

Zeitschrift:	Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber:	Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band:	96 (1978)
Heft:	37
Artikel:	Strahlenschäden entlarven Antiquitätenfälscher: Datierung und Echtheitsprüfung mit Hilfe der Thermolumineszenz
Autor:	Gerwin, Robert
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-73744

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: 26.01.2026

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

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

nach dem Stil beurteilt an die 1700 Jahre alt sein musste. Sie zitierte sogar den Einband eines bekannten Werkes über die Kunst des Fernen Ostens. Gewisse Zweifel an der stilistischen Gestaltung der Figur veranlassten jedoch den Leiter der Völkerkundlichen Sammlungen, *Henning Bischof*, die ganze Sammlung seiner altchinesischen Keramikplastiken von *Günther Wagner* am Max-Planck-Institut für Kernphysik in Heidelberg untersuchen zu lassen. Aus dem Sockel der Plastiken wurde jeweils eine winzige Probe gebohrt. Beim Erhitzen des Probenmaterials verriet das verhältnismässig schwache Leuchten, dass es sich bei diesem scheinbar so wertvollen Stück um eine *Fälschung aus dem 20. Jahrhundert* handelte: Die Thermolumineszenz-Uhr zeigte ein Alter von nur 70 Jahren an.

Vermutlich handelt es sich bei dieser Figur um eine Nachbildung unter Verwendung der alten Prägeformen, die man beim Bau der chinesischen Eisenbahnen zu Beginn dieses Jahrhunderts wieder fand. Schon damals war das Interesse an altchinesischen Grabbeigaben sehr lebhaft und die Versuchung für Fälscher gross. Ursprünglich wurden im alten China – wie auch in Ägypten und später in anderen Kulturkreisen – den Toten Original-Gebrauchsgegenstände mit ins Grab gegeben. Man schreckte nicht einmal vor Menschenopfern zurück, damit Fürsten auch im Jenseits nicht auf ihre Leibgarde, Hofdamen und Unterhaltungskünstler verzichten mussten. Der chinesische Philosoph und Staatslehrer *Konfuzius* (551 bis 479 v. Chr.) riet schliesslich, statt der originalen Gebrauchsgegenstände verkleinerte Nachbildungen aus Keramik zu verwenden. Sie seien dem neuen «Seins-Zustand» des Verstorbenen eher angemessen. Seit damals tragen derartige Gegenstände die Bezeichnung «Geisterobjekte» (Ming-Ch'i).

Noch eine zweite, diesmal ganz unerwartete Enttäuschung erlebte Dr. Bischof bei der Thermolumineszenz-Durchmusterung seiner Sammlung. Auch eine Keramik-Truhe mit Untergestell erwies sich als zu jung. Historisch war dieses Objekt der T'ang-Dynastie von 618 bis 907 n. Chr. zuzuordnen. Doch ergaben die archäometrischen Untersuchungen für die Truhe ein Alter von allenfalls 300 Jahren. Trotz der damals bei diesem Objekt geringen Gewinnerwartung handelte es sich wohl um eine im 18. Jahrhundert in China angefertigte Nachbildung.

Datierung römischer Wasserleitungssysteme

Einen Beweis für die Zuverlässigkeit der Thermolumineszenz-Methode konnten der Geologe *Günther Wagner* und seine Kollegen vom Heidelberger Institut in Zusammenarbeit mit Archäologen liefern. Bei der Ausgrabung einer aus spätrömischer Zeit stammenden Villa in *Bad Kreuznach* auf dem Gelände des ehemaligen Max-Planck-Instituts für Landarbeit und Landtechnik ging es um die Datierung eines aus Tonrohren bestehenden Wasserleitungssystems. Es bestand die Vermutung, diese Rohre seien erst in nachrömischer Zeit angelegt worden. Die Thermolumineszenz-Untersuchungen bestätigten jedoch ein Alter in römischer Zeit. Dann fanden die Archäologen in dem Rohrsystem eine römische Münze, und es zeigte sich, dass die Wissenschaftler nun besser als 7 Prozent Genauigkeit gemessen hatten.

«Elektronen-Falle»

Radioaktivität gibt es seit der Entstehung der chemischen Elemente vor Jahrmilliarden, und noch heute zeigt die Erdkruste natürliche Radioaktivität. Diese geht vor allem

von den radioaktiven Elementen *Uran*, *Thorium* und *Kalium* aus. Insbesondere enthalten *Ton* und *Lehm*, aus denen Gebrauchsgegenstände und Ziegel gebrannt werden, in sehr geringer Menge radioaktives Uran. Die Strahlung, die von den uranhaltigen Mineralien ausgeht, erzeugt in der umgebenden Materie unter anderem einen *sehr charakteristischen Anregungs-Effekt*. Einzelne Elektronen dieser Atome werden auf ein höheres Energie-Niveau gehoben und verharren hier in einem quasi-stationären Zustand. Sie sind für Jahrhunderte und Jahrtausende in einer Art Elektronen-Falle gefangen. So entspricht ihre Zahl der Bestrahlungsintensität und der Bestrahlungsdauer, also kurz der *Strahlendosis*. In der Tat wird dieser Effekt auch in der Kerntechnik für die Bestimmung von Strahlenbelastungen benutzt.

Alle technischen Verwendungen setzen allerdings voraus, dass man die Elektronen-Fallen bei Bedarf öffnen kann. Dazu genügt es, den bestrahlten Werkstoff zu erwärmen. Beim Überschreiten einer Temperatur von 200 °C fallen die gefangenen Elektronen nach und nach in den Grundzustand zurück. Sie geben dabei eine charakteristische Lichtstrahlung ab, die Thermolumineszenz. Diese kann man photoelektrisch messen. Ihre Intensität ist ein Mass für die Strahlungsdosis, welche die betreffende Probe vorher aufgenommen hat. Zugleich wird die «Uhr» auf Null zurückgestellt.

Beim Aufleuchten einer Thermolumineszenz-Probe misst man also die natürliche Strahlendosis seit dem Brennen oder dem letzten Erhitzen. Bestimmt man den Urangehalt der Probe und die Strahleneinflüsse aus der Umgebung, kann man aus der Dosis die Zeit berechnen, während der betreffende Gegenstand der natürlichen Radioaktivität ausgesetzt gewesen sein muss. Damit hat man das gesuchte Alter. Dabei hängt die *Genauigkeit der Datierung von der Materialmenge* ab, die man aus dem zu untersuchenden Gegenstand herausbohren und für die Untersuchung pulverisieren kann. Im günstigsten Fall sollten es einige Gramm sein, doch bei Echtheitsprüfungen von Kunstgegenständen reichen auch einige hundertstel Gramm. Dabei geht es ja nur um die Bestimmung von Epochen, also darum, ob ein Gegenstand sehr jungen oder hohen Alters ist.

Jungsteinzeitliche Bandkeramik

Ein anderes interessantes Untersuchungsobjekt für diese Methode sind *Gebrauchsgegenstände aus der Jungsteinzeit*, jener Epoche also, da die Menschen sesshaft wurden und eine Siedlungskultur aufbauten. Die aus Ton gebrannten Töpfe jener Zeit waren in charakteristischer Weise mit Bändermustern verziert. Üblicherweise werden aus dieser Epoche organische Funde mit Hilfe der *C-14-Methode* datiert. Sie beruht darauf, dass von Pflanzen und Tieren radioaktiver Kohlenstoff (C-14) aufgenommen wird. Er entsteht in der Atmosphäre ständig aus Stickstoff durch Einwirkung der Höhenstrahlung. Doch in den letzten Jahren waren Zweifel an der Zuverlässigkeit der C-14-Datierungstechnik aufgekommen.

Unterschiedliche Ergebnisse verschiedener Methoden

In Kalifornien hat man mit Hilfe der uralten *Sequoia-Tannen* und *Borstenkiefern* einen anderen Weg der Altersbestimmung eingeschlagen. Man hat die *Jahrringe* aufgeschnittener Baumstämme gezählt und dabei festgestellt, dass die C-14-Methode für jene Zeit, also vor etwa 6000 Jahren, zu *Zeitabweichungen* von 700 bis 800 Jahren führt. Weil offenbar die Intensität der Höhenstrahlung damals höher war, muss man an die 800 Jahre zu dem nach der C-14-

