Gelinjektion

Merkblatt E-5-20
Ausgabe: 10.2026/D
Einspruchsfrist: 30.04.2027

Injection of gel

gel acrylate à injecter

Deskriptoren
Injektionsstoffe, Injektionsverfahren, Druckinjektion, Qualitätssicherung, Acrylatgelinjektion, Abdichtung

Key Words
Injection materials, injection methods, pressure injection, quality assurance, acrylate gel injection, waterproofing

Mots-clés
Matériaux d'injection, techniques d'injection, injection sous pression, assurance qualité, injection de gel acrylique, étanchéité

Erläuterungen zum Merkblatt
Ergänzend sind folgende WTA-Merkblätter in der jeweils aktuellen deutschen Fassung zu beachten:

2-9	Sanierputzsysteme
4-6	Nachträgliches Abdichten erdberührter Bauteile
4-10	Injektionsverfahren mit zertifizierten Injektionsstoffen gegen kapillaren Feuchtetransport
4-11	Messung des Wassergehalts bzw. der Feuchte bei mineralischen Baustoffen
7-1	Erhaltung und Instandsetzung von Mauerwerk – Konstruktion und Tragfähigkeit
7-3	Mauerwerkseigenschaften – Untersuchen und Bewerten

Freiexemplar

Inhalt

		Seite
1	Anwendungsbereich	4
2	Planung	4
2.1	Allgemeines	4
2.2	Anforderungen an Fachplaner	4
2.3	Planungsgrundsätze	4
2.4	Bauwerksdiagnose	5
3	Injektionsgele	5
4	Ausführung	6
4.1	Allgemeines	6
4.2	Injektionsverfahren	6
4.3	Kombinationen von Injektionsverfahren	8
4.4	Flankierende Maßnahmen	9
4.5	Anforderungen an Ausführende	9
5	Qualitätssicherung	9
6	Umweltschutz und Arbeitssicherheit	10
7	Literatur	10

© Copyright by Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege International e.V.
Vertrieb: WTA Publications, Tel. +49-89-57 86 97 27, Fax +49-89-57 86 97 29, email: info@wta-international.org

Fraunhofer IRB | Verlag

WTA ENTWURF

Gelinjektion

Deutsche Fassung vom Oktober 2026

Referat 5 Beton

Leiter des Referates

Cynthia Morales Cruz

Mitglieder der Arbeitsgruppe

Holger Graeve
Jakob de Hesselle
Jörg de Hesselle*
Ute Hornig (Schriftführerin)
Dirk Kautetzky
Benjamin Reims
Matthias Rudolph

Mitglieder der Arbeitsgruppe (Merkblatt 5-20 Ausgabe 12.2019/D, 1. Ausgabe)

Bodo Appel
Jörg de Hesselle*
Wilhelm Fix
Holger Graeve
Jan Günter
Ute Hornig (Schriftführerin)
Matthias Rudolph
Jürgen Vocke

* Leiter der jeweiligen Arbeitsgruppe

Erarbeitung des Merkblattes

Beginn der Arbeiten:	Oktober 2003	1. Überarbeitung	
Ende der Arbeiten:	Februar 2007	Merkblattentwurf:	Oktober 2026
Merkblattentwurf:	März 2008	Endgültige Fassung:	–
Endgültige Fassung:	Mai 2009		

ISBN (E-Book) 978-3-7388-1114-8

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die Verwendung geschlechterspezifischer Sprachformen verzichtet. Alle personenbezogenen Bezeichnungen gelten gleichermaßen für alle Geschlechter.

Freiexemplar

WTA-Merkblätter

Herausgeber

WTA International e.V., Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege International e.V.

Schriftleitung

Clemens Hecht, Tobias Steiner

Vertrieb

WTA Publications
Telefon +49-89-57 86 97 27, Fax +49-89-57 86 97 29, email: info@wta-international.org

Die WTA ist stets bemüht in ihren Merkblättern den jeweiligen aktuellen Stand des Wissens festzuhalten. Wenn Sie vor Ablauf der Einspruchsfrist Verbesserungen, Änderungen vorschlagen möchten, wenden Sie sich bitte direkt an den Leiter der Arbeitsgruppe.

© Alle Rechte bei der WTA International e.V.. Nachdruck und Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung gestattet.

Die Angaben in diesem Merkblatt stützen sich auf den derzeitigen Stand unserer Kenntnisse. Die WTA International e.V. kann jedoch keinerlei Haftung übernehmen. Vorschläge oder Einwände, die gegebenenfalls bei einer Neuauflage berücksichtigt werden können, sind an die Geschäftsstelle der WTA International e.V. zu richten.

Bei Streitfällen ist die deutsche Fassung gültig.

Den auftragvergebenden Architekten, Denkmalpflegeämtern und den staatlichen, kommunalen und kirchlichen Bauämtern wird nahegelegt, auf dieses und die weiteren Merkblätter der WTA zum Bautenschutz und zur Bauwerksinstandsetzung in Ausschreibungen und Aufträgen Bezug zu nehmen und deren Kenntnisnahme allen Auftragnehmern zur Auflage zu machen.

Fraunhofer IRB Verlag, 2026
Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB
Postfach 80 04 69, D-70504 Stuttgart
Telefon +49 7 11 9 70-25 00, Telefax +49 7 11 9 70-25 99, E-Mail: irb@irb.fraunhofer.de, http://www.baufachinformation.de

Kurzfassung

Dieses WTA-Merkblatt befasst sich mit der nachträglichen Abdichtung von Bauwerken mittels Gelinjektion. Es wendet sich an Planer, ausführende Firmen und überwachende Stellen. Dieses WTA-Merkblatt erläutert das Mindestmaß an Bauwerksdiagnose und Planungsumfang, welches notwendig ist, um eine erfolgreiche Abdichtung mittels Gelinjektion zu erzielen. Es werden die Wirkprinzipien und Verarbeitungsbedingungen der jeweiligen Injektionsstoffe beschrieben. Des Weiteren werden die Mindestanforderungen an das ausführende Personal sowie an die Qualitätskontrolle beschrieben.

Deskriptoren: Injektionsstoffe, Injektionsverfahren, Druckinjektion, Qualitätssicherung, Acrylatgelinjektion, Abdichtung

Abstract

This WTA guideline deals with the retrofitting of structures using gel injection. It is intended for designers, contractors and supervisory bodies. This WTA technical note sets out the minimum requirements for structural assessment and the scope of planning necessary to achieve successful waterproofing using gel injection. It describes the principles of action and application conditions for the respective injection materials. Furthermore, it sets out the minimum requirements for the personnel carrying out the work and for quality control.

Key Words: Injection materials, injection methods, pressure injection, quality assurance, acrylate gel injection, waterproofing

Résumé

Le présent cahier technique WTA traite de l'étanchéification a posteriori des ouvrages par injection de gel. Il s'adresse aux concepteurs, aux entreprises chargées des travaux et aux organismes de contrôle. Ce cahier technique WTA précise le niveau minimal de diagnostic de l'ouvrage et d'étendue de la planification qui est nécessaire pour garantir le succès d'une étanchéification par injection de gel. Il décrit les principes d'action et les conditions d'application des différents produits d'injection. Il précise également les exigences minimales applicables au personnel chargé de la mise en œuvre ainsi qu'au contrôle qualité.

Mots-clés: Matériaux d'injection, techniques d'injection, injection sous pression, assurance qualité, injection de gel acrylique, étanchéité

Freiexemplar

1 Anwendungsbereich

Dieses Merkblatt beschreibt flächige und partielle Gelinjektionen in und außerhalb der Konstruktion zur nachträglichen Bauwerksabdichtung von Beton- und Stahlbetonbauteilen gegen drückendes Wasser im Sinne der Wasserbeanspruchungsklassen der DIN 18533 [1]. Die im Merkblatt beschriebenen Verfahrensweisen können mit Einschränkungen auch für die nachträgliche Abdichtung von Bauteilen aus Mauerwerk angewendet werden [2].

2 Planung

2.1 Allgemeines

Mit der Planung von Gelinjektionen sollte ein Fachplaner beauftragt werden, der auf Basis einer Bauwerksdiagnose und der geplanten Weiternutzung in der Lage ist, eine passende Ausführungsplanung für die nachträgliche Abdichtung zu erstellen. Der Fachplaner muss sicherstellen, dass das festgelegte Ziel bei fachgerechter Wahl von Methode und Injektionsstoffen unter Berücksichtigung der konstruktiven, bauphysikalischen und ausführungstechnischen Randbedingungen erfolgreich erreicht werden kann. Sofern kein Fachplaner eingesetzt wird, übernimmt der Ausführende die volle Planungsverantwortung.

Grundsätzliches Ziel der Gelinjektionen ist die Dichtigkeit des Bauwerkes im erdberührten Bereich. Dazu ist sicherzustellen, dass die erdberührten Bauteile zusammen mit der Injektionsabdichtung an jeder Stelle den anliegenden Wassereinwirkungen widerstehen können. Dazu können ggf. neben der Injektionsabdichtung noch funktionsfähige Bestandsabdichtungen einbezogen werden. Anschluss und Verträglichkeit zwischen Injektionsstoffen und Altabdichtung sind sicherzustellen.

2.2 Anforderungen an Fachplaner

Gelinjektionen zur Bauwerksabdichtung sind Spezialverfahren, die besondere Anforderungen an die Sachkunde des Planers stellen. Der Planer muss mit den Besonderheiten der Injektion und der verwendeten Materialien vertraut und in der Lage sein, die ihm zugewiesenen Planungs-, Auswertungs- und Kontrollaufgaben zu erfüllen. Grundsätzlich ist dazu eine ingenieurtechnische Ausbildung erforderlich. Der Nachweis der Eignung für die Fachplanung im Bereich der Injektionsabdichtung kann z. B. über das ABI – Zertifikat nach [8] erbracht werden.

2.3 Planungsgrundsätze

Der Fachplaner erarbeitet unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Bauwerksdiagnose sowie unter wirtschaftlichen, technischen und – wenn notwendig – betrieblichen oder denkmalpflegerischen Gesichtspunkten ein Abdichtungskonzept, als Grundlage für die Ausführungsplanung.

Das Konzept bzw. die darauf basierende Ausführungsplanung müssen folgende Inhalte aufweisen:

- Bauzustand
  Art der Konstruktion und Baustoffe, Ist – Zustand der Bauteile, Bauschäden, Einbauteile, Durchdringungen, Fugen, Risse, Bestandsabdichtungen – Art und Zustand, [5], [6], [4]
- Baugrundzustand unmittelbar an der Außenseite des abzudichtenden Bauteils
  Bodenart, Lagerung, Hohlraumgehalt, Durchlässigkeit [4]
- Hydrogeologische Verhältnisse und Eigenschaften des einwirkenden Wassers
  Wassereinwirkung unter Berücksichtigung der vorliegenden Bodenarten [16], Fließverhalten; pH-Wert, Wasserinhaltsstoffe etc.
- Abdichtungsziel in Abhängigkeit von der vorgesehenen Nutzung und Zeitpunkt des Erreichens
  mögliche Abdichtungsziele sind z. B.:
  a) Erreichen der Wasserundurchlässigkeit
  b) Reduzierung des Wasserdurchflusses
- Abdichtungsverfahren
  flächige oder partielle Gelinjektion innerhalb oder außerhalb des Bauwerkes [2], [8]
- Injektionstechnologie
  Bohrlochraster, Art der Packer bzw. Lanzen, Injektionsgeräte, Vorinjektion, Reaktionszeit, Vorgaben zum Injektionsvorgang, Vorgabe und Kontrolle von Verbrauchsmengen, Nachinjektionen, Bohrlochverschluss

Freiexemplar

- Injektionsstoffe
  Materialbasis, Funktionsnachweise , Eigen- und Fremdüberwachung bei der Produktherstellung, Nachweis der Umweltverträglichkeit [8], [14], [13], ggf. Nachweise der Verträglichkeit mit anderen Baustoffen – die geforderten Nachweise müssen vor der Ausführung vorliegen
- Standsicherheit
  während und nach der Abdichtungsmaßnahme, ggf. Hinzuziehung eines Tragwerksplaners
- Wasserbehördliche Genehmigung
  Injektionen in den Baugrund unterliegen dem WHG (Wasserhaushaltsgesetz) [12], eine Genehmigung durch die untere Wasserbehörde ist notwendig
- flankierende Maßnahmen während und nach der Injektion,
  Reduzierung der Wasserdruckbeanspruchung, Schutzmaßnahmen (Dränage, Lärm, Staub etc.), Monitoring (Bauwerksverformungen, Materialaustritt etc.); Sanierputzsystem, aktive Trocknung
- Qualitätssicherung
  - Eigen- und Fremdüberwachung bei der Ausführung
  - Erfolgsnachweis auf der Grundlage des definierten Abdichtungszieles [8]
  - Dokumentationsumfang

Grundlage der Planung sind die aus der Bauwerksdiagnose ermittelten Informationen. Bezüglich der statischen Beurteilung des abzudichtenden Bauwerkes ist ggf. ein Tragwerksplaner einzubeziehen. Die Abdichtungsplanung wird in eine Leistungsbeschreibung umgesetzt. Die Leistungspositionen müssen eindeutig und umfassend beschrieben werden.

2.4 Bauwerksdiagnose

Die Bauwerksdiagnose beinhaltet eine umfassende Zustandserfassung des Istzustandes der Bauteile. Durch Sichtung vorhandener Bauwerksunterlagen und zusätzliche Untersuchungen sind in Abhängigkeit von Art und Umfang der Abdichtungsmaßnahme die nachfolgenden Informationen zu beschaffen:

- Konstruktionsmerkmale
  - Art der Konstruktion und vorhandene Baustoffe
  - Schichtenaufbau von Bauteilen
  - Art und Anordnung von Bauwerksfugen und Fugenbewegungen (Gesamtverformung)
  - Durchdringungen
  - Geometrie
  - Zugänglichkeit
  - vorhandene Abdichtungen
  - Injizierbarkeit bei Injektion in Bauteile, Bauteilzwischenräume und Fugen
- Wassereinwirkung (hydrogeologische Stellungnahme)
  - Umfang der Wasserbeanspruchung zeitweilig (aufstauend) oder ständig
  - Wasserbeanspruchungsklassen gemäß DIN 18533-1 [1]
  - Bemessungswasserstand [15]
  - chemische Belastung des Wassers
- Schadenserfassung
  - Ort, Art und Umfang von Undichtigkeiten, Feuchtebelastung von Bauteilen Bauschäden (Schadensbild ggf. mit Folgeschäden und Schadensursachen) Anzeichen von früheren Instandsetzungen
- Baugrundanalyse [3] (abhängig von der Art der Injektion)
  - Art des Baugrundes in unmittelbarer Bauwerksumgebung (Tiefenprofil)
  - Durchlässigkeit, Kornverteilung, Porengehalt des Bodens
  - vorhandene Schutzschichten alter Abdichtungen
  - Dränage, bestehende Leitungen in Bauwerksumgebung

3 Injektionsgele

In der Praxis haben sich für abdichtende Injektionen vornehmlich Gele auf Acrylat-/Methacrylatbasis (nachfolgend als Acrylatgele bezeichnet) bewährt. Sie besitzen im flüssigen Zustand eine sehr niedrige Viskosität, die in der Regel unter 100 mPas liegt.

Die Fähigkeit, im ausgehärteten Zustand im begrenzten Umfang wiederholbar Wasser aufzunehmen und wieder abzugeben (Quellvorgänge), ist eine Grundeigenschaft der Acrylatgele. Durch die anwendungsbedingt im

Freiexemplar

Baugrund vorhandene Feuchtigkeit ist die abdichtende Wirkung sichergestellt. Bei Injektionen in erdberührte Bauteile kann ggf. über einen zusätzlichen Verdunstungsschutz auf der Innenseite die Wasserabgabe verhindert werden.

Acrylatgele bestehen aus mindestens 4 Einzelkomponenten, von denen i. d. R. eine Komponente Wasser ist. Bei den anderen Komponenten handelt es sich um Stammkomponente, Katalysator (Beschleuniger) und Initiator (Härter). Die Ausgangskomponenten werden zur Verarbeitung auf der Baustelle zu einer A- und einer B-Komponente vorgemischt und mit 2-Komponentenpumpen injiziert. Im Ergebnis der Reaktion entstehen elastische Gelkörper. Die Reaktionszeiten können produkt- und einstellungsabhängig im Bereich von wenigen Sekunden bis zu einer Stunde liegen.

Darüber hinaus werden Acrylatgele eingesetzt, bei denen die Wasserkomponente durch eine wässrige Kunststoffdispersion (feststoffreiche Gele) ersetzt wird. Damit lassen sich das Quellverhalten und die Anhaftung beeinflussen.

Für Gelinjektionen dürfen nur Produkte eingesetzt werden, die hinsichtlich der Funktionalität, Eignung und ihrer sonstigen Eigenschaften den Anforderungen des ABI-Merkblattes [8] entsprechen. Schleierinjektionen dürfen nur mit Produkten ausgeführt werden, die über den Nachweis ihrer Umweltverträglichkeit verfügen [14]. Der Einsatz von Gelen bei Stahlbetonbauwerken ist nur zulässig, wenn durch das Material nachweislich keine Bewehrungsstahlkorrosion hervorgerufen wird und die Anforderungen der DIN EN 1504-5 [13] an quellfähige Injektionsstoffe erfüllt sind.

Freiexemplar

4 Ausführung

4.1 Allgemeines

Injektion ist das Füllen von Hohlräumen und Poren unter Druck. Zum Injektionsverfahren gehören grundsätzlich neben dem Injektionsstoff, Pumpe, Packer, Verdämmung und ggf. Hilfsgeräte. Je nach Verfahren ist die Injektion in Bauteile (Bauteilquerschnitt, Fugen, Risse, Fehlstellen), in Bauwerkszwischenräume oder in den angrenzenden Baugrund möglich. Alle Injektionen können partiell oder flächig mit unterschiedlichen Verfahren ausgeführt werden.

In der Praxis kommen häufig Mischformen der in den folgenden Abschnitten beschriebenen Verfahren vor.

Neben den im folgenden Abschnitt beschriebenen Injektionsverfahren existieren weitere, die nicht Gegenstand dieses Merkblattes sind, z. B. in der Geotechnik oder für Tunnel mit Tübbingausbau.

4.2 Injektionsverfahren

4.2.1 Injektion in Bauteile

Mit der Injektion innerhalb von Bauteilen wird lokal oder flächig eine Abdichtungsebene innerhalb der undichten Konstruktion hergestellt. Dazu werden über Injektionsbohrungen mit Packern wasserführende Strukturen (z. B. Poren, Hohlräume, Risse etc.) so mit dem Injektionsstoff gefüllt, dass der Wassertransport unterbunden wird. Voraussetzung ist die Injizierbarkeit der vorgesehenen Bauteile. Sie zeigt sich in der Möglichkeit, mit Injektionsdruck, der keinen Schaden am Bauteil verursacht, die wasserführenden Strukturen zu füllen.

In der Regel lassen sich vor allem hohlraumreiche Gefüge (z. B. Stampfbeton, ggf. Sauberkeitsschichten etc.) nachträglich abdichten. Mitunter sind zusätzliche Verdämmungen erforderlich.

Das Verfahren erfordert überwiegend Injektionsstoffe mit guten Ausbreitungseigenschaften im Bauteil. Geeignet sind deshalb vor allem Acrylatgele mit geringer Viskosität. In Sonderfällen sind die Eigenschaften des Injektionsstoffs an die Zielstellung der Injektion anzupassen. Besonderheiten der abzudichtenden Bauteile müssen in den planerischen Vorgaben berücksichtigt werden.

Der Injektionsdruck bei Injektionen in Bauteile muss auf den Zustand des Bauwerkes, konstruktive Besonderheiten, Auflasten etc. abgestimmt werden. Zu hoher Druck kann zu Schäden am Bauwerk führen. Die flächigen Injektionen werden überwiegend im Niederdruckverfahren ($p < 10$ bar am Packer) ausgeführt. Die Bauteile werden in der Regel über rasterförmig angelegte Bohrkanäle injiziert. Die Bohrtiefe ist so zu begrenzen, dass ein Materialaustritt an der Rückseite des abzudichtenden Bauteils weitestgehend ausgeschlossen wird.

Während der Injektion in wassergefüllte Hohlräume muss gewährleistet sein, dass das vom Injektionsstoff verdrängte Wasser abfließen kann. Für wassergefüllte Hohlräume kommen weitere Vorkehrungen in Frage, um eine Vermischung des Wassers mit dem Injektionsstoff weitgehend zu vermeiden.

- Injektionsstoff mit kurzer Reaktionszeit,
- Verwendung von Injektionsstoffen mit höherer Viskosität, z. B, gefüllte Injektionsstoffe,

- Füllung der Hohlräume über Vorinjektionen zur Volumenverringerung,
- verdichtetes Injektionsraster.

Für die Injektion in Risse finden sich zusätzliche Hinweise zur Ausführung und zur Anlage der Injektionsbohrungen in [9] sowie in [16], [17].

Für die Rissinjektion müssen die Injektionsgele einen allgemeinen Funktionsnachweis gemäß EN 1504-5 [13] besitzen. Die Injektion in Stahlbetonbauteile erfordert zusätzlich den Nachweis, dass durch den Injektionsstoff keine Bewehrungskorrosion gefördert wird.

4.2.2 Injektion in Bauteilzwischenräume

Mit diesem Verfahren wird in Trennflächen zwischen zwei Bauteilen eine Dichtungsschicht injiziert. Trennflächen sind z. B. Zwischenräume zwischen Altabdichtung und Konstruktion oder zwischen Schalen eines Bauteils.

Flächeninjektionen in Bauteil- bzw. Bauwerkszwischenräume werden vorzugsweise mit feststoffreichen Injektionsgelen ausgeführt.

Bei der Planung dieser nachträglichen Bauwerksabdichtung ist durch Voruntersuchungen zu klären, ob eine ausreichende Verteilung des Injektionsmaterials in der vorgesehenen Trennfläche möglich ist. Es muss sichergestellt sein, dass eine zusammenhängende Dichtungsschicht ausreichender Dicke entsteht, in der der Injektionsstoff allein oder zusammen mit noch funktionsfähigen Teilen der ursprünglichen Abdichtung das Erreichen des Instandsetzungsziels sicherstellt. Für jedes zu bearbeitende Bauteil ist die Wirkung des Injektionsdruckes und des entstehenden Quelldruckes zu berücksichtigen, da es bei diesem Verfahren zu Bauteilverformungen kommen kann, siehe ABI Merkblatt [8].

4.2.3 Injektion in Raum- und Bewegungsfugen

Das Verfahren dient in erster Linie der nachträglichen Abdichtung von Raum- und Bewegungsfugen. Zur Abdichtung gerissener Arbeitsfugen in Stahlbetonbauteilen ist analog zur Rissinjektion vorzugehen.

Die Abdichtungswirkung basiert auf der Füllung des Fugenraumes bzw. eines Teils des Fugenraumes mit Injektionsgelen. Die Wirkungsweise dieser Abdichtung besteht in der Kombination von Haftung an den Fugenflanken sowie der Verformungs- und Quellfähigkeit. Zur Ausbildung der Fuge muss das alte Fugenfüllmaterial bis zu einer vom Planer bestimmten Tiefe ausgeräumt werden.

Die Füllung der in der Regel zuvor verdämmten Fugen kann über Packer oder eingelegte Füllschläuche erfolgen. Die Verwendung ist an einen Funktionsnachweis gebunden. Zur Füllung der Fugenkammer außerhalb von Fugenbändern können Injektionsnadeln, mit denen das Fugenband durchstoßen wird, verwendet werden.

Der Gefahr einer Austrocknung von Gelen in Bewegungsfugen kann durch Auswahl von Material mit geringerer Schrumpfneigung oder durch einen gesonderten Schutz vor Austrocknung begegnet werden. Bei der Fugenfüllung ist zu beachten, dass das Gel bei anstehendem Wasser nicht durch Quell- und Wasserdruck aus der Fuge herausgedrückt wird, z. B. durch geeigneten Fugenverschluss.

Alternativ können schadhafte Bewegungsfugen in erdberührten Bauteilen durch partielle Schleierinjektion entlang der Fuge abgedichtet werden.

4.2.4 Schleierinjektion

Die Erneuerung schwer zugänglicher Abdichtungen bzw. die Herstellung einer neuen abdichtenden Fläche erdberührter Bauteile kann durch Gelinjektion in den unmittelbar am Bauwerk anliegenden Baugrund erfolgen. Mit der flächigen Verteilung des Injektionsstoffes wird der anliegende Baugrund wasserundurchlässig verfüllt. Hierdurch entsteht in Verbindung mit dem Bauwerk eine neue Abdichtungsebene. Es besteht die Möglichkeit, einen vollflächigen Gelschleier an der Bauwerksaußenseite herzustellen oder Teilbereiche wie z. B. Fugen abzudichten.

Das Prinzip der Schleierinjektion besteht darin, dass das undichte Bauteil von innen nach außen rastermäßig durchbohrt wird. Das Bohrlochraster ist so zu wählen, dass sich die an den einzelnen Bohrungen entstehenden Injektionskörper überschneiden. Bei der Herstellung der Bohrlöcher in Stahlbetonbauteilen ist darauf zu achten, dass die Tragfähigkeit des Bauteils durch die Beschädigung der Bewehrung nicht beeinträchtigt wird.

Das Bohrraster beschreibt den Abstand der Austrittsöffnungen der Bohrkanäle an der Außenseite des Bauteils. Es ist maßgeblich von folgenden Faktoren abhängig:

- Konstruktion und Geometrie des Bauteils
- Beschaffenheit des Baugrundes (Art, Durchlässigkeit, Lagerung)

Freiexemplar

- Wasserbelastung (Lastfall, Strömungsverhältnisse)
- Injektionstechnologie (Anzahl der Injektionsstufen, Fördermenge, Injektionsdruck, Packerart)

Die Bohrlöcher werden mit Packern bestückt. Art, Länge und Durchmesser der Packer richten sich nach dem Gefüge des Bauteils. Die Injektion erfolgt mit einer 2-Komponentenpumpe, mit der die Einzelkomponenten erst kurz vor dem Packer gemischt (Statikmischer) und in den Baugrund injiziert werden. Es ist sicherzustellen, dass die Injektionsanlage mit einer externen Spülpumpe ausgestattet ist.

Der Injektionsdruck ist abhängig von der Beschaffenheit des Bauwerkes/-teils, den anliegenden Boden- bzw. Wasserverhältnissen und den notwendigen Fördermengen. Schleierinjektionen werden als Niederdruckinjektionen ($p < 10$ bar am Packer) ausgeführt.

Der anfangs sehr niedrig viskose, flüssige Injektionsstoff verteilt sich in das Poren- und Hohlraumgefüge und verdrängt das vorhandene Wasser. Das Gel breitet sich flächig an der Bauteilaußenseite aus und bildet nach der füllgutspezifischen Reaktionszeit im Verlauf der Aushärtung einen Injektionskörper aus, den Gelschleier. Mit Mehrstufeninjektionen ist es möglich, das Verhältnis aus bedeckter Wandfläche und Dicke des Gelschleiers günstig zu beeinflussen und damit die eingesetzte Materialmenge optimal zu nutzen. In der folgenden Abbildung ist das Prinzip der Schleierinjektion dargestellt.

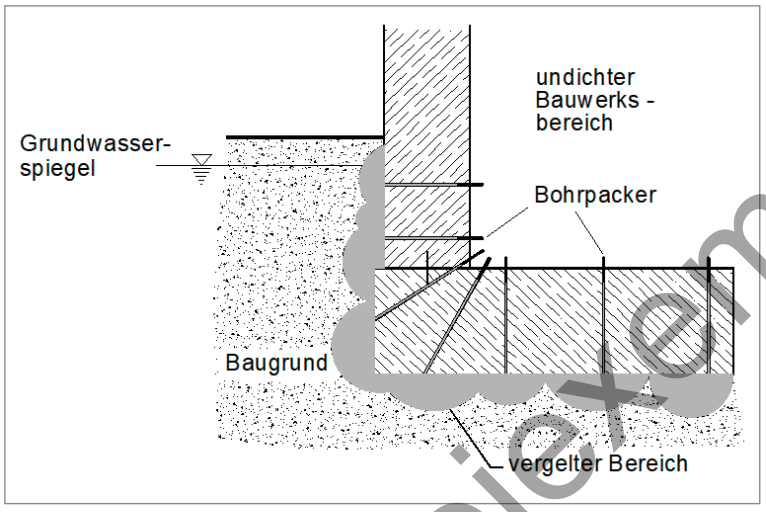


Bild 1 Prinzip der Gelschleierinjektion, schematisch

Freiexemplar

Es muss grundsätzlich sichergestellt werden, dass während und nach der Injektion

- eine ausreichende Erdüberdeckung besteht,
- der Injektionsdruck und das Quellen des Materials keine unzulässig hohen Belastungen in das Bauwerk eintragen.

Sofern nicht sichergestellt werden kann, dass sich ein vollflächiger Gelschleier (Gel-Boden-Gemisch) ausbilden kann und stattdessen Schichten aus reinem Acrylatgel entstehen, kann es zu Beanspruchungen durch Quelldruck und ggf. Bewegungen der angrenzenden Bauteile kommen.

4.3 Kombinationen von Injektionsverfahren

Bei der Ausführung der Injektionen kann es zu beabsichtigten oder unbeabsichtigten Kombinationen und Überschneidungen der im vorhergehenden Abschnitt beschriebenen Injektionsverfahren kommen. Nachfolgend sind beispielhaft solche Kombinationen genannt.

- Kombination einer partiellen Schleierinjektion mit Fugeninjektion
- Fugeninjektion an der Verbindung von unterschiedlich abgedichteten Bauteilen
- Füllung von Rissen und Hohlräumen von der Bauwerksaußenseite her bei Ausführung der Schleierinjektion.
- Unplanmäßige Injektion in Bauteile über Bohrkanäle die für eine Schleierinjektion angelegt wurden

Der Injektionsstoff muss in solchen Fällen den Anforderungen der zum Tragen kommenden Verfahren entsprechen. Bei der Planung der einzusetzenden Materialmengen sind mögliche Kombinationen zu berücksichtigen.

4.4 Flankierende Maßnahmen

Die flankierenden Maßnahmen stellen Möglichkeiten dar, nach Durchführung der Gelinjektion eine Verbesserung des Zustandes für die Nutzung und/oder eine schnellere Austrocknung zu erreichen. Die Behandlung der raumseitigen Bauteiloberfläche richtet sich maßgeblich nach dem Abdichtungsziel, der verbleibenden Bauteilfeuchte im engen Zusammenhang mit der Nutzungsart, den Wünschen hinsichtlich Optik und dem vorliegenden bzw. angestrebten Raumklima.

Bei einer Schleierinjektion kann das Bauteil bis zur Ausgleichsfeuchte austrocknen. Die Dauer dieses Austrocknungsprozesses ist von der Ausgangsfeuchte und den im Raum herrschenden Klimafaktoren abhängig. Durch aktive Trocknungsmaßnahmen (Luftentfeuchtung/Ventilatoren/Bauteilaufheizung) bzw. durch ein gezieltes Heizen und Lüften kann die Austrocknung beschleunigt werden.

Bei der Austrocknung von Bauteilen können Salze an der Bauteiloberfläche auskristallisieren, siehe hierzu auch [7].

Weitere Maßnahmen im Zusammenhang mit Gelinjektionen können z. B. den Schutz von Leitungen und Dränagen sowie die temporäre Reduzierung der Wasserbeanspruchung betreffen.

4.5 Anforderungen an Ausführende

Das beauftragte Unternehmen muss für Abdichtungsmaßnahmen mit Injektionsgelen über einschlägige Erfahrungen verfügen, baufachlich ausgebildetes Personal beschäftigen, gerätetechnische Voraussetzungen erfüllen und Referenzen nachweisen können.

- Das Personal, mindestens der Baustellenleiter, muss über Injektionstechnologien und den Umgang mit Kunststoffen nachweislich geschult sein.
- Als Nachweis gilt die erfolgreiche Teilnahme an einer Schulung, deren Lehrgangsinhalt durch den ABI Arbeitskreis bei der STUVA zertifiziert ist.
- Der Baustellenleiter ist dafür verantwortlich, dass alle Technischen Merkblätter, Ausführungsanweisungen und Sicherheitsdatenblätter der verwendeten Produkte an der Baustelle während der Ausführung vorliegen und beachtet werden.
- Der Baustellenleiter muss während der Ausführung der Abdichtungsarbeiten an der Arbeitsstelle ständig anwesend sein.

5 Qualitätssicherung

Die Qualitätssicherung der Ausführung umfasst folgende Maßnahmen, die durch das ausführende Unternehmen sicherzustellen sind:

- Kontrolle der Planung auf Plausibilität und Ausführbarkeit vor Beginn der Ausführung, bei größeren Maßnahmen durch die qualifizierte Führungskraft gemäß ABI Merkblatt [8]
- Eigenüberwachung durch das ausführende Unternehmen oder eine damit beauftragte sachkundige Stelle [10]:
  - Kontrolle der Materialkennzeichnung und Dokumentation von Chargennummern, Liefer- und Verfallsdaten
  - Bestimmung der Reaktionszeit jeweils vor Arbeitsbeginn und Dokumentation inkl. Herstellung und Aufbewahrung von Rückstellproben aus jeder Charge, (Festmuster oder Probe der A-Komponente)
  - Kontrolle der Funktionsfähigkeit der eingesetzten Injektionstechnik jeweils vor Arbeitsbeginn
  - Erfassung von Ausführungsdaten wie: Injektionsdruck, Verbrauch je Packer, Temperatur, Bauteilbezeichnungen
- Dokumentation [10]
  Im Rahmen der Eigenüberwachung sind nachvollziehbare Aufzeichnungen zu allen, den Injektionserfolg beeinflussenden Daten anzufertigen. Die Aufzeichnungen müssen mindestens folgenden Inhalt haben:
  - Lage, Richtung, Durchmesser der Bohrungen
  - Bohrlochtiefen
  - Bauteil- und Umgebungstemperatur
  - Temperatur des Injektionsstoffes
  - Mischungsverhältnis und Reaktionszeit
  - Chargenkennzeichnung des Injektionsstoffes
  - Vermerke zur Überprüfung und Funktionskontrolle der Injektionstechnik sowie der Geräte zur Dosierung und Mischung der Komponenten

Freiexemplar

- Materialverbrauch pro Injektionsstelle, -stufe und -phase
- Injektionsdruck (p_{min}/p_{max})
- Volumenstrom (Q_{min}/Q_{max})

Darüber hinausgehende Anforderungen, z. B. Aufzeichnung des Verlaufs von Druck und Volumenstrom über die Injektionszeit oder Erfassung von Bauteilverformungen etc. sind projektbezogen durch den Fachplaner vorzugeben. Die Aufzeichnungsart ist vor Beginn der Injektionsmaßnahme mit dem Fachplaner abzustimmen. Ob das manuelle Aufzeichnen der geforderten Parameter genügt oder eine Injektionspumpe mit digitaler Aufzeichnung gefordert wird, hängt vom Umfang der Injektionsarbeiten ab.

Bei Injektionsmaßnahmen, bei denen Gelmengen von mehr als 1 t pro Bauwerk verarbeitet werden, müssen im Rahmen einer Fremdüberwachung Materialproben durch den Bauüberwacher o. a. beauftragte Personen auf der Baustelle entnommen und von einer anerkannten Prüfstelle auf ausgewählte Eigenschaften überprüft werden.

6 Umweltschutz und Arbeitssicherheit

Bei Abdichtungsinjektionen können die Injektionsstoffe mit Boden und Grundwasser in Kontakt treten. Die eingesetzten Produkte dürfen daher keine gesundheits- und umweltgefährdenden Stoffe abgeben und müssen frei von organischen Lösemitteln sein. Gele auf Acrylatbasis dürfen kein Acrylamid und/oder N-Methylolacrylamid enthalten.

Für die verwendeten Gele muss der Nachweis vorliegen, dass keine Freisetzung gefährlicher Stoffe erfolgt. Dazu sind die Vorgaben in der aktuellen MVV TB, Anhang 10, ABuG [14] zu beachten. Grundsätzlich besteht auch die Möglichkeit, beim Einsatz von Injektionsstoffen, die im noch nicht ausreagierten Zustand eine Beeinträchtigung des Grundwassers verursachen können, Schutzmaßnahmen (wie z. B. Abpumpen des Grundwassers oder Abschirmen) mit den zuständigen Behörden abzustimmen und ggf. durchzuführen.

Spezielle Hinweise zu Arbeits- und Umweltschutz sind in den Sicherheitsdatenblättern enthalten. Aus diesem Grund sind neben den Produktdatenblättern jeweils die Sicherheitsdatenblätter der eingesetzten Produkte an der Baustelle vorzuhalten.

Beim Umgang mit Gelen sind die Bestimmungen der Berufsgenossenschaften über den Umgang mit Reaktionsstoffen im Allgemeinen sowie die üblichen Vorsichtsmaßnahmen beim Umgang mit Chemikalien im Besonderen zu beachten.

Freiexemplar

7 Literatur

[1] DIN 18533-1:2026-06 — Abdichtung von erdberührten Bauteilen – Teil 1: Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze, DIN Media GmbH, Berlin

[2] WTA-Merkblatt 4-6 Ausgabe: 12.2024/D — Nachträgliches Abdichten erdberührter Bauteile, Hrsg. Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege International, Referat 4 »Bauwerksabdichtung«, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart 2025

[3] DIN 4021:1990-10 — Baugrund; Aufschluss durch Schürfe und Bohrungen sowie Entnahme von Proben (zurückgezogen), DIN Media GmbH, Berlin

[4] WTA-Merkblatt 5-6-99/D — Diagnose an Betonbauwerken, Hrsg. Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege International, Referat 5 »Beton«, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart 2014

[5] WTA-Merkblatt 4-5-99/D — Beurteilung von Mauerwerk – Mauerwerksdiagnostik, Hrsg. Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege International, Referat 4 »Bauwerksabdichtung«, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart 2015

[6] WTA-Merkblatt 4-11 Ausgabe: 03.2016 — Messung des Wassergehalts bzw. der Feuchte bei mineralischen Baustoffen, Hrsg. Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege International, Referat 4 »Bauwerksabdichtung«

[7]	WTA-Merkblatt 2-9 Ausgabe: 03.2020/D	Sanierputzsysteme, Hrsg. Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege International, Referat 2 »Oberflächentechnologie«, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart 2020
[8]	STUVA-Merkblatt Ausgabe:2022-09	Abdichtung von Bauwerken durch Injektion (ABI-Merkblatt), Hrsg.: Studiengesellschaft für Tunnel und Verkehrsanlagen – STUVA – e.V., Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart 2022
[9]	DAfStb-Richtlinie Ausgabe:2017-12	Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton (WU-Richtlinie), Hrsg.: Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, DIN Media GmbH, Berlin
[10]	DAfStb-Richtlinie Ausgabe:2017-12	Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen (Instandsetzungs-Richtlinie), Hrsg.: Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, DIN Media GmbH, Berlin
[11]	ZTV-ING, 3-5 Ausgabe: 2017	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten, Teil 3, Abschnitt 5, Füllen von Rissen und Hohlräumen, Hrsg.: Bundesanstalt für Straßen- und Verkehrswesen, Bergisch Gladbach
[12]	WHG	Gesetz zur Neuregelung des Wasserrechts, Hrsg.: Bundesregierung, 2009
[13]	DIN EN 1504-5:2013-06	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Definitionen, Anforderungen, Qualitätsüberwachung und Beurteilung der Konformität – Teil 5: Injektion von Betonbauteilen; Deutsche Fassung EN 1504-5:2013, DIN Media GmbH, Berlin
[14]	MVV TB – Anhang 10 Stand: 03.2024	Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen, Anhang 10, Anforderungen an bauliche Anlagen bezüglich der Auswirkungen auf Boden und Gewässer (ABuG), Hrsg.: Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt), Berlin
[15]	DIN 4095-1:2026-06	Baugrund – Einwirkungen auf erdberührte Bauteile durch Wasser im Baugrund und Dränung zum Schutz der Bauteile – Teil 1: Begriffe und Wassereinwirkungen, DIN Media GmbH, Berlin
[16]	TR Instandhaltung – Teil 1 Stand 05.2020	Technische Regel Instandhaltung von Betonbauwerken, Teil 1 – Anwendungsbereich und Planung der Instandhaltung, Hrsg.: Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt), Berlin
[17]	TR Instandhaltung – Teil 2 Stand 05.2020	Technische Regel Instandhaltung von Betonbauwerken, Teil 2 – Merkmale von Produkten oder Systemen für die Instandsetzung und Regelungen für deren Verwendung, Hrsg.: Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt), Berlin

Freiexemplar