



Ortbetonkanäle und Kammerbauwerke

Richtlinie
2. Auflage, Juli 2011



IMPRESSUM

Herausgeber

Stadt Zürich

Tiefbau- und Entsorgungsdepartement

Tiefbauamt, Projektierung + Realisierung

Mitglieder der Arbeitsgruppe

André Murer Stadt Zürich, Tiefbauamt

Ernst Peterhans Stadt Zürich, Tiefbauamt

Renato Kienberger Stadt Zürich, Tiefbauamt

Rolf Huggenberger Stadt Zürich, ERZ Entsorgung + Recycling

Dominik Börrnert Hunziker Betatech AG

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Grundlagen	1
3	Projektierungsgrundlagen	2
3.1	Nutzungsdauer	2
3.2	Belastungen	2
3.3	Besondere Risiken	2
3.4	Betonbau Konstruktionsbeton	2
3.5	Betonbau Innenausbau	2
3.6	Anforderungen / konstruktive Durchbildung	3
4	Statische Berechnung	6
4.1	Verkehrslasten / resultierende Spannungen	6
4.2	Modellbildung	6
4.2.1	Allgemeines	6
4.2.2	Kanäle mit geringer Überdeckung	6
4.2.3	Kanäle mit grosser Überdeckung	7
4.3	Rechnerische Nachweise	8
5	Ausführungsvorschriften	9
5.1	Sauberkeitsschicht	9
5.2	Konstruktionsbeton	9
5.2.1	Schalungen	9
5.2.2	Bewehrung	9
5.2.3	Arbeitsfugen horizontal	10
5.2.4	Arbeitsfugen vertikal	10
5.2.5	Übergangsfuge von neuem zum bestehenden Kanal	11
5.2.6	Betonierablauf / Etappierung Konstruktionsbeton	11
5.2.7	Nachbehandlung	11
5.2.8	Nachbearbeitung	12
5.3	Innenausbau	12
5.3.1	Sohle und Bankett in einem Guss	12
5.3.2	Sohle und Bankett in separaten Arbeitsgängen	12
5.3.3	Betonsohle mit Beschichtung	13
5.4	Anschlussleitungen	13
5.4.1	Gebäudeanschlussleitungen (GAL)	13
5.4.2	Strassensammleranschlussleitungen (SA)	14
6	Ortbeton-Kammerbauwerke und Einstiege	15
6.1	Allgemein	15
7	Qualitätskontrollen	17
7.1	Qualitätssicherungs-Ordner	17

7.2	Kontrollplan	17
7.3	Prüfplan	17
7.4	Prüfungen	17
8	Abbildungsverzeichnis	18
9	Tabellenverzeichnis	18

Anhang

- Kontrollplan

Änderungen 2. Auflage Juli 2011

- S.1: Hinweis «Grabenlose Bauverfahren»
- S.1: Hinweis «Download Normen etc. TED»
- Tab.1: Anforderung «Zement mit hohem Sulfatwiderstand» / Anforderung «Quarzsandkörnung 3mm» / Hinweis «Zusätzliche erforderliche Materialeigenschaften»
- S.9: Hinweis «Stabilisierung Wandbewehrung» / Anforderung «Qualität Betonklötzli»
- S.12: Anforderung «Referenzstrecke Bankett». Anforderungen «Nachbearbeitung» ergänzt. Aussortierung Sohlshalen ergänzt.
- S.13: Anforderung «Vertikale Lage Anschlussleitungen»
- S.17: Anforderung «akkreditierte Prüfungen»
- Kontrollplan überarbeitet: Prüfungen «Sulfatwiderstand» und «Schwindwert» nur im Ausnahmefall durchführen. Prüfungen «W/Z-Wert» sowie «Chloridwiderstand» sind schwergewichtig zu behandeln.

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 im Normalfall einzuhaltenden Projektierungs- und Ausführungsgrundlagen der Stadt Zürich für Ortbetonkanäle und Kammerbauwerke auf.

Für grabenlose Bauverfahren gelten in Rücksprache mit der Projektleitung TAZ projektspezifische Anforderungen. Eine entsprechende Richtlinie ist in Planung.

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:
 - o Normen
 - o Richtlinien
 - o Wegleitungen
- SIA Normen

Die aktuell gültigen Normen, Richtlinien und Wegleitungen des Tiefbau- und Entsorgungsdepartements der Stadt Zürich stehen auf der Internetseite des Tiefbauamtes der Stadt Zürich kostenlos 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
 - o Kanäle lichte Weite $\leq 1,0$ m: 25 cm
 - o Kanäle lichte Weite $> 1,0$ m: mindestens 30 cm
 - o Kammerbauwerke mit Grundfläche ≤ 5 m²: 25 cm
 - o Kammerbauwerke mit Grundfläche > 5 m²: mindestens 30 cm
- 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 einer Mörtelschutzschicht sinnvoll sein.

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

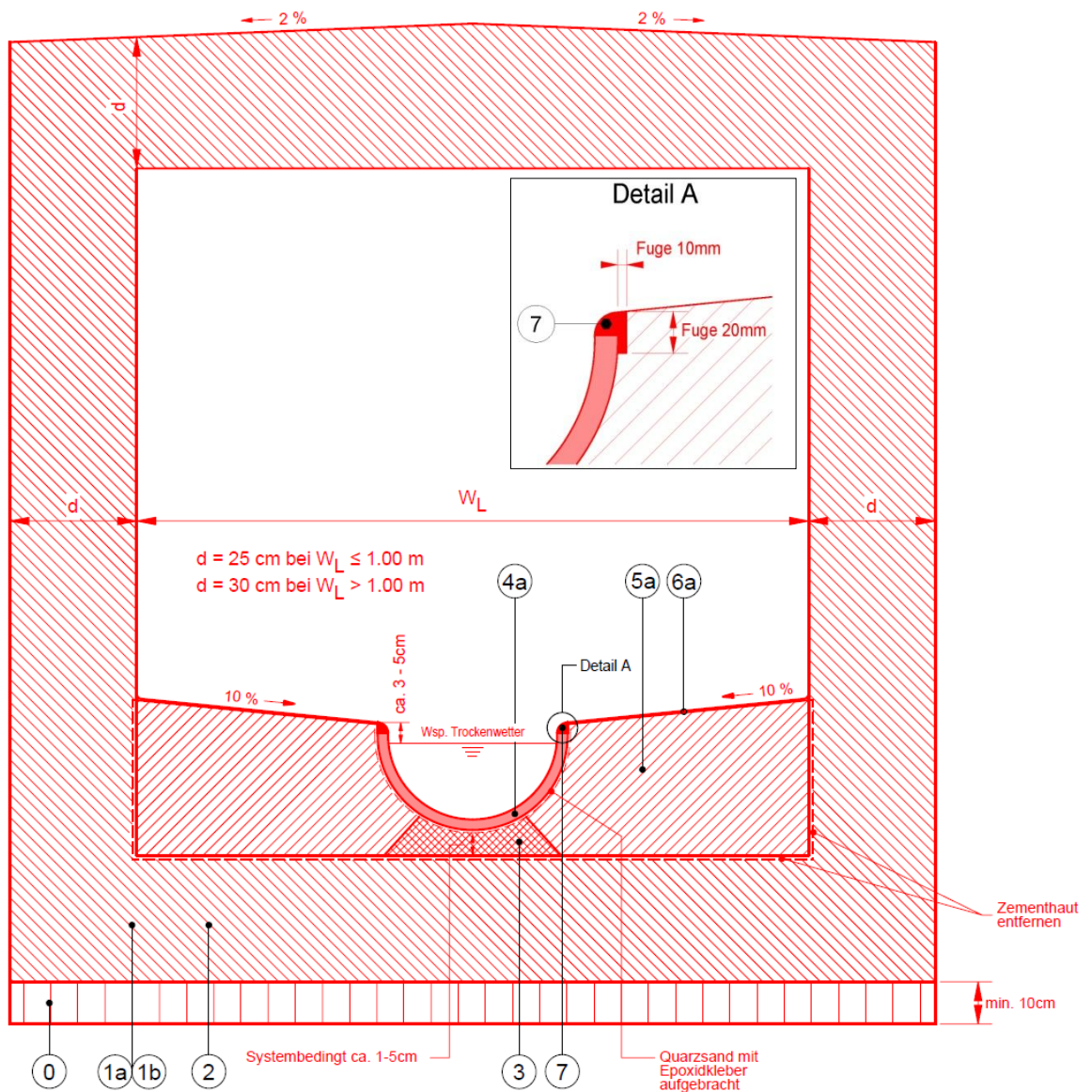


Abbildung 1: Systemquerschnitt Sohle Speicherkanal

Tabelle 1: Baustoffe

Pos.	Beschreibung	Anforderungen
0	Sauberkeitsschicht	Wo erlaubt soll RCM-Beton eingesetzt werden. Möglichst glatt abgezogen (min. 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 Beton mit reduzierten Anforderungen (auch RCB) sind projektspezifisch einsetzbar bei Kammerbauwerken von nicht begehbaren Kanälen bzw. bei nicht permanent mit Abwasser berührten Betonflächen.
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	Versetzmörtel	C 25/30 XA2, XC4, XD3 CI 0.2 Dmax: projektspezifisch wählbar
4a	Steinzeug-Sohlschale	Siehe Wegleitung „Werterhaltung von begehbaren Kanälen“, Stadt Zürich Rückseite zwingend mit Quarzsand beschichtet (Körnung 3 mm, Haftverbund mit Beton) Haftzugfestigkeit gemäss Kontrollplan. Halbschalen aus Polymerbeton dürfen nicht eingebaut werden.
4b	Polymerbeton-Sohlplatte / Steinzeug-Sohlplatte	Anforderungen gemäss Pos. 4a
5a	Bankettbeton bewehrt	C 25/30 XA2, XC4, XD3 CI 0.2 Dmax: projektspezifisch wählbar
5b	Verguss-Mörtel	zementgebunden schwindkompensiert sulfatbeständig Druckfestigkeit > 40 N/mm ² nach 28 Tagen
6a	Bankett oberhalb Trockenwetterabfluss Q _{TW} (bei Trockenwetterrinne): Betonhartstoff (Korund) während betonieren eingestreut. Kein Mörtelüberzug! Alternativ: Beschichtung gemäss Pos. 6b	Betonhartstoff (Korund) direkt während betonieren in genügender Menge eingestreut! Körnung: 1-3 mm. Menge: mind. 2 kg/m ² . Haftzugfestigkeit gemäss Kontrollplan falls Beschichtung zur Anwendung gelangt
6b	Beschichtung im Bereich Trockenwetterabfluss Q _{TW}	Schichtstärke: 4-6 mm Abriebfestigkeit: A ≤ 10 cm ³ / 50 cm ² (Prüfung gemäss SN EN 13892-3) Haftzugfestigkeit gemäss Kontrollplan
7	Epoxid-Klebemörtel (Längs- und Quertugen)	Haftzugfestigkeit gemäss Kontrollplan

Zusätzlich erforderliche Materialeigenschaften und -spezifikationen sind der Wegleitung «Werterhaltung von begehbaren Kanälen» des Tiefbau- und Entsorgungsdepartements der Stadt Zürich zu entnehmen.

4 Statische Berechnung

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

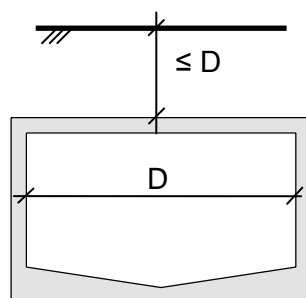


Abbildung 3: Kanäle mit geringer Überdeckung

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:
 - o Überdeckung: aktiver Erddruck
 - o Verkehrslasten: keine Berücksichtigung

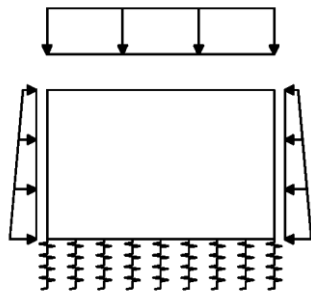


Abbildung 4: Modellbildung Kanäle mit geringer Überdeckung

4.2.3 Kanäle mit grosser Überdeckung

Definition:

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

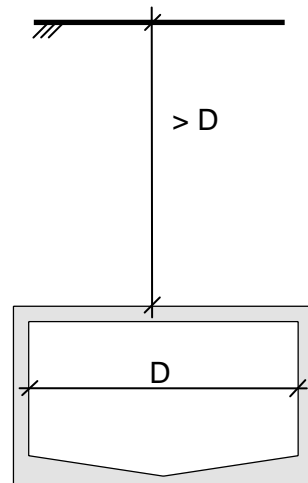


Abbildung 5: Kanäle mit grosser Überdeckung

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 Erdruhedruck 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

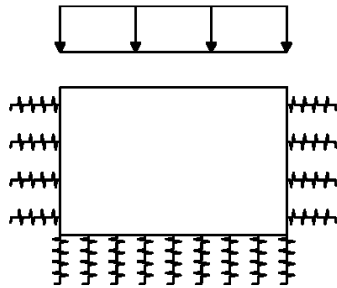


Abbildung 6: Modellbildung Kanäle mit grosser Überdeckung, Fall 1

Fall 2:

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

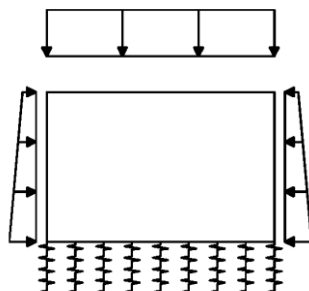


Abbildung 7: Modellbildung Kanäle mit grosser Überdeckung, Fall 2

4.3 Rechnerische Nachweise

Die rechnerischen Nachweise sind nach der Norm SIA 262 (2003) für bewehrte Stahlbetonbauteile zu führen.

5 Ausführungs Vorschriften

5.1 Sauberkeitsschicht

Für die Sauberkeitsschicht soll aus ökologischen und ökonomischen Gründen und wo erlaubt (Mindestabstand zum Grundwasser: 2 m) möglichst ein RCM-Beton verwendet werden. Die Betonoberfläche ist möglichst 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

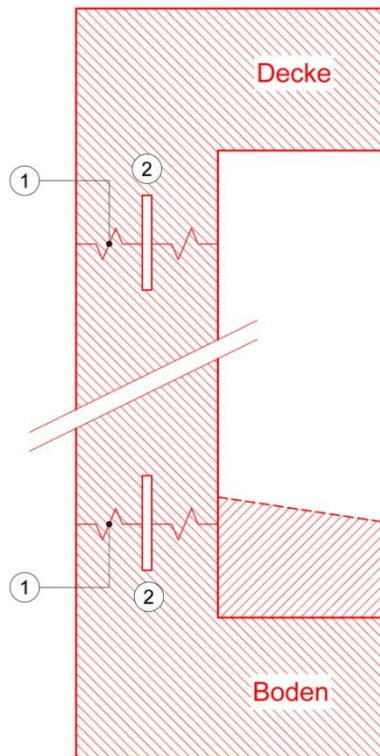
- Die Wandschalungen sind ohne durchgehende Schalungsanker auszuführen.
- Verlorene Schalungen (z.B. an Kanaldielen) sind so auszubilden, dass sie während des Betoniervorgangs absolut lagestabil sind (keine Einschlüsse von verlorenen Schalungen im Konstruktionsbeton). Ein Einsatz von Verbundblechen wird 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 Distanzhaltern aus Kunststoff erfolgen.
- Am betonierten Kanal sind systematische Überdeckungsmessungen der Bewehrung zur Qualitätssicherung vorzusehen.
- Distanzhalter in Wänden und Decke: 45 mm Betonklötzli mit nichtrostendem Bindedraht und gleicher Betonqualität (Expositionsklassen) wie der Konstruktionsbeton.
- Distanzhalter Bodenplatte: Gelochte Kunststoffschienen in Rücksprache mit Bauherr zulässig.
- Distanzhalter Bewehrung: Verwendung von dreidimensionalen Stützbügeln. Keine Füsse aus Kunststoff resp. kein Abstellen auf die Schalung.

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 aufräumen (Waschbetonstruktur)
2. Fugendichtblech (möglichst mit Beschichtung)
Injektionskanäle (Injektionen vor Inbetriebnahme durchführen)

Abbildung 8: Arbeitsfugen horizontal

5.2.4 Arbeitsfugen vertikal

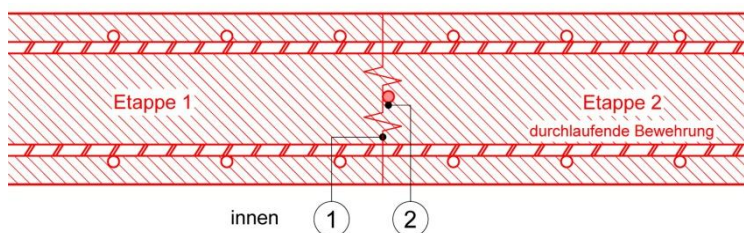


Abbildung 9: Arbeitsfugen vertikal

Legende

1. Anschlussfläche: Waschbetonstruktur
2. Injektionskanal (Injektionen vor Inbetriebnahme durchführen)

5.2.5 Übergangsfuge Neubau / bestehender Kanal

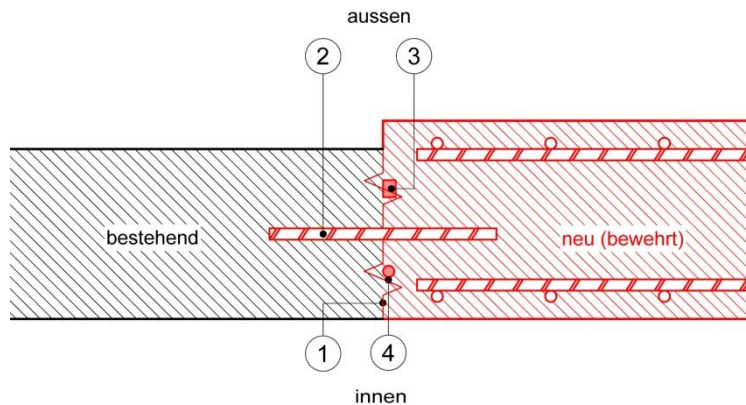


Abbildung 10: Übergangsfuge

Legende:

1. Anschlussfläche: Aufrauen (Waschbetonstruktur)
2. Gebohrtes und eingemörteltes Bewehrungsseisen: $d12$, $a=150$, Bohrtiefe 20 cm
3. Quellband / Abdichtungsband
4. Injektionskanal (Injektionen vor Inbetriebnahme durchführen)

5.2.6 Betonierablauf / Etappierung Konstruktionsbeton

- Etappenlänge: max. 10 - 15 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 (in Ausnahmen 14 Tage).

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 Sohlenschale: In Rücksprache mit OBL sanieren. Im Normalfall 40 mm tief ausfräsen und mit Epoxid-Klebemörtel verfüllen.
- Mängel / Kiesnester: Mängel wie Kiesnester etc. dürfen erst nach Begutachtung der Bauleitung nachgearbeitet werden.
- Lunkern: Vereinzelte 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

Es ist anzustreben, die Kanalsohle mit den Banketten in einem Guss zu betonieren. Wo dies nicht möglich ist, kann das Bankett in einem separaten Arbeitsgang eingebaut werden.

5.3.1 Sohle und Bankett in einem Guss

Sohlensausbildung aus Konstruktionsbeton (vgl. Abbildung 2):

- Beschichtung aufbringen gemäss Position 6b in Tabelle 1 „Baustoffe“

5.3.2 Sohle und Bankett in separaten Arbeitsgängen

Vor der eigentlichen Ausführung ist zwingend eine Referenzstrecke innerhalb des Kanals zu erstellen und die entsprechenden Haftzugnachweise sind zu erbringen.

A) Sohlensausbildung mit Polymerbeton-Sohlplatten (vgl. Abbildung 2):

- Auf der Aussenseite der Platte muss Quarzsand der Körnung 3 mm mittels Epoxidkleber aufgebracht sein
- Sauberes Verkleben der Quersfugen mit Epoxidharzkleber
- Längsfugen: Ausbildung gemäss Abbildung 2
- Vergussmörtel muss kraftschlüssig, satt und ohne Lufteinschlüsse eingebracht werden. Anforderungen gemäss Tabelle 1 „Baustoffe“

Alternativ zu Polymerbetonplatten können auch Steinzeugplatten verwendet werden. Die konstruktive Ausbildung ist projektspezifisch anzupassen und durch den Projektleiter TAZ und ERZ Entsorgung + Recycling Zürich genehmigen zu lassen.

B) Sohlensausbildung mit Banketten und Steinzeugschale (vgl. Abbildung 1):

- Auf der Aussenseite der Rinne 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 Mörtel/Ausgleichsbeton

- Längsfuge Rinne – Bankett vorgängig ausfräsen und mit Epoxidharz ausfugen
- Querfugen Rinne mit Epoxidharz ausfugen.

5.3.3 Betonsohle mit Beschichtung

- Beschichtungsbereich aufräuen
- Beschichtung mindestens bis 10 cm über Wasserspiegel bei Trockenwetter

5.4 Anschlussleitungen

5.4.1 Gebäudeanschlussleitungen (GAL)

Die folgenden Skizzen zeigen die üblichen Konstruktionen für Anschlussleitungen an Ortbetonkanäle auf. Projektspezifisch sind andere Konstruktionen wie beispielsweise vorgefertigte Steinzeug- Rohranschlussstücke möglich. Diese sind jedoch vorgängig durch den Projektleiter TAZ und ERZ Entsorgung + Recycling Zürich genehmigen zu lassen.

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

- Mind. 10 cm über Q_{TW} und Bankett (max. 80 cm)

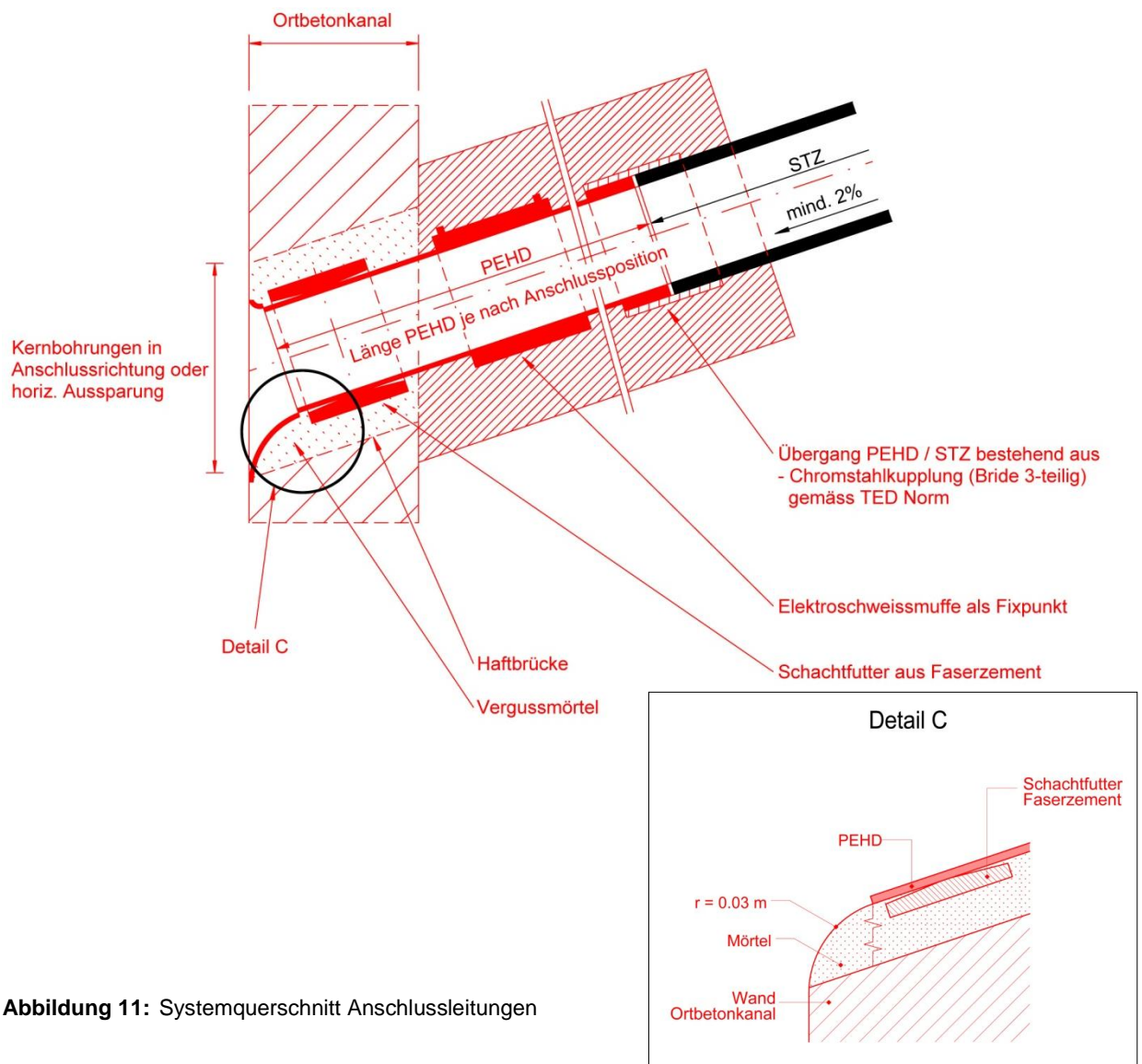


Abbildung 11: Systemquerschnitt Anschlussleitungen

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.

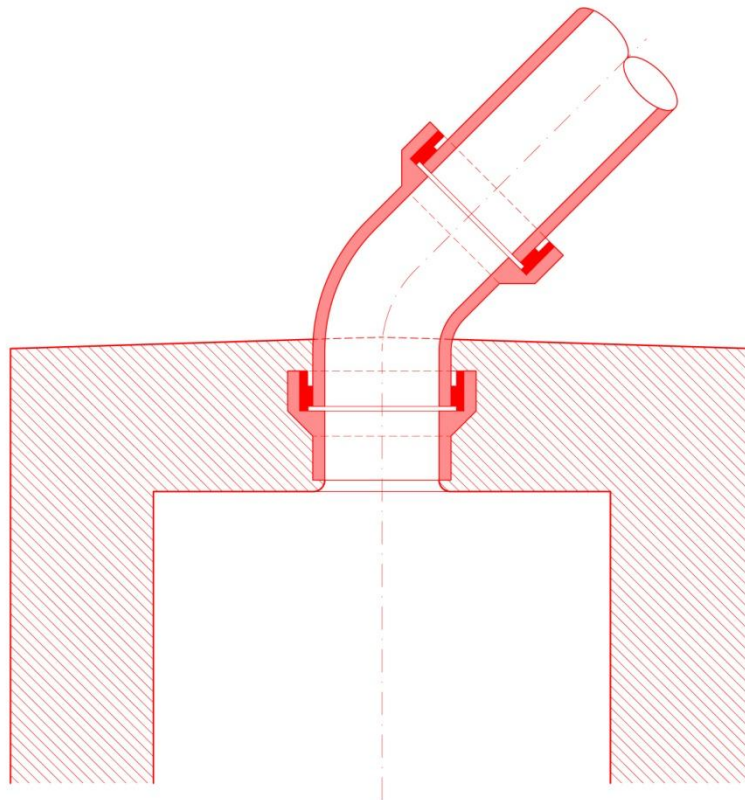


Abbildung 12: Systemquerschnitt Sammleranschluss vertikal

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) in die Kammerbauwerke können mit den handelsüblichen Betonfertigelementen realisiert werden.

6.1 Allgemein

- Kammerbauwerke
 - o ab Kanaldimension ≥ 1000 mm
 - o abhängig von Anzahl Zulaufkanäle und deren Durchmesser
- Abstand der Kammerbauwerke (Abstand der Schachtachsen)
 - o Nicht begehbare Kanäle max. 100 m
 - o begehbare Kanäle lichte Höhe 1250 mm bis 1800 mm: 60 m; max. 80 m
 - o begehbare Kanäle lichte Höhe > 1800 mm: 80 m; max. 100 m
- Deckenanzug: 2 % Dachgefälle
- Einstieg
 - o Konus längs gestellt (Einstieg Breitseite), Typ Stadt Zürich
 - o bei normaler Überdeckung (Einstieghöhe mind. 1.10 m): TED-Norm 13.72, Abdeckung und Einstieg TED-Norm 13.43
 - o bei Einstiegshöhe < 1.10 m: TED-Norm 13.73
 - o grosser Einstieg (1.00 x 1.00 m): TED-Norm 13.74
 - o In Grundwasserschutzzonen sowie bei hohen Grundwasserspiegeln (oder drückendes Hangwasser) ist für die Einstiege mit Betonfertigelementen eine Ortbetonummantelung (Expositionsklasse XC4) gemäss Abbildung 13 notwendig
- Kammerhöhe
 - o 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
 - o siehe Tabelle TED-Norm 13.43, max. 1.00 m
- Bankettgefälle
 - o 10 %
- Bankett
 - o Bankettbreite mind. 10 cm
 - o Ausserhalb Trockenwetter: Betonhartstoff (Korund) eingestreut und sauber abtalschiert. Menge ca. 2 kg/m^2 . Körnung ca. 1-3 mm.
 - o Durchlaufsohle und Bankettwandung: Abriebfeste Beschichtung (Tabelle 1, 6b)
- Armaturen und Abdeckung
 - o TED-Normen 13.43, 13.72, 13.73, 13.75 und 13.76, Bezug ab Lagerbetrieb Tiefbauamt

- Podest für Fallschutz
 - o Einbau ab Fallhöhe ≥ 5.00 m, wenn möglich im aufgehenden Schachtteil 900/1100 mm
 - o Bezug: MSU-Normen, 8902 Urdorf
- Stahleinbauten
 - o Schieber, Dammplatten, Aufhängungen usw.: CriNi-Stahl DIN 17 440, Werkstoff 1.4435, begründete Ausnahmen Werkstoff 1.4432 und 1.4404
 - o Bezug und Einbau nach Angabe Bauherrschaft

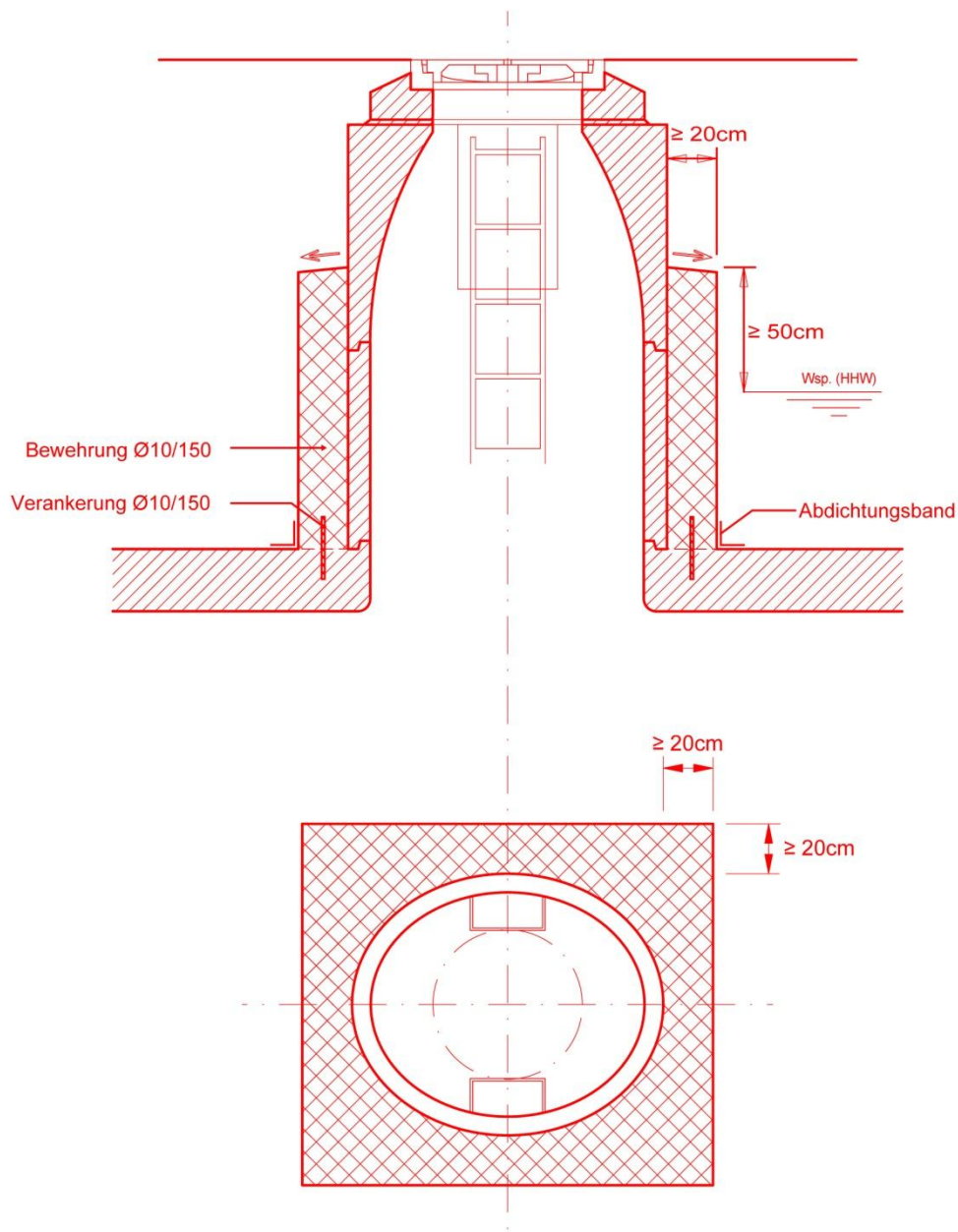


Abbildung 13: Schachteinstieg im Grundwasser: Mit Beton (XC4) ummantelt.

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.

8 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Systemquerschnitt Sohle Speicherkanal	3
Abbildung 2:	Systemquerschnitt Sohle Sammelkanal	4
Abbildung 3:	Kanäle mit geringer Überdeckung	6
Abbildung 4:	Modellbildung Kanäle mit geringer Überdeckung	7
Abbildung 5:	Kanäle mit grosser Überdeckung	7
Abbildung 6:	Modellbildung Kanäle mit grosser Überdeckung, Fall 1	8
Abbildung 7:	Modellbildung Kanäle mit grosser Überdeckung, Fall 2	8
Abbildung 8:	Arbeitsfugen horizontal	10
Abbildung 9:	Arbeitsfugen vertikal	10
Abbildung 10:	Übergangsfuge	11
Abbildung 11:	Systemquerschnitt Anschlussleitungen	13
Abbildung 12:	Systemquerschnitt Sammleranschluss vertikal	14
Abbildung 13:	Schachteinstieg im Grundwasser: Mit Beton (XC4) ummantelt.	16

9 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Baustoffe	5
------------	-----------	---

Anhang

- Kontrollplan

Kontrollplan

Gegenstand der Prüfung	Zeitpunkt der Prüfung / Intensität	Anforderung	Zuständigkeiten	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: Aufrauen (Waschbetonstruktur) 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 durchgeführt	B. UN	B. Injektionen	
Horizontale Arbeitsfugen	A. Jede Etappe, bei Bewehrungsabnahme	A. Fugendichtblech korrekt eingebaut	A. Bauing.	A. Korrektur	Protokollierung der Kontrolle Bauing => BL
	B. Nach dem Betonieren	B. Waschbetonstruktur	B. Bauleitung	B. Nachträglich aufrauen. Fugendichtblech nicht verletzen!	
Vertikale Arbeitsfugen	A. Jede Etappe, bei Bewehrungsabnahme	A1. Anschlussfläche: Waschbetonstruktur A2. Injektionskanal korrekt eingebaut	A. Bauing.	A. Korrektur	Protokollierung der Kontrolle / Injektionen Bauing => BL
	B. Nach dem Betonieren	B. Injektionen durchgeführt	B. UN	B. Injektionen	

¹ UN = Bauunternehmung

² BL = Bauleitung

Gegenstand der Prüfung	Zeitpunkt der Prüfung / Intensität	Anforderung	Zuständigkeiten	Massnahmen bei Nichterfüllung	Dokumentation, Informationsfluss
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	Jede Etappe, bei Bewehrungsabnahme Nach dem Betonieren: Messung der Überdeckung	Minimal: 40 mm Maximal: 50 mm Distanzhalter Betonklötzli mit h = 45 mm, Distanzkörbe zwischen 2. und 3. Lage Distanzhalter Bodenplatte: gelochte Kunststoffschienen nach Rücksprache mit Bauherr zulässig	Bauing.	Korrektur	Protokollierung der Kontrolle Bauing => BL
Bewehrungslage und Stabilität	Jede Etappe, bei Bewehrungsabnahme	Bewehrung absolut lagestabil und verschiebungsfrei	Bauing.	Korrektur	Protokollierung der Kontrolle Bauing => BL
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 und Decke: je 1. 3. und 5. Etappe, dann alle 30 m' (Bodenplatte oder Wände oder Decke) 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 aufgeboden	Rückweisung	Prüflabor => UN => BL => Bauing.
Würfeldruckfestigkeit	1. 3. und 5. Etappe, dann alle 30 m' oder bei Anpassungen der Betonrezeptur	28 d Festigkeit gem. Spezifikation	Prüflabor durch UN aufgeboden	Bohrkernprüfung	Laborbericht Prüflabor => UN => BL => Bauing.

Sulfatwiderstand	Nur im Ausnahmefall auf Anordnung der Oberbauleitung	Serienmittelwert $\Delta l \leq 0.5\text{‰}$ Prüfung gemäss SIA 262/1 Anhang D	Prüflabor durch UN aufgegeben	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 aufgegeben	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 aufgegeben	Wechsel Lieferant oder Zusammensetzung Bereits erstellter Kanal: Objektspezifische Massnahme in Rücksprache mit PL TAZ	Laborbericht Prüflabor => UN => BL => Bauing.
Chloridwiderstand	1. Etappe, dann alle 100 m' (sehr wichtige Prüfung für Dichtigkeit/Widerstandsfähigkeit des Betons)	Serienmittelwert $D_{Cl} \leq 10.0E-12 \text{ m}^2/\text{s}$ 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.

Gegenstand der Prüfung	Zeitpunkt der Prüfung / Intensität	Anforderung	Zuständigkeiten	Massnahmen bei Nichterfüllung	Dokumentation, Informationsfluss
Bauteile aus Steinzeug, Polymerbeton					
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 aufgeboten	Wechsel Lieferant oder Zusammensetzung Bereits erstellter Kanal: Objektspezifische Massnahme in Rücksprache mit PL TAZ	Laborbericht Prüflabor => UN => BL => Bauing.
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 aufgeboten	Wechsel Lieferant oder Zusammensetzung Bereits erstellter Kanal: Objektspezifische Massnahme in Rücksprache mit PL TAZ	Laborbericht Prüflabor => UN => BL => Bauing.
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 aufgeboten	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 aufgeboten	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	$A \leq 10 \text{ cm}^3 / 50 \text{ cm}^2$ Prüfung gemäss SN EN 13892-3	Prüflabor durch UN aufgeboten	Wechsel Lieferant oder Zusammensetzung Bereits erstellter Kanal: Objektspezifische Massnahme in Rücksprache mit PL TAZ	Laborbericht Prüflabor => UN => BL => Bauing.