

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 96 (1978)
Heft: 37

Artikel: Rheologisches Verhalten von Faserbetonmischungen und Zementsuspensionen: Rheologentag in Berlin
Autor: Brux, G.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-73743>

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: 13.01.2026

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

Rheologisches Verhalten von Faserbetonmischungen und Zementsuspensionen

Rheologentag in Berlin

In der Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM) in Berlin-Lichterfelde wurden auf der Jahrestagung der Deutschen Rheologischen Gesellschaft (DRG) vierzig Fachvorträge aus Lehre, Forschung und Praxis unter internationaler Beteiligung (CSSR, Dänemark, Österreich, Schweden und Schweiz) gehalten. Darin wurde auf das Fliessverhalten (Viskosität, Kriechen usw.), Spannungen und Formveränderungen von Werk- und Baustoffen, dazu verwendete Prüfgeräte (Kapillar-, Auslauf- und Rotationsviskosimeter usw.), Messergebnisse und besondere Erscheinungsformen eingegangen. Zu den zahlreichen Teilnehmern gehörten auch Fachleute aus Dänemark, Holland, Österreich, Schweden und der Schweiz. Hier wird nur über die den Betoningenieur interessierenden Vorträge berichtet.

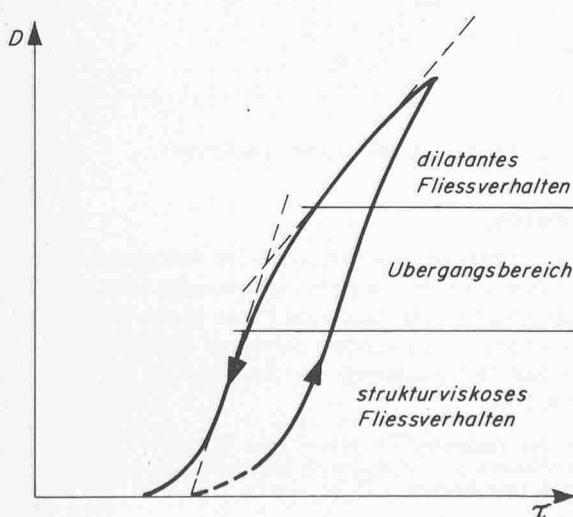
Mit den rheologischen Eigenschaften von Faserbetonmischungen befasst sich der Beitrag von K. Komlos vom Institut für Bauwesen und Architektur der Slowakischen Akademie der Wissenschaften in Bratislava. Er bringt den gegenwärtigen Stand des Wissens auf diesem Gebiet und berücksichtigt dabei ausser eigenen auch Forschungsergebnisse aus Australien, Belgien, England, Deutschland, Frankreich, Schweden und den USA [1-24]. Als Faserbewehrung verwendet man heute Metallfasern, mikrofeine Drähte, Stein-, Schlacken-, Glaswolle- und Glasseidefasern, Kohlenstofffasern, Kunststofffasern und kunststoffbeschichtete Fasern sowie Gemische verschiedener Fasern. Die Faserbewehrung trägt zum Vergrössern der Zugfestigkeit, Zähigkeit, Verformbarkeit und der zum Bruch des Verbundwerkstoffes erforderlichen Energie bei, wenn man die entsprechenden Kennwerte für die unbewehrte Matrix damit vergleicht.

Betons im frischen Zustand weitgehend bestimmt. Dies trifft auf faserbewehrten Beton in noch ausgeprägterer Form zu. Die Faserbewehrung erhöht nämlich die *Sperrigkeit der Betonmischung* und erschwert dadurch die Verarbeitbarkeit und Verdichtung des Betons. Die isotropen Eigenschaften des Verbundwerkstoffes sind nicht gegeben, wenn die beliebige Orientierung der Fasern im erhärteten Werkstoff verhindert wird. Durch die grosse spezifische Oberfläche entziehen die Fasern auch der Betonmatrix einen grossen Teil des Anmachwassers, wodurch die Verarbeitbarkeit der Faserbetonmischung weiter herabgesetzt wird. Die *Faserbetonzusammensetzung* muss deshalb bestimmten Anforderungen entsprechen, wie z.B. 330 bis 560 kg/m³ Zementgehalt, $W/Z = 0,4$ bis 0,6, 50 bis 100% Sandanteil beim Zuschlagstoff, Grösstkorn 9,5 mm, 6 bis 9% Luftgehalt und je nach Faserart 0,5 bis 2,5 Vol.-% Fasergehalt; das Verwenden von Flugasche ergibt hier auch Zementersparnis, wie z.B. bei 134 kg/m³ FA-Gehalt: $Z = 290$ kg/m³, $W/Z = 0,54$, 50% Sandgehalt. Es werden Angaben über die *kritische Fasermenge* gemacht, deren Überschreiten die notwendige Verdichtung des Faserbetons nicht mehr zulässt, und ein neues Berechnungsverfahren dafür abgeleitet. Eingegangen wird auf den erforderlichen *Mörtelanteil* bei Faserbetonen und das Verhältnis von Grob- und Kornanteil im Zuschlagstoff zu der in die Betonmatrix einmischbaren Höchstmenge des Faseranteils. Für die so ermittelte *Verarbeitbarkeit* von Faserbetonmischungen wird die Beziehung zwischen Grösstkorn der Betonmatrix und Faseranteil bei verschiedenen Faserarten aufgezeigt sowie der Einfluss von Art, Form (rund, oval, wellenförmig, Duoform usw.) und das Verhältnis Länge zu Durchmesser der Fasern mit Grenzwerten angegeben.

Anforderungen an eine Faserbetonzusammensetzung

Die physikalisch-mathematischen Eigenschaften erhärteter Betone werden durch die rheologischen Eigenschaften des

Fliesskurven von Zementsuspension



Fliessverhalten

Über Untersuchungen zum Fliessverhalten von Zementsuspensionen sprach W. vom Berg vom Institut für Bauforschung an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen. Zementsuspensionen sind Zweiphasensysteme aus unregelmässig geformten, festen Zementkörnern in Wasser, die in der Baustoffkunde je nach ihrer Anwendung unter der Bezeichnung *Zementleim*, *Einpressmörtel* oder *Zementmilch* bekannt sind [25-27]. In den meisten Fällen ist ihr Fliessverhalten für den Verarbeitungsvorgang von Bedeutung, wie z.B. im Tunnel- und Talsperrenbau beim Injizieren von Zementleim in klüftigem Fels zum Verbessern der Standfestigkeit oder Wasserundurchlässigkeit. Das Fliessverhalten der Suspensionen hat dabei einen erheblichen Einfluss auf die erzielbare Reichweite der Injektion und den aufzuwendenden Druck und damit auf die Güte und Kosten der Injektionsarbeiten. Zementsuspensionen weisen ein Dichtegegenverhältnis zwischen der dispergierten Phase und dem Suspensionsmedium von etwa 3 auf. Das führt je nach Feststoffkonzentration zu starker Sedimentationsneigung. Hinzu kommt der sehr weite Korngrössenbereich (0,1 bis 200 µm). Weiter beeinflusst die Hydratation die Versuchsdurchführung, denn die entstehenden Hydratationsprodukte bewirken eine ständige Veränderung der rheologischen Eigenschaften der Suspension.

Viele Dinge haben also Einfluss auf das Fliessverhalten von Zementleim, wie z.B.

- die Feststoffkonzentration der Suspension,
- die Korngrößenverteilung und Kornform des Zementes
- der Gehalt und die Zustandsform des Kalziumsulfats,
- das Alter des Zementleims (Hydratation),
- die Mischdauer und der Bereitungsgrad der Suspension,
- die chemische Zusammensetzung des Zementes,
- die Eigenschaften des Anmachwassers und
- die Temperatur.

Trotz der erheblichen versuchstechnischen Schwierigkeiten ist es mit gewissen Streuungen möglich, bestimmte Fliesskurven von Zementsuspensionen zu ermitteln (siehe Bild). Dabei tritt strukturviskoses und dilatantes Fliessverhalten auf. Ausserdem spielen zeitabhängige rheologische Eigenschaften eine Rolle, wie Thixotropie und Rheopexie. Danach ist es möglich, den Einfluss der Baustoffeigenschaften Feststoffkonzentration und spezifische Oberfläche des Feststoffes auf die rheologischen Eigenschaften Fliessgrenze und Anfangsviskosität zu bestimmen und damit auch für Zementsuspensionen eine Fliessgleichung abzuleiten, die Zementinjektionen berechenbar zu machen.

Schrifttum

- [1] *Wischers G.*: «Faserbewehrter Beton». *Beton*, Heft 4, 1974
- [2] *Brux G.*: «Faserbewehrter Beton». *Schweiz. Bauzeitung*, Heft 3, 1974
- [3] *Komlos K.*: «Faserbewehrter Beton». *Tiefbau*, Heft 4, 1973
- [4] *Swamy R.N.*: «Fibre reinforcement of cement and concrete». *Materials and Structures*, Heft 45, 1975
- [5] *Jejcic D., Zanghellini F.*: «Mortiers et ciments armés de fibres». *Annales de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics*. Heft 347, 1977
- [6] *Hilsdorf H.K.*: «Zementgebundene Matrix und Faserbewehrung». *Der Heidelberger Portländer*, Heft 2, 1975
- [7] *Merkblatt Stahlfaserspritzbeton*. *Beton*, Heft 2, 1977
- [8] *Swamy R.N., Fattuhi N.I.*: «Mechanics and properties of steel fibre reinforced concrete». *Proceedings of the First Australian Conference on Engineering Materials*, Sydney, August 1974, University of Sydney
- [9] *Swamy R.N., Savvides H.*: «Some properties of high workability steel fibre concrete». *Fibre reinforced cement and concrete*. RILEM Symposium, London, 1975
- [10] *Majumdar A.J.*: «Properties of fibre cement composites». *Fibre reinforced cement and concrete*. RILEM Symposium, London, 1975
- [11] *Edgington J., Hannant D.J., Williams R.I.T.*: «Steel fibre reinforced concrete». *Garston, Building Research Establishment, Current Paper CP 69/74*
- [12] *Komloš K.*: «Possibilities of workability determination of fibre concrete mixes according ČSN 731312». *Československá standardizace*, Heft 3, 1976
- [13] *Komloš K.*: «State-of-the-art report on concrete reinforced with randomly spaced fibres». *Stavebnicky časopis*, Heft 4, 1977
- [14] *Krenchel H.*: «Fiber reinforced brittle matrix materials». *ACI International Symposium «Fiber reinforced concrete»*, 1974, Publication SP 44-3
- [15] *Dehouze N., Lejeune A., Cuykens T.*: «Les mortiers et bétons renforcés de fibres d'acier». *Revue C.S.T.C., Centre scientifique et technique de la construction, Belgique*, Heft 2, 1974
- [16] *Swamy R.N., Mangat P.S.*: «Influence of fibre-aggregate interaction on some properties of steel fibre reinforced concrete». *RILEM-Materials and Structures*, Heft 41, 1974
- [17] *Takagi J.*: «Some properties of glass fiber reinforced concrete». *ACI International Symposium «Fiber reinforced concrete»*, 1974 Publication SP 44-5
- [18] *Ritchie A.G.B., Rahman T.A.*: «The effect of fiber reinforcement on the rheological properties of concrete mixes». *ACI International Symposium «Fiber reinforced concrete»*, 1974, Publication SP 44-2
- [19] *Ritchie A.G.B., Mackintosh P.M.*: «Selection and rheological characteristics of polypropylene fibres». *Concrete*, Heft 8, 1972
- [20] *Mangat P.S., Swamy R.N.*: «Compactibility of steel fibre reinforced concrete». *Concrete*, Heft 5, 1974
- [21] *Komloš K.*: «Rheological characteristics of fibre reinforced concrete mixes». In: *Proceedings of the VIIth International Congress on Rheology*, Gothenburg, 23.-27. August 1976
- [22] *Marsh H.N., Clarke L.L.*: «Glass fiber reinforces cement based materials». *ACI International Symposium «Fiber reinforced concrete»* 1974. Publication SP 44-14
- [23] *Swamy R.N., Mangat P.S.*: «Influence of fiber geometry on the properties of steel fiber reinforced concrete». *Cement and Concrete Research*, Heft 3, 1974
- [24] *Hughes B.P., Fattuhi N.I.*: «The workability of steel fibre reinforced concrete». *Magazine of Concrete Research*, Heft 96, 1976
- [25] *Flatten H.*: «Untersuchungen über das Fliessverhalten von Zementleim». *Dissertation, Rhein. Westf. Techn. Hochschule Aachen*
- [26] *Wesche K., vom Berg W.*: «Rheologische Eigenschaften von Zementleim und Frischbeton». *Beton*, Heft 1, 1973
- [27] *Flatten H., vom Berg W.*: «Betonwerk+Fertigteil-Technik», Heft 8, 1974

G. Brux

Strahlenschäden entlarven Antiquitätenfälscher

Datierung und Echtheitsprüfung mit Hilfe der Thermolumineszenz

Archäologen, Geologen und Kunsthändler können sich auf eine neue Methode der Altersbestimmung stützen: Die winzigen Strahlenschäden, welche die natürliche Radioaktivität in einem Werkstoff erzeugt, haben sich als zuverlässige «Uhr» für die Echtheitsprüfung alter Kunstwerke und zur Datierung historischer und archäologischer Zeitschnitte erwiesen. Im *Max-Planck-Institut für Kernphysik* in *Heidelberg* arbeitet die mit Unterstützung der *Stiftung Volkswagenwerk* aufgebaute archäometrische Arbeitsgruppe an einem

Datierungsverfahren, bei dem das beim «Ausheilen» solcher Strahlenschäden auftretende Leuchten – die *Thermolumineszenz* – als Zeitmaßstab verwendet wird.

Chinesische «Geisterobjekte»

Die Besucher der *Völkerkundlichen Sammlungen des Reiss-Museums* in *Mannheim* beispielsweise konnten jahrelang die Keramikplastik einer chinesischen Tänzerin bewundern, die