Wasser ausgesetzt, so würde sich die Feuchtigkeit auf verschiedene Weisen durch die Wände bewegen. Die nachstehende Abbildung veranschaulicht dies:

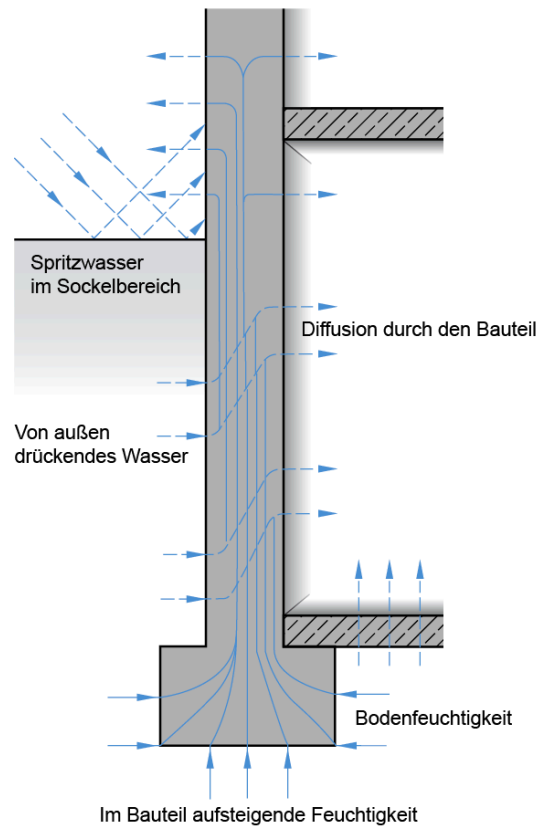


Abbildung 24: Wasserbewegung in einer nicht abgedichteten Wand (in Anlehnung an Cziesielski¹⁶⁴)

Um diese Feuchtigkeitsbewegungen in den Griff zu bekommen, ist es von Nöten, die Diffusionsströme zu unterbrechen. Cziesielski¹⁶⁵ nennt die folgenden Stellen für Abdichtungsmaßnahmen an vertikalen Bauteilen:

- Waagerechte Schutzschicht über dem Fundament (Querschnittsabdichtung)
- Senkrechte Schutzschichten an der Kelleraußenwand
- Schutz der Kellersohle oberhalb oder unterhalb der Bodenplatte
- Spritzwasserschutz an der Kelleraußenwand oberhalb der Geländeoberfläche.

¹⁶⁴ Vgl. CZIESIELSKI, E.: Lufsky Bauwerksabdichtung; Seite 80.

¹⁶⁵ Vgl. CZIESIELSKI, E.: Lufsky Bauwerksabdichtung; Seite 79 ff.

9.3.1 Horizontale Abdichtung der Wände

Gegen die aufsteigende Feuchtigkeit in der Kellerwand aus Mauersteinen werden so genannte Querschnittsabdichtungen, oder Wandsperren eingesetzt, welche mindestens einmal horizontal durch den Bauteil geführt werden müssen. In der Regel werden diese Schichten einmal über dem Fundament und, falls die erste Wandsperre versagen sollte, ein zweites Mal ca. 30 cm über dem Geländeniveau durch die Wand geführt.

Ist auch eine Abdichtung der Bodenplatte erforderlich, so ist diese an die Querschnittsabdichtung der Wand heranzuführen und anzuschließen. Um diesen Anschluss fachgerecht ausführen zu können ist ein seitlicher Überstand der waagrechten Wandabdichtung von 15 cm einzuhalten und gegebenenfalls mittels einer Hohlkehle herzustellen. Die Lage der Sperrschicht sollte dabei ca. 10 mm bis 15 mm über der Oberkante des Fundaments liegen.¹⁶⁶

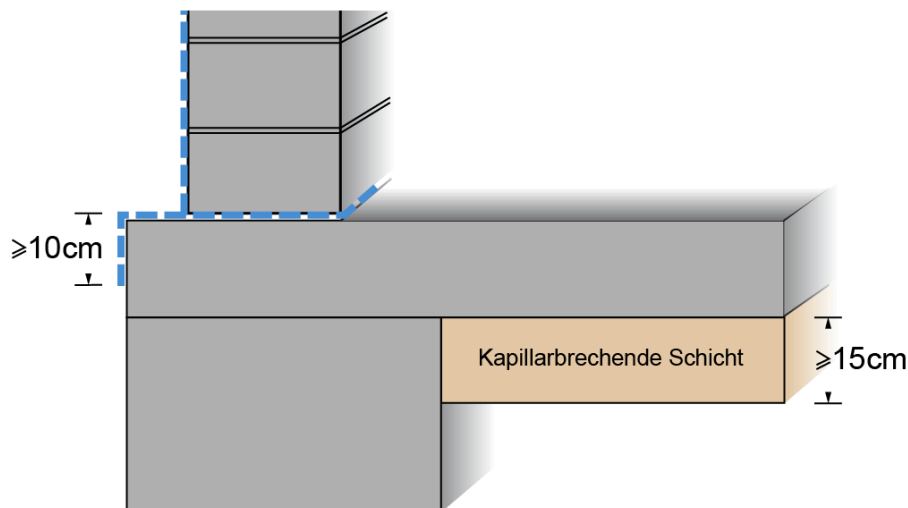


Abbildung 25: Horizontale Mauerwerksabdichtung gegen Bodenfeuchte¹⁶⁷

In der ÖNORM B 2209-1 heißt es unter Punkt 5.3.3.1 „Waagrechte Abdichtung von Wänden“ dazu:¹⁶⁸

Die Abdichtungen müssen aus mindestens einer Lage Abdichtungsbahnen [...] gemäß ÖNORM B 7209:2002-07, Abschnitt 5.5.2.9 (2) bestehen. Die Bahnen sind mit dem Untergrund bzw. untereinander zu verkleben. Sie müssen einander an den Stößen um mindestens 10 cm überdecken.

¹⁶⁶ Vgl. CZIESIELSKI, E.: Lufsky Bauwerksabdichtung; a.a.O.

¹⁶⁷ Vgl. DIN 18195 - Beiblatt 1; Seite 7.

¹⁶⁸ ÖNORM B 2209-1: Abdichtungsarbeiten - Werkvertragsnorm, Teil 1: Bauwerke; Seite 7.

In der deutschen Norm gibt es hier einen Unterschied in der Überdeckung der Bahnen. Diese besagt:

„Die Bahnen dürfen nicht aufgeklebt werden und müssen eine durchgehende Abdichtungslage bilden. Sie müssen sich um mindestens 200 mm überdecken. Die Überdeckungen dürfen verklebt werden. Wenn es aus konstruktiven Gründen notwendig ist, können die Abdichtungen in den Wänden z. B. stufenförmig ausgebildet werden, damit horizontale Kräfte übertragen werden können.“¹⁶⁹

Das Abdichten gegen die im Bauteil aufsteigende Feuchtigkeit ist wichtig, da sonst die kapillaren Kräfte Wasser im Bauteil entgegen der Schwerkraft nach oben transportieren. Dieses kann sich hinter der Dämmung festsetzen und kondensieren, oder es entstehen Feuchtebrücken im Bereich des Putzes. Dies würde zu einer starken Schwächung des Bauteils im Bezug auf seine wärmetechnischen Eigenschaften führen und ist daher zu verhindern.

Um die Dichtheit der Konstruktion in diesem Bereich zu gewährleisten, muss die Abdichtung mindestens einlagig nach Norm ausgeführt werden und ihre Auflagerfläche ist mit dem Mauermörtel so dick abzugleichen, dass keine schädlichen Unebenheiten für die Abdichtung entstehen.¹⁷⁰



Abbildung 26: Horizontale Feuchtigkeitssperre¹⁷¹

¹⁶⁹ DIN 18195 - 4: Bauwerksabdichtungen, Teil 4: Abdichtungen gegen Bodenfeuchte (Kapillarwasser, Haftwasser) und nichtstauendes Sickerwasser an Bodenplatten und Wänden - Bemessung und Ausführung; Seiten 7ff.

¹⁷⁰ Vgl. DIN 18195 - 4: Bauwerksabdichtungen, Teil 4: Abdichtungen gegen Bodenfeuchte (Kapillarwasser, Haftwasser) und nichtstauendes Sickerwasser an Bodenplatten und Wänden - Bemessung und Ausführung; Seiten 7ff.

¹⁷¹ <http://www.bauexpertenforum.de/attachment.php?attachmentid=5936&stc=1&d=1120623636>.
Datum des Zugriffs: 23.11.2012.

9.3.2 Vertikale Abdichtung der Wände:

Wände sind bis mindestens 30 cm über dem Geländeniveau abzudichten um eventuellen Änderungen der Geländeoberfläche entgegenzuwirken und der Belastung des Spritzwassers standzuhalten. Nach unten sind Abdichtungen gegen die seitliche Feuchtigkeit bis zum Fundamentabsatz zu ziehen und an die waagrechte Abdichtung der Wand anzuschließen. Damit werden Feuchtebrücken vermieden und die Abdichtung wirkt als ganzes flächig.

In der DIN 18195-4 heißt es unter Punkt 7.3.1:

„[...] Die Abdichtung muss in ihrer gesamten Länge an die waagerechte Abdichtung nach 7.2 herangeführt oder mit ihr verklebt werden, so dass keine Feuchtigkeitsbrücken, insbesondere im Bereich von Putzflächen entstehen können (Putzbrücken). Vor den abgedichteten Wandflächen sind Schutzschichten vorzusehen. Beim Hinterfüllen ist darauf zu achten, dass die Abdichtung nicht beschädigt wird. Bauschutt, Splitt oder Geröll dürfen daher nicht unmittelbar an die abgedichteten Wandflächen angeschüttet werden.“

Materialien:

Die hier zum Einsatz kommenden Materialien sind auch wie bei den horizontalen Abdichtungen hauptsächlich bituminöser oder kunststoffartiger Natur. Auch hier gilt, dass der Untergrund frostfrei und trocken und auch frei von Kanten und Graten sein muss. Je nach Bauzeitvorgaben macht es auch bei Kellern mit weniger hohen Anforderungen durch das vorherrschende Wasservorkommen Sinn, diese statt mit kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtungen, mit bahnenförmigen Abdichtungen zu versehen, da dabei die Wartezeiten für die Durchtrocknung wegfallen.¹⁷² Dazu eignen sich zum Beispiel auch Kaltklebebahnen.

Stoffe für die Abdichtung gegen Bodenfeuchtigkeit und nicht drückendes Wasser nach ÖNORM B 2209-1 in Punkt 5.3.3.2 sind:¹⁷³

- Bitumen-Abdichtungsbahnen
- Kunststoff-Dichtungsbahnen
- Spachtelmassen

Die deutsche Normenumgebung unterteilt die einzelnen Stoffe noch in ihre Untergruppen.

¹⁷² Vgl. FIX, W.: Handbuch der Bauwerksabdichtung; Seite 118.

¹⁷³ ÖNORM B 2209-1: Abdichtungsarbeiten - Werkvertragsnorm, Teil 1: Bauwerke; Seite 7.

Vertikale Abdichtungen gegen Bodenfeuchtigkeit und nicht drückendes Wasser nach DIN 18195-4, Punkt 7.3 sind demnach:¹⁷⁴

- Deckaufstrichmittel
- kunststoffmodifizierte Bitumendickbeschichtungen (KMB)
- Bitumenbahnen
- kaltselbstklebende Bitumendichtungsbahnen (KSK)
- Kunststoff- und Elastomerbahnen
- Elastomerbahnen mit Selbstklebeschicht
- bitumenverträgliche PVC-P Kunststoffbahnen mit Selbstklebeschicht

¹⁷⁴ Vgl. DIN 18195 - 4: Bauwerksabdichtungen, Teil 4: Abdichtungen gegen Bodenfeuchte (Kapillarwasser, Haftwasser) und nichtstauendes Sickerwasser an Bodenplatten und Wänden - Bemessung und Ausführung; Seiten 8ff.

9.3.3 Anwendungsüberblick

9.3.3.1 Abdichtung gegen Bodenfeuchtigkeit

Vertikale Abdichtung von Wänden (nach ÖNORM B 2209-1 und ÖNORM B 7209)	
Abdichtungen mit Bitumen- Abdichtungsbahnen	- kaltflüssiger Voranstrich - P-KV-5 oder E-KV-5 flämmbar
Abdichtungen mit Kunststoff-Dichtungsbahnen	- kaltflüssiger Voranstrich - bitumenverträgliche Kunststoffbahn, Mindestdicke 1,5 mm
	- mechanische Befestigung - nicht bitumenverträgliche PVC-P Bahnen Nenndicke 1,5 mm
	- mechanische Befestigung oder Klebemasse - ECB-Bahnen bzw. bitumenverträgliche PVC-P-Bahnen Nenndicke 1,5 mm
Abdichtungen mit Spachtelmasse	- kaltflüssiger Voranstrich - zwei Schichten Spachtelmasse mit Gewebe min 100 g/m ² , (z.B. Gittergewebe) Trockenschichtdicke min. 5 mm

Tabelle 12: Vertikale Abdichtung von Wänden bei Bodenfeuchtigkeit¹⁷⁵

Waagrechte Abdichtung von Wänden (nach ÖNORM B 7209)
1 Lage P-KV-5 oder E-KV-5 flämmbar (Mindeststoßüberdeckung 10 cm)

Tabelle 13: Horizontale Abdichtung von Wänden bei Bodenfeuchtigkeit¹⁷⁶

Abdichtung von Fußbodenflächen (nach ÖNORM B 2209-1 und ÖNORM B 7209)	
Abdichtungen mit Bitumen- Abdichtungsbahnen mindestens einlagig	- kaltflüssiger Voranstrich - P-KV-5 oder E-KV-5 flämmbar oder - Polymerbitumenbahn durchwurzelungsfest oder - Polymerbitumen-Brückenabdichtungsbahnen für den Einbau unter Asphalt gemäß RVS 15.262
Abdichtungen mit Kunststoff-Dichtungsbahnen lose zu verlegen oder auf den Untergrund aufzukleben	- bitumenverträgliche PVC-P Bahnen Nenndicke min. 1,5 mm
	- nicht bitumenverträgliche PVC-P Bahnen Nenndicke min. 1,5 mm
	- nicht bitumenverträgliche PVC-P Bahnen mit Verstärkung aus Polyestergewebe, Nenndicke min. 1,5 mm
	- nicht bitumenverträgliche PVC-P Bahnen mit Vlieseinlage, Nenndicke min. 1,5 mm
	- Polyisobutälen (PIB), Nenndicke min. 1,5 mm - Schutzlage
	- Ethylencopolymerisat-Bitumen (ECB), Nenndicke min. 2,0 mm
	- Polyethylen hoher Dichte (PE-HD), Nenndicke min. 2,0 mm

Tabelle 4: Horizontale Abdichtung von Fußbodenflächen bei Bodenfeuchtigkeit¹⁷⁷

¹⁷⁵ Institut für Bauschadensforschung (IBF)-Richtlinie: Abdichtung erdberührter Bauteile im Hochbau; Seite 7.

¹⁷⁶ Institut für Bauschadensforschung (IBF)-Richtlinie: Abdichtung erdberührter Bauteile im Hochbau; a.a.0.

¹⁷⁷ Institut für Bauschadensforschung (IBF)-Richtlinie: Abdichtung erdberührter Bauteile im Hochbau; a.a.0

9.3.3.2 Abdichtungen gegen nicht drückendes Wasser

Abdichtungen gegen nicht drückendes Wasser nach ÖNORM B 2209 - 1 und ÖNORM B 7209	
Abdichtungen mit Bitumen- Abdichtungsbahnen mindestens zweilagig Gesamtdicke min. 9 mm (kein Messwert unter 8 mm)	<ul style="list-style-type: none"> - kaltflüssiger Voranstrich - P-KV-5 oder E-KV-5 flämmbar oder - Polymerbitumenbahn durchwurzelungsfest oder - Polymerbitumen-Brückenabdichtungsbahnen für den Einbau unter Asphalt gemäß RVS 15.262
Abdichtungen mit Kunststoff-Dichtungsbahnen aus PVC-P, bitumen-verträglich oder ECB, vollflächig verklebt	<ul style="list-style-type: none"> - kaltflüssiger Voranstrich - Bitumen-Abdichtungsbahn - bitumenverträgliches PVC, min 1,5 mm oder - Polyisobutylene (PIB), min 1,5 mm oder - Ethylencopolymerisat-Bitumen (ECB), min 2,0 mm - Bitumen-Abdichtungsbahn <p><i>(Hinweis: Die Kunststoffabdichtungsbahn wird zwischen zwei Lagen aus Bitumen-Abdichtungsbahnen eingeklebt.)</i></p>
	Naht- und Stoßüberdeckungen sowie Anschlüsse sind durch Schweißen zu verbinden, Mindestüberdeckungsbreite 5 cm oder zu überkleben, Mindestüberdeckungsbreite 10 cm
	- Die Verbindungen sind nach ÖNORM B 7209 auf ihre Dichtheit zu überprüfen.
	<ul style="list-style-type: none"> - T-Stoßverbindungen der geprüften Nähte von PVC-P Dichtungsbahnen sind durch Überstreichen der äußeren Nahtkanten mit PVC-Lösung nachzubehandeln.
Abdichtungen mit Kunststoff-Dichtungsbahnen aus PVC-P, bitumen-verträglich oder ECB, lose verlegt	<ul style="list-style-type: none"> - Kunststoffbahn oder Kunststoffvlies Masse min 500 g/m² - PVC-P, min 1,8 mm oder - Polyisobutylene (PIB), min 1,8 mm oder - Ethylencopolymerisat-Bitumen (ECB), min 2,3 mm - Kunststoffbahn oder Kunststoffvlies Masse min 500 g/m² <p><i>(Hinweis: Die Kunststoffabdichtungsbahn wird zwischen zwei Lagen aus Kunststoffbahnen oder Kunststofffaservliesen eingebaut.)</i></p>
	- Die Verbindungen sind nach ÖNORM B 7209 auf ihre Dichtheit zu überprüfen.
	- Die geprüften Nähte von PVC-P Dichtungsbahnen sind durch Überstreichen der äußeren Nahtkanten mit PVC-Lösung nachzubehandeln.
Abdichtungen mit spachtelbaren Dichtstoffen	- min. drei Schichten Epoxid- oder Polyurethan harze; Gesamtdicke (nach dem Erhärten) min 2,0 mm; mit Armierung (Einlagen) min. 3,0 mm
	- min. drei Schichten spachtelbare Bitumenemulsionen mit Armierungslage(n), Trockenschichtdicke min. 6 mm

Tabelle 14: Abdichtungen gegen nicht drückendes Wasser¹⁷⁸

¹⁷⁸ Institut für Bauschadensforschung (IBF)-Richtlinie: Abdichtung erdberührter Bauteile im Hochbau; Seite 7.

9.3.4 Konstruktionsbeispiele

Die nachstehenden Grafiken nach Kolbitsch¹⁷⁹ stellen schematische Lösungen für Abdichtungen erdberührter Bauteile dar. Dabei ist dargestellt, wie die waagrechten Abdichtungen der Wände an die horizontalen Abdichtungen der Fundamente und der Kellersohle angeschlossen werden.

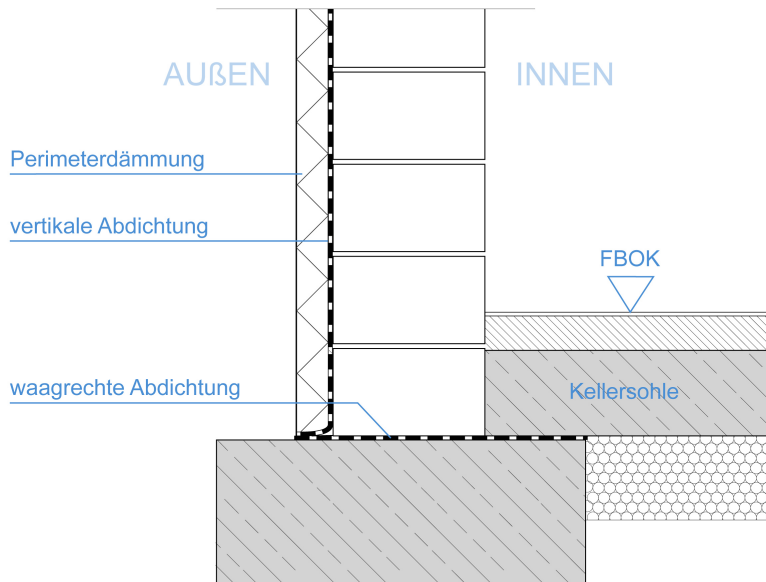


Abbildung 27: Horizontale Mauerwerksabdichtung

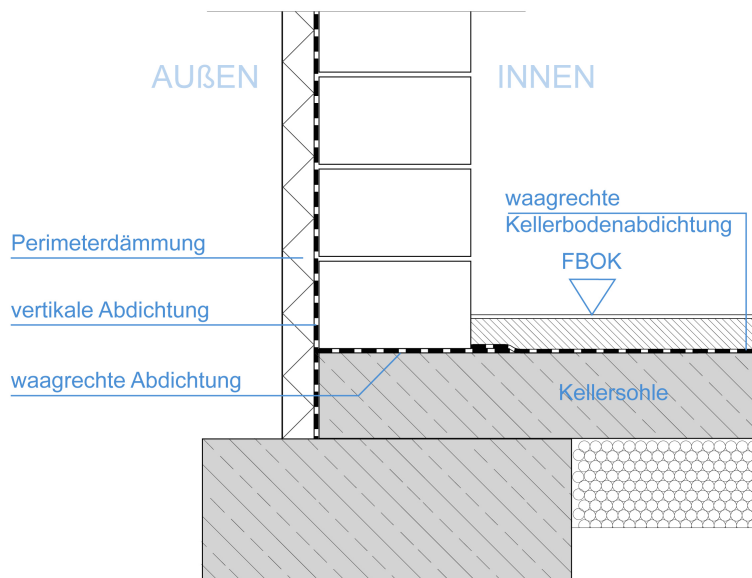


Abbildung 28: Abdichtungsanschluss Kellerboden

¹⁷⁹ KOLBITSCH, A.; STALF-LENHARDT, M.: Kellerbauen+: Sorgfältig geplant - richtig ausgeführt; Seite 36.

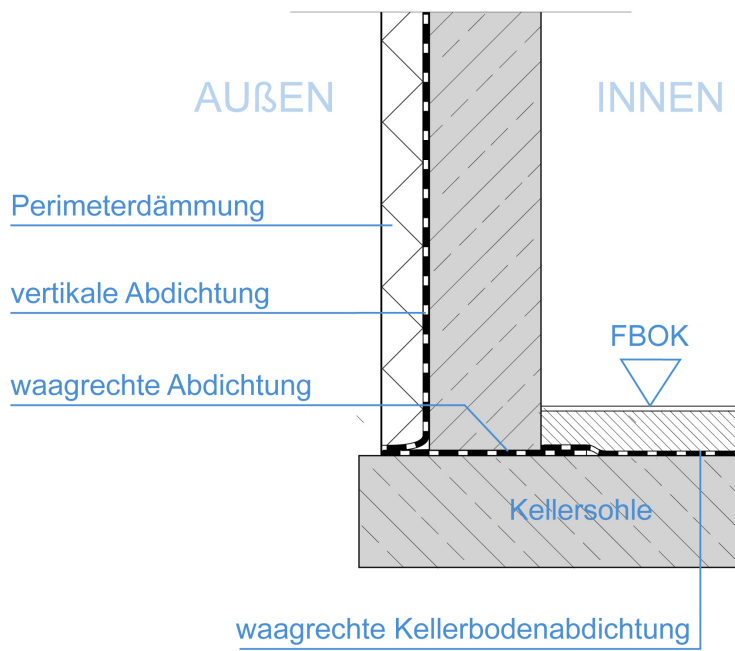


Abbildung 29: Waagrechter Anschluss der Bodenabdichtung an die horizontale Sperrschicht

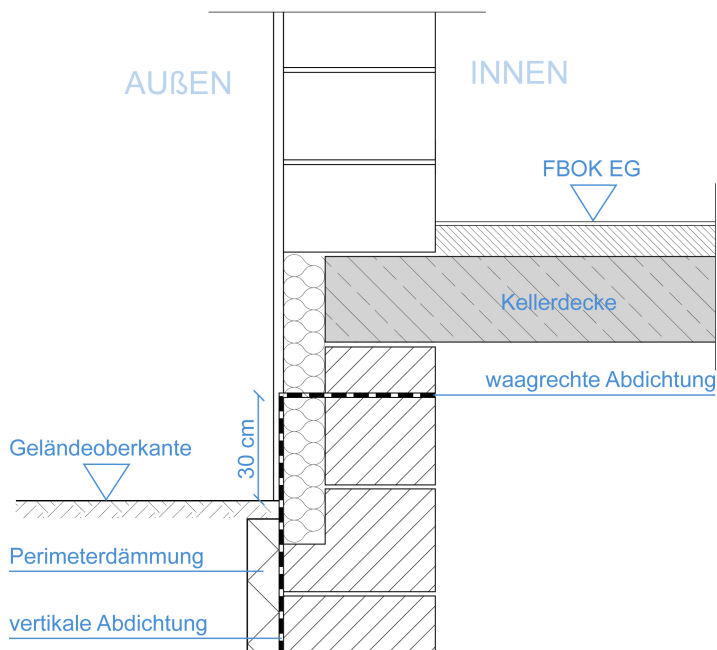


Abbildung 30: Sockelanschluss unterhalb der Kellerdecke

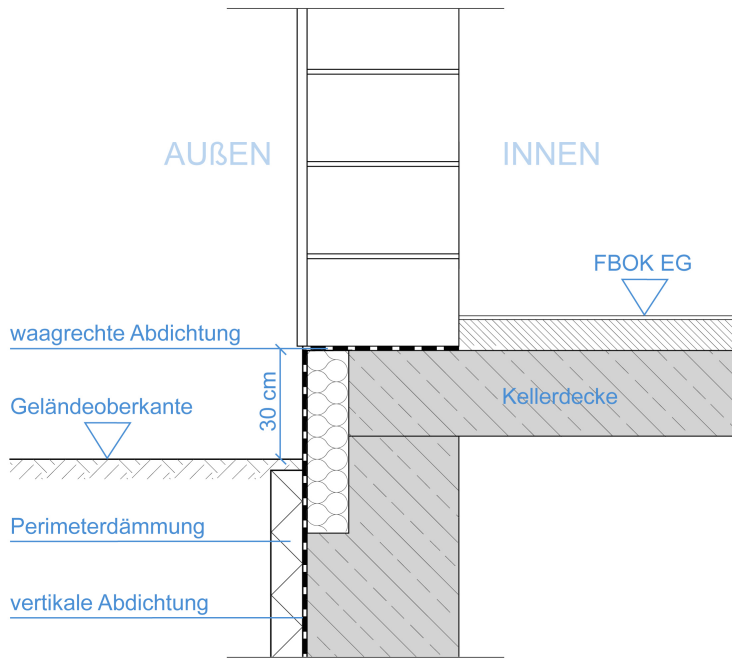


Abbildung 31: Sockelanschluss überhalb der Kellerdecke

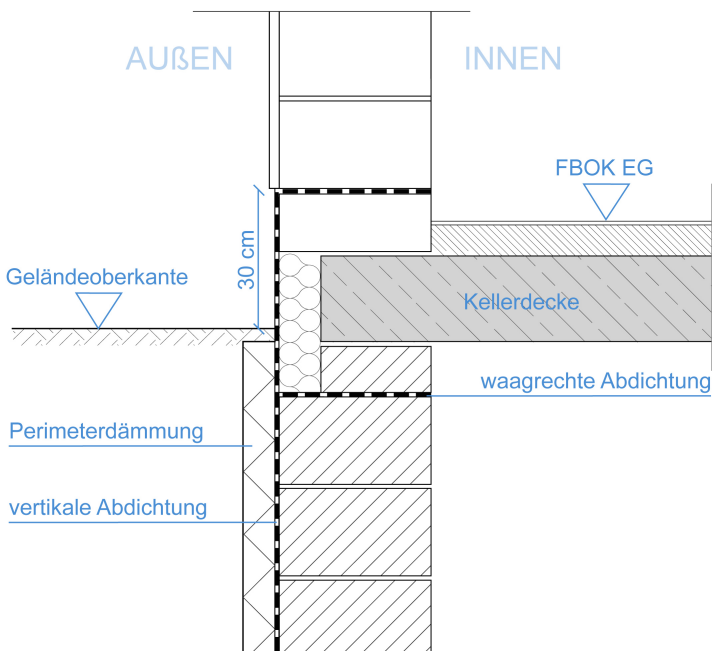


Abbildung 32: horizontaler Anschluss der Abdichtung unterhalb der Kellerdecke

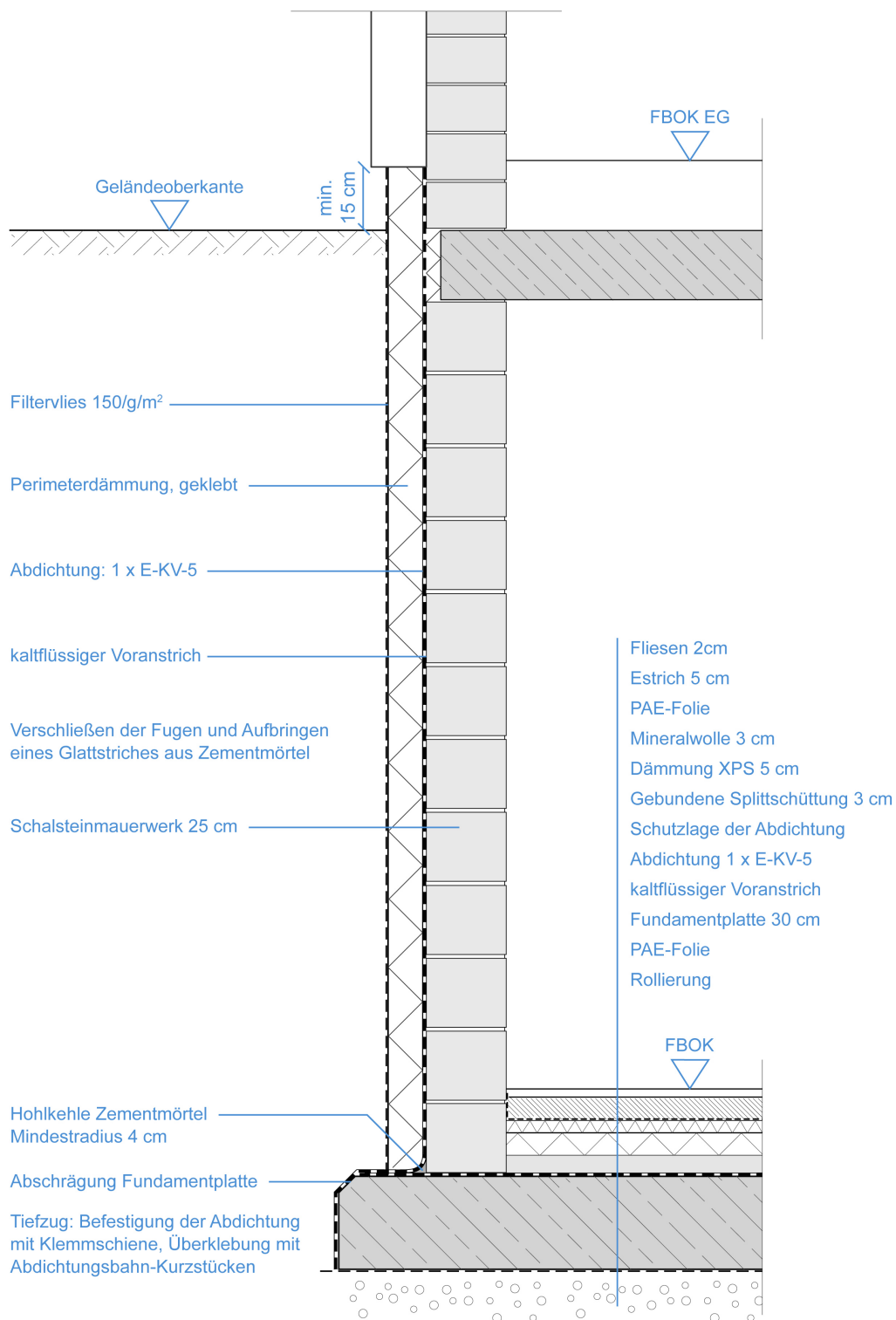


Abbildung 33: Schnitt durch Keller, Abdichtung gegen Bodenfeuchtigkeit ¹⁸⁰

¹⁸⁰ Vgl. Institut für Bauschadensforschung (IBF)-Richtlinie: Abdichtung erdberührter Bauteile im Hochbau; Seite 15.

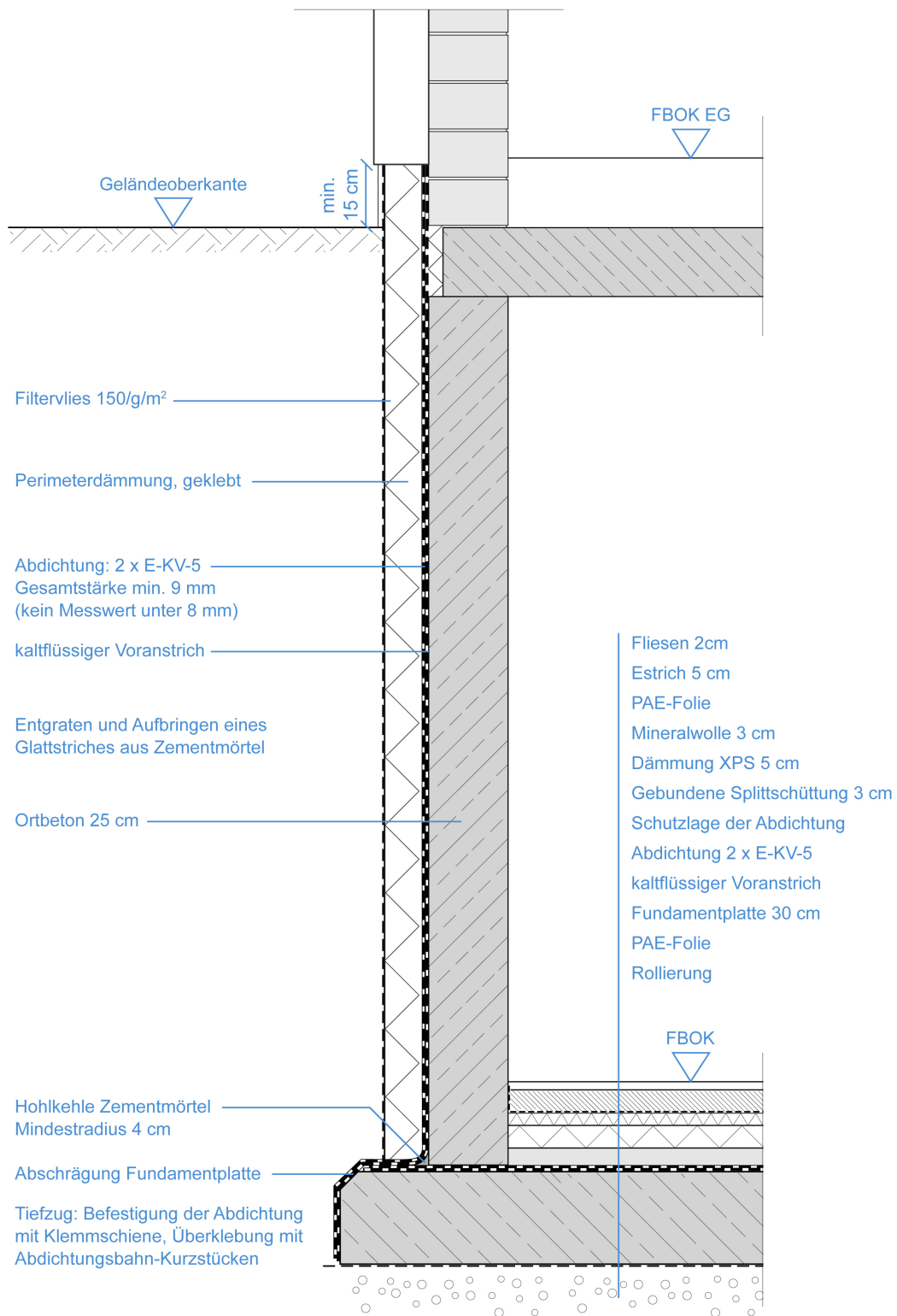


Abbildung 34: Schnitt durch Keller, Abdichtung gegen nicht drückendes Wasser¹⁸¹

¹⁸¹ Vgl. Institut für Bauschadensforschung (IBF)-Richtlinie: Abdichtung erdberührter Bauteile im Hochbau; Seite 15.

10 Abdichtungen gegen drückendes Wasser

10.1 Allgemein

Als drückendes Wasser wird jenes Wasser bezeichnet, welches auf die Abdichtung von außen einen hydrostatischen Druck ausübt. Das kann entweder zeitweise aufstauendes Sickerwasser, Schichtenwasser, oder Grundwasser sein.

Um den Keller vor diesen Arten von Wassern zu schützen gibt es zwei verschiedene Arten diesen abzudichten. Dabei unterscheidet man zwischen zwei verschiedenen Abdichtungsarten. Im Allgemeinen sind „Abdichtungen gegen drückendes Wasser“ Abdichtungen gegen Grund- und Schichtenwasser unabhängig von Gründungstiefe, Eintauchtiefe und Bodenart. Von Abdichtungen gegen zeitweise aufstauendes Sickerwasser spricht man bei Kellerwänden und Bodenplatten in Gründungstiefen bis zu 3,0 m unter der Geländeoberkante bei wenig durchlässigen Böden.¹⁸²

Beim Auftreten dieser Lastfälle ist die Abdichtung selbst an der wasserzugewandten Seite anzubringen und in Form einer „Wanne“ auszubilden. Das bedeutet, dass die Abdichtung eine vollflächige, hautartige, das Bauwerk allseitig umschließende Schutzschicht um die tragende Struktur des Gebäudes bildet (*Prinzip „Schwarze Wanne“, „Braune Wanne“*), oder die Primärkonstruktion in monolithischer Bauweise selbst schon die wasserdichtende Funktion übernimmt (*Prinzip „Weiße Wanne“*). Dabei ist es wichtig, dass die verwendete Methode einwandfrei ausgeführt und somit „wasserdicht“ ist.

Was genau „wasserdicht“ bedeutet, ist im Teil 1 der „ÖNORM B 2209 - Abdichtungsmaßnahmen“¹⁸³ nicht beschrieben, jedoch äußert sich das Merkblatt „Wasserundurchlässige Betonbauwerke“ zum Thema der „Wasserundurchlässigkeit“:

„Die Wasserundurchlässigkeit ist dann erreicht, wenn die Anforderungen an die Begrenzung/Verhinderung des Wasserdurchtritts durch den Beton, durch Fugen, Arbeitsfugen und Sollrissquerschnitte, durch Einbauteile und Risse erfüllt werden. Dabei zählt die ganzheitliche Betrachtung des Gebäudes.“¹⁸⁴

Es gilt zu überlegen welche Art der Konstruktion im Sinne der Wirtschaftlichkeit die „beste“ für den auftretenden Lastfall ist. Zum Beispiel eignet sich Mauerwerk aufgrund seiner vielfältigen Einsetzbarkeit und positiven bauphysikalischen Eigenschaften hervorragend als Baustoff für Kellerwände und ist auch in Kombination mit verschiedenen Abdichtungssystemen sehr gut einsetzbar. Jedoch ist die Anwendung in der Regel auf

¹⁸² Vgl. DIN 18195-6: Bauwerksabdichtungen - Teil 6: aufstauendes Sickerwasser / von außen drückendes Wasser; Seite 7.

¹⁸³ ÖNORM B 2209-1: Abdichtungsarbeiten - Werkvertragsnorm.

¹⁸⁴ BOSE, T.: Wasserundurchlässige Betonbauwerke - Zement-Merkblatt Hochbau (H 10); Seite 1.

die Eintauchtiefe des Kellers in den Grundwasserspiegel abzustimmen, da der hydrostatische Druck die Auswahl des Werkstoffs mitbestimmt.

Daher werden im Grundwasser stehende Keller aus statischen Gründen meist in Beton ausgeführt und es gilt aus baubetrieblicher Sicht zu überlegen, ob es nicht gleich sinnvoll ist, die Konstruktion als Weiße Wanne zu konzipieren.¹⁸⁵

Kommt man hingegen zu dem Entschluss eine Abdichtung als Schwarze Wanne auszuführen, so sind bituminöse hautförmige Abdichtungen unabhängig von Gründungstiefe, Eintauchtiefe und Durchlässigkeit des Bodens prinzipiell mit mehreren Abdichtungslagen auszuführen¹⁸⁶ (siehe Punkt 10.2.3). Auf die genaue Anzahl wird in dieser Arbeit später noch eingegangen und weiterführend auf die ÖNORM B 2209 - Teil 1 und den Teil 6 der DIN 18195 verwiesen.¹⁸⁷

Als zusätzliche Maßnahmen zur unterirdischen Abdichtung des Kellers gegen drückendes Wasser ist nach DIN 18195-6 : 2011-12, Punkt 5.2, die wasserdruckhaltende Abdichtung bei stark durchlässigem Boden (Achtung: hier beschreibt die Norm den Durchlässigkeitsbeiwert für stark durchlässige Böden mit $k < 10^{-4}$ m/s, es muss jedoch $k > 10^{-4}$ m/s heißen) mindestens 300 mm über den Bemessungswasserstand¹⁸⁸ zu führen; darüber ist das Bauwerk durch eine Abdichtung gegen Sickerwasser im Wandbereich und Bodenfeuchte nach DIN 18195-4 oder bei anschließenden Decken nach DIN 18195-5 zu schützen. Hier besteht ein Unterschied zur ÖNORM B 2209-1, da der Hochzug der Abdichtung laut österreichischer Norm den Vertragswasserstand¹⁸⁹ um mindestens 500 mm überragen muss. Dieser ist zumeist gleichzeitig der Bemessungswasserstand.

„Bei wenig durchlässigem Boden ($k < 10^{-4}$ m/s) ist die Abdichtung wegen der Gefahr einer Stauwasserbildung mindestens 300 mm über die geplante Geländeoberkante zu führen. Soll die Abdichtung gegen Hinterlaufen durch Niederschlagswasser auf Höhe GOK gesichert werden, sind für die Außenwände bis etwa 300 mm über GOK ausreichend Wasser abweisende Bauteile zu verwenden.“¹⁹⁰

¹⁸⁵ Vgl. PECH A.; KOLBITSCH A.: Keller; Seite 75.

¹⁸⁶ Vgl. FIX, W.: Handbuch der Bauwerksabdichtung; Seite 123.

¹⁸⁷ In den Punkten 8.2 bis 9.4 der DIN 18195 - 6, werden die verschiedenen zulässigen Abdichtungsmaterialien im Bezug zur Eintauchtiefe des Bauteils gestellt und die erforderliche Lagenanzahl angegeben.

¹⁸⁸ ÖNORM B 7209, Punkt 3.5:
Bemessungswasserstand:
(1) bei nicht bindigen Böden höchster, nach Möglichkeit aus langjähriger Beobachtung ermittelter Grundwasserstand
(2) bei bindigen Böden in der Geländeoberfläche angenommener Wasserstand

¹⁸⁹ ÖNORM B 7209, Punkt 3.38:
Vertragswasserstand: vertraglich einvernehmlich festgelegter Wasserstand (Grundwasserspiegel und / oder auch freier Wasserspiegel), dessen Angabe in Höhenknoten über N-N (Normalnull) erfolgt, sofern vertraglich nichts anderes festgelegt wurde

¹⁹⁰ DIN 18195-6: Bauwerksabdichtungen - Teil 6: aufstauendes Sickerwasser / von außen drückendes Wasser; Seite 6.

10.2 Schwarze Wanne

10.2.1 Allgemein

„Schwarze Wannen“ sind hautförmige Abdichtungen die ein- oder mehrlagig in Bahnen oder als Dickbeschichtungen auf die raumabschließenden Bauteile aufgebracht werden (Materialien siehe Punkt 10.2.2).

Dabei wird die Abdichtung in der Regel an der Außenseite, also der erdberührten Seite der Kellerwände, angebracht und die horizontalen Lagen der Bodenplatte und vertikalen Wandabdichtungsschichten miteinander „wannenartig“ verbunden.¹⁹¹

Da diese Dichtstoffe lange Zeit ausschließlich aus bituminösen Stoffen hergestellt wurden und diese eine schwarze Färbung aufweisen, wird bis heute der Begriff „Schwarze Wanne“ für diese Art der Abdichtung verwendet.

Dabei ist der Baustoff der Primärkonstruktion nicht ausschlaggebend für die Wahl des Abdichtungsstoffs, sondern die äußeren Randbedingungen und die einwirkenden Lastfälle (siehe Punkt 6.3: Lastfälle) auf das Gebäude. Das gewählte System übernimmt dabei alleine die Abdichtung des Kellers und ist flächig, überlappend und allumschließend an die Kelleraußenwände und die Sohle anzubringen.

Die dabei verwendeten Materialien sind gewerkspezifisch einzusetzen und deren Beständigkeit gegen Alterung zu berücksichtigen. Die Abdichtung muss dabei, über die Anforderungen der Abdichtungen gegen nicht drückendes Wasser, Schwindrisse im Untergrund von bis zu maximal 0,5 mm schadfrei überbrücken können. Gegebenenfalls ist dem mit konstruktiven Maßnahmen, wie z.B. Trennschichten, entgegen zu wirken.¹⁹²

Um die Abdichtungen vor äußeren Einwirkungen zu schützen, sind gegebenenfalls Schutz-, oder Gleitschichten anzubringen, die verhindern sollen, dass mechanische oder thermische Beanspruchungen diese schädigen (siehe Punkt 8.4.3: Schutzschichten).

¹⁹¹ Vgl. FRÖSSEL, F.: Lexikon der Bauwerksabdichtung und Kellersanierung; Seite 393.

¹⁹² ÖNORM B 7209: Abdichtungsarbeiten für Bauwerke - Verfahrensnorm; Seiten 12ff.

10.2.2 Materialien und Verarbeitung

Da die einzelnen Stoffe zur Ausbildung von „Schwarzen Wannen“ materialspezifische Eigenschaften mit haben, gilt es, je nach Lastfall und Art des Abdichtungstoffs seinen Einsatz zu differenzieren.

Der größte Unterschied zwischen bitumenhaltigen Abdichtungen und Kunststoffabdichtungen ist dabei die Art, wie die abdichtende Wirkung erzielt wird. Während bituminöse Schichten die Sperrung des Wassers durch den Verbund untereinander gewährleisten, dichten Abdichtungsbahnen auf Kunststoffbasis in nur einer Schichte den Bauteil ab. Dabei ist der Bahnenquerschnitt maßgebend für die Widerstandsfähigkeit des Produktes gegenüber dem Wasser.

Das macht die Verarbeitung von Kunststoffbahnen auch anspruchsvoller, da sichergestellt werden muss, dass alle Nähte und Verschweißungen entsprechend den Angaben hergestellt werden um Schadstellen, durch welche Wasser in die Abdichtung eindringen könnte, zu vermeiden.¹⁹³

Wie diese Stoffe zu kombinieren und einzusetzen sind, ist in der **ÖNORM B 2209-1** in Punkt 5.3.5 geregelt.¹⁹⁴

Punkt 5.3.5.1: Allgemeines

- Die Abdichtungen sind wannenförmig auszubilden oder haben das Bauwerk allseitig zu umschließen. Bei Ausführung der Abdichtungen mit rückläufigem Stoß ist die waagrechte Abdichtung in einer Breite von mindestens 30 cm über die Außenkante der Sohlplatte hinauszuführen.
- Die lotrechten Abdichtungen bei wannenförmiger Ausführung sind mindestens 50 cm über den Vertragswasserstand zu führen.

Punkt 5.3.5.2: Abdichtung mit Bitumen-Abdichtungsbahnen

- Bei lotrechten Abdichtungen bis in eine Eintauchtiefe von 4 m ist diese mindestens zweilagig mit Materialien gemäß ÖNORM B 7209:2002-07, Abschnitt 5.5.2.9 (2) bis (3), (z.B. Polymerbitumenbahnen flammbar), auszuführen und der Untergrund mit einem Voranstrichmittel gemäß ÖNORM B 7209:2002-07, Abschnitt 5.5.2.1 zu versehen. Die Gesamtdicke der Abdichtung muss im Mittel 10 mm (jedoch kein einzelner Messwert unter 9 mm) betragen.
- Bei horizontalen Lagen ist ein Voranstrichmittel auf dem Untergrund gemäß ÖNORM B 7209:2002-07, Abschnitt 5.5.2.1 (z.B. Bitumenlö-

¹⁹³ http://www.baunetzwissen.de/standardartikel/Flachdach-Arten-und-Eigenschaften-von-Kunststoffbahnen_1305867.html. Datum des Zugriffs: 17.12.2012.

¹⁹⁴ ÖNORM B 2209-1: Abdichtungsarbeiten - Werkvertragsnorm, Teil 1: Bauwerke; Seiten 8ff. Der Text ist direkt aus der Norm übernommen und aus Gründen der Relevanz teilweise ergänzt oder gekürzt worden

sung, oder Bitumenemulsion) aufzutragen. Zusätzlich gilt, dass die einzelnen Lagen vollflächig aufzukleben oder aufzuflämmen sind.

Eintauchtiefe in m, bezogen auf den Vertragswasserstand	Mindest-Lagenanzahl und Art der Einlage der Polymer-Bitumen-Abdichtungsbahnen
bis 4	2 Lagen mit Kunststoffvlies-Einlage
über 4	3 Lagen mit Kunststoffvlies-Einlage
Eine Einpressung der Abdichtung nicht erforderlich.	

Tabelle 15: Anzahl der Lagen und Art der Einlagen bei horizontalen Abdichtungen (nach ÖNORM B 2209-1, Punkt 5.3.5.2.2)

Punkt 5.3.5.3: Abdichtungen mit Kunststoff-Dichtungsbahnen (vollflächig verklebt)

- Die Abdichtung ist aus einer Lage bitumenverträglicher Kunststoff-Dichtungsbahnen in einer Mindestdicke herzustellen, die zwischen zwei Lagen Bitumen-Abdichtungsbahnen gemäß ÖNORM B 7209:2002-07, Abschnitt 5.5.2.9 (2) vollflächig zu verkleben ist. Der Untergrund ist mit Materialien gemäß ÖNORM B 7209:2002-07, Abschnitt 5.5.2.1 vorzubehandeln und die Verbindungen zu prüfen.
- Die Bitumen-Abdichtungsbahnen sind so aufzukleben, dass dabei eine Schädigung der Kunststoff-Dichtungsbahnen vermieden wird.

Einbautiefe in m	Mindestdicke in mm*	
	PVC	ECB
bis 4	1,5	2,0
über 4	2,0	2,3
*ohne Berücksichtigung von Kaschierungen und ablösbaren Signalschichten.		

Tabelle 16: Mindestdicken von Kunststoffbahnen (nach ÖNORM B 2209-1, Punkt 5.3.5.3.4)

Punkt 5.3.5.4: Abdichtungen mit Kunststoff-Dichtungsbahnen (lose verlegt)

- Die Abdichtung ist aus einer Lage Kunststoff-Dichtungsbahnen ECB oder PVC-P, mindestens 3 mm dick, herzustellen, gemessen ohne Kaschierungen und Signalschichten.
- Die Abdichtungen sind zwischen Materialien gemäß ÖNORM B 7209:2002-07, Abschnitt 5.5.2.13 (3) (c) einzubauen.
- Bei Wandflächen sind die Abdichtungsbahnen mit ausreichender mechanischer Befestigung einzubauen (z.B. außen liegende Arbeitsfugenbänder, Rondellen, Anschweißfolien).



Abbildung 35: Abdichtung mit Schwarzer Wanne¹⁹⁵

¹⁹⁵ http://www.am-sandhuegel.de/wp-content/uploads/2012/03/CM_20120322_5966.jpg. Datum des Zugriffs: 20.03.2013.

10.2.3 Anwendungsüberblick

Abdichtungen gegen von außen drückendes Wasser nach ÖNORM B 2209 - 1 und ÖNORM B 7209	
Abdichtungen mit Bitumen- Abdichtungsbahnen Lotrechte Abdichtung von Wänden: mindestens zweilagig Gesamtdicke min. 10 mm (kein Messwert unter 9 mm)	Eintauchtiefe bis 4 m: - kaltflüssiger Voranstrich - P-KV-5 oder E-KV-5 flämmbar oder - Polymerbitumenbahn durchwurzelungsfest
Abdichtungen mit Bitumen- Abdichtungsbahnen Waagrechte Abdichtungen	Eintauchtiefe bis 4 m: - kaltflüssiger Voranstrich - 2 Lagen mit Kunststoffvlies Einlage (P-KV-5 oder E-KV-5)
	Eintauchtiefe über 4 m: - kaltflüssiger Voranstrich - 3 Lagen mit Kunststoffvlies Einlage (P-KV-5 oder E-KV-5)
Abdichtungen mit Kunststoff-Dichtungsbahnen aus PVC-P, bitumen-verträglich oder ECB, vollflächig verklebt	Eintauchtiefe bis 4 m: - kaltflüssiger Voranstrich - Bitumen-Abdichtungsbahn - bitumenverträgliches PVC, min 1,5 mm oder - Ethylencopolymerisat-Bitumen (ECB), min 2,0 mm - Bitumen-Abdichtungsbahn
	Eintauchtiefe über 4 m: - kaltflüssiger Voranstrich - Bitumen-Abdichtungsbahn - bitumenverträgliches PVC, min 2 mm oder - Ethylencopolymerisat-Bitumen (ECB), min 2,3 mm - Bitumen-Abdichtungsbahn
	<i>(Hinweis: Die Kunststoffabdichtungsbahn wird zwischen zwei Lagen aus Bitumen-Abdichtungsbahnen eingeklebt.)</i>
	- Die Verbindungen sind nach ÖNORM B 7209 auf ihre Dichtheit zu überprüfen.
Abdichtungen mit Kunststoff-Dichtungsbahnen aus PVC-P, bitumen-verträglich oder ECB, lose verlegt	- Kunststoffvlies Masse min 800 g/m ² - PVC-P, min 3 mm oder - Ethylencopolymerisat-Bitumen (ECB), min 3 mm - Kunststoffvlies Masse min 800 g/m ²
	<i>(Hinweis: Die Kunststoffabdichtungsbahn wird zwischen zwei Lagen aus Kunststoffvliesen eingeklebt.)</i>
	- Die Verbindungen sind nach ÖNORM B 7209 auf ihre Dichtheit zu überprüfen.
	- Die geprüften Nähte und T-Stoßverbindungen von PVC-P Dichtungsbahnen mit Synthesegewebeeinlagen sind durch Überstreichen der äußeren Nahtkanten mit PVC-Lösung
	- Bei Wandflächen sind die Abdichtungsbahnen mit ausreichender mechanischer Befestigung einzubauen.

Tabelle 17: Abdichtungen gegen von außen drückendes Wasser¹⁹⁶

¹⁹⁶ Institut für Bauschadensforschung (IBF)-Richtlinie: Abdichtung erdberührter Bauteile im Hochbau; Seite 9.

10.2.4 Konstruktion

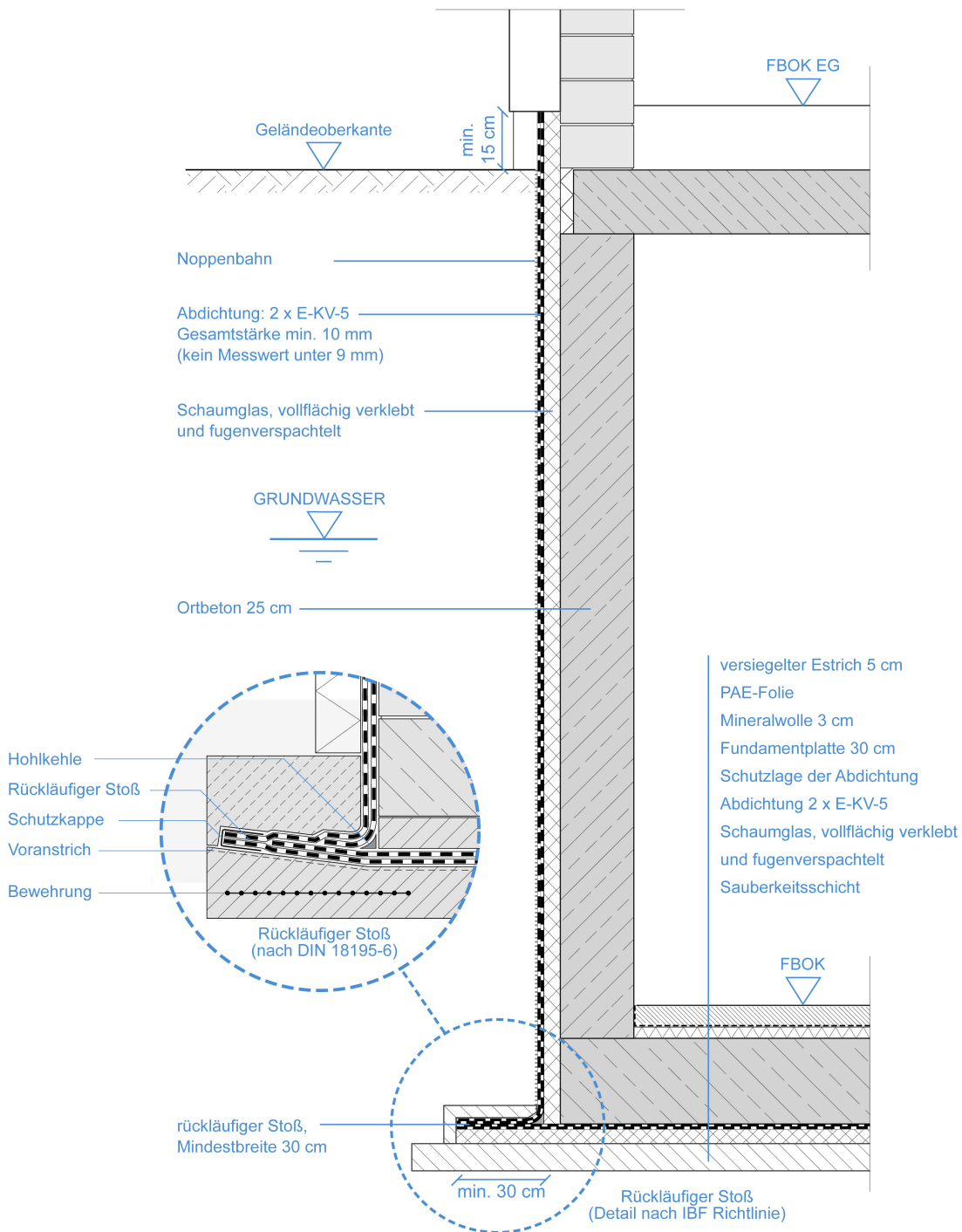


Abbildung 36: Schnitt durch Keller, Abdichtung gegen drückendes Wasser mit Schwarzer Wanne¹⁹⁷

¹⁹⁷ Institut für Bauschadensforschung (IBF)-Richtlinie: Abdichtung erdberührter Bauteile im Hochbau; Seite 17.

10.3 Braune Wanne

10.3.1 Allgemein

Der Begriff „Braune Wanne“ leitet sich von der bräunlichen Färbung ihres Dichtstoffs, des Bentonits, ab.¹⁹⁸ Dieses Material zählt zu den mineralischen Abdichtungen und entsteht durch die Verwitterung vulkanischer Aschen oder gleichartiger Ablagerungen.¹⁹⁹

Bei „Braunen Wannen“ werden die tragenden Stahlbetonbauteile des Kellers mittels Dichtmatten aus Bentonit verkleidet. Dieses ist ein Ton, dessen Hauptbestandteil Montmorillonit^{200,201} ein sehr hohes Wasseraufnahmevermögen besitzt. Durch seine porenverstopfende Wirkung und Quellfähigkeit kann bei richtiger Verwendung ein sehr niedriger Wasserdurchlässigkeitswert erzielt werden.²⁰²

Zusammen mit dem Beton bildet das Bentonit die wasserdichte Schicht. Dabei muss der Beton jedoch auch ähnlich wie bei den „Weißen Wannen“ mittels Fugenbändern konstruktiv verstärkt werden.

Durch diese Volumszunahme bei Wasserkontakt bekommt das Bentonit auch seine „selbsteilende“ Wirkung nachgesagt. Bei eintretender Feuchtigkeit trifft die Ausdehnung dann irgendwann auf ihre Grenzen (durch Auflast der Bodenplatte oder Anpressdruck der Hinterfüllung) und durch den Quelldruck wird eine hochabdichtende Wirkung erzielt.²⁰³ Dabei nimmt die Dichtigkeit mit zunehmendem Druck bzw. Anpressdruck zu.²⁰⁴

Ein Vorteil dieser Bauweise ist dabei ihre Wirtschaftlichkeit, da durch die Quellfähigkeit des Bentonits an die Rissbreitenbeschränkung des Betons deutlich geringere Anforderungen gestellt werden als an die der reinen Weißen Wannen.

Je nach Anforderungsklasse beträgt die maximale unbedenkliche Rissbreite w_{cal} bei Weißen Wannen zirka 0,15 bis 0,25 mm, wobei bei mit Bentonit verkleideten Wannen selbst mit Rissweiten von zirka $w_{cal}=0,30$ die Dichtigkeit gewährleistet werden kann.²⁰⁵

¹⁹⁸ adicon Gesellschaft für Sanierungs- und Abdichtungstechnik mbH - Druckwasserdichtes Abdichten von Fertigteilen, <http://www.glasschaum.at/downloads/6%20Adicon.pdf>. Datum des Zugriffs: 06.12.2012.

¹⁹⁹ <http://www.cemproof.ch/index.htm?abdichtung.htm>. Datum des Zugriffs: 16.11.2012.

²⁰⁰ Bentonit = Tuff mit Montmorinegehalt über 40%

²⁰¹ EBNER, F.; GRÄF, W.: Bentonite und Glastuffe der Steiermark; Seiten 31ff.

²⁰² Vgl. LOHMEYER, G.; EBELING, K.: Weiße Wannen einfach und sicher - Konstruktion und Ausführung wasserundurchlässiger Bauwerke aus Beton; Seite 16.

²⁰³ Vgl. LOHMEYER, G.; EBELING, K.: Weiße Wannen einfach und sicher - Konstruktion und Ausführung wasserundurchlässiger Bauwerke aus Beton. a. a. O.; Seite 27.

²⁰⁴ <http://www.cemproof.ch/index.htm?abdichtung.htm>. Datum des Zugriffs: 16.11.2012.

²⁰⁵ Verband österreichischer Beton- und Fertigteilerwerke (VÖB) - Braune Wannen, http://www.kellerbauen.at/braune_wanne.asp. Datum des Zugriffs: 01.02.2013.

Das heißt, dass selbst bei größeren, unvermeidbaren Rissen im Betongefüge die Dichtigkeit des Bauteils gegeben ist, da diese Fehlstellen vom Bentonit überbrückt oder gefüllt werden.

Dies hat zur Folge, dass weniger Bewehrungsstahl und zusätzliche Betonzuschlagsstoffe eingesetzt werden müssen und somit die Preise für die Herstellung des Betons niedriger gehalten werden können.²⁰⁶

10.3.2 Materialien und Verarbeitung

Das Bentonit ist ursprünglich ein trockenes Granulat, das erst durch den Kontakt mit Wasser aktiv wird. Zur Herstellung der Dichtmatten wird das Granulat zwischen Deckschichten aus Geotextilien oder Karton (z.B. in die Hohlräume von Wellpappe, Gewebe, Vliese usw.) eingebracht.

Es wird außerhalb des raumabschließenden Bauteils an der Schalung und der Sauberkeitsschicht oder unter der Bodenplatte aufgebracht.²⁰⁷ Dabei ist bei vertikalen Bauteilen die Unverschiebbarkeit der Matten besonders wichtig, da nur bei optimaler Lage der Bahnen ein gleichmäßiger Verbund mit dem Frischbeton erreicht werden kann und damit die Dichtheit sichergestellt wird.²⁰⁸

Kommt danach die Pappe (zum Beispiel nach dem Hinterfüllen der Baugrube) mit Wasser in Kontakt, zersetzt sich diese und das Bentonit quillt zu einer gelartigen Masse auf. Diese kann das bis zu Siebenfache ihres Gewichtes an Wasser binden, das 15-Fache ihres ursprünglichen „nicht-aktivierten“ Volumens erreichen und dadurch den Bauteil abdichten.²⁰⁹

Wichtig dabei ist, dass die notwendige Masse an Bentonitgranulat in den Trägermatten unverschiebbar eingebracht ist, um durch das Aufquellen den nötigen Dichtquerschnitt herstellen zu können und auch für vertikale Abdichtungen geeignet zu sein. Diese Matten müssen bereits in den Frischbeton eingebracht werden und bilden nach dessen Aushärten einen Verbund, der nicht mehr von Wasser hinterlaufen werden kann.

10.3.3 Konstruktionen

Da der Wasserdurchtritt bei Abdichtungen mit Bentonit, ähnlich wie bei Abdichtungen mit Dichtbeton, nicht gänzlich zu vermeiden ist, gilt es diesen Stoff im nötigen Querschnitt auf den zu schützenden Bauteil aufzubringen. Dabei bestimmen die Nutzungsklassen und damit die Anfor-

²⁰⁶ <http://www.cemproof.ch/index.htm?abdichtung.htm>. Datum des Zugriffs: 16.11.2012.

²⁰⁷ Verband österreichischer Beton- und Fertigteilwerke (VÖB) - Braune Wannan. http://www.kellerbauen.at/braune_wanne.asp. Datum des Zugriffs: 01.02.2013.

²⁰⁸ adicon Gesellschaft für Sanierungs- und Abdichtungstechnik mbH - Druckwasserdichtes Abdichten von Fertigteilen, <http://www.glasschaum.at/downloads/6%20Adicon.pdf>. Datum des Zugriffs: 23.10.2012.

²⁰⁹ RICCABONA, C.; MEZERA, K.: Baukonstruktionslehre 1: Rohbauarbeiten; Seite 114.

derungen des Nutzers an die Kellerräumlichkeiten, wie resistent die Abdichtung gegen Wassereintritt zu sein hat (siehe Kapitel 4 und 5).

Bentonitmatten müssen auf ebenem Untergrund aufgebracht werden und dürfen keine scharfen Kanten oder Hohlstellen überdecken. Um sie vor dem anstehenden Erdreich und vor Beschädigungen durch Wurzeln zu schützen, müssen die Bahnen mit einer Schutzschicht an der erdbeberührten Abdichtungsseite versehen werden.

Ist das Bentonit fachgerecht zwischen dem Beton und wasserdurchlässigen Schichten eingebracht, so stellen Risse im abzudichtenden Bauteil bis zu einer Rissbreite von 2 mm kein Problem dar. Das Bentonit wird durch den Anpressdruck in die Risse gedrückt und dichtet diese ab.

Das bedeutet, dass man durch seine Eigenschaft aufzuquellen bei diesem Baustoff eine Art Selbstheilung beobachten kann. Kleinere Schadstellen schließen sich von selbst und die Abdichtung ist wieder völlig hergestellt. Durch diese Eigenschaft werden selbst Durchdringungen von Schrauben von dem gelartigen Bentonit vollständig abgedichtet.²¹⁰



Abbildung 37: Bentonitbahnen am Bauwerk²¹¹

²¹⁰ Vgl. CZIESIELSKI, E.: Lufsky Bauwerksabdichtung; Seite 255.

²¹¹ <http://www.ru.all.biz/img/ru/catalog/763008.jpeg>. Datum des Zugriffs: 18.03.2013.

10.4 Weiße Wanne

10.4.1 Allgemein

„Weiße Wannen“ sind mit Beton abgedichtete Bauwerke, wobei der Querschnitt des Betons die Aufgabe des Abdichtens übernimmt. Die Bodenplatte und Außenwände werden dabei als Wanne hergestellt, welche auch in den konstruktiv notwendigen Dehn- und Arbeitsfugen (siehe Punkt 10.4.4) dicht sein muss.

Dadurch erfüllt diese Art der starren Abdichtung gleichzeitig die tragende und abdichtende Funktion in einer Schicht und bringt durch die monolithische Bauweise auf der Baustelle einige Vorteile mit sich.

Die dabei verwendeten Betone zeichnen sich durch eine hohe Dichte und damit einer hohen Druckfestigkeit aus. Durch dieses dichte Gefüge, kann der Wassertransport größtenteils gestoppt, jedoch die Dampfdiffusion durch den Bauteil nie ganz vermieden werden. Der Anteil des transportierten gasförmigen Wassers ist bei sachgerechter Ausführung jedoch so gering, dass er an den Bauteilinnenseiten nicht wahrnehmbar ist.

Um die „Weißen Wannen“ den verschiedenen Ansprüchen des Nutzers anzupassen, werden unterschiedliche Anforderungen an die Bewehrung des Stahlbetons gestellt, um die auftretenden Risse des Betongefüges minimal zu halten und die Abdichtung zu gewährleisten.

Auch der Angriff durch Umgebungseinflüsse muss bei der Wahl der Bauweise berücksichtigt werden. So muss mit korrosiven betonangreifenden Einflüssen und solchen, welche die Bewehrungsstähle schädigen können, gerechnet werden. Je nach Anforderungen unterscheidet man nach sogenannten „Expositionsklassen“, welche die Mindest- und Nennmaße der Betonüberdeckung definieren. Diese Deckung ist maßgebend für den Schutz der Bewehrung.²¹²

Schadstellen bei Abdichtungen aus Beton können leicht ausgemacht werden und auch die Sanierung dieser ist im Vergleich zu „Schwarzen Wannen“ entsprechend einfacher. Der Schaden tritt meistens dort auf, wo eine Fehlerstelle in der Betonkonstruktion liegt und macht die Quelle ist dadurch direkt erkennbar.

²¹² Vgl.: KIND-BARKAUSAS, F.; u.a.: Beton Atlas; Seite 51.

10.4.2 Konstruktion

Bei „Weißen Wannen“ übernimmt der wasserundurchlässige Betonquerschnitt die abdichtende Funktion. Mit zusätzlichen Maßnahmen, wie das Einsetzen von Fugenbändern und das konstruktive Begrenzen der Risse auf die für die Anforderungen erlaubten Maximalwerte²¹³, kann sicher gestellt werden, dass ab einer gewissen Tiefe kein Wasser mehr in den Bauteil eindringen kann.

Diese monolithische Bauweise bringt nach Lohmeyer aus baulicher Sicht viele Vorteile mit sich²¹⁴:

- Nur eine Schicht übernimmt die Abdichtung und die tragende Funktion
- Verkürzung der Bauzeit im Vergleich zu hautförmigen Abdichtungen
- Geringere Abhängigkeit vom Wetter, durch den Wegfall weiterer Abdichtungsmaßnahmen
- Einfache Ortung und Sanierung von Schadstellen
- Kein Hinterlaufen der Abdichtung mit Wasser

Diesen positiven Eigenschaften, welche die vergleichsweise einfache Herstellung mit sich bringt, stehen aus ausführender Sicht einige Anforderungen gegenüber, die spezielle Aufmerksamkeit erfordern und denen durch konstruktive Maßnahmen nachgekommen werden muss.

Konstruktive Maßnahmen:²¹⁵

- Das Beschränken von Rissbreiten durch gezieltes Einsetzen von Bewehrungsstahl
- Das Ausbilden von Bewegungsfugen und deren Abdichtung mit Fugenbändern, um die Zwangsbeanspruchung des Bauteils zu mindern
- Die Bemessung der Bauteile, der Bewehrung und der Schalung auf baubetrieblich sinnvolle Größen

²¹³ Siehe hierzu: Richtlinie „Wasserundurchlässige Betonbauwerke - Weiße Wannen“ von der „Österreichischen Bautechnik Vereinigung“, Seite 4, Tabelle 3/2: Konstruktionsklassen für geschalte Stahlbetonbauteile

²¹⁴ Vgl. LOHMEYER, G.; EBELING, K.: Weiße Wannen einfach und sicher - Konstruktion und Ausführung wasserundurchlässiger Bauwerke aus Beton; Seite 31.

²¹⁵ Vgl. LOHMEYER, G.; EBELING, K.: Weiße Wannen einfach und sicher - Konstruktion und Ausführung wasserundurchlässiger Bauwerke aus Beton; a.a.O.

10.4.3 Materialien und Verarbeitung

Beton mit hohem Wassereindringwiderstand wird auch Dichtbeton genannt. Er kann bei Kellern, die im Grundwasser stehen, als abdichtendes Bauteil eingesetzt werden. Dabei ist wichtig, dass die Bemessung der Bauteildicke, die Verarbeitung und die Rezeptur des Betons (z.B. w/z-Wert) auf die Anforderungen, welche sich aus den auf ihn einwirkenden Baugrundbedingungen (Wasserdruck, Untergrund etc.) ergeben, abgestimmt sind.

Neben der Betonzusammensetzung müssen auch baubetriebliche Aspekte berücksichtigt werden, denn die Frischbetontemperatur hat einen großen Einfluss auf die Qualität der Weißen Wanne. Wenn diese beim Einbringen des Betons nicht den Vorgaben entspricht, so kann es aufgrund der unterschiedlich schnell abkühlenden Bauteilzonen zu einer vermehrten Rissbildung kommen. Daher muss durch Maßnahmen wie die genaue Taktung des Ausschalzeitpunkts und die Nachbehandlung des Betons die Bildung von Schadstellen durch Schwind- und Temperaturspannungen im Bauteil verhindert werden.

Dazu heißt es weiter in der Richtlinie „Wasserundurchlässige Betonbauwerke - Weiße Wannen“ der „Österreichischen Bautechnik Vereinigung“: „Die Temperatur des Betons hat auch Einfluss auf die Festigkeitsentwicklung und die Endfestigkeit des Betons. Frischbetontemperaturen um 15° C haben sich als besonders günstig erwiesen, Frischbetontemperaturen unter 10° C verlangsamen den Hydratationsfortschritt sehr deutlich, Frischbetontemperaturen über 27° C haben im Allgemeinen negative Auswirkungen auf die Verarbeitbarkeit, Rissgefahr und die Betongüte und sind daher zu vermeiden. Frischbetontemperaturen über 22° C erhöhen bereits die Rissgefahr.“²¹⁶ Im Sommer sind daher aufwändige Frischbetonkühlungen zumeist unumgänglich.²¹⁷

Aus den besonderen technischen Anforderungen an Weiße Wannen wurden in der Richtlinie „Wasserundurchlässige Betonbauwerke - Weiße Wannen“, herausgegeben vom „Österreichischen Betonverein“, zwei „Betonstandards“ (BS1 und BS2) definiert, welche die Erfordernisse an die Zusammensetzung, das verwendete Bindemittel, die Frischbetontemperatur, die Ausrüstung der Mischanlage, den Konformitätsnachweis und die Nachbehandlung des Betons für Weiße Wannen regeln. Demnach ist die maximale Frischbetontemperatur an der Einbaustelle bei „Betonstandard 1“ mit 22° C und bei „Betonstandard 2“ mit 27° C begrenzt.

Die nachstehende Tabelle 18 wurde der ÖBV Richtlinie „Weiße Wannen“ entnommen und zeigt die Anforderungen an die Betonstandards.

²¹⁶ GLATZL, J.; HUBER, H.: Fachseminar „Wasserundurchlässige Betonbauwerke - Weiße Wannen“; Seite 15.

²¹⁷ HUBER, H.: Beton richtig angewendet. In: Fachseminar „Wasserundurchlässige Betonbauwerke - Weiße Wannen“; Seite 15.

Betonstandard	BS 1	BS 2	BS H ⁹
Expositionsklassen	XC2 / XC3 / XD2 / SB ¹²	XC2 / XC3 / XD2 / SB ¹²	XC2 / XC3 / SB ¹²
Sonstige Anforderungen	RRS	RS	RS / RRS ¹⁰
Zement C ₃ A-frei	vorgeschrieben	empfohlen	-
Anrechenbarer Mindestbindemittelgehalt	260 kg/m ³	260 kg/m ³	260 kg/m ³
Mindestzementgehalt für Wände (ohne Nachweis der Ausschalfestigkeit) ⁴	240 kg/m ³	240 kg/m ³	-
Zement gemäß ÖNORM B 3327-1	≤ WT 33 C ₃ A-frei / ≤ WT 38 C ₃ A-frei ⁴	≤ WT 38	-
Temperaturanstieg im Beton gemäß ÖNORM B 3303 ¹	≤ 21K / ≤ 20K ⁸	≤ 27K / ≤ 26K ⁸	≤ 27K / ≤ 26K ⁸
Gesamtwassergehalt ⁶ Zielwert	≤ 170 l/m ³ ⁷	≤ 185 l/m ³	≤ 170 l/m ³ / ≤ 185 l/m ³ ¹⁰
Mikroprozessorsteuerung gemäß ÖNORM B 4710-1	vorgeschrieben	vorgeschrieben	vorgeschrieben
Frischbetontemperatur an der Einbaustelle	≤ 22 °C ²	≤ 27 °C	≤ 27 °C
Maximal zulässige Bauteiltemperatur ¹¹	45 °C ³	55 °C	45 °C ³
Ausschalffrist	≥ 36 Stunden	gemäß ÖNORM B 4710-1	≥ 24 Stunden
Nachbehandlung	gemäß Pkt. 8.2	gemäß ÖNORM B 4710-1	gemäß Pkt. 8.2

- 1) Prüfung nach ÖNORM B 3303, Abs. 7. 17.2, jedoch mit folgenden Ergänzungen:
- Berechnung des Temperaturanstiegs als Differenz zwischen Frischbetontemperatur und maximaler Betontemperatur
 - Frischbetontemperatur bei der Prüfung: BS 1 19 - 22 °C, BS 2 24 - 27 °C
 - Beginn der Aufzeichnungen des Temperaturanstiegs im Würfel spätestens 90 Minuten nach Wasserzugabe (Luft- und Betontemperatur)
 - Lagerungstemperatur: 20 ± 2 °C
- 2) Ausnahmen für die Begrenzung der Frischbetontemperatur von 22 °C:
- Verkehrsbauteile (z.B. Lawingalerien): zulässig bis 27 °C bei Kombination von A₁ und W₆ gemäß Abb. 3.1. Die zulässige Bauteiltemperatur und alle sonstigen Anforderungen für BS 1 sind einzuhalten.
 - Bodenplatten gemäß Pkt. 4.5.2.: zulässig bis 27 °C, wenn mit dieser Frischbetontemperatur die Einhaltung der zulässigen Bauteiltemperatur gemäß Pkt. 4.5.2. (siehe auch Fußnote 3) rechnerisch gemäß Anhang 2 und messtechnisch am Bauteil nachgewiesen wird.
- 3) Die maximale Bauteiltemperatur von 45 °C darf nicht überschritten werden. Dazu können bei extremen Witterungsverhältnissen auch zusätzliche Maßnahmen erforderlich sein (z.B. Betonierung bei kühler Tageszeit, zusätzliche Verringerung der Frischbetontemperatur, Kühlmaßnahmen am Bauwerk).
- Ausnahmen für die maximal zulässige Temperatur von Bodenplatten gelten bei entsprechenden Maßnahmen gemäß Pkt. 4.5.2. für
- Bodenplatten mit Gleitschicht: max. 50 °C
 - Bodenplatten vorgespannt: max. 55 °C
- 4) Anwendung nur für Betone BBG (zur Verbesserung der Frischbetonstabilität)
- 5) Der Mindestzementgehalt kann bei Nachweis der Ausschalfestigkeit auch unterschritten werden.
- 6) Gesamtwassergehalt gem. ÖNORM B 4710-1, Abs. 3.1.26 und Pkt. 5.4.7. Bei Beton mit Gesamtwassergehalt (Zielwert) ≤ 170 l/m³ gilt RRS (stark reduziertes Schwinden) als nachgewiesen. Bei einem Gesamtwassergehalt (Zielwert) > 170 l/m³ ist das stark reduzierte Schwinden (RRS) gemäß ÖNORM B 3303, Abs. 7.13.2 in der Erstprüfung nachzuweisen.
- Bei Beton mit Gesamtwassergehalt (Zielwert) ≤ 185 l/m³ gilt RS (reduziertes Schwinden) als nachgewiesen.
- Der bei Konformitäts- und Identitätsprüfung festgestellte Wassergehalt darf den Gesamtwassergehalt (Zielwert) der Erstprüfung um max. 3 l/m³ übersteigen (EW vergleiche auch ÖNORM B 4710-1, Tab. 17).
- 7) Für BBG-Beton gilt Nachweis RRS am Festbeton bzw. ≤ 185 l/m³ gemäß ÖVB-RL "Erhöhter Brandschutz mit Beton für unterirdische Verkehrsbauteile".
- 8) Anforderung Erstprüfung
- 9) Maximale Bauteildicke: 0,40 m
- 10) Bautellabhängig, siehe Tab. 5/4 der Richtlinie
- 11) Bei Überschreiten der maximal zulässigen Bauteiltemperatur sind für weitere Betonierarbeiten zusätzliche Maßnahmen zur Einhaltung der Anforderungen vorzusehen. Für die Grenzabweichung bei der Konformitätsprüfung gilt ÖNORM B 4710-1:2007, Tab. 17. Beim nächsten Betonierabschnitt ist neuerlich eine Temperaturmessung vorzusehen.
- 12) Aufgrund der praktischen Erfahrungen weisen Betone gemäß dieser Richtlinie die Eigenschaft SB auf.

Tabelle 18: Generelle Anforderungen an den Betonstandard²¹⁸

²¹⁸ Österreichische Bautechnik Vereinigung (ÖBV) - Richtlinie: Wasserundurchlässige Betonbauwerke - Weiße Wannen; Seite 34.

10.4.3.1 Anforderungsklassen

Weiters gibt die Richtlinie Empfehlungen für den normgerechten Einsatz von Dichtbeton und die Bewertung seiner Gebrauchstauglichkeit. Um die zulässigen Auswirkungen des Feuchtetransports auf die Innenseite der Wand festzulegen, definiert die Richtlinie Anforderungsklassen. Diese sind in Tabelle 19 dargestellt:

Anford. Klasse	Kurzbezeichnung	Beschreibung der Betonoberfläche	Beurteilung der Feuchtigkeitsstellen	Zulässige Fehlstellen (Feuchtigkeitsstellen, Risse, usw) an der Betonoberfläche	Zusatzmaßnahmen	Anwendungsbeispiele	Bauweisen
A₃ Sonderklasse	vollständig trocken	Keine visuell feststellbaren Feuchtstellen (Dunkelfärbungen) erkennbar			Bauphysikalische Untersuchung und Konditionierung / Klimatisierung des Raumes unbedingt erforderlich	Lager für besonders feuchtigkeitsempfindliche Güter.	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> „Weiße Wanne“ im Sinne der ÖBV Richtlinie Dichte Schlitzwände gemäß ÖBV Richtlinie </div>
A₁	weitgehend trocken	Visuell einzelne feststellbare Feuchtstellen (max. matte Dunkelfärbung)	Nach Berühren mit der trockenen Hand (flächenhaft) sind an der Hand keine Wasserspuren zu erkennen.	1% der Bauteiloberfläche als Feuchtigkeitsstellen zulässig. Wasserfahnen, die nach maximal 20 cm abtrocknen.	Es ist eine bauphysikalische Untersuchung erforderlich, derzufolge eine Konditionierung / Klimatisierung des Raumes erforderlich sein kann (z.B. bei langem Aufenthalt von Menschen)	Verkehrsbauwerke mit hohen Anforderungen. Aufenthaltsräume, Lager, Hauskeller (Einlagerungsräume), Haustechnikräume mit besonderen Anforderungen	
A₂	leicht feucht	Visuell und manuell feststellbare einzelne glänzende Feuchtigkeitsstellen an der Oberfläche	Keine Mengenmessungen von ablaufendem Wasser möglich. Nach Berühren mit der Hand sind daran Wasserspuren erkennbar.	1% der Bauteiloberfläche als Feuchtigkeitsstellen zulässig. Einzelne Wasserfahnen, die an der Betonoberfläche des jeweiligen Bauteils abtrocknen.	In Sonderfällen kann eine Konditionierung / Klimatisierung notwendig sein.	Garagen, Haustechnikräume (z.B. Heizräume, Kollektoren), Verkehrsbauwerke	
A₃	feucht	Tropfenweiser Wasseraustritt mit Bildung von Wasser-schlieren	Das ablaufende Wasser kann mit Auffanggefäßen mengenmäßig gemessen werden.	Für Wände, Bodenplatten und Schlitzwände gilt: die maximale Wassermenge pro Fehlstelle bzw. im Schlitzwand-arbeitsfuge darf 0,2 l/h nicht überschreiten, wobei der Wasserdurchtritt pro m ² Wand im Mittel 0,01 l/h nicht überschreiten darf.	Entwässerungsmaßnahmen vorsehen.	Garagen (mit Zusatzmaßnahmen, z.B. Entwässerungsrinnen) etc.	
A₄	nass	Einzelne rinnende Wasseraustrittsstellen für Bodenplatten, Wände und Schlitzwände	Das ablaufende Wasser kann mit Auffanggefäßen mengenmäßig gemessen werden.	Die maximale Wassermenge pro Fehlstelle 2 l/h nicht überschreiten, wobei der Wasserdurchtritt pro m ² Wand im Mittel 1 l/h nicht überschreiten darf.	Entwässerungsmaßnahmen vorsehen.	Außenschale der zweischaligen Bauweise.	

Tabelle 19: Anforderungsklassen für die Wasserundurchlässigkeit von Außenwänden²¹⁹

²¹⁹ Österreichische Bautechnik Vereinigung (ÖBV) - Richtlinie: Wasserundurchlässige Betonbauwerke - Weiße Wannen; Seite 4.

10.4.3.2 Konstruktionsklassen

Um bei dieser Art der Abdichtung den Anforderungen des Nutzers an den Keller gerecht zu werden, werden die Anforderungsklassen in Abhängigkeit zu Wasserdruckklassen (siehe Tabelle 21) gestellt und definieren gemeinsam die Konstruktionsklassen. Diese bilden einen Leitfaden für die Dimensionierung und die Ausführung von Weißen Wannen und sind in der nachfolgenden Tabelle 20 dargestellt.

Konstruktionsklasse	min. Bauteildicke ¹⁾²⁾ (m)	Bemessung auf Last	Betonstandard	Sonstige konstruktive Erfordernisse
Kon_s Sonderklasse	≥ 0,45 ≥ 0,60 für W ₂	Rissbreitenbeschränkung auf ≤ 0,15 mm	BS 1	Maximale Bauteillängen ³⁾ : Abstände der Dehnfugen: ≤ 15 m Einbau von Gleitfolien als Trennung von Außen- zur Innenschale erforderlich, eventuell Vorspannung vorsehen, eventuelle doppelte Fugenbandführung, Vermeidung von Höhengsprüngen, Vermeidung von Bewegungsbehinderungen durch Kontakt mit der Umgebung.
Kon₁	≥ 0,25 bis 3 m Wasserdruck ≥ 0,35 bis 20 m Wasserdruck ≥ 0,60 über 20 m Wasserdruck	Rissbreitenbeschränkung auf ≤ 0,20 mm	BS H ⁴⁾ , BS 1	Empfohlene Bauteillängen ³⁾ : Abstände der Dehnfugen, Raumbfugen: 15 bis 30 m Höhensprünge angerammt Neigung ca. 30°. Einlage von Trennfolien empfohlen. Anordnung von Temperatur- und Schwindfeldern. Bei Ausführung als Verbundsystem (enge Verzahnung mit einer Außenwand) Blocklänge ≤ 40,0 m. ⁵⁾
Kon₂	≥ 0,25 bis 3 m Wasserdruck ≥ 0,30 über 20 m Wasserdruck	Rissbreitenbeschränkung auf ≤ 0,25 mm	BS H ⁴⁾ , BS 2	Empfohlene Bauteillängen ³⁾ : Abstände der Dehnfugen, Raumbfugen: 30 bis 60 m Kontakt mit der Umgebung zugelassen, Blockteilung bei Querschnitts- bzw. Steifigkeitsänderungen, Höhengsprünge sind konstruktiv zu beachten (Anrampung Neigung ca. 30°, Trennung etc.)

1) ohne Berücksichtigung der statischen, herstellungstechnischen und konstruktiven Erfordernisse
2) W₁, W₂, = Wasserdruckklassen gemäß
3) Bei besonderen Maßnahmen (z.B. Vorspannung, gemeinsames Betonieren von Bodenplatten und Wänden) können auch größere Bauteillängen ausgeführt werden.
4) Bei Verbundsystemen ist mit höheren Rissbreiten zu rechnen.
5) Die maximale Bauteildicke ist mit 0,40 m begrenzt.

Tabelle 20: Konstruktionsklassen für geschalte Stahlbetonbauteile²²⁰

Wasserdruckklasse ¹⁾	Beschreibung
W₀	Wasserdruck 0,0 - 1,0 m
W₁	Wasserdruck > 1,0 - 5,0 m
W₂	Wasserdruck > 5,0 - 10,0 m
W₃	Wasserdruck > 10,0 - 20,0 m
W₄	Wasserdruck > 20,0 m

1) Zur Festlegung der Wasserdruckklasse ist der Wasserdruck auf die UK des betrachteten Bauteils zu beziehen. Für die obere Grenze ist der Bemessungswasserstand anzusetzen. Bei hohen Wänden sind Abstufungen der Wasserdruckklassen zugelassen.

Tabelle 21: Wasserdruckklassen²²¹

²²⁰ Österreichische Bautechnik Vereinigung (ÖBV) - Richtlinie: Wasserundurchlässige Betonbauwerke - Weiße Wannen; Seite 5.

²²¹ Österreichische Bautechnik Vereinigung (ÖBV) - Richtlinie: Wasserundurchlässige Betonbauwerke - Weiße Wannen. a.a.O.; Seite 6.

10.4.3.3 Expositionsklassen

Die bei den Betonstandards angeführten Expositionsklassen bilden die durch die Umgebung entstehenden Einwirkungen ab. Darunter werden die chemischen und physikalischen Einwirkungen verstanden, denen der Beton ausgesetzt ist und welche auch teilweise auf die Bewehrung wirken.²²²

In der ÖNORM B 4710-1²²³ werden unter Punkt 4.1 die für die Betonstandards relevanten Expositionsklassen wie in den nachstehenden Tabellen beschrieben. Diese sind Auszüge aus der Tabelle NAD 1 der Norm, bilden aber nicht alle darin enthaltenen Expositionsklassen ab.²²⁴

1 Kein Korrosions- oder Angriffsrisiko		
Klassenbezeichnung	Beschreibung der Umgebung	Zuordnung der Expositionsklassen
X0	für Beton ohne Bewehrung oder eingebettetes Metall; alle Expositionsklassen, ausgenommen Frostangriff mit und ohne Taumittel, Abrieb oder chemischer Angriff	unbewehrte Fundamente ohne Frost, Füll- und Ausgleichsbeton ohne Frost
X0	für Beton mit Bewehrung oder eingebettetem Metall: sehr trocken	Beton in Gebäuden mit einer max. relativen Luftfeuchte von 35 %

Tabelle 22: Expositionsklassen X0

Wenn Beton Bewehrung²²⁵ oder andere eingebettete Metalle enthält und Luft und Feuchtigkeit ausgesetzt ist, muss die Expositionsklasse wie folgt zugeordnet werden:²²⁶

²²² Vgl. KOLBITSCH, A.; STALF-LENHARDT, M.: Kellerbauen+: Sorgfältig geplant - richtig ausgeführt; Seite 12.

²²³ ÖNORM B 4710-1 Beton - Teil 1: Festlegung, Herstellung, Verwendung und Konformitätsnachweis.

²²⁴ ÖNORM B 4710-1 Beton - Teil 1: Festlegung, Herstellung, Verwendung und Konformitätsnachweis; Seiten 27ff.

²²⁵ Anmerkung aus ÖNORM B 4710-1: Die erforderlichen Überdeckungen der Bewehrung oder anderen eingebetteten Metalls sind in ÖNORM B 1992-1-1 geregelt.

²²⁶ Die Feuchtigkeitsbedingung bezieht sich auf den Zustand innerhalb der Betondeckung der Bewehrung oder anderen eingebetteten Metalls; in vielen Fällen kann jedoch angenommen werden, dass die Bedingungen in der Betondeckung den Umgebungsbedingungen entsprechen. In diesen Fällen darf die Klasseneinteilung nach der Umgebungsbedingung als gleichwertig angenommen werden. Dies muss nicht der Fall sein, wenn sich zwischen dem Beton und seiner Umgebung eine Sperschicht befindet.

2 Korrosion, ausgelöst durch Karbonatisierung und Dichtigkeit des Betongefüges			
Klassenbezeichnung	Beschreibung der Umgebung		Zuordnung der Expositionsklassen
	Luftfeuchte	Wasserandrang	
XC1	trocken oder ständig nass	-	Beton in Gebäuden im Wohn- und Bürobereich (einschließlich Küche, Bad und Waschküche in Wohngebäuden); permanent dem Wasser ausgesetzte Bauteile, zB Fundamente ständig im Grundwasser
XC2	nass, selten trocken, mäßige Feuchte, wechselnd nass und trocken	nicht drückendes Wasser oder wechselnder Grundwasserspiegel 0 m bis 2 m	Innenräume mit hoher Luftfeuchtigkeit, zB in gewerblichen Küchen, Bädern, Wäschereien, in Feuchträumen von Hallenbädern, in Viehställen; Fundamente; Bauwerke in nicht drückendem Grundwasser (ohne Anforderungen an die Undurchlässigkeit); sonstige Bauteile im Freien
XC3	in Österreich Zuordnung nach Wasserandrang (Luftfeuchte nicht relevant)	Wasserdruckhöhe bis 10 m (ÖNORM B 3303): 50 mm Eindringtiefe	Wasserbauten und dichte Betonbauwerke, die mäßigem Wasserdruck ausgesetzt sind
XC4	in Österreich Zuordnung nach Wasserandrang (Luftfeuchte nicht relevant)	Wasserdruckhöhe bis 10 m (ÖNORM B 3303): 25 mm Eindringtiefe	Wasserbauten und dichte Betonbauwerke, die hohem Wasserdruck ausgesetzt sind

Tabelle 23: Expositionsklassen XC1 bis XC4

Wenn Beton Bewehrung oder anderes Metall enthält und chloridhaltigem Wasser, einschließlich Tausalz, ausgenommen Meerwasser, ausgesetzt ist, muss die Expositionsklasse wie folgt zugeordnet werden:

3 Korrosion, ausgelöst durch Chloride, ausgenommen Meerwasser		
Klassenbezeichnung	Beschreibung der Umgebung	Zuordnung der Expositionsklassen
XD1	mäßige Feuchte	Betonoberflächen, die chloridhaltigem Sprühnebel ausgesetzt sind
XD2	nass, selten trocken	Schwimmbäder; Beton, der chloridhaltigen Industrieabwässern ausgesetzt ist
XD3	wechselnd nass und trocken	Bauteile, die erhöhter Chloridbelastung ausgesetzt sind, zB Spritzwasser, Parkdecks, Fahrbahndecken, Salzlager

Tabelle 24: Expositionsklassen XD1 bis XD3

4 Korrosion, ausgelöst durch Chloride aus Meerwasser
In Österreich nicht relevant

Tabelle 25: Korrosion durch Chloride

Wenn durchfeuchteter Beton erheblichem Angriff durch Frost-Tau-Wechsel ausgesetzt ist, muss die Expositionsklasse entsprechend Tabelle 26 zugeordnet werden.

5 Frostangriff mit oder ohne Taumittel		
Klassenbezeichnung	Beschreibung der Umgebung	Zuordnung der Expositionsklassen
XF1	mäßige Wassersättigung, ohne Taumittel	lotrechte und über 5 % geneigte Betonoberflächen, die Regen und Frost ausgesetzt sind, und alle Untersichten
XF2	mäßige Wassersättigung, mit Taumittel	lotrechte und über 5 % geneigte Betonoberflächen von Straßenbauwerken, die hoher Feuchtigkeit und taumittelhaltigem Sprühnebel ausgesetzt sind
XF3	hohe Wassersättigung, ohne Taumittel	annähernd waagrechte Betonoberflächen (Neigung $\leq 5\%$), die Regen und Frost ausgesetzt sind, und dem Frost ausgesetzte Wasserbauten (zB Kläranlagen)
XF4	hohe Wassersättigung, mit Taumittel (oder Meerwasser)	Straßendecken, Brückenplatten und Verkehrsleitwände, die Taumitteln ausgesetzt sind; lotrechte und waagrechte Betonoberflächen, die taumittelhaltigem Spritzwasser (Spritzwasserzone neben Straßen bis etwa 3 m über Fahrbahn) und Frost ausgesetzt sind.

Tabelle 26: Expositionsklassen XF1 bis XF4

10.4.3.4 Druckfestigkeitsklassen

Die wichtigste Eigenschaft von Dichtbeton ist seine Druckfestigkeit. Diese ist in Festigkeitsklassen definiert und ist in der ÖNORM 4711-1 (Tabelle NAD 13) geregelt. Die anzuwendende Klasse ist dabei vom Planer festzulegen und vor allem bei weißen Wannen mit entsprechender Bewehrung konstruktiv zu verstärken.²²⁷

Beton wird ab der Festigkeitsklasse C30/35 und höher Dichtbeton (Sperrbeton) genannt. Ab dieser Güte ist der Baustoff wasserundurchlässig, jedoch besitzt er keine dampfsperrende Eigenschaft. Das heißt, dass eine Dampfdiffusion durch den Bauteil stattfindet, jedoch die Feuchtigkeit durch die Kapillarkräfte nur bis zu einer gewissen Tiefe in den Beton eindringen kann.

Beton geringerer Festigkeit kann durch Dichtungsmittel, besser aber durch erhöhte Zementbeigabe und ausgesuchte Körnungen, wasserdicht gemacht werden. Das macht den Beton mit hohem Wassereindringwiderstand bei der Abdichtung wirksamer als Sperrputze, da die Sperrzusätze den gesamten Beton durchdringen.²²⁸

²²⁷ Vgl. KOLBITSCH, A.; STALF-LENHARDT, M.: Kellerbauen+: Sorgfältig geplant - richtig ausgeführt; Seite 13.

²²⁸ Vgl. RICCABONA, C.; MEZERA, K.: Baukonstruktionslehre 1: Rohbauarbeiten; Seite 113.

10.4.3.5 Bauteilstärken

Nach Lohmeyer²²⁹ ist bei „Weißen Wannen“ aus Ortbeton besonders darauf zu achten, dass die Wahl der Konstruktion und damit die Bauteildicke durch den Tragwerksplaner in Abstimmung mit dem Architekten zu erarbeiten ist. Die Bauteilstärke muss so gewählt sein, dass die Bauteile nicht zu dick sind und unter Beachtung der erforderlichen Bewehrungslagen, die Fugenabdichtungen und Einbauteile fachgerecht ausgeführt werden können. Dabei soll der Zwischenraum zwischen den Wandbewehrungen so dimensioniert sein, dass das Betonieren von Ortbetonwänden und Dreifachwänden mittels Fallrohr problemlos möglich ist. Lohmeyer spricht hier von einer Mindestlichte von 18 cm, was eine ungefähre Gesamtbauteilstärke von 30 cm bis 50 cm bedeutet.

Durch den Einsatz von betontechnologischen Maßnahmen wie zum Beispiel die Verwendung von SVB-Beton (selbstverdichtender Beton) können diese Bauteildicken noch beeinflusst werden.

In der folgenden Tabelle 27 sind Empfehlungen für eine sinnvolle Bauteildimensionierung von Wänden und Bodenplatten unter Beachtung der Beanspruchungsklassen dargestellt:

Bauteil	Beanspruchungsklasse	Ausführungsart		
		Ortbeton	Elementenwände	Fertigteile
Wände	1 ¹⁾	240 mm	240 mm	200 mm
	2 ²⁾	200 mm	240 mm ³⁾	100 mm
Bodenplatte	1 ¹⁾	250 mm	X	200 mm
	2 ²⁾	150 mm	X	100 mm

1) Beanspruchungsklasse 1: drückendes und nichtdrückendes Wasser, sowie zeitweise aufstauendes Sickerwasser
 2) Beanspruchungsklasse 2: Bodenfeuchte und nichtstauendes Wasser
 3) Unter Beachtung besonderer betontechnischer und ausführungstechnischer Maßnahmen ist eine Abminderung auf 200 mm möglich.

Tabelle 27: Empfohlene Mindestdicken von Bauteilen für Weiße Wannen²³⁰

²²⁹ LOHMEYER, G.; EBELING, K.: Weiße Wannen einfach und sicher - Konstruktion und Ausführung wasserundurchlässiger Bauwerke aus Beton; Seiten 181ff.

²³⁰ Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb): Richtlinie Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton (WU-Richtlinie); Seite 9.

10.4.4 Bauwerksfugen bei Weißen Wannern

Baulich gesehen sind Fugen Verbindungsstellen zwischen sich berührenden, oder durch einen schmalen Zwischenraum getrennten Bauteilen bzw. Arbeitsabschnitten.²³¹ Dabei wird zwischen starren Fugen und Bewegungsfugen unterschieden, die in einem Bauwerk jeweils unterschiedliche Aufgaben übernehmen.

Eine Art der starren Fugen sind die sogenannten Arbeitsfugen. Diese ergeben sich meist aus baubetrieblichen Überlegungen oder aus bauwerksgeometriebedingten Arbeitsunterbrechungen. Dabei werden Bauteile in Betonierabschnitte unterteilt, die sinnvollerweise so angeordnet sind, dass das Resultat eine reibungslose Taktplanung ist. Diese abschnittsweise Herstellung von Bauteilen aus Beton hinterlässt sichtbare Fugen an den Oberflächen, welche vor allem bei Sichtbetonbauwerken vorab genau geplant und definiert sein müssen und bei Bauwerken aus Beton mit hohem Wassereindringwiderstand den Anforderungen an die Dichtigkeit genügen müssen.²³²

Anders als die starren Arbeitsfugen in einem Bauwerk dienen Bewegungsfugen der Aufnahme von Bewegungen in Bauteilen. Diese können durch thermisch bedingte Längendehnungen, Setzungen von Bauteilen oder andere äußere Einflüsse entstehen. Aber auch Anschlussfugen von Bauteilen wie Fenstern zählen zu den Bewegungsfugen, deshalb sind in dieser Arbeit im Speziellen die Dehnfugen gemeint, wenn von Bewegungsfugen die Rede ist.

Eine Mischform aus starren und bewegungszulassenden Fugen sind die sogenannten Scheinfugen. Diese werden auch Sollrissfugen genannt, da sie eine gewollte konstruktive Schwächung des Bauteils darstellen, um im Falle von Spannungen einen kontrolliert verlaufenden Riss zu erzeugen.

Ähnlich verhalten sich auch die Fugen, die beim Fügen von Elementenwänden entstehen. Diese sogenannten Stoßfugen stellen bis zu Wanddicken von 36 cm eine ausreichende Schwächung des Bauteils dar und werden wie Scheinfugen abgedichtet.²³³

Bei allen Fugenausbildungen ist in jedem Fall darauf zu achten, dass diese konsequent durchgebildet sind und komplizierte Eckverbindungen und Krümmungen vermieden werden.²³⁴

²³¹ Vgl. AICHHOLZER, M.: Arbeitsfugen im Betonbau; Seite 1.

²³² Vgl. HOFSTADLER, C.: Schalarbeiten, Seiten 39ff.

²³³ Vgl. LOHMEYER, G.; EBELING, K.: Weiße Wannern einfach und sicher - Konstruktion und Ausführung wasserundurchlässiger Bauwerke aus Beton; Seite 264.

²³⁴ Vgl. Österreichische Bautechnik Vereinigung (ÖBV) - Richtlinie: Wasserundurchlässige Betonbauwerke - Weiße Wannern; Seiten 21ff.

In Abbildung 38 werden die Fugen in ihrer Zugehörigkeit dargestellt.

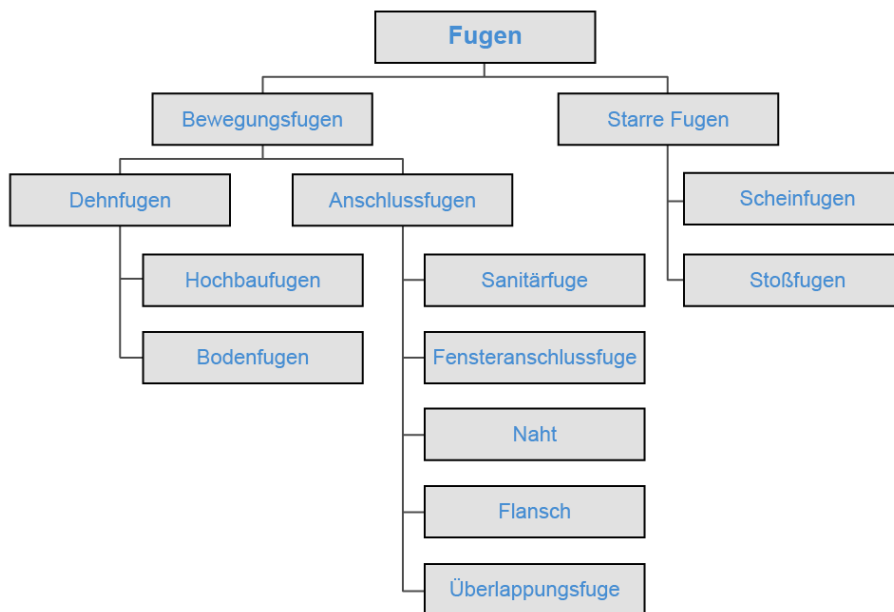


Abbildung 38: Einteilung der Fugen (in Anlehnung an Pröbster²³⁵)

Die Auslöser für Bewegungen in Bauteilen können sehr unterschiedlich sein. Einerseits spielen äußere Einwirkungen dabei eine große Rolle, andererseits sind materialspezifische Eigenschaften zu beachten. Typische Gründe für Fugenbewegungen sind dabei:²³⁶

- Temperaturwechsel
- Kriechen, Setzung
- Schrumpfen des Betons
- hygri-sche, d. h. durch Feuchtigkeit bedingte Bewegungen
- Verkehrslasten, Wind
- elastische Verformungen bei Hochhäusern
- seismische Bewegungen
- Planungsfehler, die zu unerwarteten Fugenbewegungen führen, z.B. Fehleinschätzungen der Sachlage

In der nachfolgenden Abbildung 39 werden die drei Fugenarten Arbeitsfuge, Scheinfuge, und Bewegungsfuge vereinfacht dargestellt und ihre Aufgaben und Funktionen erläutert:.

²³⁵ Vgl. PRÖBSTER, M.: Baudichtstoffe - Erfolgreich Fugen abdichten; Seite 36.

²³⁶ Vgl. PRÖBSTER, M.: Baudichtstoffe - Erfolgreich Fugen abdichten; a.a.O.

Fugenart	Darstellung	Aufgabe, Funktion
Arbeitsfuge Betonierfuge Pressfuge		<ul style="list-style-type: none"> - Abgrenzung zwischen Betonierabschnitten; - Trennung des Betonbauteils in ganzer Dicke; - durchlaufende Bewehrung - Übertragung aller Schnittkräfte; - keine Ausdehnungsmöglichkeit gegeben; - Abbau von Zwangsspannungen während des Erhärtens von Beton
Scheinfuge Sollrissfuge Sollrissquerschnitt		<ul style="list-style-type: none"> - Ermöglichung eines kontrolliert geführten Risses durch Querschnittschwächung; - Ausbildung einer Kerbe (ca. 1/3 des Bauteilquerschnitts); - Bewegungsmöglichkeit durch Bauteilverkürzung (Rissöffnung); - teilweise durchlaufende Bewehrung;
Bewegungsfuge Dehnfuge Raumfuge Setzungsfuge		<ul style="list-style-type: none"> - Ermöglichung einer gegenseitigen Bewegungsmöglichkeit der getrennten Bauteile; - Vermeidung von Zwängungen

Abbildung 39: Funktionen von Fugen ²³⁷

10.4.4.1 Definitionen

In der Literatur werden die Fugenarten auf unterschiedliche Art und Weise beschrieben. Die für diese Arbeit relevanten Definitionen beziehen sich auf die österreichische Normenumgebung und werden durch Definitionen aus der deutschen Normung ergänzt.

Die folgenden Begriffsdefinitionen von den verschiedenen Fugenarten findet man in der ÖNORM B 2211:

„Arbeitsfuge

Fuge, die aus rein arbeitstechnischen Gründen durch Unterbrechung des Betoniervorganges, z. B. bei Betonwänden und -decken, entsteht

Scheinfuge

Fuge, die einen Bauteil zwar nicht in seiner ganzen Dicke trennt, durch Einschneiden bzw. Einlegen von Trennelementen jedoch eine kontrollierte Rissbildung ermöglichen sollte

Bewegungsfuge

*im Plan aus konstruktiven, schalltechnischen oder thermischen Gründen festgelegte Bewegungsfuge*²³⁸

Ergänzend zu den Begriffsbestimmungen der ÖNORM B 2211 seien hier noch die Definitionen aus ÖNORM B 4710-1²³⁹ zu den Arbeitsfugen angeführt. Diese Norm gibt die Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 206-1 für Normal- und Schwerbeton vor:

²³⁷ AICHHOLZER, M.: Arbeitsfugen im Betonbau; Seite 5.

²³⁸ ÖNORM B 2210: Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonarbeiten - Werkvertragsnorm; Seite 6.

²³⁹ ÖNORM B 4710-1: Beton - Teil 1: Festlegung, Herstellung, Verwendung und Konformitätsnachweis; Seite 119.

„Punkt 14.3.7 Arbeitsfugen

Als Arbeitsfugen gelten Grenzen zwischen Betonierabschnitten, bei denen der frische Beton nach Ende der Verarbeitungszeit und beginnender Anfangserhärtung des vorher eingebrachten Betons eingebaut wird. Arbeitsfugen sind rechtzeitig vom Planer, nach Möglichkeit gemeinsam mit dem Verwender, so festzulegen und auszubilden, dass die auftretenden Beanspruchungen durch äußere Lasten sowie Temperatur, Schwinden und Kriechen und sonstige Einwirkungen einwandfrei übertragen werden können.

Im Falle von Sichtbeton müssen Arbeitsfugen auch den optischen Anforderungen entsprechen. Dazu sind vom Planer Art und Gestalt der Arbeitsfugen festzulegen.

Es muss für einen ausreichend festen und dichten Zusammenschluss der Betonschichten gesorgt werden. [...]“

10.4.4.2 Arbeitsfugen

Arbeitsfugen entstehen aus Unterbrechungen des Betoniervorgangs. Der Name bezeichnet dabei den sichtbaren Anschluss zwischen dem vor- und nach der Arbeitsunterbrechung eingebrachten Beton.²⁴⁰ „Für die Art der Ausbildung von Arbeitsfugen innerhalb eines Bauteils oder zwischen Bauteilen ist entscheidend, ob es sich hierbei um Sichtbetonbauteile, um wasserundurchlässige Bauteile, oder um andere besonders beanspruchte Bauteile handelt.“²⁴¹ Das heißt, die Arbeitsfuge muss unter anderem den optischen Ansprüchen, der Dichtigkeit der Konstruktion und statischen Anforderungen genügen.

Bei der Ausführung ist dabei zu achten, dass die Fuge vorab geplant wurde und ihr eine entsprechende Form verliehen wird. Dies geschieht in der Regel mit den Schalungselementen.

Für die weitere Herstellung von gebrauchstauglichen Arbeitsfugen gibt das Zement-Merkblatt „Betontechnik für Arbeitsfugen“ der Bauberatung Zement die folgenden Maßnahmen vor:

- Arbeitsfugen mit Hölzern, Drahtgewebe oder Streckmetall einschalen
- Arbeitsfugen durch Trapez- oder Dreikantleisten klar begrenzen
- Betonoberfläche in der Arbeitsfuge ausreichend rau profilieren
- Arbeitsfugen in wasserundurchlässigen Bauteilen abdichten (z.B. mit Fugenband oder Fugenblech)
- Schmutz vor dem Weiterbetonieren beseitigen
- Streckmetall-Schalung nicht entfernen, sondern mit einbetonieren
- Jungen Beton mit scharfem Druckwasserstrahl abspritzen
- Erhärteten Beton aufrauen (Stahlbürsten, Elektrohammer, Strahlen)
- Älteren und trockenen Beton vor dem Anbetonieren mehrere Tage lang feucht halten
- Beim Anbetonieren muss die Oberfläche des älteren Betons matt feucht sein
- Gegebenenfalls Wasserreste durch saubere Druckluft entfernen

²⁴⁰ Vgl.:GRÜBL, P.; WEIGLER, H.; SIEGHART, K.: Beton - Arten, Herstellung und Eigenschaften; Seite 218.

²⁴¹ EBELING, K.; FREIMANN, T.: Arbeitsfugen - Zement-Merkblatt Betontechnik (B22) Arbeitsfugen; Seite 1.

- Haftschrämmen (Zementleim oder Kunststoff) sind nur in Ausnahmefällen erforderlich. Hierbei ist zu beachten, dass frisch in die Haftschrämme hinein betoniert wird
- Einbauteile, Schalung und Bewehrung dürfen nicht verschmutzt sein, z.B. durch erhärteten Beton

Unter Punkt 4.5.1 der ÖVBB Richtlinie „Weiße Wannen“ heißt es zur Herstellung von dichten Arbeitsfugen bei Bauteilen aus Beton mit hohem Wassereindringwiderstand:

„Die Fugenanordnung wird durch Arbeitstakte (Schalung, Bewehrung), Art sowie Beanspruchung des Bauteiles bestimmt. Bewegungen zwischen den Bauwerksabschnitten sind nicht zulässig. Um einen dichten Anschluss zu erreichen, sind die Arbeitsfugen vor Betonierbeginn zu reinigen und ausreichend vorzunässen. Es ist dafür Sorge zu tragen, dass es zu keiner Umläufigkeit des Arbeitsfugenbandes kommt. Bei schwer herzustellenden Arbeitsfugen (z.B. Anbetonieren von unten) empfehlen sich zusätzlich Injektionsmöglichkeiten in der Kontaktfläche.“²⁴²

10.4.4.3 Scheinfugen

Scheinfugen oder Sollrissfugen werden dort angeordnet, wo Zwangsbeanspruchungen im Beton erwartet und gering gehalten werden sollen. Dabei müssen der Querschnitt des Bauteils und seine Bewehrung geschwächt werden.²⁴³

Diese Sollrissstellen können additiv angeordnet oder Arbeitsfugen entsprechend ausgebildet werden. Sie nehmen die Zwangsspannungen des jungen Betons bei Erhärten auf und wirken dem Schwinden entgegen.²⁴⁴

Zur Abdichtung dieser Scheinfugen heißt es in der Richtlinie „Weiße Wannen“ des ÖBV in Punkt 4.6.1 dazu:

„Scheinfugen sind Sollrissfugen. Das Abdichtungsprinzip hat mit dem der Arbeitsfugen identisch zu sein.“

Der Korrosionsschutz der durchgehenden Bewehrung muss entsprechend den einschlägigen Normen sichergestellt werden.“²⁴⁵

²⁴² Österreichische Bautechnik Vereinigung (ÖBV) - Richtlinie: Wasserundurchlässige Betonbauwerke - Weiße Wannen; Seite 21.

²⁴³ Vgl. LOHMEYER, G.; EBELING, K.: Weiße Wannen einfach und sicher - Konstruktion und Ausführung wasserundurchlässiger Bauwerke aus Beton; Seite 263.

²⁴⁴ Vgl. CZIESIELSKI, E.: Lufsky Bauwerksabdichtung; Seite 204.

²⁴⁵ Österreichische Bautechnik Vereinigung (ÖBV) - Richtlinie: Wasserundurchlässige Betonbauwerke - Weiße Wannen; a.a.O.

10.4.4.4 Bewegungsfugen

Je größer diese Bauteile aus Stahlbeton sind, desto größer sind die Verformungen die aufgrund von Temperaturveränderung, Kriechen und Schwinden und mechanischen Belastungen auftreten können.²⁴⁶

Überschreiten Bauteile in Weißen Wannen gewisse Abmessungen (siehe Tabelle 20: Konstruktionsklassen), so sind diese, je nach bemessener Konstruktionsklasse, durch Bewegungsfugen zu unterbrechen, um Spannungen und Zwängungen auszugleichen und damit die Standsicherheit und Dichtheit des Bauwerks sicherstellen. Werden keine konstruktiven Fugen angeordnet, so können Risse im Betongefüge entstehen, was bei „Weißen Wannen“ zu einem Versagen der Querschnittsabdichtung führen kann.

Besonders starke Eigenspannungen treten in einem Bauteil beim Aushärten des Frischbetons auf. Bei diesem Vorgang wird Energie in Form von Hydratationswärme freigesetzt, die in den verschiedenen Bereichen des Querschnitts Temperaturunterschiede von bis zu 80° C hervorrufen kann. Dabei will sich der wärmere Kern ausdehnen, wird jedoch von den kühleren Außenbereichen des Bauteils daran gehindert. Dies kann zu einer Rissbildung an den Bauteiloberflächen führen und ist durch Maßnahmen wie das Isolieren des Betons beim Erhärten und seiner Nachbehandlung zu vermeiden.

Natürlich stellt die Ausbildung von Fugen nicht nur ein technisches Problem dar, sondern bringt auch einige andere Nachteile mit sich. Pröbster nennt folgende:²⁴⁷

- Die Erfordernis für eine Bewegungsfuge muss generell erkannt werden
- Fugen müssen geplant und berechnet werden
- Verlängerung der Bauzeit
- Erhöhung der Baukosten
- Verringerung der Steifigkeit eines Gebäudes
- Beeinträchtigung der Optik eines Gebäudes
- Mögliche Eintrittsstellen für Wasser und Gase (z. B. Radon)
- Wartungs- und gelegentliche Renovierungskosten.

²⁴⁶ Vgl. HESTERMANN, U.; RONGEN, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 1; Seite 99.

²⁴⁷ PRÖBSTER, M.: Baudichtstoffe - Erfolgreich Fugen abdichten; Seite 34.

Die Richtlinie „Weiße Wannen“ der ÖBV sagt in Punkt 4.6.1 zur Anordnung von Dehnfugen:

„Überschreiten Bauwerke aus Stahlbeton die [...] empfohlenen maximalen Bauteillängen, sollen sie durch Fugen in Einzelabschnitte unterteilt werden. Die Fugen sind so anzuordnen, dass zwischen den einzelnen Bauabschnitten genügend Spielraum für eine zwängungsfreie Eigenbewegung gewährleistet ist. Dafür sind in der Regel durchgehende Bewegungsfugen erforderlich. Die Dichtfunktion wird durch Dehnfugenbänder sichergestellt, wobei innenliegenden Fugenbändern der Vorzug gegeben wird.“

Dabei werden die Fugen mit oder ohne einer weichen Fugeneinlage ausgebildet. Bei schwer herzustellenden Bewegungsfugen empfehlen sich zusätzliche Injektionsmöglichkeiten im Bereich der einbetonierten Fugenbandschenkel. [...]“²⁴⁸

10.4.4.5 Prinzipien der Fugenabdichtung

Bei Weißen Wannen ist dabei darauf zu achten, dass die Konstruktion durch die Ausbildung von Fugen in ihrer Wannenfunktion nicht geschwächt wird. Dies kann auf verschiedene Arten erfolgen: durch das Einbetten von Stahlblechen, das Verlängern der Umlaufwege des Wassers mittels Fugenbändern, mittels Quellprofilen, Verpressschläuchen, Anflansungen, oder durch den Anpressdruck des Frischbetons selbst. „Bei allen Fugenabdichtungen ist zu bedenken, dass die in verschiedenen Ebenen verlaufenden Systeme (waagrecht / lotrecht) miteinander verbunden werden müssen. So ist im Allgemeinen eine Durchführung der in Sohlplattenmitte verlaufenden Fugenbänder mit den in Wandmitte angeordneten Fugenbändern einwandfrei herzustellen.“²⁴⁹

Fugenbleche kommen hauptsächlich beim Abdichten von Bauwerksfugen zum Einsatz, wo keine Bewegungen der Bauteile erwartet werden. Häufig werden mit ihnen die Übergänge zwischen Sohlplatte und Wand abgedichtet, da sie durch ihre Steifigkeit dem Betondruck beim Betonieren standhalten und bei ihnen keine Kippgefahr wie bei den Fugenbändern besteht. Diese Fugenbänder folgen dem sogenannten Labyrinth- oder Umlaufprinzip. Dabei wird die Fuge abgedichtet, indem das Wasser einen möglichst weiten Weg zurücklegen muss, um das Fugenband zu umlaufen.

²⁴⁸ Österreichische Bautechnik Vereinigung (ÖBV) - Richtlinie: Wasserundurchlässige Betonbauwerke - Weiße Wannen; Seite 21.

²⁴⁹ CZIESIELSKI, E.: Lufsky Bauwerksabdichtung; Seite 206.

Die einzelnen Abdichtungsprinzipien werden dabei wie folgt beschrieben:²⁵⁰

- **Labyrinthprinzip:**
Beruht auf der Verlängerung des Wasserumlaufweges mit häufiger Richtungsänderung
- **Einbettungsprinzip:**
Beruht auf der satten Einbettung des Metallbandes und der zusätzlichen Haftung am Beton
- **Anpressprinzip:**
Beruht auf der Anpressung des Quellprofils an die Fugenflanken. Dabei wirken die Quellbänder wasserdichtend über die Volumsvergrößerung, die über die chemische Verbindung von beaufschlagtem Wasser wirkt.
- **Verfüllprinzip:**
Das Verfüllprinzip beruht auf der nachträglichen Verfüllung von Arbeitsfugen, Rissen Kiesnestern und Hohlräumen über Injektionssysteme. Injektionssysteme können je nach baulicher Situation bis zu 8 m Länge, in Sonderfällen 10 m, verlegt werden. Als Verpressgut werden je nach Anforderung Mikrozementsuspensionen oder wasserquellfähige Polymere (Acrylate und Polyurethane) verwendet.
- **Klebeprinzip:**
Für die nachträgliche Abdichtung von Arbeits- und Dehnfugen können Dichtungselemente, z.B. auf Hypanolbasis, sowie Systemkleber auf Epoxydharzbasis, bis 5 m Wasserdruck eingesetzt werden.

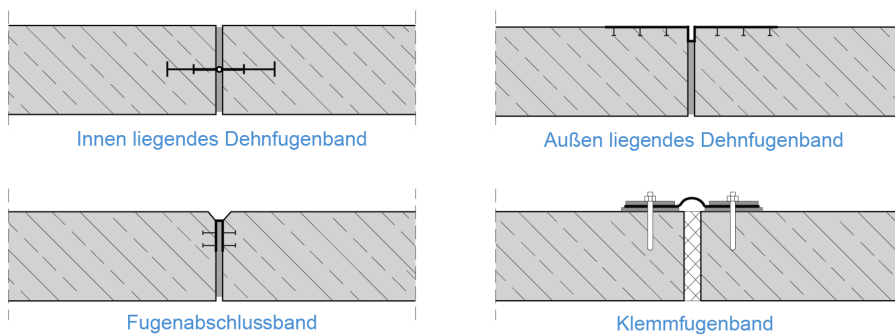


Abbildung 40: Beispiele für Dehnfugenabdichtungen mit Fugenbändern bei Weißer Wannen (in Anlehnung an Hohmann²⁵¹)

²⁵⁰ Österreichische Bautechnik Vereinigung (ÖBV) - Richtlinie: Wasserundurchlässige Betonbauwerke - Weiße Wannen; Seiten 22ff.

²⁵¹ HOHMANN, R.: Fugenausbildung und -abdichtung bei wasserundurchlässigen Bauwerken aus Beton; Seite 74.

Neben den praktischen Empfehlungen zur Ausführung von Fugen in wasserundurchlässigen Bauwerken aus Beton führt die Richtlinie „Weiße Wannen“ von der Österreichischen Bautechnik Vereinigung auch die nachstehende Tabelle 28 mit den möglichen Materialien zur Abdichtung von Fugen an. Dabei werden auch die Abdichtungsprinzipien, Verbindungsmöglichkeiten und die Eignung für die verschiedenen Fugenarten beschrieben.

Material	Abdichtungsprinzip	Verbindungsmöglichkeit	Eignung für Fugenart
PVC-P Thermoplaste	Labyrinthprinzip	thermisch verschweißen	Dehnfuge Arbeitsfuge
Elastomere (Natur/Synthese- Kautschuk)	Labyrinthprinzip	vulkanisieren	Dehnfuge Arbeitsfuge
PVC/NBR Kombinationspolymerisate	Labyrinthprinzip	thermisch verschweißen	Dehnfuge Arbeitsfuge
Fugenblech mit oder ohne Beschichtung	Einbettungsprinzip	schweißen, kleben (überlappen)	Arbeitsfuge
Quellfugenband	Anpressprinzip	stumpf stoßen oder seitlich überlappen	Arbeitsfuge und Fuge zwischen Schlitzwand und Bodenplatte
Injektionssysteme	Verfüllprinzip	seitlich überlappt	Arbeitsfuge und Fuge zwischen Schlitzwand und Bodenplatte zusätzlich für Dehnfugen in Kombination mit einem innen- liegenden Fugenband
Geklebte Bänder	Klebeprinzip	schweißen	Dehnfuge Arbeitsfuge

Tabelle 28: Fugenbandmaterialien und Abdichtungsprinzipien²⁵²

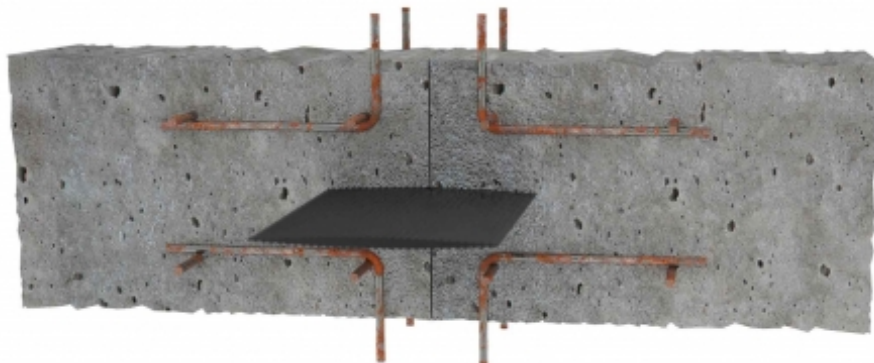


Abbildung 41: Arbeitsfuge mit Fugenband²⁵³

²⁵² Österreichische Bautechnik Vereinigung (ÖBV) - Richtlinie: Wasserundurchlässige Betonbauwerke - Weiße Wannen; Seite 24.

²⁵³ http://www.w-j-k.at/shop/media/images/popup/Silo_80-120_web.jpg. Datum des Zugriffs: 03.05.2013.

10.4.5 Beschränkung der Rissbreiten

10.4.5.1 Rissbreiten

Bei der Konstruktion und Dimensionierung der wasserundurchlässigen Bauteile liegt ein besonderes Augenmerk auf der Rissbreitenbeschränkung des Betons.

Da diese in Massivbaukonstruktionen nie zur Gänze vermieden werden können, muss zumindest sichergestellt werden, dass diese in ihrer Breite beschränkt und ausreichend verteilt sind, um die Gebrauchseigenschaften des Bauteils wie Dichtigkeit, Dauerhaftigkeit und Standsicherheit zu gewährleisten.²⁵⁴

Risse im Beton entstehen also nicht nur durch äußere Lasteinwirkungen, sondern auch durch indirekte lastunabhängige Dehnungen. Die Gründe für die daraus folgenden Verformungen und Bewegungen können sein:²⁵⁵

- Temperatureinwirkungen durch Hydratationswärmeentwicklung des erhärtenden Betons und Witterungseinflüsse im Bauzustand und während der Nutzung
- Schwinden und Quellen des Betons
- ungleiche Setzungen oder Hebungen des Baugrunds

Der Werkstoff Beton zeichnet sich durch eine hohe Druckfestigkeit aus, jedoch kann er Zugkräfte nur bedingt aufnehmen. Um ihm auch diese Eigenschaft zu verleihen, wird Beton im Verbund mit Bewehrung hergestellt. Dabei nimmt die Bewehrung die Zugspannungen im Bauteil auf und gewährleistet, dass der umschließende Beton bei hohen Belastungen nicht vollständig reißt.

Der gezielte Einsatz von Bewehrung begrenzt dadurch die Rissbreiten an den Bauteiloberflächen, kann den individuellen Beanspruchungen durch die auftretenden Lastfälle und den Anforderungen des Nutzers an die raumseitige Bauteiloberfläche nachkommen und die Gebrauchstauglichkeit herstellen.

Ein weiterer Faktor, der zu beachten ist, ist die Wärmeentwicklung des Betons beim seinem Aushärten. Das macht Betone mit geringerer Wärmeentwicklung für die Herstellung von Weißen Wannen günstiger. Durch eine entsprechende Nachbehandlung des Betons und einen kleinstmöglichen Temperaturunterschied zwischen Beton und Umgebung beim

²⁵⁴ WILL, N.: Praktikum im Spannbetonbau; Seite 6.

²⁵⁵ Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb): Richtlinie Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton (WU-Richtlinie); Seite 10.

Ausschalen des Bauteils kann die Rissbildung aufgrund von Schwinden und Temperaturspannungen zusätzlich vermieden werden.²⁵⁶

Unter Punkt 4.4.2 „Gebrauchstauglichkeit“ heißt es in der ÖBV Richtlinie zum Thema Bewehrung:

Die Bewehrung ist so zu konstruieren und anzuordnen, dass eventuell auftretende Risse möglichst fein verteilt werden (Mindestanforderung quadratisches Netz $a = 15 \text{ cm}$). Durch die Wahl der Stabdurchmesser, der Abstände der Bewehrung und durch den Bewehrungsgehalt kann die Einzelrissbreite gesteuert werden. Gemäß dem Anforderungsprofil werden die Rissbreiten wie folgt begrenzt:

Lastbeanspruchungen und / oder Zwangsbeanspruchungen:

Konstruktionsklasse_s $w_K = 0,15 \text{ mm}$

Konstruktionsklasse₁ $w_K = 0,20 \text{ mm}$

Konstruktionsklasse₂ $w_K = 0,25 \text{ mm}$

Für den Nachweis der Rissbreitenbeschränkung im Hochbau sind Lasten gemäß ÖNORM B 4700²⁵⁷ zu berücksichtigen. Für besondere Anforderungen (z.B. aus brandschutztechnischen Gründen) und die damit verbundenen größeren Betondeckungen (bis zu 7 cm) reicht ein Nachweis auf eine Rissbreite von 0,3 mm gemäß der Richtlinie ebenso aus. Für größere Deckungen sind gesonderte Nachweise auf die Beschränkung der Rissbreite auf 0,3 mm zu führen.²⁵⁸

²⁵⁶ Vgl. Österreichische Bautechnik Vereinigung (ÖBV) - Richtlinie: Wasserundurchlässige Betonbauwerke - Weiße Wannen; Seite 32.

²⁵⁷ ÖNORM B 4700 - Stahlbetontragwerke - EUROCODE-nahe Berechnung, Bemessung und konstruktive Durchbildung.

²⁵⁸ Vgl. Österreichische Bautechnik Vereinigung (ÖBV) - Richtlinie: Wasserundurchlässige Betonbauwerke - Weiße Wannen; Seite 11.

10.4.5.2 Selbstheilung des Betons

Trotz des Einsatzes von rissbreitenbeschränkender Bewehrung kann es nie ganz ausgeschlossen werden, dass es zur Ausbildung von Feuchtstellen kommt. Eine besondere Eigenschaft des Betons kann jedoch diesem Problem entgegenwirken.

„Für die Funktionsfähigkeit der durch Druckwasser beanspruchten Bauwerke hat die selbstständige Abdichtung von Rissen und Fehlstellen im Beton eine große Bedeutung.“²⁵⁹ Diese Eigenschaft von Beton, Risse eigenständig abzudichten, nennt man „Selbstheilung“.

Diese kann eintreten durch:²⁶⁰

- die Bildung von Calciumcarbonat (Kalkstein)
- die nachfolgende Hydratation des Zementgesteins
- das Quellen des Zementgels
- das Ablagern von kleinen Partikeln des Betons oder Feinstoffen des Wassers in den Rissen und Fehlstellen

Bei der Selbstheilung ist es erforderlich, dass Wasser in die Risse eindringt. Durch die Reaktionen oder das Ablagern im Bauteil dichten die Fehlstellen nach und nach ab.

Bei geringer Durchströmungsgeschwindigkeit des Wassers und geringer Bewegung der Rissflanken ist daher zunächst, wenn dies möglich ist, abzuwarten, ob ein Schließen des Risses durch Selbstheilung stattfindet. Dies sollte in der Regel innerhalb von zehn bis fünfzig Tagen geschehen.

Das heißt, das in den Riss eintretende Wasser führt zur „Heilung“ des Betons. Die Rissufer wachsen unter Wasserdruck wieder zusammen (durch Ablagerungen und die Bildung von Kalkstein) und die Risse schließen sich.²⁶¹

²⁵⁹ LOHMEYER, G.; EBELING, K.: Weiße Wannen einfach und sicher - Konstruktion und Ausführung wasserundurchlässiger Bauwerke aus Beton; Seite 157.

²⁶⁰ LOHMEYER, G.; EBELING, K.: Weiße Wannen einfach und sicher - Konstruktion und Ausführung wasserundurchlässiger Bauwerke aus Beton. a.a.O.; Seite 158

²⁶¹ BRANDT, J.; LOHMEYER, G.; WOLF, H.: Keller richtig gebaut; Seite 106.

10.4.6 Konstruktion

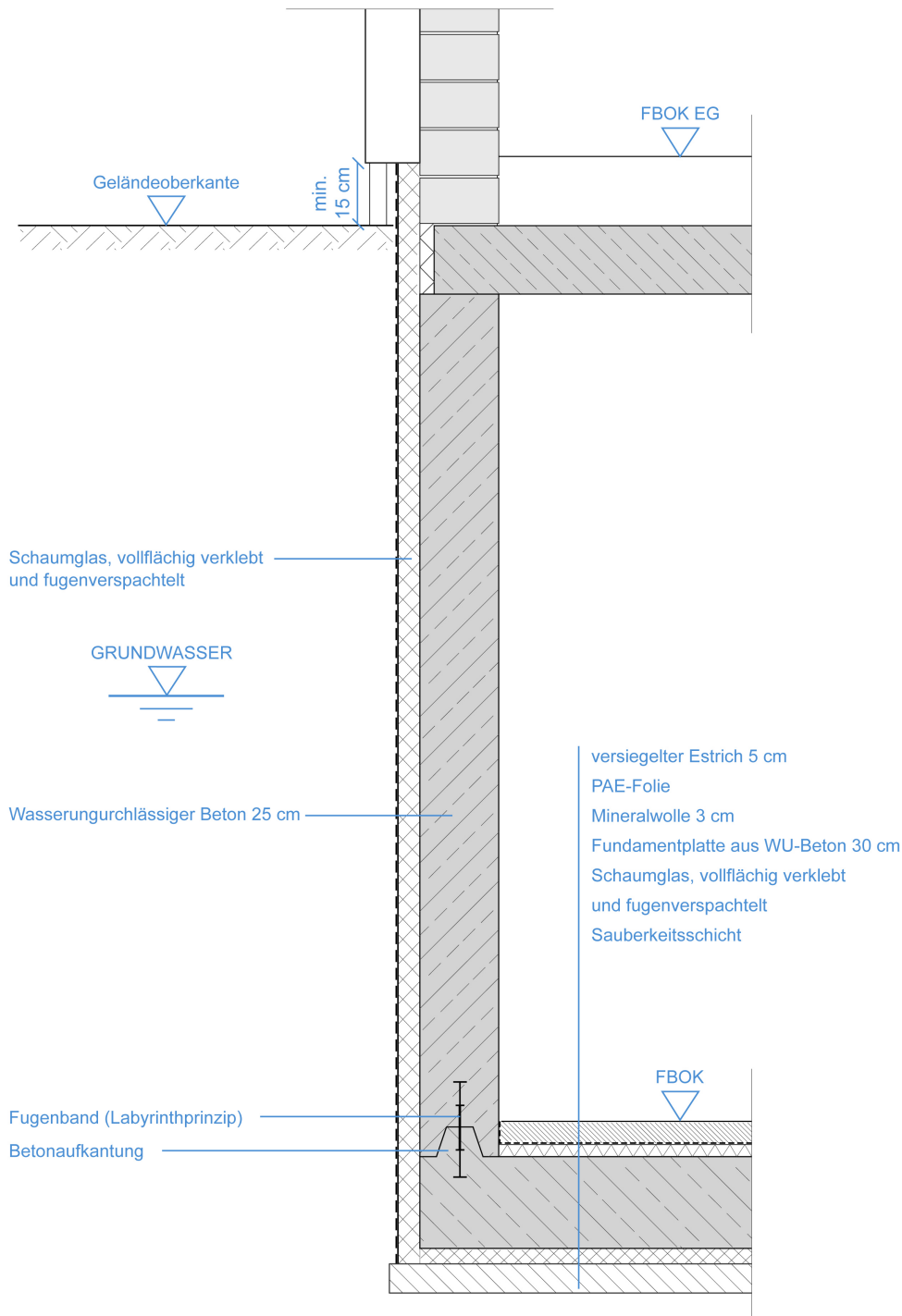


Abbildung 42: Schnitt durch Keller, Abdichtung gegen drückendes Wasser mit Weißer Wanne²⁶²

²⁶² Institut für Bauschadensforschung (IBF)-Richtlinie: Abdichtung erdberührter Bauteile im Hochbau; Seite 17.

10.5 Vergleich und Auswahl der Abdichtungssysteme

Je nachdem, welche Art der Wannen als Abdichtung gegen drückendes Wasser zur Ausführung kommt, gibt es Vor- und Nachteile gegenüber den anderen Systemen.

Letztlich ist es auch entscheidend, für welche Variante sich der Bauherr entschließt, und vor allem, wie er von seinen Planern und Ausführenden dabei beraten wird. Nicht selten kommt es vor, dass Firmen je nach Art der Anforderungen ihre „bewehrten“ Systeme vorziehen und den Bauherrn auch in diese Richtung leiten.

Aus Umfragen geht hervor, dass es unterschiedlichste Präferenzen zum Thema: „Was ist die richtige Wanne für Keller im drückenden Wasser?“ gibt. Die Aussagen gehen dabei weit auseinander und auch in Sachen Kosten gibt es markante Unterschiede in der Auffassung der Befragten.

Gemeinsamkeiten gibt es aber in Sachen „Brauner Wanne“, obwohl sich dieses System zwar noch nicht durchgesetzt hat, aber es die Meinung der Experten ist, dass Abdichtungen aus Bentonit in Zukunft häufiger zum Einsatz kommen werden (Die gesamte Befragung der Experten und die Auswertung der Ergebnisse sind in den Kapiteln 12 und 13 angeführt).

Die nachstehende Tabelle 29 veranschaulicht und vergleicht die Unterschiede der verschiedenen Wannen:

Bedingungen	Schwarze Wanne	Braune Wanne	Weißer Wanne
Nutzung	keine Einschränkungen	Dampfdiffusion durch Bauteil	Dampfdiffusion durch Bauteil
Chemischer Angriff	kaum Angriff (Tragkonstruktion durch Abdichtung geschützt)	kaum Angriff (Tragkonstruktion durch Abdichtung geschützt)	Angriff möglich (Tragkonstruktion ist korrosiven Angriffen ausgesetzt)
Bauzeit	sensibel stark witterungsabhängig	bedingt witterungsabhängig	gering witterungsabhängig
Platzbedarf bei den Abdichtungsmaßnahmen	großer Platzbedarf je nach Ausführung	Platzbedarf je nach Ausführung	kein zusätzlicher Platzbedarf
Konstruktion	geringe Anforderungen an die Baukonstruktion	geringe Anforderungen an die Baukonstruktion	wesentliche Anforderungen an die Baukonstruktion (Beton, Bewehrung, Fugen)
Sanierung	sehr aufwändig	Regulierung durch Selbstheilung	relativ einfach teilweise Selbstheilung
Technologie und Regelwerk	Normen	ohne Regelwerk nur Merkblatt	keine eigene Norm, jedoch Stand der Technik Richtlinien, Merkblätter

Tabelle 29: Vergleich der Abdichtungen gegen drückendes Wasser^{263 264}

²⁶³ BRANDT, J.; LOHMEYER, G.; WOLF, H.: Keller richtig gebaut; Seite 75.

²⁶⁴ LOHMEYER, G.; EBELING, K.: Weiße Wannen einfach und sicher - Konstruktion und Ausführung wasserundurchlässiger Bauwerke aus Beton; Seite 25.

11 Analyse des Bauvolumens

11.1 Allgemein

Für die im Rahmen dieser Arbeit erfolgte Expertenbefragung wurden auch aktuelle Zahlen für die Abschätzung der in Zukunft zu tätigen Investitionen im Bausektor sekundär erhoben. Dies soll dazu dienen, einen Zusammenhang zwischen den Aussagen der Befragten und den Zahlen aus der Wirtschaft herzustellen und um einen Eindruck davon zu erhalten, wie groß die Relevanz des Bauwesens für eine Volkswirtschaft wie Österreich ist.

Die untersuchten Bereiche sind dabei das Neubauvolumen und das Bauvolumen des „Bauens im Bestand“ im Wohnungsbau.

Auch wenn das im Zusammenhang mit dem Thema der Arbeit „Vergleich von Kellerbaumethoden“ etwas aus dem Kontext gerissen wirkt, ist es wichtig, hier Kennzahlen für die Bauwirtschaft zu nennen, da es vor allem im Bereich des Kellerbaus eine Vielzahl von heimischen Unternehmen gibt, welche sich auf diesen spezialisiert haben. Diese Zahlen werden auch in Relation zu den Werten von Europa gesetzt und verglichen.

Gerade das „Bauen im Bestand“ gewinnt immer mehr an Bedeutung, da aufgrund von wirtschaftlichen Überlegungen Gebäude immer öfter einer Umnutzung unterzogen werden. Dieser Aspekt spielt auch schon bei der Planung eines Objekts eine große Rolle. Eine Nutzungsdauer von vielen Jahrzehnten ist für Gebäude Stand der Technik und lässt sich nur durch flexible und nachhaltige Gebäudekonzepte verwirklichen.

Das Nomen „Nachhaltigkeit“ ist bereits in sämtliche Bereiche und Sparten der Produktion vorgedrungen und man erhält den Eindruck, als würde es inflationär verwendet. Fakt ist jedoch, dass gerade das Bauwesen eines der ressourcenintensivsten Gewerbe unserer Volkswirtschaft darstellt und es mit dem „Bauen im Bestand“ deshalb einen großen Teil dazu beitragen muss, um diese Ressourcen auf Dauer zu sichern und zu erhalten.

11.2 Bauvolumen

*„Das Bauvolumen ist definiert als die Summe aller Leistungen, die auf die Herstellung oder Erhaltung von Gebäuden und Bauwerken gerichtet sind. [...]“*²⁶⁵

Das heißt, es beziffert alle inländischen Bauleistungen in ihrer Entwicklung nach nominaler und realer Betrachtung. Zu diesen zählen produktionsseitig auf Bauhaupt-, die Baunebengewerbe, die Dienstleister sowie die Eigenleistung der Investoren.²⁶⁶

„Nachfrageseitig werden Wohnungsbau, Hoch- und Tiefbau im Unternehmensbereich sowie öffentlicher Hochbau, Straßenbau und sonstiger Tiefbau ausgewiesen.“²⁶⁷

Es umfasst demnach alle Aktivitäten, die den Neubau, den Umbau, die Sanierung, die Instandhaltung und Modernisierung von Gebäuden und anderen Konstruktionen betreffen. Es besteht aus allen Leistungen des Bausektors und der Herstellung von Produkten, die für Bauwerke verwendet werden, wie z.B. Türen oder Waschbecken. Darüber hinaus werden auch die damit verbundenen Dienstleistungen mit eingerechnet. Dies sind u.a. Planungsleistungen von Architekten und Ingenieuren, Dienstleistungen von Immobilienmaklern und Notaren und Dienstleistungen von Baubehörden. Auch die Installationen wie Heizungssysteme sowie Eigenleistungen der Investoren werden im Bauvolumen berücksichtigt.²⁶⁸

11.3 Westeuropa

Sieht man sich die statistischen Auswertungen für das Bauvolumen Westeuropas von 2009 bis 2011 an, so kann man bereits eindeutig erkennen, dass das Bauen im Bestand den größten Teil zum Neubauvolumen beiträgt. Die im nachstehenden Diagramm dargestellte Kurve des Bauens im Bestand verläuft auch linearer, woraus man schließen kann, dass das „Bauen im Bestand“ auch in unsichereren wirtschaftlichen Zeiten nicht so sehr in die Rezession fällt, wie das bei Neuerrichtungen der Fall ist.

²⁶⁵ DEUTSCHES INSTITUT FÜR WIRTSCHAFTSFORSCHUNG: Strukturdaten zur Produktion und Beschäftigung im Baugewerbe – Berechnungen für das Jahr 2011 Endbericht; Seite 6.

²⁶⁶ DEUTSCHES INSTITUT FÜR WIRTSCHAFTSFORSCHUNG: Bauvolumensberechnung
http://www.diw.de/de/diw_02.c.237048.de/forschung_beratung/daten/bauvolumensrechnung/bauvolumensrechnung.htm
 I. Datum des Zugriffs: 07.04.2013.

²⁶⁷ DEUTSCHES INSTITUT FÜR WIRTSCHAFTSFORSCHUNG: Bauvolumensberechnung
http://www.diw.de/de/diw_02.c.237048.de/forschung_beratung/daten/bauvolumensrechnung/bauvolumensrechnung.htm
 I. Datum des Zugriffs: 07.04.2013.

²⁶⁸ IFO INSTITUTES: Country Report Germany. In: 74th Euroconstruct Conference - Country Report 2012. Seite 151.

Diagramm 1 stellt Hochrechnungen bis in das Jahr 2015 dar und veranschaulicht den Vergleich zwischen dem Volumen des Bauens im Bestand, dem Neubauvolumen und dem gesamten Bauvolumen Westeuropas.:

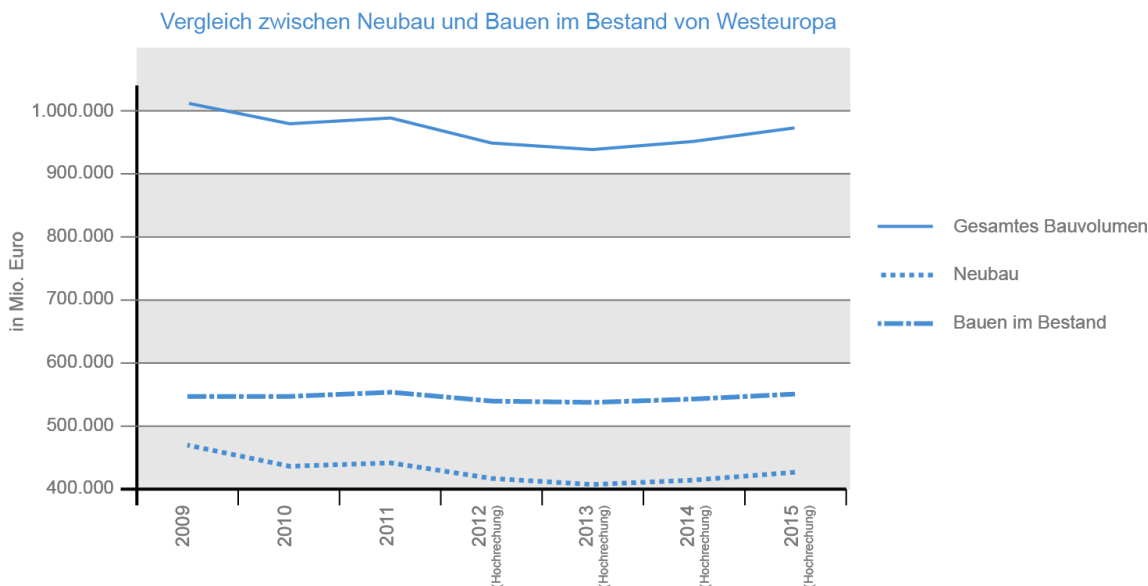


Diagramm 1: Vergleich des gesamten Bauvolumens zwischen Neubau und Bauen im Bestand von Westeuropa²⁶⁹

Diagramm 2 veranschaulicht die innereuropäische Verteilung des Bauvolumens auf die einzelnen Staaten im Jahr 2011:

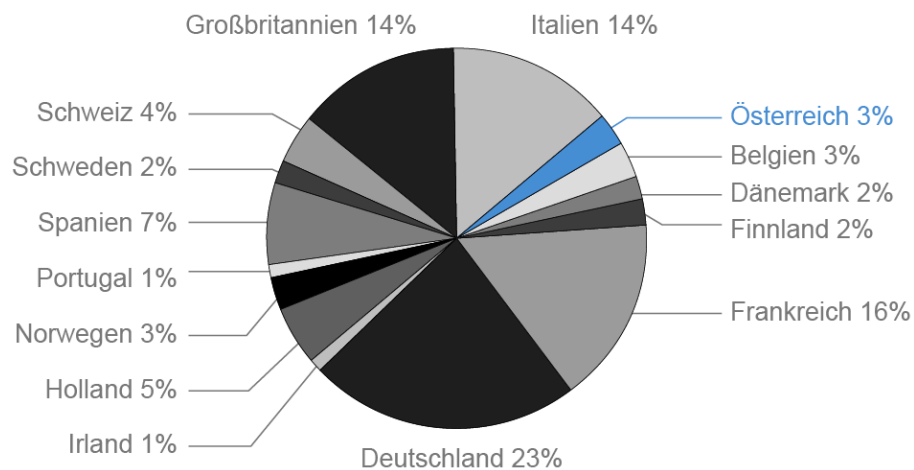


Diagramm 2: Anteil der Länder am gesamten Bauvolumen Westeuropas 2011²⁷⁰

²⁶⁹ EUROCONSTRUCT: 74th Euroconstruct Conference - Summary Report.

²⁷⁰ EUROCONSTRUCT: 74th Euroconstruct Conference - Summary Report.

Tabelle 30 zeigt die Verteilung des Bauvolumens unter den einzelnen Staaten Westeuropas und gibt einen Ausblick auf die zukünftige Situation. Während viele Staaten wieder eine Konjunktur erleben werden, wird sich in krisengeschüttelten Ländern wie Spanien oder Irland das Bauvolumen drastisch verringern.

Gut zu sehen ist auch, dass sich die vier Länder Deutschland, Frankreich, Italien und Großbritannien mehr als zwei Drittel des gesamten Bauvolumens aufteilen.

Bauvolumen im Hochbau in Mio. € (zu Preisen von 2011)	2009	2010	2011	2012 (geschätzt)	2013 (Prognose)	2014 (Prognose)	2015 (Prognose)
Belgien	29.888	29.857	31.085	30.685	30.932	31.382	31.823
Dänemark	19.866	17.893	18.542	18.500	18.868	19.808	20.874
Deutschland	207.613	213.897	225.103	227.144	232.813	237.418	240.127
Finnland	20.229	21.873	22.830	21.923	21.277	21.707	22.425
Frankreich	161.832	150.965	158.562	158.699	156.247	158.366	161.161
Großbritannien	127.032	135.812	136.744	128.745	125.108	126.505	130.409
Holland	53.914	46.330	48.223	44.973	43.740	44.744	47.749
Irland	10.055	7.194	6.228	5.139	4.939	5.283	5.659
Italien	151.513	142.784	139.383	130.380	128.138	129.788	132.196
Norwegen	29.963	29.874	31.798	33.047	34.827	35.878	37.161
Österreich	24.087	23.921	25.014	25.379	25.614	25.890	26.255
Portugal	16.992	15.517	13.820	11.863	10.113	9.915	10.078
Schweden	19.459	20.739	21.090	20.134	20.221	20.753	21.526
Schweiz	36.315	38.210	39.321	39.650	40.767	41.470	41.462
Spanien	105.241	86.089	74.285	55.868	45.909	44.349	44.939
Westeuropa (EC 15)	1.013.998	980.916	992.025	952.128	939.511	953.256	973.843

Tabelle 30: Gesamtes Bauvolumen Westeuropas²⁷¹

Bezieht man nun den Faktor Einwohnerzahl eines Landes mit ein, ergibt sich ein anderes Bild. Obwohl Deutschland in dieser Statistik das größte Bauvolumen insgesamt aufweist, liegt es bei den Investitionen pro Kopf nur im Mittelfeld, aber dennoch klar über dem Durchschnitt. Beim Bauen im Bestand belegt Deutschland die zweite Stelle.²⁷²

Österreich liegt mit Ausgaben von 2.970 € / Person bezogen auf das gesamte Bauvolumen klar vor Deutschland, jedoch im Bereich des „Bauens im Bestand“ belegt Österreich nur den fünftletzten Platz (siehe Tabelle 31).

²⁷¹ EUROCONSTRUCT: 74th Euroconstruct Conference - Summary Report.

²⁷² Vgl. LEBER, G.: Ermittlung und Analyse des Bauvolumens in Österreich und Durchführung eines Vergleichs mit Deutschland; Seite 11.

Die ganz klar führende Nation in beiden Bereichen ist Norwegen. Die Norweger verzeichnen um 2,16-fach höhere Ausgaben pro Person als die Einwohner Österreichs und das 1,59-Fache im Bereich Bauen im Bestand gegenüber Deutschland. Generell lässt sich beobachten, dass skandinavische Länder, verglichen mit ihrer Bevölkerungszahl, überdurchschnittlich hohe Investitionen tätigen.²⁷³

2011	Bevölkerung (Mio)	Bauvolumen gesamt (Mio €)	€/Person	Bauen im Bestand (Mio €)	Bauen im Bestand (Mio €)
Belgien	11,01	31.085	2.824	15.604	1.418
Dänemark	5,57	18.542	3.326	12.752	2.288
Deutschland	81,84	225.103	2.750	158.530	1.937
Finnland	5,39	22.830	4.238	10.340	1.919
Frankreich	65,44	158.562	2.423	85.239	1.303
Großbritannien	62,64	136.744	2.183	53.901	860
Holland	16,70	48.223	2.888	24.254	1.453
Irland	4,49	6.228	1.388	3.459	711
Italien	60,77	139.383	2.294	93.499	1.539
Norwegen	4,95	31.798	6.421	15.224	3.074
Österreich	8,42	25.014	2.970	7.452	855
Portugal	10,64	13.820	1.299	5.452	513
Schweden	9,45	21.090	2.231	13.301	1.407
Schweiz	7,91	39.321	4.973	14.146	1.789
Spanien	46,24	74.285	1.607	38.685	837
	401	992.025	2.471	551.846	1.375

Tabelle 31: Anteil des Bauvolumens pro Einwohner²⁷⁴

11.4 Österreich

Durch den Beginn der Wirtschaftskrise im Jahr 2008 kam es auch in Österreich zu einem Rückgang des Bauvolumens. Dieser setzte sich bis 2010 fort und erreichte damals seinen Tiefststand (siehe Tabelle 30). 2011 erholte sich die Situation und die Bauindustrie konnte ein Plus von 4,4 % verzeichnen. Dies hing vor allem mit dem Konjunkturanstieg und dem dadurch resultierenden starken Anstieg des Nichtwohnungsbaus um 8,1 % zusammen.

Schenkt man den Wirtschaftsforschungsinstituten Glauben, so soll dieser Trend auch in den nächsten Jahren anhalten. Prognosen sagen für die kommenden Jahre einen konstanten Anstieg des Bauvolumens voraus.

²⁷³ Vgl. LEBER, G.: Ermittlung und Analyse des Bauvolumens in Österreich und Durchführung eines Vergleichs mit Deutschland; Seite 13.

²⁷⁴ EUROCONSTRUCT: 74th Euroconstruct Conference - Summary Report.

Dieser wird aber hauptsächlich von der Entwicklung Europas und des Euros abhängen. Sollten sich die politischen Spannungen innerhalb der EU nicht abbauen und sich die wirtschaftliche Situation einiger EU-Mitgliedsstaaten nicht beruhigen, so wird das auch für die Bauindustrie negative Auswirkungen haben.

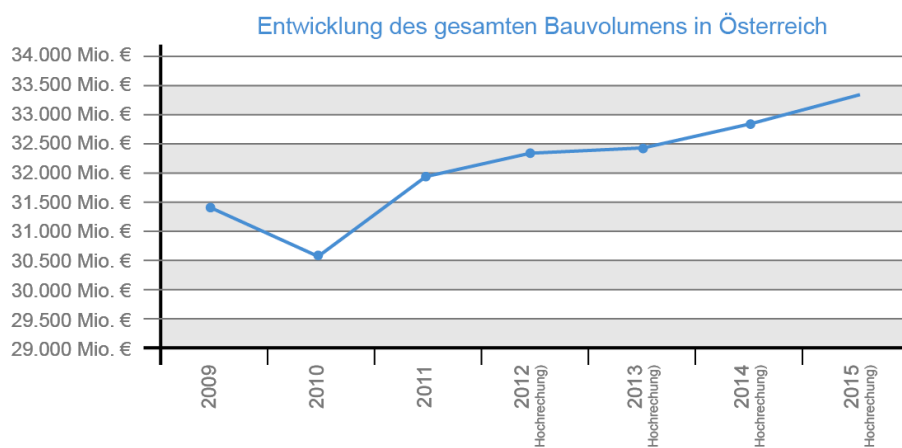


Diagramm 3: Entwicklung des gesamten (Brutto-)Bauvolumens in Österreich²⁷⁵

11.4.1 Zusammensetzung des Bauvolumens in Österreich

Sieht man sich die Zusammensetzung des (Brutto-)Bauvolumens aus dem Jahr 2011 genauer an, so kann man es in die drei Hauptsparten Wohnungsbau, Nichtwohnungsbau und Ingenieurbau aufteilen. Dabei fällt mit 46 % fast die Hälfte aller Ausgaben dem Wohnungsbau zu. Dies entspricht einer Summe von 14.793 Mio. €.

Legt man diese Zahl auf die 3.645 Haushalte von 2011 um, so kommt man auf einen investierten Betrag von 4.058 € pro Haushalt. Mit 8,42 Mio. Einwohnern und 3,65 Mio. gezählten Haushalten im Jahr 2011 entspricht das einem Schnitt von 2,31 Personen pro Haushalt.²⁷⁶

Diagramm 4 auf der nächsten Seite veranschaulicht die Verteilung des gesamten Bauvolumens Österreichs aus dem Jahr 2011.

²⁷⁵ WIFO - AUSTRIAN INSTITUTE OF ECONOMY AND RESEARCH: Country Report Austria. In: 74th Euroconstruct Conference - Country Report 2012; Seite 37.

²⁷⁶ Vgl. LEBER, G.: Ermittlung und Analyse des Bauvolumens in Österreich und Durchführung eines Vergleichs mit Deutschland; Seite 17.

Zusammensetzung des Bauvolumens in Österreich im Jahr 2011

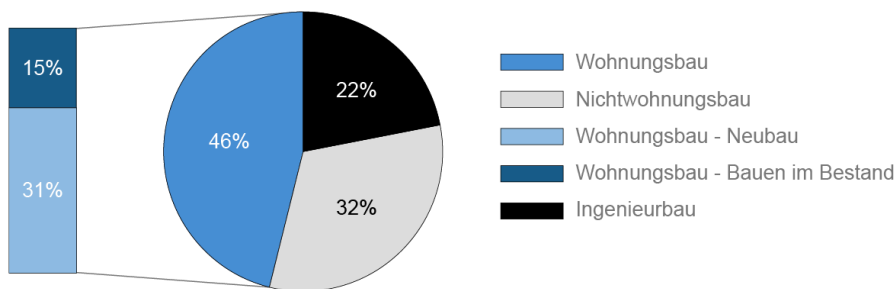


Diagramm 4: Zusammensetzung des österreichischen Bauvolumens im Jahr 2011²⁷⁷

Betrachtet man den Wohnungsbau näher erkennt man, dass der Neubau im Bereich des Wohnungsbaus mit 31 % fast ein Drittel des gesamten Bauvolumens ausmacht.

Generell ist in Österreich der Wohnungsbau stark vom Neubau geprägt. In den letzten Jahren war er mit knapp unter 70% sehr viel präsenter als das Bauen im Bestand (siehe Diagramm 5). Diese Verteilung zwischen Bauen im Bestand und Neubau im Wohnbausektor wird sich laut dem Bericht der 74. Euroconstruct-Konferenz vermutlich nicht allzu sehr ändern.²⁷⁸

Verteilung Wohnungsbau

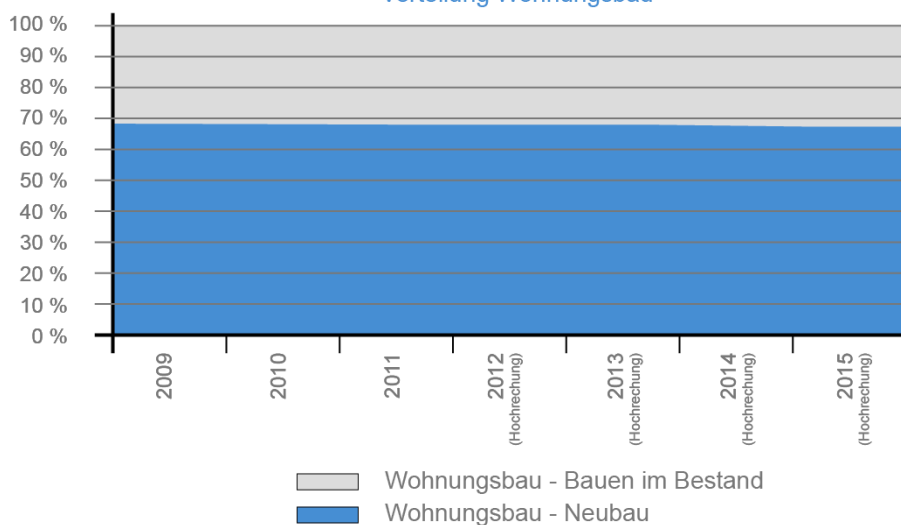


Diagramm 5: Prozentuale Aufspaltung des Wohnungsbaus in Österreich in Neubau und Bauen im Bestand²⁷⁹

²⁷⁷ WIFO - AUSTRIAN INSTITUTE OF ECONOMY AND RESEARCH: Country Report Austria. In: 74th Euroconstruct Conference - Country Report 2012; Seite 37.
²⁷⁸ Vgl. LEBER, G.: Ermittlung und Analyse des Bauvolumens in Österreich und Durchführung eines Vergleichs mit Deutschland; Seite 18.
²⁷⁹ WIFO - AUSTRIAN INSTITUTE OF ECONOMY AND RESEARCH: Country Report Austria. In: 74th Euroconstruct Conference - Country Report 2012; Seite 37.

11.4.2 Bauvolumen Wohnungsbau

Begünstigt durch eine niedrige Arbeitslosenquote und eine sinkende Anzahl der Personen pro Haushalt ist der Wohnungsbau in Österreich von der gesamtwirtschaftlichen Situation nicht sehr betroffen und entwickelt sich konstant.

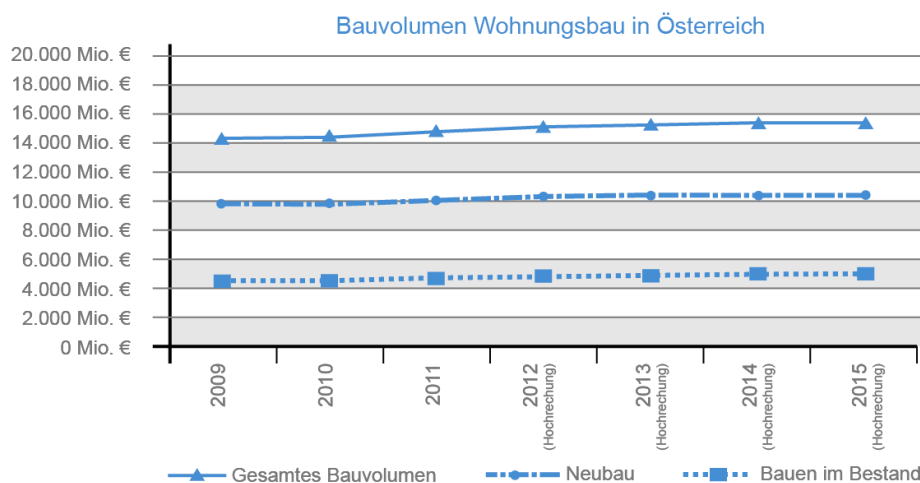


Diagramm 6: Entwicklung des (Brutto-) Wohnbauvolumens in Österreich²⁸⁰

Durch verschiedene Förderungsprogramme aus der Politik wird hier im Speziellen das „Bauen im Bestand“ unterstützt. Dies lässt zumindest bis 2014 auf eine wachsende Modernisierungs- und Instandsetzungsrate schließen. Wenn in diesem Jahr die Förderungen auslaufen, wird Österreich voraussichtlich einen Rückgang des Bauvolumens erfahren, oder diese Programme werden hinsichtlich der zukünftigen Entwicklung neu aufgesetzt und angepasst.

²⁸⁰ WIFO - AUSTRIAN INSTITUTE OF ECONOMY AND RESEARCH: Country Report Austria. In: 74th Euroconstruct Conference - Country Report 2012; Seite 37.

11.4.3 Bauvolumen Nichtwohnungsbau

Auch der Nichtwohnungsbau konnte im Jahr 2011 einen starken Volumsanstieg verzeichnen. Dies ist auf den Produktionsanstieg zurückzuführen, welcher den Neubau antrieb. In wirtschaftlich schwierigeren Zeiten sind hingegen eher Maßnahmen wie Instandsetzung und Modernisierung von bestehenden Objekten gefragt.

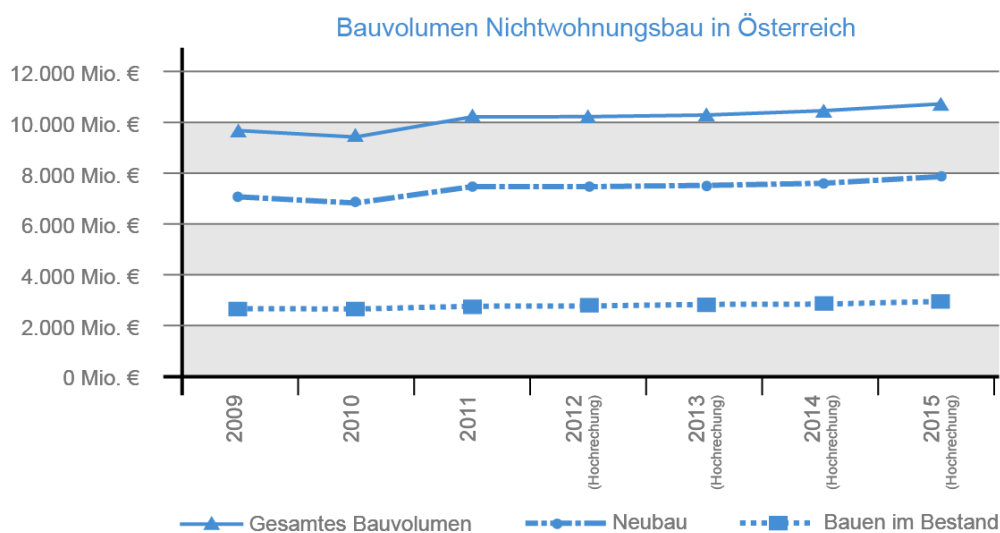


Diagramm 7: (Brutto-) Bauvolumen Nichtwohnungsbau in Österreich²⁸¹

²⁸¹ WIFO - AUSTRIAN INSTITUTE OF ECONOMY AND RESEARCH: Country Report Austria. In: 74th Euroconstruct Conference - Country Report 2012; Seite 37.

11.4.4 Bauvolumen Ingenieurbau

Im Bereich des Ingenieurbaus konnte man bis 2010 einen starken Rückgang der Investitionen beobachten. 2012 und 2013 sinkt die Produktion vor allem im Tiefbau aufgrund der Zurückhaltung der öffentlichen Nachfrage in zahlreichen Ländern,²⁸² aber auch durch die weniger werdenden Ausgaben der privaten Hand.

Die Eintrübung der Konjunktur dämpft auch die Nachfrage der Wirtschaft nach sonstigen Hochbauten. Es wird daher versucht mit Konjunkturprogrammen in das Straßen-, Bahn,- und Energienetz die Wirtschaft wieder anzukurbeln, was auch temporär gelingt. Mittlerweile ist das Bauvolumen im Ingenieurbau allerdings wieder zurückgegangen und auch die Prognosen für 2013 deuten nicht auf eine Besserung dieser Situation hin.

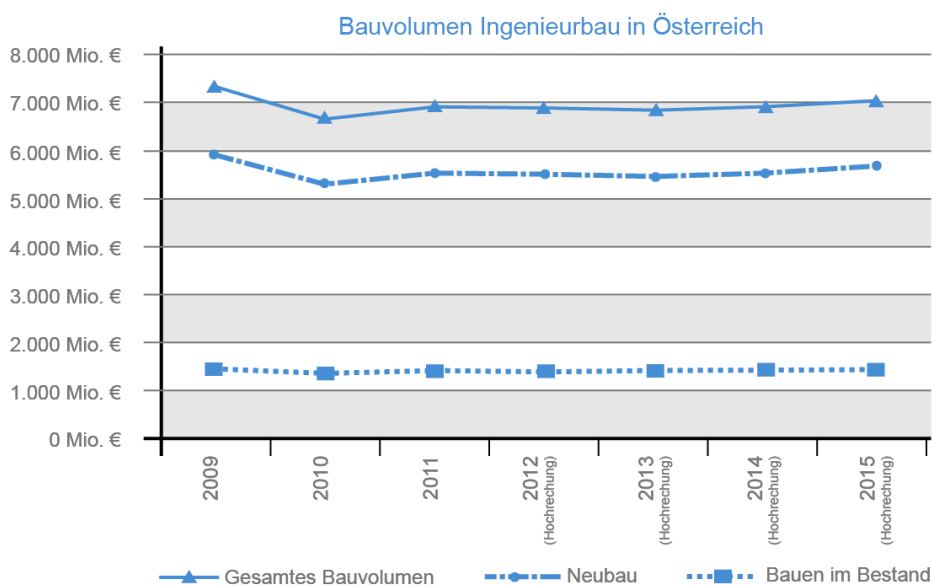


Diagramm 8: (Brutto-) Bauvolumen Ingenieurbau in Österreich²⁸³

²⁸² Vgl. <http://www.immonet.at/de/euroconstruct.htm>. Datum des Zugriffs: 10.05.2013.

²⁸³ WIFO - AUSTRIAN INSTITUTE OF ECONOMY AND RESEARCH: Country Report Austria. In: 74th Euroconstruct Conference - Country Report 2012; Seite 37.

11.4.5 Ausblick

Nachdem die Euroconstruct die aktuellen Zahlen für das Jahr 2012 veröffentlicht hat, ist ersichtlich, dass das Bauvolumen in Europa nicht um 2 %, sondern um 4,7 % geschrumpft ist. Daher wurden auch im Laufe des Jahres die Prognosen des Instituts angepasst und auch die Hochrechnung für 2013 nach unten korrigiert.²⁸⁴

Demnach soll Europas Bauvolumen auch in diesem um 1,6 % Jahr schrumpfen und lediglich der Wohnungsbau bis 2015 expandieren. Ab dann sollte sich nach Meinungen der Wirtschaftsforscher auch die gesamte Baukonjunktur wieder bessern.

Bis dahin hemmt eine hohe Arbeitslosigkeit, eine gedämpfte gesamtwirtschaftliche Situation und Konsolidierungs-Maßnahmen der öffentlichen Haushalte die Nachfrage in allen drei Sektoren (Wohnbau, Nichtwohnungsbau, Tiefbau).²⁸⁵ Dabei sind aber

Unterschiede lassen sich zwischen den einzelnen Ländern beobachten: In Nord- und Mitteleuropa ist die Lage der Bauwirtschaft tendenziell besser, wohingegen im Süden die Situation am Stagnieren ist. Das heißt, dass in den nördlicheren Regionen bis 2015 vor allem im Wohnungsbau ein stabiles Wachstum erwartet wird wohingegen in anderen Ländern noch immer eine Unsicherheit vorherrscht, die noch aus den Jahren der Entstehung der Finanzmarktkrise 2008 und 2009 herrührt. So sind die Wachstumsaussichten voraussichtlich für 2014 (ausgehend von einem niedrigen Niveau) für den Wohnungsneubau mit +4,4 % und im Bauen im Bestand mit +1,1 % angesiedelt.

„Insgesamt prognostiziert das Bauforschungsnetzwerk Euroconstruct für die 19 Mitgliedsländer im Zeitraum 2012/2015 ein leichtes Wachstum von 1,5 %. Der positive Ausblick, insbesondere im Wohnungsneubau, bedingt jedoch eine Stabilisierung im Euro-Raum sowie im Bankensystem.“²⁸⁶

²⁸⁴ Vgl. <http://www.immonet.at/de/euroconstruct.htm>. Datum des Zugriffs: 10.05.2013.

²⁸⁵ Vgl. <http://www.immonet.at/de/euroconstruct.htm>. Datum des Zugriffs: 10.05.2013.

²⁸⁶ Vgl. <http://www.immonet.at/de/euroconstruct.htm>. Datum des Zugriffs: 10.05.2013.

12 Expertenbefragung „Planung und Ausführung von Kellern“

Aufbauend auf der Sekundärforschung (Analyse der Standardliteratur) und der Erhebung des Bauvolumens basiert die Primärforschung, deren Ziel es ist, die aktuellen Tendenzen und die derzeit zur Ausführung kommenden Methoden im Kellerbau bei Wohnungsbauwerken zu erfragen.

12.1 Anlage der Befragung

Die Untersuchung „Planung und Ausführung von Kellern“ wurde im Mai 2013 mittels einer standardisierten Online-Befragung und teilstandardisierten Experteninterviews durchgeführt.

Die Zielgruppe der Befragung rekrutierte sich aus den Berufsgruppen:

- Architekten
- Bauingenieure
- Planende Baumeister
- Ausführende Baumeister
- Sachverständige

Die Befragung erfolgte dabei auf Basis von zwei verschiedenen Erhebungsverfahren:

- 1. Verfahren: Expertenbefragung mit teilstandardisiertem Interview
- 2. Verfahren: standardisierte Online-Expertenbefragung

Dabei richtet sich die Expertenbefragung mit teilstandardisierten Interviews an planende und ausführende Baumeister und die standardisierte Online-Befragung an Planer wie Architekten und Statiker.

Die Untersuchung setzt sich aus zwei Stichproben zusammen. Zum einen aus der standardisierten Online-Befragung, an welcher hauptsächlich Mitglieder des Ziviltechnikerforums (Bauingenieure und Architekten) teilgenommen haben, zum anderen aus Experten (planende und ausführende Baumeister), welche als Vergleichsgruppe herangezogen wurden. Insgesamt haben 60 Personen an der Untersuchung teilgenommen.

Der Grund für die teilstandardisierten Interviews war, die Meinungen der Experten zu hören, die in schriftlichen Fragen schwer zu formulieren gewesen wären, bzw. Fragen zu stellen die eine persönliche Einschätzung, bezüglich der Entwicklungen in Sachen „Planung und Ausführung von Kellern“ erforderten. Durch diese Art der Befragung können zusätzliche Informationen generiert und detaillierte Fragen zu einzelnen Blöcken gestellt werden.

Im Vorfeld der Interviews wurde ein Fragebogen (siehe Anhang A.1) erstellt, welcher mit 3 Probanden getestet und daraufhin optimiert wurde. Dieser wurde an die ausgewählten Experten mit der Bitte, diesen ausgefüllt zu retournieren, verschickt und nach dem Wiedereingehen ausgewertet.

Nach der Auswertung des Fragebogens (siehe Punkt 12.5.3) wurden mit den Experten teilstandardisierte Interviews geführt, die den Hintergrund von Antworten zu ausgewählten Fragen aufzeigten und weiteren Aufschluss über die Expertenmeinungen brachten. Diese Antworten wurden interpretativ ausgewertet und flossen in die Ergebnisse der Befragung mit ein.

Der zweite Teil der Umfrage richtete sich an Planer und wurde in Zusammenarbeit mit dem ZT-Forum Steiermark durchgeführt. Die Befragung stellte dabei eine verkürzte Version des Fragebogens des teilstandardisierten Experteninterviews dar.

Der standardisierte Online-Fragebogen wurde mit dem Onlineumfrageprogramm „2ask“ erstellt, und an die Mitglieder des ZT-Forums ausgesandt.

12.2 Aufbau der Befragung

Die Fragebogen sind in Blöcke unterteilt, die eigene Schwerpunkte in der Befragung setzen, und behandeln die verschiedenen Aspekte des Kellerbaus. Der Themen der Blöcke sind folgende:

- Einleitende Fragen
- Nutzungen allgemein
- Baubetrieb bei Kellern
- Lastfälle und zugehörige Konstruktionen
- Wärmedämmung
- Wasserundurchlässige Konstruktionen
- Keller aus Beton
- Ausblick

12.3 Ziel der Befragung

Ziel der Befragung war es, die aktuellen Tendenzen und die derzeit zur Ausführung kommenden Methoden im Kellerbau bei Wohnungsbauwerken und, wie diese zum Einsatz kommen, zu erfragen.

Ein weiterer Grund war es eine Einschätzung zu bekommen, in welcher Hinsicht das Bauen eines Kellers nach Meinung der Experten in Zukunft noch effizienter gestaltet werden kann.

12.4 Auswertungsmethoden

Für die Auswertung der Daten wurde Großteils SPSS (Statistical Package for Social Sciences, Version 19.0) verwendet. Die vertiefenden Fragen aus den teilstandardisierten Experteninterviews wurden mittels Inhaltsanalyse ausgewertet und interpretiert.

Zur deskriptiven Analyse der Daten wurden Häufigkeitsauszählungen und Mittelwertberechnungen durchgeführt und, um Zusammenhänge zu prüfen, zusätzlich auch Korrelationsanalysen angewandt.

Die Auswertung fand großteils explizit auf beide Stichproben statt. Um aber auch eine Tendenz in der unterschiedlichen Auffassung von Planung und Ausführung von Kellerbauwerken im Wohnungsbau herauszufiltern, wurden vergleichende Analysen bezüglich der Gemeinsamkeiten und Unterschiede in den befragten Gruppen durchgeführt.

12.5 Expertenbefragung mit teilstandardisierten Interviews

12.5.1 Befragungsmodus

Der erste Teil der Expertenbefragung richtete sich an planende und ausführende Baumeister in Österreich und wurde in einem zweistufigen Verfahren durchgeführt.

In der ersten Phase der Befragung wurde ein standardisierter neunseitiger Fragebogen (siehe Anhang A.1) an die 22 ausgewählten Experten geschickt, der neben den Fragen zum Thema „Planung und Ausführung von Kellern“ auch Fragen zur Erfahrung, dem Tätigkeitsfeld und den Bundesländern ihrer jeweiligen Haupttätigkeit beinhaltet.

Nachdem dieser Fragebogen retourniert wurde, fanden in der zweiten Phase teilstandardisierte Interviews mit den Experten statt, in denen zuvor gekennzeichnete offene Fragen durchbesprochen und vom Verfasser erstellte Zusatzfragen gestellt wurden. Dies hatte zum Ziel, dass zusätzliche Einschätzungen eingeholt und etwaige Unklarheiten in den Antworten beseitigt werden konnten.

12.5.2 Fragenszusammenstellung

Die Fragenszusammenstellung wurde mit Hilfe von Experten, welche bei der eigentlichen Befragung nicht mehr herangezogen wurden, entwickelt. Im Vorfeld wurde ein Fragenkatalog mit 80 Fragen zu verschiedenen Themenbereichen des Kellerbaus erstellt und danach in mehreren Stufen selektiert, welche Fragestellungen für den Fragebogen und die weiterführenden Interviews sinngemäß eingesetzt werden konnten. Das ergab einen Fragenkatalog mit insgesamt 42 Fragen.

Dabei war es wichtig die Fragen und Antwortmöglichkeiten so zu formulieren, dass die Auswertung nach statistischen Verfahren möglich war, und genaue Aussagen zu den Antworten getroffen werden konnten. Das heißt, dass essenzielle Fragen, die nur mit offenen Antworten sinngemäß beantwortet werden konnten, teilweise umformuliert und sonst in den Interviewleitfaden aufgenommen wurden.

Nachdem diese Phase abgeschlossen war, wurden drei fachkundige Personen befragt und der Ablauf der Primärforschung simuliert. Aufgrund dieser Praxistests wurden die Fragestellungen überarbeitet und in die Endfassung des standardisierten Fragebogens und Interviewleitfadens eingearbeitet.

12.5.3 Auswertung

Die Auswertung der standardisierten Fragebögen auf welche die teilstandardisierten Experteninterviews aufbauten, erfolgte mit dem Programm SPSS. Es wurden von den Antworten auf die 42 gestellten Fragen Mittelwerte, Standardabweichungen und Korrelationen festgestellt, die in den nachstehenden Punkten angeführt sind.

12.5.3.1 Einleitende Fragen

Insgesamt haben an der Befragung mit teilstandardisierten Interviews 22 Baumeister teilgenommen, wobei fünf der Experten sowohl im planenden als auch im ausführenden Bereich tätig sind.

Die durchschnittliche Berufserfahrung der Teilnehmer beträgt 24,5 Jahre und der Großteil der Bauvorhaben, die von den Experten geplant werden, befindet sich mit 39 % in der Steiermark, mit 21 % in Wien und mit 18 % in Tirol.

Diagramm 9 zeigt die Verteilung der Bauvorhaben der befragten Baumeister in den österreichischen Bundesländern:

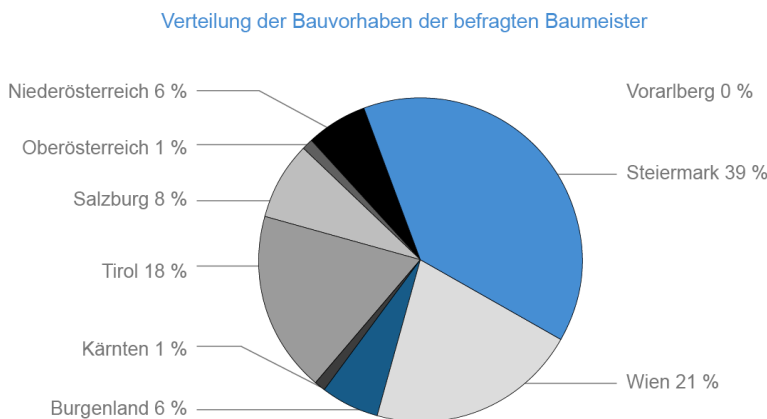


Diagramm 9: Verteilung der Bauvorhaben der Experten

Nach Einschätzung der befragten Baumeister wird der Bau von Einfamilienhäusern um über 10 % von 44,7 % auf 29,7 % sinken und die Häufigkeit von Bauvorhaben im Mehrfamilienwohnbereich von 56,3 % um über 14 % auf 70,3 % zunehmen (siehe Diagramm 10).

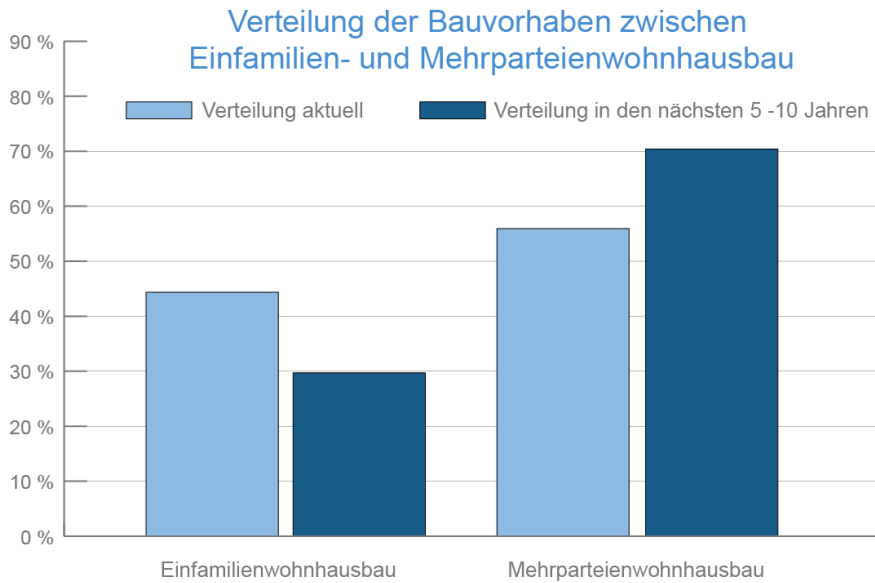


Diagramm 10: Verteilung der Bauvorhaben

Nach Meinung der Experten wird die Zahl der Realisierungen von Kellern im Einfamilienwohnbau aufgrund der hohen Errichtungskosten eher zurückgehen bzw. ihre Kellerfläche kleiner werden. Eine Teilunterkellerung des Hauses dient dabei meist als Lagerraum und beherbergt die Haustechnik. Selten werden sie auch zu hochwertigen Wohnräumen ausgebaut.

Da in Wohnungen meist der nötige Lagerraum fehlt, werden im Mehrparteienwohnbau auch in Zukunft Keller realisiert werden. Auch aufgrund der knappen innerstädtischen Grundstückssituationen werden Parkplätze zunehmend in Tiefgaragen errichtet.

12.5.3.2 Nutzungen allgemein

In diesem Befragungsblock sollte herausgefunden werden, inwieweit die spätere Nutzung der Kellerräumlichkeiten die Planung und Auswahl der Baumaterialien beeinflusst. Wie unter Punkt 4.2 bereits dargestellt wurde, bilden die Nutzungsklassen die Anforderungen an die Bauteile und deren Dichtheit gegenüber dem Innenraum ab. Nutzungsklasse A stellt dabei hohe Anforderungen an die Trockenheit und Qualität der Räume und den Standard für beheizte Wohnräume. Nutzungsklasse B hingegen ist für unbeheizte Lagerräume und andere Räume ohne besondere Anforderung zulässig und erlaubt Feuchtstellen an den Bauteilinnenseiten.

Die Verteilung zwischen Bauvorhaben der Nutzungsklasse A zu Nutzungsklasse B wurde von den planenden und ausführenden Baumeistern mit 35,5 % zu 64,5 % eingeschätzt. Dies lässt sich darauf zurückführen, dass die Mehrzahl der von ihnen bearbeiteten Bauvorhaben Mehrparteienwohnungsbauten sind und dort Kellerräumlichkeiten eine eher untergeordnete Rolle spielen. Diese werden hauptsächlich als Lager- und Fahrradabstellräume oder Tiefgaragen genutzt und demnach nicht beheizt.

Die von den Experten für technisch und wirtschaftlich als sinnvoll befundenen Materialien der Primärstrukturen für die Nutzungsklassen A und B sind in Diagramm 11 dargestellt:

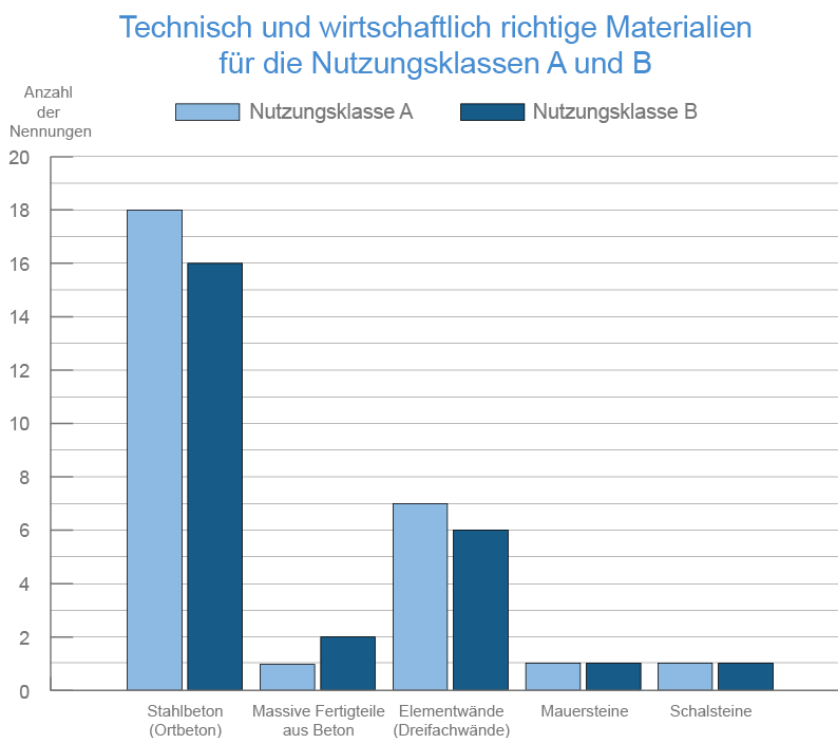


Diagramm 11: Technisch und wirtschaftlich richtige Materialien für die Nutzungsklassen A und B

Das Diagramm zeigt, dass die Ortbetonbauweise nach Meinung der Experten die am besten geeignetste Methode ist einen Keller sowohl der Nutzungsklasse A als auch der Nutzungsklasse B herzustellen.

Mit 16 Nennungen ist sie bei den Befragten um jeweils 11 bzw. 10 Nennungen populärer als die Elementbauweise, welche für beide Nutzungsklassen eine Wertung von 7 Nennungen bekommt.

Die ist darauf zurückzuführen, dass die Herstellung von Kellern mit Ort-beton große Vorteile in der Dichtheit der Konstruktion mit sich bringen, da keine Stoßfugen abgedichtet werden müssen und Arbeitsfugen bei richtiger Ausführung in der Regel keine Probleme darstellen.

Eine Folgefrage zielt auf die verwendeten Materialien bei Häusern im Niedrigenergiesektor ab. Die Überlegungen diesbezüglich waren, ob für energiesparenden Gebäude, aufgrund ihrer positiven thermischen Eigenschaften, bevorzugt Mauersteine im Kellerbau eingesetzt werden. Das Ergebnis in Diagramm 12 zeigt, dass sich die Verteilung sehr ähnlich zu der in Diagramm 11 verhält, jedoch laut den befragten Baumeistern die Elementbauweise eine bessere Anwendung in Kellern von Niedrigenergiehäusern findet.

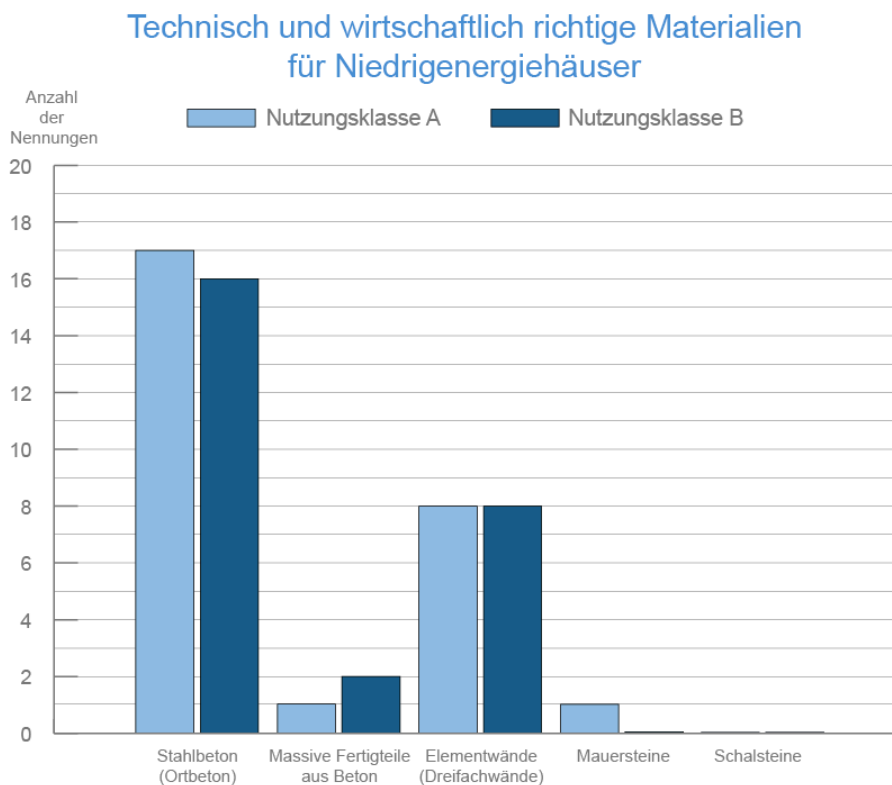


Diagramm 12: Technisch und wirtschaftlich richtige Materialien für Niedrigenergiehäuser

Materialien

Die teilstandardisierten Interviews ergaben, dass sich die Ortbetonbauweise vor allem durch ihre Hochwertigkeit auszeichnet. Weiters gaben fast alle Experten an, dass die Dichtheit der Konstruktion durch ihre monolithische Bauweise einen großen Vorteil vor allem gegenüber massiven Fertigteilen aus Beton und Elementwänden besitzt, da die vom Bauablauf bedingten Arbeitsfugen bei richtiger Ausführung durch Fugenbänder einfach abgedichtet werden können und keine Stoßfugen entstehen. Die Ortbetonbauweise hat auch durch den Einsatz von hochwertigen Schalungen in ihrer Flexibilität Vorteile gegenüber den anderen Materialien. Sollte sich während der Bauphase an den Abmessungen der Bauteile noch etwas ändern, so kann darauf leicht reagiert werden. Die Flexibilität der Fertigteile ist aufgrund der Vorfertigung sehr beschränkt, zudem verlangt die ihre Produktion eine genaue Planung.

Die Meinung der Experten deckt sich dabei mit den Quellen aus der Standardliteratur. Gerade beim Lastfall „drückendes Wasser“ ist es sehr schwierig bei vorgefertigten Bauteilen die durch die Konstruktion bedingten Stoßfugen abzudichten. Diese werden in der Regel auf der Baustelle nur noch vergossen und bilden keine geschlossene Einheit mit den im Werk produzierten Bauteilen. Deshalb sind sie für die Ausbildung einer Weißen Wanne nicht gut geeignet. Sollte man dennoch diese Konstruktion mit Fertigteilen ausbilden wollen, so ist nach Ansicht der Experten z.B. immer eine zusätzliche hautförmige Abdichtung anzudenken um die Dichtheit zu gewährleisten.

Vorteile bringen die Bauweisen in der Verarbeitung auf der Baustelle mit sich. Durch das einfache Ausfüllen der Hohlräume der Elementwände mit Beton oder das Vergießen der Stoßfugen bei massiven Fertigteilen aus Beton ergeben sich erhebliche Verkürzungen der Bauzeit, da die Zeiten für das Ein- und Ausschalen wegfällt.

Trotz dieser Vorteile zieht keiner der befragten Baumeister massive Fertigteile aus Beton für den Bau eines Kellers in Erwägung. Vielmehr raten die Experten den Bauherrn davon ab und würden sogar den Auftrag ablehnen, wenn der Kunde auf einer solchen Ausführung besteht.

Zusammenfassend lassen sich aus den Interviews folgende positive Eigenschaften den einzelnen Bauweisen erkennen:

- **Ortbeton:** Dichtheit
 Flexibilität
 universell einsetzbar
 hochwertig
- **Elementwände:** wirtschaftlicher Vorteil
 geringe Bauzeit,
 schnelle Verarbeitung
- **Mauersteine:** hochwertig

Da es Unterschiede in der Herangehensweise an die Planung eines Kellers gibt, widmete sich eine Frage im Interview dem Thema, wie Keller tatsächlich geplant werden. Dabei gaben die Baumeister an, dass sich die von den Bauherrn gewünschten Konstruktionen hauptsächlich an den Kosten orientieren. Demnach kommen aus wirtschaftlichen Gründen bei drückendem Wasser nur selten Kombinationen wie Weiße und Schwarze Wannen zur Ausführung.

Weiters gaben fast alle Befragten an, dass bevor die Planung stattfindet, die geologischen Anforderungen (z.B. Bodengüte) geprüft und der Baugrund auf seine Wasserverhältnisse untersucht wird. Mit den daraus gewonnen Erkenntnissen und den Anforderungen durch den späteren Nutzer wird die richtige Konstruktion für den Keller ausgewählt.

Rohbaulichte

Da im Wohnungsbau die Keller hauptsächlich aus Beton und die darüber liegenden Geschoße aufgrund der besseren thermischen Eigenschaften meistens aus anderen Materialien hergestellt werden, sind gerade für die Schalungsindustrie die Abmessungen von Kellerbauteilen interessant.

Mit Hilfe der Frage nach der durchschnittlichen Rohbaulichte von Fußböden zu Kellerdecken bei Kellern der Nutzungsklassen A und B konnten folgende Bandbreiten für Raumhöhen im Keller erhoben werden:

- **Nutzungsklasse A: 246,1 cm bis 269,4 cm**
- **Nutzungsklasse B: 235,1 cm bis 261,1 cm**

12.5.3.3 Baubetrieb bei Kellern

In diesem Block soll festgestellt werden, wie in der Praxis Keller errichtet werden.

Die Frage nach dem Anteil an Eigenleistung im Kellerbau soll zeigen, wie viel Prozent der Keller von Unternehmen bzw. wie viele in Eigenregie durch den Bauherrn selbst hergestellt werden, und ob sich die Herstellung von erdberührten Bauwerken ohne die Beschäftigung von professionellen Firmen auch im Mehrparteienwohnbau wiederfindet.

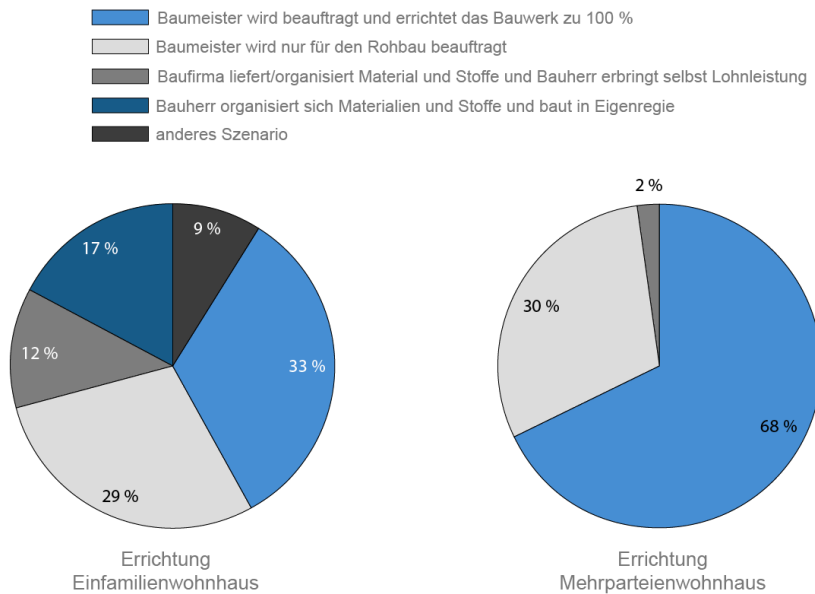


Diagramm 13: Verteilung der verschiedenen Arten der Errichtung von Wohnbauten

Diagramm 13 zeigt, dass der Anteil an Eigenleistung im Einfamilienhausbau um ein Vielfaches höher ist als jener im Mehrparteienwohnbau. Demnach werden 68,0 % aller Mehrparteienwohnbauten zu 100 % von Baumeistern ausgeführt.

Bedingt durch gewisse Bauverfahren werden auf Kellerbaustellen auch sehr häufig Krane eingesetzt. Die Gründe dafür sind in Diagramm 14 dargestellt.

Gründe für den Einsatz eines Krans im Kellerbau

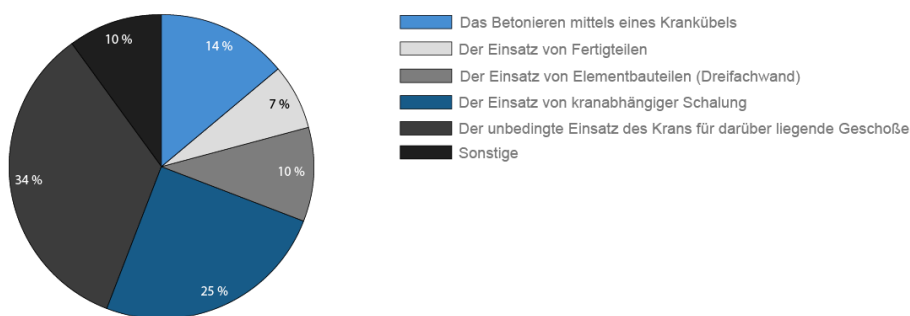


Diagramm 14: Gründe für den Einsatz eines Krans im Kellerbau

12.5.3.4 Lastfälle und zugehörige Konstruktionen

Lastfälle bestimmen die Konstruktion für Keller und sind demnach ausschlaggebend für die Wahl der Abdichtung der Primärstruktur. Die teilstandardisierte Expertenbefragung ergab, dass in den Bundesländern der Haupttätigkeit der Probanden 35,3 % Bodenfeuchtigkeit, 29,5 % nicht drückendes Wasser, 23,5 % zeitweise aufstauendes Sickerwasser und 10,1 % drückendes Wasser im Boden vorkommt.

Daraus kann geschlossen werden, dass Abdichtungen gegen drückendes Wasser, also wannenförmige Abdichtungen, von den Experten nur in etwa jedem zehnten ihrer Bauvorhaben geplant und umgesetzt werden. Diagramm 15 zeigt diese Aufteilung.

Verteilung der Lastfälle nach Häufigkeit ihres Vorkommens

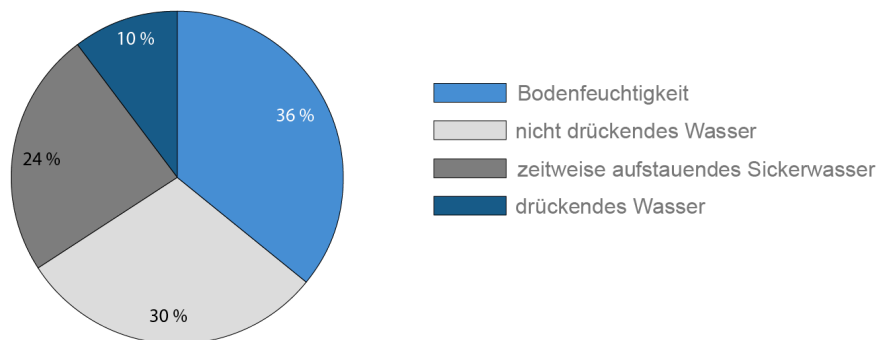


Diagramm 15: Verteilung der Lastfälle nach Häufigkeit ihres Vorkommens

Die Fragestellung im Interview zu den geplanten und ausgeführten Konstruktionen bei den Lastfällen „drückendes Wasser“ und „Bodenfeuchtigkeit“ ergab, dass auch bei geringeren Anforderungen durch hydrostatischen Druck Keller hauptsächlich in Ortbetonbauweise konzipiert und gebaut werden. Dabei versehen die Experten den Rohbau in der Regel noch mit einem bituminösen Anstrich und einer einlagigen bahnenförmigen Abdichtung oder dichten ihn mit Dichtschlämmen ab. Die dabei zur Ausführung kommenden Systeme sind jedoch meist bereits seitens des Planers vorgegeben und in der Ausschreibung vordefiniert.

Welche Konstruktionen beim Lastfall „drückendes Wasser“ zum Einsatz kommen, steht in Punkt 12.5.3.6 der Auswertung.

12.5.3.5 Wärmedämmung

Die Wärmedämmung spielt eine große Rolle für die Qualität und Nutzung der Kellerräumlichkeiten. Die dabei zum Einsatz kommenden Perimeterdämmungen werden in der Regel auf die erdberührte Bauteilseite der Kellerwände und oberhalb oder unterhalb der Kellersohle angebracht (siehe Punkt 0).

Es wurde eine Skala von 8 cm bis 20 cm vorgegeben und die Probanden mussten die von ihnen am häufigsten eingesetzten Wärmedämmstärken für Kellerwände und Kellersohlen angeben.

Die von den planenden und ausführenden Baumeistern dabei angegebenen Werte bewegen sich in den Bereichen:

- **Ø Dämmstärke einer Kelleraußenwand: 8,6 cm bis 15,2 cm**
- **Ø Dämmstärke der Kellersohle: 9,3 bis 15,6 cm**

Auf die Frage, wie sich diese Dämmstärken von Kellerwänden in den nächsten fünf bis zehn Jahren ändern werden, antworteten die Befragten:

- **zukünftige Dämmstärke einer Kellerwand: 11,2 cm bis 18,3 cm**
- **zukünftige Dämmstärke einer Kellersohle: 12,0 cm bis 19,7 cm**

Durch die steigenden Angaben der Dämmstärken lässt sich der Trend ablesen, dass Keller in Zukunft eher in einem Niedrigenergiestandard ausgeführt und hochwertiger genützt werden. Dies ist auf die Wünsche und Anforderungen der Nutzer zurückzuführen, die den Keller vermehrt als Wohnraum nützen möchten.

Ebenso zeigt sich ein Trend zum vermehrten Einsatz von Kellersohlendämmung.

- **derzeitige Häufigkeit von Kellersohlendämmungen: 34 %**
- **zukünftige Häufigkeit von Kellersohlendämmungen: + 37 %**

Durchschnittlich kommen Dämmungen der Kellersohle derzeit bei 34,3 % der Keller zum Einsatz. Weiters zeigte sich, dass sich die Mehrzahl der Befragten (77,3 %) für einen Anstieg der Dämmungen unterhalb der Bodenplatte auf durchschnittlich +37,0 % aussprach.

Um die Perimeterdämmung vor äußeren Baugrundeinwirkungen zu schützen kommen verschiedene Arten von Schutzschichten zum Einsatz (siehe Punkt 8.4.3). Je nach Anforderungen können diese entweder aus Gleitschichten, Noppenfolien oder ähnlichen Materialien bestehen.

Diagramm 16 zeigt, wie die befragten Baumeister die Dämmung des Kellers gegen die äußere Einwirkungen wie Erddruck schützen.

Möglichkeiten des Schutzes der Außendämmung

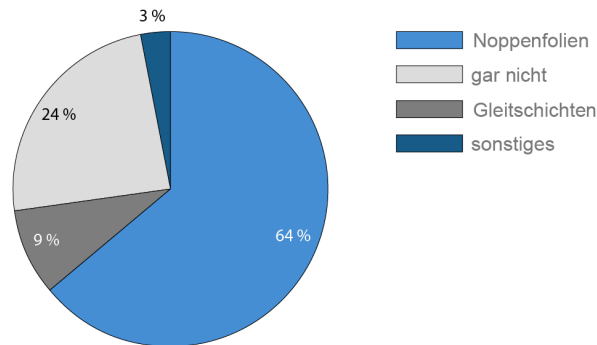


Diagramm 16: Möglichkeiten des Schutzes der Außendämmung

Das Diagramm zeigt, dass die Außendämmung zu 64% mittels Noppenfolien geschützt wird. Diese bringen auch den Vorteil mit sich, bereits eine wasserableitende Ebene vor der Wärmedämmung zu bilden. Sie verringern dadurch schon den Wasserdruck auf die Konstruktion. 24 % der Experten schützen die Dämmung nicht, 9 % verwenden Gleitschichten.

Die Frage nach den Befestigungsmethoden der Perimeterdämmung auf der Unterkonstruktion ergab, dass drei Viertel aller Dämmplatten auf dem Untergrund verklebt und lediglich 17 % verdübelt werden. Eine weitere Möglichkeit, die Dämmung am Rohbau zu befestigen, ist, diese bereits in die Schalung der Ortbetonkonstruktion einzulegen und mitzubetonieren. 7 % der Experten bevorzugen diese Methode.

Möglichkeiten des Befestigens der Perimeterdämmung

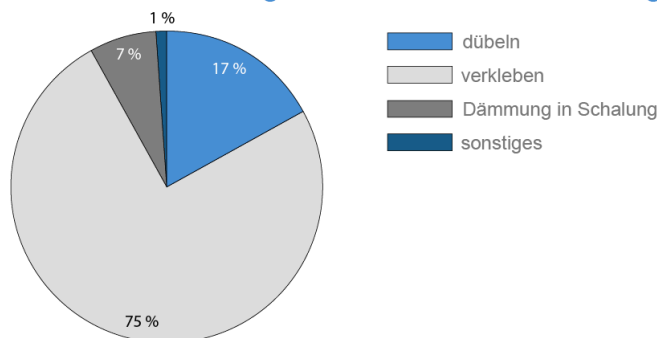


Diagramm 17: Möglichkeiten des Befestigens der Perimeterdämmung

12.5.3.6 Wasserundurchlässige Konstruktionen

Beim dem Lastfall „drückendes Wasser“ kommen wannenförmige Abdichtungen zum Einsatz (siehe Kapitel 10). Diese können Schwarze, Weiße, Braune Wannen oder Mischformen daraus sein.

Die Auswertung ergab, dass die meisten Experten die Weiße Wanne als technisch richtige Konstruktion sehen. Alle Systeme wurden nach wirtschaftlichen Kriterien für gleich sinnvoll bewertet.

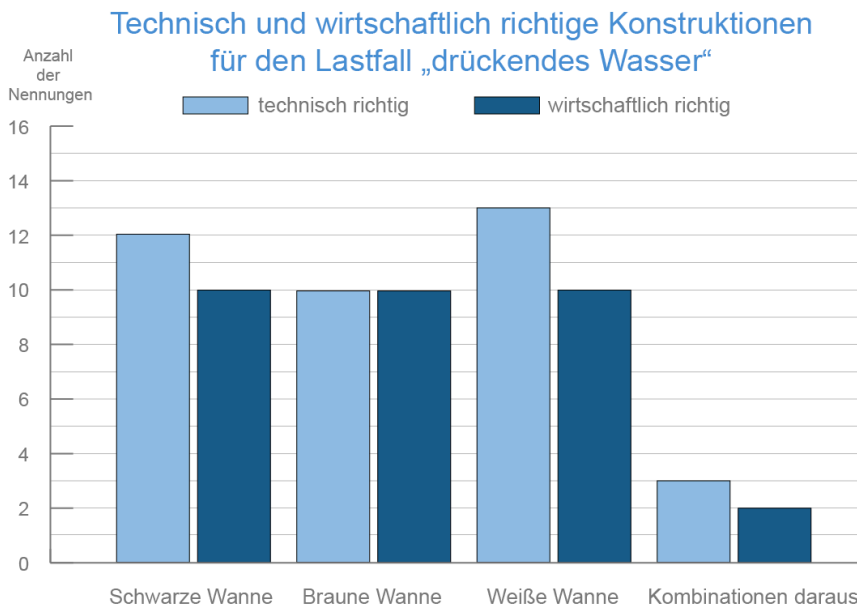


Diagramm 18: Konstruktionen für den Lastfall „drückendes Wasser“

Auf die Frage nach den Vorteilen der einzelnen Systeme gegenüber anderen konnte man im Zuge der Auswertung feststellen, dass die Schwarze Wanne eine generell gut einsetzbare Abdichtungsvariante ist und vor allem Vorteile in ihrer Verarbeitbarkeit und Dichtheit besitzt. Sehr schlecht schnitt diese hingegen in dem Punkt „Sanierung von Schäden ab“, da die Mängelbehebung in einer hautförmigen Abdichtung einen erheblichen Aufwand darstellt.

Bei der Abdichtung von Kellern mit Bentonitmatten (System Braune Wanne) waren die Experten vor allem von der Dichtheit des Systems überzeugt, jedoch gaben viele an, noch niemals einen Keller damit abgedichtet zu haben. Da es sich auch hier um die Abdichtung mit hautförmigen Bahnen handelt, sehen die Experten große Nachteile bei der Behebung von Mängeln.

Weiße Wannen haben laut Meinungen der Baumeister vor allem Vorteile in der Dichtheit und Beständigkeit der Konstruktion und werden sehr häufig eingesetzt. Auch die Frage nach den Kosten von Kellern mit Querschnittsabdichtungen wurde negativ bewertet, da die Herstellung einer solchen Wanne einen hohen Aufwand bedeutet und hohe Ansprüche an das eingesetzte Personal stellt.

Diagramm 19 vergleicht die Angaben der Experten zu den Vorteilen der einzelnen Systeme gegenüber den anderen.

Vorteile der einzelnen Systeme gegenüber den anderen

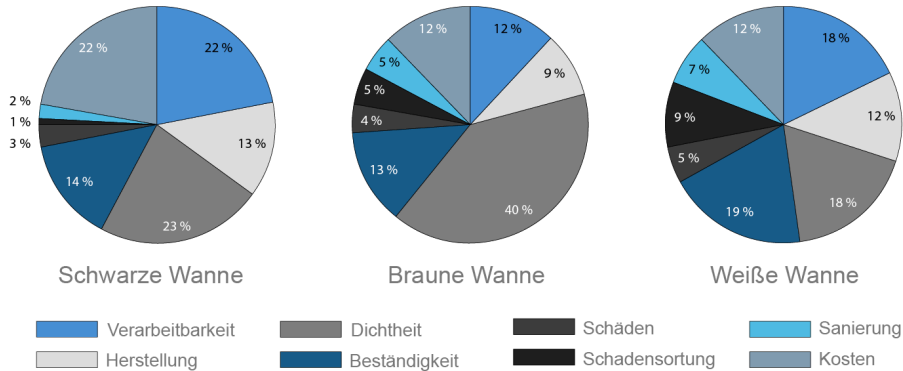


Diagramm 19: Vorteile der einzelnen Abdichtungssysteme

Auf die Frage, ob die Befragten regelmäßig mehrere Systeme gleichzeitig anwenden, antworteten lediglich 31,8 % mit Ja. 68,2 % der Experten gaben an, diese nicht zu kombinieren. Die Baumeister, die mehrere Systeme in einem Projekt einsetzen, tun dies in 39,3 % der Bauvorhaben.

Alle Experten wurden auch zu der Sinnhaftigkeit der einzelnen Kombinationen befragt. Die Auswertung ergab folgende Ergebnisse:

Sinnvolle Kombinationen der Abdichtungen gegen drückendes Wasser

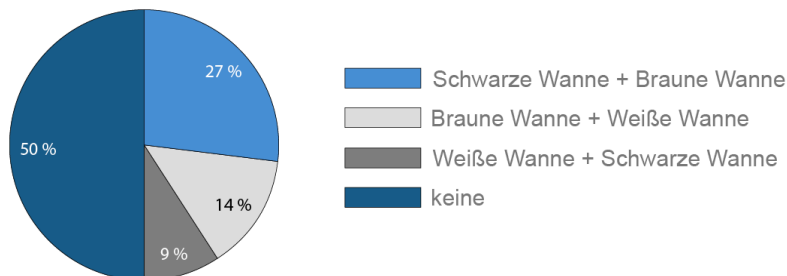


Diagramm 20: Sinnvolle Kombinationen der Abdichtungen

Kombinationen der Systeme werden in der Praxis eher selten angewendet, da eine doppelte Verwendung nicht notwendig ist und von den Bauherrn nicht vorgegeben wird. Falls Kombinationen zur Anwendung kommen, dann beim Lastfall „drückendes Wasser“ oder wenn eine erhöhte Sicherheit vom Bauherrn explizit gefordert wird.

Bezüglich der Trends in den Konstruktionen beim Lastfall „drückendes Wasser“ zeichnet sich aufgrund des Preis-Leistungsverhältnisses eine leichte Tendenz hin zum Einsatz von braunen Wannen ab. Derzeit steht man dieser Konstruktion jedoch noch eher skeptisch gegenüber, da die Experten kaum Erfahrungswerte mit diesem Abdichtungssystem gemacht haben.

12.5.3.7 Keller aus Beton

Die Experten wurden in diesem Teil der Erhebung zu den durchschnittlichen Bauteilstärken der Kellerwände aus Ortbeton befragt.

Die Auswertung der Antworten ergab einen Mittelwert und Standardabweichung der Kellerwandstärken von:

- **Ø Kellerwandstärke im Einfamilienwohnbau: 25,2 cm**
(Standardabweichung: 2,4 cm)
- **Ø Kellerwandstärke im Mehrparteienwohnbau: 27,1 cm**
(Standardabweichung: 2,5 cm)

Da die Güte des Betons gerade im Kellerbau eine wichtige Rolle spielt, zeigt Diagramm 21 die Kriterien, welche für die befragten Baumeister hauptsächlich ausschlaggebend sind.

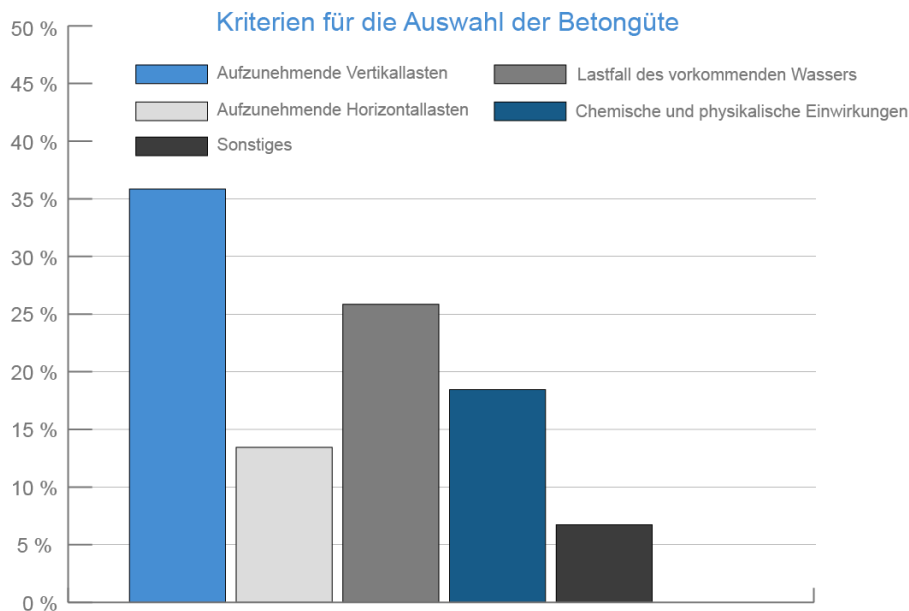


Diagramm 21: Kriterien für die Auswahl der Betongüte

Mit der Verarbeitung des Frischbetons werden auch baubetriebliche Überlegungen wie die Taktung der Betonierabschnitte und die damit verbundene sinnvolle Anordnung der Arbeitsfugen angestellt. Aus der Bauwerksgeometrie heraus können aber auch konstruktiv angeordnete Bewegungsfugen nötig werden. Diese Fugen müssen ebenso wie die Anschlüsse von Einbauteilen fachgerecht abgedichtet werden. Die Antworten auf die Frage wie dies in der Praxis umgesetzt wird, zeigt Diagramm 22.

Anwendung der Fugenabdichtungsarten

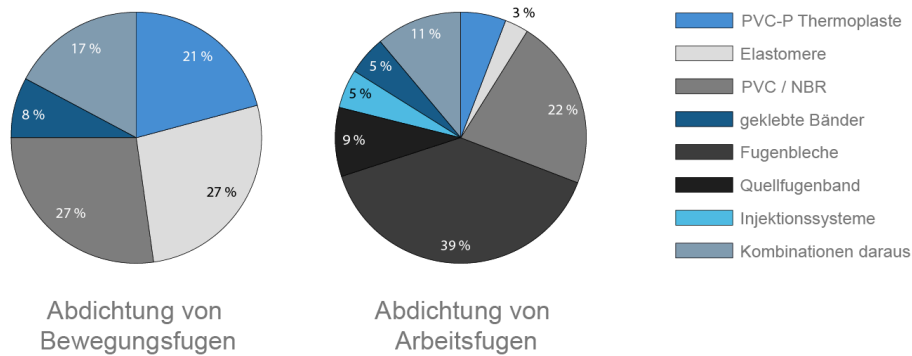


Diagramm 22: Häufigkeit der Anwendung der Fugenabdichtungsarten

Diagramm 22 zeigt, dass Bewegungsfugen in Betonbauwerken hauptsächlich mit Kunststoffen abgedichtet werden. Arbeitsfugen werden hingegen zum Großteil mit Fugenblechen versehen.

Neben den Fugen stellen durch die Schalung bedingte Ankerlöcher eine Schwächung in der Konstruktion dar. Die befragten Experten gaben an, dass sie diese zu 76 % mit PE-Zapfen verschließen. 20 % werden mit Betonzapfen abgedichtet und nur 4 % gaben an, diese zu verspachteln.

Weiters antworteten 72,7 % der Baumeister, dass es beim Verschließen der Schalungsankerlöcher keinen Unterschied macht, mit welchem Lastfall man es im Boden zu tun hat.

12.5.3.8 Ausblick

Um die zukünftige Entwicklung der Kellerbaumethoden einschätzen und mögliche Entwicklungspotentiale erkennen zu können, widmet sich dieser Block dem Ausblick.

Die größten Verbesserungspotentiale wurden von den Befragten dabei in folgenden Belangen erkannt:

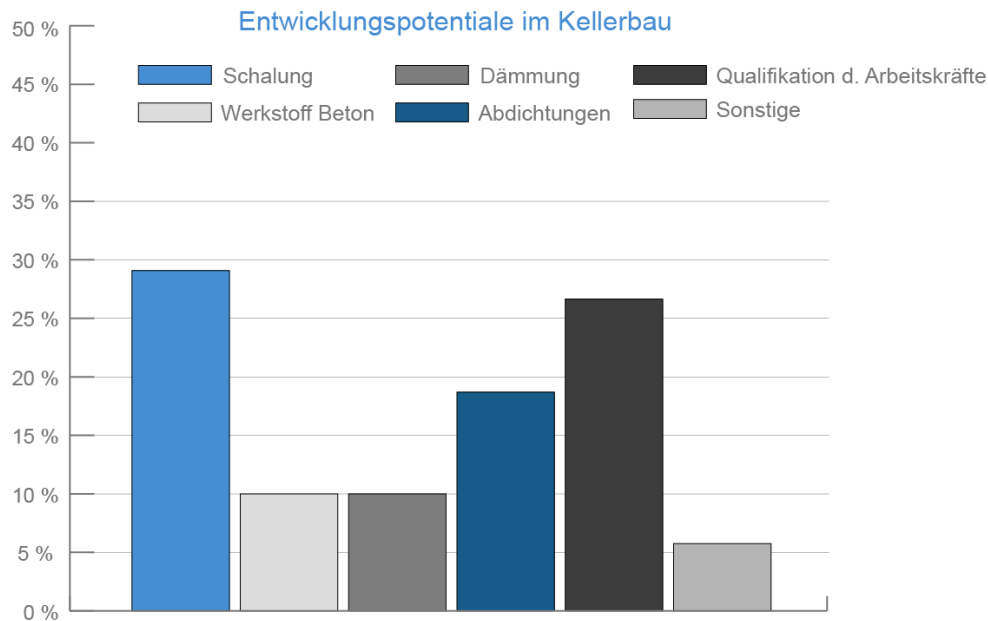


Diagramm 23: Entwicklungspotentiale im Kellerbau

Diagramm 23 zeigt, dass das größte Verbesserungspotential bei der Schalung und der Qualifikation der Arbeitskräfte gesehen wird. Im Interview wurde erfragt, weshalb gerade in diesen Punkten das meiste Entwicklungspotential steckt.

Bezüglich der Schalung ließ sich feststellen, dass vor allem bei Rahmenschalungen im Punkt Flexibilität eine Schwachstelle liegt. Die Befragten meinten, dass durch die meist großformatigen Schalungselemente nur schwer auf die Gebäudegeometrie reagiert werden kann. Diese Elemente sind auch meist nur kranabhängig einsetzbar, und deshalb wäre es ein Wunsch der Befragten, dass die Schalungen in Zukunft ergonomischer gestaltet werden, um das Handling für die Arbeiter zu vereinfachen. Dabei wurden mehrmals die Verringerung des Gewichts und die Minimierung der Einzelteile der Schalungssysteme erwähnt.

Mehrere Probanden gaben zusätzlich noch an, dass ein System, welches den Einbau der Perimeterdämmung vereinfacht, wünschenswert wäre, um Arbeitsschritte zu sparen und den Keller effizienter herstellen zu können.

Der Werkstoff Beton sollte nach Meinung der Experten mit kostengünstigeren Verarbeitungsmethoden hergestellt werden können und zusätzlich

sollten das Einbringen und die Verarbeitung auf der Baustelle vereinfacht werden.

Ein weiterer Kritikpunkt war, dass Abdichtungen auf der Baustelle eines besonderen Schutzes bedürfen. Dieses Thema wird beim Lagern und dem Einbau meist vernachlässigt, was zu Schäden der Abdichtung führen kann. Auch hier sollte es nach Meinung der Experten eine Möglichkeit geben, die Abdichtung gleichzeitig mit der Wärmedämmung einzubringen, um sie dadurch direkt zu schützen.

Bauweisen

Um eine Aussage treffen zu können, ob der Einsatz von vorgefertigten Bauteilen im Kellerbau in den nächsten fünf bis zehn Jahren zunehmen wird, gaben die Experten eine Einschätzung ab, wie sich die Bauweisen in ihrer Einsatzhäufigkeit entwickeln werden. Die Stichprobe ergab folgende Auswertung:

- **Veränderung Ortbetonbauweise: + 13,6 %**
- **Veränderung Fertigteilbauweise: + 18,2 %**
- **Veränderung Elementbauweise: + 8,9 %**

Die Hauptgründe für diese Einschätzungen sind in Diagramm 24 dargestellt. Diese decken sich mit den Aussagen der Literatur und zeigen die positiven Eigenschaften der einzelnen Bauweisen auf. Demnach haben die Element- und Fertigteilbauweise große Vorteile in der genauen Vorproduktion und ihrer schnellen Herstellbarkeit, und Nachteile, wenn es um eine Sanierung von Bauteilen geht. Die Errichtung von Ortbetonkellern wird von den Befragten in allen Eigenschaften positiv bewertet. Der größte Vorteil gegenüber den anderen Bauweisen zeichnet sich in der geringen Schadensanfälligkeit aus.

Gründe für die Einsatzhäufigkeit

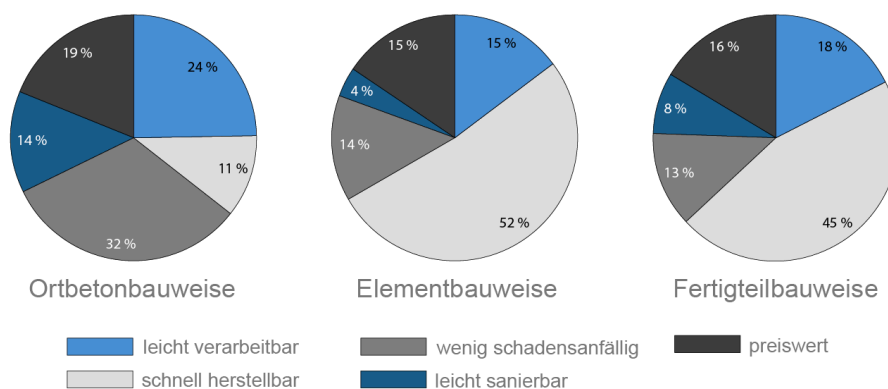


Diagramm 24: Gründe für die Einsatzhäufigkeit

12.6 Standardisierte Online-Expertenbefragung

Das zweite Verfahren der Befragung, die standardisierte Online-Expertenbefragung, fand mit Hilfe des Ziviltechnikerforums statt und wurde via E-Mail an seine Mitglieder ausgeschickt.

12.6.1 Anlage der Befragung

Der Online-Fragebogen wurde aus dem Interviewleitfaden entwickelt. Um die Ausfüllzeit zu verringern wurde dieser stark verkürzt und nur die relevantesten Fragestellungen aufgenommen worden.

Insgesamt besteht die Online-Befragung aus 24 Fragen, wobei sich je dem Block durchschnittlich 3 Fragen widmen.

Die Auswertung dieser Befragung findet sich auf den nachfolgenden Seiten.

Erstellt wurde die Online-Befragung mit 2Ask, einem Online-Fragebogeneditor zur Erstellung und dem schnellen Versand von Umfragen auf EDV-Basis. Die Befragten konnten direkt über den Link in der E-Mail auf den Fragebogen (Screenshots siehe Anhang A.2) klicken, diesen im Webbrowser ausfüllen und abschicken.

12.6.2 Auswertung

Die Auswertung der Online-Befragung erfolgte mit dem Programm SPSS. Damit wurden von den 24 gestellten Fragen Mittelwerte, Standardabweichungen und Korrelationen der festgestellt die in den nachstehenden Punkten angeführt sind.

12.6.2.1 Einleitende Fragen

Insgesamt haben an der standardisierten Online-Befragung 38 Mitglieder des Ziviltechnikerforums teilgenommen, wobei mehr als die Hälfte der Befragten Architekten und gut ein Drittel Bauingenieure sind.

Die durchschnittliche Berufserfahrung der Teilnehmer beträgt 24,3 Jahre und der Großteil der Bauvorhaben, die von den Experten geplant werden, befindet sich mit 28,3 % in der Steiermark und mit 18,9 % in Wien.

Auf die Frage, wie das Verhältnis zwischen der Häufigkeit der Bauvorhaben im Einfamilienhaus- und Mehrparteienwohnbau aussieht, antworteten die Probanden, dass zur Zeit zirka 43,4 % Einfamilienhäuser und 56,6 % Mehrparteienwohnhäuser geplant und realisiert werden. In einer Einschätzung für die nächsten fünf bis zehn Jahre waren sich die Experten einig, dass sich aufgrund der steigenden Baupreise und die zunehmende Urbanisierung dieses Verhältnis zugunsten des Mehrparteienwohnbau verändern wird.

Demnach sollen, wie in Diagramm 25 dargestellt, in Zukunft nur noch 38,9 % Einfamilienhäuser und 61,1 % Bauvorhaben im Mehrparteienwohnhaussektor ausgeführt werden.

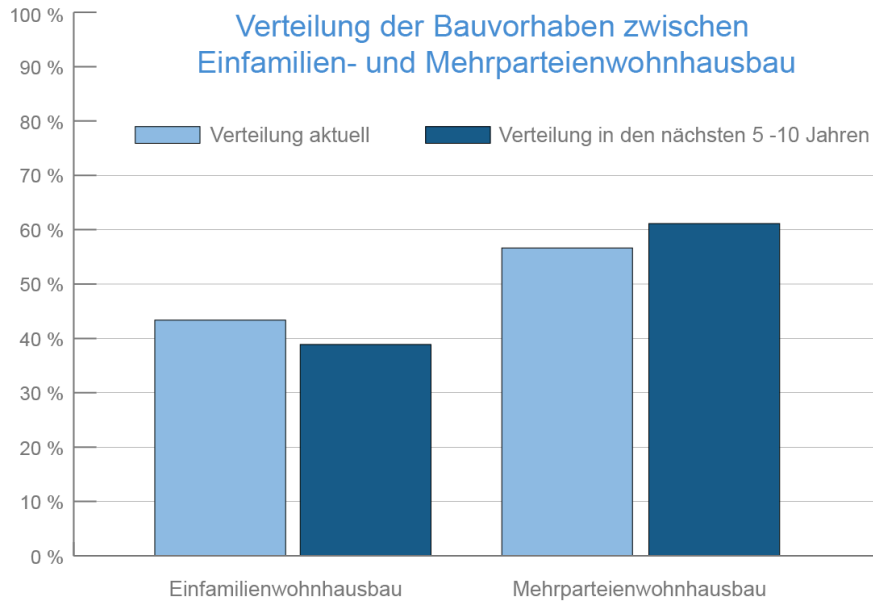


Diagramm 25: Verteilung der Bauvorhaben zwischen Einfamilien- und Mehrparteienwohnhausbau

12.6.2.2 Nutzungen allgemein

Wie unter Punkt 4.2 bereits dargestellt wurde, bilden die Nutzungsklassen die Anforderungen an die Bauteile und deren Dichtheit gegenüber dem Innenraum ab.

Die von den Experten für technisch und wirtschaftlich befundenen Materialien der Primärstrukturen, der Nutzungsklassen A und B, sind in Diagramm 26 dargestellt.

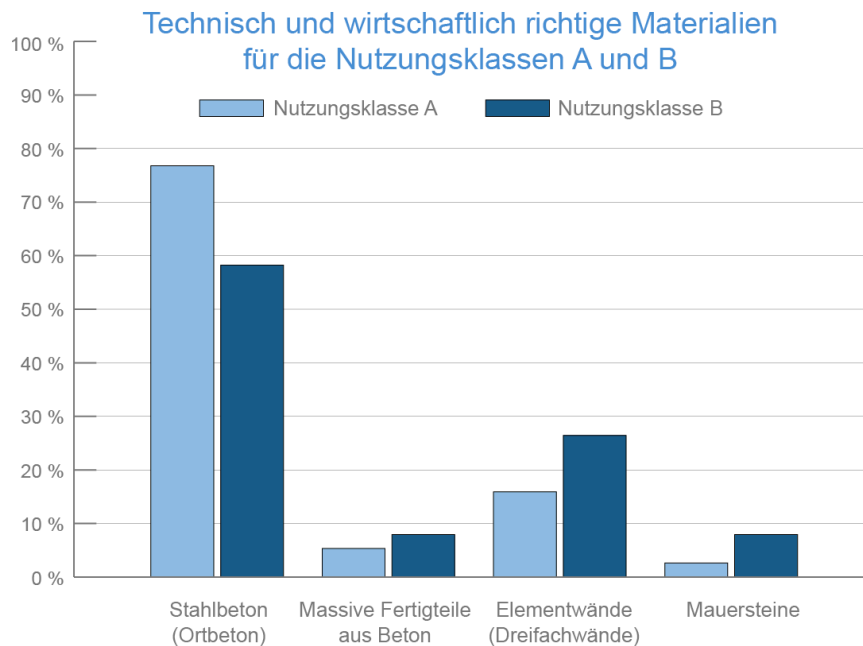


Diagramm 26: Technisch und wirtschaftlich richtige Materialien für die Nutzungsklassen A und B

Aus dem Diagramm lässt sich ablesen, dass die Ortbetonbauweise stark dominant ist und für beide Nutzungsklassen für die Befragten die bevorzugte Bauweise darstellt.

Für Bauwerke der Nutzungsklasse B können nach Meinung der Experten auch Primärkonstruktionen aus Elementwänden technisch und wirtschaftlich richtig sein.

Auf die Frage nach den durchschnittlichen Rohbaulichte (Rohdeckenoberkante UG bis Rohdeckenunterkante OG) bei den Nutzungsklassen konnten folgende Mittelwerte und Standardabweichungen gemessen werden:

- **Nutzungsklasse A: 260,8 cm**
(Standardabweichung: 24,8 cm)
- **Nutzungsklasse B: 255,8 cm**
(Standardabweichung: 35,2 cm)

Daraus kann man erkennen, dass bei Räumen ohne hohe Anforderungen an deren Nutzung auch die Raumhöhe tendenziell niedriger ist.

12.6.2.3 Baubetrieb bei Kellern

Die Auswertung auf die Frage nach dem Anteil der Eigenleistung im Vergleich zum Anteil der Fremdleistung im Kellerbau ist in Diagramm 27 dargestellt.

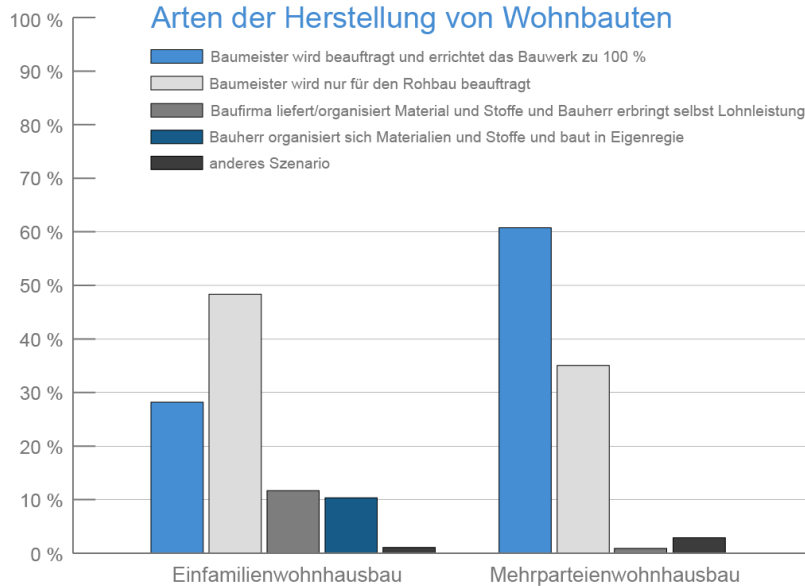


Diagramm 27: Arten der Herstellung von Wohnbauten

Es lässt sich erkennen, dass der Anteil an Eigenleistung im Einfamilienhausbau auch hier deutlich höher ist als jener im Mehrparteienwohnhausbau.

Der häufigste Grund für den Einsatz eines Krans im Kellerbau ist mit 37,1 % jener, dass in den darüber liegenden Geschossen ein Kran benötigt wird. Diagramm 28 zeigt diese Verteilung.

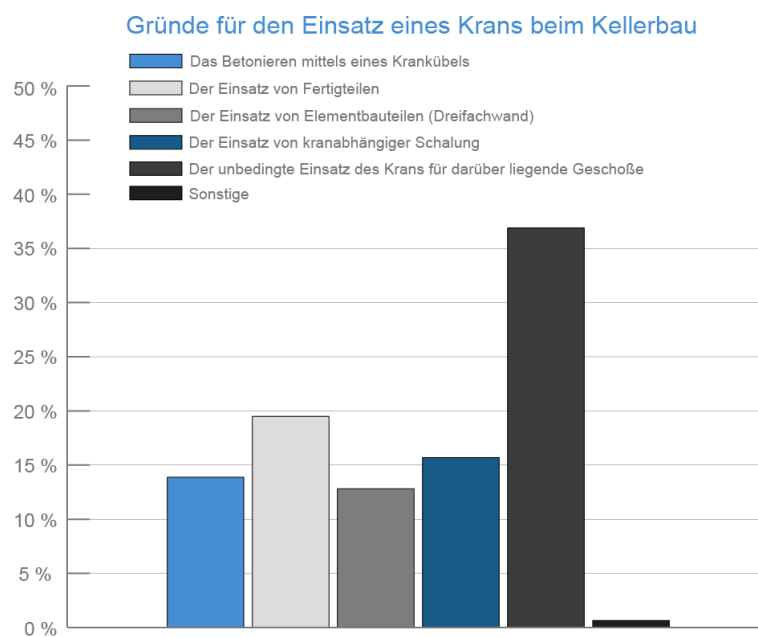


Diagramm 28: Gründe für den Einsatz eines Krans beim Kellerbau

12.6.2.4 Lastfälle

Die Expertenbefragung ergab, dass in den Bundesländern der Haupttätigkeit der Probanden zirka 42,0 % Bodenfeuchtigkeit, 20,9 % nicht drückendes Wasser, 20,4 % zeitweise aufstauendes Sickerwasser und 16,7 % drückendes Wasser im Boden vorkommt. Das heißt, dass wannenförmige Abdichtungen eher selten zum Einsatz kommen. In den Sekundärbundesländern sieht diese Verteilung noch eindeutiger aus und drückendes Wasser kommt in Schnitt nur bei 12 % der Bauvorhaben vor.

12.6.2.5 Wärmedämmung

Die von den Ziviltechnikern geplanten durchschnittlichen Dämmstärken und ihre Standardabweichungen sind:

- **durchschnittliche Dämmstärke einer Kellerwand: 11,5 cm**
(Standardabweichung: 2,9 cm)
- **durchschnittliche Dämmstärke einer Kellersohle: 12,5 cm**
(Standardabweichung: 4,97 cm)

Auf die Frage, wie sich diese Dämmstärken von Kellerwänden in den nächsten fünf bis zehn Jahren ändern werden, antworteten die Befragten:

- **zukünftige Dämmstärke einer Kellerwand: 15,8 cm**
(gemessene Standardabweichung: 4,3 cm)

Die Antwort auf die Frage, um wie viel Prozent sich die Häufigkeit der Dämmung von unterhalb von Kellersohlen verändern wird, antworteten die befragten Experten:

- **zukünftiger Einsatz von Kellersohlendämmungen: +36 %**
(Standardabweichung: 39,5 %)

12.6.2.6 Wasserundurchlässige Konstruktionen

Laut den Mitgliedern des Ziviltechnikerforums sind die in Diagramm 29 dargestellten Abdichtungssysteme für Kellerbauwerke im drückenden Wasser die technisch und wirtschaftlich richtigen.

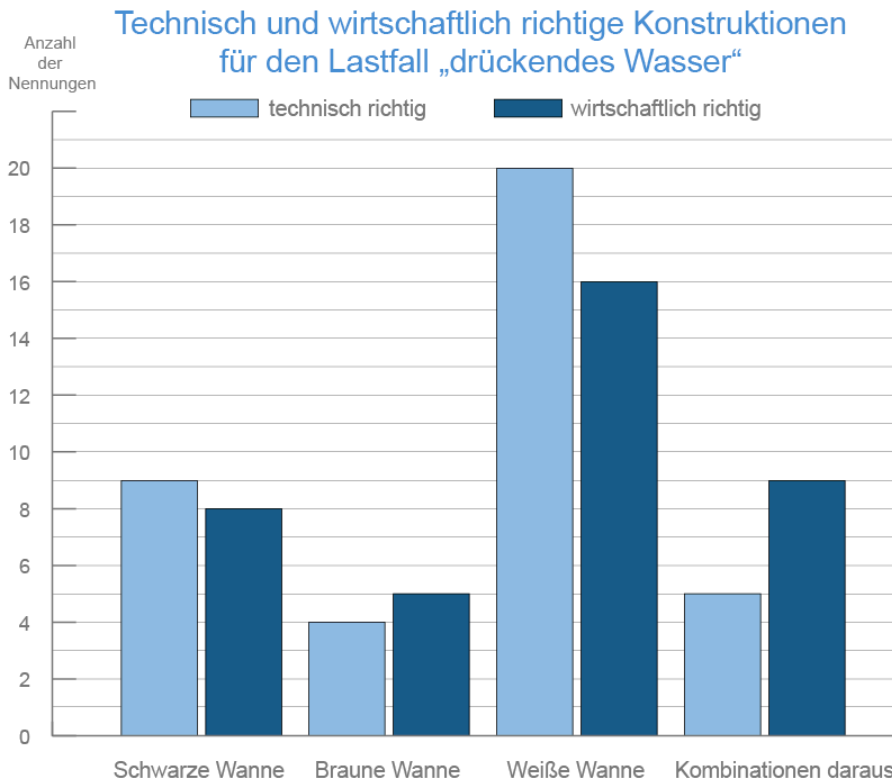


Diagramm 29: Richtige Konstruktionen für den Lastfall „drückendes Wasser“

Auf die Frage, ob die Experten diese Wannenabdichtungen auch miteinander kombinieren, antworteten 34,2 % der Befragten mit Ja.

Die Häufigkeit der Kombinationen ist jedoch sehr gering, da die 34,2 % der Befragten, welche mit Ja geantwortet haben, nur in 14,3 % ihrer Bauvorhaben eine solche Lösung auch tatsächlich planen und ausführen. Die sinnvollen Kombinationen sind nach Meinung der Experten der gemeinsame Einsatz von Weißer und Schwarzer Wanne und Weißer und Brauner Wanne.

12.6.2.7 Keller aus Beton

Die durchschnittlichen Bauteilstärken der Kellerwände aus Ortbeton betragen nach Meinung der Experten im Einfamilien- und Mehrparteienwohnbau:

- **Ø Kellerwandstärke im Einfamilienwohnbau: 23,9 cm**
(Standardabweichung: 4,19 cm)
- **Ø Kellerwandstärke im Mehrparteienwohnbau: 25,9 cm**
(Standardabweichung: 3,6 cm)

Weiters sollte herausgefunden werden, mit welchen Verschlusstechniken die bei der Ortbetonbauweise unumgänglich entstehenden Ankerlöcher in der fertigen Betonwand verschlossen und wasserdicht gemacht werden. Wie in Diagramm 30 ersichtlich, geschieht dies in 57,6 % mit Zapfen aus Polyethylen und in 21,3 % der Fälle mit Zapfen aus Beton.

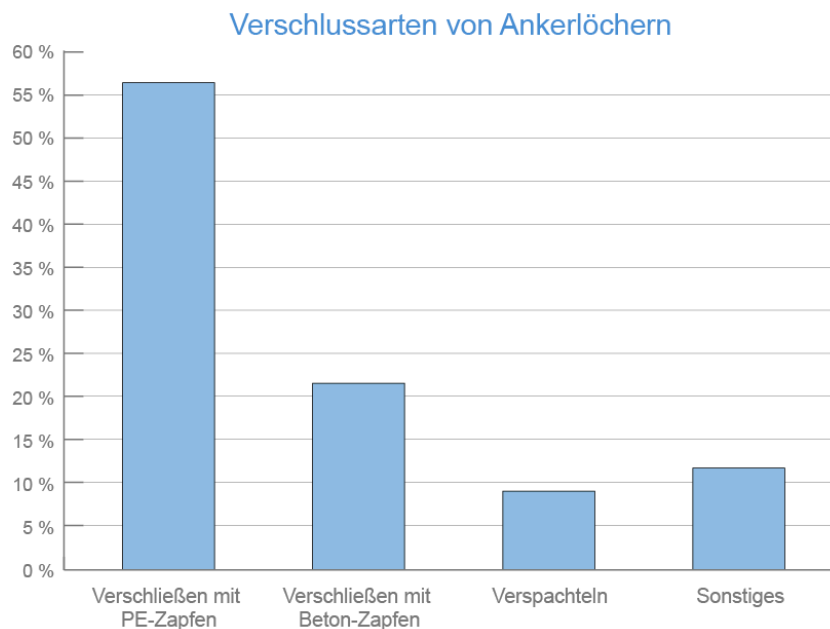


Diagramm 30: Verschlussarten von Ankerlöchern

Die Folgefrage, ob es beim Verschließen der Ankerlöcher einen Unterschied gibt mit welchen Lastfällen man es zu tun hat, beantworteten 52,6 % der Befragten mit Ja.

12.6.2.8 Ausblick

Die größten Verbesserungspotentiale im Kellerbau wurden von den Befragten in im Diagramm 31 dargestellten folgenden Belangen erkannt.

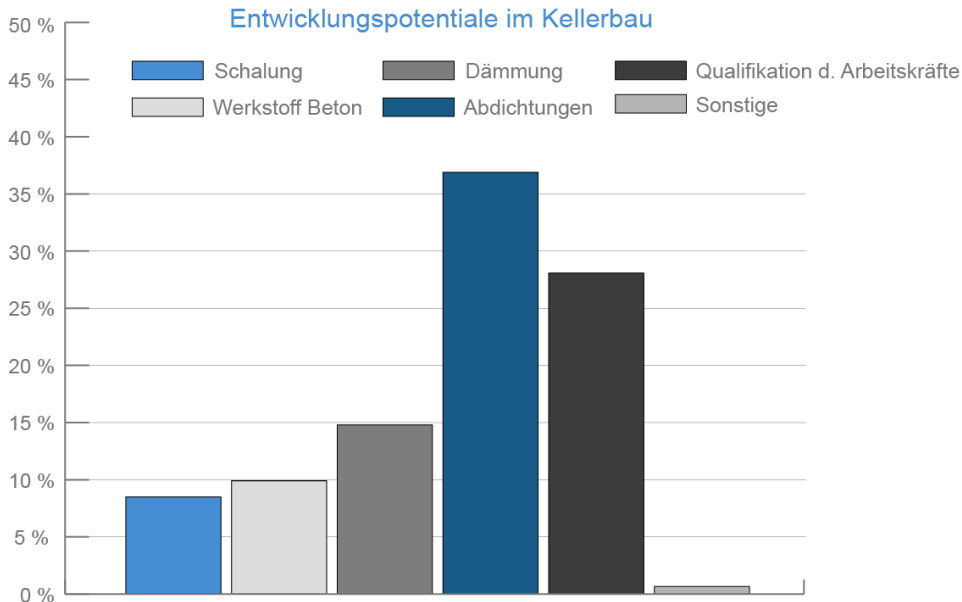


Diagramm 31: Entwicklungspotential im Kellerbau

Diagramm 31 zeigt, dass die größten Entwicklungspotentiale laut den online-befragten Experten mit 37,3 % in den Abdichtungen und 28,3 % in der Qualifikation der Arbeitskräfte liegen. Der Großteil der Ziviltechniker scheint mit den derzeit angebotenen Schalungssystemen zufrieden zu sein und lediglich 8,0 % können sich vorstellen, dass auch hier noch Verbesserungspotentiale versteckt liegen. Auch der Werkstoff Beton und die Dämmungen bedürfen mit 9,9 % und 14,7 % laut der Experten keiner starken Entwicklung mehr.

Bauweisen

Auf die Frage nach der Einschätzung der zukünftigen Einsatzhäufigkeit der Ortbeton-, Fertigteil- und Elementbauweise im Kellerbau wurden einigermaßen gleichbleibende Aussagen getroffen. Demnach werden die Ortbeton- und Fertigteilbauweise in Zukunft um 5% und die Elementbauweise um 10 % in ihrer Einsatzhäufigkeit zunehmen.

- **Veränderung Ortbetonbauweise:** + 5 %
- **Veränderung Fertigteilbauweise:** + 5 %
- **Veränderung Elementbauweise:** + 10 %

13 Zusammenfassung der Expertenbefragung

13.1 Gegenüberstellung der Ergebnisse

Um die verschiedenen Ansichten der befragten Gruppen zu veranschaulichen, sind in diesem Punkt die Ergebnisse der relevantesten Fragen zusammenfassend in Diagrammen gegenübergestellt.

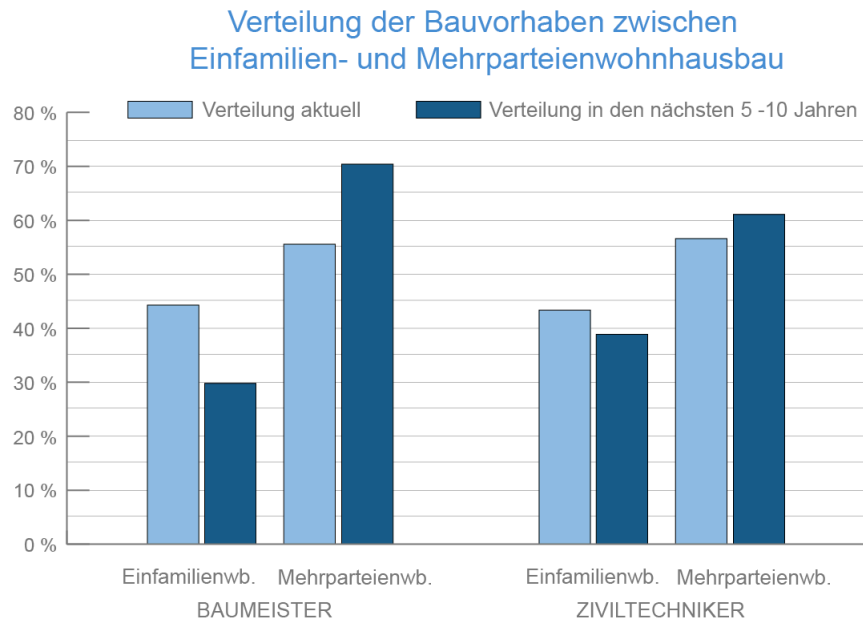


Diagramm 32: Vergleich der Verteilung der Bauvorhaben

Die Verteilung zwischen der Errichtung von Einfamilienwohnhäusern und Mehrparteienwohnhäusern wird in beiden Erhebungsgruppen ähnlich interpretiert.

Die Antworten auf die Frage nach dem zukünftigen Verhältnis zwischen der Häufigkeit der Bauvorhaben im Einfamilienhaus- und Mehrparteienwohnbau lassen darauf schließen, dass mehr in den Bau von Mehrparteienwohnhäusern investiert werden wird. Demnach geht der Trend in den nächsten fünf bis zehn Jahren weg von den Einfamilienhäusern, hin zum Wohnen in Wohnanlagen.

Lediglich die Einschätzung der heutigen Situation geht bei den beiden Stichproben auseinander. Das mag daher kommen, dass die im Interview befragten Baumeister großteils in ländlichen Gebieten planen und bauen. Dort ist die Anzahl der Bauvorhaben im Einfamilienwohnbau deutlich höher.

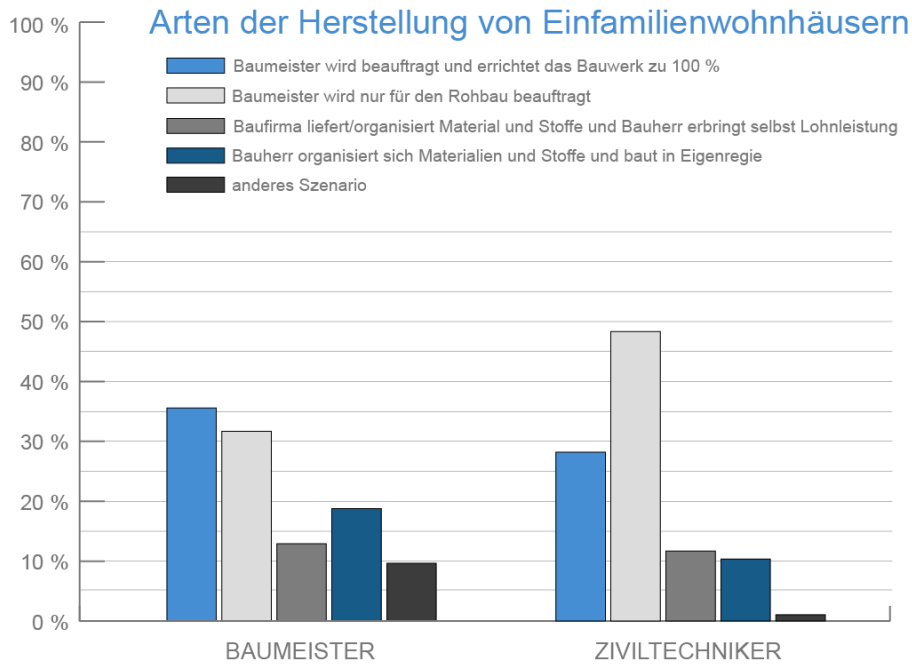


Diagramm 33: Vergleich der Aussagen zur Art der Herstellung von Einfamilienwohnhäusern

Auch der direkte Vergleich der Aussagen über die Herstellung von Bauvorhaben deckt sich in den Stichproben sowohl im Einfamilienwohnbau als auch im Mehrparteienwohnbau.

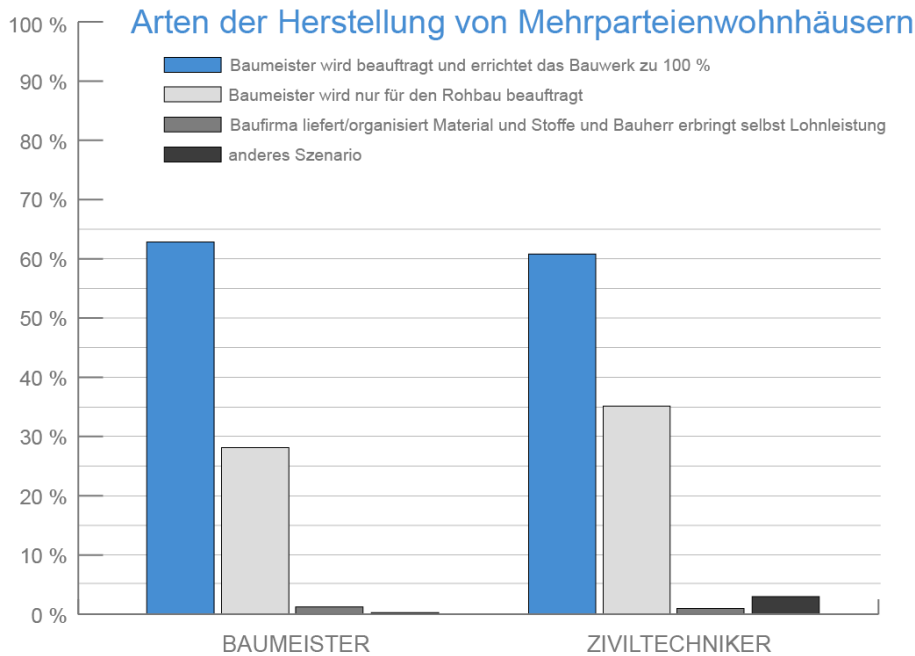


Diagramm 34: Vergleich der Aussagen zur Art der Herstellung von Mehrparteienwohnhäusern

Diagramm 35 vergleicht die angegebenen Gründe für den Einsatz eines Krans im Kellerbau. Davon lässt sich ablesen, dass die befragten Grup-

pen den Hauptgrund darin sehen, dass bei der Errichtung des über dem Keller liegenden Gebäudes ein Kran erforderlich ist.

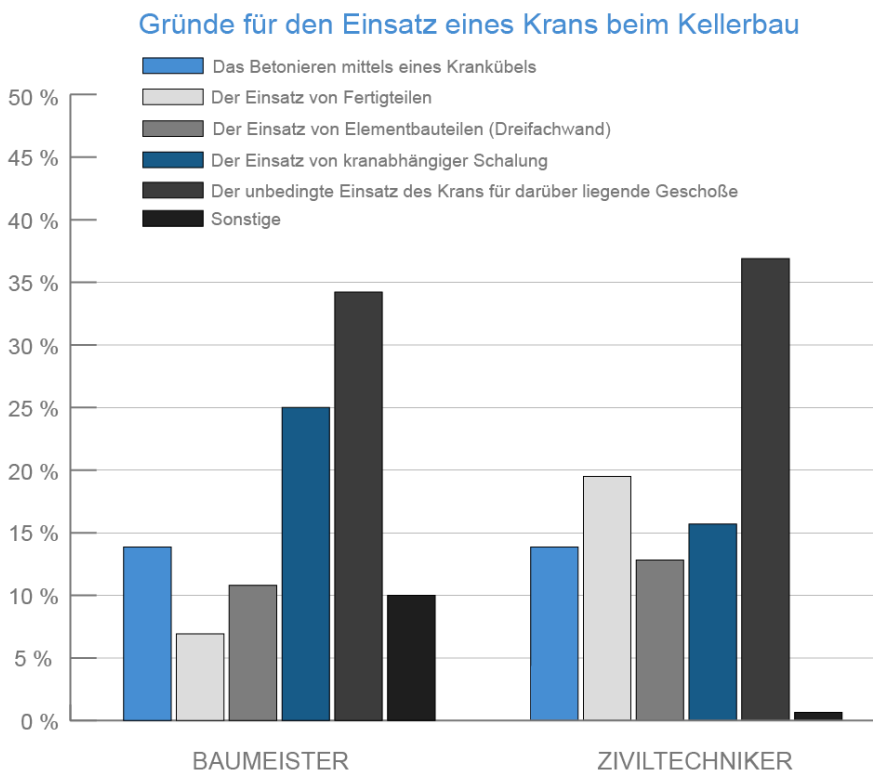


Diagramm 35: Vergleich der angegebenen Gründe für den Einsatz eines Krans beim Kellerbau

Für den Lastfall „drückendes Wasser“ gaben die Experten an, dass Weiße Wannen die technisch richtige Abdichtungsart sind. Das bildet die Auswertung der Ziviltechniker noch sehr viel deutlicher ab, als jene der Baumeisterbefragung. Die zweithäufigsten Nennungen erhielten die Schwarzen Wannen. Dieses System wird von den Planern sehr häufig vorgegeben, da es nicht so hohe Anforderungen an die Herstellung stellt wie die Weiße Wanne.

Als wirtschaftlich richtige Lösungen befanden die befragten Baumeister alle drei Wannensysteme. Aus den Interviews ging aber hervor, dass Weiße Wannen, bei richtiger Ausführung, das teuerste System darstellen.

Die Angaben zu den Kosten der Herstellung von Braunen Wannen waren sehr divergent. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Interviewten angaben, noch sehr wenig Erfahrung mit diesen zu haben.

Anders stellte sich das Ergebnis der Auswertung der Online-Befragung zu diesem Punkt dar. Hier sehen die Experten einen großen Vorteil in der Wirtschaftlichkeit von Weißen Wannen. Auch werden Kombinationen der einzelnen Systeme, im Gegensatz zu den Baumeistern, von den Ziviltechnikern für sinnvoll befunden.

Die Ergebnisse sind in den Diagramm 36 und Diagramm 37 dargestellt.

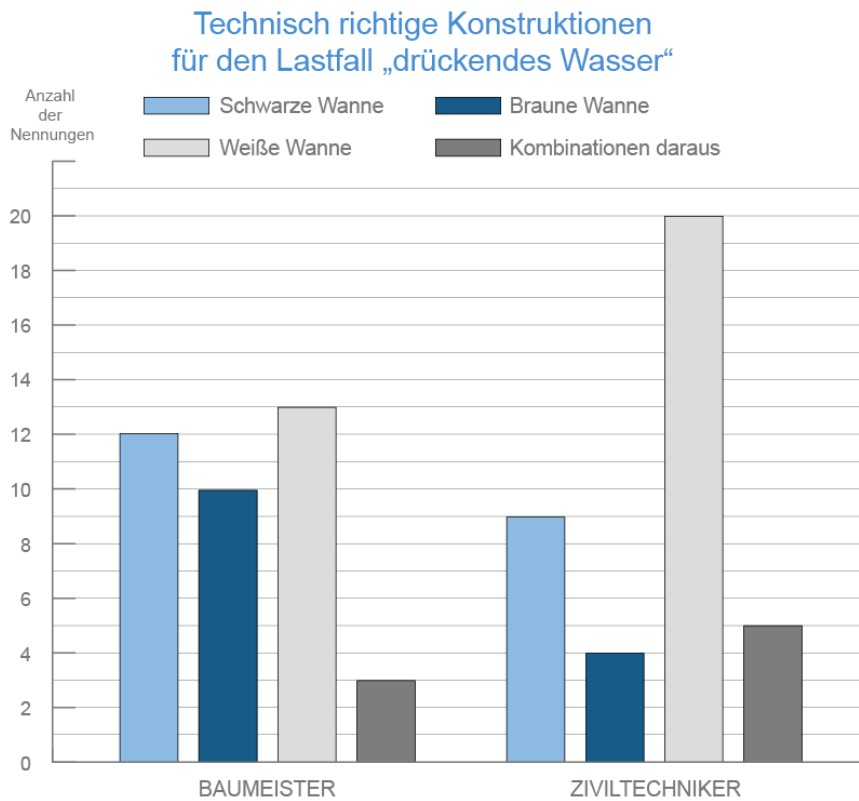


Diagramm 36: Vergleich zwischen den Aussagen zu den technisch richtigen Abdichtungen gegen „drückendes Wasser“

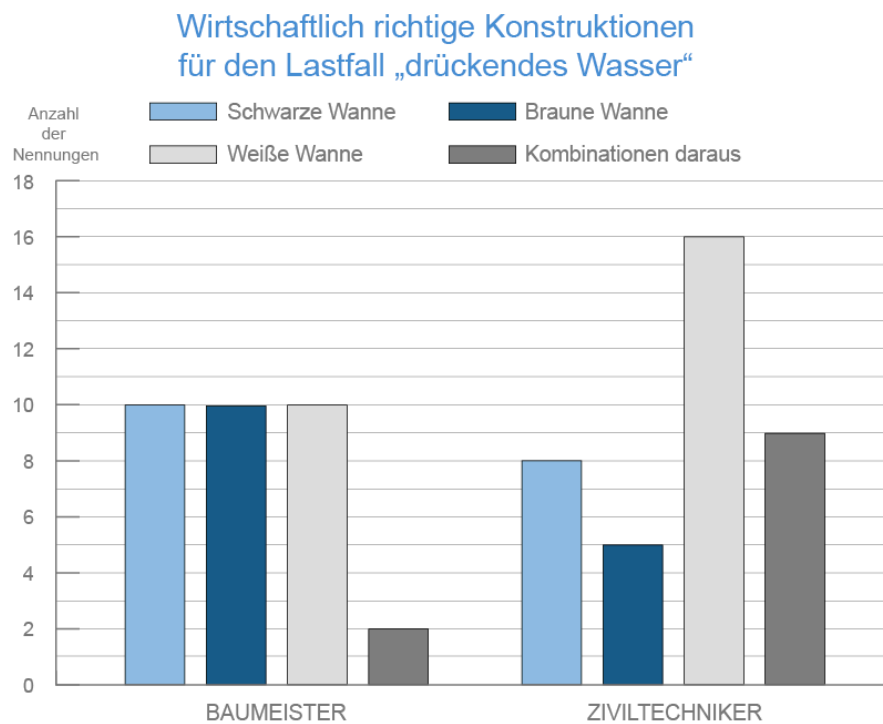


Diagramm 37: Vergleich zwischen den Aussagen zu den wirtschaftlich richtigen Abdichtungen gegen „drückendes Wasser“

Zirka 50 % beider Stichproben ergaben, dass es nicht sinnvoll ist, beim Lastfall „drückendes Wasser“ einzelne Wannenabdichtungen miteinander zu kombinieren. Unterschiede sind in den restlichen Angaben zu finden. Demnach befinden 27,3 % der Ziviltechniker die Kombination von Schwarzer und Brauner Wanne und 31,6 % der Baumeister den gemeinsamen Einsatz von Schwarzer und Weißer Wanne als sinnvoll.

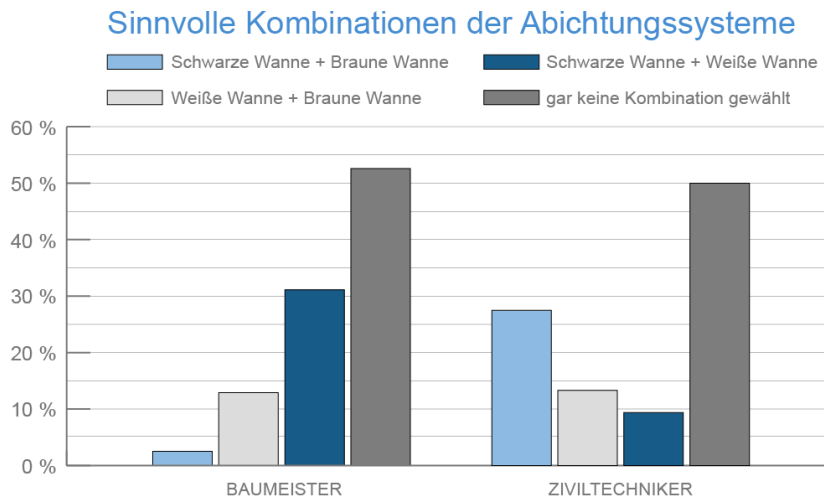


Diagramm 38: Vergleich zwischen den Aussagen zu den sinnvollen Kombinationen der Abdichtungssysteme.

Bezüglich der Entwicklungspotentiale im Kellerbau decken sich die Aussagen der Befragten im Punkt „Qualifikation der Arbeitskräfte“ und gehen, wie in Diagramm 39 ersichtlich, im Punkt „Schalungen“ und „Abdichtungen“ auseinander.

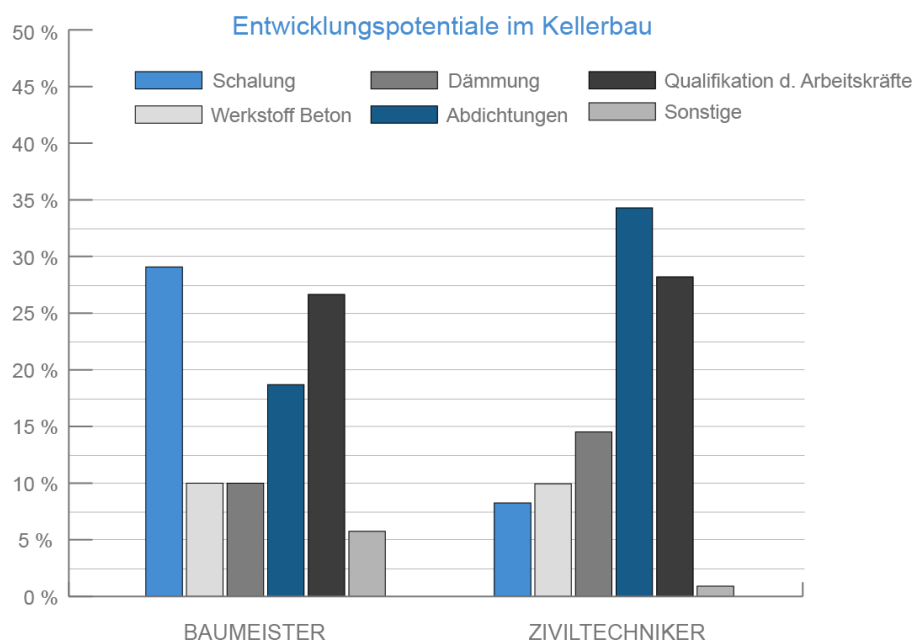


Diagramm 39: Vergleich der Auswertung zu den Entwicklungspotentialen

Nach Meinung der Experten entstehen die meisten Schäden bei Kellern durch die unsachgemäße Herstellung von Abdichtungen. Demnach ist das größte Problem, z.B. bei Weißen Wannern, dass die Fugenbänder nicht richtig eingebracht werden, die Bewehrung falsch ausgeführt oder der Beton nicht richtig verdichtet wird.

Da, aufgrund des Mangels an Facharbeitern, diese Arbeiten zunehmend von ungeschultem Personal ausgeführt werden, ging aus den Interviews hervor, dass sich diese Probleme in der Praxis häufen. Demnach sollten nach Meinung der Experten Schulungen für Hilfskräfte und Leihpersonal bezüglich der richtigen Verwendung und Verarbeitung der eingesetzten Materialien angeboten werden.

Weiters ergab die Befragung der Baumeister, dass das größte Verbesserungspotential in der Weiterentwicklung der Schalungssysteme steckt. Diese sollten in ihren Formaten flexibler und ergonomischer werden.

Die Auswertung der Online-Befragung ergab, dass die Abdichtungsarten, nach Ansicht der Ziviltechniker, verbesserungsfähig sind. Die Gründe dafür sind die hohen Anforderungen an die exakte Verarbeitung von hautförmigen Abdichtungen in den Anschlussstellen und das leichte Entstehen von Schadstellen durch mechanische Einwirkungen auf der Baustelle.

13.2 Schlussfolgerungen

Der Auswertung der Stichproben kann man entnehmen, dass die Planung der Keller in der Regel von den vorherrschenden Verhältnissen im Baugrund und den Anforderungen der Nutzer an die Räumlichkeiten abhängt.

Das heißt, dass die ausgeführten und geplanten Konstruktionen von Kellern meist auf subjektive Entscheidungen des Planers oder des Bauherrn zurückzuführen sind. Ob bei dem Lastfall „drückendes Wasser“ dabei Weiße, Braune oder Schwarze Wannern ausgeschrieben werden, wird von den Planern und Bauherrn festgelegt. Es ließ sich feststellen, dass die Experten über die einzelnen Vor- und Nachteile der Systeme Bescheid wissen, aber häufig ein System den anderen vorziehen. Es werden am häufigsten Querschnittabdichtungen mit Beton und Schwarze Wannern eingesetzt, am wenigsten häufig Braune Wannern.

Letztere erfreuen sich jedoch bei den Experten großer Beliebtheit. Dieses System hat sich zwar noch nicht durchgesetzt, aber die Befragten sehen aufgrund der guten Dichtungseigenschaften ein großes Potential bezüglich der zukünftigen Einsatzhäufigkeit.

Kombinationen von Abdichtungssystemen beim Lastfall „drückendes Wasser“ machen nach Ansicht der Experten wenig Sinn. Hauptsächlich werden mehrere Systeme nur dann eingesetzt, wenn der Bauherr eine zusätzliche Absicherung wünscht.

Nach Einschätzung der Befragten werden in Zukunft mehr Bauvorhaben im Mehrparteienwohnbau ausgeführt und Keller bei Einfamilienwohnhäusern aufgrund der hohen Herstellungskosten zunehmend weniger und kleiner werden. Der Trend bei gebauten Kellern geht dabei hin zu einem höheren Wärmedämmstandard. Das lässt darauf schließen, dass Keller in Einfamilienhäusern zukünftig hochwertiger genutzt werden.

Auf Baustellen im Einfamilienhausbau ist der Grad an Eigenleistung der Bauherrn deutlich höher als jener im Mehrparteienwohnbau. Dort werden fast alle Bauvorhaben von beauftragten Baumeistern und Bauunternehmen realisiert. Da auf Hochbau-Baustellen meist ein Kran für den Bau der Obergeschoße benötigt wird, kann dieser auch für das Versetzen von Fertigteilen oder großflächigen Schalungselementen im Kellerbau verwendet werden. Diese Element- oder Fertigteilbauweisen sind es, die bei nur geringen Anforderungen durch das Wasservorkommen im Boden in Zukunft vermehrt zum Einsatz kommen werden.

Einig waren sich die Experten auch, dass die Ortbetonbauweise, bei hohen Anforderungen durch den Baugrund und richtiger Verarbeitung der Materialien und Stoffe durch Fachkräfte, die beste für den Kellerbau ist. Sie zeichnet sich vor allem durch ihre Beständigkeit und monolithische Bauweise aus.

13.3 Ausblick

Da laut Angaben der Befragten im Mehrparteienwohnbau zwecks zusätzlicher Raumschaffung auch weiterhin Keller gebaut werden werden, geht man trotz einer rückläufigen Entwicklung im Einfamilienwohnbau davon aus, dass der Kellerbau seine Bedeutung behält.

Daher gilt es für Hersteller und Zulieferer von Materialien für den Kellerbau, den Markt weiterhin zu verfolgen und Produkte zu entwickeln, die den jeweiligen Anforderungen entsprechen. Dies könnten einfacher zu verarbeitende Abdichtungssysteme oder flexiblere Schalungen sein.

Weiters gilt es Fachkräfte im Bereich des Kellerbaus auszubilden, die die geplanten Abdichtungssysteme normgerecht ausführen und dadurch einen mangelfreien Keller herstellen können.

Wird in die genannten Bereiche investiert, so wird auch die Herstellung eines Kellers effizienter werden und die Preise für diesen könnten sogar sinken. Das könnte in Zukunft dazu beitragen, dass Bauherrn im Einfamilienhausbau wieder vermehrt in qualitativ hochwertige Keller investieren.

Glossar

elastoviskos	Elastoviskos nennt man das Verhalten eines Stoffes oder Flüssigkeit mit sowohl viskosen als auch elastischen Eigenschaften. Wird Bitumen zum Beispiel nur kurz belastet, so reagiert es elastisch, wohingegen bei längerer Belastung das viskose Verhalten überwiegt.
Meteorwasser	Meteorwasser ist Wasser aus Niederschlägen. Dazu zählen Regen, Schnee, Tau, Hagel, Nebel und Reif.
Primärstruktur	Die Primärstruktur bildet den tragenden Teil der Konstruktion, ohne die bauphysikalischen oder nutzerspezifisch erforderlichen technischen Auf- oder Ausbauten.
Rohbaulichte	Die Rohbaulichte ist eine Maßangabe aus dem Bauwesen für lichte Maße im Rohbau-Zustand eines Gebäudes. Die Rohbaulichte ist immer größer als das Ausbaumaß, weil im Zuge des Innenausbau Ein- oder Aufbauten vorgenommen werden.
R_w	Ist das bewertete Schalldämmmaß und beschreibt das Verhältnis zwischen der auf eine Wand auftreffenden und der von ihr wieder abgegebenen Schallintensität.
$R'_{res,w}$	Ist das bewertete Bau-Schalldämmmaß und gibt das Schalldämmmaß für Außenbauteile an.
standardisiert	In einem standardisierten Fragebogen sind die Fragestellungen einheitlich formuliert und die Antwortmöglichkeiten vorgegeben.
teilstandardisiert	In einem teilstandardisierten Fragebogen sind die Fragestellungen einheitlich formuliert, jedoch können die Befragten frei antworten.
U-Wert	Ist der Wärmedurchgangskoeffizient und gibt den Wärmedurchgang durch einen Bauteil an.
Wasserundurchlässigkeit	Laut Merkblatt „Wasserundurchlässige Betonbauwerke“ zum Thema der „Wasserundurchlässigkeit“: <i>Die Wasserundurchlässigkeit ist dann erreicht, wenn die Anforderungen an die Begrenzung/Verhinderung des Wasserdurchtritts durch den Beton, durch Fugen, Arbeitsfugen und Sollrissquerschnitte, durch Einbauteile und Risse erfüllt werden. Dabei zählt die ganzheitliche Betrachtung des Gebäudes.</i> ²⁸⁷

²⁸⁷ BOSE, T.: Wasserundurchlässige Betonbauwerke - Zement-Merkblatt Hochbau (H 10); Seite 1.

Literaturverzeichnis

Bücher

AICHHOLZER, M.: Arbeitsfugen im Betonbau. Masterprojekt. Graz. Technische Universität Graz, 2011.

BINDSEIL, P.: Stahlbetonfertigteile. 3. Auflage. Köln. Werner Verlag, 2007

BRANDT, J.; LOHMEYER, G.; WOLF, H.: Keller richtig gebaut: Planen, Konstruieren, Ausschreiben. 3. überarbeitete Auflage. Hrsg.: Bundesverband der Deutschen Zementindustrie e. V. Düsseldorf. Beton-Verlag, 1997.

BROCKHAUS - Die Enzyklopädie in vierundzwanzig Bänden: Band 11. 20. überarbeitete und aktualisierte Auflage. Leipzig, Mannheim. Brockhaus, 1997.

CZIESIELSKI, E.: Lufsky Bauwerksabdichtung. 5. Auflage. Stuttgart, Leipzig, Wiesbaden. Teubner, 2001.

GORNIG, M.; u.a.: Strukturdaten zur Produktion und Beschäftigung im Baugewerbe - Berechnungen für das Jahr 2011, Endbericht. Hrsg.: DEUTSCHES INSTITUT FÜR WIRTSCHAFTSFORSCHUNG (DIW). Berlin. DIW Berlin, 2012.

EBNER, F.; GRÄF, W.: Bentonite und Glastuffe der Steiermark: Band 2. Wien. Geologische Bundesanstalt Wien. 09.1982.

EUROCONSTRUCT: 74th Euroconstruct Conference - Summary Report. München. Ifo Institute, 2012.

FIX, W.; SPIRGATIS, R.; REMES, F.: Handbuch der Bauwerksabdichtung - Normen, Regeln, Technik. Köln. Müller Rudolf, 2009.

FRÖSSEL, F.: Lexikon der Bauwerksabdichtung und Kellersanierung. Waldshut-Tiengen. Baulino-Verlag, 2005.

GLATZL, J.; HUBER, H.: Fachseminar „Wasserundurchlässige Betonbauwerke - Weiße Wannen“. Hrsg.: ÖSTERREICHISCHE BAUTECHNIK VEREINIGUNG.: Graz, Salzburg, Wien. ÖBB Infrastrukturbau, Technische Universität Graz, 2006.

GRÜBL, P.; WEIGLER, H.; SIEGHART, K.: Beton – Arten, Herstellung und Eigenschaften. 2. Auflage. Berlin. Ernst & Sohn Verlag, 2001.

HESTERMANN, U.; RONGEN, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 1. 35. vollständig überarbeitete und aktualisierte Auflage. Wiesbaden. Vieweg+Teubner, 2010.

HOFSTADLER, C.: Schalarbeiten: Technologie Grundlagen, Sichtbeton, Systemauswahl, Ablaufplanung, Logistik und Kalkulation. Berlin, Heidelberg. Springer, 2008.

KABREDE, H.; SPIRGATIS, R.: Abdichten erdberührter Bauteile. Stuttgart. Fraunhofer IRB Verlag, 2003.

KIND-BARKAUSAS, F.; u.a.: Beton Atlas. 2001 zweite Auflage, 2009 korrigierter Nachdruck. Düsseldorf. Verlag Bau + Technik GmbH, 2009.

LEBER, G.: Bauen im Bestand im Hochbau mit speziellem Fokus auf die Leistungsphase 1. Masterarbeit. Graz. Technische Universität Graz, 2013.

LEBER, G.: Ermittlung und Analyse des Bauvolumens in Österreich und Durchführung eines Vergleichs mit Deutschland. Masterprojekt. Graz. Technische Universität Graz, 2013.

LOHMEYER, G.; EBELING, K.: Weiße Wannen einfach und sicher - Konstruktion und Ausführung wasserundurchlässiger Bauwerke aus Beton. 9. überarbeitete und erweiterte Auflage. Düsseldorf. Verlag Bau+Technik GmbH, 2009.

PECH, A.; KOLBITSCH, A.: Keller. Wien. Springer-Verlag. 2006.

PRÖBSTER, M.: Baudichtstoffe - Erfolgreich Fugen abdichten. 2. aktualisierte Auflage. Wiesbaden. Vieweg+Teubner, 2011

RICCABONA, C.; MEZERA, K.: Baukonstruktionslehre 1: Rohbauarbeiten. 9. Auflage. Wien, Manz, 2010

RUMMEL, P.: Kommentar zum Allgemein bürgerlichen Gesetzbuch in 2 Bänden: Band 1. 3. neubearbeitete und erweiterte Auflage. Wien. Manz, 2000.

WILL, N.: Praktikum im Spannbetonbau - Massivbau III. Aachen. RWTH Aachen, 2009.

Beiträge in Sammelwerken und Zeitschriften

BOSE, T.: Wasserundurchlässige Betonbauwerke - Zement-Merkblatt Hochbau (H 10), Hrsg.: VEREIN DEUTSCHER ZEMENTWERKE e. V. Düsseldorf, Ausgabe 01/2010.

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR MAUERWERKSBAU e.V.: Der Keller aus Mauerwerk. 2. Auflage. Berlin. In: Mauerwerk aktuell, Ausgabe 05.2002.

EBELING, K.; FREIMANN, T.: Arbeitsfugen - Zement-Merkblatt B22) Arbeitsfugen. Hrsg.: BUNDESVERBAND DER DEUTSCHEN ZEMENTINDUSTRIE e.V. Köln. 1.2002

EGGERT, H.: Hierarchie bei Regelwerken. Fraunhofer IRB Verlag. In: Stahlbaunachrichten, 1/1996.

HOHMANN, R.: Fugenausbildung und -abdichtung bei wasserundurchlässigen Bauwerken aus Beton. In: Beton-Informationen. Hrsg.: Beton Marketing Nordost Gesellschaft. Hannover, Ausgabe 3/4 2005.

HUBER, H.: Beton richtig angewendet. In: Fachseminar „Wasserundurchlässige Betonbauwerke - Weiße Wannen“, Hrsg.: ÖSTERREICHI-

SCHE BAUTECHNIK VEREINIGUNG.: Graz, Salzburg, Wien. ÖBB Infrastrukturbau, Technische Universität Graz, 2006.

KOLBITSCH, A; STALF-LENHARDT, M.: Kellerbauen+: Sorgfältig geplant - richtig ausgeführt. Hrsg.: Beton-Marketing Österreich, Wien, Ausgabe 12.2010.

IFO INSTITUTE: Country Report Germany. In: 74th Euroconstruct Conference - Country Report 2012. München. Ifo Institute, 2012.

WIFO - AUSTRIAN INSTITUTE OF ECONOMY AND RESEARCH: Country Report Austria. In: 74th Euroconstruct Conference - Country Report. München. Ifo Institute, 2012.

Skripten

HECK, D.; NÖSTLTHALLER, R.: Bauvertragswesen 2010/11. Skriptum. Graz. Technische Universität Graz, 2010.

MAYDL, P.: Baustofflehre VA 2010/11. Skriptum. Graz. Technische Universität Graz, 2010.

Gesetze und Regelwerke

Landesgesetze

Steiermärkisches Baugesetz - Stmk BauG. IdF: 78/2012

Richtlinien

Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb): Richtlinie Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton (WU-Richtlinie), 2003.

Institut für Bauschadensforschung (IBF)-Richtlinie: Abdichtung erdbehrter Bauteile, 2008.

OIB-Richtlinie 1: Mechanische Festigkeit und Standsicherheit, idF 06.10.2011.

OIB-Richtlinie 2: Brandschutz, idF 06.10.2011.

OIB-Richtlinie 5: Schallschutz, idF 06.10.2011.

OIB-Richtlinie 6: Energieeinsparung und Wärmeschutz, idF 06.10.2011.

Österreichische Bautechnik Vereinigung (ÖBV) - Richtlinie: Bentonitgeschützte Betonbauwerke - Braune Wannens, 2010

Österreichische Bautechnik Vereinigung (ÖBV) - Richtlinie: Wasserundurchlässige Betonbauwerke - Weiße Wannens, 2006

Technische Richtlinie für vorbeugenden Brandschutz (TRVB 115/00): Brandschutz in Wohn- und Bürogebäuden – Bauliche Maßnahmen, 2000.

Normen

DIN 18195-4: Bauwerksabdichtungen - Teil 4: Bodenfeuchte / nichtstauendes Sickerwasser. Ausgabe 01.12.2011. Berlin. Deutsches Institut für Normung, 2011.

DIN 18195-5: Bauwerksabdichtungen - Teil 5: nichtdrückendes Wasser (auf Deckenflächen) . Ausgabe 01.12.2011. Berlin. Deutsches Institut für Normung, 2011.

DIN 18195-6: Bauwerksabdichtungen - Teil 6: aufstauendes Sickerwasser / von außen drückendes Wasser. Ausgabe 01.12.2011. Berlin. Deutsches Institut für Normung, 2011.

DIN 18195-7: Bauwerksabdichtungen - Teil 7: von innen drückendes Wasser. Ausgabe 01.12.2011. Berlin. Deutsches Institut für Normung, 2011.

- DIN 18195-8: Bauwerksabdichtungen - Teil 8: Abdichtungen über Bewegungsfugen. Ausgabe 01.12.2011. Berlin. Deutsches Institut für Normung, 2011.
- DIN 18195-10: Bauwerksabdichtungen - Teil 10: Schutzschichten und Schutzmaßnahmen. Ausgabe 01.12.2011. Berlin. Deutsches Institut für Normung, 2011.
- ÖNORM B 1990: Eurocode - Grundlagen der Tragwerksplanung - Teil 1: Hochbau - Nationale Festlegungen zu ÖNORM EN 1990 und nationale Ergänzungen. Ausgabe 01.01.2013. Wien. Österreichisches Normungsinstitut, 2013.
- ÖNORM B 1992-1-1: Eurocode 2 - Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau - Nationale Festlegungen zu ÖNORM EN 1992-1-1, nationale Erläuterungen und nationale Ergänzungen. Ausgabe 01.12.2012. Wien. Österreichisches Normungsinstitut, 2012.
- ÖNORM B 2205: Erdarbeiten - Werkvertragsnorm. Ausgabe 01.11.2000. Wien. Österreichisches Normungsinstitut, 2000.
- ÖNORM B 2209-1: Abdichtungsarbeiten - Werkvertragsnorm - Teil 1: Bauwerke. Ausgabe 01.07.2002. Wien. Österreichisches Normungsinstitut, 2002.
- ÖNORM B 2211: Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonarbeiten - Werkvertragsnorm. Ausgabe 01.06.2009. Wien. Österreichisches Normungsinstitut, 2009.
- ÖNORM B 3664: Abdichtungsbahnen - Kunststoffbahnen für die Bauwerksabdichtung gegen Bodenfeuchte und Wasser - Nationale Umsetzung der ÖNORM EN 13967. Ausgabe 01.11.2009. Wien. Österreichisches Normungsinstitut, 2009.
- ÖNORM B 3665: Abdichtungsbahnen - Bitumenbahnen für die Bauwerksabdichtung gegen Bodenfeuchte und Wasser - Nationale Umsetzung der ÖNORM EN 13969. Ausgabe 01.11.2009. Wien. Österreichisches Normungsinstitut, 2009.
- ÖNORM B 3666: Abdichtungsbahnen - Bitumen-Dampfsperrbahnen - Nationale Umsetzung der ÖNORM EN 13970. Ausgabe 01.11.2009. Wien. Österreichisches Normungsinstitut, 2009.
- ÖNORM B 3667: Abdichtungsbahnen - Kunststoff-Dampfsperrbahnen - Nationale Umsetzung der ÖNORM EN 13984. Ausgabe 01.11.2009. Wien. Österreichisches Normungsinstitut, 2009.
- ÖNORM B 3668: Abdichtungsbahnen - Kunststoff-Mauersperrbahnen - Nationale Umsetzung der ÖNORM EN 14909. Ausgabe 01.11.2009. Wien. Österreichisches Normungsinstitut, 2009.

- ÖNORM B 3669: Abdichtungsbahnen - Bitumen-Mauersperrbahnen - Nationale Umsetzung der ÖNORM EN 14967. Ausgabe 01.11.2009. Wien. Österreichisches Normungsinstitut, 2009.
- ÖNORM B 4700: Stahlbetontragwerke - EUROCODE-nahe Berechnung, Bemessung und konstruktive Durchbildung. Ausgabe 01.06.2001. Wien. Österreichisches Normungsinstitut, 2001.
- ÖNORM B 4710-1: Beton - Teil 1: Festlegung, Herstellung, Verwendung und Konformitätsnachweis (Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 206-1 für Normal- und Schwerbeton). Ausgabe 01.10.2007. Wien. Österreichisches Normungsinstitut, 2007.
- ÖNORM B 6353: Perimeterdämmung mit werkmäßig hergestellten Produkten aus extrudiertem Polystyrolschaum (XPS-G) - Planungsnorm. Ausgabe 01.05.2005. Wien. Österreichisches Normungsinstitut, 2005.
- ÖNORM B 7209: Abdichtungsarbeiten für Bauwerke - Verfahrensnorm. Ausgabe 01.07.2002. Wien. Österreichisches Normungsinstitut, 2002.
- ÖNORM B 8110 - Serie: Wärmeschutz im Hochbau. Wien. Österreichisches Normungsinstitut, 2003 - 2012.
- ÖNORM B 8115 - Serie: Schallschutz und Raumakustik im Hochbau. Wien. Österreichisches Normungsinstitut, 2003 - 2012.
- ÖNORM EN 13501: Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten. Ausgabe 01.06.2002. Wien. Österreichisches Normungsinstitut, 2002.

Linkverzeichnis

- [1] http://www.kellerbauen.at/kellerbau_entwicklung.asp,
Datum des Zugriffs: 10.09.2012
- [2] http://www.kellerbauen.at/funktion_des_kellers.asp,
Datum des Zugriffs: 12.09.2012
- [3] <http://www.beton.org/fachinformationen/betonbautechnik/weisse-wanne.html>,
Datum des Zugriffs: 25.10.2012
- [4] <http://www.kornmayer.com/page1/page18/page9/page10/page10.html>, Datum des Zugriffs: 03.09.2012
- [5] <http://veranstaltungskalender.schwandorf.de/Portals/250/Events/Felsenkeller%20aktuell%2008.JPG>,
Datum des Zugriffs: 15.12.2012
- [6] <http://www.camper-55plus.info/Reiseberichte/Routenvorschlaege/Wien-Burgenland/wien-burgenland.html>,
Datum des Zugriffs: 03.12.2012
- [7] <http://de.wikipedia.org/wiki/Niederschlag>,
Datum des Zugriffs: 13.08.2012.
- [8] <http://www.zuber-beton.de/produkte/hohlwaende/>,
Datum des Zugriffs: 04.12.2012
- [9] <http://www.arthofer-bau.at/de/betonsteine/betonprodukte/schalungssteine>,
Datum des Zugriffs: 04.12.2012
- [10] <http://www.poroton.org/index.php?section=news&cmd=details&newsid=64>,
Datum des Zugriffs: 15.12.2012
- [11] http://deposit.ddb.de/ep/netpub/87/42/27/975274287/_data_dyna/_snap_stand_2005_03_31/dimagb.de/info/bautec/swbrwa01.html,
Datum des Zugriffs: 15.02.2013
- [12] <http://www.hausundheim.net/hausbau-kellerabdichtung-bitumenbahnen.php>,
Datum des Zugriffs: 15.02.2013
- [13] <http://www.pool-selber-bauen.de/pool-erde-anfuellen.htm>,
Datum des Zugriffs: 03.02.2013
- [14] <http://www.heim-baustoffe.de/Keller/Waermedaemmung/Perimeterdaemmung-XPS>,
Datum des Zugriffs: 03.02.2013
- [15] http://www.bp.com/liveassets/bp_internet/bitumen/bp_bitumen_switzerland/STAGING/local_assets/downloads_pdfs/w/was_ist_bitumen_praesentation.pdf,
Datum des Zugriffs: 01.02.2013

- [16] http://www.kellerbauen.at/garage_kellergeschoss.asp,
Datum des Zugriffs: 06.03.2013
- [17] <http://www.maschinenbau-wissen.de/skript/werkstofftechnik/kunststoffe/84-einteilung-kunststoffe>,
Datum des Zugriffs: 06.12.2012
- [18] <http://www.kellerbauen.at/brandschutz.asp>,
Datum des Zugriffs: 08.12.2012
- [19] <http://www.hausbau-ratgeber.de/sanierung/sanierputz-keller-sanierung-was-ist-ein-sperrputz-2587.htm>,
Datum des Zugriffs: 16.11.2012
- [20] http://bauoma.files.wordpress.com/2010/03/img_6609.jpg,
Datum des Zugriffs: 14.11.2012
- [21] <http://www.baulinks.de/webplugin/2004/0663.php4>,
Datum des Zugriffs: 06.02.2013
- [22] <http://www.weber-terranova.at/abdichtung-betonsanierung-dichtstoffe/weber-guide/produkte/dichtungsschlaemmen/webertec-933.html>,
Datum des Zugriffs: 21.09.2012
- [23] http://portal.wko.at/wk/format_detail.wk?AngID=1&StID=361568&DstID=188,
Datum des Zugriffs: 06.12.2012.
- [24] <http://www.bauexpertenforum.de/attachment.php?attachmentid=5936&stc=1&d=1120623636>,
Datum des Zugriffs: 23.11.2012
- [25] http://www.baunetzwissen.de/standardartikel/Flachdach-Arten-und-Eigenschaften-von-Kunststoffbahnen_1305867.html,
Datum des Zugriffs: 17.12.2012
- [26] http://www.am-sandhuegel.de/wp-content/uploads/2012/03/CM_20120322_5966.jpg,
Datum des Zugriffs: 20.03.2013
- [27] <http://www.glasschaum.at/downloads/6%20Adicon.pdf>,
Datum des Zugriffs: 06.12.2012
- [28] <http://www.cemproof.ch/index.htm?abdichtung.htm>,
Datum des Zugriffs: 16.11.2012
- [29] <http://www.glasschaum.at/downloads/6%20Adicon.pdf>,
Datum des Zugriffs: 23.10.2012
- [30] http://www.kellerbauen.at/braune_wanne.asp,
VERBAND ÖSTERREICHISCHER BETON- UND FERTIGTEILWERKE (VÖB) - Braune Wannan
Datum des Zugriffs: 01.02.2013
- [31] <http://www.ru.all.biz/img/ru/catalog/763008.jpeg>,
Datum des Zugriffs: 18.03.2013

- [32] <http://www.bmvbs.de>,
DEUTSCHES INSTITUT FÜR WIRTSCHAFTSFORSCHUNG:
Strukturdaten zur Produktion und Beschäftigung im Baugewerbe -
Berechnungen für das Jahr 2010 Endbericht,
Datum des Zugriffs: 07.03.2012
- [33] http://www.w-j-k.at/shop/media/images/popup/Silo_80-120_web.jpg,
Datum des Zugriffs: 03.05.2013
- [34] http://www.diw.de/de/diw_02.c.237048.de/forschung_beratung/daten/bauvolumensrechnung/bauvolumensrechnung.html,
Datum des Zugriffs: 07.04.2013
- [35] <http://www.immonet.at/de/euroconstruct.htm>,
Datum des Zugriffs: 10.05.2013

A.1 Interviewfragebogen „Planung und Ausführung von Kellern“

A.1.1 Einleitende Fragen:

• **Welcher Profession gehen Sie nach?**

- Planender Baumeister beides
 Ausführender Baumeister Sonstiges: _____

• **Wie viele Jahre Berufserfahrung haben Sie im Bereich des Kellerbaus?**

- _____ Jahre

• **Wo planen Sie hauptsächlich bzw. wo führen Sie die meisten Bauvorhaben aus? (Gewichten Sie die Bundesländer, es stehen insgesamt 100% zur Verfügung)**

- ___% Steiermark ___% Kärnten ___% Salzburg
 ___% Wien ___% Tirol ___% Oberösterreich
 ___% Burgenland ___% Vorarlberg ___% Niederösterreich

• **In welchen Bezirken der drei Bundesländer mit Ihren meisten Bauvorhaben üben Sie dabei Ihre Arbeit aus? (Bundesland 1 = Bundesland mit den meisten Bauvorhaben, Gewichten Sie die Bezirke, es stehen insgesamt 100% zur Verfügung)**

- | Bundesland 1: | Bundesland 2: | Bundesland 3: |
|-------------------|-------------------|-------------------|
| ○ _____ % | ○ _____ % | ○ _____ % |
| ○ _____ % | ○ _____ % | ○ _____ % |
| ○ _____ % | ○ _____ % | ○ _____ % |
| $\Sigma = 100 \%$ | $\Sigma = 100 \%$ | $\Sigma = 100 \%$ |

• **Wie sieht Ihrer Erfahrung nach die Verteilung zwischen dem Neubau von Einfamilienhäusern (EF) und Mehrparteienwohnhäusern (MPH) aus?**

- EF: _____ %
 ○ MPH: _____ %
 $\Sigma = 100 \%$

→ *Wohin geht Ihrer Meinung nach der Trend bei dieser Verteilung in den nächsten 5 bis 10 Jahren?*

- EF: _____ %
 ○ MPH: _____ %
 $\Sigma = 100 \%$

A.1.2 Block 1: Nutzungen allgemein

1. Welches Material der Primärstruktur ist Ihrer Meinung nach für Kellerwände der Nutzungsklasse A (z.B. beheizter Wohnraum) und der Nutzungsklasse B (z.B. unbeheizte Lagerräume mit geringen Anforderungen) das technisch und wirtschaftlich richtige? (Kreuzen Sie Zutreffendes an)

Nutzungsklasse A:

- Stahlbeton (Ortbeton)
 Massive Fertigteile aus Beton
 Elementwand (Dreifachwand)
 Mauersteine
 Schalsteine
 sonstige: _____

Nutzungsklasse B:

- Stahlbeton (Ortbeton)
 Massive Fertigteile aus Beton
 Elementwand (Dreifachwand)
 Mauersteine
 Schalsteine
 sonstige: _____

→ Welcher Baustoff sollte dabei für Keller bei Niedrigenergiehäusern verwendet werden?

Nutzungsklasse A:

- Stahlbeton (Ortbeton)
 Massive Fertigteile aus Beton
 Elementwand (Dreifachwand)
 Mauersteine
 Schalsteine
 sonstige: _____

Nutzungsklasse B:

- Stahlbeton (Ortbeton)
 Massive Fertigteile aus Beton
 Elementwand (Dreifachwand)
 Mauersteine
 Schalsteine
 sonstige: _____

→ Wie sieht bei Neubauten das Verhältnis zwischen Kellern der Nutzungsklassen A und B aus?

- Nutzungsklasse A _____ %
 Nutzungsklasse B _____ %
 $\Sigma = 100 \%$

2. Wie hoch ist die durchschnittliche Rohbaulichte (RDOK UG - RDUK EG) bei Kellerbauwerken der Nutzungsklassen A und B? (geben sie einen Bereich an)

Nutzungsklasse A:

- von _____ cm bis _____ cm

Nutzungsklasse B:

- von _____ cm bis _____ cm

→ Wie hoch ist dabei in der Regel der auf die RDOK des Kellers aufgebrauchte Fußbodenaufbau?

- von _____ cm bis _____ cm

A.1.3 Block 2: Baubetrieb bei Kellern

3. Unter welcher Leitung werden heutzutage Keller im Einfamilien- und Mehrparteienwohnhausbau üblicherweise hergestellt? (Gewichten Sie die Szenarien, es stehen jeweils 100 Punkte zur Verfügung)

Einfamilienhausbau:

- Szenario 1: Baumeister wird beauftragt und errichtet das Bauwerk zu 100 %: _____ Punkte
 - Szenario 2: Baumeister wird nur für den Rohbau beauftragt: _____ Punkte
 - Szenario 3: Baufirma liefert/organisiert Material und Stoffe und Bauherr erbringt selbst Lohnleistung: _____ Punkte
 - Szenario 4: Bauherr organisiert sich Materialien und Stoffe und baut in Eigenregie: _____ Punkte
 - Sonstige: _____ Punkte
- $\Sigma = 100$ Punkte**

Mehrparteienwohnhausbau:

- Szenario 1: Baumeister wird beauftragt und errichtet das Bauwerk zu 100 %: _____ Punkte
 - Szenario 2: Baumeister wird nur für den Rohbau beauftragt: _____ Punkte
 - Szenario 3: Baufirma liefert/organisiert Material und Stoffe und Bauherr erbringt selbst Lohnleistung: _____ Punkte
 - Sonstige: _____ Punkte
- $\Sigma = 100$ Punkte**

4. Was sind für Sie die Hauptgründe um bei der Errichtung eines Kellerbauwerks einen Kran einzusetzen? (Gewichten Sie die Antwortmöglichkeiten, es stehen 100 Punkte zur Verfügung)

- Das Betonieren mittels Krankübel _____ Punkte
 - Der Einsatz von Fertigteilen _____ Punkte
 - Der Einsatz von Elementbauteilen (Dreifachwand) _____ Punkte
 - Der Einsatz von kranabhängiger Schalung _____ Punkte
 - Der unbedingte Einsatz des Krans für darüber liegende Geschoße _____ Punkte
 - Sonstige: _____ Punkte
- $\Sigma = 100$ Punkte**

5. Bei wie vielen Baustellen im Einfamilien- bzw. Mehrparteienwohnhusbau setzen Sie einen Kran ein, bzw. haben Sie einen Kran zur Verfügung? Unterteilen Sie bitte wieder in Bundesland 1, Bundesland 2 und Bundesland 3. (Angaben in %)

Bundesland 1:

- Bezirk: _____ EF: _____ % MPH: _____ %
 ○ Bezirk: _____ EF: _____ % MPH: _____ %
 ○ Bezirk: _____ EF: _____ % MPH: _____ %

Bundesland 2:

- Bezirk: _____ EF: _____ % MPH: _____ %
 ○ Bezirk: _____ EF: _____ % MPH: _____ %
 ○ Bezirk: _____ EF: _____ % MPH: _____ %

Bundesland 3:

- Bezirk: _____ EF: _____ % MPH: _____ %
 ○ Bezirk: _____ EF: _____ % MPH: _____ %
 ○ Bezirk: _____ EF: _____ % MPH: _____ %

A.1.4 Block 3: Lastfälle und zugehörige Konstruktionen

6. Gewichten Sie die Lastfälle nach der Häufigkeit ihres Auftretens (in den geografischen Gebieten ihrer Haupttätigkeit) und vergeben Sie pro Bundesland 100 Prozent:

Bodenfeuchtigkeit = BF, nicht drückendes Wasser = NDW, zeitweise aufstauendes Sickerwasser = ZSW, drückendes Wasser = DW

- | <u>Bundesland 1</u> | <u>Bundesland 2</u> | <u>Bundesland 3</u> |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| ○ BF: _____ % | ○ BF: _____ % | ○ BF: _____ % |
| ○ NDW: _____ % | ○ NDW: _____ % | ○ NDW: _____ % |
| ○ ZSW: _____ % | ○ ZSW: _____ % | ○ ZSW: _____ % |
| ○ DW: _____ % | ○ DW: _____ % | ○ DW: _____ % |
| Σ = 100 % | Σ = 100 % | Σ = 100 % |

7. Wie sehen die aktuell zur Ausführung kommenden Konstruktionen aus und inwieweit orientieren sich diese an den tatsächlich vorherrschenden Anforderungen (Baugrund, Lastfälle, Nutzeranforderungen etc.) an den Keller?

- Offene Antwort

A.1.5 Block 4: Wärmedämmung

8. Wie groß ist die durchschnittliche Dämmstärke einer Keller- außenwand?

- von _____ cm bis _____ cm

→ *Wohin geht dabei der Trend in der Zukunft?*

- von _____ cm bis _____ cm

9. Bei wie viel Prozent der Keller kommen Dämmungen unter- halb der Bodenplatte zum Einsatz?

- _____ %

→ *Wie groß ist dabei die durchschnittliche Dämmstärke einer Dämmung unter der Bodenplatte?*

- von _____ cm bis _____ cm

→ *Wohin geht dabei der Trend in der Zukunft?*

- von _____ cm bis _____ cm

→ *Werden Ihrer Meinung nach in Zukunft mehr- oder weniger Keller mit einer Dämmung unterhalb der Bodenplatte ausgeführt werden?*

- + _____ % oder - _____ %

10. Wie wird die Außendämmung einer Kellerwand geschützt? (Gewichten Sie die Antwortmöglichkeiten nach ihrer Häufigkeit, es stehen 100 Punkte zur Verfügung)

- _____ Punkte Noppenfolien
- _____ Punkte Gleitschichten (Vliese)
- _____ Punkte gar nicht
- _____ Punkte Sonstiges: _____

Σ = 100 Punkte

11. Wie wird die Außendämmung auf der Kellerwand befestigt? (Gewichten Sie die Antwortmöglichkeiten nach ihrer Häufigkeit, es stehen 100 Punkte zur Verfügung)

- _____ Punkte mittels Dübeln
- _____ Punkte mittels Verkleben
- _____ Punkte Dämmung wird in Schalung eingelegt und einbetoniert
- _____ Punkte Sonstiges: _____
- _____ Punkte Sonstiges: _____

Σ = 100 Punkte

A.1.6 Block 5: Wasserundurchlässige Konstruktionen

12. Welche Konstruktionen sind Ihrer Meinung nach beim Lastfall „drückendes Wasser“ für Kellerbauwerke die technisch und wirtschaftlich richtigen?

technisch richtig:

- Schwarze Wannen
- Braune Wannen
- Weiße Wannen
- Kombinationen daraus

wirtschaftlich richtig:

- Schwarze Wannen
- Braune Wannen
- Weiße Wannen
- Kombinationen daraus

→ Wo liegen die Vorteile der einzelnen Wannenausführungen? (Gewichten Sie die einzelnen Attribute, es stehen pro Wannenart 100 Punkte zur Verfügung)

Schwarze Wanne:

- ___ Verarbeitbarkeit
- ___ Herstellung
- ___ Dichtheit
- ___ Beständigkeit
- ___ Schäden
- ___ Schadensortung
- ___ Sanierung
- ___ Kosten

Σ = 100 Punkte

Braune Wanne:

- ___ Verarbeitbarkeit
- ___ Herstellung
- ___ Dichtheit
- ___ Beständigkeit
- ___ Schäden
- ___ Schadensortung
- ___ Sanierung
- ___ Kosten

Σ = 100 Punkte

Weiße Wanne:

- ___ Verarbeitbarkeit
- ___ Herstellung
- ___ Dichtheit
- ___ Beständigkeit
- ___ Schäden
- ___ Schadensortung
- ___ Sanierung
- ___ Kosten

Σ = 100 Punkte

13. Kombinieren Sie die Systeme „Schwarze- Braune- und Weiße Wanne“?

- Ja
- Nein

→ Wenn Ja, wie häufig machen Sie das? (Angabe in %)

- _____ %

→ Welche Kombinationen sind dabei sinnvoll?

- SW + WW
- BW + WW
- SW +BW

→ Welche Vorteile / Nachteile ergeben sich durch die Kombination bezüglich:

- Verarbeitbarkeit: _____
- Herstellung: _____
- Dichtheit: _____
- Beständigkeit: _____
- Schäden: _____
- Sanierung: _____
- Kosten: _____

A.1.7 Block 6: Keller aus Beton

14. Welche Mindestbauteilstärken sind bezüglich der Lastableitung bei keiner besonderen Wasserbeanspruchung für Kellerwände aus Beton in Einfamilienhäusern (EF) und Mehrparteienwohnhäusern (MPH) üblich?

- EF: _____ cm MPH: _____ cm
 → *Woran orientiert sich die von Ihnen zur Ausführung verwendete Betongüte? (Gewichten Sie die Antwortmöglichkeiten, es stehen 100 Punkte zur Verfügung)*

- _____ Pkt. Aufzunehmende Vertikallasten
 ○ _____ Pkt. Aufzunehmende Horizontallasten
 ○ _____ Pkt. Lastfall des vorkommenden Wassers
 ○ _____ Pkt. Chemische und physikalische Einwirkungen der Umgebung
 ○ _____ Pkt. Sonstiges:

Σ = 100 Punkte

15. Wie dichten Sie bei dem Lastfall drückendes Wasser die Bewegungs- und Arbeitsfugen ab? (Gewichten Sie die Antwortmöglichkeiten, es stehen 100 Punkte zur Verfügung)

Bewegungsfugen:

- _____ PVC-P Thermoplaste
 ○ _____ Elastomere
 ○ _____ PVC/NBR
 ○ _____ geklebte Bänder
 ○ _____ Kombinationen daraus

Σ = 100 Punkte

Arbeitsfugen:

- _____ PVC-P Thermoplaste
 ○ _____ Elastomere
 ○ _____ PVC/NBR
 ○ _____ Fugenbleche
 ○ _____ Quelfugenband
 ○ _____ Injektionssysteme
 ○ _____ geklebte Bänder
 ○ _____ Kombinationen daraus

Σ = 100 Punkte

16. Wie verschließen Sie bei Kellerwänden aus Beton die Löcher der Schalungsanker? (Gewichten Sie die Antwortmöglichkeiten, es stehen 100 Punkte zur Verfügung)

- _____ Pkt. Verschließen mit PE-Zapfen
 ○ _____ Pkt. Verschließen mit Beton-Zapfen
 ○ _____ Pkt. Verspachteln
 ○ _____ Pkt. Sonstiges: _____

Σ = 100 Punkte

→ *Macht es dabei einen Unterschied mit welchen Lastfällen auftreten?*

- Ja Nein

→ *Wenn ja, welche Verschlusstechniken verwenden Sie bei:*

- drückendem Wasser: _____
 ○ nicht drückendem Wasser: _____
 ○ Bodenfeuchtigkeit: _____

A.1.8 Block 7: Ausblick

17. Wo sehen Sie bei den jetzigen Kellerbaumethoden Entwicklungspotential bzgl. derer Bauweise, oder der verwendeten Stoffe?

- Offene Antwort
- *Wobei sehen die das größte Verbesserungspotential? (vergeben sie insgesamt 100 Punkte an die angegebenen Begrifflichkeiten)*
- ____ Pkt. Schalung
- ____ Pkt. Werkstoff Beton
- ____ Pkt. Dämmung
- ____ Pkt. Abdichtungen
- ____ Pkt. Qualifikation der Arbeitskräfte
- ____ Pkt. Sonstiges: _____

Σ = 100 Punkte

→ *Was wären Ihre Verbesserungsvorschläge / Wünsche im Bezug auf:*

- die Schalung: _____
- den Werkstoff Beton: _____
- die Dämmung: _____
- die flächigen Abdichtungen: _____
- den Einsatz der Arbeitskräfte: _____
- Sonstiges: _____

→ *Wie wird die weitere Entwicklung des Kellerbaus bei EF und MPH aussehen? Wozu tendieren die Bauherren?*

- offene Antwort

18. Wie sehen Sie das Entwicklungspotential zur Einsatzhäufigkeit von Ortbeton-, Fertigteil- und Elementbauweisen im Kellerbau?
 (Bitte machen Sie entsprechend Ihren Einschätzungen ein Kreuz auf der Skala, 0% = gleichbleibend)

Ortbetonbauweise:



Fertigteilbauweise:



Elementbauweise:



→ Was sind Ihrer Meinung nach die Gründe für diese Tendenzen? (Gewichten Sie die Antwortmöglichkeiten, es stehen 100 Punkte zur Verfügung)

<u>Eigenschaften:</u>	<u>OrtbetonBW</u>	<u>FertigteilBW</u>	<u>ElementBW</u>
○ leicht verarbeitbar:	○ _____	○ _____	○ _____
○ schnell herstellbar:	○ _____	○ _____	○ _____
○ wenig schadensanfällig:	○ _____	○ _____	○ _____
○ leicht sanierbar:	○ _____	○ _____	○ _____
○ preiswert:	○ _____	○ _____	○ _____
	Σ = 100 Pkt	Σ = 100 Pkt	Σ = 100 Pkt

19. Welche Eigenschaften müsste eine Wandschalung für Kellerwände (reine Ortbetonbauweise) besitzen um gegenüber massiven Fertigteilen und Elementbauteilen bevorzugt eingesetzt zu werden? (Stichworte: Ergonomie, Bedienbarkeit, Aufwandswert, Nacharbeiten etc.)

- offene Antwort

Vielen Dank, dass Sie sich die Zeit genommen haben, die Fragen zu beantworten und dazu bereit sind bei dieser Expertenbefragung Ihre Erfahrung / Meinung mit uns teilen!

A.2 Online-Expertenbefragung

A.2.1 Einleitende Fragen

Expertenbefragung "Planung
und Ausführung von
Kellern"



Seite 2/10

Einleitende Fragen

1. Welcher Profession gehen Sie nach? *
Bitte kreuzen Sie zutreffendes an

- Architekt
 Bauingenieur
 Baumeister
 Beides
 Sonstiges

2. Haben Sie schon einmal ein Kellerbauwerk geplant/gebaut? *

- Ja
 Nein

Wieviele Jahre Berufserfahrung haben Sie im Bereich des Kellerbaus?
Bitte nur die Zahl eingeben

3. Wo planen Sie hauptsächlich bzw. wo führen Sie die meisten Bauvorhaben aus? *
Gewichten Sie die Bundesländer nach Häufigkeit der Bauvorhaben, es stehen insgesamt 100 Punkte zur Verfügung

Burgenland	<input type="text"/>
Kärnten	<input type="text"/>
Niederösterreich	<input type="text"/>
Oberösterreich	<input type="text"/>
Salzburg	<input type="text"/>
Steiermark	<input type="text"/>
Tirol	<input type="text"/>
Vorarlberg	<input type="text"/>
Wien	<input type="text"/>
Summe	0
Rest	100

4. Wie sieht Ihrer Erfahrung nach die Verteilung zwischen dem Neubau von Einfamilienhäusern Mehrparteienwohnhäusern aus? *
Gewichten Sie die Verteilung, es stehen insgesamt 100 Punkte zur Verfügung

Einfamilienhäuser	<input type="text"/>
Mehrparteienwohnhäuser	<input type="text"/>
Summe	0
Rest	100

Wohin geht Ihrer Meinung nach der Trend bei dieser Verteilung in den nächsten 5 bis 10 Jahren?
Gewichten Sie die Verteilung, es stehen insgesamt 100 Punkte zur Verfügung

Einfamilienhäuser	<input type="text"/>
Mehrparteienwohnhäuser	<input type="text"/>
Summe	0
Rest	100

A.2.2 Block 1: Nutzungen allgemein

Expertenbefragung "Planung und Ausführung von Kellern"



Seite 3/10

Block1: Nutzungen Allgemein

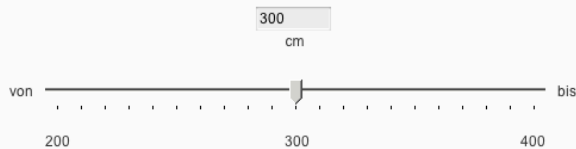
5. Welcher Baustoff ist für die Primärstruktur Ihrer Meinung nach für Kellerwände der Nutzungsklasse A (z.B. beheizter Wohnraum) der technisch und wirtschaftlich Richtige? *

- Stahlbeton
- Massive Fertigteile aus Beton
- Elementwand (Dreifachwand)
- Mauersteine
- Schalsteine
- Sonstiges

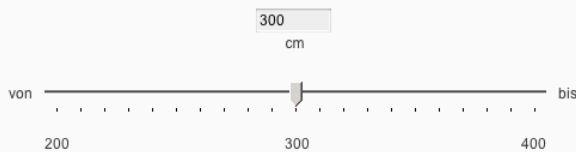
Welcher Baustoff ist für die Primärstruktur Ihrer Meinung nach für Kellerwände der Nutzungsklasse B (z.B. unbeheizte Lagerräume mit geringen Anforderungen) der technisch und wirtschaftlich Richtige?

- Stahlbeton
- Massive Fertigteile aus Beton
- Elementwand (Dreifachwand)
- Mauersteine
- Schalsteine
- Sonstiges

**6. Wie hoch ist die durchschnittliche Rohbaulichte (RDOK UG - RDUK EG) bei Kellerbauwerken der Nutzungsklasse A? *
Angaben in cm**



**7. Wie hoch ist die durchschnittliche Rohbaulichte (RDOK UG - RDUK EG) bei Kellerbauwerken der Nutzungsklasse B? *
Angaben in cm**



A.2.3 Block 2: Baubetrieb bei Kellern

Block 2: Baubetrieb bei Kellern

8. Unter welchen Rahmenbedingungen werden heutzutage Keller im Einfamilienhausbau üblicherweise hergestellt?
 Gewichten Sie die Szenarien, es stehen jeweils 100 Punkte zur Verfügung

Szenario 1: Baumeister wird beauftragt und errichtet das Bauwerk zu 100%	<input type="text"/>
Szenario 2: Baumeister wird nur für den Rohbau beauftragt	<input type="text"/>
Szenario 3: Baufirma liefert/organisiert Material und Stoffe und Bauherr erbringt selbst Lohnleistung	<input type="text"/>
Szenario 4: Bauherr organisiert sich Materialien und Stoffe und baut in Eigenregie	<input type="text"/>
Anderes Szenario	<input type="text"/>
Summe	0
Rest	100

9. Unter welchen Rahmenbedingungen werden heutzutage Keller im Mehrparteienwohnbau üblicherweise hergestellt?
 Gewichten Sie die Szenarien, es stehen jeweils 100 Punkte zur Verfügung

Szenario 1: Baumeister wird beauftragt und errichtet das Bauwerk zu 100%	<input type="text"/>
Szenario 2: Baumeister wird nur für den Rohbau beauftragt	<input type="text"/>
Szenario 3: Baufirma liefert/organisiert Material und Stoffe und Bauherr erbringt selbst Lohnleistung	<input type="text"/>
Anderes Szenario	<input type="text"/>
Summe	0
Rest	100

10. Was sind die Hauptgründe um bei der Errichtung eines Kellerbauwerks einen Kran einzusetzen?
 (Gewichten Sie die Antwortmöglichkeiten, es stehen 100 Punkte zur Verfügung)

Das Betonieren mittels Krankübel	<input type="text"/>
Der Einsatz von Fertigteilen	<input type="text"/>
Der Einsatz von Elementbauteilen (Dreifachwand)	<input type="text"/>
Der Einsatz von kranabhängiger Schalung	<input type="text"/>
Der unbedingte Einsatz des Krans für darüber liegende Geschoße	<input type="text"/>
Sonstige	<input type="text"/>
Summe	0
Rest	100

A.2.4 Block 3: Lastfälle und zugehörige Konstruktionen

Expertenbefragung "Planung
und Ausführung von
Kellern"



Seite 5/10

Block 3: Lastfälle und zugehörige Konstruktionen

11. Gewichten Sie die Lastfälle nach der Häufigkeit ihres Auftretens im "Bundesland 1" und vergeben Sie dabei insgesamt 100 Punkte:

"Bundesland 1" = von Ihnen angegebenes Bundesland mit den meisten von Ihnen geplanten/realisierten Bauvorhaben

Bodenfeuchtigkeit	<input type="text"/>
Nicht drückendes Wasser	<input type="text"/>
Zeitweise aufstauendes Sickerwasser	<input type="text"/>
Drückendes Wasser	<input type="text"/>
Summe	0
Rest	100

12. Gewichten Sie die Lastfälle nach der Häufigkeit ihres Auftretens im "Bundesland 2" und vergeben Sie dabei insgesamt 100 Punkte:

"Bundesland 2" = von Ihnen angegebenes Bundesland mit den zweitmeisten von Ihnen geplanten/realisierten Bauvorhaben

Bodenfeuchtigkeit	<input type="text"/>
Nicht drückendes Wasser	<input type="text"/>
Zeitweise aufstauendes Sickerwasser	<input type="text"/>
Drückendes Wasser	<input type="text"/>
Summe	0
Rest	100

13. Gewichten Sie die Lastfälle nach der Häufigkeit ihres Auftretens im "Bundesland 3" und vergeben Sie dabei insgesamt 100 Punkte:

"Bundesland 3" = von Ihnen angegebenes Bundesland mit den drittmeisten von Ihnen geplanten/realisierten Bauvorhaben

Bodenfeuchtigkeit	<input type="text"/>
Nicht drückendes Wasser	<input type="text"/>
Zeitweise aufstauendes Sickerwasser	<input type="text"/>
Drückendes Wasser	<input type="text"/>
Summe	0
Rest	100

A.2.5 Block 4: Wärmedämmung

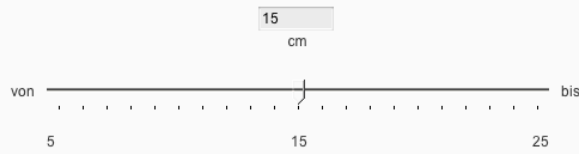
Expertenbefragung "Planung und Ausführung von Kellern"



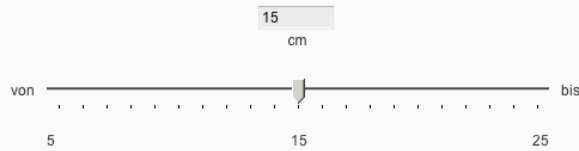
Seite 6/10

Block 4: Wärmedämmung

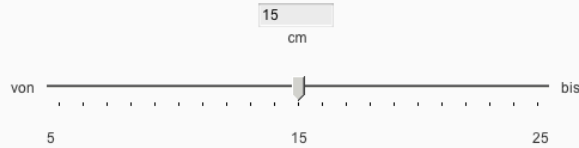
14. Wie groß ist die durchschnittliche Dämmstärke einer gedämmten Kelleraußenwand? *
Angaben in cm



Wohin geht dabei der Trend in der Zukunft?
Angaben in cm



15. Wie groß ist die durchschnittliche Dämmstärke einer Dämmung unter der Bodenplatte? *
Angaben in cm



16. Werden Ihrer Meinung nach in Zukunft mehr- oder weniger Keller mit einer Dämmung unterhalb der Bodenplatte ausgeführt werden? *
Ausgehend von der heutigen Praxis, 100 Prozent = gleichbleibend



A.2.6 Block 5: Wasserundurchlässige Konstruktionen

Expertenbefragung "Planung
und Ausführung von
Kellern"



Seite 7/10

Block 5: Wasserundurchlässige Konstruktionen

17. Welche Konstruktion ist Ihrer Meinung nach beim Lastfall „drückendes Wasser“ für Kellerbauwerke die technisch richtige? *

- Schwarze Wanne
- Braune Wanne
- Weiße Wanne
- Kombinationen daraus

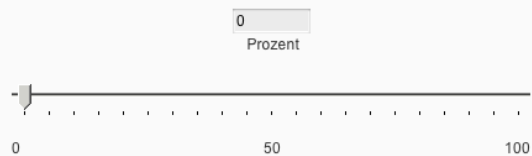
Welche Konstruktion ist Ihrer Meinung nach beim Lastfall „drückendes Wasser“ für Kellerbauwerke die wirtschaftlich richtige?

- Schwarze Wanne
- Braune Wanne
- Weiße Wanne
- Kombinationen daraus

18. Kombinieren Sie die Systeme „Schwarze-, Braune- und Weiße Wanne“? *

- Ja
- Nein

Wenn Ja, in wieviel Prozent der Kellerbauvorhaben kombinieren Sie Systeme?
Bitte klicken Sie auf die Skala



Welche Kombinationen sind dabei sinnvoll?

- Schwarze Wanne + Braune Wanne
- Braune Wanne + Weiße Wanne
- Weiße Wanne + Schwarze Wanne

A.2.7 Block 6: Keller aus Beton

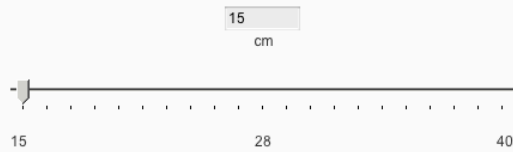
Expertenbefragung "Planung und Ausführung von Kellern"



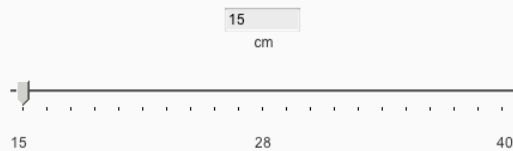
Seite 8/10

Block 6: Keller aus Beton

19. Welche Mindestbauteilstärken sind bezüglich der Lastableitung bei keiner besonderen Wasserbeanspruchung für Kellerwände aus Beton in Einfamilienhäusern üblich? *
Bitte klicken Sie auf die Skala



20. Welche Mindestbauteilstärken sind bezüglich der Lastableitung bei keiner besonderen Wasserbeanspruchung für Kellerwände aus Beton in Mehrparteienwohnhäusern üblich? *
Bitte klicken Sie auf die Skala



21. Wie sollten Ihrer Meinung nach bei Kellerwänden aus Beton die Löcher der Schalungsanker verschlossen werden?
Gewichten Sie die Antwortmöglichkeiten, es stehen 100 Punkte zur Verfügung

Verschließen mit PE-Zapfen	<input type="text"/>
Verschließen mit Beton-Zapfen	<input type="text"/>
Verspachteln	<input type="text"/>
Sonstiges:	<input type="text"/>

Summe **0**
Rest **100**

Macht es dabei einen Unterschied mit welchen Lastfällen man es zu tun hat?

- Ja
- Nein

A.2.8 Block 7: Ausblick

Expertenbefragung "Planung und Ausführung von Kellern"



Seite 9/10

Block 7: Ausblick

22. Wobei sehen Sie bei den jetzigen Kellerbaumethoden das größte Verbesserungspotential? Vergeben sie insgesamt 100 Punkte an die angegebenen Begrifflichkeiten

Schalung	<input type="text"/>	
Werkstoff Beton	<input type="text"/>	
Dämmung	<input type="text"/>	
Abdichtungen	<input type="text"/>	
Qualifikation der Arbeitskräfte	<input type="text"/>	
Sonstiges	<input type="text"/>	
Summe		0
Rest		100

23. Was wären Ihre Verbesserungsvorschläge / Wünsche im Bezug auf:

die Schalung:	<input type="text"/>
den Werkstoff Beton:	<input type="text"/>
die Dämmung:	<input type="text"/>
die flächigen Abdichtungen:	<input type="text"/>
den Einsatz von Arbeitskräften:	<input type="text"/>
Sonstiges:	<input type="text"/>

**24. Wie sehen Sie das Entwicklungspotential zur Einsatzhäufigkeit der Ortbetonbauweisen im Kellerbau? *
Ausgehend von der heutigen Ausgangslage, 100 Prozent = gleichbleibend**



Wie sehen Sie das Entwicklungspotential zur Einsatzhäufigkeit der Fertigteilbauweisen im Kellerbau?



Wie sehen Sie das Entwicklungspotential zur Einsatzhäufigkeit der Elementbauweisen im Kellerbau?

