

# Glasgitterbewehrungen für Spritzverfahren

Autor(en): **Scherer, Josef**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **114 (1996)**

Heft 36

PDF erstellt am: **14.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-79026>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Josef Scherer, Brunnen

## Glasgitterbewehrungen für Spritzverfahren

**In der dickschichtigen Betoninstandstellung (1 bis 10 cm Schichtstärke) werden Spritzmörtel mit einem tiefen E-Modul sowie einem hohen Arbeitsvermögen gefordert. Zusätzlich sollen die Spritzmörtel ein tiefes Schwindmass aufweisen.**

**Die Untersuchungsergebnisse der positiven Einflüsse einer konstruktiven Bewehrung aus Glas auf die Spritzbetonbeschichtung (Nass- und Trockenspritzverfahren) werden im folgenden dargelegt.**

Objektspezifisch stehen verschiedene Anforderungen an die Spritzbeton- bzw. Spritzmörtelschicht im Vordergrund:

- hohe Dichte (keine Chlorid-Penetration)
- chem. Beständigkeit
- Wasserdampfdurchlässigkeit
- tiefes Schwindmass
- hoher Widerstand gegen Karbonatisierung
- tiefer E-Modul
- hohe Verformbarkeit (hohes Arbeitsvermögen)
- ästhetische Anforderungen an die Oberfläche usw.

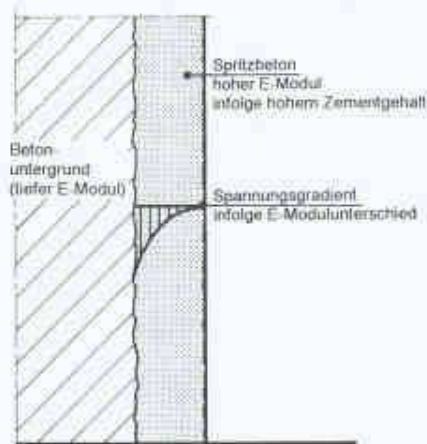
Hohe Haftzugwerte und keine Hohlstellen zwischen Betonuntergrund und Beschichtung sind zusätzliche primäre Qualitätsvoraussetzungen. Um die geforderten Haftzugwerte zu garantieren, wird in der Ausgangsmischung ein hoher Zementgehalt gewählt. Bei geringen Spritzbeton-

stärken steigt der Zementgehalt zusätzlich infolge Kornrückprall (Bild 1). Die Erfahrungen in der Praxis zeigen, dass mineralische Spritzmörtel (Baustellenmischungen oder Fertigprodukte) je nach applizierter Schichtstärke verschiedene Zementgehalte und somit grosse E-Modul-Schwankungen aufweisen. Im praktischen Versuch (Silo Wil, SG) gewonnene Erkenntnisse zeigten, dass mit der identischen Ausgangsmischung (Fertigprodukt) bei einer applizierten Schichtstärke von 2 cm der E-Modul (28 Tage) über 35 000 N/mm<sup>2</sup> betrug. Wurde jedoch in einer Schichtstärke von 10 cm appliziert, stellte sich ein E-Modul (28 Tage) von 25 000 N/mm<sup>2</sup> ein.

Der E-Modul der Spritzbetonschicht wird somit von der Applikationsart (über

2

Thermisch bedingte Spannungen aus Differenz der E-Modul



1

Erhöhung des Zementgehalts infolge Kornrückprall



Kopf oder an Wand) und der Schichtdicke des Spritzbetons bestimmt.

Ist der E-Modul der Spritzbetonschicht massgeblich höher als jener des Betonuntergrunds, entstehen thermisch bedingte Spannungen (Bild 2). Zusätzlich neigen Spritzbetonschichten mit hohem Zementgehalt zu hohen Schwindspannungen. Mit einer Standard-Ausgangsmischung für Spritzbeton können nicht alle Anforderungskriterien gleichzeitig erfüllt werden. Der planende Bauingenieur soll objektspezifische Anforderungen an die Spritzbetonbeschichtung formulieren, und die ausführende Unternehmung soll anhand von Vorversuchen die Eignung der verwendeten Ausgangsmischung nach-

weisen. Mögliche Spritzbeton- bzw. Spritzmörtel-Ausgangsmischungen sind hier aufgeführt:

- mineralische Spritzmörtelmischungen auf reiner Zementbasis
- kalkmodifizierte Spritzmörtelmischungen
- microsilicamodifizierte Spritzmörtelmischungen
- kunststoffmodifizierte Spritzmörtelmischungen

Mehrfachmodifizierte Fertigmischungen wie

- schwindkompensierte Spritzmörtel
  - hochleistungsfähige Spritzmörtel usw.
- Diese Ausgangsmischungen können bauseits aufbereitet oder als Fertigware (Silo oder Sack) angeliefert werden.

Wird bei der Spritzbetonapplikation ein konstruktives Glasgitter eingespritzt, ändern sich die Eigenschaften der Spritzmörtelbeschichtung. Der Einfluss der Glasgittereinlage wurde durch den Autor untersucht.

### Glasgittereinlage für Spritzbetone

Das verwendete Glasgitter hat eine Maschenweite von 35×35 mm und eine beidseitige Reissfestigkeit von 25 kN/m. Die einzelnen Glasfaserstränge in Längs- und Querrichtung bestehen aus über 5000 Einzelfäden. Ein spezieller Haftvermittler auf dem Glasgitter bewirkt, dass Zementleim zwischen die Glasfaserstränge eindringt und ein intensiver Verbund entsteht (Bild 3). Dank dieser Verbundwirkung können durch die Gittereinlagen Kräfte aufgenommen werden. Die Glasgittereinlage wurde auf alkalische sowie andere chemische Beständigkeiten geprüft.

Die Glasgittereinlage war gegen alle geprüften Säuren, Salzverbindungen und Alkalien beständig. Nach 28 Tagen Lagerung konnte bei keiner der Proben ein Ge-

### Substanzen, die für die Untersuchung verwendet wurden

#### Säuren

- 5% Essigsäure
- 10% Salzsäure
- 10% Salpetersäure
- 10% Phosphorsäure

#### Nitrate

- 10% Calciumnitrat
- 10% Kaliumnitrat
- 10% Natriumnitrat
- 10% Ammoniumnitrat

### Substanzen, die für die Untersuchung der Alkalibeständigkeit verwendet wurden

- gesättigte Lösung Calciumhydroxid
- 10% Kaliumhydroxid
- 10% Natriumhydroxid

#### Chloride

- 10% Calciumchlorid
- 10% Natriumchlorid
- 10% Kaliumchlorid

#### Sulfate

- 10% Calciumsulfat
- 10% Natriumsulfat
- 10% Kaliumsulfat





3

Oben: Verbund aus Zementleim und Glasfasern, rasterelektronenmikroskopische Aufnahme; unten: Zementstein und Calciumminerale haften an den Glasfasern



wichtsverlust nachgewiesen werden. Im Raster-Elektronenmikroskop war keinerlei Veränderung an der Oberfläche und somit kein Angriff feststellbar (Bild 4).

#### Einfluss auf Arbeitsvermögen der Spritzbetonschicht

Am Institut für Baustofflehre, Universität Innsbruck, wurde das Arbeitsvermögen von glasfaserarmierten und von unbewehrten dünnen Spritzmörtelplatten verglichen. Die Prüfung erfolgte gemäss dem Platten-Biegeversuch SNCF mit einer Verformungssteuerung von 1,5 mm/Min. (Bild 5). Mit einem mineralischen Spritzmörtel (4-mm-Korn, Fertigprodukt) wurden Spritzbetonplatten mit den Abmessungen 60x60x5 cm hergestellt. Bei einem

4

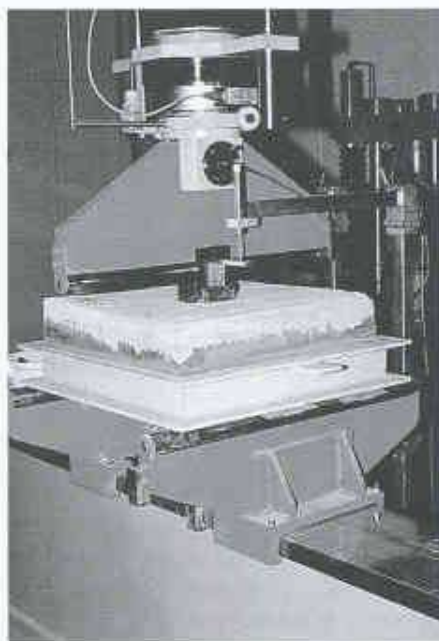
Intakte Oberflächenstruktur nach alkalischer und chemischer Beanspruchung



Teil der Proben wurde die Glasfaserbewehrung zentrisch in die Spritzbetonplatte eingespritzt. Die Probekörper wurden einen Tag nachbehandelt und dann während 27 Tagen bei 30°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 50% im Klimaschrank gelagert. Der Platten-Biegeversuch erfolgte nach 28 Tagen. Die 5 cm starken Spritzbetonplatten erreichten mit und ohne Glasfaserbewehrung etwa die identische Maximallast. Das Arbeitsvermögen der glasfaserbewehrten Platte bei 25 mm Durchbiegung war jedoch 3,3mal grösser als jenes der unarmierten Platte (Bild 6).

#### Einfluss auf Schwindmass

Im Rahmen der Qualitätssicherung bei der Spritzbeton-Instandstellung am Objekt der Cité universitaire Neuchâtel wurden das freie Schwinden von glasfaserbewehrten und unbewehrten Spritzmörtelschichten durch das leitende Ingenieurbüro verglichen. Mit der hauseits hergestellten Spritzbetonmischung (8-mm-Korn) wurden vom Unternehmer Standardprismen mit den Abmessungen 40/40/160 mm im Trockenspritzverfahren hergestellt. In der Ausgangsmischung

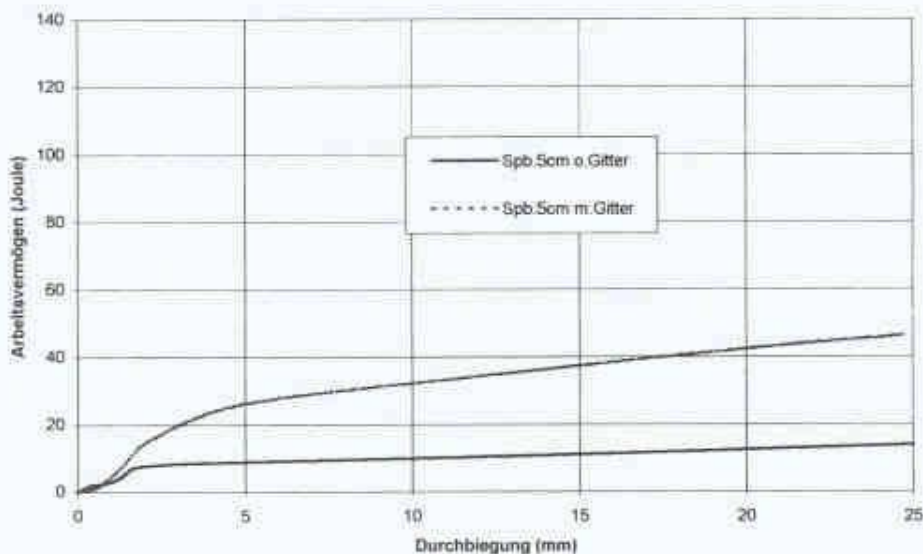


5

Spritzbetonplatte im Platten-Biegeversuch

6

Arbeitsvermögen von bewehrter und unbewehrter Spritzbetonplatte



wurden 10% des Zementes durch hydraulischen Kalk ersetzt. Für den Spritzbeton wurden anschliessend folgende Kennwerte gefunden:

Druckfestigkeit 28 Tg.	55,7 N/mm <sup>2</sup>
Gesamtporosität	19,55 Vol%
Kapillarporosität	14,05 Vol%
Makroporosität	2,25 Vol%

Für die Serie O (ohne Glasgittereinlage) wurde nach 28 Tagen ein freies Schwindmass von 2,25% gefunden. Für die glasfaserbewehrte Serie 1 wurde hingegen nach 28 Tagen ein freies Schwindmass von 0,4% gefunden (Bild 7). Die Schwindmessungen wurden durch TTB,

Labor für Baustoffprüfungen, Basel, durchgeführt.

Freies Schwinden der Spritzbetonprismen nach 28 Tagen:

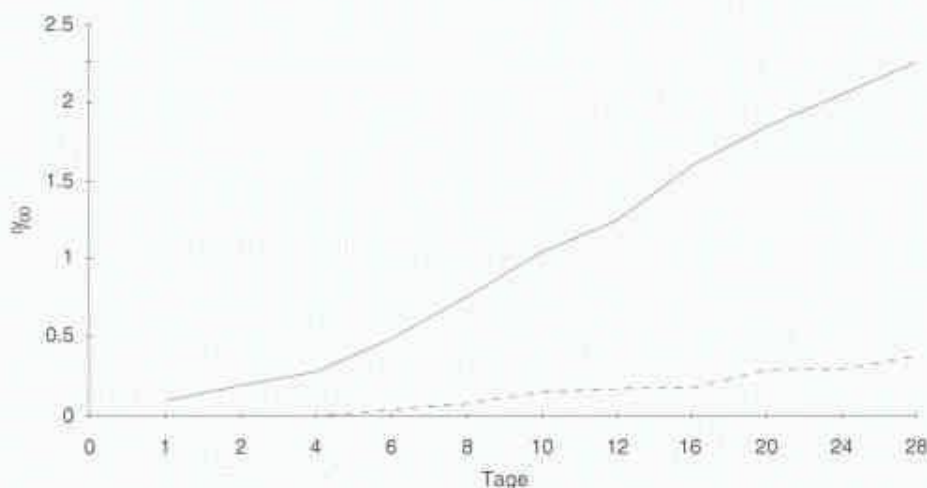
Serie 0	ohne Glasgitter	2,25 ‰
Serie 1	mit Glasgitter	0,4 ‰

Dank der Glasgittereinlage konnte das freie Schwindmass des Spritzmörtels massgeblich reduziert werden. Schwindkräfte können somit in das Glasgitter eingeleitet und aufgenommen werden.

#### Einfluss auf Haftzugwerte

Am Objekt der Cité universitaire wurden zusätzlich die Haftzugwerte am Bohr-





7

Freies Schwindmass nach 28 Tagen für bewehrte und unbewehrte Standardprismen, ausgezogen: ohne Bewehrung, gestrichelt: glasfaserbewehrt

kern mit  $\varnothing 50$  mm der glasfaserverstärkten Spritzbetonschicht geprüft und Haftzugwerte zwischen 1,98 und 2,92 N/mm<sup>2</sup> gefunden.

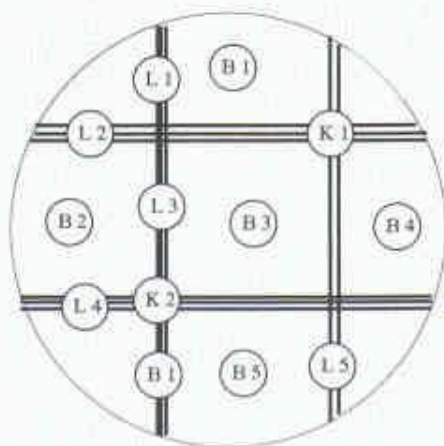
Die Bruchstellen traten nie in der Lage der Glasfaserbewehrung auf. Mit einem Kleinstempel  $\varnothing 10$  mm wurden zusätzliche Haftzugprüfungen im Bereiche der Glasfaserbewehrung gezogen. Die Resultate zeigten, dass selbst im Bereich der Glasfaserstränge sowie der Glasfaserkreuzpunkte eine Haftung existiert (Bild 8).

Unter dem Raster-Elektronenmikroskop war zu sehen, dass die Glasfaserstränge nicht als Faserbündel im Spritzbeton liegen, sondern dass die einzelnen Glasfäden (mit einem Durchmesser von rund 12  $\mu$ m) auseinandergedrückt werden. Zementstein und Calciummineralien drängen zwischen die einzelnen Faserstränge ein und haften an den Glasfasern (Bild 3 unten).

### Interpretation der Ergebnisse

Da die konstruktive Glasgittereinlage nicht korrodiert, kann diese auch bei minimalen Spritzbetonschichten eingesetzt werden. Eine 3 cm starke Spritzbetonüberdeckung der Glasbewehrung wie bei Stahlbewehrungen ist nicht erforderlich. Die Spritzmörtelschichten können entsprechend geringer dimensioniert werden.

Dünne Spritzbetonschichten weisen applikationstechnisch bedingt einen hohen Zementgehalt auf. Dies manifestiert sich in einem hohen E-Modul sowie einem hohen Schwindmass. Die Glasgittereinlage reduziert das Schwindmass der Spritzbetonbeschichtung. Entsprechend müssen an der Anschlussfuge zwischen Spritz- und Untergrundbeton weniger Schwindspannungen eingeleitet werden, was die Gefahr von Abplatzungen und örtlichen Hohlstellen reduziert. Das Arbeitsvermögen sowie die Verformungsfreudigkeit der Aussenschicht wird um den Faktor 5,3 verbessert. Die geforderten Haftzugwerte von 1,5 N/mm<sup>2</sup> können bei fachgerechter Ausführung mit der Glasgittereinlage garantiert werden. Da die Glasfaserbewehrung nahe an der Spritzbetonoberfläche verlegt wird, werden sichtbare Schwindrisse im Makrobereich in eine Vielzahl von Mikroschwindrissen umgewandelt. Infolge dieser veränderten Rissgrößenordnung werden die Wassereindringtiefe und somit auch die Schadstoffeindringung reduziert. Mikroschwindrisse sind für das menschliche Auge nicht wahrnehmbar. Ästhetischen Ansprüchen des Bauteils kann somit zusätzlich Rechnung getragen werden.



8

Haftzugwerte mit Kleinstempel  $\varnothing 10$  mm: B1 bis B5: Spritzbeton ohne Glasfaser: Werte zwischen 1,88 und 2,72 N/mm<sup>2</sup>; L1 bis L5: Auf Glasfaserlinie: Werte zwischen 1,68 und 2,01 N/mm<sup>2</sup>; K1 und K2: Auf Glasfaserkreuz: Werte zwischen 1,18 und 1,22 N/mm<sup>2</sup>

Adresse des Verfassers:

Josef Seber, dipl. Ing. HTL/STV, Scherer & Partner, Dammstr. 2, 6440 Brunn