

## **Forschungsbericht Nr. M 153/21**

Antragsteller: Firma  
Bundesverband Estrich und Belag e.V. (BEB)  
Sitz der Geschäftsstelle:  
Kronenstraße 55-58  
10117 Berlin

sowie

5 Zementhersteller

Inhalt des Antrags: Forschungsvorhaben zur Prüfung von  
Zementestrichen unter Verwendung von  
klinkereffizienten Zementen im Vergleich zu  
bisher verwendeten Zementen

Datum des Prüfberichts: 30.01.2023



Textseiten: 23  
Anlagen: 167

## **1. Auftrag, Probeneingang und Vorbemerkungen**

Die Firmen

- a) Dyckerhoff GmbH  
Abt. Qualität und technische Beratung  
Dyckerhoffstraße 7  
65203 Wiesbaden
  
- b) Holcim HüttenZement GmbH  
Im Karrenberg 36  
44329 Dortmund-Kirchderne
  
- c) HeidelbergCement AG  
Vertriebsregion Süd-Ost  
Schmidmühlener Straße 30  
93133 Burglengenfeld
  
- d) CEMEX Zement GmbH  
LE: 15562 Rüdersdorf/1232519  
Dienstleistungszentrum  
15559 Rüdersdorf
  
- e) SCHWENK Zement GmbH & Co. KG  
Hindenburgring 15  
89077 Ulm

beauftragten das Institut für Baustoffprüfung und Fußbodenforschung (IBF), Troisdorf, mit der Prüfung von Zementestrichen, die unter Verwendung klinkereffizienter Zemente im Vergleich zu bisher verwendeten Zementen hergestellt werden sollten.

Das Forschungsvorhaben wurde durch das Forschungsförderungsprogramm des Bundesverbandes Estrich und Belag e.V. (BEB), Sitz der Geschäftsstelle: Kronenstraße 55-58, 10117 Berlin, gefördert.

Folgende Zemente sollten geprüft werden:

a) klinkereffiziente Zemente

- Zement Z1-N - CEM II/C-M (S-LL) 42,5 N
- Zement Z2-N - CEM II/B-M (V-LL) 42,5 N
- Zement Z3-N - CEM II/C-M (S-LL) 42,5 N
- Zement Z4-N - CEM II/C-M (S-LL) 42,5 N
- Zement Z5-N - CEM II/C-M (S-LL) 42,5 N
- Zement Z6-N - CEM II/B-M (S-LL) 42,5 N
- Zement Z7-N - CEM II/C-M (S-LL) 42,5 N

b) bisher verwendete Zemente

- Zement Z8 - CEM II/A-LL 42,5 N
- Zement Z9 - CEM I 42,5 N
- Zement Z10 - CEM I 42,5 N
- Zement Z11 - CEM II/A-LL 42,5 N
- Zement Z12 - CEM I 42,5 N
- Zement Z13 - CEM II/B-LL 32,5 R/N
- Zement Z14 - CEM I 42,5 N
- Zement Z15 - CEM II/A-LL 42,5 N

Im Einzelnen waren dabei folgende Prüfungen durchzuführen:

- a) Herstellung der Estrichmörtel in einem Zwangsmischer einschließlich Prüfung der Frischmörteleigenschaften (Ausbreitmaß, Luftporengehalt, Frischmörtelrohddichte).
- b) Prüfung der Rohddichte, Biegezugfestigkeit und Druckfestigkeit an Prismen 4 cm x 4 cm x 16 cm im Alter von 3, 7 und 28 Tagen nach DIN EN 13892-2.

- c) Prüfung der Längenänderungen nach Graf-Kaufmann und in einer Schwindrinne bei Lagerung in Normalklima DIN 50014-20/65-2 über einen Zeitraum von 90 Tagen.
- d) Prüfung des Austrocknungsverhaltens an auf Dämmschicht hergestellten kleineren Versuchsflächen (ca. 30 cm x 30 cm x 5 cm). Lagerung der Proben 3 Tage ohne Abdeckung in Klima 10/80, danach bis zum Alter von 56 Tagen in Klima 20/65, anschließend zur Ermittlung des Ausgleichsfeuchtegehaltes in Klima 23/50. Prüfung des Feuchtegehaltes an mehreren Prüfterminen durch CM-Messung und durch Darren bei 105 °C.
- e) Wie unter d) bei anfänglich 14-tägiger Lagerung in Klima 10/80, danach bis zum Alter von 67 Tagen in Klima 20/65.  
Zweck dieser Variante ist, festzustellen, ob eine anfänglich längere Lagerung in feuchterem Klima Einfluss auf die weitere Austrocknungsgeschwindigkeit und den Ausgleichsfeuchtegehalt hat.
- f) Herstellung von auf Dämmschicht verlegten Probeflächen mit ca. 0,5 m x 0,5 m Kantenlänge (unbeheizt mit 50 mm Estrichdicke) und Oberflächenbearbeitung von Hand. Prüfung der Biegezugfestigkeit, der Oberflächenzugfestigkeit und der Ritzbarkeit nach 3, 7 und 28 Tagen.  
Lagerung A: 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 20/65  
Lagerung B: 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 10/65  
Zweck der Lagerungsvariante B ist, festzustellen, ob eine längere Lagerung bei geringerer Temperatur Einfluss auf die Festigkeitsentwicklung des Zementestrichs hat.
- g) Herstellung von auf Dämmschicht verlegten Versuchsflächen mit ca. 2 m x 2 m Kantenlänge (unbeheizt mit 50 mm Estrichdicke) zur Abschätzung der Verarbeitbarkeit und Aufnahme der vertikalen Verformungen über einen Zeitraum von 90 Tagen. Die Probeflächen lagern dabei bei Raumklima in einer Prüfhalle.
- h) Prüfung der Ritzbarkeit, der Oberflächenzugfestigkeit und der Biegezugfestigkeit (Bestätigungsprüfung) nach Abschluss der Prüfungen g).

Hierzu erhielten wir von den oben genannten Zementherstellern in der Zeit vom 09.09.2021 bis 08.11.2021 je 200 kg Zement, bei denen es sich nach den Angaben der Zementhersteller um die oben aufgeführten Zementsorten handelt. Rückstellproben der Zemente werden im IBF aufbewahrt.

Die für die Herstellung der Zementestriche erforderliche Gesteinskörnung sowie die Estrichzusatzmittel (Zusatzmittel A/Luftporenbildner und Zusatzmittel B/Fließmittel) wurden vom IBF gestellt.

Im Folgenden wird über die Durchführung und die Ergebnisse der Prüfungen berichtet.

## **2. Vorbemerkungen**

Das Mischungsverhältnis zur Herstellung der Zementestriche sollte Zement : Gesteinskörnung = 1 : 6 Masse-Teile betragen.

Die Sieblinie der Gesteinskörnung sollte etwa der Sieblinie B<sub>8</sub> nach DIN 1045-2 entsprechen.

Die Herstellung der Zementestriche sollte unter Verwendung eines Estrichzusatzmittels in praxisüblicher Verarbeitungskonsistenz erfolgen.

## **3. Durchführung und Ergebnis der Prüfungen**

### **3.1. Herstellung der Zementestriche**

Vor der Herstellung der Zementestriche wurde die Gesteinskörnung gründlich durchmischt und je Mischung portioniert. Der Feuchtegehalt der Gesteinskörnung wurde vor Mischbeginn bestimmt und bei der erforderlichen Menge des Zugabewassers berücksichtigt.

Die für die Herstellung der Zementestriche verwendeten Ausgangsstoffe sowie das Mischungsverhältnis der Zementestriche sind in Tabelle 1 der Anlage 1 zusammengestellt.

Die Kornzusammensetzung der für die Herstellung der Zementestriche verwendeten Gesteinskörnung ist in der Tabelle 2 der Anlage 2 angegeben und in der Skizze 1 der Anlage 2 grafisch dargestellt.

Die Zementestriche wurden in einem Zwangsmischer gemischt. Zuerst wurde die Hälfte der Gesteinskörnung vorgelegt, der Zement und das Zusatzmittel eingefüllt und vorgemischt. Danach wurden das Wasser und die restliche Gesteinskörnung zugegeben. Die Nachmischzeit betrug etwa 2 Minuten.

Beim Zement Z2-N (CEM II/B-M (V-LL) 42,5) konnte mit Zusatzmittel A/Luftporenbildner bei gleichem Wasserzementwert wie bei den anderen Zementen keine verarbeitbare Konsistenz eingestellt werden. Bei höheren Wasserzementwerten neigte der mit diesem Zement gemischte Zementestrich zudem zum Wasserabsondern. Daher wurde der mit Zement Z2-N gemischte Zementestrich mit Zusatzmittel B/Fließmittel und mit einem von den anderen Zementen abweichendem Wasserzementwert hergestellt.

### **3.2. Frischmörteleigenschaften der Zementestriche**

Die Frischmörteleigenschaften der Zementestriche wurden nach DIN 1015-3:2007-05 - Prüfverfahren für Mörtel für Mauerwerk - Teil 3: Bestimmung der Konsistenz von Frischmörtel (mit Ausbreittisch) - DIN 1015-6:2007-05 - Prüfverfahren für Mörtel für Mauerwerk - Teil 6: Bestimmung der Rohdichte von Frischmörtel - und DIN 1015-7:1998-12 - Prüfverfahren für Mörtel für Mauerwerk - Teil 7: Bestimmung des Luftgehaltes von Frischmörtel - ermittelt. Dazu wurden die Kennwerte, wie das Ausbreitmaß, die Rohdichte und der Luftgehalt unmittelbar nach Ende der Mörtelherstellung festgestellt.

Die Frischmörteleigenschaften der Zementestriche sind in Tabelle 3 der Anlage 3 zusammengestellt.

#### Hinweise zur Bewertung:

Mit Ausnahme des mit Zement Z2-N hergestellten Zementestrichs unterschieden sich die Frischmörteleigenschaften der Zementestriche kaum. Die hergestellten Zementestriche ließen sich in der gewählten praxisgerechten Konsistenz unter Laborbedingungen gut verarbeiten. Sie sonderten nach dem Einbau kein Wasser ab.

### **3.3. Rohdichte, Biegezugfestigkeit und Druckfestigkeit der Zementestriche (Güteprüfung)**

Zur Bestimmung der Rohdichte, Biegezugfestigkeit und Druckfestigkeit der Zementestriche wurden aus den Zementestrichen nach Abschnitt 3.1. jeweils 9 Prismen 4 cm x 4 cm x 16 cm nach DIN EN 13892-1:2003-02 - Prüfverfahren für Estrichmörtel und Estrichmassen - Teil 1: Probenahme, Herstellung und Lagerung der Prüfkörper - hergestellt und durch Vibration verdichtet.

Die Prismen lagerten nach DIN EN 13892-1:2003-02 2 Tage in der Form und danach entformt bis zum 7. Tag im Feuchtkasten bei 20°C und 95 % relativer Luftfeuchte und danach in Normalklima DIN 50014-20/65-2.

Die Rohdichte, Biegezug- und Druckfestigkeit der Prismen wurde im Alter von 3, 7 und 28 Tagen nach DIN EN 13892-2:2003-02 - Prüfverfahren für Estrichmörtel und Estrichmassen - Teil 2: Bestimmung der Biegezug- und Druckfestigkeit - geprüft.

Die Ergebnisse der Prüfungen sind in den Tabellen 4 bis 18 der Anlagen 4 bis 18 zusammengestellt. In den Skizzen 2 bis 4 der Anlagen 19 und 20 sind die Mittelwerte der Prüfergebnisse graphisch dargestellt.

Hinweise zur Bewertung:

Bei der Güteprüfung wurden bei den Zementestrichen abhängig vom Prüfalter folgende Festigkeitsklassen nach DIN EN 13813:2003-01 - Estrichmörtel und Estrichmassen; Eigenschaften und Anforderungen - erreicht:

Prüfalter Tage	Festigkeitsklasse beim Zementestrich mit Zement						
	Z1-N	Z2-N	Z3-N	Z4-N	Z5-N	Z6-N	Z7-N
3	CT-C25-F5	CT-C25-F5	CT-C16-F3	CT-C20-F4	CT-C20-F5	CT-C25-F5	CT-C25-F5
7	CT-C30-F6	CT-C30-F5	CT-C20-F4	CT-C30-F6	CT-C25-F5	CT-C35-F6	CT-C30-F5
28	CT-C40-F7	CT-C40-F7	CT-C30-F6	CT-C40-F6	CT-C35-F7	CT-C40-F7	CT-C40-F7

Prüfalter Tage	Festigkeitsklasse beim Zementestrich mit Zement							
	Z8	Z9	Z10	Z11	Z12	Z13	Z14	Z15
3	CT-C20-F5	CT-C20-F4	CT-C20-F4	CT-C20-F5	CT-C20-F5	CT-C25-F5	CT-C25-F5	CT-C30-F5
7	CT-C25-F5	CT-C25-F5	CT-C25-F5	CT-C30-F5	CT-C25-F5	CT-C25-F6	CT-C30-F5	CT-C35-F6
28	CT-C35-F7	CT-C35-F6	CT-C35-F6	CT-C40-F7	CT-C35-F7	CT-C40-F7	CT-C40-F7	CT-C40-F7

Bei dem mit klinkereffizientem Zement Z3-N hergestellten Zementestrich war eine etwas langsamere Festigkeitsentwicklung im Vergleich zu den anderen Zementestrichen feststellbar.

Bei den übrigen mit klinkereffizienten Zementen hergestellten Zementestrichen war im Vergleich zu den mit den bisher verwendeten

Zementen hergestellten Zementestrichen kein signifikanter Unterschied in der Festigkeitsentwicklung feststellbar.

### **3.4. Längenänderungen der Zementestriche**

Das Längenänderungsverhalten der Zementestriche wurde an Prismen 4 cm x 4 cm x 16 cm mit dem Graf/Kaufmann-Gerät und an Probekörpern 100 cm x 10 cm x 5 cm in einer Schwindrinne geprüft.

#### **3.4.1. Längenänderungen nach Graf/Kaufmann**

Zur Bestimmung der Längenänderung nach dem Verfahren Graf/Kaufmann wurden aus den Zementestrichen nach Abschnitt 3.1. jeweils 3 Prismen 4 cm x 4 cm x 16 cm mit Messzapfen hergestellt.

Die Längenänderungen wurden zu den Prüfzeitpunkten in Anlehnung an DIN EN 13454-1:2005-01 - Calciumsulfat-Binder, Calciumsulfat-Compositbinder und Calciumsulfat-Werkmörtel für Estriche - Teil 1: Begriffe und Anforderungen - mit dem Graf/Kaufmann-Gerät bestimmt.

Die Prismen lagerten 24 Stunden in der Form im Feuchtkasten in Normalklima DIN 50014-20/65-2. Die Ausgangsmessung wurde nach dem Entformen im Alter von 24 Stunden durchgeführt. Die Prismen lagerten danach in Normalklima DIN 50014-20/65-2.

Die Ergebnisse der Prüfungen sind in den Tabellen 19 und 20 der Anlagen 21 und 22 zusammengestellt. In Skizze 5 der Anlage 23 sind die Prüfergebnisse graphisch dargestellt.

### Hinweise zur Bewertung:

Die Längenänderungen (Schwinden) bei der Prüfung nach Graf/Kaufmann unterschieden sich bei den Zementestrichen nur unwesentlich. Ein signifikanter Unterschied zwischen den mit den bisher verwendeten Zementen und den mit den klinkereffizienten Zementen hergestellten Zementestrichen war nicht erkennbar.

#### **3.4.2. Längenänderungen in der Schwindrinne**

Bei der Schwindrinne handelt es sich um eine Form mit den Abmessungen 5 cm x 10 cm x 100 cm, bei der das Schwinden eines Zementestrichs aufgenommen werden kann. An den beiden Stirnseiten der Form wird der Abschluss durch eine bewegliche Metallplatte gebildet.

Die Bewegung des Zementestrichs in horizontaler Richtung (Quellen/Schwinden) wird an beiden Stirnseiten der Form mit digitalen Messuhren mit 1/100 mm Auflösung erfasst.

Die nach Abschnitt 3.1. hergestellten Zementestriche wurden in die vorklimatisierten Rinnen eingefüllt. Mit der Messung wurde ca. 30 min nach Mischbeginn begonnen. Die Prüfung wurde bis zum Alter von 90 Tagen dokumentiert. Die Prüfeinrichtung lagerte während der Versuchsdauer in Normalklima DIN 50014-20/65-2. Nach Abschluss der Längenänderungsmessungen wurde im Alter von 90 Tagen der Feuchtegehalt der Zementestriche durch Darren bei  $(105 \pm 5) ^\circ\text{C}$  bis zur Gewichtskonstanz bestimmt.

Die Ergebnisse der Längenänderungsmessungen sind in Skizze 6 der Anlage 23 grafisch dargestellt. In Skizze 7 der Anlage 24 sind außerdem die Schwindmaße als Unterschied zwischen anfänglichem leichtem

Quellmaß (Maximalwert) und Endwert der Messungen dargestellt. Skizze 8 der Anlage 24 zeigt die Ergebnisse der Messung des Feuchtegehaltes der Zementestriche nach Abschluss der Längenänderungsmessungen, festgestellt durch Darren bei  $(105 \pm 5) \text{ }^\circ\text{C}$  bis zur Gewichtskonstanz.

#### Hinweise zur Bewertung:

Die Längenänderungen (Schwinden) bei der Prüfung in der Schwindrinne unterschieden sich bei den Zementestrichen nur unwesentlich, wobei Unterschiede im Verlauf der Längenänderungen (Schwinden) hauptsächlich auf unterschiedliche Anfangsverformungen in Form eines mehr oder weniger ausgeprägten leichten Quellens zurückzuführen waren. Die Unterschiede zwischen anfänglichem leichtem Quellmaß (Maximalwert) und Endwert der Messungen waren bei den mit den bisher verwendeten Zementen und den mit klinkereffizienten Zementen hergestellten Zementestrichen gleichartig. Ein signifikanter Unterschied zwischen den mit den bisher verwendeten Zementen und den mit klinkereffizienten Zementen hergestellten Zementestrichen war nicht erkennbar.

### **3.5. Austrocknungsverhalten der Zementestriche**

Zur Bestimmung des Austrocknungsverlaufes und des Feuchtegehaltes wurden aus den Zementestrichen nach Abschnitt 3.1. jeweils 6 Probepplatten (Lagerung A) bzw. 5 Probepplatten (Lagerung B) mit den Abmessungen ca. 300 x 300 x 50 mm hergestellt.

Die Zementestriche wurden auf Polystyrol-Trittschalldämmplatten in Holzschalungen eingefüllt und von Hand verdichtet, abgezogen, abgerieben und geglättet.

Die Probepplatten wurden wie folgt gelagert:

Lagerung A: 3 Tage ohne Abdeckung in Klima 10/80, danach bis zum Alter von 56 Tagen in Klima 20/65, anschließend zur Ermittlung des Ausgleichsfeuchtegehaltes in Klima 23/50

Lagerung B: 14 Tage ohne Abdeckung in Klima 10/80, danach bis zum Alter von 67 Tagen in Klima 20/65

Die Bestimmung der Feuchtegehalte wurde durch Darren bei  $(105 \pm 3) ^\circ\text{C}$  sowie durch CM-Messung nach DIN 18560-1:2021-02 zu bestimmten Prüfzeitpunkten durchgeführt. Das Probenmaterial wurde gleichmäßig über den gesamten Estrichquerschnitt entnommen.

Die Ergebnisse der Prüfung sind in den Tabellen 21 bis 35 der Anlagen 25 bis 39 zusammengestellt. In den Skizzen 9 und 10 der Anlage 40 sind die Austrocknungsverläufe bis zum Alter von 56 Tagen (Lagerung A) bzw. 67 Tagen (Lagerung B), in den Skizzen 11 und 12 der Anlage 41 die ca. Belegreifzeitpunkte (Alter bei Erreichen von  $\leq 2$  CM-% bzw.  $\leq 3,5$  Masse-%) der Zementestriche und in den Skizzen 13 und 14 der Anlage 42 die Ausgleichsfeuchtegehalte der Zementestriche nach Lagerung in Klima 23/50 bis zur Gewichtskonstanz graphisch dargestellt.

#### Hinweise zur Bewertung:

Die mit klinkereffizientem Zement Z1-N und Z2-N hergestellten Zementestriche benötigten eine deutlich längere Austrocknungszeit bis zum Erreichen der Belegreife für die Verlegung von Bodenbelägen

für unbeheizte Zementestriche (Belegreifwert  $\leq 2$  CM-% bzw.  $\leq$  ca. 3,5 Masse-%) als die mit den bisher verwendeten Zementen gemischten Zementestriche. Bei dem mit Zement Z2-N hergestellten Zementestrich ist dabei der höhere Wasserzementwert bei der Herstellung dieses Zementestrichs zu berücksichtigen. Der mit klinkereffizientem Zement Z7-N hergestellte Zementestrich trocknete tendenziell ebenfalls etwas langsamer als die mit den bisher verwendeten Zementen gemischten Zementestriche aus.

Die längere anfängliche Lagerung bei Klima 10/80 (Lagerung B) führte zu einer etwas verzögerten Austrocknungszeit bis zum Erreichen der Belegreife für die Verlegung von Bodenbelägen für unbeheizte Zementestriche (Belegreifwert  $\leq 2$  CM-% bzw.  $\leq$  ca. 3,5 Masse-%).

Die Ausgleichsfeuchtegehalte nach Lagerung in Klima 23/50 lagen bei den mit klinkereffizienten Zementen gemischten Zementestrichen etwas höher als bei den mit den bisher verwendeten Zementen gemischten Zementestrichen.

Die Feuchtemessung der Zementestriche nach der CM-Methode war bei den geprüften klinkereffizienten Zementen uneingeschränkt möglich. Aufgrund der festgestellten Ausgleichsfeuchtegehalte nach Lagerung in Klima 23/50 ist bei den geprüften klinkereffizienten Zementen keine Änderung des Belegreifwertes für die Verlegung von Bodenbelägen für unbeheizte Zementestriche (Belegreifwert  $\leq 2$  CM-% bzw.  $\leq$  ca. 3,5 Masse-%) erforderlich.

### **3.6. Festigkeiten der verlegten Zementestriche**

Mit den Zementestrichen nach Abschnitt 3.1. wurden je 5 Probeflächen mit den Abmessungen 0,5 m x 0,5 m mit folgendem Aufbau hergestellt:

- 30-2 mm Polystyrol-Trittschalldämmplatten
- 50 mm Zementestrich

Die Zementestriche wurden in Holzschalungen eingefüllt und von Hand verdichtet, abgezogen, abgerieben und geglättet. Die Zementestriche ließen sich in der gewählten praxisgerechten Konsistenz gut verarbeiten. Sie sonderten nach dem Einbau kein Wasser ab.

Die Probeflächen lagerten nach der Herstellung wie folgt:

Lagerung A: 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 20/65

Lagerung B: 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 10/65

Im Alter von 3, 7 und 28 Tagen wurden die Oberflächenzugfestigkeit und die Ritzbarkeit der Estrichoberfläche sowie die Biegezugfestigkeit der Zementestriche geprüft.

#### **3.6.1. Oberflächenzugfestigkeit und Ritzbarkeit**

Die Oberflächenzugfestigkeit der Zementestriche wurde nach dem BEB-Hinweisblatt „Oberflächenzug- und Haftzugfestigkeit von Fußböden; Allgemeines, Prüfung, Einflüsse, Beurteilung“ (Oktober 2017) geprüft.

Vor der Prüfung wurden die Prüfbereiche jeweils mit einem Schleifpapier mit 16er Körnung leicht angeschliffen (entsprechend etwa einem Reinigungsschliff) und mit einem Industriestaubsauger abgesaugt.

Zur Prüfung wurden je Probestfläche 5 runde Metallabzugskörper mit 50 mm Durchmesser mit einem 2-Komponenten-MMA-Klebstoff (Silical RI/21) aufgeklebt. Nach dem Aushärten des Klebstoffs wurden die Metallabzugskörper mit dem Haftzugprüfgerät Easy M der Firma Freundl, Wennigsen, mit einer Kraftsteigerung von 100 N/s senkrecht zur Oberfläche abgezogen. Die Oberflächenzugfestigkeit wurde aus der Zugkraft beim Abriss der Prüfflächen ermittelt.

Die Ritzbarkeit wurde mit einem Gitterritzgerät mit 5 N, 10 N und 20 N Federkraft geprüft. Das Ritzgerät wurde in einer Schablone geführt. Bei der Prüfung ließen sich alle Zementestriche etwa gleichartig einritzen.

Die Ergebnisse der Prüfungen sind in den Tabellen 36 bis 65 und den zugehörigen Bildern 1 bis 75 der Gitterritzprüfung der Anlagen 43 bis 117 zusammengestellt bzw. dokumentiert. In Tabelle 66 der Anlage 118 sind die Mittelwerte der Prüfergebnisse für beide Lagerungsbedingungen (Lagerung A und Lagerung B) gegenübergestellt. Die Skizzen 15 und 16 der Anlage 119 zeigen die Mittelwerte der Prüfergebnisse für beide Lagerungsbedingungen (Lagerung A und Lagerung B) in graphischer Form.

#### Hinweise zur Bewertung:

Bei Lagerung A wies der mit klinkereffizientem Zement Z3-N hergestellte Zementestrich im Alter von 7 Tagen etwas geringere Oberflächenzugfestigkeiten als die übrigen Zementestriche auf und konnte bei der Gitterritzprüfung stärker eingeritzt werden als die übrigen

Zementestriche. Im Alter von 7 Tagen und 28 Tagen war dieser Unterschied bei beiden Lagerungsarten (Lagerung A und Lagerung B) kaum bzw. nicht mehr feststellbar. Im Übrigen war ein signifikanter Unterschied zwischen den mit den bisher verwendeten Zementen und den mit klinkereffizienten Zementen hergestellten Zementestrichen sowie zwischen den beiden Lagerungsarten (Lagerung A und Lagerung B) nicht erkennbar.

Mit den festgestellten Werten der Oberflächenzugfestigkeit waren alle Zementestriche im Alter von 28 Tagen ohne weitergehende Vorbereitungsmaßnahmen für die Verlegung aller Arten von Bodenbelägen geeignet, auch für eine spätere Nutzung mit Fahrverkehr.

### **3.6.2. Biegezugfestigkeit (Bestätigungsprüfung)**

Die Biegezugfestigkeit der Zementestriche der Probestflächen wurde nach DIN 18560-2:2009-09 - Estriche im Bauwesen; Teil 2: Estriche und Heizestriche auf Dämmschichten (schwimmende Estriche) - geprüft.

Hierzu wurden je Versuchsfläche jeweils vier Streifen von etwa 6 cm Breite mit einer Steinsäge mit Staubabsaugung trocken aus dem Zementestrich herausgesägt. Die Kraftangriffsflächen und Auflagerflächen der Streifen wurden plangeschliffen.

Die Streifen wurden mit einer auf die ganze Breite wirkenden Linienkraft in der Mitte der Stützweite bis zum Bruch belastet. Die bei der Herstellung des Estrichs untere Seite lag dabei in der Zugzone.

Die Ergebnisse der Prüfungen sind in den Tabellen 67 bis 96 der Anlagen 120 bis 149 zusammengestellt. In Tabelle 97 der Anlage 150 sind die Mittelwerte der Prüfergebnisse für beide Lagerungsbedingungen (Lagerung A und Lagerung B) gegenübergestellt. Die Skizzen 17 und 18

der Anlage 151 zeigen die Mittelwerte der Prüfergebnisse für beide Lagerungsbedingungen (Lagerung A und Lagerung B) in graphischer Form.

**Hinweise zur Bewertung:**

Bei der Bestätigungsprüfung wurden bei den Zementestrichen abhängig vom Prüfalter folgende Festigkeitsklassen nach DIN 18560-2:2009-09 erreicht:

Prüfalter Tage	Lage- rung	Festigkeitsklasse beim Zementestrich mit Zement						
		Z1-N	Z2-N	Z3-N	Z4-N	Z5-N	Z6-N	Z7-N
3	A B	CT-F4 _1)	< CT-F4 _1)	< CT-F4 _1)	< CT-F4 _1)	< CT-F4 _1)	< CT-F4 _1)	< CT-F4 _1)
7	A B	CT-F4 CT-F4	CT-F4 CT-F4	< CT-F4 < CT-F4	< CT-F4 CT-F4	CT-F4 CT-F4	CT-F4 CT-F4	CT-F4 CT-F5
28	A B	CT-F5 CT-F5	CT-F5 CT-F5	CT-F5 CT-F4	CT-F5 CT-F5	CT-F5 CT-F5	CT-F5 CT-F5	CT-F5 CT-F5

<sup>1)</sup> gleiche Lagerung wie bei Lagerung A; Wert daher nicht geprüft

Prüfalter Tage	Lage- rung	Festigkeitsklasse beim Zementestrich mit Zement							
		Z8	Z9	Z10	Z11	Z12	Z13	Z14	Z15
3	A B	CT-F4 _1)	< CT-F4 _1)	< CT-F4 _1)	< CT-F4 _1)	CT-F4 _1)	< CT-F4 _1)	< CT-F4 _1)	< CT-F4 _1)
7	A B	CT-F4 CT-F5	CT-F4 CT-F4	< CT-F4 CT-F5	CT-F4 CT-F4	CT-F4 < CT-F4	CT-F4 CT-F4	CT-F4 CT-F4	CT-F4 CT-F5
28	A B	CT-F5 CT-F5	CT-F4 CT-F4	CT-F5 CT-F5	CT-F5 CT-F5	CT-F5 CT-F5	CT-F4 CT-F4	CT-F4 CT-F5	CT-F5 CT-F5

<sup>1)</sup> gleiche Lagerung wie bei Lagerung A; Wert daher nicht geprüft

Beim Zementestrich mit klinkereffizientem Zement Z3-N war bei Lagerung A im Alter von 3 Tagen sowie bei Lagerung B eine etwas langsamere Festigkeitsentwicklung im Vergleich zu den anderen Zementestrichen feststellbar.

Im Übrigen war ein signifikanter Unterschied zwischen den mit den bisher verwendeten Zementen und den mit klinkereffizienten Zementen hergestellten Zementestrichen sowie zwischen den beiden Lagerungsarten (Lagerung A und Lagerung B) nicht erkennbar.

### **3.7. Verformungsverhalten und Verarbeitbarkeit der Zementestriche**

Mit den Zementestrichen nach Abschnitt 3.1. wurden 15 Versuchsflächen mit den Abmessungen 2 m x 2 m mit folgendem Aufbau hergestellt:

- 30-2 mm Polystyrol-Trittschalldämmplatten
- 50 mm Zementestrich

Die Zementestriche wurden in die Schalungen eingefüllt und von Hand verdichtet, abgezogen, abgerieben und geglättet. Die Zementestriche ließen sich in der gewählten praxisgerechten Konsistenz etwa gleichartig gut verarbeiten. Sie sonderten nach dem Einbau kein Wasser ab.

Die Probeflächen lagerten nach der Herstellung zunächst 3 Tage gegen Austrocknung geschützt unter einer Folieneinhausung (Klima ca. 20/80), danach in Raumklima (ca. 18-22 °C / ca. 40-60 % rel. Luftfeuchte).

In den Bildern 26 bis 29 der Anlagen 69 und 70 sind der Einbau der Versuchsflächen und die Folieneinhausung dargestellt.

### **3.7.1. Vertikale Verformungen der Zementestriche der Versuchsflächen**

Die vertikalen Verformungen der Zementestriche der Versuchsflächen wurden mittels Messuhren mit einer Messgenauigkeit von 1/100 mm erfasst. Hierzu wurden die Verformungen im Bereich von zwei diagonal gegenüberliegenden Plattenecken der Versuchsflächen sowie in der Mitte der Versuchsflächen bis zum Alter von 90 Tagen erfasst.

Nach Abschluss der Verformungsmessungen wurde der Feuchtegehalt der Zementestriche durch CM-Messung nach DIN 18560-1:2021-02 bestimmt. Das Prüfgut wurde gleichmäßig über den gesamten Estrichquerschnitt entnommen.

Die Ergebnisse der Verformungsmessungen sind in Skizze 19 der Anlage 152 dargestellt. In Skizze 20 der Anlage 152 sind die festgestellten Feuchtegehalte der Zementestriche, gemessen durch CM-Messung nach DIN 18560-1:2021-02 nach Abschluss der Verformungsmessungen, dokumentiert. In Skizze 21 der Anlage 153 sind die Endwerte der vertikalen Verformungen der Plattenecken im Alter von 90 Tagen und das Herstellungsdatum der Versuchsflächen dargestellt.

#### **Hinweise zur Bewertung:**

Die vertikalen Verformungen beim Austrocknen der Versuchsflächen verliefen bei den Zementestrichen ähnlich.

Die maximalen Aufwölbungen der Plattenecken der Versuchsflächen 2 x 2 m schwankten zwischen 3,5 mm bis 6,1 mm. Diese Aufwölbungen

gingen im Zuge der Austrocknung der Zementestriche bis zum Ende der Messungen im Alter von 90 Tagen auf 0,2 mm bis 3,3 mm wieder zurück. Bleibende Verformungen (Aufwölbungen im Eck- und Randbereich) bis zu 5 mm sind bei mit Normalzement gemischten Zementestrichen materialbedingt möglich und nicht zu beanstanden (siehe BEB-Hinweisblatt Sammelmappen-Register-Nr. 6.3).

Bei den etwas unterschiedlichen Anfangs- und Rückverformungen ist zu berücksichtigen, dass die Versuchsflächen zu unterschiedlichen Zeitpunkten hergestellt werden mussten, wodurch Einflüsse der dadurch bedingten leicht abweichenden raumklimatischen Lagerungs- und Austrocknungsbedingungen nicht vermeidbar waren (siehe Skizze 21 der Anlage 62).

Die maximale Einsenkung im Bereich der Plattenmitten der Versuchsflächen 2 x 2 m lag bei etwa 1 mm.

Unter Berücksichtigung der obigen Anmerkungen zu den Lagerungs- und Austrocknungsbedingungen war ein signifikanter Unterschied zwischen den mit den bisher verwendeten Zementen und den mit klinkereffizienten Zementen hergestellten Zementestrichen nicht erkennbar.

### **3.8. Prüfungen an den Versuchsflächen nach Abschluss der Verformungsmessungen**

#### **3.8.1. Oberflächenzugfestigkeit und Ritzbarkeit**

Die Oberflächenzugfestigkeit der Zementestriche der Versuchsflächen wurde nach Abschluss der Verformungsmessungen wie in Abschnitt 3.6.1. beschrieben an jeweils 3 Prüfstellen geprüft.

Bei der Prüfung mit einem Gitterritzgerät, wie in Abschnitt 3.6.1. beschrieben, ließen sich alle Zementestriche nur wenig einritzen.

Die Ergebnisse der Prüfungen sind in den Tabellen 98 bis 102 der Anlagen 154 bis 158 zusammengestellt. Die Skizze 22 der Anlage 159 zeigt die Mittelwerte der Prüfergebnisse in graphischer Form.

Hinweise zur Bewertung:

Ein signifikanter Unterschied zwischen den mit den bisher verwendeten Zementen und den mit klinkereffizienten Zementen hergestellten Zementestrichen war nicht erkennbar.

**3.8.2. Biegezugfestigkeit der Zementestriche (Bestätigungsprüfung)**

Die Biegezugfestigkeit der Zementestriche der Versuchsflächen wurde nach Abschluss der Verformungsmessungen wie in Abschnitt 3.6.2. beschrieben geprüft.

Die Ergebnisse der Prüfungen sind in den Tabellen 103 bis 107 der Anlagen 160 bis 164 zusammengestellt. Die Skizze 23 der Anlage 165 zeigt die Mittelwerte der Prüfergebnisse in graphischer Form.

Hinweise zur Bewertung:

Ein signifikanter Unterschied zwischen den mit den bisher verwendeten Zementen und den mit klinkereffizienten Zementen hergestellten Zementestrichen war nicht erkennbar.

#### **4. Zusammenfassende Bewertung**

Bei den durchgeführten, vergleichenden Untersuchungen konnten überwiegend keine signifikanten Unterschiede zwischen den mit den bisher verwendeten Zementen und den mit klinkereffizienten Zementen hergestellten Zementestrichen festgestellt werden.

Folgende Abweichungen waren vorhanden:

- a) Der mit klinkereffizientem Zement Z3-N hergestellte Zementestrich wies gegenüber den übrigen geprüften Zementestrichen eine etwas langsamere Festigkeitsentwicklung bei der Güte- und Bestätigungsprüfung sowie eine etwas geringere Oberflächenzugfestigkeit und Ritzbarkeit (Gitterritzprüfung) auf.
- b) Die mit klinkereffizientem Zement Z1-N und Z2-N hergestellten Zementestriche wiesen gegenüber den übrigen geprüften Zementestrichen eine langsamere Austrocknung bis zur Belegreife für die Verlegung von Bodenbelägen (Belegreifwert  $\leq 2$  CM-% bzw.  $\leq$  ca. 3,5 Masse-%) auf. Der mit klinkereffizientem Zement Z7-N hergestellte Zementestrich trocknete tendenziell ebenfalls etwas langsamer als die mit den bisher verwendeten Zementen gemischten Zementestriche aus.

Die Feuchtemessung nach der CM-Methode war bei den geprüften klinkereffizienten Zementen uneingeschränkt möglich. Die Ausgleichsfeuchtegehalte nach Lagerung in Klima 23/50 lagen bei den mit den klinkereffizienten Zementen gemischten Zementestrichen etwas höher als bei den mit den bisher verwendeten Zementen gemischten Zementestrichen. Aufgrund der festgestellten Ausgleichsfeuchtegehalte nach Lagerung in Klima 23/50 ist bei den mit den geprüften klinkereffizienten

Zementen hergestellten Zementestrichen keine Änderung des Belegreifwertes für die Verlegung von Bodenbelägen für unbeheizte Zementestriche (Belegreifwert  $\leq 2$  CM-% bzw.  $\leq$  ca. 3,5 Masse-%) erforderlich.

Ansonsten wird auf die Hinweise zur Bewertung zu einzelnen Untersuchungen weiter oben verwiesen.

## 5. Schlussbemerkungen

Die Prüfergebnisse beziehen sich nur auf die im Prüfbericht genannten Zemente und die im Labor durchgeführten Prüfungen zum Zeitpunkt der Prüfungen; unter baupraktischen Bedingungen können abweichende Ergebnisse erhalten werden. Die geprüften Teile werden nicht aufbewahrt. Der Forschungsbericht besteht aus 23 Seiten und 167 Anlagen und darf nicht geändert und nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung des Instituts veröffentlicht werden. Dies bezieht sich auch auf eine auszugsweise Veröffentlichung.

Institut für Baustoffprüfung  
und Fußbodenforschung

Institutsleitung:

Dipl.-Ing. Egbert Müller



**Tabelle 1: Ausgangsstoffe und Mischungszusammensetzung  
der Zementestrichmörtel**

**Zement:** a) klinkereffiziente Zemente

- Zement Z1-N - CEM II/C-M (S-LL) 42,5 N
- Zement Z2-N - CEM II/B-M (V-LL) 42,5 N
- Zement Z3-N - CEM II/C-M (S-LL) 42,5 N
- Zement Z4-N - CEM II/C-M (S-LL) 42,5 N
- Zement Z5-N - CEM II/C-M (S-LL) 42,5 N
- Zement Z6-N - CEM II/B-M (S-LL) 42,5 N
- Zement Z7-N - CEM II/C-M (S-LL) 42,5 N

b) bisher verwendete Zemente

- Zement Z8 - CEM II/A-LL 42,5 N
- Zement Z9 - CEM I 42,5 N
- Zement Z10 - CEM I 42,5 N
- Zement Z11 - CEM II/A-LL 42,5 N
- Zement Z12 - CEM I 42,5 N
- Zement Z13 - CEM II/B-LL 32,5 R/N
- Zement Z14 - CEM I 42,5 N
- Zement Z15 - CEM II/A-LL 42,5 N

**Gesteinskörnung:** Kiessand 0/8 mm (ca. B<sub>8</sub> nach DIN 1045-2)

**Zusatzmittel:** Estrichzusatzmittel  
- Zusatzmittel A = Luftporenbildner  
- Zusatzmittel B = Fließmittel

**Mischungsverhältnis:** Zement : Gesteinskörnung (trocken) = 1 : 6,0 Masse-Teile

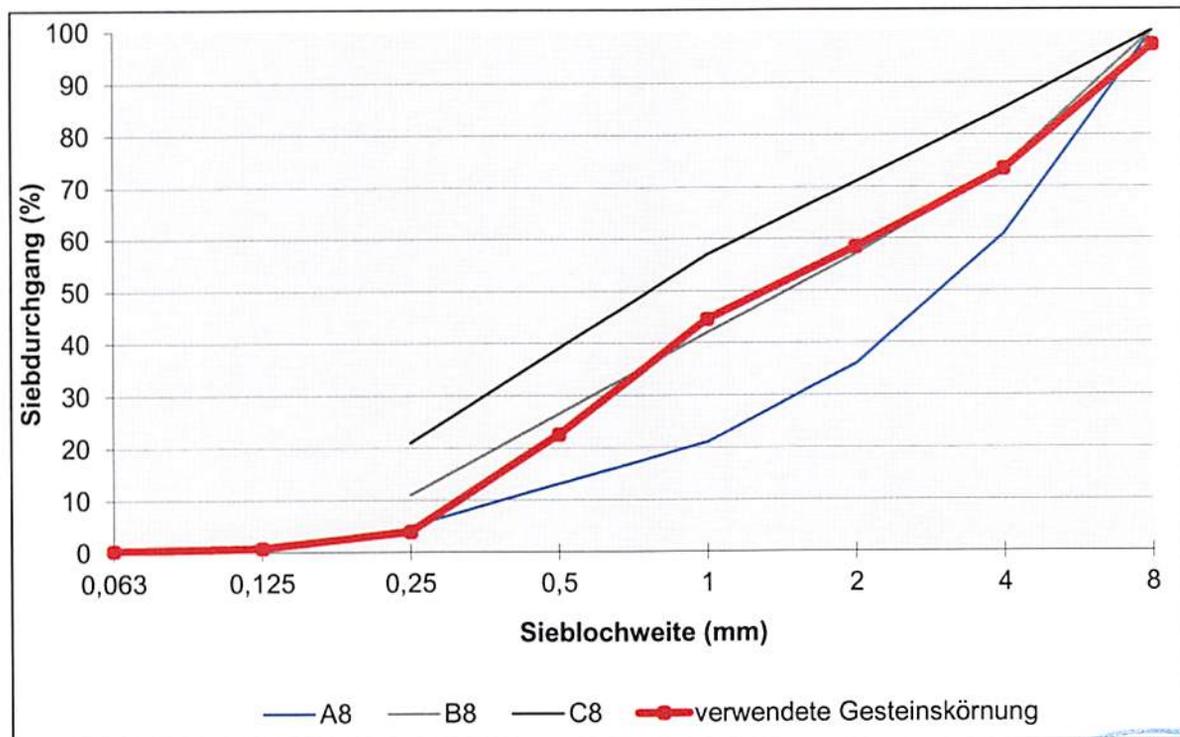


**Tabelle 2: Kornzusammensetzung der Gesteinskörnung**

Probenart: Kiessand 0/8 mm

Prüfungsdurchführung: nach DIN EN 933-1:2012-03

Siebdurchgang in Masse-% durch das Sieb mit							
0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8 mm
Maschenweite						Lochweite	
0,3	0,7	3,9	22,5	44,5	58,4	73,5	97,3



Skizze 1: Kornzusammensetzung der Gesteinskörnung



**Tabelle 3: Frischmörteleigenschaften und Zusammensetzung der Zementestriche**

a) klinkereffiziente Zemente

Frischmörteleigenschaften		Zementestrich mit Zement <sup>1)</sup>						
		Z1-N	Z2-N	Z3-N	Z4-N	Z5-N	Z6-N	Z7-N
Ausbreitmaß	cm	10,8	10,3	11,0	10,4	10,4	10,7	10,5
Frischmörtelrohddichte	kg/dm <sup>3</sup>	2,21	2,32	2,16	2,17	2,20	2,21	2,20
Luftporengehalt	Vol-%	8,4	3,0	10,1	7,8	8,0	8,0	8,2
Zusatzmittel	M-%	0,05 <sup>2)</sup>	0,40 <sup>3)</sup>	0,05 <sup>2)</sup>				
Wasserzementwert	-	0,57	0,62	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57
Frischmörteltemperatur	°C	20	22	21	20	20	20	20

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1

<sup>2)</sup> Zusatzmittel A, bezogen auf das Zementgewicht

<sup>3)</sup> Zusatzmittel B, bezogen auf das Zementgewicht

b) bisher verwendete Zemente

Frischmörteleigenschaften		Zementestrich mit Zement <sup>1)</sup>							
		Z8	Z9	Z10	Z11	Z12	Z13	Z14	Z15
Ausbreitmaß	cm	10,7	11,0	11,0	10,8	11,0	10,4	10,5	10,9
Frischmörtelrohddichte	kg/dm <sup>3</sup>	2,18	2,20	2,15	2,16	2,20	2,21	2,20	2,19
Luftporengehalt	Vol-%	9,5	8,9	9,6	9,9	8,8	7,4	8,8	9,0
Zusatzmittel	M-%	0,05 <sup>2)</sup>	0,05 <sup>2)</sup>	0,05 <sup>2)</sup>	0,05 <sup>2)</sup>	0,05 <sup>2)</sup>	0,05 <sup>2)</sup>	0,05 <sup>2)</sup>	0,05 <sup>2)</sup>
Wasserzementwert	-	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57
Frischmörteltemperatur	°C	21	20	21	20	21	20	21	20

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1

<sup>2)</sup> Zusatzmittel A, bezogen auf das Zementgewicht



**Tabelle 4: Rohdichte, Biegezug- und Druckfestigkeit der Zementestriche**

Prüfungsdurchführung: nach DIN EN 13892-2:2003-02

Lagerung: nach DIN EN 13892-1:2003-02

Prüfalter: 3, 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Prisma Nr.	Rohdichte kg/dm <sup>3</sup>	Biegezug- festigkeit N/mm <sup>2</sup>	Druck- festigkeit N/mm <sup>2</sup>
Z1-N	3	1	2,23	5,70	25,30 25,95
		2	2,21	6,20	25,00 25,00
		3	2,21	5,70	25,95 25,95
		<b>Mittel</b>	<b>2,22</b>	<b>5,9</b>	<b>25,5</b>
	7	4	2,20	5,95	35,00 33,75
		5	2,19	6,10	33,75 33,15
		6	2,19	6,75	34,05 33,45
		<b>Mittel</b>	<b>2,19</b>	<b>6,3</b>	<b>33,9</b>
	28	7	2,17	7,45	50,00 44,70
		8	2,21	7,40	47,20 45,65
		9	2,20	8,55	48,15 44,70
		<b>Mittel</b>	<b>2,19</b>	<b>7,8</b>	<b>46,7</b>

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1



**Tabelle 5: Rohdichte, Biegezug- und Druckfestigkeit der Zementestriche**

Prüfungsdurchführung: nach DIN EN 13892-2:2003-02

Lagerung: nach DIN EN 13892-1:2003-02

Prüfalter: 3, 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Prisma Nr.	Rohdichte kg/dm <sup>3</sup>	Biegezug- festigkeit N/mm <sup>2</sup>	Druck- festigkeit N/mm <sup>2</sup>
Z2-N	3	1	2,24	5,20	28,75 25,65
		2	2,25	5,85	26,90 26,90
		3	2,23	5,30	26,90 26,90
		<b>Mittel</b>	<b>2,24</b>	<b>5,5</b>	<b>27,0</b>
	7	4	2,26	5,90	31,55 33,15
		5	2,25	5,85	32,50 32,50
		6	2,27	6,00	34,05 31,90
		<b>Mittel</b>	<b>2,26</b>	<b>5,9</b>	<b>32,6</b>
	28	7	2,24	7,55	54,40 49,05
		8	2,24	8,75	52,50 51,25
		9	2,22	7,95	52,50 52,20
		<b>Mittel</b>	<b>2,23</b>	<b>8,1</b>	<b>52,0</b>

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1



**Tabelle 6: Rohdichte, Biegezug- und Druckfestigkeit der Zementestriche**

Prüfungsdurchführung: nach DIN EN 13892-2:2003-02

Lagerung: nach DIN EN 13892-1:2003-02

Prüfalter: 3, 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Prisma Nr.	Rohdichte kg/dm <sup>3</sup>	Biegezugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>	Druckfestigkeit N/mm <sup>2</sup>
Z3-N	3	1	2,16	3,90	16,55 16,25
		2	2,18	3,60	16,25 16,25
		3	2,17	3,55	16,55 15,95
		<b>Mittel</b>	<b>2,17</b>	<b>3,7</b>	<b>16,3</b>
	7	4	2,14	4,85	23,15 23,15
		5	2,15	4,60	22,20 22,80
		6	2,13	4,65	21,25 22,50
		<b>Mittel</b>	<b>2,14</b>	<b>4,7</b>	<b>22,5</b>
	28	7	2,13	5,50	33,15 32,80
		8	2,12	6,00	32,20 33,45
		9	2,10	5,95	31,25 32,80
		<b>Mittel</b>	<b>2,12</b>	<b>6,0</b>	<b>32,6</b>

<sup>1)</sup>Zementsorten siehe Anlage 1



**Tabelle 7: Rohdichte, Biegezug- und Druckfestigkeit der Zementestriche**

Prüfungsdurchführung: nach DIN EN 13892-2:2003-02

Lagerung: nach DIN EN 13892-1:2003-02

Prüfalter: 3, 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Prisma Nr.	Rohdichte kg/dm <sup>3</sup>	Biegezug- festigkeit N/mm <sup>2</sup>	Druck- festigkeit N/mm <sup>2</sup>
Z4-N	3	1	2,23	4,75	20,30 20,65
		2	2,21	4,50	20,65 20,65
		3	2,21	4,75	21,90 20,30
		<b>Mittel</b>	<b>2,22</b>	<b>4,7</b>	<b>20,7</b>
	7	4	2,25	6,40	33,45 31,90
		5	2,25	6,25	31,90 31,55
		6	2,22	6,35	31,90 31,25
		<b>Mittel</b>	<b>2,24</b>	<b>6,3</b>	<b>32,0</b>
	28	7	2,16	5,90	48,15 45,35
		8	2,14	6,25	44,40 46,90
		9	2,14	7,10	46,25 46,90
		<b>Mittel</b>	<b>2,15</b>	<b>6,4</b>	<b>46,3</b>

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1



**Tabelle 8: Rohdichte, Biegezug- und Druckfestigkeit der Zementestriche**

Prüfungsdurchführung: nach DIN EN 13892-2:2003-02

Lagerung: nach DIN EN 13892-1:2003-02

Prüfalter: 3, 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Prisma Nr.	Rohdichte kg/dm <sup>3</sup>	Biegezug- festigkeit N/mm <sup>2</sup>	Druck- festigkeit N/mm <sup>2</sup>
Z5-N	3	1	2,14	5,10	22,50 23,75
		2	2,16	5,35	23,15 22,50
		3	2,15	5,30	23,75 22,80
		<b>Mittel</b>	<b>2,15</b>	<b>5,3</b>	<b>23,1</b>
	7	4	2,19	5,85	31,25 29,05
		5	2,17	5,55	27,20 28,75
		6	2,18	5,80	26,90 29,05
		<b>Mittel</b>	<b>2,18</b>	<b>5,7</b>	<b>28,7</b>
	28	7	2,10	7,45	36,90 35,95
		8	2,12	6,45	39,70 40,95
		9	2,11	7,80	35,95 40,00
		<b>Mittel</b>	<b>2,11</b>	<b>7,2</b>	<b>38,2</b>

<sup>1)</sup> Zementsorte siehe Anlage 1



**Tabelle 9: Rohdichte, Biegezug- und Druckfestigkeit der Zementestriche**

Prüfungsdurchführung: nach DIN EN 13892-2:2003-02

Lagerung: nach DIN EN 13892-1:2003-02

Prüfalter: 3, 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Prisma Nr.	Rohdichte kg/dm <sup>3</sup>	Biegezug- festigkeit N/mm <sup>2</sup>	Druck- festigkeit N/mm <sup>2</sup>
Z6-N	3	1	2,21	4,85	25,00 23,75
		2	2,24	5,55	25,30 25,00
		3	2,19	5,20	25,65 25,65
		<b>Mittel</b>	<b>2,21</b>	<b>5,2</b>	<b>25,1</b>
	7	4	2,20	6,40	35,00 38,75
		5	2,20	6,00	38,75 36,90
		6	2,22	6,45	38,75 36,90
		<b>Mittel</b>	<b>2,21</b>	<b>6,3</b>	<b>37,5</b>
	28	7	2,20	7,85	47,80 47,20
		8	2,21	8,30	45,95 49,40
		9	2,18	7,75	48,45 47,20
		<b>Mittel</b>	<b>2,20</b>	<b>8,0</b>	<b>47,7</b>

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1



**Tabelle 10: Rohdichte, Biegezug- und Druckfestigkeit der Zementestriche**

Prüfungsdurchführung: nach DIN EN 13892-2:2003-02

Lagerung: nach DIN EN 13892-1:2003-02

Prüfalter: 3, 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Prisma Nr.	Rohdichte kg/dm <sup>3</sup>	Biegezug- festigkeit N/mm <sup>2</sup>	Druck- festigkeit N/mm <sup>2</sup>
Z7-N	3	1	2,20	5,50	26,25 26,90
		2	2,20	5,25	26,25 25,00
		3	2,19	5,20	24,40 26,90
		<b>Mittel</b>	<b>2,20</b>	<b>5,3</b>	<b>26,0</b>
	7	4	2,18	5,80	34,05 35,00
		5	2,19	5,80	35,00 35,65
		6	2,20	6,10	35,00 33,75
		<b>Mittel</b>	<b>2,19</b>	<b>5,9</b>	<b>34,7</b>
	28	7	2,17	7,20	50,00 49,40
		8	2,17	7,15	49,70 48,15
		9	2,17	7,90	47,50 48,75
		<b>Mittel</b>	<b>2,17</b>	<b>7,4</b>	<b>48,9</b>

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1



**Tabelle 11: Rohdichte, Biegezug- und Druckfestigkeit der Zementestriche**

Prüfungsdurchführung: nach DIN EN 13892-2:2003-02

Lagerung: nach DIN EN 13892-1:2003-02

Prüfalter: 3, 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Prisma Nr.	Rohdichte kg/dm <sup>3</sup>	Biegezugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>	Druckfestigkeit N/mm <sup>2</sup>
Z8	3	1	2,15	5,25	23,45 24,05
		2	2,15	5,05	23,75 25,30
		3	2,13	5,60	22,50 24,70
		<b>Mittel</b>	<b>2,14</b>	<b>5,3</b>	<b>24,0</b>
	7	4	2,16	5,65	29,05 28,75
		5	2,16	5,40	30,00 27,80
		6	2,16	5,30	28,15 29,40
		<b>Mittel</b>	<b>2,16</b>	<b>5,5</b>	<b>28,9</b>
	28	7	2,13	7,55	38,10 39,65
		8	2,14	7,85	37,05 41,45
		9	2,12	7,05	37,95 39,20
		<b>Mittel</b>	<b>2,13</b>	<b>7,5</b>	<b>38,9</b>

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1



**Tabelle 12: Rohdichte, Biegezug- und Druckfestigkeit der Zementestriche**

Prüfungsdurchführung: nach DIN EN 13892-2:2003-02

Lagerung: nach DIN EN 13892-1:2003-02

Prüfalter: 3, 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Prisma Nr.	Rohdichte kg/dm <sup>3</sup>	Biegezugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>	Druckfestigkeit N/mm <sup>2</sup>
Z9	3	1	2,22	5,00	21,45 21,45
		2	2,19	4,65	22,20 21,90
		3	2,22	4,70	21,10 22,05
		<b>Mittel</b>	<b>2,22</b>	<b>4,8</b>	<b>21,7</b>
	7	4	2,19	5,45	30,65 29,05
		5	2,20	5,20	28,45 30,00
		6	2,16	5,80	29,70 30,95
		<b>Mittel</b>	<b>2,18</b>	<b>5,5</b>	<b>29,8</b>
	28	7	2,14	7,15	37,80 37,45
		8	2,16	6,50	38,90 37,30
		9	2,15	6,55	36,15 38,40
		<b>Mittel</b>	<b>2,15</b>	<b>6,7</b>	<b>37,7</b>

<sup>1)</sup>Zementsorten siehe Anlage 1



**Tabelle 13: Rohdichte, Biegezug- und Druckfestigkeit der Zementestriche**

Prüfungsdurchführung: nach DIN EN 13892-2:2003-02

Lagerung: nach DIN EN 13892-1:2003-02

Prüfalter: 3, 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Prisma Nr.	Rohdichte kg/dm <sup>3</sup>	Biegezugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>	Druckfestigkeit N/mm <sup>2</sup>
Z10	3	1	2,20	4,30	20,00 20,65
		2	2,19	5,00	20,00 21,25
		3	2,18	4,80	20,30 20,65
		<b>Mittel</b>	<b>2,19</b>	<b>4,7</b>	<b>20,5</b>
	7	4	2,16	5,40	28,45 26,90
		5	2,16	5,90	29,40 27,50
		6	2,18	5,60	29,40 28,75
		<b>Mittel</b>	<b>2,17</b>	<b>5,6</b>	<b>28,4</b>
	28	7	2,08	6,85	34,40 36,25
		8	2,11	7,25	36,90 35,65
		9	2,08	6,65	35,65 36,25
		<b>Mittel</b>	<b>2,09</b>	<b>6,9</b>	<b>35,9</b>

<sup>1)</sup>Zementsorten siehe Anlage 1



**Tabelle 14: Rohdichte, Biegezug- und Druckfestigkeit der Zementestriche**

Prüfungsdurchführung: nach DIN EN 13892-2:2003-02

Lagerung: nach DIN EN 13892-1:2003-02

Prüfalter: 3, 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Prisma Nr.	Rohdichte kg/dm <sup>3</sup>	Biegezug- festigkeit N/mm <sup>2</sup>	Druck- festigkeit N/mm <sup>2</sup>
Z11	3	1	2,22	5,35	24,40 23,45
		2	2,21	5,65	22,80 24,70
		3	2,22	5,10	24,40 24,40
		<b>Mittel</b>	<b>2,22</b>	<b>5,4</b>	<b>24,0</b>
	7	4	2,16	5,65	32,50 29,40
		5	2,15	5,20	28,75 31,25
		6	2,16	5,60	30,00 33,45
		<b>Mittel</b>	<b>2,16</b>	<b>5,5</b>	<b>30,9</b>
	28	7	2,13	7,65	40,95 40,00
		8	2,12	6,70	40,65 41,25
		9	2,13	6,80	40,95 41,55
		<b>Mittel</b>	<b>2,13</b>	<b>7,1</b>	<b>40,9</b>

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1



**Tabelle 15: Rohdichte, Biegezug- und Druckfestigkeit der Zementestriche**

Prüfungsdurchführung: nach DIN EN 13892-2:2003-02

Lagerung: nach DIN EN 13892-1:2003-02

Prüfalter: 3, 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Prisma Nr.	Rohdichte kg/dm <sup>3</sup>	Biegezugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>	Druckfestigkeit N/mm <sup>2</sup>
Z12	3	1	2,14	5,10	22,50 23,75
		2	2,16	5,35	23,15 22,50
		3	2,15	5,30	23,75 22,80
		<b>Mittel</b>	<b>2,15</b>	<b>5,3</b>	<b>23,1</b>
	7	4	2,19	5,85	31,25 29,05
		5	2,17	5,55	27,20 28,75
		6	2,18	5,80	26,90 29,05
		<b>Mittel</b>	<b>2,18</b>	<b>5,7</b>	<b>28,7</b>
	28	7	2,10	7,45	36,90 35,95
		8	2,12	6,45	39,70 40,95
		9	2,11	7,80	35,95 40,00
		<b>Mittel</b>	<b>2,11</b>	<b>7,2</b>	<b>38,2</b>

<sup>1)</sup> Zementsorte siehe Anlage 1



**Tabelle 16: Rohdichte, Biegezug- und Druckfestigkeit der Zementestriche**

Prüfungsdurchführung: nach DIN EN 13892-2:2003-02

Lagerung: nach DIN EN 13892-1:2003-02

Prüfalter: 3, 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Prisma Nr.	Rohdichte kg/dm <sup>3</sup>	Biegezugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>	Druckfestigkeit N/mm <sup>2</sup>
Z13	3	1	2,20	5,10	25,65 26,90
		2	2,20	5,50	25,65 27,80
		3	2,18	5,80	27,20 25,65
		<b>Mittel</b>	<b>2,19</b>	<b>5,5</b>	<b>26,5</b>
	7	4	2,21	6,25	31,90 31,90
		5	2,19	6,45	33,75 30,00
		6	2,22	5,80	31,25 33,15
		<b>Mittel</b>	<b>2,21</b>	<b>6,2</b>	<b>32,0</b>
	28	7	2,15	7,75	42,50 45,65
		8	2,18	6,90	43,75 45,65
		9	2,15	8,15	45,65 42,50
		<b>Mittel</b>	<b>2,16</b>	<b>7,6</b>	<b>44,3</b>

<sup>1)</sup> Zementsorte siehe Anlage 1



**Tabelle 17: Rohdichte, Biegezug- und Druckfestigkeit der Zementestriche**

Prüfungsdurchführung: nach DIN EN 13892-2:2003-02

Lagerung: nach DIN EN 13892-1:2003-02

Prüfalter: 3, 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Prisma Nr.	Rohdichte kg/dm <sup>3</sup>	Biegezug- festigkeit N/mm <sup>2</sup>	Druck- festigkeit N/mm <sup>2</sup>
Z14	3	1	2,17	5,50	25,65 23,75
		2	2,20	4,95	26,90 25,30
		3	2,17	5,25	24,40 25,65
		<b>Mittel</b>	<b>2,18</b>	<b>5,2</b>	<b>25,3</b>
	7	4	2,18	6,45	32,50 37,50
		5	2,18	5,85	32,50 35,65
		6	2,19	5,50	33,75 36,90
		<b>Mittel</b>	<b>2,18</b>	<b>5,9</b>	<b>34,8</b>
	28	7	2,14	8,10	50,65 46,90
		8	2,12	7,25	48,45 49,40
		9	2,11	6,85	48,15 45,00
		<b>Mittel</b>	<b>2,12</b>	<b>7,4</b>	<b>48,1</b>

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1



**Tabelle 18: Rohdichte, Biegezug- und Druckfestigkeit der Zementestriche**

Prüfungsdurchführung: nach DIN EN 13892-2:2003-02

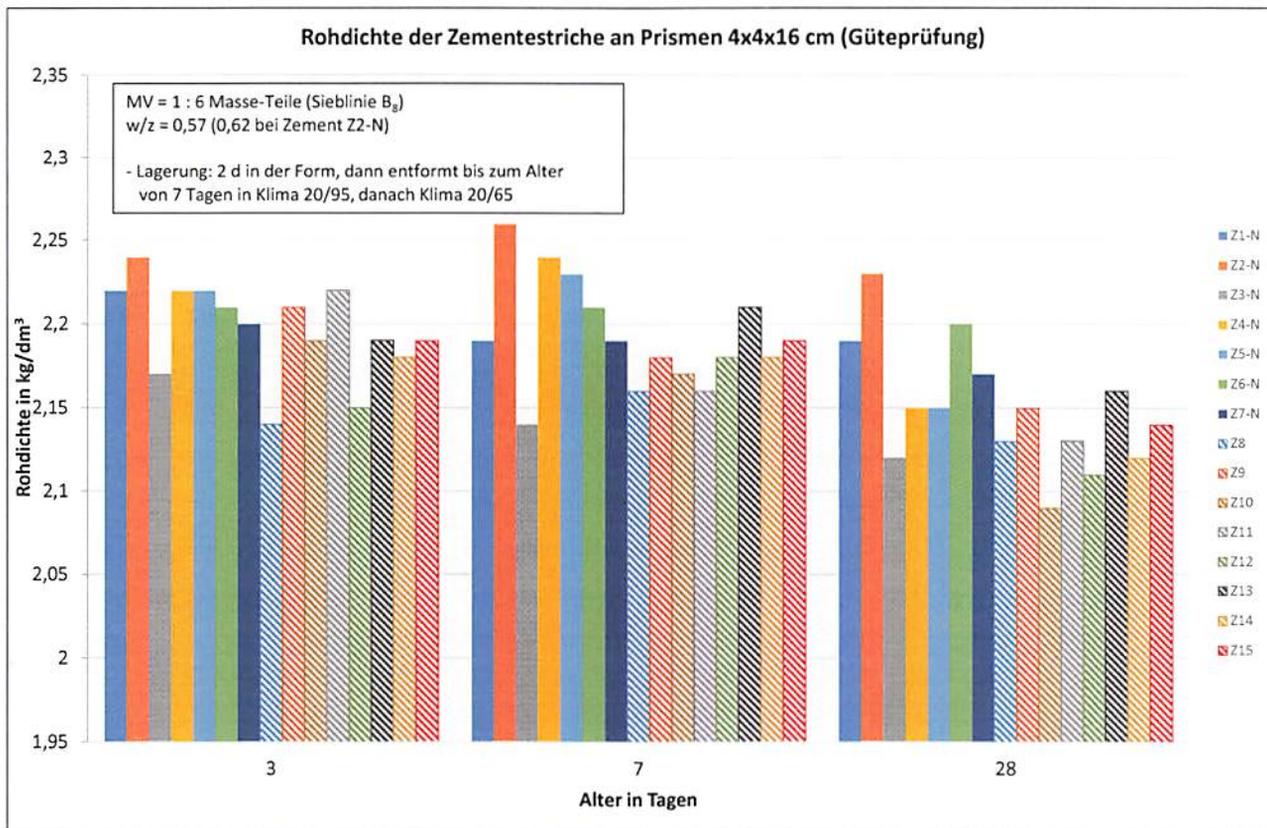
Lagerung: nach DIN EN 13892-1:2003-02

Prüfalter: 3, 7 und 28 Tage

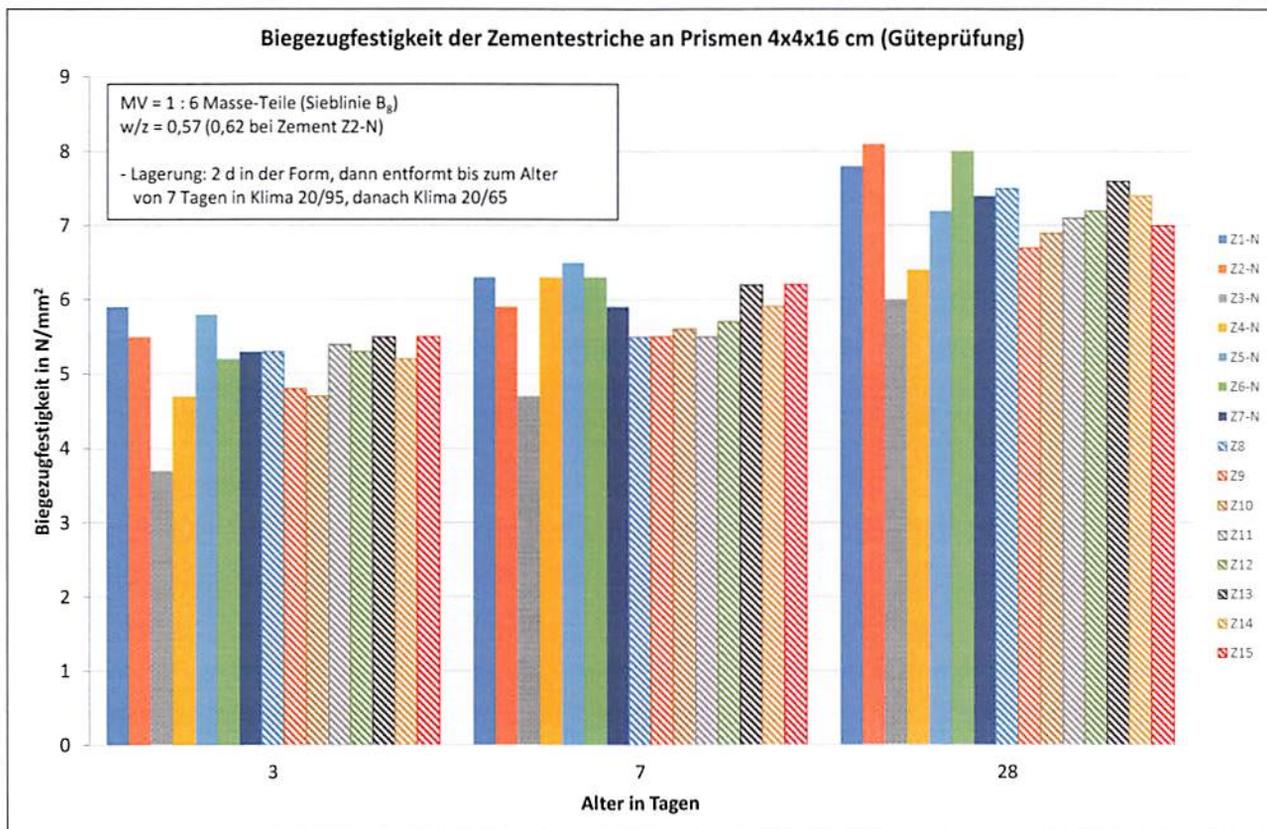
Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Prisma Nr.	Rohdichte kg/dm <sup>3</sup>	Biegezug- festigkeit N/mm <sup>2</sup>	Druck- festigkeit N/mm <sup>2</sup>
Z15	3	1	2,19	5,55	29,40 28,75
		2	2,18	5,40	29,40 31,90
		3	2,19	5,45	29,40 31,90
		<b>Mittel</b>	<b>2,19</b>	<b>5,5</b>	<b>30,1</b>
	7	4	2,19	5,55	35,30 38,45
		5	2,19	6,80	35,95 36,25
		6	2,18	6,35	35,65 36,25
		<b>Mittel</b>	<b>2,19</b>	<b>6,2</b>	<b>36,3</b>
	28	7	2,12	6,85	45,00 45,30
		8	2,15	7,35	45,00 46,90
		9	2,15	6,75	45,65 45,95
		<b>Mittel</b>	<b>2,14</b>	<b>7,0</b>	<b>45,6</b>

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1

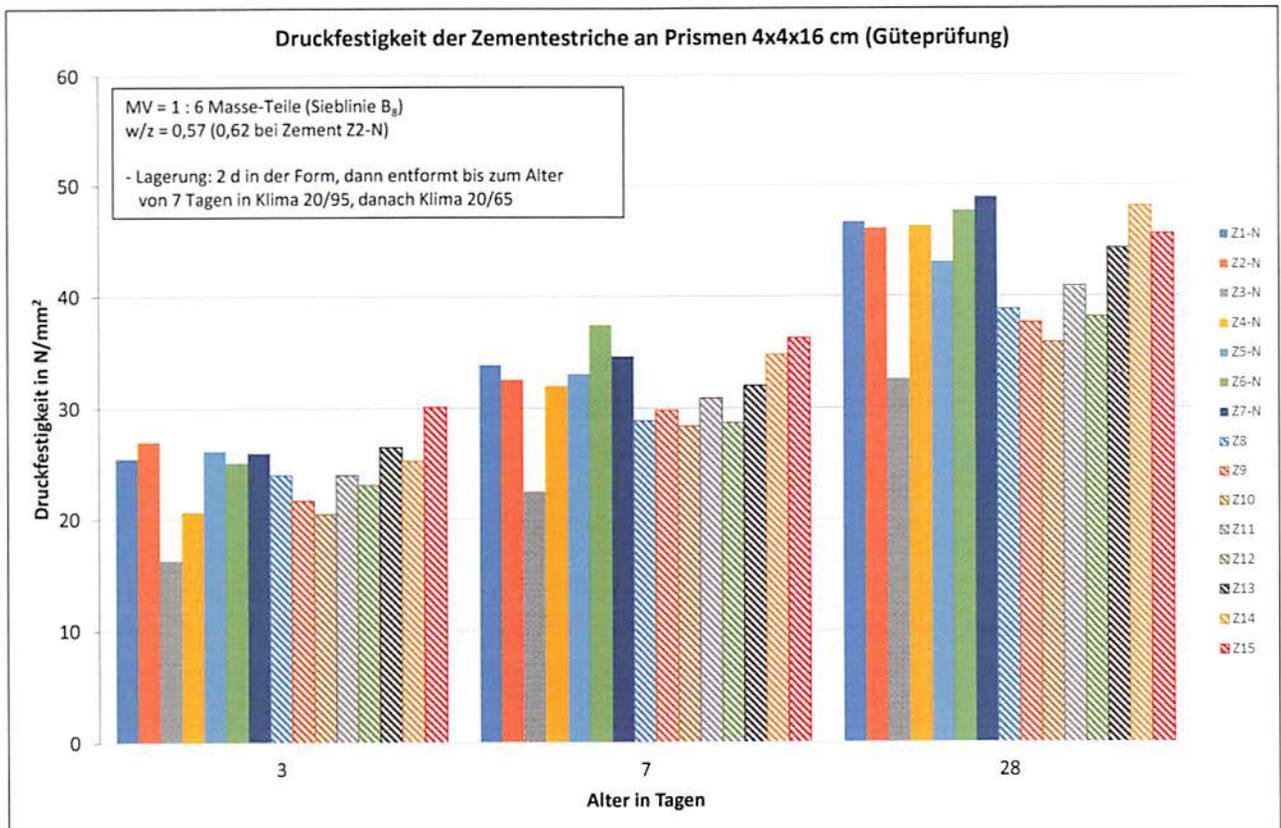




Skizze 2: Rohdichte der Zementestriche an Prismen 4x4x16 cm (Güteprüfung)



Skizze 3: Biegezugfestigkeit der Zementestriche an Prismen 4x4x16 cm (Güteprüfung)



Skizze 4: Druckfestigkeit der Zementestriche an Prismen 4x4x16 cm (Güteprüfung)

**Tabelle 19: Längenänderungen der Zementestriche**

an Prismen 4 cm x 4 cm x 16 cm

Prüfungsdurchführung: nach DIN 52450:1985-08 mit dem Gerät nach Graf/Kaufmann

Lagerung der Probekörper: 1 Tag in der Form bei Klima 20/95, danach in Normalklima DIN 50014-20/65-2

Prüfergebnisse: Mittelwert aus 3 Einzelbestimmungen

a) klinkereffiziente Zemente

Prüfzeitpunkt Tage	Längenänderungen in mm/m <sup>1)</sup> der Zementestriche mit Zement <sup>2)</sup>						
	Z1-N	Z2-N	Z3-N	Z4-N	Z5-N	Z6-N	Z7-N
3	-0,18	-0,20	-0,19	-0,10	-0,08	-0,19	-0,24
7	-0,37	-0,32	-0,41	-0,35	-0,32	-0,38	-0,42
14	-0,44	-0,48	-0,48	-0,49	-0,45	-0,46	-0,48
21	-0,50	- <sup>3)</sup>	- <sup>3)</sup>	-0,50	-0,49	-0,49	-0,52
28	-0,53	-0,57	-0,49	-0,51	-0,52	-0,51	-0,56
56	-0,57	-0,59	-0,50	-0,55	-0,53	-0,52	-0,56
90	-0,60	-0,64	-0,53	-0,60	-0,55	-0,54	-0,56

<sup>1)</sup> Ausgangsmessung nach 24 Stunden

<sup>2)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1

<sup>3)</sup> Wert nicht bestimmt



**Tabelle 20: Längenänderungen der Zementestriche**

an Prismen 4 cm x 4 cm x 16 cm

Prüfungsdurchführung: nach DIN 52450:1985-08 mit dem Gerät nach Graf/Kaufmann

Lagerung der Probekörper: 1 Tag in der Form bei Klima 20/95, danach in Normalklima DIN 50014-20/65-2

Prüfergebnisse: Mittelwert aus 3 Einzelbestimmungen

b) bisher verwendete Zemente

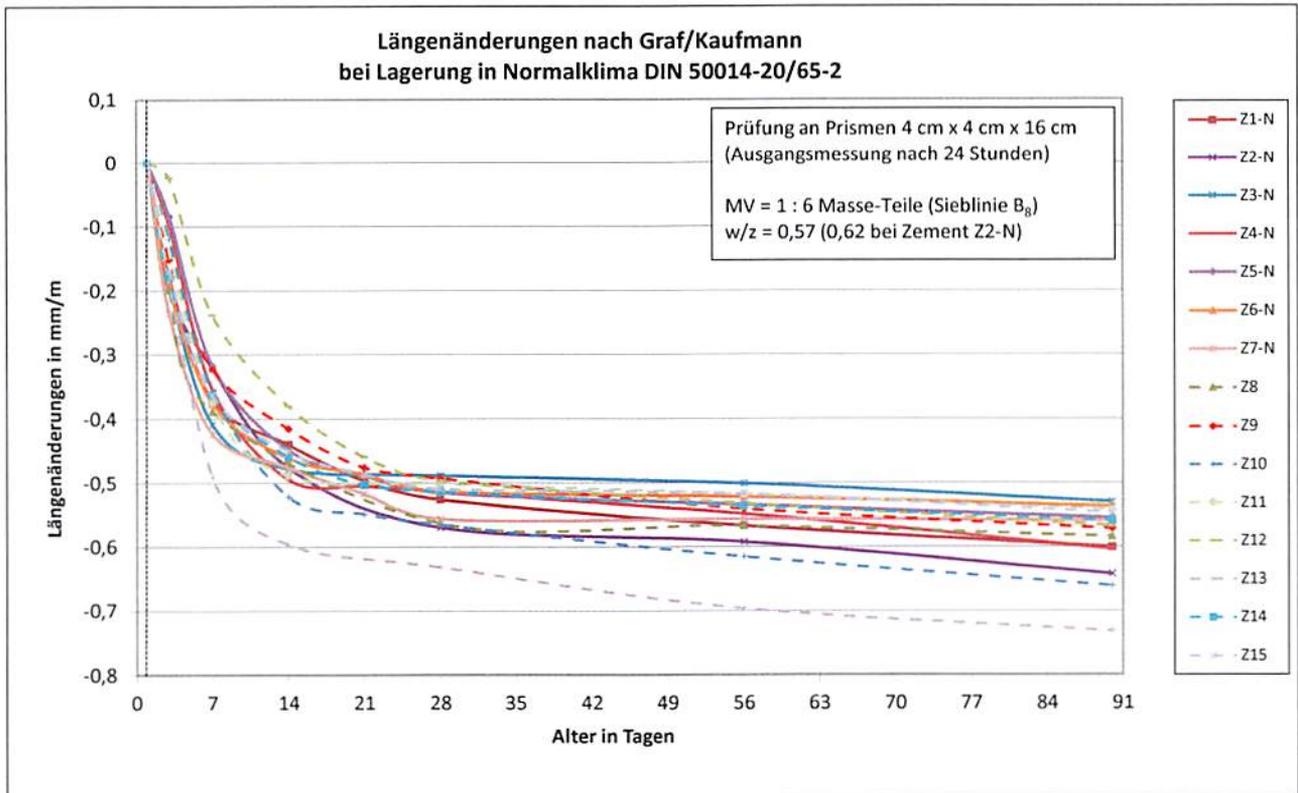
Prüfzeitpunkt Tage	Längenänderungen in mm/m <sup>1)</sup> der Zementestriche mit Zement <sup>2)</sup>							
	Z8	Z9	Z10	Z11	Z12	Z13	Z14	Z15
3	-0,20	-0,15	-0,12	- <sup>3)</sup>	-0,02	- <sup>3)</sup>	-0,18	-0,17
7	-0,39	-0,32	-0,36	-0,37	-0,24	-0,49	-0,36	-0,36
14	- <sup>3)</sup>	-0,42	-0,52	-0,49	-0,38	-0,60	-0,46	-0,45
21	- <sup>3)</sup>	-0,48	-0,54	- <sup>3)</sup>	-0,46	- <sup>3)</sup>	-0,50	-0,49
28	-0,56	-0,49	-0,57	-0,50	-0,50	-0,63	-0,51	-0,51
56	-0,57	-0,54	-0,62	-0,52	-0,53	-0,70	-0,54	-0,52
90	-0,58	-0,57	-0,66	-0,54	-0,57	-0,73	-0,56	-0,55

<sup>1)</sup> Ausgangsmessung nach 24 Stunden

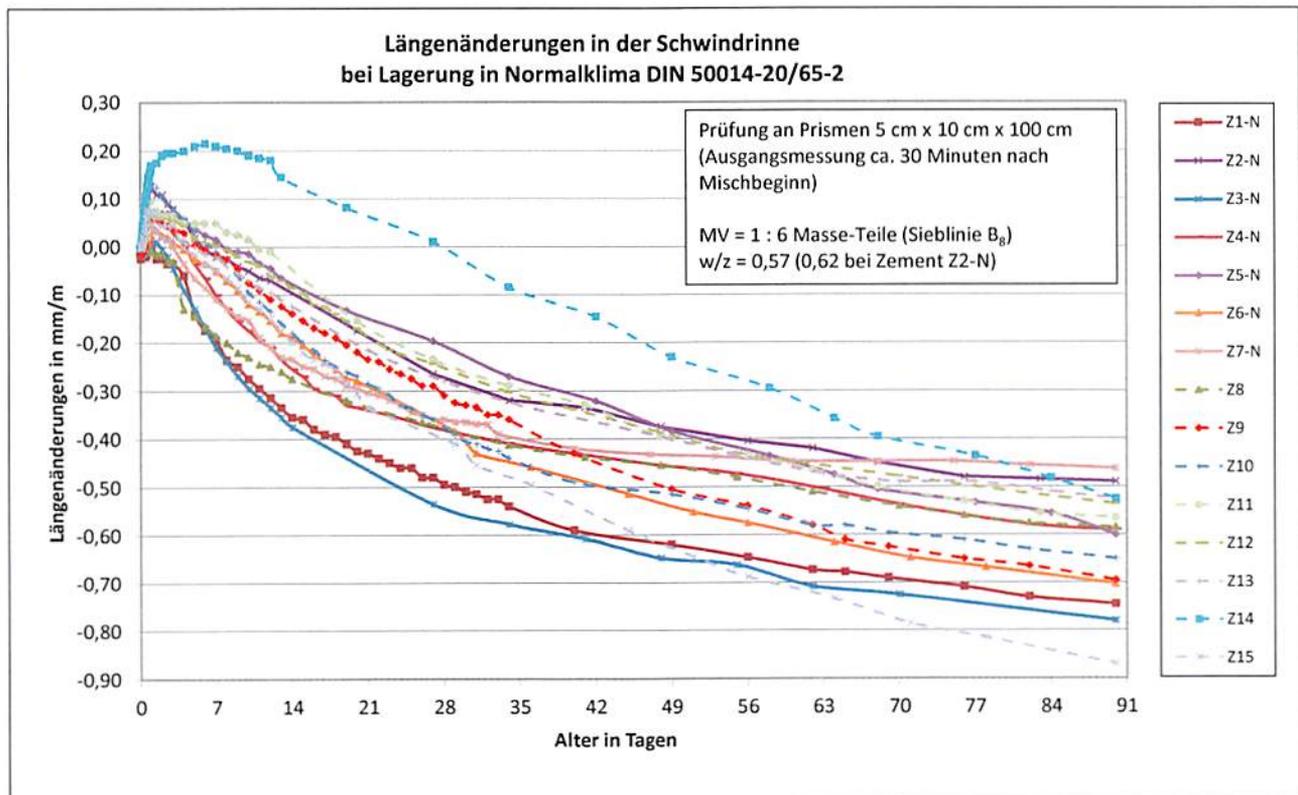
<sup>2)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1

<sup>3)</sup> Wert nicht bestimmt

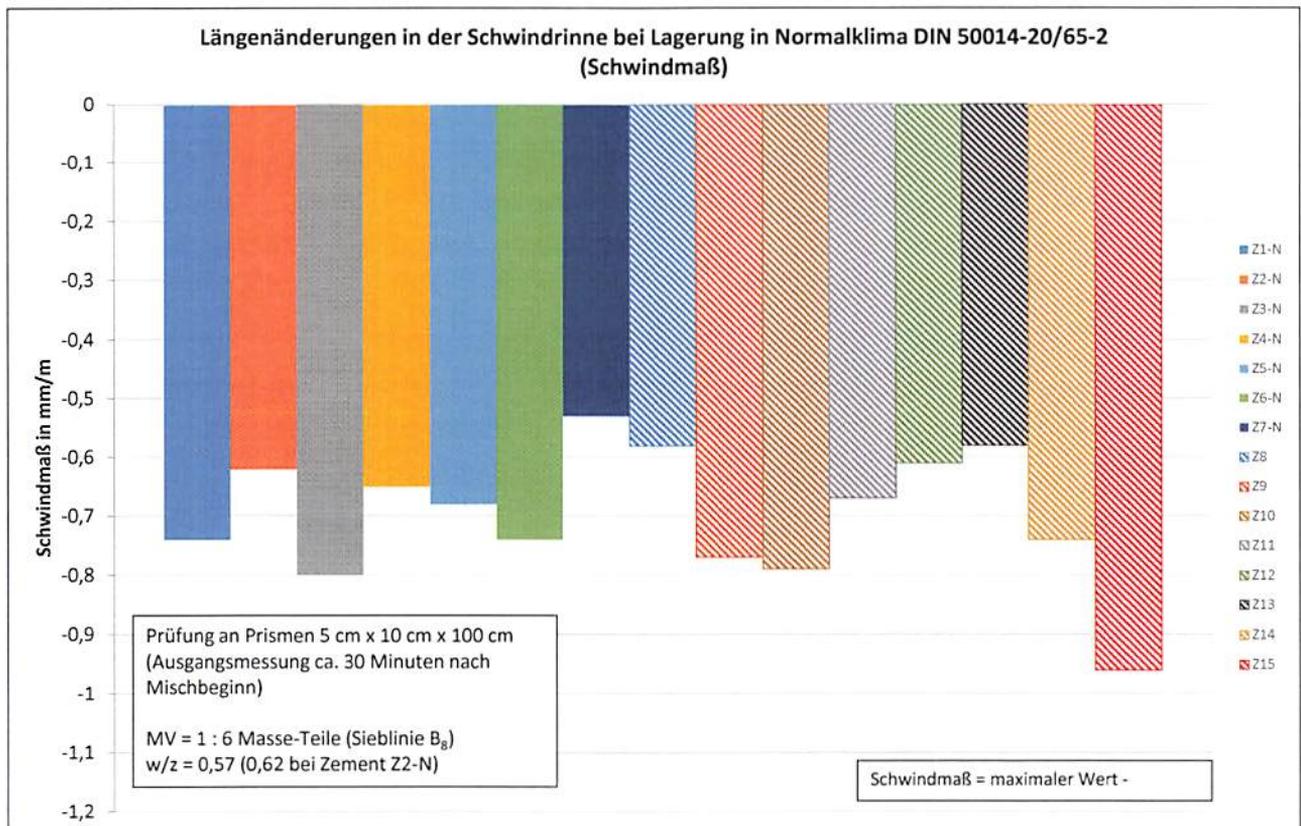




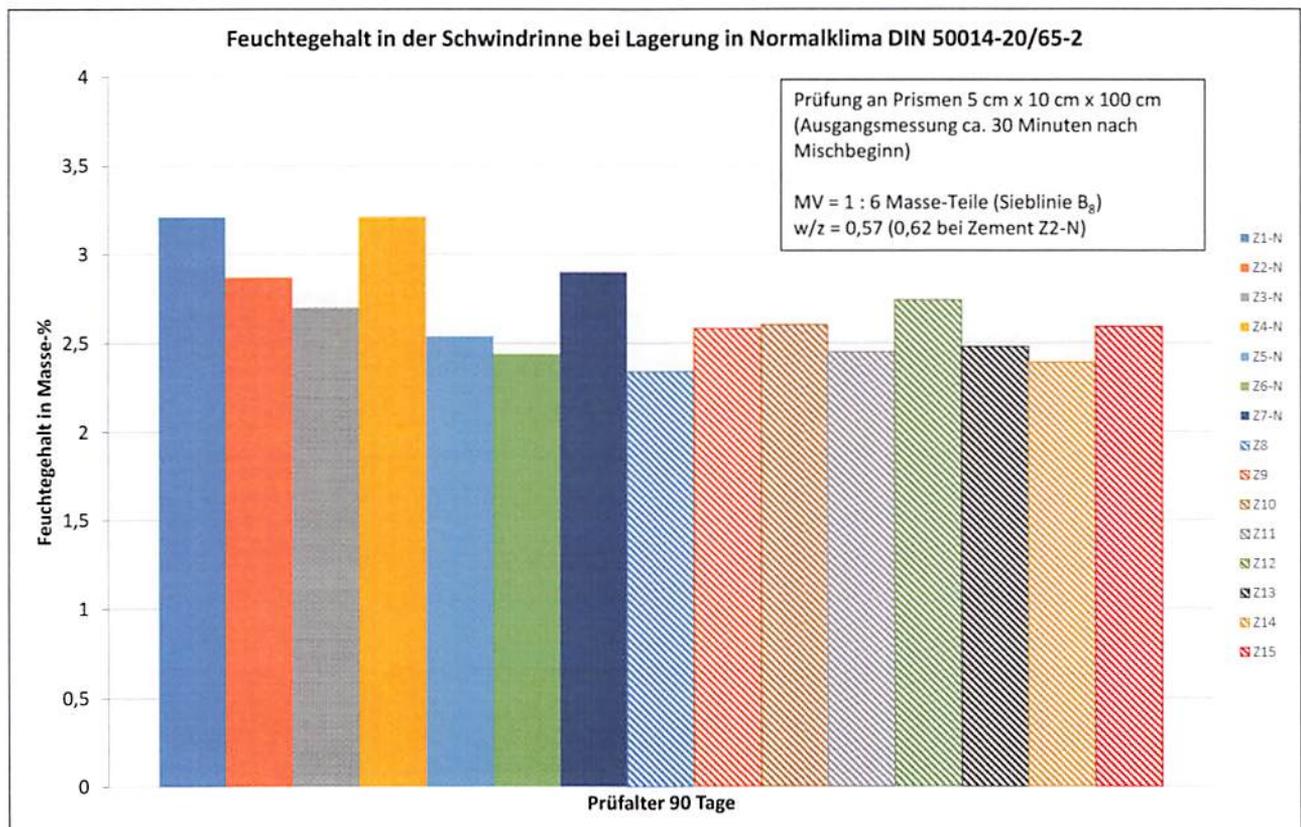
Skizze 5: Längenänderungen nach Graf/Kaufmann



Skizze 6: Längenänderungen in der Schwindrinne



**Skizze 7:** Längenänderungen in der Schwindrinne (Schwindmaß)



**Skizze 8:** Feuchtegehalt in der Schwindrinne im Alter von 90 Tagen

**Tabelle 21: Feuchtegehalt der Zementestriche**

Prüfungsdurchführung: Darren bei (105 ± 3) °C sowie CM-Messung nach DIN 18560-1:2021-02 über den gesamten Estrichquerschnitt

Estrichdicke: 50 mm

Zement <sup>1)</sup>	Lagerungs- klima	Alter Tage	Feuchtegehalt	
			Darren <sup>2)</sup> Masse-%	CM <sup>3)</sup> CM-%
Z1-N	A	3	5,3	3,7
		7	4,3	2,7
		14	4,2	2,6
		28	3,7	2,2
		56	3,5	1,9
		340 <sup>4)</sup>	2,3	1,3
		B	3	5,3
	14		4,4	3,0
	18		4,2	2,5
	25		3,9	2,4
	39		3,7	2,1
	67		3,4	1,8
	340 <sup>4)</sup>		2,2	1,0

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1

<sup>2)</sup> bezogen auf die getrockneten Proben

<sup>3)</sup> CM-Messung nach DIN 18560-1:2021-02; Einwaage 50 g; Ablesung nach 10 Minuten

<sup>4)</sup> Ausgleichsfeuchte nach Lagerung in Klima 23/50

Lagerungsklima A: 3 Tage ohne Abdeckung in Klima 10/80, danach bis zum Alter von 56 Tagen in Klima 20/65, anschließend zur Ermittlung des Ausgleichsfeuchtegehaltes in Klima 23/50

Lagerungsklima B: 14 Tage ohne Abdeckung in Klima 10/80, danach bis zum Alter von 67 Tagen in Klima 20/65



**Tabelle 22: Feuchtegehalt der Zementestriche**

Prüfungsdurchführung: Darren bei (105 ± 3) °C sowie CM-Messung nach DIN 18560-1:2021-02 über den gesamten Estrichquerschnitt

Estrichdicke: 50 mm

Zement <sup>1)</sup>	Lagerungs- klima	Alter Tage	Feuchtegehalt	
			Darren <sup>2)</sup> Masse-%	CM <sup>3)</sup> CM-%
Z2-N	A	3	5,5	4,3
		7	4,5	2,9
		14	4,2	2,7
		28	3,7	2,5
		56	3,4	2,0
		190 <sup>4)</sup>	2,3	1,2
		B	3	5,5
	14		4,7	3,2
	18		4,5	2,9
	25		4,1	2,6
	39		3,6	2,2
	67		3,4	1,9
	190 <sup>4)</sup>		2,4	1,2

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1

<sup>2)</sup> bezogen auf die getrockneten Proben

<sup>3)</sup> CM-Messung nach DIN 18560-1:2021-02; Einwaage 50 g; Ablesung nach 10 Minuten

<sup>4)</sup> Ausgleichsfeuchte nach Lagerung in Klima 23/50

Lagerungsklima A: 3 Tage ohne Abdeckung in Klima 10/80, danach bis zum Alter von 56 Tagen in Klima 20/65, anschließend zur Ermittlung des Ausgleichsfeuchtegehaltes in Klima 23/50

Lagerungsklima B: 14 Tage ohne Abdeckung in Klima 10/80, danach bis zum Alter von 67 Tagen in Klima 20/65



**Tabelle 23: Feuchtegehalt der Zementestriche**

Prüfungsdurchführung: Darren bei (105 ± 3) °C sowie CM-Messung nach DIN 18560-1:2021-02 über den gesamten Estrichquerschnitt

Estrichdicke: 50 mm

Zement <sup>1)</sup>	Lagerungs- klima	Alter Tage	Feuchtegehalt	
			Darren <sup>2)</sup> Masse-%	CM <sup>3)</sup> CM-%
Z3-N	A	3	5,3	4,0
		7	3,8	2,7
		14	3,5	2,1
		28	3,1	1,7
		56	2,8	1,6
		220 <sup>4)</sup>	1,8	1,0
		B	3	5,3
	14		4,1	2,8
	18		3,8	2,4
	25		3,5	2,0
	39		3,2	1,7
	67		3,0	1,6
	220 <sup>4)</sup>		2,2	1,0

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1

<sup>2)</sup> bezogen auf die getrockneten Proben

<sup>3)</sup> CM-Messung nach DIN 18560-1:2021-02; Einwaage 50 g; Ablesung nach 10 Minuten

<sup>4)</sup> Ausgleichsfeuchte nach Lagerung in Klima 23/50

Lagerungsklima A: 3 Tage ohne Abdeckung in Klima 10/80, danach bis zum Alter von 56 Tagen in Klima 20/65, anschließend zur Ermittlung des Ausgleichsfeuchtegehaltes in Klima 23/50

Lagerungsklima B: 14 Tage ohne Abdeckung in Klima 10/80, danach bis zum Alter von 67 Tagen in Klima 20/65



**Tabelle 24: Feuchtegehalt der Zementestriche**

Prüfungsdurchführung: Darren bei (105 ± 3) °C sowie CM-Messung nach DIN 18560-1:2021-02 über den gesamten Estrichquerschnitt

Estrichdicke: 50 mm

Zement <sup>1)</sup>	Lagerungs- klima	Alter Tage	Feuchtegehalt	
			Darren <sup>2)</sup> Masse-%	CM <sup>3)</sup> CM-%
Z4-N	A	3	5,3	4,4
		7	4,3	2,8
		14	4,0	2,4
		28	3,5	2,0
		56	3,3	1,9
		340 <sup>4)</sup>	2,1	1,1
		B	3	5,3
	14		4,3	2,8
	18		4,0	2,6
	25		3,7	2,4
	39		3,4	1,9
	67		3,3	1,7
	340 <sup>4)</sup>		2,2	1,2

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1

<sup>2)</sup> bezogen auf die getrockneten Proben

<sup>3)</sup> CM-Messung nach DIN 18560-1:2021-02; Einwaage 50 g; Ablesung nach 10 Minuten

<sup>4)</sup> Ausgleichsfeuchte nach Lagerung in Klima 23/50

Lagerungsklima A: 3 Tage ohne Abdeckung in Klima 10/80, danach bis zum Alter von 56 Tagen in Klima 20/65, anschließend zur Ermittlung des Ausgleichsfeuchtegehaltes in Klima 23/50

Lagerungsklima B: 14 Tage ohne Abdeckung in Klima 10/80, danach bis zum Alter von 67 Tagen in Klima 20/65



**Tabelle 25: Feuchtegehalt der Zementestriche**

Prüfungsdurchführung: Darren bei (105 ± 3) °C sowie CM-Messung nach DIN 18560-1:2021-02 über den gesamten Estrichquerschnitt

Estrichdicke: 50 mm

Zement <sup>1)</sup>	Lagerungs- klima	Alter Tage	Feuchtegehalt	
			Darren <sup>2)</sup> Masse-%	CM <sup>3)</sup> CM-%
Z5-N	A	3	5,1	3,6
		7	4,2	2,6
		14	3,7	2,3
		28	3,5	2,0
		56	3,3	1,9
		266 <sup>4)</sup>	2,1	1,0
		B	3	5,1
	14		4,2	2,8
	18		4,0	2,5
	25		3,7	2,1
	39		3,5	2,0
	67		3,2	1,8
	266 <sup>4)</sup>		2,1	1,0

1) Zementsorte siehe Anlage 1

2) bezogen auf die getrockneten Proben

3) CM-Messung nach DIN 18560-1:2021-02; Einwaage 50 g; Ablesung nach 10 Minuten

4) Ausgleichsfeuchte nach Lagerung in Klima 23/50

Lagerungsklima A: 3 Tage ohne Abdeckung in Klima 10/80, danach bis zum Alter von 56 Tagen in Klima 20/65, anschließend zur Ermittlung des Ausgleichsfeuchtegehaltes in Klima 23/50

Lagerungsklima B: 14 Tage ohne Abdeckung in Klima 10/80, danach bis zum Alter von 67 Tagen in Klima 20/65



**Tabelle 26: Feuchtegehalt der Zementestriche**

Prüfungsdurchführung: Darren bei (105 ± 3) °C sowie CM-Messung nach DIN 18560-1:2021-02 über den gesamten Estrichquerschnitt

Estrichdicke: 50 mm

Zement <sup>1)</sup>	Lagerungs- klima	Alter Tage	Feuchtegehalt	
			Darren <sup>2)</sup> Masse-%	CM <sup>3)</sup> CM-%
Z6-N	A	3	4,6	3,8
		7	3,8	2,5
		14	3,5	2,1
		28	3,1	1,8
		56	2,9	1,5
		259 <sup>4)</sup>	1,8	1,0
		B	3	4,6
	14		4,0	2,7
	18		3,6	2,3
	25		3,3	2,0
	39		3,2	1,6
	67		3,0	1,5
	260 <sup>4)</sup>		1,9	1,0

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1

<sup>2)</sup> bezogen auf die getrockneten Proben

<sup>3)</sup> CM-Messung nach DIN 18560-1:2021-02; Einwaage 50 g; Ablesung nach 10 Minuten

<sup>4)</sup> Ausgleichsfeuchte nach Lagerung in Klima 23/50

Lagerungsklima A: 3 Tage ohne Abdeckung in Klima 10/80, danach bis zum Alter von 56 Tagen in Klima 20/65, anschließend zur Ermittlung des Ausgleichsfeuchtegehaltes in Klima 23/50

Lagerungsklima B: 14 Tage ohne Abdeckung in Klima 10/80, danach bis zum Alter von 67 Tagen in Klima 20/65



**Tabelle 27: Feuchtegehalt der Zementestriche**

Prüfungsdurchführung: Darren bei (105 ± 3)°C sowie CM-Messung nach DIN 18560-1:2021-02 über den gesamten Estrichquerschnitt

Estrichdicke: 50 mm

Zement <sup>1)</sup>	Lagerungs- klima	Alter Tage	Feuchtegehalt	
			Darren <sup>2)</sup> Masse-%	CM <sup>3)</sup> CM-%
Z7-N	A	3	5,0	3,8
		7	4,2	2,6
		14	3,7	2,2
		28	3,6	2,0
		56	3,3	1,8
		255 <sup>4)</sup>	2,2	1,1
		B	3	5,0
	14		4,3	2,8
	18		4,0	2,5
	25		3,8	2,2
	39		3,6	2,0
	67		3,1	1,8
	255 <sup>4)</sup>		2,3	0,9

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1

<sup>2)</sup> bezogen auf die getrockneten Proben

<sup>3)</sup> CM-Messung nach DIN 18560-1:2021-02; Einwaage 50 g; Ablesung nach 10 Minuten

<sup>4)</sup> Ausgleichsfeuchte nach Lagerung in Klima 23/50

Lagerungsklima A: 3 Tage ohne Abdeckung in Klima 10/80, danach bis zum Alter von 56 Tagen in Klima 20/65, anschließend zur Ermittlung des Ausgleichsfeuchtegehaltes in Klima 23/50

Lagerungsklima B: 14 Tage ohne Abdeckung in Klima 10/80, danach bis zum Alter von 67 Tagen in Klima 20/65



**Tabelle 28: Feuchtegehalt der Zementestriche**

Prüfungsdurchführung: Darren bei (105 ± 3) °C sowie CM-Messung nach DIN 18560-1:2021-02 über den gesamten Estrichquerschnitt

Estrichdicke: 50 mm

Zement <sup>1)</sup>	Lagerungs- klima	Alter Tage	Feuchtegehalt	
			Darren <sup>2)</sup> Masse-%	CM <sup>3)</sup> CM-%
Z8	A	3	4,8	3,7
		7	4,0	2,6
		14	3,7	2,2
		28	3,4	2,0
		56	3,1	1,6
		230 <sup>4)</sup>	1,7	0,8
		B	3	4,8
	14		4,1	2,5
	18		3,9	2,3
	25		3,6	2,1
	39		3,2	1,9
	67		3,0	1,7
	230 <sup>4)</sup>		1,8	0,9

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1

<sup>2)</sup> bezogen auf die getrockneten Proben

<sup>3)</sup> CM-Messung nach DIN 18560-1:2021-02; Einwaage 50 g; Ablesung nach 10 Minuten

<sup>4)</sup> Ausgleichsfeuchte nach Lagerung in Klima 23/50

Lagerungsklima A: 3 Tage ohne Abdeckung in Klima 10/80, danach bis zum Alter von 56 Tagen in Klima 20/65, anschließend zur Ermittlung des Ausgleichsfeuchtegehaltes in Klima 23/50

Lagerungsklima B: 14 Tage ohne Abdeckung in Klima 10/80, danach bis zum Alter von 67 Tagen in Klima 20/65



**Tabelle 29: Feuchtegehalt der Zementestriche**

Prüfungsdurchführung: Darren bei (105 ± 3) °C sowie CM-Messung nach DIN 18560-1:2021-02 über den gesamten Estrichquerschnitt

Estrichdicke: 50 mm

Zement <sup>1)</sup>	Lagerungs- klima	Alter Tage	Feuchtegehalt	
			Darren <sup>2)</sup> Masse-%	CM <sup>3)</sup> CM-%
Z9	A	3	4,8	3,5
		7	4,2	2,6
		14	3,8	2,3
		28	3,4	1,9
		56	2,9	1,5
		340 <sup>4)</sup>	1,9	0,7
		B	3	4,8
	14		4,1	2,7
	18		3,9	2,2
	25		3,6	2,0
	39		3,4	1,6
	67		3,3	1,4
	340 <sup>4)</sup>		1,8	0,7

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1

<sup>2)</sup> bezogen auf die getrockneten Proben

<sup>3)</sup> CM-Messung nach DIN 18560-1:2021-02; Einwaage 50 g; Ablesung nach 10 Minuten

<sup>4)</sup> Ausgleichsfeuchte nach Lagerung in Klima 23/50

Lagerungsklima A: 3 Tage ohne Abdeckung in Klima 10/80, danach bis zum Alter von 56 Tagen in Klima 20/65, anschließend zur Ermittlung des Ausgleichsfeuchtegehaltes in Klima 23/50

Lagerungsklima B: 14 Tage ohne Abdeckung in Klima 10/80, danach bis zum Alter von 67 Tagen in Klima 20/65



**Tabelle 30: Feuchtegehalt der Zementestriche**

Prüfungsdurchführung: Darren bei (105 ± 3) °C sowie CM-Messung nach DIN 18560-1:2021-02 über den gesamten Estrichquerschnitt

Estrichdicke: 50 mm

Zement <sup>1)</sup>	Lagerungs- klima	Alter Tage	Feuchtegehalt	
			Darren <sup>2)</sup> Masse-%	CM <sup>3)</sup> CM-%
Z10	A	3	5,0	3,9
		7	3,9	2,5
		14	3,7	2,1
		28	3,2	1,7
		56	2,8	1,5
		330 <sup>4)</sup>	1,6	0,7
		B	3	5,0
	14		3,9	2,5
	18		3,8	2,2
	25		3,4	2,1
	39		3,1	1,6
	67		2,9	1,5
	330 <sup>4)</sup>		1,7	0,8

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1

<sup>2)</sup> bezogen auf die getrockneten Proben

<sup>3)</sup> CM-Messung nach DIN 18560-1:2021-02; Einwaage 50 g; Ablesung nach 10 Minuten

<sup>4)</sup> Ausgleichsfeuchte nach Lagerung in Klima 23/50

Lagerungsklima A: 3 Tage ohne Abdeckung in Klima 10/80, danach bis zum Alter von 56 Tagen in Klima 20/65, anschließend zur Ermittlung des Ausgleichsfeuchtegehaltes in Klima 23/50

Lagerungsklima B: 14 Tage ohne Abdeckung in Klima 10/80, danach bis zum Alter von 67 Tagen in Klima 20/65



**Tabelle 31: Feuchtegehalt der Zementestriche**

Prüfungsdurchführung: Darren bei (105 ± 3) °C sowie CM-Messung nach DIN 18560-1:2021-02 über den gesamten Estrichquerschnitt

Estrichdicke: 50 mm

Zement <sup>1)</sup>	Lagerungs- klima	Alter Tage	Feuchtegehalt	
			Darren <sup>2)</sup> Masse-%	CM <sup>3)</sup> CM-%
Z11	A	3	5,2	3,9
		7	4,3	2,9
		14	3,7	2,5
		28	3,5	2,0
		56	2,9	1,6
		226 <sup>4)</sup>	1,8	0,9
		B	3	5,2
	14		4,3	2,8
	18		3,9	2,6
	25		3,6	2,4
	39		3,2	1,9
	67		2,9	1,7
	226 <sup>4)</sup>		1,8	0,9

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1

<sup>2)</sup> bezogen auf die getrockneten Proben

<sup>3)</sup> CM-Messung nach DIN 18560-1:2021-02; Einwaage 50 g; Ablesung nach 10 Minuten

<sup>4)</sup> Ausgleichsfeuchte nach Lagerung in Klima 23/50

Lagerungsklima A: 3 Tage ohne Abdeckung in Klima 10/80, danach bis zum Alter von 56 Tagen in Klima 20/65, anschließend zur Ermittlung des Ausgleichsfeuchtegehaltes in Klima 23/50

Lagerungsklima B: 14 Tage ohne Abdeckung in Klima 10/80, danach bis zum Alter von 67 Tagen in Klima 20/65



**Tabelle 32: Feuchtegehalt der Zementestriche**

Prüfungsdurchführung: Darren bei (105 ± 3) °C sowie CM-Messung nach DIN 18560-1:2021-02 über den gesamten Estrichquerschnitt

Estrichdicke: 50 mm

Zement <sup>1)</sup>	Lagerungs- klima	Alter Tage	Feuchtegehalt	
			Darren <sup>2)</sup> Masse-%	CM <sup>3)</sup> CM-%
Z12	A	3	5,3	3,8
		7	4,1	2,7
		14	3,8	2,3
		28	3,4	1,9
		56	3,2	1,7
		266 <sup>4)</sup>	1,9	0,9
	B	3	5,3	3,8
		14	4,2	2,6
		18	3,8	2,5
		25	3,6	2,1
		39	3,4	2,0
		67	3,3	1,8
		266 <sup>4)</sup>	2,0	1,0

<sup>1)</sup> Zementsorte siehe Anlage 1

<sup>2)</sup> bezogen auf die getrockneten Proben

<sup>3)</sup> CM-Messung nach DIN 18560-1:2021-02; Einwaage 50 g; Ablesung nach 10 Minuten

<sup>4)</sup> Ausgleichsfeuchte nach Lagerung in Klima 23/50

Lagerungsklima A: 3 Tage ohne Abdeckung in Klima 10/80, danach bis zum Alter von 56 Tagen in Klima 20/65, anschließend zur Ermittlung des Ausgleichsfeuchtegehaltes in Klima 23/50

Lagerungsklima B: 14 Tage ohne Abdeckung in Klima 10/80, danach bis zum Alter von 67 Tagen in Klima 20/65



**Tabelle 33: Feuchtegehalt der Zementestriche**

Prüfungsdurchführung: Darren bei (105 ± 3) °C sowie CM-Messung nach DIN 18560-1:2021-02 über den gesamten Estrichquerschnitt

Estrichdicke: 50 mm

Zement <sup>1)</sup>	Lagerungs- klima	Alter Tage	Feuchtegehalt	
			Darren <sup>2)</sup> Masse-%	CM <sup>3)</sup> CM-%
Z13	A	3	5,6	3,7
		7	4,3	2,7
		14	3,9	2,4
		28	3,5	2,0
		56	3,2	1,6
		212 <sup>4)</sup>	1,8	0,8
	B	3	5,3	3,7
		14	4,3	2,7
		18	4,0	2,4
		25	3,7	2,1
		39	3,4	1,9
		67	3,0	1,7
		212 <sup>4)</sup>	1,9	0,9

<sup>1)</sup> Zementsorte siehe Anlage 1

<sup>2)</sup> bezogen auf die getrockneten Proben

<sup>3)</sup> CM-Messung nach DIN 18560-1:2021-02; Einwaage 50 g; Ablesung nach 10 Minuten

<sup>4)</sup> Ausgleichsfeuchte nach Lagerung in Klima 23/50

Lagerungsklima A: 3 Tage ohne Abdeckung in Klima 10/80, danach bis zum Alter von 56 Tagen in Klima 20/65, anschließend zur Ermittlung des Ausgleichsfeuchtegehaltes in Klima 23/50

Lagerungsklima B: 14 Tage ohne Abdeckung in Klima 10/80, danach bis zum Alter von 67 Tagen in Klima 20/65



**Tabelle 34: Feuchtegehalt der Zementestriche**

Prüfungsdurchführung: Darren bei (105 ± 3) °C sowie CM-Messung nach DIN 18560-1:2021-02 über den gesamten Estrichquerschnitt

Estrichdicke: 50 mm

Zement <sup>1)</sup>	Lagerungs- klima	Alter Tage	Feuchtegehalt	
			Darren <sup>2)</sup> Masse-%	CM <sup>3)</sup> CM-%
Z14	A	3	4,6	3,4
		7	3,7	2,4
		14	3,4	1,8
		28	2,9	1,7
		56	2,7	1,5
		259 <sup>4)</sup>	1,6	0,8
	B	3	4,6	3,4
		14	3,3	2,2
		18	3,3	2,0
		25	3,1	1,8
		39	3,0	1,5
		67	2,8	1,4
		260 <sup>4)</sup>	1,7	0,8

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1

<sup>2)</sup> bezogen auf die getrockneten Proben

<sup>3)</sup> CM-Messung nach DIN 18560-1:2021-02; Einwaage 50 g; Ablesung nach 10 Minuten

<sup>4)</sup> Ausgleichsfeuchte nach Lagerung in Klima 23/50

Lagerungsklima A: 3 Tage ohne Abdeckung in Klima 10/80, danach bis zum Alter von 56 Tagen in Klima 20/65, anschließend zur Ermittlung des Ausgleichsfeuchtegehaltes in Klima 23/50

Lagerungsklima B: 14 Tage ohne Abdeckung in Klima 10/80, danach bis zum Alter von 67 Tagen in Klima 20/65



**Tabelle 35: Feuchtegehalt der Zementestriche**

Prüfungsdurchführung: Darren bei (105 ± 3) °C sowie CM-Messung nach DIN 18560-1:2021-02 über den gesamten Estrichquerschnitt

Estrichdicke: 50 mm

Zement <sup>1)</sup>	Lagerungs- klima	Alter Tage	Feuchtegehalt	
			Darren <sup>2)</sup> Masse-%	CM <sup>3)</sup> CM-%
Z15	A	3	4,5	3,6
		7	3,8	2,2
		14	3,5	1,9
		28	3,3	1,6
		56	2,9	1,5
		252 <sup>4)</sup>	1,7	0,7
		B	3	4,5
	14		4,0	2,5
	18		3,9	2,4
	25		3,5	2,1
	39		3,3	1,8
	67		2,9	1,5
	252 <sup>4)</sup>		1,9	0,7

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1

<sup>2)</sup> bezogen auf die getrockneten Proben

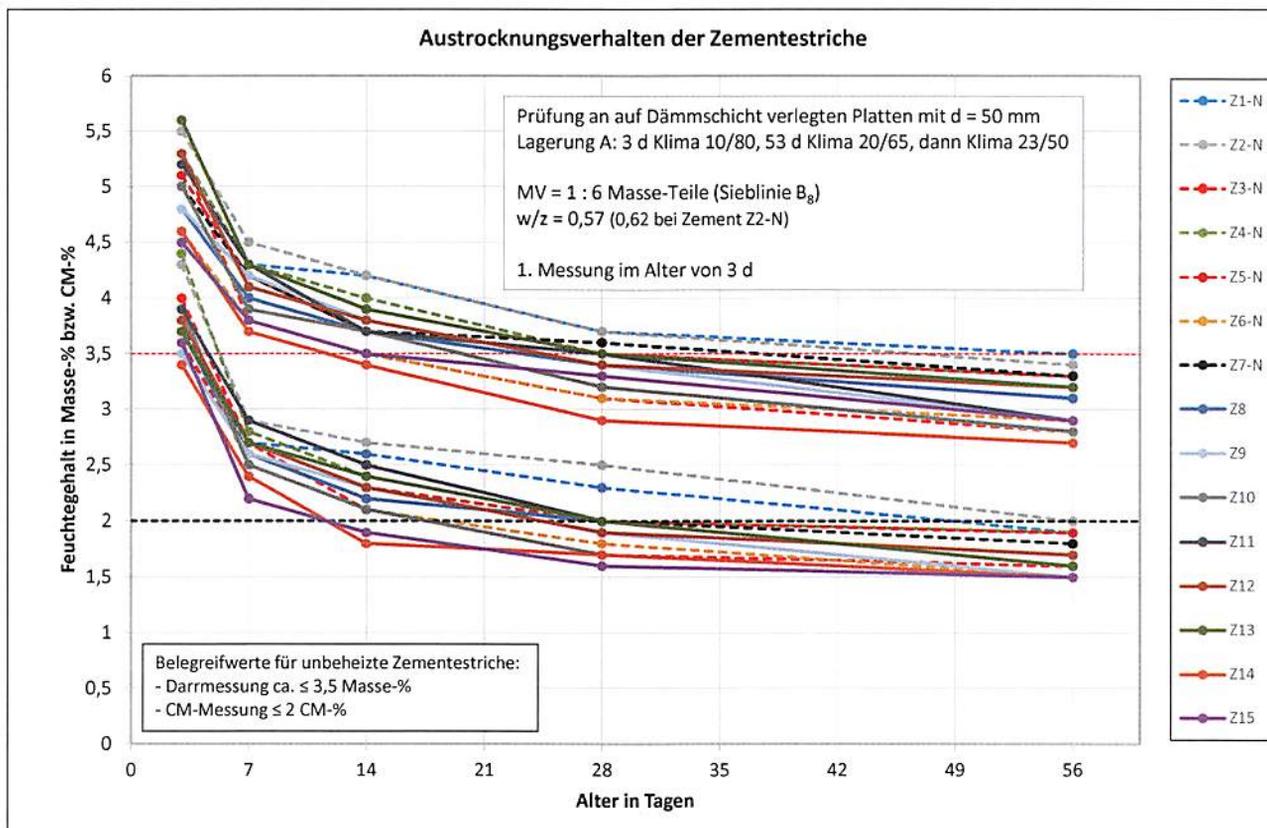
<sup>3)</sup> CM-Messung nach DIN 18560-1:2021-02; Einwaage 50 g; Ablesung nach 10 Minuten

<sup>4)</sup> Ausgleichsfeuchte nach Lagerung in Klima 23/50

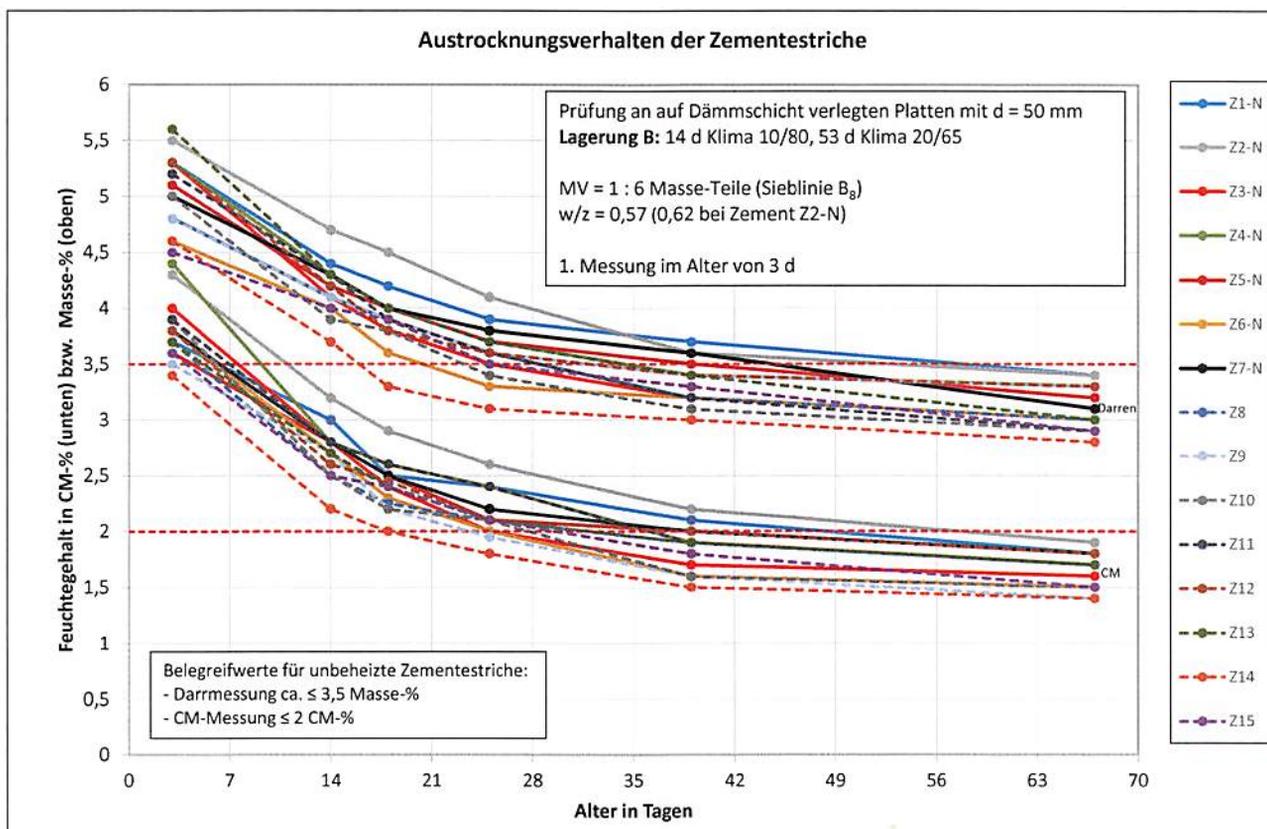
Lagerungsklima A: 3 Tage ohne Abdeckung in Klima 10/80, danach bis zum Alter von 56 Tagen in Klima 20/65, anschließend zur Ermittlung des Ausgleichsfeuchtegehaltes in Klima 23/50

Lagerungsklima B: 14 Tage ohne Abdeckung in Klima 10/80, danach bis zum Alter von 67 Tagen in Klima 20/65

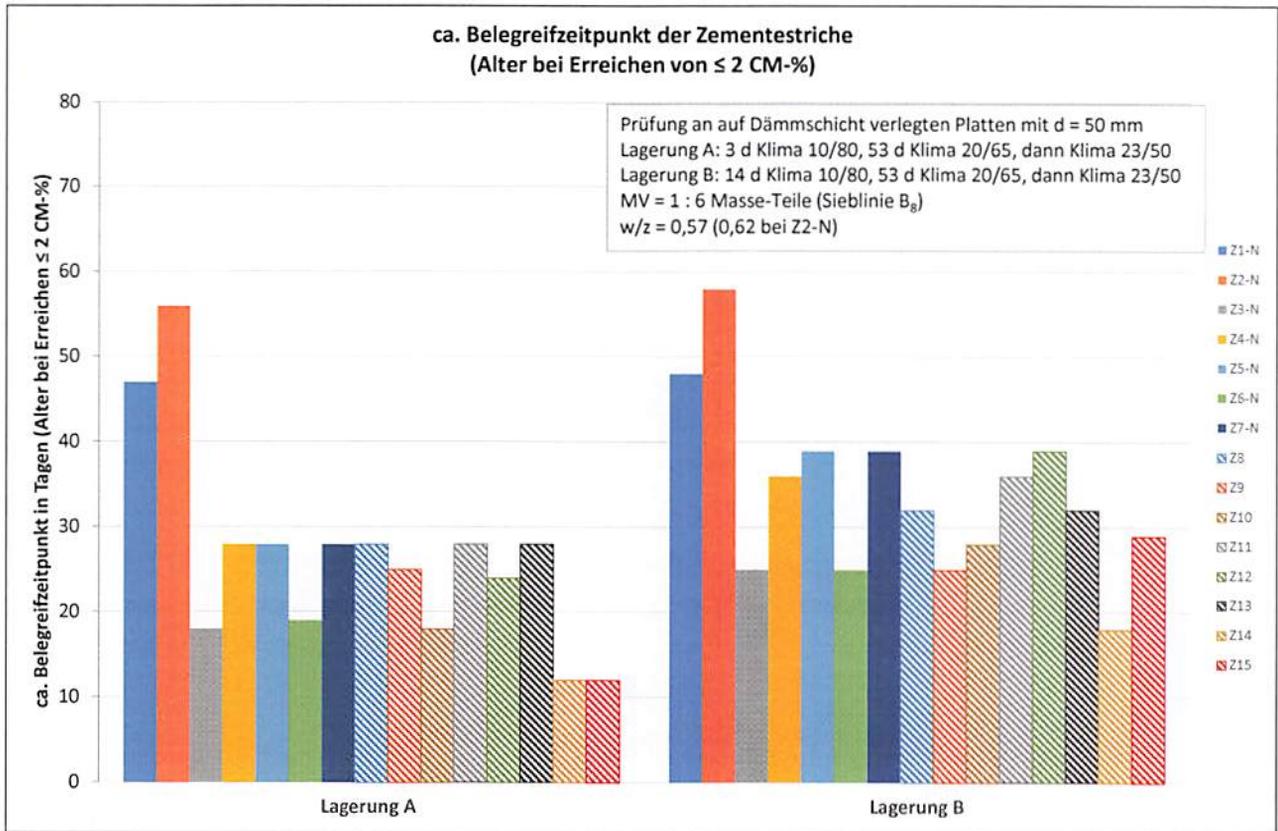




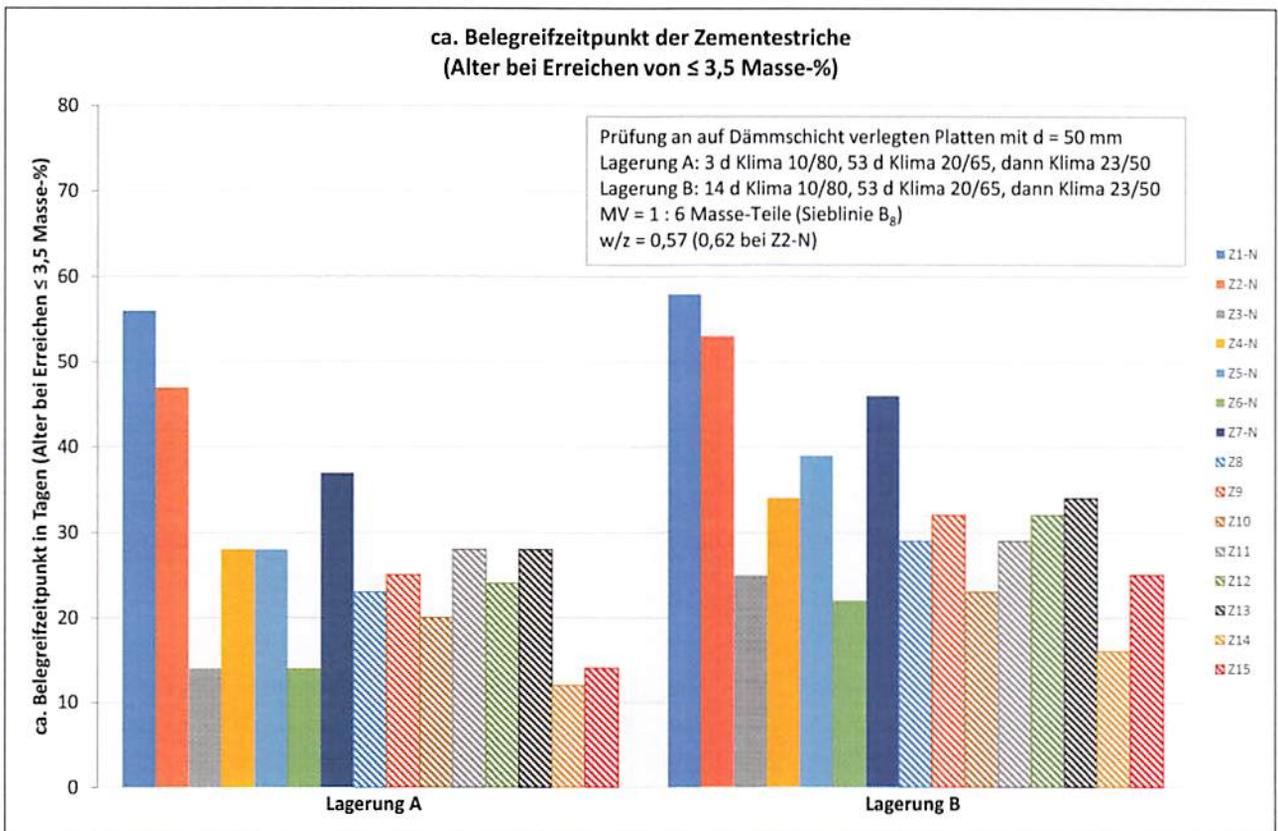
Skizze 9: Austrocknungsverhalten der Zementestriche bei Lagerung A



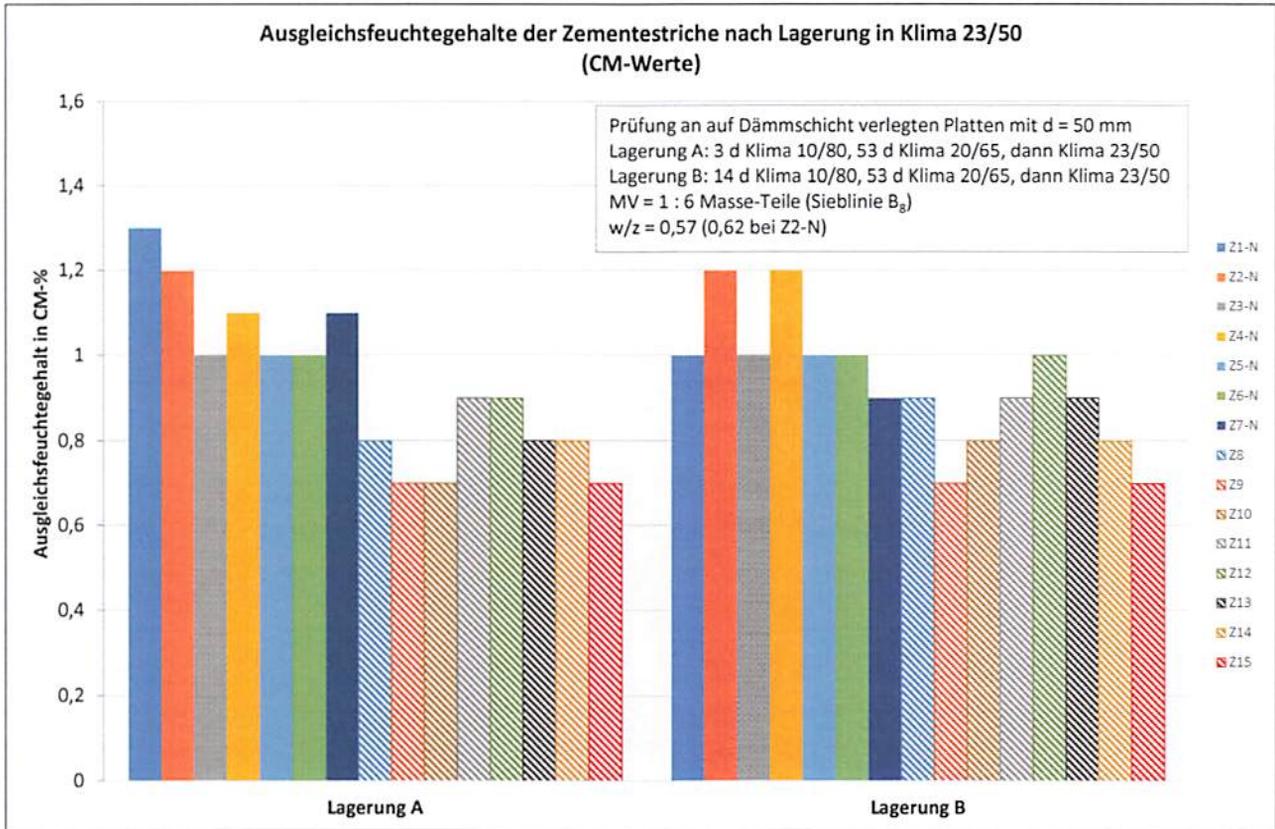
Skizze 10: Austrocknungsverhalten der Zementestriche bei Lagerung B



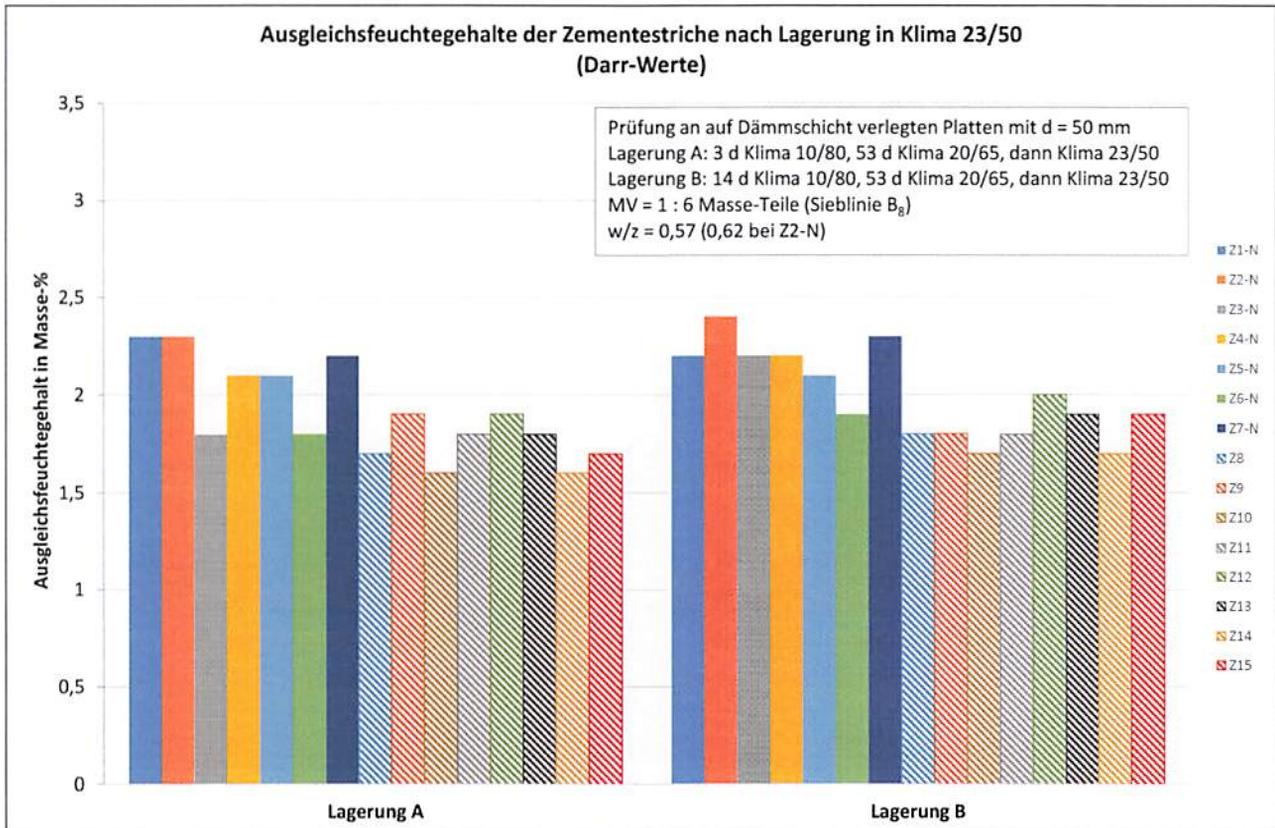
**Skizze 11:** ca. Belegreifzeitpunkt der Zementestriche (Alter bei Erreichen  $\leq 2$  CM-%)



**Skizze 12:** ca. Belegreifzeitpunkt der Zementestriche (Alter bei Erreichen  $\leq 3,5$  Masse-%)



**Skizze 13:** Ausgleichsfeuchtegehalte der Zementestriche (CM-Werte)



**Skizze 14:** Ausgleichsfeuchtegehalte der Zementestriche (Darr-Werte)

**Tabelle 36: Oberflächenzugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung A:** 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 20/65

**Prüfstellenvorbereitung:** „Reinigungsschliff“ von Hand mit einem Schleifpapier mit 16er Körnung und Absaugen mit einem Industriestaubsauger

**Prüfungsdurchführung:** nach dem BEB-Hinweisblatt „Oberflächenzug- und Haftzugfestigkeit von Fußböden“ (Oktober 2017) mit runden Stempeln ohne Nut

**Prüfgerät:** Haftzugprüfgerät Easy M, Freundl, Wennigsen

**Klebstoff:** 2-Komponenten-MMA-Klebstoff

**Prüfalter:** 3, 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Prüfstelle Nr.	Oberflächenzugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>	Kohäsionsbruch im Estrich mit einer maximalen Tiefe in mm
Z1-N	3	1	1,16	1
		2	1,13	1
		3	1,43	2
		4	1,07	1
		5	1,32	1
		<b>Mittelwert</b>	<b>1,2</b>	-
	7	1	2,09	3
		2	2,10	3
		3	2,17	5
		4	2,23	3
		5	1,79	1
		<b>Mittelwert</b>	<b>2,1</b>	-
	28	1	2,01	2
		2	2,23	5
		3	1,51	1
4		2,37	3	
5		2,27	3	
<b>Mittelwert</b>		<b>2,1</b>	-	

<sup>1)</sup>Zementsorten siehe Anlage 1



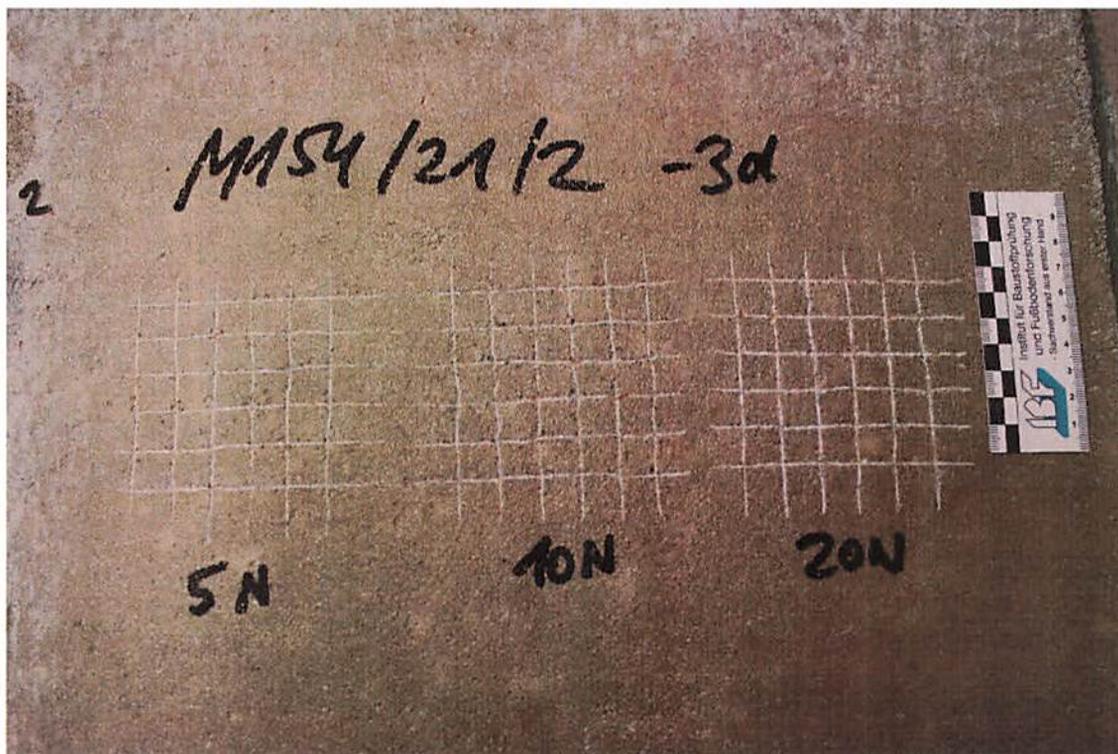


Bild 1: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z1-N - Lagerung A / Prüfalter 3 Tage

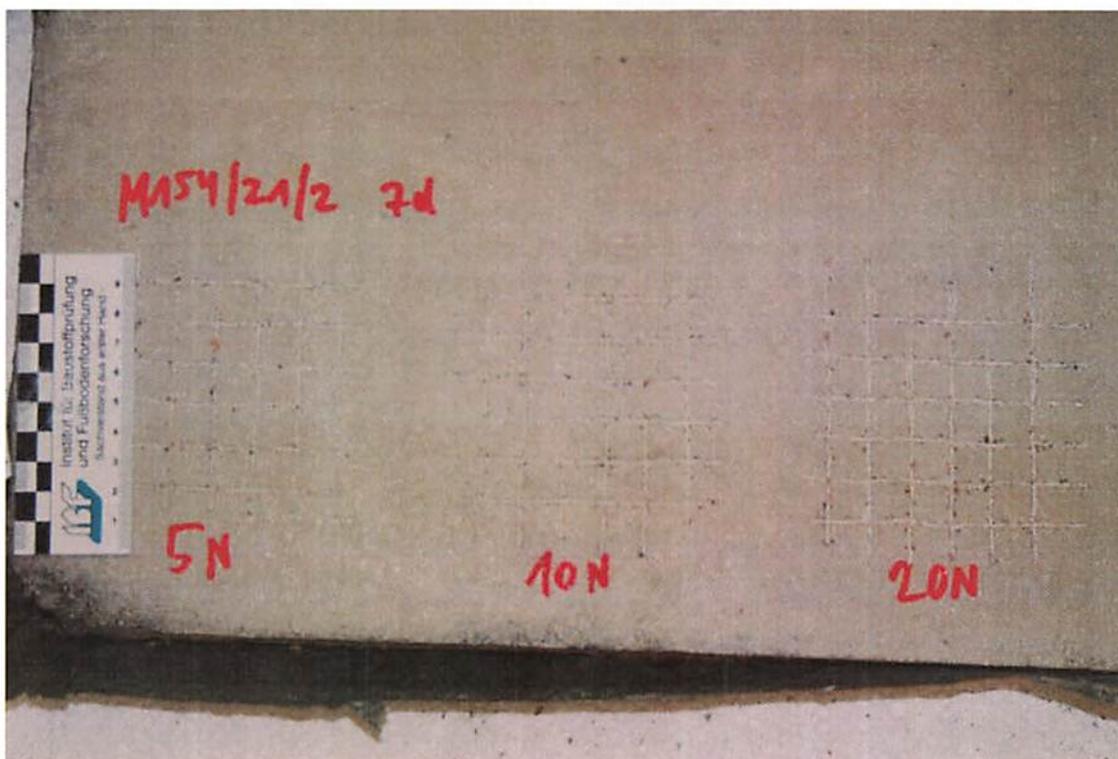


Bild 2: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z1-N - Lagerung A / Prüfalter 7 Tage

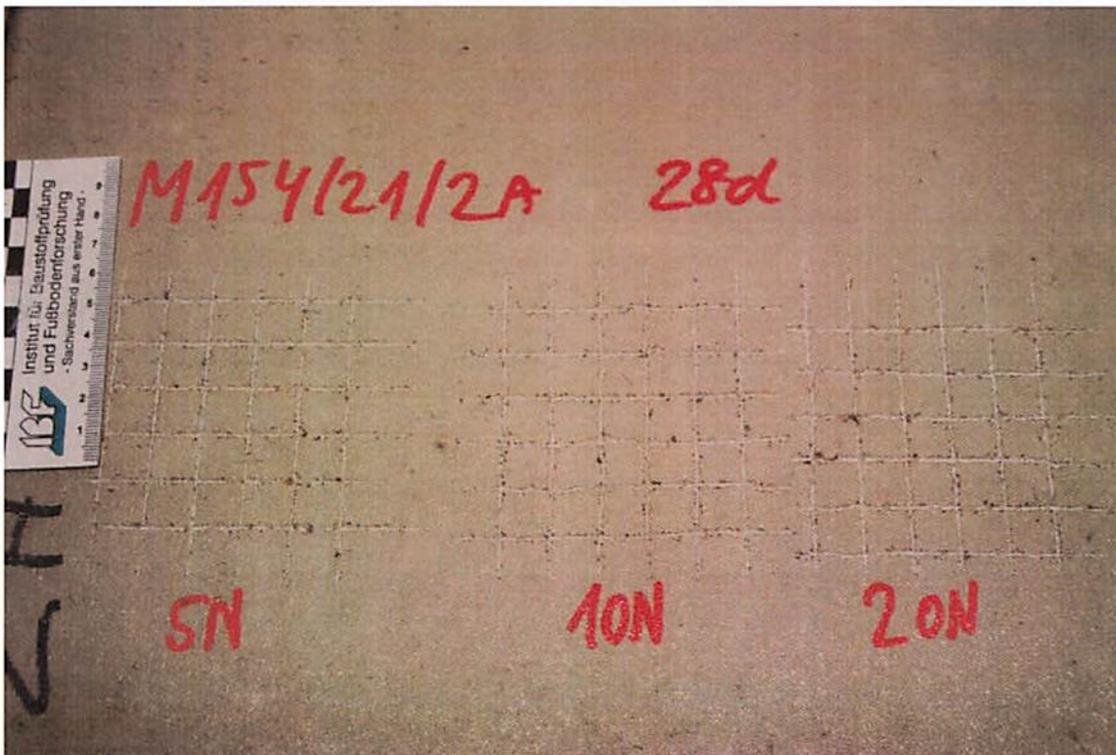


Bild 3: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z1-N - Lagerung A / Prüfalter 28 Tage

**Tabelle 37: Oberflächenzugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung B:** 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 10/65

Prüfstellenvorbereitung: „Reinigungsschliff“ von Hand mit einem Schleifpapier mit 16er Körnung und Absaugen mit einem Industriestaubsauger

Prüfungsdurchführung: nach dem BEB-Hinweisblatt „Oberflächenzug- und Haftzugfestigkeit von Fußböden“ (Oktober 2017) mit runden Stempeln ohne Nut

Prüfgerät: Haftzugprüfgerät Easy M, Freundl, Wennigsen

Klebstoff: 2-Komponenten-MMA-Klebstoff

Prüfalter: 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Prüfstelle Nr.	Oberflächenzugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>	Kohäsionsbruch im Estrich mit einer maximalen Tiefe in mm
Z1-N	7	1	1,88	1
		2	1,69	1
		3	1,75	1
		4	1,65	1
		5	1,97	1
		<b>Mittelwert</b>	<b>1,8</b>	-
	28	1	1,97	1
		2	1,94	1
		3	1,87	1
		4	2,00	1
		5	1,83	1
<b>Mittelwert</b>		<b>1,9</b>	-	

<sup>1)</sup>Zementsorten siehe Anlage 1



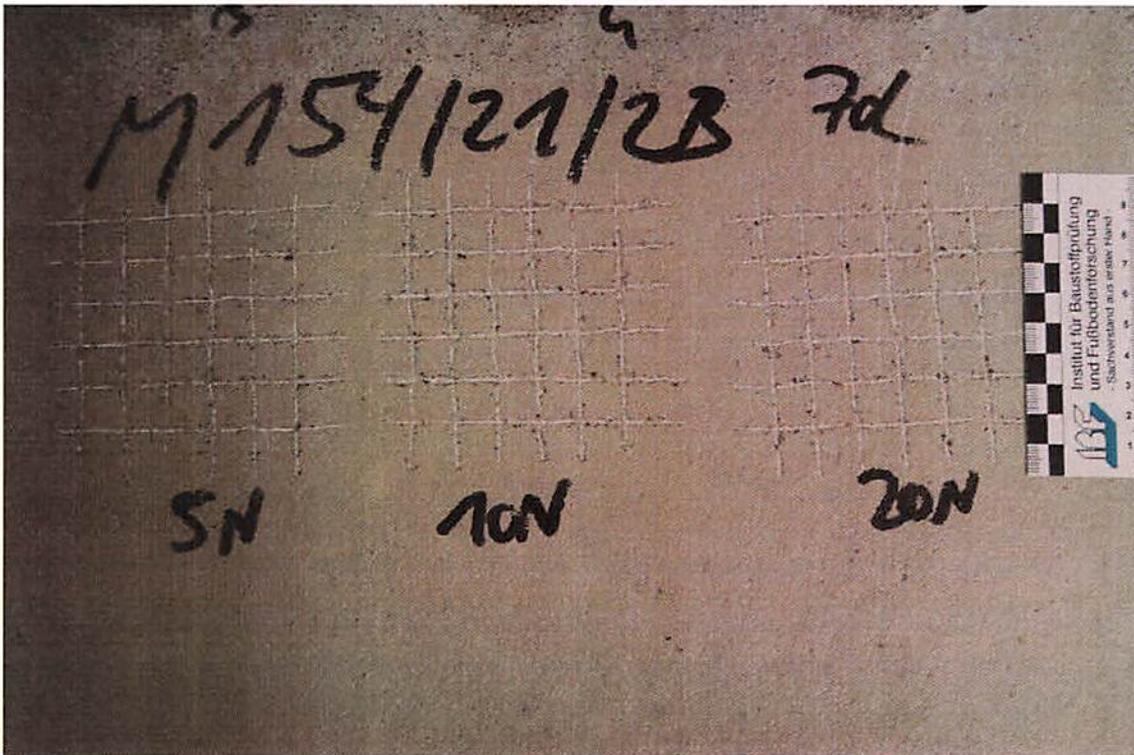


Bild 4: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z1-N - Lagerung B / Prüfalter 7 Tage

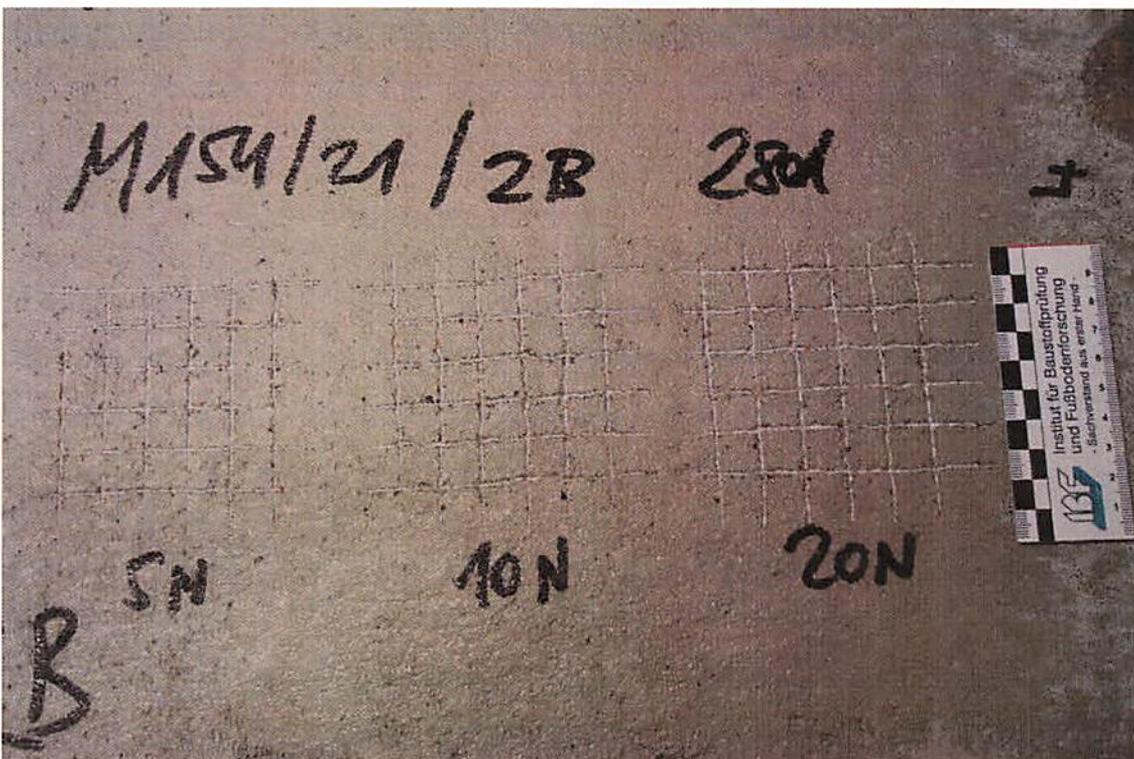


Bild 5: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z1-N - Lagerung B / Prüfalter 28 Tage

**Tabelle 38: Oberflächenzugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung A:** 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 20/65

**Prüfstellenvorbereitung:** „Reinigungsschliff“ von Hand mit einem Schleifpapier mit 16er Körnung und Absaugen mit einem Industriestaubsauger

**Prüfungsdurchführung:** nach dem BEB-Hinweisblatt „Oberflächenzug- und Haftzugfestigkeit von Fußböden“ (Oktober 2017) mit runden Stempeln ohne Nut

**Prüfgerät:** Haftzugprüfgerät Easy M, Freundl, Wennigsen

**Klebstoff:** 2-Komponenten-MMA-Klebstoff

**Prüfalter:** 3, 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Prüfstelle Nr.	Oberflächenzugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>	Kohäsionsbruch im Estrich mit einer maximalen Tiefe in mm
Z2-N	3	1	1,38	1
		2	1,09	1
		3	1,18	1
		4	1,14	1
		5	1,03	1
		<b>Mittelwert</b>	<b>1,2</b>	-
	7	1	1,84	1
		2	2,21	1
		3	1,90	1
		4	2,41	1
		5	2,33	6
		<b>Mittelwert</b>	<b>2,1</b>	-
	28	1	1,98	1
		2	1,85	1
		3	2,04	1
4		2,14	5	
5		2,30	1	
<b>Mittelwert</b>		<b>2,1</b>	-	

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1



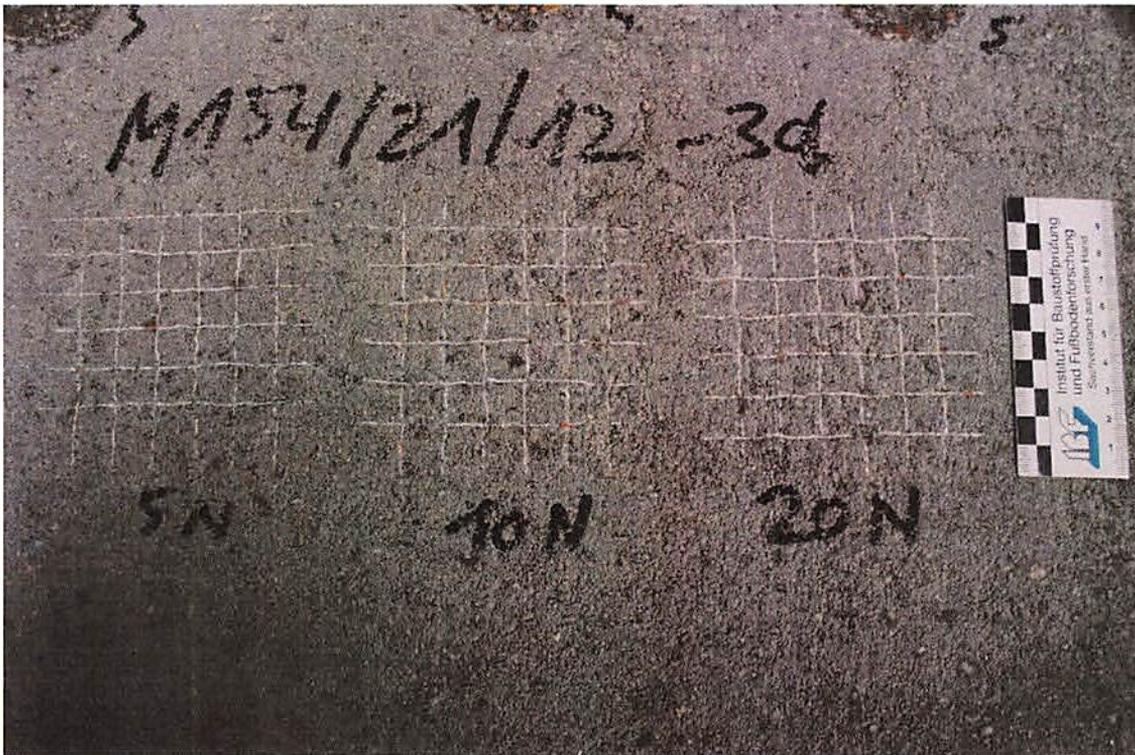


Bild 6: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z2-N - Lagerung A / Prüfalter 3 Tage

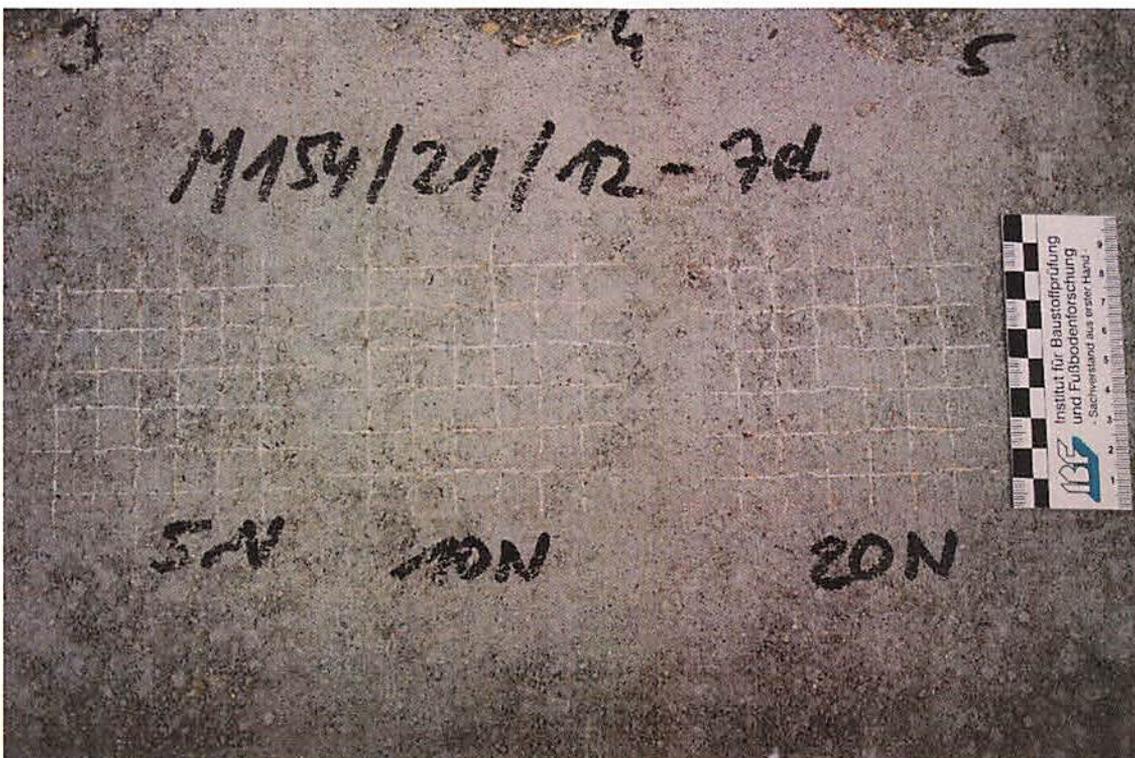
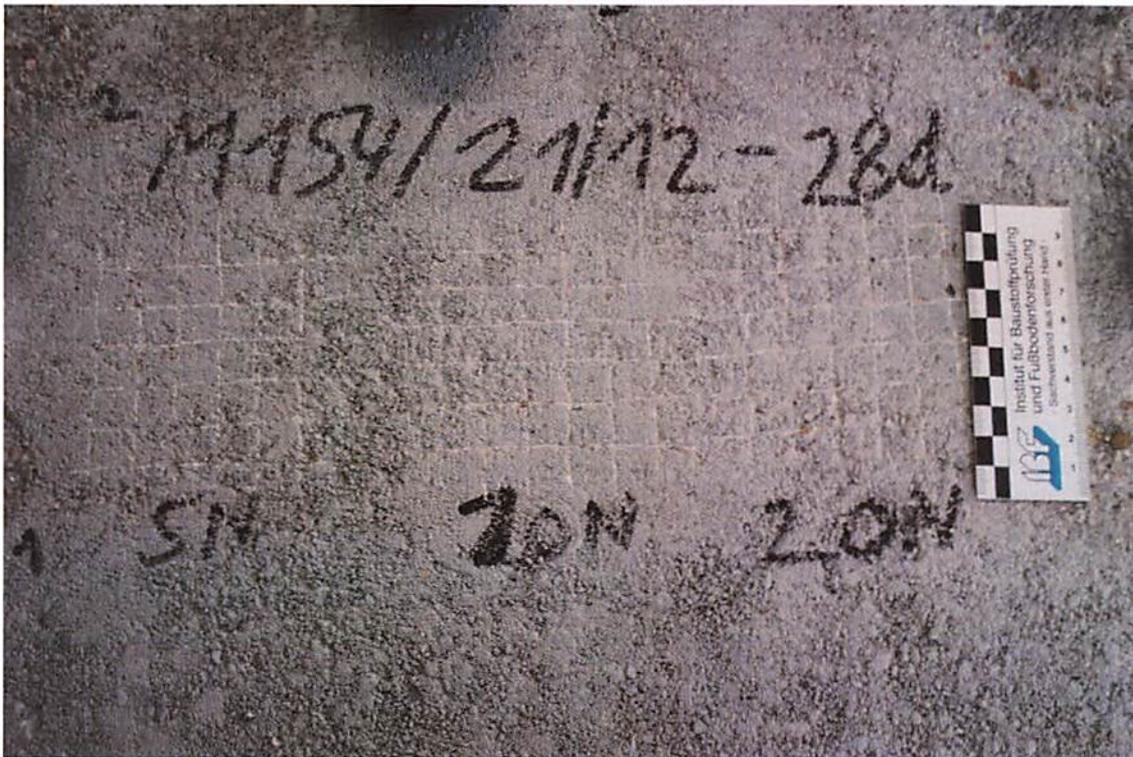


Bild 7: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z2-N - Lagerung A / Prüfalter 7 Tage



**Bild 8:** Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z2-N - Lagerung A / Prüfalter 28 Tage

**Tabelle 39: Oberflächenzugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung B:** 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 10/65

**Prüfstellenvorbereitung:** „Reinigungsschliff“ von Hand mit einem Schleifpapier mit 16er Körnung und Absaugen mit einem Industriestaubsauger

**Prüfungsdurchführung:** nach dem BEB-Hinweisblatt „Oberflächenzug- und Haftzugfestigkeit von Fußböden“ (Oktober 2017) mit runden Stempeln ohne Nut

**Prüfgerät:** Haftzugprüfgerät Easy M, Freundl, Wennigsen

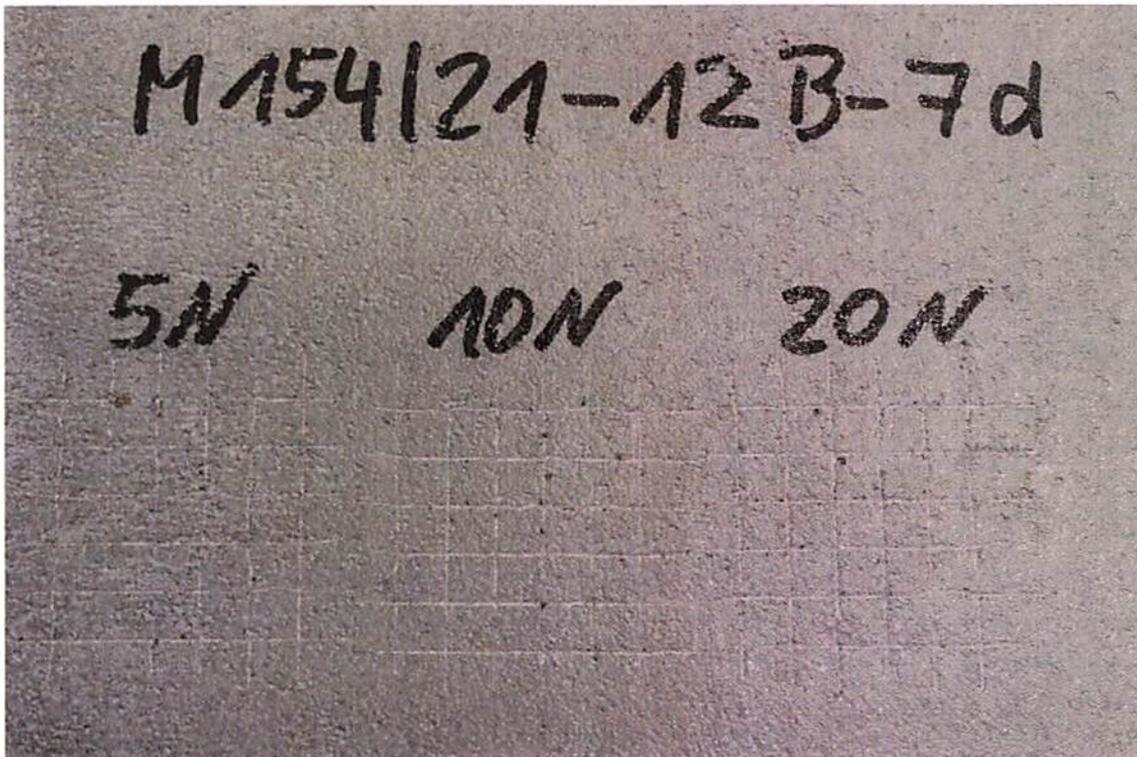
**Klebstoff:** 2-Komponenten-MMA-Klebstoff

**Prüfalter:** 7 und 28 Tage

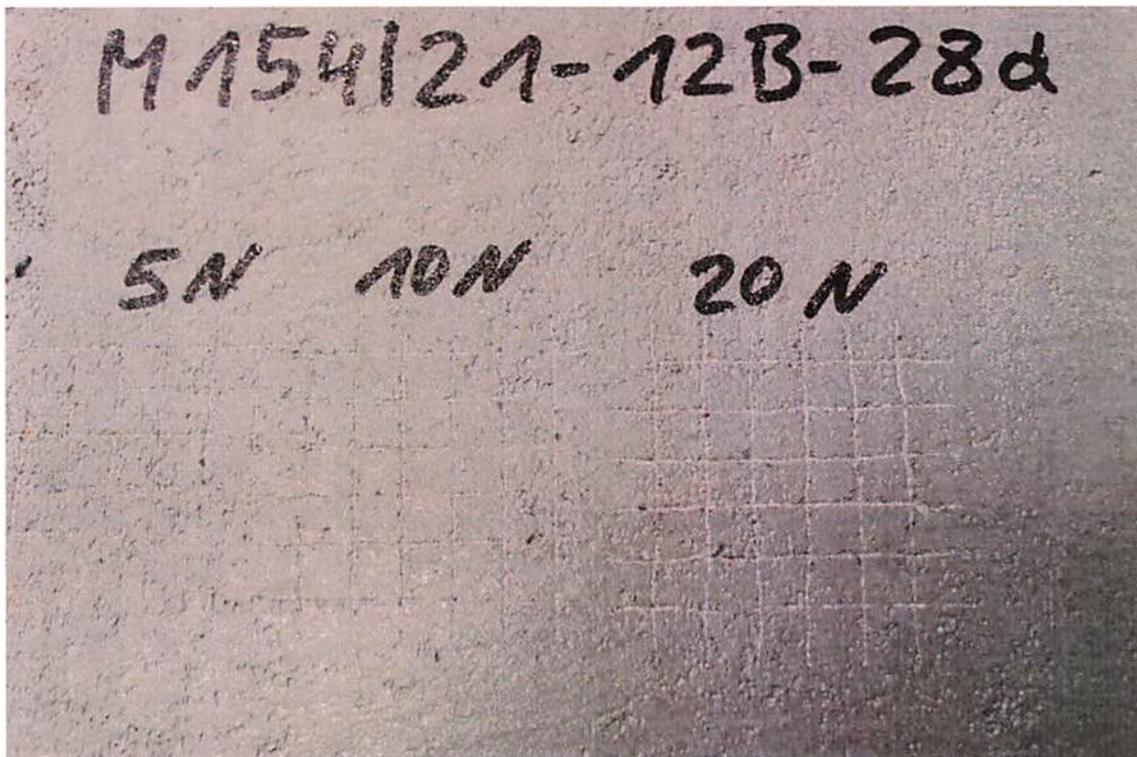
Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Prüfstelle Nr.	Oberflächenzugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>	Kohäsionsbruch im Estrich mit einer maximalen Tiefe in mm
Z2-N	7	1	1,89	1
		2	2,15	2
		3	1,77	1
		4	2,16	1
		5	1,98	1
		<b>Mittelwert</b>	<b>2,0</b>	-
	28	1	1,97	1
		2	1,97	1
		3	2,02	1
		4	1,80	1
		5	2,36	1
<b>Mittelwert</b>		<b>2,0</b>	-	

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1





**Bild 9:** Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z2-N - Lagerung B / Prüfalter 7 Tage



**Bild 10:** Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z2-N - Lagerung B / Prüfalter 28 Tage

**Tabelle 40: Oberflächenzugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung A:** 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 20/65

**Prüfstellenvorbereitung:** „Reinigungsschliff“ von Hand mit einem Schleifpapier mit 16er Körnung und Absaugen mit einem Industriestaubsauger

**Prüfungsdurchführung:** nach dem BEB-Hinweisblatt „Oberflächenzug- und Haftzugfestigkeit von Fußböden“ (Oktober 2017) mit runden Stempeln ohne Nut

**Prüfgerät:** Haftzugprüfgerät Easy M, Freundl, Wennigsen

**Klebstoff:** 2-Komponenten-MMA-Klebstoff

**Prüfalter:** 3, 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Prüfstelle Nr.	Oberflächenzugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>	Kohäsionsbruch im Estrich mit einer maximalen Tiefe in mm
Z3-N	3	1	0,50	1
		2	0,62	1
		3	0,56	1
		4	0,33	1
		5	0,55	1
		<b>Mittelwert</b>	<b>0,5</b>	-
	7	1	1,47	6
		2	1,33	2
		3	1,08	2
		4	1,23	2
		5	0,91	2
		<b>Mittelwert</b>	<b>1,2</b>	-
	28	1	1,58	3
		2	1,42	3
		3	1,36	2
4		1,52	2	
5		1,38	3	
<b>Mittelwert</b>		<b>1,5</b>	-	

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1



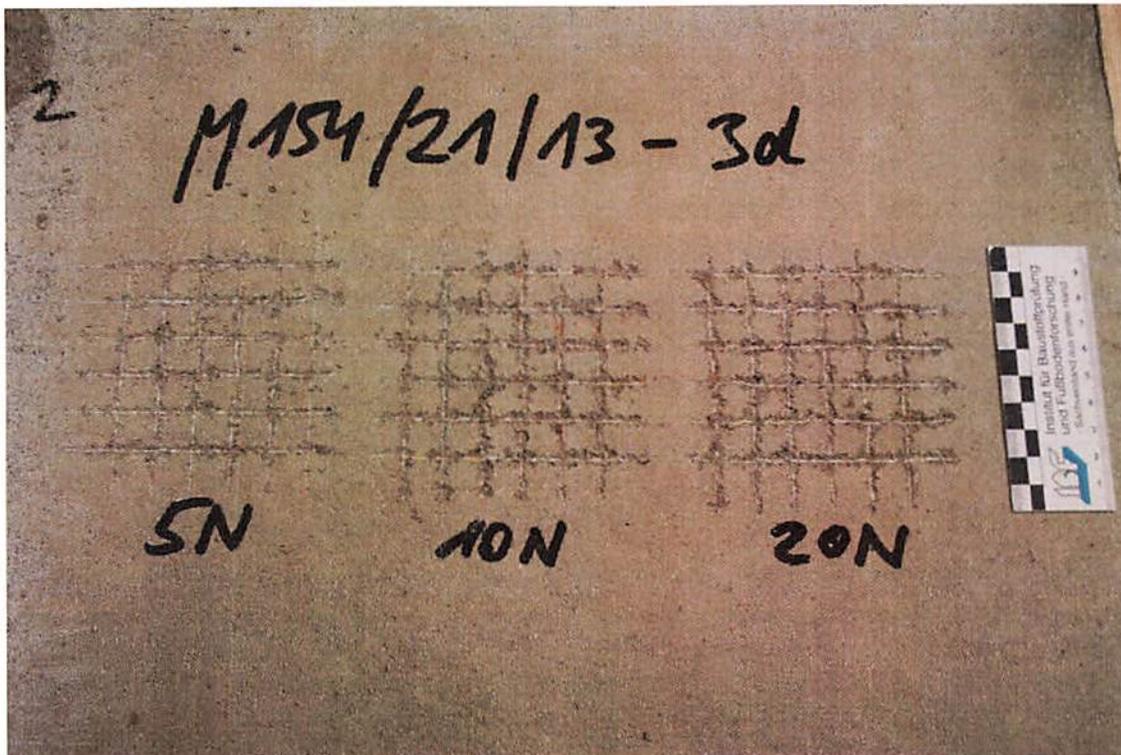


Bild 11: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z3-N - Lagerung A /Prüfalter 3 Tage

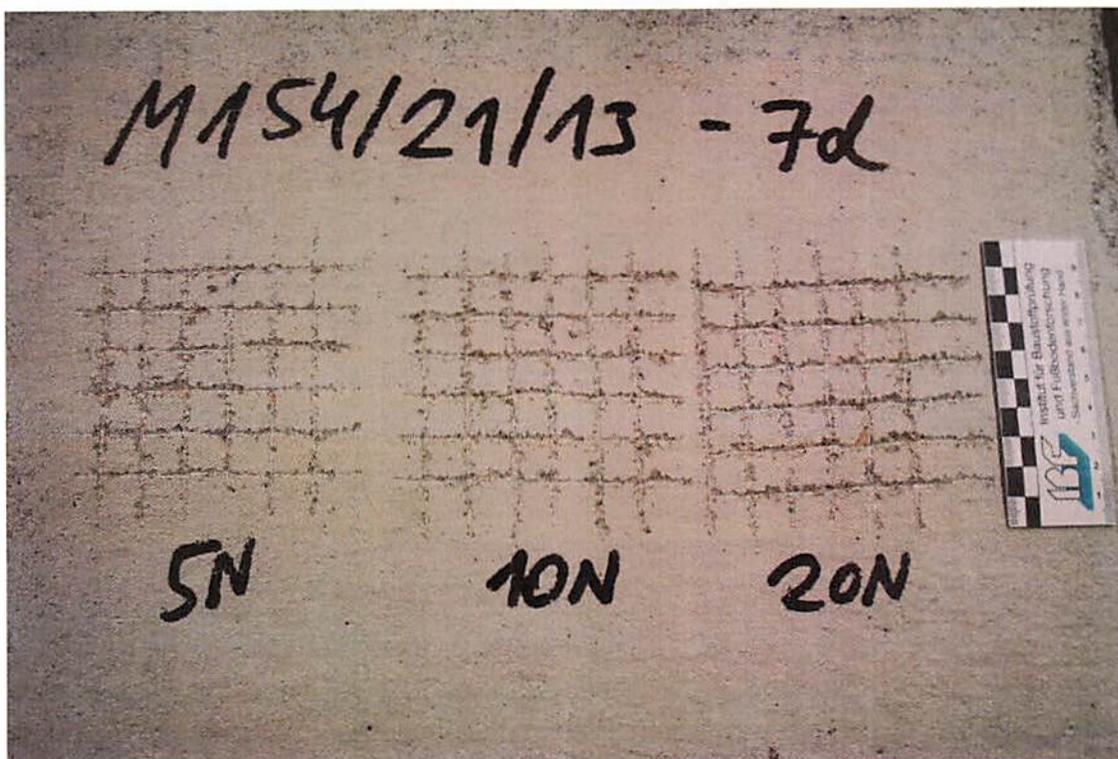


Bild 12: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z3-N - Lagerung A /Prüfalter 7 Tage

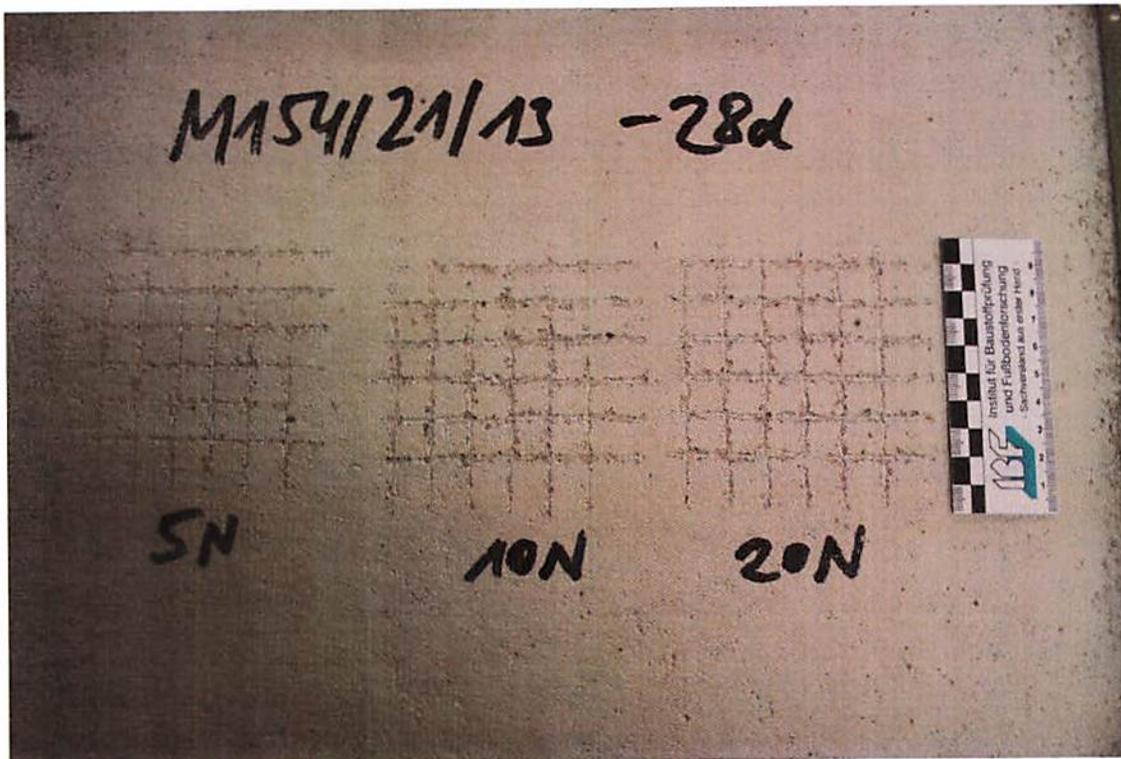


Bild 13: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z3-N - Lagerung A / Prüfalter 28 Tage

**Tabelle 41: Oberflächenzugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung B:** 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 10/65

**Prüfstellenvorbereitung:** „Reinigungsschliff“ von Hand mit einem Schleifpapier mit 16er Körnung und Absaugen mit einem Industriestaubsauger

**Prüfungsdurchführung:** nach dem BEB-Hinweisblatt „Oberflächenzug- und Haftzugfestigkeit von Fußböden“ (Oktober 2017) mit runden Stempeln ohne Nut

**Prüfgerät:** Haftzugprüfgerät Easy M, Freundl, Wennigsen

**Klebstoff:** 2-Komponenten-MMA-Klebstoff

**Prüfalter:** 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Prüfstelle Nr.	Oberflächenzugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>	Kohäsionsbruch im Estrich mit einer maximalen Tiefe in mm
Z3-N	7	1	1,10	2
		2	1,22	5
		3	1,13	6
		4	1,38	3
		5	1,39	3
		<b>Mittelwert</b>	<b>1,2</b>	-
	28	1	1,66	5
		2	1,62	6
		3	1,84	6
		4	1,65	6
		5	1,72	6
<b>Mittelwert</b>		<b>1,7</b>	-	

<sup>1)</sup>Zementsorten siehe Anlage 1



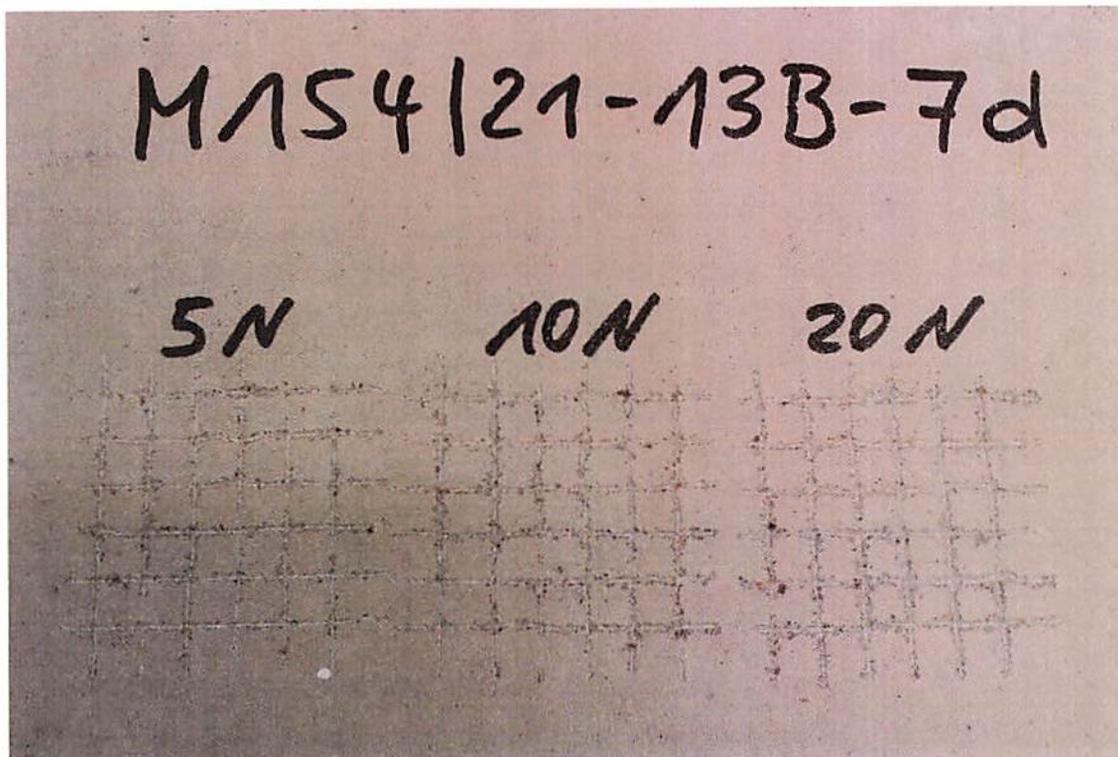


Bild 14: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z3-N - Lagerung B / Prüfalter 7 Tage

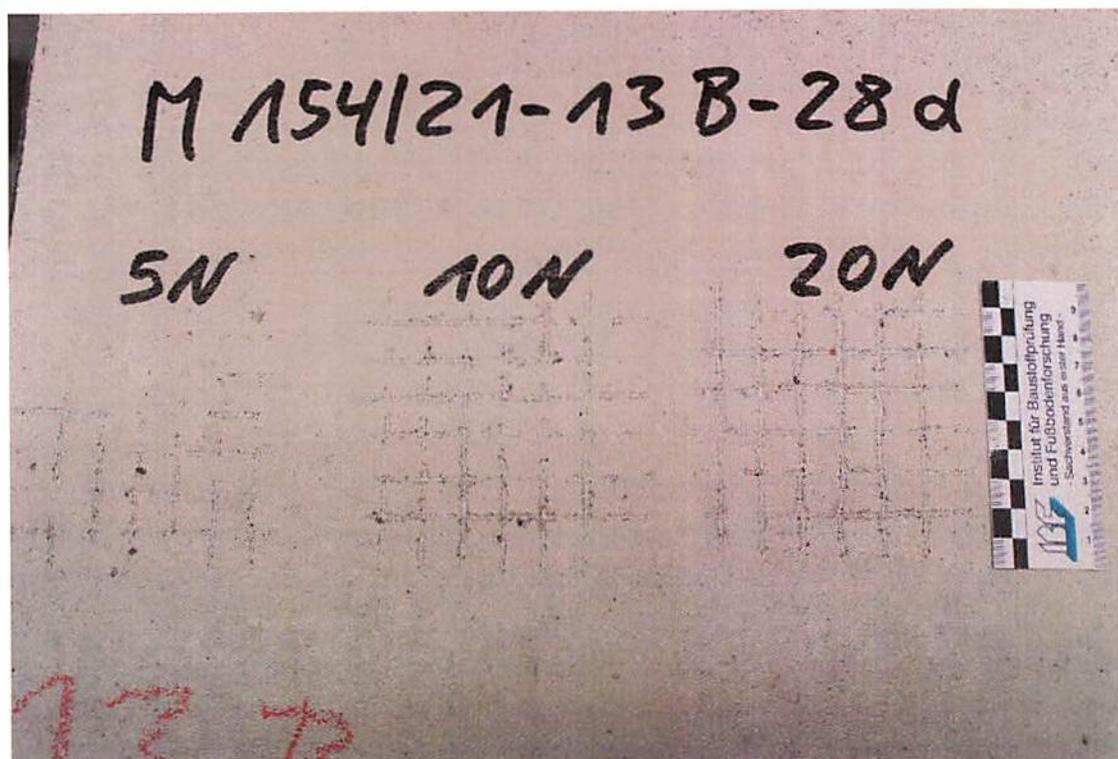


Bild 15: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z3-N - Lagerung B / Prüfalter 28 Tage

**Tabelle 42: Oberflächenzugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung A:** 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 20/65

**Prüfstellenvorbereitung:** „Reinigungsschliff“ von Hand mit einem Schleifpapier mit 16er Körnung und Absaugen mit einem Industriestaubsauger

**Prüfungsdurchführung:** nach dem BEB-Hinweisblatt „Oberflächenzug- und Haftzugfestigkeit von Fußböden“ (Oktober 2017) mit runden Stempeln ohne Nut

**Prüfgerät:** Haftzugprüfgerät Easy M, Freundl, Wennigsen

**Klebstoff:** 2-Komponenten-MMA-Klebstoff

**Prüfalter:** 3, 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Prüfstelle Nr.	Oberflächenzugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>	Kohäsionsbruch im Estrich mit einer maximalen Tiefe in mm
Z4-N	3	1	1,17	7
		2	0,79	2
		3	0,87	2
		4	0,97	3
		5	1,03	2
		<b>Mittelwert</b>	<b>1,0</b>	-
	7	1	1,32	3
		2	1,45	3
		3	1,34	5
		4	1,17	3
		5	1,53	1
		<b>Mittelwert</b>	<b>1,4</b>	-
	28	1	1,40	2
		2	1,67	2
		3	1,46	2
4		1,45	2	
5		1,49	4	
<b>Mittelwert</b>		<b>1,5</b>	-	

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1



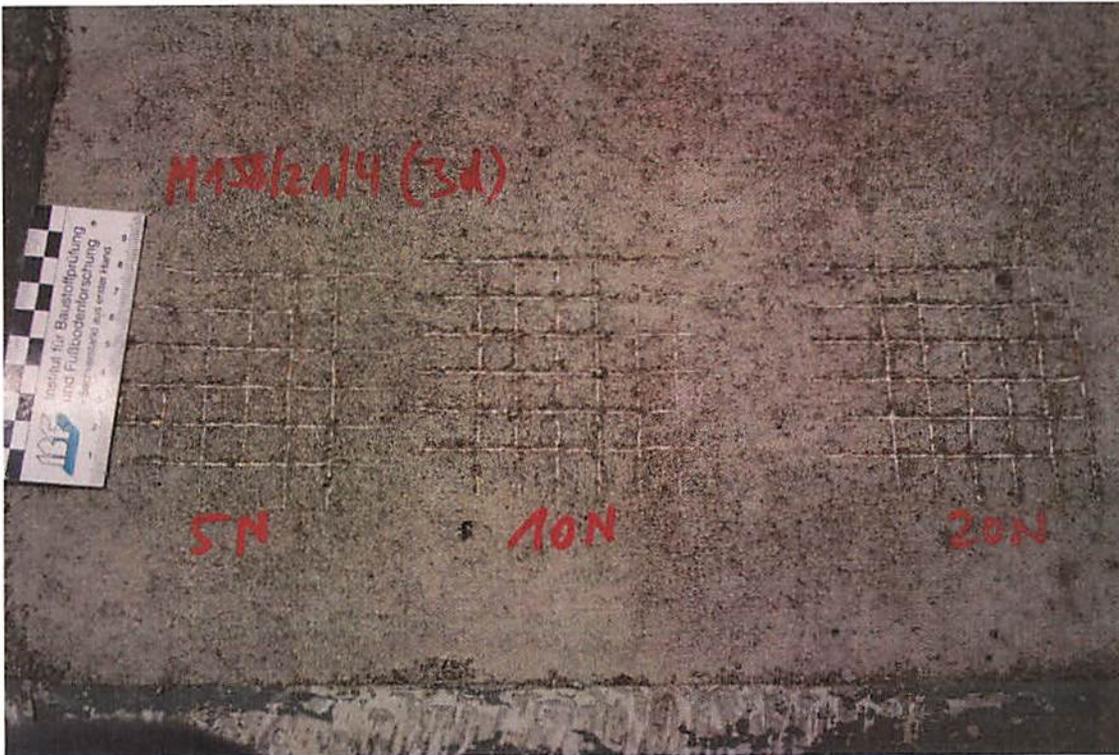


Bild 16: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z4-N - Lagerung A / Prüfalter 3 Tage

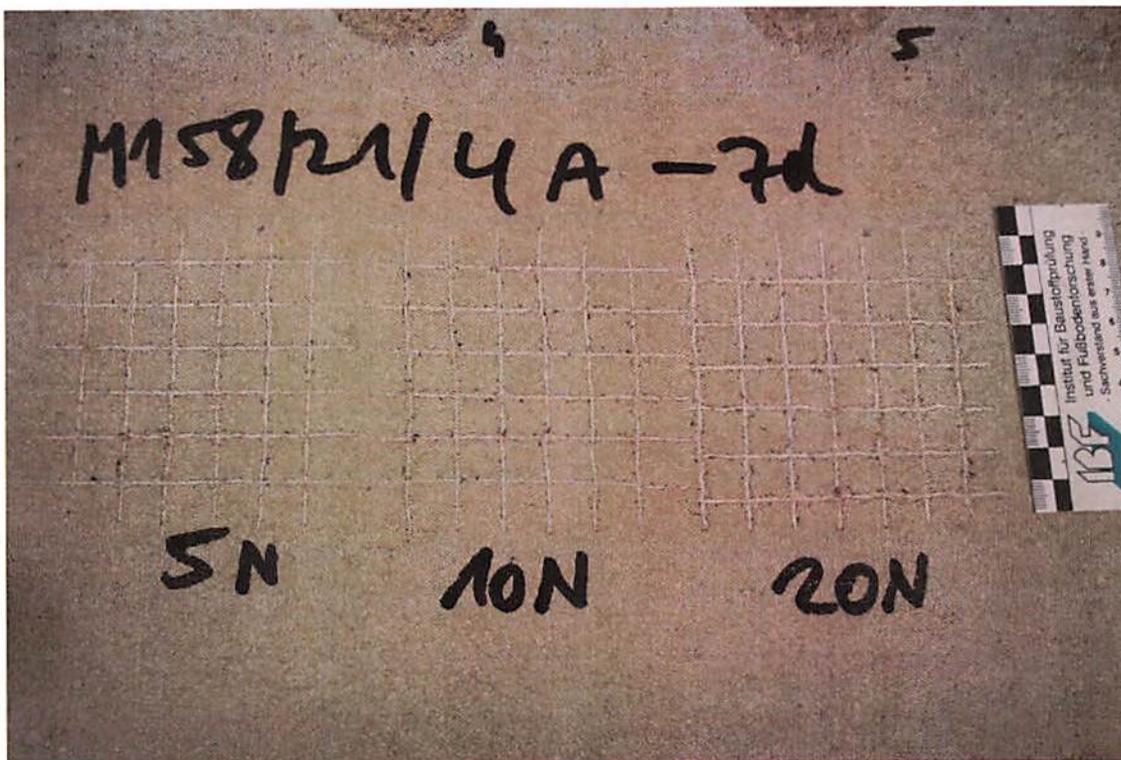
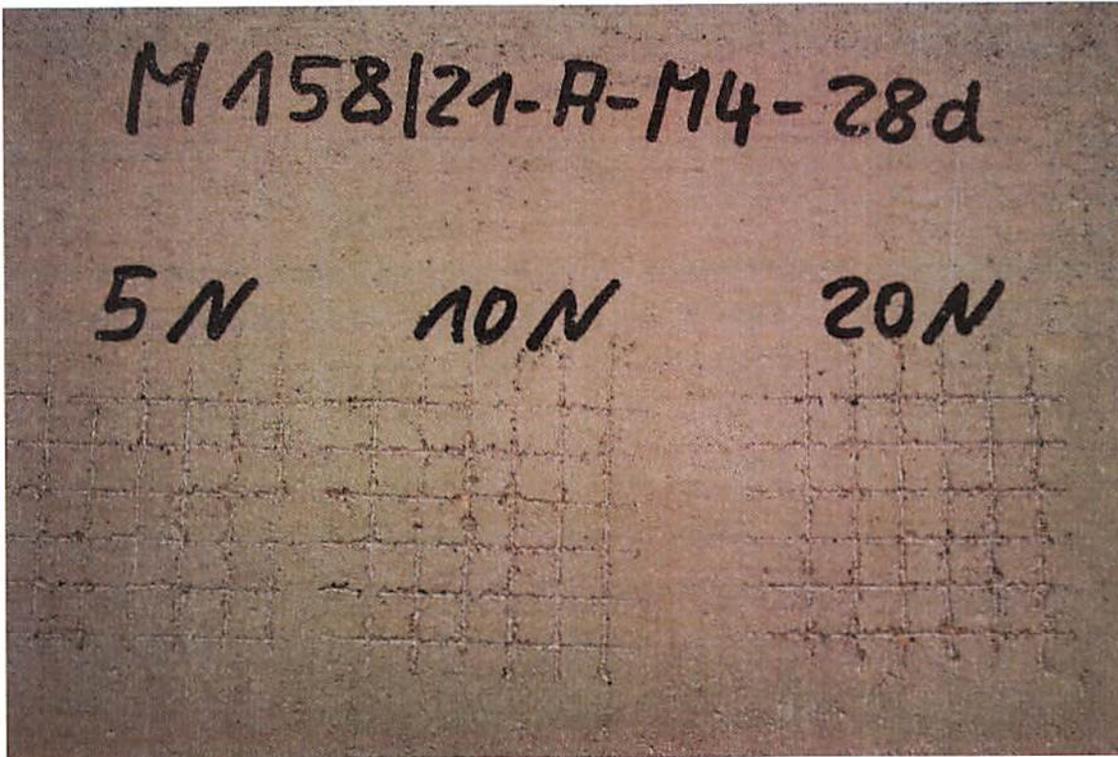


Bild 17: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z4-N - Lagerung A / Prüfalter 7 Tage



**Bild 18:** Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z4-N - Lagerung A / Prüfalter 28 Tage

**Tabelle 43: Oberflächenzugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung B:** 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 10/65

**Prüfstellenvorbereitung:** „Reinigungsschliff“ von Hand mit einem Schleifpapier mit 16er Körnung und Absaugen mit einem Industriestaubsauger

**Prüfungsdurchführung:** nach dem BEB-Hinweisblatt „Oberflächenzug- und Haftzugfestigkeit von Fußböden“ (Oktober 2017) mit runden Stempeln ohne Nut

**Prüfgerät:** Haftzugprüfgerät Easy M, Freundl, Wennigsen

**Klebstoff:** 2-Komponenten-MMA-Klebstoff

**Prüfalter:** 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Prüfstelle Nr.	Oberflächenzugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>	Kohäsionsbruch im Estrich mit einer maximalen Tiefe in mm
Z4-N	7	1	1,35	1
		2	1,20	1
		3	1,37	1
		4	1,42	1
		5	1,39	1
		<b>Mittelwert</b>	<b>1,3</b>	-
	28	1	1,48	1
		2	1,71	1
		3	1,64	1
		4	1,56	1
		5	1,10	1
<b>Mittelwert</b>		<b>1,5</b>	-	

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1



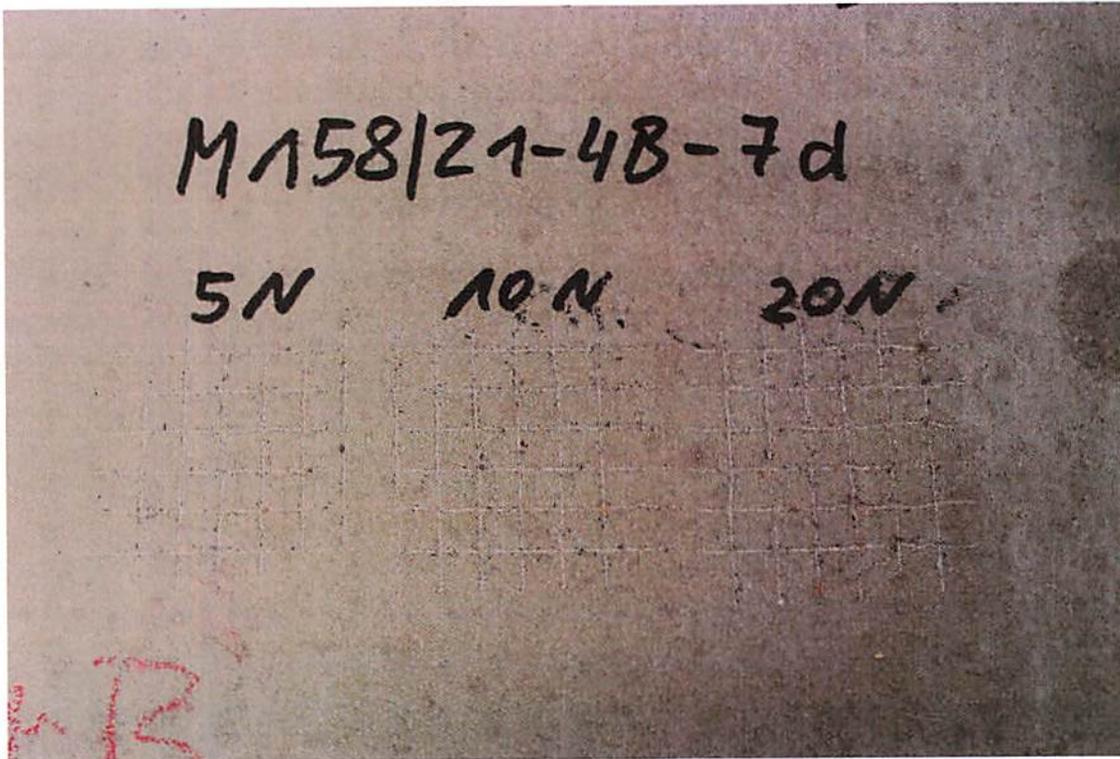


Bild 19: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z4-N - Lagerung B / Prüfalter 7 Tage

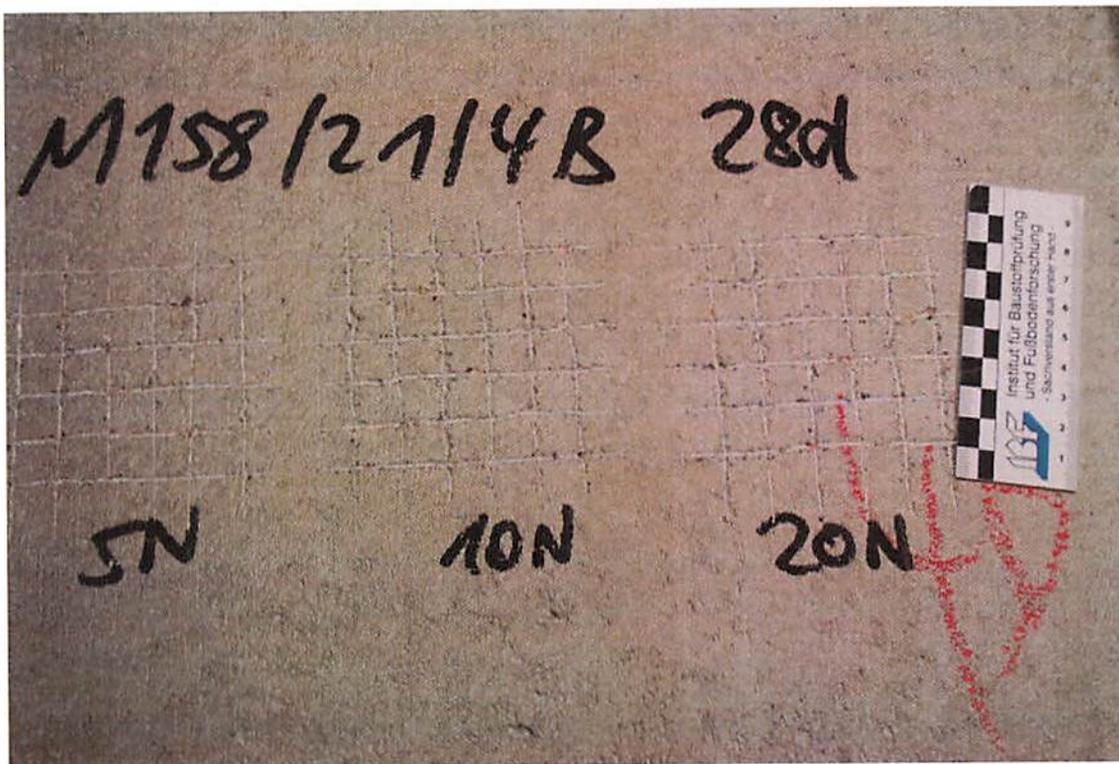


Bild 20: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z4-N - Lagerung B / Prüfalter 28 Tage

**Tabelle 44: Oberflächenzugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung A:** 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 20/65

**Prüfstellenvorbereitung:** „Reinigungsschliff“ von Hand mit einem Schleifpapier mit 16er Körnung und Absaugen mit einem Industriestaubsauger

**Prüfungsdurchführung:** nach dem BEB-Hinweisblatt „Oberflächenzug- und Haftzugfestigkeit von Fußböden“ (Oktober 2017) mit runden Stempeln ohne Nut

**Prüfgerät:** Haftzugprüfgerät Easy M, Freundl, Wennigsen

**Klebstoff:** 2-Komponenten-MMA-Klebstoff

**Prüfalter:** 3, 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Prüfstelle Nr.	Oberflächenzugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>	Kohäsionsbruch im Estrich mit einer maximalen Tiefe in mm
Z5-N	3	1	1,39	8
		2	1,33	1
		3	1,32	3
		4	1,00	1
		5	1,40	1
		<b>Mittelwert</b>	<b>1,3</b>	-
	7	1	2,03	1
		2	1,52	1
		3	1,53	1
		4	1,80	1
		5	1,53	1
		<b>Mittelwert</b>	<b>1,7</b>	-
	28	1	1,95	1
		2	2,15	1
		3	1,61	1
4		1,85	1	
5		1,90	1	
<b>Mittelwert</b>		<b>1,9</b>	-	

<sup>1)</sup> Zementsorte siehe Anlage 1



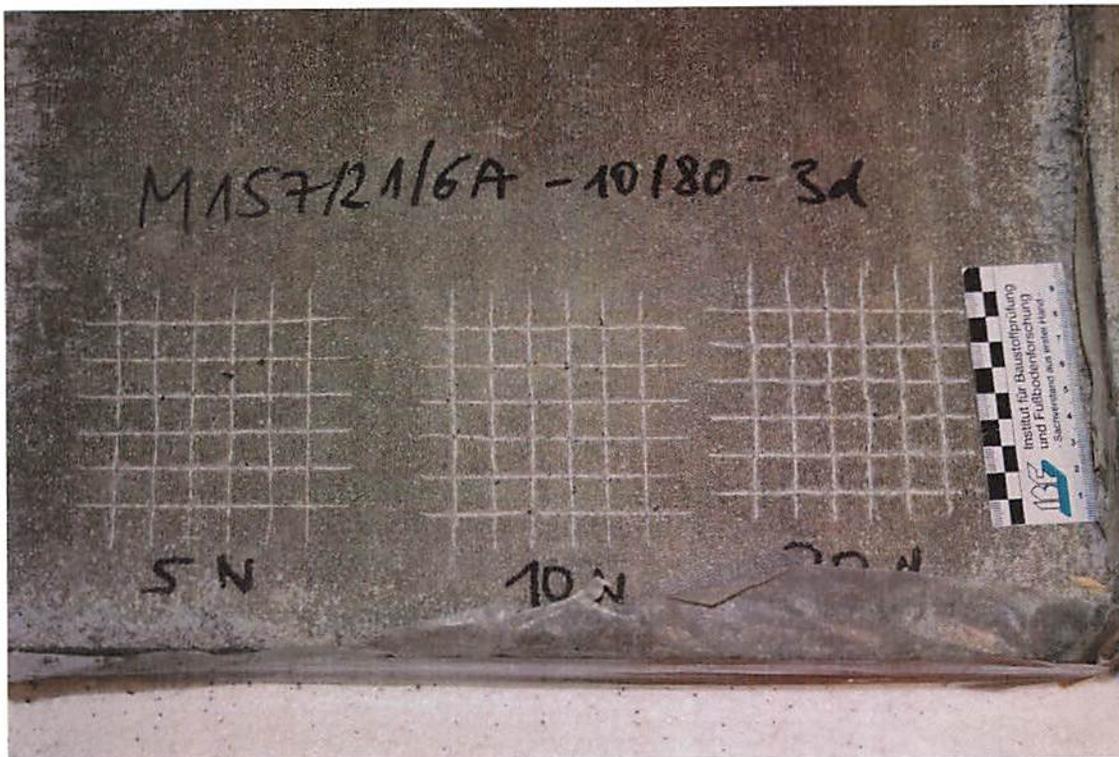


Bild 21: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z5-N - Lagerung A / Prüfalter 3 Tage

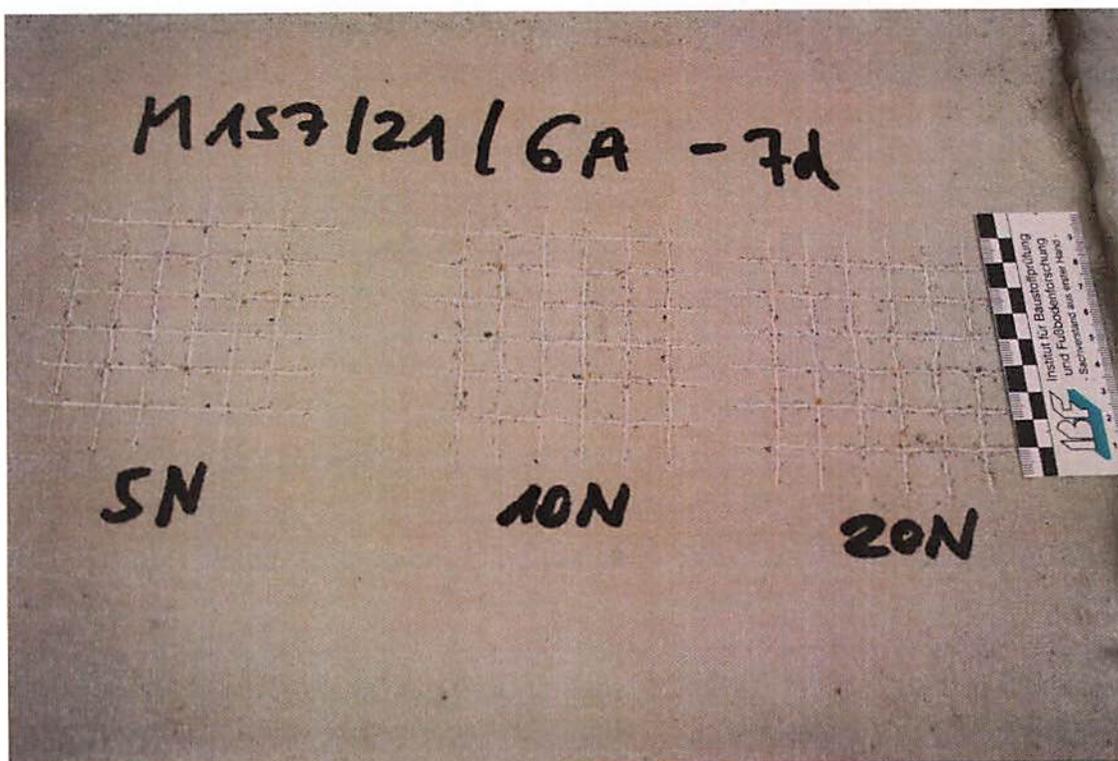


Bild 22: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z5-N - Lagerung A / Prüfalter 7 Tage

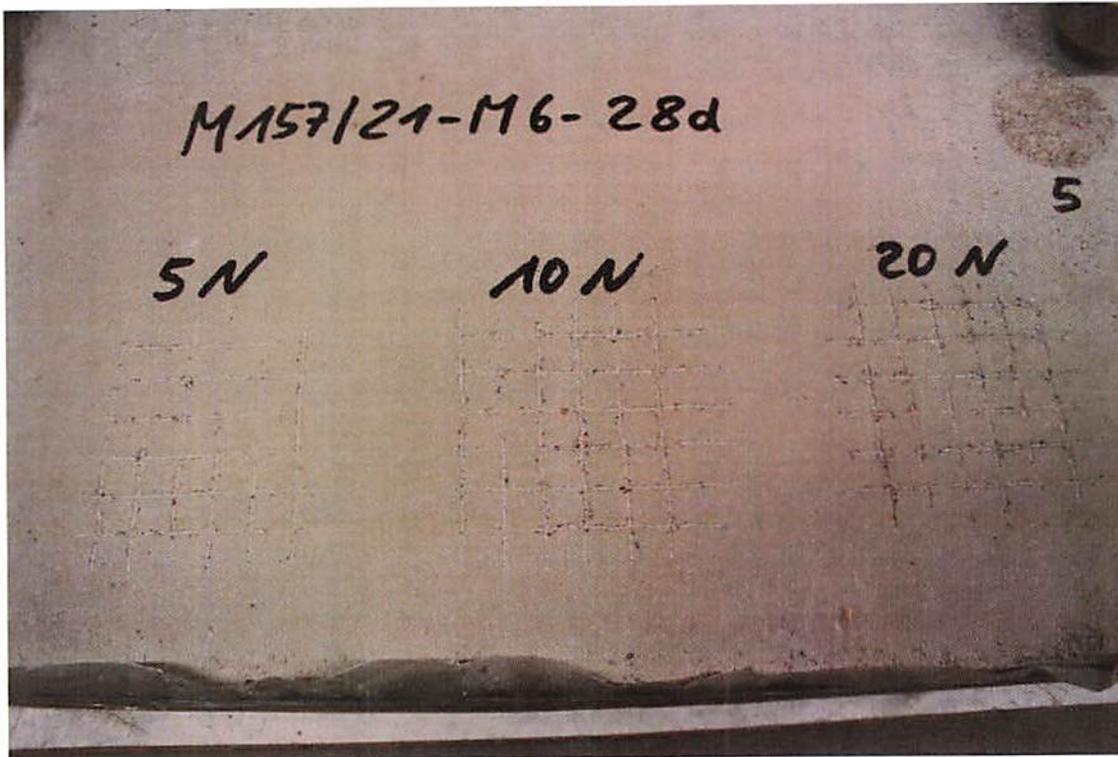


Bild 23: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z5-N - Lagerung A / Prüfalter 28 Tage

**Tabelle 8: Oberflächenzugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung 45:** 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 10/65

**Prüfstellenvorbereitung:** „Reinigungsschliff“ von Hand mit einem Schleifpapier mit 16er Körnung und Absaugen mit einem Industriestaubsauger

**Prüfungsdurchführung:** nach dem BEB-Hinweisblatt „Oberflächenzug- und Haftzugfestigkeit von Fußböden“ (Oktober 2017) mit runden Stempeln ohne Nut

**Prüfgerät:** Haftzugprüfgerät Easy M, Freundl, Wennigsen

**Klebstoff:** 2-Komponenten-MMA-Klebstoff

**Prüfalter:** 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Prüfstelle Nr.	Oberflächenzugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>	Kohäsionsbruch im Estrich mit einer maximalen Tiefe in mm
Z5-N	7	1	1,32	1
		2	1,37	1
		3	1,28	2
		4	1,54	1
		5	1,41	1
		<b>Mittelwert</b>	<b>1,4</b>	-
	28	1	1,92	1
		2	1,53	3
		3	1,82	1
		4	2,08	1
		5	1,64	1
<b>Mittelwert</b>		<b>1,8</b>	-	

<sup>1)</sup> Zementsorte siehe Anlage 1



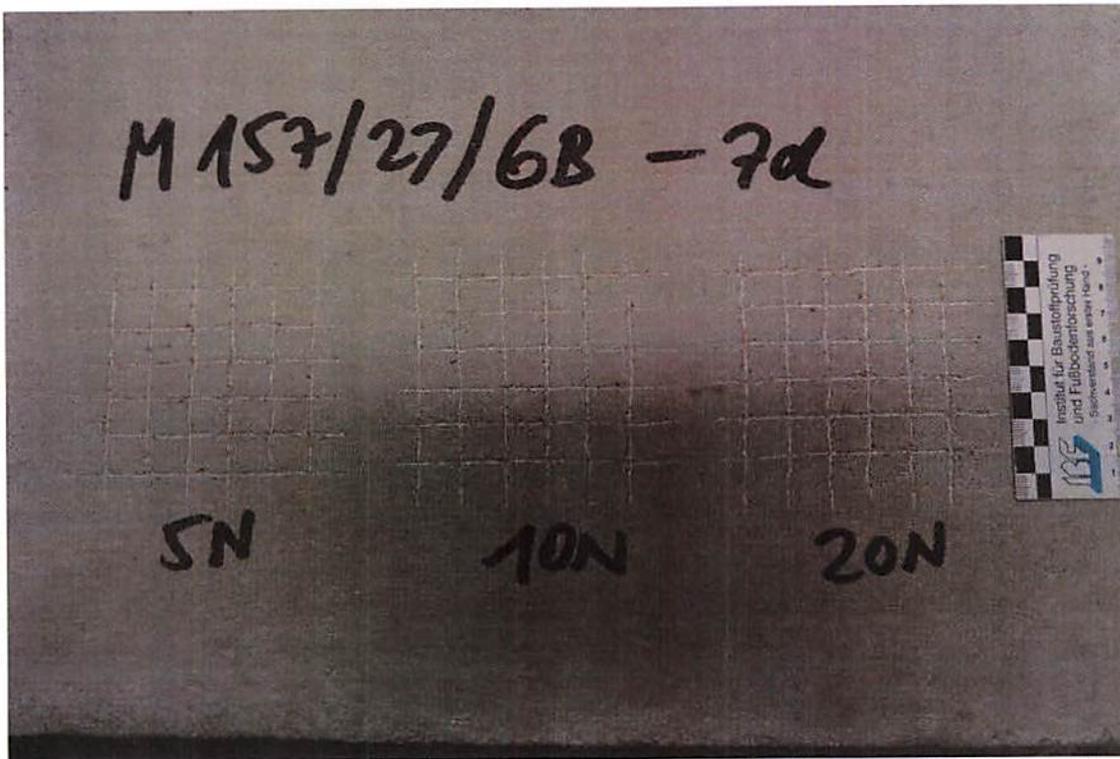


Bild 24: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z5-N - Lagerung B / Prüfalter 7 Tage

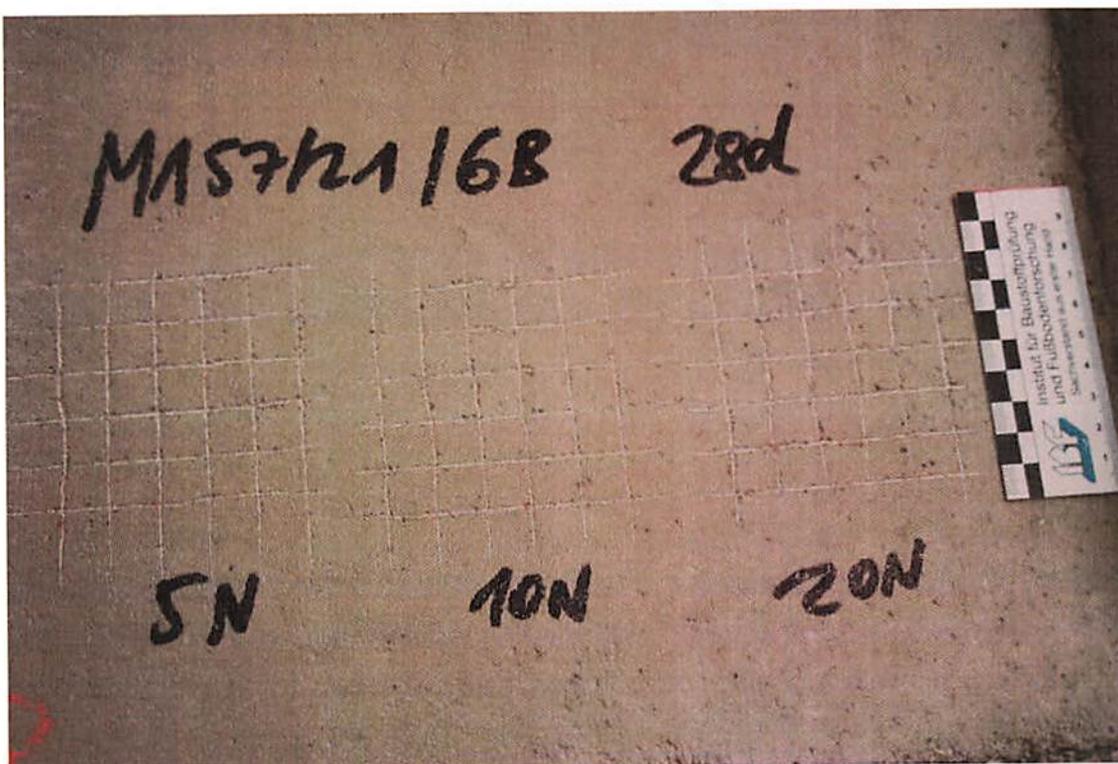


Bild 25: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z5-N - Lagerung B / Prüfalter 28 Tage

**Tabelle 46: Oberflächenzugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung A:** 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 20/65

**Prüfstellenvorbereitung:** „Reinigungsschliff“ von Hand mit einem Schleifpapier mit 16er Körnung und Absaugen mit einem Industriestaubsauger

**Prüfungsdurchführung:** nach dem BEB-Hinweisblatt „Oberflächenzug- und Haftzugfestigkeit von Fußböden“ (Oktober 2017) mit runden Stempeln ohne Nut

**Prüfgerät:** Haftzugprüfgerät Easy M, Freundl, Wennigsen

**Klebstoff:** 2-Komponenten-MMA-Klebstoff

**Prüfalter:** 3, 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Prüfstelle Nr.	Oberflächenzugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>	Kohäsionsbruch im Estrich mit einer maximalen Tiefe in mm
Z6-N	3	1	1,48	5
		2	1,44	5
		3	1,49	5
		4	1,34	4
		5	1,39	1
		<b>Mittelwert</b>	<b>1,4</b>	-
	7	1	2,20	9
		2	2,10	6
		3	1,94	4
		4	2,23	6
		5	1,91	7
		<b>Mittelwert</b>	<b>2,1</b>	-
	28	1	2,30	5
		2	2,22	7
		3	2,42	7
4		2,25	7	
5		2,22	5	
<b>Mittelwert</b>		<b>2,3</b>	-	

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1



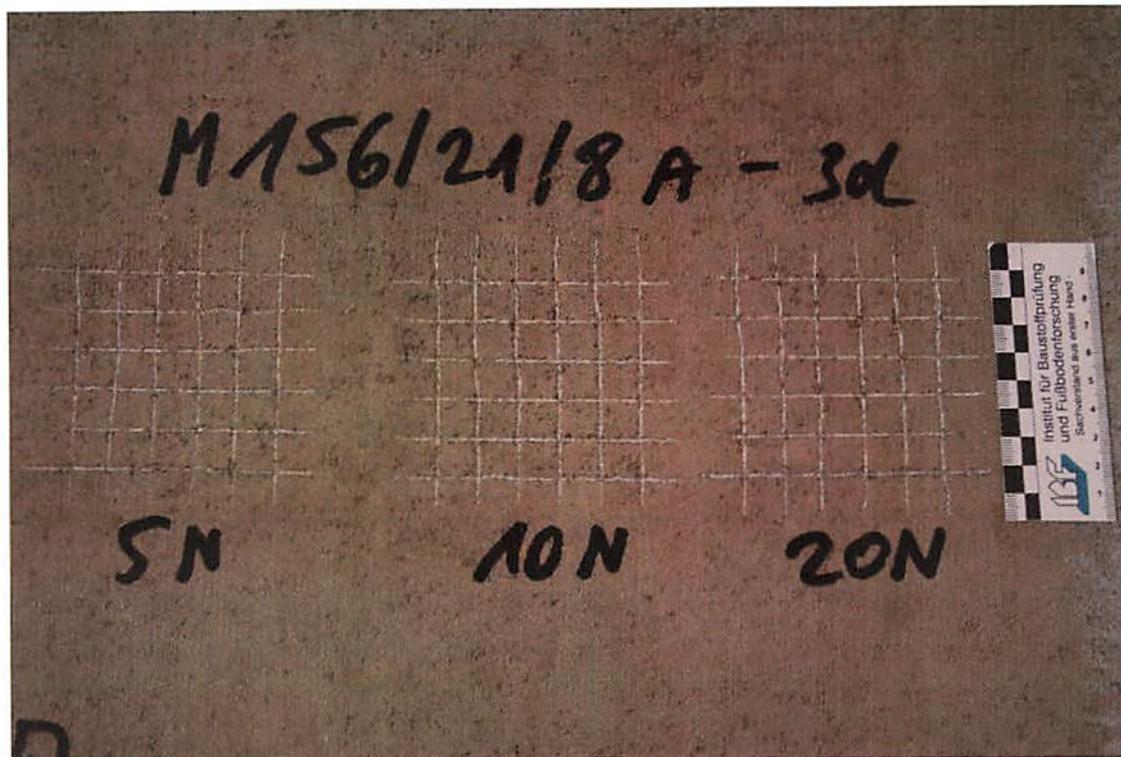


Bild 26: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z6-N - Lagerung A / Prüfalter 3 Tage

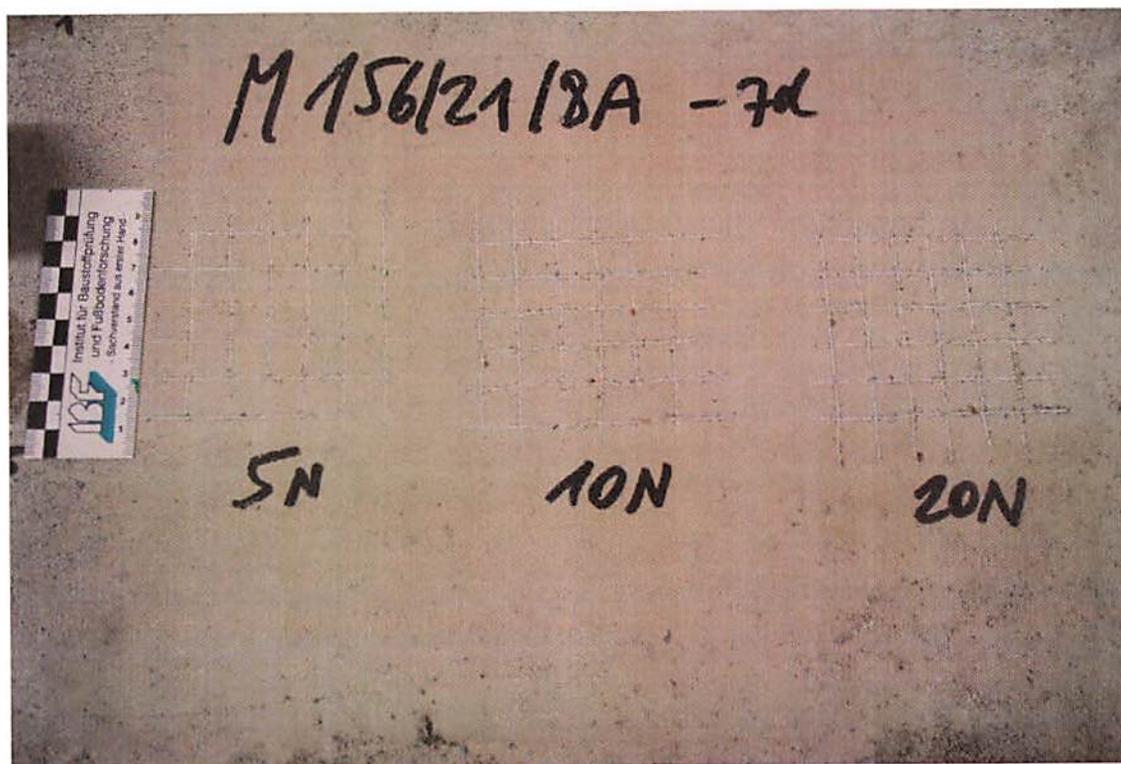
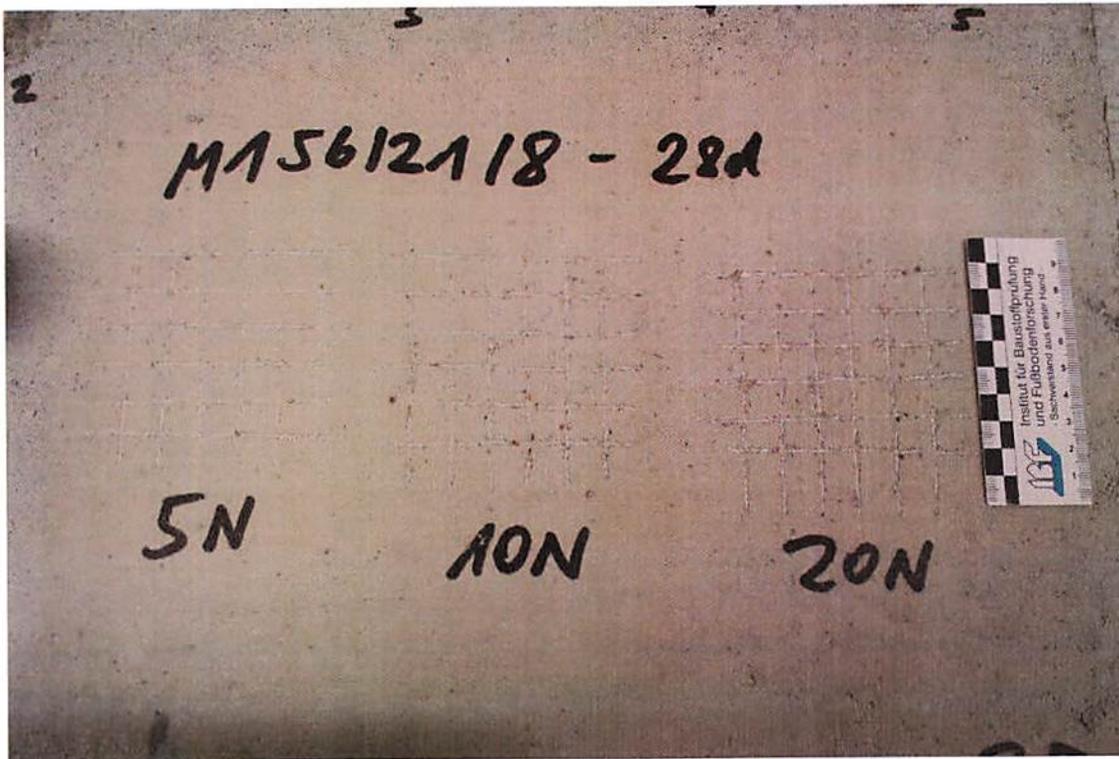


Bild 27: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z6-N - Lagerung A / Prüfalter 7 Tage



**Bild 28:** Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z6-N - Lagerung A / Prüfalter 28 Tage

**Tabelle 47: Oberflächenzugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung B:** 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 10/65

**Prüfstellenvorbereitung:** „Reinigungsschliff“ von Hand mit einem Schleifpapier mit 16er Körnung und Absaugen mit einem Industriestaubsauger

**Prüfungsdurchführung:** nach dem BEB-Hinweisblatt „Oberflächenzug- und Haftzugfestigkeit von Fußböden“ (Oktober 2017) mit runden Stempeln ohne Nut

**Prüfgerät:** Haftzugprüfgerät Easy M, Freundl, Wennigsen

**Klebstoff:** 2-Komponenten-MMA-Klebstoff

**Prüfalter:** 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Prüfstelle Nr.	Oberflächenzugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>	Kohäsionsbruch im Estrich mit einer maximalen Tiefe in mm
Z6-N	7	1	1,27	1
		2	1,48	1
		3	1,39	1
		4	1,22	1
		5	1,38	1
		<b>Mittelwert</b>	<b>1,3</b>	-
	28	1	2,21	10
		2	2,20	8
		3	2,02	5
		4	1,99	8
		5	2,07	5
<b>Mittelwert</b>	<b>2,1</b>	-		

<sup>1)</sup>Zementsorten siehe Anlage 1



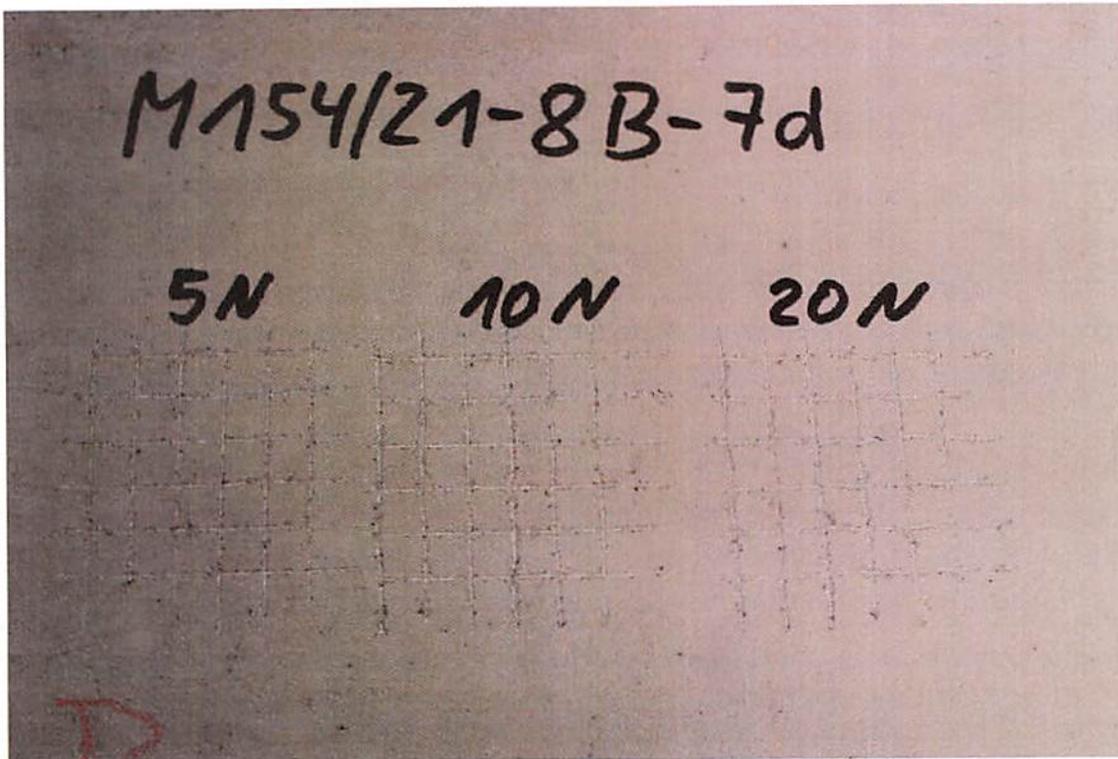


Bild 29: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z6-N - Lagerung B / Prüfalter 7 Tage

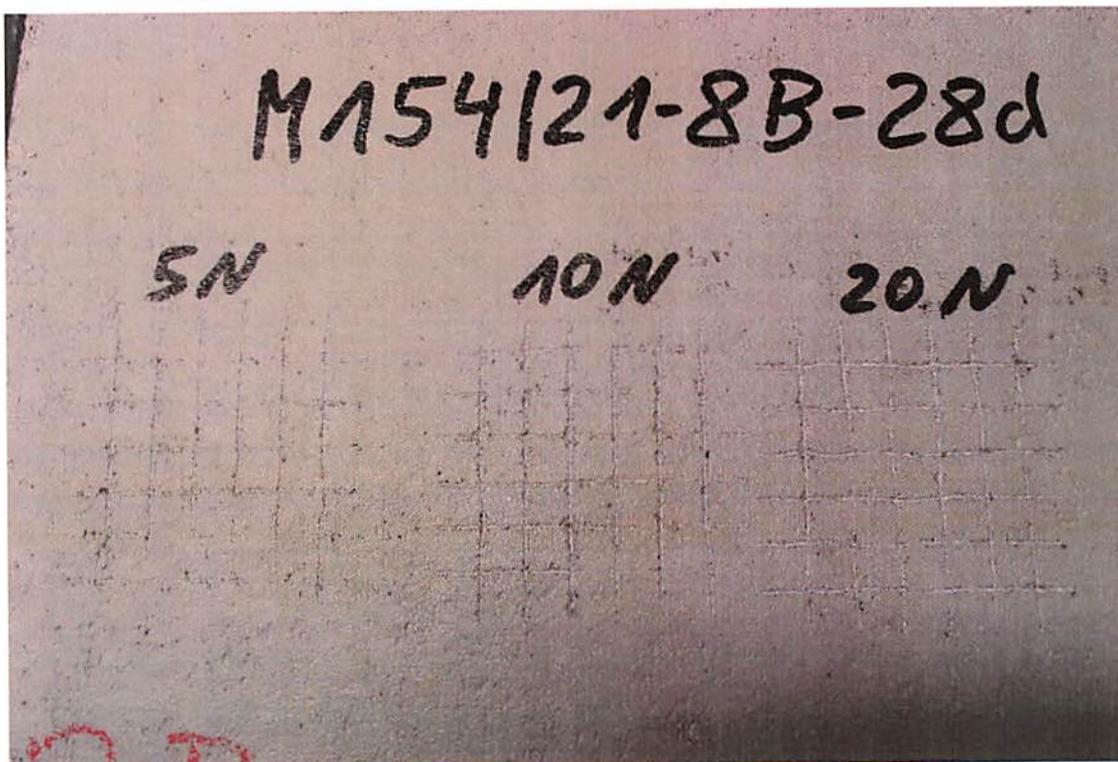


Bild 30: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z6-N - Lagerung B / Prüfalter 28 Tage

**Tabelle 48: Oberflächenzugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung A:** 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 20/65

**Prüfstellenvorbereitung:** „Reinigungsschliff“ von Hand mit einem Schleifpapier mit 16er Körnung und Absaugen mit einem Industriestaubsauger

**Prüfungsdurchführung:** nach dem BEB-Hinweisblatt „Oberflächenzug- und Haftzugfestigkeit von Fußböden“ (Oktober 2017) mit runden Stempeln ohne Nut

**Prüfgerät:** Haftzugprüfgerät Easy M, Freundl, Wennigsen

**Klebstoff:** 2-Komponenten-MMA-Klebstoff

**Prüfalter:** 3, 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Prüfstelle Nr.	Oberflächenzugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>	Kohäsionsbruch im Estrich mit einer maximalen Tiefe in mm
Z7-N	3	1	1,55	6
		2	1,58	6
		3	1,44	3
		4	1,39	6
		5	1,53	8
		<b>Mittelwert</b>	<b>1,5</b>	-
	7	1	1,84	4
		2	2,13	3
		3	1,63	4
		4	1,85	1
		5	1,76	2
		<b>Mittelwert</b>	<b>1,8</b>	-
	28	1	2,05	1
		2	1,74	2
		3	1,72	2
4		2,32	1	
5		2,24	1	
<b>Mittelwert</b>		<b>2,0</b>	-	

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1



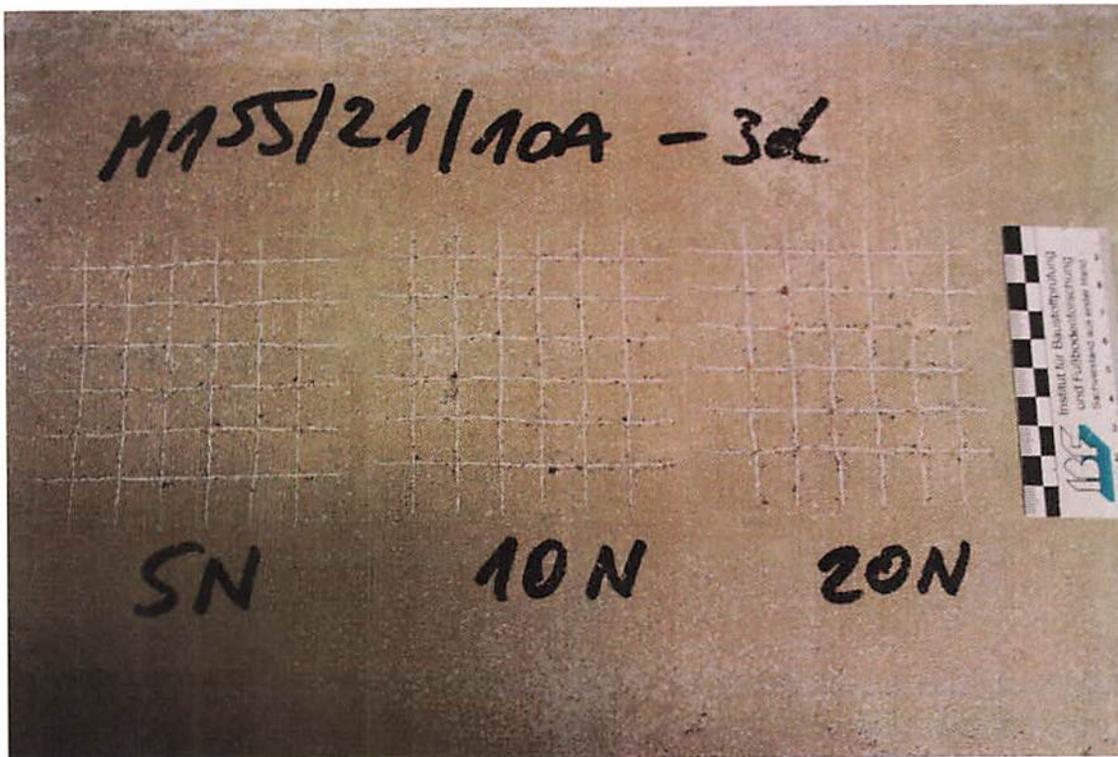


Bild 31: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z7-N - Lagerung A / Prüfalter 3 Tage

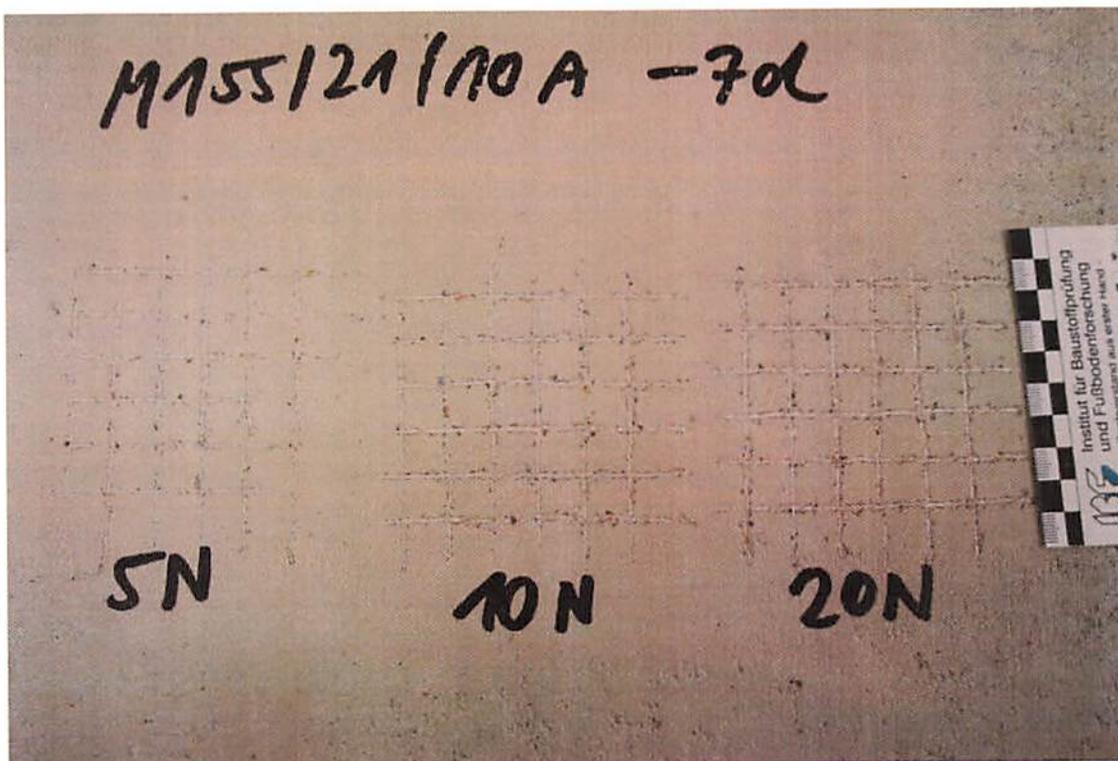


Bild 32: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z7-N - Lagerung A / Prüfalter 7 Tage

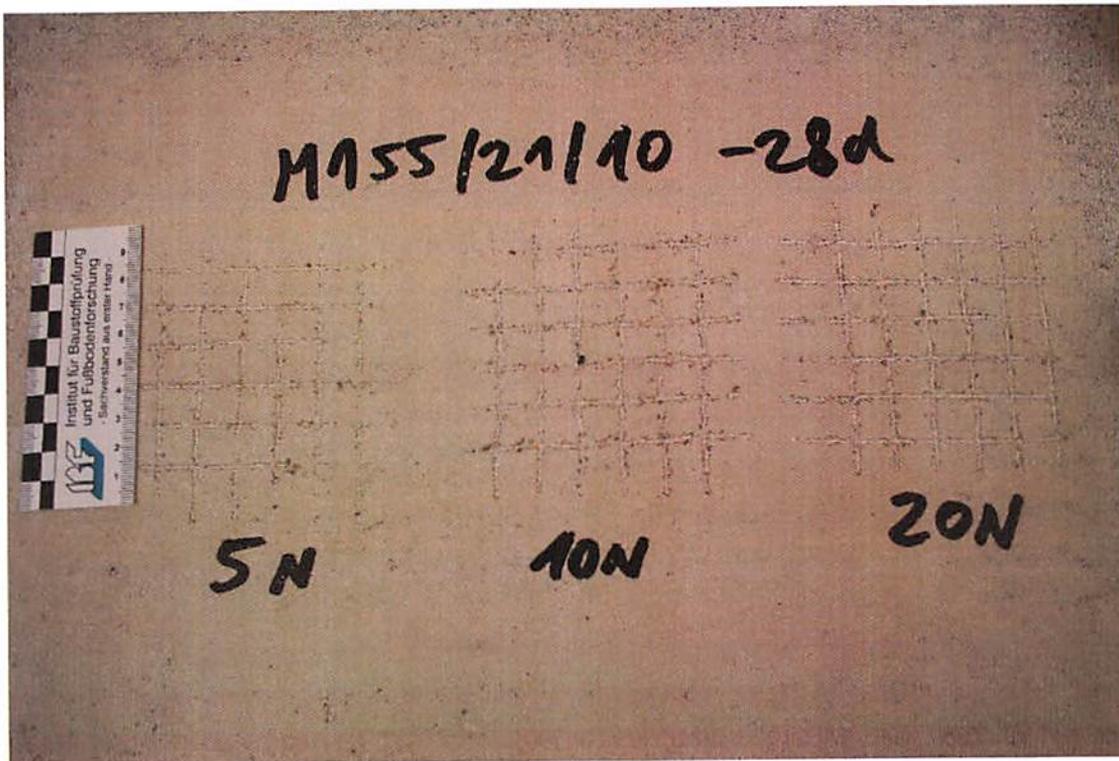


Bild 33: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z7-N - Lagerung A / Prüfalter 28 Tage

**Tabelle 49: Oberflächenzugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung B:** 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 10/65

**Prüfstellenvorbereitung:** „Reinigungsschliff“ von Hand mit einem Schleifpapier mit 16er Körnung und Absaugen mit einem Industriestaubsauger

**Prüfungsdurchführung:** nach dem BEB-Hinweisblatt „Oberflächenzug- und Haftzugfestigkeit von Fußböden“ (Oktober 2017) mit runden Stempeln ohne Nut

**Prüfgerät:** Haftzugprüfgerät Easy M, Freundl, Wennigsen

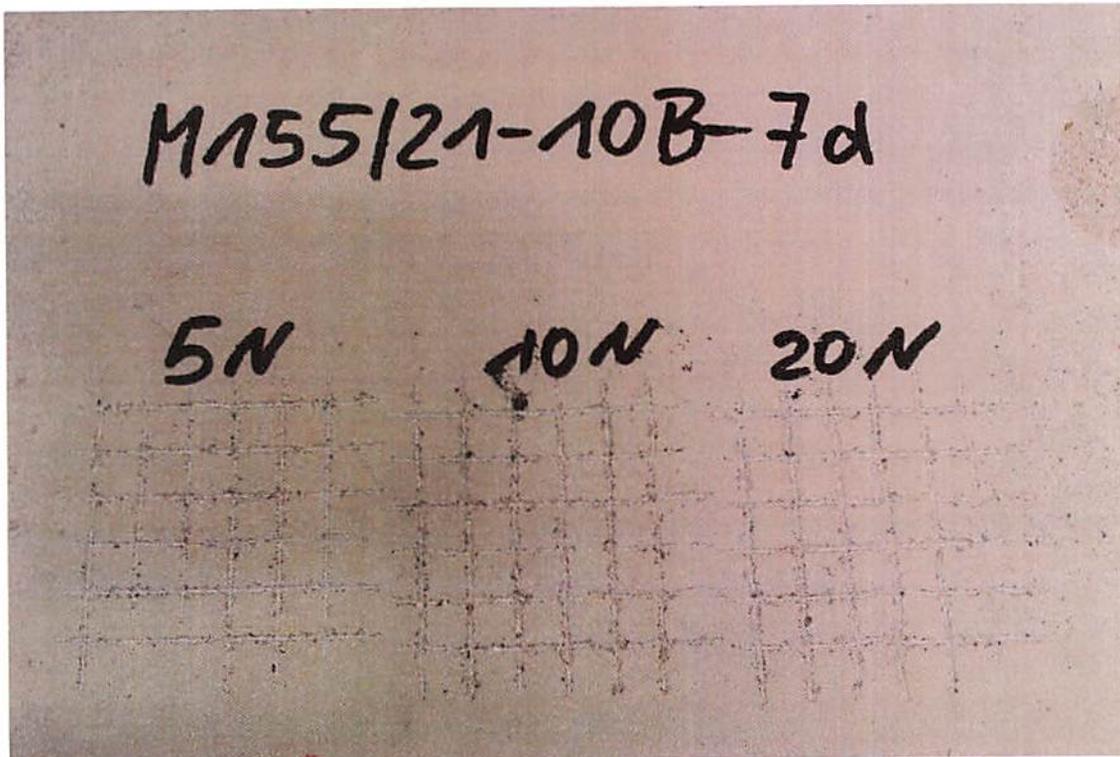
**Klebstoff:** 2-Komponenten-MMA-Klebstoff

**Prüfalter:** 7 und 28 Tage

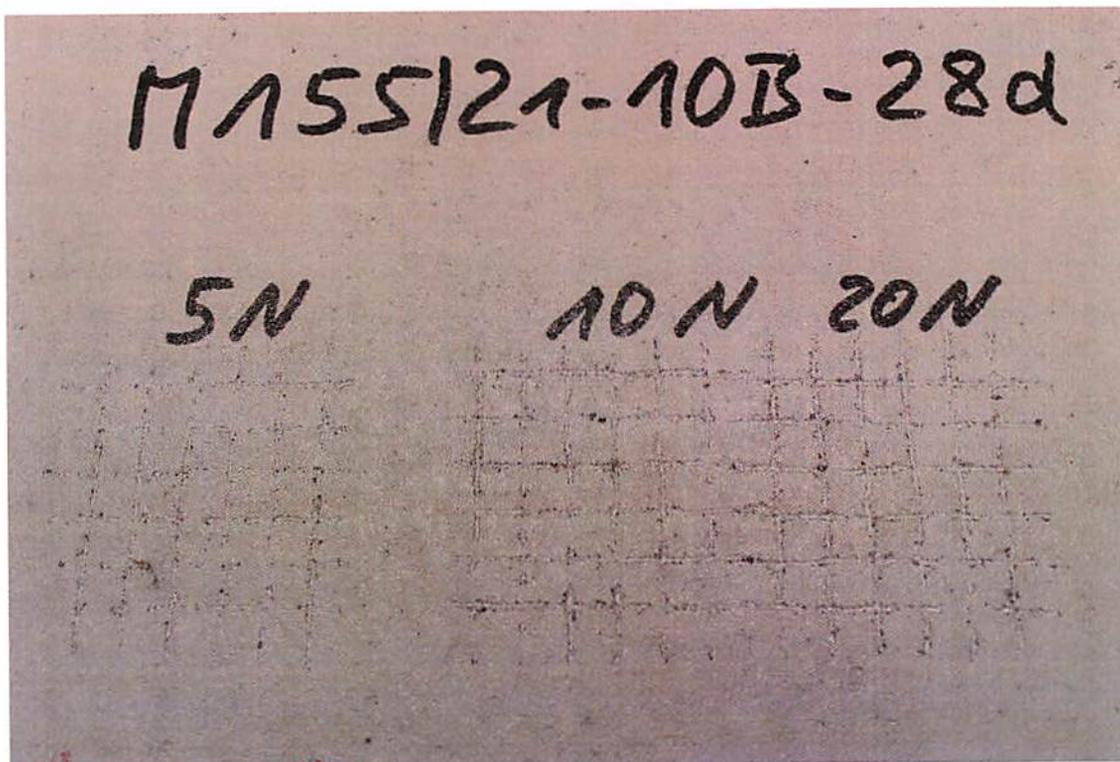
Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Prüfstelle Nr.	Oberflächenzug- festigkeit N/mm <sup>2</sup>	Kohäsionsbruch im Estrich mit einer maximalen Tiefe in mm
Z7-N	7	1	1,50	1
		2	1,60	1
		3	1,45	2
		4	1,44	2
		5	1,55	1
		<b>Mittelwert</b>	<b>1,5</b>	-
	28	1	1,75	4
		2	1,73	3
		3	1,59	1
		4	2,06	1
		5	2,08	2
<b>Mittelwert</b>		<b>1,8</b>	-	

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1





**Bild 34:** Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z7-N - Lagerung B / Prüfalter 7 Tage



**Bild 35:** Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z7-N - Lagerung B / Prüfalter 28 Tage

**Tabelle 50: Oberflächenzugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung A:** 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 20/65

**Prüfstellenvorbereitung:** „Reinigungsschliff“ von Hand mit einem Schleifpapier mit 16er Körnung und Absaugen mit einem Industriestaubsauger

**Prüfungsdurchführung:** nach dem BEB-Hinweisblatt „Oberflächenzug- und Haftzugfestigkeit von Fußböden“ (Oktober 2017) mit runden Stempeln ohne Nut

**Prüfgerät:** Haftzugprüfgerät Easy M, Freundl, Wennigsen

**Klebstoff:** 2-Komponenten-MMA-Klebstoff

**Prüfalter:** 3, 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Prüfstelle Nr.	Oberflächenzugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>	Kohäsionsbruch im Estrich mit einer maximalen Tiefe in mm
Z8	3	1	0,96	1
		2	1,09	1
		3	1,35	1
		4	1,31	1
		5	1,57	1
		<b>Mittelwert</b>	<b>1,3</b>	-
	7	1	1,56	1
		2	1,57	1
		3	1,90	1
		4	1,76	1
		5	1,78	1
		<b>Mittelwert</b>	<b>1,7</b>	-
	28	1	1,70	1
		2	1,90	1
		3	1,94	1
4		1,88	1	
5		1,78	1	
<b>Mittelwert</b>		<b>1,8</b>	-	

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1



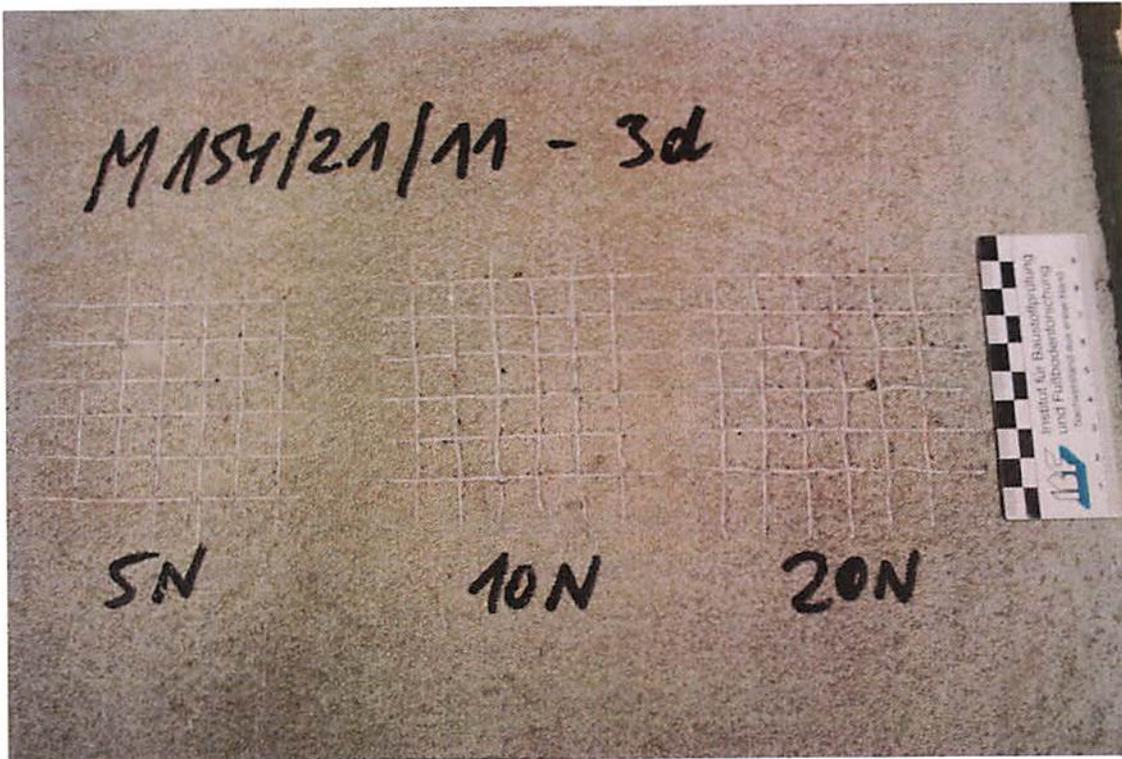


Bild 36: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z8 - Lagerung A / Prüfalter 3 Tage

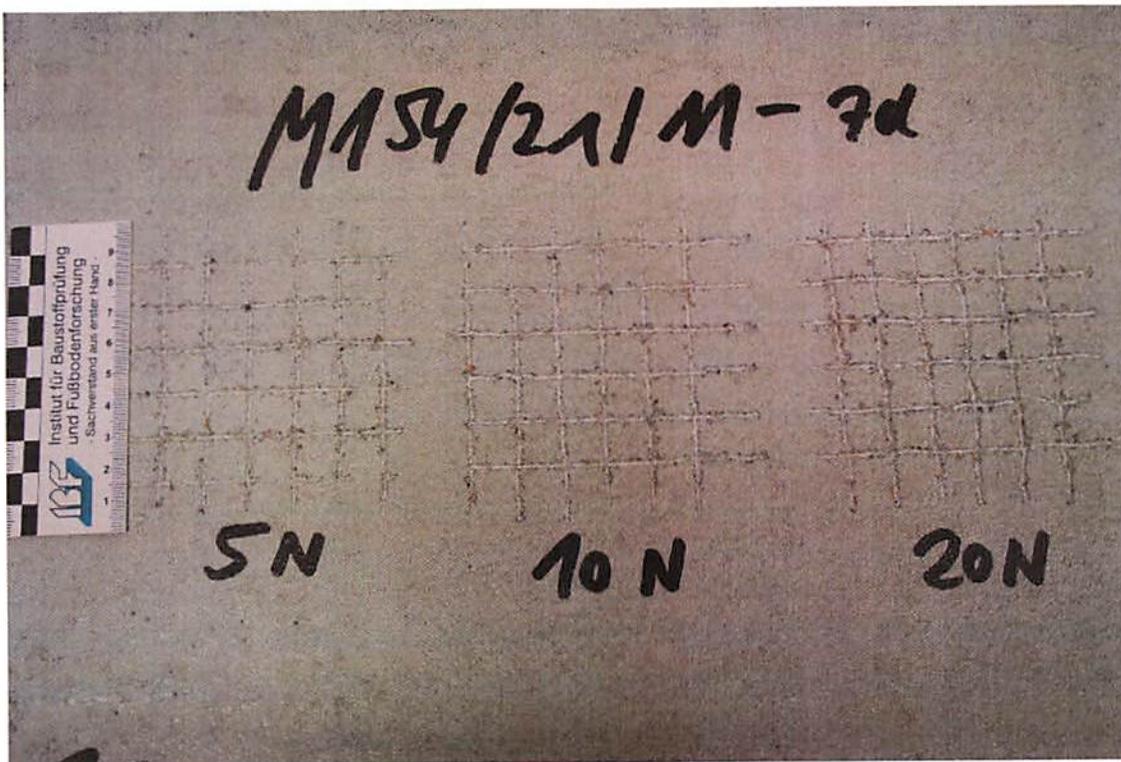


Bild 37: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z8 - Lagerung A / Prüfalter 7 Tage

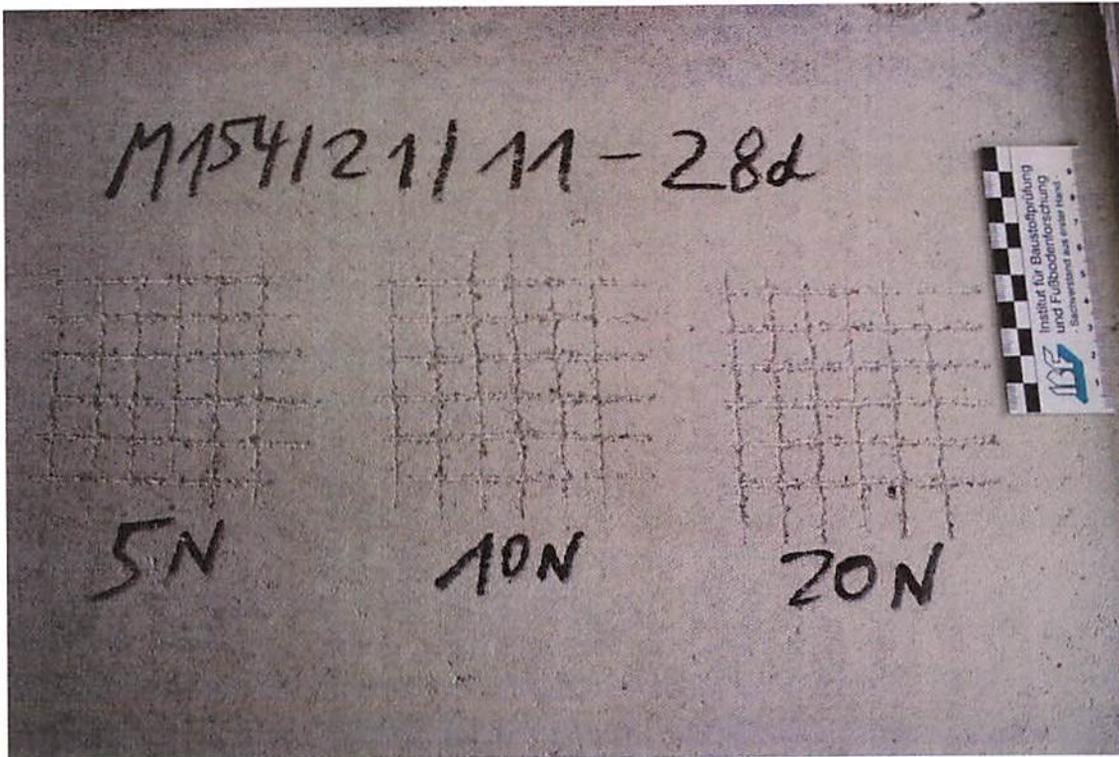


Bild 38: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z8 - Lagerung A / Prüfalter 28 Tage

**Tabelle 51: Oberflächenzugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung B:** 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 10/65

**Prüfstellenvorbereitung:** „Reinigungsschliff“ von Hand mit einem Schleifpapier mit 16er Körnung und Absaugen mit einem Industriestaubsauger

**Prüfungsdurchführung:** nach dem BEB-Hinweisblatt „Oberflächenzug- und Haftzugfestigkeit von Fußböden“ (Oktober 2017) mit runden Stempeln ohne Nut

**Prüfgerät:** Haftzugprüfgerät Easy M, Freundl, Wennigsen

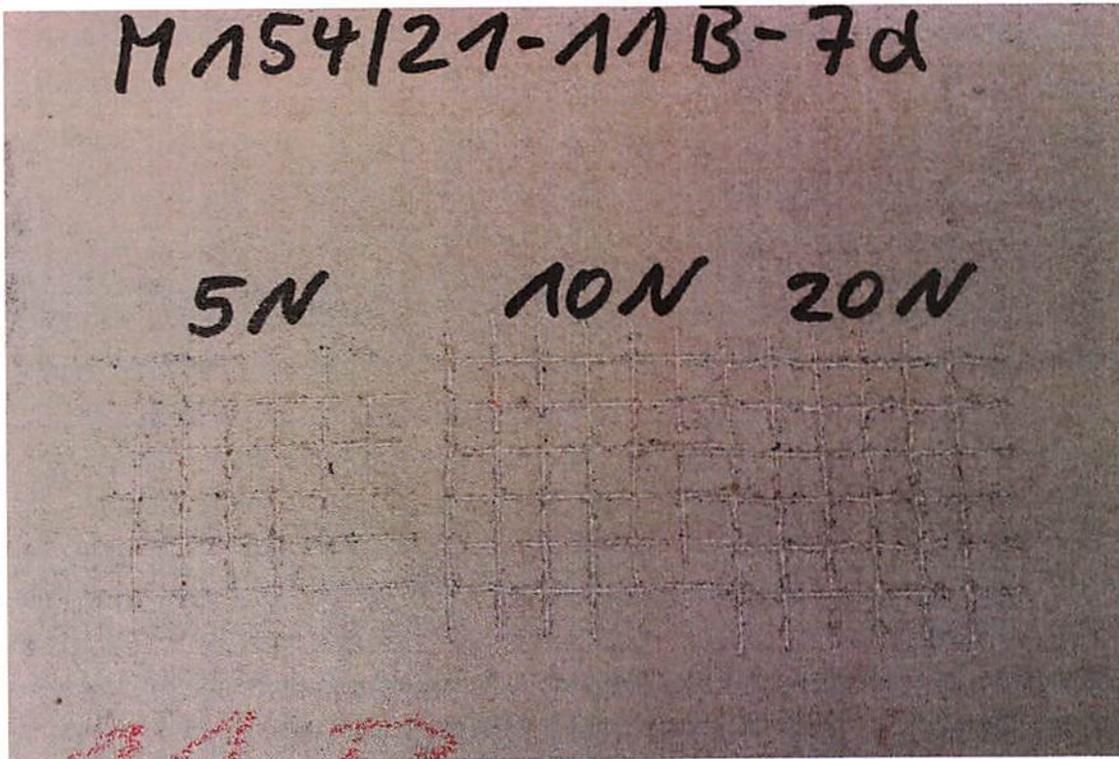
**Klebstoff:** 2-Komponenten-MMA-Klebstoff

**Prüfalter:** 7 und 28 Tage

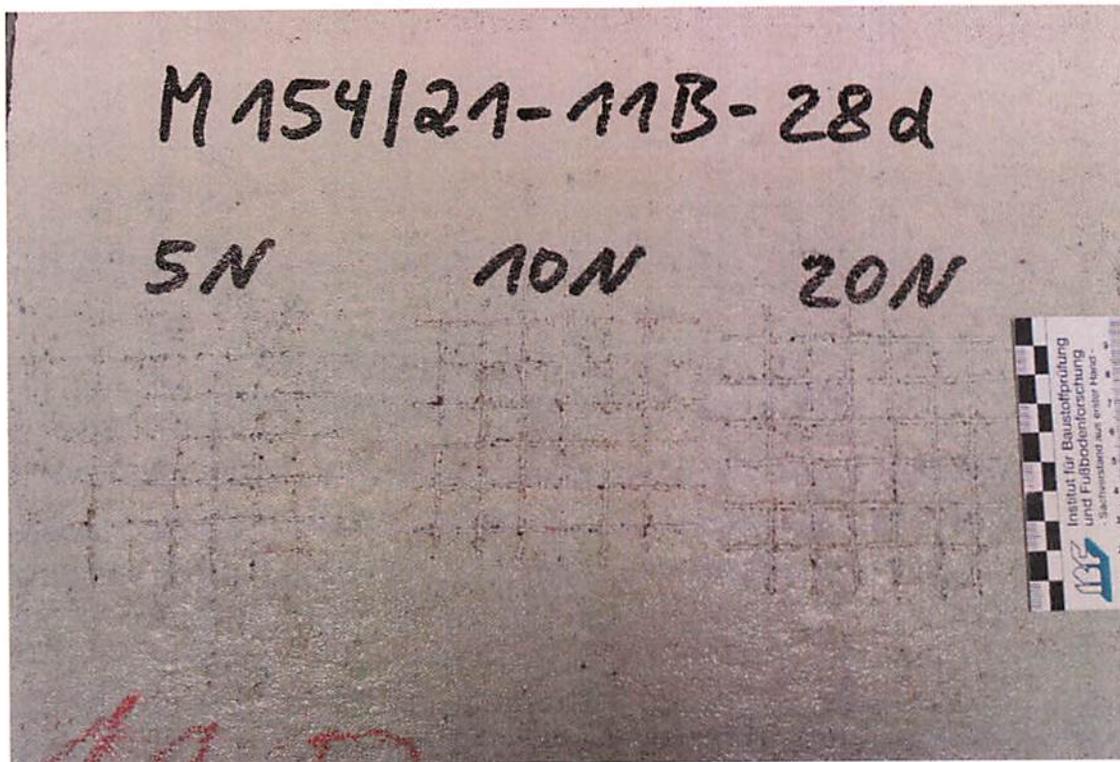
Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Prüfstelle Nr.	Oberflächenzugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>	Kohäsionsbruch im Estrich mit einer maximalen Tiefe in mm
Z8	7	1	1,42	1
		2	1,50	1
		3	1,45	1
		4	1,18	1
		5	1,31	1
		<b>Mittelwert</b>	<b>1,4</b>	-
	28	1	1,63	1
		2	1,86	1
		3	1,73	1
		4	1,73	1
		5	1,89	1
<b>Mittelwert</b>		<b>1,8</b>	-	

<sup>1)</sup>Zementsorten siehe Anlage 1





**Bild 39:** Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z8 - Lagerung B / Prüfalter 7 Tage



**Bild 40:** Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z8 - Lagerung B / Prüfalter 28 Tage

**Tabelle 52: Oberflächenzugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung A:** 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 20/65

**Prüfstellenvorbereitung:** „Reinigungsschliff“ von Hand mit einem Schleifpapier mit 16er Körnung und Absaugen mit einem Industriestaubsauger

**Prüfungsdurchführung:** nach dem BEB-Hinweisblatt „Oberflächenzug- und Haftzugfestigkeit von Fußböden“ (Oktober 2017) mit runden Stempeln ohne Nut

**Prüfgerät:** Haftzugprüfgerät Easy M, Freundl, Wennigsen

**Klebstoff:** 2-Komponenten-MMA-Klebstoff

**Prüfalter:** 3, 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Prüfstelle Nr.	Oberflächenzugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>	Kohäsionsbruch im Estrich mit einer maximalen Tiefe in mm
Z9	3	1	1,06	6
		2	1,22	6
		3	1,23	6
		4	1,22	6
		5	1,07	6
		<b>Mittelwert</b>	<b>1,2</b>	-
	7	1	1,69	9
		2	1,98	9
		3	1,77	4
		4	1,94	4
		5	1,55	9
		<b>Mittelwert</b>	<b>1,8</b>	-
	28	1	1,92	8
		2	2,38	9
		3	1,99	6
4		2,04	7	
5		2,11	7	
<b>Mittelwert</b>		<b>2,1</b>	-	

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1



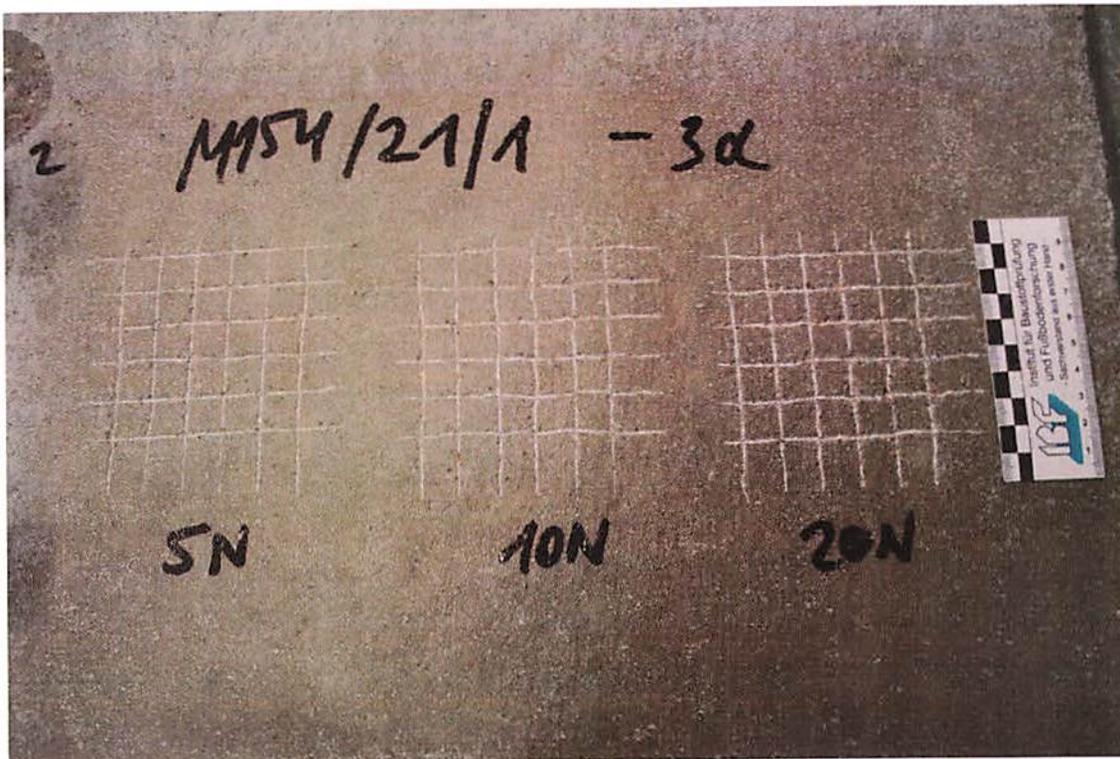


Bild 41: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z9 - Lagerung A / Prüfalter 3 Tage

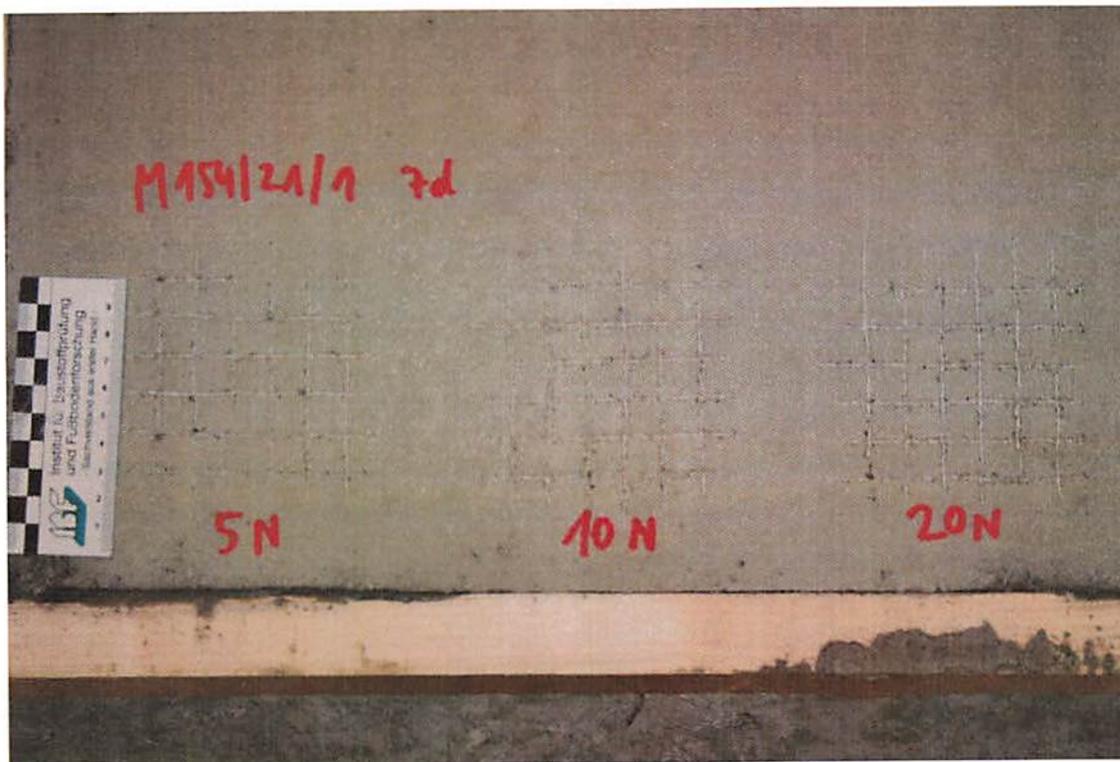
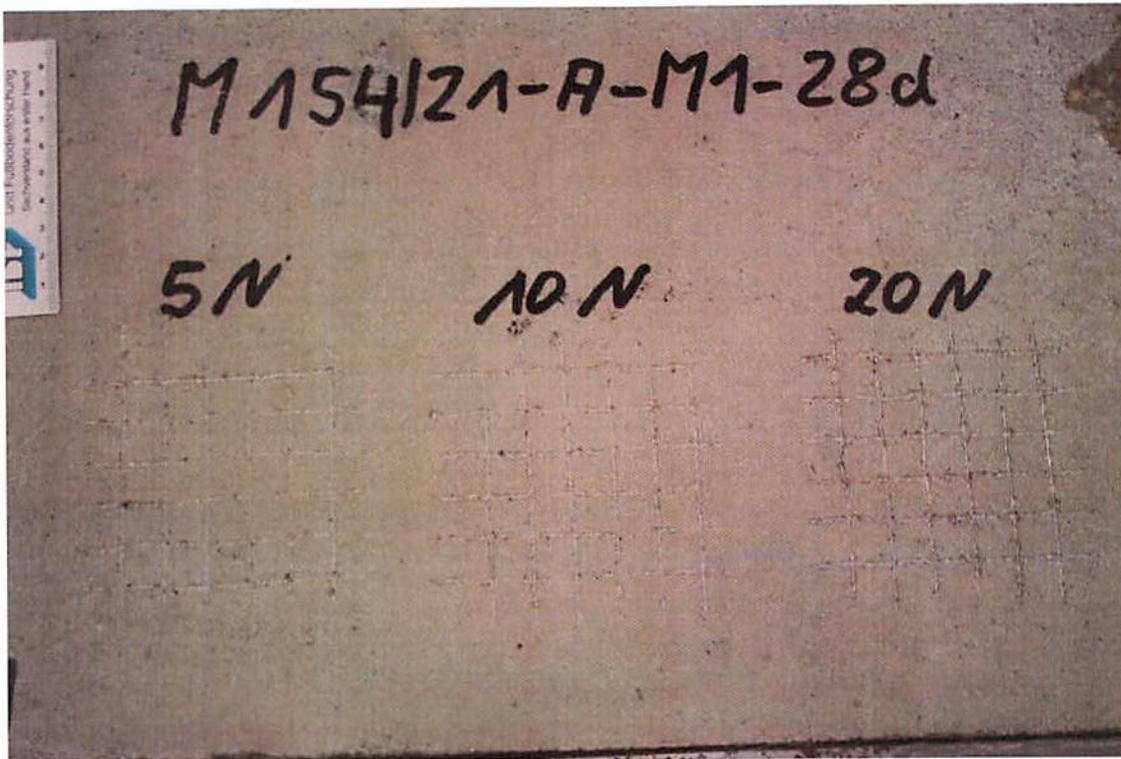


Bild 42: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z9 - Lagerung A / Prüfalter 7 Tage



**Bild 43:** Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z9 - Lagerung A / Prüfalter 28 Tage

**Tabelle 53: Oberflächenzugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung B:** 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 10/65

**Prüfstellenvorbereitung:** „Reinigungsschliff“ von Hand mit einem Schleifpapier mit 16er Körnung und Absaugen mit einem Industriestaubsauger

**Prüfungsdurchführung:** nach dem BEB-Hinweisblatt „Oberflächenzug- und Haftzugfestigkeit von Fußböden“ (Oktober 2017) mit runden Stempeln ohne Nut

**Prüfgerät:** Haftzugprüfgerät Easy M, Freundl, Wennigsen

**Klebstoff:** 2-Komponenten-MMA-Klebstoff

**Prüfalter:** 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Prüfstelle Nr.	Oberflächenzugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>	Kohäsionsbruch im Estrich mit einer maximalen Tiefe in mm
Z9	7	1	1,65	1
		2	1,61	1
		3	1,62	4
		4	1,82	2
		5	1,77	2
		<b>Mittelwert</b>	<b>1,7</b>	-
	28	1	1,89	3
		2	1,65	1
		3	1,64	1
		4	1,83	4
		5	1,51	3
<b>Mittelwert</b>		<b>1,7</b>	-	

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1



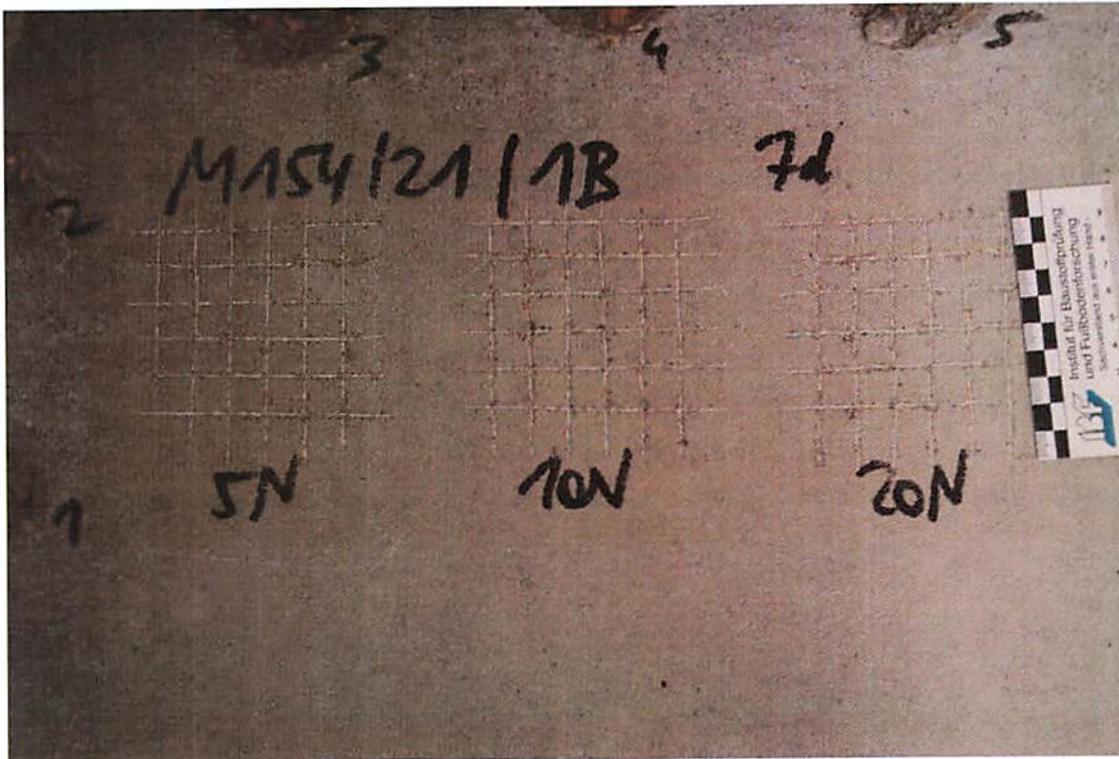


Bild 44: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z9 - Lagerung B / Prüfalter 7 Tage

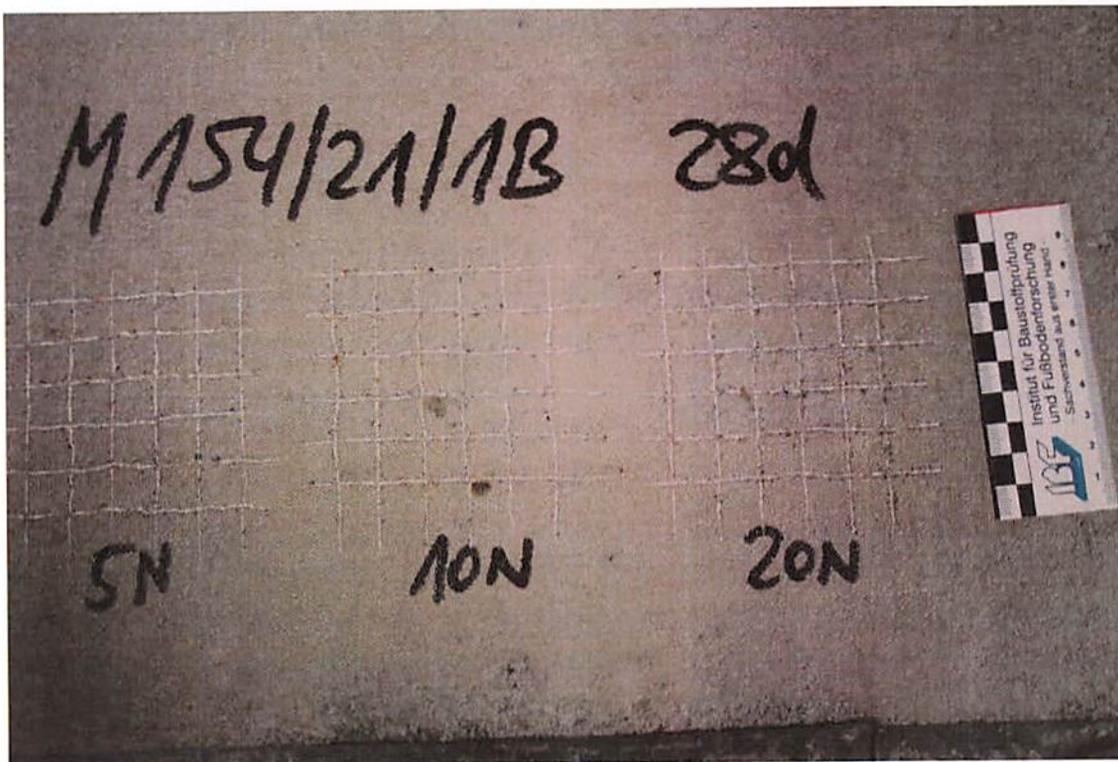


Bild 45: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z9 - Lagerung B / Prüfalter 28 Tage

**Tabelle 54: Oberflächenzugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung A:** 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 20/65

**Prüfstellenvorbereitung:** „Reinigungsschliff“ von Hand mit einem Schleifpapier mit 16er Körnung und Absaugen mit einem Industriestaubsauger

**Prüfungsdurchführung:** nach dem BEB-Hinweisblatt „Oberflächenzug- und Haftzugfestigkeit von Fußböden“ (Oktober 2017) mit runden Stempeln ohne Nut

**Prüfgerät:** Haftzugprüfgerät Easy M, Freundl, Wennigsen

**Klebstoff:** 2-Komponenten-MMA-Klebstoff

**Prüfalter:** 3, 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Prüfstelle Nr.	Oberflächenzugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>	Kohäsionsbruch im Estrich mit einer maximalen Tiefe in mm
Z10	3	1	1,00	1
		2	0,66	1
		3	0,61	1
		4	0,85	2
		5	1,02	2
		<b>Mittelwert</b>	<b>0,8</b>	-
	7	1	1,22	3
		2	1,22	3
		3	1,29	2
		4	1,32	3
		5	1,06	2
		<b>Mittelwert</b>	<b>1,2</b>	-
	28	1	1,54	2
		2	1,59	2
		3	1,76	1
4		1,21	3	
5		1,45	2	
<b>Mittelwert</b>		<b>1,5</b>	-	

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1



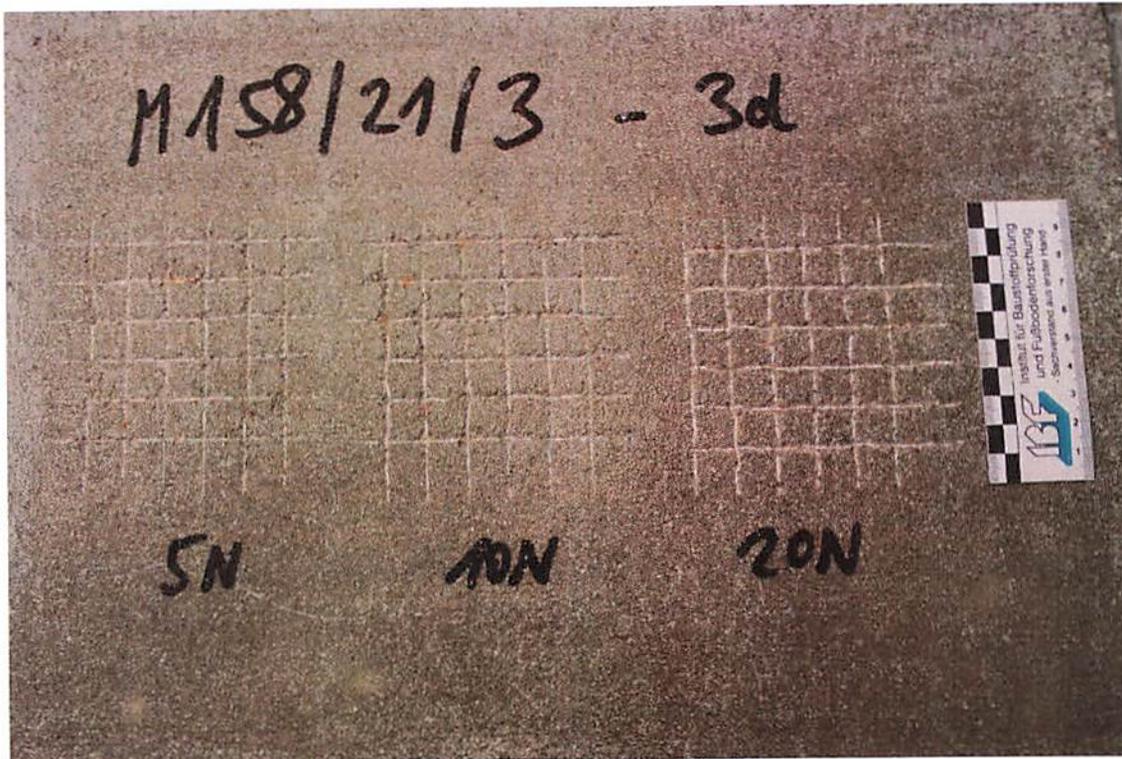


Bild 46: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z10 - Lagerung A / Prüfalter 3 Tage

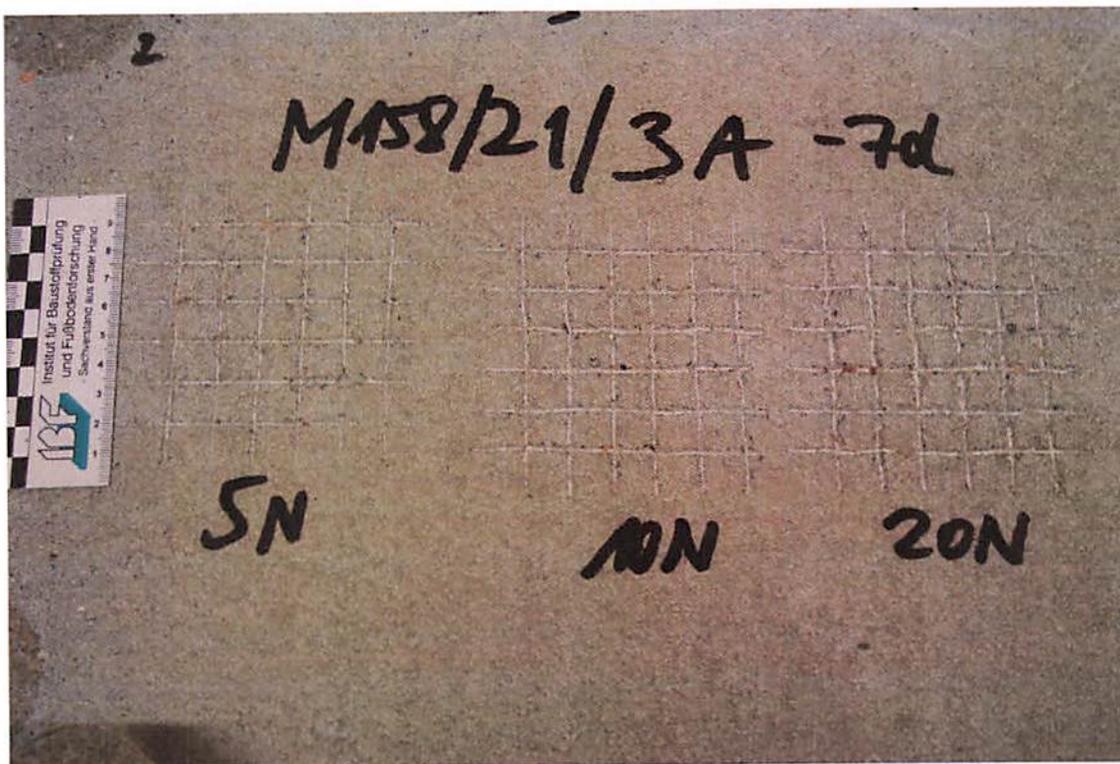
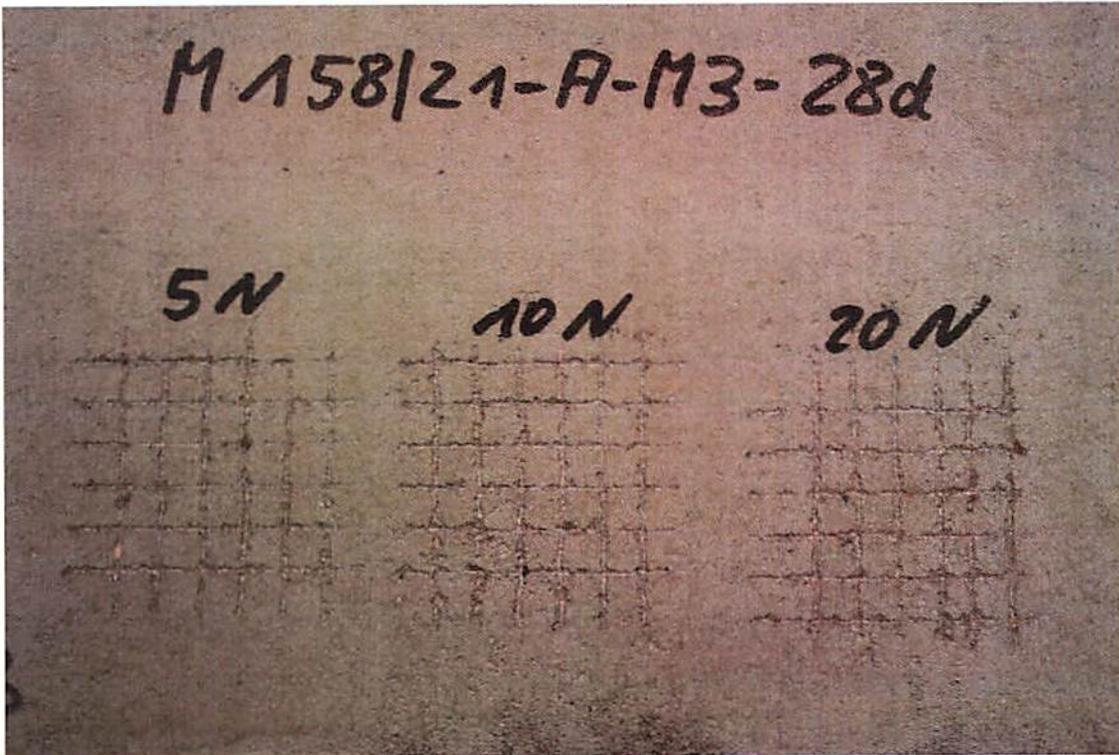


Bild 47: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z10 - Lagerung A / Prüfalter 7 Tage



**Bild 48:** Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z10 - Lagerung A / Prüfalter 28 Tage

**Tabelle 55: Oberflächenzugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung B:** 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 10/65

**Prüfstellenvorbereitung:** „Reinigungsschliff“ von Hand mit einem Schleifpapier mit 16er Körnung und Absaugen mit einem Industriestaubsauger

**Prüfungsdurchführung:** nach dem BEB-Hinweisblatt „Oberflächenzug- und Haftzugfestigkeit von Fußböden“ (Oktober 2017) mit runden Stempeln ohne Nut

**Prüfgerät:** Haftzugprüfgerät Easy M, Freundl, Wennigsen

**Klebstoff:** 2-Komponenten-MMA-Klebstoff

**Prüfalter:** 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Prüfstelle Nr.	Oberflächenzugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>	Kohäsionsbruch im Estrich mit einer maximalen Tiefe in mm
Z10	7	1	1,59	2
		2	1,16	6
		3	1,34	2
		4	1,13	2
		5	1,37	5
		<b>Mittelwert</b>	<b>1,3</b>	-
	28	1	1,35	1
		2	1,78	1
		3	1,49	1
		4	1,39	1
		5	1,56	1
<b>Mittelwert</b>		<b>1,5</b>	-	

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1



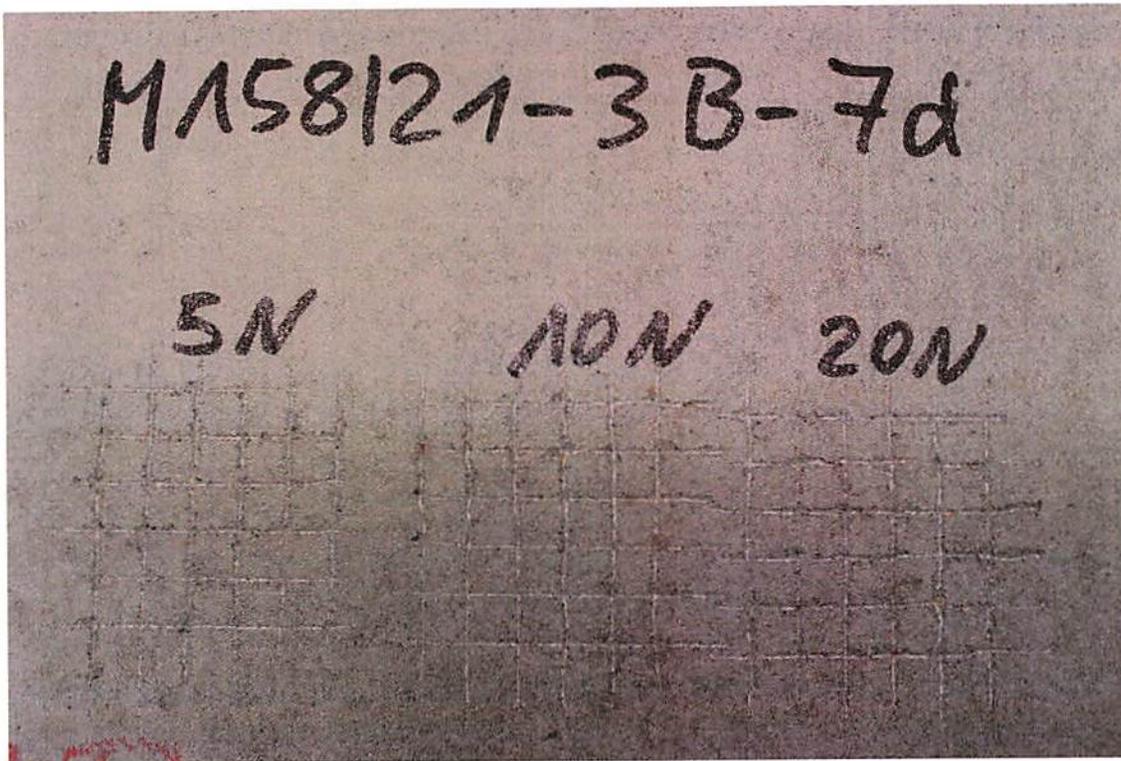


Bild 49: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z10 - Lagerung B / Prüfalter 7 Tage

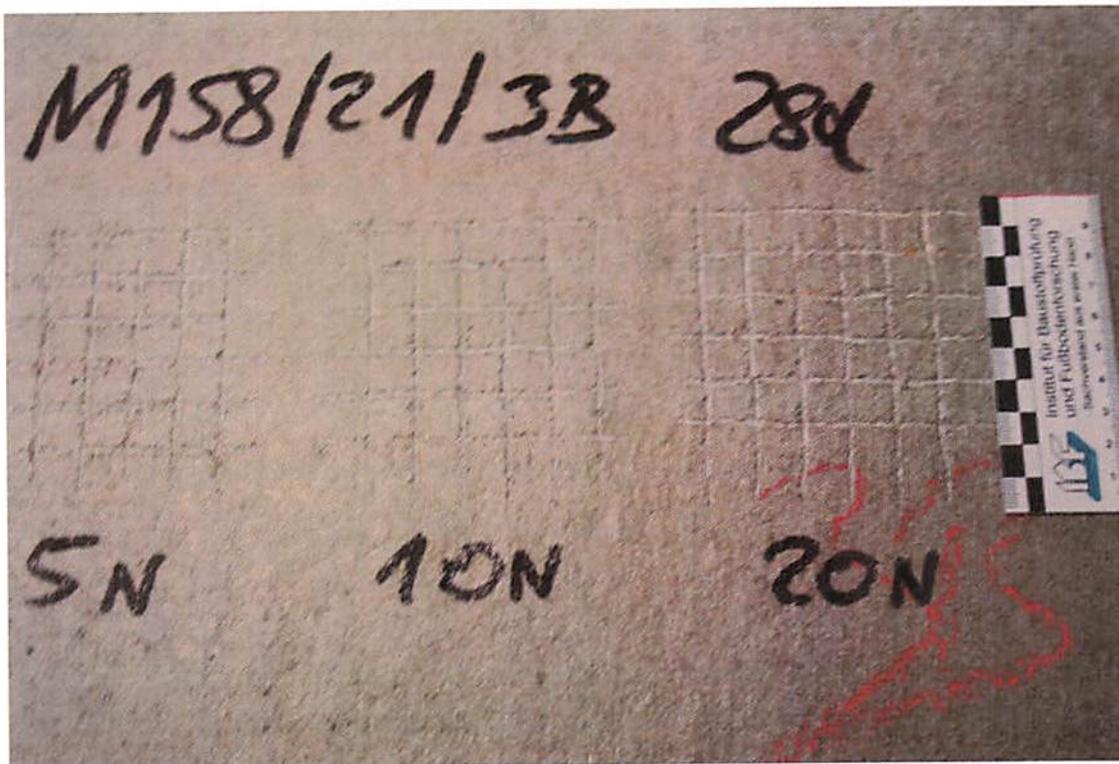


Bild 50: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z10 - Lagerung B / Prüfalter 28 Tage

**Tabelle 56: Oberflächenzugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung A:** 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 20/65

**Prüfstellenvorbereitung:** „Reinigungsschliff“ von Hand mit einem Schleifpapier mit 16er Körnung und Absaugen mit einem Industriestaubsauger

**Prüfungsdurchführung:** nach dem BEB-Hinweisblatt „Oberflächenzug- und Haftzugfestigkeit von Fußböden“ (Oktober 2017) mit runden Stempeln ohne Nut

**Prüfgerät:** Haftzugprüfgerät Easy M, Freundl, Wennigsen

**Klebstoff:** 2-Komponenten-MMA-Klebstoff

**Prüfalter:** 3, 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Prüfstelle Nr.	Oberflächenzugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>	Kohäsionsbruch im Estrich mit einer maximalen Tiefe in mm
Z11	3	1	1,10	1
		2	1,14	1
		3	0,74	1
		4	0,84	1
		5	0,84	1
		<b>Mittelwert</b>	<b>0,9</b>	-
	7	1	1,64	1
		2	1,37	1
		3	1,44	1
		4	1,46	1
		5	1,62	1
		<b>Mittelwert</b>	<b>1,5</b>	-
	28	1	1,74	1
		2	1,93	1
		3	1,77	1
4		1,60	1	
5		1,57	1	
<b>Mittelwert</b>		<b>1,7</b>	-	

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1



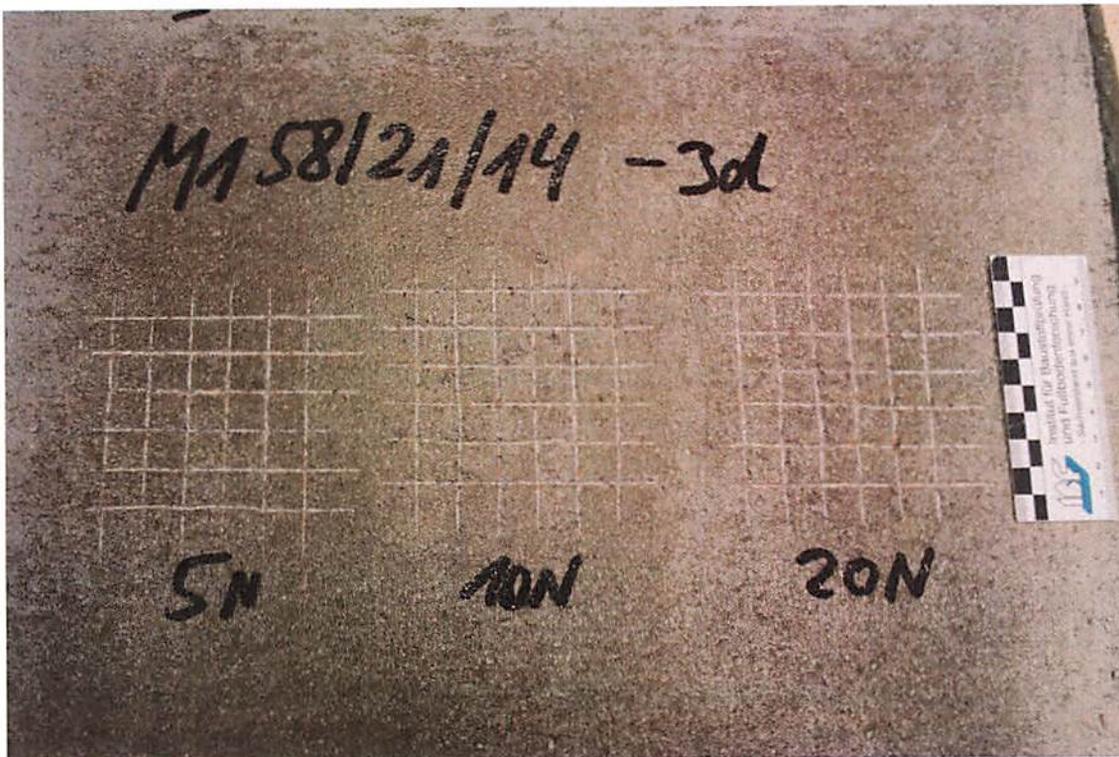


Bild 51: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z11 - Lagerung A / Prüfalter 3 Tage

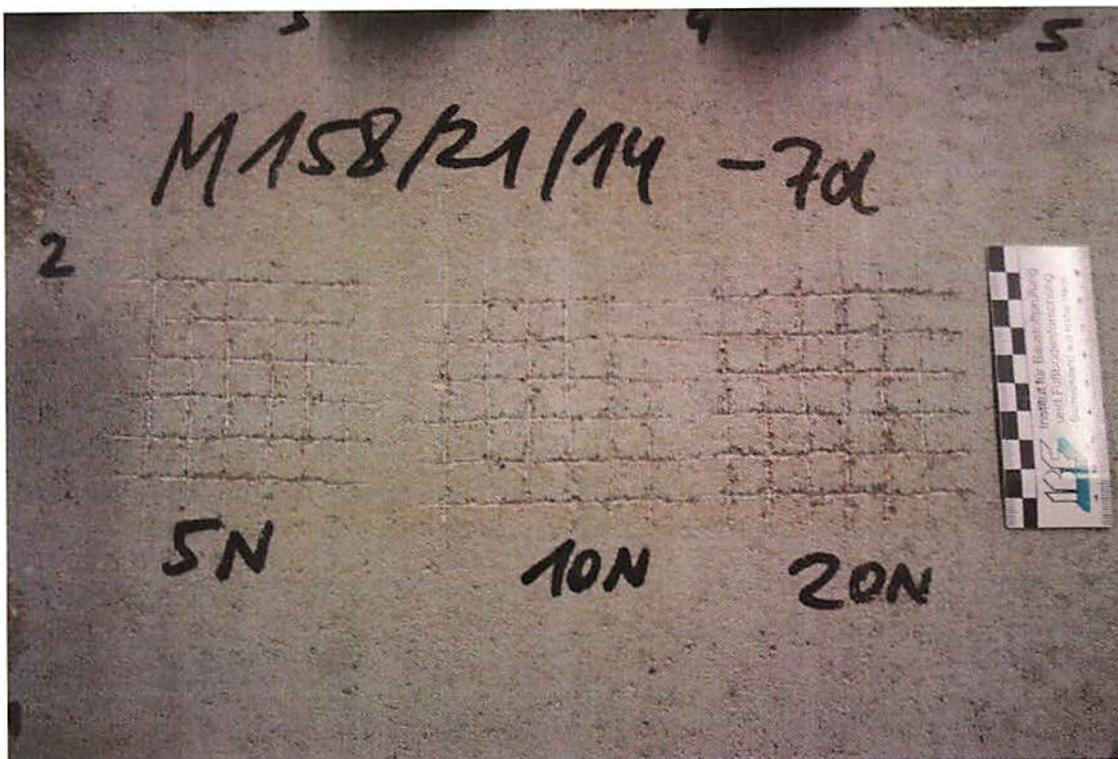


Bild 52: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z11 - Lagerung A / Prüfalter 7 Tage

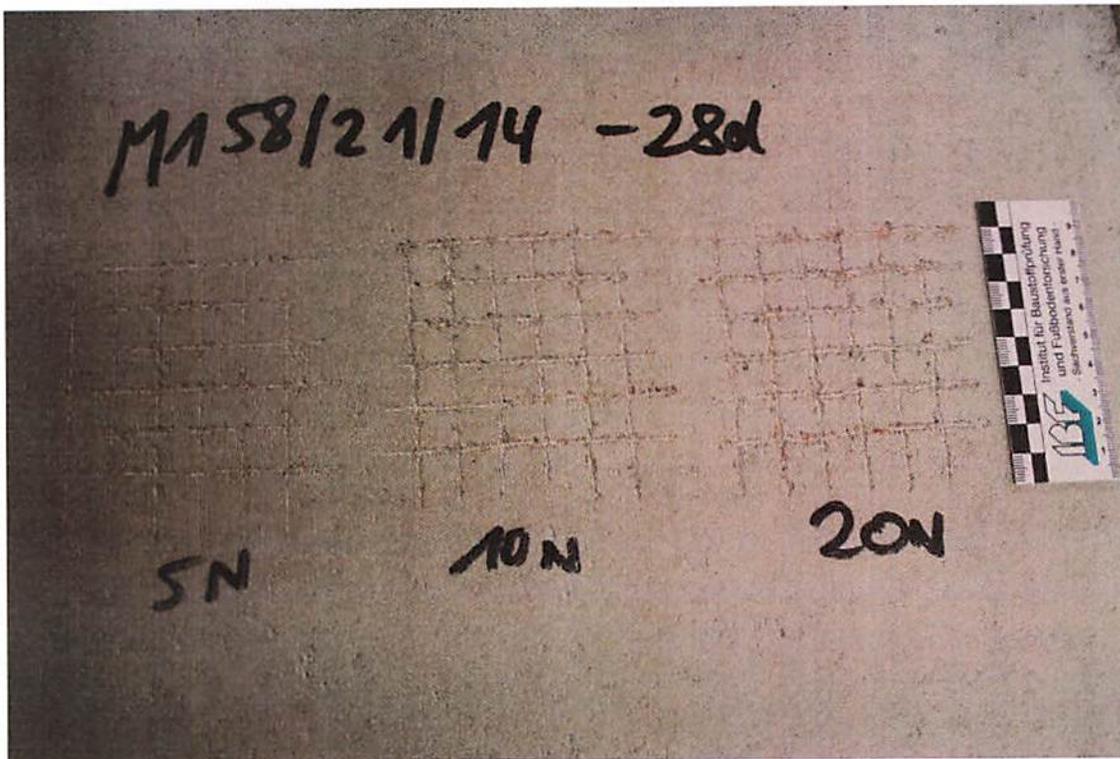


Bild 53: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z11 - Lagerung A / Prüfaller 28 Tage

**Tabelle 57: Oberflächenzugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung B:** 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 10/65

**Prüfstellenvorbereitung:** „Reinigungsschliff“ von Hand mit einem Schleifpapier mit 16er Körnung und Absaugen mit einem Industriestaubsauger

**Prüfungsdurchführung:** nach dem BEB-Hinweisblatt „Oberflächenzug- und Haftzugfestigkeit von Fußböden“ (Oktober 2017) mit runden Stempeln ohne Nut

**Prüfgerät:** Haftzugprüfgerät Easy M, Freundl, Wennigsen

**Klebstoff:** 2-Komponenten-MMA-Klebstoff

**Prüfalter:** 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Prüfstelle Nr.	Oberflächenzugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>	Kohäsionsbruch im Estrich mit einer maximalen Tiefe in mm
Z11	7	1	1,60	1
		2	1,44	2
		3	1,47	1
		4	1,29	2
		5	1,57	1
		<b>Mittelwert</b>	<b>1,5</b>	-
	28	1	1,73	2
		2	1,66	1
		3	1,60	1
		4	1,60	1
		5	1,58	1
<b>Mittelwert</b>		<b>1,6</b>	-	

<sup>1)</sup>Zementsorten siehe Anlage 1



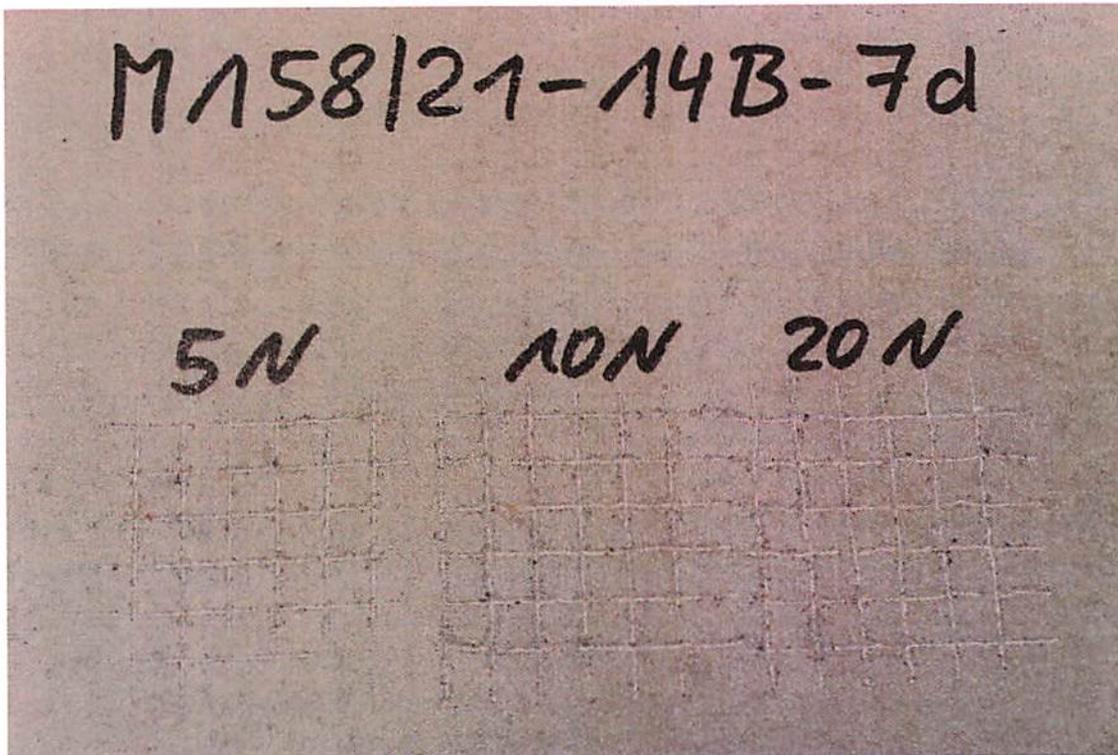


Bild 54: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z11 - Lagerung B / Prüfalter 7 Tage

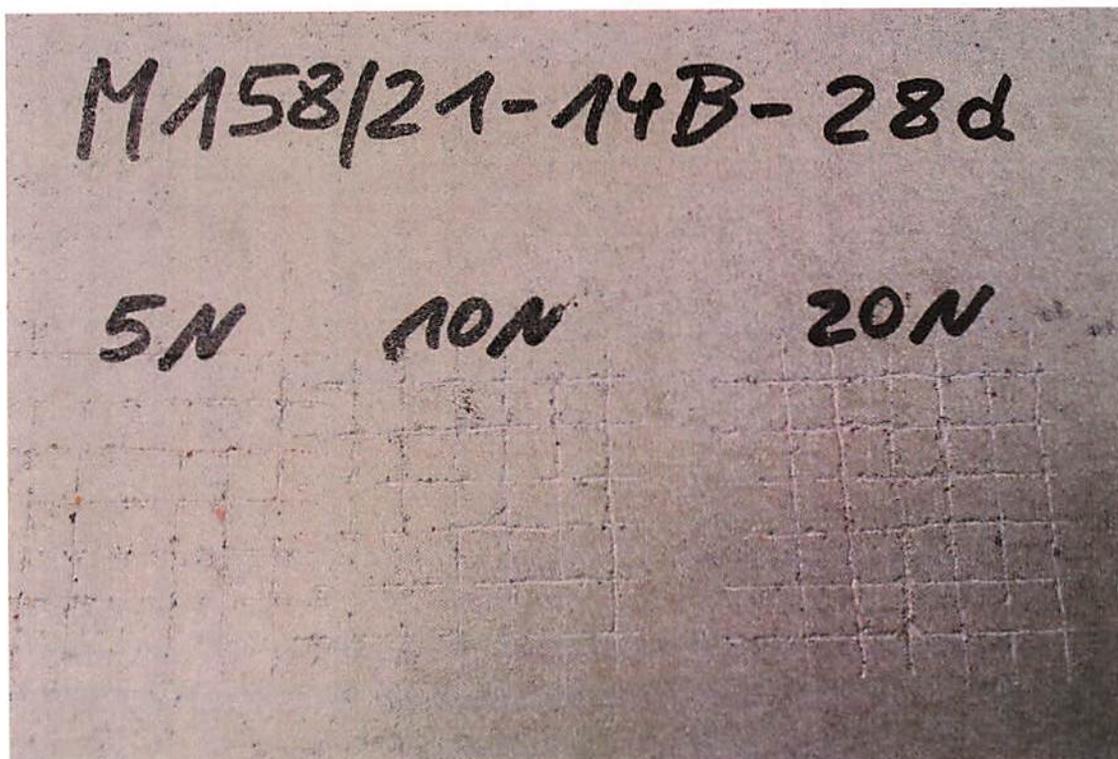


Bild 55: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z11 - Lagerung B / Prüfalter 28 Tage

**Tabelle 58: Oberflächenzugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung A:** 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 20/65

**Prüfstellenvorbereitung:** „Reinigungsschliff“ von Hand mit einem Schleifpapier mit 16er Körnung und Absaugen mit einem Industriestaubsauger

**Prüfungsdurchführung:** nach dem BEB-Hinweisblatt „Oberflächenzug- und Haftzugfestigkeit von Fußböden“ (Oktober 2017) mit runden Stempeln ohne Nut

**Prüfgerät:** Haftzugprüfgerät Easy M, Freundl, Wennigsen

**Klebstoff:** 2-Komponenten-MMA-Klebstoff

**Prüfalter:** 3, 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Prüfstelle Nr.	Oberflächenzugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>	Kohäsionsbruch im Estrich mit einer maximalen Tiefe in mm
Z12	3	1	1,03	2
		2	1,63	1
		3	1,54	6
		4	1,27	4
		5	1,54	2
		<b>Mittelwert</b>	<b>1,4</b>	-
	7	1	1,55	1
		2	1,16	1
		3	1,59	1
		4	1,63	1
		5	1,67	1
		<b>Mittelwert</b>	<b>1,5</b>	-
	28	1	1,37	1
		2	1,51	1
		3	1,31	1
4		1,39	1	
5		1,74	1	
<b>Mittelwert</b>		<b>1,5</b>	-	

<sup>1)</sup> Zementsorte siehe Anlage 1



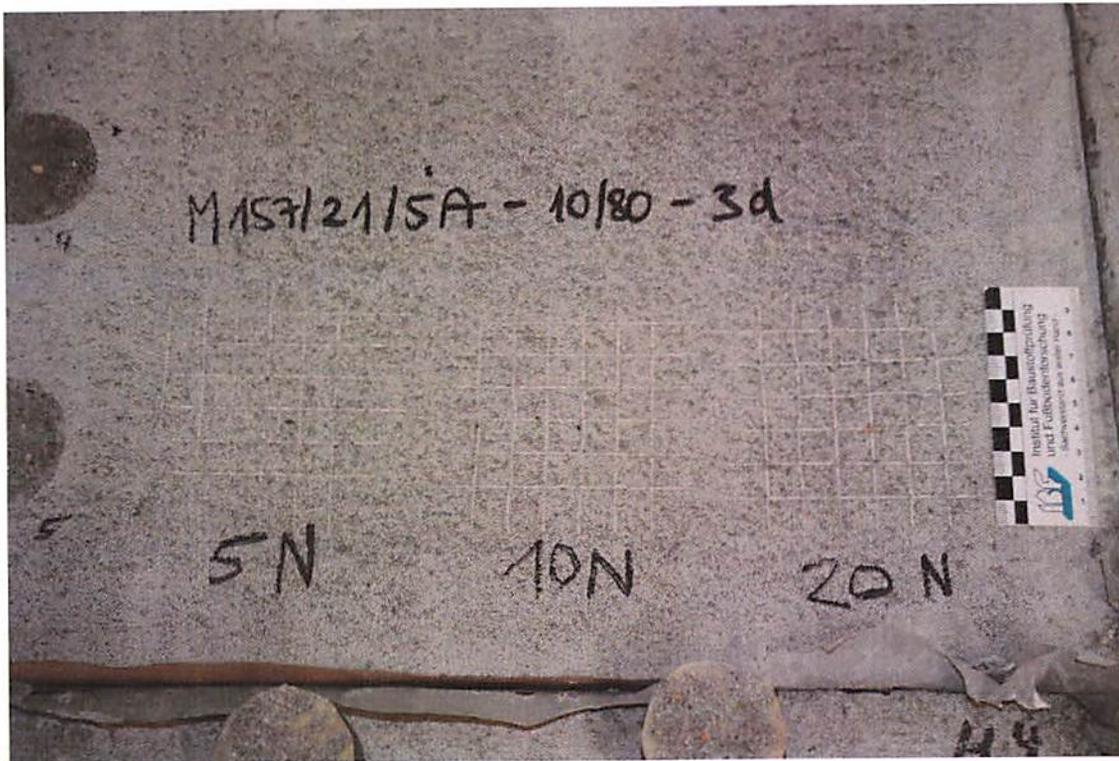


Bild 56: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z12 - Lagerung A / Prüfalter 3 Tage

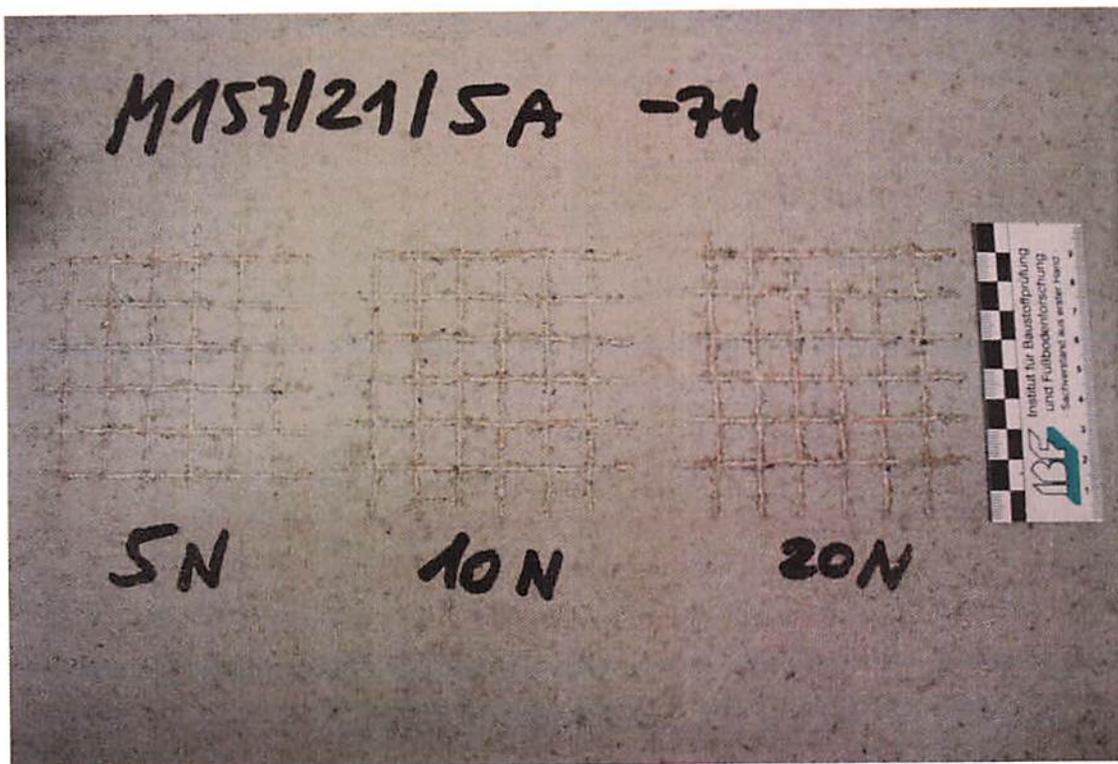
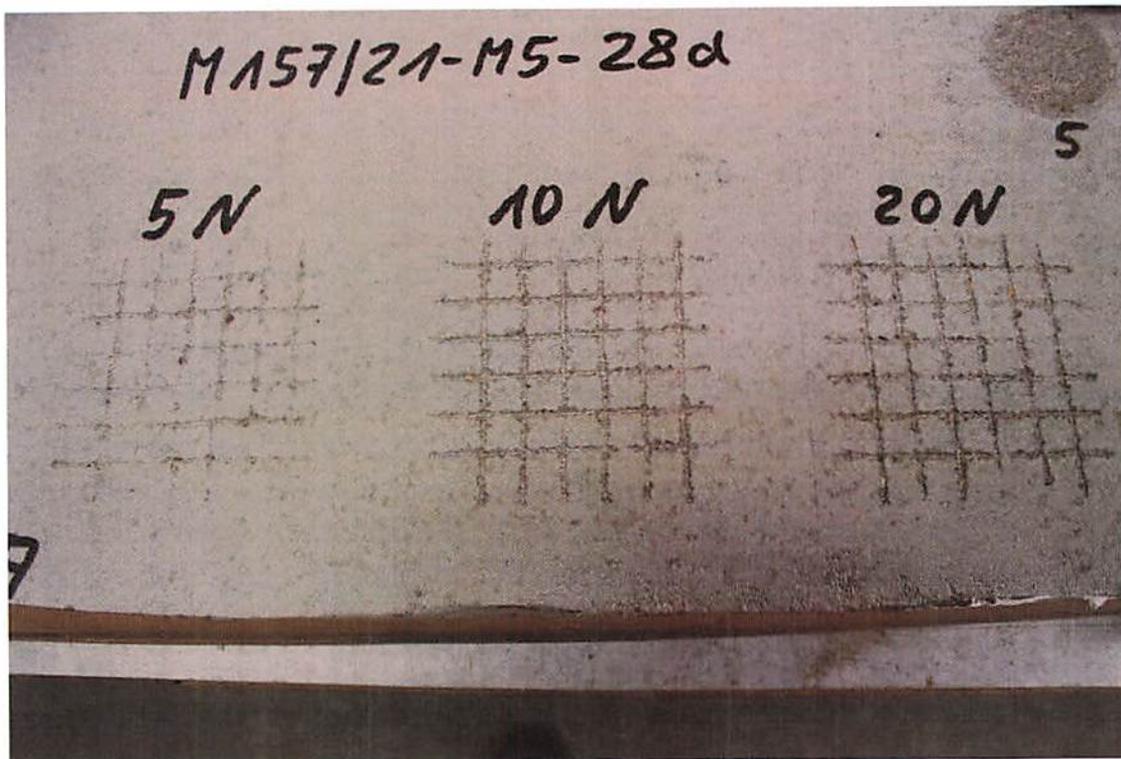


Bild 57: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z12 - Lagerung A / Prüfalter 7 Tage



**Bild 58:** Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z12 - Lagerung A / Prüfalter 28 Tage

**Tabelle 59: Oberflächenzugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung B:** 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 10/65

**Prüfstellenvorbereitung:** „Reinigungsschliff“ von Hand mit einem Schleifpapier mit 16er Körnung und Absaugen mit einem Industriestaubsauger

**Prüfungsdurchführung:** nach dem BEB-Hinweisblatt „Oberflächenzug- und Haftzugfestigkeit von Fußböden“ (Oktober 2017) mit runden Stempeln ohne Nut

**Prüfgerät:** Haftzugprüfgerät Easy M, Freundl, Wennigsen

**Klebstoff:** 2-Komponenten-MMA-Klebstoff

**Prüfalter:** 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Prüfstelle Nr.	Oberflächenzugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>	Kohäsionsbruch im Estrich mit einer maximalen Tiefe in mm
Z12	7	1	1,22	1
		2	1,51	2
		3	1,32	1
		4	1,76	1
		5	1,21	1
		<b>Mittelwert</b>	<b>1,4</b>	-
	28	1	1,51	1
		2	1,88	1
		3	1,92	1
		4	1,98	2
5		1,42	1	
	<b>Mittelwert</b>	<b>1,7</b>	-	

<sup>1)</sup> Zementsorte siehe Anlage 1



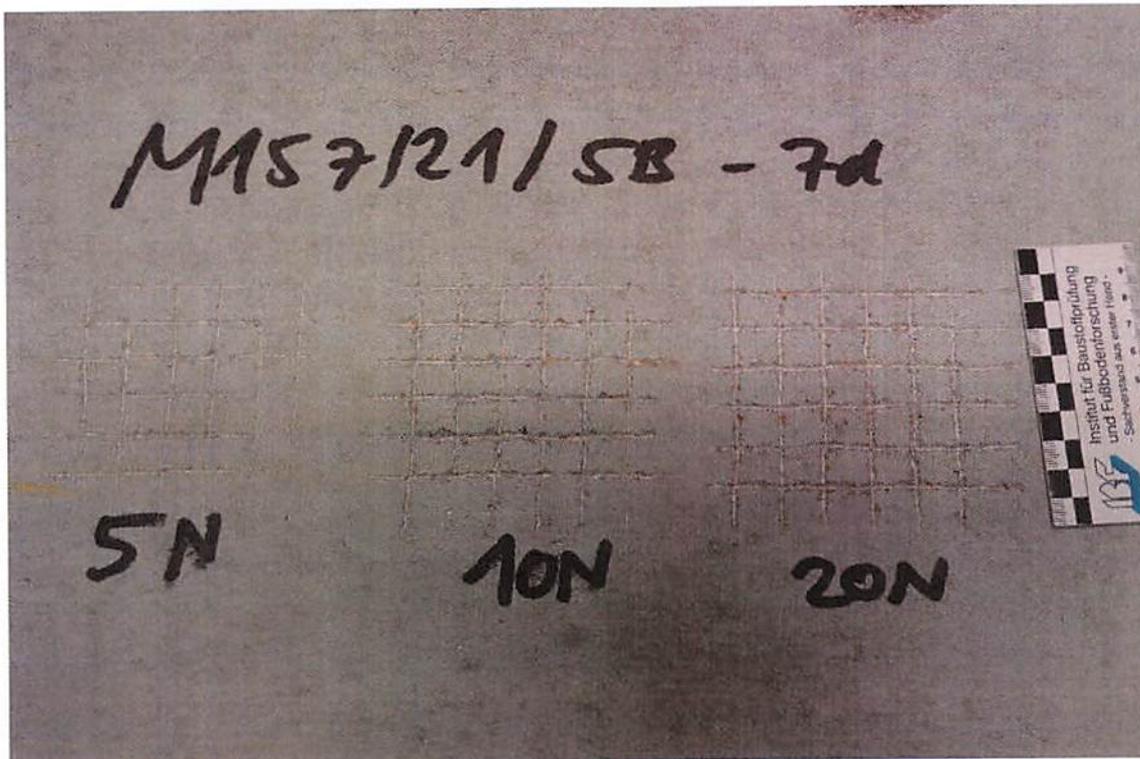


Bild 59: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z12 - Lagerung B / Prüfalter 7 Tage

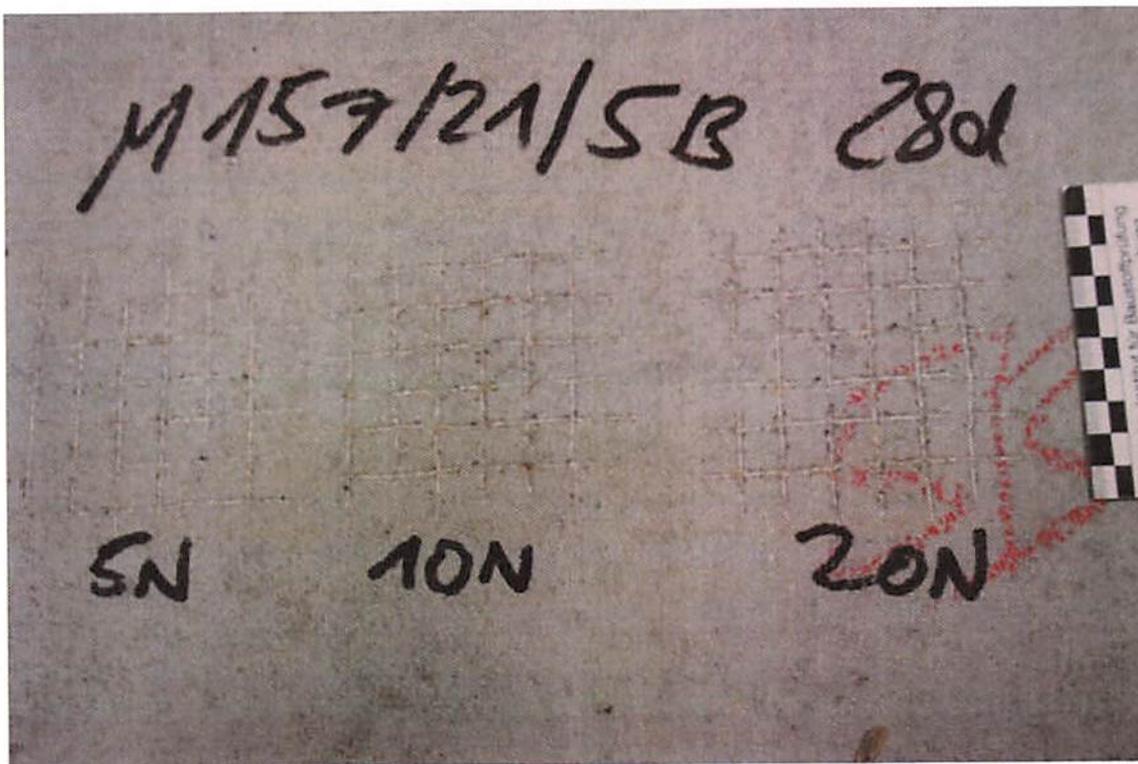


Bild 60: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z12 - Lagerung B / Prüfalter 28 Tage

**Tabelle 60: Oberflächenzugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung A:** 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 20/65

**Prüfstellenvorbereitung:** „Reinigungsschliff“ von Hand mit einem Schleifpapier mit 16er Körnung und Absaugen mit einem Industriestaubsauger

**Prüfungsdurchführung:** nach dem BEB-Hinweisblatt „Oberflächenzug- und Haftzugfestigkeit von Fußböden“ (Oktober 2017) mit runden Stempeln ohne Nut

**Prüfgerät:** Haftzugprüfgerät Easy M, Freundl, Wennigsen

**Klebstoff:** 2-Komponenten-MMA-Klebstoff

**Prüfalter:** 3, 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Prüfstelle Nr.	Oberflächenzugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>	Kohäsionsbruch im Estrich mit einer maximalen Tiefe in mm
Z13	3	1	1,50	1
		2	1,51	1
		3	1,46	1
		4	1,64	1
		5	0,97	1
		<b>Mittelwert</b>	<b>1,4</b>	-
	7	1	1,77	2
		2	1,59	2
		3	1,97	2
		4	1,39	2
		5	1,95	2
		<b>Mittelwert</b>	<b>1,7</b>	-
	28	1	2,19	1
		2	1,83	1
		3	1,58	1
4		1,99	2	
5		1,78	2	
<b>Mittelwert</b>		<b>1,9</b>	-	

<sup>1)</sup> Zementsorte siehe Anlage 1



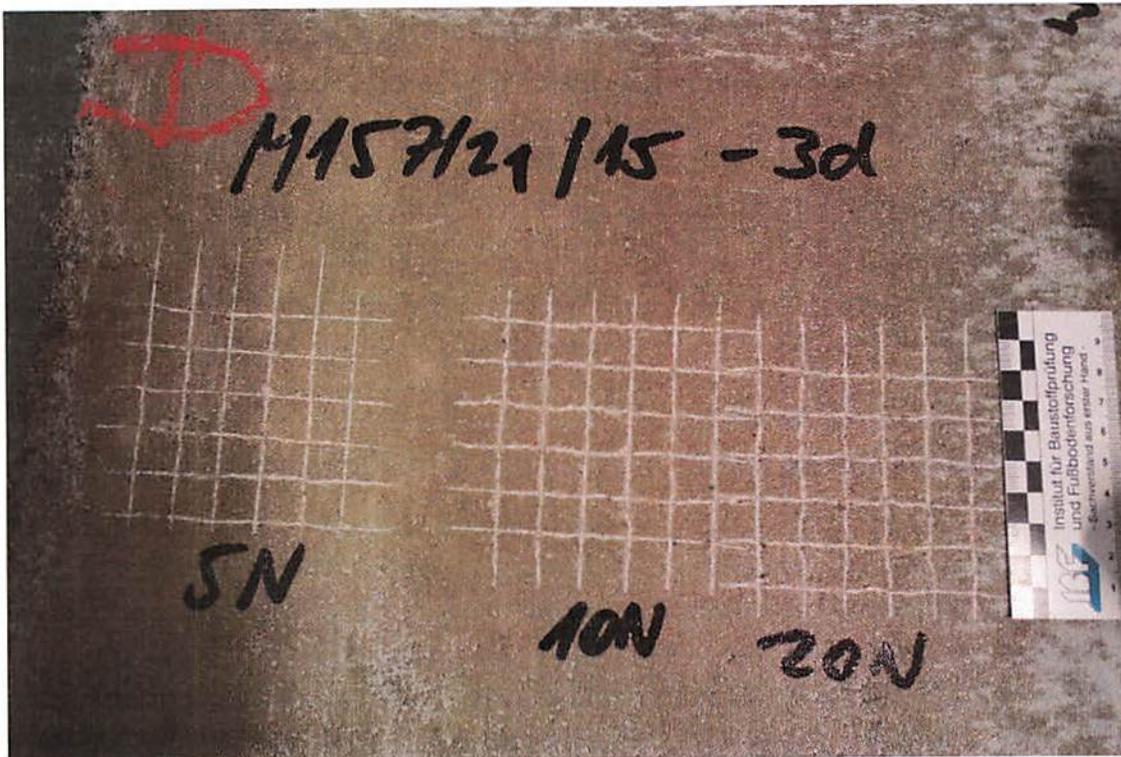


Bild 61: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z13 - Lagerung A / Prüfalter 3 Tage

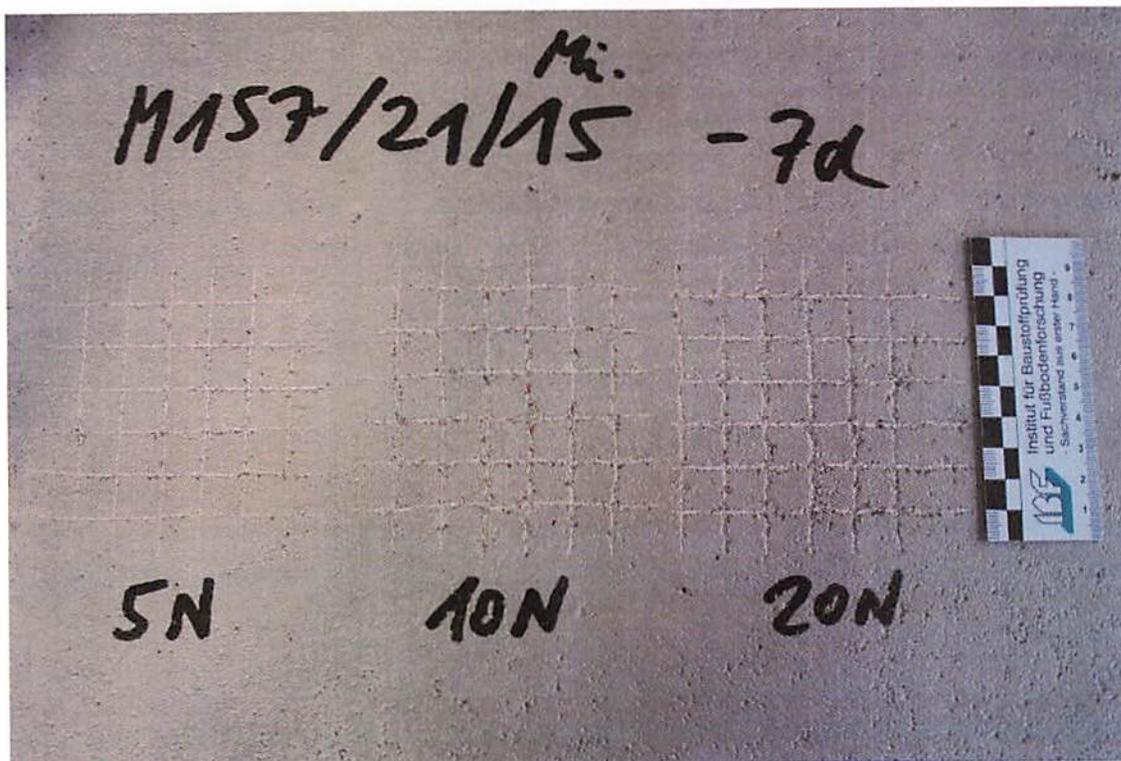
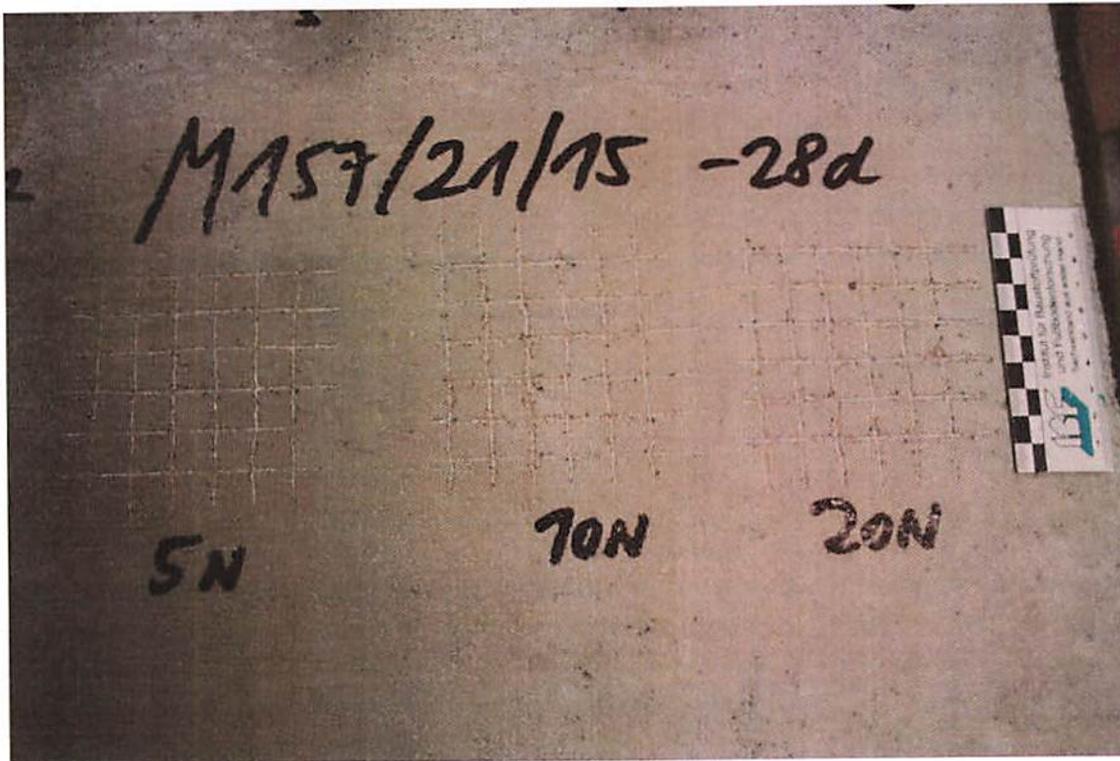


Bild 62: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z13 - Lagerung A / Prüfalter 7 Tage



**Bild 63:** Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z13 - Lagerung A / Prüfalter 28 Tage

**Tabelle 61: Oberflächenzugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung B:** 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 10/65

**Prüfstellenvorbereitung:** „Reinigungsschliff“ von Hand mit einem Schleifpapier mit 16er Körnung und Absaugen mit einem Industriestaubsauger

**Prüfungsdurchführung:** nach dem BEB-Hinweisblatt „Oberflächenzug- und Haftzugfestigkeit von Fußböden“ (Oktober 2017) mit runden Stempeln ohne Nut

**Prüfgerät:** Haftzugprüfgerät Easy M, Freundl, Wennigsen

**Klebstoff:** 2-Komponenten-MMA-Klebstoff

**Prüfalter:** 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Prüfstelle Nr.	Oberflächenzugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>	Kohäsionsbruch im Estrich mit einer maximalen Tiefe in mm
Z13	7	1	1,55	1
		2	1,16	1
		3	1,65	1
		4	1,86	1
		5	1,63	1
		<b>Mittelwert</b>	<b>1,6</b>	-
	28	1	1,78	3
		2	2,26	1
		3	1,70	3
		4	1,70	3
		5	2,28	1
<b>Mittelwert</b>		<b>1,9</b>	-	

<sup>1)</sup> Zementsorte siehe Anlage 1



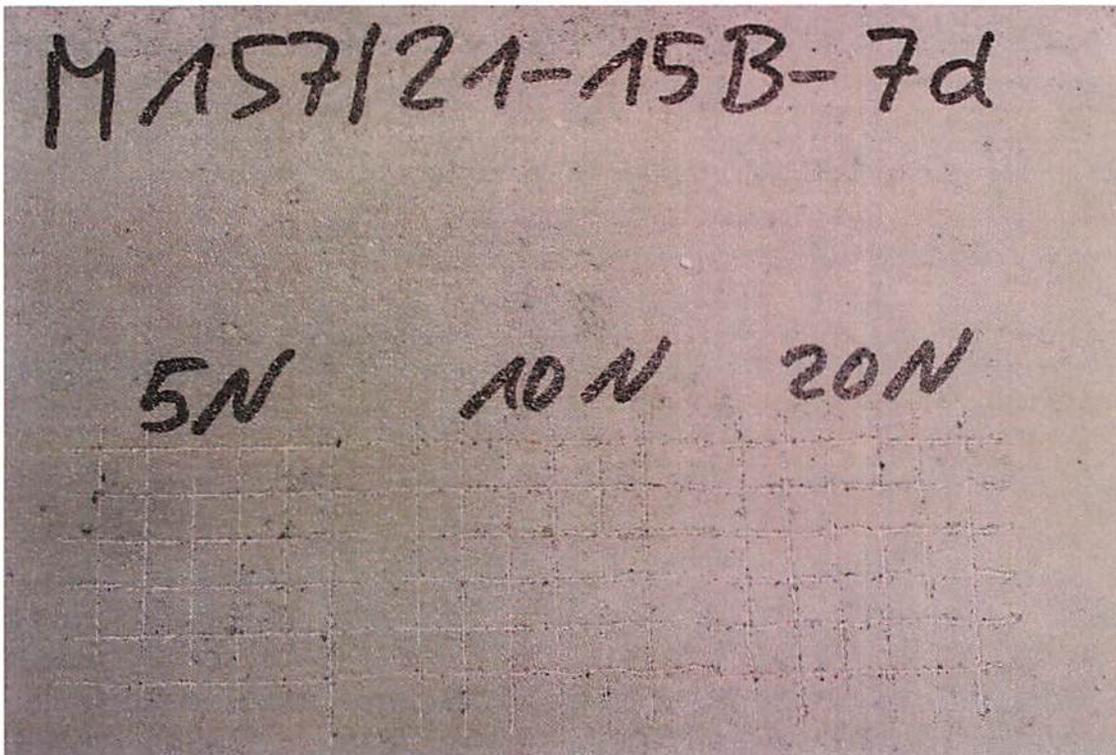


Bild 64: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z13 - Lagerung B / Prüfalter 7 Tage

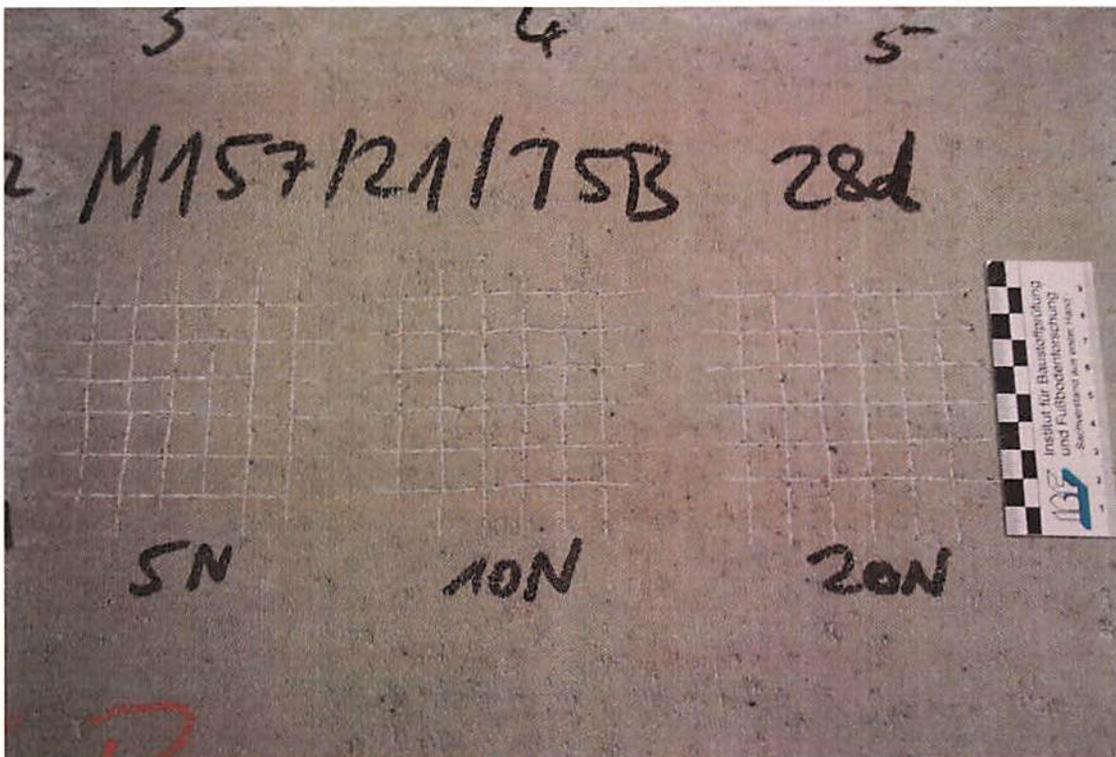


Bild 65: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z13 - Lagerung B / Prüfalter 28 Tage

**Tabelle 62: Oberflächenzugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung A:** 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 20/65

**Prüfstellenvorbereitung:** „Reinigungsschliff“ von Hand mit einem Schleifpapier mit 16er Körnung und Absaugen mit einem Industriestaubsauger

**Prüfungsdurchführung:** nach dem BEB-Hinweisblatt „Oberflächenzug- und Haftzugfestigkeit von Fußböden“ (Oktober 2017) mit runden Stempeln ohne Nut

**Prüfgerät:** Haftzugprüfgerät Easy M, Freundl, Wennigsen

**Klebstoff:** 2-Komponenten-MMA-Klebstoff

**Prüfalter:** 3, 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Prüfstelle Nr.	Oberflächenzugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>	Kohäsionsbruch im Estrich mit einer maximalen Tiefe in mm
Z14	3	1	1,29	8
		2	1,78	10
		3	1,47	10
		4	1,59	6
		5	1,59	6
		<b>Mittelwert</b>	<b>1,5</b>	-
	7	1	1,92	7
		2	1,40	6
		3	1,83	8
		4	1,67	9
		5	2,13	10
		<b>Mittelwert</b>	<b>1,8</b>	-
	28	1	1,85	7
		2	2,18	7
		3	2,06	8
4		2,04	6	
5		1,50	6	
<b>Mittelwert</b>		<b>1,9</b>	-	

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1



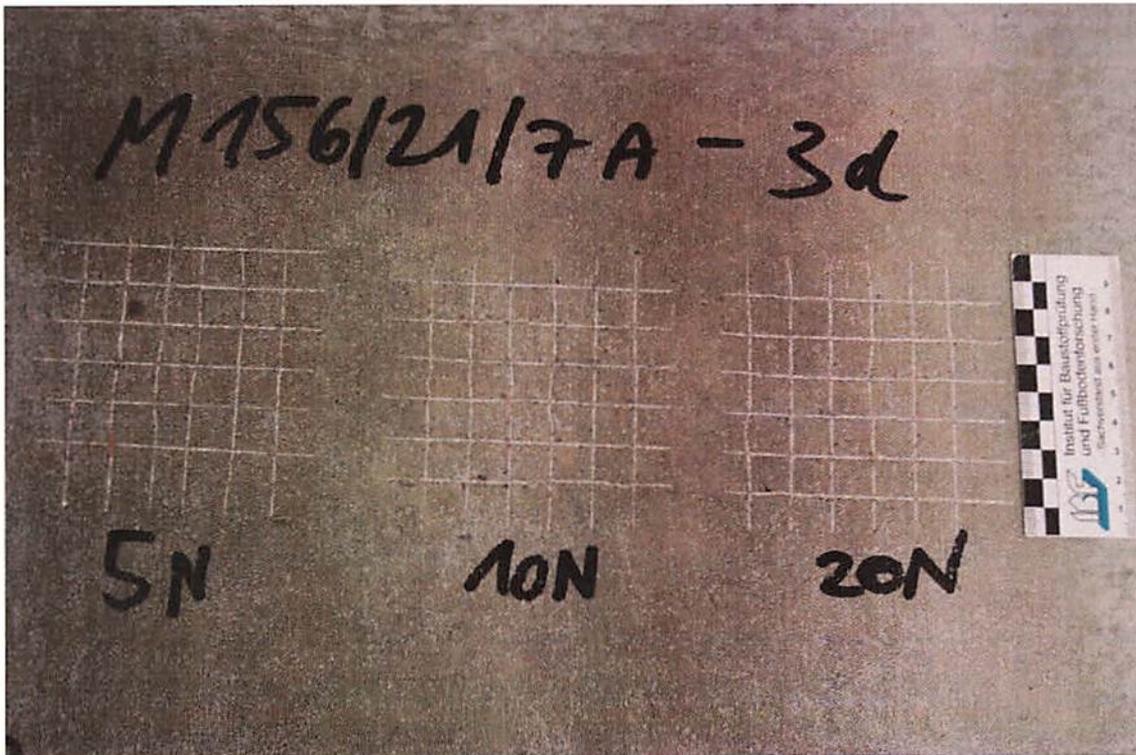


Bild 66: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z14 - Lagerung A / Prüfalter 3 Tage

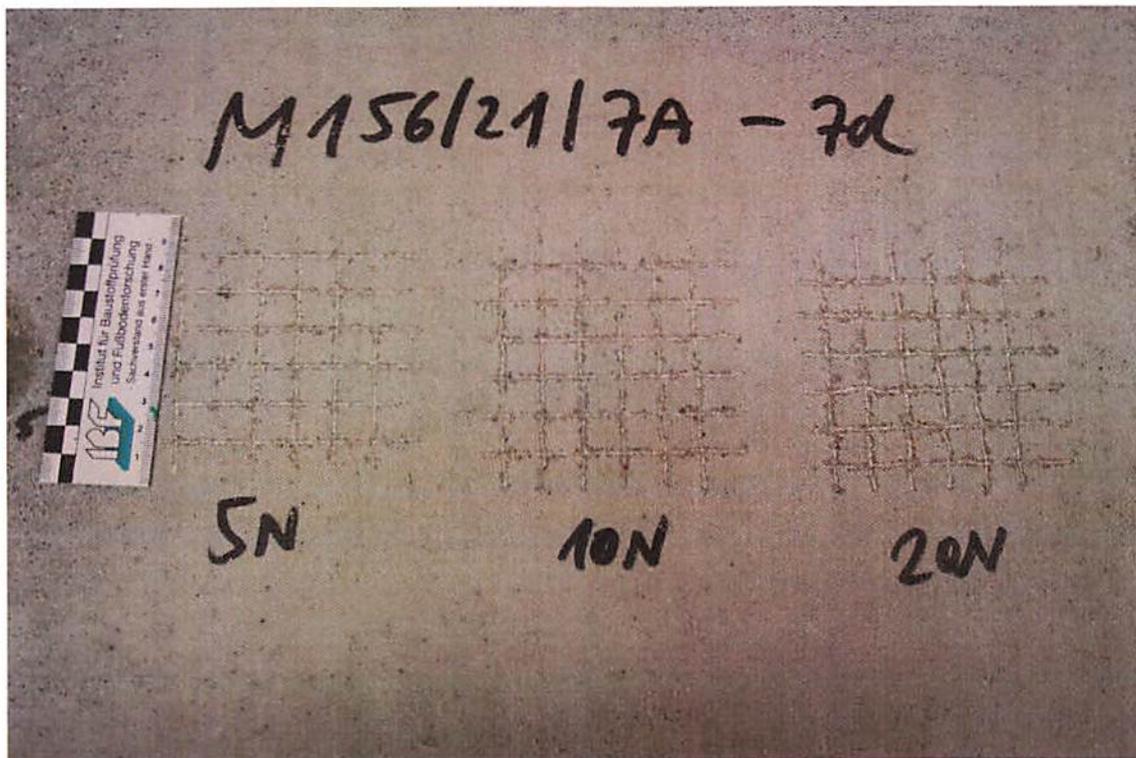


Bild 67: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z14 - Lagerung A / Prüfalter 7 Tage

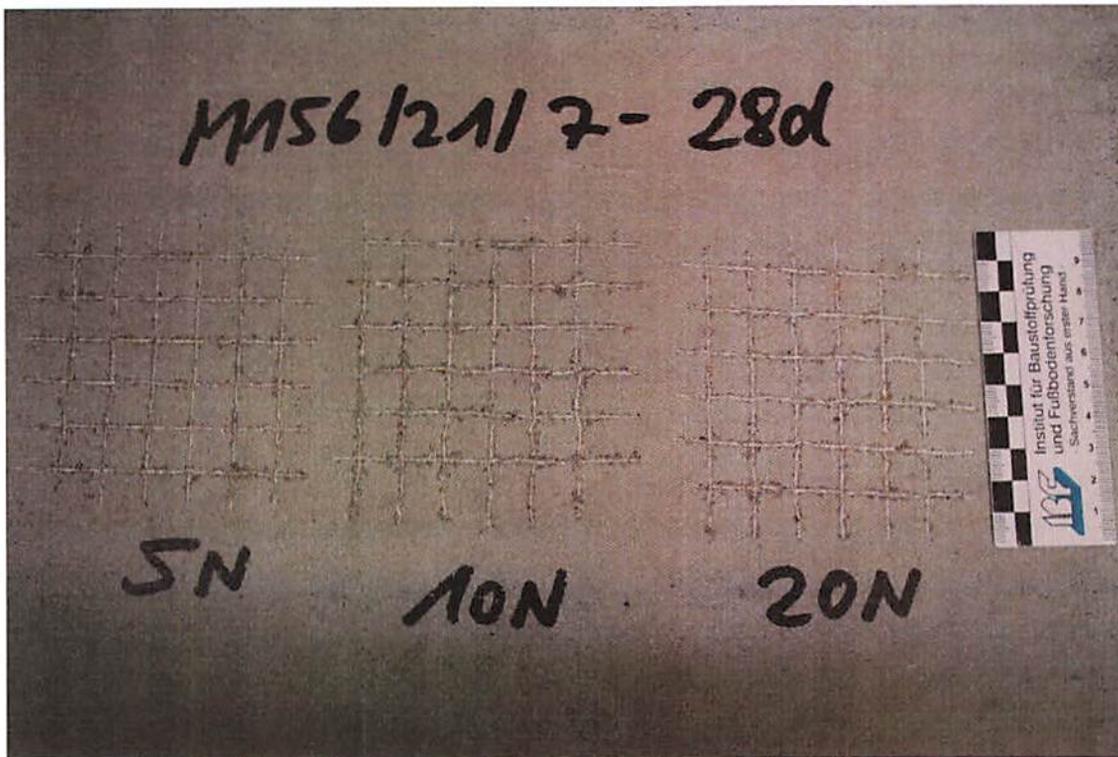


Bild 68: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z14 - Lagerung A / Prüfalter 28 Tage

**Tabelle 63: Oberflächenzugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung B:** 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 10/65

**Prüfstellenvorbereitung:** „Reinigungsschliff“ von Hand mit einem Schleifpapier mit 16er Körnung und Absaugen mit einem Industriestaubsauger

**Prüfungsdurchführung:** nach dem BEB-Hinweisblatt „Oberflächenzug- und Haftzugfestigkeit von Fußböden“ (Oktober 2017) mit runden Stempeln ohne Nut

**Prüfgerät:** Haftzugprüfgerät Easy M, Freundl, Wennigsen

**Klebstoff:** 2-Komponenten-MMA-Klebstoff

**Prüfalter:** 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Prüfstelle Nr.	Oberflächenzugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>	Kohäsionsbruch im Estrich mit einer maximalen Tiefe in mm
Z14	7	1	1,20	8
		2	1,89	7
		3	1,20	7
		4	1,77	8
		5	1,50	6
		<b>Mittelwert</b>	<b>1,5</b>	-
	28	1	1,47	1
		2	2,16	2
		3	2,03	8
		4	1,87	8
		5	1,53	5
<b>Mittelwert</b>	<b>1,8</b>	-		

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1



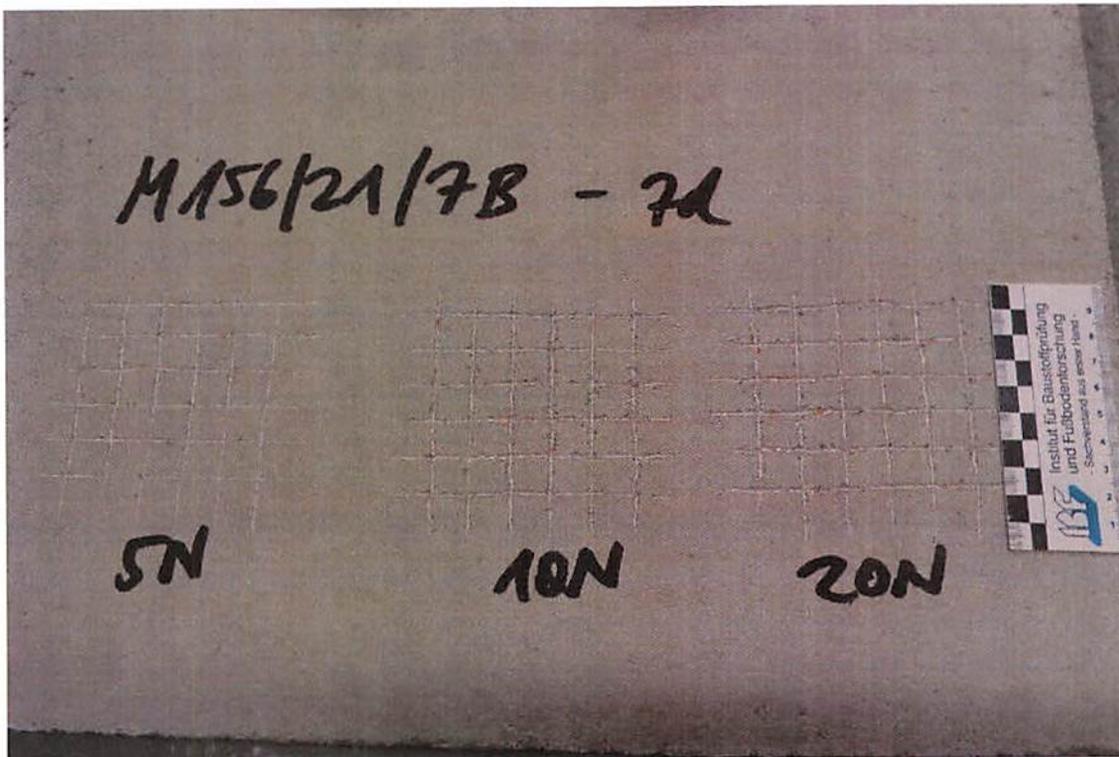


Bild 69: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z14 - Lagerung B / Prüfalter 7 Tage

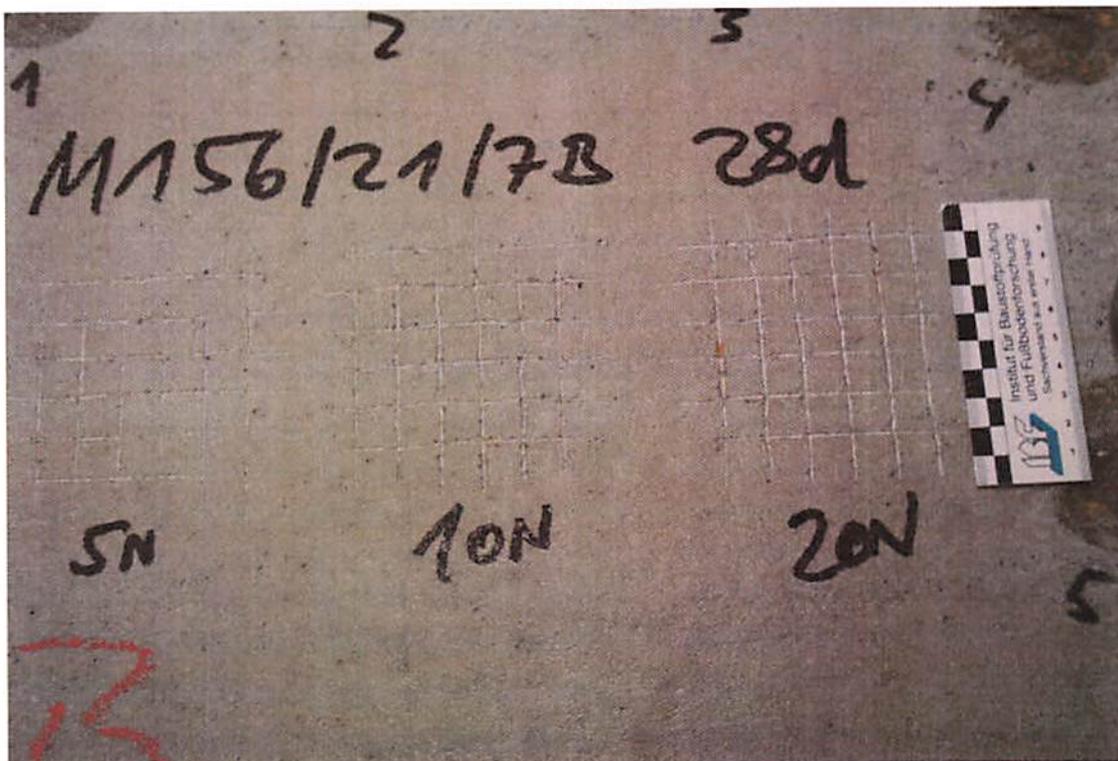


Bild 70: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z14 - Lagerung B / Prüfalter 28 Tage

**Tabelle 64: Oberflächenzugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung A:** 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 20/65

**Prüfstellenvorbereitung:** „Reinigungsschliff“ von Hand mit einem Schleifpapier mit 16er Körnung und Absaugen mit einem Industriestaubsauger

**Prüfungsdurchführung:** nach dem BEB-Hinweisblatt „Oberflächenzug- und Haftzugfestigkeit von Fußböden“ (Oktober 2017) mit runden Stempeln ohne Nut

**Prüfgerät:** Haftzugprüfgerät Easy M, Freundl, Wennigsen

**Klebstoff:** 2-Komponenten-MMA-Klebstoff

**Prüfalter:** 3, 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Prüfstelle Nr.	Oberflächenzugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>	Kohäsionsbruch im Estrich mit einer maximalen Tiefe in mm
Z15	3	1	1,39	1
		2	1,76	4
		3	1,70	1
		4	1,76	2
		5	1,65	6
		<b>Mittelwert</b>	<b>1,7</b>	-
	7	1	1,90	5
		2	1,86	4
		3	2,55	3
		4	2,26	2
		5	2,38	4
		<b>Mittelwert</b>	<b>2,2</b>	-
	28	1	2,47	1
		2	2,24	1
		3	2,56	5
4		2,61	1	
5		2,68	1	
<b>Mittelwert</b>		<b>2,5</b>	-	

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1



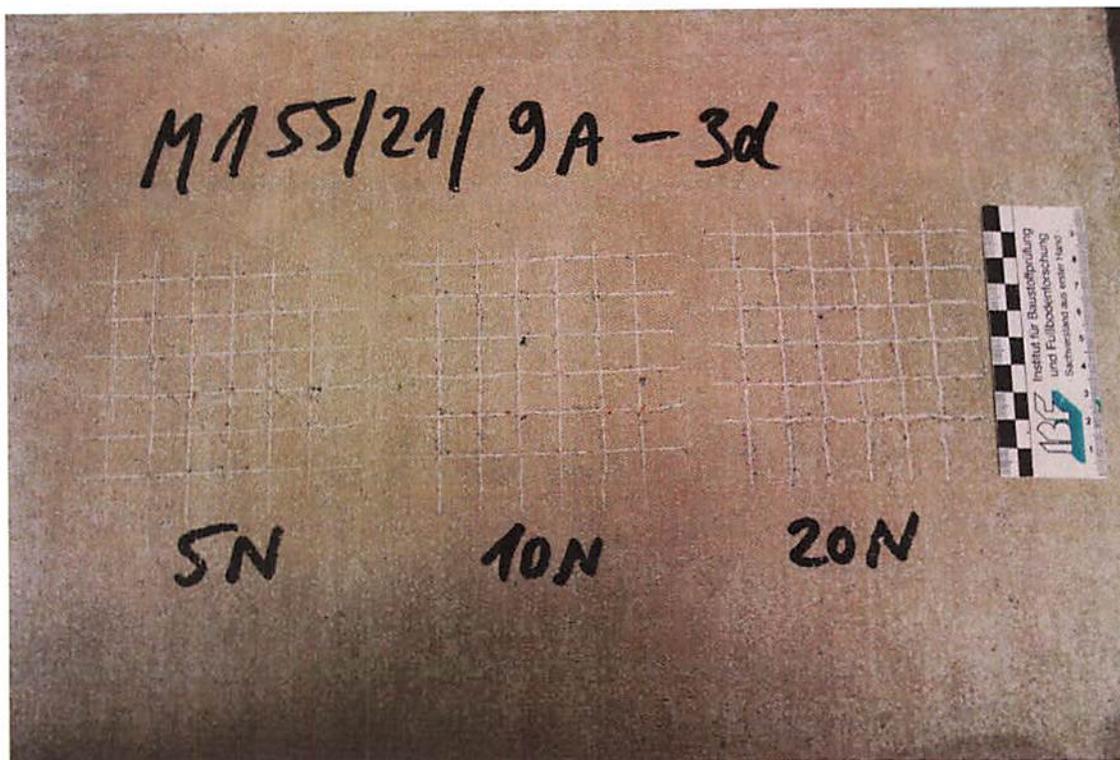


Bild 71: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z15 - Lagerung A / Prüfalter 3 Tage

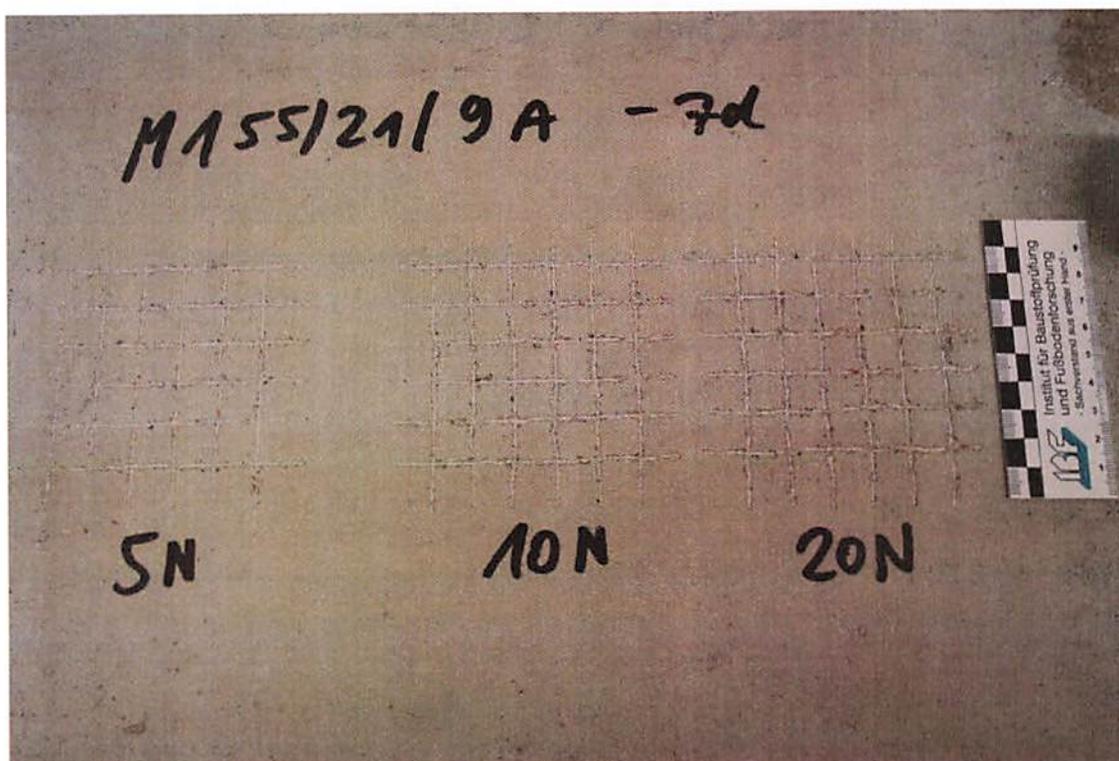


Bild 72: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z15 - Lagerung A / Prüfalter 7 Tage

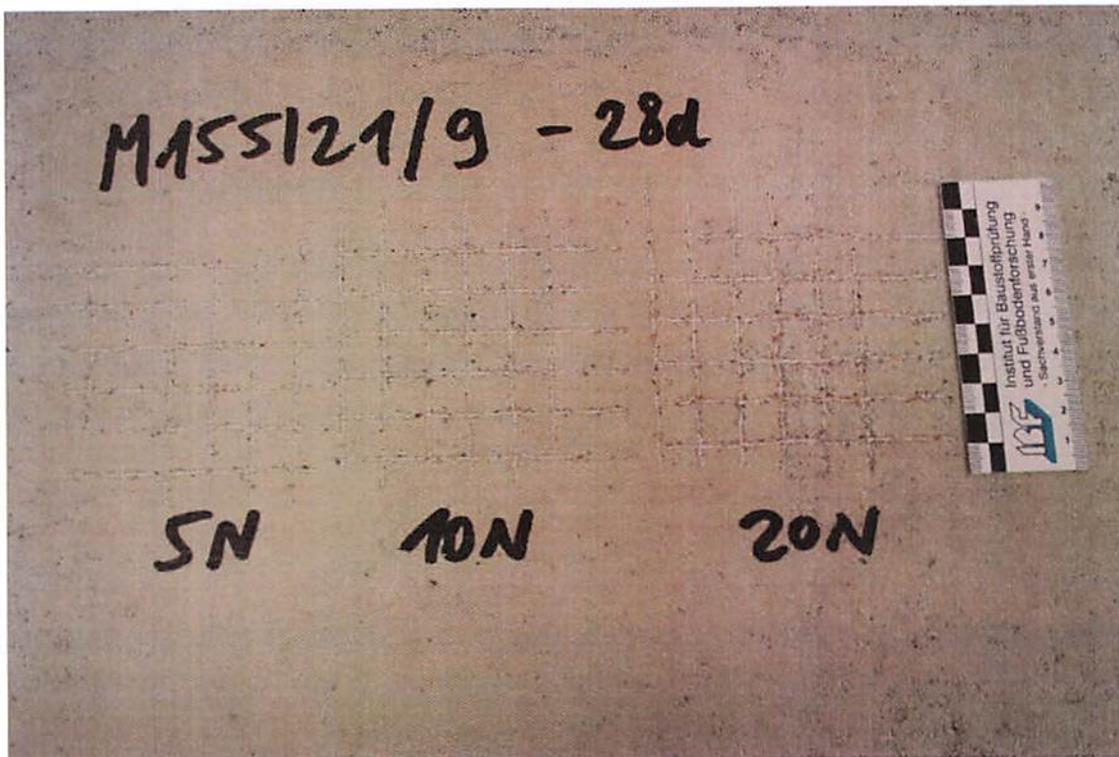


Bild 73: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z15 - Lagerung A / Prüfalter 28 Tage

**Tabelle 65: Oberflächenzugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung B:** 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 10/65

**Prüfstellenvorbereitung:** „Reinigungsschliff“ von Hand mit einem Schleifpapier mit 16er Körnung und Absaugen mit einem Industriestaubsauger

**Prüfungsdurchführung:** nach dem BEB-Hinweisblatt „Oberflächenzug- und Haftzugfestigkeit von Fußböden“ (Oktober 2017) mit runden Stempeln ohne Nut

**Prüfgerät:** Haftzugprüfgerät Easy M, Freundl, Wennigsen

**Klebstoff:** 2-Komponenten-MMA-Klebstoff

**Prüfalter:** 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Prüfstelle Nr.	Oberflächenzug- festigkeit N/mm <sup>2</sup>	Kohäsionsbruch im Estrich mit einer maximalen Tiefe in mm
Z15	7	1	1,63	1
		2	1,67	1
		3	1,44	1
		4	1,31	1
		5	1,39	1
		<b>Mittelwert</b>	<b>1,5</b>	-
	28	1	2,01	1
		2	2,12	1
		3	2,11	1
		4	1,96	1
		5	2,10	6
<b>Mittelwert</b>		<b>2,1</b>	-	

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1



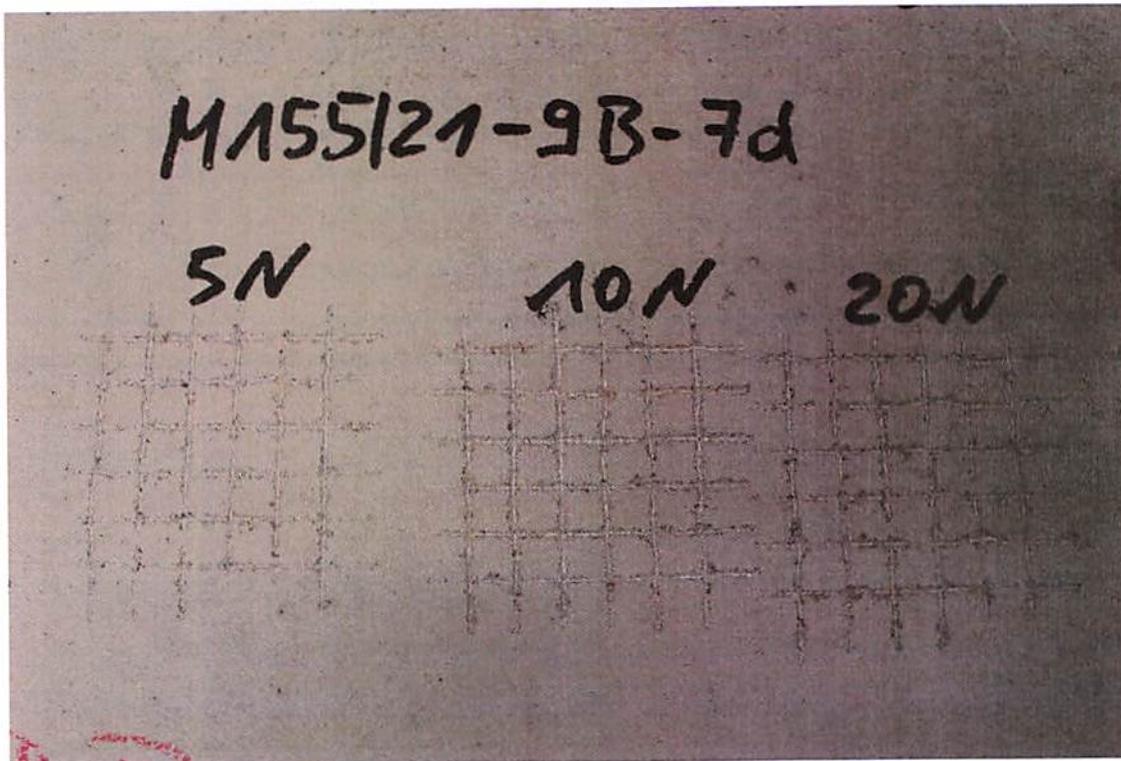


Bild 74: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z15 - Lagerung B / Prüfalter 7 Tage

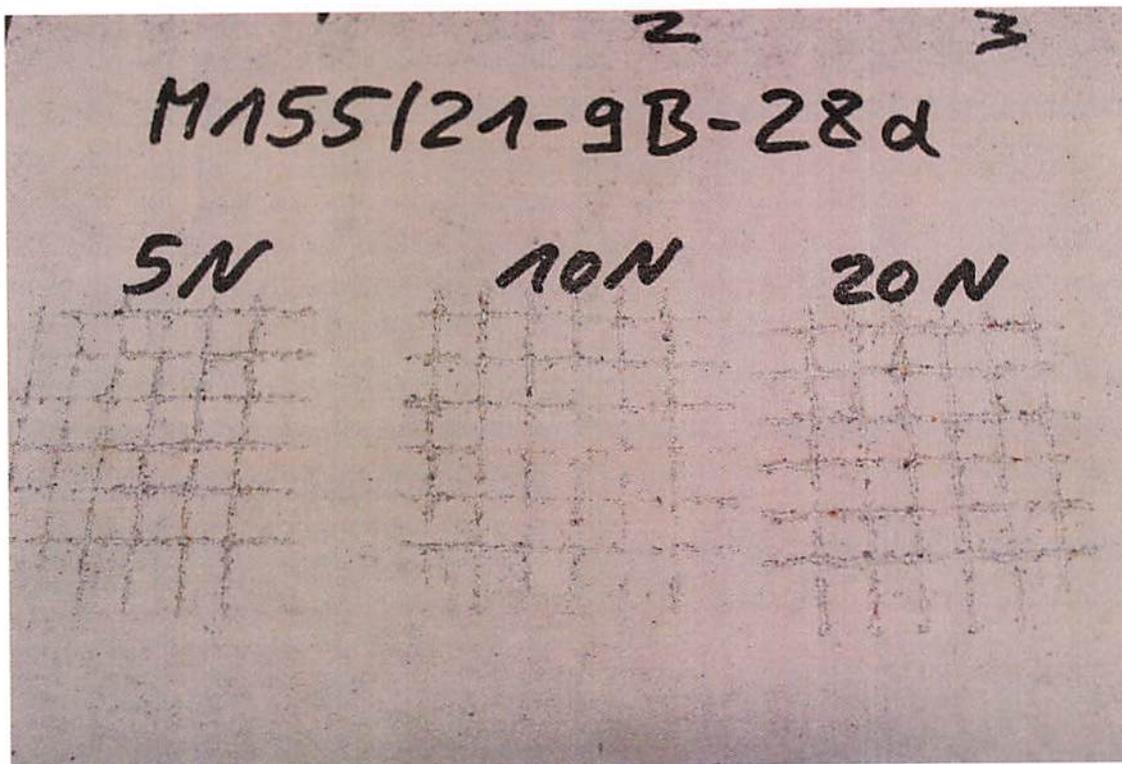


Bild 75: Ritzbilder Estrichoberfläche mit Zement Z15 - Lagerung B / Prüfalter 28 Tage

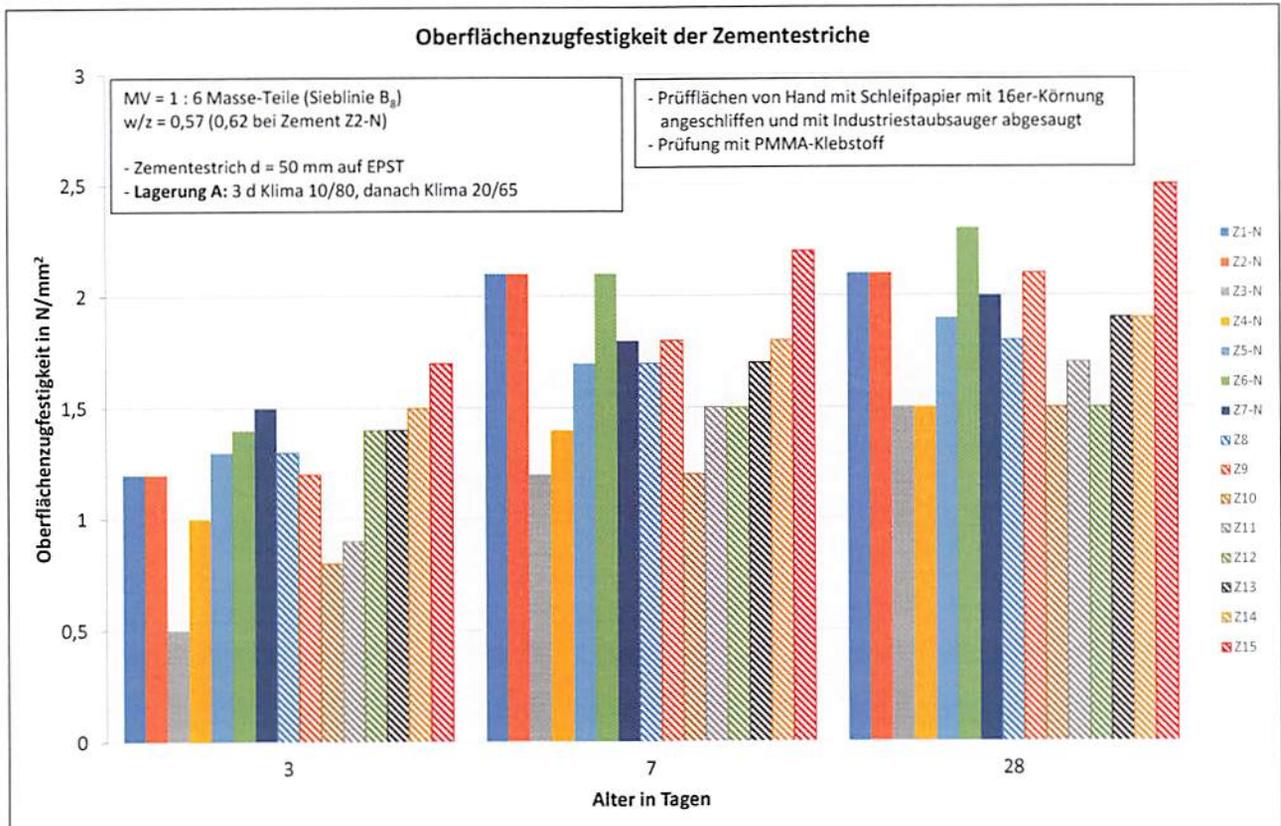
**Tabelle 66: Oberflächenzugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

Zement <sup>1)</sup>	Oberflächenzugfestigkeit (Mittelwerte) in N/mm <sup>2</sup>					
	Prüfalter 3 Tage		Prüfalter 7 Tage		Prüfalter 28 Tage	
	Lagerung A	Lagerung B	Lagerung A	Lagerung B	Lagerung A	Lagerung B
Z1-N	1,2	- <sup>2)</sup>	2,1	1,8	2,1	1,9
Z2-N	1,2	- <sup>2)</sup>	2,1	2,0	2,1	2,0
Z3-N	0,5	- <sup>2)</sup>	1,2	1,2	1,5	1,7
Z4-N	1,0	- <sup>2)</sup>	1,4	1,3	1,5	1,5
Z5-N	1,3	- <sup>2)</sup>	1,7	1,4	1,9	1,8
Z6-N	1,4	- <sup>2)</sup>	2,1	1,3	2,3	2,1
Z7-N	1,5	- <sup>2)</sup>	1,8	1,5	2,0	1,8
Z8	1,3	- <sup>2)</sup>	1,7	1,4	1,8	1,8
Z9	1,2	- <sup>2)</sup>	1,8	1,7	2,1	1,7
Z10	0,8	- <sup>2)</sup>	1,2	1,3	1,5	1,5
Z11	0,9	- <sup>2)</sup>	1,5	1,5	1,7	1,6
Z12	1,4	- <sup>2)</sup>	1,5	1,4	1,5	1,7
Z13	1,4	- <sup>2)</sup>	1,7	1,6	1,9	1,9
Z14	1,5	- <sup>2)</sup>	1,8	1,5	1,9	1,8
Z15	1,7	- <sup>2)</sup>	2,2	1,5	2,5	2,1

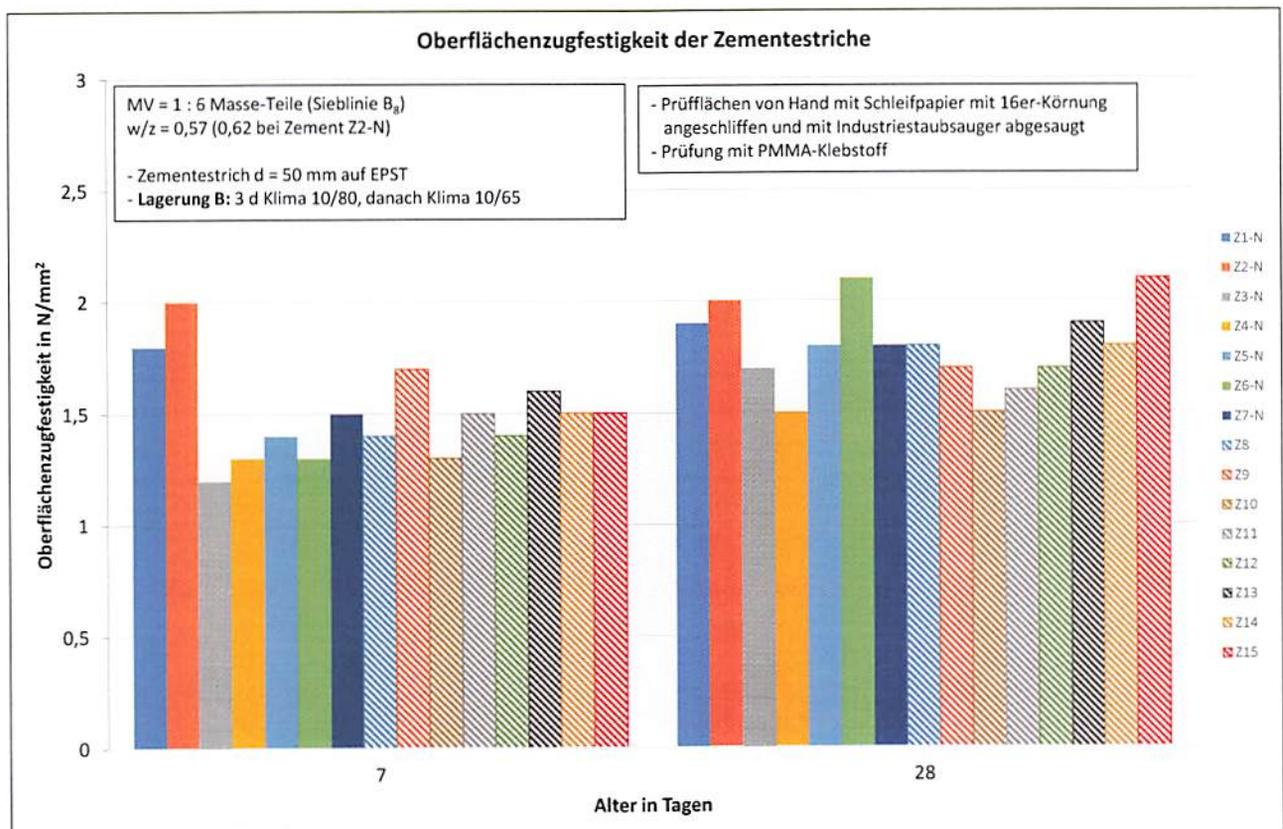
<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1

<sup>2)</sup> gleiche Lagerung wie bei Lagerung A; Wert daher nicht geprüft  
Lagerung A = 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 20/65  
Lagerung B = 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 10/65





**Skizze 15:** Oberflächenzugfestigkeit der Zementestriche bei Lagerung A



**Skizze 16:** Oberflächenzugfestigkeit der Zementestriche bei Lagerung B

**Tabelle 67: Biegezugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung A: 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 20/65**

Prüfungsdurchführung: nach DIN 18560-2:2009-09

Prüfalter: 3, 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Probe- körper Nr.	Breite im Bruchquerschnitt mm	Dicke mm	Stütz- weite mm	Bruch- kraft N	Biegezug- festigkeit N/mm <sup>2</sup>
Z1-N	3	1	61	50	250	1066	2,6
		2	60	50	250	1015	2,5
		3	61	50	250	1200	3,0
		4	60	51	250	1156	2,8
		<b>Mittel</b>	-	<b>50</b>	-	-	<b>2,7</b>
	7	1	60	51	260	1485	3,7
		2	60	50	260	1304	3,4
		3	60	50	260	1153	3,0
		4	60	49	260	1171	3,2
		<b>Mittel</b>	-	<b>50</b>	-	-	<b>3,3</b>
	28	1	59	50	250	1488	3,8
		2	59	49	250	1358	3,6
3		60	48	250	1492	4,0	
4		60	51	250	1653	4,0	
<b>Mittel</b>		-	<b>50</b>	-	-	<b>3,9</b>	

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1



**Tabelle 68: Biegezugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung B:** 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 10/65

Prüfungsdurchführung: nach DIN 18560-2:2009-09

Prüfalter: 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Probekörper Nr.	Breite im Bruchquerschnitt mm	Dicke mm	Stütz- weite mm	Bruch- kraft N	Biegezug- festigkeit N/mm <sup>2</sup>
Z1-N	7	1	60	50	250	1447	3,6
		2	61	51	250	1243	2,9
		3	62	53	250	1409	3,0
		4	61	51	250	1425	3,4
		<b>Mittel</b>	-	<b>51</b>	-	-	<b>3,2</b>
	28	1	60	50	250	1585	3,2 <sup>2)</sup>
		2	59	50	250	1810	3,7 <sup>2)</sup>
		3	59	52	250	1708	4,0
		4	60	51	250	1618	3,1 <sup>2)</sup>
		<b>Mittel</b>	-	<b>51</b>	-	-	<b>3,5</b>

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1

<sup>2)</sup> Probekörper ca. 25 mm außermittig gebrochen



**Tabelle 69: Biegezugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung A: 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 20/65**

Prüfungsdurchführung: nach DIN 18560-2:2009-09

Prüfalter: 3, 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Probe- körper Nr.	Breite im Bruchquerschnitt mm	Dicke mm	Stütz- weite mm	Bruch- kraft N	Biegezug- festigkeit N/mm <sup>2</sup>
Z2-N	3	1	60	51	250	765	1,8
		2	60	51	250	802	1,9
		3	60	50	250	1049	2,6
		4	61	51	250	1108	2,6
		<b>Mittel</b>	-	<b>51</b>	-	-	<b>2,2</b>
	7	1	60	48	250	946	2,6
		2	62	48	250	1095	2,9
		3	60	50	250	1146	2,9
		4	60	51	250	1158	2,8
		<b>Mittel</b>	-	<b>49</b>	-	-	<b>2,8</b>
	28	1	61	51	250	1717	4,1
		2	60	50	250	1581	4,0
3		61	50	250	1890	4,6	
4		59	52	250	1630	3,8	
<b>Mittel</b>		-	<b>51</b>	-	-	<b>4,1</b>	

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1



**Tabelle 70: Biegezugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung B:** 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 10/65

Prüfungsdurchführung: nach DIN 18560-2:2009-09

Prüfalter: 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Probe- körper Nr.	Breite im Bruchquerschnitt mm	Dicke mm	Stütz- weite mm	Bruch- kraft N	Biegezug- festigkeit N/mm <sup>2</sup>
Z2-N	7	1	60	51	250	1168	2,8
		2	60	51	250	1209	2,9
		3	60	51	250	1277	3,1
		4	60	51	250	1368	3,3
		<b>Mittel</b>	-	<b>51</b>	-	-	<b>3,0</b>
	28	1	61	50	250	1785	4,4
		2	60	50	250	1622	4,1
		3	60	50	250	1684	4,2
		4	60	51	250	1351	3,2
		<b>Mittel</b>	-	<b>50</b>	-	-	<b>4,0</b>

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1



**Tabelle 71: Biegezugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung A: 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 20/65**

Prüfungsdurchführung: nach DIN 18560-2:2009-09

Prüfalter: 3, 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Probekörper Nr.	Breite im Bruchquerschnitt mm	Dicke mm	Stützweite mm	Bruchkraft N	Biegezugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>
Z3-N	3	1	59	51	250	539	1,3
		2	59	51	250	588	1,4
		3	59	51	250	536	1,3
		4	59	51	250	459	1,1
		<b>Mittel</b>	-	<b>51</b>	-	-	<b>1,3</b>
	7	1	61	52	250	956	2,2
		2	60	52	250	1097	2,5
		3	61	51	250	1146	2,7
		4	60	50	250	796	2,0
		<b>Mittel</b>	-	<b>51</b>	-	-	<b>2,4</b>
	28	1	61	49	250	1482	3,8
		2	61	48	250	1159	3,1
3		61	49	250	1527	3,9	
4		60	50	250	1589	4,0	
<b>Mittel</b>		-	<b>49</b>	-	-	<b>3,7</b>	

<sup>1)</sup>Zementsorten siehe Anlage 1



**Tabelle 72: Biegezugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung B:** 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 10/65

**Prüfungsdurchführung:** nach DIN 18560-2:2009-09

**Prüfalter:** 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Probekörper Nr.	Breite im Bruchquerschnitt mm	Dicke mm	Stützweite mm	Bruchkraft N	Biegezugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>
Z3-N	7	1	61	49	250	738	1,9
		2	61	50	250	902	2,2
		3	60	50	250	817	2,0
		4	60	50	250	903	2,3
		<b>Mittel</b>	-	<b>50</b>	-	-	<b>2,1</b>
	28	1	61	49	250	931	2,4
		2	61	49	250	1201	3,1
		3	61	49	250	1073	2,7
		4	61	49	250	947	2,4
		<b>Mittel</b>	-	<b>49</b>	-	-	<b>2,7</b>

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1



**Tabelle 73: Biegezugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung A:** 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 20/65

Prüfungsdurchführung: nach DIN 18560-2:2009-09

Prüfalter: 3, 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Probekörper Nr.	Breite im Bruchquerschnitt mm	Dicke mm	Stützweite mm	Bruchkraft N	Biegezugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>
Z4-N	3	1	60	50	250	617	1,5
		2	60	51	250	650	1,6
		3	59	50	250	765	1,8
		4	61	50	250	759	1,9
		<b>Mittel</b>	-	<b>50</b>	-	-	<b>1,7</b>
	7	1	59	50	250	834	2,1
		2	60	50	250	898	2,2
		3	59	50	250	840	2,1
		4	59	51	250	763	1,9
		<b>Mittel</b>	-	<b>50</b>	-	-	<b>2,1</b>
	28	1	59	51	250	1476	3,6
		2	59	50	250	1394	3,5
3		60	49	250	1377	3,6	
4		60	50	250	1384	3,5	
<b>Mittel</b>		-	<b>50</b>	-	-	<b>3,6</b>	

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1



**Tabelle 74: Biegezugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung B: 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 10/65**

Prüfungsdurchführung: nach DIN 18560-2:2009-09

Prüfalter: 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Probe- körper Nr.	Breite im Bruchquerschnitt mm	Dicke mm	Stütz- weite mm	Bruch- kraft N	Biegezug- festigkeit N/mm <sup>2</sup>
Z4-N	7	1	60	50	250	1237	3,1
		2	61	51	250	1324	3,1
		3	61	52	250	1379	3,1
		4	61	50	250	1244	3,1
		<b>Mittel</b>	-	<b>51</b>	-	-	<b>3,1</b>
	28	1	59	52	250	1584	3,7
		2	60	51	250	1930	4,6
		3	60	51	250	1753	4,2
		4	60	51	250	1474	3,5
		<b>Mittel</b>	-	<b>51</b>	-	-	<b>4,0</b>

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1



**Tabelle 75: Biegezugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung A: 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 20/65**

Prüfungsdurchführung: nach DIN 18560-2:2009-09

Prüfalter: 3, 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Probekörper Nr.	Breite im Bruchquerschnitt mm	Dicke mm	Stützweite mm	Bruchkraft N	Biegezugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>
Z5-N	3	1	61	50	250	987	2,4
		2	61	50	250	911	2,2
		3	60	50	250	925	2,3
		4	62	51	250	1011	2,4
		<b>Mittel</b>	-	<b>50</b>	-	-	<b>2,3</b>
	7	1	62	50	250	1185	2,9
		2	62	50	250	1092	2,6
		3	62	49	250	1257	3,2
		4	62	48	250	1325	3,5
		<b>Mittel</b>	-	<b>49</b>	-	-	<b>3,1</b>
	28	1	62	51	250	2302	5,4
		2	62	51	250	2301	5,4
3		62	51	250	2202	5,1	
4		61	51	250	1767	4,2	
<b>Mittel</b>		-	<b>51</b>	-	-	<b>5,0</b>	

<sup>1)</sup>Zementsorte siehe Anlage 1



**Tabelle 76: Biegezugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung B: 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 10/65**

Prüfungsdurchführung: nach DIN 18560-2:2009-09

Prüfalter: 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Probe- körper Nr.	Breite im Bruchquerschnitt mm	Dicke mm	Stütz- weite mm	Bruch- kraft N	Biegezug- festigkeit N/mm <sup>2</sup>
Z5-N	7	1	61	51	250	1261	3,0
		2	61	50	250	1511	3,7
		3	61	51	250	1202	2,8
		4	61	50	250	1337	3,3
		<b>Mittel</b>	-	<b>51</b>	-	-	<b>3,2</b>
	28	1	61	53	250	1640	3,6
		2	60	52	250	1781	4,1
		3	61	52	250	1992	4,5
		4	60	52	250	1808	4,2
		<b>Mittel</b>	-	<b>52</b>	-	-	<b>4,1</b>

<sup>1)</sup> Zementsorte siehe Anlage 1



**Tabelle 77: Biegezugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung A: 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 20/65**

Prüfungsdurchführung: nach DIN 18560-2:2009-09

Prüfalter: 3, 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Probekörper Nr.	Breite im Bruchquerschnitt mm	Dicke mm	Stützweite mm	Bruchkraft N	Biegezugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>
Z6-N	3	1	60	50	250	958	2,4
		2	60	50	250	1049	2,6
		3	59	50	250	770	2,0
		4	60	49	250	525	1,4
		<b>Mittel</b>	-	<b>50</b>	-	-	<b>2,1</b>
	7	1	60	50	250	1111	2,8
		2	61	50	250	1311	3,2
		3	59	49	250	1166	3,1
		4	60	51	250	1220	2,9
		<b>Mittel</b>	-	<b>50</b>	-	-	<b>3,0</b>
	28	1	60	52	250	1425	3,3
		2	61	51	250	1802	4,3
3		60	51	250	1206	2,9	
4		60	51	250	1115	2,7	
<b>Mittel</b>		-	<b>50</b>	-	-	<b>3,3</b>	

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1



**Tabelle 78: Biegezugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung B:** 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 10/65

Prüfungsdurchführung: nach DIN 18560-2:2009-09

Prüfalter: 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Probe- körper Nr.	Breite im Bruchquerschnitt mm	Dicke mm	Stütz- weite mm	Bruch- kraft N	Biegezug- festigkeit N/mm <sup>2</sup>
Z6-N	7	1	61	52	250	1311	3,0
		2	60	50	250	1280	3,2
		3	60	50	250	1130	2,8
		4	60	50	250	1070	2,7
		<b>Mittel</b>	-	<b>51</b>	-	-	<b>2,9</b>
	28	1	60	49	250	1425	3,7
		2	61	49	250	1256	3,2
		3	61	50	250	1451	3,7
		4	60	50	250	1465	3,7
		<b>Mittel</b>	-	<b>50</b>	-	-	<b>3,6</b>

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1



**Tabelle 79: Biegezugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung A: 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 20/65**

Prüfungsdurchführung: nach DIN 18560-2:2009-09

Prüfalter: 3, 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Probekörper Nr.	Breite im Bruchquerschnitt mm	Dicke mm	Stützweite mm	Bruchkraft N	Biegezugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>
Z7-N	3	1	60	51	250	790	1,9
		2	60	50	250	733	1,8
		3	60	50	250	981	2,5
		4	60	51	250	757	1,8
		<b>Mittel</b>	-	<b>51</b>	-	-	<b>2,0</b>
	7	1	60	51	250	1138	2,7
		2	61	50	250	1438	3,6
		3	60	51	250	1461	3,5
		4	60	51	250	1490	3,6
		<b>Mittel</b>	-	<b>51</b>	-	-	<b>3,4</b>
	28	1	60	52	250	1522	3,5
		2	60	52	250	1672	3,9
3		60	52	250	1879	4,3	
4		60	52	250	1647	3,8	
<b>Mittel</b>		-	<b>52</b>	-	-	<b>3,9</b>	

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1



**Tabelle 80: Biegezugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung B: 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 10/65**

Prüfungsdurchführung: nach DIN 18560-2:2009-09

Prüfalter: 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Probekörper Nr.	Breite im Bruchquerschnitt mm	Dicke mm	Stützweite mm	Bruchkraft N	Biegezugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>
Z7-N	7	1	61	51	250	1446	3,4
		2	60	50	250	1605	3,9
		3	61	52	250	1873	4,3
		4	61	51	250	1476	3,5
		<b>Mittel</b>	-	<b>51</b>	-	-	<b>3,8</b>
	28	1	61	50	250	1739	4,3
		2	61	50	250	1834	4,5
		3	61	50	250	1759	4,3
		4	60	50	250	1751	4,4
		<b>Mittel</b>	-	<b>50</b>	-	-	<b>4,4</b>

<sup>1)</sup>Zementarten siehe Anlage 1



**Tabelle 81: Biegezugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung A:** 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 20/65

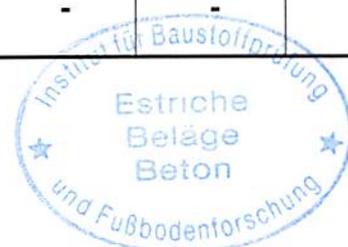
Prüfungsdurchführung: nach DIN 18560-2:2009-09

Prüfalter: 3, 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Probekörper Nr.	Breite im Bruchquerschnitt mm	Dicke mm	Stützweite mm	Bruchkraft N	Biegezugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>
Z8	3	1	59	49	250	971	2,6
		2	59	50	250	1291	3,3
		3	59	51	250	1287	2,0 <sup>2)</sup>
		4	59	51	250	1228	3,0
		<b>Mittel</b>	-	<b>50</b>	-	-	<b>2,7</b>
	7	1	60	51	250	1512	3,6
		2	60	51	250	1321	3,2
		3	60	51	250	1339	3,2
		4	60	51	250	1428	3,4
		<b>Mittel</b>	-	<b>51</b>	-	-	<b>3,4</b>
	28	1	60	51	250	1510	3,6
		2	60	52	250	1517	3,5
3		60	50	250	1531	3,8	
4		60	51	250	1483	3,6	
<b>Mittel</b>		-	<b>51</b>	-	-	<b>3,6</b>	

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1

<sup>2)</sup> Probekörper ca. 45 mm außermittig gebrochen



**Tabelle 82: Biegezugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung B:** 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 10/65

Prüfungsdurchführung: nach DIN 18560-2:2009-09

Prüfalter: 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Probekörper Nr.	Breite im Bruchquerschnitt mm	Dicke mm	Stützweite mm	Bruchkraft N	Biegezugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>	
Z8	7	1	60	52	250	1745	4,0	
		2	61	52	250	1483	3,4	
		3	60	52	250	1645	3,8	
		4	61	52	250	1525	3,5	
		<b>Mittel</b>	-	<b>52</b>	-	-	<b>3,7</b>	
	28	28	1	61	50	250	1584	3,9
			2	61	51	250	1734	4,1
			3	61	50	250	1522	3,7
			4	61	50	250	1440	3,5
		<b>Mittel</b>	-	<b>50</b>	-	-	<b>3,8</b>	

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1



**Tabelle 83: Biegezugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung A:** 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 20/65

Prüfungsdurchführung: nach DIN 18560-2:2009-09

Prüfalter: 3, 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Probekörper Nr.	Breite im Bruchquerschnitt mm	Dicke mm	Stützweite mm	Bruchkraft N	Biegezugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>
Z9	3	1	60	51	250	839	2,0
		2	60	51	250	867	2,1
		3	60	51	250	733	1,8
		4	60	51	250	605	1,5
		<b>Mittel</b>	-	<b>51</b>	-	-	<b>1,9</b>
	7	1	59	51	260	1246	3,2
		2	60	52	260	1181	2,8
		3	60	51	260	960	2,4
		4	59	51	260	1043	2,7
		<b>Mittel</b>	-	<b>51</b>	-	-	<b>2,8</b>
	28	1	60	50	250	1066	2,7
		2	60	51	250	1439	3,5
3		60	51	250	1749	4,2	
4		60	52	250	1400	3,2	
<b>Mittel</b>		-	<b>51</b>	-	-	<b>3,4</b>	

<sup>1)</sup>Zementsorten siehe Anlage 1



**Tabelle 84: Biegezugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung B:** 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 10/65

Prüfungsdurchführung: nach DIN 18560-2:2009-09

Prüfalter: 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Probe- körper Nr.	Breite im Bruchquerschnitt mm	Dicke mm	Stütz- weite mm	Bruch- kraft N	Biegezug- festigkeit N/mm <sup>2</sup>
Z9	7	1	62	52	250	1280	2,9
		2	61	52	250	1197	2,7
		3	62	50	250	1124	2,7
		4	61	52	250	1200	2,7
		<b>Mittel</b>	-	<b>52</b>	-	-	<b>2,8</b>
	28	1	59	50	250	1108	2,8
		2	59	50	250	1434	3,6
		3	60	51	250	1444	3,5
		4	60	51	250	1381	3,3
		<b>Mittel</b>	-	<b>51</b>	-	-	<b>3,3</b>

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1



**Tabelle 85: Biegezugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung A:** 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 20/65

Prüfungsdurchführung: nach DIN 18560-2:2009-09

Prüfalter: 3, 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Probekörper Nr.	Breite im Bruchquerschnitt mm	Dicke mm	Stützweite mm	Bruchkraft N	Biegezugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>
Z10	3	1	60	50	250	690	1,7
		2	60	50	250	664	1,7
		3	60	50	250	722	1,8
		4	60	50	250	799	2,0
		<b>Mittel</b>	-	<b>50</b>	-	-	<b>1,8</b>
	7	1	59	50	250	919	2,3
		2	60	50	250	888	2,2
		3	60	50	250	909	2,3
		4	60	50	250	1100	2,8
		<b>Mittel</b>	-	<b>50</b>	-	-	<b>2,4</b>
	28	1	60	51	250	1635	3,9
		2	61	51	250	1760	4,2
3		61	51	250	1573	3,7	
4		61	51	250	1516	3,6	
<b>Mittel</b>		-	<b>51</b>	-	-	<b>3,9</b>	

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1



**Tabelle 86: Biegezugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung B:** 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 10/65

Prüfungsdurchführung: nach DIN 18560-2:2009-09

Prüfalter: 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Probekörper Nr.	Breite im Bruchquerschnitt mm	Dicke mm	Stützweite mm	Bruchkraft N	Biegezugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>
Z10	7	1	60	52	250	1745	4,0
		2	61	52	250	1483	3,4
		3	60	52	250	1645	3,8
		4	61	52	250	1525	3,5
		<b>Mittel</b>	-	<b>52</b>	-	-	<b>3,7</b>
	28	1	61	50	250	1584	3,9
		2	61	51	250	1734	4,1
		3	61	50	250	1522	3,7
		4	61	50	250	1440	3,5
		<b>Mittel</b>	-	<b>50</b>	-	-	<b>3,8</b>

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1



**Tabelle 87: Biegezugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung A:** 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 20/65

Prüfungsdurchführung: nach DIN 18560-2:2009-09

Prüfalter: 3, 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Probekörper Nr.	Breite im Bruchquerschnitt mm	Dicke mm	Stützweite mm	Bruchkraft N	Biegezugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>
Z11	3	1	60	50	250	843	2,1
		2	59	50	250	990	2,5
		3	60	50	250	927	2,3
		4	60	50	250	775	1,9
		<b>Mittel</b>	-	<b>50</b>	-	-	<b>2,2</b>
	7	1	60	50	250	844	2,1
		2	60	51	250	1130	2,7
		3	60	50	250	1266	3,2
		4	60	51	250	1329	3,2
		<b>Mittel</b>	-	<b>51</b>	-	-	<b>2,8</b>
	28	1	61	50	250	1667	4,1
		2	61	49	250	1597	4,1
3		61	49	250	1514	3,9	
4		60	49	250	1447	3,8	
<b>Mittel</b>		-	<b>49</b>	-	-	<b>4,0</b>	

<sup>1)</sup>Zementsorten siehe Anlage 1



**Tabelle 88: Biegezugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung B:** 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 10/65

Prüfungsdurchführung: nach DIN 18560-2:2009-09

Prüfalter: 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Probe- körper Nr.	Breite im Bruchquerschnitt mm	Dicke mm	Stütz- weite mm	Bruch- kraft N	Biegezug- festigkeit N/mm <sup>2</sup>
Z11	7	1	61	51	250	1058	2,5
		2	61	52	250	1364	3,1
		3	61	51	250	1417	2,8
		4	60	52	250	1272	2,9
		<b>Mittel</b>	-	<b>52</b>	-	-	<b>2,8</b>
	28	1	60	51	250	1472	3,5
		2	60	50	250	1722	4,3
		3	60	48	250	1545	4,2
		4	60	50	250	1632	4,1
		<b>Mittel</b>	-	<b>50</b>	-	-	<b>4,0</b>

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1



**Tabelle 89: Biegezugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung A: 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 20/65**

Prüfungsdurchführung: nach DIN 18560-2:2009-09

Prüfalter: 3, 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Probekörper Nr.	Breite im Bruchquerschnitt mm	Dicke mm	Stützweite mm	Bruchkraft N	Biegezugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>
Z12	3	1	62	50	250	1252	3,0
		2	61	50	250	986	2,4
		3	61	50	250	1074	2,6
		4	62	50	250	1304	3,2
		<b>Mittel</b>	-	<b>50</b>	-	-	<b>2,8</b>
	7	1	61	51	250	1302	3,1
		2	60	52	250	1335	3,0
		3	60	50	250	1300	3,3
		4	60	50	250	1306	3,3
		<b>Mittel</b>	-	<b>51</b>	-	-	<b>3,2</b>
	28	1	62	50	250	1635	4,0
		2	62	51	250	1862	4,3
3		62	50	250	1850	4,5	
4		61	51	250	1829	4,3	
<b>Mittel</b>		-	<b>51</b>	-	-	<b>4,3</b>	

<sup>1)</sup> Zementsorte siehe Anlage 1



**Tabelle 90: Biegezugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung B:** 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 10/65

Prüfungsdurchführung: nach DIN 18560-2:2009-09

Prüfalter: 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Probekörper Nr.	Breite im Bruchquerschnitt mm	Dicke mm	Stützweite mm	Bruchkraft N	Biegezugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>
Z12	7	1	61	51	250	969	2,3
		2	61	51	250	981	2,3
		3	62	51	250	1061	2,5
		4	62	50	250	1058	2,6
		<b>Mittel</b>	-	<b>51</b>	-	-	<b>2,4</b>
	28	1	60	50	250	1299	3,2
		2	59	50	250	1480	3,8
		3	60	51	250	1640	3,9
		4	61	52	250	1778	4,0
		<b>Mittel</b>	-	<b>51</b>	-	-	<b>3,7</b>

<sup>1)</sup> Zementsorte siehe Anlage 1



**Tabelle 91: Biegezugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung A: 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 20/65**

Prüfungsdurchführung: nach DIN 18560-2:2009-09

Prüfalter: 3, 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Probekörper Nr.	Breite im Bruchquerschnitt mm	Dicke mm	Stützweite mm	Bruchkraft N	Biegezugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>
Z13	3	1	60	49	250	784	2,0
		2	61	49	250	745	1,9
		3	61	49	250	687	1,8
		4	61	50	250	657	1,6
		<b>Mittel</b>	-	<b>49</b>	-	-	<b>1,8</b>
	7	1	60	51	250	991	2,4
		2	60	50	250	1017	2,5
		3	60	52	250	1024	2,4
		4	60	50	250	1228	3,1
		<b>Mittel</b>	-	<b>51</b>	-	-	<b>2,6</b>
	28	1	60	48	250	1240	3,4
		2	60	48	250	1416	3,8
3		60	48	250	1190	3,2	
4		59	48	250	1153	3,1	
<b>Mittel</b>		-	<b>48</b>	-	-	<b>3,4</b>	

<sup>1)</sup> Zementsorte siehe Anlage 1



**Tabelle 92: Biegezugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung B:** 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 10/65

**Prüfungsdurchführung:** nach DIN 18560-2:2009-09

**Prüfalter:** 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Probe- körper Nr.	Breite im Bruchquerschnitt mm	Dicke mm	Stütz- weite mm	Bruch- kraft N	Biegezug- festigkeit N/mm <sup>2</sup>
Z13	7	1	61	51	250	1067	2,5
		2	60	51	250	1202	2,9
		3	61	51	250	1251	3,0
		4	61	51	250	1366	3,2
		<b>Mittel</b>	-	<b>51</b>	-	-	<b>2,9</b>
	28	1	60	51	250	1474	3,5
		2	61	51	250	1459	3,4
		3	61	52	250	1323	3,0
		4	61	51	250	1112	2,6
		<b>Mittel</b>	-	<b>51</b>	-	-	<b>3,1</b>

<sup>1)</sup> Zementsorte siehe Anlage 1



**Tabelle 93: Biegezugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung A:** 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 20/65

Prüfungsdurchführung: nach DIN 18560-2:2009-09

Prüfalter: 3, 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Probekörper Nr.	Breite im Bruchquerschnitt mm	Dicke mm	Stützweite mm	Bruchkraft N	Biegezugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>
Z14	3	1	61	51	250	681	1,6
		2	61	51	250	641	1,5
		3	61	51	250	720	1,7
		4	61	51	250	638	1,5
		<b>Mittel</b>	-	<b>51</b>	-	-	<b>1,6</b>
	7	1	60	50	250	1074	2,7
		2	60	51	250	1031	2,5
		3	60	49	250	1292	3,4
		4	60	49	250	1155	3,0
		<b>Mittel</b>	-	<b>50</b>	-	-	<b>2,9</b>
	28	1	60	52	250	1509	3,5
		2	60	51	250	1442	3,5
3		60	50	250	1048	2,6	
4		60	52	250	1363	3,2	
<b>Mittel</b>		-	<b>51</b>	-	-	<b>3,2</b>	

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1



**Tabelle 94: Biegezugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung B: 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 10/65**

Prüfungsdurchführung: nach DIN 18560-2:2009-09

Prüfalter: 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Probekörper Nr.	Breite im Bruchquerschnitt mm	Dicke mm	Stützweite mm	Bruchkraft N	Biegezugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>
Z14	7	1	59	50	250	871	2,2
		2	59	50	250	1052	2,7
		3	59	51	250	1133	2,8
		4	59	51	250	905	2,2
		<b>Mittel</b>	-	<b>51</b>	-	-	<b>2,5</b>
	28	1	60	50	250	1511	3,8
		2	60	49	250	1469	3,8
		3	60	50	250	1235	3,1
		4	60	50	250	1410	3,5
		<b>Mittel</b>	-	<b>50</b>	-	-	<b>3,6</b>

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1



**Tabelle 95: Biegezugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung A: 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 20/65**

Prüfungsdurchführung: nach DIN 18560-2:2009-09

Prüfalter: 3, 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Probekörper Nr.	Breite im Bruchquerschnitt mm	Dicke mm	Stützweite mm	Bruchkraft N	Biegezugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>
Z15	3	1	60	51	250	824	2,0
		2	60	51	250	1055	2,5
		3	60	50	250	966	2,4
		4	59	51	250	1084	2,7
		<b>Mittel</b>	-	<b>51</b>	-	-	<b>2,4</b>
	7	1	60	50	250	929	2,3
		2	59	51	250	1137	2,8
		3	60	51	250	1018	2,4
		4	60	51	250	1024	2,5
		<b>Mittel</b>	-	<b>51</b>	-	-	<b>2,5</b>
	28	1	60	50	250	1374	3,4
		2	60	51	250	1792	4,3
3		60	51	250	1761	4,2	
4		60	52	250	1720	4,0	
<b>Mittel</b>		-	<b>51</b>	-	-	<b>4,0</b>	

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1



**Tabelle 96: Biegezugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

**Lagerung B:** 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 10/65

Prüfungsdurchführung: nach DIN 18560-2:2009-09

Prüfalter: 7 und 28 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Probekörper Nr.	Breite im Bruchquerschnitt mm	Dicke mm	Stützweite mm	Bruchkraft N	Biegezugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>
Z15	7	1	61	53	250	1633	3,6
		2	61	51	250	1498	3,5
		3	61	52	250	1504	3,4
		4	61	52	250	1510	3,4
		<b>Mittel</b>	-	<b>52</b>	-	-	<b>3,5</b>
	28	1	60	51	250	1728	4,2
		2	61	50	250	1685	4,1
		3	60	52	250	1817	4,2
		4	60	50	250	1607	4,0
		<b>Mittel</b>	-	<b>51</b>	-	-	<b>4,1</b>

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1



**Tabelle 97: Biegezugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Probeflächen 0,5 x 0,5 m)

Zement <sup>1)</sup>	Biegezugfestigkeit (Mittelwerte) in N/mm <sup>2</sup>					
	Prüfalter 3 Tage		Prüfalter 7 Tage		Prüfalter 28 Tage	
	Lagerung A	Lagerung B	Lagerung A	Lagerung B	Lagerung A	Lagerung B
Z1-N	2,7	- <sup>2)</sup>	3,3	3,2	3,9	3,5
Z2-N	2,2	- <sup>2)</sup>	2,8	3,0	4,1	4,0
Z3-N	1,3	- <sup>2)</sup>	2,4	2,1	3,7	2,7
Z4-N	1,7	- <sup>2)</sup>	2,1	3,1	3,6	4,0
Z5-N	2,3	- <sup>2)</sup>	3,1	3,2	5,0	4,1
Z6-N	2,1	- <sup>2)</sup>	3,0	2,9	3,3	3,6
Z7-N	2,0	- <sup>2)</sup>	3,4	3,8	3,9	4,4
Z8	2,7	- <sup>2)</sup>	3,4	3,7	3,6	3,8
Z9	1,9	- <sup>2)</sup>	2,8	2,8	3,4	3,3
Z10	1,8	- <sup>2)</sup>	2,4	3,7	3,9	3,8
Z11	2,2	- <sup>2)</sup>	2,8	2,8	4,0	4,0
Z12	2,8	- <sup>2)</sup>	3,2	2,4	4,3	3,7
Z13	1,8	- <sup>2)</sup>	2,6	2,9	3,4	3,1
Z14	1,6	- <sup>2)</sup>	2,9	2,5	3,2	3,6
Z15	2,4	- <sup>2)</sup>	2,5	3,5	4,0	4,1

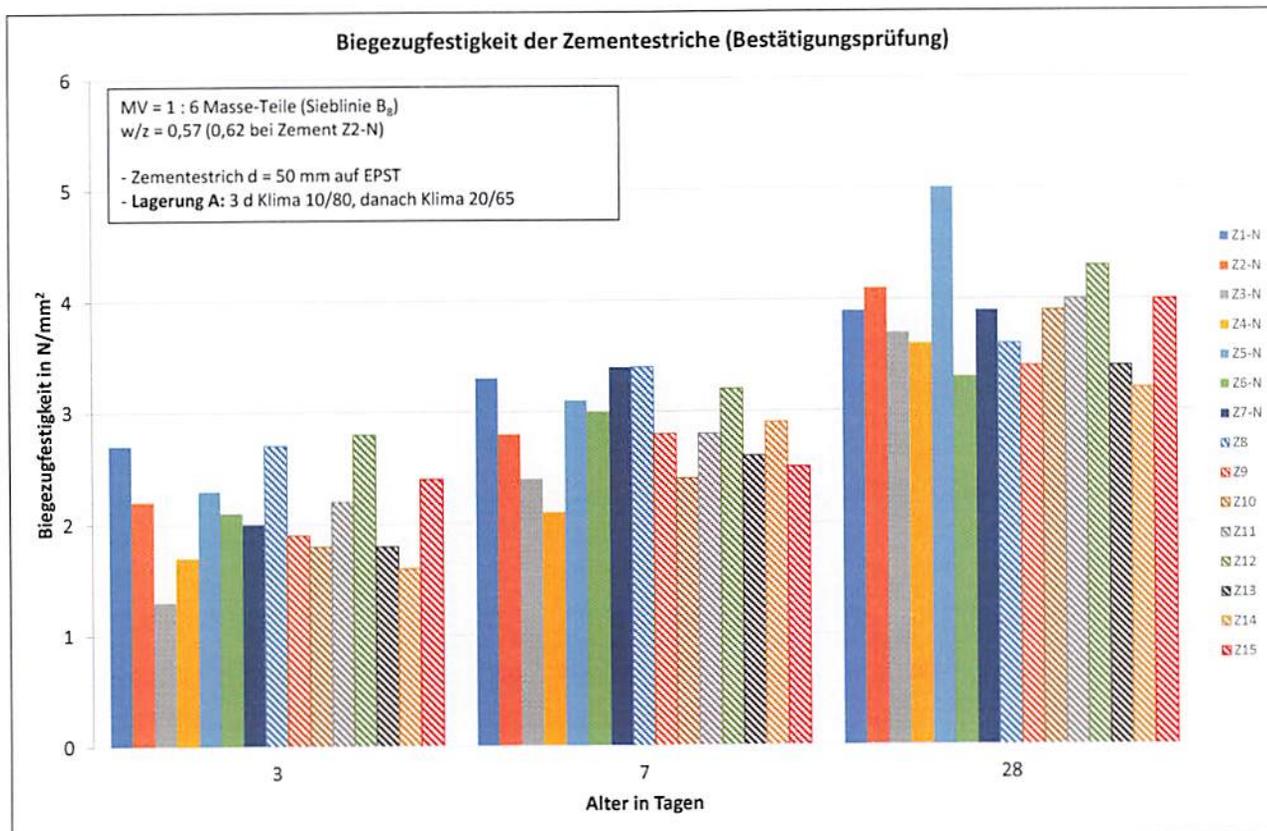
<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1

<sup>2)</sup> gleiche Lagerung wie bei Lagerung A; Wert daher nicht geprüft

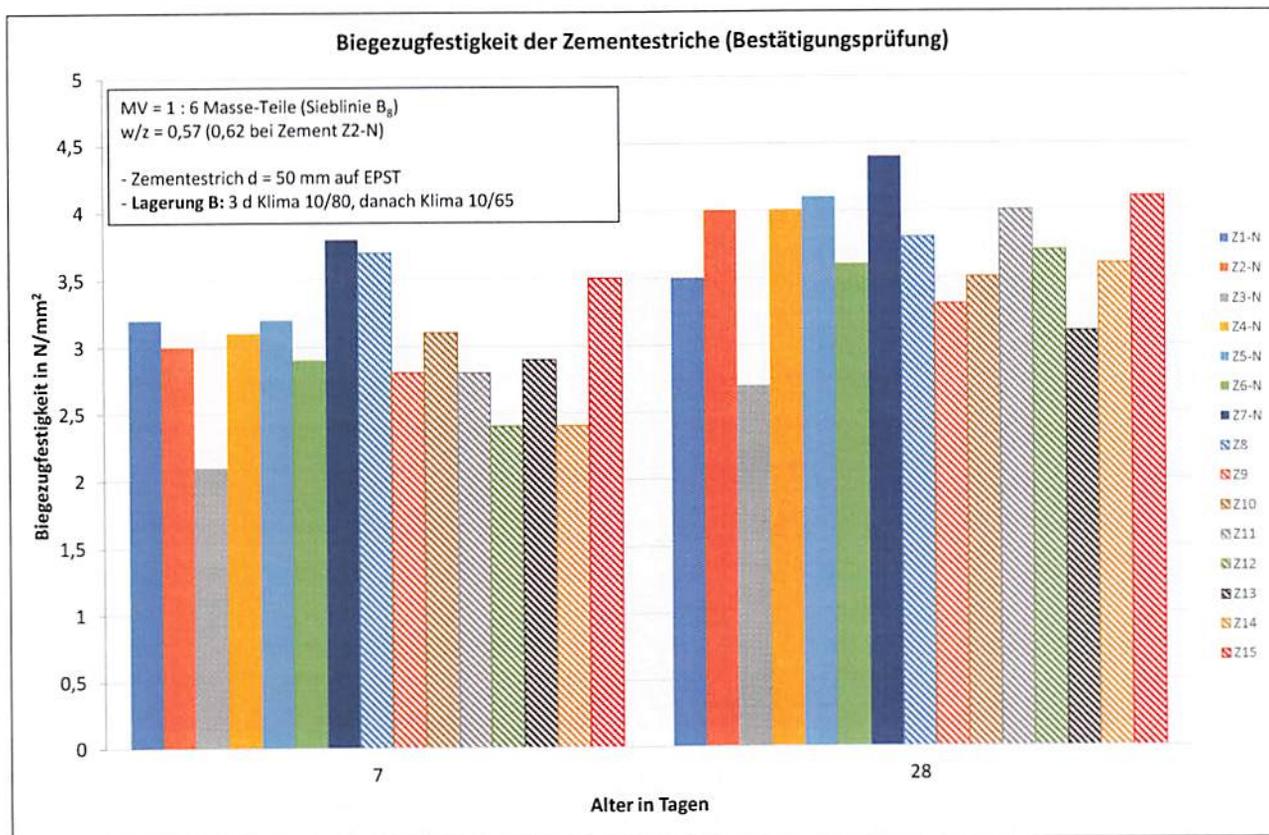
Lagerung A = 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 20/65

Lagerung B = 3 Tage Klima 10/80, dann Klima 10/65

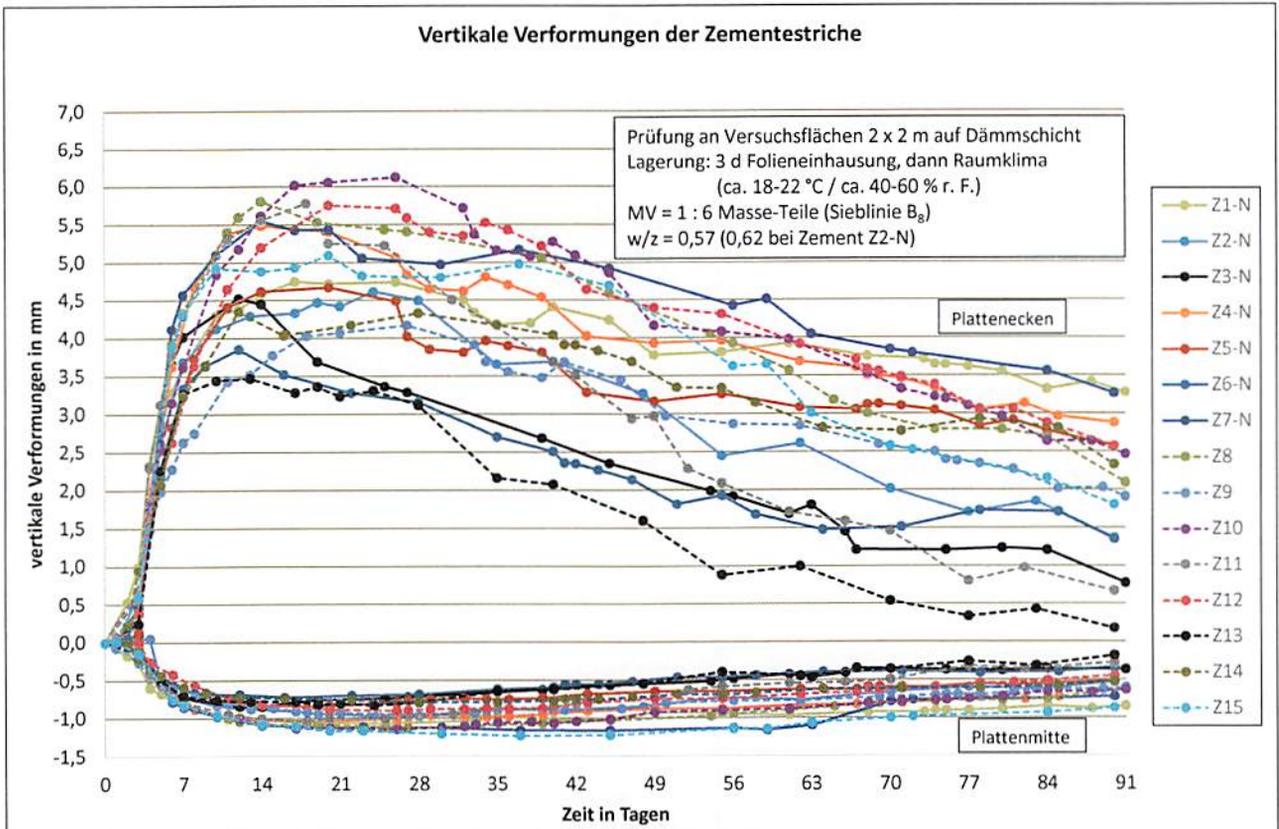




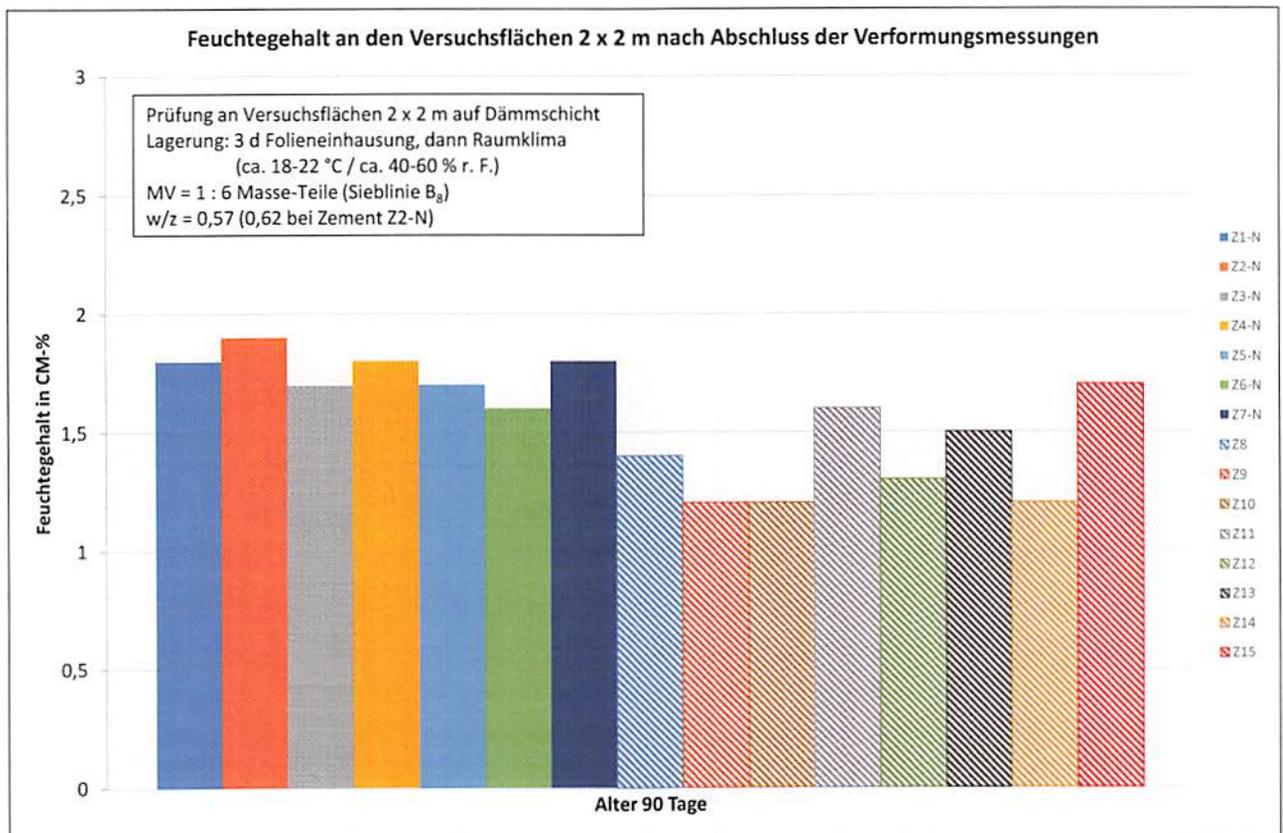
Skizze 17: Biegezugfestigkeit (Bestätigungsprüfung) der Zementestriche bei Lagerung A



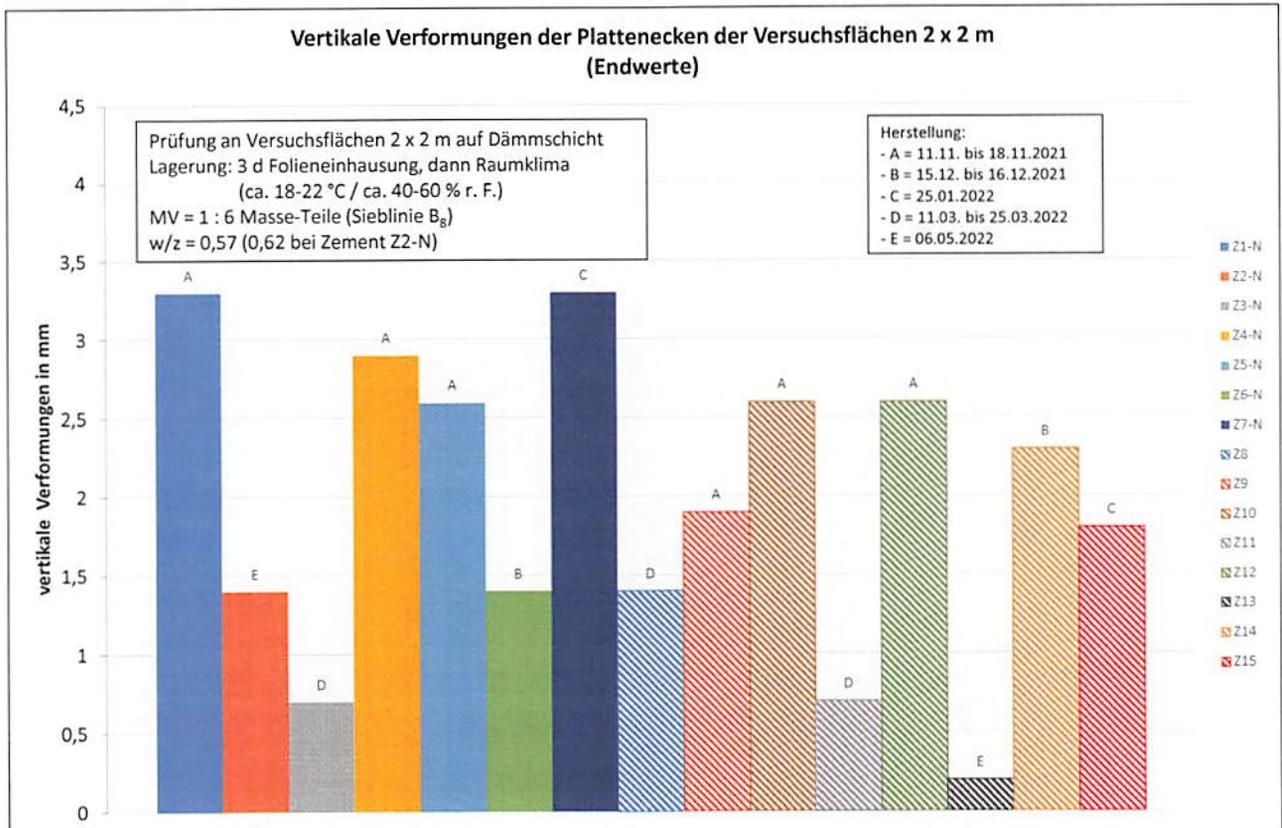
Skizze 18: Biegezugfestigkeit (Bestätigungsprüfung) der Zementestriche bei Lagerung B



**Skizze 19:** Vertikale Verformungen der Plattenecken und der Plattenmitten der Zementestriche an Versuchsflächen (2 x 2 m)



**Skizze 20:** Feuchtegehalt der Zementestriche der Versuchsflächen 2 x 2 m am Ende der Verformungsmessungen (CM-Werte)



**Skizze 21:** Endwerte (Alter 90 Tage) der vertikalen Verformungen der Plattenecken der Zementestriche an Versuchsflächen (2 x 2 m) und Herstellungsdatum der Versuchsflächen

**Tabelle 98: Oberflächenzugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Versuchsflächen 2 x 2 m)

Lagerung: 3 Tage Folieneinhausung, dann Raumklima

Prüfstellenvorbereitung: „Reinigungsschliff“ von Hand mit einem Schleifpapier mit 16er Körnung und Absaugen mit einem Industriestaubsauger

Prüfungsdurchführung: nach dem BEB-Hinweisblatt „Oberflächenzug- und Haftzugfestigkeit von Fußböden“ (Oktober 2017) mit runden Stempeln ohne Nut

Prüfgerät: Haftzugprüfgerät Easy M, Freundl, Wennigsen

Klebstoff: 2-Komponenten-MMA-Klebstoff

Prüfalter: 90 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Prüfstelle Nr.	Oberflächenzugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>	Kohäsionsbruch im Estrich mit einer maximalen Tiefe in mm
Z1-N	90	1	1,96	1
		2	2,13	1
		3	1,35	1
		<b>Mittelwert</b>	<b>1,8</b>	-
Z2-N	90	1	2,39	1
		2	2,17	1
		3	2,36	1
		<b>Mittelwert</b>	<b>2,3</b>	-
Z3-N	90	1	1,64	4
		2	1,89	6
		3	1,71	6
		<b>Mittelwert</b>	<b>1,7</b>	-

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1



**Tabelle 99: Oberflächenzugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Versuchsflächen 2 x 2 m)

Lagerung: 3 Tage Folieneinhausung, dann Raumklima

Prüfstellenvorbereitung: „Reinigungsschliff“ von Hand mit einem Schleifpapier mit 16er Körnung und Absaugen mit einem Industriestaubsauger

Prüfungsdurchführung: nach dem BEB-Hinweisblatt „Oberflächenzug- und Haftzugfestigkeit von Fußböden“ (Oktober 2017) mit runden Stempeln ohne Nut

Prüfgerät: Haftzugprüfgerät Easy M, Freundl, Wennigsen

Klebstoff: 2-Komponenten-MMA-Klebstoff

Prüfalter: 90 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Prüfstelle Nr.	Oberflächenzugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>	Kohäsionsbruch im Estrich mit einer maximalen Tiefe in mm
Z4-N	90	1	1,64	1
		2	2,12	1
		3	1,78	1
		<b>Mittelwert</b>	<b>1,8</b>	-
Z5-N	90	1	2,47	1
		2	2,53	1
		3	2,89	2
		<b>Mittelwert</b>	<b>2,6</b>	-
Z6-N	90	1	2,20	1
		2	2,37	1
		3	2,52	6
		<b>Mittelwert</b>	<b>2,4</b>	-

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1



**Tabelle 100: Oberflächenzugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Versuchsflächen 2 x 2 m)

Lagerung: 3 Tage Folieneinhausung, dann Raumklima

Prüfstellenvorbereitung: „Reinigungsschliff“ von Hand mit einem Schleifpapier mit 16er Körnung und Absaugen mit einem Industriestaubsauger

Prüfungsdurchführung: nach dem BEB-Hinweisblatt „Oberflächenzug- und Haftzugfestigkeit von Fußböden“ (Oktober 2017) mit runden Stempeln ohne Nut

Prüfgerät: Haftzugprüfgerät Easy M, Freundl, Wennigsen

Klebstoff: 2-Komponenten-MMA-Klebstoff

Prüfalter: 90 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Prüfstelle Nr.	Oberflächenzugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>	Kohäsionsbruch im Estrich mit einer maximalen Tiefe in mm
Z7-N	90	1	2,62	6
		2	2,58	7
		3	2,37	5
		<b>Mittelwert</b>	<b>2,5</b>	-
Z8	90	1	2,39	1
		2	2,17	1
		3	2,36	1
		<b>Mittelwert</b>	<b>2,3</b>	-
Z9	90	1	1,36	1
		2	1,42	1
		3	1,76	1
		<b>Mittelwert</b>	<b>1,5</b>	-

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1



**Tabelle 101: Oberflächenzugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Versuchsflächen 2 x 2 m)

Lagerung: 3 Tage Folieneinhausung, dann Raumklima

Prüfstellenvorbereitung: „Reinigungsschliff“ von Hand mit einem Schleifpapier mit 16er Körnung und Absaugen mit einem Industriestaubsauger

Prüfungsdurchführung: nach dem BEB-Hinweisblatt „Oberflächenzug- und Haftzugfestigkeit von Fußböden“ (Oktober 2017) mit runden Stempeln ohne Nut

Prüfgerät: Haftzugprüfgerät Easy M, Freundl, Wennigsen

Klebstoff: 2-Komponenten-MMA-Klebstoff

Prüfalter: 90 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Prüfstelle Nr.	Oberflächenzugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>	Kohäsionsbruch im Estrich mit einer maximalen Tiefe in mm
Z10	90	1	1,78	1
		2	1,64	1
		3	2,02	1
		<b>Mittelwert</b>	<b>1,8</b>	-
Z11	90	1	2,33	2
		2	2,28	6
		3	2,34	2
		<b>Mittelwert</b>	<b>2,3</b>	-
Z12	90	1	2,30	2
		2	2,16	11
		3	2,12	6
		<b>Mittelwert</b>	<b>2,2</b>	-

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1



**Tabelle 102: Oberflächenzugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Versuchsflächen 2 x 2 m)

Lagerung: 3 Tage Folieneinhausung, dann Raumklima

Prüfstellenvorbereitung: „Reinigungsschliff“ von Hand mit einem Schleifpapier mit 16er Körnung und Absaugen mit einem Industriestaubsauger

Prüfungsdurchführung: nach dem BEB-Hinweisblatt „Oberflächenzug- und Haftzugfestigkeit von Fußböden“ (Oktober 2017) mit runden Stempeln ohne Nut

Prüfgerät: Haftzugprüfgerät Easy M, Freundl, Wennigsen

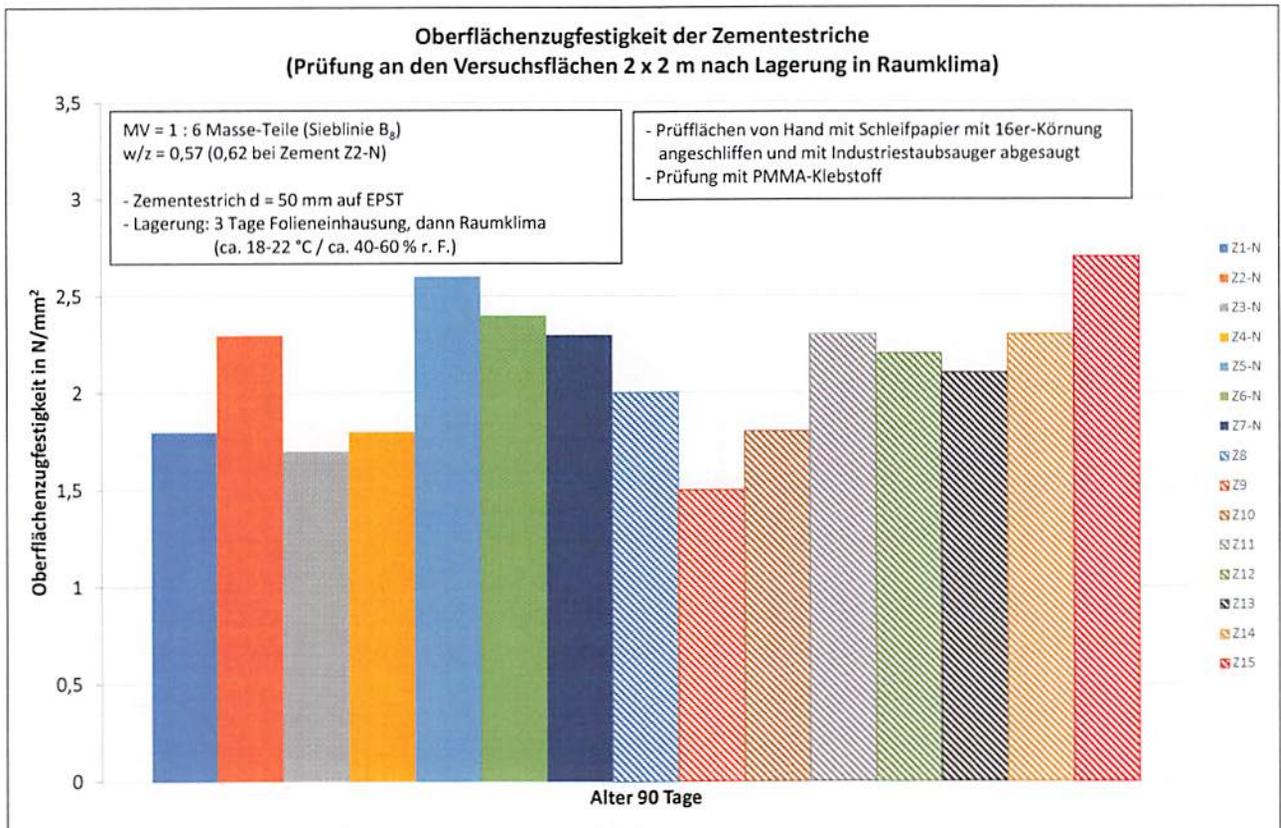
Klebstoff: 2-Komponenten-MMA-Klebstoff

Prüfalter: 90 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Prüfstelle Nr.	Oberflächenzug- festigkeit N/mm <sup>2</sup>	Kohäsionsbruch im Estrich mit einer maximalen Tiefe in mm
Z13	90	1	1,91	1
		2	2,29	1
		3	2,12	1
		<b>Mittelwert</b>	<b>2,1</b>	-
Z14	90	1	1,83	2
		2	2,63	4
		3	2,32	3
		<b>Mittelwert</b>	<b>2,3</b>	-
Z15	90	1	2,70	10
		2	2,85	5
		3	2,44	4
		<b>Mittelwert</b>	<b>2,7</b>	-

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1





**Skizze 22:** Oberflächenzugfestigkeit der Zementestriche an den Versuchsflächen 2 x 2 m nach Lagerung in Raumklima

**Tabelle 103: Biegezugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Versuchsflächen 2 x 2 m)

Lagerung: 3 Tage Folieneinhausung, dann Raumklima

Prüfungsdurchführung: nach DIN 18560-2:2009-09

Prüfalter: 90 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Probe- körper Nr.	Breite im Bruchquerschnitt mm	Dicke mm	Stütz- weite mm	Bruch- kraft N	Biegezug- festigkeit N/mm <sup>2</sup>
Z1-N	90	1	60	50	250	1785	4,5
		2	61	51	250	1327	3,1
		3	60	52	250	2128	4,9
		4	60	51	250	1951	4,7
		<b>Mittel</b>	-	<b>51</b>	-	-	<b>4,3</b>
Z2-N	90	1	60	51	250	1956	4,7
		2	59	50	250	2254	5,7
		3	60	50	250	2039	5,1
		4	60	49	250	1962	5,1
		<b>Mittel</b>	-	<b>50</b>	-	-	<b>5,2</b>
Z3-N	90	1	61	50	250	1397	3,4
		2	61	51	250	1925	4,5
		3	61	51	250	1807	4,3
		4	61	51	250	2015	4,8
		<b>Mittel</b>	-	<b>51</b>	-	-	<b>4,3</b>

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1



**Tabelle 104: Biegezugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Versuchsflächen 2 x 2 m)

Lagerung: 3 Tage Folieneinhausung, dann Raumklima

Prüfungsdurchführung: nach DIN 18560-2:2009-09

Prüfalter: 90 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Probekörper Nr.	Breite im Bruchquerschnitt mm	Dicke mm	Stütz- weite mm	Bruch- kraft N	Biegezug- festigkeit N/mm <sup>2</sup>
Z4-N	90	1	59	48	250	2266	5,3 <sup>2)</sup>
		2	59	48	250	1744	4,8
		3	59	49	250	1863	4,9
		4	60	48	250	1546	4,2
		<b>Mittel</b>	-	<b>48</b>	-	-	<b>4,8</b>
Z5-N	90	1	60	49	250	1947	5,1
		2	60	49	250	2104	5,5
		3	59	48	250	1993	5,5
		4	60	48	250	2084	5,7
		<b>Mittel</b>	-	<b>49</b>	-	-	<b>5,5</b>
Z6-N	90	1	60	49	250	1765	4,6
		2	60	51	250	1782	3,1 <sup>3)</sup>
		3	58	50	250	1803	4,7
		4	61	51	250	2252	5,3
		<b>Mittel</b>	-	<b>50</b>	-	-	<b>4,4</b>

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1

<sup>2)</sup> Probekörper ca. 20 mm außermittig gebrochen

<sup>3)</sup> Probekörper ca. 35 mm außermittig gebrochen



**Tabelle 105: Biegezugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Versuchsflächen 2 x 2 m)

Lagerung: 3 Tage Folieneinhausung, dann Raumklima

Prüfungsdurchführung: nach DIN 18560-2:2009-09

Prüfalter: 90 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Probe- körper Nr.	Breite im Bruchquerschnitt mm	Dicke mm	Stütz- weite mm	Bruch- kraft N	Biegezug- festigkeit N/mm <sup>2</sup>
Z7-N	90	1	60	50	250	1842	4,6
		2	61	50	250	1771	4,4
		3	61	51	250	2247	5,3
		4	60	51	250	2216	5,3
		<b>Mittel</b>	-	<b>51</b>	-	-	<b>4,9</b>
Z8	90	1	60	52	250	1792	4,2
		2	60	51	250	2103	3,8 <sup>2)</sup>
		3	61	50	250	1428	3,5
		4	61	50	250	2109	5,2
		<b>Mittel</b>	-	<b>51</b>	-	-	<b>4,2</b>
Z9	90	1	59	51	250	1869	4,6
		2	60	51	250	1580	3,8
		3	60	53	250	1781	4,0
		4	60	51	250	1877	4,5
		<b>Mittel</b>	-	<b>52</b>	-	-	<b>4,2</b>

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1



**Tabelle 106: Biegezugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Versuchsflächen 2 x 2 m)

Lagerung: 3 Tage Folieneinhausung, dann Raumklima

Prüfungsdurchführung: nach DIN 18560-2:2009-09

Prüfalter: 90 Tage

Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Probe- körper Nr.	Breite im Bruchquerschnitt mm	Dicke mm	Stütz- weite mm	Bruch- kraft N	Biegezug- festigkeit N/mm <sup>2</sup>
Z10	90	1	60	50	250	1618	4,0
		2	60	50	250	1858	4,6
		3	60	51	250	1808	4,3
		4	59	51	250	2232	5,5
		<b>Mittel</b>	-	<b>51</b>	-	-	<b>4,6</b>
Z11	90	1	60	51	250	1763	4,2
		2	60	49	250	1772	4,6
		3	60	51	250	1798	4,3
		4	60	49	250	1149	3,0
		<b>Mittel</b>	-	<b>50</b>	-	-	<b>4,0</b>
Z12	90	1	59	51	250	1299	3,2
		2	60	51	250	1640	3,9
		3	60	50	250	1447	3,6
		4	60	49	250	1721	4,5
		<b>Mittel</b>	-	<b>50</b>	-	-	<b>3,8</b>

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1



**Tabelle 107: Biegezugfestigkeit der Zementestriche**  
(Prüfung an Versuchsflächen 2 x 2 m)

Lagerung: 3 Tage Folieneinhausung, dann Raumklima

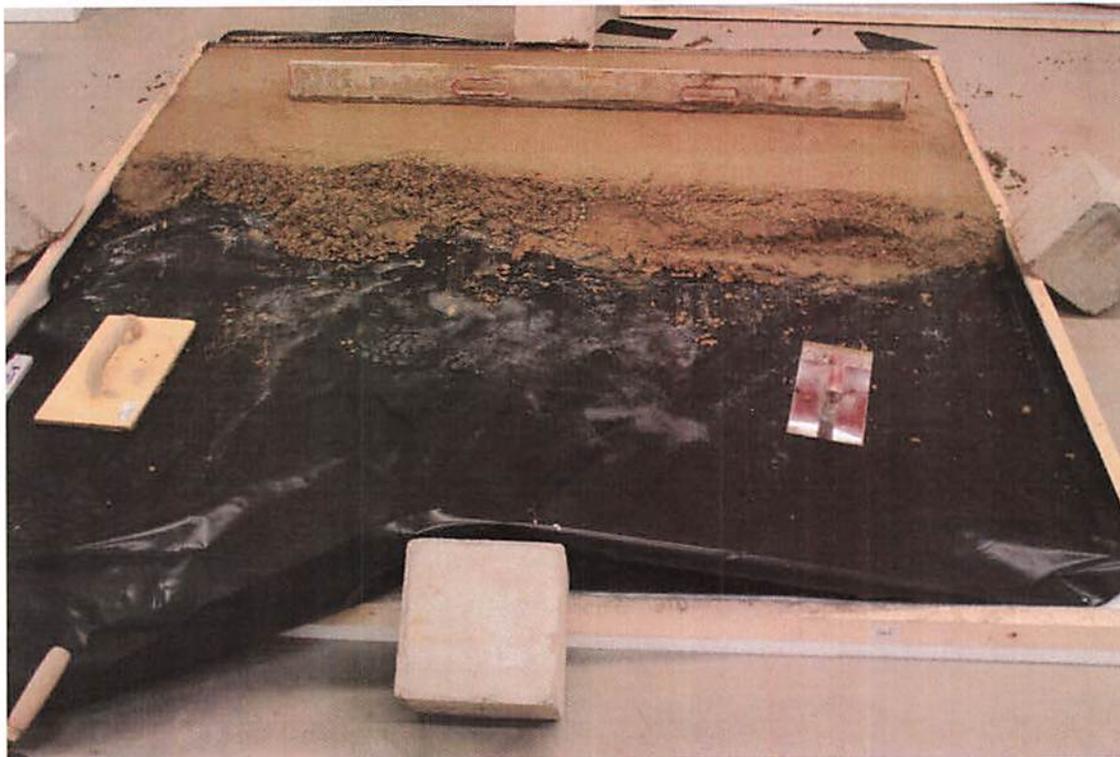
Prüfungsdurchführung: nach DIN 18560-2:2009-09

Prüfalter: 90 Tage

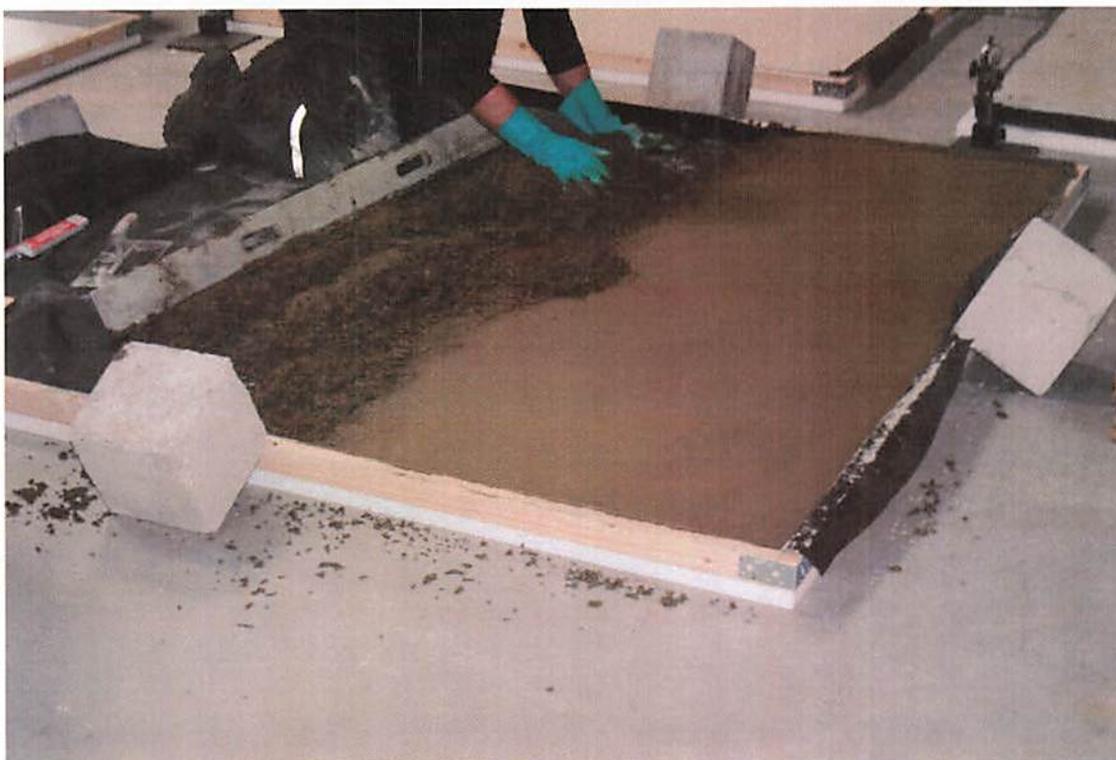
Zement <sup>1)</sup>	Prüfalter Tage	Probe- körper Nr.	Breite im Bruchquerschnitt mm	Dicke mm	Stütz- weite mm	Bruch- kraft N	Biegezug- festigkeit N/mm <sup>2</sup>
Z13	90	1	60	49	250	949	2,5
		2	60	48	250	935	2,5
		3	60	47	250	1152	3,3
		4	59	48	250	1448	4,0
		<b>Mittel</b>	-	<b>48</b>	-	-	<b>3,1</b>
Z14	90	1	61	50	250	1534	3,8
		2	60	52	250	1880	4,3
		3	61	51	250	1965	4,6
		4	61	51	250	1993	4,7
		<b>Mittel</b>	-	<b>51</b>	-	-	<b>4,4</b>
Z15	90	1	61	51	250	2175	5,1
		2	61	50	250	2084	5,1
		3	61	52	250	2116	4,8
		4	61	51	250	2135	5,0
		<b>Mittel</b>	-	<b>51</b>	-	-	<b>5,0</b>

<sup>1)</sup> Zementsorten siehe Anlage 1





**Bild 76:** Versuchsflächen 2 m x 2 m während des Estricheinbaus (Beispiel)



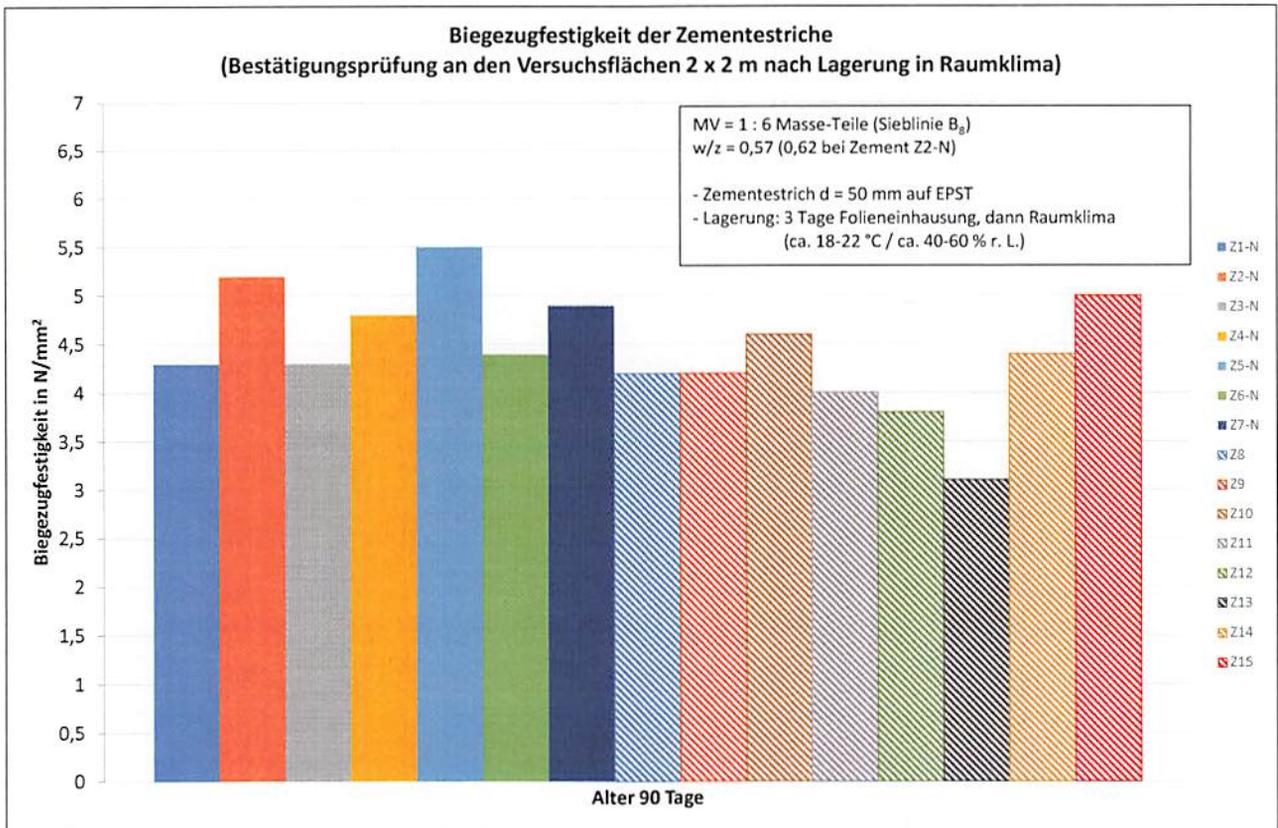
**Bild 77:** Versuchsflächen 2 m x 2 m während des Estricheinbaus (Beispiel)



**Bild 78:** Versuchsflächen 2 m x 2 m mit Folieneinhausung (3 Tage Austrocknungsschutz)



**Bild 79:** Versuchsflächen 2 m x 2 m mit Messuhren für die Verformungsmessungen



**Skizze 23:** Biegezugfestigkeit der Zementestriche an den Versuchsflächen 2 x 2 m nach Lagerung in Raumklima