
Richtlinie Ortbetonkanäle und Kammerbauwerke

3. Auflage Mai 2015



Verfasser

Stadt Zürich

Tiefbau- und Entsorgungsdepartement
Tiefbauamt, Projektierung + Realisierung

Mitglieder der Arbeitsgruppe

André Murer	Stadt Zürich, Tiefbauamt
Renato Kienberger	Stadt Zürich, Tiefbauamt
Christoph Wyss	Stadt Zürich, Tiefbauamt
Rolf Huggenberger	Stadt Zürich, ERZ Entsorgung + Recycling
Dominik Börrnert	Hunziker Betatech AG

Inhalt

1	Einleitung	5
2	Grundlagen	5
3	Projektierungsgrundlagen	5
3.1	Nutzungsdauer	5
3.2	Belastungen	5
3.3	Besondere Risiken	6
3.4	Betonbau Konstruktionsbeton	6
3.5	Betonbau Innenausbau	6
3.6	Anforderungen / konstruktive Durchbildung	7
4	Statische Berechnung	10
4.1	Verkehrslasten / resultierende Spannungen	10
4.2	Modellbildung	10
4.2.1	Allgemeines	10
4.2.2	Kanäle mit geringer Überdeckung	10
4.2.3	Kanäle mit grosser Überdeckung	11
4.3	Rechnerische Nachweise	12
5	Ausführungsvorschriften	13
5.1	Sauberkeitsschicht	13
5.2	Konstruktionsbeton	13
5.2.1	Schalungen	13
5.2.2	Bewehrung	13
5.2.3	Arbeitsfugen horizontal	13
5.2.4	Arbeitsfugen vertikal	14
5.2.5	Übergangsfuge Neubau / bestehender Kanal	15
5.2.6	Betonierablauf / Etappierung Konstruktionsbeton	15
5.2.7	Nachbehandlung	15
5.2.8	Nachbearbeitung	15
5.3	Innenausbau	16
5.3.1	Allgemein	16
5.3.2	Ausbildungsvarianten der Sohle	16
5.4	Anschlussleitungen	18
5.4.1	Gebäudeanschlussleitungen (GAL)	18
5.4.2	Strassensammleranschlussleitungen (SA)	19
6	Ortbeton-Kammerbauwerke und Einstiege	20
6.1	Allgemein	20
7	Qualitätskontrollen	21
7.1	Qualitätssicherungs-Ordner	21
7.2	Kontrollplan	21
7.3	Prüfplan	21
7.4	Prüfungen	21

Beilage:

- Kontrollplan

Änderungen 3. Auflage Mai 2015:

- Seite 5: Hinweis «Vorfabrikation»
- Seite 7: Abb. 1 angepasst (Steinzeugplatten-Sohlschale)
- Seite 8: Abb. 2 angepasst
- Seite 9: Tab.1: Pos. 3 – Epoxid-Klebemörtel oder Versetzmörtel
- Seite 9: Tab.1: Pos. 4a – Alternative STZ-Platten – Sohlschale
- Seite 9: Tab.1: Pos. 6b – Abriebfestigkeit
- Seite 9: Technische Datenblätter und Freigabe
- Seite 13: Distanzhalter aus Kunststoff
- Seite 14: Abb. 8: Fugendichtblech, keine Injektionsdosen
- Seite 14: Abb. 9: Keine Injektionsdosen
- Seite 15: Abb. 10: Keine Injektionsdosen
- Seite 15: Etappenlänge 8 – 12 m
- Seite 16: Betonieren in einem Guss, Referenzstrecke Sohle
- Seite 17: Abb. 11: Bankett separat
- Seite 19: Anschlussleitungen mit Tropfnase
- Seite 20: Einstiege mit Betonfertigelementen

1 Einleitung

Ortbetonkanäle und Kammerbauwerke sind einer aggressiven Umgebung ausgesetzt und unterliegen dadurch einer erhöhten Abnutzung aufgrund von physikalischen, chemischen und biologischen Einwirkungen.

Die vorliegende Richtlinie zeigt die einzuhaltenden Projektierungs- und Ausführungsgrundlagen der Stadt Zürich für Ortbetonkanäle und Kammerbauwerke auf.

Für Vorfabrikations-Bauverfahren gelten die entsprechende Richtlinie des Tiefbau- und Entsorgungsdepartements der Stadt Zürich sowie in Rücksprache mit der Projektleitung TAZ projektspezifische Anforderungen.

Für grabenlose Bauverfahren gelten in Rücksprache mit der Projektleitung TAZ projektspezifische Anforderungen.

2 Grundlagen

Die folgenden Dokumente bilden die Grundlage für die vorliegende Richtlinie und sind beizuziehen für alle Anforderungen an Ortbetonkanäle und Kammerbauwerke, welche nicht explizit in dieser Richtlinie geregelt sind.

- Stadt Zürich, Tiefbau- und Entsorgungsdepartement:
 - Normen
 - Richtlinien
 - Wegleitungen
 - Bestimmungen
- SIA Normen

Die aktuell gültigen Normen, Richtlinien, Wegleitungen und Bestimmungen des Tiefbau- und Entsorgungsdepartements der Stadt Zürich stehen auf der Internetseite des Tiefbauamtes der Stadt Zürich zum Download zur Verfügung.

3 Projektierungsgrundlagen

3.1 Nutzungsdauer

- Die Tragkonstruktion sowie der Sohlenaufbau sind auf 100 Jahre Nutzungsdauer auszulegen.

3.2 Belastungen

- Überfahrten mit 40 t Unterhaltsfahrzeugen sind zu berücksichtigen (auch in den Bauzuständen).
- Projektspezifische Belastungen (Lage, Anforderungen, etc.)

3.3 Besondere Risiken

- Brand: min. Feuerwiderstandsklasse R90 (SIA 262)
- Explosion: akzeptiertes Risiko, ausser bei mit Gebäuden überbauten Kanälen (projektspezifische Anforderungen in Rücksprache mit Projektleiter TAZ)
- Erdbeben muss nicht berücksichtigt werden (akzeptiertes Risiko)

3.4 Betonbau Konstruktionsbeton

- Bauteilstärken
 - Kanäle lichte Weite $\leq 1,0$ m: $d \geq 25$ cm
 - Kanäle lichte Weite $> 1,0$ m: d mindestens 30 cm
 - Höhe über seitlichem Bankett: ≥ 1.80 m (Begehbarkeit)
- Die Bauwerke sind immer bewehrt auszuführen
- Bewehrungsüberdeckung: 45 mm (min. 40 mm / max. 50 mm).
- Dilatationsfugen: Der Kanal soll keine Dilatationsfugen aufweisen. Projektspezifisch können Dilatationsfugen in Absprache mit dem Projektleiter TAZ vor Kammerbauwerken angeordnet werden (z.B. infolge unterschiedlichem Setzungsverhalten).
- Mindestbewehrung in Längsrichtung: Hohe Anforderungen bezüglich Rissbildung nach SIA 262. Bewehrungs-Teilung: vorzugsweise 100 mm.
- Mindestbewehrung in Querrichtung: Normale Anforderungen bezüglich Rissbildung nach SIA 262.
- Bewehrung in Querrichtung: Ausbildung biegesteifer Ecken Boden - Wand - Decke.
- Die Kanaldecke muss mit 2 % Dachgefälle ausgebildet werden. Projektspezifisch kann an exponierten Stellen zusätzlich eine Abdichtung aus Polymerbitumenbahnen und eine Mörtelschutzschicht und /oder Wurzelschutzfolie notwendig werden.

3.5 Betonbau Innenausbau

- Die Bewehrung der Bankette ist analog zu den Anforderungen des Konstruktionsbetons auszubilden, unabhängig davon, ob die Bankette zusammen mit der Bodenplatte oder separat zu dieser betoniert werden.

3.6 Anforderungen / konstruktive Durchbildung

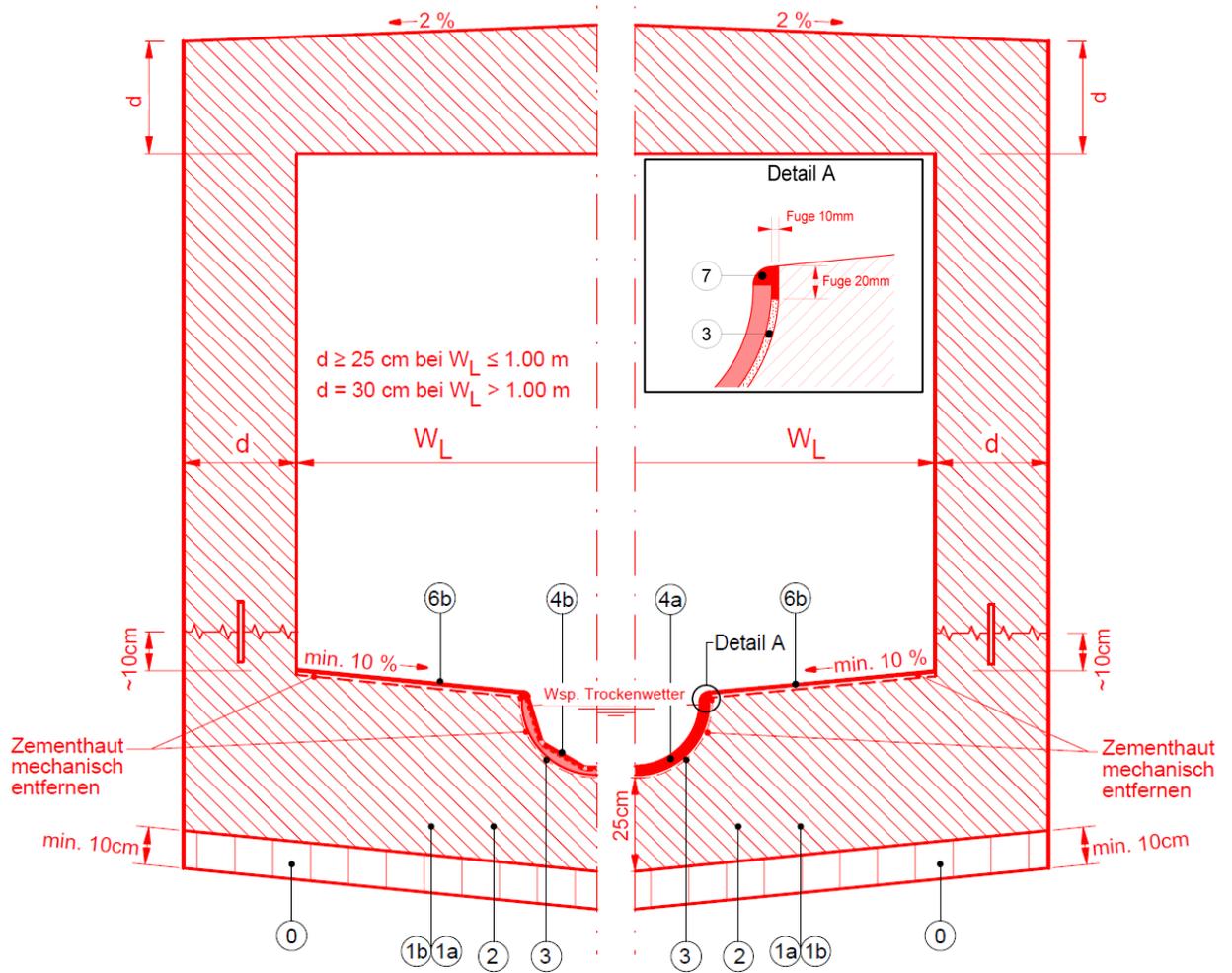


Abbildung 1: Systemquerschnitt Trockenwetter-Rinne Steinzeug

Tabelle 1: Baustoffe

Pos	Beschreibung	Anforderungen
0	Sauberkeitsschicht	Glatt abgezogen (minimale Reibung beim Schwinden)
1a	Konstruktionsbeton bewehrt „Normalfall“	C 30/37, Zement mit hohem Sulfatwiderstand XA2, XD3, XC4, (XF4 nur im Ausnahmefall) CI 0.2 Dmax: 32 mm
1b	Konstruktionsbeton bewehrt „Spezialfall“: In aggressiven Böden oder bei besonderen Verhältnissen	C 35/45, Zement mit hohem Sulfatwiderstand XA3, XD3, XC4, (XF4 nur im Ausnahmefall) CI 0.2 Dmax: 32 mm
2	Bewehrung	Bewehrung: B500B nach SIA 262. Stabstahl / Matten
3	Epoxid-Klebemörtel oder alternativ Versetzmörtel	Haftzugfestigkeit: Mittelwert $\geq 1.5 \text{ N/mm}^2$ Minimaler Einzelwert = 1.2 N/mm^2 (nach 28 Tagen) Abriebfestigkeit: $A \leq 6 \text{ cm}^3 / 50 \text{ cm}^2$ (SN EN 13892-3) Hohe chemische Beständigkeit gegen Säuren, Laugen, Sulfat, etc. C 25/30 XA2, XD3, XC4 CI 0.2
4	Sohlschale aus Steinzeugplatten (4b) – oder Steinzeug-Sohlschalen (4a)	Siehe Wegleitung „Werterhaltung von begehbaren Kanälen“, Stadt Zürich Mind. 28 d nach Bankett- und Betoneinbau einkleben (siehe Pos. 3). Haftzugfestigkeit muss allseitig gemäss Kontrollplan erfüllt sein. Halbschalen aus Polymerbeton dürfen nicht eingebaut werden.
5a	Bankettbeton bewehrt	C 25/30 XA2, XC4, XD3 CI 0.2 Dmax: projektspezifisch wählbar
5b	Verguss-Mörtel	zementgebunden schwindkompensiert hohe Sulfatbeständigkeit Druckfestigkeit $> 40 \text{ N/mm}^2$ nach 28 Tagen
6a	Bankett oberhalb Trockenwetterabfluss Q_{TW} (bei Trockenwetterrinne): Betonhartstoff (Korund) während betonieren eingestreut oder Beschichtung gemäss Pos. 6b	Betonhartstoff (Korund) direkt während betonieren in genügender Menge eingestreut! Körnung: 1-3 mm Menge: mind. 2 kg/m^2 Oberflächenfinish: mit feinem Besen oder Tapezierbürste verschlichten Bei Beschichtung: Haftzugfestigkeit gemäss Kontrollplan
6b	Beschichtung im Bereich Trockenwetterabfluss Q_{TW}	Schichtstärke: 5 mm (produktspezifisch, z.B. MC RIM Protect MR) Abriebfestigkeit: $A \leq 6 \text{ cm}^3 / 50 \text{ cm}^2$ (SN EN 13892-3) Haftzugfestigkeit gemäss Kontrollplan (1.5 N/mm^2) Oberflächenfinish: mit feinem Besen oder Tapezierbürste verschlichten
7	Epoxid-Klebemörtel (Längs- und Querfugen)	Anforderungen gemäss Pos. 3
8	Arbeitsfugendichtsysteme	Hohe chemische Beständigkeit gegen Abwasser, Säuren, Laugen, Sulfat, etc. (Bleche beschichtet, Injektionskanäle, Quellbänder)

Zusätzlich erforderliche Materialeigenschaften und -spezifikationen sind der Wegleitung «Werterhaltung von begehbaren Kanälen» des Tiefbau- und Entsorgungsdepartements der Stadt Zürich zu entnehmen. Die technischen Datenblätter der zu verwendenden Materialien sind vor der Ausführung durch die Bauleitung bei der Unternehmung einzufordern und zu prüfen. Die Projektleitung TAZ erteilt die Freigabe.

4 Statische Berechnung

Die folgenden Ausführungen zu den statischen Berechnungen gelten für Ortbetonkanäle und Kammerbauwerke.

4.1 Verkehrslasten / resultierende Spannungen

Die Norm SIA 190 (2000) «Kanalisationen» ist zum momentanen Zeitpunkt noch gültig. Sie basiert jedoch auf der Norm SIA 160 (1989), welche durch die Normen SIA 260 und 261 (2003) abgelöst wurde.

Die Ermittlung der Scheitelspannungen hat anhand von folgendem Lastansatz zu erfolgen:

Norm SIA 190 (2000) mit Berücksichtigung der Lasten gemäss Norm SIA 261 und der Lastfaktoren gemäss Norm SIA 260, d.h. die resultierenden Spannungen infolge Verkehrslast werden hochgerechnet.

Charakteristika:

- Die Summe der 4 Einzellasten aus dem Lastmodell 1 mit Berücksichtigung von normalen dynamischen Einwirkungen ergibt: $4 \times 135 \text{ kN} = 540 \text{ kN}$, d.h. der Faktor für die Hochrechnung beträgt für die Spannungen infolge Verkehr 1.39 ($540 \text{ kN} / 390 \text{ kN}$).
- Der Lastfaktor für die Überdeckung beträgt 1.35, dieser darf gemäss Norm SIA 260 ab einer Schütthöhe von 2 m reduziert werden.
- Im Bereich von Fahrbahnübergängen müssen erhöhte dynamische Einwirkungen mit einem zusätzlichen Faktor von 1.3 berücksichtigt werden.

4.2 Modellbildung

4.2.1 Allgemeines

Der Kanal wird mit einem 2-dimensionalen Stabtragwerk modelliert. Grundsätzlich sind der Erddruck bzw. die Bettung zu variieren. Die Bauzustände sind ebenfalls zu beachten.

4.2.2 Kanäle mit geringer Überdeckung

Definition:

Als Kanäle mit geringer Überdeckung gelten Kanäle, deren Überdeckung kleiner oder gleich der Breite ist.

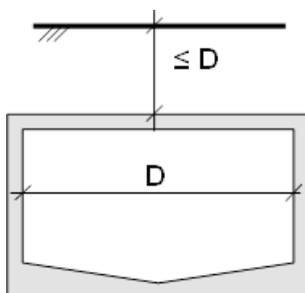


Abbildung 3: Kanäle mit geringer Überdeckung

Charakteristika:

- Die Verkehrslast wirkt praktisch nur auf den Scheitel. Ein positiver, stützender seitlicher Einfluss entfällt.

- Horizontal darf ein aktiver Erddruck nur aus der Überdeckung resultierend berücksichtigt werden. Dieser Erddruck ist im Allgemeinen sehr klein.

Bettung und zu berücksichtigende Lasten:

- Bettung nur unter der Sohle
- vertikaler Scheiteldruck infolge Überdeckung und Verkehrslasten
- horizontaler Erddruck infolge:
 - Überdeckung: aktiver Erddruck
 - Verkehrslasten: keine Berücksichtigung

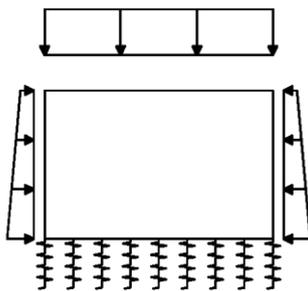


Abbildung 4: Modellbildung Kanäle mit geringer Überdeckung

4.2.3 Kanäle mit grosser Überdeckung

Definition:

Als Kanäle mit grosser Überdeckung gelten Kanäle, deren Überdeckung grösser ist als die Breite.

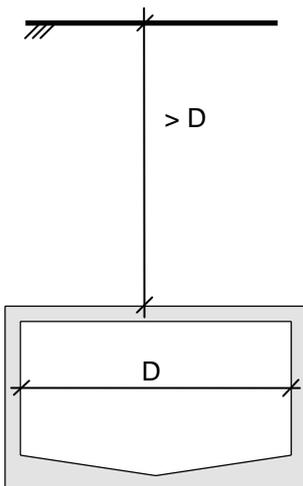


Abbildung 5: Kanäle mit grosser Überdeckung

Charakteristika:

- Vergleichsrechnungen haben gezeigt, dass mit den nachfolgenden zwei Fällen (Bettung und Lasten) die bei der Variation von allen Komponenten auftretenden wesentlichen Schnittkräfte meistens abgedeckt sind.
- Die Verkehrslasten wirken sowohl auf den Scheitel als auch seitlich.

- Eine horizontale Bettung entspricht generell einem abgeminderten, horizontalen aktiven Erddruck.
- Der horizontale Erddruck hat einen wesentlichen Einfluss auf die Schnittkräfte, deshalb wird er einmal mit dem Erdruchedruck angesetzt und einmal als Bettung modelliert.
- Eine Variation des Bettungsmoduls hat wenig Einfluss auf die Schnittkräfte.
- Einseitige Lastzustände sind im Wesentlichen durch die beiden nachfolgenden Fälle abgedeckt.

Es sind mindestens die folgenden 2 Fälle zu berücksichtigen:

Fall 1:

- Bettung seitlich und unter der Sohle
- vertikaler Scheiteldruck infolge Überdeckung und Verkehrslasten
- keine Berücksichtigung von horizontalem Erddruck

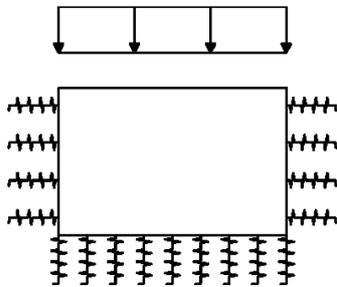


Abbildung 6: Modellbildung Kanäle mit grosser Überdeckung, Fall 1

Fall 2:

- Bettung nur unter der Sohle
- vertikaler Scheiteldruck infolge Überdeckung und Verkehrslasten
- beidseitiger Erdruchedruck infolge Überdeckung und Verkehrslasten

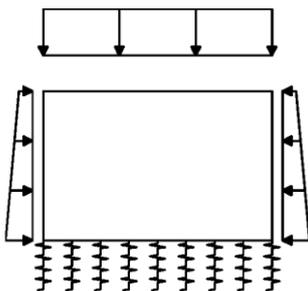


Abbildung 7: Modellbildung Kanäle mit grosser Überdeckung, Fall 2

4.3 Rechnerische Nachweise

Die rechnerischen Nachweise sind nach der Norm SIA 262 (2013) für bewehrte Stahlbetonbauteile zu führen.

5 Ausführungsvorschriften

5.1 Sauberkeitsschicht

Die Betonoberfläche ist glatt abzuziehen, so dass die Reibung zwischen der Bodenplatte und der Sauberkeitsschicht beim Schwindvorgang möglichst klein wird und dadurch weniger Zwängungen aufgebaut werden.

5.2 Konstruktionsbeton

5.2.1 Schalungen

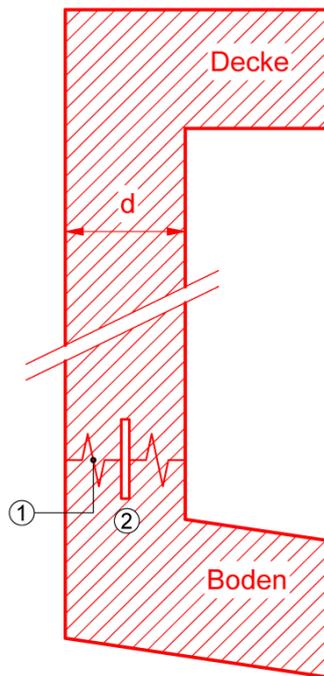
- Die Wandschalungen sind ohne durchgehende Schalungsanker auszuführen.
- Verlorene Schalungen (z.B. an Kanaldielen) sind so auszubilden, dass sie während des Betoniervorgangs absolut lagestabil sind (keine Einschlüsse von verlorenen Schalungen im Konstruktionsbeton). Ein Einsatz von Verbundblechen wird empfohlen. Organisches Material sowie gebundene Materialien, welche die Gefahr von Ausschwemmungen (z.B. Formaldehyd) beinhalten, dürfen nur mit einer Bewilligung des AWEL und entsprechenden Nachweisen (Eluattest) verwendet werden.

5.2.2 Bewehrung

- Die Bewehrung ist absolut lagestabil auszubilden, damit während dem Betonieren keine Verschiebungen auftreten können und die geforderte Überdeckung eingehalten wird. Insbesondere ist die Wandbewehrung gegen ein Ausbauchen in Richtung Baugrubenabschluss in Wandmitte zusätzlich zu stabilisieren. Dies kann mit Bewehrungsseisen (Punktschweissung) und hochwertigen Distanzhaltern aus Kunststoff oder Betonklötzli mit nichtrostendem Bindedraht und gleicher Betonqualität (Expositionsklassen) wie der Konstruktionsbeton erfolgen.
- Am betonierten Kanal sind systematische Überdeckungsmessungen der Bewehrung zur Qualitätssicherung vorzusehen.
- Distanzhalter für Bodenplatte, Wände und Decke: Primär Hochwertige Distanzhalter aus Kunststoff (von der Projektleitung TAZ zu genehmigen) oder alternativ 45 mm Betonklötzli mit nichtrostendem Bindedraht und gleicher Betonqualität (Expositionsklassen) wie der Konstruktionsbeton (Nachweis der Betonqualität ist zu erbringen!).
- Distanzhalter Bewehrung: Verwendung von dreidimensionalen Stützbügeln. Keine Füße aus Kunststoff resp. kein Abstellen auf die Schalung (min. Bewehrungsüberdeckung muss eingehalten werden).

5.2.3 Arbeitsfugen horizontal

Es ist konstruktiv und ausführungstechnisch darauf zu achten, dass möglichst keine Arbeitsfugen entstehen. Angestrebt wird eine monolithische Bauweise. Falls Arbeitsfugen unumgänglich sind, sind diese folgendermassen auszuführen:



Legende:

1. Arbeitsfuge aufrauen (Waschbetonstruktur, chemische Abbindeverzögerer sind nicht zulässig)
2. Fugendichtblech (mit Aktiv-Beschichtung zur Versinterung) oder Injektionskanäle (Injektionsdosen sind nicht zulässig. Injektionen sind zwingend vor Inbetriebnahme des Kanals durchzuführen)

Abbildung 8: Arbeitsfuge horizontal

5.2.4 Arbeitsfugen vertikal

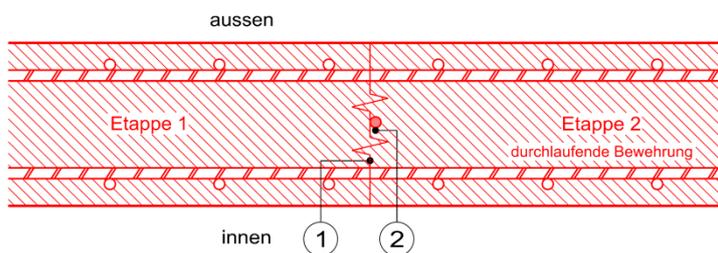


Abbildung 9: Arbeitsfuge vertikal

Legende

1. Anschlussfläche: Mechanisch (Wasser, Sand) aufgeraut (chemische Abbindeverzögerer sind verboten)
2. Injektionskanal (Injektionsdosen sind nicht zulässig. Injektionen sind zwingend vor Inbetriebnahme Kanal durchzuführen und zu protokollieren) oder alternativ Quellband

5.2.5 Übergangsfuge Neubau / bestehender Kanal

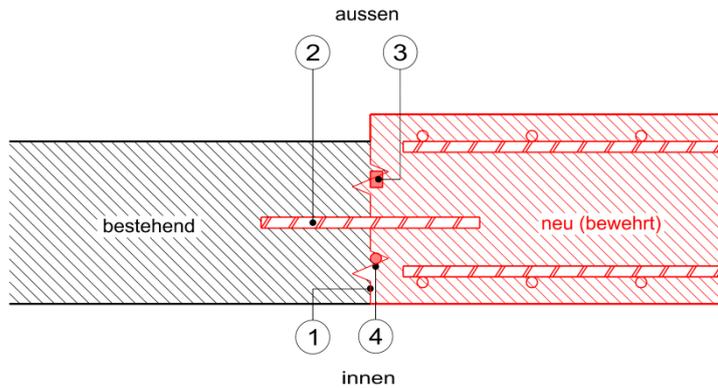


Abbildung 10: Übergangsfuge

Legende:

1. Anschlussfläche: Aufrauen (mechanisch)
2. Gebohrtes und eingemörteltes Bewehrungsseisen: d_{12} , $a=150$, Bohrtiefe 20 cm
3. Quellband
4. Injektionskanal (Injektionsdosen sind nicht zulässig. Injektionen sind zwingend vor
5. Inbetriebnahme des Kanals durchzuführen)

5.2.6 Betonierablauf / Etappierung Konstruktionsbeton

- Etappenlänge: 8 – 12 m
- Pilgerschrittverfahren ist aufgrund von grossen Zwängungen durch Schwinden und dadurch latenter Rissbildung untersagt.
- Betonierpausen sind aufgrund von Zwängungen durch Schwinden zwischen Boden – Wand und Wand – Decke auf max. 7 Tage beschränkt.

5.2.7 Nachbehandlung

- Ausschalen (auch Wände):
 - Unbelastet: normalerweise nach frühestens 72 h. Objektspezifisch im Ausnahmefall mit entsprechendem Nachbehandlungskonzept nach Rücksprache mit dem Projektleiter TAZ eventuell früher.
 - Belastet: Nur nach Rücksprache mit dem Bauherr
- Abdecken: Nach dem Ausschalen sofort während mindestens 7 Tagen mit Plastikfolie (bei Tagesmindesttemperatur $\geq 5^{\circ}\text{C}$) respektive Wärmedämmmatten (bei Tageshöchsttemperatur $< 5^{\circ}\text{C}$) abdecken.
- Durchzug: Im Kanal sind Querabschottungen anzubringen, damit Durchzug und ein entsprechendes Austrocknen des Betons verhindert wird.

5.2.8 Nachbearbeitung

- Risse: Sämtliche wasserführenden und feuchten Risse müssen unabhängig von der Rissweite mit Injektionen abgedichtet werden. Zusätzlich müssen alle sichtbaren Risse ≥ 0.2 mm vor

Inbetriebnahme des Kanals mit Injektionen abgedichtet werden, da eine Selbstheilung von Rissen ≥ 0.2 mm unwahrscheinlich ist.

- Risse im Bankett und in der Sohlschale: In Rücksprache mit OBL sanieren. Im Normalfall 30 mm tief ausfräsen und mit Epoxid-Klebemörtel verfüllen.
- Mängel / Kiesnester: Mängel wie Kiesnester etc. dürfen erst nach Begutachtung der Bauleitung nachgearbeitet werden.
- Lunkern: Vereinzelt Lunkern sind unproblematisch. Treten Lunkern grossflächig oder systematisch auf, sind sie folgendermassen zu behandeln: Fläche aufrauen und mit Beschichtung (Anforderungen gemäss Tabelle 1 „Baustoffe“ Pos. 6b) behandeln.
- Ausschalen: Sämtliche vorstehenden Nägel / Drähte etc. sind zu entfernen.
- Alle Ecken, beispielsweise bei Schachteinstiegen, sind mit $r = 3$ cm abzurunden. Dies gilt auch beim Einsatz von Dreikantleisten.
- Vorstehende Ecken und Kanten von Steinzeugrinnen sind abzuschleifen sowie mit Epoxidharz-Klebemörtel zu beschichten / zu schützen.

5.3 Innenausbau

5.3.1 Allgemein

Die **Kanalsole** soll mit den **Banketten in einem Guss** betoniert werden. Der Bankettbeton übernimmt gleichzeitig die Funktion des Konstruktionsbetons. Wo dies nicht möglich ist, muss das Bankett aufwendig in einem separaten Arbeitsgang eingebaut werden.

Die Entfernung der Zementhaut muss mechanisch (Sand oder Wasser) erfolgen. Chemische Mittel, insbesondere Abbindeverzögerer, sind untersagt.

Für den Innenausbau sind saubere und trockene Bauwerksoberflächen zwingend. Bei starken Verschmutzungen oder Verfettungen ist mit Heisswasser zu reinigen.

Sohlschalen (Platten, Halbschalen) dürfen erst nach Fertigstellung der Decke und nach genügendem Abschwinden des Betons (28 d) eingebaut werden, damit keine Spannungen und Risse aus dem Abschwinden des Betons auf die Sohlschalen übertragen werden.

Vor der eigentlichen Ausführung ist **zwingend eine Referenzstrecke** der Kanalsole inkl. Verkleidung zu erstellen. Dies gilt insbesondere für Kanäle mit Verkleidungen (Steinzeugsohlschalen / -platten). Das Erreichen der erforderlichen Haftzugwerte muss vorgängig zum weiteren Sohleneinbau anhand der Referenzstrecke nachgewiesen werden.

5.3.2 Ausbildungsvarianten der Sohle

A) Eingeklebte Steinzeugsohlschale / Steinzeugplatten (gemäss Abbildung 1):

- Saubere Aussortierung der Schalen. Keine vorspringenden Ecken / Kanten zwischen den Schalen
- Zementhaut mechanisch entfernen
- Verkleben/Setzen der Sohlschalen / Platten gemäss Tabelle 1 Pos. 4a nach Einbau Decke und Abschwinden Beton (28 d)
- Ausfugen mit Epoxid-Klebemörtel gemäss Tabelle 1 Pos. 3

B) Beschichtung (gemäss Abbildung 2):

- Zementhaut mechanisch entfernen
- Beschichtung gemäss Tabelle 1, Pos. 6a und 6b

C) Nur in Ausnahmefällen mit Genehmigung PL TAZ und ERZ!

Vorgängig auf Klebemörtel versetzte Steinzeugsohlschale (gemäss Abbildung 11):

- Auf der Aussenseite der Steinzeug-Sohlschalen muss Quarzsand der Körnung 3 mm mittels Epoxidkleber aufgebracht sein
- Abtrag Zementhaut vollflächig im Bereich des einzubringenden Banketts
- Saubere Aussortierung der Schalen, sodass keine vorspringenden Ecken / Kanten
- Verkleben / Setzen der Rinne auf Klebemörtel
- Längsfuge Rinne – Bankett mit Epoxidharz ausfugen
- Querfugen Rinne mit Epoxidharz ausfugen.
- Bankett: siehe Tabelle 1 Pos. 5a

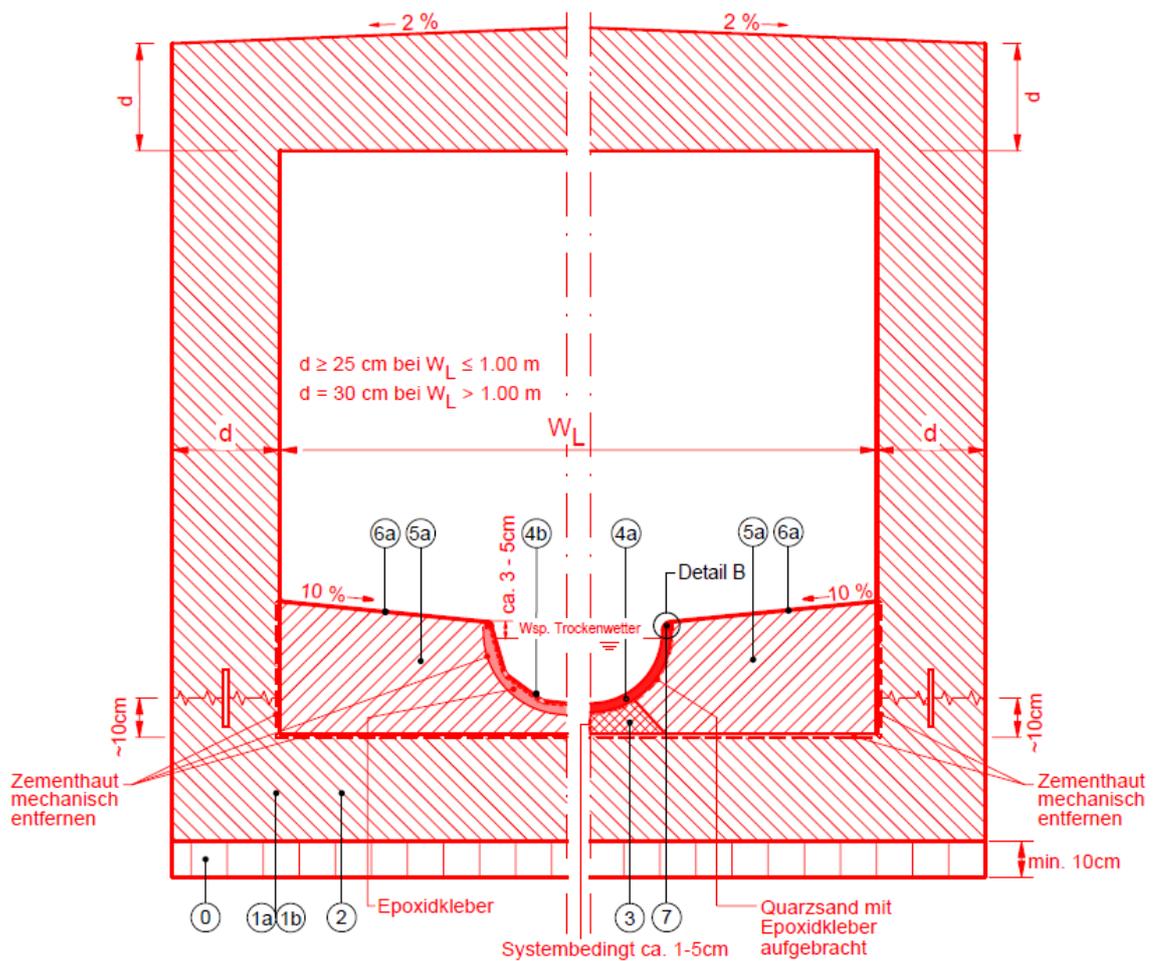


Abbildung 11: Systemquerschnitt Bankett separater Arbeitsschritt

5.4 Anschlussleitungen

5.4.1 Gebäudeanschlussleitungen (GAL)

Die folgenden Skizzen zeigen die üblichen Konstruktionen für Anschlussleitungen an Ortbetonkanäle auf.

Die vertikale Lage der Anschlussleitung muss so tief wie möglich erfolgen:

- Mind. 10 cm über QTW und Bankett und max. 80 cm über QTW und Bankett

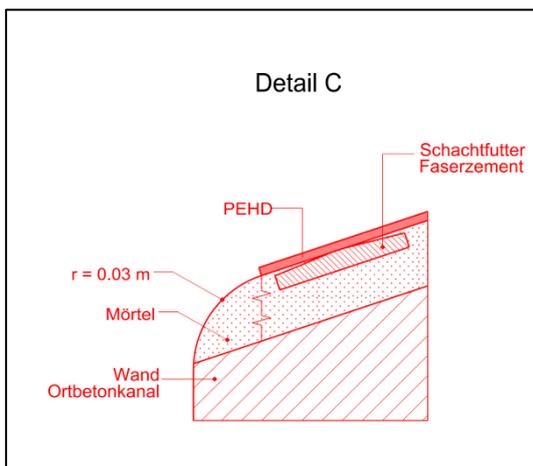
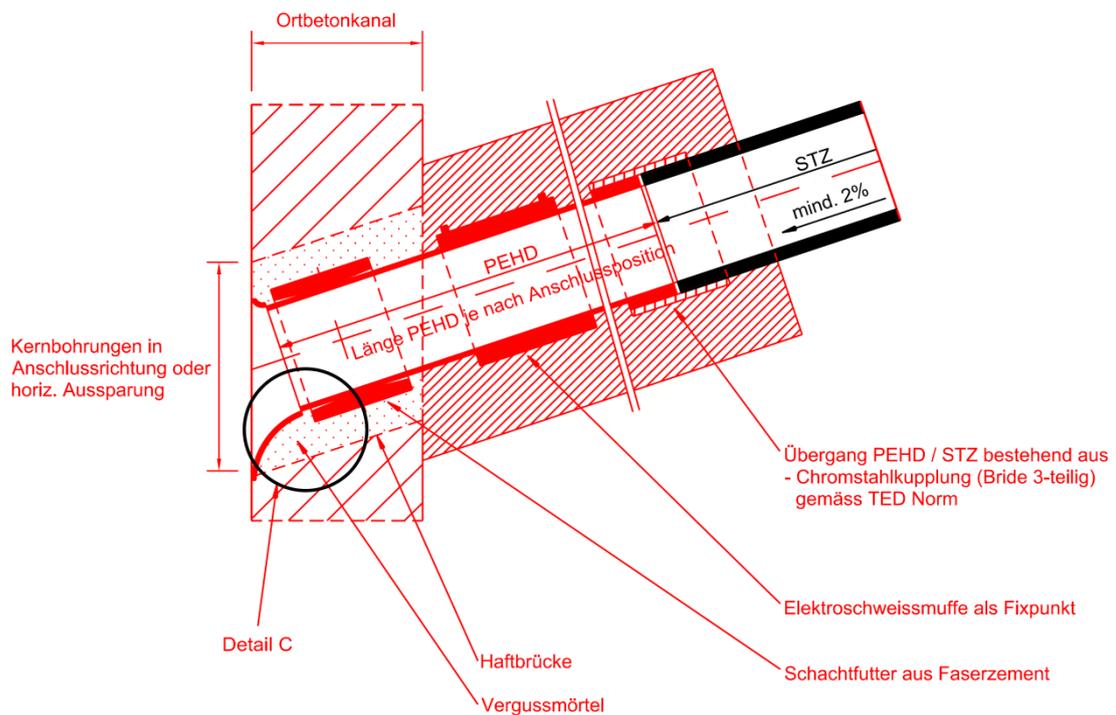


Abbildung 12: Systemquerschnitt Anschlussleitungen

5.4.2 Strassensammleranschlussleitungen (SA)

Strassensammleranschlussleitungen (SA) dürfen vertikal durch die Decke eingeführt werden, was vielfach eine konstruktive Erleichterung bringt. Betrieblich sind diese unproblematisch, da die Kanäle bei Regen nicht begangen werden.

Die Anschlussleitungen sollen in PEHD oder alternativ auch in Steinzeug nach dem Betonieren eingeführt werden. Hierfür sind entsprechend Kernbohrungen notwendig. Es ist zu beachten, dass eine Tropfnase (Überstand von 1 cm) vorgesehen wird.

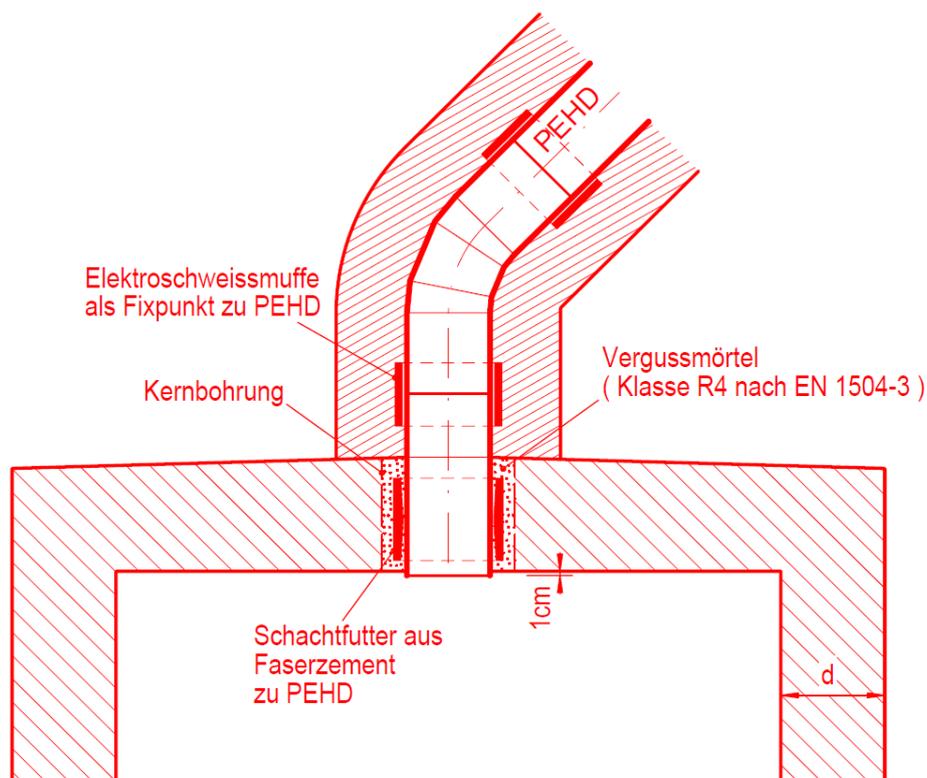


Abbildung 13: Systemquerschnitt Sammleranschluss vertikal

6 Ortbeton-Kammerbauwerke und Einstiege

Die Anforderungen (Material, Konstruktion und statische Berechnungen) an Kammerbauwerke sind analog den Anforderungen an Ortbetonkanäle.

Die Einstiegsschächte (Typ Stadt Zürich) der Kammerbauwerke werden mit Betonfertigelementen realisiert.

6.1 Allgemein

- Kammerbauwerke
 - ab Kanaldimension ≥ 1000 mm
 - abhängig von Anzahl Zulaufkanäle und deren Durchmesser
- Bauteilstärken
 - Kammerbauwerke mit Grundfläche ≤ 5 m²: 25 cm
 - Kammerbauwerke mit Grundfläche > 5 m²: mindestens 30 cm
- Abstand der Kammerbauwerke (Abstand der Schachtachsen)
 - Nicht begehbare Kanäle max. 100 m
 - begehbare Kanäle lichte Höhe bis 1800 mm: 60 m; max. 80 m
 - begehbare Kanäle lichte Höhe > 1800 mm: 80 m; max. 100 m
- Deckenanzug: 2 % Dachgefälle
- Einstieg
 - Konus längs gestellt (Einstieg Breitseite), Typ Stadt Zürich
 - bei normaler Überdeckung (Einstieghöhe mind. 1.10 m): TED-Norm 13.72, Abdeckung und Einstieg: TED-Norm 13.41 / 13.42
 - bei Einstiegshöhe < 1.10 m: TED-Norm 13.73
 - grosser Einstieg (1.00 x 1.00 m): TED-Norm 13.74
- Kammerhöhe
 - mind. 1.80 m, max. 2.40 m, angestrebt 2.00 m ab Bankett oder ab Durchflusssohle $> \varnothing 800$ mm, wenn Bankett für den Unterhalt nicht benutzt werden muss
- Bankethöhe
 - siehe Tabelle TED-Norm 13.41, max. 1.00 m
- Bankettgefälle
 - 10 %
- Bankett
 - Bankettbreite mind. 10 cm
 - Ausserhalb Trockenwetter: Betonhartstoff (Korund) eingestreut. Menge mind. 2 kg/m². Körnung 1-3 mm.
 - Durchlaufsohle und Bankettwandung: Abriebfeste Beschichtung (Tabelle 1, 6b)
- Armaturen und Abdeckung
 - Gemäss TED-Norm. Die Armaturen und Abdeckungen müssen in der Submission ausgeschrieben werden. Lieferung erfolgt durch den Bauunternehmer. Zugelassene Produkte gemäss Angaben TAZ.

- Podest für Fallschutz
 - Einbau ab Fallhöhe ≥ 5.00 m, wenn möglich im aufgehenden Schachtteil 900/1100 mm
 - Bezug: MSU-Normen, 8902 Urdorf

- Stahleinbauten
 - Schieber, Dammplatten, Aufhängungen usw.: CriNi-Stahl DIN 17 440, Werkstoff 1.4435, begründete Ausnahmen Werkstoff 1.4571 und 1.4404
 - Bezug und Einbau nach Angabe Bauherrschaft

7 Qualitätskontrollen

7.1 Qualitätssicherungs-Ordner

Im QS-Ordner (Vorlage TAZ) werden alle wesentlichen Dokumente für die Qualitätssicherung des Projektes abgelegt. Das TAZ hat eine Vorlage für den QS-Ordner erarbeitet. Dieser wird von der Bauleitung zusammen mit dem Unternehmer vor Baubeginn zusammengestellt. Die Vorlagendokumente für den QS-Ordner können von der Internetseite des Tiefbauamtes der Stadt Zürich heruntergeladen werden.

7.2 Kontrollplan

Der Kontrollplan ist zentrales Dokument der Bauleitung, in welchem die Qualitätsvorgaben der Bauherrschaft und die dafür zwingend erforderlichen Prüfungen definiert sind. Der Kontrollplan ist Bestandteil der Submissionsunterlagen. Der Richtlinie liegt eine Vorlage eines Kontrollplans für Ortbetonkanäle und Kammerbauwerke im Anhang bei. Dieser kann projektspezifisch angepasst und ergänzt werden.

7.3 Prüfplan

Der Prüfplan ist ein zentrales Dokument der Bauunternehmung, in welchem die unternehmenseigenen Prüfungen bezüglich der Eigenüberwachung und der Zielerreichung der Qualitätsvorgaben aus dem Kontrollplan definiert sind. Der Prüfplan ist durch den Unternehmer vor der Ausführung zu erstellen und durch die Bauleitung genehmigen zu lassen.

7.4 Prüfungen

Alle durchzuführenden Einzelprüfungen der Prüfinstitute müssen akkreditiert sein. Eine allgemeine Akkreditierung der Prüfinstitute genügt nicht.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Systemquerschnitt Trockenwetter-Rinne Steinzeug	7
Abbildung 2: Systemquerschnitt Sohle V-Profil	8
Abbildung 3: Kanäle mit geringer Überdeckung	10
Abbildung 4: Modellbildung Kanäle mit geringer Überdeckung	11
Abbildung 5: Kanäle mit grosser Überdeckung.....	11
Abbildung 6: Modellbildung Kanäle mit grosser Überdeckung, Fall 1	12
Abbildung 7: Modellbildung Kanäle mit grosser Überdeckung, Fall 2	12
Abbildung 8: Arbeitsfuge horizontal	14
Abbildung 9: Arbeitsfuge vertikal.....	14
Abbildung 10: Übergangsfuge.....	15
Abbildung 11: Systemquerschnitt Bankett separater Arbeitsschritt	17
Abbildung 12: Systemquerschnitt Anschlussleitungen	18
Abbildung 13: Systemquerschnitt Sammleranschluss vertikal.....	19

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Baustoffe	9
----------------------------	---

Kontrollplan

Gegenstand der Prüfung	Zeitpunkt der Prüfung / Intensität	Anforderung	Zuständig	Massnahmen bei Nichterfüllung	Dokumentation, Informationsfluss
Schalung					
Sauberkeit, Dichtigkeit	Vor Montage äussere Bewehrung, resp. vor Betonierbeginn	Keine Verschmutzung, keine losen Teile Dichte Schalungsfugen und -binder	UN ¹ Stichproben BL ² und Bauing	Reinigung Nachdichten	Protokollierung der Kontrolle UN => BL
Lagegenauigkeit	Jede Etappe	Vertikal +/- 10 mm Horizontal +/- 10 mm Lichtmass +/- 10 mm	UN Stichproben BL	Korrektur	Protokollierung der Kontrolle UN => BL
Einlagen	Vor Betonierbeginn	Lagegenauigkeit Vollständigkeit	UN Stichproben BL und Bauing	Korrektur	Protokollierung der Kontrolle UN => BL
Ausschallfristen	Jede Etappe	Wände und Decke: unbelastet mind. 72 Stunden, belastet nur nach Rücksprache mit dem Bauherr	Aufzeichnung Betonierende: UN Freigabe Ausschalen: UN	Korrektur Meldung an BL und Bauing.	Protokollierung der Kontrolle UN => BL
Arbeitsfugen					
Übergang zu bestehendem Kanal	A. Jede Etappe, bei Bewehrungsabnahme	A1. Anschlussfläche: Aufräumen (Sandstrahlen, Wasserhöchstdruck) A2. Gebohrte, eingemörtelte Bewehrungsseisen korrekt vorhanden A3. Quellband korrekt eingebaut A4. Injektionskanal korrekt eingebaut	A. Bauing.	A. Korrektur	Protokollierung der Kontrolle Bauing => BL
	B. Nach dem Betonieren	B. Injektionen durchführen und protokollieren (Injektionsprotokoll)	B. UN	B. Injektionen	
Horizontale Arbeitsfugen	A. Jede Etappe, bei Bewehrungsabnahme B. Nach dem Betonieren	A. Fugendichtblech / Injektionskanäle korrekt eingebaut B1. Oberfläche aufräumen (Waschbetonstruktur, Sandstrahlen, Wasserhöchstdruck. Chemische Abbindeverzögerer sind verboten) B2: Injektionen durchführen und protokollieren (Injektionsprotokoll)	A. Bauing. B. Bauleitung	A. Korrektur B. Nachträglich aufräumen. Fugendichtblech nicht verletzen!	Protokollierung der Kontrolle Bauing => BL

¹ UN = Bauunternehmung

² BL = Bauleitung

Gegenstand der Prüfung	Zeitpunkt der Prüfung / Intensität	Anforderung	Zuständig	Massnahmen bei Nichterfüllung	Dokumentation, Informationsfluss
Vertikale Arbeitsfugen	A. Jede Etappe, bei Bewehrungsabnahme B. Nach dem Betonieren	A1. Anschlussfläche: Aufräuen (Waschbetonstruktur, Sandstrahlen, Wasserhöchstdruck. Chemische Abbindeverzögerer sind verboten) A2. Injektionskanal / Quellband korrekt eingebaut B. Injektionen durchführen und protokollieren (Injektionsprotokoll)	A. Bauing. B. UN	A. Korrektur B. Injektionen	Protokollierung der Kontrolle / Injektionen Bauing => BL
Bewehrung					
Stahlqualität	Vor Baubeginn	Verwendung von plangemäsem Stahl	UN Stichprobe Bauing.	Korrektur	Dokumentation mit Lieferscheinen UN => BL => Bauing.
Plangemässe Bewehrung	Jede Etappe	Bewehrungsgehalt und Lage gemäss Plan	Bauing.	Korrektur	Protokollierung der Kontrolle Bauing => BL
Bewehrungsüberdeckung	Vor dem Betonieren: Jede Etappe, bei Bewehrungsabnahme Nach dem Betonieren: Messung der Überdeckung mit Messgerät (z.B. Profometer): Zwingend 1.+ 2. Etappe. Falls gute Resultate: alle weiteren 50 m eine Messung. Länge 10 m. Falls schlechte Resultate 1. + 2. Etappe: Ganzer Kanal messen.	Minimal: 40 mm Maximal: 50 mm Hochwertige Distanzhalter aus Kunststoff (geringe Auflagefläche auf Schalung → Genehmigung durch PL TAZ) oder Betonklötzli (analoge Qualität wie der Konstruktionsbeton, siehe Tabelle 1 der Richtlinie) mit h = 45 mm, Distanzkörbe zwischen 2. und 3. Lage Minimal: 40 mm Maximal: 50 mm	Bauing. Bauing.	Korrektur Sanierungsmassnahmen (Insbesondere Beschichtungen etc.)	Protokollierung der Kontrolle Bauing => BL Auswertungsberichte Bauing => BL
Bewehrungslage und Stabilität	Jede Etappe, bei Bewehrungsabnahme	Bewehrung absolut lagestabil und verschiebungsfrei. Besonders zu beachten: Oft zu geringe Überdeckung Anschlussseisen Fusspunkt Wand sowie oft zu grosse Überdeckungen Wandmitte.	Bauing.	Korrektur und Massnahmen gemäss Richtlinie Kapitel 5.2.2 Bewehrung.	Protokollierung der Kontrolle Bauing => BL

Gegenstand der Prüfung	Zeitpunkt der Prüfung / Intensität	Anforderung	Zuständig	Massnahmen bei Nichterfüllung	Dokumentation, Informationsfluss
Freigabe zum Betonieren					
Unterzeichnung Prüfprotokoll	Vor Betonieren	Alle erforderlichen Prüfprotokolle vorhanden (Vorlagen im QS-Ordner)	BL	Fehlende Protokolle beschaffen	Unterschrift auf Prüfprotokoll
Beton					
Betonqualität	Vor Baubeginn	Beton nach Eigenschaften gemäss Plan Vorweisung entsprechender Vorversuche resp. Erfahrungswerte Abgabe Betonrezeptur.	UN	Wechsel Lieferant oder Zusammensetzung	Attest Prüflabor UN => BL => Bauing.
Frischbetonkontrollen	Jede Etappe	Lieferscheinkontrolle: Übereinstimmung mit Rezeptur	UN	Rückweisung	Dokumentation UN => BL => Bauing.
Frischbetonkontrollen	Bodenplatte, Wände, Decke, Bankett: je 1. 3. und 5. Etappe, dann alle 30 m' oder bei Anpassungen der Betonrezeptur oder bei Verdacht auf Abweichung	Frischbetonkontrollen (Kontrolle auf der Baustelle) 1- Betontemperatur 2- Rohdichte und Luftporengehalt 3- Konsistenz 4- W/Z-Wert < 0.45	Prüflabor durch UN angeboten	Rückweisung	Prüflabor => UN => BL => Bauing.
Würfeldruckfestigkeit	Bodenplatte, Wände, Decke, Bankett: 1. 3. und 5. Etappe, dann alle 30 m' oder bei Anpassungen der Betonrezeptur	28 d Festigkeit gem. Spezifikation	Prüflabor durch UN angeboten	Bohrkernprüfung	Laborbericht Prüflabor => UN => BL => Bauing.
Sulfatwiderstand	Nur im Ausnahmefall auf Anordnung der Oberbauleitung	Serienmittelwert $\Delta I \leq 0.5\text{‰}$ Prüfung gemäss SIA 262/1 Anhang D	Prüflabor durch UN angeboten	Wechsel Lieferant oder Zusammensetzung Bereits erstellter Kanal: Objektspezifische Massnahme in Rücksprache mit PL TAZ	Laborbericht Prüflabor => UN => BL => Bauing.
Schwindwert	Nur im Ausnahmefall auf Anordnung der Oberbauleitung	Konstruktionsbeton: $\epsilon_{cs(28)} \leq 0.30 \text{‰}$ Bankettbeton: $\epsilon_{cs(28)} \leq 0.20 \text{‰}$ (Zusatzmittel erforderlich) Prüfung gemäss SIA 262/1 Anhang F (Schwindwert 28 Tage, 91 Tage)	Prüflabor durch UN angeboten	Wechsel Lieferant oder Zusammensetzung Bereits erstellter Kanal: Objektspezifische Massnahme in Rücksprache mit PL TAZ	Laborbericht Prüflabor => UN => BL => Bauing.
Wassereindringung	1. Etappe, dann z.B. alle 100 m' (projektspezifisch anpassbar)	mittlere Eindringtiefe < 20 mm maximale Eindringtiefe < 50 mm Prüfung gemäss SN EN 12390-8	Prüflabor durch UN angeboten	Wechsel Lieferant oder Zusammensetzung Bereits erstellter Kanal: Objektspezifische Massnahme in Rücksprache mit PL TAZ	Laborbericht Prüflabor => UN => BL => Bauing.

Gegenstand der Prüfung	Zeitpunkt der Prüfung / Intensität	Anforderung	Zuständig	Massnahmen bei Nichterfüllung	Dokumentation, Informationsfluss
Chloridwiderstand	1. Etappe, dann alle 100 m' (sehr wichtige Prüfung für Dichtigkeit/Widerstandsfähigkeit des Betons)	Serienmittelwert $D_{Cl} \leq 10 \times 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$ Prüfung gemäss SIA 262/1 Anhang B	Prüflabor durch UN aufgegeben	Wechsel Lieferant oder Zusammensetzung Bereits erstellter Kanal: Objektspezifische Massnahme in Rücksprache mit PL TAZ	Laborbericht Prüflabor => UN => BL => Bauing.
Frost- und Frost-Tausalzwiderstand	projektspezifisch	Serienmittelwert $m \leq 1200 \text{ g/m}^2$ gemäss SIA 262/1 Anhang C resp. SN EN 206-1, Tabelle NA.5	Prüflabor durch UN aufgegeben	Wechsel Lieferant oder Zusammensetzung Bereits erstellter Kanal: Objektspezifische Massnahme in Rücksprache mit PL TAZ	Laborbericht Prüflabor => UN => BL => Bauing.
Bohrkernprüfung	Nach Vorgabe Bauing. / Oberbauleitung aus ohnehin entnommenen Bohrkernen (z.B. bei gebohrten Hausanschlüssen)	Beton gemäss Spezifikation	BL	Statische Überprüfung	Laborbericht BL => Bauing / Oberbauleitung
Betonstärke	Jede Etappe	Max. +/- 10 mm	UN Stichproben BL und Bauing.	Statische Überprüfung	Dokumentation UN => BL => Bauing.
Betonnachbehandlung	Jede Etappe	Warmhalten während 7 Tagen: - Tagesmindesttemperatur. < 5°C: Wärmedämmmatten. - Tagesmindesttemperatur $\geq 5^\circ\text{C}$: Kunststoffolien Vermeiden von Durchzug im Kanal (Austrocknen des Betons vermeiden!)	UN	Korrektur	Dokumentation UN => BL => Bauing.
Bauteile aus Steinzeug					
Sichtkontrolle	laufend	Lagerung auf Baustelle	BL	Korrektur	
Abmessungen	vor Einbau	Qualitativ einwandfrei, Toleranzen	BL	Rückweisung	Dokumentation UN => BL => Bauing.
Fugen	Jede Etappe, Jede Fuge	Einwandfreie Ausführung	BL	Korrektur	Protokollierung der Kontrolle Bauing => BL
Haftzugfestigkeit	1. Etappe, dann z.B. alle 100 m' (projektspezifisch anpassbar) 4 BK Ø 50 mm	Mittelwert $\geq 1.5 \text{ N/mm}^2$ Minimaler Einzelwert = 1.2 N/mm^2	Prüflabor durch UN aufgegeben	Wechsel Lieferant oder Zusammensetzung Bereits erstellter Kanal: Objektspezifische Massnahme in Rücksprache mit PL TAZ	Laborbericht Prüflabor => UN => BL => Bauing.

Gegenstand der Prüfung	Zeitpunkt der Prüfung / Intensität	Anforderung	Zuständig	Massnahmen bei Nichterfüllung	Dokumentation, Informationsfluss
Säurebeständigkeit	projektspezifisch	Abfall $f_{ct} < 20\%$ (Biegezugfestigkeit) Prüftemperatur 23°C, Lagerung 28 Tage, Prüflüssigkeit 1% Schwefelsäure Prüfung gemäss SN EN ISO 175	Prüflabor durch UN aufgeboden	Wechsel Lieferant oder Zusammensetzung Bereits erstellter Kanal: Objektspezifische Massnahme in Rücksprache mit PL TAZ	Laborbericht Prüflabor => UN => BL => Bauing.
Einbauzeitpunkt	Vor Einbau	Nach Abschwinden Beton (mind. 28 d) und nach Einbau Decke	UN Überwachung BL	Mit Einbau zuwarten	Protokollierung der Kontrolle
Beschichtungen (Allgemein)					
Haftzugfestigkeit	1. Etappe, dann z.B. alle 100 m' (projektspezifisch anpassbar) 4 BK Ø 50 mm	Mittelwert $\geq 1.5 \text{ N/mm}^2$ Minimaler Einzelwert = 1.2 N/mm ²	Prüflabor durch UN aufgeboden	Wechsel Lieferant oder Zusammensetzung Bereits erstellter Kanal: Objektspezifische Massnahme in Rücksprache mit PL TAZ	Laborbericht Prüflabor => UN => BL => Bauing.
Beschichtungen (Bereich Trockenwetterabfluss)					
Haftzugfestigkeit	1. Etappe, dann z.B. alle 100 m' (projektspezifisch anpassbar) 4 BK Ø 50 mm	Mittelwert $\geq 1.5 \text{ N/mm}^2$ Minimaler Einzelwert = 1.2 N/mm ²	Prüflabor durch UN aufgeboden	Wechsel Lieferant oder Zusammensetzung Bereits erstellter Kanal: Objektspezifische Massnahme in Rücksprache mit PL TAZ	Laborbericht Prüflabor => UN => BL => Bauing.
Verschleisswiderstand	1. Etappe, dann z.B. alle 100 m' (projektspezifisch anpassbar) 4 BK Ø 50 mm	$A \leq 6 \text{ cm}^3 / 50 \text{ cm}^2$ Prüfung gemäss SN EN 13892-3	Prüflabor durch UN aufgeboden	Wechsel Lieferant oder Zusammensetzung Bereits erstellter Kanal: Objektspezifische Massnahme in Rücksprache mit PL TAZ	Laborbericht Prüflabor => UN => BL => Bauing.