

Fertigteile

VÖB Richtlinie Wasserundurchlässige Betonbauwerke in Fertigteilbauweise

Stand: August 2011

Herausgeber:
Verband Österreichischer Betonfertigteilterwerke (VÖB)
Wurmbstraße 42/3
A-1120 Wien
www.voeb.com

Wasserundurchlässige Betonbauwerke in Fertigteilbauweise

Inhalt

Vorbemerkungen	3
1 Anwendungsbereich	3
2 Verweisungen	4
3 Begriffe	5
4 Aufgaben der Planung	6
5 Berechnung und Bemessung	10
6 Bewehrungs- und Konstruktionsregeln	14
7 Ausführung	14
8 Dichten von Rissen und Instandsetzung von Fehlstellen	16
9 Literaturhinweise	16

Wasserundurchlässige Betonbauwerke in Fertigteilbauweise

Vorbemerkungen

Diese Richtlinie regelt Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit von wasserundurchlässigen Bauwerken aus werksmäßig hergestellten Betonfertigteilen und Betonhalbfertigteilen, für die es bisher national keine speziellen Festlegungen gab. Wasserundurchlässige Bauwerke in Fertigteilbauweise können ausschließlich nach dieser Richtlinie, oder aber bei Verwendung von Betonhalbfertigteilen in Kombination mit der Richtlinie Wasserundurchlässige Bauwerke – Weiße Wannen, herausgegeben von der Österreichischen Vereinigung für Beton- und Bautechnik (ÖVBB), konzipiert werden.

Im Interesse einer schlanken Richtlinie wird punktuell auf die Richtlinie Wasserundurchlässige Bauwerke – Weiße Wannen, herausgegeben von der Österreichischen Vereinigung für Beton- und Bautechnik, in der Folge „ÖVBB RL Weiße Wanne“ genannt, verwiesen. Damit werden ausschließlich jene Abschnitte, Tabellen und Abbildungen Gegenstand dieser Richtlinie, auf welche verwiesen wird.

Zur erfolgreichen Anwendung dieser Richtlinie sind die Regeln für Konstruktion und Bemessung, Betontechnologie und Ausführung als Gesamtkonzept einzuhalten.

Je nach Bemessungsansatz (effektive Betonzugfestigkeit, Größe der Zwangsschnittgrößen) können sich die errechneten Bewehrungsmengen erheblich voneinander unterscheiden. Höhere Bewehrungsgrade bewirken zwar tendenziell kleinere Rissbreiten, ohne jedoch das Auftreten einzelner Fehlstellen (Risse, Feuchtigkeitsstellen) ausschließen zu können. Das Ziel der vorliegenden Richtlinie ist es daher, mit einem Minimum der Gesamtkosten aus Herstellung und Beseitigung von Fehlstellen die Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit sicherzustellen. Die Anwendungsgrenzen dieses Konzeptes liegen dann vor, wenn das nachträgliche Injizieren von Fehlstellen nicht, oder nur mit unverhältnismäßigem Aufwand, möglich ist.

Die in der Richtlinie gestellten Anforderungen können nur durch intensive Zusammenarbeit aller Baubeteiligten erfüllt werden. Es ist insbesondere erforderlich, dass die technischen Verantwortlichkeiten der Baubeteiligten und der Koordinierungsbedarf für ihre Tätigkeit festgelegt und dokumentiert werden.

Für eine verbindliche Anwendung ist die vorliegende Richtlinie im Bauvertrag zu vereinbaren.

Die Richtlinie regelt nur Anforderungen, die den Betonbau unmittelbar betreffen. Hinweise für weitere Maßnahmen, die nutzungsbedingt erforderlich sein können, sind informativen Charakters.

Die Richtlinie erhebt nicht den Anspruch eines Lehrbuches, sondern regelt ausschließlich die wesentlichen Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit von wasserundurchlässigen Betonbauwerken. Für Hintergründe und weiterführende Informationen wird daher auf die einschlägige Literatur verwiesen (siehe Literaturhinweise).

1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie gilt für teilweise oder vollständig ins Erdreich eingebettete Stahlbetonbauwerke und -bauteile des allgemeinen Hoch- und Industriebaus sowie für Verkehrsbauwerke und Behälter, die in Fertigteilbauweise ausgeführt werden und bei denen der Stahlbeton neben der lastabtragenden Funktion auch die Funktion der Wasserundurchlässigkeit ohne zusätzliche Abdichtungsmaßnahmen übernimmt. Ausgenommen sind jene Produkte, wo die Wasserundurchlässigkeit in speziellen Normen geregelt ist (z.B. Rohre, Schächte etc.).

Wasserundurchlässige Betonbauwerke in Fertigteilbauweise

Sie enthält Regelungen und Anforderungen zur Begrenzung des Feuchttransportes in flüssiger Form (Begrenzung des Wasserdurchtritts) über die Bauteildicken (durch den Beton, durch Fugen, Einbauteile und Risse) bei von außen drückendem oder nichtdrückendem Wasser, nichtstauendem Sickerwasser oder bei Bodenfeuchte.

Bei wasserundurchlässigen Bauwerken aus Beton nach dieser Richtlinie wird davon ausgegangen, dass ein Kapillartransport durch die Bauteildicke hindurch unabhängig vom hydrostatischen Druck und vom Schichtenaufbau der Bauteile nicht erfolgt. Weitergehende Regelungen über den Feuchttransport anderer Arten und Ursachen, die ebenfalls eine raumseitige Feuchteabgabe zur Folge haben können, enthält die Richtlinie nicht, wobei insbesondere das Austrocknen der Baufeuchte weitgehend unabhängig davon ist, auf welche Weise die abdichtende Funktion erzielt wird. Bei hohen Nutzungsanforderungen sind erforderlichenfalls die Auswirkungen dieser Feuchttransportvorgänge durch raumklimatische und bauphysikalische Maßnahmen auf das erforderliche Maß zu begrenzen. Gleiches gilt auch für die Tauwasserbildung auf raumseitigen Oberflächen.

2 Verweisungen

Diese Richtlinie enthält Verweisungen auf Normen und Richtlinien. Diese Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert. Von den nachstehend aufgeführten Normen und Richtlinien gilt jeweils die letzte Ausgabe.

ÖNORM EN 13369

Allgemeine Regeln für Betonfertigteile

ÖNORM B 4710-1

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

ÖNORM EN 1992-1-1

Eurocode 2 - Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1:

Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau

ÖNORM B 1992-1-1

Eurocode 2 - Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1:

Grundlagen und Anwendungsregeln für den Hochbau - Nationale Festlegungen zu ÖNORM EN 1992-1-1, nationale Erläuterungen und nationale Ergänzungen

Eurocodes: Teile 0, 1, 2, 7 und 8

ÖNORM EN 13670

Ausführung von Tragwerken aus Beton

ÖNORM EN 1766

Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Prüfverfahren - Referenzbetone für Prüfungen

Richtlinie Wasserundurchlässige Bauwerke - Weiße Wannan, Österreichische Vereinigung für Beton- und Bautechnik

Richtlinie Faserbeton, Österreichische Vereinigung für Beton- und Bautechnik

Richtlinie Erhaltung und Instandsetzung von Bauten aus Beton und Stahlbeton, Österreichische Vereinigung für Beton- und Bautechnik

VÖB Montageanleitung für Wandelemente, Verband Österreichischer Beton- und Fertigteile

Wasserundurchlässige Betonbauwerke in Fertigteilbauweise

3 Begriffe

3.1 Anschlussmischung

besteht aus einem Beton mit einem Größtkorn der Gesteinskörnung von max. 8 mm, der erforderlichenfalls im Anschlussbereich von Wänden zu Bodenplatten und Decken einzusetzen ist.

3.2 Bemessungswasserstand

der höchste innerhalb der planmäßigen Nutzungsdauer zu erwartende Grundwasser-, Schichtenwasser- oder Hochwasserstand unter Berücksichtigung langjähriger Beobachtungen und zu erwartender zukünftiger Gegebenheiten: der höchste planmäßige Wasserstand.

3.3 Betonfertigteil

vorgefertigtes Bauteil aus Beton, Stahlbeton oder Spannbeton, das werksmäßig gemäß ÖNORM EN 13369 hergestellt wird.

3.4 Betonhalbfertigteil

Betonfertigteil, welches durch Ortbeton ergänzt wird.

3.5 Bodenfeuchte

Kapillar im Boden gebundenes Wasser.

3.6 Drückendes Wasser

Wasser, das auf eine Seite eines Bauteils einen hydrostatischen Druck (auch zeitlich begrenzt, z. B. aufstauendes Sickerwasser) ausübt. Es wird unterschieden:

3.6.1 Zeitweise aufstauendes Sickerwasser

Unter Einwirkung der Schwerkraft frei abfließendes Wasser, das sich auf wenig durchlässigen Bodenschichten zeitweise aufstauen kann. Diese Beanspruchungsart liegt vor in wenig durchlässigem Boden ohne Drainage, wenn die Bauwerkssohle mindestens 30 cm über dem Bemessungswasserstand liegt und Bodenart und Geländeform nur Stauwasser erwarten lassen.

3.6.2 Grundwasser, Hochwasser, Schichtenwasser

Alle anderen Fälle von drückendem Wasser, die nicht zeitweise aufstauendes Sickerwasser sind

3.7 Durchdringung

liegt vor, wenn ein Einbauteil das wasserundurchlässige Bauwerk durchdringt

3.8 Doppelwand

Wandbauteil, bestehend aus zwei miteinander verbundenen Fertigteilplatten, ergänzt durch einen Ortbetonkern. Wird häufig auch als Hohlwand oder Elementwand bezeichnet.

3.9 Fertigteilbauweise

Bauweise, bei der überwiegend Betonfertigteile und/oder Betonhalbfertigteile eingesetzt werden

3.10 Fuge

Grenzquerschnitt zwischen zwei Bauteilen oder Betonierabschnitten. Es wird unterschieden:

3.10.1 Arbeitsfuge

Grenzquerschnitt mit direktem Kontakt zwischen zwei Betonierabschnitten im Verbund. Arbeitsfugen ohne Fugenabdichtung gelten als Trennrisse.

3.10.2 Bewegungsfuge

Zwischenraum zwischen zwei Bauteilen oder Betonierabschnitten, der unter schiefliche Verformungen ermöglicht.

3.10.3 Stoßfuge

Fuge zwischen zwei erhärteten Betonbauteilen mit vernachlässigbarer Relativverformung der benachbarten Bauteile (Ortbeton/Fertigteil; Fertigteil/Fertigteil).

3.11 Fugenabdichtung

Einbauteile und Baustoffe zur Dichtung einer Fuge oder eines Sollrissquerschnitts gegen Wasserdurchtritt.

3.12 Injektion

Füllen von Rissen oder Hohlräumen unter Druck mit Füllstoffen, die eine dichtende Wirkung haben.

3.13 Konstruktionsklasse

siehe ÖVBB RL Weiße Wanne, Ausgabe März 2009, Abb. 3/1

3.14 Nichtdrückendes Wasser

Wasser in tropfbar flüssiger Form, das auf Bauteile keinen oder nur einen geringfügigen hydrostatischen Druck (≤ 100 mm Wassersäule) ausübt.

3.15 Nichtstauendes Sickerwasser

in den Boden einsickerndes Wasser, das bei sehr stark durchlässigem Boden ($k_f \geq 10^{-4}$ m/s) bis zum freien Grundwasserspiegel ohne Aufstau absickern kann oder

Wasserundurchlässige Betonbauwerke in Fertigteilbauweise

bei weniger durchlässigem Boden vor dem Bauteil durch eine dauerhaft funktionsfähige Drainage abgeführt wird.

3.16 Riss

Trennung im Betongefüge. Es wird unterschieden:

3.16.1 Biegeriss

Riss mit größerer Risttiefe, der nicht durch die gesamte Dicke des Bauteils verläuft und der die Bauteildicke in einen gerissenen (Zugzone) und ungerissenen Bereich (Druckzone) teilt.

3.16.2 Trennriss

Riss durch die gesamte Dicke des Bauteils.

3.17 „Selbstheilung“ von Rissen

Zeitliche Verringerung des Wasserdurchtritts durch Trennrisse in Abhängigkeit von Rissbreite und Druckgefälle.

3.18 Sollrissquerschnitt („Scheinfuge“)

Planmäßige Schwächung des Bauteilquerschnitts, auch der diesen Querschnitt kreuzenden Bewehrung zur örtlichen Vorgabe eines Risses. Sollrissquerschnitte ohne Fugenabdichtung gelten als Trennrisse.

3.19 Wasserdurchtritt

Feuchtetransport in flüssiger Form durch das Bauteil bis zur Oberfläche.

3.20 Wasserundurchlässigkeit

Qualitative oder quantitative Angabe zur Begrenzung des Wasserdurchtritts durch Beton, Fugen, Einbauteile und Risse.

3.21 Zwang

Beanspruchung infolge der Behinderung einer lastunabhängigen Verformung, z. B: infolge von Einwirkungen aus Temperaturänderung oder Schwinden.

4 Aufgaben der Planung

Die Planung im Sinne dieser Richtlinie umfasst die Festlegung der Funktion und der Nutzungsanforderungen des Bauwerks und der hierzu erforderlichen Regelungen zur Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit für Entwurf und Ausführung.

Die Nutzungsanforderungen sind in Abstimmung mit dem Bauherrn gemäß Tabelle 3/1 der ÖVBB RL Weiße Wanne, Ausgabe März 2009, festzulegen.

Die anzuwendende Konstruktionsklasse ist in Abhängigkeit des Bemessungswasserstandes gemäß Abbildung 3/1 der ÖVBB RL Weiße Wanne, Ausgabe März 2009, festzulegen.

Bei der Planung sind die folgenden Gesichtspunkte zu berücksichtigen:

- Wahl des geeigneten Betons
- Wahl von Bauteilabmessungen und Bewehrungsführung, die den planmäßigen Einbau von Fugenabdichtungen und einen fehlstellenfreien Betoneinbau ermöglichen
- Vermeidung von Trennrissen, dauerhafte Abdichtung oder Begrenzung der Breite von Rissen
- Planung sämtlicher Fugen und Durchdringungen
- Planung von Bauablauf, Betonierabschnitten, Arbeitsfugen, Sollrissquerschnitten („Scheinfugen“) einschließlich der erforderlichen Qualitäts-sicherungsmaßnahmen
- erforderlichenfalls Berücksichtigung angreifender Wasser und Böden

Wasserundurchlässige Betonbauwerke in Fertigteilbauweise

Tabelle 1 – Konstruktionsklassen für geschalte Stahlbetonbauteile

Konstruktionsklasse	Sonstige konstruktive Erfordernisse
Kon₅ Sonderklasse	Maximale Bauteillängen: Abstände der Dehnfugen, Raumfugen: ≤ 15 m Einbau von Gleitfolien als Trennung von Außen- zur Innenschale erforderlich, eventuell Vorspannung vorsehen, eventuell doppelte Fugenbandführung Vermeidung von Höhensprüngen, Vermeidung von Bewegungsbehinderungen durch Kontakt mit der Umgebung
Kon₁	Empfohlene Bauteillängen: Abstände der Dehnfugen, Raumfugen: 15 bis 30 m Höhensprünge angerampt, Neigung ca. 30° Einlage von Trennfolien empfohlen, Anordnung von Temperaturfeldern Bei Ausführung als Verbundsystem (enge Verzahnung mit einer Außenwand) Bauteillänge $\leq 40,0$ m
Kon₂	Empfohlene Bauteillängen: Abstände der Dehnfugen: 30 bis 60 m Kontakt mit der Umgebung zugelassen, Blockteilung bei Querschnitts- bzw. Steifigkeitsänderungen, Höhensprünge sind konstruktiv zu beachten (Anrampung Neigung ca. 30°, Trennung etc.)

Die Verantwortlichkeiten der Baubeteiligten für die einzelnen Teilbereiche der Planung (Entwurf und Ausführung), der Koordinierungsbedarf bzw. Informationsaustausch sind festzulegen.

4.1 Beton

4.1.1 Beton für werkmäßig hergestellte Fertigteile und Halbfertigteile

Neben den Anforderungen die sich aus den für das Bauteil am Ort der Verwendung zutreffenden Expositionsklassen ergeben, sind die Anforderungen an den Beton mit hohem Wassereindringwiderstand (Betonarten geeignet für wasserundurchlässige Bauteile mit einem W/B-Wert $\leq 0,60$) gemäß ÖNORM B 4710-1 einzuhalten. Bei einer Wasserdruckhöhe über 10 m ist ein W/B-Wert von max. 0,50 einzuhalten.

Technologisch bedingt treten Trennrisse aus dem Abfließen der Hydratationswärme (Frührissbildung) bei Fertigteilen in der Regel nicht auf, da die zum Anriss erforderlichen Zwangsschnittkräfte kleiner sind als die Betonzugfestigkeit. Daher sind C₃A-freie oder zumahlstoffhaltige Zemente zur Verringerung der Temperaturspannungen, wie dies bei Ortbeton in der Regel verlangt wird, nicht erforderlich.

Das Größtkorn des Betons ist auf die Bauteildicke und auf den Bewehrungsgehalt so abzustimmen, dass eine vollständige Verdichtung und ein homogenes, dichtes Betongefüge erreicht werden.

Wasserundurchlässige Betonbauwerke in Fertigteilbauweise

4.1.2 Füllbeton für Halbfertigteile

Neben den Anforderungen die sich aus den für das Bauteil am Ort der Verwendung zutreffenden Expositions-klassen ergeben, sind die Anforderungen an den Beton mit hohem Wassereindringwiderstand (Beton-sorten geeignet für wasserundurchlässige Bauteile) gemäß ÖNORM B 4710-1 einzuhalten.

Es ist weiters im Interesse der Vermeidung bzw. Mini-mierung von Rissen ein Beton zu verwenden, bei dem möglichst geringe Temperatur- und Schwindspannun-gen entstehen. Bei der Festlegung des Betons sind unter Berücksichtigung der Witterung, Bauteildicken und ausführungstechnischen Erfordernissen folgende, die Entstehung von Zwang beeinflussenden Parameter zu beachten:

- Frischbetontemperatur
- Hydratationswärmeentwicklung des Betons
- Nachbehandlung

Daher wird die Beziehung eines Betontechnologen bereits im Zuge der Ausschreibungsplanung bis hin zur Begleitung der Bauwerkserstellung empfohlen.

Bei Anwendung des Betonstandards BS H gemäß ÖVBB RL Weiße Wanne, gilt die Anforderung geringer Tempe-ratur- und Schwindspannungen für Bauten mit einer maximalen Dicke des Füllbetons von 40 cm ohne weite-ren Nachweis als erfüllt.

Ausgenommen von diesen Anforderungen (geringe Temperaturentwicklung und geringes Schwindverhalten) ist der Füllbeton von Doppelwänden, wenn dieser eine Dicke von 30 cm nicht überschreitet, die Element-fugen abgedichtet werden und die Verarbeitungshin-weise gemäß Abschnitt 7.2.2 beachtet werden.

Für eine ausreichende Verarbeitbarkeit ist i. d. R. Konsi-stenzklasse F45 oder eine weichere Konsistenz zu ver-wenden. Bei der Wahl der Konsistenzklasse und gegebenenfalls weiterer Betoneigenschaften (z.B. Pumpbarkeit, Verdichtbarkeit) sollten auch Einbaugerät und Einbaugeschwindigkeit berücksichtigt werden.

4.2 Bauteildicke

Mindestdicke und Konstruktion der Betonbauteile sind so zu wählen, dass die Bauteile unter Beachtung der Betondeckung gemäß ÖNORM EN 1992-1-1, der erfor-derlichen Bewehrungslagen, Fugenabdichtungen und Einbauteile fachgerecht betoniert werden können und dass die tragende und die dichtende Funktion zusätzlich zu allen anderen geforderten Eigenschaften erfüllt wer-den können.

Empfohlene Mindestbauteildicken für Wände und Bodenplatten sind in Tabelle 2 angegeben.

Wasserundurchlässige Betonbauwerke in Fertigteilbauweise

Tabelle 2 – empfohlene Mindestdicken von Bauteilen (cm)

Bauteil	Beanspruchung durch	Ausführungsart		
		Ortbeton	Doppelwände (Gesamtwandstärke)	Fertigteile
Wände	Drückendes und nicht-drückendes Wasser	1)	25 ²⁾	20 ⁴⁾
	Bodenfeuchte und nichtstauendes Sickerwasser	1)	25 ³⁾	10
Bodenplatte	Drückendes und nicht-drückendes Wasser	1)	-	20 ⁴⁾
	Bodenfeuchte und nichtstauendes Sickerwasser	1)	-	10

1) Siehe hierzu die Bestimmungen der ÖVBB RL Weiße Wanne

2) Die Mindestdicke gilt wenn sämtliche Fugen bauseits abgedichtet werden. Andernfalls beträgt die Mindestdicke 30 cm, wobei der Füllbeton jedenfalls eine Mindestdicke von 18 cm aufweisen muss und in den Fugen zumindest die Mindestbewehrung für Zwang aus dem Abfließen der Hydratationswärme gemäß Abschnitt 5.2.4 vorzusehen ist.

3) Wenn nicht sämtliche Fugen bauseits abgedichtet werden, ist aber jedenfalls eine Mindestdicke des Füllbetons von 14 cm einzuhalten und in den Fugen zumindest die Mindestbewehrung für Zwang aus dem Abfließen der Hydratationswärme gemäß Abschnitt 5.2.4 vorzusehen.

4) Wenn die Verhinderung des Wasserdurchtrittes durch den Bauteilbeton begründet nachgewiesen werden kann (z.B.: Gutachten), sind auch geringere Dicken zulässig (Betone mit sehr dichtem Gefüge)

Zur Sicherstellung eines fachgerechten Einbaus von Fugenabdichtungen zwischen den Schalen von Doppelwänden gelten, zusätzlich zu den empfohlenen Mindestmaßen gemäß Tabelle 1 für den lichten Abstand der Innenflächen der beiden Fertigteilplatten (b_{wi}), folgende Regelungen:

- bei einem Größtkorn von 8 mm: $b_{wi} \geq 12$ cm;
- bei einem Größtkorn von 16 mm: $b_{wi} \geq 14$ cm;

4.3 Fugen und Durchdringungen

Alle Bauwerksfugen und Durchdringungen müssen, angepasst an die Konstruktionsklasse, grundsätzlich planmäßig mit aufeinander abgestimmten Systemen wasserundurchlässig ausgebildet werden.

Als Fugenabdichtung dürfen nur Bauprodukte verwendet werden, für die durch einen Verwendbarkeitsnachweis nachgewiesen ist, dass die für den Verwendungszweck maßgebenden Anforderungen erfüllt sind. Der Verwendbarkeitsnachweis muss zur Eignung für den Anwendungsbereich dieser Richtlinie

- Angaben zu Beanspruchungsart, Wasserdruckhöhe, Fugenart mit zugehöriger zulässiger Verformung, Eignung für Wasserwechselbeanspruchung,
 - Hinweise zur baustellengerechten Handhabung (Temperatur- und Feuchtebedingungen, Untergrundvorbehandlung, Einbaubedingungen, gegebenenfalls Überdeckungsweiten bei Klebeabdichtungen)
 - Angaben über den Nachweis der dauerhaften Funktionsfähigkeit
- enthalten.

Wasserundurchlässige Betonbauwerke in Fertigteilbauweise

Bei Betonfertigteilen erfolgt im Unterschied zu Ortbetonkonstruktionen die Fugenabdichtung in der Regel mittels auf der wasserbeaufschlagten Seite applizierten streifenförmigen Abdichtungssystemen auf Basis des Klebprinzips. Das Abdichtungssystem muss die zu erwartenden Bewegungen aufnehmen können, ausreichend dauerhaft und für die geplante Anwendung geeignet sein. Der Untergrund muss mittels geeigneter Maßnahmen wie Sandstrahlen, Wasserstrahlen, Kugelstrahlen u. dgl. ausreichend vorbehandelt, sowie sauber, fett- und ölfrei sein und eine Abreißfestigkeit der Betonoberfläche von mindestens $1,5 \text{ N/mm}^2$ aufweisen. Die Systemanwendung hat grundsätzlich gemäß der Produktdatenblätter und der Verarbeitungsrichtlinien des Herstellers zu erfolgen.

Für alle anderen Fugenabdichtungsprinzipien (z.B. innenliegende Fugenbänder bei Betonhalbfertigteilen) gelten die Bestimmungen der ÖVBB RL Weiße Wanne, Abschnitt 4.6.

Betreffend der Fuß- und Stoßausbildung von Doppelwänden siehe auch Abschnitt 7.2.2 und 6.2

4.4 Dehnfugenabstände

Siehe Abschnitt 4 Tabelle 1.

5 Berechnung und Bemessung

5.1 Grundsätzliches

Die Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit ist grundsätzlich gemäß den einschlägigen Eurocodes, insbesondere Eurocode 0, Eurocode 1, Eurocode 2, Eurocode 7 und Eurocode 8 unter Berücksichtigung der nationalen Anwendungsdokumente nachzuweisen. Dabei ist der Nachweis der Gebrauchstauglichkeit gemäß ÖNORM EN 1992-1-1, Abschnitt 7 und ÖNORM B 1992-1-1 unter Berücksichtigung nachfolgender Regelungen zu führen:

Für die Gebrauchstauglichkeitsnachweise nach dieser Richtlinie, darf in der Regel die quasi-ständige Einwirkungskombination zu Grunde gelegt werden.

Bei wasserundurchlässigen Betonbauwerken müssen die Rissbreiten neben den Lastschnittgrößen insbesondere auch für die Zwangsschnittgrößen, welche aus den indirekten Einwirkungen (z.B.: Temperatureinwirkungen, Schwinden des Betons, Setzungen oder Hebungen des Baugrundes etc.) bei behinderter Verformung entstehen, nachgewiesen werden.

Die Rissbreitennachweise sind unter Berücksichtigung der zeitlichen Entwicklung der Zwangsschnittgrößen, erforderlichenfalls zu allen maßgebenden Zeitpunkten (Erhärtungsphase, Bauzustand, Nutzungsbedingungen), unter Zugrundelegung der wirksamen Betonzugfestigkeit ($f_{ct,eff}$) zum betrachteten Zeitpunkt zu führen.

Vereinfachend dürfen die Zwangsschnittgrößen durch auf der sicheren Seite liegende Annahmen für die Lagerungsbedingungen (z.B.: volle Dehnungs- oder Krümmungsbehinderung) oder für die Grenzwerte der indirekten Einwirkungen (z.B.: in einer Größenordnung die zum Erreichen der wirksamen Zugfestigkeit des Betons führt) oder durch andere auf der sicheren Seite liegenden Annahmen, mit darauf abgestimmten konstruktiven Maßnahmen, abgeschätzt werden. Bei Rissbildung im jungen Beton (z.B.: Zwang aus dem Abfließen der Hydratationswärme) darf $f_{ct,eff}$ für die Ermittlung der Risschnittgröße mit $0,5 f_{ctm}$ angenommen werden.

5.2 Rissbreitennachweise

5.2.1 Allgemeines

In Fällen, in denen die resultierende Zwangsdehnung $0,8 \text{ ‰}$ nicht überschreitet, ist es im Allgemeinen ausreichend, die Rissbreite für den größeren Wert der

Wasserundurchlässige Betonbauwerke in Fertigteilbauweise

Spannung aus Zwang- oder Lastbeanspruchung zu ermitteln.

Wenn nachgewiesen werden kann, dass die Zwangsschnittgröße die Risschnittgröße nicht erreicht, dann darf die Mindestbewehrung durch eine Bemessung des Querschnittes für die nachgewiesene Zwangsschnittgröße unter Berücksichtigung der Anforderungen an die Rissbreitenbegrenzung ermittelt werden (siehe ÖNORM B 1992-1-1, Abschnitt 6).

Für Doppelwände mit abgedichteten Sollrissquerschnitten oder Dehnfugen sowie für Fertigteile gilt der Nachweis der Trennrissfreiheit als erbracht, wenn die Sollrissquerschnitte oder Fugenabstände so gewählt werden, dass Risse infolge von Lasten und Zwang in den dazwischen liegenden Bereichen vermieden werden.

Bei abgedichteten Fugen wird an die Rissbreite im Fugenbereich keine über die Bestimmungen der ÖNORM EN 1992-1-1, Abschnitt 7 hinaus gehende Anforderung gestellt. Auf die Möglichkeit der Rissbreitenbegrenzung durch Kombination von Stabstahl- und Stahlfaserbewehrung wird hingewiesen (siehe z. B. ÖVBB RL Faserbeton).

5.2.2 Biegerisse

Wenn nachgewiesen wird, dass die kleinste Druckzonenhöhe den Wert x_{\min} nicht unterschreitet, darf die Begrenzung der Rissbreiten auf die Werte w_{\max} der ÖNORM B 1992-1-1, Tabelle 4 erfolgen. Für wasserundurchlässige Stahlbetonbauwerke gilt in der Regel $w_{\max} = 0,3$ mm.

x_{\min} MIN (50 mm, 0,2 h) h ... Bauteildicke [mm]

Alternativ darf der Nachweis der Druckzonenhöhe durch eine Begrenzung der Breite der Biegerisse auf

die in Abschnitt 5.2.3 angegebenen Werte, in Abhängigkeit der anzuwendenden Konstruktionsklasse ersetzt werden.

Bei einer ausschließlichen Beanspruchung durch Bodenfeuchte oder nichtstauendem Sickerwasser wird ein Nachweis der Mindestdruckzonenhöhe nicht gefordert.

5.2.3 Trennrisse

Wasserdurchtritt durch Trennrisse ist abhängig von der Begrenzung der Rissbreite. Gleiches gilt für nicht mit Fugenabdichtung ausgebildete Arbeitsfugen und Sollrissquerschnitte, wenn eine Trennrissbildung erwartet wird.

Abhängig von der anzuwendenden Konstruktionsklasse (siehe ÖVBB RL Weiße Wanne, Abb. 3/1), sind die Rissbreiten w_k wie folgt zu begrenzen.

kon ₅	$w_k \leq 0,15$ mm
kon ₁	$w_k \leq 0,20$ mm
kon ₂	$w_k \leq 0,25$ mm

Bei einer ausschließlichen Beanspruchung durch Bodenfeuchte oder nichtstauendem Sickerwasser, ist es in der Regel bei Wänden ausreichend, Trennrissbreiten auf $w_k \leq 0,25$ mm zu begrenzen, bei Bodenplatten gilt in solchen Fällen ÖNORM B 1992-1-1, Tabelle 4.

5.2.4 Risse beschränkende Mindestbewehrung bei Frührissbildung aus dem Abfließen der Hydratationswärme

Für den in der Regel bei wasserundurchlässigen Bauwerken betreffend die Zwangsschnittgrößen maßgeblichen Lastfall „Frührissbildung aus dem Abfließen der Hydratationswärme“ sind die Mindestbewehrungen in den nachfolgenden Diagrammen angegeben.

Wasserundurchlässige Betonbauwerke in Fertigteilbauweise

Bei Fertigteilen wird technologisch bedingt im jungen Beton die Risschnittgröße durch die Zwangsschnittgröße nicht erreicht. Es ist in der Regel ausreichend eine Mindestbewehrung gemäß ÖNORM EN 1992-1-1, Abschnitt 9 vorzusehen (siehe auch Abschnitt 5.2.1). Nachfolgende Diagramme gelten daher in der Regel für die Halfertigteilbauweise (Zwangsspannungen aus dem Abfließen der Hydratationswärme des Füllbetons). Die in den Diagrammen angegebenen Bauteildicken beziehen sich dann auf die Dicke des Füllbetons.

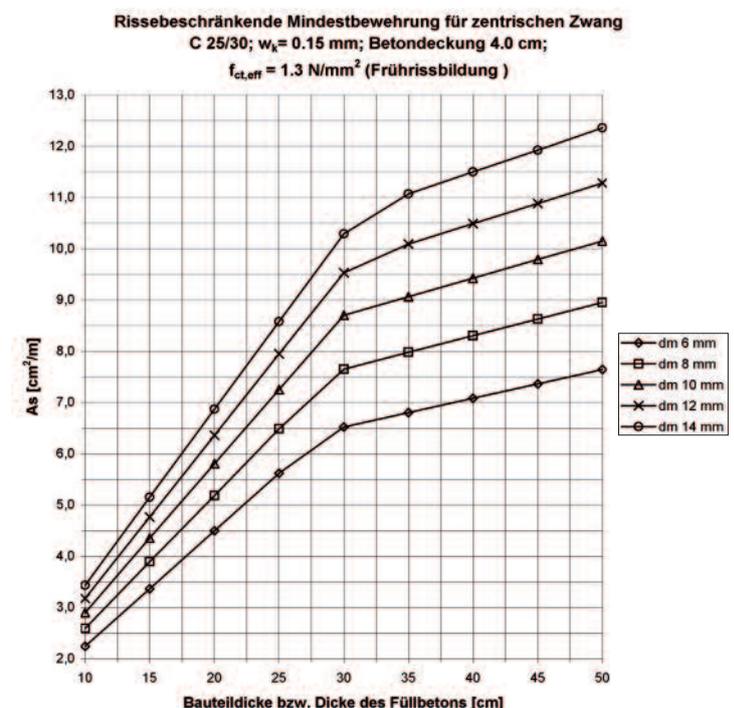
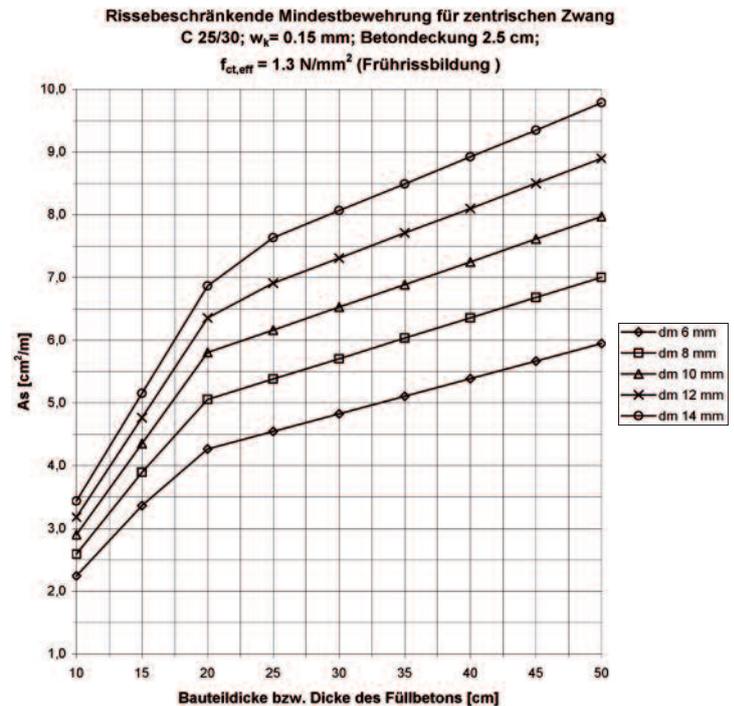
Da bei Doppelwänden mit einer Elementlänge von maximal 12 m und einer Dicke des Füllbetons von nicht mehr als 40 cm aufgrund des Flächenverbundes zwischen Ortbeton und Fertigteilplatten bei Herstellung mit rüttelrauer Oberfläche Risse nur in den Fugen entstehen können, ist es ausreichend in den Fertigteilplatten, die Mindestbewehrung gemäß ÖNORM EN 1992-1-1, Abschnitt 9 vorzusehen.

Eine Mindestbewehrung zur Beschränkung der Rissbreite für Zwang aus dem Abfließen der Hydratationswärme im Ortbeton ist mit Ausnahme der Fugenbereiche nicht erforderlich. Für den Fugenbereich bei abgedichteten Fugen gilt betreffend der nachzuweisenden Rissbreite Abschnitt 5.2.1, bei nicht abgedichteten Fugen gilt Abschnitt 5.2.3.

Wenn Zwänge aus dem Abfließen der Hydratationswärme technologisch bedingt in einer Richtung nicht zu erwarten sind, ist es in der Regel für diese Richtung ausreichend eine Mindestbewehrung gemäß ÖNORM EN 1992-1-1, Abschnitt 9 vorzusehen (z.B. vertikale Bewehrung bei eingeschossigen Hauskellern).

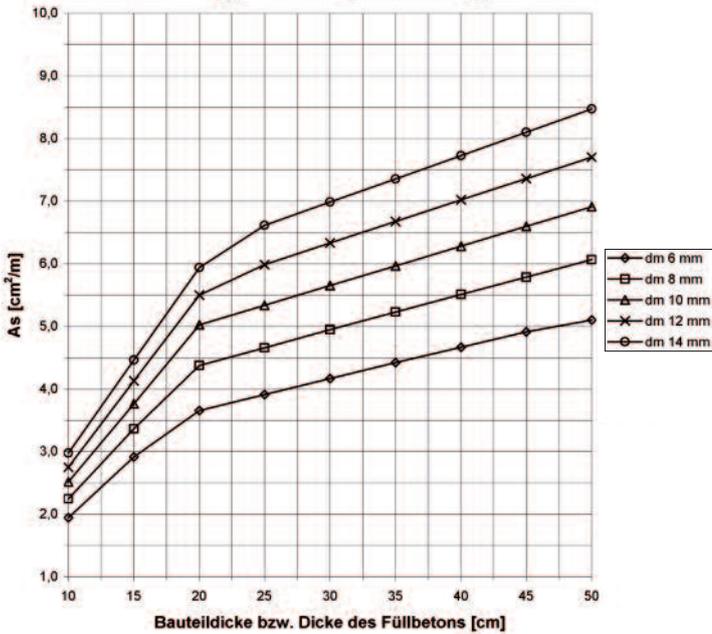
Anmerkung:

Die Bewehrungswerte der Diagramme für 2,5 cm Betondeckung dürfen vereinfachend auch bei kleineren Betondeckungen verwendet werden. Die Diagramme dürfen auch für Betone der Festigkeitsklasse C30/37 angewendet werden, wenn die Bewehrungswerte um 6% erhöht werden.

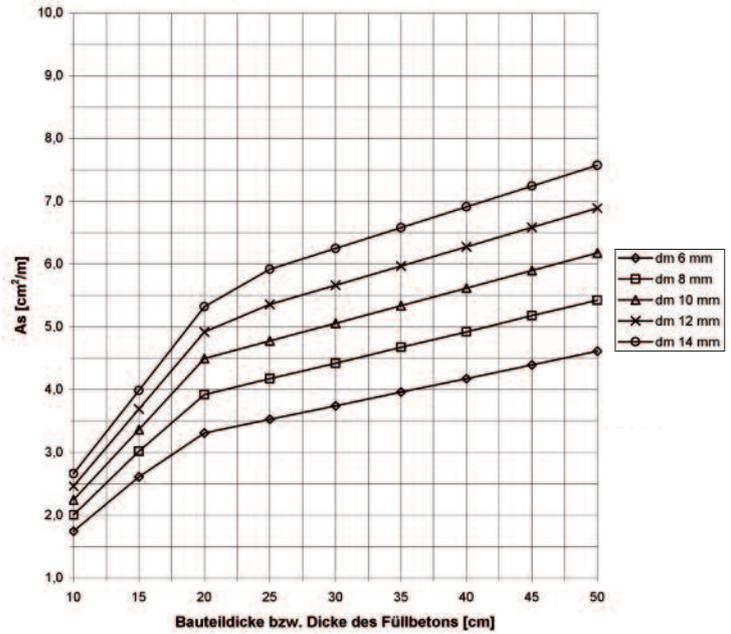


Wasserundurchlässige Betonbauwerke in Fertigteilbauweise

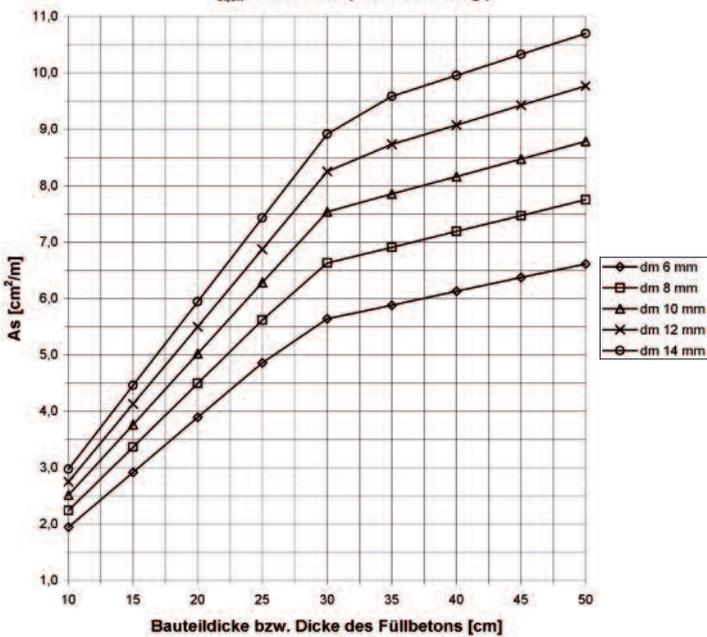
Rissebeschränkende Mindestbewehrung für zentrischen Zwang
C 25/30; $w_k = 0.20$ mm; Betondeckung 2.5 cm;
 $f_{ct,eff} = 1.3$ N/mm² (Frührissbildung)



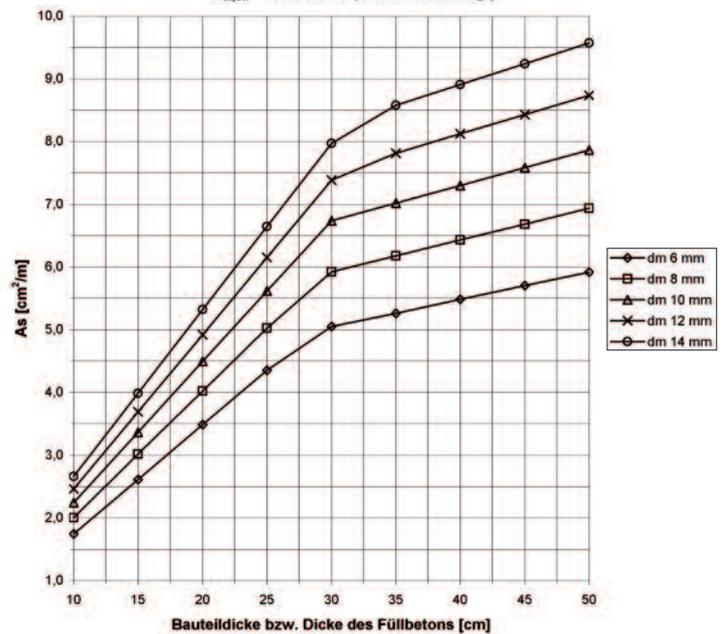
Rissebeschränkende Mindestbewehrung für zentrischen Zwang
C 25/30; $w_k = 0.25$ mm; Betondeckung 2.5 cm;
 $f_{ct,eff} = 1.3$ N/mm² (Frührissbildung)



Rissebeschränkende Mindestbewehrung für zentrischen Zwang
C 25/30; $w_k = 0.20$ mm; Betondeckung 4.0 cm;
 $f_{ct,eff} = 1.3$ N/mm² (Frührissbildung)



Rissebeschränkende Mindestbewehrung für zentrischen Zwang
C 25/30; $w_k = 0.25$ mm; Betondeckung 4.0 cm;
 $f_{ct,eff} = 1.3$ N/mm² (Frührissbildung)



Wasserundurchlässige Betonbauwerke in Fertigteilbauweise

6 Bewehrungs- und Konstruktionsregeln

6.1 Bewehrungsführung

Es ist stets eine Bewehrungsführung zu wählen, welche ein einwandfreies Einbringen und Verdichten des Frischbetons ermöglicht. Es gelten die einschlägigen Bestimmungen der ÖNORM EN 1992-1-1.

Bewehrte Bauteile von wasserundurchlässigen Betonbauwerken sind in der Regel mit beidseitigem Bewehrungsnetz, bestehend aus Längs- und Querbewehrung, zu versehen. Ausnahmen von einem beidseitigen Bewehrungsnetz sind bei Beanspruchung durch Bodenfeuchte bzw. nichtstauendem Sickerwasser zulässig, wenn entsprechende Nachweise geführt werden.

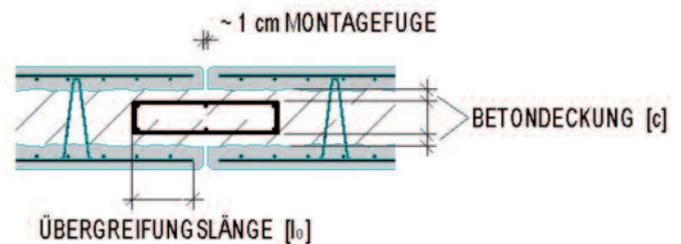
Tabelle 3 - Übergreifungsstoßlängen bei Doppelwandfugen (Beton \geq C25/30, Bewehrungsstahl B550, Betondeckung \geq 2,5 cm)

\varnothing [mm]	$l_0^{1)}$ [cm] GZT	$l_0^{2)}$ [cm] GZG
6	28	20
8	37	20
10	51	26
12	67	33

¹⁾ Die Werte l_0 der Tabelle 3 dürfen beim Nachweis im Grenzzustand der Tragsicherheit (GZT) um das Verhältnis $A_{s,erf}/A_{s,vorh}$ abgemindert werden. Die Mindestübergreifungslänge $l_{0,min}$ gemäß ÖNORM EN 1992-1-1, Gl. 8.11 ist dabei aber stets einzuhalten.

²⁾ Die Übergreifungsstoßlängen für den Nachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit wurden für eine Stahlspannung von $\sigma_{sd} \leq 240$ N/mm² berechnet.

Bild 1 – gerader Wandstoß



6.2 Fugenausbildung, Sollrissquerschnitte

Bewegungsfugen sind nach Möglichkeit zu vermeiden. Sie sollten nur dort vorgesehen werden, wo Relativverformungen zwischen benachbarten Bauteilen durch andere konstruktive Maßnahmen nicht beherrscht werden können.

Arbeitsfugen sind planmäßig festzulegen und entwerfsmäßig auszuführen. Als Regelausführung wird der Einbau einer Fugenabdichtung empfohlen.

Stoßfugen von Fertigteilkonstruktionen (z.B. Doppelwände) sind in der Regel Sollrissquerschnitte.

7 Ausführung

7.1 Allgemeines

Die Ausführung der Betonarbeiten, die Nachbehandlung und die Bauüberwachung sind gemäß ÖNORM B 4710-1 und ÖNORM EN 13670 durchzuführen.

7.2 Zusätzliche Maßnahmen

7.2.1 Abstandhalter, Schalungsanker

Es müssen Abstandhalter und Einbauteile verwendet werden, welche die Wasserundurchlässigkeit des Bauwerks nicht beeinträchtigen. Verbleibende Hohlräume sind nicht zulässig.

Wasserundurchlässige Betonbauwerke in Fertigteilbauweise

7.2.2 Herstellung, Anlieferung und Montage von Fertigteilen und Doppelwandelementen und Einbau des Ortbetons

Die nachfolgenden Regelungen gelten zusätzlich zu denen gemäß ÖNORM B 4710-1 und ÖNORM EN 13670.

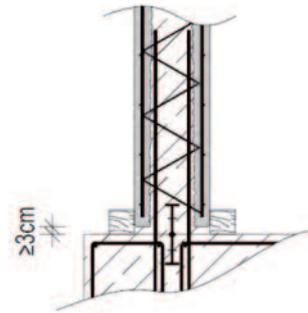
Die Innenseiten der Doppelwandplatten müssen so beschaffen sein, dass der Verbund und eine hohlraumfreie Verbindung zwischen dem Kernbeton und den Doppelwandplatten sichergestellt sind und sich damit ein monolithisch wirkendes Bauteil bei Vermeidung eines Wasserdurchtritts zwischen Kernbeton und Doppelwandplatten ergibt. Hierzu ist eine vollflächige kornraue Verbundfläche erforderlich. Die mittlere Rautiefe R1 in Anlehnung an ÖNORM EN 1766, Abschnitt 7.2 muss mindestens 0,9 mm betragen.

Fertigteile und Doppelwandplatten sind so zu montieren, dass sie nicht beschädigt werden. Wenn bei der Montage Risse entstehen, sind sie durch Dichtmaßnahmen nach Abschnitt 8 zu schließen.

Vor der Montage der Doppelwände sind die Arbeitsfugen Bodenplatte/Wand von Verunreinigungen zu befreien und vorzunässen. Die Qualität der Arbeitsfugen ist auf die verwendete Fugenabdichtung abzustimmen, erforderlichenfalls ist eine ebene kornraue Oberfläche herzustellen.

Doppelwandplatten müssen im Bereich der Arbeitsfuge Bodenplatte/Wand mindestens 3 cm hoch aufgeständert werden. In diesem Bereich wird die Verwendung einer Anschlussmischung mit Größtkorn 8 mm empfohlen. Die Anschlussmischung ist auf einer Höhe der einfachen Wanddicke, mindestens jedoch mit einer Höhe von 30 cm, vorzusehen.

Bild 2 – Anschluss Bodenplatte/Wand



Vor dem Einbau des Kernbetons sind die Innenoberflächen der Doppelwände ausreichend lange vorzunässen. Die Oberflächentemperatur der Doppelwände muss dabei über 0 °C liegen. Zum Zeitpunkt des Betonierens müssen die Innenoberflächen und die Arbeitsfuge auf der Bodenplatte mattfeucht sein.

Zum Einbringen und Verdichten des Kernbetons sind geeignete Geräte zu verwenden. Der Beton ist in gleichmäßigen, ca. 80 cm hohen, waagerechten Lagen einzubringen, wobei der Beton im gesamten Betonierabschnitt bei sämtlichen Wänden stets gleichzeitig hochzuführen ist. Der Beton muss sorgfältig verdichtet werden, um Hohlräume und Kiesnester zu vermeiden und um eine ausreichende Haftung zwischen Ortbeton und Fertigteilen herzustellen. Solange der Ortbeton nicht ausreichend erhärtet ist, sind die Wände vor Erschütterungen und sonstigen Belastungen zu schützen, damit der Verbund zwischen den Fertigteilen und dem Ortbeton nicht beeinträchtigt wird. Anfangs- und Endzeitpunkte des Vornässens, der Entladung der Fahrmaschin sowie der Betonagen sind zu dokumentieren.

Siehe hierzu auch die VÖB Montageanleitung für Wandelemente, herausgegeben vom Verband Österreichischer Beton- und Fertigteile.

Wasserundurchlässige Betonbauwerke in Fertigteilbauweise

7.2.3 Nachbehandlung und Schutz des Betons

Zusätzlich zu ÖNORM B 4710-1 und ÖNORM EN 13670 sind die Schutz- und Nachbehandlungsmaßnahmen auch dahingehend zu wählen, dass Eigen- und Zwangsspannungen infolge hydratationswärmebedingter Temperaturen gering bleiben.

7.2.4 Lagerung, Einbau und ggf. Schutz von Fugenabdichtungen

Fugenabdichtungen müssen so gelagert, eingebaut und gegen mechanische Beschädigungen geschützt werden, dass ihre Funktion sichergestellt ist.

Alle in den Beton eingreifenden Fugenabdichtungen sind vor dem Betonieren planmäßig lagegenau zu verlegen, an Stoßstellen zu verbinden und in ihrer Lage zu sichern.

Bei außen liegenden Abdichtungen sind vor dem Verfüllen des Arbeitsraumes Schutzschichten gegen mechanische Beschädigungen der Abdichtungen einzubauen.

8 Dichten von Rissen und Instandsetzung von Fehlstellen

Wenn Beton, Fugen, Einbauteile und gegebenenfalls Risse die Anforderungen der zugrunde gelegten Konstruktionsklasse nicht erfüllen, sind entsprechende Abdichtungsmaßnahmen zu ergreifen. Bei geringer Durchströmungsgeschwindigkeit des Wassers kann abgewartet werden ob ein Schließen des Risses durch Selbstheilung stattfindet.

Für nachträgliche wasserseitige Abdichtungsmaßnahmen ist gemäß Abschnitt 4.3 zu verfahren.

Das Füllen von Rissen, undichten Fugen und undichtem Betongefüge erfolgt mit abdichtenden Stoffen nach der ÖVBB Richtlinie "Erhaltung und Instandsetzung von Bauten aus Beton und Stahlbeton".

Trotz Einhaltung der Qualitätskriterien der Richtlinie können Fehlstellen (Feuchtigkeitsstellen, Risse) auftreten, die über das in Tabelle 3/1 der ÖVBB RL Weiße Wanne angegebene Maß hinausgehen. Diese sind durch geeignete Maßnahmen (Injektion) zu beseitigen und stellen nach deren Beseitigung keine Qualitätsminderung dar.

9 Literaturhinweise

DafStb-Richtlinie -
Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton

Lohmeyer /Ebeling -
Weiße Wannen einfach und sicher

Kerkeni/Hegger/Kahmer -
Mindestbewehrung von Weißen Wannen aus Doppelwänden

Wasserundurchlässige Betonbauwerke in Fertigteilbauweise

Herausgeber:

Verband Österreichischer Betonfertigteilwerke

Bildrechte (Diagramme und Bilder):

Verband Österreichischer Betonfertigteilwerke

Haftungsausschluss:

Diese Richtlinie soll Sie beraten. Alle Informationen und Angaben erfolgen nach bestem Wissen und Gewissen, jedoch ohne Gewähr. Jede Haftung ist ausgeschlossen.