Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 114 (1996)

Heft: 36

Artikel: Glasgitterbewehrungen für Spritzverfahren

Autor: Scherer, Josef

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-79026

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 29.11.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Josef Scherer, Brunnen

Glasgitterbewehrungen für Spritzverfahren

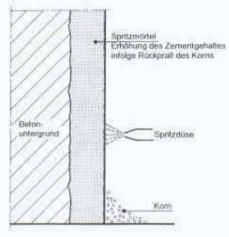
In der dickschichtigen Betoninstandstellung (1 bis 10 cm Schichtstärke)
werden Spritzmörtel mit einem tiefen
E-Modul sowie einem hohen Arbeitsvermögen gefordert. Zusätzlich
sollen die Spritzmörtel ein tiefes
Schwindmass aufweisen.
Die Untersuchungsresultate der
positiven Einflüsse einer konstruktiven 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
- hobe Verformbarkeit (hobes 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-

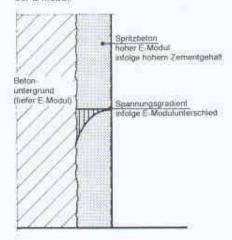
Erhöhung des Zementgehalts infolge Kornrückprall



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 Erkennmisse zeigten, dass mit der identischen Ausgangsmischung (Fertigprodukt) bei einer applizierten Schichtstärke von 2 cm der E-Modul (28 Tage) über 35000 N/mm1 betrug. Wurde jedoch in einer Schichtstärke von 10 cm appliziert, stellte sich ein E-Modul (28 Tage) von 25 000 N/mm2 ein.

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

2 Thermisch bedingte Spannungen aus Differenz der E-Moduli



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 hoben 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 lignung der verwendeten Ausgangsmischung nachweisen. Mögliche Spritzbeton- bzw. Spritzmörtel-Ausgangsmischungen sind hier aufgeführt:

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

Mehrfachmodifizierte Fertigmischunzen 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 55×55 mm und eine beidseitige Reisstestigkeit 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 5). 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

Chloride

Calciumhydroxid

5% Essigsiture	10% Calciumchlorid
10% Salesaure	10% Natriumchlorid
10% Salpetersäure	10% Kaliumchlorid
10% Phosphorsaure	
Nitrate	Sulfate
tow Calciumnitrat	10% Calciumsolfar
10% Kaliumnitrat	10% Narriumsulfat
10% Natriumnitrat	10% Kaliumsulfat
10% Ammoniumnitrat	

Substanzen, die für die Untersuchung der Alkalibeständigkeit verwendet wurden

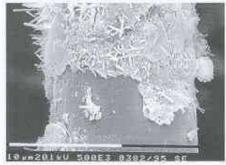
gesättigte Lösung 10% Kaliumhydroxid

Säuren

10% Natriumhydroxid



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



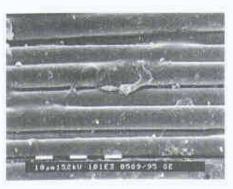
wichtsverlust nachgewiesen werden. Im Raster-Elektronenmikroskop war keinerlei Veränderung an der Oberfläche und

Einfluss auf Arbeitsvermögen der Spritzbetonschicht

somit kein Angriff feststellbar (Bild 4).

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 60×60×5 cm bergestellt. Bei einem

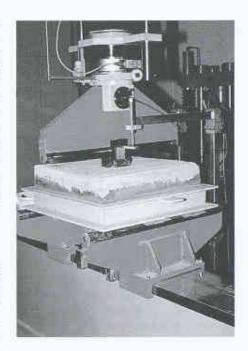




Teil der Proben wurde die Glasfaserbewehrung zentrisch in die Spritzbetonplatte eingespritzt. Die Probekörper wurden einen Tag nachbehandelt und dann während 27 Tagen bei 30 °C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 50 m Klimaschrank gelagert. Der Platten-Biegeversuch erfolgte nach 28 Tagen. Die 5 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).

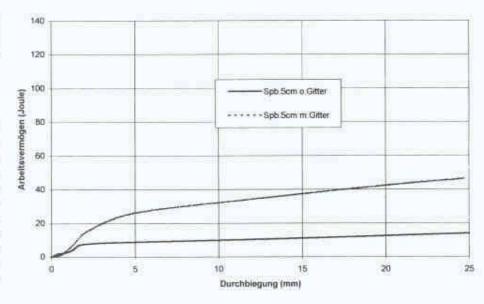
Einfluss auf Schwindmass

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



Spritzbetonplatte im Platten-Biegeversuch

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/mm² 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 2,35% 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.

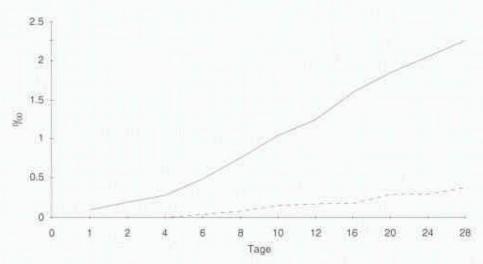
Freies Schwinden der Spritzbetonprismen nach 28 Tagen:

Serie 0 ohne Glasgitter 2,25 % Serie 1 mit Glasgitter 0,4% 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 universitäire wurden zusätzlich die Haftzugwerte am Bohr-

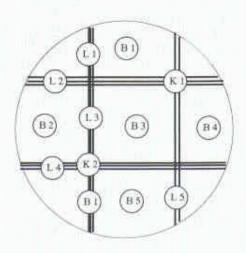


Freies Schwindmass nach 28 Tagen für bewehrte und unbewehrte Standardprismen, ausgezogen: ohne Bewehrung, gestrichelt: glasfaserbewehrt

kern mit Ø50 mm der glasfaserverstärkten Spritzbetonschicht geprüft und Haftzugwerte zwischen 1,98 und 2,92 N/mm² gefunden.

Die Bruchstellen traten nie in der Lage der Glasfaserbewehrung auf. Mit einem Kleinstempel ⊘ 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 12µm) auseinandergedrückt werden. Zementstein und Calciummineralien dringen zwischen die einzelnen Faserstränge ein und haften an den Glasfasern (Bild 3 unten).



Haftzugwerte mit Kleinstempel © 10 mm: B1 bis B5: Spritzbeton ohne Glasfaser: Werte zwischen 1,88 und 2,72 N/mm²; L1 bis L5: Auf Glasfaserlinie: Werte zwischen 1,68 und 2,01 N/mm²; K1 und K2: Auf Glasfaserkreuz: Werte zwischen 1,18 und 1,22 N/mm²

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 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 Anschlussfüge 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/mm2 können bei fachgerechter Ausführung mit der Glasgittereinlage garantiert werden. Da die Glasfaserbewehrung nahe an der Spritzbetonoberfläche verlegt wird, werden sichthare 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.

Adresse des Verfassers: Josef Scherer, dipt. Ing. HTL/STV, Scherer & Partner, Dammstr. 2, 6440 Brunnen