

Baustoffe Rinau

Betonieren nach Mass.



ernstfrey

Hinweis

Dieses Booklet ist für Ihren persönlichen Gebrauch bestimmt. Die Zitate aus Normen und anderen Veröffentlichungen wurden zur besseren Verständlichkeit und aus Platzgründen teilweise in verkürzter und vereinfachter Form wiedergegeben. Für die gewerbliche Nutzung, insbesondere für Ausschreibungen, Leistungsverzeichnisse und Gutachten, gelten die jeweiligen Originalpassagen der Norm beziehungsweise der zitierten Veröffentlichung.

Alle in den betontechnischen Daten angegebenen Informationen, technischen Daten, Definitionen, Auskünfte und Hinweise sind nach bestem Wissen geprüft und zusammengestellt. Für deren Vollständigkeit und Richtigkeit übernehmen wir keine Garantie. Aus den Angaben können keine Ersatzansprüche hergeleitet werden.

Inhaltsverzeichnis

6 Expositionsklassen	28 AAR-Beständigkeit gemäss Merkblatt SIA 2042
10 Druckfestigkeitsklassen	30 Bestimmung der Umgebungsklasse
12 Sortenerklärung Mittelland-Schlüssel	32 Gefrierbeständigkeit
14 Tabelle NA. 5	34 Betonieren bei niedrigen Aussentemperaturen
18 Grenzwerte für Expositionsklasse XA	36 Klasse des Chloridgehalts
20 Konsistenzklassen verdichteter Beton	37 Ermittlung der Risikoklasse
22 Konsistenzklassen selbstverdichtender Beton (SCC)	38 Anwendungsbeispiel Wohnungsbau
24 Mindestdauer der Nachbehandlung von Beton	40 Anwendungsbeispiel Industriebau
26 Alternative Nachbehandlungsdauer für XC2, XC3, XC4 und XF1	42 Anwendungsbeispiel Ingenieurbau

Expositionsklassen

Klasse	Umgebung	min. f_{ck}	max. (w / z)	min.z ¹⁾ (kg / m ³)
X0	Kein Korrosions- oder Angriffsrisiko			
X0	Beton ohne Bewehrung	C12/15	–	–
XC	Bewehrungskorrosion durch Karbonatisierung			
XC1	trocken oder ständig nass	C20/25	0.65	280
XC2	nass, selten trocken	C20/25	0.65	280
XC3	mässige Feuchte	C25/30	0.60	280
XC4	wechselnd nass und trocken	C30/37	0.50	300
XD	Bewehrungskorrosion durch Chloride (ausser Meerwasser)			
XD1	mässige Feuchte	C25/30	0.50	300
XD2a	nass, selten trocken	C25/30	0.50	300
XD3	wechselnd nass und trocken	C30/37	0.45	320

¹⁾ Der Mindestzementgehalt gilt ohne Anrechnung von Zusatzstoffen und für ein Grösstkorn $D_{max} = 32$ mm. Für andere D_{max} muss der Mindestzementgehalt entsprechend der letzten Spalte in den Tabellen angepasst werden.

Klasse	Umgebung	min. f_{ck}	max. (w/z)	min.z ¹⁾ (kg/m ³)
XF	Frostangriff mit und ohne Taumittel			
XF1	mässige Wassersättigung, ohne Taumittel	C30/37	0.50	300
XF2	mässige Wassersättigung, mit Taumittel	C30/37	0.50	300
XF3	hohe Wassersättigung, ohne Taumittel	C30/37 ²⁾	0.50	300
XF4	hohe Wassersättigung, mit Taumittel	C30/37 ²⁾	0.45	320
XA	Betonkorrosion durch chemischen Angriff			
XA1s	chemisch schwach angreifend	C30/37	0.50	300
XA2s	chemisch mässig angreifend	C30/37	0.50	300
XA3s	chemisch stark angreifend	C30/37	0.45	320

¹⁾ Der Mindestzementgehalt gilt ohne Anrechnung von Zusatzstoffen und für ein Grösstkorn $D_{max} = 32$ mm. Für andere D_{max} muss der Mindestzementgehalt entsprechend der letzten Spalte in den Tabellen angepasst werden.

²⁾ Mit Luftporenbildnern herzustellen.

Druckfestigkeitsklassen

Druckfestigkeitsklasse	$f_{ck, cyl}$ (Zylinder) N/mm ²	$f_{ck, cube}$ (Würfel) N/mm ²
C8/10	8	10
C12/15	12	15
C16/20	16	20
C20/25	20	25
C25/30	25	30
C30/37	30	37
C35/45	35	45
C40/50	40	50
C45/55	45	55
C50/60	50	60
C55/67 ²⁾	55	67
C60/75 ²⁾	60	75
C70/85 ²⁾	70	85
C80/95 ²⁾	80	95
C90/105 ²⁾	90	105
C100/115 ^{1) 2)}	100	115

¹⁾ Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung oder Zustimmung im Einzelfall erforderlich.

²⁾ Hochfester Beton

Sortenerklärung

Mittelland-Schlüssel

Expositionsklassen	Druckfestigkeitsklasse	Grösstkorn	Einbauart	Zusatzbezeichnung
A XC1 XC2	0 C16/20	3 32 mm	0 Kran	-0 nach SN EN 206
B XC3	1 C20/25	4 4 mm	1 Pumpe	-1 mit Kunststofffasern
C XC4 XF1 XD1	2 C25/30	5 45 mm	2 LVB	-2 mit Stahlfasern
D XC4 XF2 XD1	3 C30/37	6 16 mm	3 Mono	-3 AAR-beständig, Merkblatt SIA 2042
E XC4 XF4 XD1	4 C35/45	8 8 mm	4 Mono Pump	-4 «Weisse Wanne» SIA 272
F XC4 XF2 XD3	5 C40/50		5 SCC (SVB)	-6 Sanierschlauch
G XC4 XF4 XD3	6 C45/55			-8 Spritzbeton
				-C Betongranulat, nach Merkblatt SIA 2030
				-M Mischgranulat, nach Merkblatt SIA 2090

Interpretation am Beispiel C330-0: Betonsorte NPK C;
Expositionsklasse XC4 XF1 XD1; C30/37; 32 mm Kran
nach SN EN 206

Tabelle NA. 5

Bezeichnung	Sorte 0 (Null)	Sorte A ¹⁾	Sorte B	Sorte C
Grundlegende Anforderungen				
Übereinstimmung mit dieser Norm	Beton nach SN EN 206			
Druckfestigkeitsklasse	C12/15	C20/25	C25/30	C30/37
Expositionsklasse (Kombination der aufgeführten Klassen)	X0(CH)	XC2(CH)	XC3(CH)	XC4(CH), XF1(CH)
Nennwert des Grösstkorns	Dmax32	Dmax32	Dmax32	Dmax32
Chloridgehaltsklasse ²⁾	Cl 0,10	Cl 0,10	Cl 0,10	Cl 0,10
Konsistenzklasse ³⁾	C3	C3	C3	C3
Zusätzliche Anforderung für die Expositionsklassen	XF2(CH) bis XF4(CH)			
Frost-Tausalz-Widerstand	nein	nein	nein	nein
Zusätzliche Anforderung (objektspezifisch festzulegen)				
AAR-Beständigkeit	gem. NA Ziffer 5.3.4.9			
Sulfatwiderstand	nein	nein	nein	gem. NA Ziffer 5.3.4.9

¹⁾ Die Betonsorte A deckt auch die Anforderungen der Expositionsklasse XC1(CH) ab.

²⁾ Die angegebene Klasse des Chloridgehalts ist für Stahl- und Spannbeton geeignet.

³⁾ Die angegebene Konsistenzklasse ist informativ. Sie ist vom Verwender des Betons im Hinblick auf die objektspezifischen Randbedingungen und seine Bedürfnisse (z.B. Betonier-

verfahren) in der Angebotsphase zu überprüfen und bei Bedarf anzupassen (siehe Ziffer NA.5.3.4.1). Allfällige Anpassungen sind im Angebot festzuhalten und zu berücksichtigen. Hinweis: Die Anforderung an die Konsistenz des Betons ist gemäss Ziffer 5.4.1 (5) EN 206 bei der Übergabe vom Betonhersteller an den Verwender zu erfüllen.

Bezeichnung	Sorte 0 (Null)	Sorte A ⁴⁾	Sorte B	Sorte C
Grundlegende Anforderungen				
Übereinstimmung mit dieser Norm	Beton nach SN EN 206			
Druckfestigkeitsklasse	C25/30	C25/30	C30/37	C30/37
Expositionsklasse (Kombination der aufgeführten Klassen)	XC4(CH) XD1(CH) XF2(CH)	X0(CH) XD1(CH) XF4(CH)	X0(CH) XD3(CH) XF2(CH)	X0(CH) XD3(CH) XF4(CH)
Nennwert des Grösstkorns	Dmax32	Dmax32	Dmax32	Dmax32
Chloridgehaltsklasse ⁵⁾	Cl 0,10	Cl 0,10	Cl 0,10	Cl 0,10
Konsistenzklasse ⁶⁾	C3	C3	C3	C3
Zusätzliche Anforderung für die Expositionsklassen		XF2(CH) bis XF4(CH)		
Frost-Tausalz-Widerstand	mittel	hoch	mittel	hoch
Zusätzliche Anforderung (objektspezifisch festzulegen)				
AAR-Beständigkeit	Gemäss NA Ziffer 5.3.4.9			
Sulfatwiderstand	Gemäss NA Ziffer 5.3.4.9			

⁴⁾ Die Betonsorte D deckt auch die Anforderungen der Expositionsklasse XF3(CH) ab.

⁵⁾ Die Betonsorten D und E decken die Expositionsklasse XD2a(CH) ab. Definition siehe Ziffer NA.4.1.

⁶⁾ Die Betonsorten F und G decken die Expositionsklasse XD2b(CH) ab. Definition siehe Ziffer NA.4.1.

Grenzwerte für Expositionsklasse XA

Chem. Merkmal	XA1	XA2	XA3
Grundwasser			
SO ₄ ²⁻ mg/l	≥ 200 und ≤ 600	> 600 und ≤ 3000	> 3000 und ≤ 6000
pH	≤ 6.5 und ≥ 5.5	< 5.5 und ≥ 4.5	< 4.5 und ≥ 4
CO ₂ mg/l angreifend	≥ 15 und ≤ 40	> 40 und ≤ 100	> 100 bis zur Sättigung
NH ₄ ⁺ mg/l	≥ 15 und ≤ 30	> 30 und ≤ 60	> 60 und ≤ 100
Mg ²⁺ mg/l	≥ 300 und ≤ 1000	> 1000 und ≤ 3000	> 3000 bis zur Sättigung
Boden			
SO ₄ ²⁻ mg/kg ¹⁾ insg.	≥ 2000 und ≤ 3000 ²⁾	> 3000 ²⁾ und ≤ 12000	> 1200 und ≤ 24 000
Säuregrad nach Baumann-Gully ml/kg	> 200	In der Praxis nicht anzutreffen	

¹⁾ Tonböden mit einer Durchlässigkeit von weniger als 10⁻⁵ m/s dürfen in eine niedrigere Klasse eingestuft werden.

²⁾ Falls die Gefahr der Anhäufung von Sulfationen im Beton – zurückzuführen auf wechselndes Trocknen und Durchfeuchten oder kapillares Saugen – besteht, ist der Grenzwert von 3000 mg/kg auf 2000 mg/kg herabzusetzen.

Konsistenzklassen verdichteter Beton

Verdichtungsmass nach Walz		Ausbreitmass		Setzmass	
Klasse	Wert (-)	Klasse	Wert (mm)	Klasse	Wert (mm)
C0	≥ 1.46				
C1	1.45 bis 1.26	F1	≤ 340	S1	10 bis 40
C2	1.25 bis 1.11	F2	350 bis 410	S2	50 bis 90
C3	1.10 bis 1.04	F3	420 bis 480	S3	100 bis 150
		F4	490 bis 550	S4	160 bis 210
		F5	560 bis 620	S5	≥ 220
		F6	≥ 630		

Konsistenzklassen selbstverdichtender Beton (SCC)

Klasse	Setzflussklasse (Slump Flow) (mm)
SF1	550 bis 650
SF2	660 bis 750
SF3	760 bis 850

Für die meisten praktischen Anwendungen mit normal bewehrten Bauteilen (Bodenplatten, Decken, Wände und Stützen) wird empfohlen, die Konsistenz mit der Setzflussklasse SF2 oder einem Zielwert zwischen 650 und 700 mm festzulegen. Dabei beträgt die Toleranz auf dem Zielwert ± 50 mm. Die Konsistenz sollte nur in besonderen Fällen durch einen Zielwert angegeben werden.



Mindestdauer der Nachbehandlung von Beton

Oberflächentemperatur Θ in °C	Nachbehandlungsdauer in Tagen			
	schnell $r \geq 0.50$	mittel $r \geq 0.30$	langsam $r \geq 0.15$	sehr langsam $r < 0.15$
$\Theta \geq 25$	1	2	2	3
$25 > \Theta \geq 15$	1	2	4	5
$15 > \Theta \geq 10$	2	4	7	10
$10 > \Theta \geq 5$	3	6	10	15

Alternative Nachbehandlungsdauer ¹⁾²⁾ für XC2, XC3, XC4 und XF1³⁾

Frischbetontemperatur Θ_{fb} in °C	Nachbehandlungsdauer in Tagen		
	schnell $r \geq 0.50$	mittel $r \geq 0.30$	langsam $r \geq 0.15$
$\Theta_{fb} \geq 15$	1	2	4
$15 > \Theta_{fb} \geq 10$	2	4	7
$10 > \Theta_{fb} \geq 5$	4	8	14

Bei X0 und XC1 sind als Nachbehandlungsdauer 0.5 Tage anzusetzen. Bei XM ist die Nachbehandlungsdauer zu verdoppeln.

¹⁾ Die Nachbehandlungsdauer wird in Abhängigkeit von der Festigkeitsentwicklung des Betons bestimmt. Die Festigkeitsentwicklung r ist der Quotient aus der 2-Tages-Druckfestigkeit und der Druckfestigkeit zum Zeitpunkt des Nachweises der Druckfestigkeit (ermittelt bei der Erstprüfung oder auf Grundlage der Ergebnisse einer bekannten Betonzusammensetzung).

²⁾ Bei mehr als 5 Stunden Verarbeitbarkeitszeit ist die Nachbehandlungsdauer angemessen zu verlängern.

³⁾ Darf bei Stahlschalungen oder bei Bauteilen mit ungeschalteten Oberflächen nur angewendet werden, wenn ein übermässiges Auskühlen des Betons im Anfangsstadium der Erhärtung ausgeschlossen werden kann.

AAR-Beständigkeit gemäss Merkblatt SIA 2042

Risikoklasse	Umgebungs-klasse		
	U1	U2	U3
R1	P1	P1	P1
R2	P1	P2	P2
R3	P2	P2	P3

Die Präventionsklasse ist die Kombination von Risiko- und Umgebungsklassen.

Präventionsklasse P1:
keine besonderen Massnahmen erforderlich.

Präventionsklasse P2:
AAR-beständiger Beton gefordert,
z. B. Nachweis durch Beton-Performance-Prüfung.

Präventionsklasse P3:
AAR-beständiger Beton und zusätzliche Massnahmen,
z. B. Oberflächenschutz, gefordert.



Bestimmung der Umgebungsklasse

Abk. Expositionsklassen (CH)		Beispiele für Bauteile	Betonsorte
U1	XC1	im Bauwerksinnern (tiefe relative Luftfeuchtigkeit)	A
U1	XC3, XF1 oder XC4, XF1	im Aussenbereich (unbewittert, bewittert, geringe Frostbelastung)	C
U2	XC1 oder XC2 oder XC3	im Bauwerksinnern (bei hoher Luftfeuchtigkeit); Masseng Beton im Innenbereich	A oder B
U2	XC4, XD1, XF2 oder XC4, XD1, XF4	im Aussenbereich (der Witterung ausgesetzt); geringe bis hohe Frostbelastung	D oder E
U3	XC1 oder XC2	Foundationen (Pfähle)	C (H, I, K, L)
U3	XC4, XD3, XF2 oder XC4, XD3, XF4	im Aussenbereich; in stark alkalihaltigen Böden, Grund- oder Bergwasser	G oder F
U3	XF3	Stützen im Wasser; waagrechte Betonoberflächen	D
U3	XD2a oder XD2b	Behälter, Auffangbecken für stark alkalihaltiges Wasser	D oder F

Gefrierbeständigkeit

Zementfestigkeitsklasse	w / z-Wert	Erforderliche Erhärtungszeit in Tagen bei einer Betontemperatur von		
		5 °C	12 °C	20 °C
52.5 N, 52.5 R, 42.5 R	0.40	0.5	0.25	0.25
	0.60	0.75	0.5	0.5
42.5 N, 32.5 R	0.40	1	0.75	0.5
	0.60	2	1.5	1
32.5 N	0.40	2	1.5	1
	0.60	5	3.5	2

Gegen Niederschlag geschützter junger Beton darf erst dann durchfrieren, wenn er eine Druckfestigkeit von $f_{cm} = 5 \text{ N/mm}^2$ erreicht hat oder seine Temperatur mindestens 3 Tage $+10^\circ\text{C}$ nicht unterschritten hat.

Betonieren bei niedrigen Aussentemperaturen

Lufttemperatur	Mindesttemperatur des Frischbetons beim Einbau
+5°C bis -3°C	+5°C allgemein +10°C bei Zementgehalt < 240 kg/m ³ oder bei LH-Zementen
< -3°C	+10°C sollte mindestens 3 Tage gehalten werden ¹⁾

¹⁾ Wird diese Anforderung nicht erfüllt, ist der Beton so lange zu schützen, bis eine ausreichende Festigkeit erreicht ist.

Klasse des Chloridgehalts

Betonverwendung	Klasse	max. Chloridgehalt im Beton ¹⁾ (M. - %)
unbewehrt	CI 1.00	1.00
Stahlbeton	CI 0.20	0.20
Spannbeton	CI 0.10	0.10

¹⁾ Werden Zusatzstoffe des Typs II verwendet und für den Zementgehalt berücksichtigt, wird der Chloridgehalt bezogen auf den Zement und die Gesamtmasse der berücksichtigten Zusatzstoffe ausgedrückt.

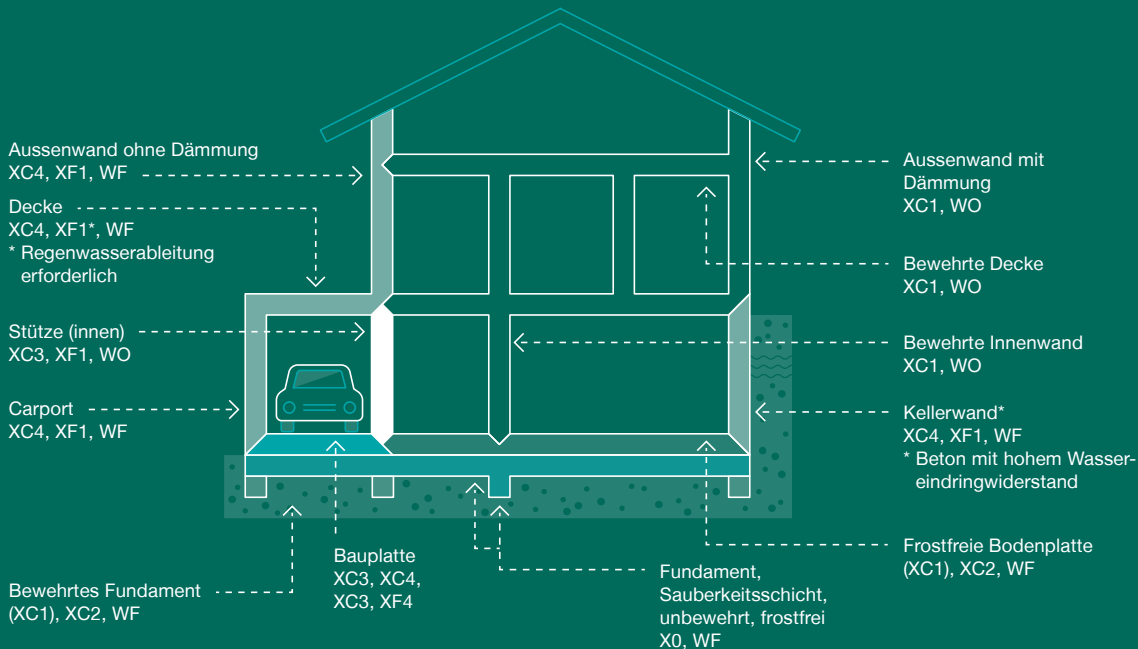
Ermittlung der Risikoklasse

Die Risikoklassen R1, R2 und R3 werden für das gesamte Bauwerk oder für einzelne Bauwerkselemente bestimmt. Dabei kann die Risikoklasse R3 direkt entweder an das Bauwerk oder an ein Bauwerkselement vergeben werden. Andernfalls werden die Risikoklassen aufgrund der Gesamtbenotung N anhand der Gefährdungstypen und Kriterien festgelegt.

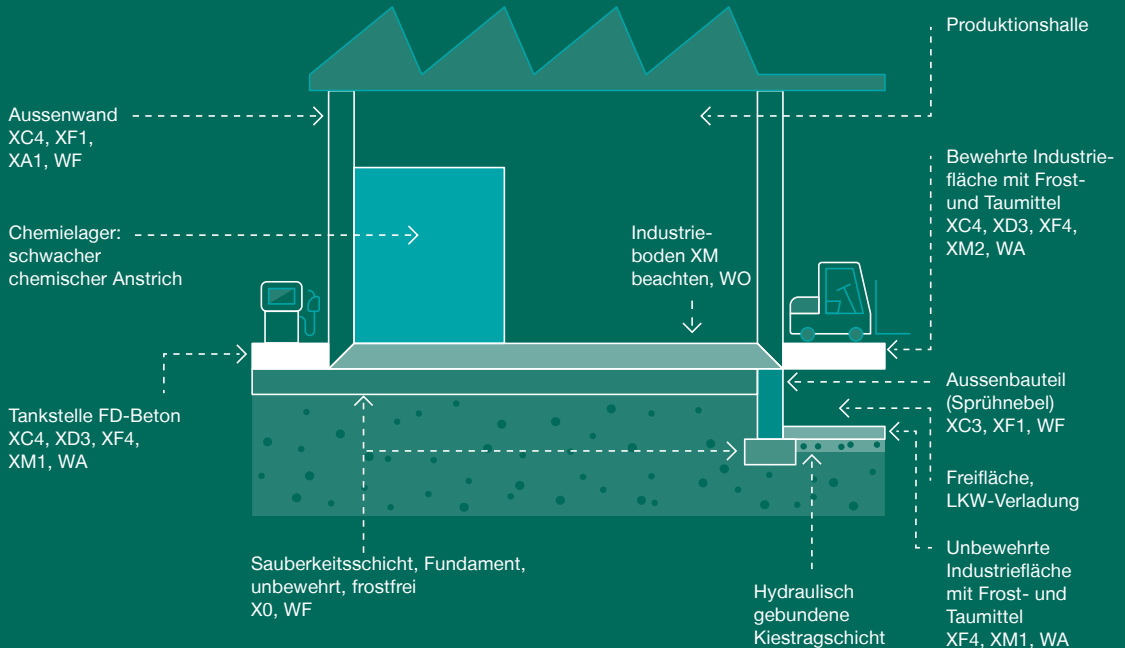
Hinweis: Die tatsächlichen Expositionsklassen wie auch alle weiteren Anforderungen an den Beton müssen vom Verfasser oder von der Verfasserin der Festlegung (z.B. Architektur- oder Planungsbüro) objektbezogen vorgegeben werden.

Anwendungsbeispiel

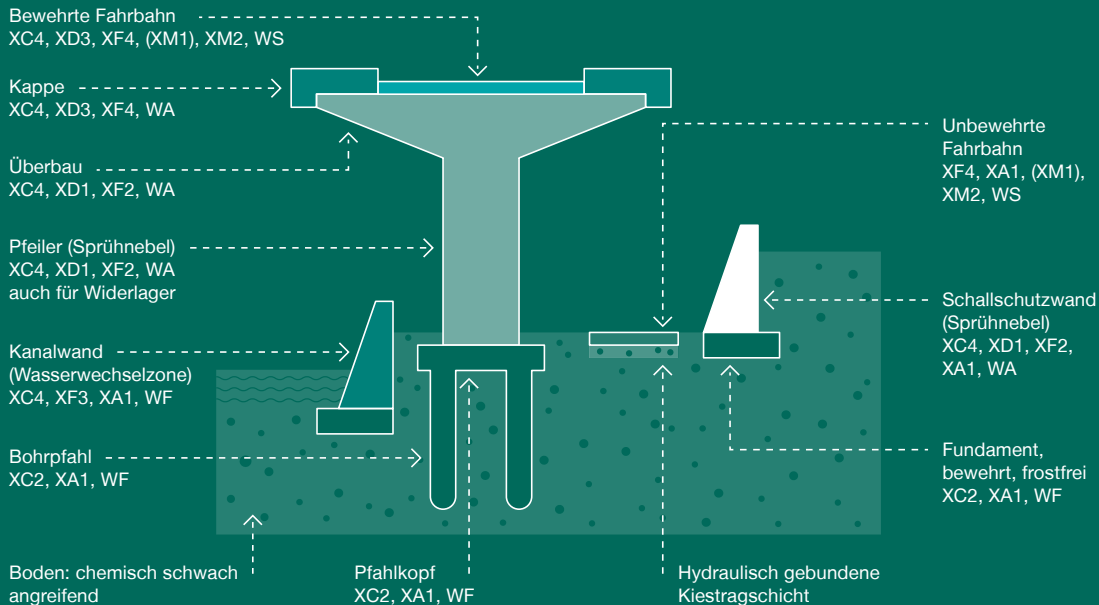
Wohnungsbau



Anwendungsbeispiel Industriebau



Anwendungsbeispiel Ingenieurbau



Baustoffe Rinau – für Bauwerke mit Substanz.

Die Abteilung Baustoffe Rinau der Ernst Frey AG versorgt externe und eigene Baustellen mit erstklassigen Beton- und Recyclingprodukten. Wir bereiten sämtliche Abbruchmaterialien mit unserer eigenen Anlage auf und finden die optimale Betonrezeptur für Ihre Bauvorhaben.



5

**MW Strom werden durch
die thermische Reinigung
pro Stunde gewonnen.**

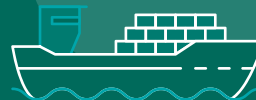


18

**Silos à
1200 m³.**

700

**km Flusstransport
nach Rotterdam.**





**Für Fragen stehen wir
Ihnen gerne zur Verfügung:**

**labor-baustoffe@ernstfreyag.ch
oder T +41 61 816 88 88**



Voller Einsatz für all Ihre Bauvorhaben.

www.ernstfreyag.ch



Baustoffe Rinau

Rinaustrasse 1040 | 4303 Kaiseraugst

T +41 61 816 88 88 | baustoffe@ernstfreyag.ch

www.ernstfreyag.ch

