

---

# **Richtlinie Vorfabrikation Betonkanäle**

## **1. Auflage, Mai 2016**



### **Verfasser**

#### **Tiefbau- und Entsorgungsdepartement**

Tiefbauamt, Realisierung

André Murer

### **Prüfung durch Vernehmlassung**

#### **Tiefbau- und Entsorgungsdepartement**

Tiefbauamt, Geschäftsbereich Projektierung + Realisierung

ERZ Entsorgung + Recycling Zürich

## Inhalt

0	Anwendung der Richtlinie .....	4
1	Vorteile und Nachteile der Beton-Vorfabrikation im Tiefbau .....	4
2	Grundlagen .....	4
3	Geologie und statische Berechnungen .....	5
4	Ausschreibung von vorgefertigten Betonkanal-Elementen.....	5
4.1	Als Bestandteil der Baumeistersubmission.....	5
4.2	Als separate Submission.....	6
5	Anforderungen für Elementproduzenten / Lieferanten .....	6
6	Anforderungen für Bauunternehmer .....	7
7	Produktanforderungen und technische Anforderungen .....	7
7.1	Anforderungen an vorgefertigte Betonkanal-Elemente .....	7
7.2	Anforderungen beim System Teilvorfabrikation .....	8
7.3	Baustoffe .....	10
8	Weiteres .....	13
9	Kontrollplan / Prüfplan.....	13

### Beilage:

- Kontrollplan Vorfabrikation

### Abkürzungen:

- OBK: Ortbetonkanal
- VF: Vorfabrikation
- TVF: Teilvorfabrikation
- SVB / SCC: Selbstverdichtender Beton
- PL TAZ: Projektleiter/in TAZ
- BL: Bauleitung
- TW: Trockenwetter
- FL VBZ: Fahrleitung Verkehrsbetriebe Zürich

## **0 Anwendung der Richtlinie**

Die vorliegende Richtlinie findet Anwendung für die Realisierung in der Beton-Vorfabrikationsbauweise von:

- Abwasserkanälen von ERZ Entsorgung + Recycling Zürich
- Begehbare Leitungskulissen des Tiefbauamtes der Stadt Zürich
- Unterführungen (Personen / Velos)

Die Richtlinie entwickelt sich mit den Erfahrungen der ausgeführten Projekte laufend weiter. Deshalb darf von den Vorgaben der Richtlinie in begründeten Fällen abgewichen werden. Die entsprechenden Nachweise sind zu erbringen und dem PL TAZ zur Prüfung vorzulegen. Es besteht kein Anspruch darauf, dass TAZ / ERZ auf die Abweichungen eintreten.

TAZ und ERZ entscheiden projektspezifisch im Rahmen der Projektierung oder im Rahmen einer Unternehmervariante über die Zulassung der Vorfabrikationsbauweise.

## **1 Vorteile und Nachteile der Beton-Vorfabrikation im Tiefbau**

Vorteile:

- Kürzere Bauzeit (bis ca. 40% kürzer für Gesamtvorgang Graben/Kanal/Auffüllung)
- Sehr gute Beton- und Innenausbauqualität (wetter- und jahreszeitenunabhängig) erreichbar
- Lückenlos nachvollziehbare Qualitätssicherung (von der Betoncharge bis zum eingebauten Element) möglich
- Kosteneinsparungen möglich
- Sofortige Inbetriebnahme Kanal (Minimierung Provisorien und Überschwemmungsrisiken)

Nachteile:

- Kein monolithisches Bauwerk (Fugenanzahl / Fugenausbildung)
- Vorlaufzeit für die Elementproduktion (Schalung, Vorversuche, Produktion)
- Eingeschränkte Flexibilität im Bauablauf
- Platzverhältnisse auf der Baustelle: Versetzgerät, Anlieferung, Zwischenlagerplatz

## **2 Grundlagen**

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

- Stadt Zürich, Tiefbau- und Entsorgungsdepartement:
  - TED-Normen
  - Richtlinien, insbesondere Richtlinie für Ortbetonkanäle und Kammerbauwerke
  - Wegleitungen, insbesondere Wegleitung Werterhaltung begehbbarer Kanäle
- 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 Geologie und statische Berechnungen**

Für die Berechnungen der Steifigkeiten und des Aufbaus der Foundation der vorgefertigten Betonelemente müssen normalerweise geologische Kennwerte des Umfeldes, besser ein spezifisches geologisches Gutachten für das Projekt vorliegen.

Grundsätzlich kann von zwei statischen Modellen bei vorgefertigten Betonelementen ausgegangen werden:

- A) Die Steifigkeit wird alleinig über eine Ort beton-Bodenplatte und den Untergrund gewährleistet. Die vorgefertigten Elemente werden als Gelenkkette betrachtet.
- B) Es werden steifigkeitssteigernde Massnahmen am Element (partielle Hohlkastentragweise), an der Ort beton-Bodenplatte oder am Untergrund mit in Betracht gezogen. Die theoretischen Modellierungen sind nötigenfalls über Versuche zu verifizieren.

Für beide Modelle gilt die Anforderung, dass es nicht zu offenen Fugen zwischen den Elementen, zu Rissen oder zu Bewegungen der Elemente kommen darf.

Für weitere statische Nachweise der Vorfabrikation sowie für den Ausnahmefall der Teilvorfabrikation (Innenschale vorgefertigt und nichttragend / Aussenschale monolithischer Ort beton-Hohlkasten) ist ergänzend auf die Richtlinie für Ort betonkanäle und Kammerbauwerke des Tiefbau- und Entsorgungsdepartements der Stadt zurückzugreifen.

### **4 Ausschreibung von vorgefertigten Betonkanal-Elementen**

#### **4.1 Als Bestandteil der Baumeistersubmission**

Folgende sind Punkte bei einer Ausschreibung von vorgefertigten Betonkanal-Elementen insbesondere (nicht abschliessend!) zu beachten:

- Anforderungen gemäss vorliegender Richtlinie (Nachweise sind teils schon mit dem Angebot einzureichen)
- Geforderte Qualität muss unbedingt erreicht werden (entsprechende Prüfung und Bewertung der Angebote)
- Vorlaufzeit Schalungserstellung und Vorversuche einberechnen (vorgängige Teilvergabe für Produktionspläne, AVOR, Vorversuche und Schalungserstellung sinnvoll).
- Vorlauf Elementproduktion inkl. Beschichtung einberechnen.
- Verbindungs- und Versetzsystem: Fugenschluss durch Eigengewicht (System «DSE – Die Spezialelemente») oder gleichwertiges, beständiges und unterhaltsfreies System.

#### 4.2 Als separate Submission

Falls die vorgefertigten Betonkanal-Elemente separat zum Hauptprojekt ausgeschrieben werden sollen, sind zusätzlich zum vorhergehenden Kapitel folgende Punkte zu berücksichtigen:

- Grösserer zeitlicher Vorlauf durch zusätzliche Submission / Vergabe notwendig
- Zusätzliche Schnittstellen Bauherr – Elementhersteller – Bauunternehmer (Liefertermine, Versetzpläne, Abstimmungsprobleme, etc.)
- Eher kostenerhöhend (Koordinations- und Fremdleistungszuschläge)
- Erhöhtes Risiko von Einsparungen (und dadurch zeitliche Verzögerungen Gesamtprojekt)

### 5 Anforderungen für Elementproduzenten / Lieferanten

Produktanforderungen und technische Anforderungen siehe Kapitel 7.

Ablauf:

- Terminprogramm mit allen relevanten Vorgängen bis zur Lieferung (\*)
- Anzahl Schalungen und vorgesehene Produktionsprogramme (\*)

Qualität:

- Vorversuche mit 1:1 Modellen (insbesondere Betonqualitäten, Schliesssystem, Fugen, Untergiessen, etc.) vor Produktionsbeginn
- Serienprüfungen (Beton jede Charge min. Ausbreitmass, etc.)
- Materialdeklarationen
- Akkreditiertes Prüflabor beiziehen (\*)
- Nachvollziehbare Qualitätssicherung (Laufblatt, möglichst elektronisch in Echtzeit einsehbar mit Visa der jeweiligen Prüfprozesseigner) (\*)

Technisches und Pläne:

- Fugendichtsystem inkl. Produkte aufzeigen (\*)
- Verbindungs- und Versetzsystem: aufzeigen (\*) (vor Produktionsbeginn auch anhand des 1:1 Modells)
- Aufzeigen Justierbarkeit Elemente resp. Lösung für das Vermeiden von Versätzen (\*)
- Versetzplan und Elementdetailpläne (Schalungs- und Bewehrungspläne) erstellen (in Zusammenarbeit mit Bauunternehmer) und der Bauherrschaft und Bauleitung rechtzeitig zur Prüfung abgeben

Statik und Nachweise:

(siehe auch Richtlinie «Ortbetonkanäle und Kammerbauwerke» der Stadt Zürich):

- Prüfbare Nachweise (Beizug Ingenieur) erstellen und liefern, insbesondere:
  - Elementstatik (Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit): Rissfreie Elemente
  - Auftriebssicherheit während Betonieren
  - Betonierdrücke (seitlich, vertikal)
  - Spriessung / stat. Nachweis während Betonieren und im Endzustand

- Verformungs- und Verkippungsnachweise, keine klaffenden Fugen zwischen den Elementen
- Nachweise Verbindungssystem
- Nachweise Versetzkonstruktionen (Aufhängungen, Stell-Füsse, etc.)
- Materialnachweise (Eigenschaften, Beständigkeit, Prützertifikate) und Betonrezeptur
- Nachweise Fugensystem mit Vorversuchen
- Weitere erforderliche Nachweise

Die Bauherrschaft lässt die Nachweise durch einen unabhängigen Prüfingenieur innerhalb von 14 Tagen prüfen.

(\*) müssen bereits mit dem Angebot prüfbar eingereicht werden!

## **6 Anforderungen für Bauunternehmer**

Produktanforderungen und technische Anforderungen gemäss dieser Richtlinie.

Diverse:

- Logistik und Versetzweise (Kran, Stapler, etc.) aufzeigen (\*)
- Massnahmen betreffend Sicherheit aufzeigen (FL VBZ, Verkehr, Platzbedarf) (\*)
- Etappierung aufzeigen
- Bauprogramm mit AVOR, Schalungsproduktion, Elementproduktion, voraussichtlicher erster Liefer- und Versetztermin (\*)
- Konzept Einführung Hausanschlussleitungen (dichter Anschluss)
- Falls die Elemente Bestandteile der Bauunternehmenssubmission resp. des Angebotes des Bauunternehmers sind, gelten sämtliche Ausführungen dieser Richtlinie als mitgeltende Anforderungen für Bauunternehmer (\*)

(\*) müssen bereits mit dem Angebot prüfbar eingereicht werden!

## **7 Produktanforderungen und technische Anforderungen**

### **7.1 Anforderungen an vorgefertigte Betonkanal-Elemente**

- Vollständige Rissfreiheit der Elemente im Bau- und Endzustand. Allfällige Risse sind vor dem Einbau der Elemente im Werk zu sanieren (siehe Kontrollplan).
- Nutzungsdauer Konstruktionsbeton, Innenausbau, Fugenausbildung: 100 Jahre
- Belastungen: Überfahrten mit 40 t Unterhaltsfahrzeugen (auch in den Bauzuständen) sowie projektspezifische Belastungen (Lage, Anforderungen, etc.).
- Standard-Elementstärken: Gemäss Bild 1
- Brand: R90
- Explosion: akzeptiertes Risiko, ausser bei mit Gebäuden überbauten Kanälen oder bei Kanälen, welche sehr nah an sensiblen Bauwerken und Gebäuden stehen (projektspezifische Anforderungen in Rücksprache mit Projektleiter TAZ)

- Erdbeben muss nicht berücksichtigt werden (akzeptiertes Risiko)
- Bewehrungsüberdeckung: 40 mm (min. 35 mm / max. 45 mm).
- Distanzhalter: Kunststoff («Räder»)
- Bewehrung in Querrichtung: Ausbildung biegesteifer Ecken Boden – Wand – Decke
- Lunkern: Keine Lunkernester. Einzellunkern besser oder gleich Vergleichsbild 5 nach M.S. Thompson resp. maximaler Durchmesser von 7 mm bei Einzellunkern.
- Kiesnester / Entmischungen: Bei Vorhandensein darf Element nicht verbaut werden (Kosmetik / Reparatur sind nicht zugelassen!)
- Kanaldecke aussen mit 2 % Dachgefälle
- Bankettgefälle / V-Rinne: Mind. 10%
- Kraftschlüssiges, lückenloses Untergiessen der vorgefertigten Elemente mit SVB / SCC
- Fertigelemente sind in einem Guss ohne Arbeitsfuge (Boden, Decke, Wand) zu betonieren und in der Schalung hochstehend mind. 12 Stunden auszuhärten und anschliessend entsprechend nachzubehandeln (Bewässern / feucht halten, Abdecken, keine direkte Sonneneinstrahlung, etc.)
- Abstimmung Länge der Fertigelemente auf Spriessung Graben und Versetzvorgang (Lieferant in Zusammenarbeit mit Baumeister)
- Einfache und sichere Versetzvorrichtungen mit Justiermöglichkeiten, so dass es nicht zu Versätzen kommen kann.
- Nachhaltig dichte Fugen und Hydrophobierung der Stirnseiten der Elemente
- Wo gefordert (Betonverbund, vor Aufbringen Beschichtung) muss die Oberfläche durch Sandstrahlen des vorgefertigten Elementes aufgeraut werden (vollständige Entfernung der Zementhaut). Chemische Mittel (Rugasol und Ähnliches) sind strikte untersagt.
- Gleichmässige Hinterfüllung und Auffüllung, sodass es nicht zu Verschiebungen / differentiellen Setzungen oder Schäden der Elemente aufgrund einseitiger Lastaufbringungen führt.

## 7.2 Anforderungen beim System Teilvorfabrikation

Das System Teilvorfabrikation stellt einen Ausnahmefall dar, welcher nur in besonderen Situationen mit besonderen Anforderungen zur Anwendung kommt.

Elemente (nichttragende Innenschale):

Grundsätzlich gelten die Anforderungen analog zu Kapitel 7.1. In Abweichung dazu jedoch:

- Standard-Elementstärken: Gemäss Bild 2
- Bewehrungsüberdeckung: 30 mm (min. 25 mm / max. 35 mm).
- Kraftschlüssige, lückenlose Umhüllung mit selbstverdichtendem Beton gemäss Anforderungen. Die Oberfläche des Elementes ist durch Sandstrahlen aussen allseitig aufzurauen, sodass ein Betonverbund entsteht.

Umhüllungsbeton (tragende Aussenschale):

- Betonstärke: Gemäss Bild 2
- Einhaltung Bedingungen gemäss Richtlinie «Ortbetonkanäle und Kammerbauwerke» (siehe Internet TAZ)
- Bewehrungsüberdeckung: 45 mm

- Distanzhalter: Kunststoff (Produkt muss durch Bauherrschaft genehmigt werden)
- Arbeitsfugen sind stets aufzurauhen. Chemische Mittel (Rugasol und Ähnliches) sind strikte untersagt.
- Arbeitsfugen horizontal (Boden-Wand) und vertikal (Boden-Boden, Wand-Wand, Decke-Decke): aktive Fugenbleche (beispielsweise CEMflex VB Verbundblech aktiv)
- Sollrissfugen im Ortbeton: Alle 8 m durch Bewehrungsverjüngung (kleinerer Durchmesser Längsbewehrung in Wand und Decke). Die Sollrissfugen müssen genau auf die Fugen der vorgefertigten Elemente abgestimmt werden, damit der Riss des Ortbetonbauteils nicht auf das Element durchschlägt! Aktive Fugenbleche (beispielsweise CEMflex VB Verbundblech aktiv) in Wand und Decke im Bereich der Sollrissfugen.
- Teilvorfabrikation: Betonierprogramm Umhüllungsbeton so wählen, dass keine Betonierfugen entsteht, die Auftriebssicherheit jedoch gewährleistet ist. Nachweis mittels Vorversuch.

### 7.3 Baustoffe

Tabelle 1: Baustoffe

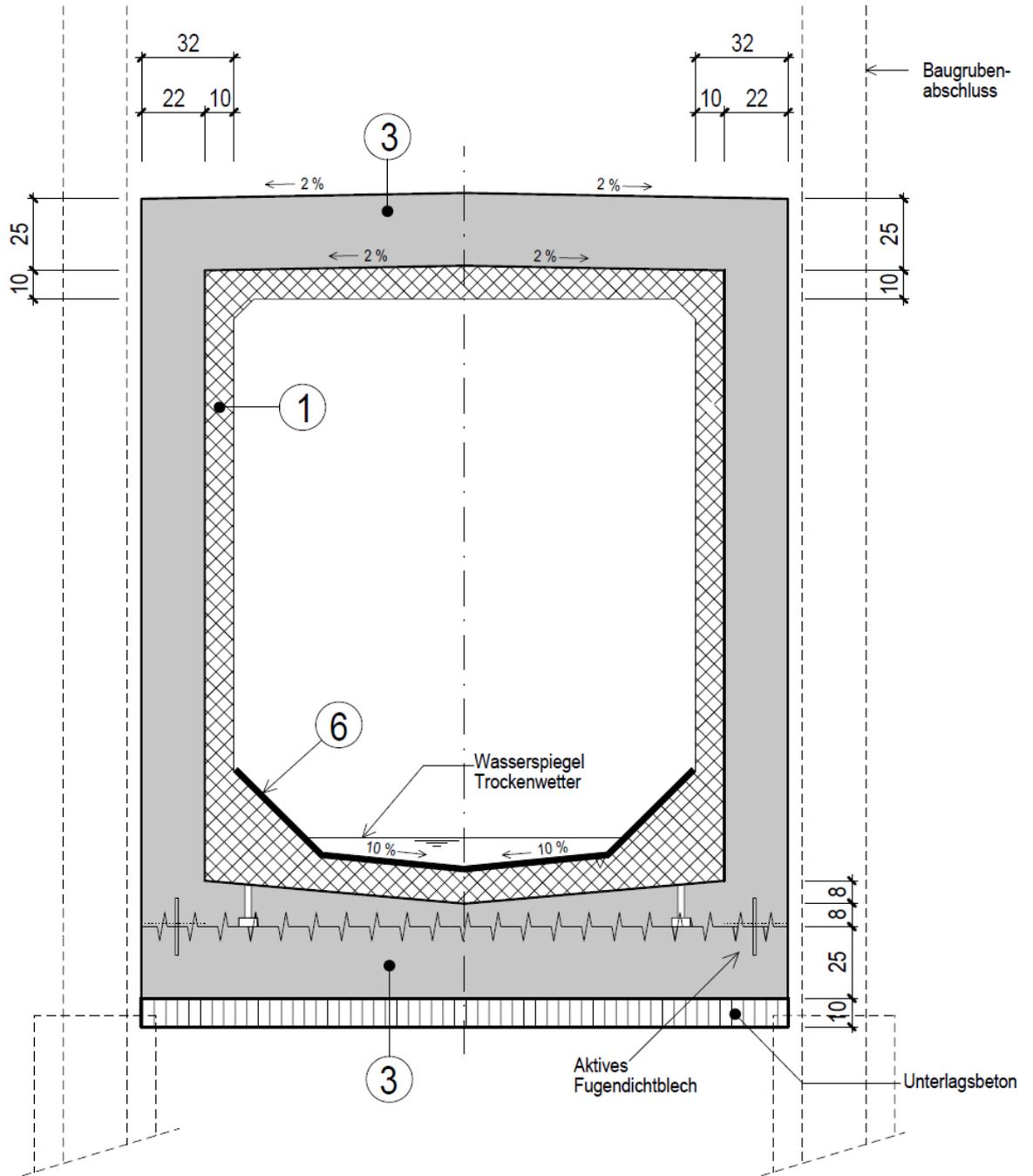
Pos	Beschreibung	Anforderungen
0	Bodenplatte	Mind. C 25/30, bewehrt XC2 CI 0.2 Dmax: 32 mm
1	Elementbeton	SVB / SCC Mind. C 50/60, Zement mit hohem Sulfatwiderstand, bewehrt XA2, XD3, XC4, (XF4 und XA3 nur im Ausnahmefall) CI 0.1 Dmax: 16 mm
2	Untergiessbeton (SCC)	SVB / SCC Mind. C 25/30 XC2 CI 0.2 Dmax: 16 mm
3	Umhüllungsbeton (Teilvorfabrikation)	SVB / SCC Mind. C 35/45, Zement mit hohem Sulfatwiderstand, bewehrt XA2, XD3, XC4, (XF4 nur im Ausnahmefall) CI 0.2 Dmax: 16 mm
4	Bewehrung	Bewehrung: B500B nach SIA 262. Stabstahl / Matten
5	Epoxidharzspachtelung	Elementinnenfugen sind mit Epoxidharzspachtelung auszufugen. Haftzugfestigkeit: Mittelwert $\geq 1.5 \text{ N/mm}^2$ , Minimaler Einzelwert = $1.2 \text{ N/mm}^2$ (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.
6	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 ( $1.5 \text{ N/mm}^2 / 1.2 \text{ N/mm}^2$ ) Oberflächenfinish: mit feinem Besen oder Tapezierbürste verschlichten
7	Fugendichtsysteme	Mindestens 4 Wassersperren mit beispielsweise: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Umlaufende Innenfuge (10x10 mm) aus Epoxid-Klebemörtel</li> <li>2. Nachträglich aktivierbares System bei Undichtigkeit (z.B. Injektionskanal)</li> <li>3. Quellband / Quellbänder (mind. 20 mm) oder Gleichwertiges</li> <li>4. Gepresste Gummidichtprofile</li> </ol> Hohe chemische Beständigkeit gegen Säuren, Laugen, Sulfat, etc.

Die technischen Datenblätter der zu verwendenden Materialien sind vor der Ausführung durch die Unternehmung aufgefördert der Projektleitung TAZ zur Prüfung und Freigabe zuzustellen.

Mitbestimmend für Materialeigenschaften und –spezifikationen gelten die Richtlinie für «Ortbetonkanäle und Kammerbauwerke» und die Wegleitung «Werterhaltung von begehbaren Kanälen» der Stadt Zürich.



Bild 2: Teilvorfabrikation mit Standardmassen



## 8 Weiteres

- Die Bauherrschaft und die BL dürfen die Element-Produktion besuchen und selber unabhängige Stichkontrollen durchführen. Das Produktionsprogramm muss der Bauherrschaft und der BL vorgelegt werden.
- Alle Prüfergebnisse und Elementlaufblätter sind der Bauherrschaft umgehend und unaufgefordert abzugeben (möglichst auf Internetplattform in Echtzeit einsehbar)
- Vorversuche: Alle entsprechend notwendigen Aufwendungen sind im Angebot einzurechnen und kalkulatorisch auszuweisen. Der Bauherr und die BL sind für Werkstattbesuche rechtzeitig einzuladen. Insbesondere sind folgende Vorversuche zwingend:
  - Betonnachweise Elemente (und Umhüllungsбетон)
  - Durchspielen Elementproduktion mit Laufblatt
  - Zwei 1:1 Elemente mit Fugenausbildung, Versetzsystem etc.
  - Kraftschlüssiges Untergiessen Element
  - Haftzüge Beschichtungen und bei TVF zusätzlich Haftzug Fertigelement-Umhüllungsбетон
  - Fugenprüfungen mit Betonieren, Quellen etc.
  - Bei TVF 1:1 Versuch mit Körperfugenband in Sollrissfuge im Ortбетонbauteil
  - Weitere nach Vorschlag Unternehmung
- Zwischenlager: Die fachgerechte Zwischenlagerung der produzierten Elemente ist Sache des Anbieters. Die Bauherrschaft und die BL dürfen das Zwischenlager besuchen und bei Notwendigkeit Weisungen zur fachgerechten Lagerung der Elemente erteilen.

## 9 Kontrollplan / Prüfplan

Der beigelegte Standardkontrollplan kann projektspezifisch angepasst werden. Er umfasst die minimalen Prüfungen, welche der Bauherrschaft und der BL zur Kontrolle zugestellt werden müssen. Er ersetzt nicht den unternehmenseigenen Prüfplan. Der Prüfplan ist projektspezifisch durch den Unternehmer zu erstellen und der Bauleitung und der Bauherrschaft zuzustellen.

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

Sämtliche Prüfungen sind Bestandteil des Angebotes und sind entsprechend einzurechnen.

Die Bauherrschaft darf weitere unabhängige Prüfungen auf ihre Kosten veranlassen.

# Kontrollplan

UN = Unternehmer / Hersteller

BL = Bauleitung

<b>Elementlaufblatt</b> Für jedes Element muss ein Elementlaufblatt (Produktionsbeginn bis Einbau auf Baustelle) mit allen Prüfungsergebnissen und Anforderungen geführt werden. Das Laufblatt soll möglichst in Echtzeit von der Bauherrschaft und der Bauleitung via Internetplattform einsehbar sein. Papierausdrucke sind unaufgefordert an die Bauherrschaft und die Bauleitung vor Einbau abzugeben. Kein Einbau von Elementen ohne vorliegendes Elementlaufblatt!					
Gegenstand der Prüfung	Zeitpunkt der Prüfung	Anforderung	Zuständigkeiten	Massnahmen bei Nichterfüllung	Dokumentation, Informationsfluss (im QS-Ordner!)
<b>Beton: Kontrollen beim Lieferwerk (Vorprüfungen vor eigentlicher Herstellung)</b>					
Betonqualität Lieferwerk	Vor Baubeginn und Vorversuch	Beton nach Eigenschaften nach Plan Vorweisung entsprechender Vorversuche resp. Erfahrungswerte Abgabe Betonrezeptur	UN	Wechsel Lieferant oder Zusammensetzung	Attest Prüflabor UN => Bauherr + BL => Bauing.
Frischbetonkontrollen Lieferwerk	Jede Charge / Element  Stichproben	- Lieferscheinkontrolle: Übereinstimmung mit Rezeptur  - Betontemperatur - Rohdichte und Luftporengehalt - Konsistenz - W/Z-Wert < 0.45	UN	Rückweisung	Dokumentation UN => Bauherr + BL => Bauing.
<b>Schalung</b>					
Geometrie inkl. Fugendetail	Jedes Element	Lagegenauigkeit Vollständigkeit	UN Stichproben BL und Bauing.	Korrektur	Protokollierung der Kontrolle UN => BL
Sauberkeit, Dichtigkeit	Jedes Element	Keine Verschmutzung, keine losen Teile Dichte Schalung (Fugen, evt. Bindstellen)	UN Stichproben BL und Bauing.	Reinigung Nachdichten	Protokollierung der Kontrolle UN => BL
<b>Bewehrung</b>					
Überdeckung, Distanzhalter	Jedes Element	Gemäss Richtlinie Distanzhalter Kunststoff	UN Stichprobe Bauing.	Korrektur	Protokollierung der Kontrolle UN => BL
Stahlqualität	Jedes Element	Verwendung von Plangemäassem Stahl	UN Stichprobe Bauing.	Korrektur	Lieferscheine: UN => BL => Bauing.

# Kontrollplan

UN = Unternehmer / Hersteller

BL = Bauleitung

<b>Elementlaufblatt</b> Für jedes Element muss ein Elementlaufblatt (Produktionsbeginn bis Einbau auf Baustelle) mit allen Prüfungsergebnissen und Anforderungen geführt werden. Das Laufblatt soll möglichst in Echtzeit von der Bauherrschaft und der Bauleitung via Internetplattform einsehbar sein. Papierausdrucke sind unaufgefordert an die Bauherrschaft und die Bauleitung vor Einbau abzugeben. Kein Einbau von Elementen ohne vorliegendes Elementlaufblatt!					
Gegenstand der Prüfung	Zeitpunkt der Prüfung	Anforderung	Zuständigkeiten	Massnahmen bei Nichterfüllung	Dokumentation, Informationsfluss (im QS-Ordner!)
Überdeckungsmessungen (Profometer o.ä.)	Element 1, 20, 60, 100: Flächenmässig. Jedes Element 10 Einzelmessungen	Gemäss Richtlinie	UN Stichprobe Bauing.	Korrektur	Protokollierung der Kontrolle UN => BL
<b>Beton: Kontrollen bei Elementherstellung</b>					
Ausbreitmass	Bei Vorversuch Anschliessend jede Betoncharge	Gemäss Normen und Erfahrungen aus Vorversuchen (SVB, SCC)	UN	Rückweisung	UN => Bauherr+ BL => Bauing.
Frischbetonkontrollen	Jede Charge / Element  Bei Vorversuch Anschliessend Element 1, 3, 5, 30, 60, 90, 120	- Lieferscheinkontrolle: Übereinstimmung mit Rezeptur  - Betontemperatur - Rohdichte und Luftporengehalt - Konsistenz - W/Z-Wert < 0.45	Prüflabor durch UN aufgegeben	Rückweisung	Prüflabor => UN => Bauherr+ BL => Bauing.
Würfeldruckfestigkeiten	Bei Vorversuch: 15 Stk. Anschliessend pro Frischbetonkontrolle 3 Stk.	28 Tage Festigkeiten gemäss Spezifikation (bei Vorversuch: Zusätzlich 1, 3, 7, 14 Tage Festigkeit)	Prüflabor durch UN aufgegeben	Bohrkernprüfung	Laborbericht Prüflabor => UN => Bauherr+ BL => Bauing.
Biegezugfestigkeiten	Bei Vorversuch Anschliessend Element 1, 3, 5	Gemäss statischen Nachweisen	Prüflabor durch UN aufgegeben	Überprüfung / Anpassung Dimensionierung und Statik	Prüflabor => UN => Bauherr+ 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)	Prüflabor durch UN aufgegeben	Wechsel Lieferant oder Zusammensetzung Bereits erstelltes Element:	Laborbericht Prüflabor => UN => Bauherr+ BL =>

# Kontrollplan

UN = Unternehmer / Hersteller

BL = Bauleitung

<b>Elementlaufblatt</b> Für jedes Element muss ein Elementlaufblatt (Produktionsbeginn bis Einbau auf Baustelle) mit allen Prüfungsergebnissen und Anforderungen geführt werden. Das Laufblatt soll möglichst in Echtzeit von der Bauherrschaft und der Bauleitung via Internetplattform einsehbar sein. Papierausdrucke sind unaufgefordert an die Bauherrschaft und die Bauleitung vor Einbau abzugeben. Kein Einbau von Elementen ohne vorliegendes Elementlaufblatt!					
Gegenstand der Prüfung	Zeitpunkt der Prüfung	Anforderung	Zuständigkeiten	Massnahmen bei Nichterfüllung	Dokumentation, Informationsfluss (im QS-Ordner!)
		Prüfung gemäss SIA 262/1 Anhang F (Schwindwert 28 Tage, 91 Tage)		Objektspezifische Massnahme in Rücksprache mit PL TAZ	Bauing.
Wassereindringung	Nur im Ausnahmefall auf Anordnung der Oberbauleitung	Mittlere Eindringtiefe < 20 mm Maximale Eindringtiefe < 50 mm Prüfung gemäss SN EN 12390-8	Prüflabor durch UN aufgeboten	Wechsel Lieferant oder Zusammensetzung Bereits erstelltes Element: Objektspezifische Massnahme in Rücksprache mit PL TAZ	Laborbericht Prüflabor => UN => Bauherr+ BL => Bauing.
Chloridwiderstand	Bei Vorversuch Anschliessend Element 1, 3, 5, 30, 60, 90, 120 (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 aufgeboten	Wechsel Lieferant oder Zusammensetzung Bereits erstelltes Element: Objektspezifische Massnahme in Rücksprache mit PL TAZ	Laborbericht Prüflabor => UN => Bauherr+ BL => Bauing.
Frost- und Frosttausalz-widerstand	1 Serie bei Vorversuch	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 aufgeboten	Wechsel Lieferant oder Zusammensetzung Bereits erstelltes Element: Objektspezifische Massnahme in Rücksprache mit PL TAZ	Laborbericht Prüflabor => UN => Bauherr+ BL => Bauing.
Bohrkernprüfung	Nur im Ausnahmefall auf Anordnung der Oberbauleitung	Beton gemäss Spezifikation	BL	Statische Überprüfung	Laborbericht Bauherr+ BL => Bauing. / Oberbauleitung
Nachbehandlung					
Ausschalfrist	Jedes Element	Nach Angaben Hersteller (mind. 12-18 Stunden)	Aufzeichnung Betonierende: UN	Vermerk Einschalzeit auf Elementlaufblatt. Bei	Protokollierung der Kontrolle UN => BL

# Kontrollplan

UN = Unternehmer / Hersteller

BL = Bauleitung

<b>Elementlaufblatt</b> Für jedes Element muss ein Elementlaufblatt (Produktionsbeginn bis Einbau auf Baustelle) mit allen Prüfungsergebnissen und Anforderungen geführt werden. Das Laufblatt soll möglichst in Echtzeit von der Bauherrschaft und der Bauleitung via Internetplattform einsehbar sein. Papierausdrucke sind unaufgefordert an die Bauherrschaft und die Bauleitung vor Einbau abzugeben. Kein Einbau von Elementen ohne vorliegendes Elementlaufblatt!					
Gegenstand der Prüfung	Zeitpunkt der Prüfung	Anforderung	Zuständigkeiten	Massnahmen bei Nichterfüllung	Dokumentation, Informationsfluss (im QS-Ordner!)
			Freigabe Ausschalen: UN	Unterschreiten der Mindestzeit sofortige Meldung an BL und Bauing. sowie Korrektur.	
Lagerung	Jedes Element	Feucht in umhüllender Abdeckung während mind. 72 h im Innenbereich (Produktionshalle) oder gleichwertiger Umgebung.  Nachher mögliche Lagerung im Aussenbereich, geschützt vor Sonneneinstrahlung und Wind.	UN Stichprobe Bauing.	Vermerk Lagerzeit und Lagerart auf Elementlaufblatt. Korrektur falls notwendig.	Protokollierung der Kontrolle UN => BL
Überzähne	Jedes Element	Keine Überzähne	UN Stichprobe Bauing.	Entfernung Überzähne. Bei Ausbrüchen Entfernung Zementhaut und Beschichtung gemäss Richtlinie Tab. 1 «Baustoffe» Pos. 6 oder Pos. 5	Protokollierung der Kontrolle UN => BL
Lunkern, Kiesnester	Jedes Element	Lunkernarm (keine Nester). Gemäss Richtlinie (Thompson Bild 5, Einzellunker < 7 mm) Keine Kiesnester zugelassen.	UN Stichprobe Bauing.	Entfernung Zementhaut und Beschichtung gemäss Richtlinie Tab. 1 «Baustoffe» Pos. 6 oder Pos. 5  Bei Kiesnestern: Kein Einbau des Elementes. Keine Kosmetik / Reparatur.	Protokollierung der Kontrolle UN => BL
Risse	Jedes Element	Rissfrei	UN Stichprobe Bauing.	Ausfräsen (20 mm tief) und mit Epoxypachtel glatt verfüllen. Elemente mit Rissweiten > 0.5 mm:	Protokollierung der Kontrolle UN => BL

# Kontrollplan

UN = Unternehmer / Hersteller

BL = Bauleitung

<b>Elementlaufblatt</b> Für jedes Element muss ein Elementlaufblatt (Produktionsbeginn bis Einbau auf Baustelle) mit allen Prüfungsergebnissen und Anforderungen geführt werden. Das Laufblatt soll möglichst in Echtzeit von der Bauherrschaft und der Bauleitung via Internetplattform einsehbar sein. Papierausdrucke sind unaufgefordert an die Bauherrschaft und die Bauleitung vor Einbau abzugeben. Kein Einbau von Elementen ohne vorliegendes Elementlaufblatt!					
Gegenstand der Prüfung	Zeitpunkt der Prüfung	Anforderung	Zuständigkeiten	Massnahmen bei Nichterfüllung	Dokumentation, Informationsfluss (im QS-Ordner!)
				qualitativ ungenügend und deshalb keine Reparatur und kein Einbau !	
<b>Beschichtungen</b>					
Haftzugfestigkeit	Bei Vorversuch Anschliessend Element 1, 3, 5, 30, 60, 90, 120 (Prüfung nach 28 Tagen) 5 Bohrkern Ø 50 mm	Mittelwert $\geq 1.5 \text{ N/mm}^2$ Minimaler Einzelwert = $1.2 \text{ N/mm}^2$	Prüflabor durch UN aufgeboten	Wechsel System und / oder Arbeitsausführung	Laborbericht Prüflabor => UN => Bauherr+ BL => Bauing.
Abriebfestigkeit (Böhme)	Bei Vorversuch	$A \leq 6 \text{ cm}^3 / 50 \text{ cm}^2$ (SN EN 13892-3)	UN	Korrektur	Protokollierung der Kontrolle UN => BL
<b>Fugen</b>					
Abmessungen, Sauberkeit	Jedes Element	Keine Verschmutzung, Arbeitsfuge aufräumen (Waschbetonstruktur)	UN Stichprobe Bauing.	Korrektur	Protokollierung der Kontrolle UN => BL
Applikation Versiegelung (Hydrophobierung)	Jedes Element	Aufräumen Stirnseite Sauber aufgetragene Versiegelung	UN Stichprobe Bauing.	Korrektur	Protokollierung der Kontrolle UN => BL
Applikation Quellband	Jedes Element	Quellband korrekt eingebaut und mit Witterungsschutz versehen	UN Stichprobe Bauing.	Korrektur	Protokollierung der Kontrolle UN => BL
Applikation Gummiprofile	Jedes Element	Gummiprofile korrekt eingebaut	UN Stichprobe Bauing.	Korrektur	Protokollierung der Kontrolle UN => BL
Abriebfestigkeit (Böhme) Epoxidharzpachtel	Bei Vorversuch	$A \leq 6 \text{ cm}^3 / 50 \text{ cm}^2$ (SN EN 13892-3)	UN	Korrektur	Protokollierung der Kontrolle UN => BL

# Kontrollplan

UN = Unternehmer / Hersteller

BL = Bauleitung

<b>Elementlaufblatt</b> Für jedes Element muss ein Elementlaufblatt (Produktionsbeginn bis Einbau auf Baustelle) mit allen Prüfungsergebnissen und Anforderungen geführt werden. Das Laufblatt soll möglichst in Echtzeit von der Bauherrschaft und der Bauleitung via Internetplattform einsehbar sein. Papiausdrucke sind unaufgefordert an die Bauherrschaft und die Bauleitung vor Einbau abzugeben. Kein Einbau von Elementen ohne vorliegendes Elementlaufblatt!					
Gegenstand der Prüfung	Zeitpunkt der Prüfung	Anforderung	Zuständigkeiten	Massnahmen bei Nichterfüllung	Dokumentation, Informationsfluss (im QS-Ordner!)
<b>Oberflächencharakter Betonelement</b>					
Aufrauen wo gefordert mittels Sandstrahlen	Jedes Element	Zementhaut vollständig entfernt. Rauhe Oberfläche.	UN	Korrektur	Protokollierung der Kontrolle UN => BL
<b>Einbau der Elemente</b>					
Versetzgenauigkeit	Jedes Element	Maximaler Versatz vertikal oder horizontal < 4 mm	UN	Korrektur	Protokollierung der Kontrolle UN => BL
Sohlengefälle	Jedes Element	Maximale Abweichung vom Soll- Gefälle: < 10 % (also < 0.05% bei Soll-Gefälle von 0.5%)	UN	Korrektur	Protokollierung der Kontrolle UN => BL
Verbindungs- und Versetzsystem	Jedes Element	Unterhaltsfrei Beständig (100 Jahre Nutzungsdauer)	UN	Korrektur	Protokollierung der Kontrolle UN => BL