



Vorschriften für die Ausführung von Kunstbauten (inkl. Anforderungen an eine Erstprüfung nach SN EN 206-1)

1. Baustoffe

1.1 Allgemeines

- 1.1 01 Die Baustoffe Beton, Betonstahl und Spannstahl sollen grundsätzlich den Anforderungen der SIA-Norm 262 genügen.
- 1.1 02 Im Rahmen der Qualitätssicherung muss die Eignung der Baustoffe mittels **Erstprüfung** nachgewiesen werden. Sämtliche Aufwendungen für **Erstprüfungen** sind in die Angebotspreise einzurechnen.
- 1.1 03 Allfällige Aufwendungen, die sich aus einem Nichterfüllen der Qualitätsanforderungen ergeben, wie zusätzliche Kontrollen, Wiederholung von **Erstprüfungen** oder Wechsel von Lieferanten, gehen zu Lasten des Unternehmers.
- 1.1 04 Die Vorschriften für Spritzbeton sind den BB2-Anhang 11 zu entnehmen.

1.2 Beton

- 1.2 01 **Beton kann unter Einhaltung der „Anforderung an eine Erstprüfung für Beton nach SN EN 206-1“ geliefert werden (Seiten 9 – 14).**
- 1.2 02 **Hinsichtlich Dauerhaftigkeit wird ein leistungsbezogenes Entwurfsverfahren gem. Anhang J der SN EN 206-1 definiert. Aus diesem Grunde muss die Erstprüfung durch das Strassenbaulabor genehmigt werden. Das Strassenbaulabor (SBL) führt eine Liste der genehmigten Beton – Rezepte.**

1.2 1 Betonqualität

- 1.2 11 **Der Beton wird nach Eigenschaften festgelegt. Die Festlegung der Eigenschaften erfolgt durch das Tiefbauamt Graubünden. Die Verarbeitung ist Sache des Unternehmers. Der Unternehmer kann aus den vorgegebenen Konsistenzklassen wählen.**
- 1.2 12 **Im Regelfall gilt für das Tiefbauamt Graubünden Beton mit einem Grösstkorn der Gesteinskörnung von 32 mm und der Klasse des Chloridgehaltes Cl 0.10.**
- 1.2 13 Im Regelfall gelangen **folgende Betonsorten nach SN EN 206-1** zum Einsatz
- Bewehrte Kunstbauten: C 25/30, XF2 (CH), Konsistenz C2 oder C3
 - Unbewehrte Tunnelinnenringe: C 25/30, XF2 (CH), Konsistenz F2 bis F4
 - Vorfabrikationsbeton: C 30/37, XF2 (CH), XD3 (CH)
- 1.2 14 Bei Abweichungen von Ziffer 1.2 12 oder 1.2 13 sind Erstprüfungen im Devis aufgeführt.
- 1.2 15 Für unbewehrte Bauteile (z.B. Schwergewichtsmauern mit Steinverkleidung) wird Beton der Festigkeitsklasse C 20/25, und für Unterlags- und Füllbeton Beton der Festigkeitsklasse C 12/15 verwendet. Bei diesen Betonsorten wird lediglich die Festigkeitsklasse verlangt.
- 1.2 16** Unterwasserbeton für tragende Bauteile soll ein Ausbreitmass von etwa 50 cm aufweisen. Der minimal vorgegebene Zementgehalt beträgt 350 kg/m³. Der w₀/z-Wert soll möglichst klein sein; er darf 0.60 keinesfalls überschreiten.



1.2 2 Anforderungen

- 1.2 21 Als Grenzwerte für die Betonzusammensetzung gelten mit Ausnahme des Mindestzementgehalts die Anforderungen gemäss SN EN 206-1, Tabelle NA.3. Der Mindestzementgehalt beträgt bei der Expositionsklasse XF2 320 kg/m³.
- 1.2 22 Die Ermittlung des Wassergehaltes von Frischbeton muss durch Prüfung gem. Norm SIA 262/1, Anhang H, erfolgen. Bei der Berechnung des w_0/z -Wertes darf die Wasseraufnahme der Gesteinskörnung nicht abgezogen werden.
Mit folgender Ausnahme entsprechen die maximal zulässigen w_0/z -Werte den w/z -Werten gemäss SN EN 206-1.
Ausnahme: Bei Beton für unbewehrte Tunnelinnenringe ist ein w_0/z -Wert ≤ 0.55 zulässig.
- 1.2 23 Hinsichtlich Dauerhaftigkeit wird ein leistungsbezogenes Entwurfsverfahren festgelegt. Die detaillierten Anforderungen sind ab Seite 9 „Anforderung an eine Erstprüfung für Beton nach SN EN 206-1“ zu entnehmen.

1.2 3 Erstprüfung

- 1.2 31 Beton ohne vom SBL genehmigte Erstprüfung darf nicht verwendet werden. Die genehmigte Erstprüfung hat mindestens 5 Arbeitstage vor Beginn der entsprechenden Arbeiten vorzuliegen.
- 1.2 32 Für Beton ohne festgelegte Expositionsklasse sowie für Unterwasserbeton ist keine Erstprüfung erforderlich.
- 1.2 33 Die Anforderungen an eine Erstprüfung sind ab Seite 9 aufgeführt. Sämtliche Aufwendungen sind in die Einheitspreise einzurechnen.
- 1.2 34 Werden die Anforderungen bei der Qualitätsüberwachung während der Ausführung nicht erfüllt, wird das Rezept aus der Liste der genehmigten Beton-Rezepte gestrichen.

1.2 4 Qualitätsüberwachung während der Ausführung

- 1.2 41 Die Überprüfung der Betonqualität erfolgt auf der Baustelle mittels Frischbetonkontrollen sowie an separat hergestellten Prüfkörpern. Die kontinuierliche Kontrolle des Frischbetons und die Herstellung von Prüfkörpern zur Bestimmung der Festbetoneigenschaften hat durch den Unternehmer zu erfolgen (Eigenkontrollen). Für Eigenkontrollen sind nur zertifizierte oder akkreditierte Labors zugelassen. Die minimal erforderlichen Prüfungen (Eigenkontrolle Unternehmer) sind in den Besonderen Bestimmungen, Teil 1 baustellenspezifisch festgelegt. Die Aufwendungen dafür sind, sofern keine separaten Positionen ausgesetzt sind, in die Offertpreise einzurechnen.
- 1.2 42 Stichprobenartig ordnet die Bauleitung parallel zur Eigenkontrolle Fremdkontrollen an. Für die Kostenregelung gilt SIA 118, Art. 137.
- 1.2 43 Die Prüfungen von Frischbeton erfolgen grundsätzlich nach SN EN 12350 – Teil 1 bis 7 und die Herstellung von Probekörpern nach SN EN 12390 – Teil 2.
- 1.2 44 Bei Kranbeton erfolgt die Frischbetonkontrollen und die Würfelherstellung bei der Übergabe auf der Baustelle. Ausser bei Untertagebauten haben bei Pumpbeton die Frischbetonkontrollen und die Würfelherstellung nach der Pumpe zu erfolgen. Sämtliche Probekörper müssen mit einem vollständig ausgefüllten Prüfauftrag nach 1 - 3 Tagen im Strassenbaulabor des Tiefbauamtes abgeliefert werden. Die Kosten für den Transport der Proben sind in die Einheitspreise einzurechnen.
- 1.2 45 Bei der Frischbetonkontrolle wird der w_0/z -Wert, die Konsistenz (Verdichtungsmass oder Ausbreitmass), der Luftgehalt, die Frischbetonrohddichte und die Luft- und Betontemperatur geprüft.



- 1.2 46 Der Beton darf nicht eingebracht werden, wenn die gemessenen Werte ausserhalb folgender Grenzen liegen:

Betonsorten gemäss Ziffer 1.2 13	Bewehrte Kunstbauten	Unbewehrte Tunnelinnenringe	Vorfabrikationsbeton
- w_0/z -Wert	≤ 0.50	≤ 0.55	≤ 0.45
- Verdichtungsmass:	$1.04 \leq VM \leq 1.28$		
- Ausbreitmass:	$335 \text{ mm} \leq AM \leq 580 \text{ mm}$		
- Luftgehalt:	$2.5 \% \leq LP \leq 10.0 \%$		

- 1.2 47 Die Frischbetonkontrollen haben nach dem Ablaufschema auf der Seite 8 zu erfolgen. Wird die Anforderung bezüglich w_0/z -Wert nicht erfüllt, muss auf restriktive Frischbetonkontrollen umgestellt werden. Der Frischbeton darf erst eingebracht werden, wenn der w_0/z -Wert vorliegt und den Anforderungen entspricht.
- 1.2 48 Die Druckfestigkeit wird vom SBL an Würfeln geprüft und bezüglich Erstherstellung der SN EN 206-1, Tabelle 14 beurteilt.
- 1.2 49 Die Dauerhaftigkeit wird vom SBL an separat hergestellten Prüfkörpern oder mit Hilfe von Bohrkernen aus dem Bauwerk kontrolliert.

1.3 Betonstahl

- 1.3 01 Sofern der Betonstahl nicht speziell bezeichnet ist (z.B. nichtrostender Betonstahl 1.4571) darf nur Betonstahl mit hoher Duktilität verwendet werden, der im Register der normkonformen Betonstähle aufgeführt ist.
- 1.3 02 Die Betonstahlsorte ist der Bauleitung vor Beginn der entsprechenden Arbeiten bekanntzugeben. Die Resultate der periodischen Überwachung durch den Stahlhersteller sind der Bauleitung auf Verlangen abzugeben.

1.4 Spannstahl

- 1.4 01 Die Resultate der laufenden Überwachung des Spannstahls sind der Bauleitung zur Einsichtnahme zur Verfügung zu halten.

1.5 Anker- und Spannsysteme

- 1.5 01 Es dürfen nur Anker- und Spannsysteme verwendet werden, für welche die Konformität gemäss dem aktuellen Verzeichnis des ASTRA und der SBB bestätigt ist. Das jeweils gültige Verzeichnis kann schriftlich beim Bundesamt für Strassen, 3003 Bern, bezogen oder unter www.astra.admin.ch eingesehen werden.

1.6 Einpressmörtel für Anker- und Spannsysteme

- 1.6 01 Es wird ausdrücklich auf die Norm SN EN 447 hingewiesen, wonach Einpressmörtel für Spannglieder aus Portlandzement (CEM I), Wasser und Zusatzmittel bestehen muss. Dasselbe gilt auch bei Einpressmörtel für Boden- und Felsanker von langer Nutzungsdauer.
- 1.6 02 Zur Sicherstellung der Frostbeständigkeit darf der w_0/z -Wert 0.40 nicht überschreiten.
- 1.6 03 Das Fließvermögen, die Wasserabsonderung, die Volumenänderung sowie die Druckfestigkeit sind nach SN EN 445 zu prüfen und nach SN EN 447 zu beurteilen.



2 Ausführung

2.1 Allgemeines

- 2.1 01 Für die Ausführung gelten grundsätzlich die SIA-Normen **262 und 118/262** mit den nachfolgend aufgeführten Ergänzungen. Die erforderlichen Aufwendungen für diese Ergänzungen sind, sofern keine separaten Positionen dafür ausgesetzt sind, in die entsprechenden Einheitspreise einzurechnen. Dies betrifft:
- Aufräuen der Arbeitsfugen
 - Betonzusatzmittel
- 2.1 02 Die Baustelle ist mit der nötigen Sorgfalt zu erschliessen. Es dürfen keine Geländeinstabilitäten oder Rutschungen provoziert werden. Temporäre Aushub- und Abtragsarbeiten sind so auszuführen, dass das ursprüngliche Terrain nach der Fertigstellung des Bauwerks wieder hergestellt werden kann.
- 2.1 03 Auf eine gute Vorbereitung der Arbeiten wird grosser Wert gelegt. Bau- und Montagevorgänge sind frühzeitig zu planen und der Bauleitung vorzulegen. Bei vorgespannten Konstruktionen ist den Arbeiterschwernissen beim Verlegen der Bewehrung und beim Verarbeiten des Betons, sowie den terminlichen Randbedingungen (stufenweises Vorspannen, Ausschallfristen, etc.) gebührend Rechnung zu tragen.
- 2.1 04 Betreffend Ausführungstoleranzen gilt SIA-Norm **262, Anhang A**.

2.2 Aushub und Hinterfüllung

- 2.2 01 Sofern im Projekt nichts anderes vorgesehen ist, gelten für den Aushub die theoretischen Festmasse.
- Als Ausführungs- und Abrechnungsmasse sind, wo nichts anderes vorgegeben, die Massvorgaben gemäss „Verordnung über die Unfallverhütung beim Graben- und Schachtbau sowie ähnlichen Arbeiten“ der SUVA, sowie die „SIA - Empfehlung 229 Baugruben“ einzuhalten.**
- 2.2 02 Überprofile infolge ungenauer oder unsachgemässer Arbeit und vermeidbare Arbeitsverzögerungen, gehen zu Lasten des Unternehmers.
- 2.2 03 Die Lage der definitiven Deponieplätze und Zwischendeponien für Humus werden von der Bauleitung bestimmt. Für die fachgerechte Erstellung der Deponie ist der Unternehmer allein verantwortlich.
- 2.2 04 Sofern nicht von der Bauleitung angeordnet, werden Aufwendungen für Zwischendeponien, Wiederauflad, Mehrtransporte, Reinigen der Plätze, etc. nicht separat vergütet.
- 2.2 05 Vor dem Einbringen des Unterlagsbetons ist der Baugrund durch den Projektverfasser abzunehmen; nach Absprache kann dies auch durch die Bauleitung erfolgen.**
- 2.2 06** Das Hinterfüllen von Bauwerken und das Wiedereinfüllen von Baugruben darf nur mit hierzu geeignetem Material im Einverständnis der Bauleitung erfolgen. Das Material soll in gleichmässigen Schichten und unter angemessener maschineller Verdichtung eingebracht werden.
- 2.2 07** Sofern keine besonderen Anforderungen verlangt sind, soll der ME-Wert bei Hinterfüllungen mindestens 60 MN/m^2 betragen.



2.3 Schalungen, Lehr- und Schutzgerüste

2.3 01 Gerüste haben grundsätzlich den einschlägigen SIA-Normen zu genügen.

2.3 02 Projektierung und Ausführung von Schalungen und Gerüsten ist grundsätzlich Sache der Unternehmung. Die Verantwortung für Tragfähigkeit und Masshaltigkeit liegt vollumfänglich beim Unternehmer.

Im Rahmen der Submission ist für das Lehrgerüst ein Vorprojekt abzugeben. Ziel dieses Vorprojekts ist es, das Tragwerkskonzept aufzuzeigen und mit einer statischen Vorbemessung für die massgebenden Schnitte die Tragsicherheit nachzuweisen.

2.3 03 Die Tragwirkung des Lehrgerüstes soll möglichst derjenigen des Betontragwerkes entsprechen, damit Zwängungen im Bauzustand klein bleiben. Werden Teile der Betonkonstruktion als mitwirkend berücksichtigt, so ist die Einwilligung des Projektverfassers erforderlich.

2.3 04 Die zulässige Durchbiegung von Lehrgerüstträgern und Schalungen infolge Nutzlast allein beträgt 1/700 der Spannweite. Die Durchbiegungen sind durch entsprechende Überhöhungen zu kompensieren.

2.3 05 Soweit es im Rahmen des Bauprogramms möglich ist und die Anforderungen bezüglich Betonoberfläche erreicht werden, kann die Unternehmung Teile von Schalungen und Gerüsten mehrmals verwenden.

2.3 06 Das zur Anwendung gelangende Holz muss mindestens der **Festigkeitsklasse II (FK II)** genügen und darf Schwächungen bis höchstens 10% aufweisen.

2.3 07 Das Lehrgerüst umfasst alle Arbeiten und Materialien von den Fundamenten bis und mit Schiftung der Balkenlage.

Lehrgerüste sind durch den Projektverfasser zu kontrollieren. Der Projektverfasser erteilt die Erlaubnis zum Betonieren schriftlich. Die Absenkung des Lehrgerüstes hat kontrolliert und nach Weisung des Projektverfassers zu erfolgen.

2.3 08 Bei allen Schalungstypen sind die Stösse und Fugen so abzudichten, dass die Zementmilch nicht ausfliessen kann. Geschlossene Schalungen müssen an den tiefsten Stellen jeder Betonieretappe Reinigungsöffnungen aufweisen. Alle sichtbaren Betonkanten sind durch gehobelte Dreikantleisten (in der Regel 20/20 mm) zu brechen.

2.3 09 Abschalungen werden nach Ausmass vergütet, sofern sie projektbedingt sind. 2.3 10 Sofern nichts anderes vereinbart ist, sind bei nicht verformungsempfindlichen Bauteilen und Temperaturen über +5°C die folgenden minimalen Ausschulfristen einzuhalten:

- Fundamente, Stützen, Wände und Kordon: 2 Tage
- Platten bis 5 m Spannweite: 10 Tage

2.3 11 Auskragende Platten und solche mit mehr als 5 m Spannweite, sowie vorgespannte Bauteile sind gemäss Angaben des Projektverfassers auszuschalen.

2.3 12 Damit Sichtbetonflächen, insbesondere die Brückenuntersicht, nicht durch unkontrolliert abfliessendes Wasser beeinträchtigt werden, sind entsprechende Vorkehrungen, wie z.B. Vorsehen von Wassernasen, provisorisches Verschiessen von Aussparungen, etc. zu treffen.

2.3 13 Damit unvorhergesehene Verformungen visuell ausgeglichen werden können, sind die Brückenränder grundsätzlich nachträglich zu erstellen.



2.4 Transport und Verarbeitung des Betons

- 2.4 01 Der Transport und die Witterung kann die Verarbeitbarkeit des Betons entscheidend verändern. Diesem Umstand ist Rechnung zu tragen, indem entsprechende Vorkehrungen, wie z.B. Transport mit Fahrmischer, Kühlung der Fahrmischer, betonieren bei kühleren Tageszeiten etc., getroffen werden. **Beton der Expositionsklasse XF2** ist in der Regel mittels Fahrmischer zu transportieren.
- 2.4 02 Da unvorhergesehene Verzögerungen und Betonierunterbrüche nicht ausgeschlossen werden können, ist bei Konstruktionsbeton für Brücken und Galerien der Abbindebeginn grundsätzlich um mindestens 4 Stunden zu verzögern.
- 2.4 03 Das Einbringen und Verdichten des Betons ist für die Qualität am Bauwerk von entscheidender Bedeutung. Die Leute auf der Baustelle sind dementsprechend zu instruieren. Die Arbeiten sind zu unterbrechen, wenn keine Gewähr besteht, dass der Beton einwandfrei abbinden kann.
- 2.4 04 Nicht geschalte Betonoberflächen sind genau im Profil abzuziehen und sauber abzutaloschieben; zudem müssen Fahrbahnplatten, Decken und Druckplatten mit einem Oberflächenvibrator nachverdichtet werden.
Die Betonoberfläche der Fahrbahnplatte oder abzudichtender Flächen hat bezüglich Ebenheit folgende Bedingungen zu erfüllen: Der maximale Abstich unter der 2m-Latte beträgt 10 mm und die maximale Rautiefe 1.5 mm.
- 2.4 05 Bei Arbeitsfugen ist die aufgeraute Fläche der ersten Etappe 8 - 12 Stunden nach dem Einbringen des Betons mit Druckwasser zu reinigen und vor dem Weiterbetonieren ausreichend anzufeuchten. Lose Bestandteile müssen entfernt werden.
- 2.4 06 Der Beton ist normalerweise während mindestens 10 Tagen mittels geeigneter Vorkehrungen gegen vorzeitiges Austrocknen und vor starken Temperaturwechseln, direkter Sonneneinstrahlung und Frost zu schützen (Nachbehandlung). Bei nicht geschalteten Betonoberflächen geschieht das durch Abdecken mit Plastikfolien und Isolationsmatten oder mit einer mindestens 50 mm dicken, dauernd feuchtgehaltenen Sandschicht. Diese Massnahmen sollen möglichst frühzeitig erfolgen. Anspritzmittel (Curing) bedürfen der Genehmigung durch die Bauleitung.
- 2.4 07 Bei Temperaturen unter +5°C sind für Betonarbeiten besondere Massnahmen zu treffen. Der Beton muss nach dem Einbringen vor Wärmeentzug geschützt werden. Die Temperatur des Betons beim Einbringen muss $\geq 10^\circ\text{C}$ betragen.**
Zwischen 0°C und -5°C darf nur nach Absprache mit der Bauleitung betoniert werden. Dabei muss Bewehrung und Schalung über 0°C vorgewärmt werden.
Unter -5°C darf nicht mehr betoniert werden.
- 2.4 08 Ungenauigkeiten, Kiesnester, unsaubere Kanten, etc. dürfen ohne Voranzeige bei der Bauleitung nicht verändert oder nachgearbeitet werden. Die Bauleitung entscheidet nach Absprache mit dem Projektverfasser, wie solche Mängel zu beheben sind.
- 2.4 09 Unterwasserbeton ist so einzubringen, dass er nicht frei durch das Wasser fällt, der Zement nicht ausgewaschen wird, keine Entmischung eintritt und sich keine Trennschichten aus Zementschlamm bilden. Bei Wassertiefen bis 1 m darf der Beton durch vorsichtiges Vortreiben mit natürlicher Böschung, über 1 m muss er mit Trichtern oder Behältern eingebracht werden. Für untergeordnete Bauten darf der Beton mit Klappkästen oder fahrbaren Trichtern lagenweise geschüttet werden.
Konstruktionsbetonbauteile dürfen unter Wasser nur mit ortsfesten Trichtern oder geschlossenen Behältern in gut abgedichteter Schalung hergestellt werden. Dabei ist zu beachten, dass der nachdringende Beton den zuvor eingebrachten verdrängt, ohne dass er mit Wasser in Berührung kommt und die seitlichen Fließwege möglichst kurz sind.

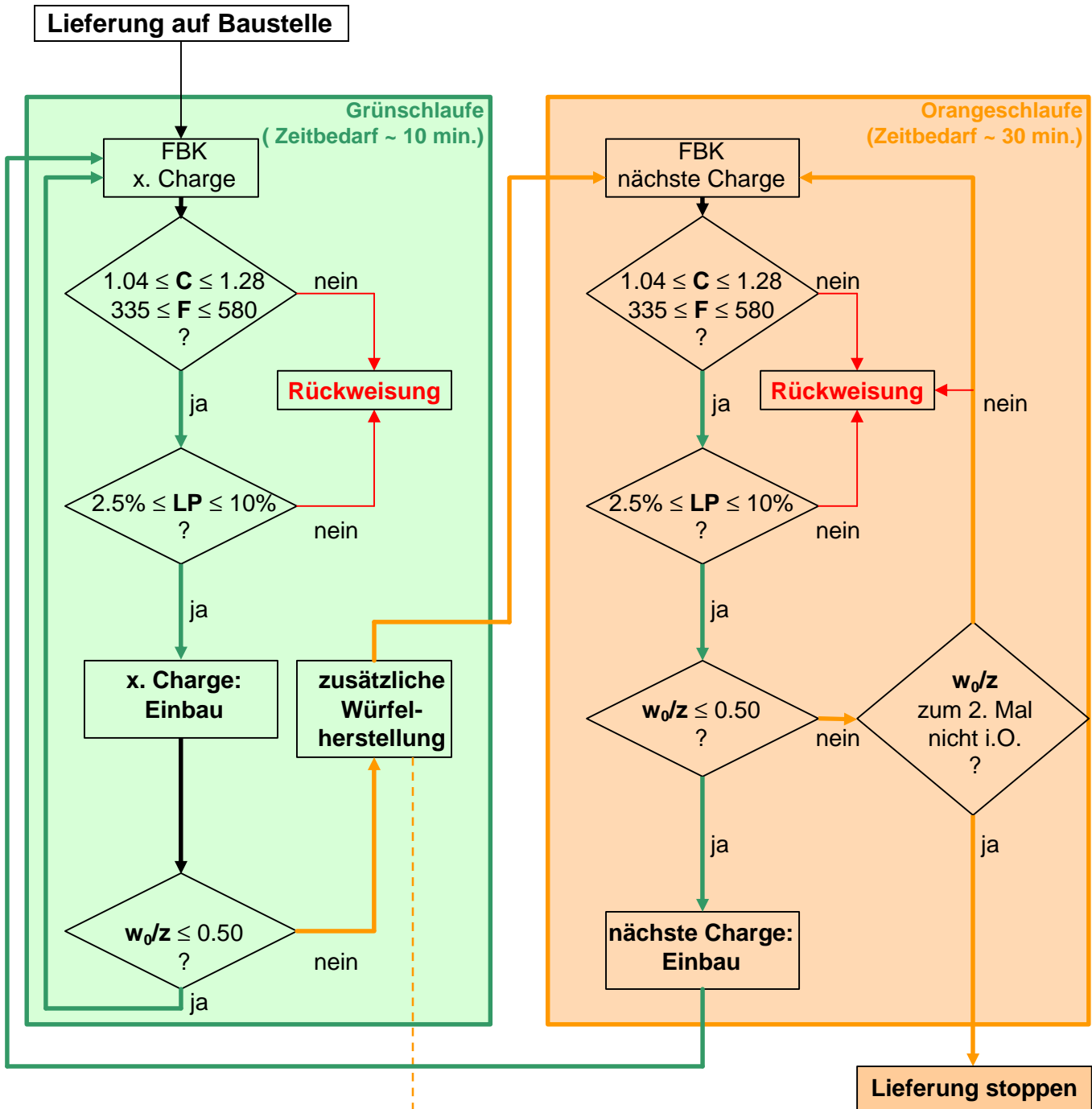


2.5 Behandlung und Verarbeitung von Beton- und Spannstahl

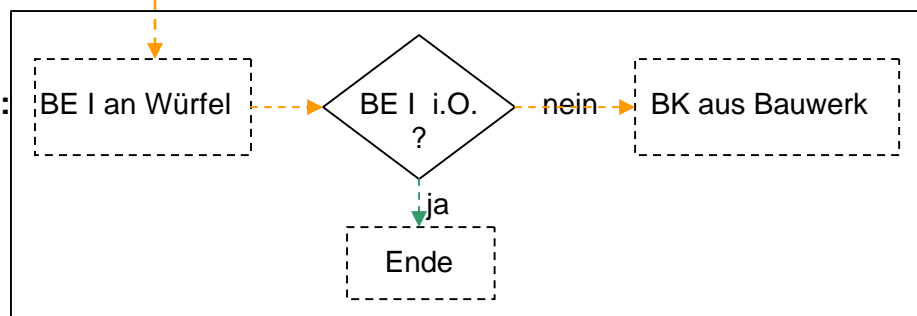
- 2.5 01 Pro Bauteil ist Betonstahl der gleichen Marke zu verwenden, ausser wo gemäss Projekt bei besonders exponierten Bauteilen oder zur Gewährleistung einer ausreichenden Überdeckung der Bewehrung nichtrostender Betonstahl vorgesehen ist.
- 2.5 02 Das Spannsystem, insbesondere die Verankerungen müssen durch **den Projektverfasser** genehmigt werden; Zwillingsanker sind nicht zugelassen. Hüllrohre aus Stahl müssen eine minimale Wandstärke von 0.3 mm aufweisen; bei Kabeleinheiten über 3 MN beträgt die minimale Wandstärke 0.4 mm.
- 2.5 03 Bewehrung, Vorspannung und Einlagen müssen so verlegt und fixiert werden, dass sie sich während des Betonierens nicht verschieben können. Für exponierte Bauteile sind immer Binddrähte aus nichtrostendem Stahl zu verwenden (z.B. Kordon bei Stützmauern und Brücken).
- 2.5 04 Bewehrungsstäbe sollen beim Verlegen und im Bereich von Aussparungen und Einlagen nicht durchgeschnitten werden. Ist ein einwandfreies Verlegen ohne Schneiden der Bewehrung nicht möglich, so ist die Bauleitung zu benachrichtigen. Die Bauleitung entscheidet - bei grösseren Stabdurchmessern nach Absprache mit dem Projektverfasser - ob und wo allenfalls Bewehrungsstäbe geschnitten werden dürfen.
- 2.5 05 Die Distanzklötzchen zur Gewährleistung einer ausreichenden Überdeckung der Bewehrung müssen mindestens dieselbe Qualität aufweisen wie der sie später umgebende Konstruktionsbeton. Kunststoffklötzchen bzw. -profile sind nicht zugelassen.
- 2.5 06 Die Tragstäbe der Kabelhalter müssen einen Durchmesser von mindestens 20 mm aufweisen. Zur Verhinderung von Hüllrohrbeschädigungen sind in den Bereichen mit grosser Kabelkrümmung Stützschaalen einzulegen.
- 2.5 07 Sämtliche Bewehrungen sind durch die Bauleitung bzw. den Projektverfasser mindestens ein Tag vor Betonierbeginn abzunehmen.
- 2.5 08 Das Aufbringen der Vorspannung erfolgt grundsätzlich gemäss Spannprogramm; normalerweise geschieht das in drei Etappen:
1. Etappe: 30% der Totalvorspannung, 3 Tage nach Einbringen des letzten Betons des Brückenträgers (Fahrbahnplatte).
 2. Etappe: 70% der Totalvorspannung, 17 Tage nach Einbringen des letzten Betons des Brückenträgers.
 3. Etappe: 100% der Totalvorspannung, 28 Tage nach Einbringen des letzten Betons des Brückenträgers.
- 2.5 09 Sämtliche Spannprotokolle sind durch den Projektverfasser zu kontrollieren. Der Projektverfasser erteilt die Erlaubnis für das Injizieren der Vorspannkabel schriftlich.
- 2.5 10 Mit dem Betonieren des Kordons kann frühestens nach dem Aufbringen der 2. Vorspannetappe begonnen werden.



Ablauf Eigenkontrollen Bauunternehmer (Stichproben Bauherr)



Stichproben Bauherr: (Festbeton)





Anforderung an eine Erstprüfung für Beton nach SN EN 206-1

1. Grundlagen

- 1.1 SIA 262, Betonbau
- 1.2 SIA 262/1, Betonbau – Ergänzende Festlegungen
- 1.3 SN EN 206-1, Beton-Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität
- 1.4 SN EN 12350 - Teil 1 bis Teil 7, Prüfung von Frischbeton
- 1.5 SN EN 12390 - Teil 1 bis Teil 8, Prüfung von Festbeton
- 1.6 SN 670 102 und 670 102-NA, Gesteinskörnungen für Beton
- 1.7 SN 670 115, Qualitative und quantitative Mineralogie und Petrographie von Gesteinskörnungen (voraussichtliche Publikation im Jahre 2005)
- 1.8 SN 670 130, Sand, Kies, Splitt und Schotter für Beläge, Qualitätsanforderungen (bis Erscheinung SN 670 115)
- 1.9 SN 640 461a, Betonbeläge

2. Abweichungen zu den Normen

- 2.1 SN EN 206-1, Tabelle NA.3: Für die Expositionsklasse XF2 beträgt der Mindestzementgehalt 320 kg/m^3 .
- 2.2 SN EN 206-1, Tabelle NA.3: Für die Expositionsklasse XD3 sind die Prüfungen SIA 262/1 Anhang A, Wasserleitfähigkeit und Anhang B, Chloridwiderstand nicht erforderlich.
- 2.3 SIA 262/1, Anhang H, Wassergehalt von Frischbeton: Die Wasseraufnahme der Gesteinskörnung w_G darf bei der Bestimmung des Wasserzementwerts w_0/z nicht abgezogen werden. Massgebend ist der gemessene Wert w_0/z .
- 2.4 SN EN 12350-7, Luftgehalte – Druckverfahren: Bei der Bestimmung des Luftgehaltes ist der scheinbare Luftgehalt A_1 der geprüften Probe massgebend, und der Korrekturfaktor der Gesteinskörnung G wird nicht berücksichtigt.
- 2.5 SN 670 130: Die Höchstmenge an petrographisch ungeeigneten Körnern im Korngemisch beträgt 10 %. Liegt dieser Wert zwischen 6 und 10 %, muss die Wirkung auf die Eigenschaften des Festbetons geprüft werden.

3. Allgemeines

- 3.1 Die Verantwortung der Produktionskontrolle im Sinne der SN EN 206-1 liegt beim Hersteller.
- 3.2 Erstprüfungen dienen dem Nachweis, dass die festgelegten Anforderungen am Frisch- und Festbeton mit dem gewählten Rezept erfüllt werden. Diese haben grundsätzlich gemäss Anhang A, der SN EN 206-1 zu erfolgen, wonach mindestens drei Probekörper aus jeweils drei Chargen zu prüfen sind. Für den Nachweis der leistungsbezogenen Anforderungen genügt eine Prüfung (Ziffer 5.3). Diese soll vorzugsweise an der ungünstigsten Mischung durchgeführt werden.
- 3.3 Wenn eine wesentliche Änderung der Ausgangsstoffe eintritt, muss die Erstprüfung wiederholt werden. Als wesentliche Änderung gelten:
 - Änderung der Zementart und Zementmenge
 - Herkunft oder Eigenschaft der Ausgangsstoffe



3.4 Das Strassenbaulabor (SBL) führt eine Liste der genehmigten Beton-Rezepte. Wird die in der Erstprüfung ausgewiesene Qualität bei der Qualitätsüberwachung während der Ausführung nicht bestätigt, wird das Rezept aus der Liste der genehmigten Beton-Rezepte gestrichen.

3.5 Betonsorten

Im Regelfall kommen folgende Betonsorten mit einem Grösstkorn der Gesteinskörnung von 32 mm und der Chloridgehaltsklasse CI 0.10 zum Einsatz:

- Bewehrte Kunstbauten: C 25/30, XF2 (CH), Konsistenz C2 oder C3 (F2 bis F4)
- Unbewehrte Tunnelinnenringe: C 25/30, XF2 (CH), Konsistenz F2 bis F4
- Vorfabrikationsbeton: C 30/37, XF2 (CH), XD3 (CH)

Bei Abweichung vom Grösstkorn oder von der Festigkeitsklasse ist ebenfalls eine Erstprüfung inkl. Genehmigung durch das SBL erforderlich. Im Fall von abweichendem Grösstkorn, ist die Tabelle NA.4 der SN EN 206-1 nicht zwingend einzuhalten.

3.6 Bei der Expositionsklasse XF2 wird hinsichtlich Dauerhaftigkeit ein leistungsbezogenes Entwurfsverfahren festgelegt (Ziffer 5.3).

4. Frischbeton

4.1 Prüfverfahren

4.1.1 Im Rahmen der Erstprüfung sind die Frischbetoneigenschaften nach folgenden Normen auszuweisen:

- Wassergehalt von Frischbeton nach SIA 262/1, Anhang H
- Bei Kran- und Vorfabrikationsbeton, Verdichtungsmass nach SN EN 12350-4
- Bei Pumpbeton, Ausbreitmass nach SN EN 12350-5
- Frischbetonrohichte nach SN EN 12350-6
- Luftgehalte – Druckverfahren nach SN EN 12350-7, Druckausgleichsverfahren
- Luft- und Betontemperatur

4.1.2 Sofern für die Prüfung notwendig, wird der Beton mit Innenrüttler verdichtet.

4.1.3 Bei Pumpbeton sind im Rahmen der Erstprüfung die Eigenschaftsveränderungen des Frischbetons infolge pumpen nachzuweisen. Dazu wird der Beton mindestens 20 m gepumpt und die Frischbetoneigenschaften sowohl vor wie auch nach der Pumpe bestimmt. Der Zeitpunkt der Messungen vor der Pumpe soll dem voraussichtlichen Zeitpunkt der Übergabe auf der Baustelle entsprechen.

4.1.4 Bei der Bestimmung des Luftgehaltes ist der scheinbare Luftgehalt A_1 der geprüften Probe massgebend, und der Korrekturfaktor der Gesteinskörnung G wird nicht berücksichtigt.

4.1.5 Die Ermittlung des Wassergehaltes von Frischbeton muss durch Prüfung gem. Norm SIA 262/1, Anhang H, erfolgen. Bei der Berechnung des w_0/z -Wertes darf die Wasseraufnahme der Gesteinskörnung w_G nicht abgezogen werden. Massgebend ist der gemessene Wert w_0/z .

4.2 Anforderungen

4.2.1 Mit Ausnahme der Ziffer 4.2.4 gelten die Anforderungen bei der Übergabe auf der Baustelle. Bei der Erstprüfung sind entsprechende Vorhaltemasse zu wählen.

4.2.2 Die Anforderung an den Wasserzementwert ist wie folgt definiert:

- Bewehrte Kunstbauten: w_0/z -Wert ≤ 0.50
- Unbewehrte Tunnelinnenringe: w_0/z -Wert ≤ 0.55
- Vorfabrikationsbeton: w_0/z -Wert ≤ 0.45

4.2.3 Die Erstprüfung ist bei den unter Ziffer 3.5 aufgeführten Konsistenzklassen durchzuführen.

4.2.4 Der massgebende Zeitpunkt hinsichtlich Mindestluftgehalt ist bei Pumpbeton nach der Pumpe.



5. Festbeton

5.1 Druckfestigkeit

5.1.1 Prüfverfahren

5.1.11 Die Druckfestigkeit ist grundsätzlich an Würfeln mit Kantenlänge 150 mm nach SN EN 12390-3 zu bestimmen.

5.1.12 Die Probenherstellung erfolgt nach SN EN 12390-2 (verdichtet mit Innenrüttler, Ziffer 3.3 a).

Bei Pumpbeton muss die Probenherstellung nach der Pumpe erfolgen.

Bei Vorfabrikationsbeton sind zusätzlich 5 Bohrkern $\varnothing = \text{Höhe} = 50 \text{ mm}$ aus einem vorgefertigten Element zu prüfen.

5.1.2 Anforderungen

Als Kriterium für die Annahme der Erstprüfung hinsichtlich Festigkeit gilt SN EN 206-1, Anhang A.

5.2 Rohdichte

5.2.1 Prüfverfahren

5.2.11 Die Dichte von Festbeton ist nach der SN EN 12390-7 wie angeliefert zu bestimmen.

5.3 Dauerhaftigkeit

Hinsichtlich Dauerhaftigkeit gilt für die Expositionsklasse XF2 folgendes leistungsbezogene Entwurfsverfahren.

5.3.1 Grenzwerte für die Betonzusammensetzung

5.3.11 Es gilt die Tabelle NA.3 der SN EN 206-1 mit folgenden Anpassungen.

5.3.12 Der Mindestzementgehalt beträgt 320 kg/m^3 .

5.3.13 Es dürfen keine rezyklierten Gesteinskörnungen verwendet werden.

5.3.2 Prüfverfahren

5.3.21 Die Dauerhaftigkeit der Gesteinskörnungen wird bis zum Erscheinen der SN 670 115 nach SN 670 130 bestimmt.

5.3.22 Die Herstellung der Probekörper für den Nachweis der Leistungsfähigkeit erfolgt nach SN EN 12390-2 (verdichtet mit Innenrüttler, Ziffer 3.3 a).

Bei Pumpbeton muss die Probenherstellung nach der Pumpe erfolgen.

Bei Vorfabrikationsbeton müssen die Probekörper aus einem vorgefertigten Element entnommen werden.

5.3.23 a) Der diagnostische Nachweis der Frostausalzbeständigkeit erfolgt nach der Methode D-R gemäss SN 640 461a (BE I FT).

b) Bei Beton für unbewehrte Tunnelinnenringe genügt der diagnostische Nachweis der Frostbeständigkeit nach der Methode D-R (BE I F).

5.3.24 a) Die physikalische Frostausalzprüfung erfolgt nach der Methode D-R gemäss SN 640 461a (BE II FT).

b) Bei Beton für unbewehrte Tunnelinnenringe genügt die physikalische Frostprüfung nach der Methode D-R (BE II F).

5.3.25 Ist ein Rezept als frostausalzbeständig nachgewiesen, so gilt dieses auch als frostbeständig.



5.3.3 Anforderungen

5.3.31 Die leistungsbezogenen Anforderungen sind wie folgt festgelegt:

Betonsorten (siehe Ziffer 3.5)	Anteil an petrographisch ungeeigneten Körnern im Korngemisch (Ziffer 5.3.21)	Prüfverfahren	Anforderungen
Bewehrte Kunstbauten und Vorfabrikationsbeton	≤ 6 %	Ziffer 5.3.23a	WFT-P ≥ 50% Gefügeindex besser -10
	6 bis 10 %	zusätzlich zu Ziffer 5.3.23a Ziffer 5.3.24a	WFT-L ≥ 50% Bereich mindestens mittel
Unbewehrte Tunnelinnenringe	≤ 6 %	Ziffer 5.3.23b	WF-P ≥ 50% Gefügeindex besser -10
	6 bis 10 %	zusätzlich zu Ziffer 5.3.23b Ziffer 5.3.24b	WF-L ≥ 50% Bereich mindestens mittel

5.4 Sulfatbeständigkeit

Ist wegen des Sulfatgehaltes im Grundwasser oder Boden die Expositionsclassen XA2 oder XA3 erforderlich, gilt folgendes leistungsbezogene Entwurfsverfahren.

5.4.1 Grenzwerte für die Betonzusammensetzung

5.4.11 Es dürfen nur Zementsorten verwendet werden, bei welchen die Sulfatbeständigkeit im Betonverbund physikalisch nachgewiesen wurde (Sulfatwiderstand nach VSH, Prüfungshandbuch 11 332).

5.4.12 Dem Beton muss mindestens 6 % Silicafume beigemischt werden.

5.4.2 Prüfverfahren

5.4.21 Die Wassereindringtiefe unter Druck wird nach SN EN 12390-8 bestimmt.

5.4.22 Als bestätigende Erfolgskontrolle muss der Sulfatwiderstand nach Norm SIA 262/1, Anhang D bestimmt werden.

5.4.23 Die Herstellung der Probekörper für die Bestimmung der Wassereindringtiefe und des Sulfatwiderstandes erfolgen nach SN EN 12390-2 (verdichtet mit Innenrüttler, Ziffer 3.3 a).

Bei Pumpbeton muss die Probenherstellung nach der Pumpe erfolgen.

Bei Vorfabrikationsbeton müssen die Probekörper aus einem vorgefabrizierten Element entnommen werden.

5.4.3 Anforderungen

5.4.31 Der Wasserzementwert muss in jedem Fall $w_0/z \leq 0.50$ betragen.

5.4.32 Der Mittelwert der grössten Wassereindringtiefen aus drei Prüfkörpern muss ≤ 30 mm sein.



6. Prüfbericht

Der Prüfbericht einer Erstprüfung muss mindestens folgende Angaben enthalten:

6.1 Allgemeine Angaben

- Prüfstelle
- Herstellwerk, Herstellort
- Prüfberichte der einzelnen Prüfungen

6.2 Betonrezept

- Rezept Gesteinskörnung
- Zementart, -menge
- Bezeichnung der verwendeten Zusatzmittel und Dosierung
- Bezeichnung der verwendeten Zusatzstoffe und Dosierung

6.3 Gesteinskörnung

- Prüfstelle
- Datum und Ort der Probenahme
- Lieferant
- Angabe über Vorkommen und Aufbereitung
- Angabe der petrographisch ungeeigneten Körner in den einzelnen Korngruppen und im Korngemisch

6.4 Frischbetoneigenschaften gemäss Ziffer 4

- Prüfstelle
- Datum und Ort Probenahme
- Zeit Betonherstellung und Prüfung
- Wassergehalt und w_0/z -Wert
- Frischbetonkonsistenz
- Frischbetonrohichte
- Luftgehalt A1 (bei Pumpbeton vor und nach der Pumpe)
- Luft- und Betontemperatur

6.5 Festbetoneigenschaften gemäss Ziffer 5

- Prüfstelle
- Datum und Ort Probekörperherstellung
- Zeit Betonherstellung und Probekörperherstellung
- Druckfestigkeit
- Dichte Festbeton
- Frost- bzw. Frosttausalzbeständigkeit
- Wassereindringtiefe und Angabe des Sulfatwiderstandes bei der Expositionsklasse XA2 oder XA3.