

# Neues aus der Betonnormung (EN 206, DIN 1045-2, EN 12620 etc.)

Prof. Dr.-Ing. Rolf Breitenbücher

Ruhr-Universität Bochum  
Lehrstuhl für Baustofftechnik



## Maßgebliche Aspekte für die Revision von EN 206-1

### 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 Zusatzstoffen
  - Konformitätsnachweis
- 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
- **Performance-orientierte Ansätze**  
werden in JWG aus TC 104/SC1 und TC 250/SC2 für spätere Revision vorbereitet



## Verwendung von Zusatzstoffen

- **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 für Zusatzstoffe (k-Wert-Konzept)

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 <sup>1)</sup>	$f/z \leq 0,33$
	CEM II/A		$f/z \leq 0,25$
Silikastaub <sup>1)</sup>	CEM I und CEM II/A (ohne CEM II/A-D)	2,0 <sup>1)</sup> für $(w/z)_{aqui} \leq 0,45$ 2,0 <sup>1)</sup> für $(w/z)_{aqui} > 0,45$ , 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	<u>0,6<sup>2)</sup></u>	$h/z \leq 1,0$

<sup>1)</sup> zulässiger k-Wert  
<sup>2)</sup> 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 (national festzulegen) nachgewiesen werden
- In D: zunächst nur über allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (DIBt)

## Konzept gleicher Leistungsfähigkeit von Bindemittelkombinationen

“Equivalent Performance of Combination Concept (EPCC)”

- Äquivalente Leistungsfähigkeit einer Kombination aus einem Zement und einem Zusatzstoff gegenüber einem Normzement gleicher nominaler Zusammensetzung nachzuweisen
- Bei gleicher Leistungsfähigkeit: Anwendung der Kombination entsprechend den Regeln des Vergleichszements (volle Anrechnung der Bindemittelkombination auf w/z-Wert und Zementgehalt  
Beispiel: 240 kg/m<sup>3</sup> CEM I + 60 kg/m<sup>3</sup> fly ash  
= 300 kg/m<sup>3</sup> CEM II/A-V  
Zum Vergleich mit k-Wert Konzept: nur 240 + 0,4 x 60 = 264 kg/m<sup>3</sup> als äquiv. Zementgehalt anrechenbar
- In D: zunächst nur über allg. bauaufsichtliche Zulassung



## Konformitätsnachweise

- Bisherige Differenzierung  
Erstherstellung – Stetige Herstellung  
bleibt beibehalten
- Konformitätsnachweis (Druckfestigkeit) :  
Einzelwertkriterium:  $f_{c,i} \geq f_{c,k} - 4$   
Mittelwertkriterien:  $f_{c,i} \geq f_{c,k} + 4$  (Erstherstellung, Methode A)  
 $f_{c,m} \geq f_{c,k} + 1,48 \sigma$  (stetige Herstellung, Methode B)  
(aus mindestens 15, maximal 35 Werten)
- Neu: Alternatives Element: „Control Charts“ (Methode C)



## Konformitätsnachweis über Control Charts

- Kontinuierlicher Nachweis der mittleren Druckfestigkeit  $f_{c,m}$  bei stetiger Herstellung über Control Charts, z.B. Cu-(mulative)-Sum, Shewart Charts (Methode C);
- 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)

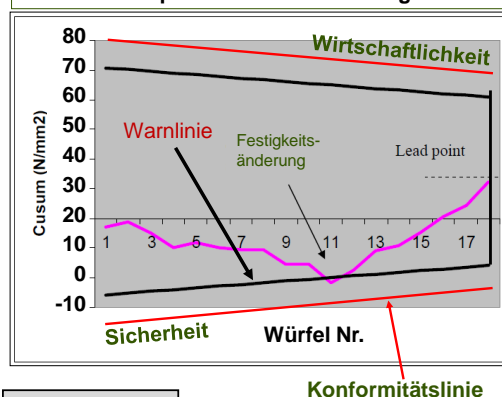


## Konformitätsregeln und Produktionskontrolle – Druckfestigkeit

Beispiel KUSUM Daten

Würfel Nr.	Druckf. 28 d N/mm <sup>2</sup>	Differenz zur Zielfestigkeit N/mm <sup>2</sup>	KUSUM N/mm <sup>2</sup>
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



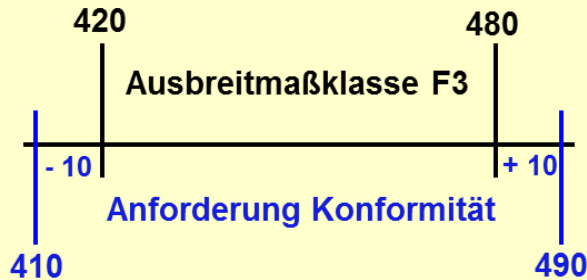
1.  $f_{c,i} \geq f_{c,k} - 4$
2. CUSUM

C25/30, Zielfestigkeit = 40 N/mm<sup>2</sup>



## Weitere Modifikationen bzgl. Konformitätsnachweise

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



## EN 12620

DEUTSCHE NORM		Juli 2013
DIN EN 12620		<b>DIN</b>
ICS 91.100.15	Ersatz für DIN EN 12620:2008-07 Siehe Anwendungsbeginn	
<b>Gesteinskörnungen für Beton; Deutsche Fassung EN 12620:2013</b>		
DIN EN 12620		Juli 2008
ICS 91.100.30		<b>DIN</b>
Ersatz für DIN EN 12620:2003-04 und DIN EN 12620 Berichtigung 1:2004-12		

**EN 12620 (2013): zurückgezogen  
⇒ Bezug wieder auf Ausgabe 2008**

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

Eigenschaft <sup>a</sup>	Abschnitt in EN 12620:2002 +A1:2008	Kategorie nach EN 12620 <sup>a</sup>
Gehalt an Feinanteilen	4.6	Kategorie oder anzugebender Wert
Plattigkeitskennzahl	4.4	$\leq FI_{5,0}$ oder $\leq SI_{5,5}$
Muschelschalengehalt <sup>b</sup>	4.5	$\leq SC_{10}$
Widerstand gegen Zertrümmerung	5.2	$\leq LA$
Kornrohddichte (ofentrocken) $\rho_{rd}$		
Wasseraufnahme		
Säurelöslichkeit		
Gesamtgehalt an Gesteinskörnungen	5.2	Natürliche Gesteinskörnungen: $\leq AS_{0,8}$ Hochofenstüchschlacke: $\leq AS_{1,0}$
Gehalt an Chloridionen	6.2	Anzugebender Wert

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



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

Druckfestigkeitsklasse <b>Normal- und Schwerbeton</b>	Charakteristische Mindestdruckfestigkeit von Zylindern $f_{tk, cyl}$ N/mm <sup>2</sup>	Charakteristische Mindestdruckfestigkeit von Würfeln $f_{tk, cube}$ N/mm <sup>2</sup>
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

Druckfestigkeitsklasse <b>Leichtbeton</b>	Charakteristische Mindestdruckfestigkeit von Zylindern $f_{tk, cyl}$ N/mm <sup>2</sup>	Charakteristische Mindestdruckfestigkeit von Würfeln <sup>a</sup> $f_{tk, cube}$ N/mm <sup>2</sup>
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

<sup>a</sup> Es dürfen andere Werte verwendet werden, wenn das Verhältnis zwischen diesen Werten und der Referenzfestigkeit von Zylindern mit genügender Genauigkeit festgestellt und dokumentiert worden ist.



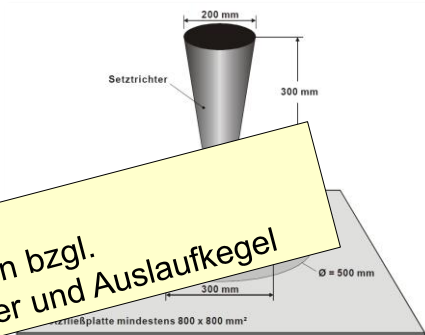
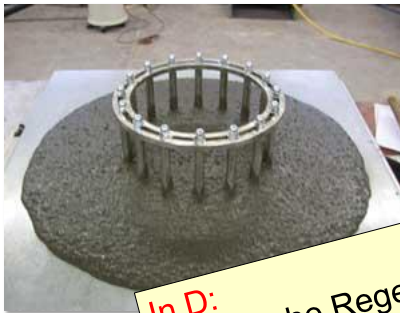
## Weitere Änderung: Hochfester Beton nach EN 206-1:2000

Druckfestigkeitsklasse <b>Normal- und Schwerbeton</b>	Charakteristische Mindestdruckfestigkeit von Zylindern $f_{ck,cyl}$ N/mm <sup>2</sup>	Charakteristische Mindestdruckfestigkeit von Würfeln $f_{ck,cube}$ N/mm <sup>2</sup>	Druckfestigkeitsklasse <b>Leichtbeton</b>	Charakteristische Mindestdruckfestigkeit von Zylindern $f_{ck,cyl}$ N/mm <sup>2</sup>	Charakteristische Mindestdruckfestigkeit von Würfeln <sup>a</sup> $f_{ck,cube}$ N/mm <sup>2</sup>
C8/10	8	10	LC8/9	8	9
C12/15	12	15	LC12/13	12	13
C16/20	16	20	LC16/18	16	18
C20/25	20	25	LC20/22	20	22
C25/30	25	30	LC25/28	25	28
C30/37	30	37	LC30/33	30	33
C35/45	35	45	LC35/38	35	38
C40/50	40	50	LC40/44	40	44
C45/55	45	55	LC45/50	45	50
C50/60	50	60	LC50/55	50	55
C55/67	55	67	LC55/60	55	60
C60/75	60	75	LC60/66	60	66
C70/85	70	85	LC70/77	70	77
C80/95	80	95	LC80/88	80	88

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

<sup>a</sup> Es dürfen andere Werte verwendet werden, wenn das Verhältnis zwischen diesen Werten und der Referenzfestigkeit von Zylindern mit genügender Genauigkeit festgestellt und dokumentiert worden ist.

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



**In D:**  
Zusätzliche Regelungen bzgl.  
Verarbeitbarkeitsfenster und Auslaufkegel

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

<sup>a</sup> Die Klasseneinteilung gilt nicht für Beton mit einem Größtkorn der Gesteinskörnung über 40 mm.



## Weitere Änderung: Betone für geotechnische Aufgaben

- Übernahme der betontechnischen Vorgaben aus EN 1536 "Bohrpfähle", EN 1538 "Schlitzwände", EN 12699 „Ramppfähle“ und EN 14199 "Mikropfähle" in EN 206 (eigener normativer Annex D)
- Spezielle Vorgaben bzgl.:
  - Geeignete Zemente
  - Mindestzementgehalt
  - Gesteinskörnung: Größtkorn
  - w/z-Wert
  - Mindestgehalt Mehlkorn
  - Konsistenz
 (Kompromisslösung zwischen TC 104 SC1 und TC 288 SC2)
- Analoges Vorgehen für EN 13670 („Bauausführung“) angestrebt



## EN 206 – DIN 1045-2

DEUTSCHE NORM		Juli 2014
	DIN EN 206	<b>DIN</b>
ICS 91.100.30		Ersatz für DIN EN 206-1:2001-07, DIN EN 206-1/A1:2004-10, DIN EN 206-1/A2:2005-09 und DIN EN 206-9:2010-09
<b>Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität; Deutsche Fassung EN 206:2013</b>		

DEUTSCHE NORM		<i>Entwurf</i> August 2014
	DIN 1045-2	<b>DIN</b>
ICS 91.080.40		Einsprüche bis 2014-11-18 Vorgesehen als Ersatz für DIN 1045-2:2008-08
<u><i>Entwurf</i></u>		



## Anpassung DIN 1045-2

- In bisheriger DIN 1045-2:  
Weitgehende nationale Ergänzungen, um den vormaligen deutschen Stand fortzuschreiben
- In EN 206: Nationale Öffnungen (Anhang M)

### Anhang M (informativ)

#### Hinweise zu den Regeln, die am Ort der Verwendung gelten

In den folgenden Abschnitten dieser Norm ist die Anwendung von Regeln, die am Ort der Verwendung gelten, erforderlich oder zulässig.

Abschnitt	Überschrift	Absatz
1	Anwendungsbereich	Absätze (5) und (6)
4.1	Expositionsklassen bezogen auf die Umgebungsbedingungen	Absätze (1) und (2)



## Anpassung DIN 1045-2

- EN 206: nicht-harmonisierte Norm: dennoch weitgehende Übernahme der EN-Regelungen in nationale Gesamtnorm
- Offene Fragen: (Beispiele):
  - Informationen auf dem Lieferschein
  - Bisherige spezielle Regelungen für Hochfeste Betone
  - Nachträgliche Zugabe von Betonzusatzmitteln
  - ...
- Kompromissfindung zwischen bisherigen (weitergehenden) nationalen Regelungen und neuer europäischer EN 206



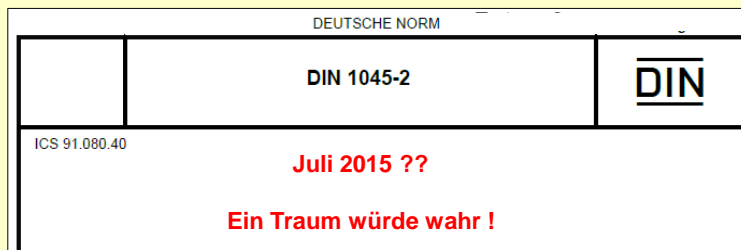
**Kompromissbereitschaft ist gefragt !**



# Überarbeitung von DIN 1045-2

## Zeitschiene

- Gelbdruck DIN 1045-2: August 2014
- Einspruchsverfahren Ende: 18.11.2014
- Einspruchssitzung: 17.12.2014
- Veröffentlichung DIN 1045-2: voraussichtl. Mitte 2015 (??)

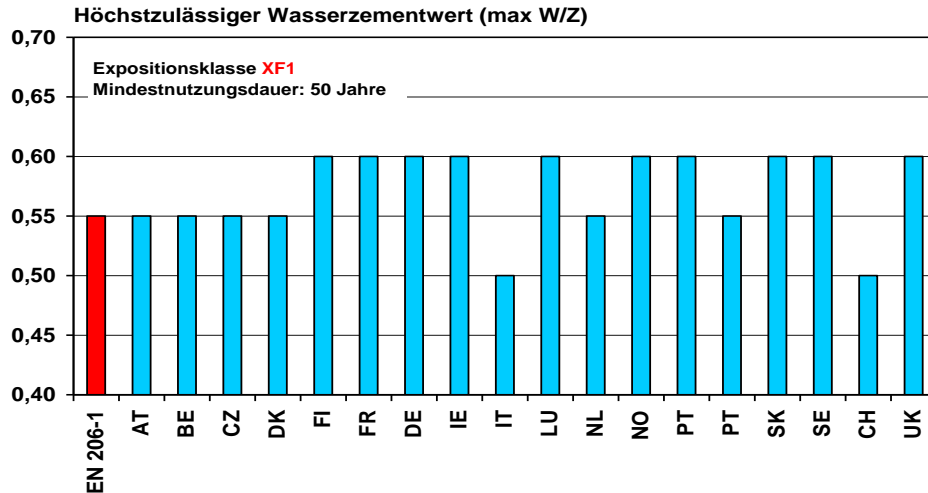


## Ausblick auf EN 206: 202x

- Ziel einer JWG zwischen TC 250/SC 2 und TC 104/SC1 bzgl. Dauerhaftigkeit:  
Ganzheitliches leistungsbezogenes Konzept auf der Grundlage von
  - Betonwiderstandsklassen und
  - Betondeckungfür die jeweiligen Expositionsklasse
- Betonwiderstandsklassen auf probabilistischer Grundlage für 50 Jahre Lebensdauer als reine Performance-Kriterien festzulegen  
(im Gegensatz zu den bisher rein deterministischen Festlegungen)
- Ersatzweise: Gleichwertige „deemed to satisfy“- Grenzwerte



## Umfrage zur Anwendung von EN 206-1 in den CEN-Mitgliedsstaaten bzgl. dauerhaftigkeitsrelevante Anforderungen



## Dauerhaftigkeit: Beton-Widerstandsklassen

Korrosion der Bewehrung			Angriff auf Beton						
Karbonatisierungs- widerstandsklasse			Chloridmigration- widerstandsklasse			Frost- widerstandsklasse	Widerstandsklasse ggü. chemischen Angriff		
RC (niedrig)	RC (mittel)	RC (hoch)	RSD (niedrig)	RSD (mittel)	RSD (hoch)	RF (mittel)	RF (hoch)	RCA (mittel)	RCA (hoch)
Die Klassifizierung erfolgt nach 50 Jahren Exposition entsprechend XC3 (65% rel. LF.) anhand einer 10% Wahrscheinlichkeit der Überschreitung der Karbonisierungstiefe um (mm)			Die Klassifizierung erfolgt nach 50 Jahren Exposition entsprechend XS2 anhand einer 10% Wahrscheinlichkeit der Überschreitung der Chloridkonzentration über 0,5% in einer Tiefe von (mm)			Die Klassifizierung erfolgt nach 50 Jahren Exposition entsprechend XF4 anhand einer 10% Wahrscheinlichkeit eines Masseverlustes von mehr als (kg/m <sup>2</sup> )		Die Klassifizierung erfolgt nach 50 Jahren Exposition entsprechend XA3 und Grundwasser mit einem SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -Gehalt von 6000 mg/l anhand einer 10% Wahrscheinlichkeit eines Masseverlustes von mehr als (g/m <sup>2</sup> )	
40	30	20	75	60	45	10	2	?	?

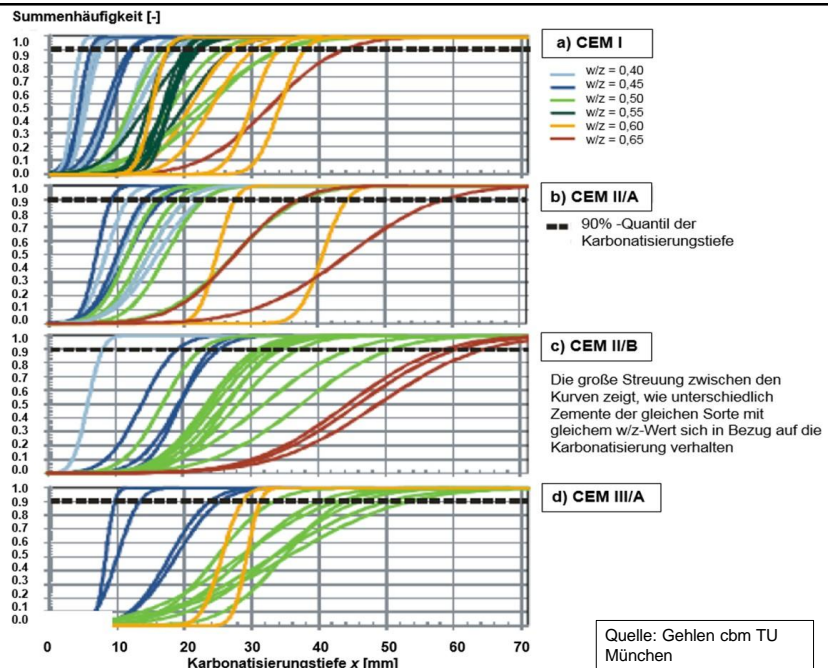
## Alternativ: „Deemed-to-be-satisfy“- Prinzip

Klassen	Karbonatisierungs- widerstandsklasse RC		
	RC40	RC30	RC20
	RCL	RCM	RCH
Tiefe der Eindringfront nach 50 Jahren (mm)	XC3 < 40 mm	XC3 < 30 mm	XC3 < 20 mm
Norm	EN xxx <sup>1</sup>	EN xxx <sup>1</sup>	EN xxx <sup>1</sup>
gilt als erfüllt, wenn			
CEM I	w/z =	w/z =	w/z =
Flugasche	$w/(z + k^*p) =$	$w/(z + k^*p) =$	$w/(z + k^*p) =$
Silikastaub	$w/(z + k^*p) =$	$w/(z + k^*p) =$	$w/(z + k^*p) =$
Hüttensand	$w/(z + k^*p) =$	$w/(z + k^*p) =$	$w/(z + k^*p) =$
CEM II-A	w/z =	w/z =	w/z =
Flugasche	$w/(z + k^*p) =$	$w/(z + k^*p) =$	$w/(z + k^*p) =$
Silikastaub	$w/(z + k^*p) =$	$w/(z + k^*p) =$	$w/(z + k^*p) =$
Hüttensand	$w/(z + k^*p) =$	$w/(z + k^*p) =$	$w/(z + k^*p) =$
CEM III-B	w/z =	w/z =	w/z =
Flugasche	$w/(z + k^*p) =$	$w/(z + k^*p) =$	$w/(z + k^*p) =$
Silikastaub	$w/(z + k^*p) =$	$w/(z + k^*p) =$	$w/(z + k^*p) =$
Hüttensand	$w/(z + k^*p) =$	$w/(z + k^*p) =$	$w/(z + k^*p) =$

■ Problem:  
Geeignete Prüfverfahren/-kriterien noch nicht festgelegt

■ Werte müssen probabilistischen Grundsätzen genügen

Karbonatisierung von Betonen mit unterschiedlichen Zementen und w/z-Werten



## Mindestbetondeckung in Abhängigkeit von der Widerstandsklasse des Betons

vorläufige Werte		Mindestbetondeckung für eine 50-, 100- und 200- jährige Lebensdauerbemessung, empfohlene Werte (vorläufig)						
Expositions-klasse		RC20 (RCH) <sup>2</sup> RSD45 (RSDH)			RC30 (RCM) <sup>2</sup> RSD60 (RSDM)		RC40 (RCL) <sup>2</sup> RSD75 (RSDL)	
	(S4) <sup>3</sup>	50	100	200 (?)	50	100	50	100
X0 <sup>1</sup>	(10)	c <sub>min,b</sub>	c <sub>min,b</sub>	c <sub>min,b</sub>	c <sub>min,b</sub>	c <sub>min,b</sub>	c <sub>min,b</sub>	c <sub>min,b</sub>
XC1	(15)	10	15	20	10	20	10	20
XC2	(25)	15	20	30	20	30	25	35
XC3	(25)	15	20	30	20	30	25	35
XC4	(30)	15	20	30	20	30	25	35
XD1	(35)	15	20	30	20	30	25	35
XS1	(35)	15	20	30	20	30	25	35
XD2	(40)	45	55	65	55	70	70	kA
XS2	(40)	45	55	65	55	70	70	kA
XD3	(45)	55	65	75	70	kA	80	kA
XS3	(45)	55	65	75	70	kA	80	kA

<sup>3</sup> Richtwerte für die Mindestbetondeckung gemäß EN 1992-1-1 ("base case") dienen der Veranschaulichung



## Europäische und nationale Betonnormung

Langfristig gezieltere Sicherstellung der  
Dauerhaftigkeit

Auch weiterhin ein spannendes Unternehmen!

Vielen Dank

