Revision der europäischen Betonnorm EN 206 und nationalen Ergänzungsnorm DIN 1045-2 – was ändert sich?

Prof. Dr.-Ing. Rolf Breitenbücher

Ruhr-Universität Bochum
Lehrstuhl für Baustofftechnik

European Standard EN 206-1:2000-12

EUROPEAN STANDARD **EN 206-1**

NORME EUROPÉENNE

EUROPÄISCHE NORM December 2000

ICS 91.100.30 Supersedes ENV 206:1990

English version

Concrete - Part 1: Specification, performance, production and conformity

Béton - Partie 1: Spécification, performances, production et conformité

Beton - Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität

This European Standard was approved by CEN on 12 May 2000.

CEN members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration. Up-to-date lists and bibliographical references concerning such national standards may be obtained on application to the Management Centre or to any CEN member.

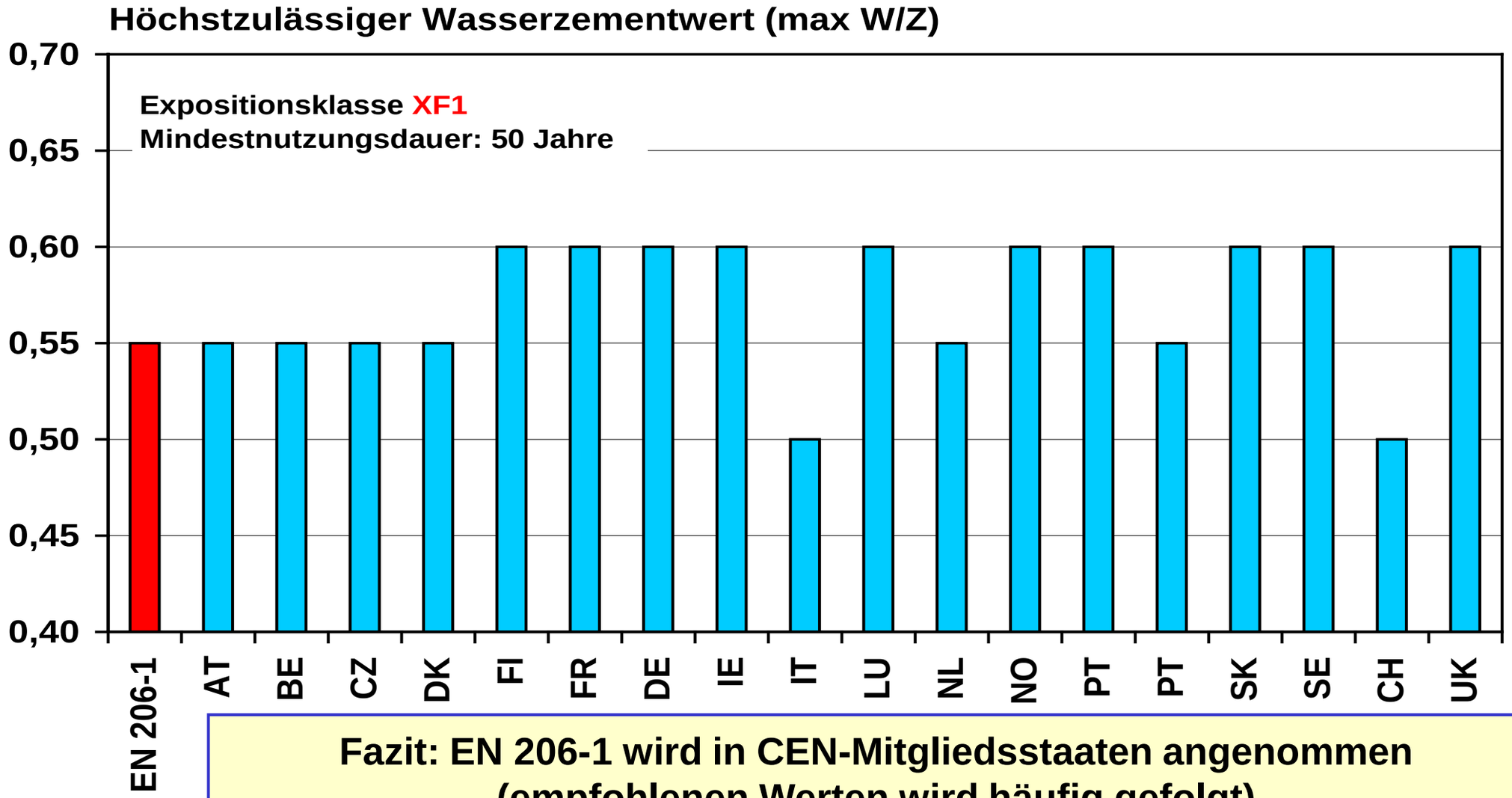
This European Standard exists in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CEN member into its own language and notified to the Management Centre has the same status as the official versions.

CEN members are the national standards bodies of Austria, Belgium, Czech Republic, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Iceland, Ireland, Italy, Luxembourg, Netherlands, Norway, Portugal, Spain, Sweden, Switzerland and United Kingdom.

Zeitliche Entwicklung

- **CEN – Regeln:**
  Entscheidung bzgl. Revision von CEN-Normen: alle 5 Jahre
- **EN 206-1:**
  2005: bislang nur in einigen Mitgliedsstaaten eingeführt und Erfahrungen gesammelt
  ⇒ Entscheidung bzgl. Überarbeitung auf 2010 verschoben
- **Zusammenstellung**
  dauerhaftigkeitsrelevanter Regelungen in den Mitgliedsstaaten (Umfrage 2006/07)

Umfrage zur Anwendung von EN 206-1 in den CEN-Mitgliedsstaaten 2006/2007



Fazit: EN 206-1 wird in CEN-Mitgliedsstaaten angenommen (empfohlenen Werten wird häufig gefolgt)

Maßgebliche Aspekte für die EN 206-Revision

Entscheidung zur Revision: 2010

- Grundsätzliche Struktur und die wesentlichen Elemente der Norm sollen beibehalten bleiben
- Ziel: Nur noch e i n Teil von EN 206
- 3 Hauptthemen für die 2010-Revision definiert:
  - Dauerhaftigkeit
  - Verwendung von Zusatzsstoffen
  - Konformitätsnachweis

  ⇒ Bereits vor 2010 vorbereitende Arbeiten in verschiedenen Task Groups
- Weitere Anpassungen

Dauerhaftigkeit

- **Ziel: Klare Performance-Konzepte:**
  Voraussetzung: geeignete Prüfverfahren und abgesicherte Grenzkriterien
  ⇒ derzeit noch nicht verfügbar
- **⇒ nach wie vor: Deskriptives Konzept**
  max. w/z, min f_{ck}, min. z, min. air content
  - **Alternativ: Konzept äquivalenter Leistungsfähigkeit (Nachweis gegenüber Referenzbetonen)**
- **Performance-orientierte Ansätze**
  werden in JWG aus TC 104/SC1 und TC 250/SC2 für spätere Revision vorbereitet; mögliche Basis: fib-Model Code „Service Life Design“ (2005)

Verwendung von Zusatzstoffen (5.2.5)

- **Aufnahme von Anwendungsregeln für Hüttensandmehl nach DIN EN 15167**
- **3 grundsätzliche Konzepte zur Sicherstellung der Dauerhaftigkeit:**
  - **k-Wert Konzept**
  - **Konzept gleicher Betonleistungsfähigkeit "Equivalent Concrete Performance Concept (ECPC)"**
  - **Konzept gleicher Leistungsfähigkeit von Bindemittelkombinationen "Equivalent Performance of Combination Concept (EPCC)"**

Überarbeitung der Anwendungsregeln (k-Wert) für Zusatzstoffe

- k-Wert-Konzept (Prinzipien und Anwendungsregeln):
  ➔ deskriptive Regelung ohne weitere Prüfungen
  ➔Anrechnung eines festgelegten Zusatzstoffgehalts auf den (äquivalenten) Wasserzementwert bzw. Mindestzementgehalt
- Erweiterung auf CEM II/A-Zement
- Zusatzstoffe: Flugasche (EN 450), Silikastaub (EN 13263) und gemahlenes Hüttensandmehl (EN 15167)

Überarbeitung der Anwendungsregeln (k-Wert) für Zusatzstoffe

Zusatzstoff	Zulässige Zementarten nach EN 197-1	k-Wert	Höchstmenge Zusatzstoff, die auf $(w/z)_{eq}$ angerechnet werden darf
1	2	3	4
Flugasche	CEM I	0,4[1)]	$f/z \leq 0{,}33$
	CEM II/A		$f/z \leq 0{,}25$
Silikastaub[1)]	CEM I und CEM II/A (ohne CEM II/A-D)	2,0[1)] für $(w/z)_{äqui} \leq 0{,}45$ 2,0[1)] für $(w/z)_{äqui} > 0{,}45$, außer für XC und XF, in denen $k_s = 1{,}0$ gilt	$s/z \leq 0{,}11$
Gemahlenes Hüttensandmehl	CEM I und CEM II/A	0,6[2)]	$h/z \leq 1{,}0$

[1)] zulässiger k-Wert

[2)] empfohlener k-Wert (ist national festzulegen)

Konzept gleicher Betonleistungsfähigkeit
"Equivalent Concrete Performance Concept (ECPC)"

- Erlaubt Abweichungen von max w/z und min z unter definierten Randbedingungen
- Kombination eines Zusatzstoffes mit einem Zement muss definiert und dokumentiert sein (Herkunft, charakt. Kennwerte)
- Gleiche Leistungsfähigkeit muss gegenüber einem Referenzbeton nachgewiesen werden
- Nur für Zemente nach EN 197-1 und (i.d.R.) Zusatzstoffe Typ II

Konzept gleicher Betonleistungsfähigkeit
"Equivalent Concrete Performance Concept (ECPC)"

- In EN 206: nur Prinzipien beschrieben; mehr Details in CEN TR 16563
- Anwendung des ECPC ist in jedem Land festzulegen, insbes. Referenzbeton für jede Expositionsklasse
- In D: zunächst nur über allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (DIBt)

Beispiel der Anwendungsregeln für ECPC (in NL)

Zemente für den Referenzbeton

Exposure Class	Reference cement types						
	CEM I	CEM II/A-S	CEM II/B-S	CEM II/A-V	CEM II/B-V	CEM III/A	CEM III/B
XC	X	X	X	X	X	X	X
XD					X	X (1)	X
XS					X	X (1)	X
XF2 + XF4	X	X	X	X	X	X (2)	X (3)
XA2 + XA3					X		X

Prüfungen/Expositionsklassen

Exposure Class	Carbonation	Chloride ingress	Freeze-thaw de-icing salt	Seawater resistance	Sulfate resistance
XC	X				
XD		X			
XS		X		X	
XF2 + XF4			X		
XA2 + XA3					X

Konzept gleicher Leistungsfähigkeit von Bindemittelkombinationen

"Equivalent Performance of Combination Concept (EPCC)"

- Die äquivalente Leistungsfähigkeit einer Kombination aus einem Zement und einem Zusatzstoff ist gegenüber einem Normzement <u>gleicher nominaler Zusammensetzung</u> nachzuweisen
- Bei gleicher Leistungsfähigkeit: Anwendung der Kombination entsprechend den Regeln des Vergleichszements, d.h. volle Anrechnung der Bindemittelkombination auf w/z-Wert und Zementgehalt

Beispiel: 240 kg/m³ CEM I + 60 kg/m³ fly ash

=

300 kg/m³ CEM II/A-V

Zum Vergleich mit k-Wert Konzept:

nur 240 + 0,4 x 60 = 264 kg/m³ als äquiv. Zementgehalt anrechenbar

Konzept gleicher Leistungsfähigkeit von Bindemittelkombinationen

"Equivalent Performance of Combination Concept (EPCC)"

- Herkunft und charakt. Kennwerte des Zements und des Zusatzstoffes müssen definiert und dokumentiert sein
- Nur für Zemente n. EN 197-1 und (i.d.R.) Zusatzstoffe Typ II
- Ursprung UK: „Combinations concept", Modifikationen in IR/PT
- In EN 206: nur Prinzipien beschrieben; mehr Details in CEN TR 16563
- Umfassende Prüfungen im Rahmen der Produktionskontrolle erforderlich
- Anwendung des EPCC ist in jedem Land festzulegen
- In D: zunächst nur über allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (DIBt)

Konformitätsnachweise

- Analyse der Abschnitte 8 (Konformitätskontrolle und -kriterien) und 9 (Produktionskontrolle) der EN 206-1

- Bisherige Differenzierung

  Erstherstellung – Stetige Herstellung

  bleibt beibehalten

- Konformitätsnachweis (Druckfestigkeit) stetige Herstellung:

  Einzelwertkriterium: $f_{c,i} \geq f_{c,k} - 4$

  Mittelwertkriterium: $f_{c,m} \geq f_{c,k} + 1{,}48\ \sigma$

  (aus mindestens 15, maximal 35 Werten)

  als Methode B beibehalten

  Neu: Alternatives Element: „Control Charts“

Konformitätsnachweis über Control Charts

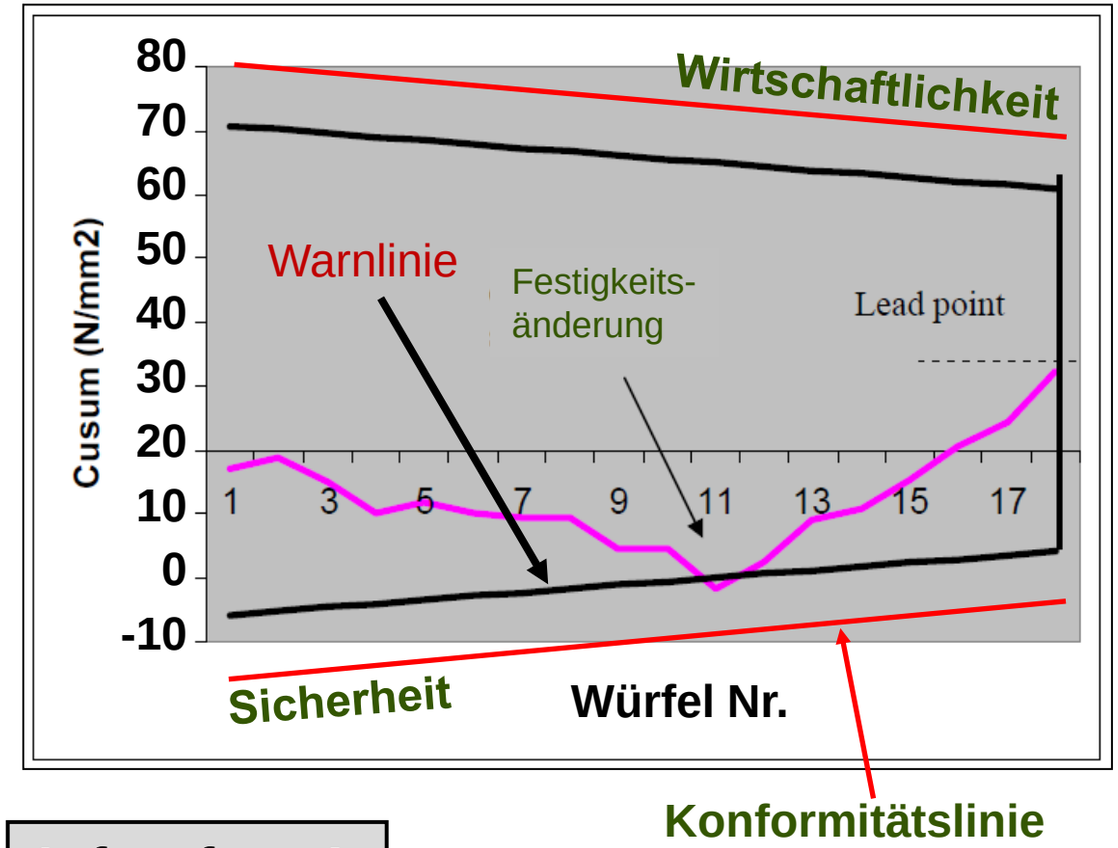
- Nachweis mittlere Druckfestigkeit $f_{c,m}$ bei stetiger Herstellung über Control Charts, z.B. Cu-(mulative)-Sum, Shewart Charts (Methode C);
- Basis-Annahme:
  Beton hat gleiche Eigenschaften, wenn stets gleiche Ausgangsstoffe in stets gleichen Mengen zugegeben werden
- Einzelwertkriterium $f_{c,i} \geq f_{c,k} - 4$ gilt uneingeschränkt auch hier
- Anwendung Methode C nur in Verbindung mit “third-party-control”
- Anwendungsregeln entweder nach Anhang H oder nach nationalen Regeln (nationale Öffnung)

Konformitätsregeln und Produktions-kontrolle – Druckfestigkeit

Beispiel KUSUM Daten

Würfel Nr.	Druckf. 28 d N/mm²	Differenz zur Zielfestigkeit N/mm²	KUSUM N/mm²
1	37	-3	-3
2	42	2	-1
3	36	-4	-5
4	35	-5	-10
5	42	2	-8
6	38	-2	-10
7	39.5	-0.5	-10.5
8	40	0	-10.5
9	35	-5	-15.5
10	40	0	-15.5
11	34	-6	-21.5
12	44	4	-17.5
13	46.5	6.5	-11
14	42	2	-9
15	44.5	4.5	-4.5
16	45	5	0.5
17	44	4	4.5
18	48	8	12.5

Beispiel KUSUM-Auswertung



1. $f_{ci} \geq f_{ck} - 4$
2. CUSUM

C25/30, Zielfestigkeit = 40 N/mm²

Weitere Modifikationen bzgl. Konformitätsnachweise

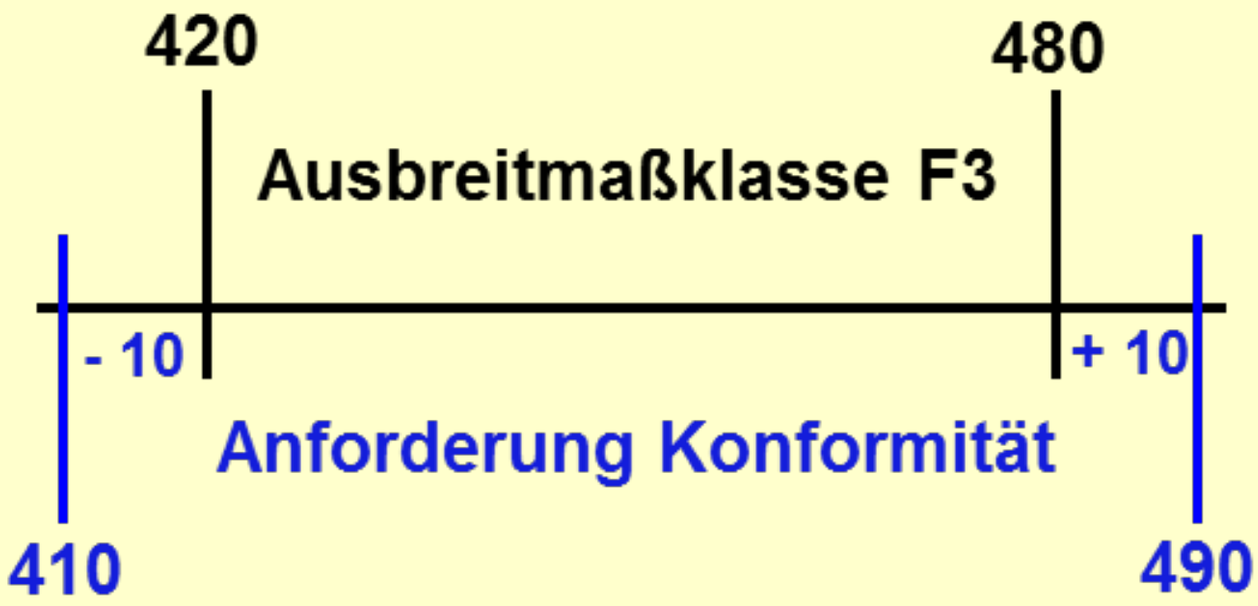
- Konformitätsnachweise für <u>Konsistenz und Luftporengehalt</u> (Frischbeton): nurmehr Einzelwertkriterien (keine „Acceptance numbers“ mehr)

Test method		Minimum number of samples or determinations	Acceptance number	Maximum allowed deviation[a] of single test results from the limits of the specified class or from the tolerance on the target value	
				Lower limit	Upper limit
Visual inspection	Comparison of the appearance with the normal appearance of concrete with the specified consistence	each batch; for vehicle deliveries, each load	–	–	–
Slump	EN 12350-2	i) frequency as given in table 13 for compressive	see table 19 b	-10 mm	+20 mm
				-20 mm [b]	+30 mm [b]

Weitere Modifikationen bzgl. Konformitätsnachweise

- ⇒ Anpassung der Klassengrenzen in Verbindung mit zulässigen Abweichungen (Analog: Anpassung der Toleranzen für Zielwerte (target values));

  Bsp. Konsistenz:



Weitere Modifikationen bzgl. Konformitätsnachweise

- Aufnahme von Regelungen zum Konformitätsnachweis für Faserbetone
- Differenzierung:
  - Zugabe im bei Betonherstellung:
    Fasergehalt entsprechend Einwaageprotokoll
  - Zugabe im Fahrmischer:
    neben Dokumentation der zugegebenen Fasermenge zusätzlich Homogenität der Faserverteilung durch Auswaschversuche aus 3 Teilproben (erstes, mittleres und letztes Drittel der Entladung (jeweils > 80% des Mindestfasergehalts)

Verwendung von Gesteinskörnungen nach EN 12620:2013

- Für Verwendung im Beton möglich:
  - ➔ Natürliche Gesteinskörnung nach EN 12620 incl. schwerer Gesteinskörnung und solche aus Hochofenschlacken
  - ➔ Leichte Gesteinskörnung nach EN 13055
  - ➔ Rückgewonnene Gesteinskörnung („reclaimed aggregates“) nach EN 206

  ≠

  - ➔ Rezyklierte Gesteinskörnungen nach EN 12620, wenn Eignung nachgewiesen

Empfohlene Mindestanforderungen an Gesteinskörnungen nach EN 12620 (informativer Anhang E in EN 206)

Property [a]	Category according to EN 12620 [a]
Fines content	Category or value to be declar
Flakiness Index	FI_{50} or SI_{55}
Shell content [b]	SC_{1}
Resistance to fragmentation	
Oven dried particle densit	
Water absorptio	ared
Acid-soluble sulp	ral aggregates: ≤ $AS_{0,8}$ Air-cooled blast furnace slag: $AS_{1,0}$
Total sulfur content	Natural aggregates: S_1 Air-cooled blast furnace slag: S_2
Water-soluble chloride ion content	Value to be declared

[a] Category NR (no requirement) may apply to other properties not stated in this table for which a category NR can be declared according to EN 12620.

[b] Only relevant for aggregate from marine origin.

In D:
Weitestgehende Übernahme der bisherigen Regelungen aus DIN 1045-2, Anhang U

Empfohlene Mindestanforderungen an rezyklierte Gesteinskörnungen nach EN 12620 (informativer Anhang E in EN 206

Property [a]	Type	Category accordi
Fines content	A + B	Ca
Flakiness Index		
Resistance to fragmentati		
Oven dri		
Water absc		alue to be declared
Constituents	A	Rc_{90}, Rcu_{95}, Rb_{10-}, Ra_{1-}, FL_{2-}, XRg_{1-}
	B	Rc_{50}, Rcu_{70}, Rb_{30-}, Ra_{5-}, FL_{2-}, XRg_{2-}
Water soluble sulfate content	A + B	$\leq SS_{0,7}$
Acid-soluble chloride ion content	A + B	Value to be declared
Influence on the initial setting time	A + B	$\leq A_{40}$

In D:
Weitestgehende Übernahme der bisherigen Regelungen aus DAfStb-Richtlinie „Beton mit rezyklierter Gesteinskörnung“

Empfohlene Höchstaustauschmengen grober rezyklierter Gesteinskörnungen (informativer Anhang E)

Maximal zulässige Zugabemengen an grober rezyklierter Gesteinskörnung in Abhängigkeit von:

- Expositionsklasse
- Art der rezyklierten Gesteinskörnung (Typ A oder B)

Recycled aggregate type	Exposure classes			
	X0	XC1, XC2	XC3, XC4, XF1, XA1, XD1	All other exposure classes [a]
Type A: (Rc_{90}, Rcu_{95}, Rb_{10-}, Ra_{1-}, FL_{2-}, XRg_{1-})	50 %	30 %	30 %	0 %
Type B [b]: (Rc_{50}, Rcu_{70}, Rb_{30-}, Ra_{5-}, FL_{2-}, XRg_{2-})	50 %	20 %	0 %	0 %

[a] Type A recycled aggregates from a known source may be used in exposure classes to which the original concrete was designed with a maximum percentage of replacement of 30 %.

[b] Type B recycled aggregates should not be used in concrete with compressive strength classes > C30/37.

Weitere Änderung: Hochfester Beton nach EN 206-1:2000

Compressive strength class **Normal and heavy-weight concrete**	Minimum characteristic cylinder strength $f_{ck,cyl}$ N/mm²	Minimum characteristic cube strength $f_{ck,cube}$ N/mm²
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	55	67
C60/75	60	75
C70/85	70	85
C80/95	80	95
C90/105	90	105
C100/115	100	115

Compressive strength class **Light-weight concrete**	Minimum characteristic cylinder strength $f_{ck,cyl}$ N/mm²	Minimum characteristic cube strength[a] $f_{ck,cube}$ N/mm²
LC8/9	8	9
LC12/13	12	13
LC16/18	16	18
LC20/22	20	22
LC25/28	25	28
LC30/33	30	33
LC35/38	35	38
LC40/44	40	44
LC45/50	45	50
LC50/55	50	55
LC55/60	55	60
LC60/66	60	66
LC70/77	70	77
LC80/88	80	88

[a] Other values may be used if the relationship between these and the reference cylinder strength is established with sufficient accuracy and is documented.

Quelle: EN 206-1:2000-12

Betone nach EN 206

Compressive strength class **Normal and heavy-weight concrete**	Minimum characteristic cylinder strength $f_{ck,cyl}$ N/mm²	Minimum characteristic cube strength $f_{ck,cube}$ N/mm²
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	55	67
C60/75	60	75
C70/85	70	85
C80/95	80	95
C90/105	90	105
C100/115	100	115

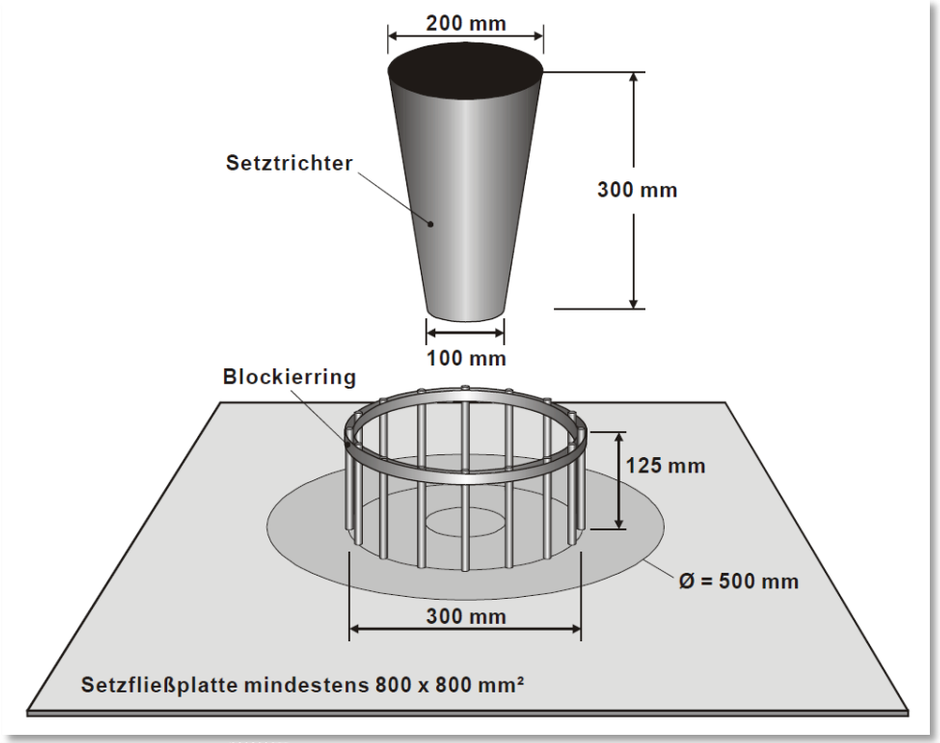
Compressive strength class **Light-weight concrete**	Minimum characteristic cylinder strength $f_{ck,cyl}$ N/mm²	Minimum characteristic cube strength[a] $f_{ck,cube}$ N/mm²
LC8/9	8	9
LC12/13	12	13
LC16/18	16	18
LC20/22	20	22
LC25/28	25	28
LC30/33	30	33
LC35/38	35	38
LC40/44	40	44
LC45/50	45	50
LC50/55	50	55
LC55/60	55	60
LC60/66	60	66
LC70/77	70	77
LC80/88	80	88

[a] Other values may be used if the relationship between these and the reference cylinder strength is established with sufficient accuracy and is documented.

➔Nach EN 206: Keine Unterscheidung mehr zwischen „normalfesten“ und „hochfesten“ Betonen

National sollen zusätzliche Anforderungen an Betone ≥ C 55/67 beibehalten werden

Weitere Änderung: Aufnahme von EN 206-9 „SVB“ in EN 206



Analog:

- Viskosität (t_v oder t_{500})
- Blockierneigung (L-Box, J-ring)
- Sedimentations-stabilität

Klasse	Setzfließmaß in mm[a], geprüft nach EN 12350-8 (Grenzwerte für individuelle Chargen)
SF1	550 bis 650
SF2	660 bis 750
SF3	760 bis 850

[a] Die Klasseneinteilung gilt nicht für Beton mit einem Größkorn der Gesteinskörnung über 40 mm.

Weitere Änderung: Betone für geotechnische Aufgaben

- Übernahme der betontechnischen Vorgaben aus

  EN 1536 “Bohrpfähle”, EN 1538 “Schlitzwände“,
  EN 12699 „Rammpfähle” und EN 14199 “Mikropfähle”
  in EN 206 (eigener normativer Annex D)

- Spezielle Vorgaben bzgl.:
  - Geeignete Zemente
  - Gesteinskörnung: Größtkorn
  - Mindestgehalt Mehlkorn
  - Mindestzementgehalt
  - w/z-Wert
  - Konsistenz

(Kompromisslösung zwischen TC 104 SC1 und TC 288 SC2)

- Analoges Vorgehen für EN 13670 („Bauausführung“) angestrebt

Änderungen EN 206 – Zusammenfassung

- Überarbeitung k-Wert-Konzept einschl. Aufnahme neuer Regeln für Hüttensandmehl
- Einführung neuer Konzepte für die Betonleistungs-fähigkeit in Bezug auf die Anwendung von Zusatzstoffen:
  ➔ Gleichwertige Betonleistungsfähigkeit
  ➔ Gleichwertige Leistungsfähigkeit von Zement-Zusatzstoff-Kombinationen
- Konformitätsbewertung: Aufnahme eines alternativen Konzept s(Methode C)
- Frischbeton: überwiegend Einzelwertnachweis

Änderungen EN 206 – Zusammenfassung

- Empfehlungen für die Auswahl von Gesteinskörnungen
- Aufnahme von Anwendungsregeln für rezyklierten Gesteinskörnungen
- Aufnahme von Anwendungsregeln für Faserbeton
- Aufhebung der Unterscheidung zwischen normal- und hochfestem Beton
- Aufnahme von EN 206-9 „Ergänzende Regeln für selbstverdichtenden Beton (SVB)“
- Aufnahme zusätzlicher Anforderungen an Beton für besondere geotechnische Arbeiten (Spezialtiefbau)
- Aufnahme von EN 206-1/A1 und EN 206-1/A2
- Normative Anhänge A bis D, Informative Anhänge E bis M

Anpassung DIN 1045-2

- In bisheriger DIN 1045-2: Weitgehende nationale Ergänzungen, um den vormaligen deutschen Stand fortzuschreiben
- In EN 206: Nationale Öffnungen
- EN 206: nicht-harmonisierte Norm: dennoch weitgehende Übernahme der EN-Regelungen in nationale Gesamtnorm

- Z.T. noch unterschiedliche Vorstellungen:
  - Bisherige nationale Ergänzungen beibehalten (teilweise auch außerhalb von Öffnungsklauseln)

    ⇕

  - Nationale Ergänzungen nur dort, wo in EN 206 definitiv entsprechende nationale Öffnungen angeführt sind.

Überarbeitung von EN 206 - Zeitschiene

- März 2012: Veröffentlichung prEN 206 für Enquiry:
- Oktober 2012: Einspruchssitzung (645 Kommentare)
- Oktober 2012 … Januar 2013: Diskussion der Anmerkungen in den TG´s
- September 2013: Abstimmung Formal Vote
  ⇒ 100 % Zustimmung
- Frühjahr 2014:
  Veröffentlichung der EN 206 (≈ Frühsommer 2014)

- Gelbdruck DIN 1045-2: ≈ Frühjahr 2014
- Einspruchsverfahren: 3 Monate
- Endgültige DIN 1045-2: ≈ Herbst 2014
- Gesamtwerk EN 206 + DIN 1045-2: voraussichtl. Ende 2014