IBOS

Ingenieurbüro für Tiefbau, Wasserwirtschaft
und Umweltfragen, Ostsachsen GmbH

23. Informationsveranstaltung 2022

Beton in Kontakt mit Trinkwasser Anforderungen an den Baustoff und die Bauausführung in Trinkwasseranlagen

Referent: Lars Mauermann, IBOS GmbH Görlitz

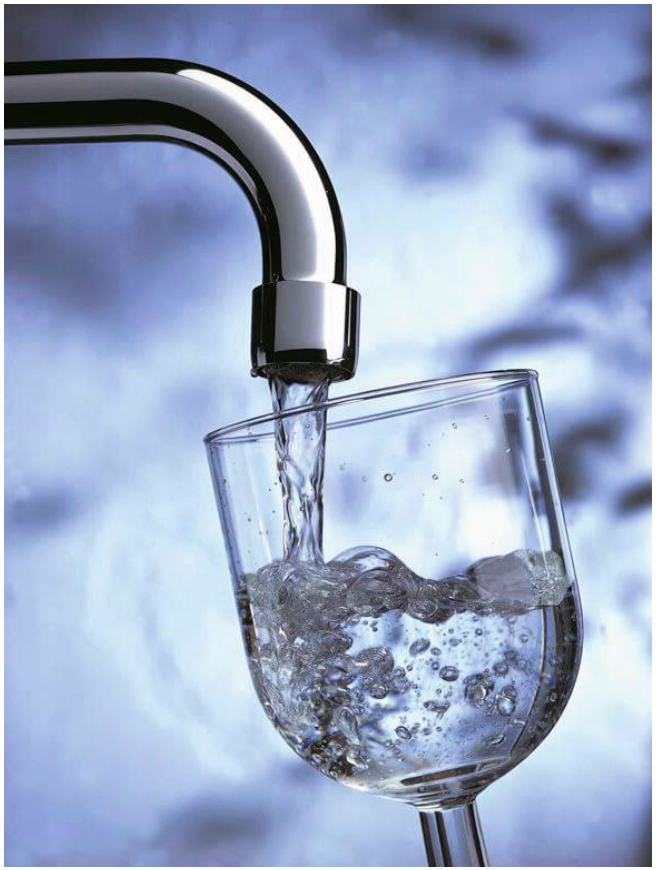
21. September 2022

Inhalt

- Grundlagen - Allgemeines
- Stand der Technik - Regelwerke
- Konstruktive und Hygienische Anforderungen
- Herstellung und Ausführung
- Zusammenfassung und Ausblick

Grundlagen - Allgemeines

Trinkwasser



Beton

Grundlagen - Allgemeines

Trinkwasser

§ 17 der Trinkwasserverordnung

Bei dauerhaften oder vorübergehenden Kontakt mit Trinkwasser dürfen nur Materialien verwendet werden die:

- unbedenklich für die Gesundheit sind
- Geruch oder Geschmack des Wassers nicht nachteilig verändern
- nur soviel Stoffe in das Wasser abgeben wie nach Einhaltung der *allgemein anerkannten Regeln der Technik* unvermeidbar ist

Grundlagen - Allgemeines

Beton

Zementgebundene Werkstoffe haben sich seit Jahrhunderten in allen Bereichen der Trinkwasserversorgung bewährt

Eifelwasserleitung – Römische Wasserleitung nach Köln (ca. 30 n.Chr.)

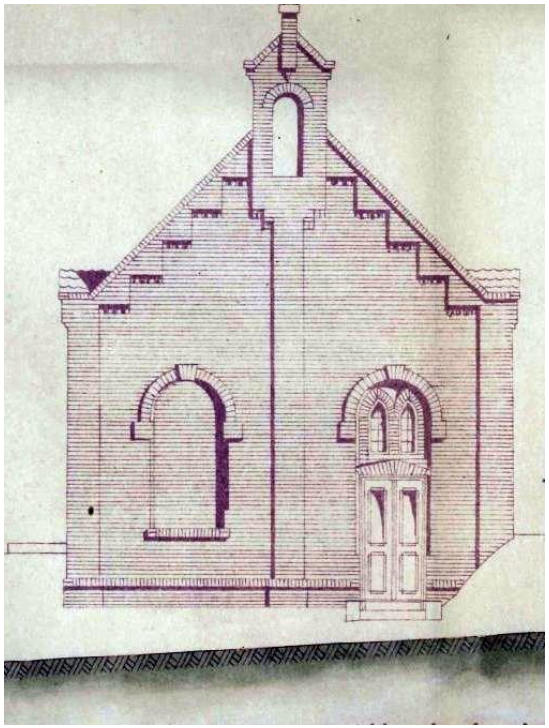
(Quelle: wikipedia.org, 2022)

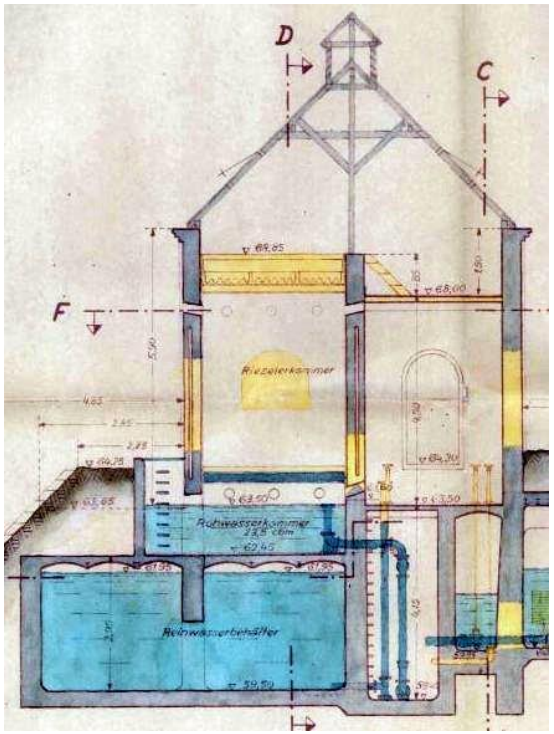
Grundlagen - Allgemeines

Beton

Zementgebundene Werkstoffe haben sich seit Jahrhunderten in allen Bereichen der Trinkwasserversorgung bewährt

Wasserwerk Rosslau (um 1890)





Grundlagen - Allgemeines

Beton

Zementgebundene Werkstoffe haben sich seit Jahrhunderten in allen Bereichen der Trinkwasserversorgung bewährt

Trinkwasserspeicher nach Stand der Technik

(Quelle: HABA Beton, 2022)

Grundlagen - Allgemeines

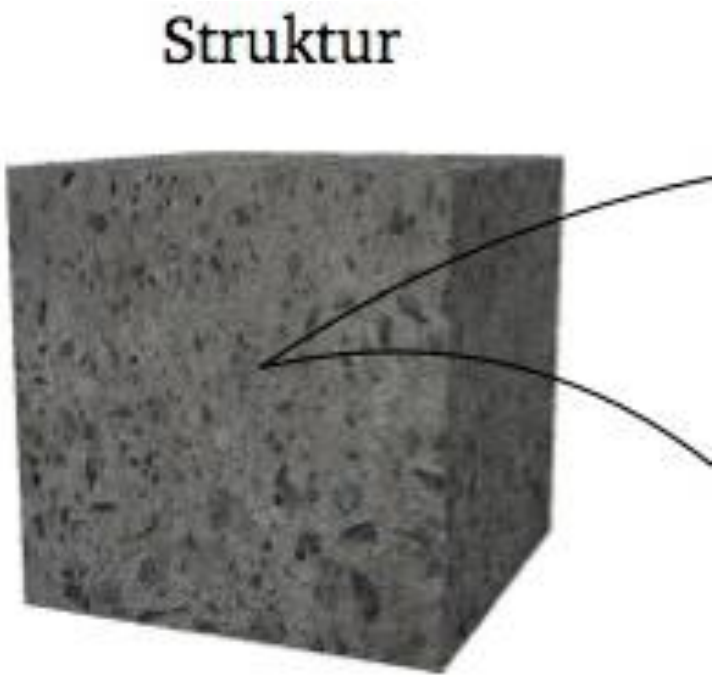
Beton **ist „künstlicher Stein“ aus Naturstoffen**

- Zement (Kalkstein / Ton)
- Zuschlag (Gesteinskörnung)
- Wasser

Beton werden Zusatzstoffe/-mittel hinzugefügt, die die bautechnischen Eigenschaften verbessern aber giftig / umweltbelastend sein können

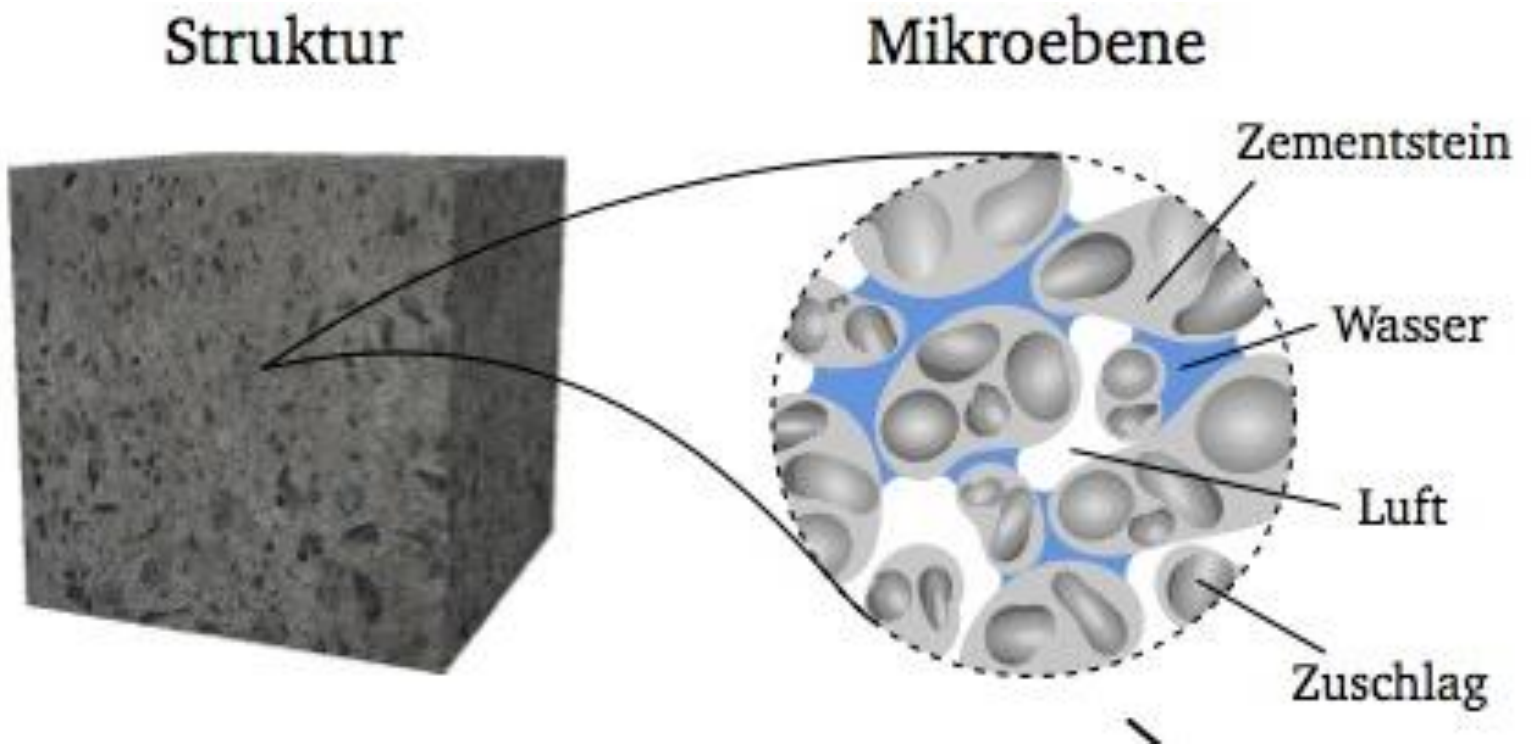
Grundlagen - Allgemeines

Beton **ist „künstlicher Stein“ aus Naturstoffen**



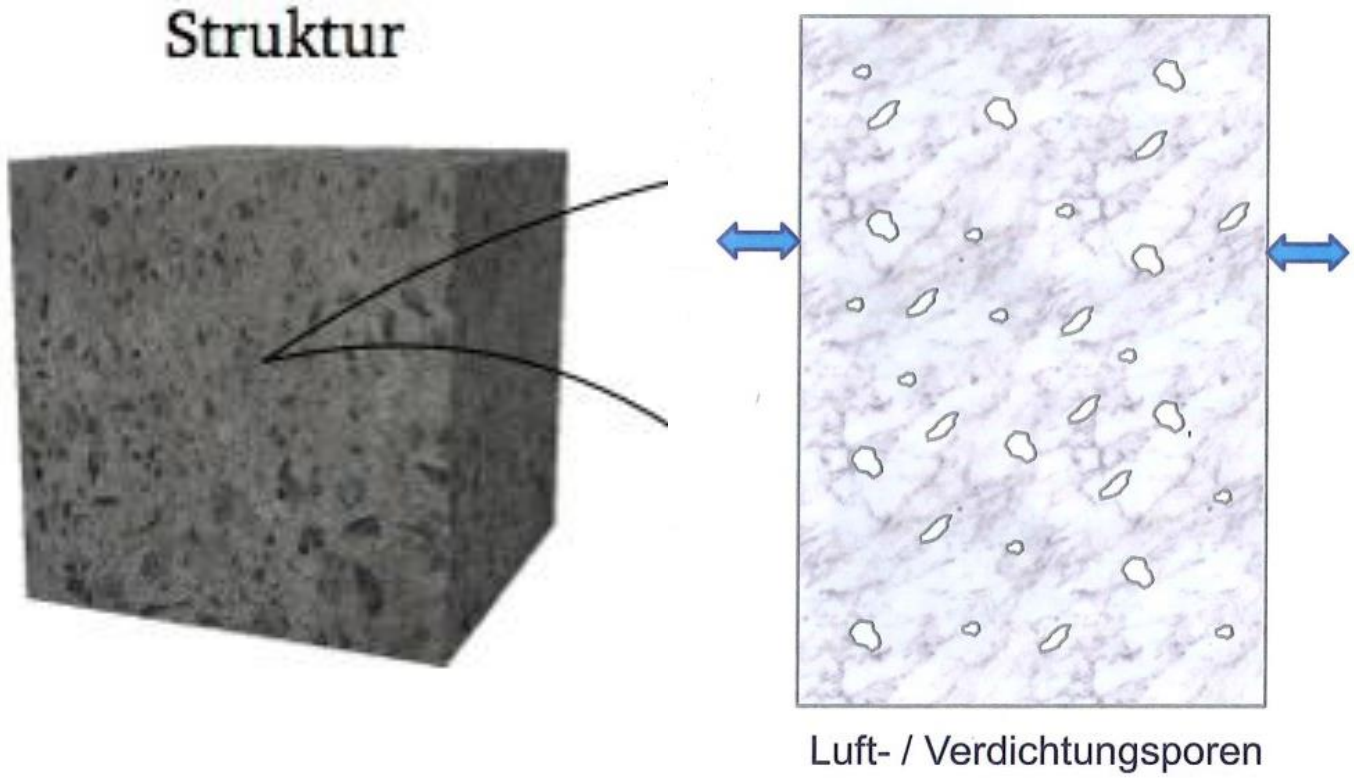
Grundlagen - Allgemeines

Beton **ist „künstlicher Stein“ aus Naturstoffen**



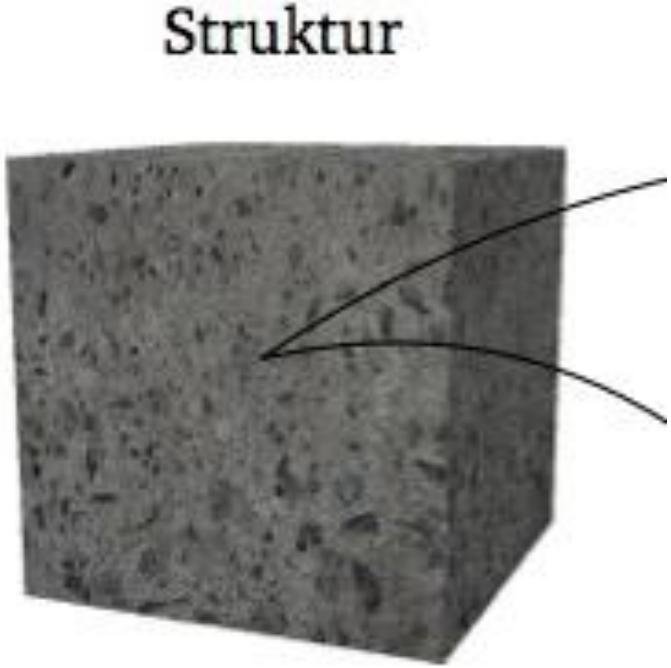
Grundlagen - Allgemeines

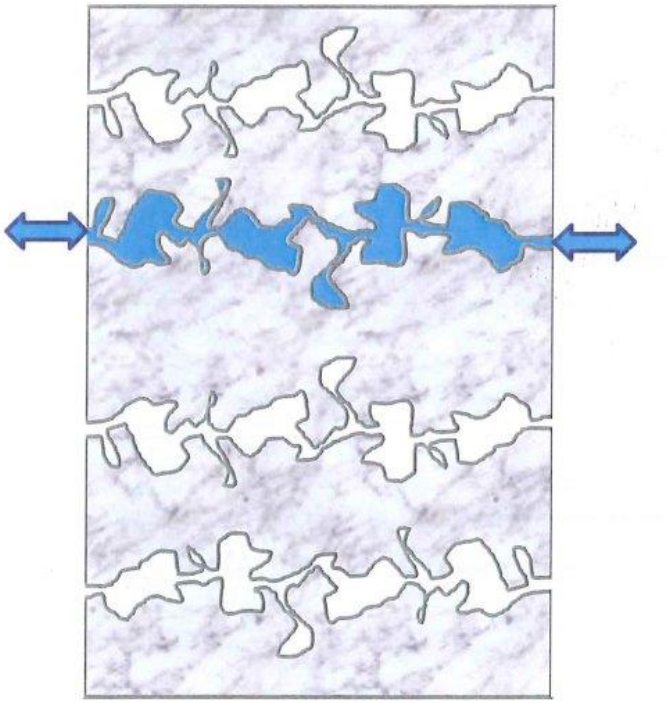
Beton **ist „künstlicher Stein“ aus Naturstoffen**



Grundlagen - Allgemeines

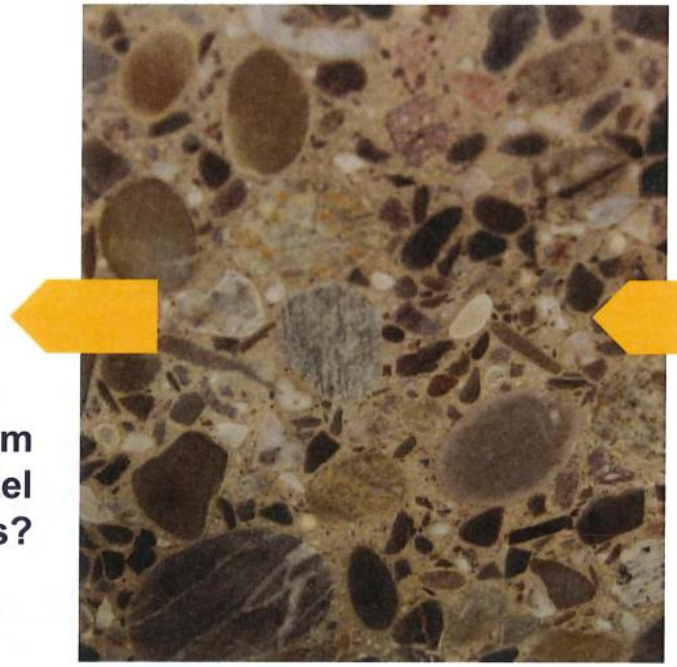
Beton **ist „künstlicher Stein“ aus Naturstoffen**





Grundlagen - Allgemeines

Zentrale Frage
Trinkwasser in Kontakt mit Beton



Frage
Was kann aus dem Beton/Mörtel raus?

Frage
Was kann in den Beton/Mörtel rein?

Grundlagen - Allgemeines

Konstruktive Anforderungen

- dauerhaft wasserdicht und standsicher
- Oberfläche porenarm, lunkerfrei

Hygienische Anforderungen

- hygienische Eignung der verwendeten Stoffe
- hygienische Oberflächenstruktur
- Hydrolysebeständigkeit (Vermeidung von Auslaugungen)

Stand der Technik - Regelwerke

Regelwerk

DEUTSCHE NORM — Dezember 1998

	Wasserversorgung Anforderungen an Systeme und Bestandteile der Wasserspeicherung Deutsche Fassung EN 1508 : 1998	DIN EN 1508

ICS 13.060.01; 13.060.20

Deskriptoren: Wasserversorgung, Wasserspeicherung, Rohrleitungssystem, Wasserbehälter

Water supply — Requirements for systems and components for the storage of water;
German version EN 1508 : 1998

Alimentation en eau — Prescriptions pour les systèmes et les composants pour le stockage de l'eau;
Version allemande EN 1508 : 1998

Die Europäische Norm EN 1508 : 1998 hat den Status einer Deutschen Norm.

Stand der Technik - Regelwerke

Regelwerk

DEUTSCHE NORM Dezember 1998

Wasserversorgung
Anforderungen an Systeme und Bestandteile der Wasserspeicherung
Deutsche Fassung EN 1508 : 1998

DIN
EN 1508

ICS 13.060.01; 13.060.20

Deskriptoren: Wasserversorgung, Wasserspeicherung, Rohrleitungssystem, Wasserbehälter

Water supply — Requirements for systems and components for the storage of water;
German version EN 1508 : 1998

Alimentation en eau — Prescriptions pour les systèmes et les composants pour le stockage de l'eau;
Version allemande EN 1508 : 1998

Die Europäische Norm EN 1508 : 1998 hat den Status einer Deutschen Norm.

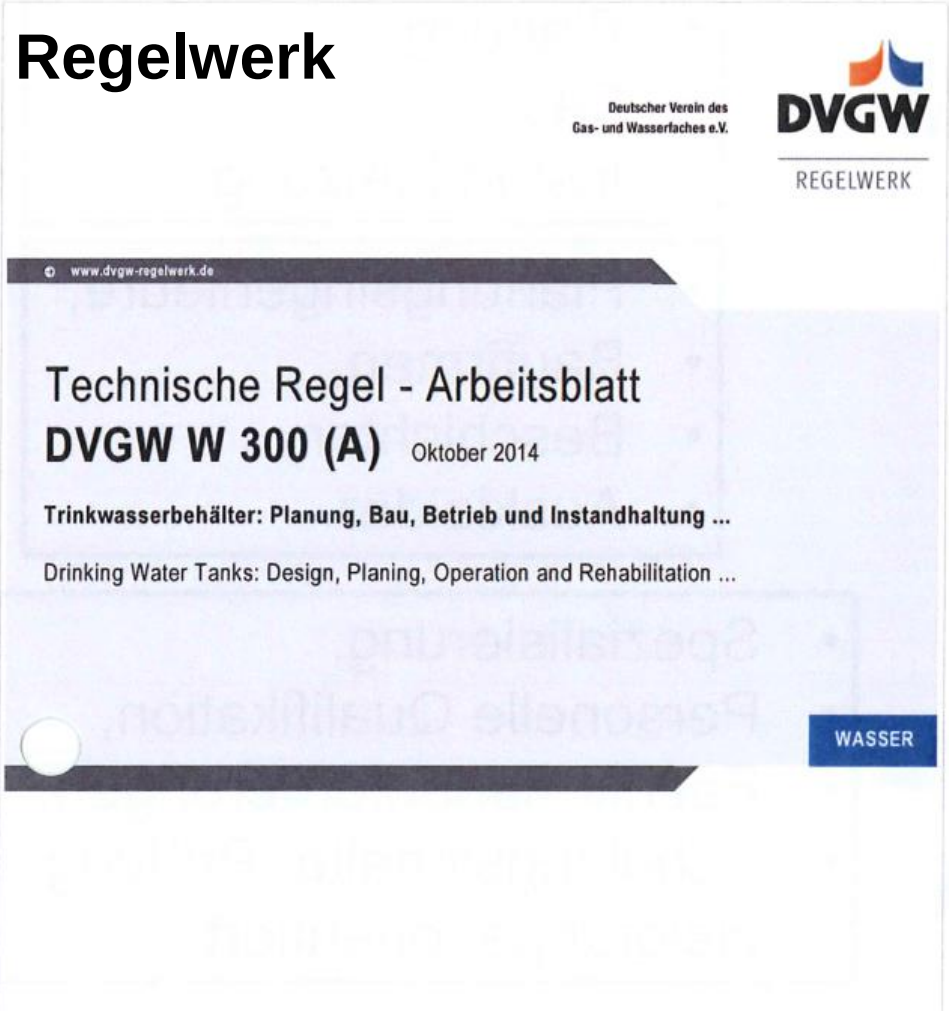
DVGW

Deutsche Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. :

Um den Nutzern ein anwendungsfreundliches und übersichtliches Regelwerk zur Verfügung zu stellen, hat das Technische Komitee „Wasserspeicherung“ beschlossen, sich von der Struktur der DIN EN 1508 zu lösen. Weiterhin werden die Textpassagen der DIN EN 1508 nicht mehr abgedruckt. Thematisch sollen alle Inhalte sich in der Arbeitsblattreihe W 300 wiederfinden. Die DIN EN 1508 stellt in diesem Zusammenhang das europäische Rahmenregelwerk dar. Den nationalen Anforderungen, welche sich aus der Trinkwasserverordnung und der deutschen Wasserversorgung ergeben, wird sie nicht gerecht. Diese Lücke wird durch diese DVGW-Regelwerksreihe geschlossen.

Stand der Technik - Regelwerke

Regelwerk



- W 300-1, *Trinkwasserbehälter – Planung und Bau*
- W 300-2, *Trinkwasserbehälter – Betrieb und Instandhaltung*
- W 300-3, *Trinkwasserbehälter – Instandsetzung und Verbesserung*
- W 300-4, *Trinkwasserbehälter – Werkstoffe, Auskleidungs- und Beschichtungssysteme – Grundsätze und Qualitätssicherung auf der Baustelle*
- W 300-5, *Trinkwasserbehälter – Werkstoffe, Auskleidungs- und Beschichtungssysteme – Anforderungen und Prüfungen*

Stand der Technik - Regelwerke

Regelwerk DVGW W 300 (A)
Normative Verweisungen

DVGW Regelwerk

Technische Regel
Arbeitsblatt W 347 | Mai 2006

Hygienische Anforderungen an zementgebundene Werkstoffe im Trinkwasserbereich – Prüfung und Bewertung

DVGW Regelwerk

Technischer Hinweis – Merkblatt
DVGW W 398 (M) | Januar 2013

Praxishinweise zur hygienischen Eignung von Ortbeton und vor Ort hergestellten zementgebundenen Werkstoffen zur Trinkwasserspeicherung

Stand der Technik - Regelwerke

Regelwerk DVGW W 300 (A)
Normative Verweisungen

DVGW Regelwerk

Technische Regel

Arbeitsblatt W 270 | November 2007

Vermehrung von Mikroorganismen auf Werkstoffen für den Trinkwasserbereich – Prüfung und Bewertung

Konstruktive und Hygienische Anforderungen

Dauerhaft wasserdicht und standsicher

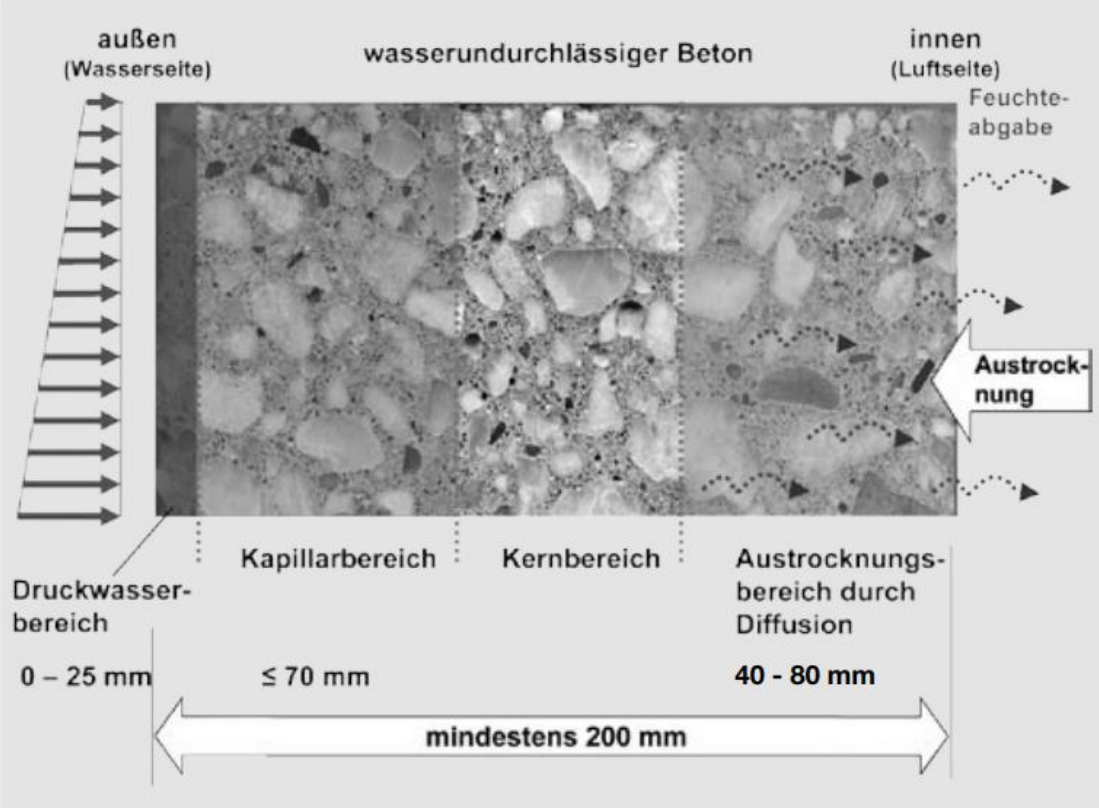


Bild 2: Arbeitsmodell für Feuchtebedingungen im Betonquerschnitt bei einseitiger Wasserbeaufschlagung für ungerissene Betone C30/37 und w/z ≤ 0,55 in Anlehnung an Beddoe/Springenschmid [4]

Konstruktive und Hygienische Anforderungen

Dauerhaft wasserdicht
und standsicher

Expositionsklasse X_{TWB}

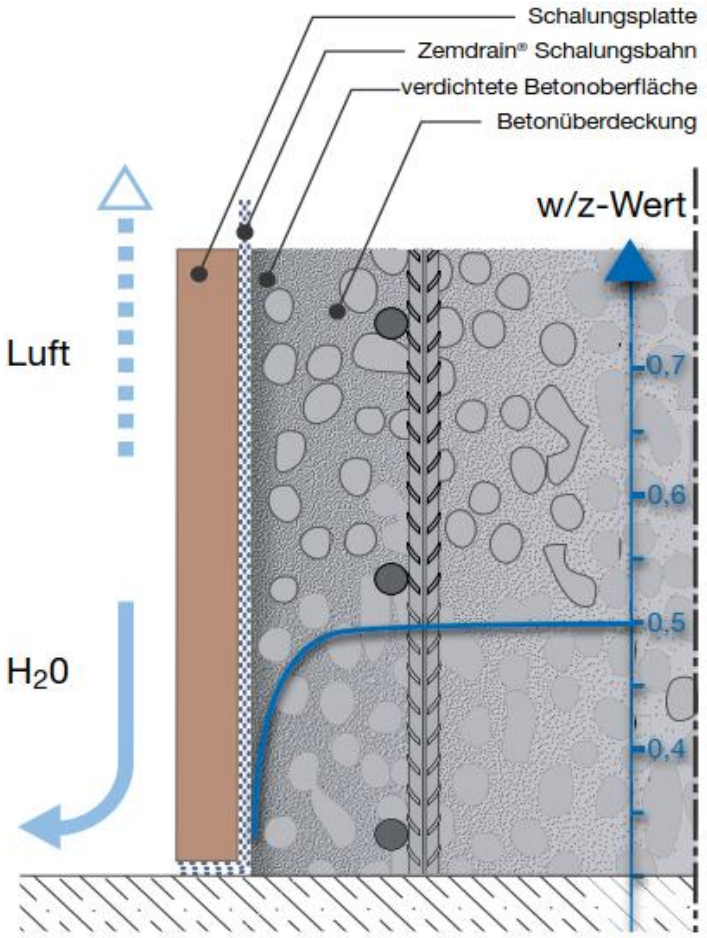
- $(w/z)_{eq}$ ≤ 0,50
- Zementgehalt (z) ≥ 320 kg/m³
- z bei Anrechnung von Zusatzstoffen ≥ 270 kg/m³
- Mehlkorngehalt ≤ 400 kg/m³
- Mindestbetondruckfestigkeitsklasse ≥ C 30/37
- Gesteinskörnung, frei von organischen Verunreinigungen und keine quellfähigen und minderfesten Kornanteile
- Sieblinie A/B 16 oder A/B 32
- Konsistenzklasse F 3 Mitte
- Betondeckung
  - c_{nom} = 40 mm
  - c_{min} = **25** mm

- **Expositionsklassen beruhen auf dem performance-Konzept, die Eignung wird durch Mindestanforderungen sichergestellt.**
- **Expositionsklassen betrachten die Konstruktion, nicht die Oberflächeneigenschaften!**

Konstruktive und Hygienische Anforderungen

Oberfläche porenarm und lunkerfrei

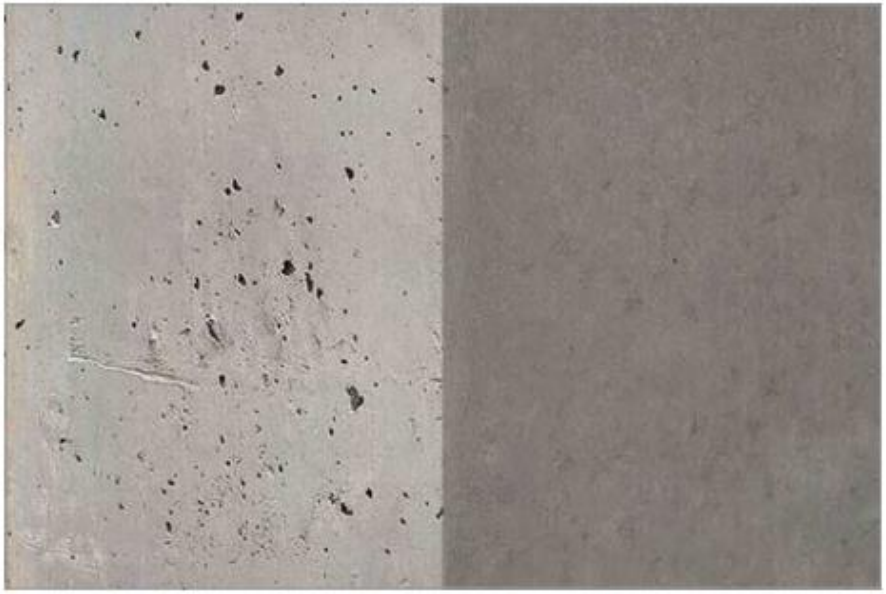
ohne Zemdrain® **mit Zemdrain®**



Verbesserung des w/z-Werts in der Randbetonzone bei Verwendung von Zemdrain® Schalungsbahn.

Konstruktive und Hygienische Anforderungen

Oberfläche porenarm und lunkerfrei



ohne Zemdrain®

mit Zemdrain®

www.maxfrank.com

Konstruktive und Hygienische Anforderungen

Hygienische Eignung der verwendeten Stoffe DVGW W 347 und DVGW W 398

Die hygienische Eignung von zementgebundenen Werkstoffen kann am fertigen Produkt oder für die einzelnen Ausgangsstoffe nachgewiesen werden

- ❑ Einzelnachweis (mehrere Prüfzeugnisse)
- ❑ Gesamtnachweis (ein Prüfzeugnis)

- ➢ Prüfung Gesamtrezeptur nach DVGW W 347 bauvorbereitend:
  - ✓ Leistungsposition
  - ✓ Bauzeitenplan

Konstruktive und Hygienische Anforderungen

Hygienische Eignung der verwendeten Stoffe
DVGW W 347 und DVGW W 398

Was wird nach W 347 geprüft:

- Toxikologie (W 347 Positivliste)
- Äußere Beschaffenheit (W 347)
- Migration Schwermetalle (W 347)
- Mikrobiologie (W 270)

Konstruktive und Hygienische Anforderungen

Hygienische Eignung der verwendeten Stoffe
DVGW W 347 und DVGW W 398

Beispiel Ortbeton mit Einzelnachweisen mit Zugabe von organischen und anorganischen Zusatzmitteln (z. B. Flugasche, Silicatstaub, Dispersionen)

Ausgangsstoff	Einzelnachweis (Prüfzeugnis)	Bemerkung
Zement	DVGW W 347 (A)	≤ max. geprüfte Höchstkonzentration
Zugabewasser	Bevorzugt Trinkwasser oder Prüfung vor Ort im Transportbetonwerk Verpflichtungserklärung des Herstellers	Bei Verwendung von Trinkwasser entfällt Bestimmung des Kaliumpermanganat-Index
Gesteinskörnung	Eine Prüfung auf organische Verunreinigen sollte vor Ort beim Hersteller erfolgen	Ein Einzelnachweis ist schwierig, da es sich natürliches lokal vorkommendes Material handelt
Verflüssiger, Fließmittel, Verzögerer (organisch, anorganisch)	DVGW W 347 (A), DVGW W 270 (A) (nur bei organischen)	≤ max. geprüfte Höchstkonzentration
Steinkohlenflugasche, Silikastaub (anorganisch)	DVGW W 347 (A)	≤ max. geprüfte Höchstkonzentration
Dispersion (organisch)	DVGW W 347 (A), DVGW W 270 (A)	≤ max. geprüfte Höchstkonzentration

Konstruktive und Hygienische Anforderungen

Hygienische Eignung der verwendeten Stoffe
DVGW W 347 und DVGW W 398

Beispiel Ortbeton mit Gesamtnachweis der Zusammensetzung mit Zugabe von organischen Zusatzmitteln (Fließmittel, Verzögerer)

Ausgangsstoff	Prüfzeugnis	Bemerkung
Zement	DVGW W 347 (A) für die individuelle Gesamt-Zusammensetzung	Die Prüfung nach DVGW W 347 (A) ist in der Planungs- und Bauvorbereitungsphase mit mind. drei Monaten zu berücksichtigen. Die Leistung ist separat zu beauftragen oder als Leistungsposition vorzusehen. Die Zusammensetzung kann für diesen Fall nicht mehr nach „Eigenschaften“, sondern nur noch als „Beton nach Zusammensetzung“ vorgegeben werden. Die erforderlichen Proben können im Rahmen der Erstprüfung nach DIN 1045 mit entnommen werden.
Zugabewasser Trinkwasser		
Gesteinskörnung		
Verflüssiger, Fließmittel, Verzögerer (organisch, anorganisch)	DVGW W 347 (A), DVGW W 270 (A) (nur bei organischen) **als Einzelnachweis!**	≤ max. geprüfte Höchstkonzentration

Konstruktive und Hygienische Anforderungen

Hygienische Anforderungen DVGW W 347 und DVGW W 398

DVGW BERUFSBILDUNG

- Nach TrinkwV ist die hygienische Eignung nach DVGW W 347 verbindlich
- Nachweis über Einzelnachweise oder Prüfung der Gesamtrezeptur nach DVGW W 347 (im Bauablauf bauvorbereitend berücksichtigen)
- Nachweise und in Frage kommende Betonwerke sind in der Planungsphase, Ausschreibung und Vergabe bereits zu berücksichtigen und abzufragen
- Gesteinskörnung gesonderte Prüfung Kaliumpermanganat-Index
- Qualitätskontrolle auf der Baustelle durch Probekörper, Prüfzeugnisse etc.
- Die durch den AN zu erbringende Leistung ist diesbezüglich zu beschreiben (Leistungspositionen: z. B. Prüfung nach W 347 der verwendeten Rezeptur)

Konstruktive und Hygienische Anforderungen

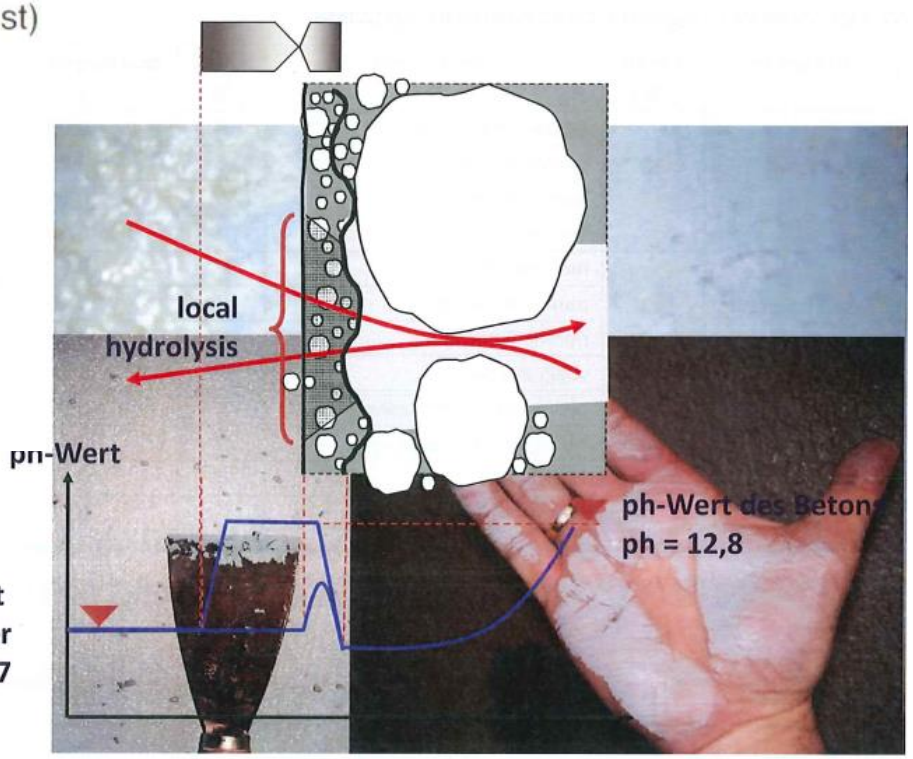
Hydrolyse - Auslaugeverhalten

Stufe I: Abbinden und Erhärten

PC + Wasser —(Hydratation)→ PC-Hydrate (fest) + Kalkhydrat (gelöst + fest)

Stufe II: Auflösung des Zementsteins

PC-Hydrat + Wasser —(Hydrolyse)→ { Kieselsäure, Tonerde, Eisenhydroxid (gallertartig) } + Kalkhydrat (gelöst)



Voraussetzung:

- Stofftransport in der Kontaktzone
- poröses Betongefüge
- Druckwasser

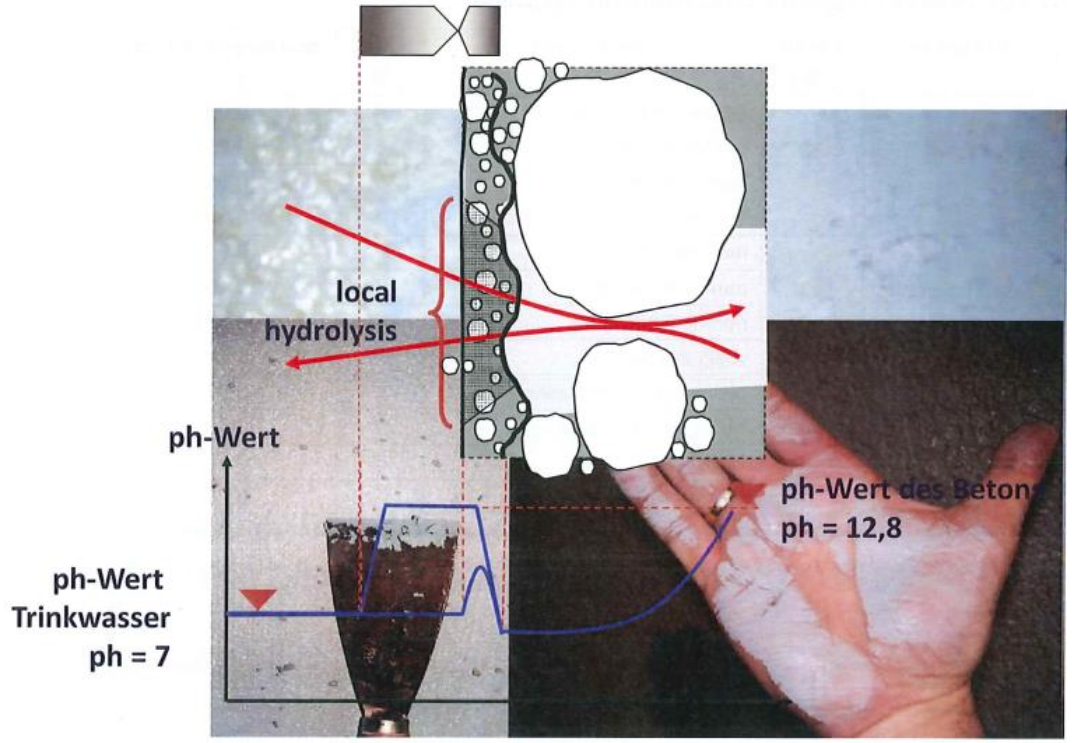
Konstruktive und Hygienische Anforderungen

Hydrolyse - Auslaugeverhalten

Konsequenz:

- Beton bzw. in erster Linie der Zementstein, der mit Wasser in Kontakt steht, muss von hoher, wasserdichter Qualität sein!

- ➢ Betonzusammensetzung X_{TWB}
- ➢ Betonoberfläche porenarm (geeignete Schalung)
- ➢ erhöhte Nachbehandlung



Herstellung und Ausführung

Bauausführung

mitgeltende Regelwerke

- DIN EN 206-1 und DIN EN 206-9
- DIN 1045-2
- DAfStb-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton
- DVGW-Arbeitsblatt W 347 und W 270
- DVGW-Merkblatt W 389

Herstellung und Ausführung

Bauausführung

Betonoberflächen

DVGW BERUFSBILDUNG

- Gewünscht ist eine möglichst glatte, lunkerfreie (lunkerarme) Oberfläche
- Einsatz von Trennmitteln ist (mindestens) bei wasserberührten Flächen zu vermeiden
  - Organische Substanzen verursachen häufig Verkeimungen
  - Verkeimungen sind teilweise nur sehr schwer zu beseitigen
  - Kann u.U. Sanierung vor Inbetriebnahme nach sich ziehen
- Ergebnis kann durch Einsatz von oberflächendrainierenden Schalungsbahnen verbessert werden
  - Zulassung beachten
  - Ggf. Probefläche herstellen und untersuchen

Herstellung und Ausführung

Bauausführung

- Ergebnis kann durch Einsatz von oberflächendrainierenden Schalungsbahnen verbessert werden
  - Zulassung beachten
  - Ggf. Probefläche herstellen und untersuchen

Herstellung und Ausführung

Bauausführung

- Wasserabführende/-saugende Schalungsbahnen aus Kunststoffvlies müssen faltenfrei und unverschieblich auf den Schaltafeln befestigt werden. Sie sollten nach jedem Betoniervorgang erneuert werden, weil ihre Wirksamkeit bei weiteren Einsätzen nachlässt.

Herstellung und Ausführung

Bauausführung

- Im Bereich der Wasserkammern sollten nur Abstandhalter aus zementgebundenen Materialien verwendet werden.
- Abweichend von DIN EN 206-1 muss die Mindestbetondeckung c_{min} für alle Innenseiten der Wasserkammer den Anforderungen von DVGW W 300-4 (A) entsprechen

Herstellung und Ausführung

Bauausführung

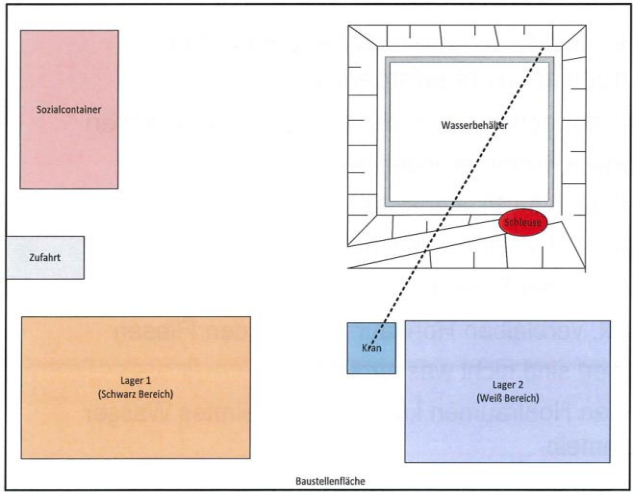
- Im Bereich der Wasserkammern sollten nur Abstandhalter aus zementgebundenen Materialien verwendet werden.
- Abweichend von DIN EN 206-1 muss die Mindestbetondeckung c_{min} für alle Innenseiten der Wasserkammer den Anforderungen von DVGW W 300-4 (A) entsprechen

Herstellung und Ausführung

Bauausführung

Baustellenabwicklung

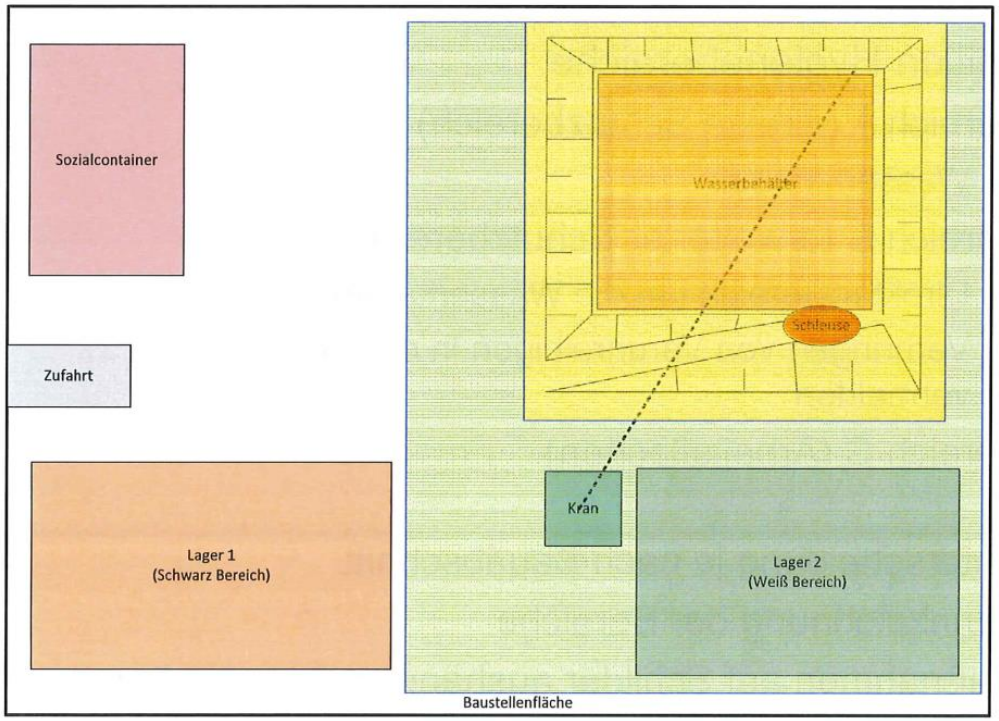
- Ordnung auf der Baustelle ist Voraussetzung für Qualität des Bauwerks
- Schaffung klar abgegrenzter Bereiche
- Trennung zwischen konkurrierenden Bereichen
- Berücksichtigung des Arbeitsschutz
  - Baustellenkoordination
  - Beleuchtung
  - Persönliche Sicherheitsausrüstung
- Sozialbereiche (Toiletten, Aufenthalt)



Grundsätze Herstellung und Ausführung

Bauausführung

Hygienekonzept Baustelleneinrichtung



Bereich A

- ✓Gesonderte Bekleidung (Schutzanzug)
- ✓Saubere Schuhe
- ✓Gereinigte Geräte nutzen
- ✓Geräte nur innerhalb des Bereichs verwenden
- ✓Arbeitsmaterial gereinigt
- ✓Saubere Verpackung
- ✓Rauchverbot
- ✓Keine Getränke oder Mahlzeiten

Bereich B

- ✓Bekleidungswechselbereich
- ✓Schuhwechsel
- ✓Ggf. Desinfektion
- ✓Materialschleuse
- ✓Reinigung oder Entfernen der Verpackung
- ✓Keine Lebensmittel
- ✓Rauchverbot

Bereich C

- ✓Keine Aufenthaltsräume
- ✓Keine Toiletten
- ✓Kein Verbringen von Lebensmitteln

Zusammenfassung - Ausblick

Betone, die den Grundanforderungen für wasserundurchlässigen Beton und einer Zusammensetzung gemäß DVGW-Arbeitsblatt W 300 entsprechen, besitzen einen hohen Hydrolysewiderstand und sind bei ständigem Kontakt mit Trinkwasser dauerhaft.

Die Unkenntnis über die NICHT-Eignung bestimmter zementgebundener Werkstoffe im Trinkwasserbereich ist oftmals noch die Ursache für eine unerwünschte Veränderung der Trinkwasserqualität.

Die Anforderungen an die eingesetzten Stoffe bezüglich der Hygiene, haben deshalb einen ebenso großen Stellenwert, wie die konstruktionsbedingen Anforderungen und müssen daher bei Planung und Ausführung beachtet werden.

Insbesondere im Kontext betontechnologischer Weiterentwicklungen, unter Einsatz neuer Werkstoffe, ist es zum Schutz des Trinkwassers notwendig, die Vorgaben des DVGW-Arbeitsblattes W 300 in der Praxis zu berücksichtigen.

IBOS