

Zeitschrift: Cementbulletin
Herausgeber: Technische Forschung und Beratung für Zement und Beton (TFB AG)
Band: 10-11 (1942-1943)
Heft: 21

Artikel: Cementinjektionen
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-153182>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 05.02.2025

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

CEMENTBULLETIN

SEPTEMBER 1943

JAHRGANG 11

NUMMER 21

Cementinjektionen

Anwendungsgebiet für Cementinjektionen: Abdichtung, Verfestigung, Hinterfüllung von Bauwerken, Gesteinen und Bauwerken. Voraussetzungen an das zu injizierende Material. Dichtungsschürzen. Kluffauspressungen, Mörtelhinterfüllungen. Beispiele. Literaturangaben.

Prinzip der Cementinjektion.

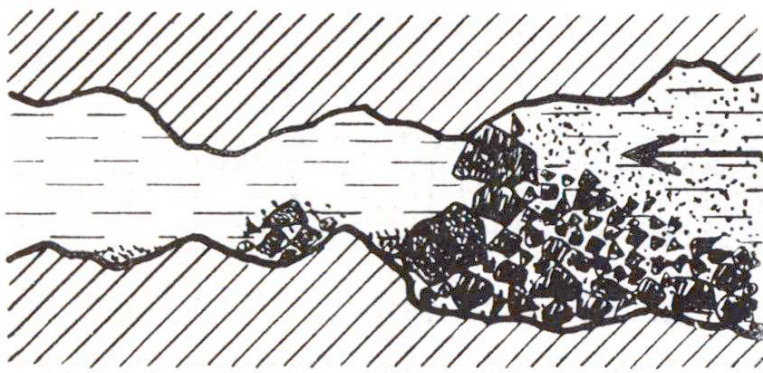
Das Einpressen von Cement oder Mischungen von Cement mit anderen Stoffen stellt eine besondere Anwendung und Technik des Cements dar. Es bezweckt im wesentlichen durchlässige Materialien **abdichten**, solche von loser Beschaffenheit zu **verfestigen** oder unzugängliche Hohlräume **auszufüllen**. Derartige Aufgaben stellen sich vorwiegend im Tief-, Wasser- und Stollenbau, wo von der Eigenschaft des Cements unter Wasser zu erhärten auch in diesem Fall Nutzen gezogen werden kann. In der Praxis besteht das Problem darin, einesteils den Cement in der gewollten Verteilung und am zweckdienlichsten Ort einzubringen, andernteils den Erfolg sicher, aber wirtschaftlich erträglich herbeizuführen. Geologische, erdbaumechanische und aufbautechnische Kenntnis der zu versteinernen Böden, bzw. Bauwerke sind unumgänglich.

Um den Cement injizieren zu können, werden Rohre von **nicht zu grosser Lichtweite** gerammt oder eingespült, bzw. in Bohrlöcher eingeführt, worauf evtl. durch Presswasser tonige Einlagerungen ausgewaschen werden und hernach zuerst dünne, dann dickere Cementmilch unter passendem Druck eingepresst wird. Grössere Hohlräume werden sinngemäss mit fettem, gut fliessendem Mörtel ausgepresst.

Ihre Anwendungen

finden Cementinjektionen wie bereits erwähnt hauptsächlich da, wo an sonstwie unzugänglicher Stelle Abdichtungen oder Verfestigungen notwendig werden. Diese Anwendungen gliedern sich etwa nach folgendem Schema:

2



T. F. B.

Abb. 1

Schematische Darstellung des Ausfilterns einer Aufschlammung in einer Pore (Längsschnitt, stark vergrößert)

Hauptzweck der Injektion:

Abdichtung

Baugebiet:

Stauanlagen

Ursache:

Durchlässiger Talboden.
Spalten, Risse und Klüfte im anstehenden Felsboden.
Nachträgliches Auspressen von Fugen in Sperren.

Wasserbau

Wasserverluste und Gefahr von Auslaugung bei Flussdämmen.
Seeuferbefestigungen.

Erdbau

Verhinderung des Wasserzutritts zu rutschgefährdeten Böden.

Verfestigung

Hoch- u. Tiefbau

Nachgiebiger, nicht standfester Baugrund.
Konsolidierung tiefliegender, instabiler Bodenschichten.
Schadhaftes Mauerwerk.

Wasserbau

Verhinderung von Auskolkungen an Fluss- und Seeufern.

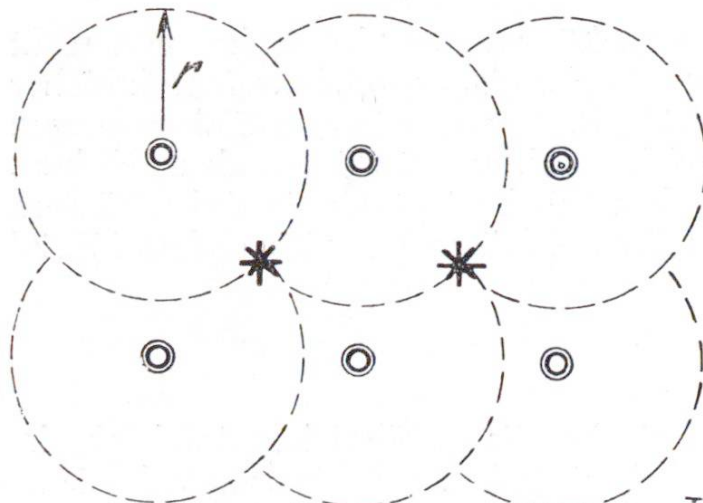
Hinterfüllungsarbeiten

Bergbau

Hohlräume zwischen Auskleidung und Fels bei Stollen und Tunnels.
Auskleidung von Bohrlöchern.
Versatz bei Senkungen.

Tiefbau

Hohlräume hinter Stützmauern.



T. F. B.

r = Injektionsradius

* = Kontrollsonden

⊙ = Injektionslöcher

Abb. 2 Anordnung von zwei Bohrlochserien mit dazwischen liegenden Kontrollsonden

3 Entsprechend diesen vielgestaltigen Aufgaben beruht die Anwendung einer Cementinjektion nicht auf einer einheitlichen Technik, vielmehr wechselt sie in ihrer praktischen Ausführung fast von Fall zu Fall. Neben ausreichender Erfahrung erfordert dieses technische Fachgebiet die Beherrschung u. a. folgender Grundlagen:

Beurteilung des Gesteinsaufbaus und der Schichtenfolgen.
Prüfung von Bohrproben.
Durchführung von Modellversuchen.
Materialtechnische Begutachtung von Böden.
Strömungs-, Sedimentationsvorgänge, Druckverteilung, etc.

Als wichtige **Voraussetzung** für die Möglichkeit einer Cementeinpressung ist die Beschaffenheit des zu injizierenden Materials zu nennen. Durch Poren, die feiner als ca. $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{20}$ mm sind, gehen die größten Cementfraktionen (siehe C. B. Nr. 18, 1943) nicht hindurch, sondern setzen sie zu, wodurch der Durchgang für die

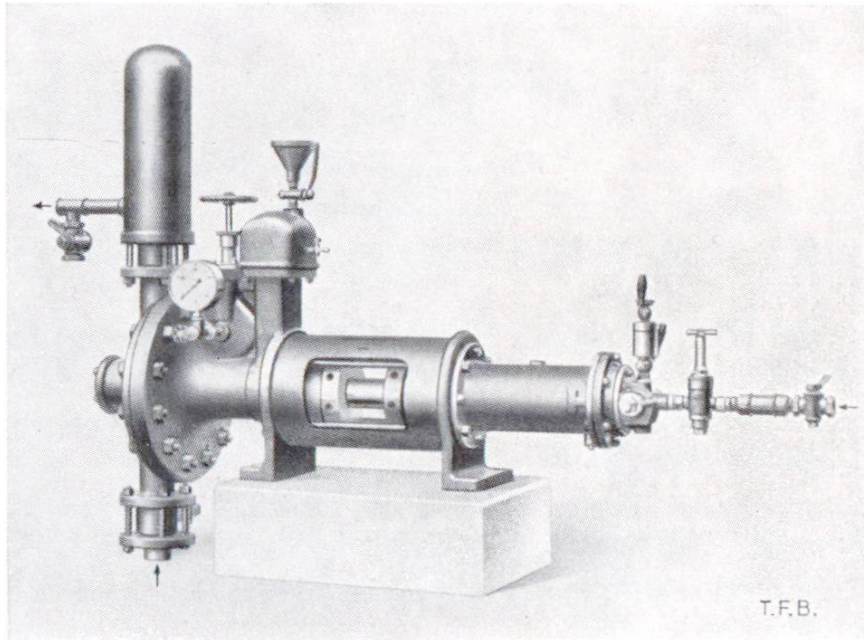


Abb. 3 Cement-Injektionspumpe (Bauart Häny, Meilen) für Pressluft-Antrieb

feineren Cementfraktionen ebenfalls versperrt wird. Der Boden darf also für die Cementmilch **nicht als Filter** wirken, zumindest nicht für solche Cementschlämme, die strömend bewegt sind. Durch Dekantieren der feineren Cementteilchen aus der Schlämme lässt sich der Anwendungsbereich etwas erhöhen, indessen ist man bei schwerer durchlässigen Böden (feine, kompakte Sande, Lehm- und Tonböden, etc.) gezwungen, gegebenenfalls zu **chemischen** Injektionen zu greifen.

Die Möglichkeit einer Cementeinjektion ist also vorgängig festzustellen, was durch **Modellversuche** an sog. «ungestörten» Bodenproben geschieht. An solchen Bodenproben wird ermittelt, welches Injektionsmittel — Cement, Cement-Ton oder ein chemisches — anzuwenden ist.

Der erwähnte Modellversuch kann auch darüber Aufschluss geben, wie weit eine Injektion voraussichtlich wirken wird, bzw. welches

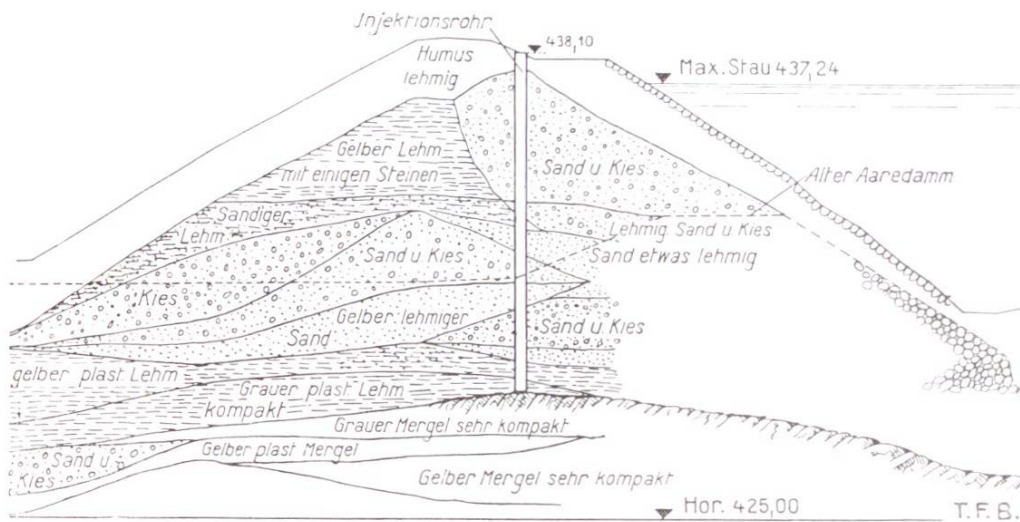


Abb. 4 Dammdichtung durch Zementinjektion. Charakteristischer Querschnitt des Damms (Aus S. B. Z. 1931, Nr. 11, s. Lit.)

der zu erwartende **Aktionsradius** ist und in welchem Abstand die Einpresslöcher anzuordnen sind.

Schliesslich wird man bei Injektionen Kontrollmassnahmen vorsehen, die über die Wirkung und den Umfang des Verfahrens Aufschluss geben. Die **Kontrollen** erstrecken sich sowohl auf die kontinuierliche Messung der Einpressdrücke, als u. a. auf die Beobachtung benachbarter Bohrungen.

Die Technik der Zementinjektion

muss sich den Umständen anpassen. Es ist nicht damit getan, mit beliebig hohen Drücken Zement in den Boden zu pressen; denn bei einem solchen Vorgehen würde keine Gewähr bestehen, dass die Zementsuspension richtig verteilt wird. Auch könnte durch unkontrollierte Drücke der sog. Plafond, d. h. der übergelagerte Boden, abgehoben werden, wodurch sog. **Zementlinsen** entstehen und der Zement nicht wirtschaftlich ausgenützt wäre.

Bei der Anlage künstlicher Stauseen können bei undichten Talböden durch unterirdischen Abfluss sehr grosse Wasserverluste entstehen. In solchen Fällen wurde öfters und mit Erfolg eine sog. **Dichtungsschürze** oder ein Dichtungsschleier angeordnet. An den Seiten und unter der Staumauer werden bis zum dichten Gestein in bestimmten Abständen und eventuell in mehreren Reihen Löcher vorgetrieben. Dann wird das Einpressrohr eingesetzt und in geeigneter Weise im Bohrloch (das bei weichem Boden verrohrt werden muss) befestigt. Die Zementmilch von anfänglich etwa 1 Teil Zement auf 10 Teile Wasser wird hierauf durch **Kolbenpumpen** eingepresst, wobei je nach den vorliegenden Bedingungen kleinere oder grössere Drücke (bis 120 Atm. und mehr) angewendet werden. Dabei ist darauf Bedacht zu nehmen, dass die Zementmilch nicht mit Luft in Berührung kommt, da sie sonst vorzeitig und bereits in der Pumpe abbindet. Das Einpressen muss langsam vor sich gehen, damit die Zementteilchen Zeit finden, sich in der günstigsten Verteilung abzusetzen. Nach Massgabe wie die tiefsten Schichten ausgepresst sind, was sich an einem

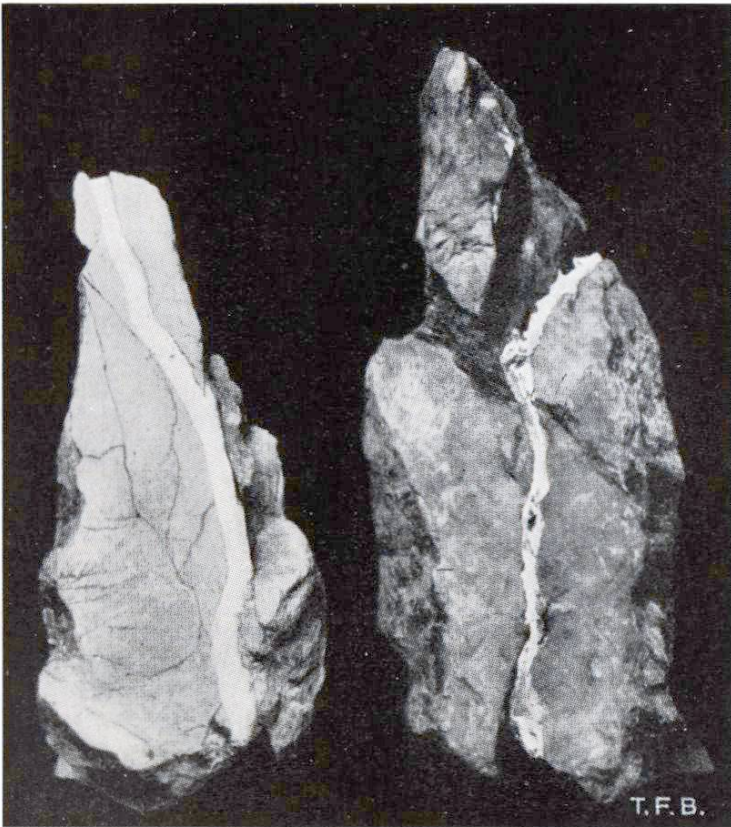


Abb. 5

Materialprobe aus cementsierter Felsklüft (Hochdruckinjektion) R. Grün, Der Beton, 2. Auflage, S. 209

Ansteigen des Injektionsdruckes bemerkbar macht, wird das Rohr gezogen und die nächsthöhere Zone injiziert, usw.

Damit die Cementmilch nicht entlang des Einführungsrohrs ins Freie austritt, benützt man besondere, verstellbare **Dichtungseinsätze** (Obturatoren), welche das Einpressrohr gegen das Bohrloch abdichten.

Nach Auspressen aller nebeneinander angeordneten Bohrlöcher entsteht somit ein zusammenhängender, dichter «Vorhang».

Handelt es sich um das Auspressen von Klüften und Spalten, so wird in der Anordnung der Bohrungen, die oft 100 und mehr Meter tief reichen, ähnlich vorgegangen. Das Auspressen geschieht aber entgegen der Arbeitsweise bei Lockergesteinen oft mit Vorteil nicht von unten nach oben, sondern umgekehrt so, dass zunächst die **obersten** Spalten injiziert werden. Hierauf wird bis auf die nächste Tiefenzone frisch gebohrt und wieder injiziert usf.

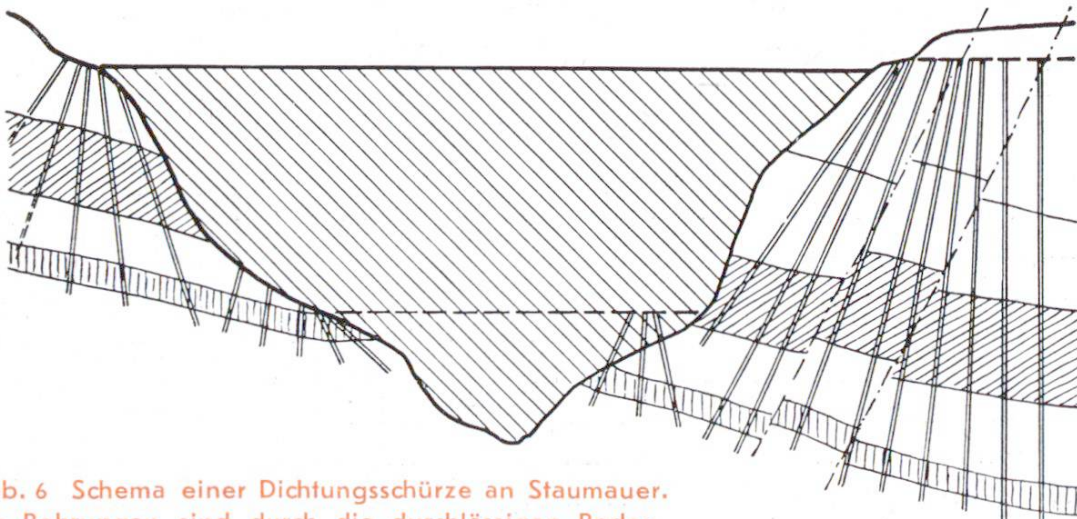


Abb. 6 Schema einer Dichtungsschürze an Staumauer. Die Bohrungen sind durch die durchlässigen Bodenschichten bis zum dichten Grundgebirge vorgetrieben

6 Je nach dem Widerstand und der Porenbeschaffenheit können cementreichere Suspensionen angewandt werden. Das niedrigste, anwendbare Wasser/Cement-Verhältnis dürfte bei 0.5 liegen.

Bei grösseren Hohlräumen, z. B. hinter Mauerauskleidungen, werden anstelle stark absetzender Cementmilch fette Mörtelmischungen (z. B. 1 Teil Cement auf 1 bis 2 Teile gemahlene Sand, evtl. Sägemehlzugabe) verwendet.

Durch schweizerische Fachleute ist das Gebiet der Injektionstechnik ausserordentlich gefördert und bei wichtigen Bauten mit Erfolg angewandt worden. Im Bedarfsfall wird es sich unbedingt lohnen, auf die hierbei gesammelten, reichen Erfahrungen zurückgreifen zu können.

Literaturangaben:

- Dr.-Ing. W. Bernatzik: Grundlagen der modernen Zementinjektion, Zement 1938, S. 578.
- Azzini: Die Sicherung der Fundamente der Galleria di Riabla mit Hilfe von Zementeinpressung in den Baugrund, Cemento armato 1936, Heft 1.
- P. Caufourier: Dichtung von 3 Staumauern in der Nähe von Bombay mittels Zementeinpressung, Génie civ. 1935, S. 198.
- F. Pagliaro: Die Wasser-Infiltration bei Staumauern, Ann. Lav. Pubbl. 1933, S. 212.
- J. B. Hayes: Mörtelinspritzungen in den Kern der Chickamauga-Sperre, Eng. News-Rec. 1939, S. 59.
- Obering. E. Meyer: Dammdichtung mittels Zement-Einspritzungen, Schweiz. Bau-Zeitung 1931, Nr. 11.
- C. F. Kollbrunner & C. Blatter: Injektionen, Bericht Nr. 4, Ges. f. Bodenforschung und Erdbaumechanik, Verlag Leemann, Zürich 1941.
- E. Maag: Ueber die Verfestigung und Dichtung des Baugrundes, Erdbaukurs der E.T.H., Zürich 1938.
- Dr. Ing. Petzny: Über eine Fundamentabdichtung mit Zementeinpressungen: Schweizer Baublatt Nr. 45, 1942.