Fachhochschule Nordwestschweiz

Die Zukunft des Bauens – Baustoffe für die Transformation

Prof. Babara Sintzel
Leiterin Institut Nachhaltigkeit und Energie am Bau

12.11.2024

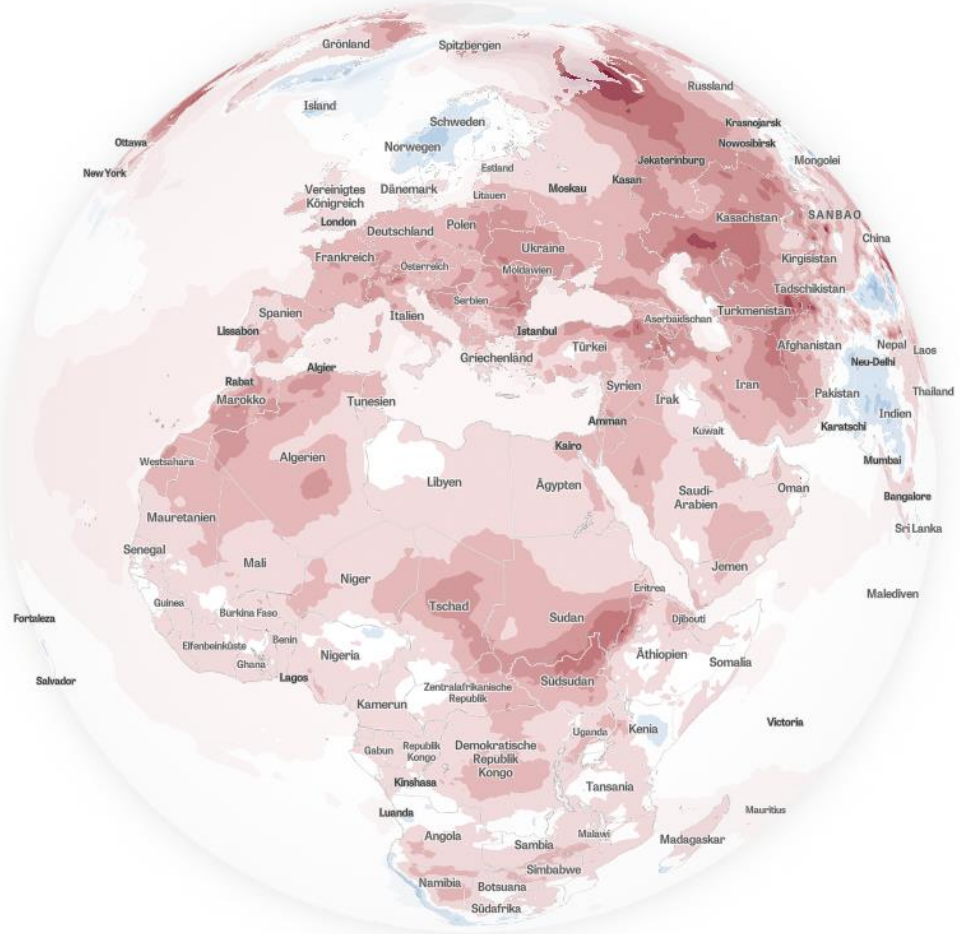
Aufbau

1. Bestehende Herausforderungen
2. Mögliche Lösungen
3. Einsatz von CO_2 reduzierten Zementen gemäss nationalem Anhang ND, SN EN 206:2013+A2:2021

Anhang: Weitere Auszüge

1. Bestehende Herausforderungen

2023 das heisseste Jahr – jedes Zehntelgrad zählt



- 2023 war das wärmste Jahr seit mehr als 100.000 Jahren.
- Weltweit lag es erstmals beinahe 1,5 Grad Celsius über dem vorindustriellen Durchschnitt.

Temperaturabweichung 2023

Unterschied zur Referenzperiode (1991-2020)

-3°C ±0 +3°C

Quelle: ERA5, Copernicus C3S/ECMWF | © Mapbox © OpenStreetMap

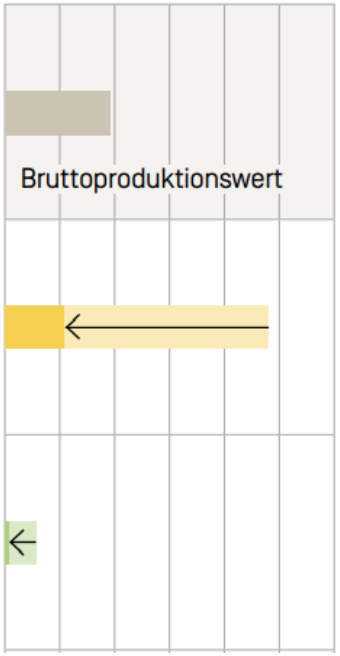
Improve this map

[Wetterrückblick 2023: Das heisseste Jahr aller Zeiten ZEIT ONLINE]

Treibhausgasemissionen reduzieren

	Rohstoff-gewinnung	Vorgelagerte Zulieferer	Direkte Zulieferer	Branche selbst	**Nutzungs-phase**	**Gesamt**
Bruttowertschöpfung (als Vergleichs-grösse)	1 %	23 %	20 %	56 %		**89 171 Mio. CHF**
Treibhausgas-Fussabdruck	6 %	22 %	2 %	2 %	68 %	**24 286 kt CO_2 eq.**
Biodiversitäts-Fussabdruck	85 %	1 %	1 %	0 %	13 %	**6631 nano PDF*a**

Anteil der Schweizer Branche (inkl. Lieferkette) an der jeweiligen globalen Umweltbelastung sowie Reduktionsbedarf



Anteil der Wertschöpfungsstufen an den durch die Schweizer Immobilienbranche ausgelösten Umweltbelastungen

Abb: Umweltatlas Lieferketten Schweiz

CO_2 Emissionen durch Baumaterialherstellung

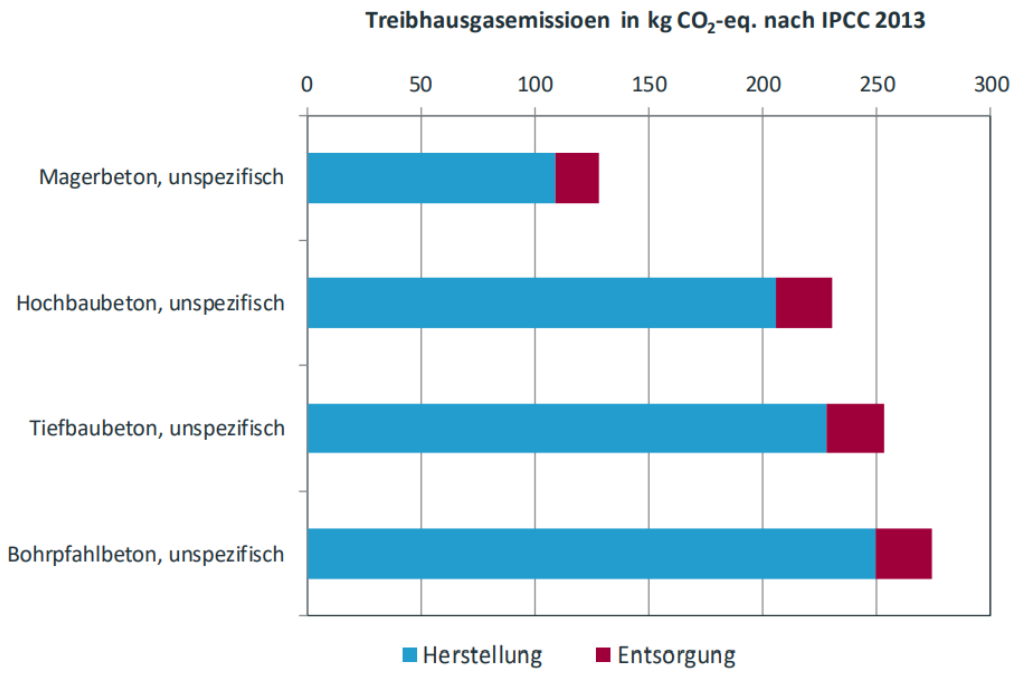
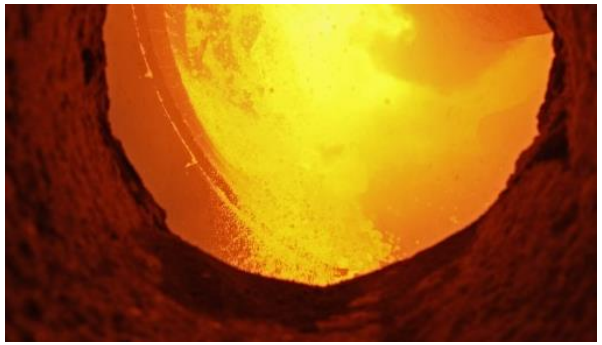


Abb: Treibhausgasemissionen in Kg CO2-eq. Der Herstellung und Entsorgung pro m³ unspezifische Betonsorte. Quelle: Ökobilanz ausgewählter Betonsorten - Stadt Zürich (stadt-zuerich.ch)

Metalle

Schmelztemperatur Stahl bei 1500°C

Zementherstellung



Klinkerproduktion im Drehofen bei 1450°C

Bauabfallmengen reduzieren

Foto: Kies und Beton | Auffüllung und Deponie | KSE Bern

- Abfallmenge Schweiz 2020 rund 87 Mio. t.
- 60% davon Aushub- und Aus-bruchmaterial: 54 Mio. t.
  20% Rückbaumaterial: 17.8 Mio. t.
  Rest andere Abfälle.
- Vom Rückbaumaterial gelangen etwa
  65% in die Verwertung: 11.7 Mio. t.
  35% in eine Deponie: 6.1 Mio. t.
- Nur etwas mehr als 10 % des Rückbaumaterials wird rezykliert oder Wiederverwendet (ReUse)
- Es besteht nur wenig Deponieraum:
  Ende 2022 nur 15 Mio. t.

Quelle: Rohstoffe, Abfall und Kreislaufwirtschaft: Das Wichtigste in Kürze

Ressourcenknappheit

- Mineralische Rohstoffe: Kies, Sand, Zementrohstoffe, gebrochene Steine, Naturwerksteine, Gips und Salz.
- Rohstoffverbrauch im Bausektor ca. 46.5 Mio. t. Beton, Sand, und Kies.
- Förderung in der Schweiz jährlich ca. 30 Mio. m^3 Kies und Sand.*
- Abbau v.a. im Mittelland mit zahlreichen Nutzungskonflikten verbunden.

Quelle: Rohstoffe, Abfall und Kreislaufwirtschaft: Das Wichtigste in Kürze

Fazit

- Die Treibhausgas-Emissionen der Bauwirtschaft sind sehr hoch.
  Auf die Negativ-Emissionen können wir uns nicht verlassen.
  Fazit: Es braucht CO_2 reduzierte Produktion von Baustoffen.
- Wir brauchen mehr Rohstoffe als wir verfügbar haben in der Schweiz.
  Material wird teilweise knapp (Kupfer, Magnesium etc.)
  Fazit: Kreisläufe schliessen

2. Mögliche Lösungen

Weiterbauen am Bestand

Dreispitz Basel, Umbau Freilager
Müller Sigrist Architekten AG

Transitlager Basel, Bjarke Ingels
Group (BIG)

Umgebaute Scheune Soglio;
Ruinelli Associati Architetti SIA

Sanierung/Aufstockung MFH, Zürich
Stahel Ehrsam Architekten

Sanierung/Aufstockung Büro, Zürich
Meier Hug Architekten

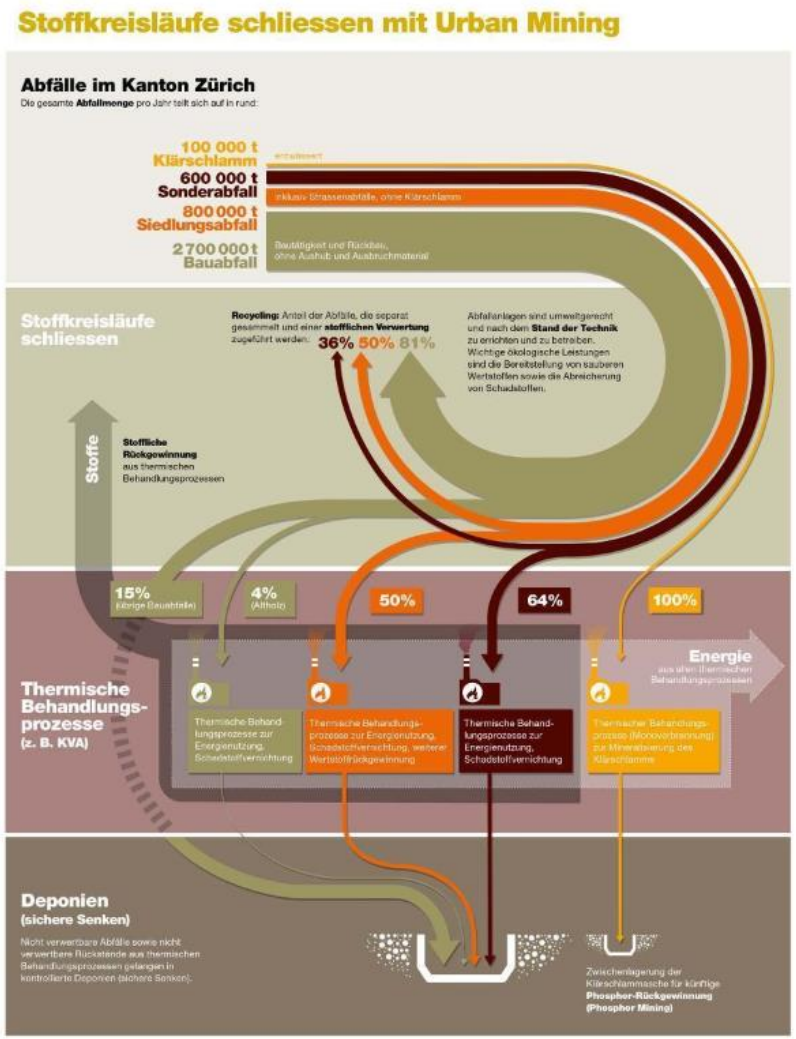
Aufstockung Freilager
Meili & Peter Architekten

Erneuerbare Materialien einsetzen

Abb: Ricola, Lehmbau von Herzog/de Meuron und Martin Rauch

Abb: Grösster Holzbau der Schweiz: Wohnüberbauung sue&til Winterthur, Foto: Timbatec Holzbauingenieure AG

Urban Mining, sortenreiner Rückbau



Grafik zum Denkansatz Urban Mining und den Abfallmengen im Kanton Zürich Quelle: AWEL

Wiederverwendung

Fussgängerbrücke aus ReUse Beton-Elementen.

EPFL, Structural Xploration Lab, Prof. C. Fivet

Einsatz von Recycling-Beton

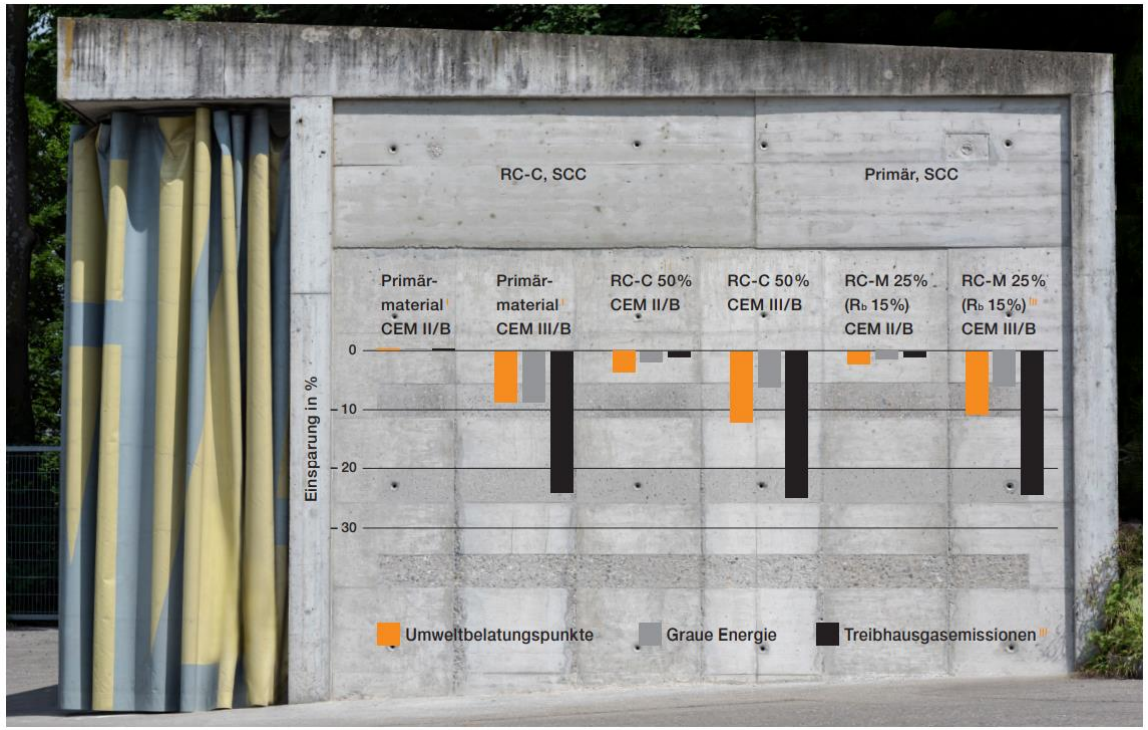


Abb: Umweltkennwerte von Betonsorten: Einsparungen im Verhältnis zu einem herkömmlichen Beton aus Primärmaterial und CEM II/B

Betonwahl

Einsatz von Recyclingbeton gemäss Merkblatt SIA 2030:2021.

1. Priorität: Recyclingbetonklassen RC-C50, RC-M40.
2. Priorität: Recyclingbetonklassen RC-C25, RC-M10.

Der Einsatz von RC-Beton schliesst Baustoffkreisläufe.

ecobau / Instrumente / ecoBKP

CO_2 reduzierte Zemente

Bild: Zementklinker ist CO2 intensiv und wird bei alternativen Zementen reduziert.

- **Puzzolane** sind silikatische Materialien, die mit Kalk reagieren und in vulkanischen Gebieten vorkommen.
- **Kalksteinmehl** wird in geringen Mengen dem Zement beigemischt, um den Bedarf an Portlandzement zu verringern.
- Auch andere mineralische Zusätze wie **Dolomit, Mergel und Tonerde** können den Anteil an Portlandzement in Mischungen verringern.
- **Hüttensand** ist ein Nebenprodukt aus der Stahlproduktion und wird häufig als Zementersatz verwendet.

Zum Beispiel der LC3-Zement

- LC3 Zement wurde an der EPFL entwickelt: es ist eine Kombination von gebranntem Ton und gemahlenem Kalk
- Durch die substanzielle Klinkerreduktion von 30%, je nach dem zu vergleichenden Beton, resultiert ein reduzierter CO_2-Ausstoss.

Beispiel: JURA ECO3

- ist ein Portlandkompositzement CEM II/C-M (Q-LL) der Festigkeitsklasse 42,5 N nach SN EN 197-5.
- Er ist zugelassen für die Betonsorten A-C (Hochbau).
- Der verwendete kalzinierte Ton stammt aus der Tongrube in Cornaux/NE.

Haus der Zukunft: Ein Gebäude der Schweizer Botschaft in Neu-Delhi wird von Öko-Beton getragen.LC3-PROJECT / EPFL

Nachhaltiger Bauen - Die Zauberformel für Öko-Beton kommt aus Lausanne - Wissen - SRF

Aus Aushub Lehmbeton herstellen

- An der ETH Zürich entwickelt ein Start-Up Unternehmen ein Erdbeton, welcher aus lehmhaltigen Aushubmaterial und ohne Zugabe von Zement erstellt werden kann.
- Der Erdbeton kann im frischen Zustand gegossen werden und härtet rasch aus.
- Er eignet sich für den Einsatz in Böden und nichttragenden Wänden.
- Die Verarbeitung gleicht der von herkömmlichem Beton und nutzt eine ähnliche Infrastruktur.

Bildquelle: oxara.ch

Oxara | Sustainable Construction and Affordable Housing

Fazit:

Suffizienz

Weniger produzieren und konsumieren

- Bestand weiterentwickeln
- weniger neu Bauen
- Weniger Fläche konsumieren

Effizienz

Höhere Leistung bei geringerem Materialinput

- einfachere Statik
- Effizienz bei der Materialherstellung
- hohe Materialeffizienz: das richtige

Konsistenz

CO_2 reduziert produzieren und Kreisläufe schliessen.

- Nutzung umweltfreundlicher Materialien: Holz, Lehm, Recyclingbeton etc.
- Kreislaufgerecht bauen (später einfach rückbaubar)

3. Einsatz von CO_2 reduzierten Zementen gemäss nationalem Anhang ND SN EN 206:2013+A2:2021

Vorgaben Anhang ND zur SN EN 206:2013+A2:2021 Publikation im Frühling 2025 vorgesehen

ND.1 Zweck

ND.1.1 Der Zweck des vorliegenden nationalen Anhangs ND zu leistungsbezogenen Entwurfsverfahren für Beton besteht darin, mehr Innovation hinsichtlich Nachhaltigkeit und Betonleistungsfähigkeit zuzulassen.

Beispielsweise können Materialien aus der Kreislaufwirtschaft und CO_2-optimierte Ausgangsstoffe verwendet werden.

ND.1.2 Der vorliegende nationale Anhang ND enthält die schweizerischen Regelungen für das leistungsbezogene Entwurfsverfahren entsprechend dem Konzept der gleichwertigen Betonleistungsfähigkeit (ECPC) gemäss Ziffer 5.2.5.3 der SN EN 206.

ND.1.3 Betone nach nationalem Anhang ND müssen die grundlegenden Anforderungen der Betonsorten gemäss SN EN 206 erfüllen.

ND.1.4 Die Regelungen können für alle Arten von Betonen gemäss SN EN 206, die den Tabellen NA.5 und NA.8 entsprechen, angewendet werden.

ND.1.5 Ein Beton, der gemäss dem nationalen Anhang ND hergestellt wird, ist ein Beton nach Eigenschaften.

Quelle: Auszug aus Schlussentwurf SN EN 206:2013+A2:2021 (Publikation Frühling 2025, nicht gültig)

ND.3 Verständigung

In Ergänzung zu den Begriffen in SN EN 206, Kapitel 3, werden im vorliegenden nationalen Anhang ND die nachstehend definierten besonderen Begriffe verwendet.

ND.3.1 **Bindemittel**

Summe aus Zement und Zusatzstoffen Typ I und/oder Typ II gemäss SN EN 206, Ziffer 5.1.6.

ND.3.2 **Füller**

Füller nach SN EN 12620+A1 oder SN EN 13055.

ND.3.3 **Wasser-Bindemittel-Wert (*w/b*)**

Massenverhältnis des wirksamen Wassergehalts zum Bindemittelgehalt.

Quelle: Auszug aus Schlussentwurf SN EN 206:2013+A2:2021 (Publikation Frühling 2025, nicht gültig)

ND.4 Anforderungen an die Betonausgangstoffe

ND.4.1 Zemente für die Herstellung von Beton gemäss diesem Anhang müssen die Anforderungen der SN EN 206 erfüllen. Es gelten die Vorgaben gemäss SN EN 206, Ziffer NA.5.1.2. hinsichtlich der in der Schweiz für die Verwendung im Beton freigegebenen Zemente, d.h. diese müssen für die Verwendung in der Schweiz freigegeben sein.

ND.4.2 Zusatzstoffe für die Herstellung von Beton gemäss diesem Anhang müssen die Anforderungen der SN EN 206, Ziffer 5.1.6, erfüllen. Weitere Zusatzstoffe müssen gemäss SN EN 206, nationaler Anhang NC für die Verwendung in Beton freigegeben werden.

Für Betone gemäss nationalem Anhang ND entfällt der Absatz 4 in Ziffer NA.5.1.6, der SN EN 206 bezüglich der Randbedingungen.

ND.4.3 Für Zusatzmittel gilt SN EN 206, Ziffer NA.5.1.5.

ND.4.4 Füller dürfen verwendet werden, wenn sie die Anforderungen der SN EN 12620+A1 erfüllen.

ND.4.5 Gesteinskörnungen dürfen verwendet werden, wenn sie die Anforderungen der SN EN 206, Ziffer NA.5.1.3 erfüllen. Für rezyklierte Gesteinskörnungen gilt SIA 2030.

ND.4.6 Für Korngemische gilt SN EN 206, Ziffer NA.5.2.3.2

ND.4.7 Bezüglich Widerstand gegen Alkali-Aggregat-Reaktion (AAR) gilt SIA 2042.

ND.4.8 Für das Zugabewasser gilt SN EN 1008.

Quelle: Auszug aus Schlussentwurf SN EN 206:2013+A2:2021 (Publikation Frühling 2025, nicht gültig)

Zugelassene Zemente sia Register

Zementart	Betonsorte gemäss Tabelle NA.5							
	Hochbau				Tiefbau			
	Sorte 0 (Null)	Sorte A	Sorte B	Sorte C	Sorte D (T1)	Sorte E (T2)	Sorte F (T3)	Sorte G (T4)
CEM I	+	+	+	+	+	+	+	+
CEM II/A-LL	+	+	+	+	+	+	+	+
CEM II/A-M (D-LL)	+	+	+	+	+	+	+	+
CEM II/B-LL a)	+	+	+	-	-	-	-	-
CEM II/A-D	+	+	+	+	+	+	+	+
CEM II/A-S	+	+	+	+	+	+	+	+
CEM III/A	+	+	+	+	-	-	-	-
CEM III/B	+	+	+	+	+	+	+	+
CEM II/A-M (V-LL) 1)	+	+	+	+	+	+	+	+
CEM II/B-M (V-LL) 1)	+	+	+	+	+	+	+	+
CEM II/B-T 2)	+	+	+	+	+	+	+	+
CEM II/B-M (T-LL) 3)	+	+	+	+	+	+	+	+
CEM II/B-M (S-LL) 4)	+	+	+	+	+	+	+	+
CEM II/B-M (S-T) 5)	+	+	+	+	+	+	+	+
CEM IV/A-P 6)	+	+	-	-	-	-	+	+
CEM II/B-Q 7)	+	+	+	+	+	+	+	+
CEM II/B-LL 8)	+	+	+	+	+	+	+	+
CEM II/B-LL 9)	+	+	+	+	-	-	-	-
CEM IV/A (V) 10)	+	+	+	+	+	+	+	+
CEM II/B-LL 11)	+	+	+	+	-	-	-	-
ZN/D 12)	+	+	+	+	+	+	+	+
CEM IV/A (V) 13)	+	+	+	+	+	+	+	+
CEM II/B-M (V-LL) 14)	+	+	-	+	-	-	-	-
CEM II/B-M (S-LL) 15)	+	+	+	+	-	-	-	-
CEM II/C-M (Q-LL) 16)	+	+	+	+	-	-	-	-
ZN/D 17)	+	+	+	+	-	-	-	-
CEM II/B-M (V-LL) 18)	+	+	+	+	-	-	-	-
CEM II/B-LL 19)	+	+	+	+	-	-	-	-

a) Die Mindestzementgehalte sind um 20 kg/m³ zu erhöhen.

1) Hersteller: Holcim (Schweiz) AG, gemäss Entscheid der S-Cert AG, Schweizerische Zertifizierungsstelle für Bauprodukte vom 7.10.2005.
2) Hersteller: Holcim (Baden-Württemberg) GmbH, gemäss Entscheid der S-Cert AG vom 7.10.2005.
3) Hersteller: Holcim (Schweiz) AG, Holcim (Vorarlberg) GmbH, Holcim (Süddeutschland) GmbH und Holcim (France), gemäss Entscheid der S-Cert AG vom 6.10.2010.
4) Hersteller: Jura-Cement-Fabriken AG und Juracime SA, gemäss Entscheid der S-Cert AG vom 6.3.2009.
5) Hersteller: Holcim (Schweiz) AG, Holcim (Vorarlberg) GmbH, Holcim (Süddeutschland) GmbH, gemäss Entscheid der S-Cert AG vom 10.12.2010.
6) Hersteller: Buzzi Unicem S.p.A., Italien, gemäss Entscheid der S-Cert AG vom 11.06.2018 Zwischenhändler: Ghielmimport SA, Mezzovico/TI.
7) Hersteller: Hans G. Hauri KG, Bötzingen/D, gemäss Entscheid der S-Cert AG vom 6.6.2013.
8) Hersteller: Jura-Cement-Fabriken AG, Wildegg, und Juracime SA, Cornaux, gemäss Entscheid der S-Cert AG vom10.01.2019.
9) Hersteller: Ciments Vigier SA, Péry, gemäss Entscheid der S-Cert AG vom 28.07.2017.
10) Hersteller: Colacem S.p.A., Gubbio, Italien, gemäss Entscheid der S-Cert AG vom 22.12.2014.
11) Hersteller: Holcim Central Europe West (Eclépens, Siggenthal, Untervaz, Dotternhausen/DE und Altkirch/FR), gemäss Entscheid der S-Cert AG vom 10.12.2015. Markenname: Batimo.
12) Hersteller: Holcim (Schweiz) AG (Siggenthal, Eclépens, und Untervaz), gemäss Entscheid der S-Cert AG vom 26.05.2016 und 04.03.2021. Markenname: Susteno.
13) Hersteller: Holcim (Italia) S.p.A. (Merone und Ternate), gemäss Entscheid der S-Cert AG vom 11.05.2017.
14) Hersteller: Schwenk Zement KG, D-89604 Allmendingen, gemäss Entscheid der S-Cert AG vom 11.04.2019.
15) Hersteller: HeidelbergCement AG, Werk Lengfurt, D-97855 Triefenstein, gemäss Entscheid der S-Cert AG vom 07.07.2021.
16) Hersteller: Juracime SA, Cornaux und Jura-Cement-Fabriken AG, Wildegg, gemäss Entscheid der S-Cert AG vom 20.03.2023 und 05.07.2024.
17) Hersteller: Ciments Vigier SA, Péry, gemäss Entscheid der S-Cert AG vom 26.01.2024. Markenname: Vigier CEM Progresso.
18) Hersteller: Heidelberg Materials AG, Werk Schelkingen, gemäss Entscheid der S-Cert AG vom 01.07.2024.
19) Hersteller: Colacem S.p.A, Werk Caravate, 21032 Caravate, gemäss Entscheid der S-Cert AG vom 11.09.2024.

Sia Register freigegebene Zemente_2019-05-14_ys.doc

Anforderungen an Konsistenz und Dauerhaftigkeit

ND.5.1 Die Anforderungen der SN EN 206 in Verbindung mit den schweizerischen Anwendungsregeln des nationalen Anhangs NA sind gültig. Alle nationalen Regelungen, die nicht in ND.5.2 «zur Orientierung» oder als «entfällt» aufgelistet wurden, behalten ihre Gültigkeit:

(1) Ein Beton gemäss nationalem Anhang ND gehört einer Betonsorte gemäss den Tabellen NA.5 oder NA.8 der SN EN 206 an und kann für die dort aufgeführten Expositionsklassen der jeweiligen Betonsorte eingesetzt werden.

(2) Ein Beton nach nationalen Anhang ND muss entsprechend seiner Betonsorte die Regelungen zur Leistungsfähigkeit erfüllen. Dies beinhaltet die Regelungen zur festgelegten Konsistenz gemäss SN EN 206, Ziffer NA 5.4.1, und die in den Tabellen NA.5 und NA.8 aufgeführten grundlegenden Anforderungen.

(3) Der Beton muss die Vorgaben zu den schweizerischen Dauerhaftigkeitsprüfungen gemäss SN EN 206, Ziffer NA.8.2.3.4 und Tabelle NA 14 erfüllen.

(4) Es gelten die Regelungen zum Wassereindringwiderstand gemäss SN EN 206, Ziffer NA 5.5.3 und zum WD-Beton Ziffer NA.8.2.3.5.

(5) Zusätzliche Anforderungen (mit entsprechenden Prüfverfahren) für Beton nach Eigenschaften gemäss SIA 262:2013, Ziffer 3.1.1.2, sind zulässig und projektspezifisch zu vereinbaren.

(6) Die Regelungen gemäss SN EN 206 zu Probenahme und Prüfplan, Ziffer NA 8.2.1.2, Prüfhäufigkeiten, Tabelle NA.14 und Konformität, Ziffern NA 8.2.1.3.2 und NA 8.2.3.3) sind einzuhalten.

Quelle: Auszug aus Schlussentwurf SN EN 206:2013+A2:2021 (Publikation Frühling 2025, nicht gültig)

Fazit: Anwendung von CO_2 reduzierten Zementen ist möglich

- Die Anwendung von CO2 reduzierten Zementen ist auch mit einer Ausschreibung gemäss Beton nach Eigenschaften möglich. Hierfür müsste man vermutlich CO_2 Grenzwerte definieren.
- Die Frage ist, ob die Betonwerke diesen Beton mit den CO_2 reduzierten Zemente als Beton nach Eigenschaften anbieten werden. Je mehr dieser Beton nachgefragt wird, umso eher wird er so angeboten.
- Erste Pilotprojekte wurden bereits realisiert, die Entwicklung geht rasant voran. Bauherrschaften, Planende und Unternehmen dürfen den Anschluss nicht verpassen.
- Es braucht Schulungen und Erfahrungsaustausch.

Danke für die Aufmerksamkeit

„Wer sein Ziel kennt, findet den Weg.“

Laozi, chinesischer Philosoph, 6. Jahrhundert v. Chr.

Bei Fragen:

barbara.sintzel@fhnw.ch

Anhang

Regeln zum maximalen s/z Wert*, zum Mindestzementgehalt und zur Zuordnung zu den Betonsorten entfallen

ND.5.2 Für Betone gemäss nationalem Anhang ND entfallen folgende nationale Anforderungen:

(1) Die Anforderungen an die Zusammensetzung der Betone gemäss SN EN 206, Ziffern NA.5.3.4.2, NA.5.3.4.5 sowie der Tabellen NA.6 und NA.9. Damit entfallen die Regelungen zum maximalen *w/z*-Wert, zum Mindestzementgehalt und zur Zuordnung der in der Schweiz freigegebenen Zemente zu den Betonsorten, sowie die Abhängigkeit des Mindestzementgehalts vom Grösstkorn gemäss Tabelle NA.7. Diese Werte können bei der Entwicklung von Betonen gemäss nationalem Anhang ND als Orientierung dienen. Ebenso entfallen die Angaben zum k-Wert-Ansatz gemäss NA.5.2.5.2.

(2) Das Konzept der Betonfamilien nach SN EN 206, Ziffer 8.2.1.1 darf für Betone gemäss nationalem Anhang ND nicht angewendet werden. Die Nachweise sind für jeden einzelnen Beton zu erbringen.

Anmerkung: Auf Vorgaben für die Zusammensetzung des Betons gemäss nationalem Anhang ND wird vollständig verzichtet. Die Zusammensetzung des Betons, Art und Menge des Bindemittels und Menge des zugegebenen Wassers sind so zu wählen, dass alle geforderten Frisch- und Festbetoneigenschaften erreicht werden und der Korrosionsschutz einer allfälligen Bewehrung sichergestellt ist.

* Sand-Zement-Verhältnis

Quelle: Auszug aus Schlussentwurf SN EN 206:2013+A2:2021 (Publikation Frühling 2025, nicht gültig)

Gewährleistungen

ND.6 Gewährleistung der Frischbetoneigenschaften für Betone

ND.6.1 Die Konsistenzklasse des Betons ist aufgrund der objektspezifischen Randbedingungen und Bedürfnisse in der Angebotsphase festzulegen. Diese Anforderung ist gemäss SN EN 206, Ziffer 5.4.1 (5) bei der Übergabe vom Betonhersteller zum Verwender zu erfüllen.

ND.7 Gewährleistung der Festbetoneigenschaften für Betone

ND.7.1 Druckfestigkeit: Die Betone müssen die Anforderungen der in der SN EN 206, Tabellen NA.5 und NA.8 angegebenen Druckfestigkeitsklassen erfüllen. Projektspezifisch können andere Druckfestigkeitsklassen gemäss SN EN 206, Ziffer 4.3.1, Tabelle 12 sowie Expositionsklassenkombinationen vereinbart werden.

ND.7.2 Repräsentative Höchstwerte der Betondruckfestigkeit können projektspezifisch gemäss Anhang ND.A vereinbart werden. Dabei ist zu beachten, dass die hohen Anforderungen an die Dauerhaftigkeit der Betonsorten F und G (mit den Expositionsklassen XC4, XD3 und XF2 bzw. XF4) Druckfestigkeitsklassen oberhalb der definierten Mindestdruckfestigkeit bedingen können.

ND.7.3 Bezüglich der Anforderungen an die weiteren Festbetoneigenschaften zur Dauerhaftigkeit gelten die betreffenden Regelungen gemäss SN EN 206, Ziffern NA.8.2.3.4.1 bis NA.8.2.3.4.9 und Ziffer NA.8.2.3.4.14. Die Betone müssen die Anforderungen gemäss SN EN 206, Tabelle NA.14, für ihre jeweiligen Expositionsklassen erfüllen.

ND.7.4 Die Anforderungen an die Expositionsklasse XC2 sind ab der Druckfestigkeitsklasse C20/25 abgedeckt.

ND.7.5 Betone, die der Expositionsklasse XF1 oder der Expositionsklasse XD1 zugeordnet werden, müssen die Anforderungen an die Expositionsklasse XC4 erfüllen.

ND.7.6 Betone nach Anhang ND dürfen bei Anforderungen an die Expositionsklassen XA nicht verwendet werden.

ND.7.7 Alkali-Aggregat-Reaktion (AAR): Es gilt SIA 2042.

ND.7.8 Chloridgehalt: Es gilt SN EN 206, Ziffer NA.5.2.8.

ND.7.9 Wassereindringwiderstand: Es gilt SN EN 206, Ziffer NA.5.5.3.

ND.7.10 Wasserdichter Beton: Es gilt SN EN 206, Ziffer NA.8.2.3.5.

Quelle: Auszug aus Schlussentwurf SN EN 206:2013+A2:2021 (Publikation Frühling 2025, nicht gültig)

Weitere Auszüge

ND.8 Erstprüfungen

ND.8.1 Mit der Erstprüfung ist nachzuweisen, dass die Anforderungen gemäss ND.5 erfüllt werden.

ND.8.2 Es gelten die Regelungen in SN EN 206, Anhang A. Projektspezifische Anforderungen sind zu erfüllen.

ND.8.3 Die Erstprüfung ist zu wiederholen und die Betonzusammensetzung ggf. anzupassen, wenn einzelne oder mehrere der in der Tabelle ND.1 aufgeführten Veränderungen eintreten.

Tabelle ND.1 Vorgaben für die Wiederholung der Erstprüfung

Parameter	**Wiederholung der Erstprüfung nötig, wenn**
Zemente	Änderungen der Art und/oder des Herstellers
Zusatzstoffe	Änderungen der Art und/oder des Herstellers
Gesteinskörnung	Änderungen der Art und/oder des Herstellers
Füller	Änderungen der Art und/oder des Herstellers
Zusatzmittel	Änderungen der Art und/oder des Herstellers
Zement	Dosierungsänderung grösser als ± 4 Massenprozent
Zusatzstoffe Typ I und II	Dosierungsänderung grösser als ± 15 kg/m^3
Silikastaub	Dosierungsänderung grösser als ± 5 kg/m^3
w/b	Änderung grösser als + 0,02

Quelle: Auszug aus Schlussentwurf SN EN 206:2013+A2:2021 (Publikation Frühling 2025, nicht gültig)

Weitere Auszüge

ND.9 Prüfungen und Prüfhäufigkeiten

ND.9.1 Es gelten die Regelungen der SN EN 206. Für die Durchführung der Prüfungen sind nur Prüfstellen zugelassen, die für die geforderten Dauerhaftigkeitsprüfungen akkreditiert sind.

ND.9.2 Die Bildung von Betonfamilien ist nicht zulässig.

ND.9.3 Bei den Betonsorten F und G muss der Karbonatisierungswiderstand für die Expositionsklasse XC4 im Rahmen der werkseigenen Produktionskontrolle einmal pro Jahr nachgewiesen werden.

ND.10 Informationen vom Betonhersteller an den Verwender

Es gilt SN EN 206, Ziffer 7.3. Auf dem Lieferschein ist aufzuführen, dass es sich um einen Beton gemäss SN EN 206, nationalem Anhang ND handelt.

ND.11 Lieferschein für Transportbeton

Es gilt SN EN 206, Ziffer 7.3.

Quelle: Auszug aus Schlussentwurf SN EN 206:2013+A2:2021 (Publikation Frühling 2025, nicht gültig)

Anhang ND.A

Anhang ND.A (informativ)
Projektspezifische Vereinbarung für repräsentative Höchstwerte der Betondruckfestigkeit

Die repräsentativen Höchstwerte (95 %-Fraktilwerte) der Zylinderdruckfestigkeit f_{cr} und der Würfeldruckfestigkeit $f_{cr,cube}$ für ein Betonalter nach 28 Tagen können auf der Basis der mittleren Zylinderdruckfestigkeit abgeschätzt werden. Die Standardabweichung s wird immer mit dem Mittelwert f_{cm} und einem Variationskoeffizient von 8 % bestimmt.

$$f_{cr} = 1{,}13\ f_{cm} \qquad (1)$$

oder

$$f_{cr,cube} \geq f_{cr}\ (f_{ck,cube}/f_{ck}) \qquad (2)$$

Dabei ist

f_{ck} charakteristische Zylinderdruckfestigkeit (5 %-Fraktilwerte)

$f_{ck,cube}$ charakteristische Würfeldruckfestigkeit (5 %-Fraktilwerte)

f_{cm} Mittelwert der Zylinderdruckfestigkeit

Tabelle ND.A.1 Betonsorten und Werte der Festigkeiten von Beton

Betonsorte														
C	12/15	16/20	20/25	25/30	30/37	35/45	40/50	45/55	50/60	55/67	60/75	70/85	80/95	90/105
f_{ck} in N/mm²			charakteristischer Wert der Zylinderdruckfestigkeit											
	12	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90
$f_{ck,cube}$ in N/mm²			charakteristischer Wert der Würfeldruckfestigkeit											
	15	20	25	30	37	45	50	55	60	67	75	85	95	105
f_{cm} in N/mm²			Mittelwert der Zylinderdruckfestigkeit											
	20	24	28	33	38	43	48	53	58	63	68	78	88	98
f_{cr} in N/mm²			repräsentativer Höchstwert der Zylinderdruckfestigkeit (95% Fraktilwert)											
	23	27	32	37	43	49	54	60	66	71	77	88	100	111
$f_{cr,cube}$ in N/mm²			repräsentativer Höchstwert der Würfeldruckfestigkeit (95% Fraktilwert)											
	29	34	40	44	53	63	68	73	79	87	96	107	119	130

Quelle: Auszug aus Schlussentwurf SN EN 206:2013+A2:2021 (Publikation Frühling 2025, nicht gültig)