

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 | Stand: Mai 2016

Lektorat: Thomas Altmann

Herstellung: Andreas Preising

Layout: Fraunhofer IRB Verlag

Umschlaggestaltung: Martin Kjer

Satz: Fotosatz Buck, Kumhausen

Druck: Firmengruppe APPL, aprinta druck GmbH, Wemding

1. Nachdruck, Mai 2016

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 fehlerstellenfrei 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 »Weißten 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 Lehmberg, Herrn Dipl.-Ing. Martin Lingemann, Herrn Felix Lorenz, Herrn Dipl.-Ing. Thorsten Matten, Herrn Dipl.-Ing. Michael Müller, Herrn Georg Napravník, 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	Entwurfgrundsätze 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	Biegeeweiche 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 Fugenabdichtungsbandern	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

