

# Prüfbericht

## Zemdrain<sup>®</sup>

**Auszug aus dem Prüfbericht:**

**Vergleichsprüfungen an Beton bei Herstellung mit wasserabführender  
Schalungsbahn Zemdrain<sup>®</sup> und herkömmlicher Schalung**

**- Zusammenfassung -**

**18 20 11 0091 | 19.12.2018**

geprüft durch: KIT, Karlsruhe

## Prüfbericht

Gegenstand: Vergleichsprüfungen an Beton bei Herstellung mit wasserabführende  
Schalungsbahn Zemdrain® und herkömmlicher Schalung

Auftraggeber: Max Frank GmbH & Co KG  
Mitterweg 1  
94339 Leiblfig

Auftragsdatum: 31.05.2017

Ansprechpartner: Dr.-Ing. M. Vogel  
Telefon: +49 721 608-47695  
E-Mail: michael.vogel@mpa-karlsruhe.de

Berichtsnummer: 18 20 11 0091      Berichtsdatum: 19.12.2018  
Textseiten: 75  
Anlagen: A-I

Ausfertigungen: 1fach: Max Frank GmbH & Co KG  
1fach: MPA Karlsruhe

Notifizierte Stelle 0754 nach EU-BauPVO  
Anerkannte Stelle BWU01 nach LBO  
Die Akkreditierung gilt für die im Bericht mit \* gekennzeichneten Prüfverfahren.



Postanschrift: Materialprüfungs- und Forschungsanstalt, MPA Karlsruhe  
KIT-Campus Süd, 76128 Karlsruhe

Telefon: +49 721 608-46504  
Telefax: +49 721 608-47796

Lieferanschrift: Gotthard-Franz-Straße 2, 76131 Karlsruhe, Gebäude 50.32

Internet: www.mpa-karlsruhe.de

Der Bericht darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Veröffentlichung und auszugsweise Wiedergabe bedarf der schriftlichen Genehmigung der MPA.

## 6 Zusammenfassung

Im vorliegenden Prüfbericht sind die Ergebnisse der Vergleichsprüfungen an Beton bei Herstellung mit wasserabführender Schalungsbahn und herkömmlicher Schalung aufgeführt. Die Untersuchungen umfassten die Herstellung von Betonprüfkörpern unterschiedlicher Abmessungen zur Bestimmung

- der Druckfestigkeit (Abschnitt 5.1),
- der Rückprallzahl (Abschnitt 5.2),
- der Oberflächenzugfestigkeit (Abschnitt 5.3),
- der Oberflächenabsorption (Abschnitt 5.4),
- des Chloridwiderstands (Abschnitt 5.5),
- der Wassereindringtiefe unter Druck (Abschnitt 5.6),
- des Frostwiderstands (Abschnitt 5.7),
- des Karbonatisierungswiderstands (Abschnitt 5.8) und
- des Sulfatwiderstands (Abschnitt 5.9).

Zur Durchführung der betontechnologischen Untersuchungen wurden Großprüfkörper (Betonwände) und Kleinprüfkörper der Festigkeitsklasse C35/45 (mit einem maximalen Wassorzementwert von 0,45 und einem minimalen Zementgehalt von  $360 \text{ kg/m}^3$ ) hergestellt. Die Übersicht über die Herstellungstermine sowie des Prüfumfanges sämtlicher Prüfkörper sind den Tabellen 1 bis 4 zu entnehmen.

Bei allen Wänden wurden stets sämtliche mit wasserabführender Schalungsbahn ausgestattete Wandseiten geprüft. Von den Wandseiten, welche mit herkömmlicher Schalung ausgestattet waren, wurden lediglich ausgewählte Wandseiten einer Prüfung unterzogen.

Nachfolgend werden die wesentlichen Ergebnisse hinsichtlich der Ermittlung der oben aufgeführten betontechnologischen Untersuchungen aufgezeigt.

Bezüglich der Druckfestigkeit (28 Tage) wurde für die Wände Classic-24, Classic-72 und MD-1x ein mittlerer Wert von ca.  $63 \text{ N/mm}^2$  ermittelt. Die mittlere 28-Tage-Druckfestigkeit für die Wand MD-2x lag bei ca.  $61 \text{ N/mm}^2$ . Für die Wand MD-3x betrug die mittlere 28-Tage-Druckfestigkeit  $56 \text{ N/mm}^2$ , siehe Tabelle 18.

Hinsichtlich der Rückprallzahl (28 Tage) wurden bei den Wänden mit wasserabführender Schalungsbahn Median-Werte von 44 bis 48 ermittelt. Bei den Wänden mit herkömmlicher Schalung lagen die Median-Werte zwischen 35 und 37, siehe Tabelle 30.

Im Prüfalter von 58, 64 und 65 Tagen lagen die mittleren Werte der Oberflächenzugfestigkeit der Wände mit wasserabführender Schalungsbahn zwischen  $4,1 \text{ N/mm}^2$  und  $6,0 \text{ N/mm}^2$  und bei den Wänden mit herkömmlicher Schalung zwischen  $2,4 \text{ N/mm}^2$  und  $2,9 \text{ N/mm}^2$ , siehe Tabelle 40.

Im Prüfalter zwischen 105 und 130 Tagen lagen die mittleren 10-Minuten-Werte der Oberflächenabsorption der Proben mit wasserabführender Schalungsbahn zwischen  $0,3154 \text{ ml/(m}^2/\text{s)}$  und  $0,8026 \text{ ml/(m}^2/\text{s)}$  und der Proben mit herkömmlicher Schalung zwischen  $0,7372 \text{ ml/(m}^2/\text{s)}$  und  $0,9123 \text{ ml/(m}^2/\text{s)}$ , siehe Tabelle 50.

Im Prüfalter zwischen 105 und 130 Tagen lagen die mittleren 30-Minuten-Werte der Oberflächenabsorption der Proben mit wasserabführender Schalungsbahn zwischen  $0,2178 \text{ ml/(m}^2/\text{s)}$  und  $0,5083 \text{ ml/(m}^2/\text{s)}$  und der Proben mit herkömmlicher Schalung zwischen  $0,4881 \text{ ml/(m}^2/\text{s)}$  und  $0,6154 \text{ ml/(m}^2/\text{s)}$ , siehe Tabelle 51.

Im Prüfalter zwischen 105 und 130 Tagen lagen die mittleren 60-Minuten-Werte der Oberflächenabsorption der Proben mit wasserabführender Schalungsbahn zwischen  $0,1577 \text{ ml/(m}^2/\text{s)}$  und  $0,3739 \text{ ml/(m}^2/\text{s)}$  und der Proben mit herkömmlicher Schalung zwischen  $0,3484 \text{ ml/(m}^2/\text{s)}$  und  $0,4893 \text{ ml/(m}^2/\text{s)}$ , siehe Tabelle 52.

Bezüglich des Chloridwiderstands im Prüfalter von 128 Tagen wurden bei den Proben mit wasserabführender Schalungsbahn mittlere Werte des Chloriddiffusionskoeffizienten von  $2,065 \cdot 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$  bis  $5,501 \cdot 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$  ermittelt. Bezüglich der Proben mit herkömmlicher Schalung lagen die mittleren Werte des Chloriddiffusionskoeffizienten zwischen  $5,238 \cdot 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$  und  $14,775 \cdot 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$ , siehe Tabelle 94.

Hinsichtlich der Wassereindringtiefe unter Druck im Prüfalter zwischen 69 und 137 Tagen wurden bei den Proben mit wasserabführender Schalungsbahn Werte der Wasseraufnahme von 6,0 mm bis 25,0 mm bestimmt. Für den Fall der Proben mit herkömmlicher Schalung lagen die mittleren Werte der Wasseraufnahme zwischen 24,0 mm und 39,0 mm, siehe Tabelle 96.

Bei der Ermittlung des Frostwiderstands im Prüfalter zwischen 100 und 105 Tagen der Proben mit wasserabführender Schalungsbahn wurden mittlere Werte der Abwitterung nach 28 Frost-Tau-Zyklen von  $138,81 \text{ g/m}^2$  bis  $341,42 \text{ g/m}^2$  erzielt. Hinsichtlich der Proben mit herkömmlicher Schalung lagen die mittleren Werte der Abwitterung nach 28 Frost-Tau-Zyklen zwischen  $2965,92 \text{ g/m}^2$  und  $3817,98 \text{ g/m}^2$ , siehe Tabelle 116.

Bezüglich der Ermittlung des Karbonatisierungswiderstands im Prüfalter von 50 Tagen an den Betonbalken mit wasserabführender Schalungsbahn wurden keine Karbonatisierungstiefen festgestellt. Bei den Balken mit herkömmlicher Schalung wurden mittlere Werte der Karbonatisierungstiefe von 3,3 mm bis 8,6 mm ermittelt, siehe Tabelle 118.

Bei der Ermittlung des Sulfatwiderstands im Prüfalter von 28 Tagen wurden mittlere Werte der maßgebenden Sulfatdehnung während der Zusatzlagerung  $\Delta I_s$  an den Prismen mit wasserabführender Schalungsbahn der Prüfserie Classic von 0,232 ‰, für die Proben der Prüfserie MD von 0,256 ‰ und für die Prismen der Prüfserie Referenz mit herkömmlicher Schalung von 0,289 ‰ erzielt, siehe Tabellen 120 bis 122. Gemäß der Norm SIA 262/1:2013 [9] gilt für diese Prüfung ein Grenzwert von  $\Delta I_s \leq 1,2 \text{ ‰}$ .

Der Direktor  
Prof. Dr.-Ing. F. Dehn

Der Bearbeiter  
Dr.-Ing. M. Vogel