

Über Injektionen mit Zementmörtel

Autor(en): **[s.n.]**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Cementbulletin**

Band (Jahr): **38-39 (1970-1971)**

Heft 2

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-153500>

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.

CEMENTBULLETIN

FEBRUAR 1970

JAHRGANG 38

NUMMER 2

Über Injektionen mit Zementmörtel

Kurzer Abriss über das Wesen der Bodeninjektionstechnik mit Zementsuspensionen. Einige grundlegende Probleme.

Zum Zwecke der Befestigung oder Abdichtung des Untergrundes werden Zementmörtel eingepresst. Solche Injektionen sind mit vielfältigen Problemen verbunden. Es gibt derart viele verschiedenartige Einflussgrößen, dass sich die einzelnen Anwendungsfälle fast immer beträchtlich unterscheiden. Die Erfahrungen lassen sich nicht ohne Vorbehalte vom einen Einsatzort auf den anderen übertragen. Niemals ist der Verlauf einer Injektion mit Sicherheit vorauszusagen. Im folgenden sollen zur allgemeinen Orientierung einige ausgesuchte Fragen behandelt werden, wobei als Grundlage das Handbuch «Bodeninjektionstechnik» von **Henri Cambe-
fort** dient (s. Literaturangabe).

2 Beurteilung vor der Injektion

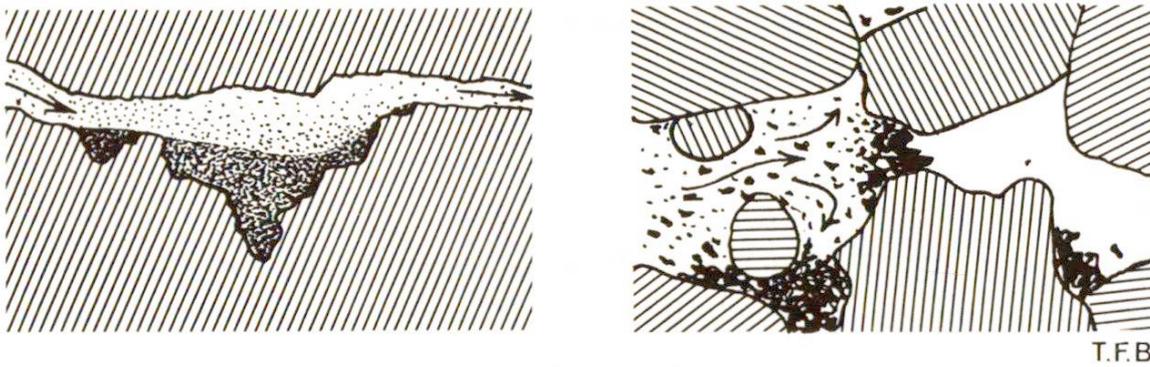
Jede Injektionsarbeit bedarf einer eingehenden Beurteilung des zu behandelnden Untergrundes. Es ist vorab seine Beschaffenheit zu klären im Hinblick auf die Fragen, ob überhaupt Zementmörtel eindringen kann und welches die besten Bedingungen für eine erfolgreiche Injektion sein würden. Der gewünschte Aufschluss wird bei Aushubarbeiten, bei Sondierbohrungen oder noch während der Anlage des Injektionsnetzes erlangt. Von ihm hängen die Entschlüsse für die Bohrlochabstände, die Zusammensetzung des Injektionsmörtels und die Wahl des Injektionsverfahrens ab. Aus der Beurteilung des Untergrundes sollte sich auch eine möglichst genaue Voraussage des Sättigungsdruckes und der anderen kritischen Daten ergeben.

Der Untergrund teilt sich in zwei Arten, nämlich den mehr oder weniger zerklüfteten Fels und das kohäsionslose Alluvium, d. h. die aufgeschwemmten Ablagerungen. Die Beurteilung des felsigen Untergrundes ist eher leichter und zutreffender vorzunehmen als die der ungebundenen Kies-Sand-Silt-Gemische. Die letzteren sind deshalb schwierig zu erfassen, weil die Entnahme von ungestörten Proben sehr umständlich ist und weil der Kornaufbau der Ablagerungen auch im kleinen Bereich oft unvermittelt ändert. Vom Kornaufbau ist die Durchdringung mit Injektionsmörtel abhängig.

Die Aufnahmefähigkeit oder die Durchlässigkeit des Untergrundes wird mit den Lugeon- oder Lafrancversuchen bestimmt. Dabei wird grundsätzlich die Wassermenge gemessen, die unter genormten Bedingungen bei bestimmten Druckverhältnissen vom Untergrund aufgenommen oder abgegeben wird. Hauptsächlich bei Lockergestein sollte mit solchen Vorversuchen nicht gespart werden, da damit doch eine gute Beurteilung des Heterogenitätsgrades erzielt wird. Daraus ergeben sich möglicherweise einträgliche Vereinfachungen.

Beurteilung während der Injektion

Der Verlauf einer Injektion wird ständig beobachtet. Man ist immer auf Überraschungen gefasst und bereit, entsprechende Änderungen des Injektionsgutes und des Verfahrens vorzunehmen. Da das Abbinden des Zementes keinen Aufschub gestattet, sind hierfür rasche Entschlüsse aus der Erfahrung heraus erforderlich. An den Instrumenten der Injektionsmaschinen lassen sich der Injektionsdruck und die eingepresste Mörtelmenge ablesen. Diese Daten können stark schwanken und in den verschiedensten Kombinationen miteinander auftreten. In einem Diagramm aufgezeich-



T.F.B.

Abb. 1 Links: Fortschreitende Ausfüllung von Hohlräumen in Fels durch Absetzen der injizierten Suspensionen an Stellen kleiner Fließgeschwindigkeit.
Rechts: Verstopfung infolge Gewölbebildung durch Zementteilchen im Lockergestein.

net geben sie den besten Überblick über den Verlauf einer Injektion. Andere wichtige Beobachtungen beziehen sich auf mögliche Austritte von Injektionsgut an der Oberfläche oder auf Bodenhebungen. Letztere sind nicht selten. Sie können in bebautem Gebiet schwere Schäden verursachen. Aus dem hydraulischen Druck entstehen gewaltige Kräfte. Beispielsweise genügen in 10 m Tiefe 16 kg/cm^2 um Bodenhebung zu erzeugen. Starke Austritte und Bodenhebungen zeichnen sich im Druck-Menge-Diagramm deutlich ab.

Injektionsmörtel mit Portlandzement

Zement-Wasser-Mischungen für Injektionen neigen zum Absetzen, weil meistens verhältnismässig dünnflüssige Suspensionen mit hohem Wassergehalt ($W/Z > 1,0$) zur Anwendung kommen. Sobald solche Mischungen ohne Bewegung sind oder zu kleine Fließgeschwindigkeiten aufweisen, setzen sich die Zementteilchen ab, und die Hohlräume werden in kurzer Zeit ausgefüllt. Diese Eigenschaft wirkt sich bei der Injektion von Alluvium ungünstig aus, erweist sich aber in zerklüftetem Fels, mit unregelmässiger Hohlraumverteilung, als vorteilhaft. In grösseren Hohlräumen setzt sich der Zement so lange ab, bis sich der Querschnitt soweit verengt hat, dass die Strömungsgeschwindigkeit genügend hoch wird, um weitere Sedimentation zu verhindern.

- 4 Mit der Zugabe von Ton zum Zement-Wasser-Gemisch kann der Injektionsmörtel bezüglich dieser Entmischung stabilisiert werden. Bei richtiger Zusammensetzung und mit sehr feinkörniger Tonsubstanz (Betonit) sind solche Mischungen in der Bewegung dünnflüssig und in Ruhelage gallertartig versteift. Durch Intensivmischung mit schnell drehenden Propellern lassen sich ebenfalls entmischungsfeste Zement-Wasser-Mischungen herstellen, doch sind sie für viele Injektionsarbeiten zu dickflüssig. Die Viskosität des Injektionsmörtels nimmt starken Einfluss auf den Verlauf und den Erfolg der Einpressungen.

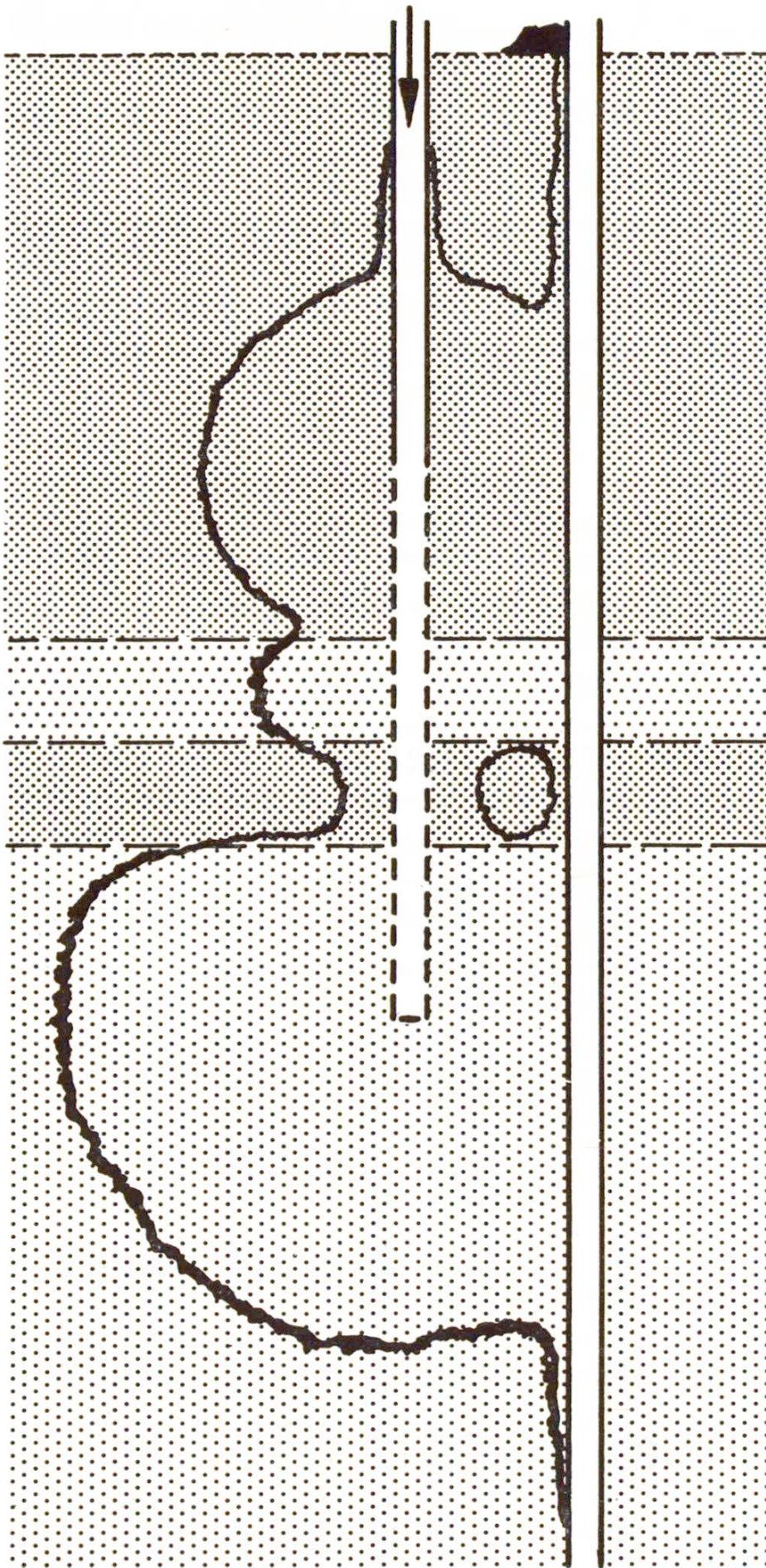
Injektionsdruck

Durch den Druck werden bestehende Hohlräume im Untergrund erweitert, oder es entstehen neue Aufspaltungen im Fels oder im Alluvium. Dies spielt für die Ausbreitung des Injektionsgutes eine grosse Rolle. Bevor durch steigenden Druck eine Bodenhebung eintritt, wird der neue Raum durch elastisches Nachgeben des Bodens gewonnen oder auch indem Lockergestein mehr verdichtet wird und bestehende, noch nicht ausgefüllte Felsspalten sich schliessen. Die Erweiterung hat dann aber einen rascheren Durchfluss zur Folge, so dass der Druck wieder sinkt und die Öffnung sich wieder verengt. Dieser Mechanismus führt zu einem Gleichgewichtszustand, indem sich ein bestimmter Druck, der «Sättigungsdruck» einpendelt. Dieser Wert wird stark von der Viskosität des Injektionsmörtels beeinflusst. Da nun in der Regel eine Injektion mit einem möglichst hohen Sättigungsdruck abgeschlossen werden sollte, verändert man den Mörtel während des Einpressens stufenweise von der dünnflüssigen zur mehr dickflüssigen Konsistenz.

Ausbrüche

Wenn die Injektionsmischung an der Oberfläche hervorquillt, so spricht man von Austritten. Diese sind naturgemäss nicht erwünscht, denn sie bedeuten Verlust und bewirken einen Druckabfall in der Injektionszone. Austritte erfolgen durch Aufspaltungen oder entlang von glatten Wandungen wie Bohrlochfuttern oder Spundwänden. Sie können aber auch ganz überraschend ausserhalb des eigentlichen Injektionsbereiches auftreten, was dann ein Zeichen für besonders unregelmässigen und schwer zu beurteilenden Untergrund ist.

Durch vorsichtige Drucküberwachung vermindert man die Gefahr für Austritte. Je tiefer die Injektionsstelle, desto seltener wird die unerwünschte Erscheinung. Bei Austritten, die sich nicht ab-



T.F.B.

Abb. 2 Schematische Darstellung einer Injektion im heterogenen Alluvium. In grobkörnigen und mächtigen Schichten erfolgt die Ausbreitung des Injektionsgutes schneller als in feinkörnigen und dünnen. Auch entlang von glatten Wänden ist die Fließgeschwindigkeit grösser. An der Spundwand rechts kommt es oben zu Austritten.

6 dämmen lassen, bleibt nichts anderes übrig, als die Injektion bis zur Verfestigung des Mörtels zu unterbrechen. Oft ist danach ein neues Bohrloch notwendig.

Schlussbemerkung

Mit diesen Ausführungen wird ein weiteres wichtiges Gebiet der Zementanwendung beleuchtet. Das Bild muss sehr unvollständig bleiben, denn es handelt sich um eine Technik, bei der die persönliche Erfahrung des Leitenden noch immer eine sehr grosse Rolle spielt, bei der es niemals überraschend ist, wenn Theorie und Praxis, Vorausberechnung und Erfolg, sich nicht entsprechen. Es ist zu begrüßen, dass mit dem erwähnten Buch von Cambefort vollständige Einblicke in die Probleme der gesamten Injektionstechnik gewonnen werden können. Tr

Literaturangabe

Henri Cambefort, Bodeninjektionstechnik, Bauverlag G.m.b.H. Wiesbaden und Berlin, 1969.