

Rainer Hohmann

Elementwände im drückenden Grundwasser richtig ausgeführt

Planung – Anforderungen – Bauausführung – Schwachstellen – Fehlervermeidung

1 Einleitung

Das Bauen mit Elementwänden erfreut sich seit Mitte der 90er-Jahre zunehmender Beliebtheit. Die industrielle Vorfertigung, Just-in-Time-Anlieferung und schnelle Montage sowie das Entfallen aufwendiger Schalungsarbeiten beschleunigen den Baufortschritt und reduzieren den Personal- und Materialeinsatz auf der Baustelle. Auch wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton, die sogenannten »Weißen Wannen«, können in Elementwandbauweise erstellt werden. Entsprechende Beispiele zeigt Abb. 1.

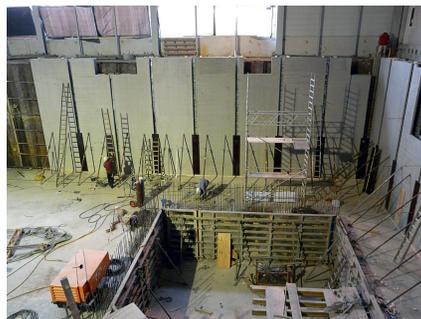


Abb. 1: Beispiele für WU-Konstruktionen aus Elementwänden

Das Bauen mit Elementwänden bietet bei fachgerechter und fehlerfreier Ausführung Vorteile, da durch die Elementabmessungen systembedingt Sollrissquerschnitte angelegt sind und bei Elementwänden im Vergleich zur Ortbetonbauweise deutlich reduzierte Zwangspannungen auftreten. Das ist auf eine geringere Hydratationswärmeentwicklung infolge des kleineren Ortbetonquerschnitts und das Abführen eines Teils der Hydratationswärme durch die Fertigteilplatten zurückzuführen. Mit diesem Vorteil kommt die Elementwandbauweise dem Entwurfsgrundsatz [a] (Vermeiden von Trennrissen) der WU-Richtlinie [4] entgegen.

Allerdings erfordert das Bauen mit Elementwänden die besondere Aufmerksamkeit bei der Planung, Bauausführung und Überwachung. Insbesondere bei der Bauausführung zeigt sich oftmals eine deutliche Diskrepanz zwischen Theorie und Praxis. Wichtige Arbeitsschritte werden auf der Baustelle oftmals nicht, falsch oder nicht sorgfältig genug ausgeführt, Fehlstellen im Ortbeton sind schwer zu entdecken und die vielen bauartbedingten Fugen und ihre Abdichtungssysteme sind potentielle fehlerträchtige Bauteile.

In dem Beitrag werden Hinweise für die Planung und Ausführung sowie zur Fehlervermeidung gegeben und typische Fehler aufgezeigt. Ausführlich wird das Bauen mit Elementwänden in [16] behandelt.

2 Elementwände in der WU-Richtlinie

Die Bauweise mit Elementwänden ist in der WU-Richtlinie [4] geregelt. Hierbei wird von der Annahme ausgegangen, dass sich durch einen Verbund und eine hohlraumfreie Verbindung zwischen dem Kernbeton und den Fertigteilplatten ein monolithisch wirkendes Bauteil ausbildet.

2.1 Rauigkeit der Fertigteilplatten

Damit sich ein Verbund und eine hohlraumfreie Verbindung zwischen dem Ortbeton und den Fertigteilplatten einstellen und sich ein monolithisch wirkendes Bauteil bilden kann, müssen die Innenoberfläche der Fertigteilplatten eine ausreichende Rauigkeit besitzen. Die WU-Richtlinie [4] fordert eine vollflächige kornraue Verbundfläche, deren mittlere Rautiefe R_t mindestens 1,5 mm betragen muss.

Die Fertigteilplatten der Elementwände müssen ausreichende Rauigkeit besitzen

Eine mangelnde Rauigkeit und eine großflächige, dicke Zementschlammesicht an der Innenoberfläche führen zu einem unzureichenden Verbund. Abb. 2 zeigt Beispiele für Fertigteilplatten, bei denen die Anforderungen an die Rauigkeit erfüllt bzw. nicht erfüllt werden.



Abb. 2: Fertigteilplatten, bei denen die Anforderungen an die Rauigkeit erfüllt (oben) bzw. nicht erfüllt (unten) werden.

Die mittlere Rautiefe muss an den Innenoberflächen der äußeren und der inneren Fertigteilplatte. Nach [4] ist die Rauigkeit der Elementwände in der laufenden Produktion durch Sichtprüfung und Vergleich mit der Referenzplatte zu kontrollieren und je Lieferung zu dokumentieren. Im Zweifelsfall ist die Rauigkeit im Werk, z.B. nach dem Sandflächenverfahren, zu prüfen.

Auf der Baustelle ist die Rauigkeit stichprobenartig durch Sichtprüfung bei Anlieferung zu prüfen und zu dokumentieren. Auch hier ist die Rauigkeit im Zweifelsfall zu prüfen, z.B. nach dem Sandflächenverfahren. Elementwände mit nicht ausreichender Rauigkeit sollten nicht verwendet werden.

2.2 Mindestdicken der Elementwände

Die Mindestdicken der Elementwände, aber auch der lichte Abstand zwischen den Fertigteilplatten von Elementwänden bzw. zwischen Bewehrungslagen werden in der WU-Richtlinie [4] in Abhängigkeit des Größtkorns geregelt. Die einzelnen

Maße sowie die Empfehlungen für Wanddicken von Elementwänden bei hochwertiger Nutzung und Beanspruchungsklasse 1 (drückendes Wasser und aufstauendes Sickerwasser) sind in Abb. 3 dargestellt.

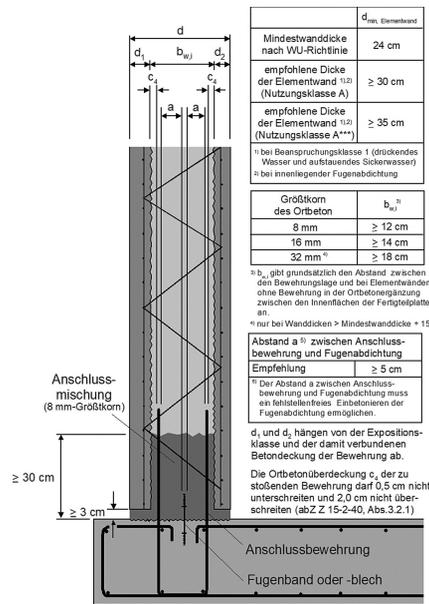


Abb. 3: Maße und Abstände beim Bauen mit Elementwänden

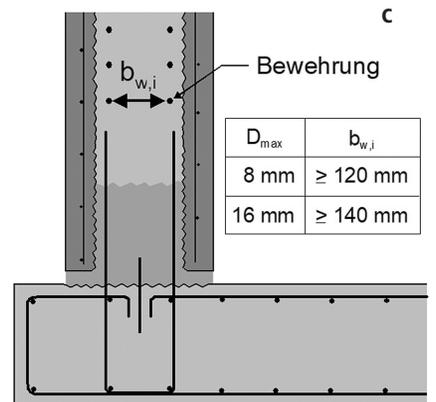
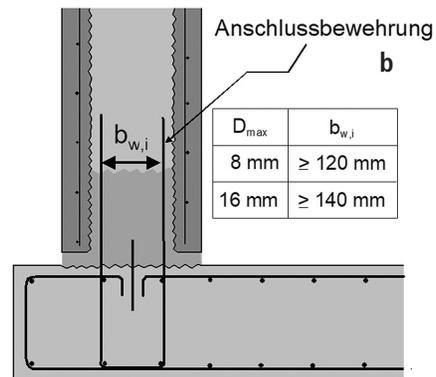
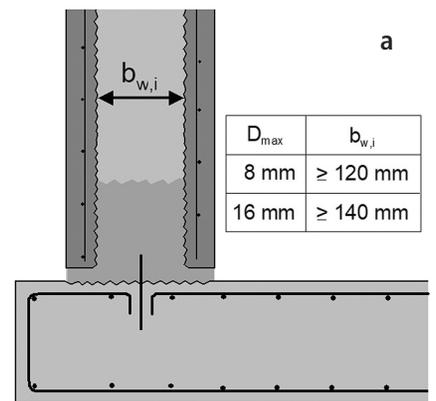
Die in der WU-Richtlinie [4] angegebene Mindestwanddicke beträgt 24 cm. In der Baupraxis haben sich in Hinblick auf eine sichere Ausführbarkeit und Betonierbarkeit bei innenliegenden Fugenabdichtungssystemen für Nutzungs-kategorie A (nach [4]) Elementwände mit Dicken ≥ 30 cm, für Nutzungs-kategorie A*** (nach [6]) mit Dicken ≥ 35 cm bewährt.

Elementwände mit Dicken ≥ 30 cm bei Nutzungs-kategorie A empfohlen (bei innenliegender Fugenabdichtung)

In der WU-Richtlinie [4] wird auch das lichte Innenmaß $b_{w,i}$ zwischen den Fertigteilplatten bzw. zwischen Bewehrungslagen in Abhängigkeit des Größtkorns angegeben. Bei Elementwänden mit Mindestwanddicke ist das Größtkorn auf ≤ 16 mm begrenzt. Diese Innenmaße sind in Abb. 4 aufgeführt. Bei Elementwänden mit einer Wanddicke $>$ Mindestwanddicke + 15 % (d. h., $d > 0,276$ cm) und einem $b_{w,i} \geq 18$ cm kann auch ein Beton mit einem Größtkorn von 32 mm verwendet werden. Die Regelungen bzw. Empfehlungen für eine Anschlussmischung bleiben davon unberührt, siehe Kapitel 2.3.

Bei Elementwänden mit Bewehrung ist $b_{w,i}$ das innere lichte Maß zwischen den Bewehrungslagen des Ortbetonkerns, bei Elementwänden ohne Bewehrung im

Zwischenraum ist $b_{w,i}$ der lichte Abstand der Innenflächen der Fertigteilplatten der Elementwand (Abb. 4). Dadurch wird im Regelfall bei Elementwänden mit Bewehrung und einer innenliegenden Fugenabdichtung eine Erhöhung der Wanddicke erforderlich. Alternativ ist objektiv ggf. auch die Abdichtung mit einem vollflächig aufgeklebten streifenförmigen Fugenabdichtungsband möglich (Abb. 4 e). In diesem Fall ist z. B. bei einer einschnittigen Anschlussbewehrung keine Vergrößerung der Bauteildicke erforderlich.



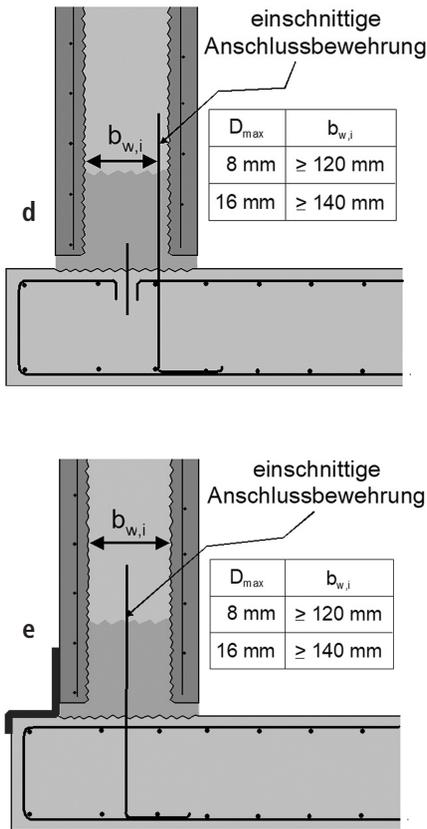


Abb. 4 a-e: Lichte Innenmaße $b_{w,i}$ zwischen den Fertigteilplatten bzw. der Bewehrung bei Elementwänden (bei Mindestwanddicke)

2.3 Beton

Für die Elementwände ist nach der WU-Richtlinie [4] ein Beton mit hohem Wassereindringwiderstand nach DIN EN 206-1 [13] und DIN 1045-2, Abschnitt 5.5.3 [7] mit einem Wasserzementwert $(w/z)_{eq} \leq 0,60$ und einer Mindestdruckfestigkeit C 25/30 zu verwenden.

Bei Ausführung der in der WU-Richtlinie [4] angegebenen Mindestbauteildicke (siehe auch Abb. 3) ist für Elementwände ein Beton mit $(w/z)_{eq} \leq 0,55$ und einem Größtkorn von 16 mm zu verwenden.

Elementwänden mit Mindestbauteildicke: Beton mit $(w/z)_{eq} \leq 0,55$ und einem Größtkorn von 16 mm

Die Dichtigkeit der Elementwand hängt maßgeblich von der Qualität und Dichtigkeit des Betons im Plattenzwischenraum ab. Insbesondere bei Wänden mit Mindestwanddicke muss nach [5] ein Beton mit der Konsistenzklasse F 3 oder weicher verwendet werden, um einen fehlerfreien Betoneinbau zu ermöglichen.

Dies gilt im besonderen Maße für den Fußpunkt der Elementwand. Hier sind ein

fehlerfreier Betoneinbau, eine vollständige Füllung des Hohlraums der Elementwand sowie eine satte Umhüllung der Fugenabdichtung zwingend erforderlich.

Aus diesem Grund fordert die WU-Richtlinie [4] bei Elementwänden mit Mindestbauteildicke eine Anschlussmischung mit einem Größtkorn von 8 mm. Dies gilt nach [4] auch bei Elementwänden mit größeren Wandquerschnitten, wenn beim Betonieren mit freien Fallhöhen über 1 m gearbeitet wird. Die Höhe der Anschlussmischung sollte mindestens 30 cm betragen.

Anschlussmischung mit 8 mm Größtkorn mindestens 30 cm hoch einbauen

2.4 Überwachungsklasse

Beton mit hohem Wassereindringwiderstand ist nach [3, 8] der Überwachungsklasse 2 zuzuordnen, d. h., neben der Eigenüberwachung durch die ständige Betonprüfstelle des Bauunternehmens ist auch eine Fremdüberwachung durch eine anerkannte Überwachungsstelle erforderlich.

Bei Beanspruchungsklasse 1 gilt für den Beton Überwachungsklasse 2

Lediglich, wenn der Baukörper maximal nur zeitweilig aufstauendem Sickerwasser ausgesetzt ist und wenn in der Projektbeschreibung keine andere Festlegung getroffen worden ist, liegt nach [3, 8] die Überwachungsklasse 1 vor. Nur in diesem Fall ist die Eigenüberwachung des Bauunternehmens ausreichend.

3 Planung von Elementwänden

Die fachgerechte Planung 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 in Elementbauweise errichtet werden.

3.1 Allgemeine Hinweise

In der Regel erfolgt im Fertigteilwerk auch eine Umbemessung der Ortbetonkonstruktion auf die Elementwandbauweise. Dabei gilt DIN EN 1992-1-1 [12] und DIN EN 1992-1-1/NA [10], Abschnitt 9.6. Die Expositionsklassen nach DIN EN 1992-1-1 [12] und DIN EN 1992-1-1/NA [11] und die erforderliche Betondeckung der Bewehrung sind an jeder Stelle im Bauteil einzuhalten und bestimmen die Dicke der Fertigteilplatten. Je nach Expositionsklas-

se ergeben sich im Regelfall Plattendicken zwischen 5 – 7 cm.

Elementwände werden im Fertigteilwerk entsprechend den CAD-Daten maßgenau gefertigt. Dabei werden

- Türen
 - Fenster
 - Rohrdurchführungen
 - Wandanschlussschienen
 - Rückbiegeanschlüsse
 - Aussparungen etc.
 - Einbauteile für den Ausbau
 - Dübel und Ankerhülsen
 - Durchführungen für Ringerder schon werkseitig in die Elementwände eingebaut. Dies setzt ein hohes Maß an Vorplanung voraus, z. B. der
 - Dicke der Elementwand im Zusammenhang mit innenliegender Fugenabdichtung und fehlerfreier Betonierbarkeit. Sie ist so zu wählen, dass die Bauteile unter Beachtung der Betondeckung, der erforderlichen Bewehrungslagen, der Fugenabdichtung und der Einbauteile fachgerecht betoniert werden können und dass die tragende und die dichtende Funktion erfüllt werden können.
 - Lage, Art und Abmessungen von Türen, Fenstern, Aussparungen, Treppenauflagern, Durchdringungen, Anschlusschienen, Rückbiegeanschlüssen, Ankerhülsen und Dübeln, u. a.
 - Expositionsklasse (als Grundlage für die Festlegung der Dicke der Fertigteilplatten)
- Darüber hinaus muss der Planer u. a. folgende Punkte bedenken:
- Art der Anschlussbewehrung (keine, ein- oder zweischnittige Anschlussbewehrung)
 - Ein- oder zweiachsig gespannte Elementwand
 - Lichter Abstand der Fertigteilplatten bzw. der horizontalen Bewehrung im Elementwandstoß
 - Ausbildung des Wandkopfes, ggf. längere äußere Fertigteilplatte als Randabschalung für die Decke, gleich hohe innere und äußere Fertigteilplatte oder eine längere innere Fertigteilplatte
- Die Abmessung der einzelnen Elementwände hängt u. a. von der Geometrie des Bauwerkes, von der Fertigungs- oder Produktionsvorrichtung im Fertigteilwerk, aber auch von Kranangaben (Kranart, Kranlastdiagramm, Kranstandort, Entladepunkt) ab.
- Ein Kran mit geringerer Traglast führt u. U. dazu, dass bereichsweise mehrere Elementwände mit kleineren Abmessungen, statt wenige mit größeren Ab-

messungen eingebaut werden müssen. Damit sind zum einen eine größere Anzahl von Stoßfugen verbunden, zum anderen zeitliche Nachteile. Die Montagezeit einer 6 m langen Elementwand unterscheidet sich kaum von der einer 3 m langen Elementwand. Bei zwei kurzen Elementwänden verdoppelt sich demnach im Vergleich zu einer längeren Wand die Montagezeit.

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

- Abmessungen einzelner Elemente (Höhe, Breite, Wanddicke, Dicke der Fertigteilplatten)
- Betondeckung
- Bewehrungszulagen
- Vermassung
- Lage, Art und Abmessungen von Türen, Fenstern, Aussparungen, Treppenaufleger, u. a.
- Brüstungshöhen
- Lage von Wandanschlussschienen, Rückbiegeanschlüsse, Maueranschlussschienen, u. a.
- Art, Durchmesser und Lage von Rohrdurchführungen und Futterrohren
- Lage und Art sonstiger Einbauteile den Vorgaben entsprechen. Wichtig ist es auch, nochmals zu kontrollieren, ob die Elementwände auch als Bauteile für WU-Konstruktionen geplant sind. Darüber hinaus sind insbesondere folgende Punkte zu prüfen:

- Krantragkraft- /Elementgröße / -gewicht der einzelnen Elementwände
 - Liefertermine der Elementwände
 - Lieferreihenfolge der Elementwände
- Nach der Freigabe durch das Bauunternehmen bzw. den Statiker erfolgt die Produktion der Elementwände im Fertigteilwerk.

3.2 Fugen und deren Planung

Bei Elementwänden müssen die horizontale Arbeitsfuge zwischen der Bodenplatte und der Wand sowie die Stoßfugen zwischen den einzelnen Elementen abgedichtet werden (Abb. 5). Die Stoßfugen zwischen den Elementen sind im Regelfall als Sollrissquerschnitte auszubilden.



Abb. 5: Abdichtung der Elementwand mit Fugenband in der Arbeitsfuge Bodenplatte – Wand und einem Dichtrohr in der Stoßfuge

Neben der Arbeitsfuge zwischen Bodenplatte und Elementwand und den Stoßfugen können weitere Fugen bei WU-Konstruktionen mit Elementwänden auftreten, z. B.

- Arbeitsfugen im Elementwandstoß
- vertikale Arbeitsfugen in der Elementwand
- vertikale Arbeitsfugen bei Elementwänden
- Anschlüsse einer Elementwand an eine Ortbetonwand
- horizontale Arbeitsfugen am Wandkopf
- Dehnfuge in der Elementwand

Ausgewählte Beispiele zeigen die Bilder 6 - 8. Ausführlich werden die unterschiedlichen Fugenarten in [16] behandelt.

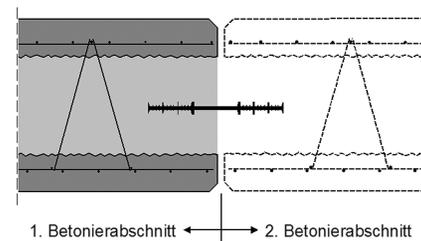


Abb. 6: Innenliegendes Arbeitsfugenband A 320 in die vertikale Arbeitsfuge bei einer Elementwand

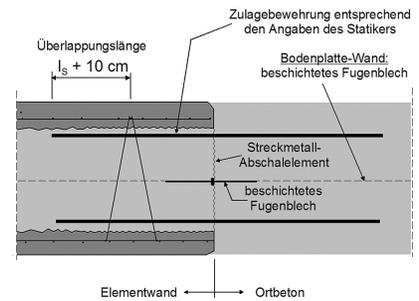


Abb. 7: Biegesteifer Anschluss einer Elementwand an eine Ortbetonwand

Horizontale Arbeitsfugen dürfen nur in der Höhe der Bodenplatte und der Geschossdecke, nicht aber innerhalb der Elementwände angeordnet werden. Daher darf es beim Betonieren der einzelnen Betonierabschnitte nicht zu längeren Unterbrechungen kommen. Insbesondere im Sommer kann es temperaturbedingt zu einem frühen Ansteifen des Betons und dadurch zu Trennschichtbildung kommen.

Der Zeitpunkt des Betonierens ist ggf. so zu wählen, dass es nicht durch verkehrsbedingte Probleme (Stoßzeiten, Berufsverkehr, Engpässe an Baustellen) zu Lieferverzögerungen und damit ggf. zu Betonierunterbrechungen und unbeabsichtigten horizontalen Arbeitsfugen in der Elementwand kommen kann.

Aus den aufgeführten Gründen kann es ggf. sinnvoll sein, in Abhängigkeit der objektbezogenen Randbedingungen, wie Bauwerksgröße, Wanddicke, Beton, Temperaturbedingungen und Betonfördersystem (Betonpumpe oder Kübel), die zu betonierenden Kellerwände mittels Streckmetall-Abschalelement in mehrere Betonierabschnitte zu unterteilen.

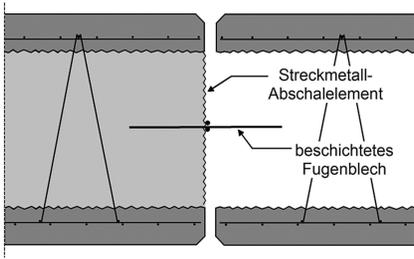


Abb. 8: Streckmetallabschalung mit integriertem beschichtetem Fugenblech zur Herstellung einer vertikalen, »abgedichteten« Arbeitsfuge im Elementwandstoß

Die Ausführung der Stoßfuge bei Elementwänden hängt u.a. vom statischen Konzept der Wandkonstruktion ab. Nach WU-Richtlinie Abschnitt 9.2 (5) [4] sind Stoßfugen von Elementwänden im Regelfall als Sollrissquerschnitte auszubilden, eine Bewehrung in der Stoßfuge, z. B. ein Bügelkorb, ist in diesem Fall nicht sinnvoll. Die Ausbildung von Stoßfugen als Sollrissquerschnitt ist nach [1, 2] dann zulässig, wenn beim Standsicherheitsnachweis des Wandabschnittes eine beidseitig gelenkige Lagerung angenommen und auf die Berücksichtigung günstig wirkender Momente verzichtet wird.

Sollrissquerschnitte bewirken, dass Zwangsspannungen im Bauteil, die zur Trennrissbildung führen können, durch Entstehung eines Risses an geplanter Stelle, im Falle von Elementwänden in der Stoßfuge, abgebaut werden können. In Stoßfugen, die als Sollrissquerschnitt ausgeführt werden, muss eine Fugenabdichtung eingebaut werden. Die Abdichtung der Stoßfugen kann z. B. mit Dichtrohren oder Sollrissfugenschienen erfolgen.

Bei einer zweiachsig gespannten Elementwand muss die Querbewehrung über den Elementwandstoß geführt und der Stoß zwischen den einzelnen Elementen biegesteif hergestellt werden. Ggf. in dem Stoß auftretende Risse müssen abgedich-

tet werden. Das Beispiel für einen entsprechenden Wandstoß zeigt Abb. 9. Die horizontale Bewehrung in den Stoßfugen führt im Vergleich zu Elementwänden ohne horizontale Bewehrung im Regelfall zu einer Erhöhung der Wanddicke, siehe Kapitel 2.2 oder auch Abb. 4.

Nach dem Aufstellen der Elementwände kann die querlaufende Bewehrung über eine Aussparung in die Elementwand eingefädelt werden. Hierzu müssen die Elementwände mit einer entsprechend verkürzten inneren Fertigteilplatte hergestellt werden. Nach dem Einfädeln der Querbewehrung wird die Aussparung bauseits abgeschalt und mit der Elementwand ausbetoniert.

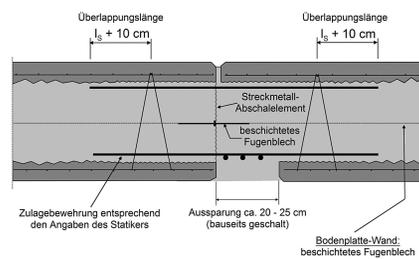


Abb. 9: Biegesteifer Stoß einer Elementwand

3.3 Planung der Abdichtung für Elementwände

Die Fugenabdichtung muss schon in der frühen Planungsphase im Detail geplant werden. Bei der Planung der Fugenabdichtung sind einige wichtige Regeln zu beachten, insbesondere Folgendes:

- Alle Fugen und Durchdringungen müssen dauerhaft wasserdicht ausgebildet werden.
- Dichtungstechnisch gesehen sollten die Fugenabdichtungen, z. B. die in der Arbeitsfuge zwischen Bodenplatte und Wand und die in den Stoßfugen, möglichst in einer Ebene liegen.
- Die Fugenabdichtung der verschiedenen Fugen muss zueinander passen und ein geschlossenes »lückenloses« Abdichtungssystem ergeben.
- Bei einem innenliegenden Fugenabdichtungssystem muss die Bewehrung

und die Fugenabdichtung aufeinander abgestimmt sein, d. h., es muss ein ausreichender Abstand zwischen Anschlussbewehrung bzw. Fertigteilplatten zur Fugenabdichtung eingeplant werden.

- Dauerhaft freibleibende Enden des Fugenabdichtungssystems müssen, soweit der Bemessungswasserstand keinen entsprechenden Zuschlag enthält, mindestens 30 cm über den Bemessungswasserstand geführt werden.
- Stöße und Anschlüsse sind planmäßig wasserdicht auszuführen, z. B. als geschweißter Stoß oder geklemmter Stoß mit dichtender Zwischenlage. Ein Überlappungsstoß ist nach [4] nicht zulässig.

Der Planer muss entscheiden, ob er ein innen- oder außenliegendes Fugenabdichtungssystem einsetzen möchte. Ein entscheidender Parameter hierbei ist die Zugänglichkeit der äußeren Bauteiloberfläche. Für die Abdichtung der Fugen mit einer außen aufgetragenen Fugenabdichtung ist die Zugänglichkeit der Wandoberfläche und ein ausreichend breiter Arbeitsraum eine zwingende Voraussetzung.

Typische Beispiele, bei denen mangels Zugänglichkeit einer oder mehrerer Bauteilseiten eine Fugenabdichtung mit einer außenliegenden streifenförmigen Fugenabdichtung nicht möglich ist, sind z. B. Doppel- und Reihenhäuser, Bauwerke mit engen Baugruben oder Trägerbohl- bzw. Bohrpfahlwänden ohne ausreichenden Arbeitsraum, siehe Abb. 10.



Abb. 10: Beispiele, bei denen mangels Zugänglichkeit einer oder mehrerer Bauteilseiten eine Fugenabdichtung mit einer außenliegenden Fugenabdichtung nicht möglich ist

Da in diesen Fällen die abzudichtende Bauteilseite nicht zugänglich ist und der Wechsel der Abdichtungsebene von einer außenliegenden streifenförmigen Fugenabdichtung auf eine innenliegende Fugenabdichtung nicht fachgerecht als geschlossenes Fugenabdichtungssystem ausgebildet werden kann, ist die Abdichtung mit einem außenliegenden Fugenabdichtungssystem keine Option. Abb. 11 verdeutlicht die Problematik.

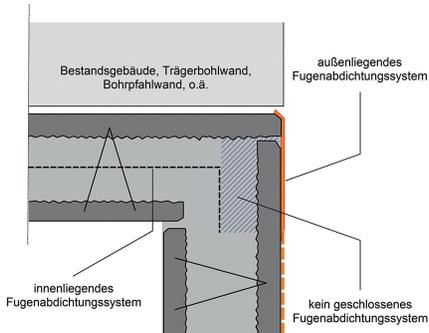


Abb. 11: Offenes Fugenabdichtungssystem bei Wechsel der Abdichtungsebene von außen- auf innenliegend (Horizontalschnitt)

3.4 Beispiel für Abdichtungssysteme für Fugen und Durchdringungen bei Elementwänden

3.4.1 Innenliegende Fugenabdichtungssysteme für Arbeitsfugen

Für die Abdichtung der Arbeitsfuge zwischen der Bodenplatte und der Elementwand stehen unterschiedliche Abdichtungssysteme zur Verfügung, u. a.

- Arbeitsfugenbänder (nach DIN 18541 [10])
- Kombi-Arbeitsfugenband KAB
- Arbeitsfugenband Duo-Fix 150 Plus
- Arbeitsfugenbänder AF 15 M
- unbeschichtete Fugenbleche (nach [4])
- beschichtete Fugenbleche

Die unterschiedlichen Fugenabdichtungssysteme sind ausführlich u. a. in [9, 15, 16] beschrieben.

Prinzipiell sind die genannten Fugenabdichtungssysteme lagerichtig und -sicher in der Arbeitsfuge zu fixieren. Dabei ist die erforderliche Mindesteinbindetiefe in die Bodenplatte zu beachten. Zwischen dem Fugenabdichtungssystem und der Anschlussbewehrung bzw. den Fertigteilplatten sollte mindestens ein Abstand von 50 mm eingehalten werden, damit ein vollständiges Einbetonieren des Fugenabdichtungssystems möglich ist. Ein nachträgliches Eindrücken der Fugenabdich-

tungssysteme in den frischen Beton ist nicht zulässig. Stöße und Anschlüsse sind druckwasserdicht herzustellen.

Überlappungsstöße sind nicht zulässig

Überlappungsstöße, wie in Abb. 12 gezeigt, sind nach [4] nicht zulässig.



Abb. 12: Beispiel für einen nicht zulässigen Überlappungsstoß unbeschichteter Fugenbleche

Vor dem Betonieren ist die Fuge und die Fugenabdichtung von Verschmutzungen und ggf. Eis zu befreien.

3.4.2 Fugenabdichtungssysteme für Stoßfugen und Sollrissquerschnitte

3.4.2.1 Dichtrohre

Dichtrohre werden zur Ausbildung und Abdichtung von Sollrissquerschnitten in Wänden eingesetzt. Der Aufbau eines Dichtrohres ist in Abb. 13 dargestellt. Durch die Dichtrohre wird der Wandquerschnitt gezielt geschwächt, ein Riss provoziert und dieser gleichzeitig durch das Dichtrohr gegen Wasserdurchtritt abgedichtet. Die Abdichtung erfolgt durch die profilierten Sperranker, d. h., durch Vergrößerung des Wasserumlaufweges. Voraussetzung für die gewünschte Dichtwirkung ist die vollständige Einbindung der Sperranker in den Beton.

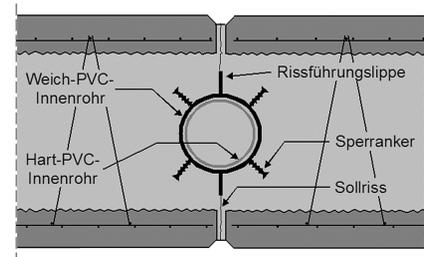


Abb. 13: Dichtrohr zur Ausbildung und Abdichtung von Sollrissquerschnitten

Das Dichtrohr muss lagerichtig und -sicher im Sollrissquerschnitt eingebaut werden. Ein einfaches Einstellen in die Elementwand ist nicht zulässig. Es ist so zu befestigen, dass es seine Lage beim Betonieren nicht verändern kann.

Dichtrohre werden bauseitig vor dem Einbau auf Raumhöhe gekürzt, an der Unterseite mit einem Schlitz versehen und auf das in der Arbeitsfuge verlaufende Fugenblech oder -band, KAB oder Duo-Fix 150 Plus aufgesteckt, siehe auch Abb. 14. Dabei sind Dichtrohre so einzubauen, dass die Rissführungslippen im 90° Winkel zur Bauteiloberfläche angeordnet sind.

Der Fußpunkt ist bei dem System »Dichtrohr« der kritische Punkt. Der Anschluss des Dichtrohres an die Fugenabdichtung in der Arbeitsfuge erfolgt nicht durch einen geklemmten oder geschweißten Anschluss als geschlossenes System, sondern dadurch, dass das Dichtrohr an der Unterseite, wie in Abb. 14 dargestellt, durch einen Betonpfropfen verschlossen ist.

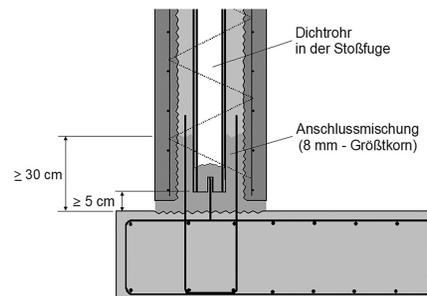


Abb. 14: Ausbildung des Fußpunktes beim Dichtrohr

Damit das untere Ende des Dichtrohrs vollständig einbetoniert werden kann, ist darauf zu achten, dass zwischen der Unterkante des auf das Fugenblech oder -band aufgesteckten Dichtrohrs und der Bodenplatte ein Mindestabstand von 50 mm eingehalten wird, siehe Abb. 14. Typische Beispiele für einen fachgerecht und nicht fachgerecht ausgeführten Fußpunkt beim Dichtrohr zeigt Abb. 15.



Abb. 15: Fachgerecht (links) und nicht fachgerecht (rechts) ausgeführter Fußpunkt beim Dichtrohr

3.4.2.2 Sollrissfugenschienen

Sollrissfugenschienen bestehen aus zwei Blechen, von denen eines mit einer Beschichtung versehen ist, während das andere Blech diese Beschichtung hingegen nicht aufweist und aus einem unbeschichteten Fugenblech besteht. Beispiele für Sollrissfugenschienen zeigt Abb. 16.

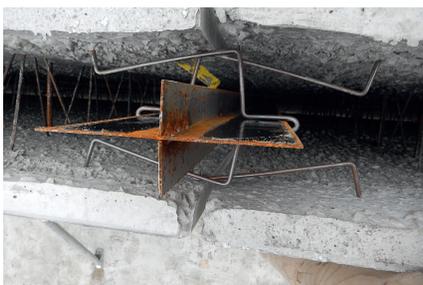


Abb. 16: Beispiele für Sollrissfugenschienen in einem Elementwandstoß (links: Sollrissfugenschiene, die an einer der Fertigteilplatten befestigt werden muss; rechts: Sollrissfugenschiene, die »selbsttragend« ist und am Wandkopf mit speziellen Bügeln fixiert wird)

Die Aufgabenteilung der beiden Bleche ist einfach. Das unbeschichtete Blech führt zu einer Schwächung der Konstruktion und ist parallel zum gewünschten Sollriss angeordnet. Durch diese Schwächung soll es den Trennriss hervorrufen. Das beschichtete Blech ist rechtwinklig zum geplanten Sollriss angeordnet und übernimmt die Aufgabe der Abdichtung des Trennrisses. Für Eckstöße werden spezielle Sollrissfugenschienen angeboten, siehe auch [4].

Sollrissfugenschienen müssen lage-richtig in der Sollrissfuge eingebaut und so befestigt sein, dass sie sich beim Betonieren nicht verschieben können. Am Fußpunkt sind sie wasserdicht an das in der Arbeitsfuge zwischen Bodenplatte und Elementwand eingebaute beschichtete Fugenblech anzuschließen. Der Stoß wird mit speziellen Stoßklammern gesichert, siehe Abb. 17.

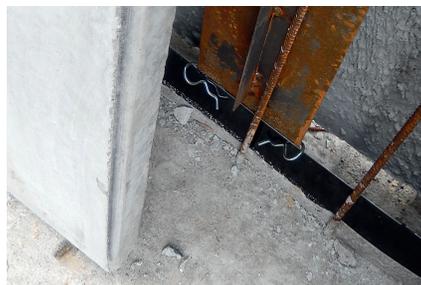


Abb. 17: Fachgerechter Anschluss von Sollrissfugenschienen an das beschichtete Fugenblech in der Bodenplatte

3.4.3 Außenliegende Fugenabdichtungssysteme für Arbeits- und Stoßfugen

Bei streifenförmigen, vollflächig aufgeklebten Fugenabdichtungssystemen ist prinzipiell zu unterscheiden zwischen

- Systemen mit einer starren Verklebung, z. B. durch einen Epoxidharzkleber
- Systemen mit einer flexiblen Verklebung, z. B. auf Basis von silanmodifiziertem Polymerkleber
- Flüssigkunststoffabdichtung (Systemen, bei denen ein streifenförmiges, reaktionsharzgetränktes Polyestervlies appliziert wird)

Diese Systeme sind unabhängig von der Bauteildicke und dem Abstand der Fertigteilplatten der Elementwand (siehe auch Kapitel 3.3) und verhindern bei fachgerechter Anwendung das Eindringen von Wasser über die Fugen in die Konstruktion. Ein entsprechendes Beispiel für einen Elementwandkeller, bei dem die Fugen mit einem streifenförmigen, vollflächig

aufgeklebten Fugenabdichtungssystem abgeklebt wurden, zeigt Abb. 18.



Abb. 18: Abdichtung von Arbeits- und Stoßfugen mit einem streifenförmigen, vollflächig aufgeklebten Fugenabdichtungssystem

Da diese Systeme auf der Bauteilaußenseite aufgebracht werden und vor Anschütten des Arbeitsraums in Augenschein genommen werden können, ergeben sich Vorteile für die Qualitätssicherung in der Bauphase.

3.4.4 Abdichtung von Durchdringungen

Durchdringungen, wie z. B. Rohr- und Leitungsdurchführungen, sind bereits in der Planung zu berücksichtigen. Um einen Wasserdurchtritt zu verhindern, benötigen alle Durchdringungen zusätzliche Wassersperren. Hierfür eignen sich z. B. werksmäßig in die Elementwand eingebaute Rohrdurchführungen mit Doppelmuffen und Dichtelementen oder Futterrohre. Bei Letzteren erfolgt die Abdichtung der Rohrdurchführung mittels einer oder mehrerer Ringraumdichtungen.

Für den nachträglichen Einbau von Rohrdurchführungen in bereits aufgestellte und ausbetonierte Elementwände sind bauseits Kernbohrungen mit dem entsprechenden Durchmesser erforderlich. Wie bei Futterrohren erfolgt die Abdichtung der Rohrdurchführung mittels Ringraumdichtungen.

Die unterschiedlichen Abdichtungssysteme für Durchdringungen sind ausführlich in [16] beschrieben.

3.5 Typische Planungsfehler

Typische Planungsfehler beim Bauen mit Elementwänden sind u. a.

- das Fehlen oder die nicht rechtzeitige Ermittlung wichtiger Lastannahmen, wie z. B. des Bemessungswasserstands
- ein fehlendes Konzept für ein geschlossenes Fugenabdichtungssystem
- eine fehlende Detailplanung der Fugen und deren Abdichtung
- die Anordnung von Elektrodozen und Leerrohren in Außenwänden
- die fehlende Abstimmung mit den Ver-

sorgern bezüglich Rohrdurchführungen (Höhenlage, Durchmesser, ...)

- die fehlende oder mangelhafte Zugänglichkeit der raumseitigen Oberflächen von Außenwänden im Sanierungsfall

Weitere Fehler und Hinweise zu deren Vermeidung sind u. a. in [15, 16] zu finden.

4 Handhabung und Montage von Elementwänden auf der Baustelle

Die Elementwandbauweise erfordert vom Bauausführenden spezielle Fachkenntnisse über die einzelnen Arbeitsschritte und eine große Sorgfalt beim Arbeiten. Dies gilt insbesondere für die Ausbildung und das Betonieren des Fußpunktes. So sind insbesondere Gefügestörungen im Fußpunktbereich der Elementwand häufig die Ursache für spätere Undichtigkeiten und Schäden.

4.1 Vorbereitende Arbeiten

4.1.1 Einbau der Fugenabdichtung und der Anschlussbewehrung

Bei der Herstellung der Bodenplatte ist auf den lagerichtigen und -stabilen Einbau der Anschlussbewehrung und der innenliegenden Fugenabdichtungssysteme zwischen Bodenplatte und Wand zu achten.

Fugenabdichtung lagerichtig mit Abstand zur Bewehrung einbauen

Der Abstand zwischen Fugenabdichtung und Bewehrung, aber auch den Fertigteilplatten, muss ein fehlstellenfreies Einbetonieren der Fugenabdichtung ermöglichen. Zwischen der Anschlussbewehrung und dem Fugenband, aber auch zu den Fertigteilplatten sollte daher möglichst ein Abstand von 50 mm nicht unterschritten werden. Ein nachträgliches Eindrücken der Fugenabdichtung in den frischen Beton ist nicht zulässig.

Stöße und Anschlüsse von Fugenabdichtungssystemen sind planmäßig wasserdicht herzustellen. So sind z. B. unbeschichtete Fugenbleche im Stoßbereich dicht miteinander zu verschweißen, zu verkleben oder mit dichtender Zwischenlage zu klemmen. Ein Überlappungsstoß ist nach WU-Richtlinie [4] nicht zulässig.

Stöße und Anschlüsse planmäßig wasserdicht ausführen

In der Baupraxis kommt es häufig zu einem fehlerhaften Einbau der Fugenabdichtung. Typische Fehler sind u. a.:

- zu geringer Abstand der Fugenabdichtung zur Anschlussbewehrung bzw. zu den Fertigteilplatten der Elementwände
- zu geringe oder zu große Einbindetiefe der Fugenabdichtung in die Bodenplatte
- mangelhafte Stöße und Anschlüsse
- Verschmutzung der Arbeitsfuge und des Fugenabdichtungssystems
- fehlerhaftes Einmessen der Anschlussbewehrung oder Fugenabdichtung

4.1.2 Säuberung von Arbeitsfuge und Fugenabdichtung

Vor der Montage der Elementwände ist die Arbeitsfuge zwischen Bodenplatte und Wand von Verschmutzungen, losen Bestandteilen, Drahtresten und sonstigen Baurückständen zu säubern. Die Qualität der Arbeitsfuge ist auf die gewählte Fugenabdichtung abzustimmen, ggf. ist eine ebene korntraue Oberfläche herzustellen.

4.2 Anlieferung und Entladen der Elementwände

Im Vorfeld der Anlieferung sind insbesondere folgende Punkte mit dem Fertigteilwerk abzustimmen bzw. zu bedenken:

- Transport- und Fahrzeugart stehender/liegender Transport, Tiefbettsattelaufleger mit U- oder A-Bock, Plateau-Sattelaufleger, Innenlader
- Platzbedarf für Transportbox mit Elementwänden, wenn diese mit Inlader angeliefert werden, ggf. für Zwischenlagerung der Elementwände bei einer liegenden Anlieferung der Elementwände
- Just-in-time-Montage oder Montage mit Zwischenlagerung der Elementwände
- Montagereihenfolge der Elementwände
- Zufahrtsmöglichkeit für den Lastzug und gegebenenfalls Autokran, LKW-Abladestandort
- ggf. Veranlassung einer teilweisen oder vollständigen Straßensperrung beim Entladevorgang

Elementwände müssen so transportiert, gelagert und montiert werden, sodass sie nicht beschädigt werden. Um Montage-lastfälle, die zu Rissbildung führen, beim Transport und Entladen zu vermeiden, empfiehlt [5] die Anlieferung der Elementwände in vertikaler Anordnung, z. B.

im U-Bock, Boxen, Transportrahmen für Innenlader oder geneigt im A- bzw. Schrägbock. Elementwände können auch liegend angeliefert werden.

Bei nicht fachgerechtem Entladen besteht die Gefahr, dass es zu Kantenabplatzungen oder Rissbildung kommt. Um dies zu vermeiden, kann z. B. der Zwischenraum zwischen den beiden Fertigteilplatten am Fußpunkt vor dem Aufrichten mit Hilfe von Kanthölzern und Holzkeilen ausgesteift werden. Dies gilt insbesondere für Elementwände mit größeren Abmessungen sowie für solche mit am Fußpunkt verkürzten Gitterträgern.

Um eine Beschädigung der oberen Fertigteilchale am Wandkopf, z. B. durch den Kranhaken oder die Kette, zu verhindern, ist diese mit einem Holzbrett oder mit einem Stahlwinkel zu schützen. Detaillierte Hinweise zu den Schutzmaßnahmen sind u. a. in [14, 16] zu finden.

4.3 Aufstellen und Montage der Elementwände

Die Montage der Elementwände erfolgt nach dem Montageplan. In diesem ist die genaue Lage jeder Elementwand mit der entsprechenden Positionsnummer angegeben.

4.3.1 Aufstellen und Montage der Elementwände

Elementwände sollten, wenn möglich, bei Anlieferung just-in-time montiert werden, ohne dass eine Zwischenlagerung erforderlich wird. Ist eine Zwischenlagerung erforderlich, so müssen die Elementwände so gelagert werden, dass sie nicht beschädigt werden oder unzulässigen Montagelastfällen ausgesetzt sind, die zu Rissen oder Abplatzungen führen. Beispiele für eine fachgerechte Zwischenlagerung zeigt Abb. 19, für eine nicht fachgerechte Zwischenlagerung Abb. 20.

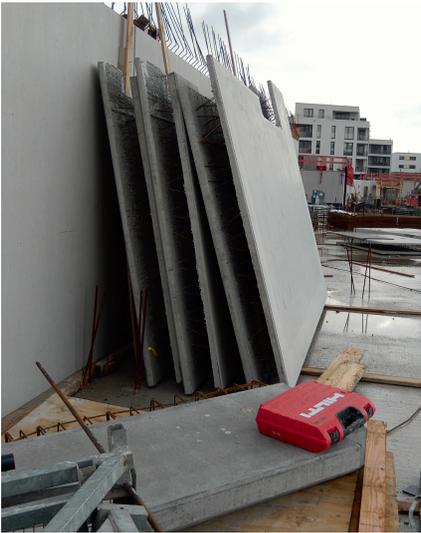


Abb. 19: Fachgerechte Zwischenlagerung von Elementwänden



Abb. 20: Nicht fachgerechte Zwischenlagerung von Elementwänden

Elementwände sind so zu montieren, dass sie nicht beschädigt werden. Hierzu werden die einzelnen Elementwände vorsichtig vom Transportfahrzeug gehoben, positionsrichtig abgesenkt, langsam von oben in die Anschlussbewehrung eingefädelt und auf die Aufstellplättchen abgesetzt.

Elementwände mit Beschädigungen, die die Dichtigkeit beeinträchtigen, sind entweder auszusortieren oder fachgerecht instandzusetzen. Hinweise hierzu sind u. a. in [16] zu finden.

Nach der Montage und dem Ausrichten werden die Elementwände jeweils mit mindestens zwei Schrägpriëfen fixiert. Der Beton der Bodenplatte muss zu diesem Zeitpunkt eine ausreichende Festigkeit besitzen. Maßgebend ist hier die in der Zulassung der Befestigungsschrauben geforderte Festigkeit des Betons.

Bevor die nachfolgende Elementwand montiert wird, muss die Stossfugenabdichtung eingebaut werden und fachgerecht an die in der Bodenplatte verlaufende Arbeitsfugenabdichtung angeschlossen werden.

Bei der Montage nachfolgender Elementwände ist darauf zu achten, dass bereits eingebaute Elementwände nicht beschädigt werden.

4.3.2 Aufständerung der Elementwand

Um Unebenheiten der Bodenplatte auszugleichen, damit der Kernbeton die Elementwand unterlaufen kann und im Bereich der Anschlussfuge der volle Betonquerschnitt für die Lastabtragung zur Verfügung steht, sind Elementwände mindestens 30 mm, besser 40 mm aufzuständern.

Elementwände mindestens 30 mm aufständern

In der Praxis wird die Mindestaufstellhöhe oftmals unterschritten. Entsprechende Beispiele zeigt Abb. 21.



Abb. 21: Elementwände mit ausreichender (oben) und nicht ausreichender Aufständerhöhe (unten)

4.3.3 Verschließen der Fugen

Vor dem Betonieren der Elementwände müssen horizontale Aufsetzfugen und vertikale Stoßfugen verschlossen werden, um ein Austreten von Beton und Feinanteilen und damit die Bildung von Kiesternen und Fehlstellen zu verhindern. Dies kann, wie in Abb. 22 gezeigt, z. B. durch Abschalen mit einem Brett erfolgen. Um einem Aufweiten an Ecken vorzubeugen, sind diese mit Stahlwinkeln zu sichern und ggf. gegen die Böschung abzustützen.



Abb. 22: Abschalen der Fugen

Das Ausschäumen der Stoßfuge mit Bauschaum statt einer Abschalung mit einem Schalbrett ist nicht fachgerecht.

Keinen Bauschaum verwenden, sondern Abschalen!

Häufig reicht der Bauschaum – wie in Abb. 21 zu sehen – unkontrolliert in den Zwischenraum der Elementwand und reduziert dort den ohnehin schon geringen Ortbetonquerschnitt und verhindert im Regelfall nicht ein Auslaufen von Feinsteilen des Betons aus der mit Bauschaum verschlossenen Stoßfuge.



Abb. 23: Bauschaum, der unkontrolliert in den Zwischenraum der Elementwand eingedrungen ist und den Ortbetonquerschnitt reduziert

4.3.4 Vornässen der Fertigteilplatten

Unmittelbar vor dem Betonieren des Kernbetons sind die Innenoberflächen der Fertigteilplatten – wie in Abb. 24 gezeigt – ausreichend vorzunässen. Hierdurch wird u. a. der Entzug des zur Hydratation des Betons erforderlichen Wassers verhindert, sodass sich bei ausreichender Rauigkeit der geforderte Verbund zwischen dem Ortbeton und den Elementwandplatten einstellen kann.



Abb. 24: Vornässen der Elementwandschalen vor dem Betonieren

Zum Zeitpunkt des Betonierens müssen die Innenoberflächen der Fertigteilplatte und die Arbeitsfuge Bodenplatte/Wand mattfeucht sein. Leider wird aber häufig in der Praxis auf ein ausreichendes Vornässen verzichtet oder es wird völlig unzureichend durchgeführt.

Die Fertigteilplatten sind fachgerecht vorzunässen

Die Oberflächentemperatur der Fertigteilplatten muss beim Vornässen und während des Betonierens über 0°C liegen.

4.3.5 Betonieren und Verdichten der Elementwände

Elementwände erfordern beim Betonieren und Verdichten eine besondere Sorgfalt. Beim Einbau des Betons in den Plattenzwischenraum der Elementwände darf sich dieser nicht entmischen.

Um Hohlräume, Kiesnester oder sonstige Fehlstellen zu vermeiden, sollte die freie Schütthöhe des Betons möglichst klein sein und im Regelfall 50cm nicht übersteigen. Bei freien Fallhöhen größer als 1,0 m (besser 0,50 m) sind Einbaurohre oder -schläuche zu verwenden, die erst unmittelbar über der Verarbeitungsstelle enden (Abb. 25 oben).

Kein Betonieren der Elementwände bei Frost

Bei Elementwänden mit Mindestwanddicke nach [4] sollte stets eine Anschlussmischung mit 8mm Größtkorn als Fallpolster verwendet werden. Bei größeren Wanddicken ist bei Fallhöhen über 1 m ebenfalls eine Anschlussmischung zu verwenden. Die Höhe der Anschlussmischung muss mindestens 30 cm betragen.



Abb. 25: Fachgerechtes Betonieren mit einem passenden Betonierschlauch und kleiner Fallhöhe (oben) bzw. nicht fachgerechtes Betonieren mit zu großer Fallhöhe (unten)

Der Beton ist im gesamten Betonierschnitt gleichmäßig in ca. 30 – 50 cm hohen Lagen hochzuführen. Bei innenliegenden Abdichtungen ist darauf zu achten, dass die Abdichtung in den Stoßfugen nicht durch einseitiges Betonieren ihre Lage verändert.

Häufig sind Undichtigkeiten und Schäden bei Elementwänden auf Fehler beim Betonieren und Verdichten zurückzuführen, wie eine zu große Fallhöhe, den Verzicht auf eine Anschlussmischung oder ein falsches oder zu hastiges Verdichten. Die Folge sind Kiesnester und Gefügestörungen im Bereich des Sohle-Wand-Anschlusses. Ein typisches Beispiel zeigt Abb. 26.



Abb. 26: Kiesnester und Gefügestörungen im Bereich des Sohle-Wand-Anschlusses einer Elementwand

Beim Betonieren der Elementwand ist die in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung [1, 2] angegebene Betoniergeschwindigkeit zu beachten. Wird der Beton mit einer größeren Betoniergeschwindigkeit in die Elementwand eingebracht, kann es – wie in Abb. 27 zu sehen – zu einem Ausreißen der Gitterträger und einem Aufbrechen der Elementwand kommen.

Betonieren mit möglichst kleiner Fallhöhe, dabei die zulässige Betoniergeschwindigkeit beachten!



Abb. 27: Aufbrechen der Elementwand infolge zu großer Betoniergeschwindigkeit

Beim Betonieren der einzelnen Betonierabschnitte darf es nicht zu längeren Unterbrechungen kommen, da hierdurch horizontale Arbeitsfugen zwischen den Geschossen entstehen würden, siehe auch Kapitel 3.2.

Keine horizontalen Arbeitsfugen innerhalb der Elementwand!

Um Kiesnester zu vermeiden und eine ausreichende Haftung zwischen Ortbeton und Fertigteilplatten herzustellen, muss der Kernbeton sorgfältig mit einem Innenrüttler verdichtet werden. Dabei sollte eine direkte Berührung der einbetonierten Fugenabdichtung mit dem Innenrüttler vermieden werden. Bei leicht zu verdichtendem Beton erfolgt die Verdichtung in der Regel durch vorsichtiges Stochern, z. B. mit einer Stange.

Beton sorgfältig verdichten!

Typische Fehler beim Verdichten des Kernbetons einer Elementwand mit einem Innenrüttler sind u. a.

- Verdichten mit zu großen Rüttelabständen
 - ungenügendes »Vernähen« der einzelnen Lagen
 - zu schnelles/hastiges Ziehen des Innenrüttlers aus dem Beton
 - Berühren der Fugenabdichtung oder der Gitterträger mit dem Innenrüttler
 - Unzureichendes oder fehlendes Verdichten der letzten Betonierlage
- Letzteres führte zu dem in Abb. 28 gezeigten Absetzen des Betons am Wandkopf und den Setzrissen zwischen Ortbeton und Fertigteilplatten.



Abb. 28: Absetzen des Betons am Wandkopf

4.3.6 Nachbehandlung

Um Schwind- und Ablösungsprozessen an der Wandkrone entgegenzuwirken, ist es sinnvoll, die Elementwandkrone nach dem Betonieren des Kernbetons – wie in Abb. 29 gezeigt – mit einer Folie abzudecken. Die Folie ist an den Kanten und Stößen gegen Durchzug zu sichern. Hierdurch soll sichergestellt werden, dass die Verdunstungsrate von Wasser an der Betonoberfläche gering bleibt.

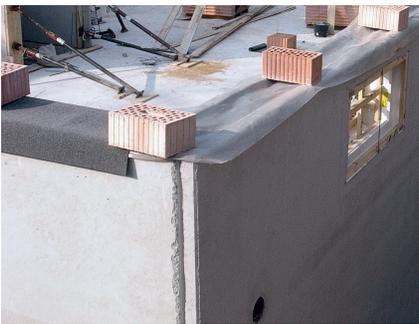


Abb. 29: Nachbehandlung der Wandkrone durch Abdecken mit einer Folie

4.3.7 Abdichten von montagebedingten Rissen

Montagebedingte Risse sind nach [4] mit abdichtenden Füllstoffen nach der DAfStb-Richtlinie »Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen« [21] zu schließen. Hinweise sind u. a. auch in [16] zu finden.

4.3.8 Dokumentation

Der Zeitpunkt von Anfang/Ende des Vornässens, der Entladung des Fahrmischers und des Betonierens sind zu dokumentieren. Prinzipiell geben Aktenvermerke und Fotos während der Bauausführung, insbesondere von Details wie Anschlüssen, Fußpunkten etc. bei einer ggf. später erforderlichen Sanierung wertvolle Hinweise für die Erstellung eines Sanierungskonzeptes.

Dokumentation nicht vergessen!

4.4 Typische Ausführungsfehler

Neben den bereits in Kapitel 4.1.1 genannten Fehlern sind es insbesondere folgende Fehler, die oftmals bei der Bauausführung auftreten:

- Beschädigung der Elementwände beim Entladen oder durch unsachgemäße Zwischenlagerung auf der Baustelle
- Beschädigung oder Rissbildung bei der Montage der Elementwände
- Falscher oder fehlender Verschluss der Fugen
- Einbaufehler bei Dichtrohren, v. a. beim Fußpunkt
- Fehlendes oder nicht ausreichendes Vornässen der Elementwände bzw. schon abgetrocknete Oberflächen zum Zeitpunkt des Betonierens
- Betonieren mit zu großer Fallhöhe, mit zu hoher Betoniergeschwindigkeit oder Betonieren ohne Anschlussmischung
- Geplante oder ungeplante Unterbrechung beim Betonieren/horizontale Arbeitsfuge in der Elementwand
- Fehlerhaftes Verdichten des Betons/nicht ausreichendes Vernähen der einzelnen Betonierlagen/Verdichten mit zu großen Rüttelabständen
- Fehlende oder unzureichende Nachbehandlung der Wandkrone

Ausführlich wird auf diese und weitere Ausführungsfehler beim Bauen mit Elementwänden in [4] eingegangen.

5 Fazit und Empfehlungen

Das Bauen mit Elementwänden ist eine wirtschaftliche Bauweise, erfordert aber die besondere Aufmerksamkeit von Planer, Ausführenden und Bauüberwachern.

Die Dichtigkeit der Elementwand hängt maßgeblich von der Qualität der Ausführung und Dichtigkeit des Betons im Plattenzwischenraum ab. Aus diesem Grund sollten bei Beanspruchungsklasse

1 und Nutzungsklasse A bei innenliegender Fugenabdichtung im Regelfall Elementwände mit Dicken ≥ 30 cm, bei Nutzungsklasse A*** (nach [5]) mit Dicken ≥ 35 cm gewählt werden. Erfolgt die Abdichtung mit einem außenliegenden streifenförmigen vollflächig aufgeklebten Fugenabdichtungssystem, so sind auch dünnere Elementwände (Mindestwanddicken) im Regelfall möglich. Einige Hinweise zur fachgerechten Ausführung von Elementwänden sind in einer Checkliste im Anhang zusammengefasst.

6 Literatur

- [1] Allgemein bauaufsichtliche Zulassung (abZ) Z-15.2-100, Badische Drahtwerke GmbH, Kaiser-Omnia-Plattenwand mit Kaiser-Gitterträgern KT 800, KT 900 oder KTE, DIBt, 04 / 2014
- [2] Allgemein bauaufsichtliche Zulassung (abZ) Z-15.2-40, FILIGRAN Trägersysteme GmbH & Co. KG, Filigran-Gitterträger für Filigran-Elementwände, DIBt, 03 / 2014
- [3] Biscopig, M., Pickhardt, R.: Zement-Merkblatt Betontechnik B5 »Überwachen von Beton auf Baustellen« (Hrsg.: Verein Deutscher Zementwerke VDZ e.V., Düsseldorf), 06 / 2014
- [4] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (Hrsg.): Richtlinie Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton (WU-Richtlinie). 2017
- [5] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (Hrsg.): Erläuterungen zur DAfStb-Richtlinie Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton. Berlin: Beuth Verlag 2006; Heft 555
- [6] Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein e.V. (Hrsg.): Hochwertige Nutzung von Räumen in Untergeschossen – ... 2009
- [7] DIN 1045-2, Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton - Teil 2: Beton - Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität - Anwendungsregeln zu DIN EN 206. 08 / 2014
- [8] DIN 1045-3 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 3: Bauausführung - Anwendungsregeln zu DIN EN 13670. 03 / 2012
- [9] DIN 18197, Abdichten von Fugen in Beton mit Fugenbändern. 1/2018
- [10] DIN 18541, Fugenbänder aus thermoplastischen Kunststoffen zur Abdichtung von Fugen in Beton. 11/2014
- [11] DIN EN 1992-1-1 / NA, Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau, 04 / 2013



Prof. Dr.-Ing. Rainer Hohmann

Fachhochschule
Dortmund, Fachbereich Architektur
- Fachgebiet Bauphysik
Emil-Figge-Straße 40, 44227 Dortmund
rainer.hohmann@fh-dortmund.de

Prof. Dr.-Ing. Rainer Hohmann ist Professor für Bauphysik an der Fachhochschule Dortmund. Er ist Mitglied im Sachverständigenausschuss »Bauwerks- und Dachabdichtung« des Deutschen Instituts für Bautechnik, Obmann im Ausschuss der DIN 18197 »Abdichten von Fugen in Beton mit Fugenbändern« und der DIN 18541 »Fugenbänder aus thermoplastischen Kunststoffen zur Abdichtung von Fugen in Ortbeton« sowie Mitglied im DAfStb-Unterausschuss »Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton« und in den DBV-Arbeitskreisen »Hochwertige Nutzung von Räumen in Untergeschossen als Beton« und »Injektionsschlauchsysteme und quellfähige Einlagen für Fugen«; er ist Autor und Referent zahlreicher Fachpublikationen und -vorträge u.a. zum Thema »Fugenabdichtung und -sanierung«.

[12] DIN EN 1992-1-1, Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau, 01 / 2011

[13] DIN EN 206-1, Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität. 07 / 2014

[14] Fachvereinigung Betonbauteile mit Gitterträgern (Hrsg.): Montageanleitung Elementwände. 09 / 2009

[15] Hohmann, R.: Abdichtung bei wasserundurchlässigen Bauwerken aus Beton. Stuttgart, Fraunhofer IRB Verlag, 2009

[16] Hohmann, R.: Elementwände im drückenden Grundwasser. Stuttgart, Fraunhofer IRB Verlag, 2016

Bildquellen

Abb. 7 unten, 9 unten: Abdichtungstechnik Napravnik, Göppingen; Abb. 18: Sika Deutschland GmbH, Stuttgart

Anlage

Viele der gezeigten Fehler können durch eine Qualitätskontrolle in den einzelnen Bauphasen vermieden werden. Die folgende Aufstellung soll dabei helfen und Anregungen geben. Sie erhebt jedoch keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Weiterführende Literaturhinweise sind in [16] zu finden.

Checkliste »Weiße Wannen mit Elementwänden«

		ja	nein
Einbau der Anschlussbewehrung und der Fugenabdichtung der Arbeitsfuge Sohle - Wand	Wurde die Anschlussbewehrung lagerichtig eingebaut?		
	Entspricht die eingebaute Fugenabdichtung dem planmäßig vorgesehenen Produkt?		
	Liegt für die Fugenabdichtung das allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnis vor? (nicht erforderlich für Fugenbänder nach DIN 18541 und unbeschichtete Fugenbleche nach WU-Richtlinie)		
	Wurde die Fugenabdichtung zwischen Bodenplatte und Wand lagerichtig und -stabil eingebaut?		
	Wurde die Fugenabdichtung im vom Hersteller vorgegebenen Abstand durch Befestigungsbügel in ihrer Lage gesichert? Befestigungsabstand _____ cm		
	Ist der Abstand zwischen der Fugenabdichtung und der Bewehrung bzw. den Fertigteilplatten ausreichend groß (ca. 5 cm)?		
	Wurde die Fugenabdichtung im Eckbereich mittig und mit Abstand zur Bewehrung / Fertigteilplatten eingebaut?		
	Wurden die Stöße und Anschlüsse der Fugenabdichtung planmäßig wasserdicht ausgebildet?		
	Entspricht die Einbindetiefe der Fugenabdichtung den Vorgaben des allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses? Mindesteinbindetiefe (gemessen) _____ mm		
	Ist die Fugenabdichtung frei von Beschädigungen? Entspricht die Einbindetiefe der Fugenabdichtung den Vorgaben Solleinbindetiefe _____ cm		
Vorbereitung der Arbeitsfuge	Wurde die Zementschlämme in der Arbeitsfuge am Tag nach dem Betonieren der Bodenplatte mit einem Kärcher / scharfen Wasserstrahl entfernt?		
	Ist die Arbeitsfuge frei von Verschmutzungen?		
	Ist die Fugenabdichtung frei von Verschmutzungen?		
	Ist der Grundriss des Wandverlaufes, in der Regel die raumseitige Außenkante der Elementwand, mit der Schlagschnur oder mit Ölkreide auf der Bodenplatte aufgerissen?		
	Wurden die einzelnen Elemente eingemessen?		
	Wurden die Aufstell- oder Unterlegplättchen positionsrichtig auf der Bodenplatte angeordnet und in der erforderlichen Höhe ausnivelliert? (Mindesthöhe der Aufstellplättchen: 30 mm!)		
	Wurde die Aufstellfuge mit Dränbrettern auf der Bodenplatte abgeschalt? Wurden die planmäßigen Breiten der Stoßfugen auf der Bodenplatte aufgetragen? Planmäßige Stoßfugenbreite _____ mm		

		ja	nein
Anlieferung der Elementwände	Wurden die Elementwände ohne Beschädigung oder Risse angeliefert und abgeladen?		
	Besitzen die Innenoberflächen der Elementwandplatten eine ausreichende Rauigkeit? Prüfung nach Sichtkontrolle, Prüfung im Zweifelsfall mit dem Sandfleckenverfahren		
	Wurden die Elementwände so abgeladen, dass keine Rissen und Beschädigungen durch den Entladevorgang aufgetreten sind?		
	Sind die einzelnen Elementwände frei von Rissen und Beschädigungen?		
Montage der Elementwände und Einbau der Sollrissabdichtung	Wurden die Elementwände just-in-time entladen und montiert?		
	Wurden die Elementwände fachgerecht zwischengelagert?		
	Sind die Elementwände mindestens 30 mm aufgeständert?		
	Hat der Beton der Bodenplatte zum Zeitpunkt der Befestigung die in der Zulassung der Befestigungsschrauben geforderte Festigkeit?		
	Wurde jede Elementwand mit mindestens zwei Schrägstützen befestigt?		
	Wurden die einzelnen Elemente aufgestellt, ohne bereits montierte Elementwände zu beschädigen?		
	Wurden Elementwände beim Ausrichten mit dem Stemmeisen beschädigt?		
	Wurde die Fugenabdichtung in den Stoßfugen (Dichtrohre, Sollrissfugenschienen) lagerichtig und -stabil eingebaut und am Fußpunkt an die Arbeitsfugenabdichtung angeschlossen? Verwendetes System (ankreuzen): <input type="checkbox"/> Dichtrohre <input type="checkbox"/> Sollrissfugenschienen (Lagesicherung durch Andübeln an der Fertigteilplatte) <input type="checkbox"/> Sollrissfugenschienen (Lagesicherung durch Befestigungsbügel)		
	Wurde das Dichtrohr/die Sollrissfugenschiene an der planmäßig vorgesehene Position eingebaut?		
	Wurde das Dichtrohr fachgerecht auf die in das Arbeitsfuge verlaufende Fugenblech oder -band aufgesteckt?		
	Wurde das Dichtrohr so eingebaut, dass die Rissführungslippen im 90°-Winkel zur Bauteiloberfläche angeordnet sind?		
	Ist das Dichtrohr / die Sollrissfugenschiene so in der Fuge fixiert, dass es / sie seine Lage während des Betonierens nicht verändern kann?		
	Sind der Fußpunkt und der Kopfpunkt des Dichtrohres / der Sollrissfugenschiene ausreichend lagegesichert?		
	Wurde beim Dichtrohr der Mindestabstand zwischen der Arbeitsfuge und der Dichtrohrunterkante von 5 cm eingehalten?		
	Wurden die Aufsetzfuge und die Stoßfugen fachgerecht verschlossen? (Abschalen, kein Bauschaum!)		
	Wurden die Elementwände an den Ecken ausreichend durch Winkel gegen Aufbrechen gesichert? Anzahl der Stahlwinkel pro Ecke: _____ Befestigung mit werksmäßig eingebauten Dübeln: ja / nein		
Betonieren und Verdichten	Liegt die Oberflächentemperatur der Fertigteilplatten beim Vornässen und während des Betonierens über 0 °C?		
	Wurden die Innenflächen der Elementwände vor dem Betonieren ausreichend vorgehässelt?		
	Wurden beim Betonieren Einbaurohre oder -schläuche verwendet, die erst unmittelbar über der Verarbeitungsstelle enden?		
	Wurde mit einer maximalen freien Schütthöhe des Betons von ca. 50 cm betoniert?		
	Wurde beim Betonieren der Elementwände eine Anschlussmischung mit einem Größtkorn von 8 mm (Höhe mindestens 30 cm) verwendet? zulässige Betoniergeschwindigkeit _____ cm/h		
	Wurde der Beton in ca. 50 cm hohen Lagen eingebracht und im gesamten Betonierabschnitt bei sämtlichen Wänden stets gleichzeitig hochgeführt?		
	Wurde beim Betonieren die in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung/dem Montageplan angegebene zulässige Betoniergeschwindigkeit eingehalten?		
	Wurden die einzelnen Betonierlagen mit einem Innenrüttler verdichtet und vernäht? (Faustformel: Eintauchabstand = 10 x Durchmesser der Rüttelflasche)		
	Wurde die oberste Betonierlage mit dem Innenrüttler verdichtet?		
Nachbehandlung	Wurde die Wandkrone mit Folie abgedeckt?		
Nacharbeiten	Wurden die Bohrungen in der Bodenplatte wasserdicht vergossen?		
Dokumentation	Wurde der Zeitpunkt von Anfang / Ende des Vornässens, der Entladung des Fahrmischers und des Betonierens dokumentiert?		