



Basiskennis betontechnologie

Hoofdstuk 2:

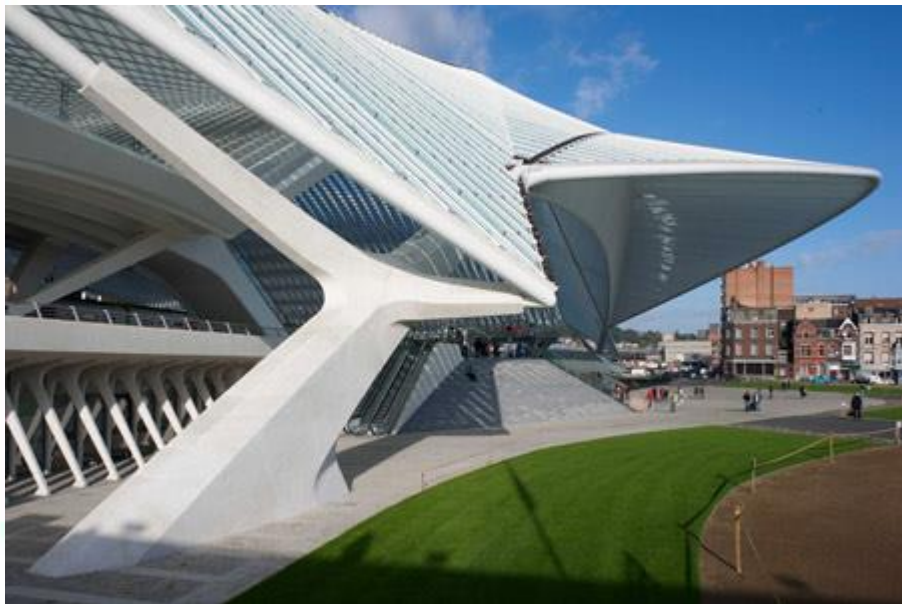
Beton als bouw materiaal

Beton als bouw materiaal

Voordelen van beton

- Goedkoop, vormvrijheid, brandwerend
- Goede kwaliteit grondstoffen
- Ontwikkelde industrietak
- Goed ingesteld op kleine en grote elementen of hoeveelheden
- Vakkennis voor constructeur, aannemer voldoende aanwezig
- Economische uitvoeringsmethoden
- Betrouwbaar (sterk, hard, duurzaam)
- Energiezuinig

Vorm-vrijheid



Solide



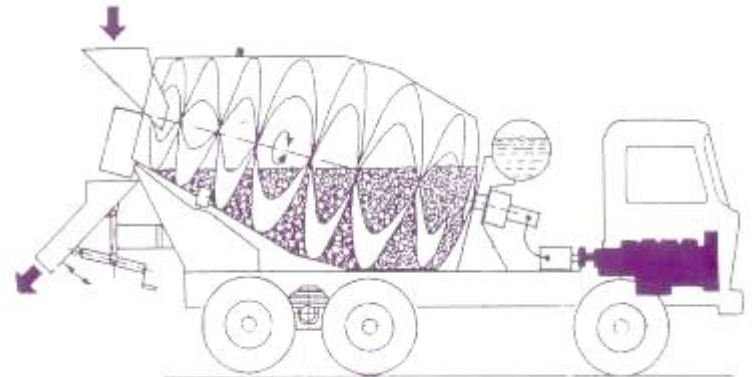
Beton als bouw materiaal

Nadelen van beton

- Zwaar
- Beton-imago
- Sterkte-ontwikkeling
- Lage treksterkte
- Moeilijk te slopen
- Schoon beton
- Scheurvorming
- Repareren is een vak
- “Beun de Haas”



Hoe werkt het....



Ter plaatse storten van beton

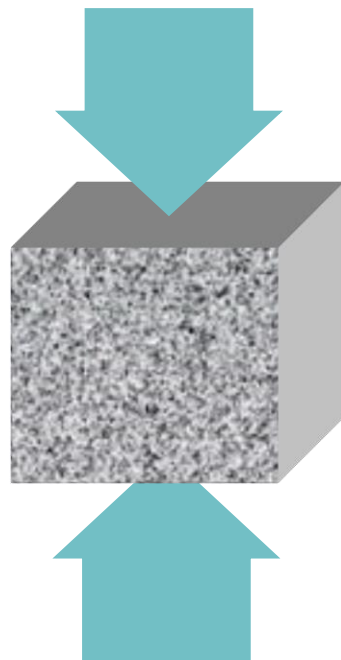


Geprefabriceerd beton



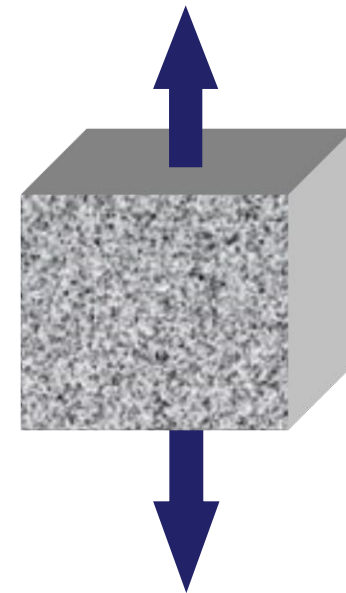
De betonconstructie

- Bestaat uit beton en uit wapening.
- Dit is noodzakelijk omdat:



STERK
onder
DRUK

ZWAK
onder
TREK



Wapening beton



Stalen wapening in beton

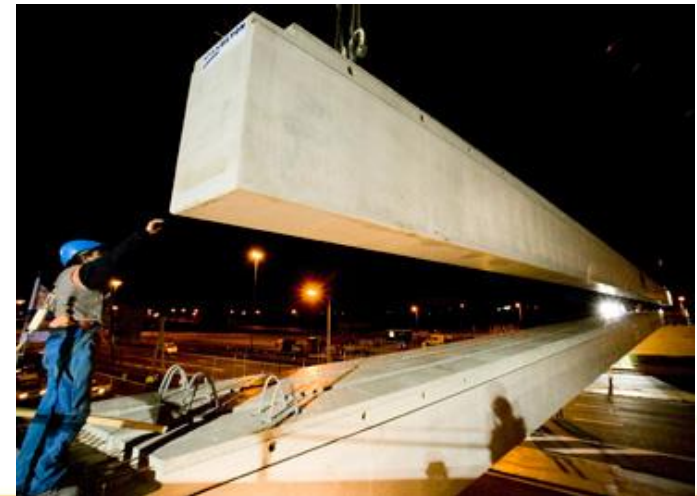
Waarom werken staal en beton goed samen ?

- » Beton neemt druk op, staal trek
- » Beton hecht goed aan staal
- » Staal wordt beschermd tegen roesten
- » Dezelfde thermische uitzettingscoëfficiënt



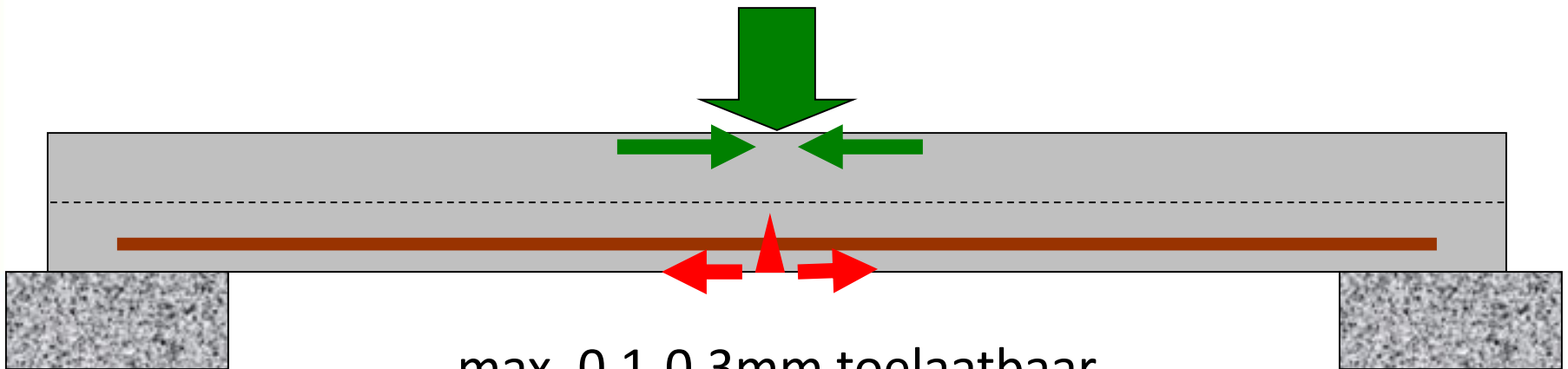
Indeling van beton

- **Ongewapend beton**
 - Werkvloer, Onderwaterbeton, Straatstenen
- **Gewapend (traditioneel) beton**
 - Vloeren, wanden, kolommen
- **Voorgespannen beton**
 - Brugliggers, grote overspanningen, scheurtjes niet acceptabel



Gewapend beton

Druk- en trekkrachten in een balk



max. 0,1-0,3mm toelaatbaar

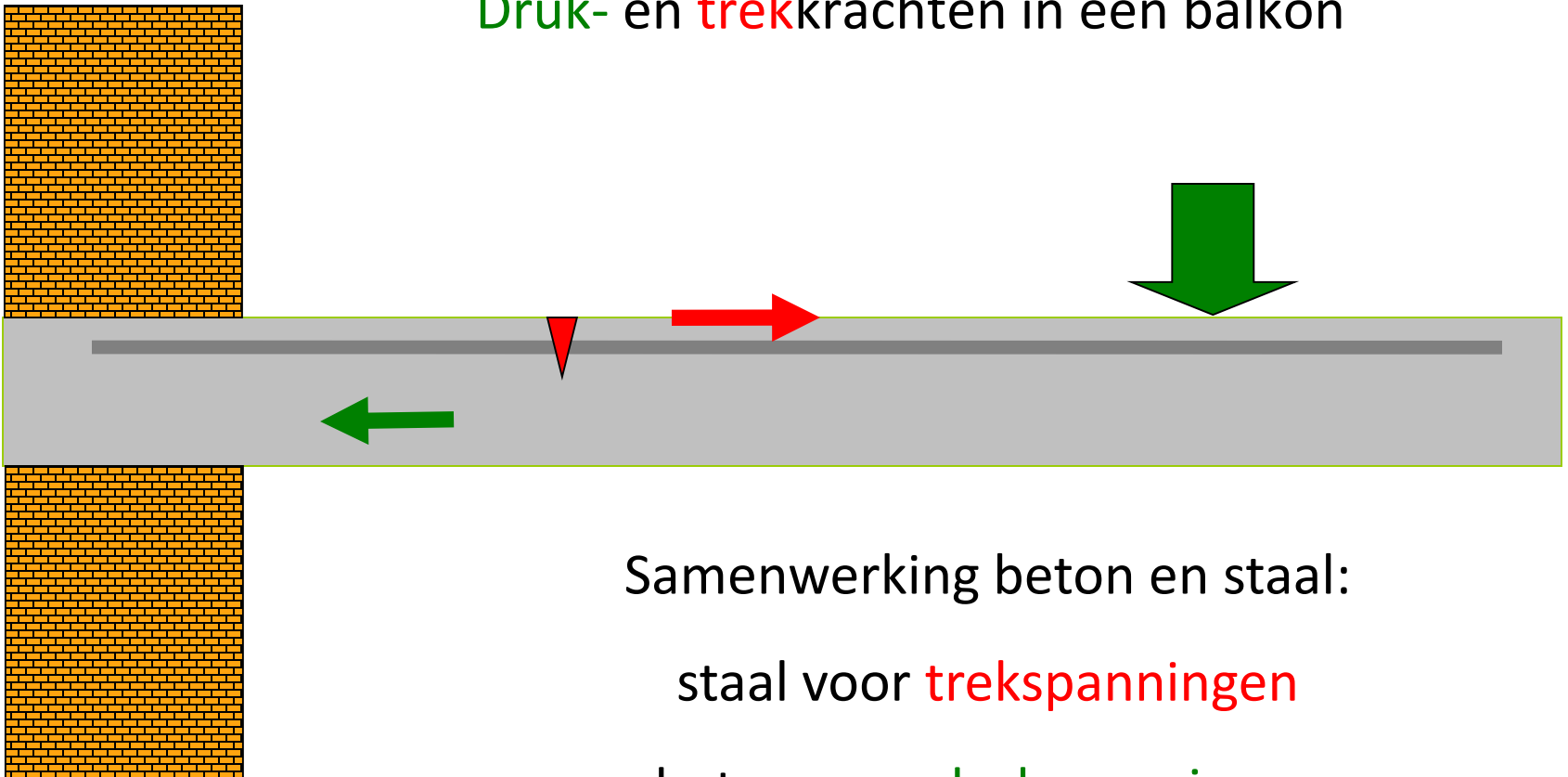
Samenwerking beton en staal:

staal voor **trekspanningen**

beton voor **drukspanningen**

Gewapend beton

Druk- en trekkrachten in een balkon

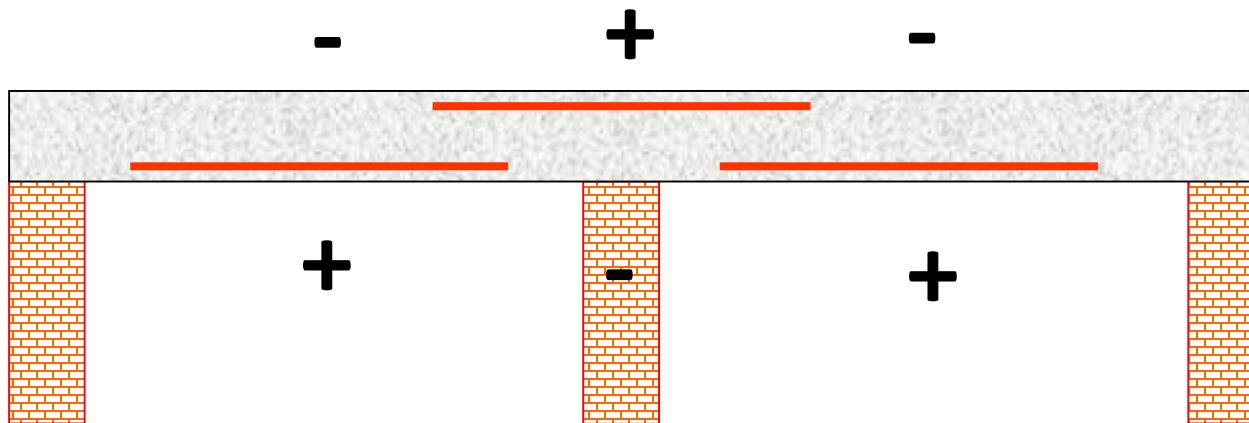


Samenwerking beton en staal:

staal voor **trekspanningen**

beton voor **drukspanningen**

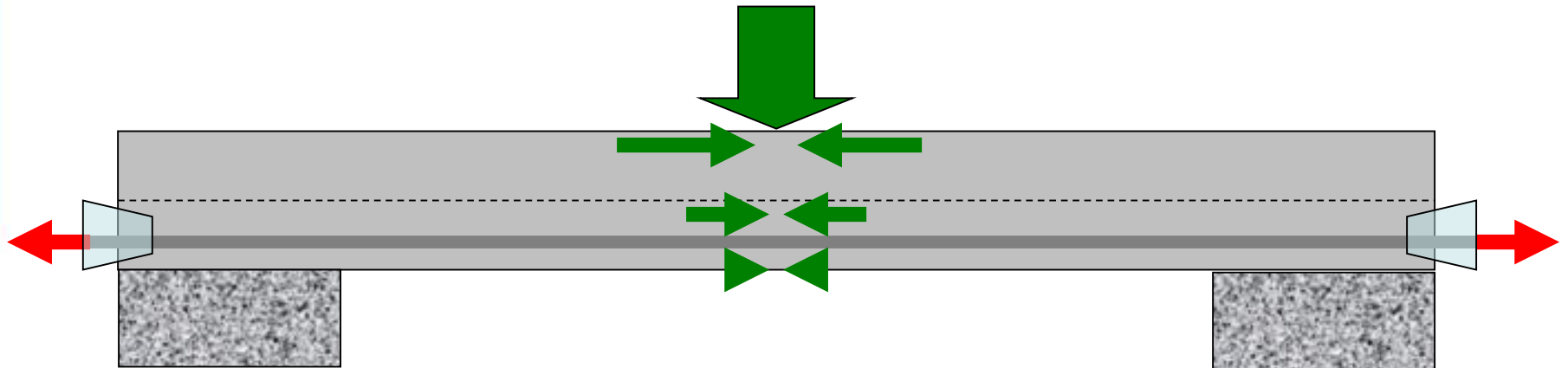
Balk op 3 steunpunten



- drukspanning
+ trekspanning

Voorgespannen beton

Alleen druk geen scheuren



Door middel van het voorspanstaal is de trekzône onder druk gezet, geen trekspanningen aan de onderzijde

Voorspansystemen

- Voorspanning met aanhechting (VMA)
 - Door omhullingsbuis, na het spannen injecteren
 - Heipalen, kanaalplaten
 - Liggers voor bruggen en viaducten
- Voorspanning zonder aanhechting (VZA)
 - Voorspanstaal en eindverankering in met vet gevulde kunststof omhulling
 - Vloersystemen, ter plaatse gestort

Voorspanning met aanhechting



Voorgereekte
wapening



Voorspanning zonder aanhechting



Nagerekte
wapening



Verwerkbaarheid

- Mengbaarheid
- Transporteerbaarheid
- Vloeigedrag
- Stabiliteit
- Verpompbaarheid
- Verdichtbaarheid
- Afwerkbaarheid
- Groene sterkte



Verwerkbaarheid

Verwerkbaarheid wordt beïnvloed door:

- Watergehalte van beton
- Toeslagmateriaal
 - Vorm, korrelverdeling, oppervlakstructuur
- Cement/vulstoffen
 - Hoeveelheid, fijnheid en soort
- Hulpstoffen
 - Hoeveelheid en de specifieke werking

Samenhang/Stabiliteit



Samenhang/Stabiliteit

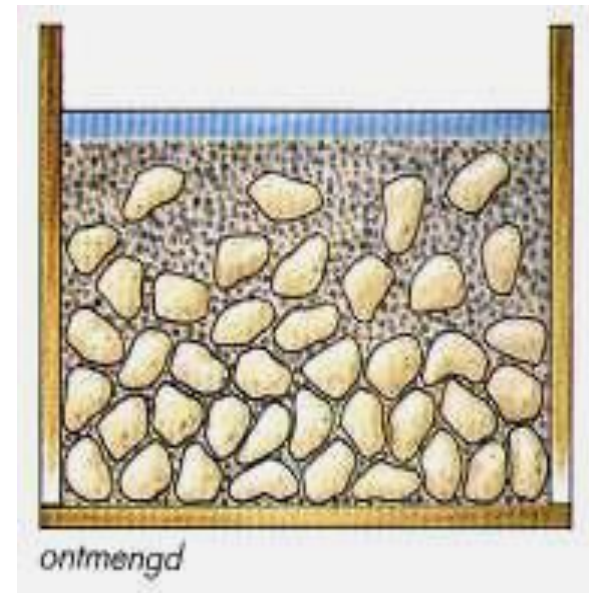
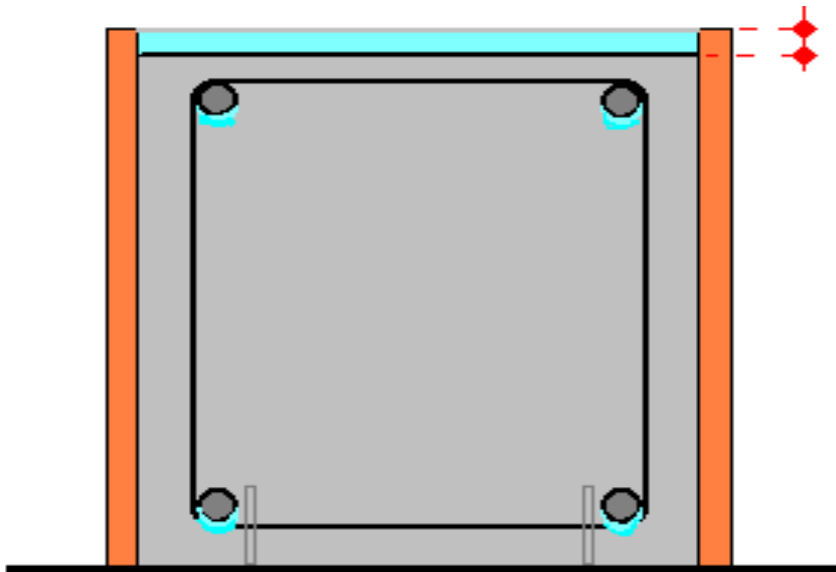
Samenhang wil zeggen, voldoende weerstand van de betonspecie tegen ontmenging tijdens de gehele plastische fase



Ontmenging

Ontmenging :

Zware delen toeslagkorrels zakken naar beneden.
Lichtere delen komen omhoog
Water komt op het beton te staan. (Bleeding)



Samenhang/Stabiliteit

Samenhang sturen:

- Gebruik niet meer water dan nodig
- Juiste korrelopbouw, van grof en fijn toeslagmateriaal
- Inzet van hulpstoffen
- Extra fijn materiaal toepassen ($< 0,250$ mm)

Definitie fijn materiaal:

alle materialen in beton $< 0,250$ mm

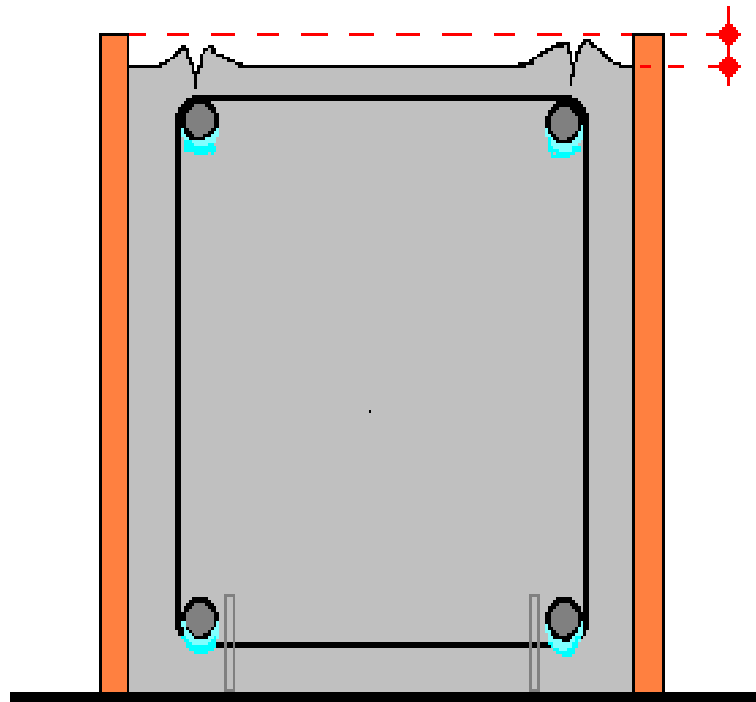


Min. hoeveelheid fijn mat. < 0,250 mm

Grootste zeefmaat D (mm)	Min. hoeveelheid fijn < 0,250 mm per m ³ beton (liters)
8	140
11,2	130
16	125
22,4	120
31,5	115

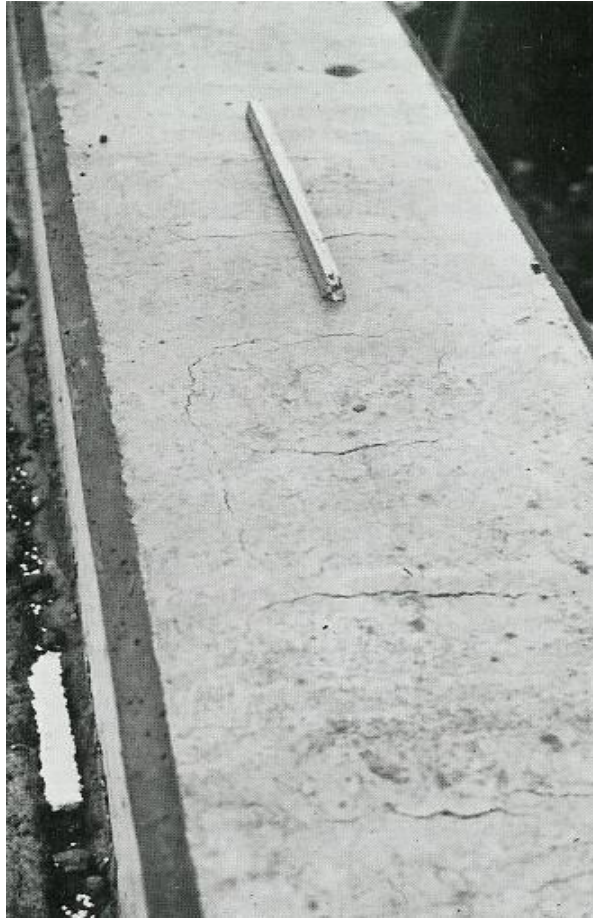
Eisen uit de norm tegen ontmenging van betonspecie

Zetting scheuren



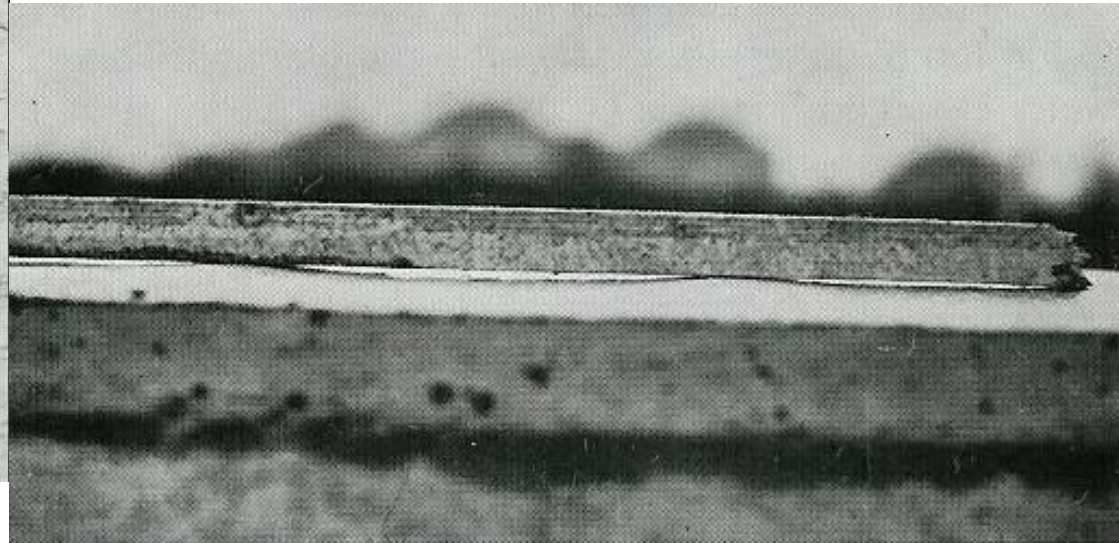
Mogelijk gevolg van ontmenging zijn zettingscheuren

Zetting scheuren / plastische fase



Oplossing:

Na-verdichten alleen
als het op tijd wordt
gesignaleerd.



Verwerkbaarheid



Slipformpaver



Kubel



Pompen



Consistentieklassen normaal beton

Consistentieklasse is de maat voor de verwerkbaarheid

consistentie	Verdichtings- maat		Zetmaat		Schudmaat		Vloeimaat	
droog	C0	$\geq 1,46$						
aardvochtig	C1	1,45-1,26	S1	10-40	F1	≤ 340		
half-plastisch	C2	1,25-1,11	S2	50-90	F2	350-410		
plastisch	C3	1,10-1,04	S3	100-150	F3	420-480		
zeer plastisch			S4	160-220	F4	490-550		
vloeibaar			S5	≥ 220	F5	560-620		
zeer vloeibaar					F6	≥ 630	SF1	550-650
zelfverdichtend							SF2	660-750
							SF3	750-850

Verdichtingsmaat

NEN-EN 12350-4



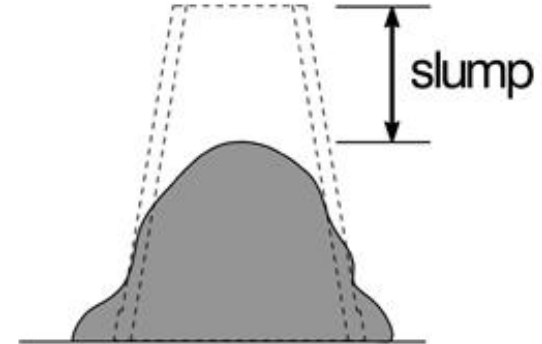
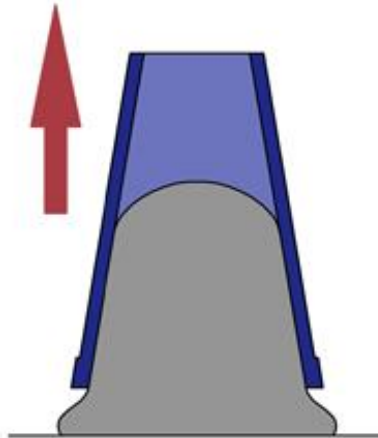
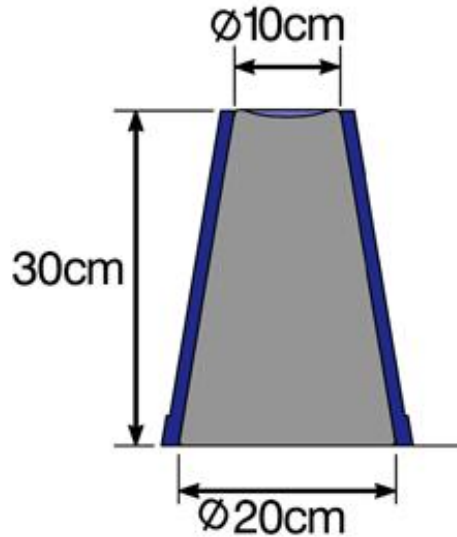
$$C = \frac{400}{400 - s}$$

C = verdichtingsmaat

S = inklinking in mm.

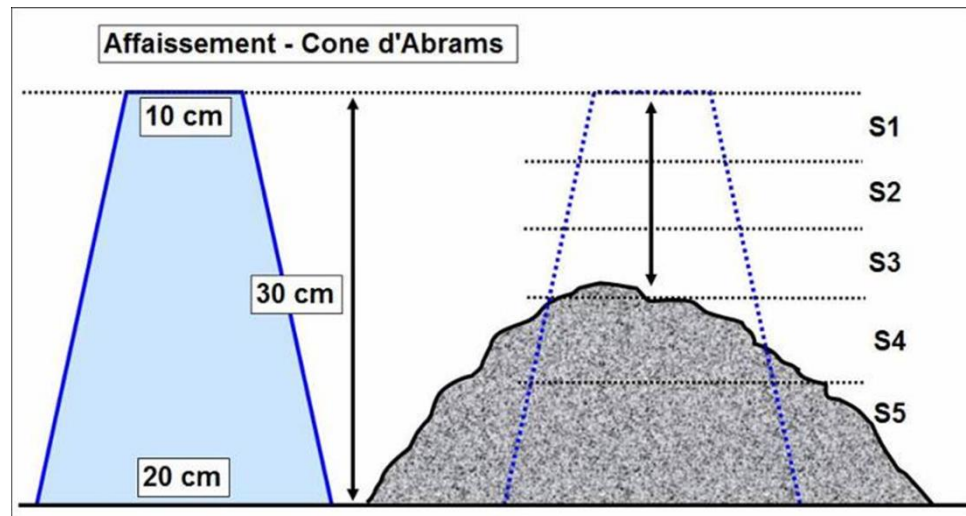
Zetmaat

NEN-EN 12350-2



3 lagen

**25 x porren
per laag**



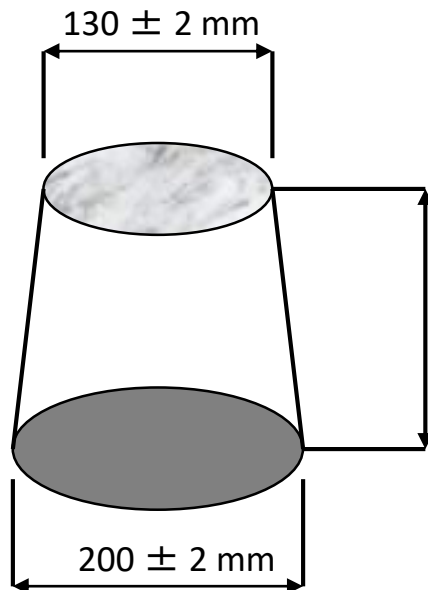
Schudmaat

NEN-EN 12350-5



Duitse kegel

15 x klappen !



2 lagen





10 x stampen
per laag

200 ± 2 mm

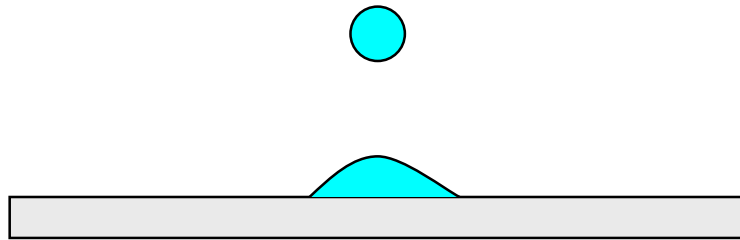


Consistentieklassen ZVB

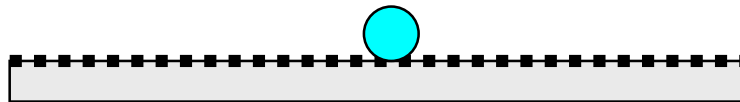
Consistentieklassen – zelfverdichtend beton

Plasticiteit		Viscositeit				Blokking				Stabiliteit	
Vloeimaat SF EN 12350-8		T ₅₀₀ VS EN 12350-8		Trechtertijd VF EN 12350-9		L-Box PL EN 12390-10		J-Ring PJ EN 12390-12		Segregatie SR EN 12390-11	
											
Sym	[mm]	Sym	[sec]	Sym	[sec]	Sym	[-]	Sym	[mm]	Sym	[%]
SF1	550-650	Aanvullende eigenschappen									
SF2	660-750	VS1	≤ 2	VF1	< 9			PJ1	≤ 10 12*	SR1	≤ 20
SF3	760-850	VS2	3-6	VF2	9-25			PJ2	≤ 10 16*	SR2	≤ 15

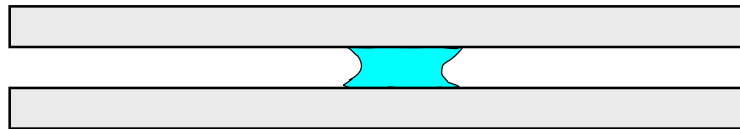
Groene sterkte



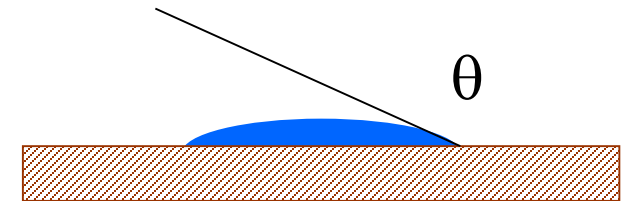
Adhesie



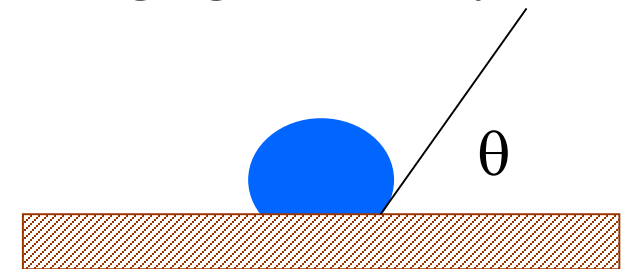
Vetlaagje



Adhesie



Lage grensvlakspanning



Hoge grensvlakspanning

Groene sterkte



Groene sterkte



Groene sterkte

- Cohesie en adhesie
- Korrelopbouw
- Hoeveelheid fijn
- Watergehalte
- Verdichting



Eigenschappen van verhardend beton

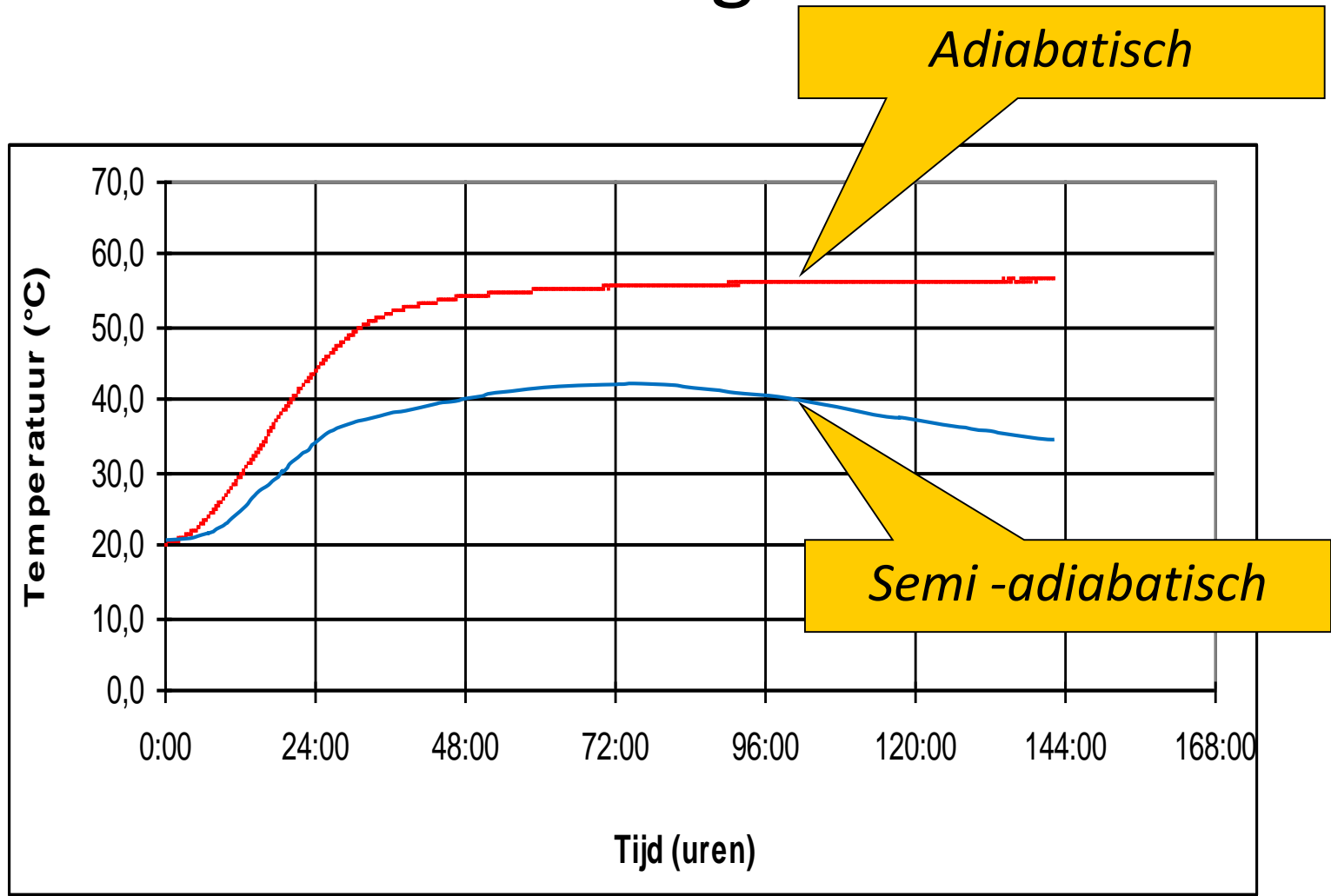
- De fase na de verwerking van beton.
- Beton moet met rust gelaten worden
- Begin van de sterkteontwikkeling
- Bros en teer product
- Beton mag geen water verliezen
- Beton wordt warm door de reactie van cement met water die sterkte geeft aan het beton

Hydratatiewarmte

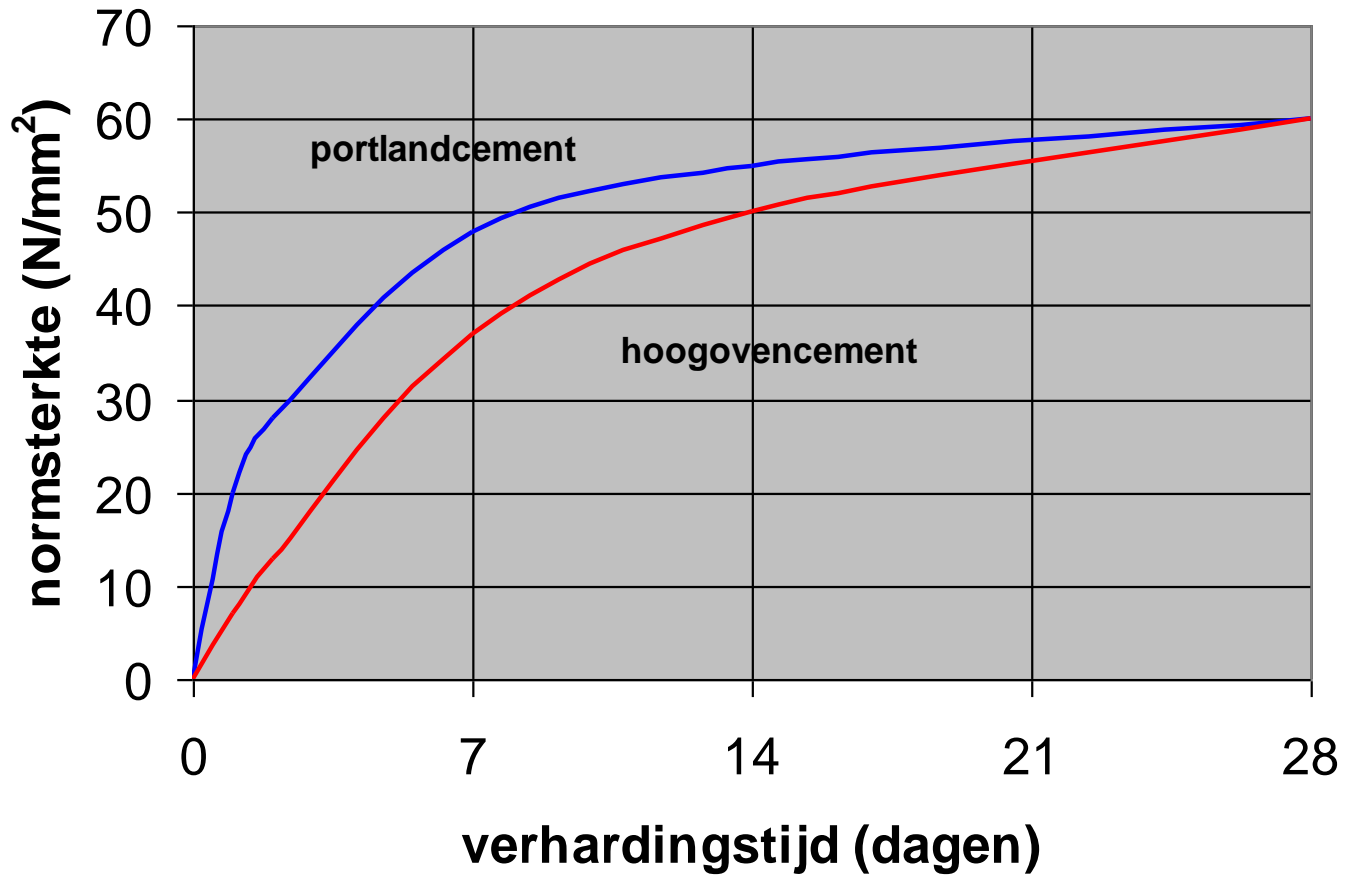
- *Adiabatisch*: Omstandigheden waarbij geen warmte-uitwisseling met de omgeving plaats heeft. Komt overeen met de maximaal te realiseren temperatuur in de kern van massa beton.
- *Semi-adiabatisch*: Omstandigheden waarbij een deel van de warmte afgegeven wordt aan de omgeving



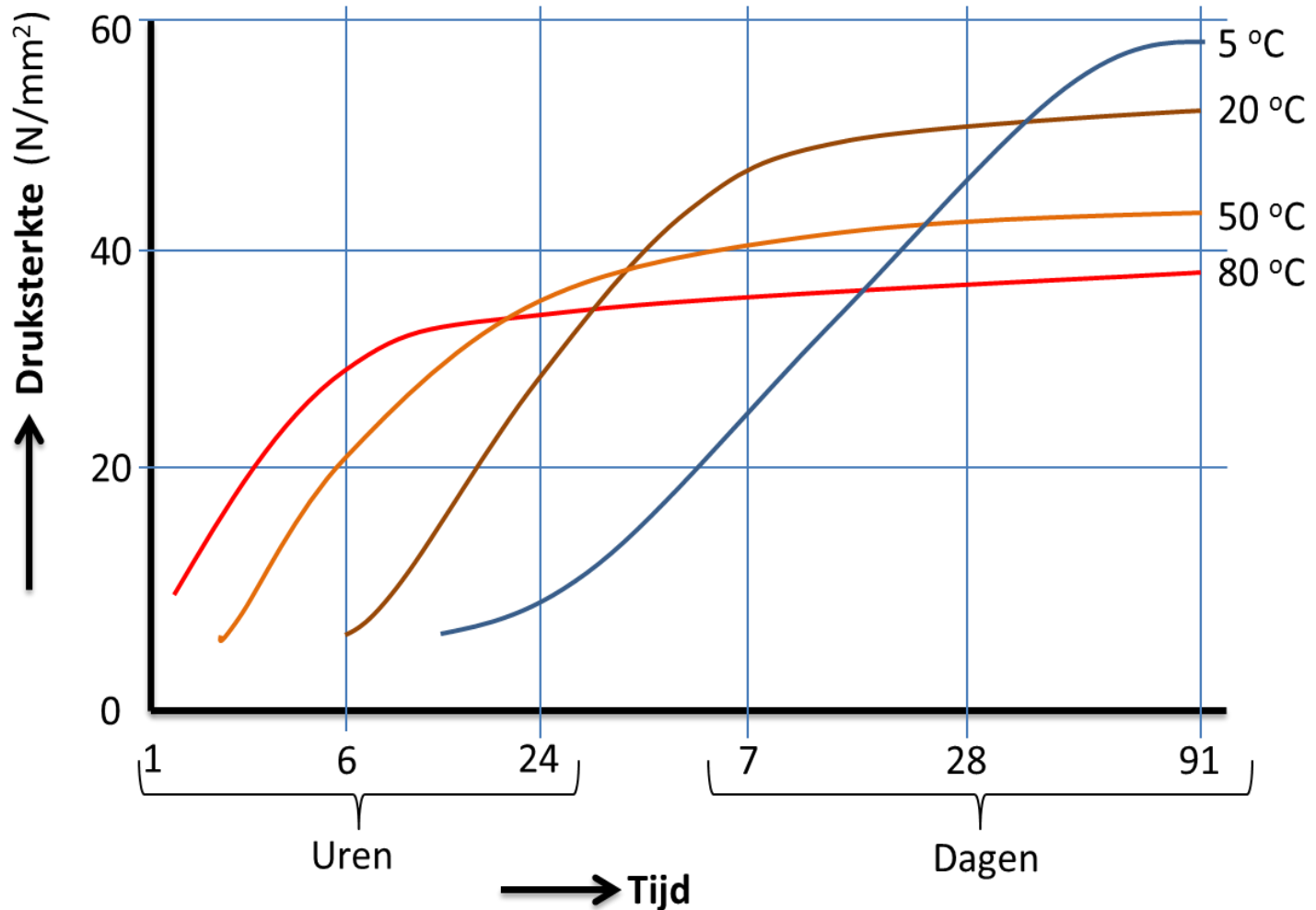
Warmteontwikkeling



Cementsoort



Temperatuur en sterkte



Verhard beton

- Druksterkte
- Volumieke massa
- Duurzaamheid / milieuklassen
- Schoonbeton
- Bijzondere betonsoorten





Druksterkteklassen

Normaal- en Zwaarbeton	Lichtbeton
C8/10	LC8/9
C12/15	LC12/13
C16/20	LC16/18
C20/25	LC20/22
C25/30	LC25/28
C30/37	LC30/33
C35/45	LC35/38
C40/50	LC40/44
C45/55	LC45/50
C50/60	LC50/55
C55/67	LC55/60
C60/75	LC60/66
C70/85	LC70/77
C80/95	LC80/88
C90/105	
C100/115	

Cilinders of kubussen

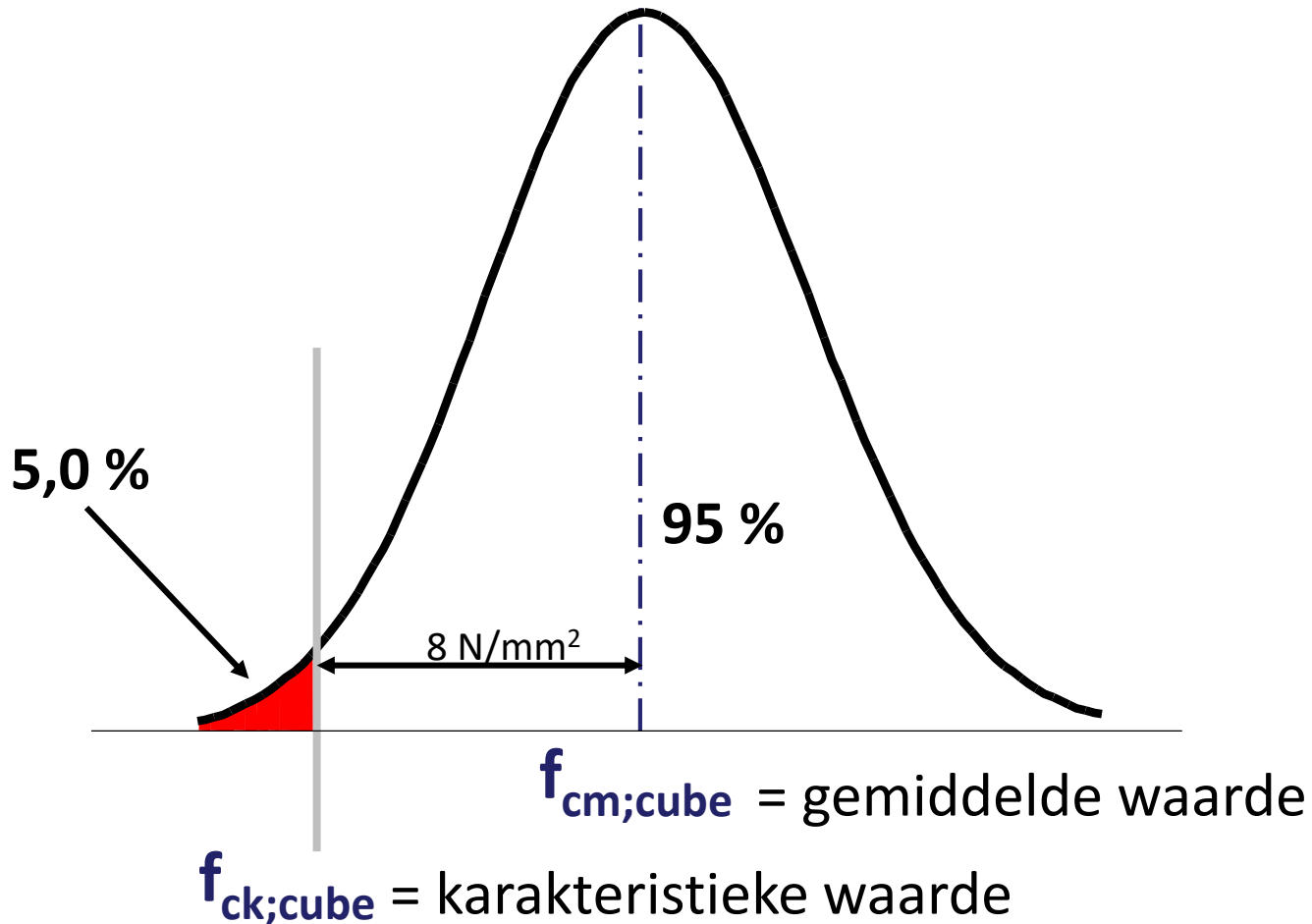
“C20/25” Betekent voor :

-  Cilinders : karakteristiek 20 N/mm^2
-  Kubussen: karakteristiek 25 N/mm^2

Karakteristiek betekent dat 95 % van het beton sterker is dan deze waarde

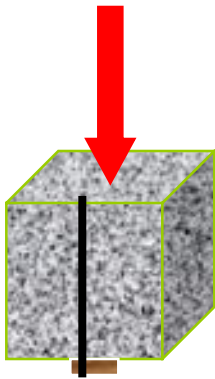


Karakteristieke druksterkte

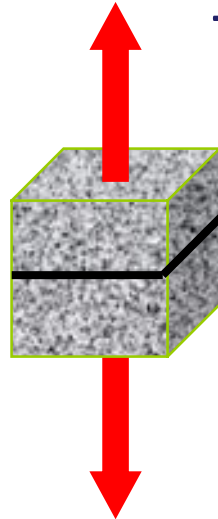


Treksterkte

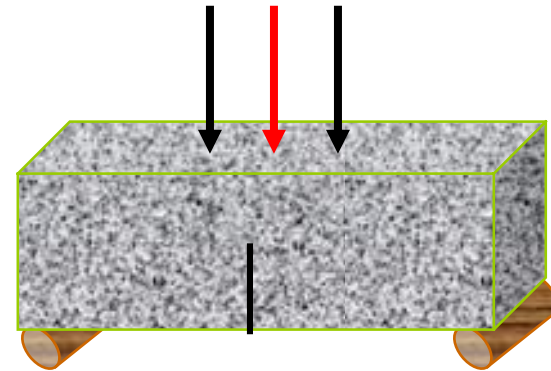
Splijttrek



Trek



Buigtrek



Eigenschap	N/mm ²
Druksterkte	30
Treksterkte	2,5
Splijktreksterkte	2,7
Buigtreksterkte	4,5

Elasticiteitsmodulus

De E-modulus is een materiaaleigenschap:

$$E = \sigma / \varepsilon$$

E = E-modulus [N/mm²]

σ = Spanning [N/mm²]

ε = Specifieke vervorming [-]

(lengte verandering/oorspronkelijke lengte)



Relatie druksterkte en andere eigenschappen

	f_{ck} N/mm ²	$f_{ck;cube}$ N/mm ²	f_{cm} N/mm ²	$f_{cm;cube}$ N/mm ²	f_{ctm} N/mm ²	E_{cm} N/mm ²
C 20/25	20	25	28	33	2,21	30.000
C 25/30	25	30	33	38	2,56	31.500
C 30/37	30	37	38	45	2,90	32.800
C 35/45	35	45	43	53	3,21	34.100
C 40/50	40	50	48	58	3,51	35.200
C 45/55	45	55	53	63	3,80	36.300
C 50/60	50	60	58	68	4,07	37.300
C 55/67	55	67	63	75	4,21	38.200
C 60/75	60	75	68	83	4,35	39.100
C 70/85	70	85	78	93	4,61	40.700
C 80/95	80	95	88	103	4,84	42.200
C 90/105	90	105	98	113	5,04	43.600

Volumieke Massa

- Lichtbeton 800 - 2000 kg/m³
- Normaal 2000- 2600 kg/m³
- Zwaar > 2600 kg/m³

-
- Toepassing ???
 - Duurzaamheid ???
 - Ontmenging gevoeligheid ???

Volumieke massa licht beton

Klasse	Volumieke massa in kg/m ³
D 1,0	≥ 800 en ≤ 1000
D 1,2	≥ 1000 en ≤ 1200
D 1,4	≥ 1200 en ≤ 1400
D 1,6	≥ 1400 en ≤ 1600
D 1,8	≥ 1600 en ≤ 1800
D 2,0	≥ 1800 en ≤ 2000

Volumieke massa

Toepassingen:

Zwaar beton: bescherming tegen straling
 geluidsisolatie
 onder water massa

Licht beton: massa vermindering
 warmte-isolatie

Duurzaamheid

De bestandheid van beton tegen fysische- of chemische aantasting vanuit de omgeving(milieu) waarin het geplaatst is.

- NEN-EN 206/NEN 8005 heeft hiervoor :
milieuklassen



Hoofdgroepen milieuklassen

- **X0** Geen risico op corrosie of aantasting
- **XC** Corrosie ingeleid door carbonatie
- **XD** Corrosie ingeleid door chloriden anders dan afkomstig uit zeewater
- **XS** Corrosie ingeleid door chloriden afkomstig uit zeewater
- **XF** Vorst/dooi-wisselingen met of zonder chloriden
- **XA** Chemische aantasting

Wapeningscorrosie

Milieuklasse X0

1. Geen risico op corrosie of aantasting		
	Omschrijving	Voorbeelden
X0	<p>Beton zonder wapening of ingestort metaal: alle milieus behalve bij vorst/dooi, afslijting of chemische aantasting.</p> <p>Beton met wapening of ingestorte metalen in een zeer droge omgeving</p>	<ul style="list-style-type: none">• Werkvloeren• Ongewapend beton (bv funderingen)• Onderwaterbeton.



Onderwater beton = X0



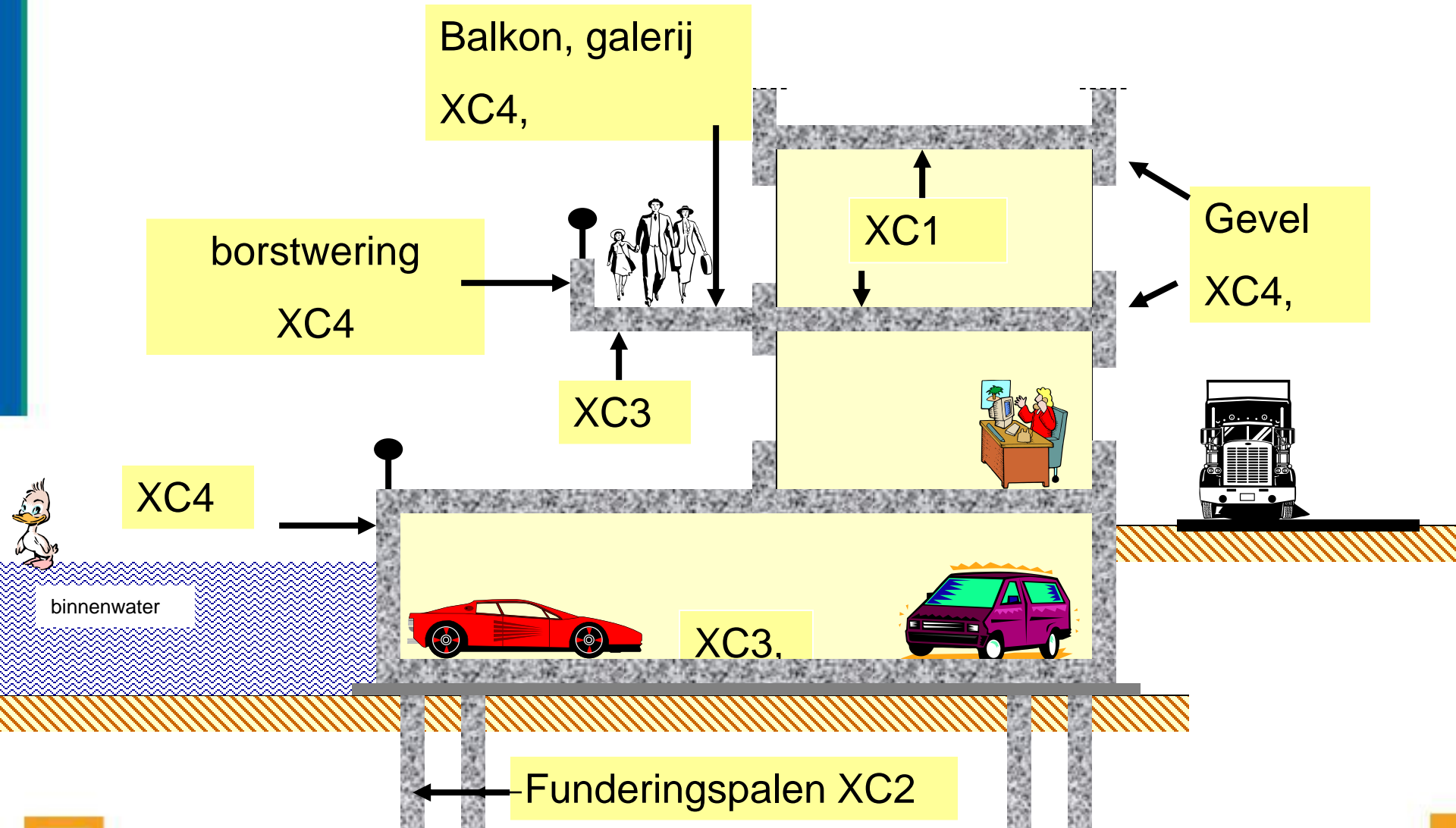
Milieuklasse XC

2. Corrosie ingeleid door carbonatatie

Beton met wapening of andere ingestorte metalen blootgesteld aan lucht en vocht

	Omschrijving	Voorbeelden
XC1	Droog of blijvend nat	<ul style="list-style-type: none">• Beton binnen gebouwen met een lage luchtvochtigheid.• Beton blijvend onder water
XC2	Nat, zelden droog	<ul style="list-style-type: none">• Beton langdurig in contact met water.• Veel funderingen
XC3	Matige vochtigheid	<ul style="list-style-type: none">• Beton binnen gebouwen met een matige of hoge luchtvochtigheid.• Beton buiten beschermt tegen regen
XC4	Wisselend nat en droog	<ul style="list-style-type: none">• Betonoppervlakken die niet vallen onder milieuklasse XC2• Buiten onbeschermt

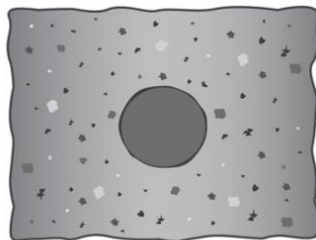
Woning en utiliteitsbouw



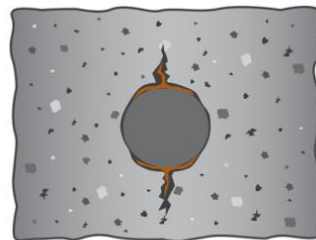
Maatregelen

Voorkom carbonatatie tot op wapening ! Door:

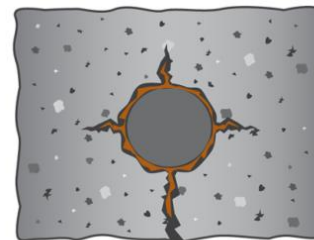
- Voldoende dekking !!!
- Lage water-cementfactor
- Juiste nabehandeling



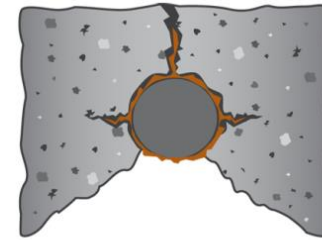
BEFORE CORROSION.



**BUILD-UP OF
CORROSION PRODUCTS.**



**FURTHER CORROSION.
SURFACE CRACKS.
STAINS.**



**EVENTUAL SPALLING.
CORRODED BAR.
EXPOSED.**

Milieuklasse XD

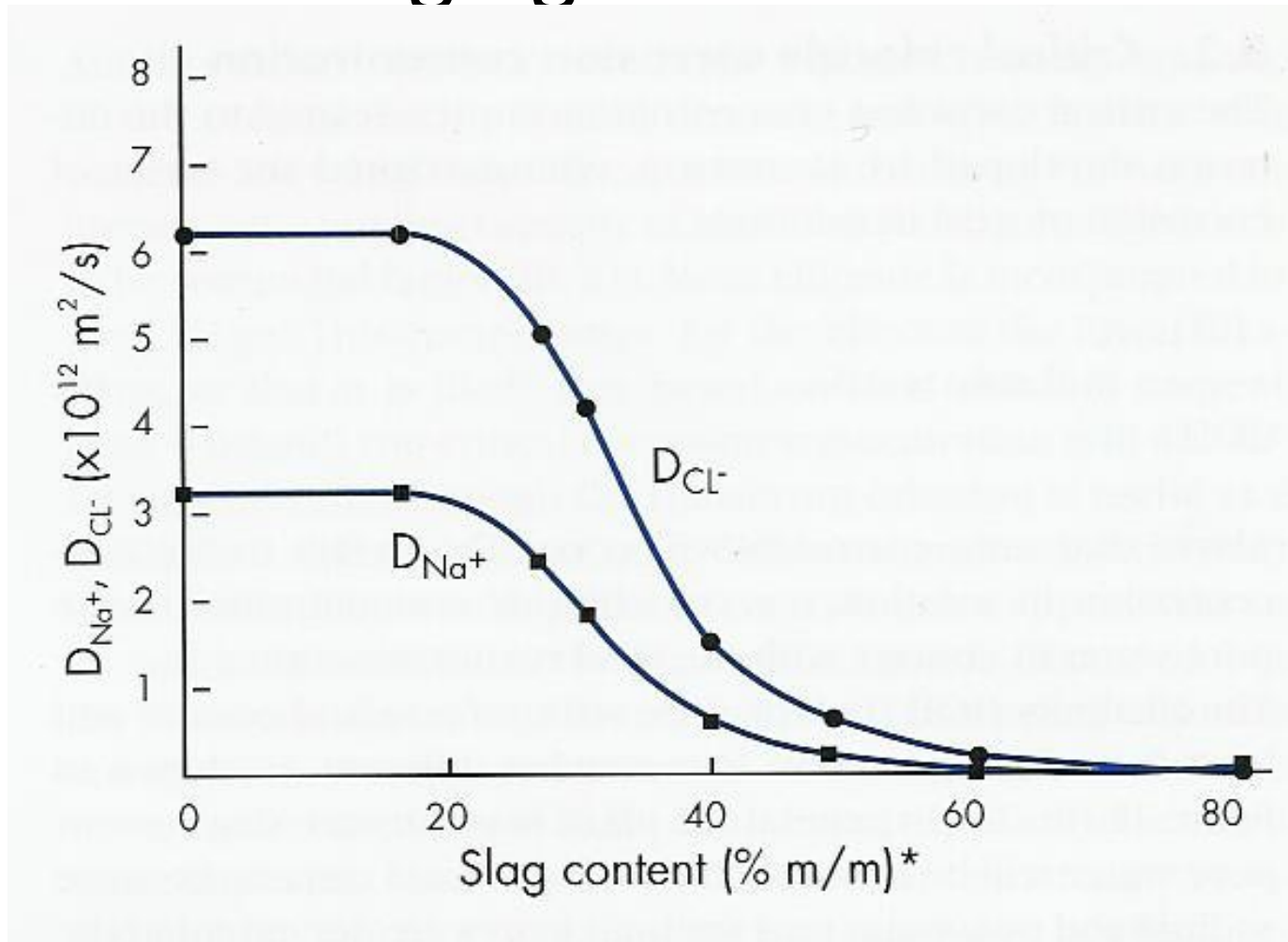
3. Corrosie door chloriden anders dan afkomstig uit zeewater. Beton met wapening of andere ingestorte metalen en in contact met chloridehoudend water, inclusief dooizouten, maar waarbij de chloriden niet afkomstig zijn uit zeewater

	Omschrijving	Voorbeelden
XD1	Matige vochtigheid	<ul style="list-style-type: none">• Betonoppervlakken blootgesteld aan chloriden uit de lucht. (kust -> XS1)
XD2	Nat, zelden droog	<ul style="list-style-type: none">• Zwembaden• Beton blootgesteld aan chloride houdend industriewater.
XD3	Wisselend nat en droog	<ul style="list-style-type: none">• Brugdelen blootgesteld aan chloride houdend spatwater.• Betonverhardingen.• Parkeerdekken in parkeergarages.

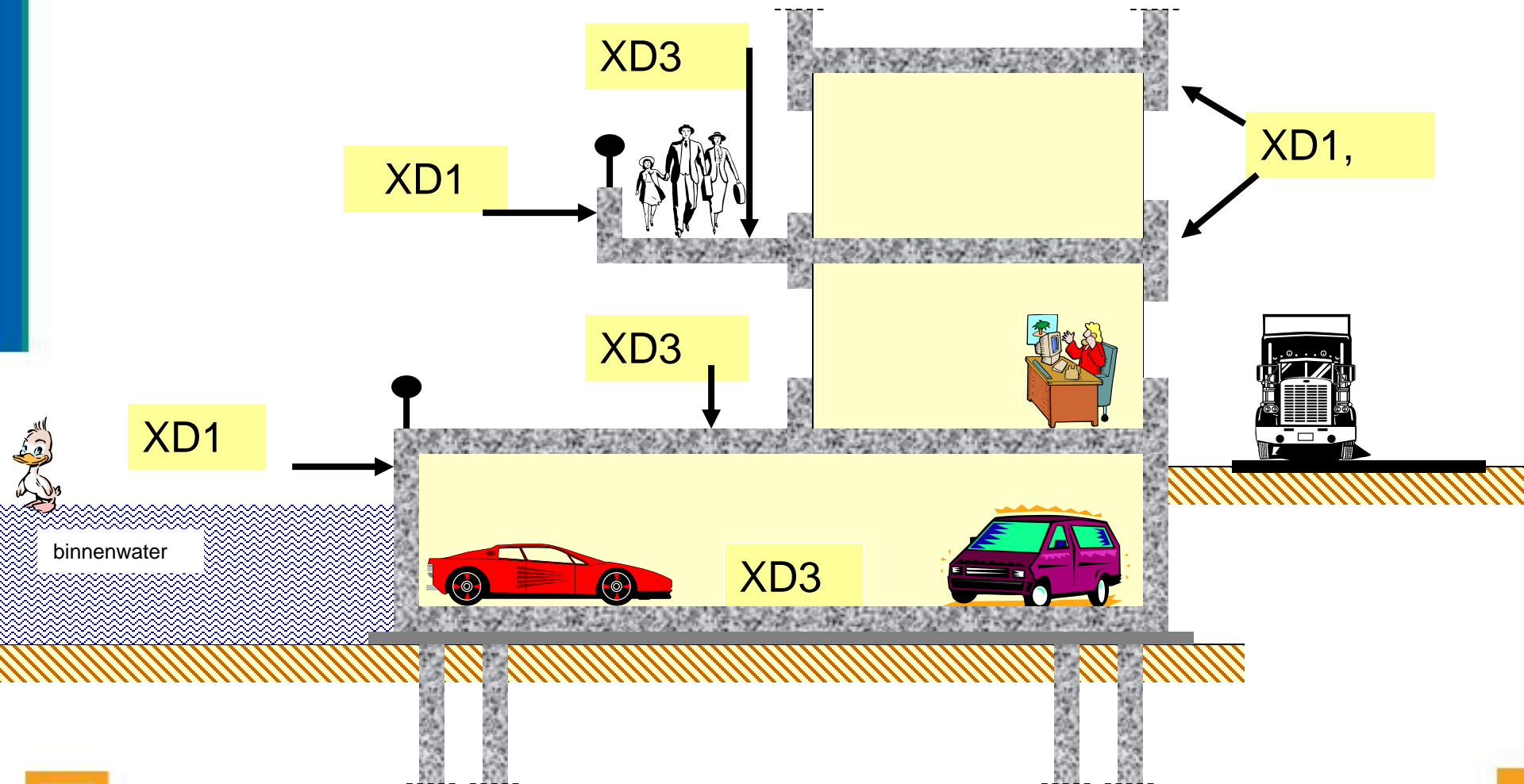
Corrosie van wapening XD niet uit zeewater



Indringing van chloriden



Woning en utiliteitsbouw



Milieuklasse XS

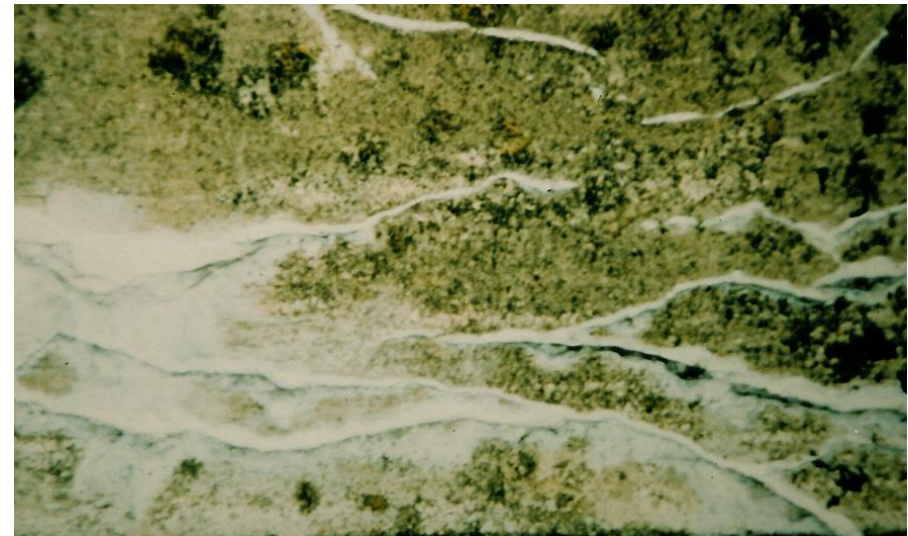
4. Corrosie ingeleid door chloriden afkomstig uit zeewater.

Beton met wapening of andere ingestorte metalen blootgesteld aan chloriden uit zeewater of aan de lucht dat zout bevat afkomstig uit zee.

	Omschrijving	Voorbeelden
XS1	Blootgesteld aan zouten in de lucht maar niet in direct contact met zeewater	<ul style="list-style-type: none">• Betonconstructies bij of aan de kust.
XS2	Blijvend onder water	<ul style="list-style-type: none">• Delen van constructies in zee
XS3	Getijde-, spat- en stuifzone	<ul style="list-style-type: none">• Delen van constructies in zee

Aantasting van beton door zeewater

- Corrosie ingeleid door chloriden uit zeewater
- Sulfaataantasting



Sulfaataantasting:

$C_3A + \text{gips} + \text{water} \rightarrow \text{ettringiet}$
(toename vol. $\pm 2,7$ keer)

Ettringiet: $3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3CaSO_4 \cdot 32H_2O$

Zeewatermilieu XS

XS1



XS1

XS3

XS2



Milieuklasse XF

5. Aantasting door vorst/dooi, met of zonder dooizouten

Beton met en zonder wapening

Beton dat nat is en is blootgesteld aan flinke vorst/dooi wisselingen.

	Omschrijving	Voorbeelden
XF1	Niet volledig verzadigd met water, zonder dooizouten	<ul style="list-style-type: none">• Verticale betonoppervlakken blootgesteld aan regen en vorst.
XF2	Niet volledig verzadigd met water, met dooizouten	<ul style="list-style-type: none">• Verticale betonoppervlakken of wegconstructies blootgesteld aan vorst en verstoven dooizouten. (Spatzone bij wegen)
XF3	Verzadigd met water, zonder dooizouten	<ul style="list-style-type: none">• Horizontale betonoppervlakken blootgesteld aan regen en vorst.
XF4	Verzadigd met water, met dooizouten	<ul style="list-style-type: none">• Horizontale betonoppervlakken blootgesteld aan regen en vorst met dooizouten.• Spatzone van constructies in zee blootgesteld aan vorst.

Vorst met of zonder dooizouten



- Water bevroest
- 9 % volume vergroting
- Beton bestand tegen éénmalig bevriezen bij 5 N/mm^2

Opties:

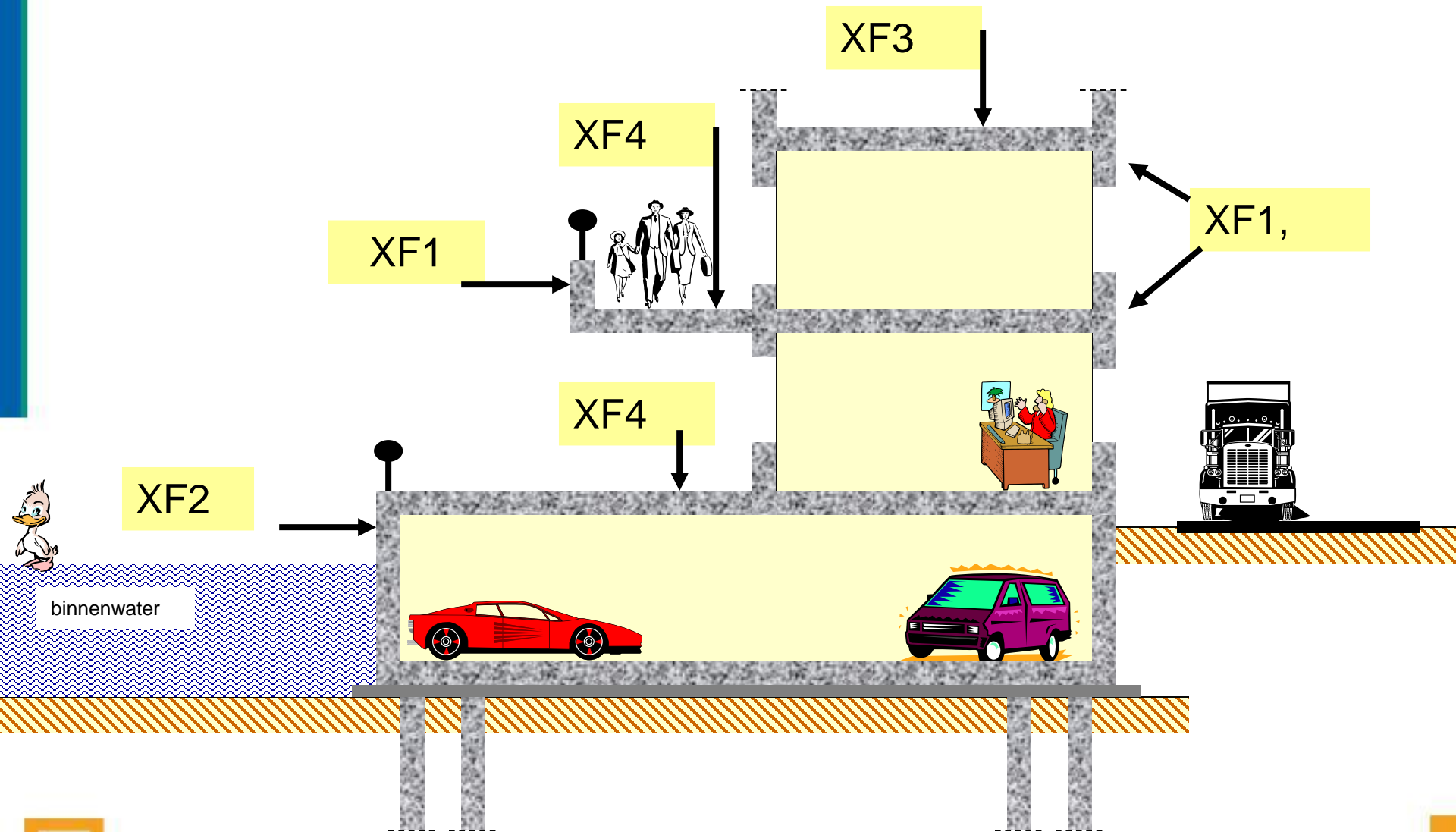
- Lagere w/c-factor
 - Luchtbellen inbrengen
- let op de afstandsfactor



Vorst met of zonder dooizouten



Woning en utiliteitsbouw



Milieuklasse XA

6. Chemische aantasting

Beton met en zonder wapening. Beton blootgesteld aan chemische aantasting door natuurlijke grond en grondwater met een water-/grondwatertemperatuur tussen 5°C en 25°C en een zo lage watersnelheid dat een statische situatie wordt benaderd.

	Omschrijving	Voorbeelden
XA1	Zwak agressief tabel 2.15	<ul style="list-style-type: none">• Bedrijfsvloeren in de zuivelindustrie.
XA2	Matig agressief tabel 2.15	<ul style="list-style-type: none">• Beton(elementen) in de glastuinbouw.• Calamiteiten-bakken in de chemische industrie.• Vloeistofdicht beton.
XA3	Sterk agressief tabel 2.15	<ul style="list-style-type: none">• Riolerings-systemen.• Mais opslag

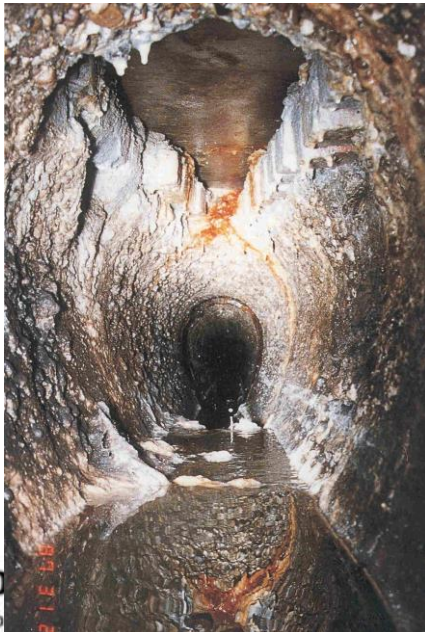
Indeling XA, Tabel 2.15

Milieuklassen	XA1	XA2	XA3
Agressiviteit	licht	matig	Sterk
Grondwater			
Sulfaat (mg SO ₄ ²⁻ /l)	200 – 600	600 – 3000	3000 – 6000
pH	6,5 – 5,5	5,5 – 4,5	4,5 – 4,0
Kalkoplossend koolzuur (mg CO ₂ /l)	15 – 40	40 – 100	> 100
Ammonium (mg NH ₄ ⁺ /l)	15 – 30	30 – 60	60 – 100
Magnesium (mg Mg ²⁺ /l)	300 – 1000	1000 – 3000	> 3000
Bodem			
Sulfaat (mg SO ₄ ²⁻ /kg)	2000 – 3000	3000 – 12000	12000 – 24000
Zuurgraad (ml/kg)	> 200	in praktijk niet waargenomen	

XA – Zuur aantasting

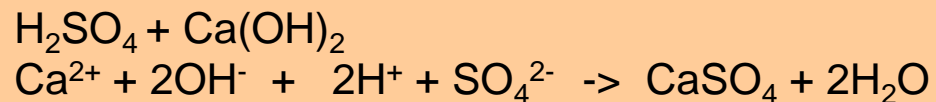


- Zacht water
- Biogeen zwavelzuur
- Microbiologisch salpeterzuur
- Zwak zuur en sterkte base



Cementsteen: $3\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O} + \text{Ca}(\text{OH})_2$
Zuur: H_2SO_4 (zwavelzuur bijvoorbeeld)

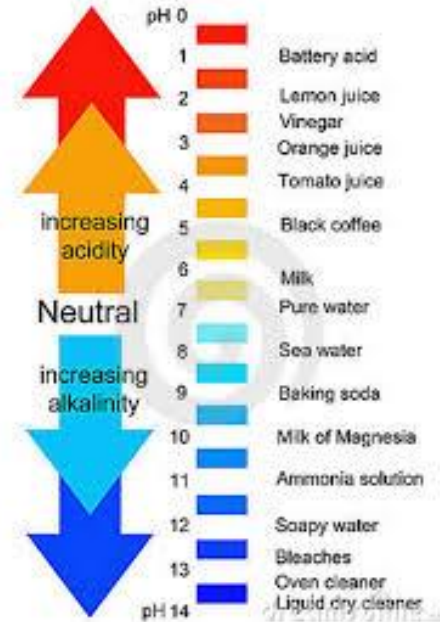
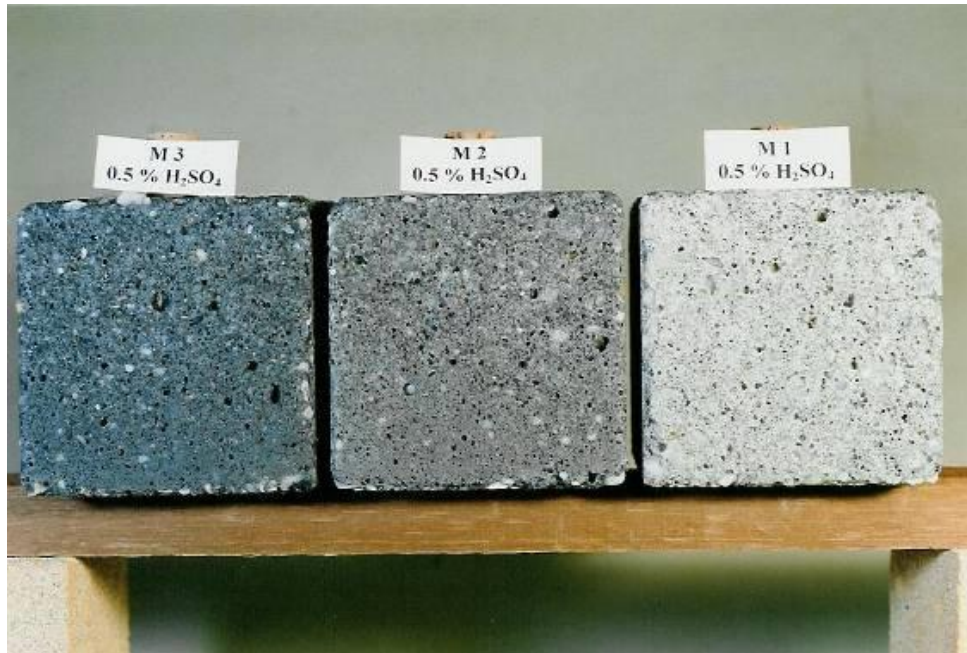
Eerste reageert het zuur met de kalk in de cementsteen



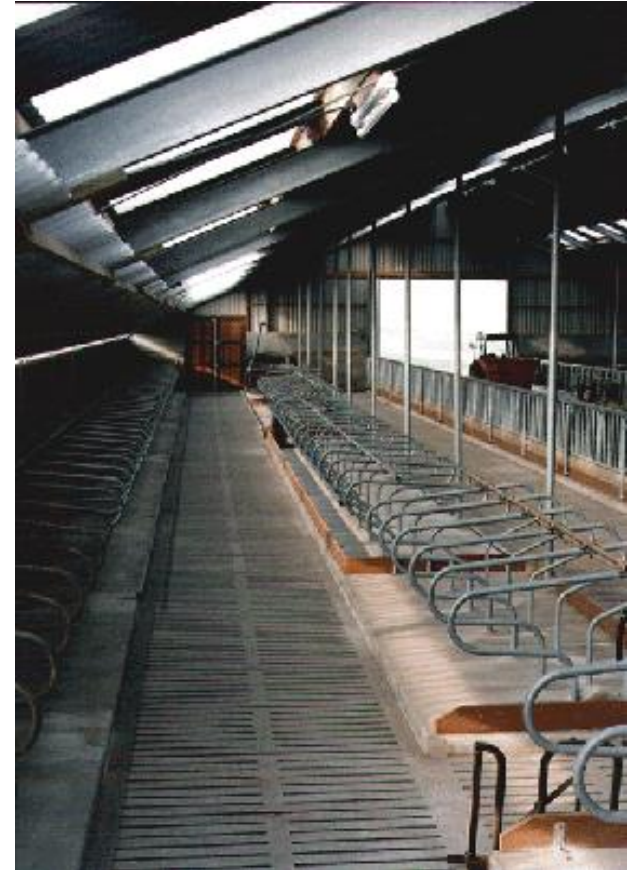
Dit heet neutralisatie

Wanneer $\text{Ca}(\text{OH})_2$ is omgezet begint het zuur aan het CSH te knabbelen

XA – Zuur aantasting



XA – Zuur aantasting



XA - Sulfaten



Na verharding + indringen van sulfaten:

C_3A + sulfaat → Ettringiet → Expansie

Oplossing : Cement SR

CEM I : C_3A max 3% en Al_2O_3 max 5%

CEM III: slakgehalte > 65 %



Zouten

- Minder bekend.
- In water opgeloste zouten kunnen het beton binnendringen.
- Daar kristalliseren
- Dat betekent uitzetten
- Beton wordt van binnen kapot gedrukt.

Maatregelen

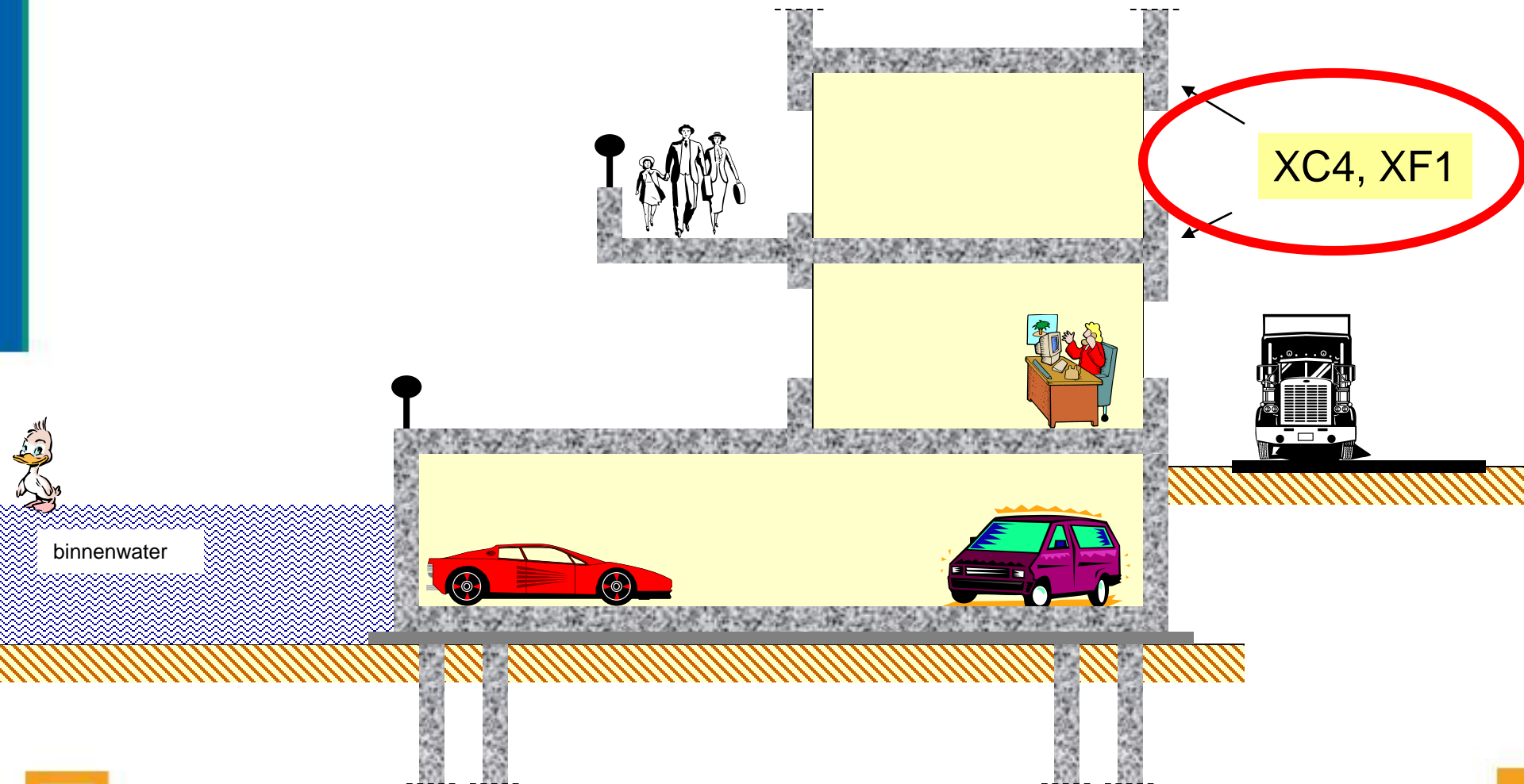
Om de chemisch aantasting te beperken:

- Gesloten oppervlaktestructuur
- Goed nabehandelen
- Zo dicht mogelijke beton (lage permeabiliteit - w/c-factor)
- CEM III beter bestand dan CEM I
- Opofferingsdikte van de dekking
- Coating/lining

Eisen aan de
betonsamenstelling
afhankelijk van de
milieuklasse volgens
NEN 8005

	MAX WCF	Min Cement	Lucht	
			Dmax	%
1. Geen risico op corrosie of aantasting				
X0	0,70	200		
2. Corrosie veroorzaakt door carbonatatie				
XC1	0,65	260		
XC2	0,60	280		
XC3	0,55	280		
XC4	0,50	300		
3. Corrosie veroorzaakt door chloride niet afkomstig uit zeewater				
XD1	0,55	300		
XD2	0,50	300		
XD3	0,45	300		
4. Corrosie veroorzaakt door chloride afkomstig uit zeewater				
XS1	0,50	300		
XS2	0,45	300		
XS3	0,45	320		
5. Aantasting door vorst / dooi met of zonder dooizouten				
XF1	0,55	300		
XF2	0,55	300	63	3,0
			31,5	3,5
			16	4,0
			8	5,0
XF2	0,45	300		
XF3	0,50	300		
XF4	0,50	300	63	3,0
			31,5	3,5
			16	4,0
			8	5,0
XF4	0,45	320		
6. Chemische aantasting				
XA1	0,55	300		
XA2	0,50	320		
XA3	0,45	340		

Woning en utiliteitsbouw



Welke betonsamenstelling ?



Consequenties voor betonsamenstelling:

	max. w/c	min. cement	
XC4	0,50	300 kg	← <i>Maatgevend</i>
XF1	0,55	300 kg	

Voorbeelden

Stel op de navolgende foto's vast welke milieuklassen van toepassing zijn.



Galerij



Kasvloer



Opslagloods



Kunstwerk



Riolering



Geluidscherm



Trottoir / Fietspad



Gebouw aan zee



Sleufsilo



Rotonde



Wand / vloer

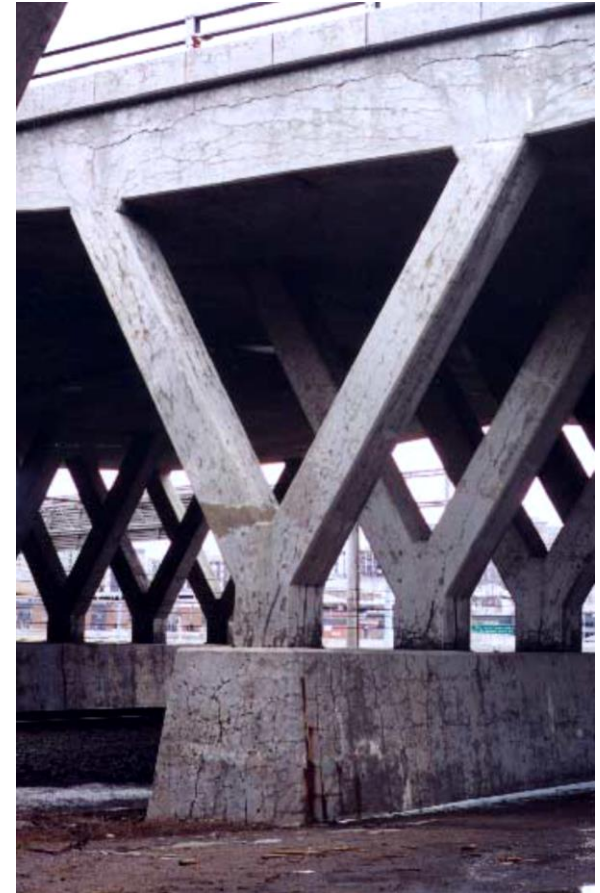


Parkeergarage



Overige aantastingsmechanismen

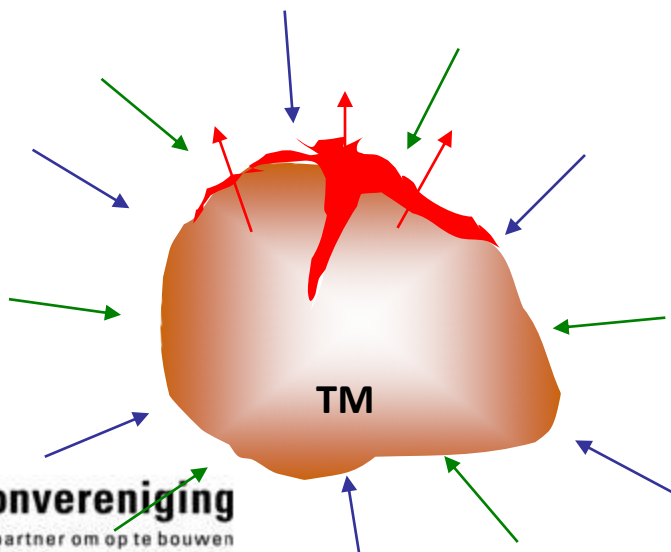
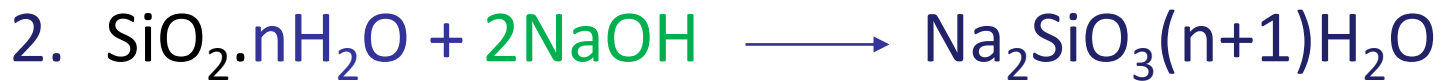
- Alkali-Silica Reactie (ASR)
- Brand bestandheid



Alkali-silicareactie (ASR)



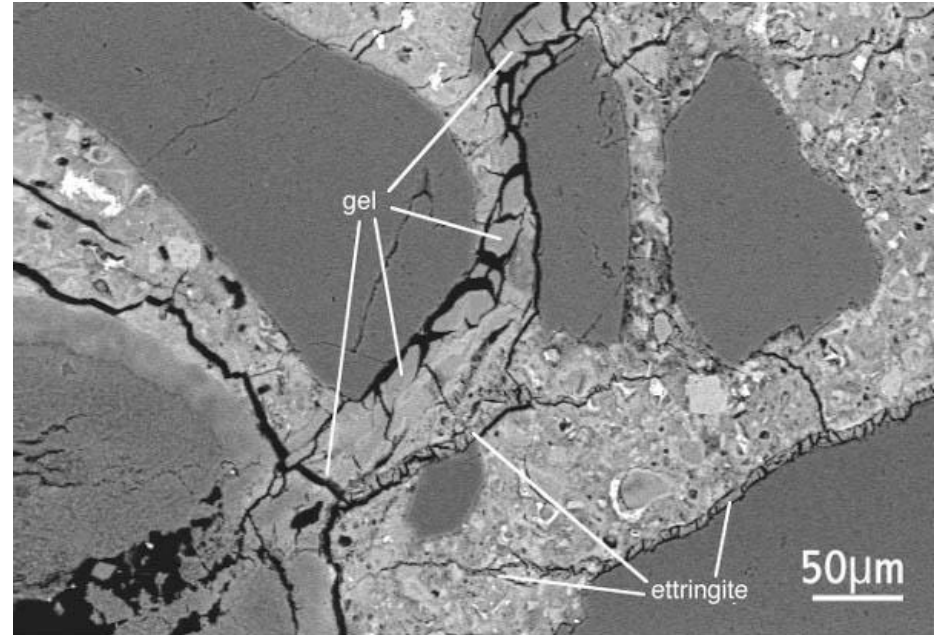
Reactief SiO_2 + alkaliën + water \longrightarrow **alkalisilicaat**
(volumetoename $\pm 1,7$ keer)



ASR (alkali-silica reactie)

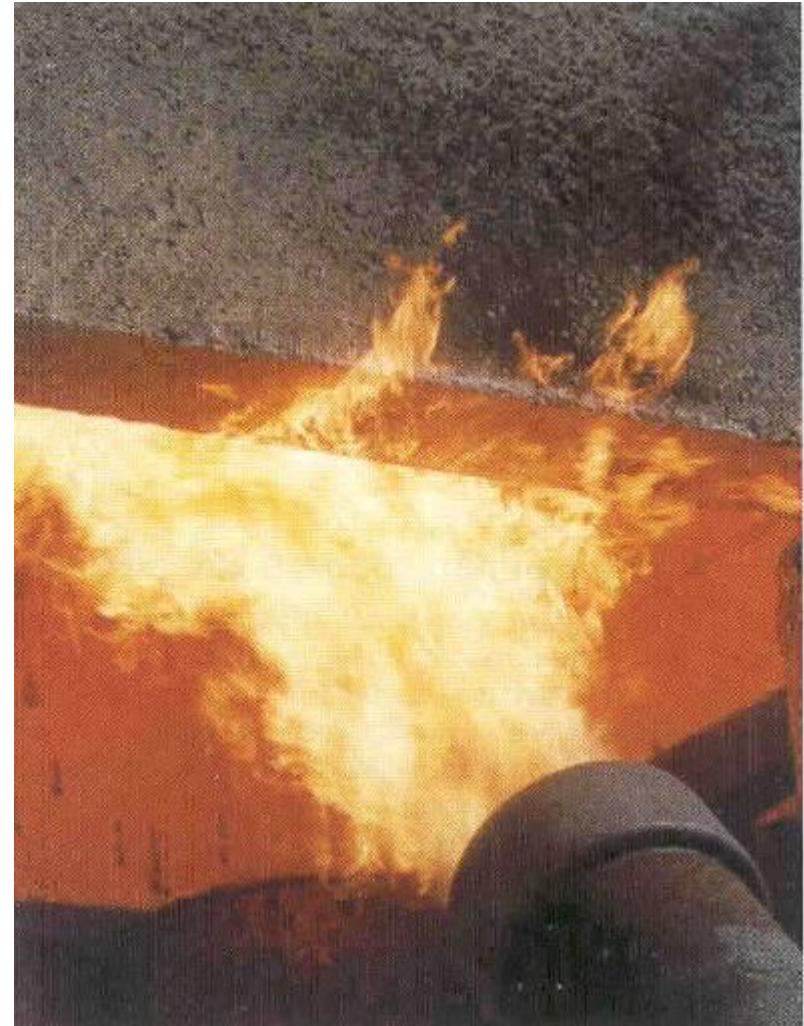


ASR (alkali-silica reactie)



Brandbestandheid

- Bij 105 °C capillair vocht
- Boven 250 °C chemisch water ontwijkt
- 400-450 °C $\text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{CaO}$
- 575 °C Quartz structuur verandert \rightarrow expansie
- Brandwerendheid dankzij *warmteweerstand*
- Vuurvastbeton (2000 °C) aluminiumcement + speciaal toeslagmateriaal

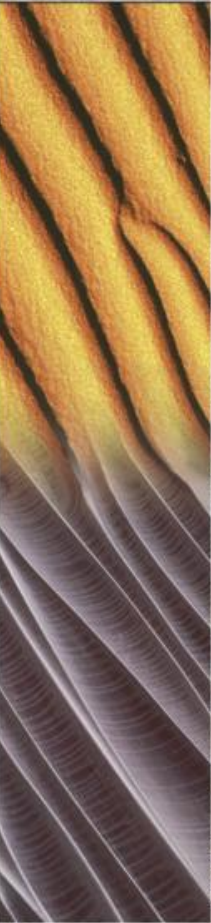


Massabeton

Alleen in NEN 8005 (voor Nederland)

	Poer	Vloer	Kolom	Wand	Balk	Dek
Kleinste afmeting (m)	>1,25	> 0,8	> 1,0	> 0,7	> 0,8	> 0,8
Hoeveelheid (m ³)	> 10	> 80	> 8	> 40	> 50	> 80

- Cement of bindmiddelcombinatie met (zeer) lage warmteontwikkeling
- Sterkteklasse minimaal C30/37
- Verhoging maximale w.b.f. tot 0,5 in XD3, XS2 en XS3

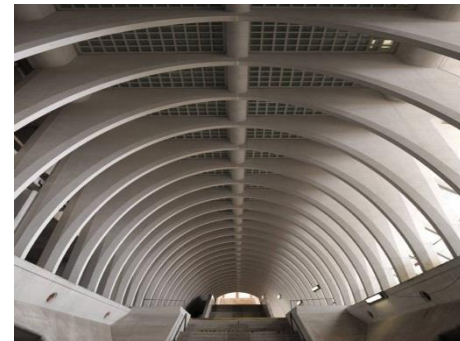


BEEELD
SCHOOON
BETON

Schoonbeton

CUR-Aanbeveling 100: Schoonbeton:

- Klasse A – Standaard klasse
- Klasse B – Bijzondere eisen; specificeren !!!!
- Klasse C – Geen eisen



Aandachtspunten



- Bindmiddelen
- Toeslagmateriaal
- w.b-factor
- Verwerkbaarheid
- Vulstoffen
- Uitvoering



Bijzondere Betonsoorten

- Zelfverdichtend beton
- Hoge Sterkte Beton
- Vezelbeton
- Colloïdaal beton
- Schuimbeton
- Smitbeton



Hoge Sterkte Beton

Druksterkte C55/67 en
hoger

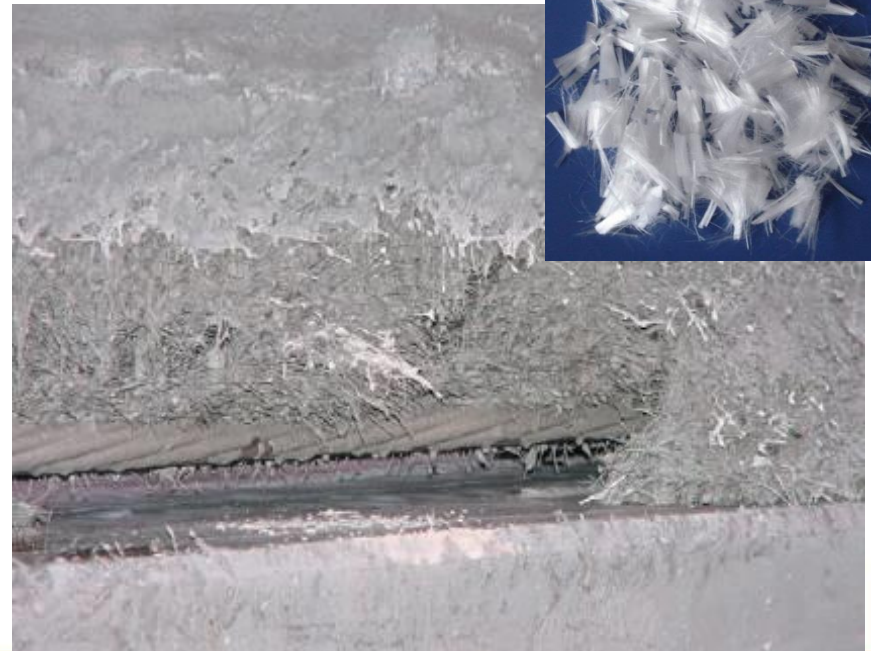


Vezelbeton



Staal vezel:

- Ingezet als wapening
- Scheurverdeling



Kunststof vezels:

- Betere brandbestandheid
- Minder plastische krimp

Colloïdaal beton

Beton met grote samenhang

Gebruik van colloïdale hulpstof / verdikker

Waar toepassen:

Tegengaan ontmenging bij onderwater storten met valhoogte en waterbewegingen (stroming)



Schuimbeton



Volumieke massa van
500 tot 1000 kg/m³.

Opvullen kruipruimte

Fundering laag

Afschot/isolatielaag



Spuitbeton



Specificeren van beton

- Beton op samenstelling
- Beton op prestatie – eisen:
 - Druksterkteklasse
 - Milieuklasse
 - Consistentieklasse
 - *Grootste korrelafmeting*
 - *Chlorideklasse*
 - Aanvullende eisen



Grootste korrelafmeting (D)

Maximaal o.a.:

- $\frac{1}{5}$ van de kleinste afstand tussen de bekistingswanden
- de vrije ruimte tussen wapening min. dikte van staven
- de vrije ruimte tussen evenwijdige spankanalen
- de vrije ruimte tussen evenwijdige VZA-kanalen
- $\frac{1}{4}$ van de vrije ruimte tussen evenwijdige langsstaven bij in de grond gevormde palen
- $\frac{3}{2}$ van vrije ruimte tussen bundels van panelementen
- de vrije ruimte tussen evenwijdige groepen panelementen
- $\frac{2}{5}$ van de vloerdikte/laagdikte in het werk gestorte vloer

Chlorideklasse

Aard van de constructie	Chloride klasse	Maximaal chloridegehalte (% m/m)
Ongewapend beton	Cl 1,0	1,0
Gewapend beton, Voorgespannen beton zonder aanhechting (VZA)	Cl 0,40	0,40
Voorgespannen beton met aanhechting (VMA)	Cl 0,20	0,20

t.o.v. **bindmiddel**gehalte

Bestellen van beton

- Naast de specificatie, ook algemene gegevens en:
 - datum & tijdstip
 - hoeveelheid
 - stort snelheid
 - stortwijze
 - afwerk wijze
 - andere wensen (bv aanrijroute, opstellen op de bouwplaats e.d.)

