

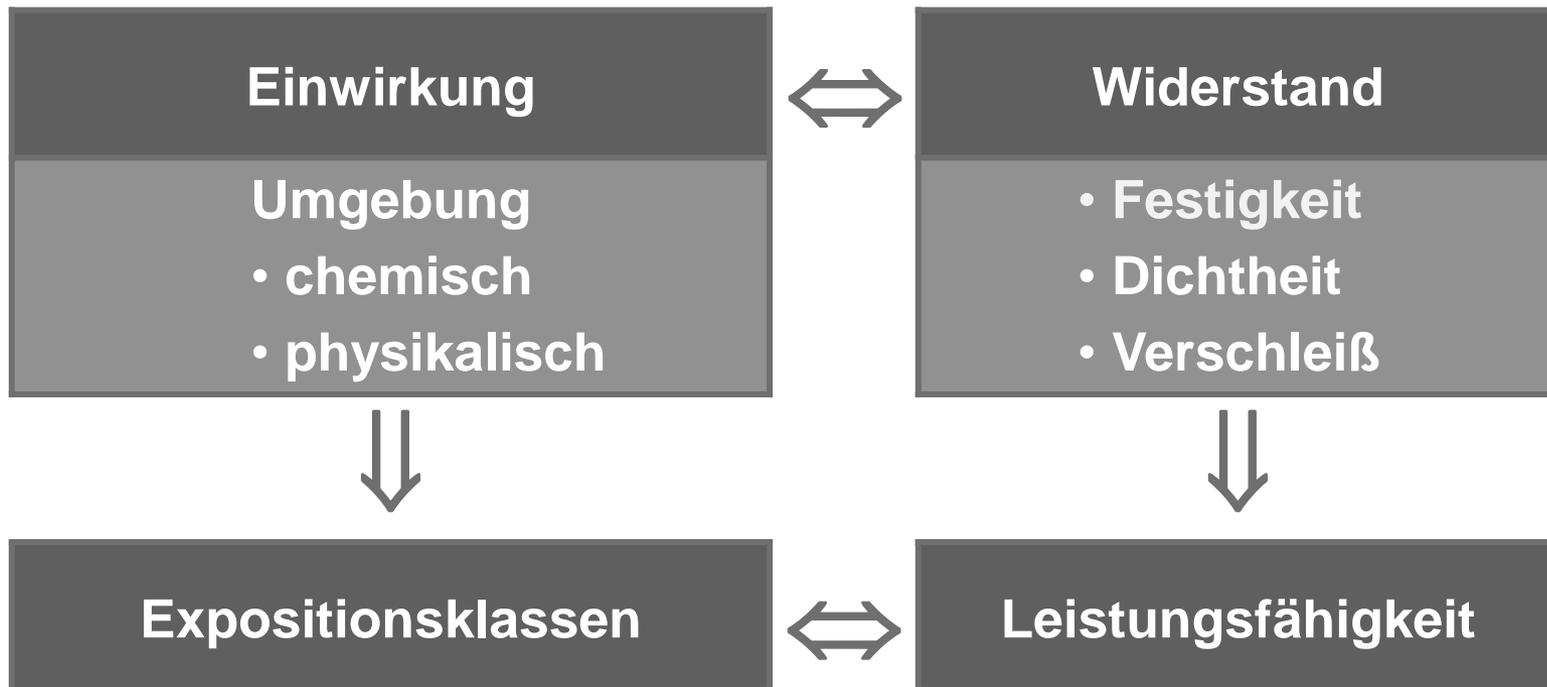


# Beton

---

Dipl.-Ing. Thomas Bose  
InformationsZentrum Beton

## Dauerhaftigkeitskonzept



# Beton

## Regelfall

**Nutzungsdauer von mindestens 50 Jahren unter vorausgesetzten Instandhaltungsbedingungen**

### EN 1990 und EN 206-1:

*temporary structures, replaceable parts*

- „temporäre“ Bauwerke: 10 - 25 Jahre

*agricultural and similar structures*

- Landwirtschaftl. Bauwerke: 15 – 30 Jahre

*building structures and common structures*

- Hochbau, „übliche“ Bauwerke: 50 Jahre

*bridges, civil engineering structures*

- Brücken, Ingenieurbauwerke: 100 Jahre

## Abweichend

**„Für kürzere oder längere Nutzungsdauern können weniger einschränkende oder strengere Grenzwerte erforderlich sein.“**

# Bauteilkatalog

# Bauteilkatalog

Planungshilfe für dauerhafte Betonbauteile

Schriftenreihe der Zement- und Betonindustrie  
Richter / Peck / Pickhardt

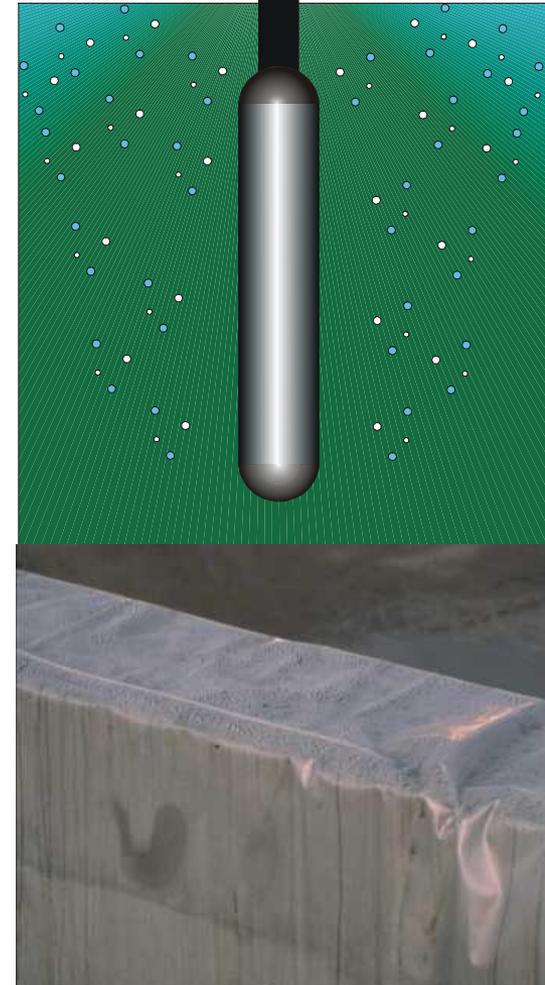
3.8 Landwirtschaftliches Bauen			Karbonatisierung				Chlorid			Chlorid Meer			Frost				Frost Tau-mittel			Chem. Angriff			Ver-schleiß			Feuch-tigkeits-klasse	Mindest-druckfestig-keitsklasse
			XO		XC <sup>B)</sup>		XD <sup>B)</sup>			XS <sup>B)</sup>			XF		XF		XA <sup>T)</sup>			XM							
			1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	1	3	2	4	1	2	3	1	2	3					
3.8.2	<b>Stallböden</b>																										
a)	<b>Warmstall</b> innen, eingestret	unbewehrt																X							WF	C25/30	
b)	<b>Warmstall</b> innen, eingestret	bewehrt		X														X							WF	C25/30	
c)	<b>Lauffläche, Entmistungsbahn mit Räumern</b> innen, nicht eingestret	unbewehrt																X		<sup>4b)</sup> X				WF	C30/37 <sup>53)</sup> C35/45		
d)	<b>Lauffläche, Entmistungsbahn mit Räumern</b> innen, nicht eingestret	bewehrt		X														X		<sup>4b)</sup> X				WF	C35/45		
e)	<b>Kaltstall</b> im Freien, überdacht, eingestret	unbewehrt									X						X							WF	C25/30		
f)	<b>Kaltstall</b> im Freien, überdacht, eingestret	bewehrt		X							X						X							WF	C25/30		
g)	<b>Entmistungsbahn mit Räumern, Lauffläche</b> außen, nicht eingestret	unbewehrt										X					X			<sup>4b)</sup> X				WF	C30/37(LP) C35/45		

# Beton

... gilt nur für Beton, der so **eingebaut** und **verdichtet** wird, dass kein nennenswerter Anteil an eingeschlossener Luft verbleibt.

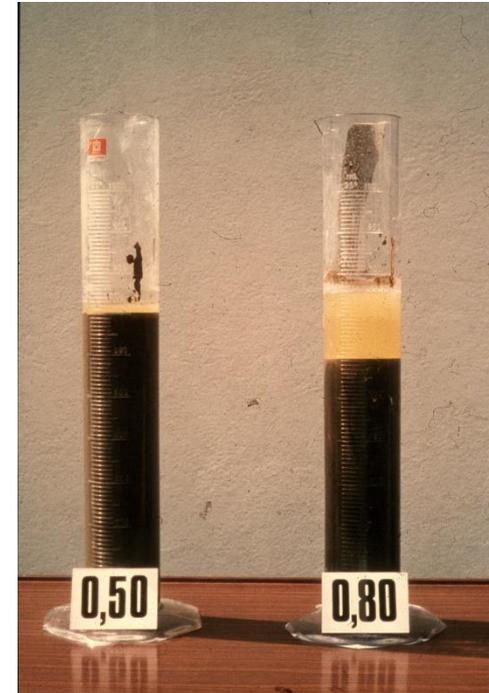
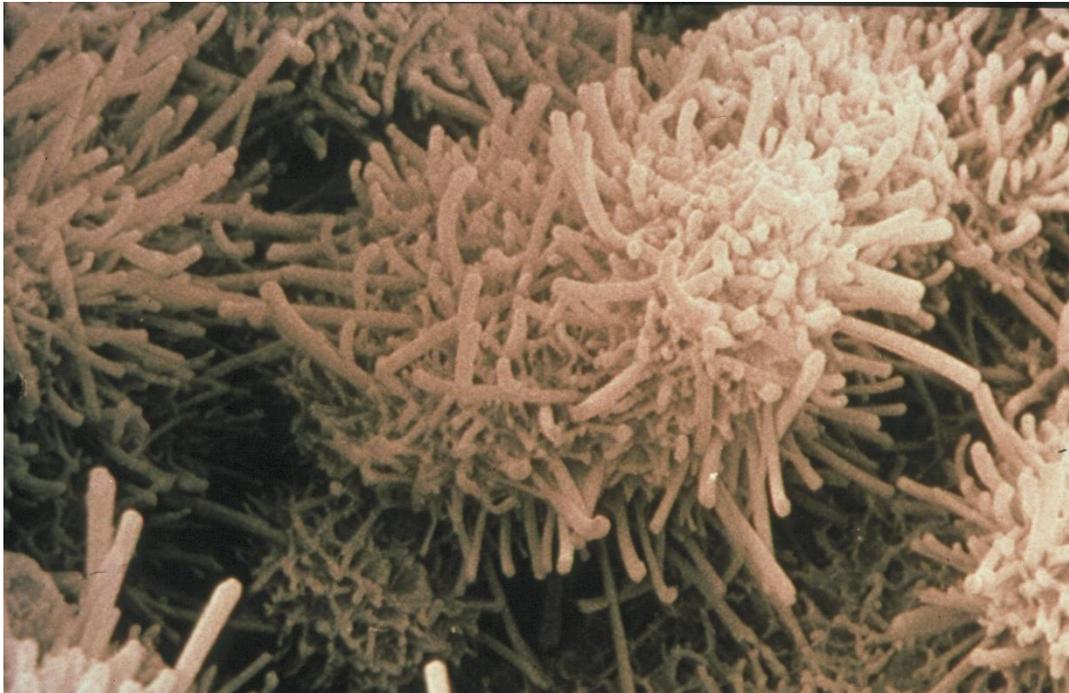
– abgesehen von künstlich eingeführten Luftporen –

Beton muss auch dicht sein. Denn je dichter der Zementstein, desto höher ist auch der Widerstand gegen äußere Einflüsse. Deshalb ist eine früh einsetzende, ununterbrochene und ausreichend lange **Nachbehandlung** des Betons unerlässlich.

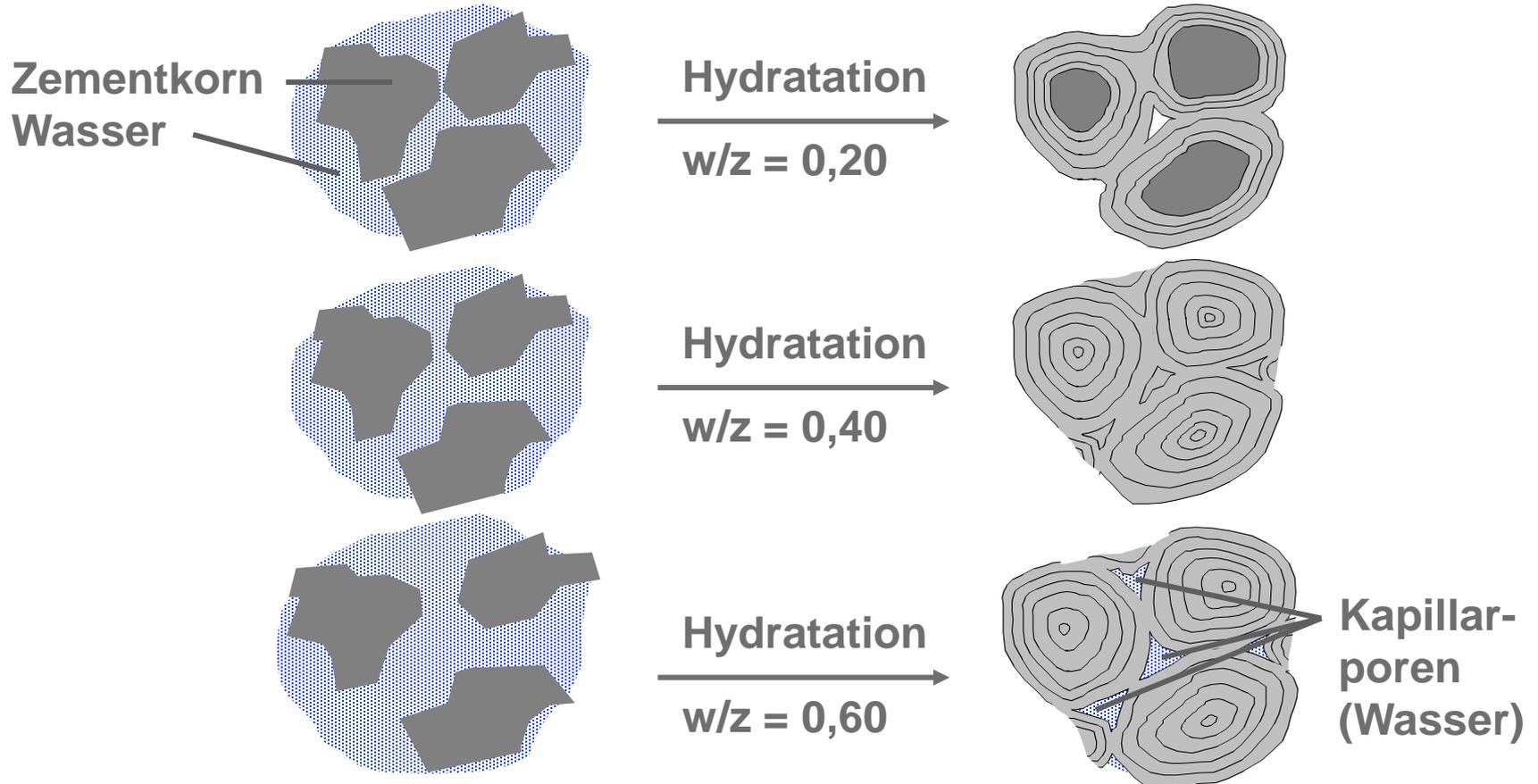


# Wassorzementwert

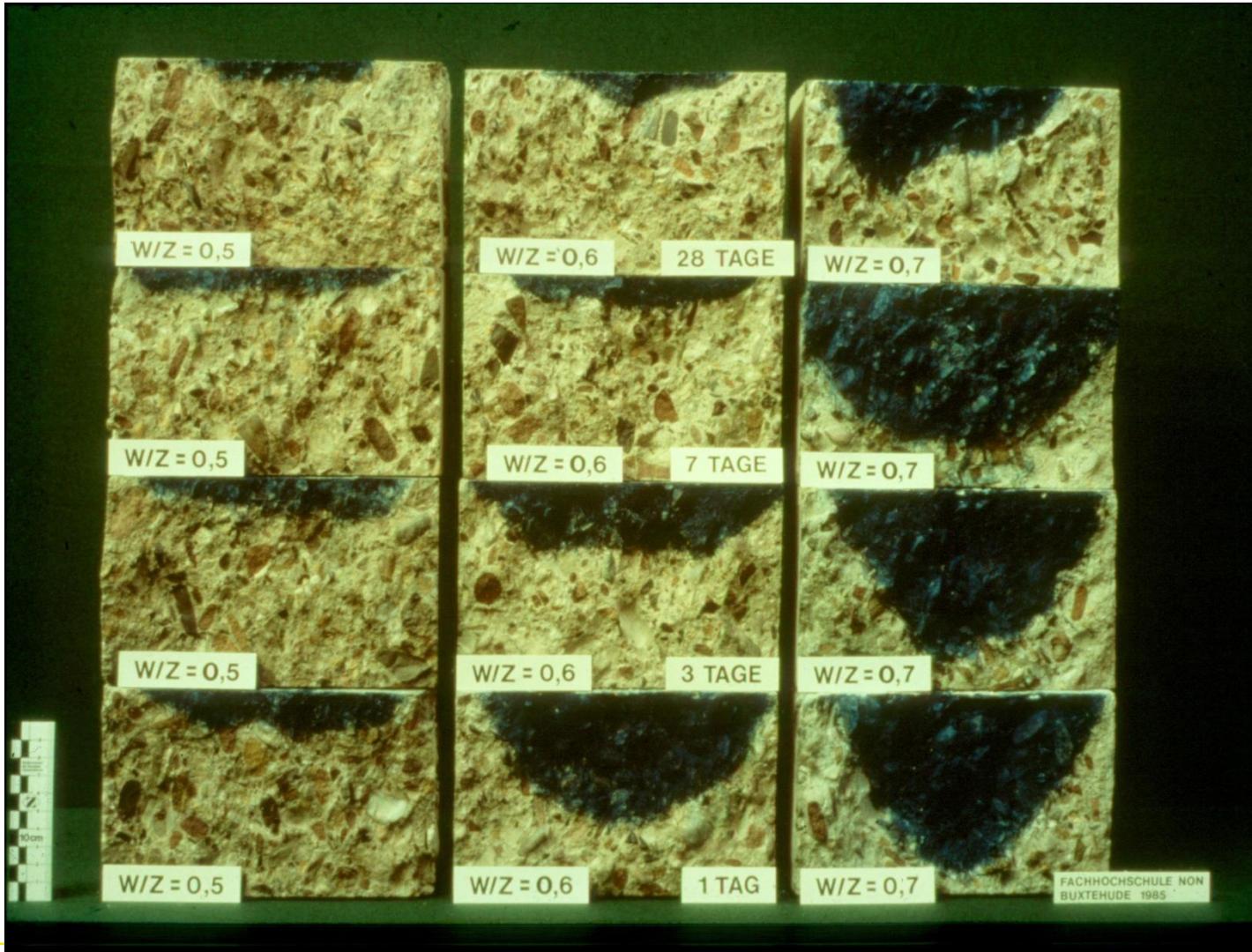
Mischbetoneigenschaften



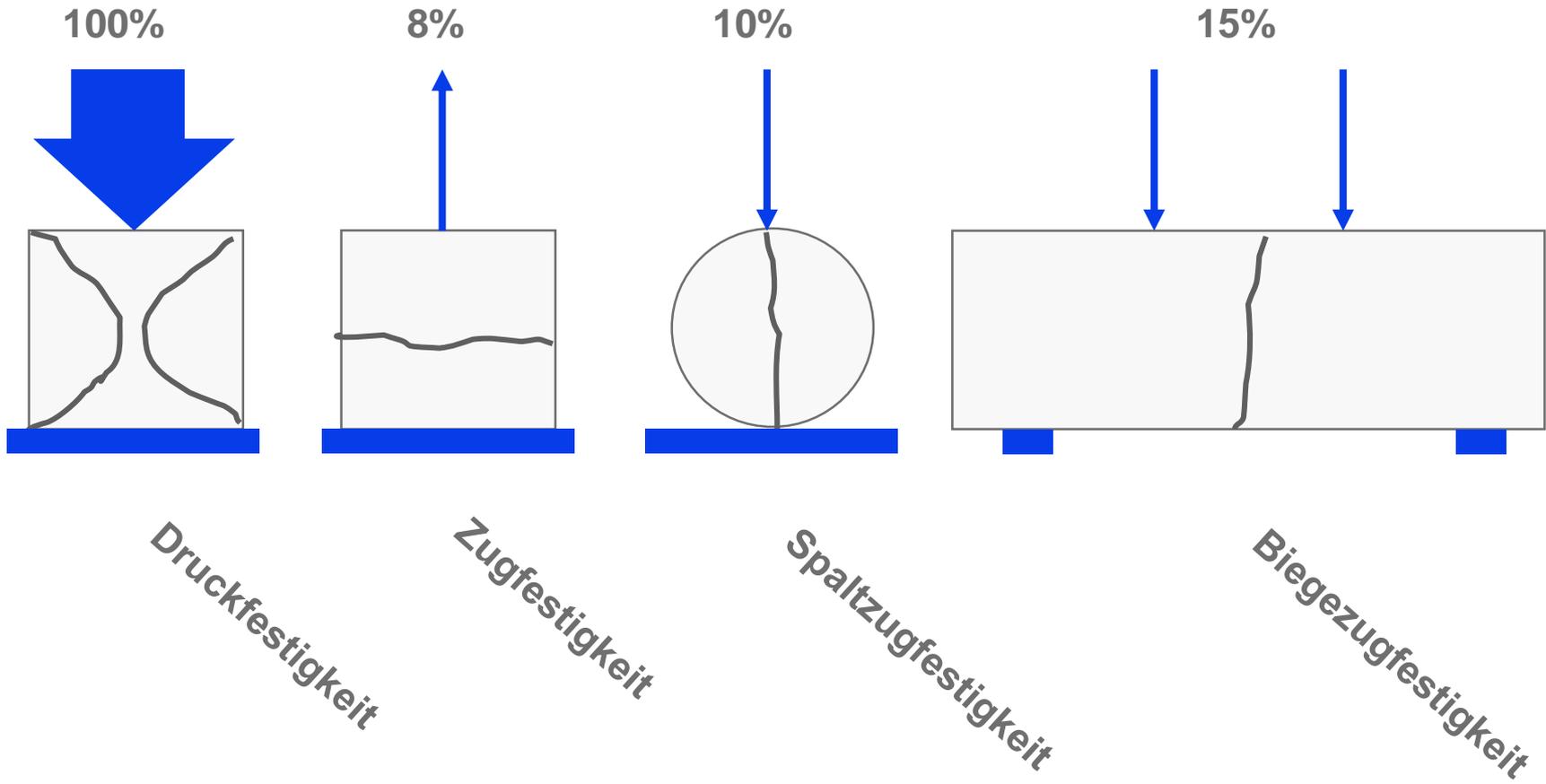
# Wasserzementwert



# Wassorzementwert

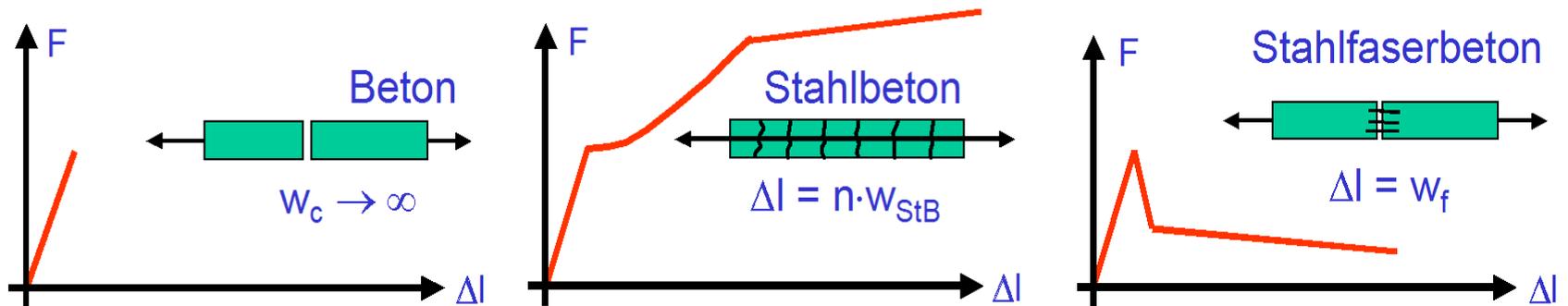


# Festigkeiten von Beton



# Entwurfsgrundsätze

## Last- Verformungsverhalten von: Beton, Stahlbeton und Stahlfaserbeton



# Risse

## Risse in Betonbauwerken

---

***„Fach“meinungen zu Rissen....***

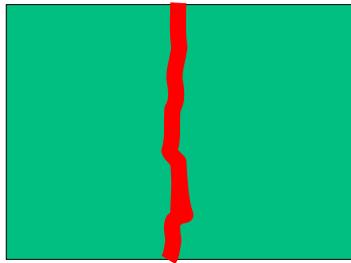
***„...der Riss ist die „ideale“ Fuge“***

***„...ein gerissenes Bauteil ist ein kaputtes Bauteil“***

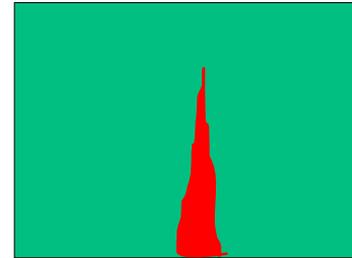
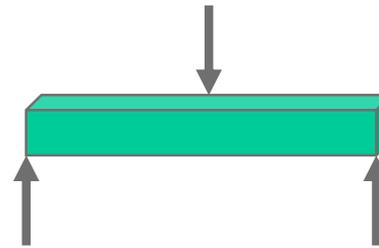
***„...alle Risse sind Mängel“***

***„...der Riss ist geplant und bezahlt worden, also muss er auch da sein“***

# Risse



Trennriss



Biegeriss

# Entwurfsgrundsätze

Vermeidung von Rissen		
Verminderter Zwang		
konstruktiv	betontechnisch	ausführungstechnisch
Lagerungsbedingungen mit geringer Verformungsbehinderung	w/z-Wert	Betonierabschnitte festlegen
Sollrissquerschnitte festlegen	Betonzusammensetzung	Schutzmaßnahmen witterungsabhängig
Geometrie und Bauteilgrößen	Hydratationswärmeentwicklung	Nachbehandlung

# Innenflächen: Lastfall Schwinden maßgebend



## Beispiel

Betonplatte  $d = 20$  cm auf Folie in einer Halle,  
rechn. Endwert des Schwindens:

$$\varepsilon_{\text{cds}\infty} \approx -0,4 \text{ mm/m} \quad (\text{CEM 32,5 R; C25/30; RH} = 60 \%)$$

Fugenerweiterung durch Schwinden:  
(Reibung nicht berücksichtigt)

bei 5 m Fugenabstand rechnerisch	um 2 mm
bei 10 m	um 4 mm
bei 20 m	um 8 mm

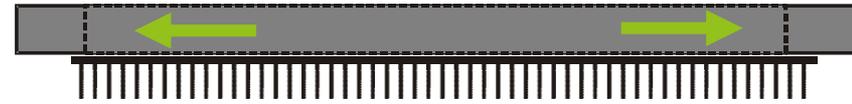
# Freiflächen: Lastfall Temperatur maßgebend

gleichmäßige Temperaturänderung ( $\approx 0,1 \text{ mm/m}$  bei  $\Delta T=10^\circ\text{C}$ )

**Verkürzen** Abkühlen



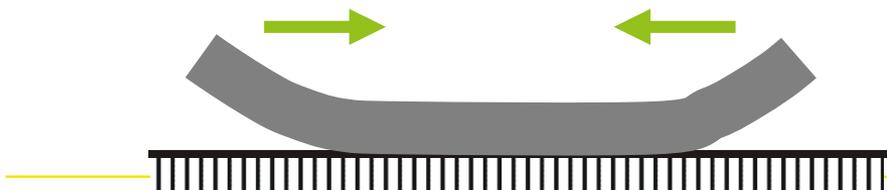
**Verlängern** Erwärmen



ungleichmäßige Temperaturänderung

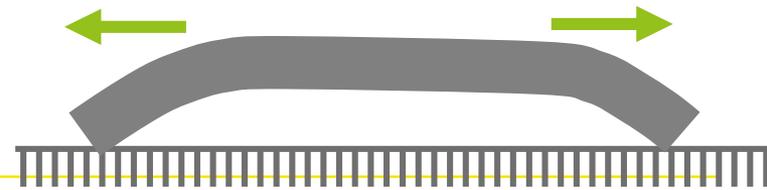
**Verwölben (Aufschüsseln)**

Abkühlen

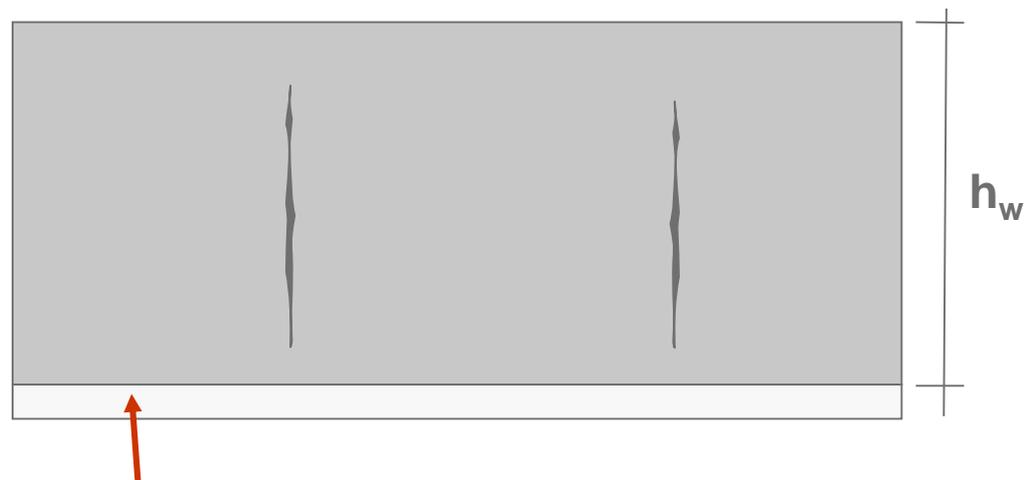
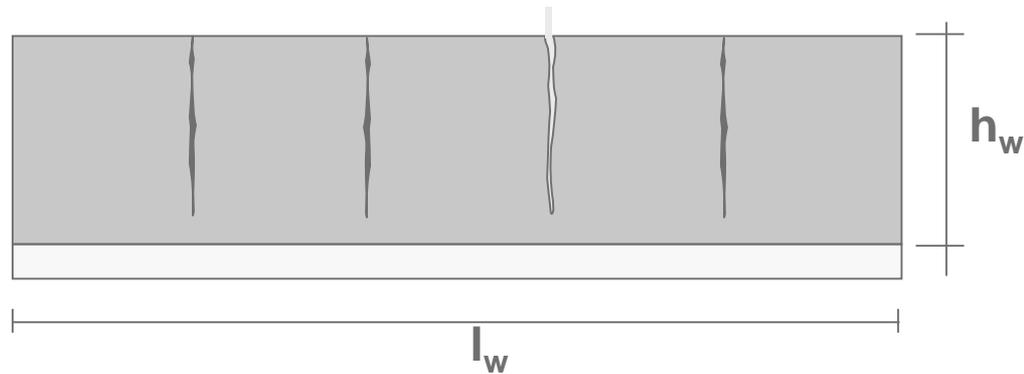


**Verwölben (Aufbuckeln)**

Erwärmen



# Zwang in Ortbetonwänden

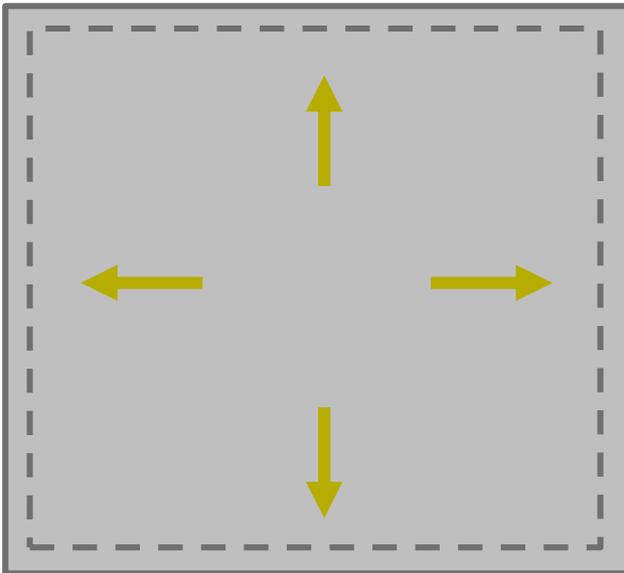


**Fundament behindert Längsverformung**

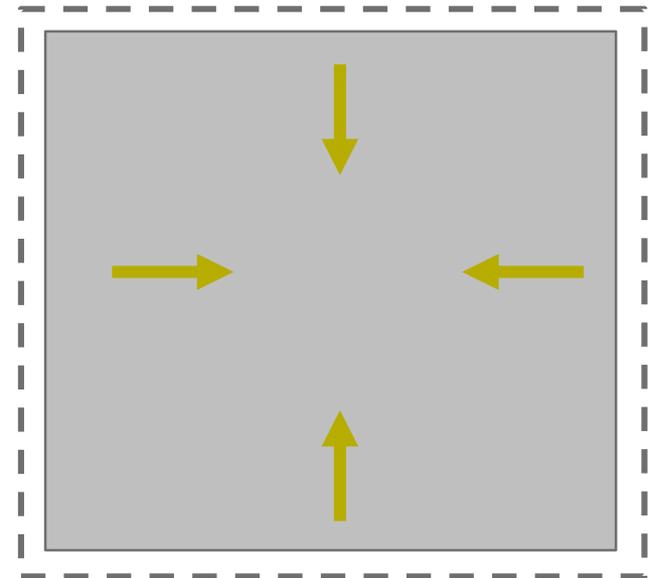
# Zwangsspannungen aus Temperatur

**gleichmäßige** Temperaturänderung ( $\approx 0,1 \text{ mm/m}$  bei  $\Delta T=10^\circ\text{C}$ )

**Verlängern** Erwärmen

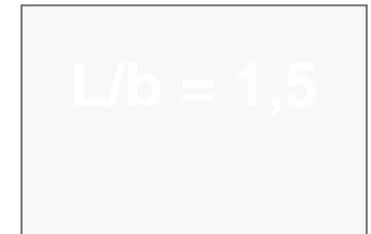


**Verkürzen** Abkühlen



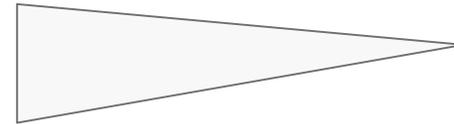
# Anforderung an Fugenplanung

**Unterteilung der Fläche in möglichst quadratische Felder durch Scheinfugen oder Pressfugen mit  $L/b \leq 1,5$**

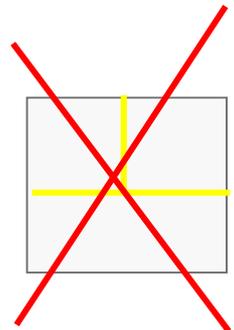
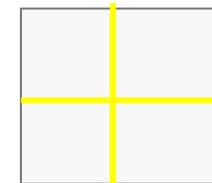


**Zwickel vermeiden**

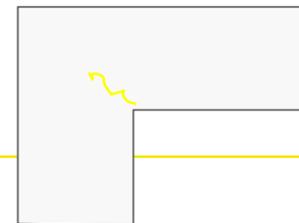
**(keine schmal oder spitz auslaufende Platten)**



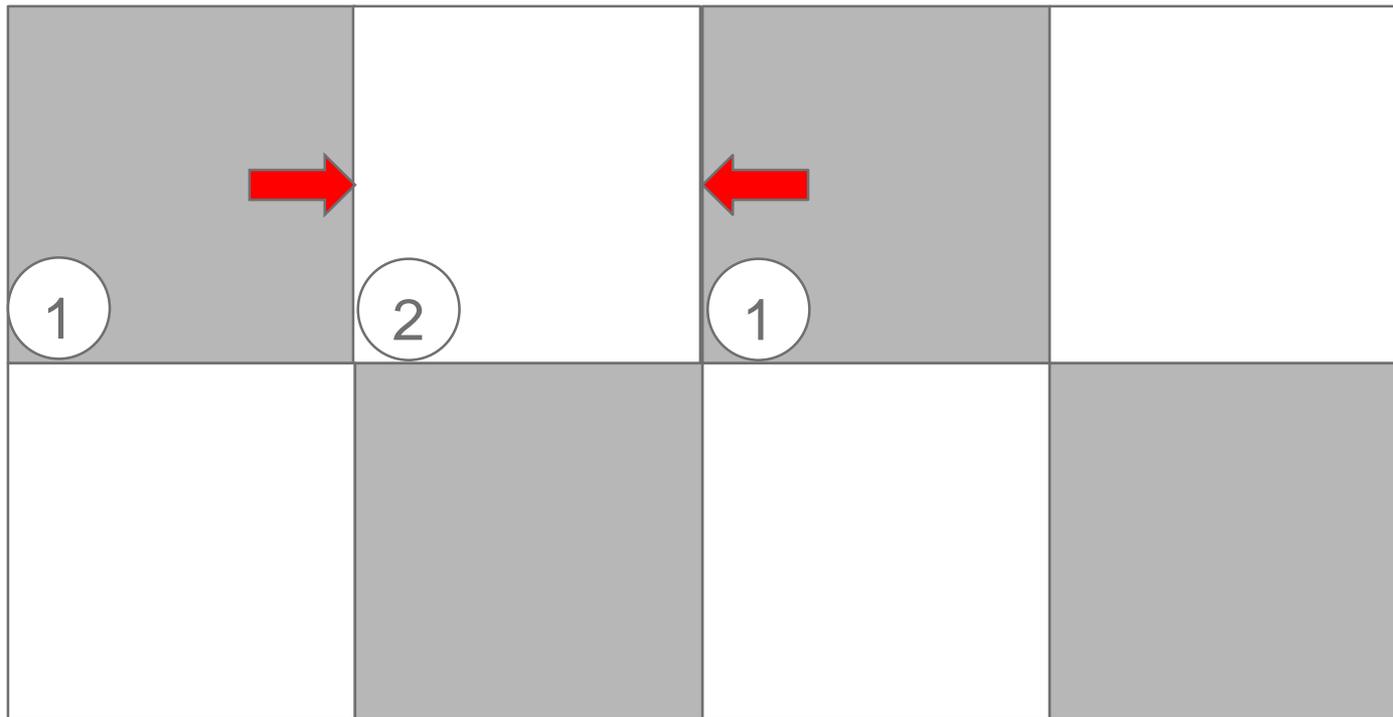
**sich kreuzende Längs- und Querfugen  
(kein gegenseitiger Versatz)**



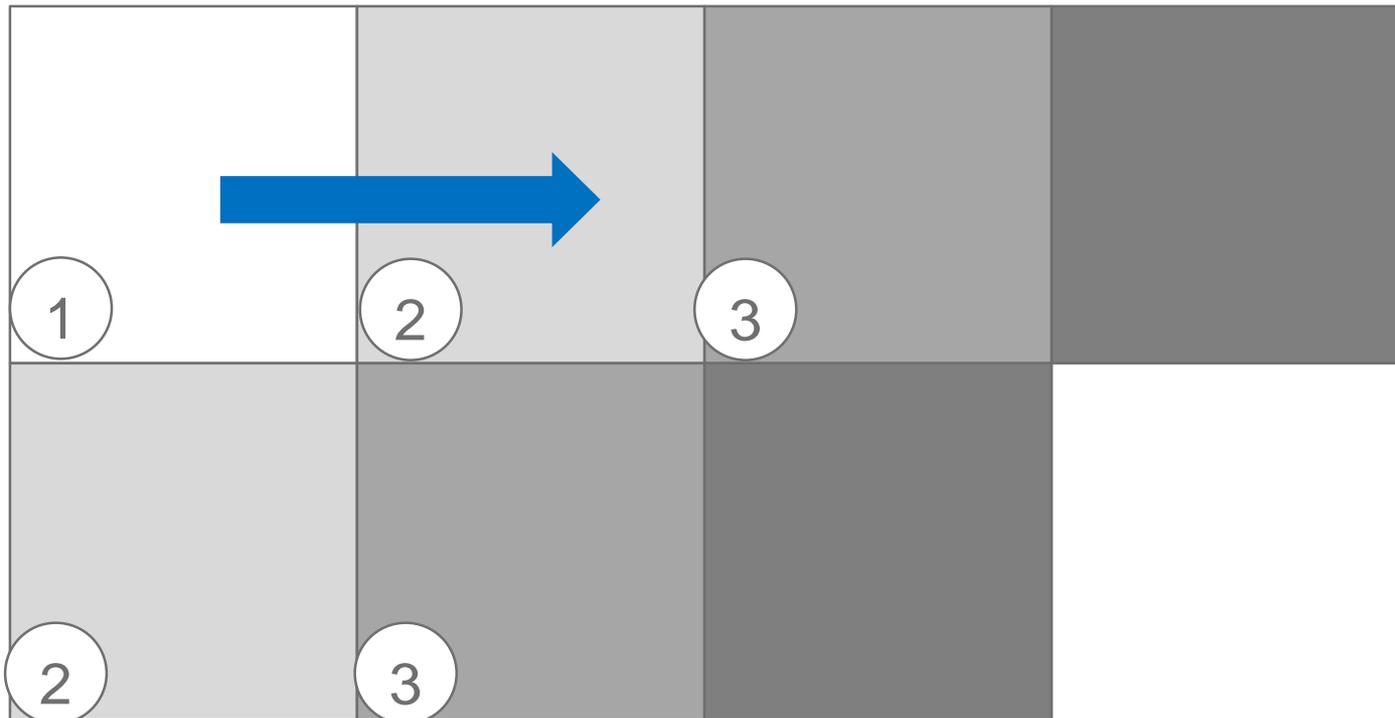
**einspringende Ecken vermeiden**



# Betoniertakte der Bodenplatte ungünstig!

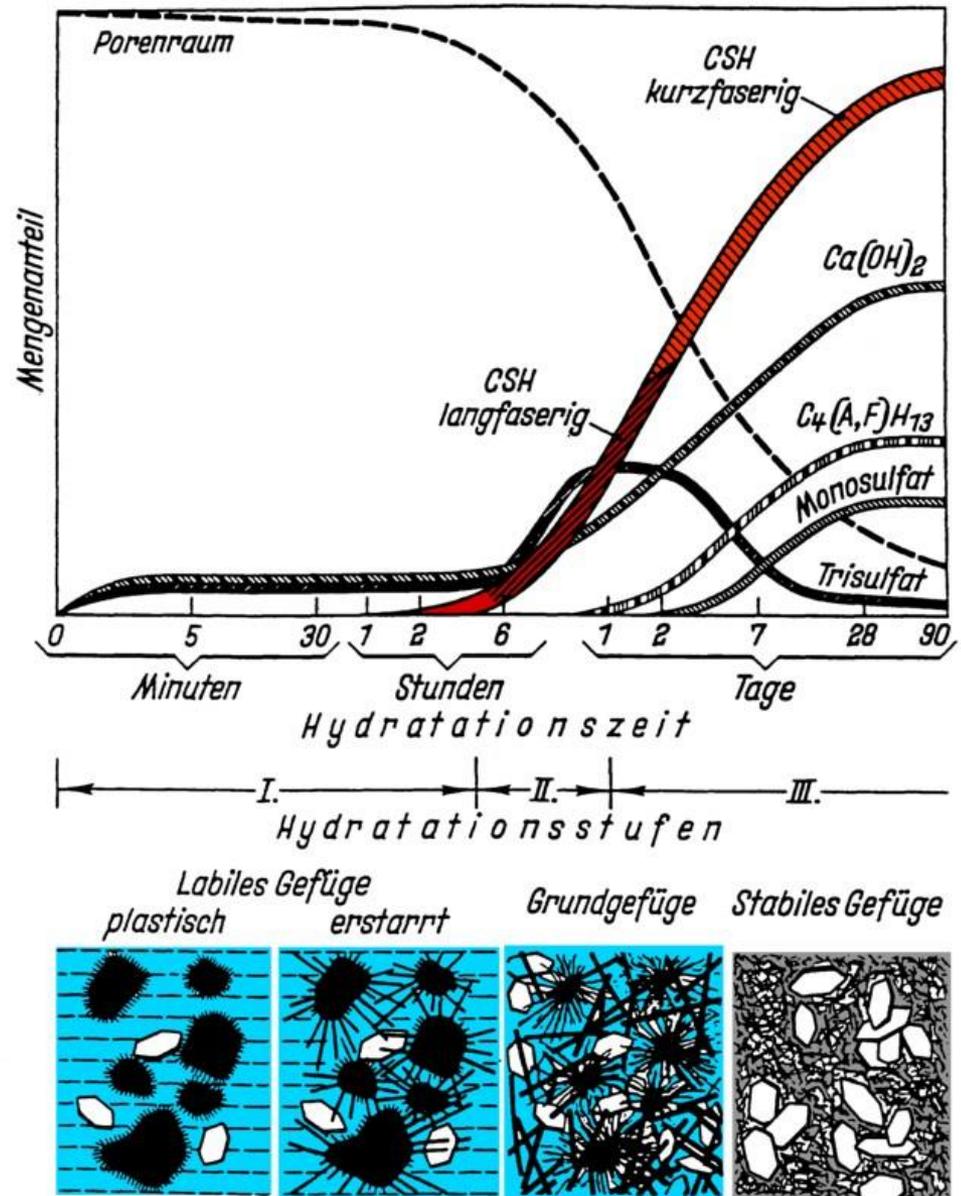


# Betoniertakte der Bodenplatte günstig!



# Nachbehandlung

- Zweck
- Verfahren
- Dauer



# Nachbehandlungsdauer

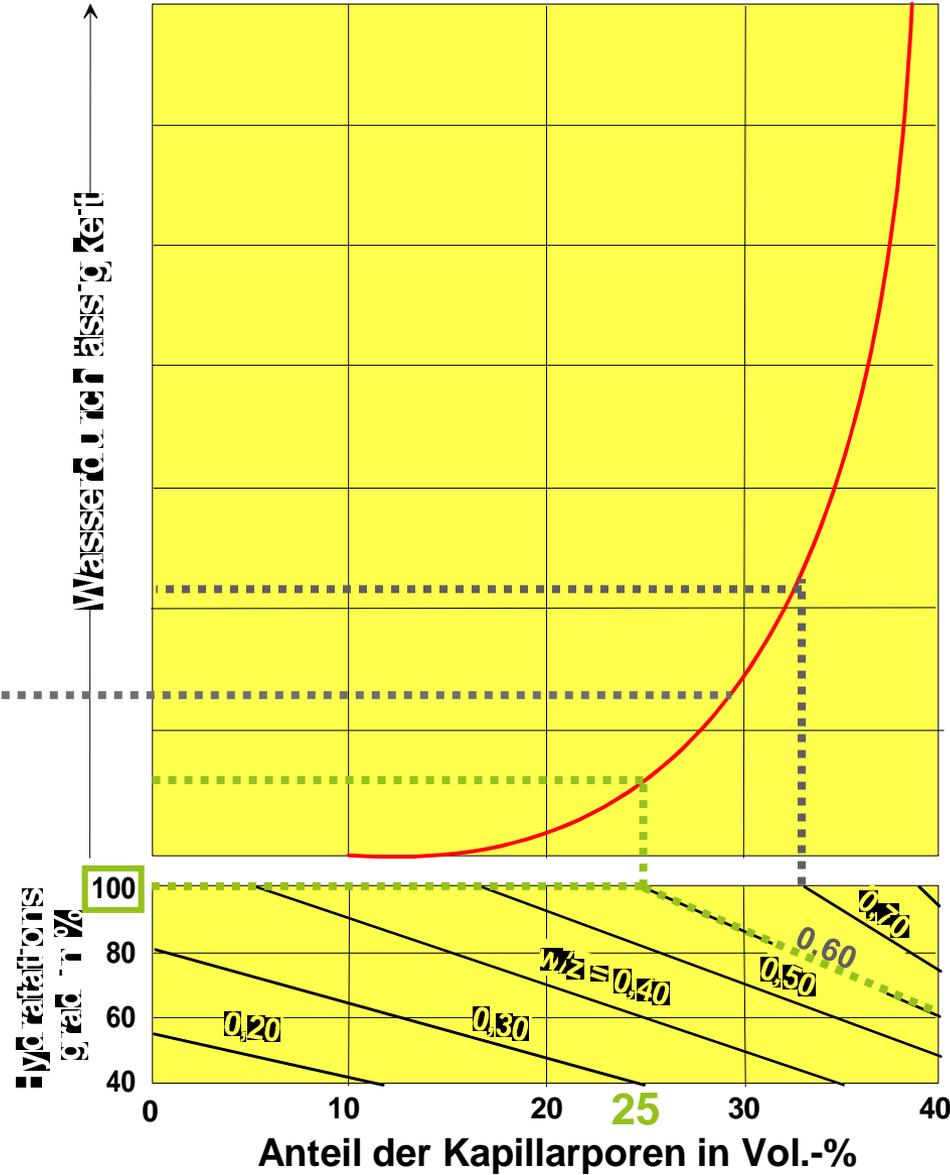
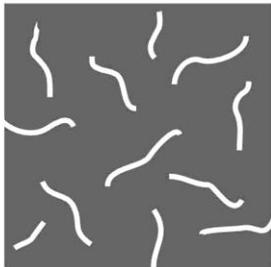
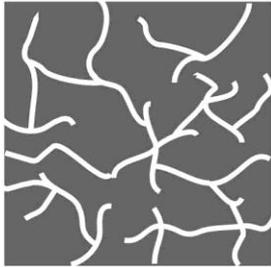
<b>Expositions- klasse (Umweltbedingungen)</b>	<b>erf. Festigkeit in der Randzone des Betons</b>	<b>ohne genauen Nachweis der Festigkeit</b>
<b>X0, XC1</b> (i. w. Innenbauteile)	<b><math>(0,30 \cdot f_{ck})</math></b>	<b>0,5 Tage</b>
<b>alle außer X0, XC1, XM</b>	<b><math>0,50 \cdot f_{ck}</math></b>	<b>siehe Tafel</b>
<b>XM</b> (i. w. Industrieböden)	<b><math>0,70 \cdot f_{ck}</math></b>	<b>Tafelwert verdoppeln</b>

---

# Nachbehandlung

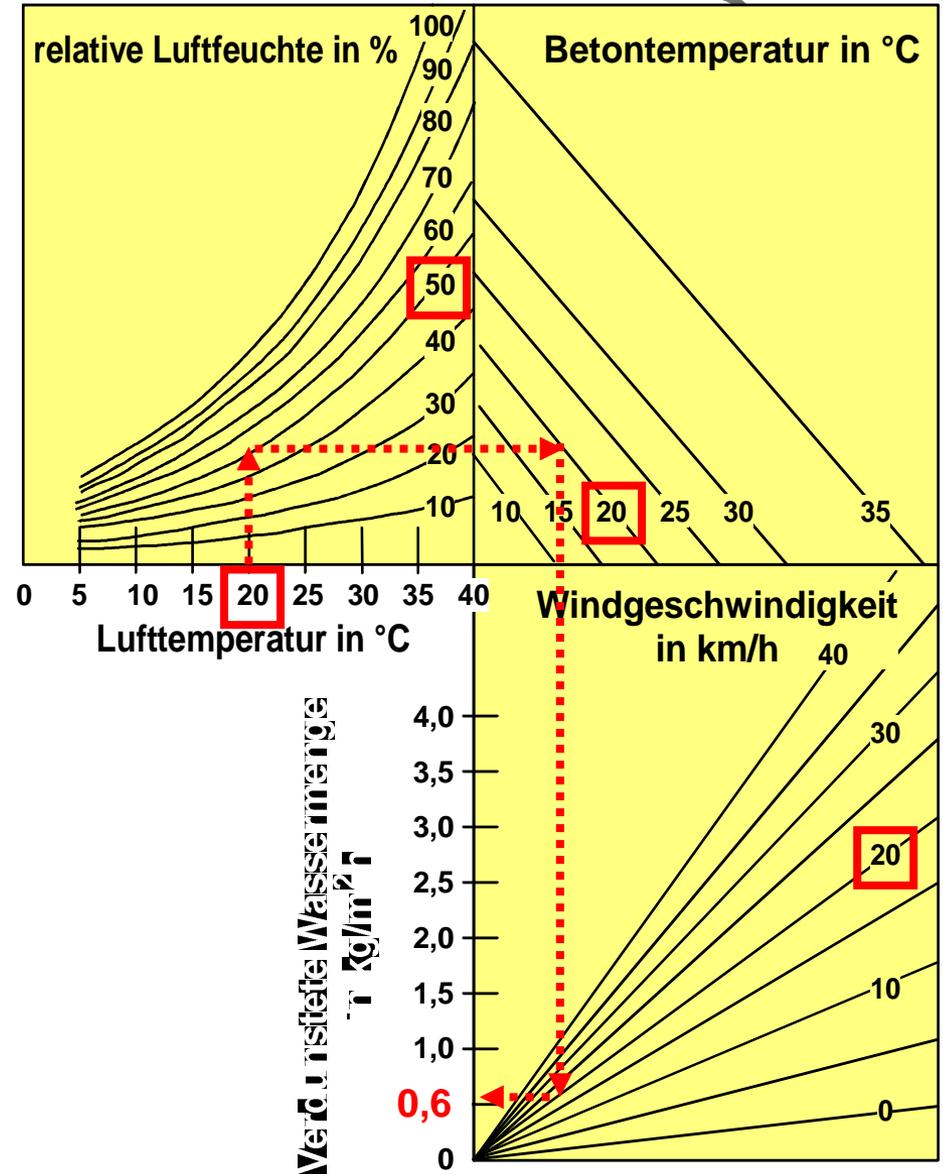
Wasserdurchlässigkeit  
(Porosität)

durchlässig  
←  
→  
undurchlässig



# Nachbehandlung

- Zweck
- Verfahren
- Dauer



## Nachbehandlung - Verdunstung

Beispiel	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> cm]
Zementgehalt z	<b>300</b>	
Wassergehalt w	<b>180</b>	<b>1,80</b>
w/z - Wert	<b>0,6</b>	

Verdunstungsrate: **0,6 kg/m<sup>2</sup> h**

### Oberflächenaustrocknung

Zeit [h]	Verdunstung [kg/m <sup>2</sup> ]	Austrocknung [cm]
<b>1</b>	<b>0,6</b>	<b>0,33</b>
<b>3</b>	<b>1,8</b>	<b>1</b>

# Nachbehandlungsverfahren

Verfahren	
Belassen in der Schalung	
Abdecken mit Folien	„dampfdicht“, Kanten und Stöße gegen Abheben und Durchzug sichern
wasserspeichernde Abdeckungen	z.B. vorgemätsste Jutetücher, ständiges Feuchthalten, gleichzeitig Verdunstungsschutz
sichtbarer Wasserfilm	kontinuierliches Besprühen oder Fluten
Nachbehandlungsmittel	flüssige Kunststoffdispersionen auf Paraffin- oder Harzbasis mit nachgewiesener Eignung
„natürliche Nachbehandlung“	feuchtes, regnerisches oder nebliges Wetter, Luftfeuchte $\geq 85\%$ im Tagesmittel
alternative Nachbehandlungsverfahren	wenn gleichwertig im Ergebnis

# Nachbehandlung

<b>Expositions- klasse (Umweltbedingungen)</b>	<b>erf. Festigkeit in der Randzone des Betons</b>	<b>ohne genauen Nachweis der Festigkeit</b>
<b>X0, XC1</b> (i. w. Innenbauteile)	<b><math>(0,30 \cdot f_{ck})</math></b>	<b>0,5 Tage</b>
<b>alle außer X0, XC1, XM</b>	<b><math>0,50 \cdot f_{ck}</math></b>	<b>siehe Tafel</b>
<b>XM</b> (i. w. Industrieböden)	<b><math>0,70 \cdot f_{ck}</math></b>	<b>Tafelwert verdoppeln</b>

---