



Mehr Wert.
Mehr Vertrauen.

Dichtende Betonkonstruktionen nach dem Wasserhaushaltsgesetz (WHG)

Begleitung bei Planung und
Bauausführung

Dr.-Ing. Matthias Rudlof

Senior Expert

Fachgruppenleiter Standsicherheit

Einführung – Anforderungen nach WHG

Für den Umweltschutz und den Schutz der Gewässer sind nach dem Wasserhaushaltsgesetz (WHG) oftmals **Dichtkonstruktionen** in Form von **Auffangwannen** oder **Ableitflächen** erforderlich.

§ 62 (1) Im Wasserhaushaltsgesetz (WHG) wird gefordert, dass Anlagen zum Lagern, Abfüllen, Herstellen, Behandeln und Verwenden von wassergefährdenden Stoffen so zu errichten sind, dass keine Beeinträchtigung von Gewässern zu befürchten ist.

Erfordernis und Einsatz von Dichtkonstruktionen u.a. bei:

- produzierendem Gewerbe (u.a. metallverarbeitende Industrie, Chemieindustrie, Automobilindustrie)
- Tank-, Lager- und Umschlagflächen
- Werkstätten aller Art (z. B. KFZ-Werkstätten)

Bauweisen für Dichtkonstruktionen nach WHG

Für die Errichtung von Dichtkonstruktionen kommen verschiedene Bauweisen in Betracht:

- Auskleidungen aus Stahl oder Edelstahl
- Beschichtungen mit verschiedenen, zugelassenen Materialien
- **unbeschichtete Betonkonstruktionen**

Dichtkonstruktionen nach WHG in Betonbauweise (Teil 1 – 3)

- die **DAfStb-Richtlinie „Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“** definiert die besonderen Anforderungen an die Bemessung von Dichtflächen aus Ortbeton. Grundlage sind Bemessungsnormen DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992 1-1/NA (EC 2)
- die Richtlinie enthält Vorgaben zu den Baustoffen, zu den Bauteilabmessungen und den Rissbreiten
- zusätzlich werden die Nachweise zu der Dichtheit der Betonkonstruktion geregelt
- die DAfStb-Richtlinie enthält außerdem Regelungen und Hinweise für die Bauausführung. U.a. wird gefordert, dass der bauausführende Fachbetrieb über eine entsprechende Zertifizierung verfügt
- Dichtkonstruktionen nach WHG sind während der Ausführung, vor Inbetriebnahme und wiederkehrend in regelmäßigen Abständen durch einen Sachverständigen zu überprüfen

DEUTSCHER AUSSCHUSS FÜR STAHLBETON

DAfStb-Richtlinie

Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (BUmWS)

Ausgabe März 2011

Ersatz für Ausgabe Oktober 2004; bisherige Vertriebsnummer 65037

Teil 1: Grundlagen, Bemessung und Konstruktion unbeschichteter Betonbauten
Teil 2: Baustoffe und Einwirken von wassergefährdenden Stoffen
Teil 3: Instandsetzung

Anhang A: Prüfverfahren (normativ)
Anhang B: Erläuterungen (informativ)

Die Verpflichtungen aus der Richtlinie 98/34/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Juni 1998 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der Normen und technischen Vorschriften und der Vorschriften für die Dienste der Informationsgesellschaft (ABl. L 204 vom 21.7.1998, S. 37), die zuletzt durch die Richtlinie 2006/96/EG (ABl. L 363 vom 20.12.2006, S. 81) geändert worden ist, sind beachtet worden.

Bezüglich der in dieser Richtlinie genannten Normen, anderen Unterlagen und technischen Anforderungen, die sich auf Produkte oder Prüfverfahren beziehen, gilt, dass auch Produkte bzw. Prüfverfahren angewandt werden dürfen, die Normen oder sonstigen Bestimmungen und/oder technischen Vorschriften anderer Mitgliedstaaten der Europäischen Union oder der Türkei oder einem EFTA-Staat, der Vertragspartei des EWR-Abkommens ist, entsprechen, sofern das geforderte Schutzniveau in Bezug auf Sicherheit, Gesundheit und Gebrauchstauglichkeit gleichermaßen dauerhaft erreicht wird.

Herausgeber:
Deutscher Ausschuss für Stahlbeton e. V. – DAfStb
Budapester Straße 31
D-10787 Berlin
Telefon: 030 2693-1320
info@dafstb.de

urich den Beuth Verlag GmbH, Berlin, Vertriebs-Nummer 65192

© Richtlinie DAfStB Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (BUmWS)

DAfStb – Richtlinie BUmwS – Konstruktion und Ausführung (Teil 1)

Maßgebende Parameter für die Dichtheit von Betonkonstruktionen

- Beaufschlagungsdauer (Zeitdauer, in der das beaufschlagende Medium auf die Konstruktion einwirkt)
- Eigenschaften des beaufschlagenden Mediums
(Dichte ρ , Oberflächenspannung σ , dyn. Viskosität η bzw. $(\sigma/\eta)^{0,5}$)
- nach Abschnitt 8.5 der Rili BUmwS hat der Betreiber der Anlage ein Konzept für den Beaufschlagungsfall zu erstellen:
 - infrastrukturelle Situation (Erkennung der Beaufschlagung, Verantwortung, Kommunikation etc.)
 - Maßnahmen zur Bewältigung der Beaufschlagung
 - Zeitdauer zwischen Eintritt der Beaufschlagung und Beseitigung des wassergefährdenden Stoffes
 - Art, Menge, Temperatur des wassergefährdenden Stoffes, mit denen im Beaufschlagungsfall zu rechnen ist

DAfStb – Richtlinie BUmwS – Konstruktion und Ausführung (Teil 1)

Folgende Hinweise und Vorgaben sind in Planung, Konstruktion und Ausführung zu beachten:

- Erstellung Tragfähigkeitsnachweis im klassischen Sinne mit maßgeblichen Einwirkungen aus Last, Zwang, Temperatur, K+S etc.
- bei Entwurf und Konstruktion ist auf möglichst wenig Zwang zu achten
- Beachtung ob Biege- oder / und Trennrisse auftreten können
- Vermeidung von extremen Witterungseinflüssen
- Arbeits- und Bewegungsfugen sind bei Entwurf und Konstruktion zu minimieren
- alle Risse, außer Oberflächenrisse $w < 0,1$ mm sind zu schließen
- Wartung, Inspektion und Instandhaltung beachten

DAfStb – Richtlinie BUmwS – Konstruktion und Ausführung (Teil 1)

Folgende Hinweise und Vorgaben sind in Planung, Konstruktion und Ausführung zu beachten:

- Ableitflächen sollen 2 % Gefälle aufweisen, Ebenheitstoleranzen nach DIN 18202
- Rückhalteflächen dürfen ohne Gefälle hergestellt werden
- Aufkantungen bis 150 mm ohne Arbeitsfugen
- bei Rinnen Fugenproblematik beachten
- Betonüberdeckung nach DIN EN 1992-1-1
- unvermeidbare Bewegungsfugen sollen außerhalb der Dichtkonstruktion oder an Hochpunkten sein
- Gleitschichten zur Vermeidung von Zwang vorsehen

DAfStb – Richtlinie BUmwS – Konstruktion und Ausführung (Teil 1)

Vorgaben zum Beton:

- **FD-Beton – flüssigkeitsdichter Beton nach DIN EN 1992-1-1 bzw. DIN EN 1992-1-1/NA (und früher DIN 1045-1)**
 - mit vorgegebener Zusammensetzung und begrenzter Eindringtiefe
 - Beton mit Fremdüberwachung
 - Mindestfestigkeit C 30/37 nach DN EN 206-1 (bei vereinfachtem Nachweis, Abschnitt 5.1.2 Rili BUmwS)
 - w/z-Wert 0,45 bis 0,50
 - Flugasche darf eingesetzt werden
 - Zementleimgehalt darf 290 l/m³ nicht überschreiten

- **FDE-Beton – flüssigkeitsdichter Beton nach Eindringprüfung**
 - (Eindringverhalten wird stets in Eignungsprüfung nachgewiesen)
 - Vorgaben wie bei FD-Beton mit zusätzlicher Eindringprüfung

DAfStb – Richtlinie BUmwS – Konstruktion und Ausführung (Teil 1)

Nachweis der Dichtheit – vereinfachter Nachweis, Abschnitt 5.1.2 - 1

- Ermittlung der Eindringtiefe e_{tm} , in Abhängigkeit der Oberflächenspannung und der dyn. Viskosität des Beaufschlagungsmediums

$$e_{72m} = 10 + 3,33 \cdot (\sigma/\eta)^{0,5}$$

$$\text{mit } e_{tm} = e_{72m} \cdot \sqrt{\frac{t}{72}}$$

- folgende Randbedingungen sind einzuhalten:
 - FD- oder FDE-Beton der Druckfestigkeitsklasse C30/37 nach DIN EN 206-1
 - Länge und Breite der Platten $l \leq 50$ m, Mindestdicke $h = 200$ mm
 - keine Verzahnung mit dem Untergrund
 - mittlere Auflast $q \leq 5$ kN/m² (ständiger und quasiständiger Anteil)
 - Gleitschicht nach 7.3.5 entsprechend 2 Lagen PE-Folie oder mindestens gleichwertig
 - keine Verschleißschicht

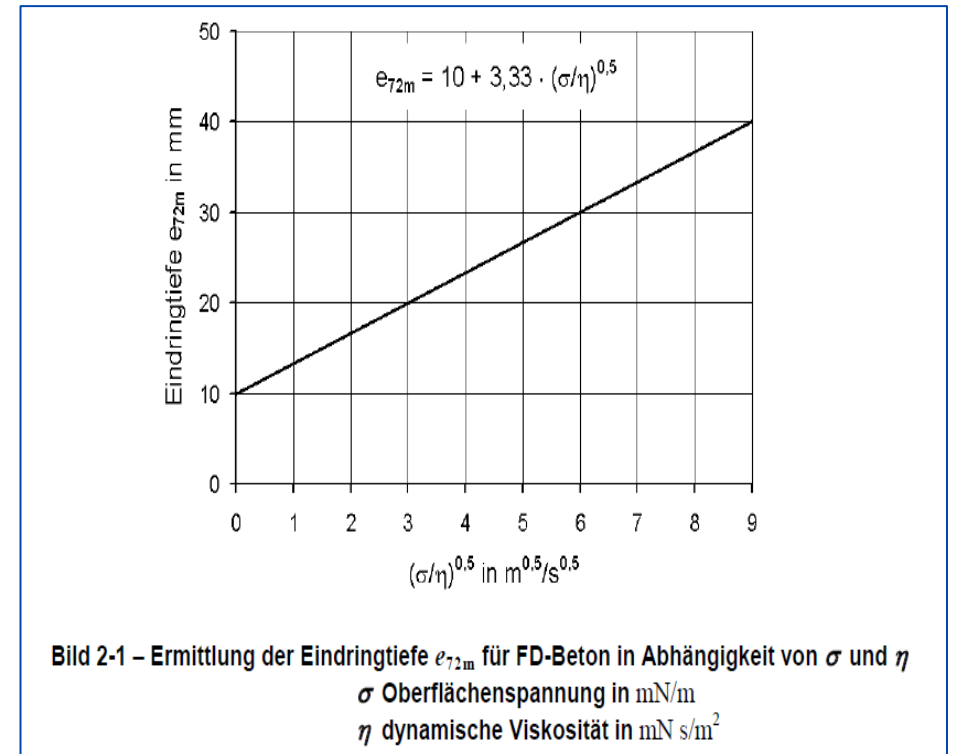


Bild 2-1 – Ermittlung der Eindringtiefe e_{72m} für FD-Beton in Abhängigkeit von σ und η
 σ Oberflächenspannung in mN/m
 η dynamische Viskosität in mN s/m²

DAfStb – Richtlinie BUmwS – Konstruktion und Ausführung (Teil 1)

Nachweis der Dichtheit – vereinfachter Nachweis, Abschnitt 5.1.2 - 2

- Ermittlung des erf. Bewehrungsgebietes in Abhängigkeit der Eindringtiefe e_{tm} und der Bauteildicke h nach folgender Tabelle 1-6 aus der DAfStb – Rili BUmwS

s. Beispiel in der Tabelle

Tabelle 1-6 – Bewehrungsgehalt je Lage und Richtung
in cm^2/m für $d_s = 35$ mm (in Klammern: $d_s = 50$ mm),
wenn ein genauer Nachweis nach 5.1.3 bis 5.1.5 nicht geführt wird

| S | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|--|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | Bauteildicke | | | | | | | | | |
| Z | Eindringtiefe e_{tm}^c | $h = 200$ mm | $h = 250$ mm | $h = 300$ mm | $h = 350$ mm | $h = 400$ mm | $h = 450$ mm | $h = 500$ mm | $h = 550$ mm | $h = 600$ mm |
| | | 1 | 60 mm | – ^b | – ^b | – ^b | – ^b | 35,9 (37,9) | 31,2 (32,5) | 27,9 (28,9) |
| 2 | 50 mm | – ^b | – ^b | – ^b | 29,2 (31,0) | 25,1 (26,2) | 22,4 (23,2) | 20,5 (21,1) | 19,2 (19,7) | 18,3 (18,7) |
| 3 | 40 mm | – ^b | – ^b | 22,6 (24,2) | 19,2 (20,2) | 17,2 (17,8) | 15,9 (16,3) | 15,0 (15,3) | 14,4 (14,7) | 14,0 (14,3) |
| 4 | 30 mm | – ^b | 16,4 (17,7) | 13,8 (14,6) | 12,5 (12,9) | 11,7 (12,0) | 11,2 (11,5) | 11,0 (11,2) | 10,9 (11,1) | 10,9 (11,0) |
| 5 | 20 mm | 10,6 (11,5) | 9,1 (9,6) | 8,5 (8,7) | 8,2 (8,4) | 8,2 (8,3) | 8,2 (8,3) | 8,4 (8,5) | 8,6 (8,6) | 8,8 (8,9) |
| 6 | 10 mm | 5,4 (5,6) | 5,5 (5,6) | 5,6 (5,7) | 5,9 (6,0) | 6,2 (6,3) | 6,6 (6,6) | 6,9 (6,9) | 7,3 (7,3) | 7,6 (7,7) |
| 7 | Mindestbewehrung nach Abschnitt 6 ^a für Beton der Druckfestigkeitsklasse C30/37 | 7,7 | 9,6 | 11,5 | 13,4 | 15,3 | 17,2 | 19,1 | 21,0 | 22,9 |

^a Bei Einsatz von Stahlfaserbeton gelten die Angaben in der DAfStb-Richtlinie „Stahlfaserbeton“.

^b nicht ausführbar

^c Eindringtiefe gemäß Teil 2 dieser Richtlinie, Gleichung (2-4)

DAfStb – Richtlinie BUmwS – Konstruktion und Ausführung (Teil 1)

Nachweis der Dichtheit – „genauer“ Nachweis, Abschnitt 5.1.3 bis 5.1.5 - 1

- zur Sicherstellung der Dichtheit ist für die Bauteildicke nachzuweisen:

$$h \geq \gamma_e \cdot e_{tk}$$

- zusätzlich ist die Mindestdruckzonenhöhe nachzuweisen:

$$x \geq \gamma_e \cdot e_{tk} \quad \text{größer / gleich dem zweifachen Größtkorndurchmesser und größer / gleich 30 mm}$$

die Druckzonenhöhe x ist dabei für die ungünstigste Einwirkungskombination im Zustand II unter Berücksichtigung der Betonstahlbewehrung zu ermitteln

DAfStb – Richtlinie BUmwS – Konstruktion und Ausführung (Anhang A)

Nachweis der Dichtheit – Eindringversuche an Probekörpern, nach Anhang A

- abhängig vom Zementsteingefüge des Betons
- stark abhängig von den Eigenschaften des Beaufschlagungsmediums (dyn. Viskosität, Oberflächenspannung)
- Die Versuche sind hinsichtlich Aufbau, Durchführung und Auswertung im Anhang A zur DAfStB - Rili BUmwS geregelt

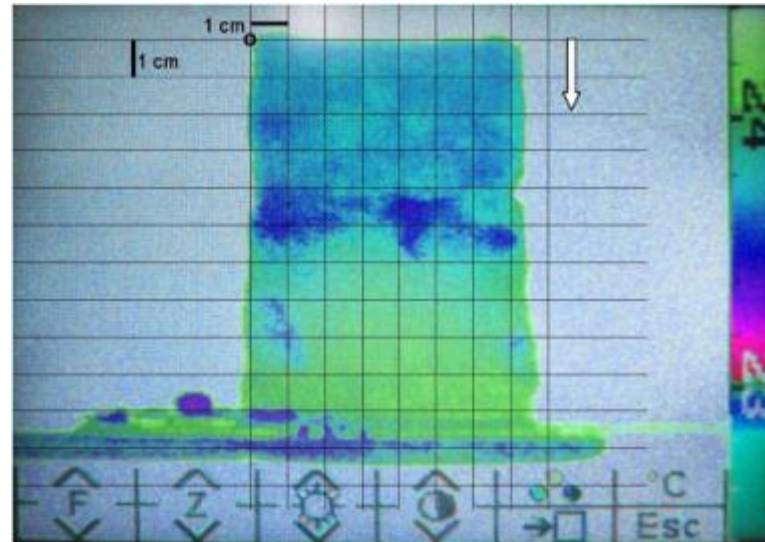
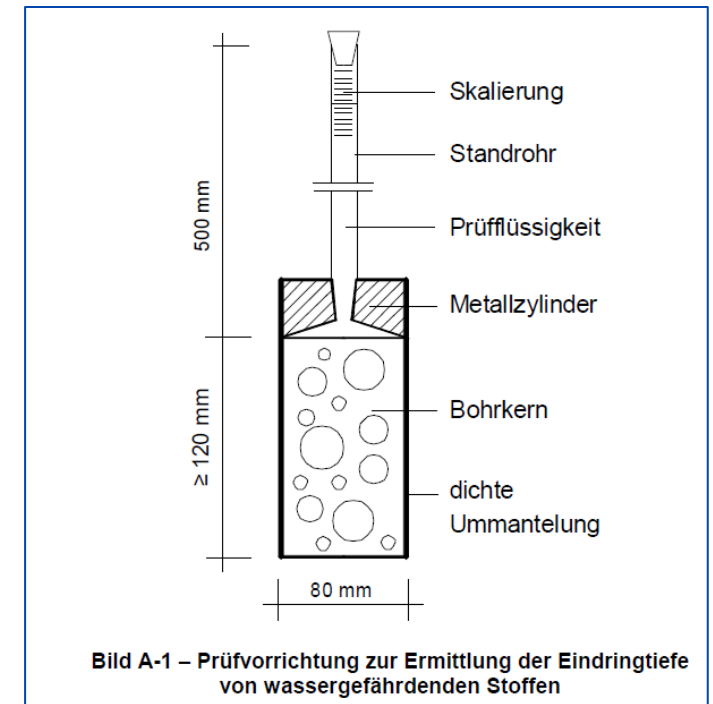


Bild: Feststellung der Eindringtiefe im Eindringversuch



© Richtlinie DAfStB Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (BUmwS)

DAfStb – Rili BUmwS – Überwachung durch Sachverständigen (Teil 1)

Überwachung durch den Sachverständigen gemäß Abschnitt 8.4.2 – Leistungen TÜV SÜD

(1) die baulichen Anlagen sind nach Maßgabe der Prüfanleitung in Abschnitt 7.5 (2) **während der Ausführung, vor Inbetriebnahme** und **wiederkehrend** durch den Sachverständigen nach VAUwS zu überwachen.

Die Überwachungsmaßnahmen sind zu dokumentieren

(4) werden bei der Prüfung Abweichungen gegenüber dem Sollzustand festgestellt, so sind Instandsetzungsmaßnahmen gemäß den Bestimmungen des Teil 3 dieser Richtlinie festzulegen und unverzüglich einzuleiten

DAfStb – Rili BUmwS – Überwachung durch Sachverständigen (Teil 1)

Überwachung durch den Sachverständigen gemäß Abschnitt 8.4.2 – **Planung**

Wesentliche Punkte aus Tab 1-7:

- Beaufschlagungsmedium, Beaufschlagungsdauer, Beaufschlagungskonzept (Angaben vom Betreiber)
- Ausführungsunterlagen (statische Nachweise, Schalplan, Bewehrungsplan)
- Nachweise der Dichtkonstruktion
- Verwendbarkeitsnachweise für die eingesetzten bzw. vorgesehenen Materialien (ggf. auch AbZ)

Wichtig: Unterstützung bzw. Zusammenarbeit mit Bauherr / Betreiber und Planer

DAfStb – Rili BUmwS – Überwachung durch Sachverständigen (Teil 1)

Überwachung durch den Sachverständigen gemäß Abschnitt 8.4.2 – **Bauausführung**

Wesentliche Punkte aus Tab 1-7:

- Nachweis Fachbetrieb, Fachunternehmererklärung (Betonarbeiten, Fugen etc.)
- Dokumentation zum Betonierablauf (Beginn, Ende, Temperatur, Witterung)
- Lieferscheine Beton
- Nachbehandlung (Art, Maßnahmen, Dauer, Randbedingungen)

Wichtig: Unterstützung bzw. Zusammenarbeit mit Bauleitung / Bauausführung



DAfStb – Rili BUmwS – Überwachung durch Sachverständigen (Teil 1)

Überwachung durch den Sachverständigen gemäß Abschnitt 8.4.2 – **Überwachung, Kontrolle**

Wesentliche Punkte aus Tab 1-7:

- Baugrundabnahme, Planum
- Kontrolle der Bewehrung vor dem Betonieren
- Kontrolle der Fugen, Einbau Rinnen, Abläufe
- Kontrolle der fertigen Fläche, Feststellung ev. Risse
- Messungen der Betondeckungen

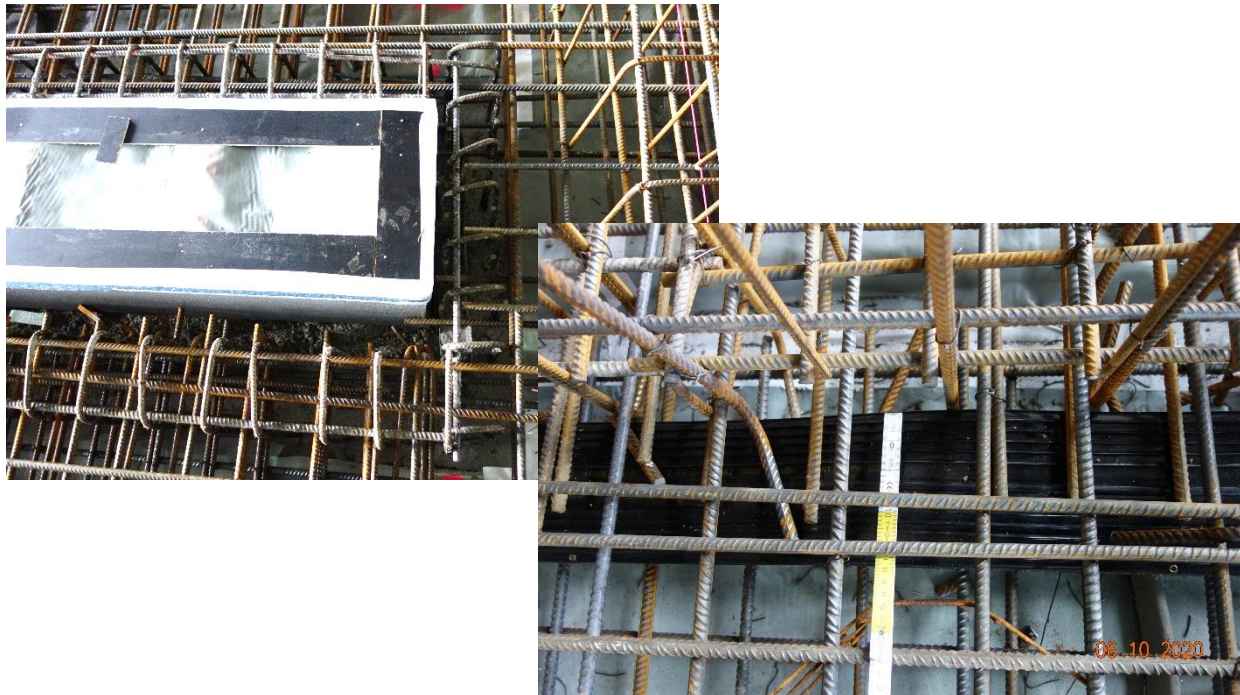
Wichtig: Unterstützung bzw. Zusammenarbeit mit Bauleitung / Bauausführung

DAfStb – Rili BUmwS – Überwachung durch Sachverständigen (Teil 1)

Überwachung durch den Sachverständigen gemäß Abschnitt 8.4.2 – **Überwachung, Kontrolle**

Wesentliche Punkte aus Tab 1-7:

- Kontrolle der Bewehrung vor dem Betonieren



DAfStb – Rili BUmwS – Überwachung durch Sachverständigen (Teil 1)

Überwachung durch den Sachverständigen gemäß Abschnitt 8.4.2 – **Überwachung, Kontrolle**

Wesentliche Punkte aus Tab 1-7:

- Kontrolle der Fugen, Einbau Rinnen, Abläufe

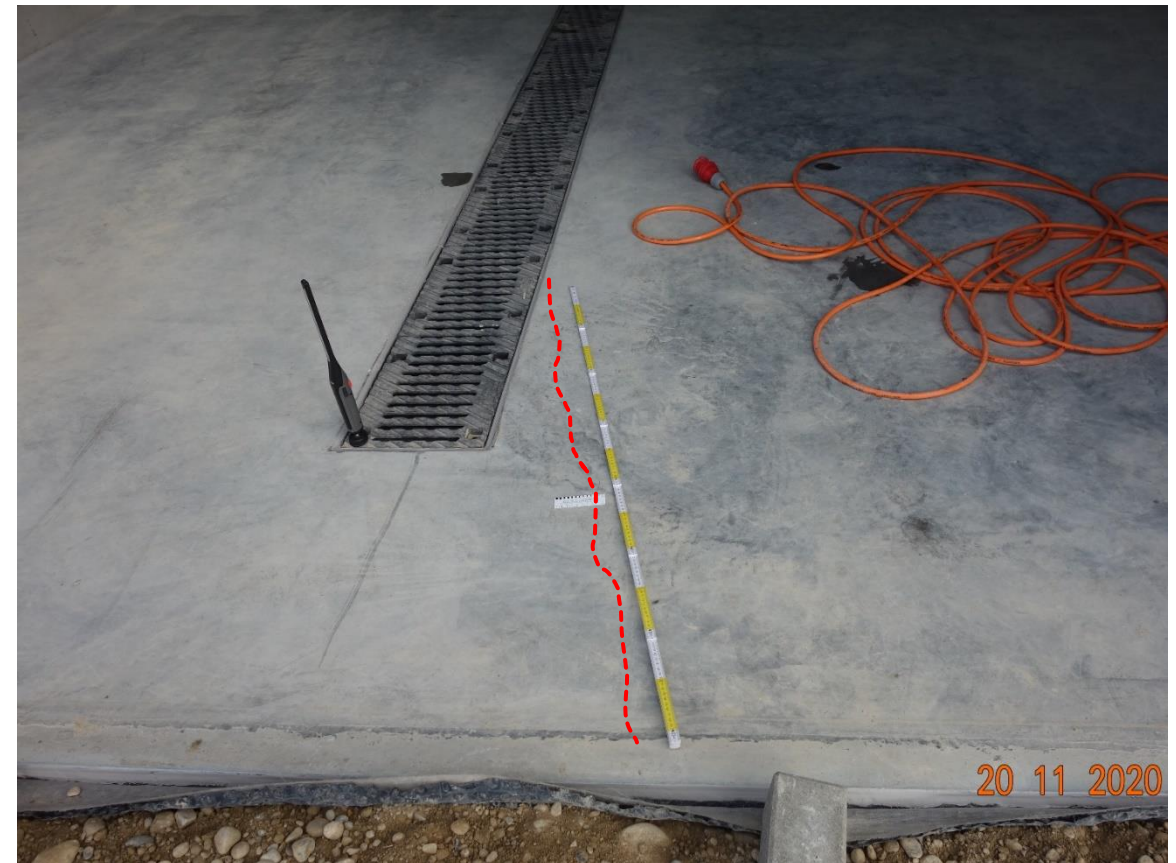
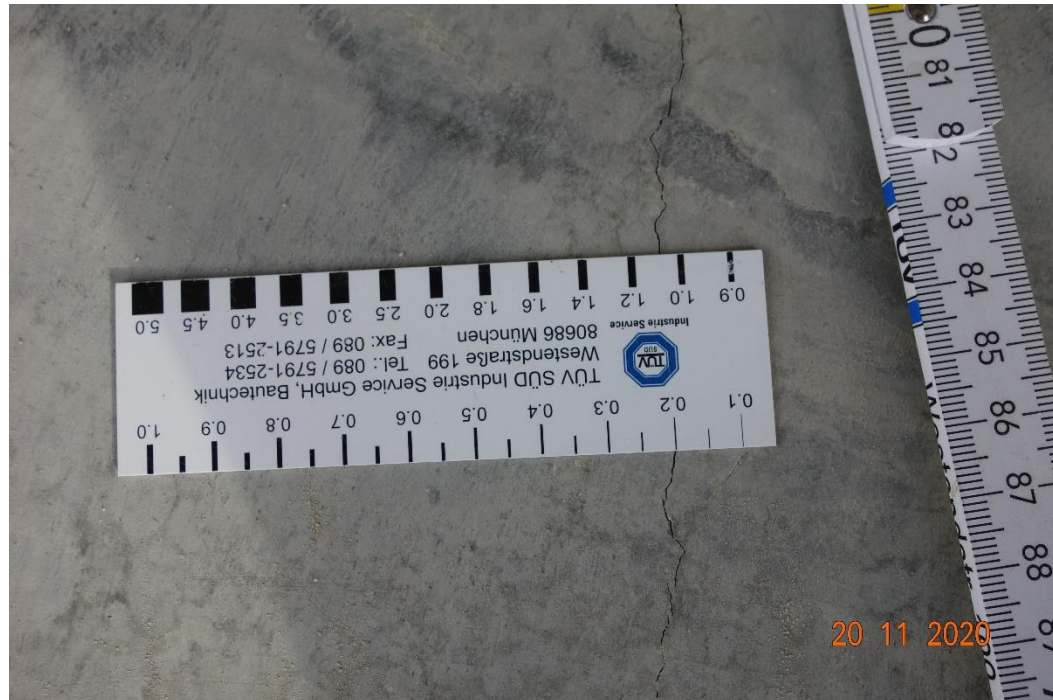


DAfStb – Rili BUmwS – Überwachung durch Sachverständigen (Teil 1)

Überwachung durch den Sachverständigen gemäß Abschnitt 8.4.2 – **Überwachung, Kontrolle**

Wesentliche Punkte aus Tab 1-7:

- Kontrolle der fertigen Fläche, Feststellung evtl. Risse

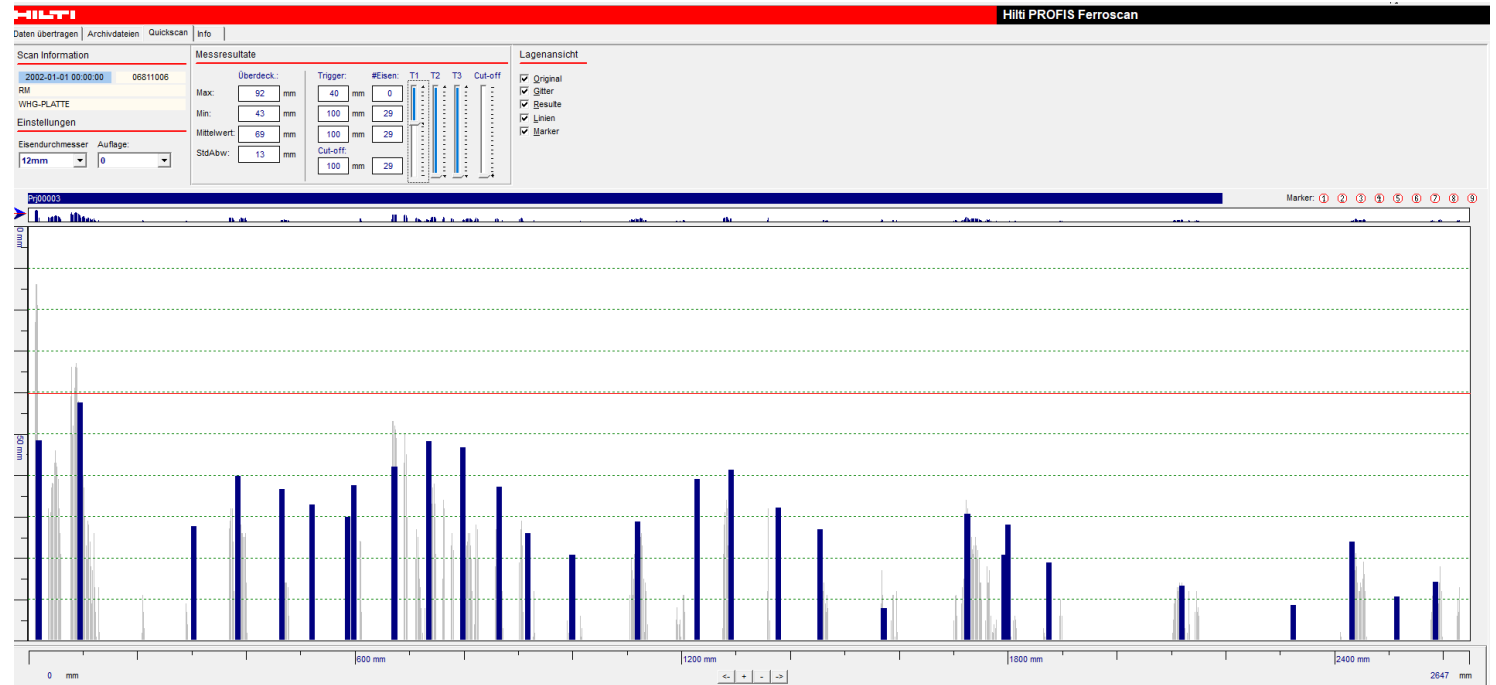


DAfStb – Rili BUmwS – Überwachung durch Sachverständigen (Teil 1)

Überwachung durch den Sachverständigen gemäß Abschnitt 8.4.2 – **Überwachung, Kontrolle**

Wesentliche Punkte aus Tab 1-7:

- Messungen der Betondeckungen mit Bewehrungsscans
Überprüfung der Mindestbetondeckung zum Schutz des Bewehrungsstahls gegen Korrosion nach DIN EN 1992-1-1



DAfStb – Rili BUmwS – Instandsetzung (Teil 3)

Instandsetzung Abschnitt 4 – **Zustandserfassung und Instandsetzungskonzept**

- der Ist-Zustand ist anhand der Instandsetzungs-Richtlinie des DAfStb unter Berücksichtigung der Bestimmungen des Arbeitsblattes DWA-A 786 (TRwS 786 „Ausführung von Dichtflächen“) zu erfassen, zu dokumentieren und mit dem Sollzustand zu vergleichen
- der Focus liegt dabei auf: **Fugen, Rissen, Betonschadstellen** (z. B. Abplatzungen, Hohlstellen), **Betonstahl** (ggf. Korrosion) und **Folgen der Beaufschlagung** mit dem Medium
- die Instandsetzung ist auf Grundlage einer sachkundigen Bauzustandsbegutachtung, dem darauf abgestimmten Instandsetzungskonzept, unter Berücksichtigung der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung des jeweiligen Instandsetzungsproduktes bzw. –systems und der Bestimmungen des Arbeitsblattes DWA-A 786 (TRwS 786 „Ausführung von Dichtflächen“) für das jeweilige Instandsetzungsvorhaben **sachkundig zu planen und auszuführen**

DAfStb – Rili BUmwS – Instandsetzung (Teil 3)

Instandsetzung Abschnitt 8 – **Füllen von Rissen**

- das Füllen von Rissen zur Wiederherstellung der Dichtheit gegen wassergefährdende Stoffe durch Injektion ist möglich. Injektion bedeutet das Füllen von Rissen unter Druck.
- die Injektion der Risse ist unter Beachtung der Bestimmungen der jeweiligen allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung und der Angaben in der Instandsetzungs-Richtlinie durchzuführen. Für den Anwendungsbereich sind folgende Füllstoffe vorgesehen:
 - Epoxidharz (EP)
 - Polyurethan (PUR)
 - Zementleim (ZL)
 - Zementsuspension (ZS)

Dichtkonstruktionen nach WHG in Betonbauweise - Fazit

- Dichtkonstruktion in Betonbauweise sind **robust, langlebig, wenig anfällig gegenüber mechanischen Beanspruchungen** und auch **wirtschaftlich**
- in der **DAfStb-Richtlinie „Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“** werden die Randbedingungen für die Planung, die Ausführung und ev. notwendige Instandsetzung geregelt
- die DAfStb-Richtlinie enthält Regelungen und Hinweise für die Bauausführung. U. a. wird gefordert, dass der bauausführende **Fachbetrieb** (Betonbau, Fugen) über eine entsprechende **Zertifizierung** verfügt
- Dichtkonstruktionen nach WHG sind während der Planung bzw. Ausführung, vor Inbetriebnahme und wiederkehrend in regelmäßigen Abständen durch einen **Sachverständigen** zu überprüfen



Mehr Wert.
Mehr Vertrauen.

Kontakt

Dr.-Ing. Matthias Rudlof

Telefon 089 5791-3995
matthias.rudlof@tuvsud.com