

1. Ausfertigung

Prüfbericht Nr. M 116/24-A (Abschlussbericht)

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

Inhalt des Antrags: Forschungsvorhaben zur Überprüfung der Eignung einer künstlichen Trocknung nach einem simulierten Wasserschaden bei zementgebundenen Leichtausgleichestrichen

Datum des Prüfberichts: 12.12.2024



Textseiten: 9
Anlagen: 13

1. Auftrag und Vorbemerkungen

Der Bundesverband Estrich und Belag e.V. (BEB), Berlin, beauftragte das Institut für Baustoffprüfung und Fußbodenforschung, Troisdorf, mit einem Forschungsvorhaben zur Überprüfung der Trocknungseignung von zementgebundenen Leichtausgleichestrichen nach einem simulierten Wasserschaden.

Die Herstellung der erforderlichen Versuchsflächen erfolgte unter Mitwirkung von Mitgliedern des BEB. Die Trocknungsversuche wurden mit Unterstützung der Firma Bautrocknung matter NRW GmbH, Walter-Welp-Str. 32, 44149 Dortmund, durchgeführt.

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

2. Herstellung und Beprobung der Versuchsflächen

2.1.1. Aufbau der Versuchsflächen

Zur Durchführung der Untersuchungen wurden in der Prüfhalle des Instituts zwei Versuchsflächen mit den Abmessungen ca. 4 m x 4 m hergestellt. Der Aufbau der Versuchsflächen kann der Tabelle 1 der Anlage 8 entnommen werden.

Bei den verwendeten Leichtausgleichestrichen handelt es sich um zementgebundene Schüttungen mit EPS-Granulat bzw. EPS-Mahlgut.

Die Leichtausgleichestriche und der Calciumsulfat-Fließestrich erfolgten durch Estrich-Fachbetriebe praxisgerecht mit Hilfe von Estrichpumpen. Dabei wurden die Leichtausgleichestriche mit Hilfe einer Handpatsche abgezogen und verdichtet. Der Calciumsulfat-Fließestrich wurde 18 Tage nach Einbau der Leichtausgleichestriche verlegt. Der Feuchtegehalt der Leichtausgleichestriche betrug zu diesem Zeitpunkt etwa 10-12 CM-%.

Um das Wasser in die Versuchsflächen einzubringen, wurden in jeder Versuchsfläche „Flutöffnungen“ ausgespart.

Der Aufbau der Versuchsflächen ist in den Bildern 1 bis 10 der Anlagen 1 bis 5 dokumentiert.

2.1.2. Simulation des Wasserschadens

Zur Simulation des Wasserschadens wurden 8 Tage nach Verlegung des Calciumsulfat-Fließestrichs ca. 300 l Wasser (ca. 19 l/m²) über die Flutöffnungen in die Versuchsflächen eingeleitet. Anschließend wurden die Flutöffnungen mit einem Calciumsulfat-Fließestrich verschlossen.

Das Fluten der Versuchsflächen ist in den Bildern 11 und 12 der Anlage 6 dokumentiert.

2.1.3. Technische Trocknung der Versuchsflächen

Mit der technischen Trocknung der Versuchsflächen wurde 6 Tage nach dem Fluten der Versuchsflächen begonnen. Die erforderlichen Trocknungsgeräte wurden durch die Firma Bautrocknung matter NRW GmbH, Walter-Welp-Str. 32, 44149 Dortmund, installiert.

Die technische Trocknung erfolgte nach dem Schub-Zugverfahren. Hierzu wurden jeweils 2 Einblas- und 6 Absaugöffnungen in den Versuchsflächen angelegt. Der Calciumsulfat-Fließestrich, die PE-Folie, die Polystyrol-Trittschalldämmung sowie die Leichtausgleichestriche bis auf eine Restschichtdicke von ca. 10 mm oberhalb der Teichfolie wurden im Bereich der Einblas- und Absaugöffnungen entfernt. Vor Inbetriebnahme der Trocknungsanlage wurde in flüssiger Form in den Versuchsflächen vorliegendes Wasser weitestgehend abgesaugt. Die im Randbereich zu den Holzschalungen abgestellten 8 mm breiten PE-Randdämmstreifen wurden vor der technischen Trocknung vollständig entfernt.

Der Verlauf der technischen Trocknung wurde mit Hilfe von Feuchtemesssonden kontinuierlich überwacht.

Die technische Trocknung wurde nach 22 Tagen beendet.

Wasser in flüssiger Form war nach Ende der künstlichen Trocknung im Bereich der Leichtausgleichestriche nicht mehr vorhanden.

Beim Ende der technischen Trocknung wurden über KRL-Messsonden (Messtiefe ca. 50 mm tief im Leichtausgleichestrich) folgende Werte in den Leichtausgleichestrichen gemessen:

Versuchsfläche A: 28,3 % KRL

Versuchsfläche B: 26,4 % KRL

Im Bereich der Prüfhalle wurde dabei in der Raumluft 28,5 % relative Luftfeuchte bei einer Temperatur von 24 °C gemessen.

Der Aufbau der Trocknungsanlage ist in den Bildern 13 und 14 der Anlage 7 dokumentiert.

3. Durchführung und Ergebnis der begleitenden Laborprüfungen

3.1. Prüfungen an separat hergestellten Proben

3.1.1. Feuchtegehalt der Leichtausgleichestriche

Zur Bestimmung des Feuchtegehaltes der Leichtausgleichestriche wurden aus den Leichtausgleichestrichen je 1 Probefläche mit den Abmessungen ca. 500 x 500 x 70 mm hergestellt. Nach der Herstellung lagerten die Probeflächen in Normalklima DIN 50014-20/65-2.

Der Feuchtegehalt der Leichtausgleichestriche wurde zu verschiedenen Prüfzeitpunkten durch CM-Messung nach DIN 18560-1:2021-02 sowie durch Darren bei $(40 \pm 3)^\circ\text{C}$ bis zur Gewichtskonstanz ermittelt.

Die Ergebnisse der Prüfungen sind in Tabelle 2 der Anlage 9 zusammengestellt.

3.1.2. Trockenrohddichte und Druckspannung bei 2 % und 10 % Stauchung der Leichtausgleichestriche

Zur Prüfung der Trockenrohddichte und Druckspannung bei 2 % und 10 % Stauchung wurde aus den Leichtausgleichestrichen je 1 Probefläche mit den Abmessungen ca. 500 x 500 x 100 mm hergestellt. Nach der Herstellung lagerten die Probeflächen in Normalklima DIN 50014-20/65-2.

Im Alter von 28 Tagen wurden aus den Probeflächen je 3 Probekörper mit den Abmessungen 100 x 100 x 100 mm trocken herausgesägt. Die Druckflächen der Probekörper wurden plangeschnitten.

Die Trockenrohddichte der Leichtausgleichestriche wurde anschließend aus dem Gewicht und den Abmessungen der Probekörper bestimmt. Danach

wurde die Druckspannung bei 2 % und 10 % Stauchung in Anlehnung an DIN EN ISO 29469:2023-02 - Wärmedämmstoffe für das Bauwesen - Bestimmung des Verhaltens bei Druckbeanspruchung - geprüft.

Die Ergebnisse der Prüfungen sind in Tabelle 3 der Anlage 10 zusammengestellt.

3.2. Prüfungen an den Versuchsflächen

3.2.1. Feuchtegehalt der Leichtausgleichestriche

Zur Bestimmung des Feuchtegehaltes der Leichtausgleichestriche wurden aus den Leichtausgleichestrichen der Versuchsflächen nach Ende der Trocknung je 5 Proben entnommen.

Der Feuchtegehalt der Leichtausgleichestriche wurde durch CM-Messung nach DIN 18560-1:2021-02 sowie durch Darren bei $(40 \pm 3)^\circ\text{C}$ bis zur Gewichtskonstanz ermittelt.

Die Ergebnisse der Prüfungen sind in Tabelle 11 der Anlage 12 zusammengestellt. Die Lage der Probestellen kann der Skizze der Anlage 12 entnommen werden.

Hinweis zur Bewertung:

Nach Beendigung der technischen Trocknung war nur noch ein sehr geringer Feuchtegehalt der Leichtausgleichestriche vorhanden. Die Leichtausgleichestriche konnten nach dem Wasserschaden wieder vollständig getrocknet werden. Die durchgeführte technische Trocknung war damit hinsichtlich der erreichten Austrocknung der geprüften Leichtausgleichestriche erfolgreich.

3.2.2. Trockenrohddichte und Druckspannung bei 2 % und 10 % Stauchung der Leichtausgleichestriche

Zur Prüfung der Trockenrohddichte und Druckspannung bei 2 % und 10 % Stauchung wurde aus den Leichtausgleichestrichen der Versuchsflächen nach Ende der Trocknung 5 bzw. 6 Proben entnommen.

Die Druckflächen der Probekörper wurden plangeschnitten.

Die Trockenrohddichte der Leichtausgleichestriche wurde anschließend aus dem Gewicht und den Abmessungen der Probekörper bestimmt. Danach wurde die Druckspannung bei 2 % und 10 % Stauchung in Anlehnung an DIN EN ISO 29469:2023-02 - Wärmedämmstoffe für das Bauwesen - Bestimmung des Verhaltens bei Druckbeanspruchung - geprüft.

Die Ergebnisse der Prüfungen sind in Tabelle 12 der Anlage 13 zusammengestellt.

Hinweis zur Bewertung:

Gegenüber den an separat hergestellten Probekörpern ermittelten Werten wurden an den Probekörpern aus den Versuchsflächen nach Abschluss der technischen Trocknung geringere Werte der Rohddichte und der Druckspannung bei 2 % bzw. 10 % Stauchung ermittelt. Dabei war bei den Probekörpern aus den Versuchsflächen eine relativ große Schwankung der geprüften Einzelwerte festzustellen. Dies deutet auf eine schlechtere Verdichtung der Leichtausgleichestriche der Versuchsflächen gegenüber den separat hergestellten Proben hin.

Ob möglicherweise auch die Wassereinwirkung einen Einfluss auf die Druckspannungen gehabt haben könnte, wurde im Anschluss wie folgt näher untersucht:

Aus den Probeflächen nach Abschnitt 3.1.2. wurden nach Abschluss der oben beschriebenen Trocknungsversuche je 6 Probekörper mit den Abmessungen 100 x 100 x 100 mm trocken herausgesägt. Die Druckflächen der Probekörper wurden plangeschnitten. Anschließend wurden die Probekörper wie folgt vorgelagert:

Vorlagerung I = Lagerung in Normalklima DIN 50014-20/65-2 bis zur Gewichtsgleiche

Vorlagerung II = Lagerung in Normalklima DIN 50014-20/65-2 bis zur Gewichtsgleiche, dann 7 Tage Lagerung in Wasser bei ca. 20 °C, danach Trocknung im Klimaschrank bei 30 °C

Danach wurden die Trockenrohddichte und Druckspannung bei 2 % und 10 % Stauchung wie oben beschrieben geprüft.

Die Ergebnisse der Prüfungen sind in Tabelle 6 der Anlage 13 zusammengestellt.

Ein Einfluss der Wasserlagerung und anschließender Trocknung auf die Prüfergebnisse wurde nicht festgestellt. Die an den Probekörpern aus den Versuchsflächen nach Abschluss der technischen Trocknung festgestellten geringeren Werte der Rohddichte und der Druckspannung bei 2 % bzw. 10 % Stauchung dürften also alleine durch eine schlechtere Verdichtung der Leichtausgleichestriche der Versuchsflächen gegenüber den separat hergestellten Proben verursacht worden sein.

4. Zusammenfassung

Die oben beschriebene Überprüfung der Trocknungseignung von Leichtausgleichestrichen nach einem Wasserschaden ergab, dass die überprüften Leichtausgleichestriche (zementgebundene Schüttungen mit EPS-Granulat bzw. EPS-Mahlgut) nach dem simulierten Wasserschaden wieder vollständig getrocknet werden konnten. Die durchgeführte technische Trocknung war damit hinsichtlich der erreichten Austrocknung der geprüften Leichtausgleichestriche erfolgreich.

Inwieweit dieses Ergebnis auf andere zementgebundene Leichtausgleichestriche mit EPS-Granulat bzw. EPS-Mahlgut mit anderen Zusammensetzungen bzw. anderen Rohdichten und anderen Einbaudicken sowie auf andere Versuchsaufbauten (z. B. mit Einbauteilen im Bereich der Leichtausgleichestriche) übertragbar ist, kann ohne weitere Untersuchungen nicht abschließend bewertet werden.

5. Schlussbemerkungen

Die Prüfergebnisse beziehen sich nur auf die im Labor geprüften Versuchsflächen. Die geprüften Teile werden nicht aufbewahrt. Der Prüfbericht besteht aus 9 Seiten und 13 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





Bild 1: Versuchsflächen mit Teichfolie vor Einbau der Leichtausgleichestriche

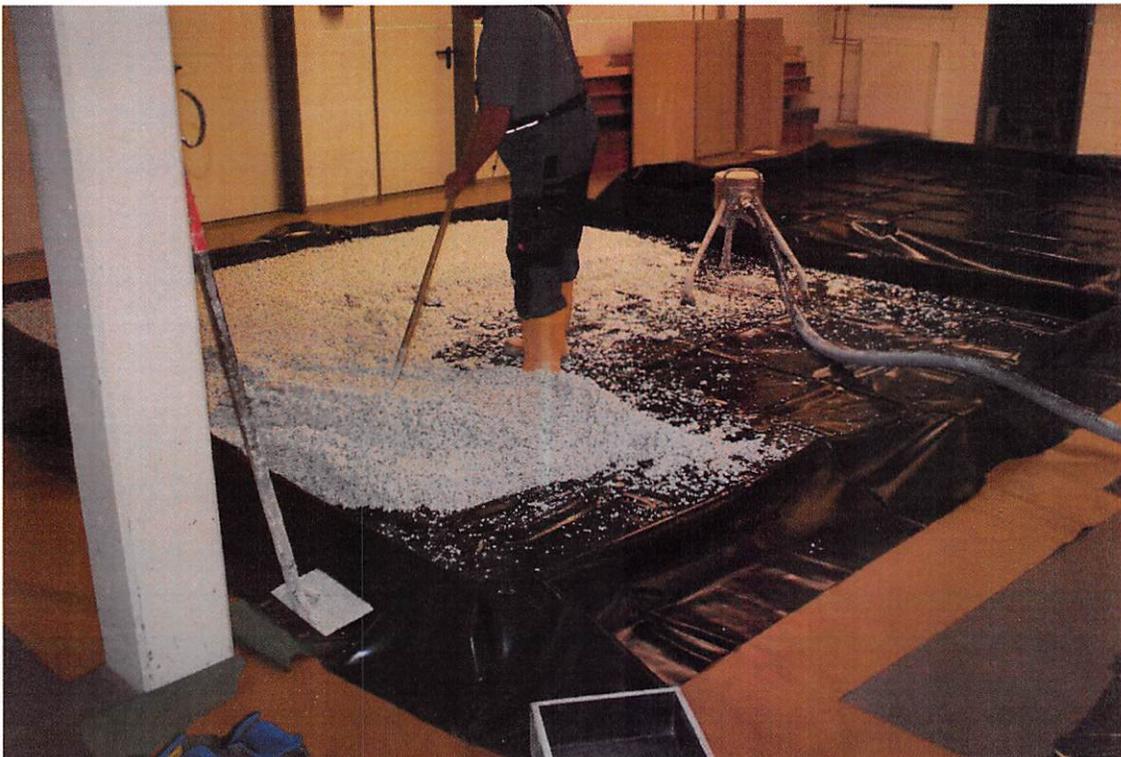


Bild 2: Versuchsfläche A - Einbau Leichtausgleichestrich (Material A)

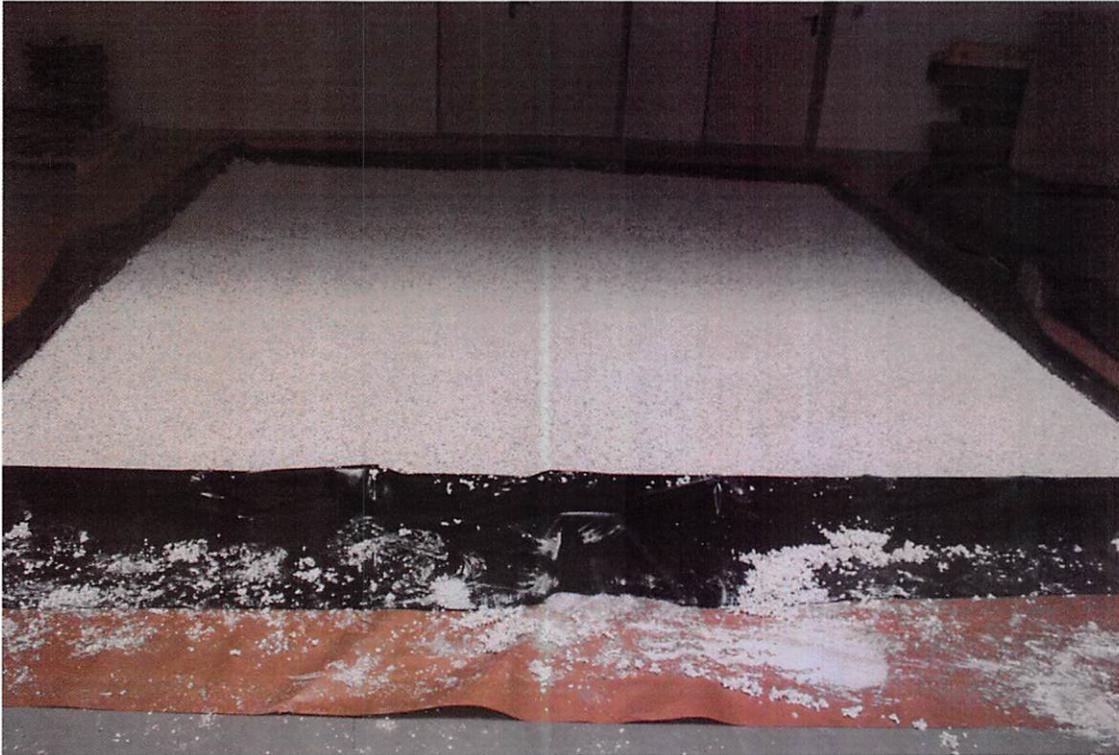


Bild 3: Versuchsfläche A nach Einbau Leichtausgleichstrich (Material A)



Bild 4: Versuchsfläche B - Einbau Leichtausgleichstrich (Material B)



Bild 5: Versuchsfläche B nach Einbau Leichtausgleichestrich



Bild 6: Einbau der EPST-Dämmplatten 20-3 mm und Abdeckung mit 0,15 mm PE-Folie



Bild 7: Versuchsflächen vor Einbau des Calciumsulfat-Fließestrichs mit Aussparungen zum späteren Fluten der Versuchsflächen

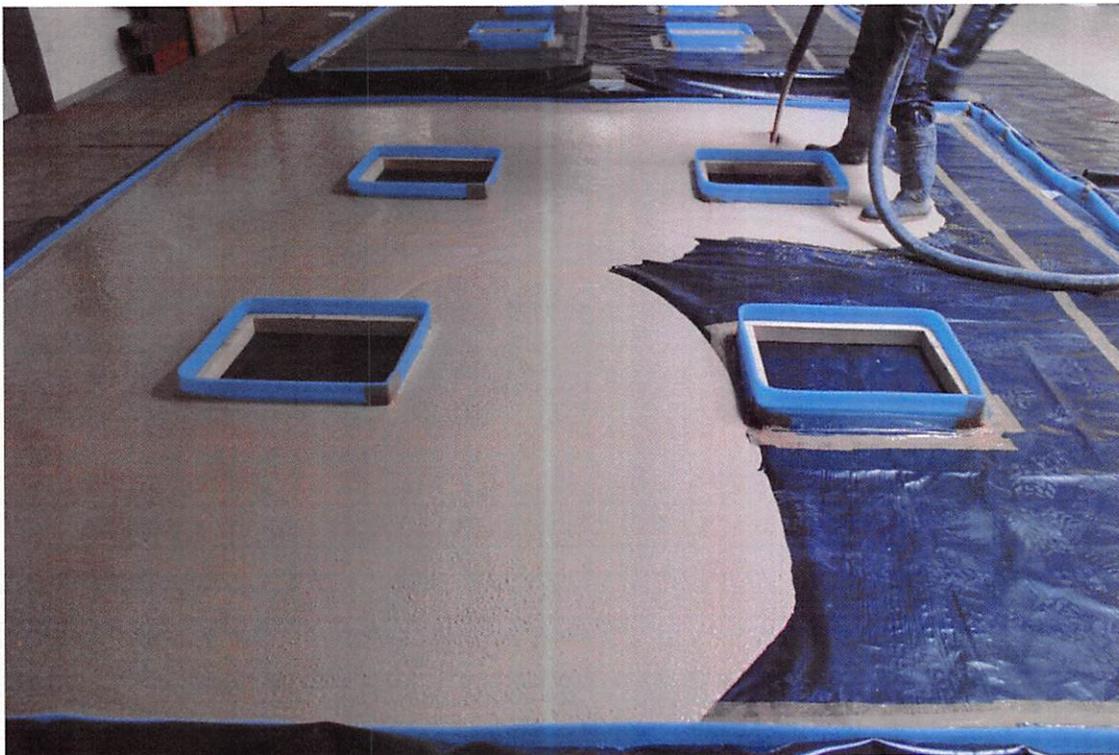


Bild 8: Versuchsfläche A – Einbau des Calciumsulfat-Fließestrichs

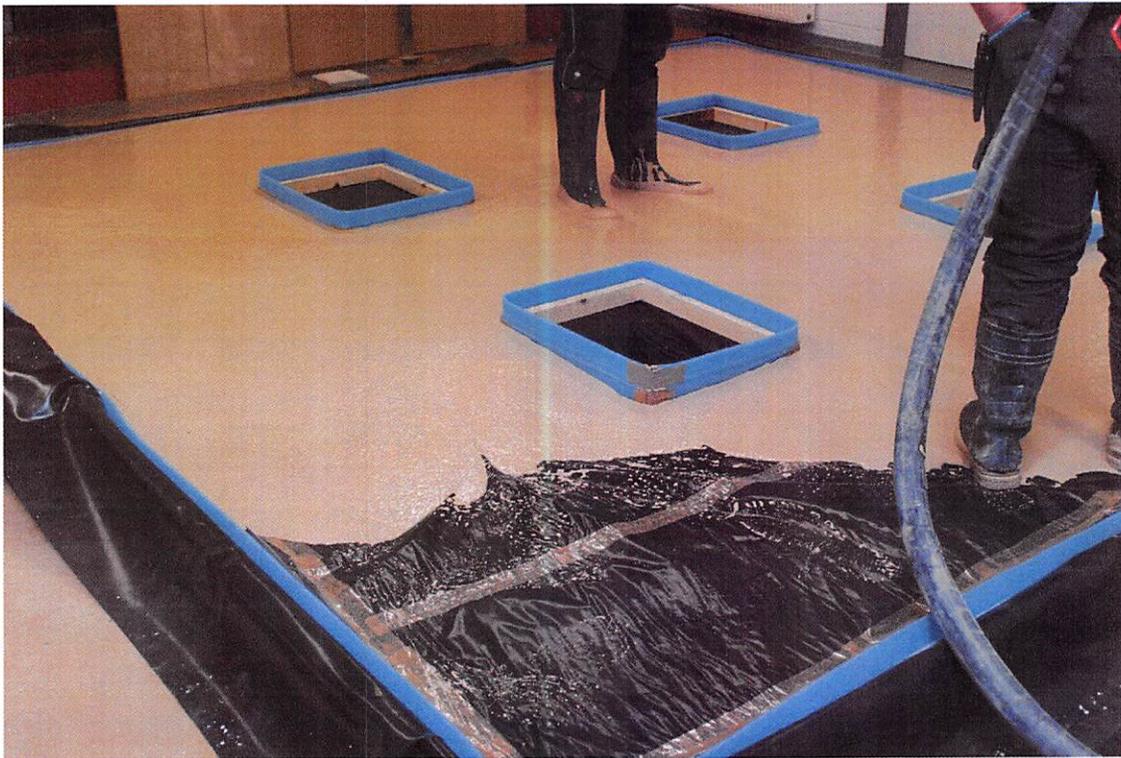


Bild 9: Versuchsfläche B – Einbau des Calciumsulfat-Fließestrichs



Bild 10: Versuchsflächen nach Einbau des Calciumsulfat-Fließestrichs

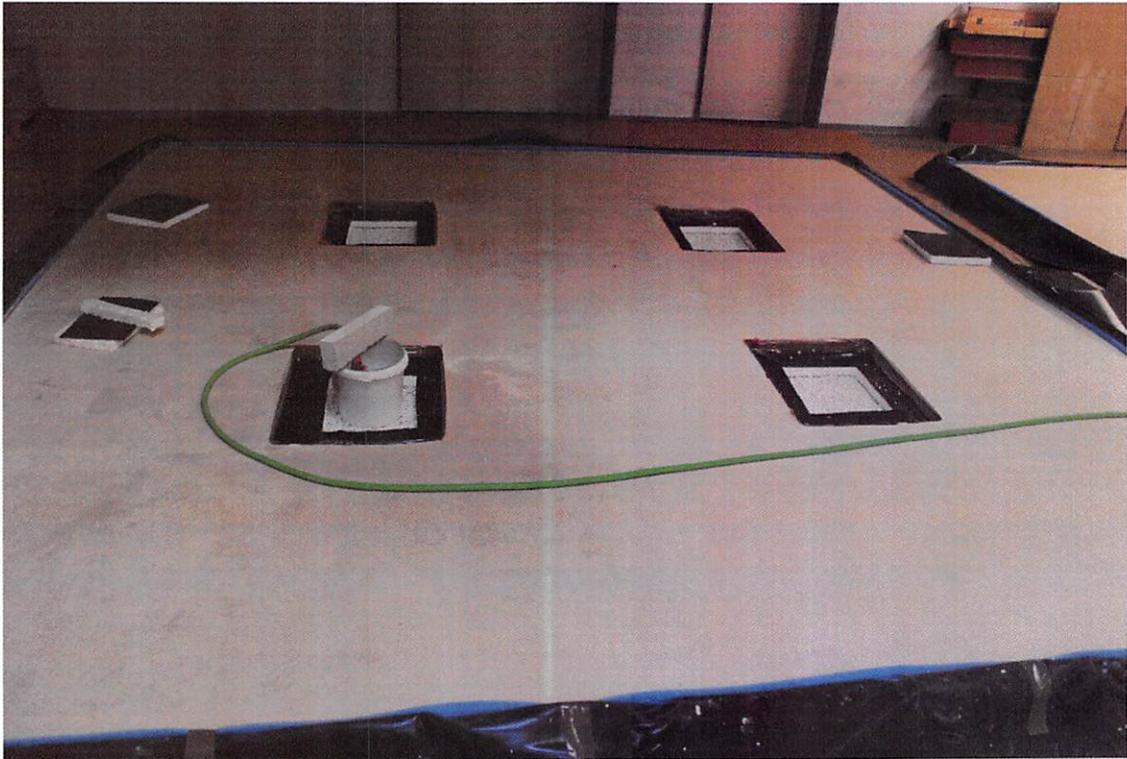


Bild 11: Versuchsfläche A – Fluten mit ca. 300 l Wasser

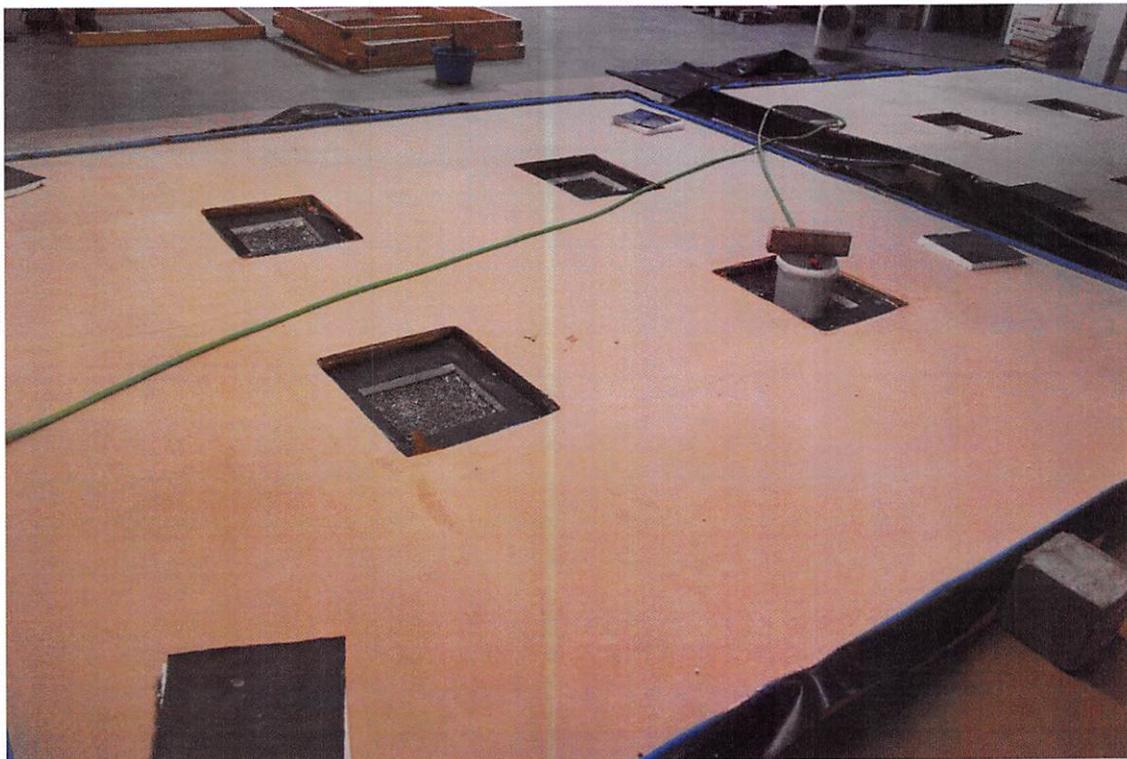


Bild 12: Versuchsfläche B – Fluten mit ca. 300 l Wasser



Bild 13: Technische Trocknung der Versuchsfächen (Flutöffnungen nach dem Fluten mit Calciumsulfat-Fließestrich verschlossen)

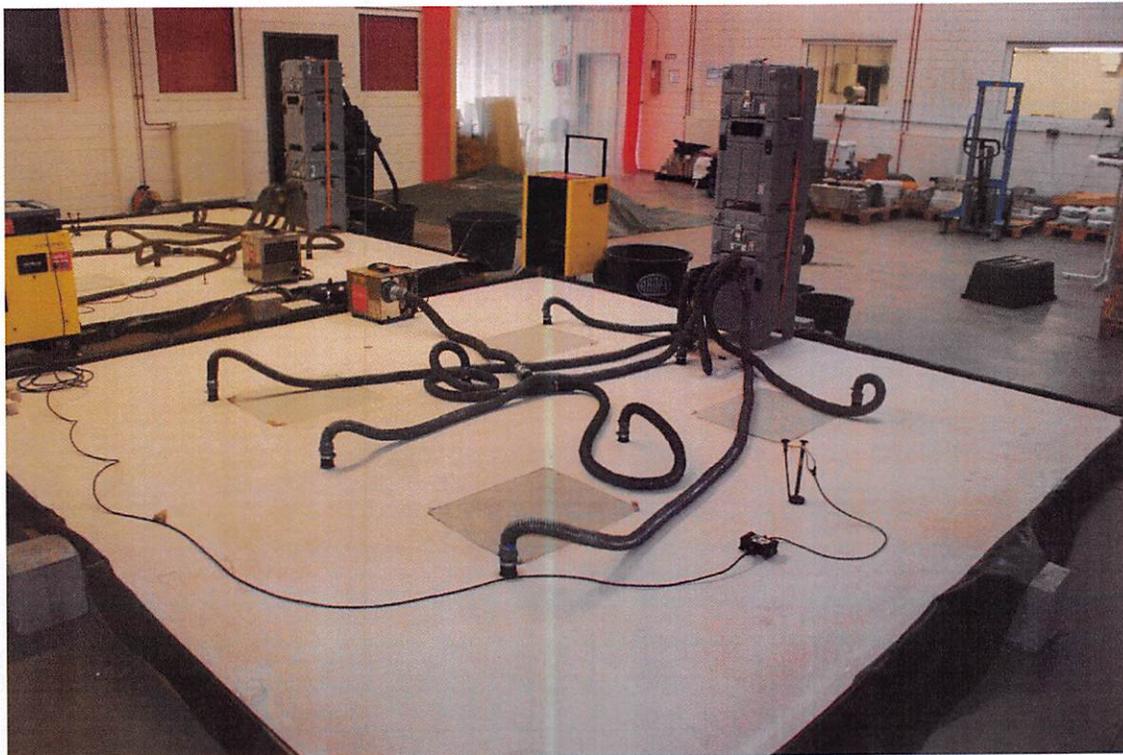


Bild 14: Technische Trocknung der Versuchsfächen (Flutöffnungen nach dem Fluten mit Calciumsulfat-Fließestrich verschlossen)

Tabelle 1: Aufbau der Versuchsflächen

Die Versuchsflächen wurden in Holzschalungen eingebaut.

Versuchsfläche A:

- Abdichtung (Teichfolie)
- 70 mm Leichtausgleichstrich (Material A - **ThermoWhite WD 70**)
- 20-3 mm Polystyrol-Trittschalldämmplatten EPST
- 0,15 mm PE-Folie
- 50 mm Calciumsulfat-Fließestrich

Versuchsfläche B:

- Abdichtung (Teichfolie)
- 70 mm Leichtausgleichstrich (Material B - **cyclepor classic / 12,5 kg Zement CEM I 42,5 N/100 I**)
- 20-3 mm Polystyrol-Trittschalldämmplatten EPST
- 0,15 mm PE-Folie
- 50 mm Calciumsulfat-Fließestrich

Im Randbereich zu den Holzschalungen waren 8 mm breite Polyethylen-Randdämmstreifen abgestellt worden.

Anmerkung: Der Einbau der Leichtausgleichstriche und des Calciumsulfat-Fließestrichs erfolgten praxistgerecht mit Hilfe von Estrichpumpen.

Tabelle 2: Feuchtegehalt der Leichtausgleichestrache

Prüfungsdurchführung: CM-Messung nach DIN 18560-1:2021-02 sowie Darren bei $(40 \pm 3)^\circ\text{C}$ bis zur Gewichtskonstanz

Lagerung der Proben: in Normklima DIN 50014-20/65-2

Dicke der Proben: 70 mm

| Versuchsfläche | Prüfalter Tage | Feuchtegehalt ¹⁾ | |
|----------------|-------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| | | CM-Messung CM-% | Darren Masse-% ²⁾ |
| A | 4 | 14,3 | 16,5 |
| | 7 | 11,5 | 14,0 |
| | 14 | 8,1 | 10,3 |
| | 28 | 6,1 | 7,1 |
| | 32 | 5,6 | 6,7 |
| B | 4 | 11,6 | 13,5 |
| | 7 | 10,7 | 12,0 |
| | 14 | 8,1 | 10,2 |
| | 28 | 6,4 | 7,4 |
| | 32 | 5,4 | 6,8 |

¹⁾ Proben aus dem gesamten Querschnitt

²⁾ bezogen auf die getrockneten Proben



Tabelle 3: Rohdichte sowie Druckspannung bei 2 % und 10 % Stauchung

Prüfungsdurchführung: in Anlehnung an DIN EN ISO 29469:2023-02 an Probekörpern 100 mm x 100 mm x 100 mm

Lagerung der Probekörper: in Normalklima DIN 50014-20/65-2

Prüfdauer: 28 Tage

| Versuchsfläche | Probekörper Nr. | Rohdichte kg/m ³ | Druckspannung in kPa | |
|-------------------|-----------------|-----------------------------|----------------------|--------------------|
| | | | bei 2 % Stauchung | bei 10 % Stauchung |
| A | 1 | 91 | 35 | 62 |
| | 2 | 94 | 42 | 70 |
| | 3 | 100 | 43 | 73 |
| Mittelwert | | 95 | 40 | 68 |
| B | 1 | 226 | 79 | 114 |
| | 2 | 226 | 79 | 118 |
| | 3 | 227 | 84 | 119 |
| Mittelwert | | 226 | 81 | 117 |



Tabelle 4: Feuchtegehalt der Leichtausgleichestriche

Prüfungsdurchführung: CM-Messung nach DIN 18560-1:2021-02 sowie Darren bei $(40 \pm 3)^\circ\text{C}$ bis zur Gewichtskonstanz

Art der Prüfung: Prüfung an Proben aus den Versuchsflächen nach Abschluss der technischen Trocknung

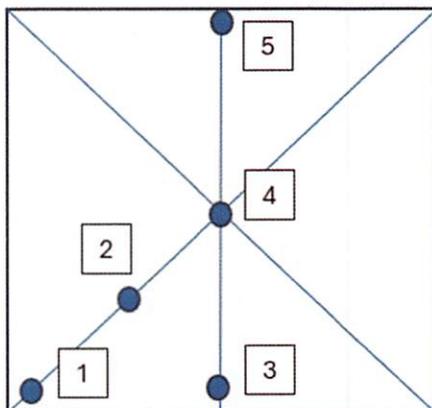
| Versuchsfläche | Probestelle Nr. | Lage der Probestelle | Feuchtegehalt ¹⁾ | |
|----------------|-----------------|----------------------|-----------------------------|------------------------------|
| | | | CM-Messung CM-% | Darren Masse-% ²⁾ |
| A | 1 | I | 2,1 | 1,9 |
| | 2 | I | 2,5 | 2,5 |
| | 3 | I | 2,0 | 1,8 |
| | 4 | II | 1,7 | 1,6 |
| | 5 | II | 2,0 | 2,0 |
| B | 1 | I | 2,6 | 2,0 |
| | 2 | I | 3,2 | 2,2 |
| | 3 | I | 2,1 | 1,7 |
| | 4 | II | 3,6 | 3,4 |
| | 5 | II | 2,2 | 1,6 |

¹⁾ Proben aus dem gesamten Querschnitt

²⁾ bezogen auf die getrockneten Proben

I = Prüfstelle aus dem mittleren Bereich der Versuchsfläche

II = Prüfstelle aus dem Randbereich der Versuchsfläche



Probestelle 1: ca. 10 cm Abstand vom Plattenrand
 Probestelle 2: ca. 1 m Abstand vom Plattenrand
 Probestelle 3: ca. 10 cm Abstand vom Plattenrand
 Probestelle 4: Plattenmitte
 Probestelle 5: unmittelbar am Plattenrand



Tabelle 5: Rohdichte sowie Druckspannung bei 2 % und 10 % Stauchung

Prüfungsdurchführung: in Anlehnung an DIN EN ISO 29469:2023-02 an Probekörpern ca. 70 mm x 70 mm x 70 mm

Art der Prüfung: Prüfung an Proben aus den Versuchsflächen nach Abschluss der technischen Trocknung

| Versuchsfläche | Probekörper Nr. | Rohdichte kg/m ³ | Druckspannung in kPa | |
|-------------------|-----------------|-----------------------------|----------------------|--------------------|
| | | | bei 2 % Stauchung | bei 10 % Stauchung |
| A | 1 | 83 | 19 | 44 |
| | 2 | 84 | 26 | 55 |
| | 3 | 77 | 18 | 43 |
| | 4 | 67 | 19 | 44 |
| | 5 | 95 | 27 | 61 |
| Mittelwert | | 81 | 22 | 49 |
| B | 1 | 149 | 30 | 57 |
| | 2 | 165 | 26 | 43 |
| | 3 | 175 | 33 | 65 |
| | 4 | 212 | 70 | 121 |
| | 5 | 147 | 22 | 49 |
| | 6 | 196 | 39 | 76 |
| Mittelwert | | 174 | 37 | 69 |



Tabelle 6: Rohdichte sowie Druckspannung bei 2 % und 10 % Stauchung

Prüfungsdurchführung: in Anlehnung an DIN EN ISO 29469:2023-02 an Probekörpern ca. 100 mm x 100 mm x 100 mm

Art der Prüfung: Prüfung an separat hergestellten Proben

| Versuchsfläche | Art der Vorlagerung bis zur Prüfung | Probekörper Nr. | Rohdichte kg/m ³ | Druckspannung in kPa | |
|----------------|-------------------------------------|-------------------|-----------------------------|----------------------|--------------------|
| | | | | bei 2 % Stauchung | bei 10 % Stauchung |
| A | I | 1 | 92 | 37 | 44 |
| | | 2 | 101 | 47 | 55 |
| | | 3 | 95 | 42 | 43 |
| | | Mittelwert | 96 | 42 | 49 |
| | II | 1 | 98 | 37 | 44 |
| | | 2 | 88 | 35 | 55 |
| 3 | | 95 | 42 | 43 | |
| | Mittelwert | 94 | 38 | 49 | |
| B | I | 1 | 226 | 78 | 110 |
| | | 2 | 231 | 83 | 117 |
| | | 3 | 224 | 81 | 115 |
| | | Mittelwert | 227 | 81 | 114 |
| | II | 1 | 207 | 84 | 119 |
| | | 2 | 221 | 88 | 119 |
| 3 | | 216 | 85 | 115 | |
| | Mittelwert | 215 | 86 | 118 | |



I = Lagerung in Normalklima DIN 50014-20/65-2 bis zur Gewichtsgleiche
 II = Lagerung in Normalklima DIN 50014-20/65-2 bis zur Gewichtsgleiche, dann 7 Tage Lagerung in Wasser bei ca. 20 °C, danach Trocknung im Klimaschrank bei 30 °C