



Rainer Hohmann

ELEMENTWÄNDE im drückenden Grundwasser

Konstruktionsprinzip, Planung, Bauausführung,
Schwachstellen, Fehlervermeidung, Instandsetzung



Fraunhofer IRB  Verlag

Rainer Hohmann

Elementwände im drückenden Grundwasser

Rainer Hohmann

ELEMENTWÄNDE

IM DRÜCKENDEN GRUNDWASSER

Konstruktionsprinzip, Planung, Bauausführung,
Schwachstellen, Fehlervermeidung, Instandsetzung

Fraunhofer IRB Verlag

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über www.dnb.de abrufbar.

ISBN (Print): 978-3-8167-9307-6

ISBN (E-Book): 978-3-8167-9308-3

Lektorat: Thomas Altmann

Herstellung: Andreas Preising

Layout: Fraunhofer IRB Verlag

Umschlaggestaltung: Martin Kjer

Satz: Fotosatz Buck, Kumhausen

Druck: Westermann Druck Zwickau GmbH, Zwickau

Alle Rechte vorbehalten.

Dieses Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die über die engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes hinausgeht, ist ohne schriftliche Zustimmung des Fraunhofer IRB Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Speicherung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen und Handelsnamen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, dass solche Bezeichnungen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und deshalb von jedermann benutzt werden dürften.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z. B. DIN, VDI, VDE) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert werden, kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.

© Fraunhofer IRB Verlag, 2016

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB

Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart

Telefon +49 711 970-2500

Telefax +49 711 970-2508

irb@irb.fraunhofer.de

www.baufachinformation.de

Vorwort

Das Bauen mit Elementwänden ist eine wirtschaftliche Bauweise, die seit Mitte der 1990er-Jahre eine zunehmende Verbreitung gefunden hat. Diese Tendenz wird sich in den nächsten Jahren noch verstärken. Auch wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton, die sogenannten »Weißen Wannen«, können in Elementwandbauweise erstellt werden.

Damit die Elementwandbauweise auch bei drückendem Wasser funktioniert, müssen lediglich zwei Bedingungen erfüllt sein:

- Der Kernbeton muss fehlerfrei und wasserundurchlässig sein sowie einen dauerhaften vollflächigen Verbund mit den Fertigteilplatten aufweisen.
- Alle Fugen und Durchdringungen müssen planmäßig wasserdicht abgedichtet sein.

Das klingt zunächst sehr einfach, ist es im Regelfall aber nicht. Leider werden in der Praxis bei der Planung und vor allem bei der Bauausführung Fehler gemacht, die zu Undichtigkeiten führen können. Ursachen hierfür sind vor allem in der Unkenntnis und dem fehlenden Verständnis für die Bauweise sowie in der Schnittstellenproblematik zwischen Architekt, Tragwerksplaner, Fertigteilwerk und Bauunternehmen zu finden. Ausführungsfehler sind in der Regel auch Überwachungsfehler. Deshalb wendet sich dieses Buch nicht nur an Planer und Architekten, sondern vor allem auch an Bauleiter und Bauüberwacher. Es ist aber auch für Studierende und Berufsanfänger in Architektur und Bauingenieurwesen gedacht, die sich zum ersten Mal mit dem Thema Elementwände beschäftigen.

In diesem Buch werden die Elementwandbauweise mithilfe zahlreicher Bilder, Zeichnungen und Tabellen anschaulich erläutert, Zusammenhänge aufgezeigt, auf typische Fehler- und Gefahrenquellen verwiesen und zahlreiche Hinweise zur Fehlervermeidung gegeben. Eine fachgerechte und sorgfältige Handhabung sowohl durch den Planer als auch durch die Bauausführenden ist eine unabdingbare Voraussetzung für eine funktionierende wasserundurchlässige Elementwandkonstruktion. Ich hoffe, das Buch wird dazu beitragen, zukünftig Fehler bei der Erstellung von wasserundurchlässigen Bauwerken aus Elementwänden zu vermeiden.

Haltern am See, im Dezember 2015

Rainer Hohmann

Vorwort

Wasserundurchlässige Bauwerke gehören zu den besonders anspruchsvollen Konstruktionen im Bauwesen. Entwurf, Detailplanung der Fugen und Einbauteile, Bontotechnik und Ausführung sowie die Berücksichtigung bauphysikalischer Aspekte bedürfen bei diesen Bauwerken besonderer Sorgfalt. Konstruktionen aus Stahlbeton haben sich dabei für diese Bauwerke in den vergangenen Jahrzehnten als besonders robust, zuverlässig und wirtschaftlich bewährt. Tragende Säule für die erfolgreiche Errichtung einer wasserundurchlässigen Betonkonstruktion ist die WU-Richtlinie des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton aus dem Jahr 2003, die den verschiedenen am Bau Beteiligten den technischen und vertragsrechtlichen Rahmen bereitstellt, den es beim konkreten Bauwerk mit Leben zu füllen gilt. Elementwände sind seit der Erstausgabe der Richtlinie fester Bestandteil dieser technischen Regel. Sie können individuell an jeden Grundriss angepasst und vielfältig, z.B. für den Kellerbau oder im Geschoss- und Industriebau, eingesetzt werden. Sie können aber auch sinnvoll für den Bau von Behälterwänden eingesetzt werden.

Die WU-Richtlinie stellt aber nur das technische Rüstzeug für die zielsichere Herstellung einer »Weißen Wanne« zur Verfügung. Für eine sorgfältige Planung und Ausführung von WU-Bauwerken müssen praxisnahe Anwendungshilfen bereitgestellt werden, um Fehler beim Bauen mit Elementwänden zu vermeiden. Das vorliegende Kompendium schafft diesen Lückenschluss und fasst auf einzigartige Weise mit vielen praktischen Beispielen und Fotos die wesentlichen Details einer Konstruktion aus Elementwänden in übersichtlicher Form zusammen. Nach einem grundsätzlichen Überblick über die Regelwerksituation und die wesentlichen Grundsätze für die Planung von Untergeschossen aus Elementwänden wird der Fertigungsprozess beleuchtet und hierbei insbesondere die Qualitätskontrolle in den Blick genommen. Bei einer WU-Konstruktion aus Elementwänden sind die horizontalen und die vertikalen Fugenausbildungen neuralgische Punkte. Das Handbuch liefert für diese kritischen Bereiche zahlreiche bebilderte Ausführungsbeispiele und kombiniert diese mit den entsprechenden gängigen Abdichtungslösungen für die unterschiedlichen Fugenarten. Ausführungshinweise, typische Fehler beim Bauen mit Elementwänden sowie Hinweise zur Instandsetzung von Undichtigkeiten runden das Gesamtbild ab.

»Es ist nicht genug zu wissen, man muß es auch anwenden; es ist nicht genug zu wollen, man muß es auch tun (Johann Wolfgang von Goethe)«.

In diesem Sinne viel Spaß bei der Lektüre wünscht Ihnen

Udo Wiens

Deutscher Ausschuss für Stahlbeton e. V., Berlin, im Dezember 2015

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich (in alphabetischer Reihenfolge) vor allem bei Herrn Dipl.-Ing. Markus Becker, Herrn Dipl.-Ing. Stefan Bergerhoff, Herrn Dipl.-Ing. Marco Bloch, Herrn Christoph Bölting, Herrn Dipl.-Ing. Mathias D. Elbers, Herrn Prof. Dr.-Ing. Thomas Freimann, Herrn Dipl.-Ing. Holgar Graeve, Frau Anke Hamich, Herrn Dipl.-Ing. Uwe Hofmann, Herrn Dipl.-Ing. Stefan Huck, Herrn Dipl.-Ing. Wolfgang Krüger, Herrn Dipl.-Ing. Horst Labrenz, Herrn Ingo Lehmborg, Herrn Dipl.-Ing. Martin Lingemann, Herrn Felix Lorenz, Herrn Dipl.-Ing. Thorsten Matten, Herrn Dipl.-Ing. Michael Müller, Herrn Georg Napravnik, Herrn Dipl.-Ing. Thomas Naunheim, Herrn Dipl.-Ing. Ralf Nienhaus, Herrn Dirk Schinke, Herrn Robert Schnell, Herrn Dirk Spathmann, Herrn Dipl.-Ing. Sascha Ströder und Frau Dipl.-Ing. Heike Wenger-Henschel für die Diskussionen und zahlreichen Anregungen bedanken. Dem Fraunhofer IRB Verlag, insbesondere Herrn Dipl.-Ing. Thomas Altmann sei an dieser Stelle für die gute Zusammenarbeit gedankt.

Die Fotos der Elementwandproduktion wurden in folgenden Fertigteilwerken (in alphabetischer Reihenfolge) aufgenommen:

- Andernacher Bimswerk GmbH & Co. KG, Werk Bedburg
- Elskes Fertigteile GmbH & Co. KG, Kamp-Lintfort
- fdu GmbH & Co. KG, Werk Eslohe
- fdu GmbH & Co. KG, Werk Varrel
- fdu GmbH & Co. KG, Werk Velten
- IDEAL Betonelementbau GmbH & Co. KG, Montabaur
- Beton- & Fertigteilwerk B. Lütkenhaus GmbH, Dülmen

Mein besonderer Dank gilt meiner Frau Karin für ihr Verständnis und ihre Geduld beim Korrekturlesen sowie meiner Tochter Johanna für die umfangreiche und aufwendige Bearbeitung des Bildmaterials.

Haltern am See, im November 2015

Rainer Hohmann

Die in diesem Buch aufgezeigten Lösungen und Beispiele sind sorgfältig ausgesucht. Dennoch kann von Seiten des Autors keinerlei Gewähr bei der Anwendung der dargestellten Lösungen übernommen werden. Da die Randbedingungen objektabhängig sind, muss der Leser sorgfältig prüfen, ob gezeigte Beispiele und Lösungen auf sein Objekt übertragbar sind. Bei einem eventuellen Schadensfall berechtigt die Anwendung der dargestellten Lösungen zu keinerlei Regressansprüchen gegenüber dem Autor.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	15
2	Elementwände – Regelwerke und Begriffe	19
2.1	Regelwerke	19
2.2	Festlegungen	20
2.2.1	Wasserundurchlässigkeit des Bauwerks und Feuchtetransport	20
2.2.2	Bemessungswasserstand und Beanspruchungsklassen	21
2.2.3	Nutzungsklassen	25
2.3	Minstdicken der Elementwände	27
2.4	Entwurfsgrundsätze für Weiße Wannen	29
2.5	Beton – Anforderungen und Eigenschaften	32
2.6	Hinweise zu Bewehrung und Konstruktion	33
2.7	Bauausführung	34
2.8	Fugenabdichtungen	36
2.9	Rauigkeit der Fertigteilplatten	37
3	Planung von Untergeschossen aus Elementwänden	39
3.1	Aufgaben der Planung	39
3.2	Besonderheiten bei der Planung von Untergeschossen aus Elementwänden	41
3.3	Elementwände – statisches Konzept	52
3.4	Elementwände – Aufbau und Ausbildung	57
3.4.1	Aufbau von Elementwänden	57
3.4.2	Ausführung des Wandkopfes von Elementwänden	60
3.5	Wanddicken und empfohlene Mindestabstände	68
3.6	Expositionsklassen und Mindestbetondeckung	69
3.7	Kranlast und Abmessungen der Elementwand	72
3.8	Transport der Elementwände	79
3.9	Arbeitsplattform	83
3.10	Montageanleitung und Versetzplan	86
4	Herstellung von Elementwänden	93
4.1	Fertigungsprozess	94
4.2	Kommissionierung der Elementwände	119
4.3	Qualitätskontrolle in der Produktion	123

5	Fugen und Fugenausbildung bei Elementwänden	131
5.1	Grundlegendes zu Fugen, Fugenplanung und -ausbildung	131
5.2	Planungsgrundsätze für die Fugenabdichtung	132
5.3	Detailausbildung der unterschiedlichen Fugen bei Elementwänden	134
5.3.1	Arbeitsfugen bei Elementwänden	134
5.3.1.1	Arbeitsfuge zwischen Bodenplatte und Elementwand	135
5.3.1.2	Arbeitsfuge im Elementwandstoß	139
5.3.1.3	Vertikale Arbeitsfuge innerhalb einer Elementwand	140
5.3.1.4	Vertikale Arbeitsfugen zwischen Elementwänden	141
5.3.1.5	Anschluss einer Elementwand an eine Ortbetonwand	142
5.3.1.6	Fugenabdichtung der horizontalen Arbeitsfuge am Wandkopf	144
5.3.2	Stoßfugen bei Elementwänden	146
5.3.2.1	Biegeweiche Ausbildung von Elementstößen als Sollrissquerschnitt	147
5.3.2.2	Biegesteife Ausbildung von Elementstößen	155
5.3.3	Dehnfugen bei Elementwänden	162
5.3.3.1	Dehnfuge mit außenliegendem Dehnfugenband	164
5.3.3.2	Dehnfuge mit innenliegendem Dehnfugenband	169
5.3.4	Sonderfugen bei Elementwänden	172
5.3.4.1	Schalltrennfugen bei Elementwänden	172
5.3.4.2	Schwindrisse am Wandkopf	174
5.4	Kombination von Flächenabdichtungen mit FBV-Folie und außenliegender streifenförmiger Fugenabdichtung	175
5.5	Rohrdurchführungen	179
6	Fugenabdichtungssysteme für Elementwände	185
6.1	Fugenabdichtungssysteme für Elementwände im Überblick	185
6.1.1	Fugenabdichtungssysteme für Arbeitsfugen von WU-Konstruktionen	185
6.1.2	Fugenabdichtungssysteme für Stoßfugen von WU-Konstruktionen	188
6.1.3	Fugenabdichtungssysteme für Dehnfugen	193
6.1.4	Durchdringungen	194
6.1.5	Bauordnungsrechtliche Anforderungen an Fugenabdichtungssysteme für WU-Konstruktionen	196
6.2	Fugenabdichtungssysteme im Detail	199
6.2.1	Fugenbänder	199
6.2.2	Unbeschichtete Fugenbleche	207
6.2.3	Kombi-Arbeitsfugenbänder	212
6.2.4	Beschichtete Fugenbleche	219
6.2.5	Arbeitsfugenband Duo-Fix 150	225
6.2.6	Arbeitsfugenband AF 15 M	228
6.2.7	Verpresste Injektionsschlauchsysteme	231
6.2.8	Dichtrohre	233

6.2.9	Sollrissfugenschienen	240
6.3	Außenliegende Abdichtungssysteme	247
6.3.1	Streifenförmige, vollflächig aufgeklebte Fugenabdichtungsbänder – Überblick	247
6.3.2	Vorbereitung des Untergrundes	252
6.3.3	Streifenförmige, vollflächig aufgeklebte Fugenabdichtungssysteme	255
6.3.4	Abdichtung mit Flüssigkunststoff	260
6.3.5	Kunststoffmodifizierte Bitumendickbeschichtungen und flexible polymere bitumenfreie Dickbeschichtungen	262
6.4	Rohrdurchführungen	268
6.4.1	Rohre mit Doppelmuffe	268
6.4.2	Futter- oder Mantelrohre	270
6.4.3	Ringraumdichtungen	271
7	Bauausführung beim Bauen mit Elementwänden	273
7.1	Arbeitsvorbereitung	274
7.1.1	Hinweise zu Bodenplatte, Arbeitsfuge und Fugenabdichtung	274
7.1.2	Säubern der Arbeitsfuge vor dem Aufstellen der Elementwände	281
7.1.3	Aufreißen des Grundrisses und Einmessen der einzelnen Elemente	282
7.1.4	Positionieren der Unterlegplättchen für die Aufständering der Elementwände	285
7.1.5	Anbringen der Dränbretter	288
7.2	Montage der Elementwände	289
7.2.1	Anlieferung und Entladen der Elementwände	289
7.2.2	Aufstellen und Montage der Elementwände	302
7.2.3	Verschließen der Fugen vor dem Betonieren	313
7.3	Betonieren und Verdichten der Elementwände	322
7.3.1	Vornässen der Fertigteilplatten	322
7.3.2	Betonieren der Elementwände	324
7.3.3	Verdichten des Betons	334
7.3.4	Nachbehandlung	336
7.4	Nacharbeiten	337
8	Typische Fehler beim Bauen mit Elementwänden	339
8.1	Fehler bei der Planung	340
8.2	Fehler im Fertigteilwerk	349
8.3	Fehler bei der Bauausführung	352
8.3.1	Fehler bei der Arbeitsvorbereitung	353
8.3.1.1	Fehler beim Einmessen der Anschlussbewehrung	353
8.3.1.2	Fehlende oder zu geringe Aufständeringungen der Elementwände	355
8.3.1.3	Mangelhafte oder fehlende Vorbereitung der Arbeitsfuge	355
8.3.2	Fehler bei der Montage der Elementwände	356
8.3.2.1	Beschädigungen der Elementwände beim Entladen	356

8.3.2.2	Beschädigungen der Elementwände durch unsachgemäße Zwischenlagerung auf der Baustelle	358
8.3.2.3	Fehler bei der Lagesicherung der Elementwände	361
8.3.2.4	Einbau der Elementwände mit Versatz/Abweichung von der Lotrechten	362
8.3.2.5	Beschädigung oder Rissbildung bei der Montage von Elementwänden	362
8.3.2.6	Falscher oder fehlender Verschluss der Fugen vor dem Betonieren	363
8.3.3	Fehler beim Einbau der Fugenabdichtung.	364
8.3.3.1	Ungenügender Abstand zwischen der innenliegenden Fugenabdichtung und der Bewehrung bzw. den Fertigteilplatten.	364
8.3.3.2	Mangelhafte Einbindetiefe der Fugenabdichtung.	367
8.3.3.3	Mangelhafte Lagesicherung der Fugenabdichtung.	369
8.3.3.4	Nicht fachgerecht ausgeführte Stöße und Anschlüsse bei der Fugenabdichtung	370
8.3.3.5	Beschädigung der Fugenabdichtung beim Einbau der Elementwände	372
8.3.3.6	Verschmutzung der Fugenabdichtung/der Arbeitsfuge	374
8.3.3.7	Fehlende oder nicht lagerichtig eingebaute Fugenabdichtung	377
8.3.3.8	Fehler beim Einbau von Dichtrohren	379
8.3.3.9	Einbaufehler bei Sollrissfugenschienen	385
8.3.3.10	Fehlerhafte Untergrundvorbehandlung/nicht fachgerechte Ausführung bei der Fugenabdichtung mit aufgeklebten Fugenabdichtungsbändern	387
8.3.3.11	Fehler bei der Abdichtung von Rohrdurchführungen	387
8.3.4	Fehler beim Betonieren und Verdichten	391
8.3.4.1	Fehlendes oder nicht ausreichendes Vornässen der Elementwände bzw. schon abgetrocknete Oberflächen zum Zeitpunkt des Betonierens	391
8.3.4.2	Fehler beim Einbringen des Betons	393
8.3.4.3	Fehlerhaftes Verdichten des Betons.	397
8.3.4.4	Fehlende oder unzureichende Nachbehandlung an der Wandkrone	400
8.3.5	Fehler bei den Nacharbeiten	401
8.3.5.1	Fehlendes Verschließen der Bohrlöcher in der Bodenplatte.	401
8.3.5.2	Fehlende Abdichtung von Schwindrissen an der Wandkrone.	401
9	Instandsetzung von Undichtigkeiten bei Elementwänden	407
9.1	Undichtigkeiten und mögliche Ursachen.	407
9.2	Vorüberlegungen und Voraussetzungen für eine Sanierung.	410
9.3	Instandsetzungsmethoden.	411

9.3.1	Injektion über Bohrpacker	411
9.3.1.1	Grundlegendes und Bauausführung	412
9.3.1.2	Ausführungsbeispiele	417
9.3.1.3	Füllstoffe	429
9.3.1.4	Injektionstechnologie	430
9.3.1.5	Qualitätssicherung bei der Injektion	431
9.3.2	Außenabdichtung	432
Literatur		435
Bildverzeichnis		441
Stichwortverzeichnis		443

1 Einleitung

Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton haben sich in den letzten Jahrzehnten vielfach bewährt. Eine Vielzahl von Bauwerken im Hoch- und Industriebau wird als »Weiße Wanne« erstellt. Die Bauweise mit Elementwänden bei »Weißen Wannen« erfreut sich seit Mitte der 1990er-Jahre zunehmender Beliebtheit, siehe auch [1–4, 52]. Elementwände sind Wandbauteile, die aus zwei über Gitterträger verbundenen Fertigteilplatten bestehen, in die die statisch erforderliche Bewehrung ganz oder teilweise eingebaut ist. Die Bilder 1.1 und 1.2 zeigen den Aufbau einer Elementwand.

Nach dem Aufstellen der Elementwände wird der Zwischenraum zwischen den 4 bis 7,5 cm dicken Fertigteilplatten mit Ortbeton ausgegossen. Fertigteilplatten und Kernbeton sollen ein monolithisch wirkendes Bauteil ergeben. Bild 1.3 zeigt den monolithisch wirkenden Wandquerschnitt.

Elementwände sind regional auch bekannt als

- Dreifachwand,
- Gitterträgerwand,
- Doppelwand,
- Filigranwand,
- Hohlwand,
- Plattenwand,
- Mantelbetonwand,
- Dreischeibenwand,
- Dreikammerwand oder
- Halbfertigteil mit Ortbetongergänzung.



Bild 1.1: Querschnitt durch eine Elementwand

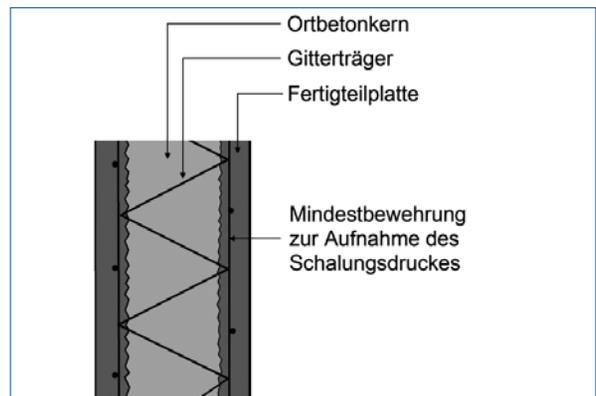


Bild 1.2: Aufbau der Elementwand



Bild 1.3: Elementwand mit monolithisch wirkendem Wandquerschnitt

Elementwände werden mit Wanddicken von 24 bis 45 cm (werksabhängig) und in üblicher Geschosshöhe mit bis zu 3 m Höhe und Längen von 6 bis 7 m (maximal 12 m) hergestellt. Bei größeren Geschosshöhen können die Elemente entsprechend um 90° gedreht hochkant aufgestellt werden. Hierdurch ergeben sich Höhen von 6 bis 7 m (in Sonderfällen auch größer) mit einem Abstand der Plattenstöße von bis zu 3 m. Die Dicke der Fertigteilplatten beträgt in Abhängigkeit der Umgebungsbedingungen und der Expositionsklasse zwischen 4 und 7,5 cm. Entsprechende Beispiele aus dem Wohnungsbau und dem Industrie- und Ingenieurbau sind in Bild 1.4 a bis e zu sehen.

Gegenüber der Ortbetonbauweise führen Vorteile wie z.B.

- geringer Aufwand für die Baustelleneinrichtung,
- kein Ein- und Ausschalen,
- kein Reinigen der Schalung,
- Entfall einer Nachbehandlung (Ausnahme: Wandkopf),
- Verkürzung der Bauzeit durch einfache und schnelle Montage,
- glatte raumseitige Oberfläche der Elementwände (ggf. tapezier- und streichfähig),
- witterungsunabhängige Fertigung im Fertigteilwerk,
- hohe Maßhaltigkeit,

zu kostengünstigen Lösungen, ein WU-Bauwerk aus Beton herzustellen.

Den Vorteilen stehen aber ein größerer Planungsaufwand und vor allem deutlich höhere Anforderungen an ein fachgerechtes und sorgfältiges Arbeiten bei der Ausführung gegenüber, denn das Bauen mit Elementwänden birgt auch Gefahren. Neben Fehlern in der Planungsphase zeigt sich häufig auf den Baustellen eine deutliche Diskrepanz zwischen Theorie und Praxis, siehe auch [44, 47–50, 57]. Wichtige Arbeitsschritte werden auf der Baustelle oftmals nicht, falsch oder nicht sorgfältig genug ausgeführt.



Bild 1.4: Elementwandbauweise im Wohnungsbau (a–c), im Industrie- und Ingenieurbau (d) und bei einer Tiefgarage (e)

Problematisch wird es bei Elementwänden dadurch, dass die Einbauqualität des Betons und Fehlstellen im Ortbetonbereich durch die hochwertigen Fertigteilplatten verdeckt sind. Kiesnester, Gefügestörungen, Arbeitsfugen innerhalb der Wand, schlecht verdichtete Bereiche oder Grenzschichten in der Wand durch nicht ausreichend vernähte Schüttablagen, Hohlstellen unter Fenstern u.Ä. sind, anders als bei Ortbetonkonstruktionen, dadurch nicht sichtbar.

Aus diesem Grund ist gerade beim Bauen mit Elementwänden die besondere Aufmerksamkeit von Planern und Ausführenden gefordert. Dichtigkeit setzt eine große Sorgfalt vor allem bei der Ausführung voraus. Eine Sanierung von Undichtigkeiten ist bei der Elementwand aufgrund der konstruktionsbedingten Besonderheiten in der Regel deutlich schwieriger und kostenaufwendiger als bei Ortbetonkonstruktionen. Im Folgenden wird auf die Besonderheiten bei der Planung und Ausführung von Bauwerken mit Elementwänden im drückenden Grundwasser eingegangen, typische Fehler beim Bauen mit Elementwänden werden erläutert und es werden Hinweise zur Fehlervermeidung und -behebung gegeben.

2 Elementwände – Regelwerke und Begriffe



Bild 2.1: Kellergeschoss
in Elementwandbauweise

2.1 Regelwerke

Elementwände, wie sie bei der Erstellung des in Bild 2.1 abgebildeten Kellergeschosses verwendet werden, sind durch allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen [15–17] geregelt.

Neben den grundlegenden Anforderungen an Betonbauwerke nach DIN EN 1992-1-1 [30, 31], DIN EN 1992-1-1/NA [32] und DIN EN 206-1 [28] in Verbindung mit DIN 1045-2 [22] regelt die DAfStb-Richtlinie »Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton« (im Weiteren WU-Richtlinie) [12] die Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit von wasserundurchlässigen Bauwerken aus Beton, an den Beton und die Mindestbauteildicke. In der WU-Richtlinie sind auch die Anforderun-

gen hinsichtlich der Herstellung, Anlieferung und Montage von Elementwänden sowie des Einbaus des Ortbetons festgelegt.

Außerdem werden in der WU-Richtlinie auch entwurfs- und bemessungstechnische Vorgaben sowie Anforderungen an die Fugenabdichtung festgelegt, die z.T. über die in [30, 31] gestellten Anforderungen hinausgehen.

Hinweise für die Anwendung von und den Umgang mit Fugenbändern gibt DIN 18197 »Abdichten von Fugen in Beton mit Fugenbändern« [24]. Hinweise auf die bauphysikalischen und raumklimatischen Besonderheiten von Untergeschossen aus Beton, aber auch Hinweise zur Fugenabdichtung, sind im DBV-Merkblatt »Hochwertige Nutzung von Untergeschossen aus Beton« [13] zu finden.

2.2 Festlegungen

In der WU-Richtlinie sind Festlegungen zu

- Wasserundurchlässigkeit des Bauwerks,
- Beanspruchungsklassen und
- Nutzungsklassen

enthalten, auf die im Folgenden eingegangen wird.

2.2.1 Wasserundurchlässigkeit des Bauwerks und Feuchtetransport

Hinweise zur Wasserundurchlässigkeit

Bei der Wasserundurchlässigkeit des Bauwerks wird davon ausgegangen, dass durch die Erfüllung der Anforderungen an den Beton gemäß WU-Richtlinie, Abschnitt 6.1 und der Mindestbauteildicken ein Wasserdurchtritt durch den Beton grundsätzlich ausgeschlossen wird. Auch wird ein Wasserdurchtritt durch Fugen aller Art, Sollrissquerschnitte und Durchdringungen grundsätzlich ausgeschlossen. Diese sind wasserdicht auszubilden. Ein Wasserdurchtritt durch Trennrisse ist abhängig von der Begrenzung der Rissbreite.

Feuchtetransport

In der WU-Richtlinie [12] und dem zugehörigen Kommentar [10] wird im Hinblick auf den Wasser- und Feuchtetransport durch den ungerissenen Betonquerschnitt mit einem hohen Wassereindringwiderstand von der in Bild 2.2 dargestellten Modellvorstellung ausgegangen. Dem Modell liegt die Annahme zugrunde, dass kein Kapillartransport die der Wasserbeaufschlagung abgewandte Bauteilseite erreicht. Bei Beaufschlagung durch drückendes Wasser ist lediglich eine bis zu 25 mm dicke Schicht durch Permeation mit Druckwasser gefüllt. Aufgrund kapillarer Effekte fin-

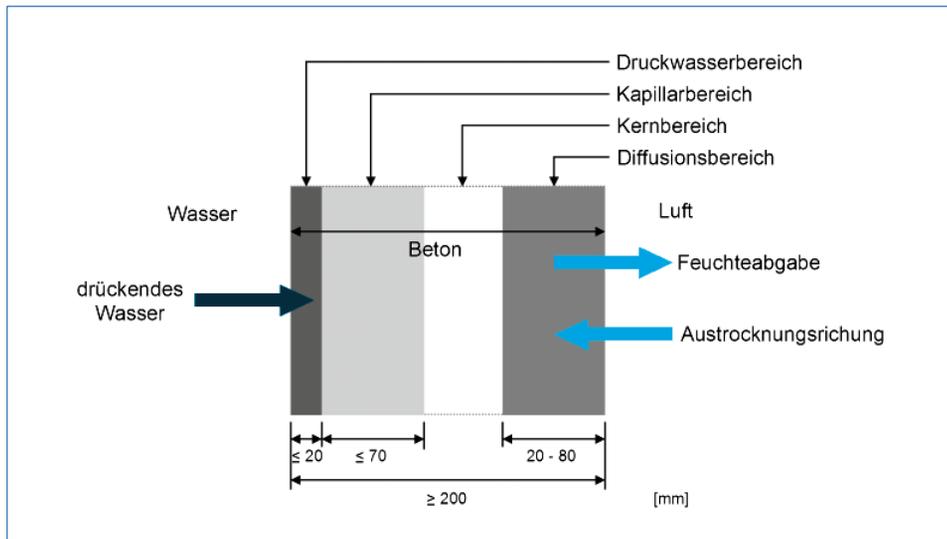


Bild 2.2: Arbeitsmodell für Feuchtebedingungen in einem Bauteilquerschnitt aus Beton (B 35 WU, $w/z \leq 0,55$) unter einseitiger Beaufschlagung mit drückendem Wasser (nach [10])

det ein Wassertransport bis zu einer Eindringtiefe von etwa 70 mm statt (Kapillarbereich). Auf der raumseitigen Bauteiloberfläche erfolgt eine Abgabe der Stofffeuchte an die Raumluft. An diesem Austauschprozess ist aber lediglich eine bis zu 80 mm dicke raumseitige Schicht des Betonbauteils beteiligt (Diffusionsbereich). Der Austritt dieser Ausgleichsfeuchte beeinflusst das Raumklima nur unwesentlich und ist zeitlich begrenzt. Die Festlegung der in der WU-Richtlinie angegebenen Mindestdicken von Bauteilen erfolgte unter Berücksichtigung eines Sicherheitszuschlages so, dass sich der Kapillarbereich und der Diffusionsbereich nicht überschneiden. Hierdurch soll sichergestellt werden, dass kein Feuchtedurchtritt durch den ungerissenen Betonquerschnitt stattfindet. Allerdings kann bei drückendem Wasser ein Wasserdurchtritt durch Trennrisse, Störungen im Betongefüge, undichte Fugen oder Durchdringungen erfolgen. Diese sind entsprechend abzudichten. Zur Vermeidung von Tauwasser auf der Bauteiloberfläche sind bauphysikalische bzw. raumklimatische Maßnahmen zu treffen. Hinweise hierzu sind u.a. in [13] zu finden.

2.2.2 Bemessungswasserstand und Beanspruchungsklassen

Mit der Beanspruchungsklasse wird die Art der Beaufschlagung des Bauwerks oder Bauteils mit Feuchte oder Wasser (Bild 2.3) unter Berücksichtigung der Baugrundeigenschaften und des Bemessungswasserstandes festgelegt.

Der Planung von wasserundurchlässigen Bauwerken aus Beton ist der objektspezifische und parzellenscharfe Bemessungswasserdruck zugrunde zu legen. Dieser ergibt sich aus folgenden Wasserständen:

- bei stark durchlässigen Böden ($k > 10^{-4}$ m/s) aus dem höchsten innerhalb der planmäßigen Nutzungsdauer, nach Möglichkeit aus langjähriger Beobachtung und zu erwartender zukünftiger Gegebenheiten, ermittelten Wasserstand bzw. Hochwasserstand;
- bei wenig durchlässigen Böden ($k \leq 10^{-4}$ m/s) aus dem in der Geländeoberfläche angenommenen Wasserstand bzw. dem höchsten, nach Möglichkeit aus langjähriger Beobachtung ermittelten Hochwasserstand;
- bei von innen drückendem Wasser (Behältern, Becken und dergleichen) aus dem höchsten anzunehmenden Befüllungswasserstand.

Für eine Baumaßnahme muss der Bemessungswasserstand objektbezogen ermittelt werden. Dies ist erforderlich, da sich die Boden- und Grundwasserverhältnisse auch schon hin zu angrenzenden Grundstücken, wie in Bild 2.4 angedeutet, deutlich unterscheiden können. Der Bemessungswasserstand sollte aufgrund von amtlichen Messergebnissen der Grundwasserstände und deren maximaler Schwankungen, die auf langjähriger Beobachtung basieren, festgelegt werden. Rückfragen beim Nachbarn oder Schürfungen an Ort und Stelle reichen in der Regel zur Festlegung des Bemessungswasserstandes nicht aus.

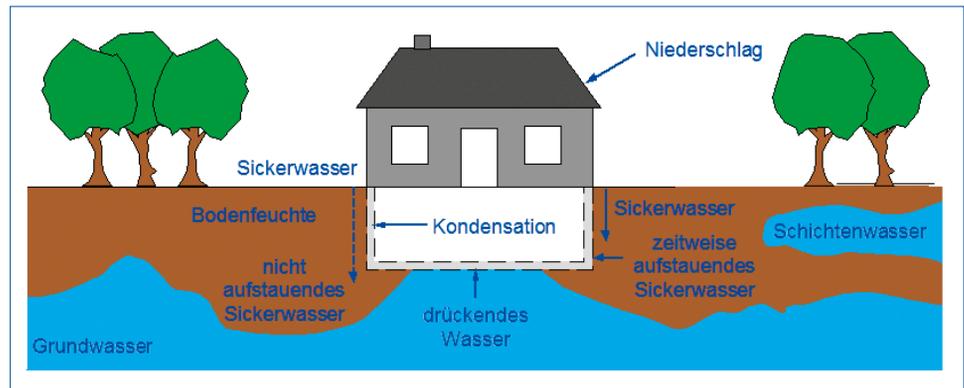


Bild 2.3:
Beanspruchung des
Bauwerks durch Feuchte
und Wasser

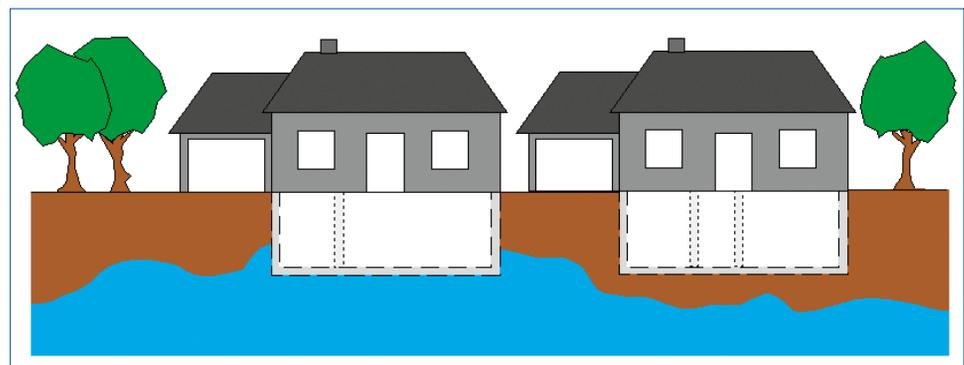


Bild 2.4: Mögliche
unterschiedliche Boden-
und Grundwasserver-
hältnisse bei Nachbar-
bebauungen

Bei der Festlegung des Bemessungswasserstandes sollte auch berücksichtigt werden, dass es innerhalb der planmäßigen Nutzungsdauer eines Gebäudes, z.B. durch den Wegfall einer größeren industriellen Wasserentnahme oder durch Schließung eines Wasserwerks, zu einem Anstieg des Grundwasserspiegels kommen kann, siehe auch Bild 2.5. Der Bemessungswasserstand ist nicht zwangsläufig mit dem von Umweltämtern oder Wasserverbänden gelieferten, höchsten gemessenen Wasserstand (HGW) gleichzusetzen, der in der Regel auf Messdaten der Grundwasserstände oder Grundwasserganglinien basiert. Bei der Ermittlung des Bemessungswasserstandes sind die auf die Messdaten Einfluss nehmenden Faktoren zu berücksichtigen. Dabei wird unterschieden zwischen dauerhaften, planfestgestellten Einflussfaktoren, wie z.B. der Einfluss eines Tiefbauwerks, und unverbindlichen, auf Wasserrecht beruhenden Einflussfaktoren, wie z.B. die Trinkwasserförderung durch Wasserwerke, die Wasserentnahme durch Industrien oder Sumpfungmaßnahmen im Tagebau. In der Regel ist es erforderlich, den Bemessungswasserstand durch einen Bodengutachter oder Hydrogeologen feststellen zu lassen.

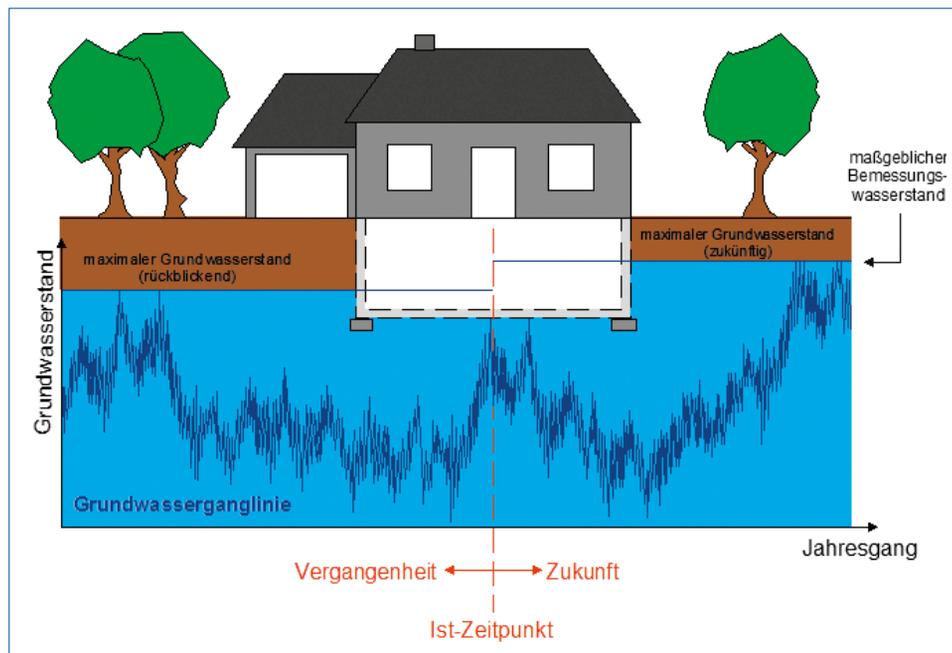


Bild 2.5: Definition des Bemessungswasserstandes

Zur Beschreibung der Beanspruchung durch Wasser wird in der WU-Richtlinie [12] der Begriff »Beanspruchungsklasse« eingeführt, definiert durch die Art der Beaufschlagung des Bauwerks oder Bauteils mit Feuchte oder Wasser. Unter Berücksichtigung der Baugrundeigenschaften und des Bemessungswasserstandes wird zwischen den Beanspruchungsklassen 1 und 2 unterschieden (siehe auch Tabelle 2.1).

Bei Beanspruchungsklasse 1 liegen die Lastfälle »drückendes« bzw. »nichtdrückendes Wasser« oder »aufstauendes Sickerwasser« vor. Eine Differenzierung im Hinblick auf den Bemessungswasserdruck findet statt. Unter nichtdrückendem Wasser wird nach [12] Wasser in tropfbarer flüssiger Form verstanden, das auf Bauteile keinen oder nur einen geringfügigen hydrostatischen Druck ($\leq 0,1$ mWS) ausübt und auf horizontale und geneigte Bauteile im Sinne der DIN 18195-5 (auf Deckenflächen und in Nassräumen) ansteht. Nach [12] ist dieser Lastfall gleichzusetzen mit drückendem Wasser. Bei Beanspruchungsklasse 2 handelt es sich um den Lastfall »Bodenfeuchte« oder »nicht aufstauendes Sickerwasser«.

Tabelle 2.1: Beanspruchungsklassen (nach WU-Richtlinie [12])

Beanspruchungsklasse	Erläuterung
1	drückendes Wasser <ul style="list-style-type: none"> ■ Grundwasser, Schichtenwasser, Hochwasser oder anderes Wasser, das einen hydrostatischen Druck ausübt (auch zeitlich begrenzt, z. B. aufstauendes Sickerwasser)
	nicht drückendes Wasser <ul style="list-style-type: none"> ■ Wasser in tropfbarer, flüssiger Form mit geringem hydrostatischen Druck ($\leq 0,1$ mWS), ausschließlich auf horizontale und geneigte Flächen
	zeitweise aufstauendes Sickerwasser <ul style="list-style-type: none"> ■ Wasser, das sich auf wenig durchlässigen Bodenschichten ohne Dränung aufstauen kann. Diese Beanspruchung liegt bei Einbindetiefen des Bauwerks < 3 m in wenig durchlässigen Böden ohne Dränung vor, wenn die Bauwerksohle mindestens 30 cm über dem Bemessungswasserstand liegt und Bodenart und Geländeform nur Stauwasser erwarten lassen.
2	nicht stauendes Sickerwasser <ul style="list-style-type: none"> ■ Wasser, das bei sehr stark durchlässigen Böden ($k \geq 10^{-4}$ m/s) ohne Aufstau versickern kann ■ Wasser, das bei wenig durchlässigen Böden durch dauerhaft funktionierende Dränung nach DIN 4095 abgeführt wird
	Bodenfeuchte <ul style="list-style-type: none"> ■ kapillar im Boden gebundenes Wasser

2.2.3 Nutzungsklassen

Zur Beschreibung der Nutzung wird in der WU-Richtlinie [12] der Begriff »Nutzungsklasse« eingeführt. Unterschieden wird dabei zwischen den Nutzungsklassen A und B.

Die Nutzungsklasse ist die Festlegung der sich aus der geplanten Nutzung des Bauwerks oder Bauteils ergebenden Anforderung an den Feuchtezustand der Bauteiloberfläche. Sie ist in Abhängigkeit von der Funktion des Bauwerks und von den Nutzungsanforderungen an das Bauwerk oder Bauteil festzulegen.

Bei Nutzungsklasse A handelt es sich um eine hochwertige Nutzung (Wohnungsbau, Lagerräume mit hochwertiger Nutzung), bei Nutzungsklasse B um eine untergeordnete Nutzung, wie sie z.B. bei Einzelgaragen, Tiefgaragen, Installations- und Versorgungsschächten vorliegt. Der Planer muss für das jeweilige Bauobjekt in Abstimmung mit dem Bauherrn bzw. in Abhängigkeit von der Funktion und der angestrebten Nutzung in der Planungsphase die Nutzungsklasse festlegen. In Tabelle 2.2 sind die unterschiedlichen Nutzungsklassen aufgeführt. Beispiele für typische Nutzungen und die zugehörigen Nutzungsklassen zeigen die Bilder 2.6 und 2.7.

Tabelle 2.2: Nutzungsklassen nach [10, 12]

Nutzungsklasse	Wasserdurchtritt		Anwendungsbeispiele
A	nicht zulässig	<ul style="list-style-type: none"> ■ keine Feuchtestellen durch Wasserdurchtritt^{1), 2), 3)} ■ keine wasserführenden Risse und Fugen (auch nicht zeitweise) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Standard für den Wohnungsbau ■ Lagerräume mit hochwertiger Nutzung
B	begrenzt zulässig	<ul style="list-style-type: none"> ■ Feuchtflecken (Dunkelfärbungen) zulässig ■ zeitweise, bis zur Selbstheilung wasserführende Risse⁴⁾ ■ Risse mit längerfristig feuchten Rissufern, jedoch keine Wasseransammlung auf der wasserabgewandten Bauteilseite¹⁾ 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Einzelgaragen, Tiefgaragen ■ Installations- und Versorgungsschächte ■ Lagerräume mit geringen Anforderungen
besondere Vereinbarung	Anforderungen im Bauvertrag oder in den Entwurfsgrundlagen geregelt		

1 Bei Wassertropfen auf der Bauteiloberfläche muss geprüft werden, ob es sich um Oberflächentauwasser handelt.

2 Unterhalb einer innenseitig vorgesehenen Dampfbremse kann sich infolge der Wasserdampfdruckverhältnisse eine hohe Ausgleichsfeuchte des Betons ausbilden, welche die Betonoberfläche dunkel erscheinen lässt, wenn die Dampfbremse entfernt wird. Der Grund hierfür ist die verhinderte Abführung der Baufeuchte. Er hängt nicht mit der gewählten Art der Abdichtung des Bauwerks zusammen.

3 Mit dem »Löschblatttest« kann zuverlässig festgestellt werden, ob es sich bei dunklen Flecken um Feuchtestellen handelt. Ein lose auf die Betonoberfläche aufgelegtes Löschblatt oder saugfähiges Zeitungspapier darf sich nicht infolge Feuchteaufnahme dunkel färben.

4 Der Zeitpunkt des Abschlusses der Selbstheilung muss mit den Nutzungsanforderungen des Bauwerks vereinbar sein.



Bild 2.6: Beispiele für Nutzungsklasse A: (a) Wohnungsbau, (b) Bibliothek und Archiv

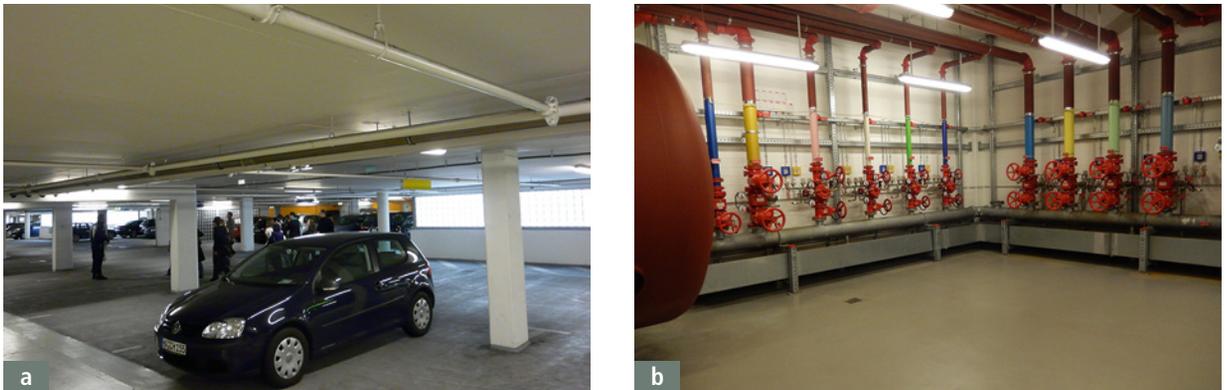


Bild 2.7: Beispiele für Nutzungsklasse B: (a) Tiefgarage, (b) Sprinklerzentrale

Bei einer hochwertigen Nutzung von Untergeschossen in wasserundurchlässigen Bauwerken aus Beton, die von außen durch Wasser beansprucht werden, sind zahlreiche Besonderheiten zu beachten. Dies gilt vor allem auch für die Gebrauchstauglichkeitsanforderungen an das Raumklima. In [13] wird auf die notwendigen bauphysikalischen und raumklimatischen Maßnahmen sowie die besonderen Anforderungen an Planung, Baukonstruktion und Ausführung der »Weißer Wanne« in Abhängigkeit von der Nutzung eingegangen. Hierbei wird zwischen den Nutzungsklassen A^{***}, A^{**}, A^{*} und A⁰ unterschieden, wobei A⁰ der Nutzungsklasse B in [12] zuzuordnen ist. Ein Überblick über die Nutzungsklassen A^{***}, A^{**}, A^{*} und A⁰, die raumklimatischen Anforderungen, Raumbeispiele und die erforderlichen Maßnahmen wird in Tabelle 2.3 gegeben. Die in [13] beschriebenen grundsätzlichen bauphysikalischen und raumklimatischen Aussagen gelten dabei für Räume in erd- und wasserberührten Untergeschossen, die als »Weiße Wannen« oder als »Schwarze Wannen« ausgeführt wurden.

Tabelle 2.3: Differenzierung der Nutzungsklasse A in Abhängigkeit von raumklimatischen Anforderungen (nach [13])

Nutzungs-klasse	Raumnutzung	Raumklima	Beispiele	Maßnahmen ²⁾
A ^{***}	anspruchsvoll	warm, sehr geringe Luftfeuchte, geringe Toleranz der Klimadaten	Archive, Bibliotheken, Technikräume mit feuchteempfindlichen Geräten (Labor, Server usw.), Lager für stark feuchte- oder temperaturempfindliche Güter	Wärmedämmung, Heizung, Zwangslüftung, Klimaanlage (Luftentfeuchtung)
A ^{**}	normal	warm, geringe Luftfeuchte, mäßige Toleranz der Klimadaten	Räume für dauerhaften Aufenthalt von Menschen, wie Versammlungs-, Büro-, Wohn-, Aufenthalts- oder Umkleieräume, Verkaufsstätten; Lager für feuchteempfindliche Güter; Technikzentralen	Wärmedämmung, Heizung, Zwangslüftung, ggf. Klimaanlage
A [*]	einfach	warm bis kühl, normale Luftfeuchte, große Toleranz der Klimadaten	Räume für zeitweiligen Aufenthalt von wenigen Menschen; ausgebaute Kellerräume, wie Hobbyräume, Werkstätten, Waschküche im Einfamilienhaus, Wäschetrockenraum; Abstellräume	Wärmedämmung, ggf. ohne Heizung, natürliche Lüftung (Fenster, Lichtschächte, ggf. nutzerunabhängig)
A ^{0 1)}	untergeordnet	keine Anforderungen	einfache Technikräume (z. B. Hausanschlussraum)	

1 Einordnung in Nutzungsklasse B möglich
2 Baukonstruktive Anforderungen an die Zugänglichkeit der umschließenden Bauteile sind immer erforderlich.

2.3 Mindestdicken der Elementwände

Die Mindestdicken der Elementwände, aber auch der lichte Abstand zwischen den Fertigteilplatten von Elementwänden, werden in der WU-Richtlinie [12] geregelt. Hier sind in Abhängigkeit von der Beanspruchungsklasse Mindestdicken von Bauteilen angegeben, siehe Tabelle 2.4. Bei Beanspruchungsklasse I (drückendes Wasser) beträgt die Mindestdicke von Elementwänden z. B. 240 mm.

Prinzipiell ist die Bauteildicke von Elementwänden aufgrund der Beanspruchung zu bemessen. Hierbei ist zu beachten, dass die Zwangsbeanspruchung mit zunehmender Bauteildicke wächst und dadurch zur Begrenzung der Rissbreiten mehr Bewehrung erforderlich wird. Die Dicke der Elementwände ist so zu wählen, dass die Bauteile unter Beachtung der Betondeckung, der erforderlichen Bewehrungslagen, der Fugenabdichtung und Einbauteile fachgerecht betoniert werden kann und dass die tragende und die dichtende Funktion erfüllt werden können.

Um den fachgerechten Einbau von innenliegenden Fugenabdichtungen und deren sattes Einbinden in den Beton bei dünnen Bauteilen, engen Bewehrungsab-

Tabelle 2.4: Empfohlene Minstdicken von Bauteilen (nach [12])

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

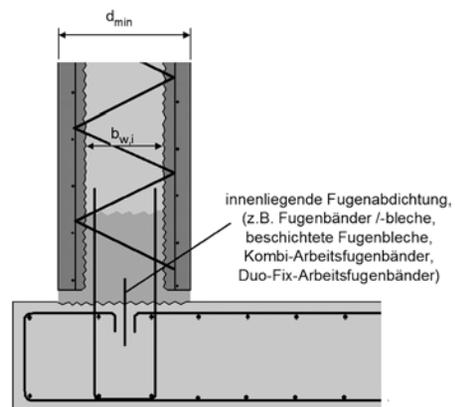
1 Beanspruchungsklasse 1: Drückendes und nichtdrückendes Wasser sowie zeitweise aufstauendes Sickerwasser
2 Beanspruchungsklasse 2: Bodenfeuchte und nichtaufstauendes Sickerwasser
3 Unter Beachtung besonderer betontechnologischer und ausführungstechnischer Maßnahmen ist eine Abminderung auf 200 mm möglich, siehe [10]

ständen oder hoher Bewehrungsdichte zu ermöglichen, sind in [12] Mindestmaße für das lichte Maß zwischen den Bewehrungslagen bei Ortbeton bzw. für das lichte Maß zwischen den Innenflächen der Fertigteilplatten von Elementwänden in Abhängigkeit vom Größtkorn angegeben. Das lichte Maß zwischen den Innenflächen der Fertigteilplatten von Elementwänden mit innenliegender Fugenabdichtung hängt vom Größtkorn des Ortbetons ab. Nach [12] muss der lichte Abstand zwischen den Fertigteilplatten bei einem Größtkorn von 8 mm mindestens 120 mm, bei 16 mm Größtkorn mindestens 140 mm und bei 32 mm Größtkorn mindestens 180 mm betragen. Diese Mindestmaße sind in Tabelle 2.5 aufgeführt. Die Forderung nach Mindestmaßen für lichte Abstände $b_{w,i}$, aber auch die in DIN 18197 [24] angegebenen Mindestabstände zwischen der Anschlussbewehrung und einem Arbeitsfugenband, können dazu führen, dass die Elementwand eine größere Dicke aufweist als die in Tabelle 2.4 angegebene Mindestwanddicke. Entsprechende Beispiele zeigt Bild 2.8. Dies ist bei der Planung der WU-Konstruktion zu berücksichtigen.

Tabelle 2.5: Elementwände – lichter Abstand der Fertigteilplatten (nach [12]¹⁾)

Größtkorn	$b_{w,i}$
8 mm	120 mm
16 mm	140 mm
32 mm	180 mm

Erläuterung



1) Bei Ausnutzung der Minstdicken nach Tabelle 2.4 ist bei Wänden nach WU-Richtlinie [12], Abschnitt 6.1, Absatz 5 ein Größtkorn ≤ 16 mm zu verwenden.

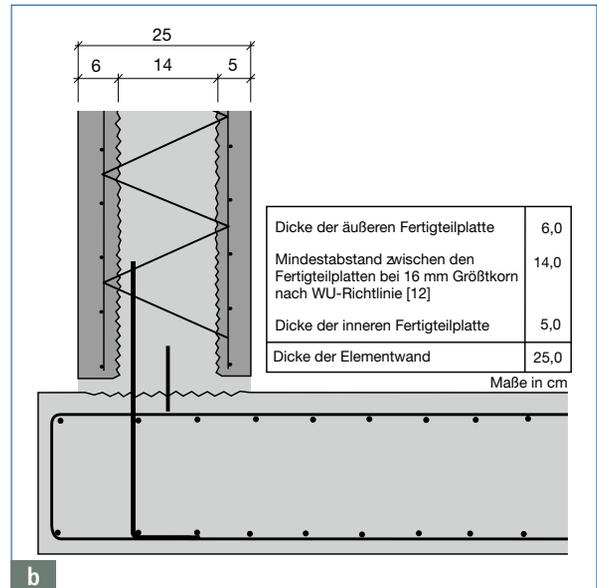
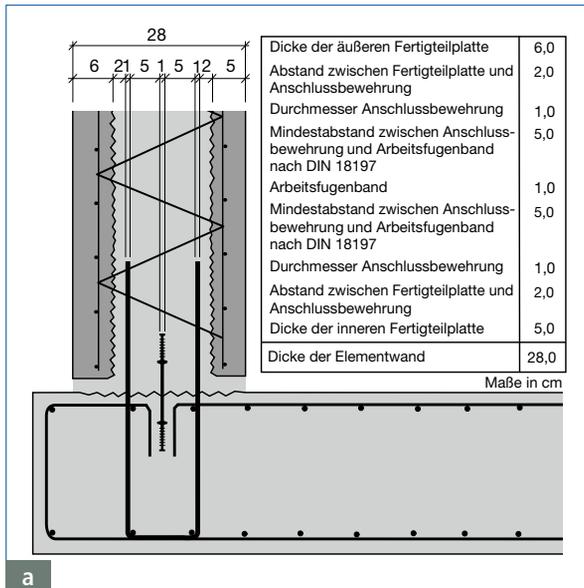


Bild 2.8: Beispiel für die Elementwanddicken: (a) Elementwand mit innenliegendem Arbeitsfugenband und Mindestabstand nach DIN 18197 [24], (b) Elementwand mit 16 mm-Größtkorn und Mindestabstand der Fertigteilplatten nach WU-Richtlinie [12], (c) Elementwand ($d = 30$ cm) mit innenliegender Fugenabdichtung und einem Anstand der Fertigteilplatten von 18 cm

2.4 Entwurfsgrundsätze für Weiße Wannen

Für die Konstruktion von wasserundurchlässigen Bauwerken hat der Planer nach [12] die Wahl zwischen verschiedenen Entwurfsgrundsätzen:

- Verhindern von Trennrissen durch die Vermeidung bzw. Reduzierung von Zwangsspannungen (Grundsatz: Vermeidung von Trennrissen),
- Begrenzung der Trennrisse auf ein Maß, das keinen Wasserdurchtritt ermöglicht oder auf Risse, die sich durch Selbstheilung schließen (Grundsatz: Zulassen von Trennrissen mit begrenzter Rissbreite und Selbstheilung),

c) Rissbreiten, die in Kombination mit Dichtungsmaßnahmen die Anforderungen an die Wasserundurchlässigkeit erfüllen (Grundsatz: Zulassen von Trennrissen und deren planmäßiges Abdichten).

Die Wahl des Entwurfskonzeptes hat Einfluss auf Fugen, Fugenausbildung und -abdichtung. Die unterschiedlichen Entwurfsgrundsätze und mögliche Maßnahmen sind in Tabelle 2.6 gegenübergestellt.

Tabelle 2.6: Entwurfsgrundsätze für wasserundurchlässige Bauteile aus Beton

Entwurfsgrundsatz		Ziel	Maßnahmen
a	Vermeidung von Trennrissen	Verhindern von Trennrissen durch die Vermeidung bzw. Reduzierung von Zwangsspannungen	Konstruktive Maßnahmen <ul style="list-style-type: none"> ■ Lagerungsbedingungen mit geringer Verformungsbehinderung, d. h. möglichst zwangungsfreie Lagerung der Bauteile ■ Anordnung von Sollrissquerschnitten ■ ggf. Anordnung von Bewegungsfugen ■ ggf. Vorspannung
			Betontechnologische Maßnahmen <ul style="list-style-type: none"> ■ Betonrezeptur mit geringer Wärmeentwicklung⁴⁾ ■ Begrenzung der Frischbetontemperatur
			Ausführungstechnische Maßnahmen <ul style="list-style-type: none"> ■ Festlegung geeigneter Betonierabschnitte ■ witterungsabhängige Wahl von Schutzmaßnahmen und Nachbehandlungsverfahren
b	Zulassen von Trennrissen mit beschränkter Rissbreite ³⁾	Begrenzung der Trennrisse auf ein Maß, das keinen Wasserdurchtritt ermöglicht oder die sich durch Selbstheilung schließen ^{1), 2)}	<ul style="list-style-type: none"> ■ voller Zwang mit Trennrissbildung und Rissweitenbegrenzung ■ engliegende, rissverteilende Bewehrung ■ Nachweis zur Begrenzung der Rissweite
c	Zulassen von Trennrissen und deren planmäßige Abdichtung	Trennrissbreiten, die in Kombination mit im Entwurf vorgesehenen Dichtungsmaßnahmen die Anforderungen an die Wasserundurchlässigkeit erfüllen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Einhaltung der Mindestanforderungen an die rechnerische Trennrissbreite nach DIN EN 1992-1-1 [30, 31] ■ Verzicht auf umfangreiche rissverteilende Bewehrung und enge Fugenabstände ■ wasserführende Trennrisse werden planmäßig durch Injektion von Füllstoffen, z. B. Polyurethanharz, verpresst ■ Zugänglichkeit der Bauteile muss dauerhaft gegeben sein
<p>1 vor Beginn der hochwertigen Nutzung bzw. vor Beginn des Ausbaus</p> <p>2 Sofern kein CO₂ an den Riss gelangen kann (z. B. wegen Bekleidungen), bei Vorhandensein von kalklösender Kohlensäure im Wasser oder bei größerer Änderung der Rissbreite kann der Selbstheilungsprozess gestört sein bzw. findet nicht statt.</p> <p>3 Möglichkeiten einer nachträglichen Rissabdichtung sind auf jeden Fall planerisch vorzusehen.</p> <p>4 Zu beachten ist, dass geringere Wärmeentwicklung mit langsamer Festigkeitsentwicklung einhergeht und dadurch längere Ausschalzeiten erforderlich werden.</p>			

Nicht jeder Entwurfsgrundsatz ist für jedes Bauwerk oder Bauteil geeignet. Prinzipiell sollten die Entwurfsgrundsätze in Abhängigkeit von den objektspezifischen Randbedingungen, ggf. auch bauteilspezifisch gewählt werden. So kann z.B. bei Wänden der Entwurfsgrundsatz »Vermeidung von Trennrissen« durch eine ausreichende Anzahl von Sollrissquerschnitten umgesetzt werden, während dies in der Regel bei Bodenplatten nicht möglich ist. Auch können Entwurfsgrundsätze durch die objektspezifischen Randbedingungen ausgeschlossen sein. Dies gilt z.B. für den Entwurfsgrundsatz »Zulassen von Trennrissen mit beschränkter Rissbreite«, der u.a. auf der Selbstheilung von Trennrissen basiert. Voraussetzung für diese ist, dass der erforderliche Wasserdurchfluss für die Selbstheilung vorhanden ist und die in Tabelle 2.7 angegebenen Randbedingungen gelten. Die Selbstheilung kann z.B. gestört sein bzw. findet nicht statt, wenn

- kalklösende Kohlensäure ≤ 40 mg/l im Wasser vorhanden ist oder
- kein CO_2 , z. B. wegen Bekleidungen der Bauteiloberfläche, an den Riss gelangen kann.

Der Entwurfsgrundsatz »Zulassen von Trennrissen und deren planmäßiges Abdichten« ist nur dann sinnvoll, wenn das Bauwerk noch im Rohbau vor dem Ausbau dem Bemessungswasserdruck ausgesetzt wird und die Betonflächen für eine nachträgliche Abdichtung zugänglich sind. Da die Wasserhaltung aber häufig erst nach Beginn oder Abschluss der Ausbaurbeiten abgestellt wird, ist das Erkennen und Abdichten von planmäßig zugelassenen Trennrissen z.T. schwierig und nur mit hohem Aufwand möglich.

Die Wahl des Entwurfsgrundsatzes (a, b oder c) muss vom Planer auf die Nutzungsanforderung (A, B) abgestimmt sein. Beim Entwurfsgrundsatz b (Zulassen von

Tabelle 2.7: Zulässige Trennrissbreiten, wenn der Wasserdurchtritt durch Selbstheilung begrenzt werden soll (nach [12])

Druckgradient $i = \frac{h_w}{h_b}$	Rechenwert der Rissbreite ¹⁾ w_{cal}
mWS/m	mm
≤ 10	0,20
> 10 bis ≤ 15	0,15
> 15 bis ≤ 25	0,10

¹⁾ Nur für Wasser mit kalklösender Kohlensäure ≤ 40 mg/l CO_2 und $\text{pH} \geq 5,5$; andernfalls ist die Selbstheilung nicht ansetzbar

Trennrissen mit beschränkter Rissbreite) kann ein temporärer Wasserdurchtritt nicht ausgeschlossen werden. Dadurch scheidet der Entwurfsgrundsatz b für Bauwerke der Nutzungsklasse A aus und ist somit nur für solche der Nutzungsklasse B geeignet. Zur Umsetzung der Nutzungsklasse A ist in der Regel der Entwurfsgrundsatz a (Vermeiden von Trennrissen), in Sonderfällen auch der Entwurfsgrundsatz b (Zulassen von Trennrissen und deren planmäßiges Abdichten) zielführend. Letzterer setzt

aber u.a. die raumseitige Zugänglichkeit der Außenbauteile voraus. Dies ist aber bei erfolgtem Innenausbau in der Regel nicht mehr gegeben. Unabhängig vom gewählten Entwurfsgrundsatz können unplanmäßige Trennrisse prinzipiell aber bei jedem der Entwurfsgrundsätze auftreten. Wasserführende Trennrisse sind nach WU-Richtlinie [12], Abschnitt 12 abzudichten. Ein entsprechendes Abdichtungskonzept für Trennrisse gehört zu dem WU-Konzept eines-Bauwerks.

2.5 Beton – Anforderungen und Eigenschaften

Für die Elementwände ist nach der WU-Richtlinie [12] ein Beton mit hohem Wassereindringwiderstand nach DIN EN 206-1 [28] und DIN 1045-2, Abschnitt 5.5.3 [21] zu verwenden, siehe auch Tafel 2.4. Bei Bauteildicken ≤ 40 cm gilt:

- $(w/z)_{eq} \leq 0,60$,
- Mindestdruckfestigkeit C 25/30,
- Zementgehalt $\leq 280 \text{ kg/m}^3$ bzw. 290 kg/m^3 bei Anrechnung von Zusatzstoffen.

Zusätzlich ist bei Wänden das Größtkorn auf ≤ 16 mm beschränkt.

Bei Ausführung der in der WU-Richtlinie angegebenen Mindestbauteildicke (siehe Tabelle 2.4 und Bild 2.8) ist ein Beton mit $(w/z)_{eq} \leq 0,55$ und einem Größtkorn von 16 mm zu verwenden. Wird die Mindestbauteildicke um 15 % erhöht, d.h. um ca. 30 bis 35 mm, darf nach [10] der $(w/z)_{eq}$ -Wert von 0,55 auf 0,60 angehoben werden.

Die Dichtigkeit der Elementwand hängt maßgeblich von der Qualität und Dichtigkeit des Betons im Schalenzwischenraum ab. Insbesondere bei Wänden mit Mindestwanddicke muss nach [12] ein Beton mit der Konsistenzklasse F3 oder weicher verwendet werden, um einen fehlerstellenfreien Betoneinbau zu ermöglichen. Dies gilt in besonderem Maße für den Fußpunkt der Elementwand. Hier sind ein fehlerstellenfreier Betoneinbau, eine

vollständige Füllung des Hohlraums der Elementwand sowie eine satte Umhüllung der Fugenabdichtung zwingend erforderlich. Aus diesem Grund fordert die WU-Richtlinie bei Elementwänden mit Mindestwanddicke eine Anschlussmischung mit einem Größtkorn von 8 mm. Dies gilt nach [12] auch bei Elementwänden mit größeren Wandquerschnitten, wenn beim Betonieren mit freien Fallhöhen über 1 m gearbeitet wird, siehe Bild 2.9 und 2.10. Die Höhe der Anschlussmischung sollte mindestens 30 cm betragen bzw. der Wanddicke entsprechen.



Bild 2.9: Einsatz einer Betonpumpe beim Betonieren der Elementwände



Bild 2.10: Einbringen des Ortbetons in die Elementwand mit dem Betonierschlauch

Neben den Anforderungen an den Beton mit hohem Wassereindringwiderstand sind die sich aus der für das Bauteil zutreffenden Expositionsklassen nach DIN 1045-2 [21] ergebenden Anforderungen einzuhalten. Damit eine ausreichende Verarbeitbarkeit des Betons gegeben ist, sollte die Konsistenzklasse F3 oder weicher gewählt werden. Gegebenenfalls ist die Verwendung von Zementen mit niedriger Hydratationswärmeentwicklung günstig, um die Zwangsspannungen und somit die Rissgefahr innerhalb des Bauteils zu reduzieren.

Beton mit hohem Wassereindringwiderstand ist nach [22] der Überwachungsklasse 2 zuzuordnen, d.h., neben der Eigenüberwachung durch die ständige Betonprüfstelle des Bauunternehmens ist auch eine Fremdüberwachung durch eine anerkannte Überwachungsstelle erforderlich. Lediglich wenn der Baukörper maximal nur zeitweilig aufstauendem Sickerwasser ausgesetzt ist und wenn in der Projektbeschreibung keine andere Festlegung getroffen worden ist, liegt nach [22] die Überwachungsklasse 1 vor. Nur in diesem Fall ist die Eigenüberwachung des Bauunternehmens ausreichend.

2.6 Hinweise zu Bewehrung und Konstruktion

Die Bewehrungsführung ist so festzulegen, dass der Beton einwandfrei eingebracht und verdichtet werden kann, siehe auch DIN 1045-3 [22]. Außerdem sind alle Arbeitsfugen planmäßig festzulegen und entwurfsmäßig auszuführen, in der Regel mit einer Fugenabdichtung. Dies gilt auch für ungewollte Arbeitsfugen als Folge unvorhersehbarer Arbeitsunterbrechungen.

Typisch für das Bauen mit Elementwänden sind die Stoßfugen zwischen den einzelnen Elementen. Diese müssen wie Sollrissquerschnitte mit einer ausreichenden Schwächung des Betonquerschnitts ausgebildet werden. Für Nutzungsklasse A ist der Einbau einer Fugenabdichtung, einer Sollrissfugen-

schiene oder eines Dichtrohres in die Stoßfugen erforderlich. Entsprechende Beispiele zeigen die Bilder 2.11a und b. Diese Fugenabdichtung muss in der Lage sein, den Sollrissquerschnitt auch bei der mit der zu erwartenden Rissöffnung verbundenen Verformung abzudichten. Für Nutzungsklasse B ist anstelle einer Fugenabdichtung alternativ auch eine Begrenzung der Trennrissbreite zulässig.

Für Elementwände mit abgedichteten Sollrissquerschnitten gilt der Nachweis der Trennrissfreiheit als erbracht, wenn die Sollrissquerschnitte so gewählt werden, dass Risse infolge von Lasten und Zwang in den dazwischen liegenden Bereichen vermieden werden.



Bild 2.11: Ausbildung der Stoßfugen von Elementwänden als Sollrissquerschnitt mit Dichtrohren (a) bzw. Sollrissfugenschienen (b)

2.7 Bauausführung

In der WU-Richtlinie, Kapitel 11 werden u.a. Hinweise zur Bauausführung und zu Herstellung, Anlieferung und Montage von Fertigteilen und Elementwandplatten sowie zum Einbau des Ortbetons gegeben.

Elementwände sind so zu montieren, dass sie nicht beschädigt werden. Wenn bei der Montage Risse entstehen, sind sie durch Dichtmaßnahmen nach WU-Richtlinie [12], Abschnitt 12.2 oder 12.3 zu schließen. Sonstige Schadstellen sind nach Abschnitt 12.4 zu beheben.

Vor der Montage der Elementwände sind die Arbeitsfugen Bodenplatte/Wand zu säubern und vorzunässen, siehe Bild 2.12. Die Elementwände müssen mindestens 30 mm hoch aufgeständert werden, siehe [12, 15–17]. Bei den fertig montierten Elementwänden sind die Innenseiten der Fertigteilplatten ausreichend lange vorzunässen. Diese Arbeiten dürfen nur bei einer Oberflächentemperatur der Elementwände von über 0 °C durchgeführt werden.

Beim Betonieren der Elementwände darf die auf den Montageplänen angegebene Betoniergeschwindigkeit nicht überschritten werden. Die allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen sind hierbei zu beachten. Der Beton ist gleichmäßig in etwa 500 mm hohen, waagerechten Lagen einzubringen. Hierbei ist der Beton bei den Elementwänden im gesamten Betonierabschnitt stets gleichzeitig hochzuführen. Waagerechte Arbeitsfugen innerhalb der Elementwand sind nicht zulässig. Sie dürfen nur in Höhe der Bodenplatten und der Geschossdecken angeordnet werden. Um Hohlräume und Kiesnester zu vermeiden und um eine ausreichende Haftung zwischen Ortbeton und Fertigteilen herzustellen, muss der Beton sorgfältig verdichtet werden, siehe Bild 2.13.

Anfangs- und Endzeitpunkte der einzelnen Arbeitsschritte, wie z. B.

- Vornässen,
- Entladung der Fahrmischer und
- Betonieren

müssen in einem Protokoll dokumentiert werden.



Bild 2.12: Vornässen der Arbeitsfugen und der Ortbeton-Fertigteilanschlüsse vor dem Betonieren



Bild 2.13: Verdichten des Betons mit einem Innenrüttler

2.8 Fugenabdichtungen

In der WU-Richtlinie [12], Kapitel 11 wird die Fugenabdichtung behandelt. Demnach dürfen als Fugenabdichtung nur Bauprodukte verwendet werden, für die durch einen Verwendbarkeitsnachweis gemäß Bauregelliste A Teil 1 und 2 nachgewiesen ist, dass sie die für den Verwendungszweck maßgebenden Anforderungen erfüllen. Dieser muss »Angaben zu Beanspruchungsart, Druckhöhe, Fugenart mit zugehöriger zulässiger Verformung, Eignung für Wasserwechselbeanspruchung« sowie »Hinweise zur baustellengerechten Handhabung (Temperatur- und Feuchtebedingungen, Untergrundvorbereitung, Einbaubedingungen, gegebenenfalls Überdeckungsweiten bei Klebeabdichtungen)« und »Angaben über den Nachweis der dauerhaften Funktionsfähigkeit« enthalten.

Dabei wird unterschieden zwischen

- Fugenbändern nach DIN 18541 [27],
- unbeschichteten Fugenblechen nach WU-Richtlinie [12] und
- allen anderen Fugenabdichtungssystemen mit einem Verwendbarkeitsnachweis in Form eines allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses (abP), aus dem hervorgeht, dass das System die für den Verwendungszweck maßgebenden Anforderungen erfüllt.

Bild 2.14 zeigt ein unbeschichtetes Fugenblech in der Arbeitsfuge zwischen Bodenplatte und Elementwand, Bild 2.15 ein Arbeitsfugenband Duo-Fix 150, dessen Verwendbarkeit mit einem allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnis (abP) nachgewiesen ist.

Für unbeschichtete Fugenbleche ersetzen die Regelungen der WU-Richtlinie [12], Abschnitt 10.2 hinsichtlich Abmessungen, Einbau und Stoßausbildung einen



Bild 2.14: Unbeschichtetes Fugenblech in der Arbeitsfuge zwischen Bodenplatte und Elementwand



Bild 2.15: Fugenabdichtungssystem mit Arbeitsfugenband Duo-Fix 150

Verwendbarkeitsnachweis. Auch für Fugenbänder nach DIN 18541 [27], deren Verwendungsregeln durch DIN 18197 [24] festgeschrieben sind, ist kein Verwendbarkeitsnachweis erforderlich.

Bezüglich der Anwendung von kunststoffmodifizierter Bitumendickbeschichtung ist zusätzlich zu einem Verwendbarkeitsnachweis die Richtlinie für die Planung und Ausführung von Abdichtungen mit kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtungen (KMB-Richtlinie) [8], Teil B, Abschnitt 5, zu beachten.

2.9 Rauigkeit der Fertigteilplatten

In der WU-Richtlinie wird von der Annahme ausgegangen, dass sich durch einen Verbund und eine hohlraumfreie Verbindung zwischen dem Kernbeton und den Fertigteilplatten der Elementwand ein monolithisch wirkendes Bauteil ausbildet. Hierzu müssen die Innenoberflächen der Fertigteilplatten eine ausreichende Rauigkeit besitzen.

Eine großflächige und glatte Zementschlammeschicht an den Innenoberflächen der Fertigteilplatten führt zu einem unzureichenden Verbund von Kernbeton und Fertigteilplatten und ist daher zu vermeiden.

Bei der Herstellung der Elementwände wird die kornraue Oberfläche durch eine auf die Verdichtungseinheit abgestimmte Betonzusammensetzung und -konsistenz erzeugt, ggf. auch durch zusätzliches Aufrauen der Oberfläche mit einem Stahlrechen und/oder dem zusätzlichen Einstreuen von geeigneten Zuschlägen auf die Innenoberfläche der frisch betonierten Fertigteilplatte vor dem Verdichten. Die Bilder 2.16 a bis e zeigen Beispiele für Elementwände mit unterschiedlicher Rauigkeit.

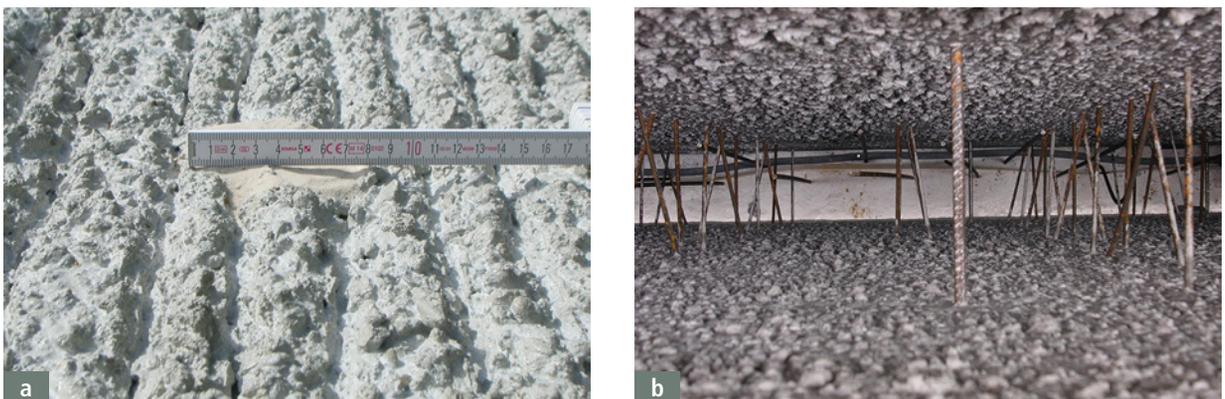


Bild 2.16: Fertigteilplatten von Elementwänden mit unterschiedlicher Rauigkeit: (a) $R_t = 5,0$ mm, (b) $R_t = 3,1$ mm

Die WU-Richtlinie [12] fordert eine vollflächige kornraue Verbundfläche, deren mittlere Rautiefe R_t mindestens 0,9 mm (besser $R_t \geq 1,5$ mm) betragen muss. Die mittlere Rautiefe muss nach [12] mit dem Sandflächenverfahren in Anlehnung an DIN EN 1766 [29] bei der Erstprüfung und monatlich während der laufenden Produktion an gesonderten, mindestens 1 m² großen Platten im Alter von drei Tagen nach Herstellung bestimmt werden. Die Herstellung der Prüfplatten sowie die Ergebnisse der Rautiefenprüfung sind zu dokumentieren. Der Ablauf der Rauigkeitsprüfung und ein entsprechendes Beispiel sind in Kapitel 4.3 beschrieben

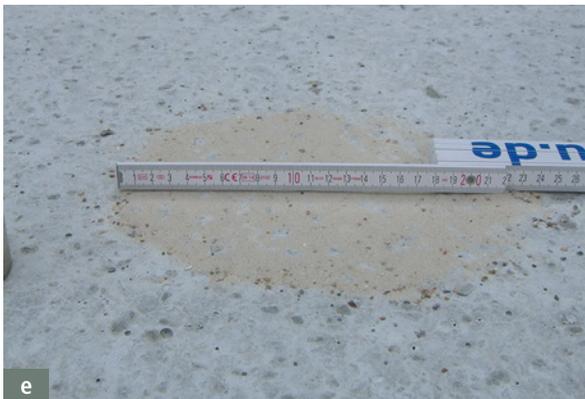


Bild 2.16 (Fortsetzung): Fertigteilplatten von Elementwänden mit unterschiedlicher Rauigkeit: (c) $R_t = 1,6$ mm, (d) $R_t = 0,9$ mm, (e) $R_t = 0,6$ mm

3 Planung von Untergeschossen aus Elementwänden

3.1 Aufgaben der Planung

Die fachgerechte Planung und Ausführung von wasserundurchlässigen Bauwerken aus Beton (Weiße Wannen) ist eine anspruchsvolle Aufgabe, die vom Planer vertiefte Fachkenntnisse und Erfahrung erfordert. Dies gilt in besonderem Maße für Weiße Wannen, die – wie in Bild 3.1 zu sehen – in Elementbauweise errichtet werden.



Bild 3.1: Planung einer Weißen Wanne in Elementwandbauweise

Die planerische Gesamtleistung von Weißen Wannen umfasst u. a. folgende Planungsaufgaben:

- Wahl des richtigen Betons,
- Wahl der Bauteilabmessungen, Festlegung der Bewehrung, der Bewehrungsführung, des Bewehrungsgrades, des größtmöglichen Stabdurchmessers und des maximalen Bewehrungsabstandes, die einen fachgerechten Einbau der Fugenabdichtung und des Betons erlauben,
- Planung sämtlicher Fugen, Sollrissquerschnitte, Durchdringungen und deren Abdichtung unter Berücksichtigung fehlerfreier Ausführbarkeit und
- Planung der Betonierabschnitte und Arbeitsfugen.

Weitere Hinweise sind u. a. in [10, 13] zu finden.

Hinweise zu Verantwortlichkeiten bei der Planung von hochwertig genutzten wasserundurchlässigen Bauwerken aus Beton gibt Tabelle 3.1.

Bei der Planung von wasserundurchlässigen Bauwerken aus Beton, die als Elementwandkonstruktion erstellt werden, sind einige Besonderheiten zu beachten, auf die im Folgenden eingegangen wird.

Tabelle 3.1: Verantwortlichkeiten bei der Planung von hochwertig genutzten wasserundurchlässigen Bauwerken aus Beton [13]

Aufgabe	Baugrundgutachter	Bauphysiker	Bauherr	Objektplaner	Tragwerksplaner	TGA-Planer	Bauausführender
Festlegung der Nutzungsanforderungen, Definition Raumklima			V	M			
Festlegung der Nutzungsklasse			M	V			
Vorgaben zu flexibler Umnutzbarkeit			V	M			
EnEV-Nachweis, Bemessung Wärmedämmung, Nachweis Tauwasser		V		M			
Angabe von Beanspruchungsklasse und Bemessungswasserstand	V						
Angabe der chemischen Zusammensetzung des anstehenden Wassers	V						
Festlegung der Bauteilabmessungen				M	V		
Prognose der Rissbreitenänderung während der Nutzung					V		
Entwurfsgrundsatz gemäß WU-Richtlinie (evtl. differenziert nach Bauteilen)				M	V		
Aufklärung des Bauherrn über Konsequenzen aus dem Entwurfsgrundsatz				V	M		
Risikoverteilung hinsichtlich des Entwurfsgrundsatzes			V	M	M		M
Planung aus dem Entwurfsgrundsatz erforderlich werdender Rissverfüllarbeiten (Regelung über Art/Eigenschaften von zu verwendendem Füllgut, Verfahren usw.)				M	V		M
Planung der Zugänglichkeit für Abdichtungsarbeiten während der Nutzung				V		M	
Planung verträglicher Oberflächenbeläge/Beschichtungen		M		V			
Planung und Konstruktion von Dehn-/Arbeits-/Sollrissfugen				M	V		M

Tabelle 3.1 (Fortsetzung): Verantwortlichkeiten bei der Planung von hochwertig genutzten wasserundurchlässigen Bauwerken aus Beton [13]

Aufgabe	Baugrundgutachter	Bauphysiker	Bauherr	Objektplaner	Tragwerksplaner	TGA-Planer	Bauausführender
Planung des Heizungs-, Klima-, Lüftungskonzeptes				M		V	
Betondeckung/Expositionsklasse/Mindestfestigkeitsklasse des Betons					V		
Rechenwert der Betonzugfestigkeit des jungen Betons					V		
Betonzusammensetzung					M		V
Planung und Durchführung der Nachbehandlung							V
Planung unplanmäßig erforderlich werdender Rissverfüllarbeiten (Regelung über Art und Eigenschaften von zu verwendendem Füllgut, Verfahren usw.)				M	M		V
Planung Zeitpunkt Abstellen Wasserhaltung und Zeitpunkt WU-Prüfung				M	V		M
V – Verantwortung (beinhaltet Verpflichtung zur Einbindung der Mitwirkenden und Beschaffung der Informationen)					M – Mitwirkung		

3.2 Besonderheiten bei der Planung von Untergeschossen aus Elementwänden

Elementwände werden im Fertigteilwerk entsprechend den CAD-Daten maßgenau gefertigt. Die maximalen Abmessungen der Elementwände werden im Fertigteilwerk durch die Fertigungs- oder Produktionsvorrichtung und auf der Baustelle durch die Tragkraft des Krans begrenzt. Türen, Fenster, Rohrdurchführungen, Aussparungen, Wandanschlussschienen, Rückbiegeanschlussschienen etc. sowie Einbauteile für den Ausbau werden schon werkseitig in die Elementwände eingebaut und müssen genau geplant sein.

In der Regel erfolgt im Fertigteilwerk eine Umbemessung der Ortbetonkonstruktion auf die Elementwandbauweise. Dabei gelten DIN EN 1992-1-1 [31] und DIN EN 1992-1-1/NA [30], Abschnitt 9.6. Hinweise zur Bemessung sind u.a. auch in [42, 51] zu finden. Die Expositionsklassen nach DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/

NA und die erforderliche Betondeckung der Bewehrung sind an jeder Stelle im Bauteil einzuhalten und bestimmen die Dicke der Fertigteilplatten. Je nach Expositions-kategorie ergeben sich im Regelfall Schalendicken zwischen 5 und 7 cm. Bild 3.2 zeigt den Grundriss eines in Ortbeton geplanten und in Elementbauweise ausgeführten Untergeschosses.

Vor Produktion der Elementwände ist die Elementwandkonstruktion durch das Bauunternehmen bzw. den Statiker sorgfältig zu prüfen. Dabei ist u.a. zu kontrollieren, ob die

- Abmessungen der einzelnen Elemente (Höhe, Breite, Wanddicke),
 - Betondeckung,
 - Vermaßung,
 - Lage, Art und Abmessungen von Türen, Fenstern, Aussparungen, Treppenauf-lager usw.,
 - Brüstungshöhen,
 - Lage von Wandanschlusschienen, Rückbiegeanschlüssen u. a.,
 - Art, Durchmesser und Lage von Rohrdurchführungen und Futterrohren und die
 - Lage und Art sonstiger Einbauteile
- den Vorgaben entsprechen. Darüber hinaus sind
- Krantragkraft/Elementgröße/Gewicht der einzelnen Elementwände,
 - Liefertermine der Elementwände und die
 - Lieferreihenfolge der Elementwände

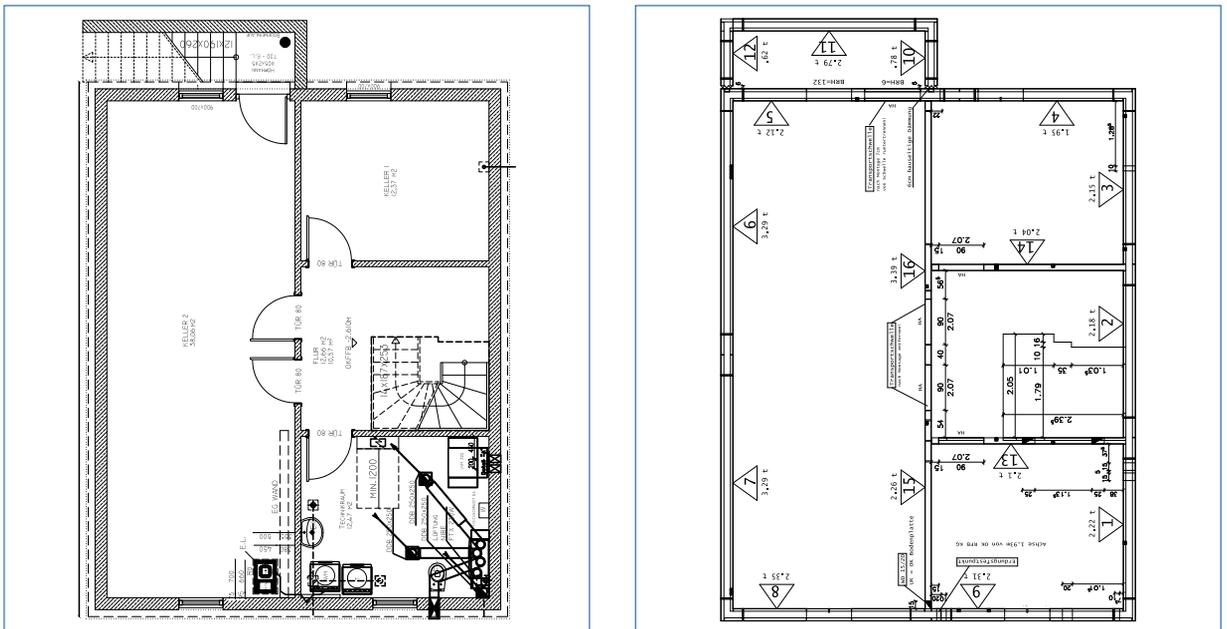


Bild 3.2: Umwandlung des Untergeschosses eines Einfamilienhauses von Ortbetonbauweise (links) in Elementwandbauweise (rechts)

zu prüfen. Wichtig ist es auch, nochmals zu kontrollieren, ob die Elementwände auch als Bauteile für WU-Konstruktionen geplant sind. Die Fertigung der Elementwände erfolgt erst nach Freigabe durch das Bauunternehmen bzw. den Statiker.

Für die Erstellung eines detaillierten Montageplans und für die Fertigungspläne sind folgende Unterlagen erforderlich:

- statische Berechnung,
- Schal- oder ggf. Architektenpläne mit Grundriss und Schnitten,
- Anschlussdetails für Mauerwerk, Treppen und Treppenpodeste, Ortbetonwände oder -stützen, Ausführungsdetails für Schlitze, Aussparungen, Öffnungen, Einbauteile, wie z.B. Rohrdurchführungen oder Futterrohre.

Mit dem Statiker/Tragwerksplaner sind u.a. folgende Fragen zu klären:

- Können die Stoßfugen – wie in der WU-Richtlinie vorgesehen – als abgedichteter Sollrissquerschnitt ausgeführt werden oder müssen vereinzelte oder alle Stöße durch entsprechende Bewehrungszulagen biegesteif ausgeführt werden?
- Müssen – wenn es sich um größere Bauwerke handelt – Dehn- oder Bewegungsfugen angeordnet werden? Und wenn ja, an welchen Stellen?
- Soll/kann die Bodenplatte mit/ohne Fundamentvorsprung ausgeführt werden und wenn ja, wie groß muss der Fundamentvorsprung sein?
- Ist eine Anschlussbewehrung erforderlich oder kann darauf statisch verzichtet werden?
- Soll die Anschlussbewehrung (wenn sie erforderlich ist) – wie in Bild 3.3 dargestellt – ein- oder zweischneidig ausgebildet werden?

Für die Dichtigkeit des Bauwerks ist die Fugenabdichtung von entscheidender Bedeutung. Voraussetzung für ein funktionierendes Abdichtungssystem ist die fachgerechte Planung der Fugenabdichtung einschließlich aller Detailpunkte.

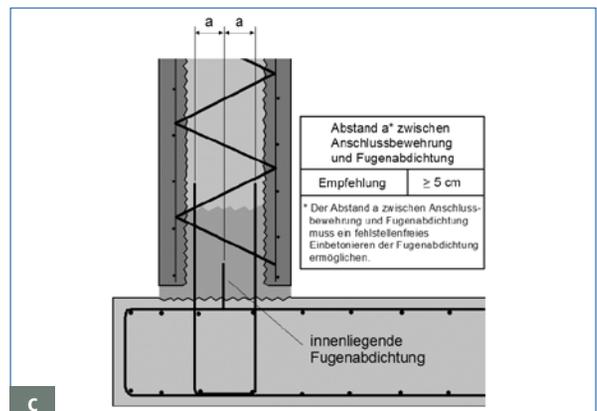
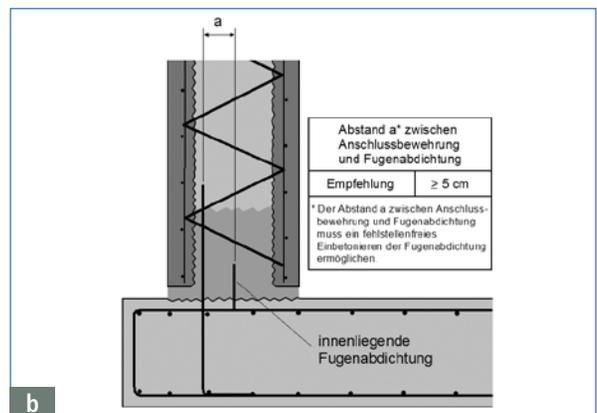
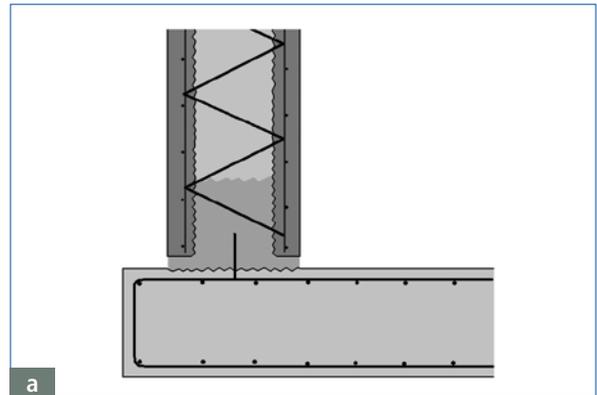


Bild 3.3: Ausbildung der Arbeitsfuge zwischen Bodenplatte und Elementwand ohne Anschlussbewehrung (a), mit einschneidiger Anschlussbewehrung (b) und mit zweiseitiger Anschlussbewehrung (c)

Die Abdichtung sämtlicher Fugen und Durchdringungen muss vom Planer schon in der Planungsphase unter Berücksichtigung fehlstellenfreier Ausführbarkeit einschließlich der erforderlichen Qualitätssicherungsmaßnahmen detailliert festgelegt werden. Dabei handelt es sich um die Abdichtung folgender Fugen:

- Arbeitsfugen zwischen Bodenplatte und Elementwand,
- Stoßfugen zwischen Elementen,
- ggf. Dehnfugen,
- ggf. Schalltrennfugen,
- Durchdringungen.

Bild 3.4 zeigt ein Beispiel einer Abdichtung der Arbeitsfuge zwischen Bodenplatte und Elementwand mit einem innenliegenden Fugenabdichtungssystem, Bild 3.5 Dichtrohre in den als Sollrissquerschnitte ausgebildeten Ecken und Stößen eines aus Elementwänden erstellten Kellers.



Bild 3.4: Abdichtung der Arbeitsfuge zwischen Bodenplatte und Elementwand mit einem innenliegenden Fugenabdichtungssystem



Bild 3.5: Dichtrohre in den als Sollrissquerschnitte ausgebildeten Ecken und Stößen eines aus Elementwänden erstellten Kellers

Die Planung der Fugen und ihrer Abdichtung darf nicht erst vor Ort auf der Baustelle geschehen. Leider werden Details oftmals nicht oder nur unzureichend durchdacht und geplant oder die Lösung von Detailfragen wird der Baustelle überlassen. Schon beim Entwurf des Bauwerks müssen Art, Ausbildung und Abdichtung der Fugen in die Planungsüberlegungen einfließen. Hierbei muss der Planer zum einen die wechselseitige Beeinflussung von Fuge, Abdichtung und Bewehrung beachten, zum anderen ist darauf zu achten, dass die Lösungen auf der Baustelle auch umsetzbar sind und sie sich möglichst leicht in den Arbeitsablauf einfügen lassen. Bild 3.6 verdeutlicht die gegenseitige Beeinflussung von Bewehrungsführung und Fugenabdichtung am Beispiel der Arbeitsfuge zwischen Bodenplatte und Elementwand. Erfolgt die Fugenabdichtung mit einem Arbeitsfugenband oder einem unbeschichteten Fugenblech, ist eine Unterbrechung oder Absenkung der oberen Bewehrungslage