

Sichtbeton – Ansprüche und Grenzen

Wie lässt sich Sichtbetonqualität vereinbaren?

Dr. Martin Deuring

Dr. Deuring + Oehninger AG, Winterthur



Dr. Martin Deuring

Dr. Deuring + Oehninger AG, Winterthur



Ausbildung

- 1993 Promotion zum Doktor der Technischen Wissenschaften ETH Zürich
- 1987 – 1989 Studium an der ETH Zürich
- 1982 – 1986 Ingenieurschule HTL Luzern

Berufslaufbahn

- 1995 Dr. Deuring + Oehninger, geschäftsführender Partner
Mitinhaber mehrerer Firmen des Ingenieurverbundes dreiK
- seit 2012 Dozent an der Universität Freiburg
Institut für Schweizerisches und Internationales Baurecht

Hauptbeschäftigungsfeld

Bearbeitung von Hoch- und Brückenbauten: Planung und Projektierung, Projekt- und Bauleitung, Generalplanung und Gesamtleitung, Studien und Expertisen

Agenda

Einleitung

Normative Grundlagen

Vereinbarungen Bauherr – Planer – Unternehmer

Schalungstypen und Sichtbetonklassen

Risse

Planung, Vergabe, Realisierung

Fazit



Einleitung













Anforderungen an die Sichtbetonqualität

- Farbe und Farbkonstanz
- Struktur
- Ebenheit
- Lunkern (Hohlräume an der Oberfläche)
- Schalungsbild (Fugenbild)
- Grate
- Fehlstellen (Kiesnester)
- etc.

Einflussfaktoren auf die Sichtbetonqualität

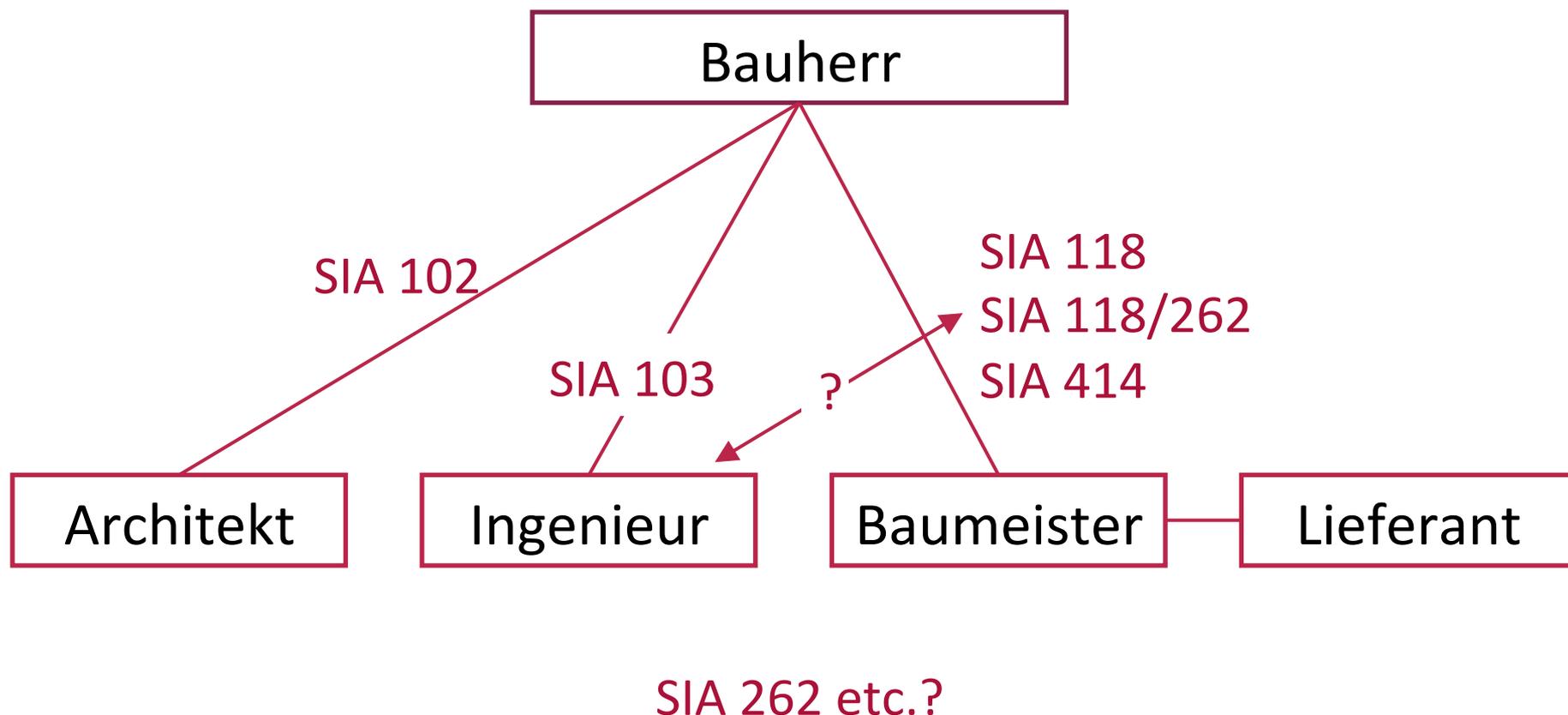
- Tragfähigkeit und Steifigkeit des Schalsystems sowie dessen Dichtigkeit
- Qualität und Art der Schalhaut sowie deren Sauberkeit, Trennmittel
- Anordnung und Geometrie der Schaltafeln inkl. Bindstellen
- Schalungsteilung inkl. Bindstellen
- Frischbeton (Zusammensetzung, Konsistenz, Konstanz)
- Einbauvorgang, Verdichten und Nachbehandlung des Betons
- Abmessungen des Bauteils, Bewehrung (Geometrie / Dichte)
- Einlagen, Abstandhalter, Kantenausbildung
- Witterungsverhältnisse (Temperatur, Wind, Sonne)
- Alterung, Exposition
- etc.



Normative Grundlagen

Relevante Normen und Ordnungen des SIA, Auswahl

Ordnung SIA 102 (2014)	Leistungen und Honorare der Architekten
Ordnung SIA 103 (2014)	Leistungen und Honorare der Bauingenieure
Norm SIA 112 (2014)	Modell Bauplanung, Verständigungsnorm
Norm SIA 118 (2013)	Allgemeine Bedingungen für Bauarbeiten
Norm SIA 118/262 (2004)	Allgemeine Bedingungen für Betonbau
Norm SIA 414 (1980)	Masstoleranzen im Bauwesen
Norm SIA 262 (2013)	Betonbau
Norm SIA 262/1 (2013)	Betonbau – Ergänzende Festlegungen
Norm SIA 269/2 (2011)	Erhaltung von Tragwerken – Betonbau
Norm EN 206 (2000 ff)	Beton – Teil 1: Festlegung Eigenschaften, Herstellung und Konformität



Gültigkeit von Technischen Normen

«Anerkannt» (oder «allgemein anerkannt») sind technische Regeln dann, wenn sie

- von der Wissenschaft als theoretisch richtig erkannt wurden,
- feststehen und
- sich nach einer klaren Mehrheitsmeinung der fachkompetenten Anwender in der Praxis bewährt haben.

Peter Gauch, Der Werkvertrag, 5. Auflage 2011; 846.

Ordnungen SIA 102 ff = Empfehlungen für die Planung

⇒ Gültig, wenn diese in den Vertrag zwischen Bauherr und Planer übernommen werden

Normen SIA 118, SIA 118/262 = Regeln für Bauarbeiten

⇒ Rechtsverbindlich, wenn die Vertragspartner die Normen als Bestandteil ihres Vertrags bezeichnen (inkl. Korrigenda bis dd.mm.yy)

Rangfolge?

Umgang mit Widersprüchen?

Norm SIA 262: Betonbau

- «Sichtbeton» 1x: Bewehrungsüberdeckung soll ausreichend sein
- Rissbildung begrenzen bei Anforderungen zu Aussehen und Dauerhaftigkeit;
Sichtbeton im Regelfall zumindest erhöhte Anforderungen
- Durchbiegungen: Aussehen kann beeinflusst werden, daher zu begrenzen
- Schalungen: Formänderungen soweit erforderlich auszugleichen, Lage und Einhalten von Masstoleranzen sind zu kontrollieren
- Ausführung generell: Planmässige Ausführung ist vor Betonierbeginn zu kontrollieren
- Hinweise zu Massnahmen vor dem Betonieren, Transport, Einbringen und Verdichten des Betons und zur Nachbehandlung
- Vorgaben zu Masstoleranzen in Ergänzung zur Norm SIA 414

Norm SIA 118: Allgemeine Bedingungen für Bauarbeiten

- Die Ausschreibung setzt ein hinreichend klares Projekt voraus
Für das Gelingen von Sichtbeton von grosser Bedeutung!
- Durch das Bauobjekt bedingte, besondere Bestimmungen, legen u.a. die speziellen Anforderungen an die Qualität fest, hier namentlich an die Sichtbetonoberflächen.
- Das Leistungsverzeichnis beschreibt die Materialqualitäten, hier namentlich des Betons.
- Der Schutz bereits ausgeführter Werkteile obliegt dem Unternehmer, zusätzliche Mehrvergütung nur, wenn dies vereinbart ist.

Norm SIA 118/262: Allgemeine Bedingungen für Betonarbeiten

- Detaillierte Regeln betreffend Abschluss, Inhalt und Abwicklung von Verträgen im Bereich der Tragwerke bzw. des Betonbaus
- U.a. Regeln über inbegriffene und nicht inbegriffene Leistungen, z.B. zu Schalungen, Beton, Bewehrungen: Vergütungsregelung, Ausmassbestimmungen
- Schalungstypen
- Beschaffenheit nicht geschalter Betonoberflächen
- Betonsorten nach Eigenschaften
- Aufgaben der Vertragspartner, z.B. Bauherr bzw. sein Planer
 - Prüfen der fachgerechten Ausführung der Schalung
 - Prüfen von Vollständigkeit und Lage der Aussparungen, Einlagen
 - Prüfen der Vollständigkeit und Lage der Bewehrung
 - Überwachung der Formänderung von Schalungen während Betonierens
 - Festlegung des Zeitpunkts des Ausschalens

Norm SIA 118/262: Allgemeine Bedingungen für Betonarbeiten

Norm SIA 118/262: Empfehlung durch Planer zur Übernahme in den Vertrag => Folgen?

Mögliche Regelung:

Die Prüfpflicht betreffend fachgerechte Ausführung des Lehrgerüsts und der Schalung (Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit) sowie der Vollständigkeit und Lage der Aussparungen, Einlagen, Ausrüstungen usw. vor Betonierbeginn sowie die Überwachung der Formänderungen an Schalungen und Gerüsten während der Betonieretappen gemäss Ziffer 8.3.2.1 der Norm SIA 118/262 obliegen dem Unternehmer.

Norm SIA 118/262: Allgemeine Bedingungen für Betonarbeiten

Norm SIA 118 geht der Norm SIA 118/262 vor

=> Widersprüchliche Festlegungen in SIA 118/262 werden damit wirkungslos

Falls dies nicht gewollt ist, müsste dies speziell geregelt werden, z.B.:

Regeln der Norm SIA 118/262 (ABB) gehen den Regeln der Norm SIA 118 insoweit vor, als sie diese ausdrücklich ersetzen.



Vereinbarungen Bauherr – Planer – Unternehmer



vereinbart war aber
schwarz!?!



Projektdefinition (Verständigungsnorm SIA 112)

Die Projektdefinition des Auftraggebers legt die wichtigsten Zielgrössen, Funktionen und Rahmenbedingungen des Vorhabens fest. Die Projektdefinition bleibt in der Regel während des ganzen Planungs- und Bauprozesses unverändert.

Die Projektdefinition ist vor der Projektierung zu erarbeiten.

Projektpflichtenheft (Verständigungsnorm SIA 112)

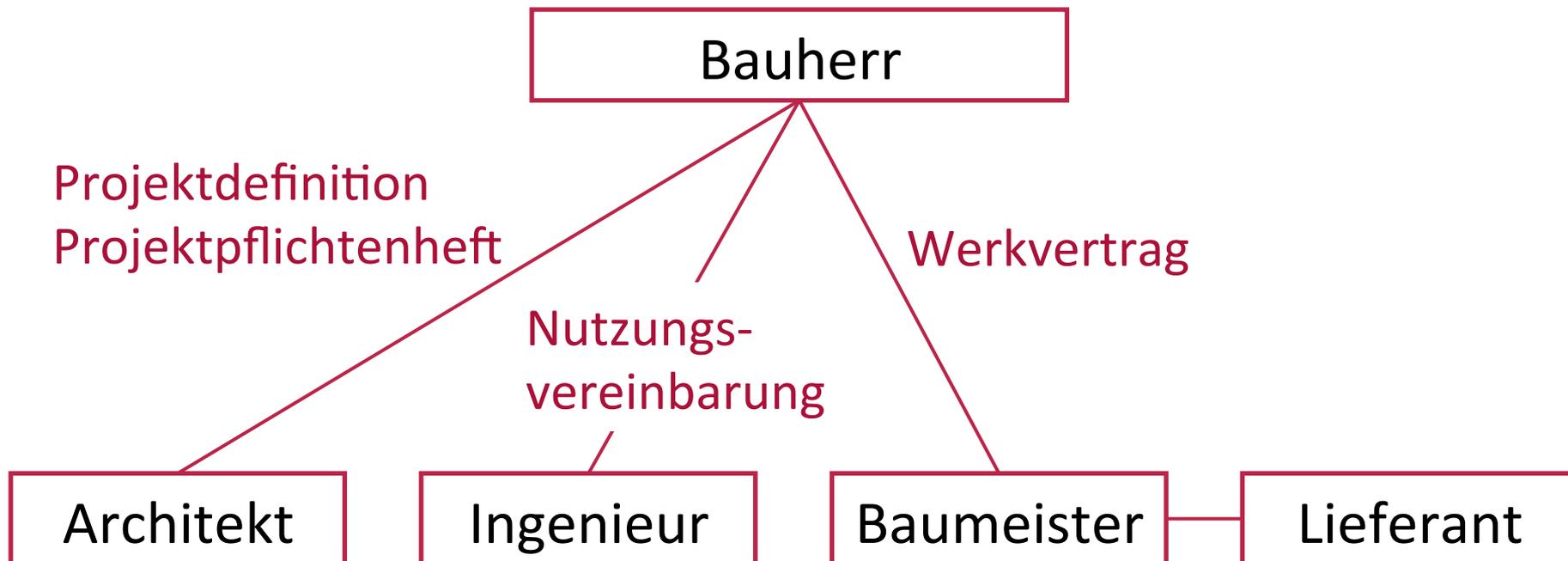
Das Projektpflichtenheft beinhaltet die Funktionen und Eigenschaften des Bauwerks zur Erreichung der in der Projektdefinition festgelegten Zielgrössen sowie die Aufbau- und Ablauforganisation des Projektes. Die Erstellung des Projektpflichtenhefts erfolgt in der Phase 2 Vorstudien durch den Auftraggeber oder in seinem Auftrag. Das Projektpflichtenheft wird beim Abschluss jeder Teilphase aufgrund der Ergebnisse durch den Gesamtleiter und den Auftraggeber stufengerecht nachgeführt.

Nutzungsvereinbarung (SIA 260 / LHO 103)

- Beschreibung der Nutzungs- und Schutzziele der Bauherrschaft oder der Eigentümerschaft sowie der grundlegenden Bedingungen, Anforderungen und Vorschriften für die Projektierung, Ausführung, Nutzung und Erhaltung des Bauwerks. SIA 260, Art. 2.2
- Das Erstellen der Nutzungsvereinbarung gehört zu den Grundleistungen des Fachplaners. Die Leistung ist mit dem Vorprojekt zu erbringen, in den folgenden Phasen hat eine entsprechende Aktualisierung zu erfolgen. LHO 103, Art. 4.3

Ausgewählte Hinweise zur Nutzungsvereinbarung

- Es ist eine Vereinbarung
- Bauherr muss die technischen Normen nicht kennen
- Aufzeigen, was Festlegungen bedeuten
 - z.B. erhöhte Anforderungen für Risse: bis 0.5 mm
 - Sichtbeton, z.B.
 - heller Sichtbeton
 - glatte, dichte Oberfläche
 - gleichmässige Oberflächenstruktur
 - keine «Wolkenbildung», keine Farbschwankungen
 - Kanten scharfkantig



Rechtsverbindlich als Bestandteil
des jeweiligen Vertrags
bezeichnen!

- Bauherr – Planer
- Bauherr – Unternehmer
(Rangfolge vor der Norm SIA
118/262)



cem+suisse

Merkblatt für Sichtbetonbauten

2. Auflage, Januar 2016
cemsuisse-Merkblatt - MB 02

Herausgegeben durch:

BETONSUISSE



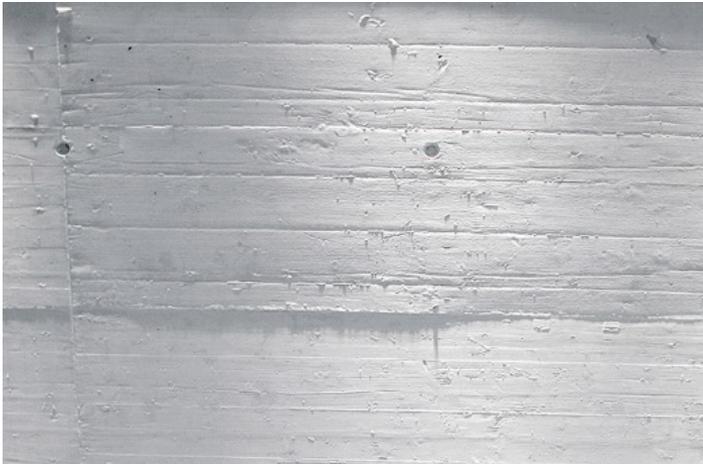
Schalungstypen und Sichtbetonklassen



Typ 1: Normale Betonoberfläche

Flächen ohne besondere Anforderungen:

- Mit beliebiger Flächenstruktur
- Ohne Nachbearbeitung von Graten und Überzähnen



Typ 2: Betonoberfläche mit einheitlicher Struktur

Flächen mit folgenden Anforderungen:

- Einheitliche Flächenstruktur
- Brett- bzw. Tafelgrösse nicht vorgeschrieben
- Mit Nachbearbeitung von Graten und Überzähnen



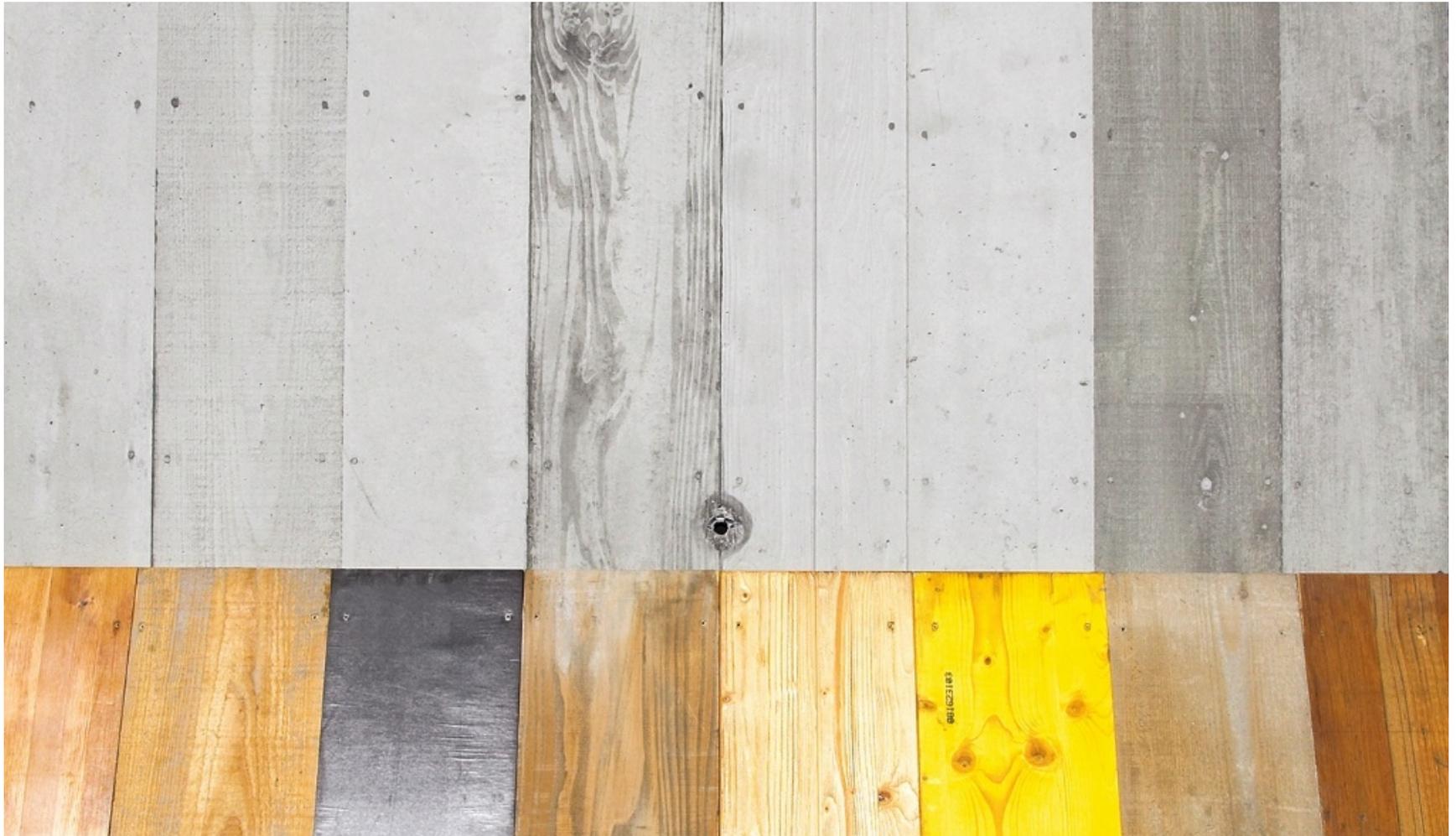
Typ 3: Sichtbetonoberfläche mit Brettstruktur
Sichtbar bleibende Flächen mit folgenden Anforderungen:

- Einheitliche Flächenstruktur ohne Überzähne, Grate und poröse Stellen
- Durch Lufteinschlüsse verursachte Poren (Lunker) in mässiger Anzahl sind zulässig
- Möglichst gleichmässige Farbtönung
- Brettbreite konstant; Brettstösse nicht vorgeschrieben
- Brettrichtung einheitlich und parallel zur grösseren Abmessung der Schalungsfläche
- Glatte Schalbretter



Typ 4: Sichtbetonoberfläche mit Tafelstruktur
Sichtbar bleibende Flächen mit folgenden Anforderungen:

- Analog Typ 3, statt Bretter werden Tafeln verwendet



SBK 1

Geringe Ansprüche an die Qualität der sichtbaren Fläche. Mindestqualität ohne ausgeprägte Gestaltungsabsicht.

SBK 2

Normale Ansprüche an die Qualität der sichtbaren Fläche. Planung mit einer bestimmten Gestaltungsabsicht.

SBK 3

Hohe Ansprüche an die Qualität der sichtbaren Fläche. Planung mit besonders anspruchsvoller Gestaltungsabsicht und hoher Erwartung an die Übereinstimmung des Ergebnisses mit der gestalterischen Vorstellung.

SBK S

Sonderklasse mit besonderer / individueller Gestaltungsabsicht.



Geschälte Betonflächen		Sichtbetonklassen			
		SBK 1	SBK 2	SBK 3	SBK S
Textur	TX 1	Sichtbetonoberfläche mit einheitlicher Struktur Einheitliche Oberflächenstruktur. Brett- bzw. Tafelgrösse nicht mit Nachbearbeitung von Graten und Überzähnen.			
	TX 2		Sichtbetonoberfläche mit Brett-/Tafelstruktur Einheitliche Oberflächenstruktur ohne Überzähne, Grate und poröse Stellen. Brett- bzw. Tafelbreite konstant. Brett- und Tafelstösse nicht vorgeschrieben. Brett- bzw. Tafelrichtung einheitlich und parallel oder senkrecht zur grösseren Abmessung der Schalungsfläche. Glatte Schalbretter.		
	TX 3			Strukturbild gemäss Detailplan der geschälten Fläche (Schalungsmusterplan)	
	TX S				nach Angaben Planer
Lunker	LK 1	gering			
	LK 2		mässig	mässig	
	LK S				nach Angaben Planer
Farbton	FB 1	Hell-/Dunkelverfärbungen sind zulässig. Rost- und Schmutzflecken sind unzulässig.			
	FB 2		möglichst gleichmässige Farbtönung		
	FB 3			besondere Bestimmungen	
	FB S				nach Angaben Planer
Ebenheit	EH 1	Ebenheitsanforderungen der fertigen Betonoberfläche nach SIA V 414/10	Ebenheitsanforderungen der fertigen Betonoberfläche nach SIA V 414/10		
	EH 2A			Ebenheitsanforderungen der fertigen Betonoberfläche nach SN EN 13670	
	EH 2B			Ebenheitsanforderungen der fertigen Betonoberfläche nach DIN 18202, Tabelle 3 (Zelle 6)	
	EH S				nach Angaben Planer
Fugen	FG 1	Fugen abgedichtet. Kein Kantenschutz. Versatz zugelassen.			
	FG 2		Fugen abgedichtet. Kantenschutz. Mässiger Versatz zugelassen.		
	FG S			nach Angaben Planer	nach Angaben Planer

Anforderungen für SBK 1 – SBK S

- Textur
- Lunker
- Farbton
- Ebenheit
- Fugen

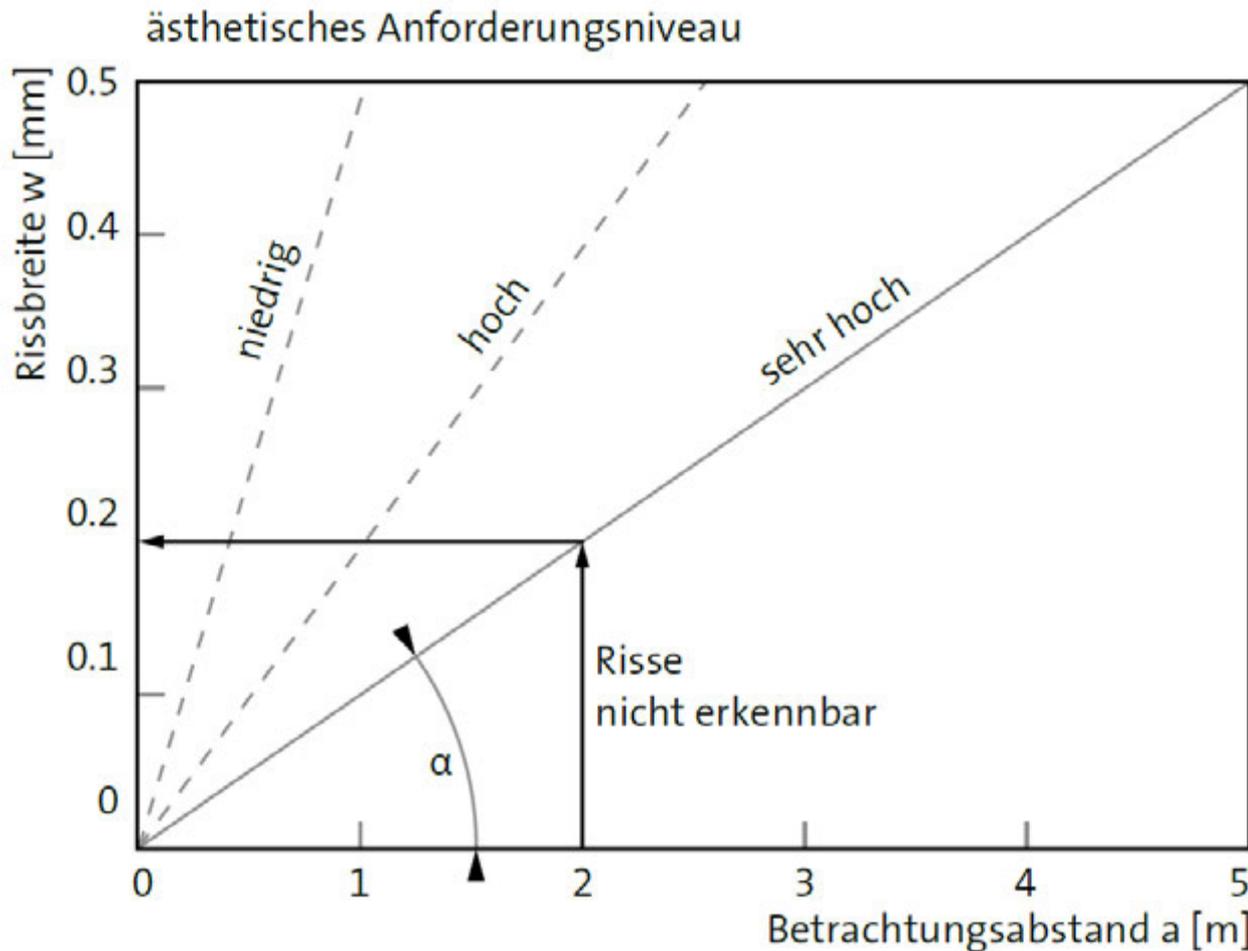


Risse









Die **Rissbreiten** müssen begrenzt werden, um weder die Dauerhaftigkeit, die Dichtigkeit noch das **Aussehen** eines Bauwerks zu beeinträchtigen.

Anforderungen entsprechend Norm SIA 262

- **Normale Anforderungen** genügen, wenn Risse toleriert und keine besonderen Ansprüche an ... das Aussehen gestellt werden. ... Falls spezifische Anforderungen fehlen, sind mindestens die normalen Anforderungen einzuhalten.
- **Erhöhte Anforderungen** werden gestellt, wenn besondere Ansprüche an ... das Aussehen bestehen und eine gute Rissverteilung angestrebt wird.
- **Hohe Anforderungen** werden gestellt, wenn eine Begrenzung der Rissbreiten für quasi-ständige und häufige Lastfälle erwünscht ist. Sie können z.B. auf ... Sichtbetonteile angewendet werden.

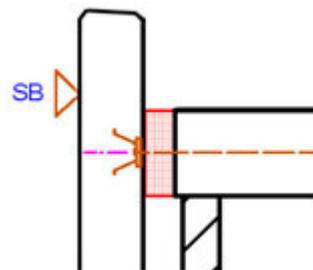
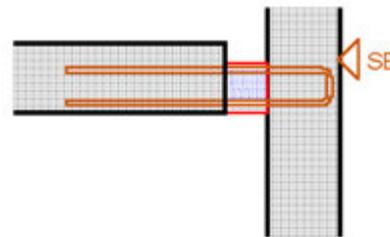
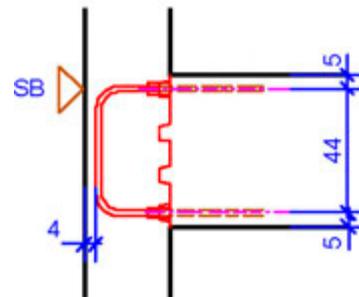
Umsetzung entsprechend Norm SIA 262

Die Rissbreiten können durch das Einlegen einer Mindestbewehrung begrenzt werden. Folgende Rissbreiten sind für einen Beton mittlerer Zugfestigkeit zu erwarten:

	Verformungen aufgezwungen oder behindert: Anforderungen	SBK
• Klasse C: 0.2 mm	hoch	3 / S
• Klasse B: 0.5 mm	erhöht	1 / 2 / S
• Klasse A: 0.7 mm	normal	–



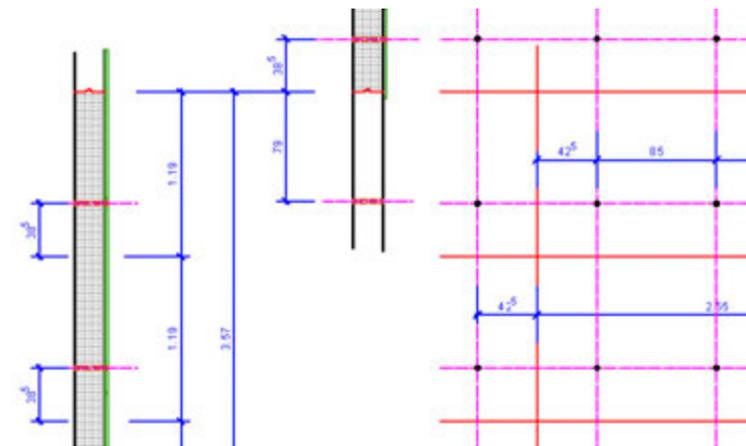
Planung, Vergabe, Realisierung

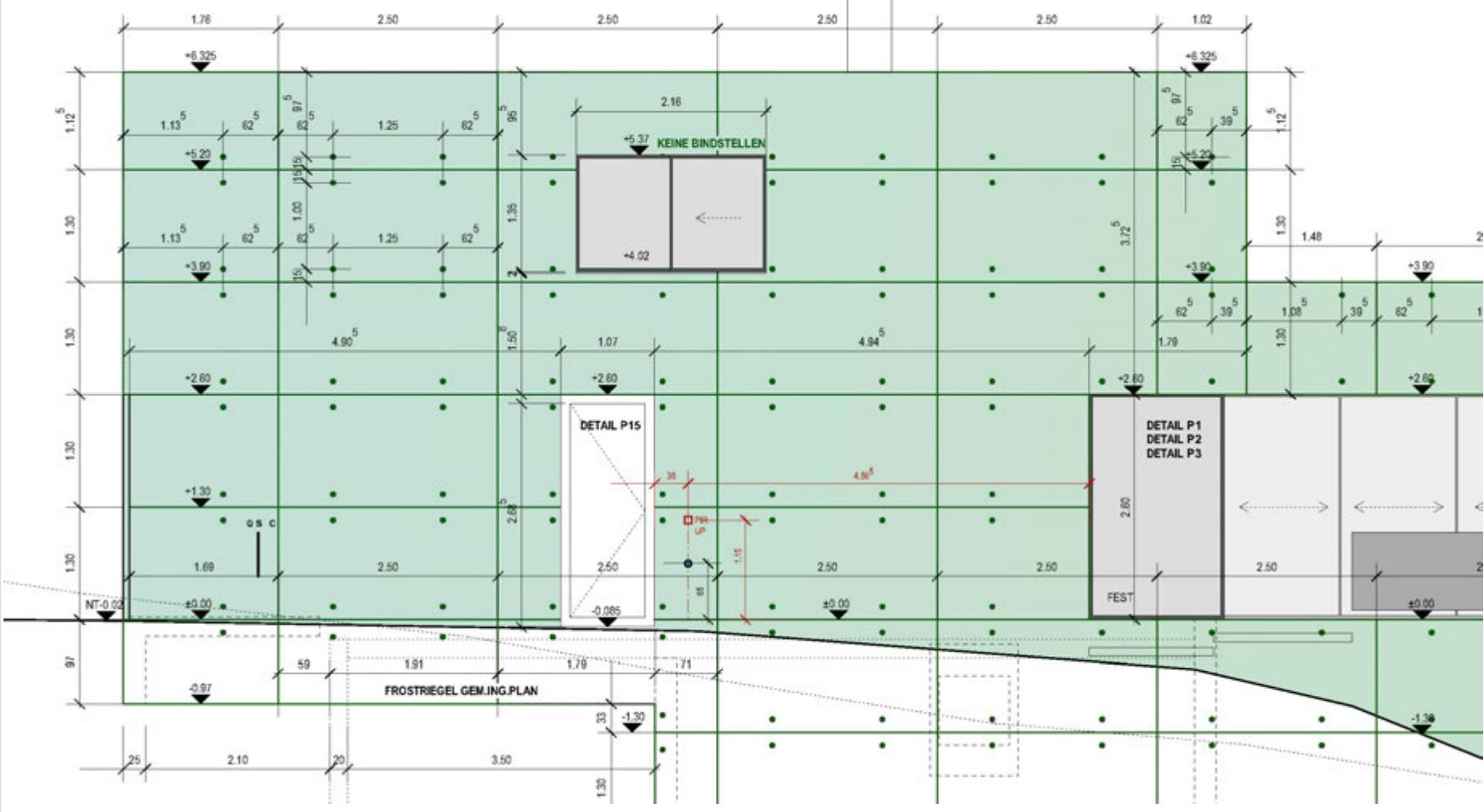


Planung

Einbezug und optimale Abstimmung unter den Beteiligten =>

Planung gemeinsam durch das **Sichtbetonteam!**





Vergabe

- Ausgereiftes Projekt
 - Korrekte, umfassende Ausschreibung
 - Wahl geeignetster Unternehmer
- => Ziel erreichen bei fairer Zusammenarbeit mit definierten Spielregeln



Ausführung

- Einsatz fachlich qualifizierter Fachleute mit Stolz für Sichtbeton
- Muster und Referenzen vereinbaren
- Qualitätssicherung
- Beurteilung durch Sichtbetonteam





Fazit

- Falsche Vorstellung von Sichtbeton
 - Sichtbeton ist ein «Naturprodukt», nicht zu vergleichen mit einer verputzten bzw. gestrichenen Oberfläche
 - Dem Bauherrn Sichtbetonbauten zeigen, Möglichkeiten und Grenzen diskutieren (Textur, Risse, Schalungsbild etc.)
 - Zielsetzung besprechen, in Projektdefinition bzw. Nutzungsvereinbarung das Erscheinungsbild bzw. die Sichtbetonklasse SBK vereinbaren
- Planung sorgfältig umsetzen, Ausschreibung bzw. Vergabe mit einem hinreichend klaren Projekt vornehmen, Anforderungen vereinbaren
- Unternehmer und namentlich die vorgesehenen Fachleute sorgfältig auswählen, vorgesehene Umsetzung gemeinsam festlegen
- Der Realisierung gehöriges Gewicht beimessen, laufende Beurteilung vornehmen (u.a. Abgleich zu Muster- / Referenzflächen)

Sichtbeton stellt hohe Ansprüche an alle Beteiligten

- Teamarbeit
- Genauigkeit bei der Planung
- Handwerkliche Präzision der Ausführenden



Normen für Sichtbetonbauten existieren in der Schweiz keine!

⇒ Merkblatt für Sichtbetonbauten (2. Auflage, Januar 2016) im Planervertrag und im Werkvertrag vereinbaren!

⇒ Anforderungen der Sichtbetonklassen SBK 1 bis SBK 3 und SBK S können so beschrieben und bewertet werden

