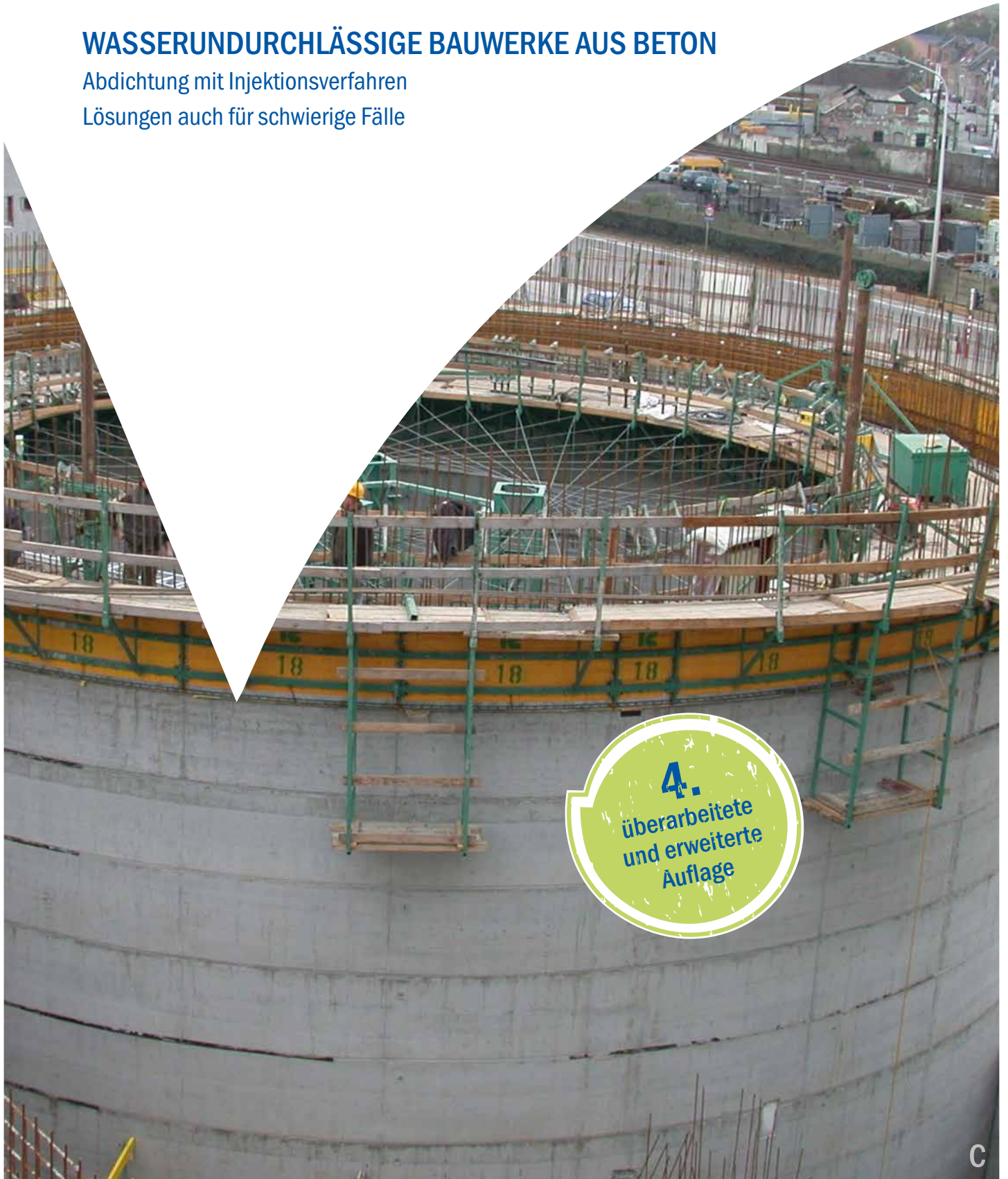


WASSERUNDURCHLÄSSIGE BAUWERKE AUS BETON

Abdichtung mit Injektionsverfahren

Lösungen auch für schwierige Fälle



4.
überarbeitete
und erweiterte
Auflage

GRUNDLAGEN DES SANIERUNGSKONZEPTEES

BESTANDSAUFNAHME UND BAUWERKSDIAGNOSTIK

1 EINLEITUNG

Eine Vielzahl der Bauwerke im Ingenieurbau, im Hoch- und Industriebau, im Wasser- und Tiefbau werden als wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton erstellt.

Typische Beispiele sind u.a.

- Untergeschosse in Wohn- und Industriegebäuden
- Tiefgeschosse und -garagen
- Trinkwasserbehälter, Regenrückhaltebecken und Schwimmbecken
- Becken und Behälter in Kläranlagen
- Schleusen und Talsperren
- Verkehrsbauwerke
- Tunnelbauwerke

Diese Bauwerke müssen im Regelfall das Eindringen von Wasser oder das Austreten von Wasser verhindern oder beides.

Leider werden sowohl bei der Planung, als auch bei deren Ausführung oftmals Fehler gemacht, die zu Undichtigkeiten führen. Wasserführende Risse, flächige Durchfeuchtungen und undichte Fugen sind keine Seltenheit. Sie müssen fachgerecht und dauerhaft abgedichtet werden.

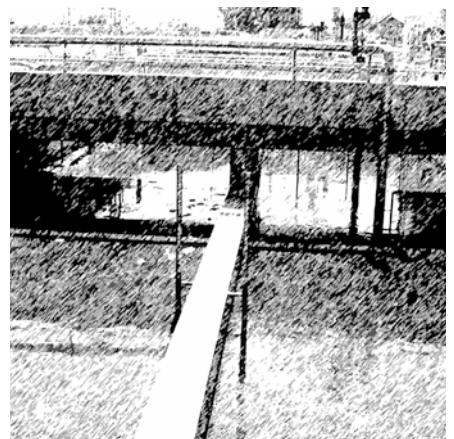
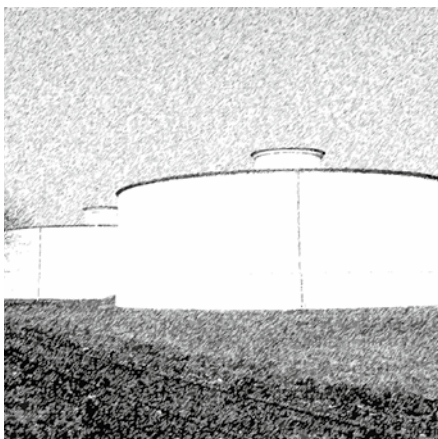
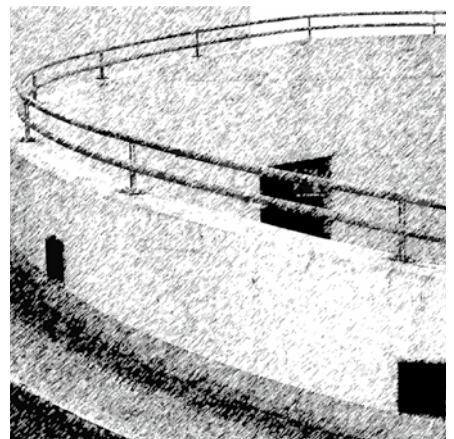
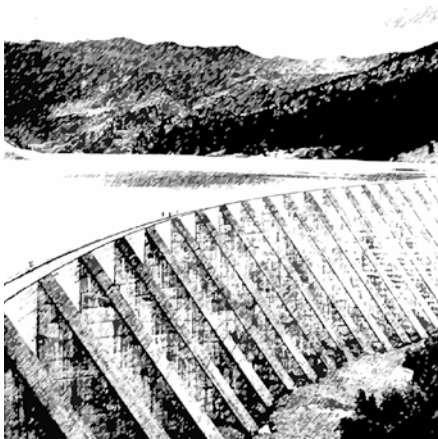
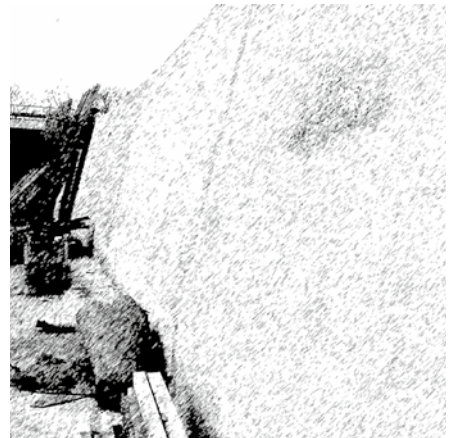
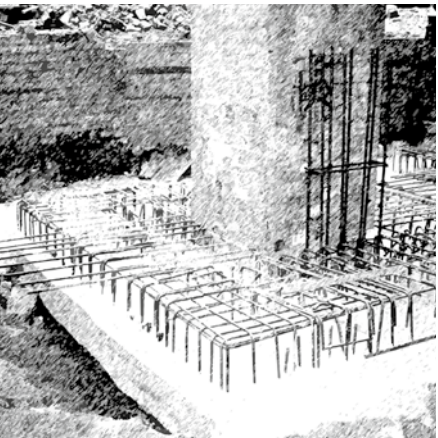
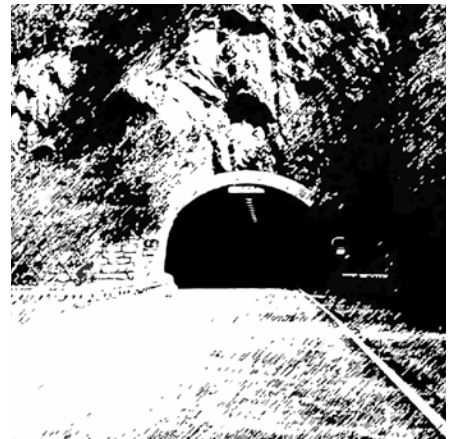
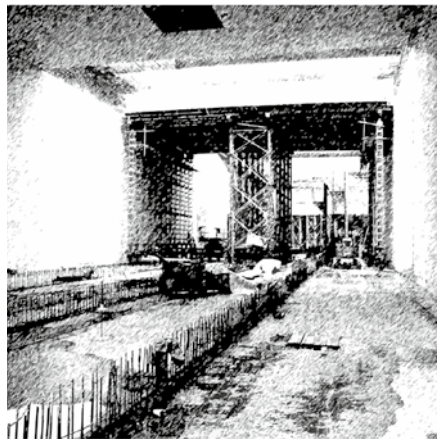
Die nachträgliche Abdichtung von Rissen und undichten Fugen ist keine „Konfektion von der Stange“ sondern eine objektspezifische Maßanfertigung, die u. a. auf die spezifischen Gegebenheiten des Objektes, den Aufbau und die Lage des Bauteils, die Fugenart, die Schadensursache, die Beanspruchung und die Zugänglichkeit der Konstruktion abgestimmt sein muss.

In vielen Fällen bietet die Injektionstechnologie eine Möglichkeit, die Konstruktion nachträglich sicher und dauerhaft abzudichten, siehe Literaturverzeichnis [1 - 3, 6 - 13].

Diese Broschüre gibt einen Überblick über die unterschiedlichen Maßnahmen der nachträglichen Abdichtung von Rissen und undichten Fugen bei Bauwerken aus Beton mittels Injektionstechnologie.

GRUNDLAGEN DES SANIERUNGSKONZEPTEES

BESTANDSAUFNAHME UND BAUWERKSDIAGNOSTIK



GRUNDLAGEN DES SANIERUNGSKONZEPTEES

BESTANDSAUFNAHME UND BAUWERKSDIAGNOSTIK

2 BESTANDSAUFNAHME UND BAUWERKSDIAGNOSTIK – NOTWENDIGE GRUNDLAGEN DES SANIERUNGSKONZEPTEES

Die Planung der nachträglichen Abdichtung eines Bauwerks ist eine vielschichtige und anspruchsvolle Aufgabe, die sowohl vom Planer als auch vom Ausführenden vertieftes Fachwissen sowie Erfahrung und Sorgfalt erfordert (sachkundige Fachplaner SKP). Für die Erstellung des Sanierungskonzeptes sind genaue Kenntnisse der Konstruktion und der objektspezifischen Randbedingungen erforderlich, siehe auch [4]. Das vom fachkundigen Planer aufzustellende Sanierungskonzept sollte

eine Beschreibung des Ist-Bauzustandes, das Instandsetzungsziel, das anzuwendende Abdichtungsverfahren und den für die Injektion zu verwendenden Füllstoff beinhalten. Die wesentlichen injektionstechnologischen Parameter, ggf. erforderliche flankierende Maßnahmen, sowie die Anforderung an die Qualitätssicherung sollten zusätzlich beschrieben bzw. vorgegeben werden. Hinweise, welche das Sanierungskonzept enthalten sollte, sind in Tabelle 1 angegeben.

Tabelle 1: Welche Angaben sollte das Sanierungskonzept enthalten?

Ziel und Methode	Festlegung des Instandsetzungsziels Wahl des anzuwendenden Abdichtungsverfahrens
Beschreibung des Ist-Bauzustandes	Art und Aufbau der Konstruktion, Zustand der Bauteile, Bemessungswasserstand, Fugen- und Rissbewegungen, vorangegangene Abdichtungsmaßnahmen, bei Schleiervergelung auch Angaben zum Baugrund (siehe Kapitel 3.5) Auswertung der Erkenntnisse aus einem aktuellen Baugrundgutachten
Angaben zur Injektionstechnologie	Auswahl des zu verwendenden Füllstoffes bzw. dessen physikalischer Eigenschaften 1- oder 2-Komponenten-Injektionstechnologie Planung, Durchführung und Auswertung einer Probeinjektion Anzahl, Lage und Abstand der Bohrungen / Injektionspacker, Durchmesser der Bohrungen, Bohrlochtiefe, Bohrwinkel Angaben zum Injektionsvorgang, ggf. auch zur Vorinjektion und zur Reaktionszeit, max. Injektionsdruck Zeitpunkt der Injektion (v. a. bei zeitabhängigem Bauteilverhalten, das zu Riss- und Fugenbewegung führt, Witterungsbedingungen, u. a. Lufttemperatur, Bauteiltemperatur während der geplanten Injektion Unter Umständen Zeitpunkt der Nachverpressung
Sonstige Angaben	Beschreibung von flankierenden Maßnahmen (z. B. Vorinjektion, Schutzmaßnahmen, evtl. Entfernen von Wurzelbewuchs) Beachten bauordnungsrechtlicher Vorgaben und Genehmigungen, ggf. erforderliche Genehmigungen (z. B. bei Injektionen in den Baugrund) und ggf. erforderliche Prüfzeugnisse Anforderung an die Qualitätssicherung und Dokumentation

Einige Fragen, die für die Planung der Sanierung wichtig sind, werden im Folgenden angegeben

- Wie ist die Konstruktion aufgebaut und welche Bauteilstärke weist sie auf?
- Sind die Bauteilbewegungen schon abgeschlossen oder mit welchen ist noch zu rechnen?
- Welcher maximale Wasserdruck (Bemessungswasserstand) wirkt auf die Konstruktion ein?
- Wie sieht das planerische Gesamtsystem der Fugenabdichtung aus?
- Welche Fugenabdichtungen wurden eingebaut?
- Für welche Bewegungen / Wasserdruck wurde die vorhandene Abdichtung bemessen?
- Wie wurden die Anschlusspunkte und Stöße ausgeführt?
- Wie ist das angrenzende Erdreich bei Vergelungsmaßnahmen beschaffen? (Bodenart und -zusammensetzung, Korngrößenverteilung, Porenanteil, Lagerungsdichte, Wassergehalt, Durchlässigkeit des Bodens, ...)
- Sind die abzudichtenden Konstruktionen frei und für eine Sanierung zeitlich uneingeschränkt zugänglich oder nur zu bestimmten Zeiten, z. B. im Fall von U-Bahn Betrieb?
- Wurden bereits Injektionsmaßnahmen durchgeführt? Welcher Füllstoff wurde dabei verwendet?
- Welche Injektionsmaßnahmen und / oder flankierenden Maßnahmen sind noch geplant?

Bei Rissen ist es u. a. von Bedeutung die Rissursache, Rissbreite, Rissbreitenänderung (kurzzeitig, täglich, langfristig), den Risszustand (Feuchtigkeit, Verschmutzung), Rissverlauf, Lage der Bewehrung, Bauteiltemperatur, die Lufttemperatur und Sonneneinstrahlung zum Zeitpunkt der Injektion zu kennen.

GRUNDLAGEN DES SANIERUNGSKONZEPTEES

BESTANDSAUFNAHME UND BAUWERKSDIAGNOSTIK

3 INJEKTIONSVERFAHREN ZUR NACHTRÄGLICHEN ABDICHTUNG UNDICHTER KONSTRUKTIONEN

Für die Sanierungsplanung stellt sich die Frage nach der geeigneten Methode.

Prinzipiell stehen folgende Möglichkeiten der Injektion zur Verfügung:

- Füllen der Durchgängigkeiten (Risse, Fehlstellen, Hohlräume, Fugen) mit einem Füllstoff* (Riss- oder Flächeninjektion, Fugenvergelung)
- Verhinderung des Wasserzutritts zur Konstruktion bzw. Fuge durch Ausbildung eines geschlossenen Injektionsschleiers vor der Konstruktion (Schleierinjektion) oder durch Füllen von Bauteil- bzw. Bauwerkszwischenräumen (Flächeninjektion).

Welche Methode letztlich zum Einsatz kommt, hängt von einer Vielzahl von Parametern ab. Entscheidende Parameter für die Auswahl des Verfahrens sind z. B.

- Bauwerk
- Art und Aufbau der Bauteile
- Schadensbild und -ursache
- Fugenart
- Beanspruchung (Wasserdruck, Verformung)
- Ggf. sonstige spezifische Gegebenheiten des Objektes
- Zugänglichkeit
- Wirtschaftliche Überlegungen
- Vorstellungen, die Vorgaben und das Sicherheitsbedürfnis des Bauherrn



Die Wahl der Sanierungsmethode ist eine objekt- und schadensspezifische „Maßanfertigung“. Einen Überblick über die verschiedenen Methoden zur nachträglichen Abdichtung durch Injektion und deren Einsatzbereich gibt Tabelle 2.

* Im ABI-Merkblatt [10], 4. Auflage 09 / 2022 ist der Begriff „Injektionsstoff“ verwendet, in der TR Instandhaltung [1], Auflage 05 / 2020 und in der ZTV-ING [3] der Begriff „Rissfüllstoff“.

Tabelle 2: Injektionsverfahren zur nachträglichen Abdichtung undichter Konstruktionen

Methode		Wasserdurchlässigkeit bei							
		Rissen	Hohlräumen und Gefügestörungen	Arbeitsfugen	Sollrisse	Bewegungsfugen		Fuge in Tübbing-Tunneln	Durchdringungen (z. B. Rohrdurchführungen, Schalungsspreizen, Fundamentanker)
						Umläufigkeit des Dichtteils	Beschädigung des Dehnteils		
Partielle Injektion über Injektionspacker		✓		✓	✓	✓			✓
Partielle Injektion über Klebepacker		✓							
Partielle Flächeninjektion im Bauteil			✓	✓					
Vergelung der Fuge (erdreichseitig)	Injektion über Injektionspacker					✓	✓		
	Injektion über das Injektionsprofil B-PROFILE®					✓	✓		
Partielle Injektion der Fuge (luftseitig, in Kombination mit einer Verdämmung)	Injektion über das flexible Schlauchprofil B-JOINT®						✓		
	Injektion über die Injektions-schalung DESOI Quick Seal						✓		
	Injektion über die B-STING® Fugeninjektionsnadel						✓	✓	
Partielle Flächeninjektion an der Bauteilaußenseite (Schleierinjektion)						✓	✓		
Flächeninjektion in Bauteil- oder Bauwerkszwischenräume			✓						
Nachverpressung über ein in der Arbeitsfuge eingebautes Injektionsschlauchsystem				✓		✓			

RISSVERPRESSUNG ÜBER INJEKTIONSPACKER

ANORDNUNG DER INJEKTIONSPACKER



Rissinjektion
Polymer



Rissinjektion
Mineralisch

3.1 Rissverpressung über Injektionspacker

In Abhängigkeit der Randbedingungen kann die Verpressung von Rissen, d.h. das Füllen von Rissen unter Druck, mit einem geeigneten auf die objektspezifischen Randbedingungen abgestimmten Rissfüllstoff über Injektions- oder Klebepacker erfolgen. Dabei werden die Packer erst unmittelbar vor ihrer Verpressung mit einem Kegel- oder Flachkopfnippel versehen. Während der Injektion wird der Materialfluss über den Füllgutaustritt aus den benachbarten „offenen“ Packern (Packerkontakt) kontrolliert. Über diese kann auch die verdrängte Luft entweichen. Bei vertikalen Rissen erfolgt die Injektion beginnend am tiefstgelegenen Injektionspacker von unten nach oben. Innerhalb der für den Rissfüllstoff herstellerseitig angegebenen Verarbeitungsdauer ist bei allen Packern eine Nachinjektion durchzuführen. Nach dem Injizieren der Packer und dem Aushärten des Rissfüllstoffes werden die Packer ausgebaut bzw. entfernt; Bohrlöcher werden mit einem schwindarmen Mörtel verschlossen.

Nach entsprechender Vereinbarung mit den Bauherren können nicht rostende Spannteile von Injektionspackern (1-Tagespacker und Schlagpacker aus Kunststoff) im Bauteil verbleiben.

Welche Rissfüllstoffe (Injektionsstoffe) kommen für die abdichtende Rissinjektion in Frage? Die WU-Richtlinie [4] schränkt die Verwendung auf solche Rissfüllstoffe ein, welche die Anforderungen nach der DAfStb-Richtlinie „Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen“ [2] erfüllen. In der ZTV-ING, Teil 3 Massivbau, Abschnitt 5 – Füllen von Rissen und Hohlräumen in Betonbauwerken [2], der DAfStb-Richtlinie „Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen“ [2] sowie in den Technischen Regeln „Instandhaltung von Betonbauwerken (TR Instandhaltung) des DIBt“ [1] werden als Rissfüllstoffe benannt:

3.1.1 Rissverpressung über Injektionspacker (Bohrpacker)

Treten bei wasserundurchlässigen Bauteilen aus Beton wasserführende Risse auf, so können diese durch die Injektion eines geeigneten Rissfüllstoffes über Injektionspacker abgedichtet werden. Hierzu werden Bohrkanäle in das Bauteil eingebracht, die den Riss im Regelfall im 45° Winkel kreuzen. Nach dem Ausblasen oder Aussaugen der Bohrkanäle werden die Injektionspacker in die Bohrkanäle eingesetzt und verspannt. Der Bohrkanal ist je nach Rissfüllstoff ggf. vorzubereiten, z. B. vorzunässen. Anschließend werden die Risse über die Injektionspacker mit einem geeigneten Rissfüllstoff verpresst.

Der Abstand der Injektionspacker hängt u. a. von den objektspezifischen Rand-

1. Rissfüllstoffen für das kraftschlüssige Füllen von Rissen, z. B. Epoxidharz (EP), Zementleim (ZL) und Zementsuspension (ZS).
2. Rissfüllstoffe für das dehnfähige Füllen von Rissen, z. B. Polyurethanharz (PUR).

Die Leistungsmerkmale des Füllstoffes und Regeln für deren Anwendung sind in den Technischen Regeln „Instandhaltung von Betonbauwerken (TR Instandhaltung) Teil 2 [1] beschrieben. In DIN EN 1504-5 [5] sind auch Acrylatgele /Hydrostrukturgele (AY) aufgeführt, deren abdichtende Wirkung über Quellen erzielt wird.

Bei den Injektionsharzen auf Polyurethanbasis handelt es sich um lösungsmittelfreie, niedrigviskose, elastische, porenbildende Füllstoffe (PUR-I), die ihre Abdichtwirkung über Flankenhaftung erzielen. Zur Verminderung der Wasserzufuhr bei stark drückendem Wasser können in begründeten Ausnahmefällen Polyurethanschäume (SPUR-I) vorinjiziert werden. Unter Wasserzufuhr bilden diese einen fezzelligen, offenporigen Schaum, der temporär die Wasserzufuhr mindert, jedoch keine dauerhaft abdichtende Wirkung hat.

Die Injektion mit Polyurethanharz (PUR-I) sollte unmittelbar anschließend über zusätzliche Injektionspacker erfolgen. Neben dem Polyurethanharz kommen auch Zementleim und Zementsuspension zum Einsatz. Diese eignen sich bei hohlraumreichem Beton und größeren Hohlräumen für eine kostengünstige Vorinjektion. Vereinzelt werden auch spezielle Hydrostrukturgele mit einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung (abZ) des Deutschen Instituts für Bautechnik DiBt zur Rissverpressung eingesetzt.

bedingungen (Bauteildicke, Rissbreite) und den Eigenschaften des Rissfüllstoffes (Verarbeitungszeit, Viskosität) ab. In der Regel beträgt der Abstand zwischen den Injektionspackern $d/2$, wobei mit d die Dicke des Bauteils bezeichnet wird. Durch die in den Abbildungen 1 und 2 dargestellte wechselseitige Anordnung der Injektionspacker werden auch im Bauteil verspringende Risse erfasst.

Empfehlung: Um den in der ZTV-ING [3] geforderten Rissfüllgrad von 80 % zu erreichen und die Ausführungssicherheit zu steigern, wird vor der Injektion eine Verdämmung der Risse empfohlen.

Als Faustformel gilt:

max. Injektionsdruck $\approx \frac{1}{3}$ der Nenndruckfestigkeit des Betons*

Beispiel:

Ortbetonkonstruktion, Beton C 20 / 25

$$\text{max. Injektionsdruck} = \frac{25}{3} \cdot 10 = 83 \text{ bar}$$

* Nenndruckfestigkeit: Begriff aus der Betontechnologie, bezeichnet die Festigkeit eines Probewürfels aus Beton nach 28 Tagen

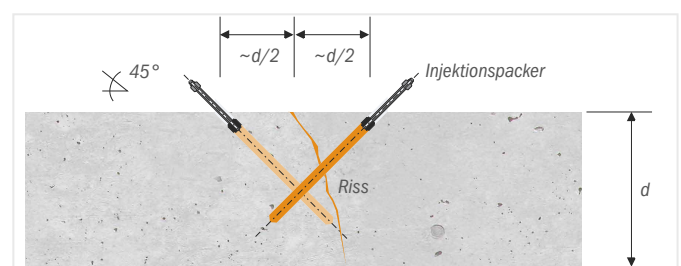


Abbildung 1: Rissverpressung über Injektionspacker

RISSVERPRESSUNG ÜBER INJEKTIONSPACKER

ANORDNUNG DER INJEKTIONSPACKER

Die Viskosität des Rissfüllstoffes ist maßgeblich für den Erfolg der Injektion. Je schmaler der Riss, desto kleiner (dünnflüssiger) muss die Viskosität und desto länger muss die Verarbeitungszeit des Rissfüllstoffes sein, um eine gute Rissfüllung zu erreichen. Während der Injektion wird der Materialfluss über den Füllgutaustritt aus den benachbarten offenen Injektionspackern kontrolliert. Beim Füllen der Risse ist sicherzustellen, dass Wasser und / oder Luft während der Injektion entweichen können. Bei vertikalen Rissen erfolgt die Injektion beginnend

am tiefstgelegenen Injektionspacker von unten nach oben. Um Schäden in der Betonstruktur zu vermeiden, sollte der maximale Injektionsdruck im Regelfall auf $\frac{1}{2}$ der Beton-Nenndruckfestigkeit begrenzt sein. Bei Elementwänden sollte der maximale Injektionsdruck deutlich geringer sein, um Schäden an der Konstruktion zu vermeiden. Nach Beendigung der Injektion werden die Injektionspacker entfernt und die Öffnungen mit einem schwindarmen Mörtel verschlossen.

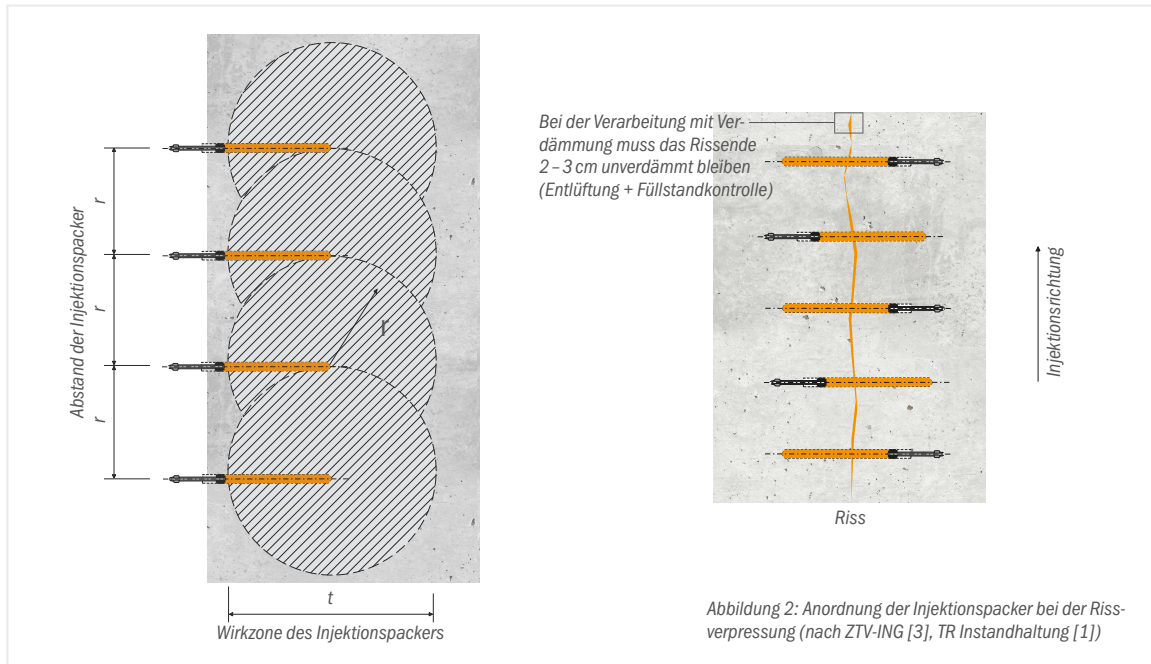


Abbildung 2: Anordnung der Injektionspacker bei der Rissverpressung (nach ZTV-ING [3], TR Instandhaltung [1])

3.1.2 Rissverpressung über Klebepacker

Klebepacker werden direkt auf den Riss geklebt. Daher ist ihr Einsatz auf Fälle mit trockenen Bauteiloberflächen im Rissbereich, sehr feinen Rissen und mit dichter Bewehrung beschränkt, in die nicht gebohrt werden kann bzw. darf. Der gegenseitige Abstand der Klebepacker entspricht im Regelfall etwa der Bauteildicke (d). Entscheidend für die Funktionsfähigkeit ist der Haftverbund zwischen Klebepacker und Bauteiloberfläche. Vor dem Setzen des Klebepackers muss die Bauteiloberfläche daher ca. 5 cm beidseitig des Risses durch Strahlen oder Schleifen aufgeraut und von losen Teilen, Staub usw. gesäubert werden. Um einen Verschluss des Injektionskanals des Klebepackers durch den Kleber (Verdämmmaterial) zu vermeiden, wird zunächst ein gefetteter Stahlstift ca. 2 - 3 mm in den Riss eingeschlagen, auf

den der Klebepacker nach Auftragen des Klebers aufgesteckt wird. Der Stahlstift wird später vor der Injektion entfernt. Der Riss zwischen den einzelnen Klebepackern wird mit dem Kleber verdämmt. Die Injektion erfolgt über einen Kegelnippel, der erst unmittelbar vor der Injektion auf den Packer aufgeschraubt wird. Der maximale Injektionsdruck bei Klebepackern hängt wesentlich von der Haftzugfestigkeit der Bauteiloberfläche und den Hafteigenschaften des Klebers ab. Im Regelfall empfiehlt sich ein Injektionsdruck < 30 bar.

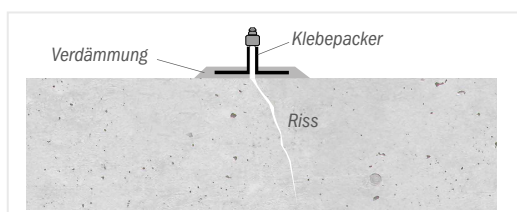


Abbildung 3: Rissverpressung über Klebepacker

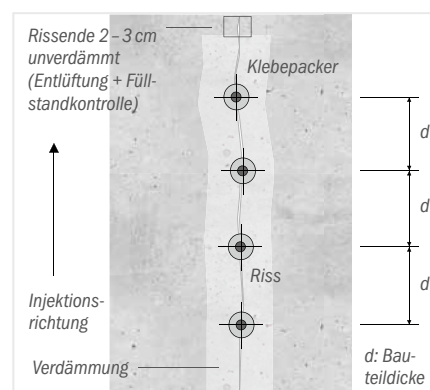


Abbildung 4: Anordnung der Klebepacker bei der Rissverpressung (nach ZTV-ING [3], TR Instandhaltung [1])

FLÄCHENINJEKTION

SANIERUNG UNDICHTER ARBEITSFUGEN

3.2 Flächeninjektion in Bauteile

Bei flächigen Gefügestörungen und Durchfeuchtungen von Bodenplatten und Wänden kann die nachträgliche Abdichtung durch eine Flächeninjektion in das Bauteil erfolgen. Hierzu werden in das Bauteil im Bereich der Schadstelle rasterartig Bohrkannäle eingebracht (siehe Abbildung 5), über die mittels Injektionspacker Kapillaren, Poren und Hohlräume mit einem geeigneten Füllstoff verfüllt und abgedichtet werden. Im Gegensatz zur Schleierinjektion (vgl. Kapitel 3.5) wird das Bauteil bei Bohrungen für die Raster- oder Hohlrauminjektion nicht vollständig durchbohrt. Das Rastermaß und die Bohrlochtiefe müssen auf die objektspezifischen Randbedingungen abgestimmt werden. Durch die Flächeninjektion wird das Bauteil selbst als Abdichtungselement ertüchtigt. Die Wahl des Füllstoffs

Als Faustformel gilt:

Bohrlochabstand = $\frac{1}{2}$ · Bauteildicke

Bohrlochtiefe = $\frac{3}{4}$ · Bauteildicke

hängt u.a. von der Durchlässigkeit des Bauteils (Betongefüge) ab. Eine möglichst gute Verteilung des Füllstoffes im Bauteil wird durch die Verwendung von Füllstoffen mit niedriger Viskosität, also möglichst dünnflüssigen Füllstoffen, erreicht. Bei Injektionen in Hohlräume, aber auch in Bauteil- bzw. Bauwerkszwischenräumen sind Polyurethanschäume (SPUR-I) ausgeschlossen, da nach deren Anwendung im Regelfall eine raumfüllende, abdichtende Injektion z.B. mit einem Polyurethanharz (PUR-I) oder Acrylatgel nicht mehr möglich ist.

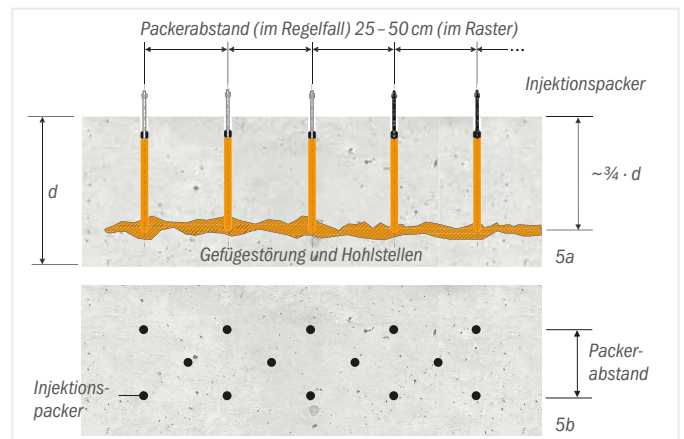


Abbildung 5: Flächeninjektion im Bauteil, (5a Schnitt, 5b Ansicht)

3.3 Sanierung undichter Arbeitsfugen

3.3.1 Injektion über Injektionspacker (Bohrpacker)

Eine undichte Arbeitsfuge kann, ähnlich wie bei der Rissverpressung, durch Injektion eines geeigneten Füllstoffes abgedichtet werden. Hierzu werden Bohrkannäle in das Bauteil eingebracht, die die Arbeitsfuge im Regelfall im 45° Winkel kreuzen. Abbildung 6 zeigt dies am Beispiel des Anschlusspunktes zwischen Bodenplatte und Wand. Die Injektion des Füllstoffes erfolgt über Injektionspacker, die nach dem Ausblasen der Bohrkannäle in diese eingesetzt und verspannt werden. Der maximale Abstand zwischen den Injektionspackern sollte im Regelfall $d/2$ betragen. Wie bei der Rissverpressung wird der Materialfluss während der Injektion über den Füllgutaustritt aus den benachbarten offenen Injektionspackern kontrolliert. Bei vertikalen Fugen erfolgt die Verpressung von unten nach oben. Nach Beendigung der Injektion werden die Injektionspacker entfernt und die Öffnungen mit einem schwindarmen Mörtel verschlossen.

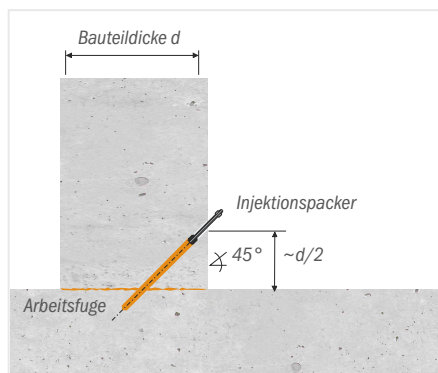


Abbildung 6: Verpressung einer Arbeitsfuge zwischen Bodenplatte und Wand [8]

3.3.2 Verpressung über ein Injektionsschlauchsystem

Liegt in der Arbeitsfuge, wie in Abbildung 7 gezeigt, ein planmäßig eingebautes, noch nicht verpresstes Injektionsschlauchsystem, so kann die Arbeitsfuge über dieses mit einem geeigneten Füllstoff verpresst werden. Voraussetzung hierfür ist, dass das Injektionsschlauchsystem fachgerecht eingebaut wurde, noch nicht abschließend verpresst ist und die Verpressenden noch zugänglich sind. Bei einmal verpressbaren, schon injizierten Injektionsschlauchsystemen oder wenn die Verpressenden nicht mehr zugänglich sind, muss die Injektion über Injektionspacker erfolgen, siehe Abschnitt 3.3.1. Gleiches gilt für die Fälle, bei denen das Verpressen des Injektionsschlauchsystems nicht zu dem gewünschten Dichterfolg geführt hat.

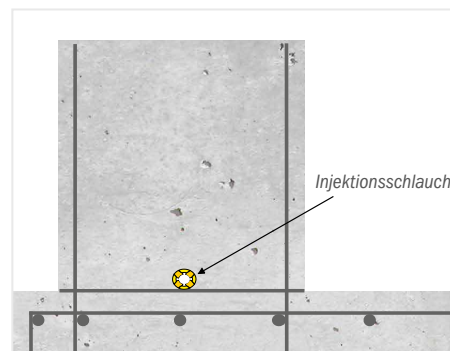


Abbildung 7: Injektionsschlauch in der Arbeitsfuge zwischen Bodenplatte und Wand (Beispiel) [7]

INSTANDSETZUNG UNDICHTER BEWEGUNGSFUGEN

DEHNFUGENBAND

3.4 Instandsetzung undichter Bewegungsfugen

Die Abdichtung undichter Bewegungsfugen ist schwieriger und anspruchsvoller, als die Abdichtung wasserführender Risse und undichter Arbeitsfugen.

Dies gilt sowohl für die Instandsetzungsplanung als auch für die Ausführung der Maßnahme.

3.4.1 Abdichten des Dichtteils durch partielle Injektion über Injektionspacker (Bohrpacker)

Bei einer Wasserumläufigkeit des Fugenband-Dichtteils können Hohlräume und Fehlstellen im Bereich des Dichtteils durch Injektion eines geeigneten Füllstoffes, z. B. PUR, über Injektionspacker abgedichtet werden. Hierzu wird zunächst im betroffenen Bereich, wie in Abbildung 8 schematisch dargestellt, mit einem Abstand von 30 – 50 cm angebohrt bzw. ggf. durchgebohrt. Dabei ist darauf zu achten, dass bei der Bohrung lediglich der Dichtteil, nicht jedoch der Dehnenteil des Fugen-

bandes getroffen wird. Der Abstand der Bohrungen zur Bewegungsfuge muss auf das Fugenband abgestimmt sein, damit der Dehnenteil nicht verletzt wird. Nach Reinigen der Bohrkanäle von Bohrstaub und dem Einbau von Injektionspackern erfolgt die Verpressung mit dem Füllstoff über die Injektionspacker. Während des Verpressvorgangs wird der Materialfluss an den angrenzenden offenen Injektionspackern kontrolliert. Über diesen kann auch die verdrängte Luft entweichen.

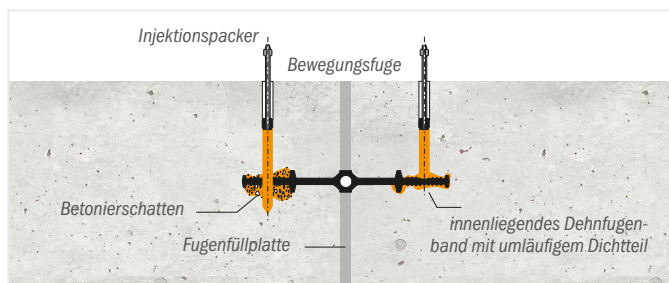


Abbildung 8: Verpressung von Hohlstellen am Dichtteil bei einem innenliegenden Dehnfugenband / mit (links) bzw. ohne (rechts) Durchbohren des Fugenbandes [7]

3.4.2 Injektion der Bewegungsfuge zwischen Fugenband und wasserzugewandter Bauteiloberfläche (Vergelung der Fuge)

Bei einem beschädigten und undichten Dehnenteil des Fugenbandes kann die Bewegungsfuge mit einem „flexiblen“ Füllstoff, z. B. einem geeigneten Acrylatgel oder Polyurethanharz verpresst und abgedichtet werden. Hierzu wird die Bewegungsfuge, wie in Abbildung 9 dargestellt, zwischen Erdreich und Dehnfugenband angebohrt. Die Injektion des Füllstoffes geschieht über in die Bohrkanäle nach dem Ausblasen eingesetzte Injektionspacker. Hierbei dienen das Erdreich und das einbetonierte Dehnfugenband als Widerlager für die Injektion. Die Kontrolle des Materialflusses erfolgt bei der Verpressung über offene benachbarte Injektionspacker oder eine Entlüftungsbohrung. Nach Beendigung der Injektion werden die Injektionspacker entfernt und die Öffnungen mit einem schwindarmen Mörtel verschlossen. Bei der Maßnahme ist es wichtig, dass die physikalischen Eigenschaften des Füllstoffes (z. B. Reaktionszeit, Fließigenschaften) auf die

objektspezifischen Gegebenheiten abgestimmt sind. Nach [10] muss die Eignung des einzusetzenden PUR-Füllstoffes nachgewiesen werden. Hierbei ist auch auf die Verträglichkeit mit dem Fugenband zu achten. Aufgrund der begrenzten Dehnfähigkeit der Füllstoffe beschränkt sich diese Methode auf Anwendungsfälle, bei denen die Fugenbewegung abgeschlossen ist oder keine wesentliche Fugenbewegung mehr zu erwarten ist.

Bei der Verwendung von Acrylatgelen / Hydrostrukturgelen (AY), deren Abdichtungswirkung über Quellen erzielt wird, können Bewegungsfugen bei begrenzter Fugenbewegung abgedichtet werden. Hierbei sind die physikalischen Eigenschaften des Acrylatgels (Hydrostrukturgels) maßgebend. Die Verwendbarkeit für diesen Anwendungsfall und die begrenzte Verformung sollten nachgewiesen sein.

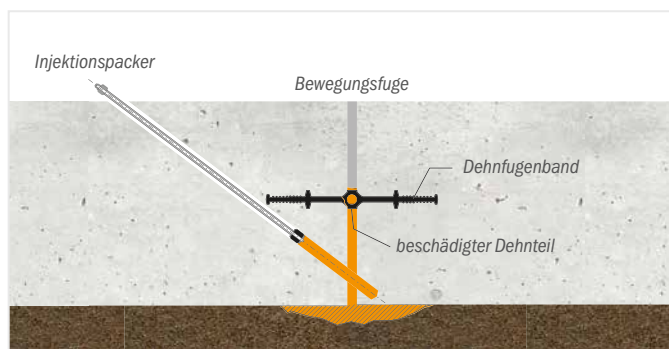


Abbildung 9: Vergelung der Bewegungsfuge bei beschädigtem Dehnenteil [7]

INSTANDSETZUNG UNDICHTER BEWEGUNGSFUGEN

INJEKTION DER BEWEGUNGSFUGE ZWISCHEN FUGENBAND UND WASSERABGEWANDTER BAUTEILOBERFLÄCHE

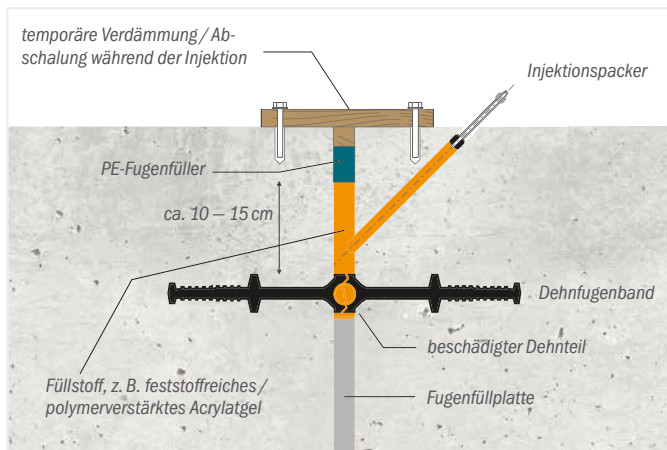


Abbildung 12: Injektion des Zwischenraumes zwischen Fugenband und raumseitiger Bauteiloberfläche [6, 8]

3.4.3 Injektion mit Injektionspacker (Bohrpacker)

Eine undichte Bewegungsfuge kann auch abgedichtet werden, indem die Fuge auf der raumseitigen Bauteilseite – wie in Abbildung 12 dargestellt – temporär abgeschalt wird und anschließend der Zwischenraum zwischen dem Fugenband und der raumseitigen Abschaltung über Injektionspacker mit feststoffreichem Acrylatgel oder gefülltem Polyurethanharz verpresst wird, siehe auch [10].

Um ein Austrocknen und Schwinden des Füllstoffs zu verhindern, wird die Fuge nach der Injektion und dem Entfernen der Abschaltung mit einem Fugenfüllprofil, einem Kompressionsprofil, einer dauerelastischen Fugenverschlussmasse, einem streifenförmigen Abklebesystem oder einer Blechabdeckung verschlossen bzw. abgedeckt.

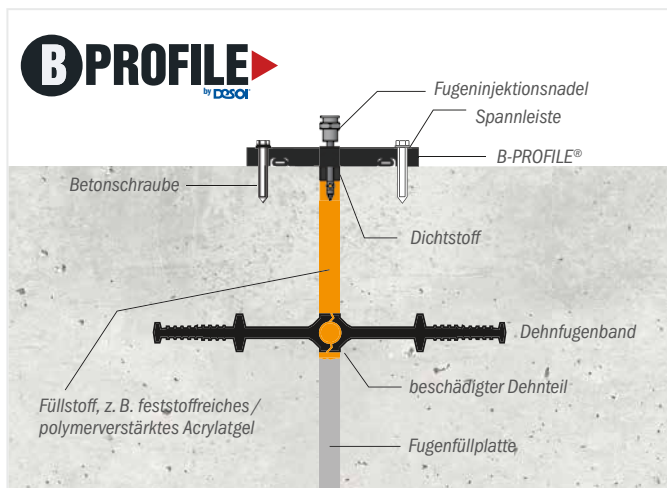


Abbildung 13: Temporäre Abschaltung der defekten Bewegungsfuge mit B-PROFILE® und Injektion der Fuge über die Fugeninjektionsnadel

3.4.4 Injektion über B-PROFILE®

Eine undichte Bewegungsfuge kann objektbezogen auch temporär über eine Injektionsschalung B-PROFILE® erfolgen, siehe Abbildung 13 – 15. Durch die vorkonfektionierte Injektionsschalung B-PROFILE® entfällt das aufwändige Bohren der Bohrkänäle für die Injektionspacker. Die Injektion der Bewegungsfuge erfolgt nach der Montage des B-PROFILE® und dem Einsetzen der Fugeninjektionsnadel über Niederdruckinjektion. Beim Eindrehen der Fugeninjektionsnadel in das B-PROFILE® entsteht kein Materialabtrag; die seitlichen Austrittslöcher der Fugeninjektionsnadel bleiben sauber und ein freier Durchfluss des Füllstoffes ist gewährleistet. Das feste Material des B-PROFILE® umspannt die Fugeninjektionsnadel; dadurch wird diese gehalten und die Einstichstelle gleichzeitig abgedichtet. Die integrierten Dichttippen des Fugengummis sorgen für einen undurchlässigen Anschluss an das Bauteil, das Gummi passt sich exakt den Unebenheiten an. Nach erfolgreicher Injektion und Aushärten des Füllstoffes wird das B-PROFILE® wieder entfernt.



Um ein Austrocknen und Schwinden des Füllstoffs zu verhindern, wird die Fuge nach dem Aushärten des Füllstoffes und Entfernen von B-PROFILE® mit einem Fugenfüllprofil, einem Kompressionsprofil, einer dauerelastischen Fugenverschlussmasse oder einem streifenförmigen Abklebesystem verschlossen. Das B-PROFILE® ist wiederverwendbar.

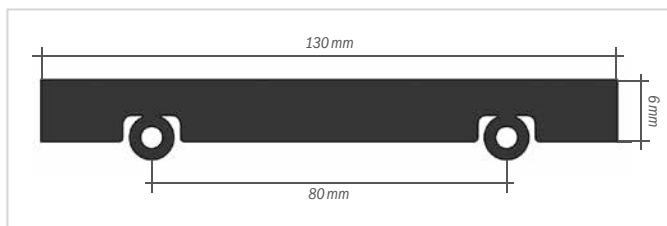


Abbildung 14: Abmessungen des B-PROFILE®



Abbildung 15: Fugeninjektionsnadel (Nr. 23207), Ø 5 mm x 71 mm, Edelstahl, seitliche Austrittslöcher Ø 2,5 mm; Arbeitslänge 25 mm, Anschluss Flachkopfnippel mit Rückschlagventil

INSTANDSETZUNG UNDICHTER BEWEGUNGSFUGEN

INJEKTION DER BEWEGUNGSFUGE ZWISCHEN FUGENBAND UND WASSERABGEWANDTER BAUTEILOBERFLÄCHE

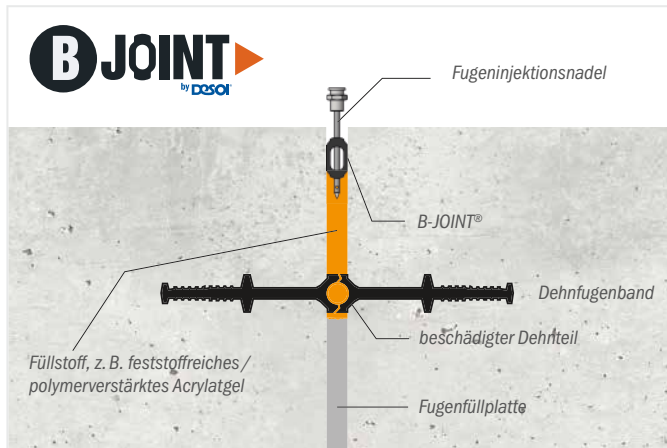


Abbildung 16: Eingebautes B-JOINT® in einer Bewegungsfuge

3.4.5 Injektion über B-JOINT®

B-JOINT® ist ein flexibles Schlauchprofil zur Verdämmung von undichten Bewegungsfugen, es kann in beliebiger Länge verarbeitet werden und kommt bei einer Fugenbreite von 20 bis 30 mm zum Einsatz. Die anschließende Injektion erfolgt über die Fugeninjektionsnadel, die in das Schlauchprofil eingedreht werden über Niederdruckinjektion, siehe Abbildung 16 und 17. Nach dem Einbau von B-JOINT® in die defekte Dehnfuge wird das Schlauchprofil durch Luftbeaufschlagung über die Luftfüllnadeln gespannt. B-JOINT® ist flexibel und passt sich Unebenheiten an, kommt ohne Klemmleisten aus. Ein Spannen über Muttern entfällt.

Nach der Injektion und dem Aushärten des Füllstoffes wird B-JOINT® wieder ausgebaut und die Bewegungsfuge mit einem Fugenfüllprofil, einem Kompressionsprofil, einer dauerelastischen Fugenverschlussmasse oder einem streifenförmigen Abklebesystem verschlossen, um ein Austrocknen und Schwinden des Füllstoffes zu vermeiden. B-JOINT® ist nach dem Ausbau wiederverwendbar.

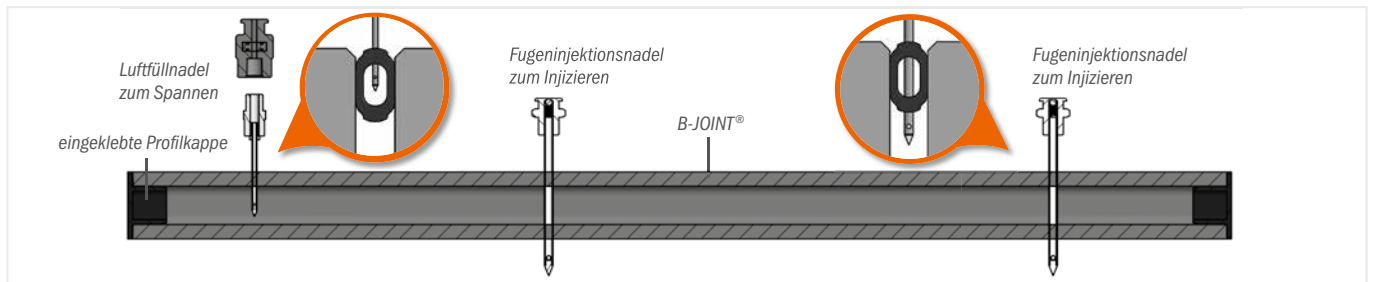


Abbildung 17: B-JOINT®- Abdichtungs- und Injektionsprofil zur Verdämmung und Injektion von undichten Bewegungsfugen

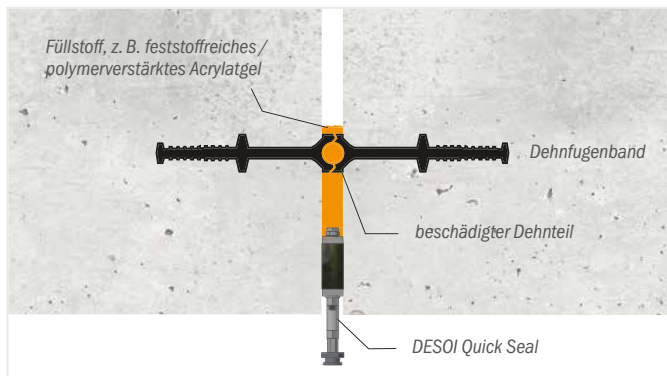


Abbildung 18: Eingebautes DESOI Quick Seal in einer Bewegungsfuge

3.4.6 Injektion über DESOI Quick Seal

Undichtigkeiten bei schadhafte Bewegungsfuge können abgedichtet werden, indem das flexible Abdichtungs- und Injektionsprofil DESOI Quick Seal in die Fuge eingesetzt (siehe Abbildung 18 und 19), fixiert, über die Anzugsmuttern in der Bewegungsfuge verspannt und anschließend über die Injektionsrohre des Abdichtungs- und Injektionsprofil Quick Seal z. B. mit einem geeigneten Acrylatgel oder Polyurethanharz hinterpresst wird. Das Abdichtungs- und Injektionsprofil ist teilbar und eignet sich für Fugenbreiten von 18 bis 26 mm. Nach der Injektion und dem Aushärten des Füllstoffes wird DESOI Quick Seal ausgebaut und die Bewegungsfuge mit einem Fugenfüllprofil, einem Kompressionsprofil, einer dauerelastischen Fugenverschlussmasse oder einem streifenförmigen Abklebesystem verschlossen, um das Austrocknen und Schwinden des Füllstoffes zu vermeiden. Bei Verwendung eines Acrylatgels als Füllstoff ist DESOI Quick Seal danach wiederverwendbar.

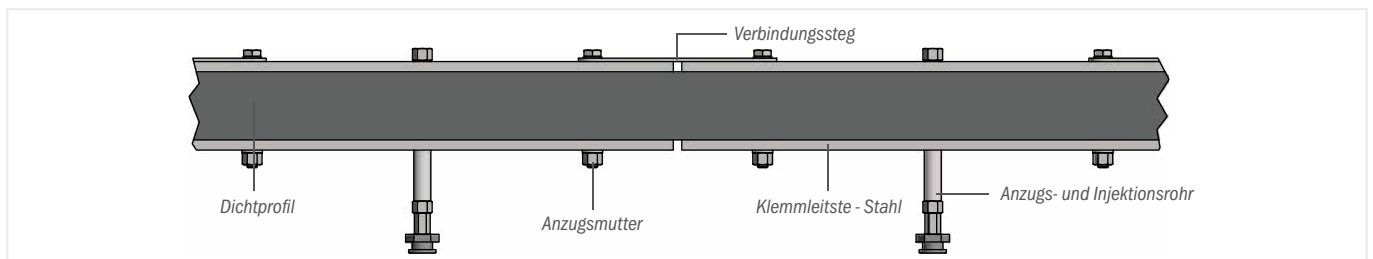


Abbildung 19: DESOI Quick Seal, Abdichtungs- und Injektionsprofil zur Abdichtung und Injektion von undichten Bewegungsfugen

INSTANDSETZUNG UNDICHTER BEWEGUNGSFUGEN

INJEKTION EINER BEWEGUNGSFUGE ÜBER DIE B-STING® FUGENINJEKTIONSNADEL



3.4.7 Injektion mit der B-STING® Fugeninjektionsnadel

Die nachträgliche Abdichtung von undichten Bewegungsfugen (Abbildung 20) bei Tunnelbauwerken, insbesondere wenn sie in Tübbingbauweise (Abbildung 21) erstellt wurden, kann objektbezogen auch über die B-STING® Fugeninjektionsnadel erfolgen. Die Injektion über die Fugeninjektionsnadel ist in Abhängigkeit der objektbezogenen Randbedingungen in Fugen ohne signifikante Fugenbewegung möglich. Durch die B-STING® entfallen die ansonsten aufwändigen Bohrarbeiten.

3.4.7.1 Abdichtung von undichten Bewegungsfugen

Bei dem Verfahren wird eine etwa 5 mm dicke B-STING® mittels Akkuschauber in die Bewegungsfuge eingedreht und durchstößt, wie in Abbildung 20 dargestellt, den Dichtschlauch des Fugenbandes. Über einen Gel-Flachkopfnippel und das auf die B-STING® aufgeschraubte Injektionsrohr erfolgt die Injektion eines Acrylatgels / Hydrostrukturgels in die wasserzugewandte Seite der Fuge. Nach dem Injektionsvorgang wird das Injektionsrohr entfernt, während die B-STING® im Bauteil verbleibt und das Bohrloch dauerhaft und druckwasserdicht verschließt.

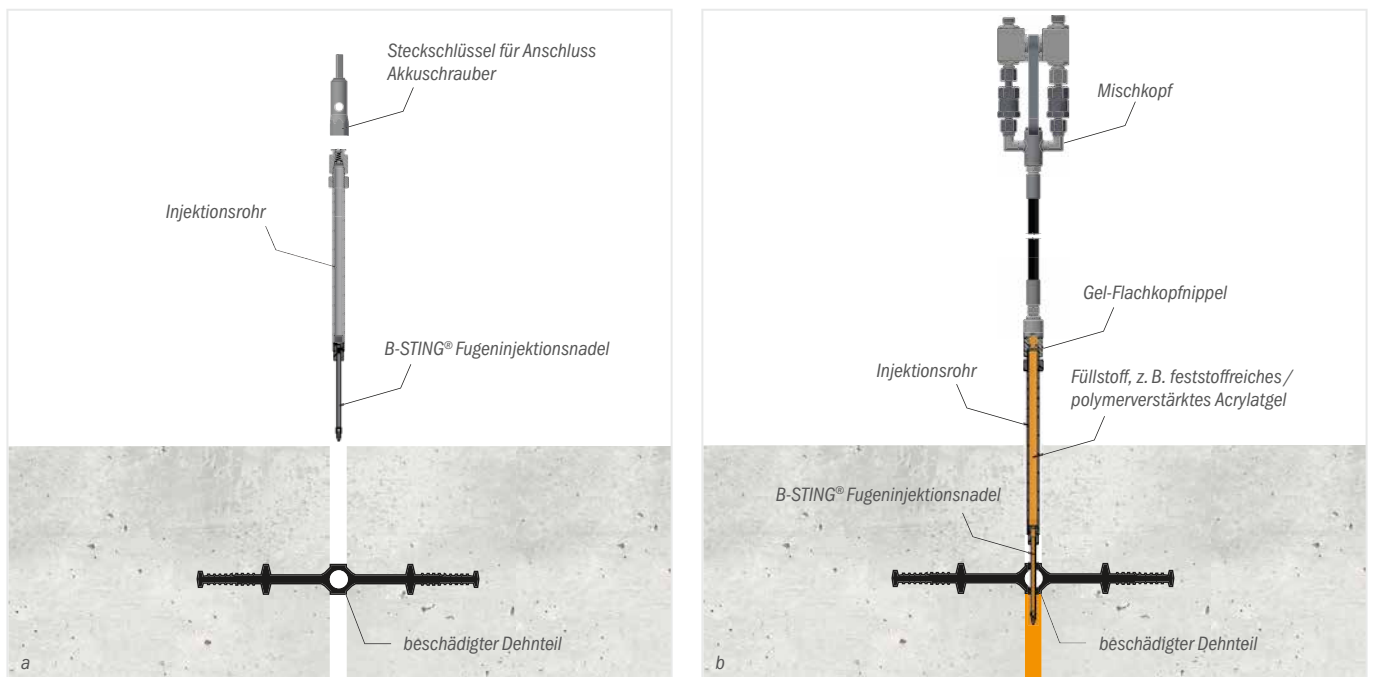


Abbildung 20: Eindreihen der B-STING® Fugeninjektionsnadel durch die Dichtung mit einem Akkuschauber (a) und anschließende Injektion der Bewegungsfuge (b)

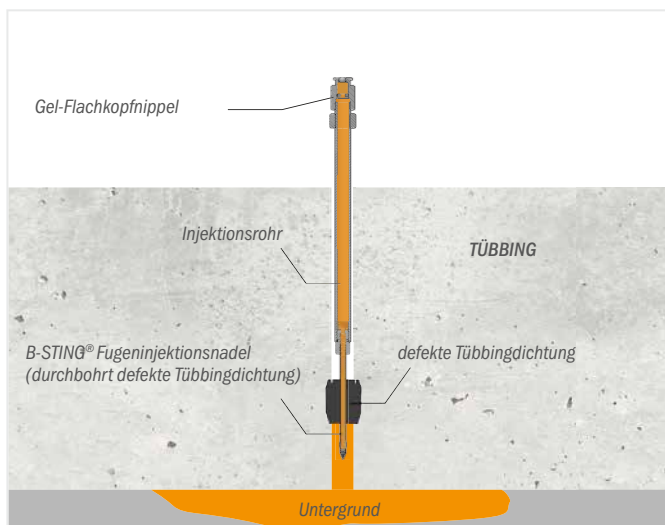


Abbildung 21: Vergelung der Fuge bei einer undichten Tübbingfuge über eine B-STING® Fugeninjektionsnadel

3.4.7.2 Abdichtung von undichten Tübbingfugen

Bei der nachträglichen Abdichtung von Tübbings ist die Vorgehensweise grundsätzlich identisch mit dem in Abschnitt 3.4.7.1 beschriebenen Verfahrensablauf, siehe auch [10]. Bei dem Verfahren wird eine etwa 5 mm dicke Fugeninjektionsnadel mittels Akkuschauber über die Tübbingfuge in die Tübbingdichtung eingedreht und durchstößt - wie in Abbildung 21 dargestellt - die Tübbingdichtung. Über einen Gel-Flachkopfnippel und das auf die B-STING® aufgeschraubte Injektionsrohr erfolgt die Injektion eines Füllstoffs auf Acrylat- oder Polyurethanbasis in die Tübbingfuge. Bei Tübbings ist wegen der geringeren Fugenweite in der Regel jedoch ein Aufbohren der Längs- oder Ringfugen der Tübbings erforderlich, um das Injektionsrohr mit der B-STING® Fugeninjektionsnadel in die Fuge einführen zu können. Im Regelfall ist hierfür ein Bohrloch mit einem Durchmesser von ca. 15 mm ausreichend. Die B-STING® Fugeninjektionsnadel verbleibt in der Tübbingdichtung und dichtet die Bohrung dauerhaft ab.





3.5 SCHLEIERINJEKTION AN DER BAUTEILAUSSENSEITE

Undichte Konstruktionen können objektabhängig auch durch eine Flächeninjektion an der Bauteilaußenseite (Schleierinjektion) abgedichtet werden. Hierbei verhindert ein vor dem Bauteil ausgebildeter Gelschleier (Gel-Erdreich-Gemisch) den Wasserzutritt zur Konstruktion oder in die Bewegungsfuge (siehe auch Abbildung 9, Seite 7).

Typische Anwendungsfälle für die Schleierinjektion sind die nachträgliche Abdichtung von

- Tunnelbauwerken
- Kellerwänden und Bodenplatten im drückenden Grundwasser, die von außen nicht zugänglich sind
- Tiefgeschosse und -garagen

Bei der Schleierinjektion müssen zunächst, wie in den Abbildungen 22 und 23 prinzipiell dargestellt, rasterartig Bohrungen durchgeführt werden, die die gesamte Konstruktion durchstoßen. Über in die Bohrungen eingebaute Gel-Stahlpacker wird das Erdreich vor dem Bauteil im Regelfall mit Acrylatgel verpresst.

Idealerweise bildet sich dadurch erdreichseitig vor den Austrittstellen des Injektionsmaterials jeweils ein halbkugelförmiger Injektionskörper (Gel-Erdreich-Gemisch), bei dem das Erdreich dem Acrylatgel als Stützgerüst dient. Die Schleierinjektion ist eine abdichtende Injektion, die jedoch in statischer Hinsicht keine Verstärkung der Bauteile bewirkt.

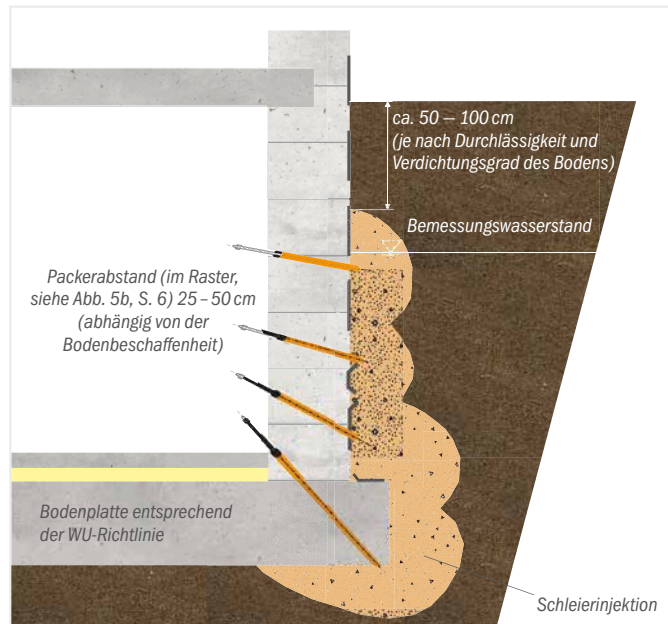


Abbildung 22: Beispiel einer Schleiervergelung (Prinzipiskizze) [8]



Abbildung 23: Freigelegter Injektionsschleier [8]

Hinweise zum Verfahren Schleierinjektion

Die Abdichtung durch Schleierinjektion ist eine Alternative bei der nachträglichen Abdichtung von Ingenieur- und Verkehrsbauwerken, Wasserbauwerke sowie Bauwerken im Hochbau. Sie findet immer dann Anwendung, wenn andere Abdichtungsmöglichkeiten zur Instandsetzung von Bauwerken unwirtschaftlich oder technisch nicht möglich sind, wenn z. B.

- Kosten der Begleitarbeiten unverhältnismäßig hoch sind (hohe Erdüberschüttungen, aufwendige Baugrubenverbauten, Umfahrungen usw.)
- Verkehrsbedingungen eine Sperrung des Instandsetzungsbereiches nicht zulassen
- Angrenzende Bebauung oder Nutzung des Instandsetzungsbereiches ein Freilegen der Abdichtung ausschließt
- Abdichtende Fläche nicht mehr zugänglich ist oder eine betriebsschonende Bauweise gefordert wird

Zur Instandsetzung von Bauschäden durch einen Wasser- und Feuchteintritt gelangen zunehmend Materialien bzw. Füllstoffe zum Einsatz, zu deren Produktbeschreibungen und Verfahren derzeit noch keine Regelwerke existieren. Für die Anwendungen können durchaus Risiken für Bauherren, Planer und ausführende Unternehmen entstehen. Arbeitsgruppen aus Fachleuten im Bereich Planung, Ausführung, Materialherstellung, Bauüberwachung und Materialprüfung haben entsprechende Merkblätter erarbeitet [10, 12].

Es wird empfohlen, Bauherren entsprechend aufzuklären.

SCHLEIERINJEKTION

Die Abstände der Injektionspacker sollten nach [10] so gewählt werden, dass sich vor dem abzudichtenden Bauwerk ein mindestens 10 cm dicker Gelschleier von sich überschneidenden halbkugelförmigen Injektionskörpern (Gel-Erdreich-Gemisch) ausbildet. Bei durchlässigen Böden beträgt der Abstand der Injektionspacker im Regelfall 25 – 50 cm, bei stark bis sehr stark durchlässigen Böden etwa 50 – 100 cm. Bei sehr schwach durchlässigen Böden bildet sich in der Regel kein zusammenhängender Gel-Erdreich-Körper, sondern bestenfalls nur ein dünner Gelschleier entlang der Grenzfläche Bauwerk-Erdreich.

Empfehlung: Bei ungünstigen Bodenverhältnissen sollte vom sachkundigen Planer erfahrungsgemäß eine Probeinjektion vorgeschrieben werden.

Der Erfolg der Schleierinjektion hängt maßgeblich ab von

- Baugrund
- Injektionstechnologie
- Eigenschaften des Injektionsmaterials

Damit der gewünschte Abdichtungserfolg erreicht wird, müssen die unterschiedlichen Einflussgrößen aufeinander abgestimmt sein. Daher sind bei einer Schleierinjektion detaillierte Kenntnisse über den anstehenden Boden erforderlich, wie z. B.

- Bodenart und -zusammensetzung
- Korngrößenverteilung
- Porenanteil
- Lagerungsdichte
- Wassergehalt
- Durchlässigkeit des Bodens
- Bemessungswasserstand
- Chemische Beschaffenheit des Wassers

Neben diesen Parametern ist die Ausbreitung des Injektionsmaterials und damit der Erfolg der Schleierinjektion auch abhängig von

- Art der Injektion (einstufige bzw. zweistufige Injektion)
- Injektionsdruck
- Injektionsgeschwindigkeit
- Reaktionszeit des Injektionsmaterials
- Abstand der Injektionspacker (horizontal, vertikal)

Bei der Wahl des Injektionsmaterials sind u. a. auch die chemische Beschaffenheit des Wassers und die Umweltverträglichkeit des Füllstoffes zu beachten. Der Erfolg der Schleierinjektion hängt auch von den Fähigkeiten und Erfahrungen des Ausführenden ab. Schleierinjektionen sollten daher nur von Fachkräften ausgeführt werden, die über die entsprechenden Erfahrungen verfügen.

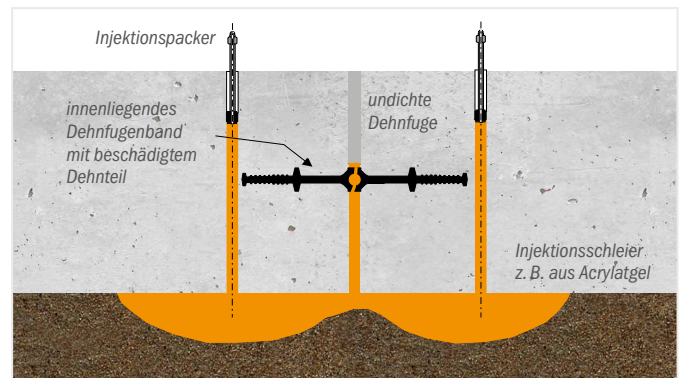


Abbildung 24: Abdichtung undichter Bewegungsfugen durch Schleierinjektion [8]

Hinweis: Injektionen des Baugrundes sind nach dem Wasserhaushaltsgesetz (WHG) genehmigungspflichtig. Daher ist vor Beginn der Vergelungsarbeiten eine entsprechende Genehmigung bei der zuständigen Unteren Wasserbehörde und beim Amt für Umweltschutz einzuholen, siehe [9].



3.6 FLÄCHENINJEKTION IN BAUTEIL- ODER BAUWERKSWISCHENRÄUMEN

Sind flächig injizierbare Bauteil- bzw. Bauwerkszwischenräume vorhanden, kann die nachträgliche Abdichtung der Konstruktion auch durch Injektion dieser Zwischenräume mit einem geeigneten Füllstoff erfolgen, siehe Abbildung 25.

Ziel der Flächeninjektion ist es, in der Verteilebene einen zusammenhängenden abdichtenden Injektionsschleier auszubilden.

Beispiele für flächige Verteilebenen, sind z. B.

- Konstruktionen mit einer Trennfläche zwischen Baukörper und Dichtungsbahn (mit / ohne Vlieseinlage)
- Zwischenräume zwischen mehrlagigen Flächenabdichtungssystemen
- Grenzsicht zwischen Wand und Dämmung
- Trennfläche zwischen Außen- und Innenschale im Tunnelbau

Bei der Flächeninjektion in Bauteil- oder Bauwerkszwischenräume müssen die Injektionsparameter wie

- Bohrlochabstand
- Bohrlochtiefe
- Injektionstechnik

so gewählt werden, dass sich im Zwischenraum eine zusammenhängende Abdichtungsebene ausbildet. Die Bohrungen sind hierbei mit besonderer Sorgfalt durchzuführen, damit ggf. vorhandene, noch funktionsfähige Abdichtungsebenen nicht verletzt oder zerstört werden.

Die Auswahl des geeigneten Füllstoffes erfolgt in Abhängigkeit der objektspezifischen Randbedingungen, z. B. mit Füllstoffen auf Acrylat- bzw. Polyurethanbasis. Wie bei Injektionen in Hohlräume ist aber auch bei Injektionen in Bauteil- bzw. Bauwerkszwischenräumen die Verwendung von den nur temporär abdichtenden Polyurethanschäumen (SPUR-I) als Vorinjektion ausgeschlossen, da hiernach im Regelfall eine raumfüllende, abdichtende Hauptinjektion nicht mehr möglich ist.

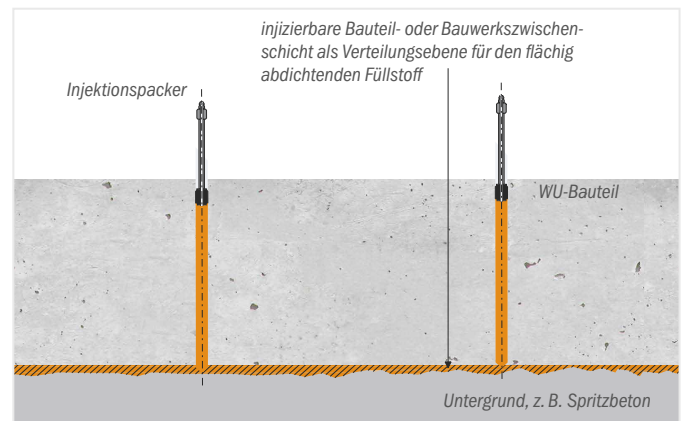


Abbildung 25: Beispiel für eine Flächeninjektion in Bauteil- oder Bauwerkszwischenräumen [8]

3.7 NACHTRÄGLICHE ABDICHTUNG VON ELEMENTWÄNDEN

Im Gegensatz zur Ortbetonkonstruktion birgt eine Elementwand bei Undichtigkeiten aufgrund der Vielzahl möglicher Wasserwegigkeiten einige Besonderheiten, siehe auch [7]. Um die undichte Arbeitsfuge zwischen Bodenplatte und Elementwand durch Injektion über Injektionspacker abzudichten, werden wie in Abbildung 26 dargestellt, im Anschlusspunkt zwischen Bodenplatte und Wand Bohrkanäle eingebracht, die die Arbeitsfuge im 45° Winkel kreuzen (1). Die Arbeitsfuge muss überbohrt werden und das Injektionsmaterial sollte die Fugenabdichtung wie im Abb. 26 dargestellt zum Teil umfließen. Um die Grenzsicht zwischen den Fertigteilplatten und dem Ortbeton und damit verbundene Wasserwegigkeiten abzudichten, empfiehlt sich zusätzlich die Injektion über waagrecht eingebaute Injektionspacker (2) – in Abbildung 26.

Auch vertikale Stoßfugen im Wand- bzw. Eckbereich können durch die Injektion eines geeigneten Füllstoffes über Injektionspacker nachträglich abgedichtet werden. Die Abbildung 27 zeigt das für eine Elementwandecke, in der Undichtigkeiten im Bereich eines Dichtrohres aufgetreten sind, die Abbildung 28 für eine Elementwandecke, bei der eine Sollrissfugenschiene eingesetzt wurde. Die Injektion von vertikalen Stoßfugen im Wandbereich kann ggf. nach dem in Abbildung 29 und 30 angedeuteten Bohrschema geschehen. Wurden die eingebauten Dichtrohre nicht verfüllt, so sind diese zunächst über Injektionspacker mit Zementleim oder Feinstzementsuspension zu verfüllen.

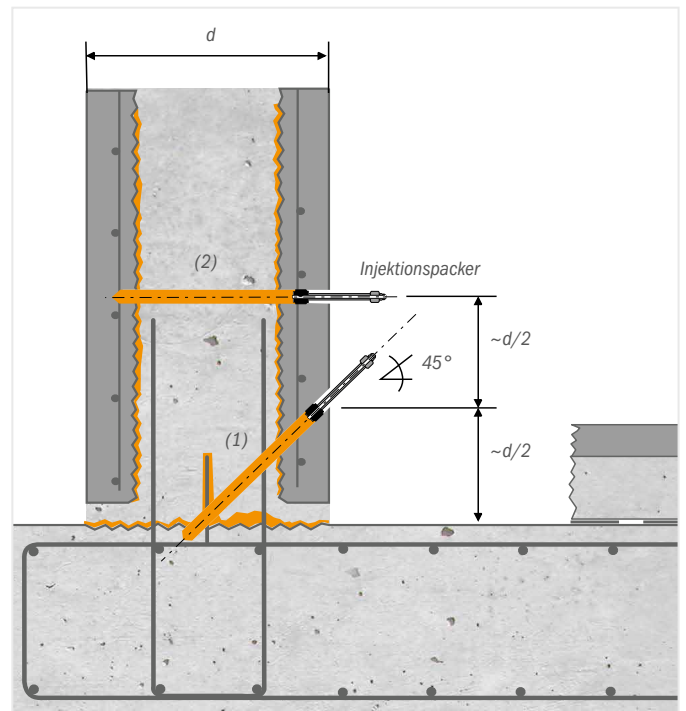


Abbildung 26: Nachträgliche Abdichtung einer Elementwand durch Injektion [7]

ABDICHTUNG VON ELEMENTWÄNDEN DURCH INJEKTION

Hierzu wird das Dichtrohr im unteren und oberen Bereich angebohrt. Über den unteren Injektionspacker erfolgt die Injektion des mineralischen Füllstoffes, während der obere Injektionspacker der Entlüftung dient. Die abdichtende Injektion kann, nach Erhärtung des mineralischen Füllstoffes, z. B. nach dem in Abbildung 27 und 30 gezeigten Bohrschema mit PUR-Harz erfolgen. In der Regel ist dies nach frühestens sieben Tagen der Fall.

Um möglichst viele der potentiellen Wasserwegigkeiten erreichen und verpressen zu können, ist es ggf. sinnvoll, zusätzlich die Grenzschichten zwischen den Fertigteilplatten und dem Ortbetonkern anzubohren, um dort vorhandene Fehlstellen, Längsrisse o. ä. durch Injektion des Füllstoffes abzudichten. Entsprechende Beispiele sind in den Abbildungen 27 und 30 dargestellt. Um Schäden an der Elementwand durch einen zu hohen Injektionsdruck zu vermeiden, sollte dieser deutlich geringer als bei einer Ortbetonwand sein, siehe auch Kapitel 3.1.1 oder [7].

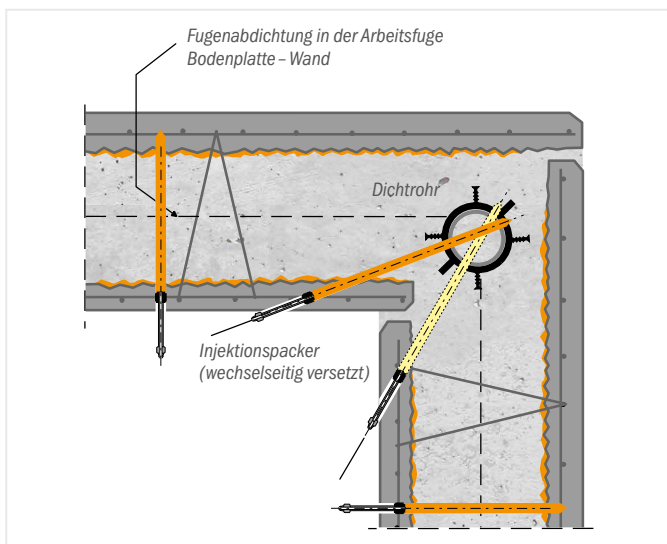


Abbildung 27: Nachträgliche Abdichtung einer Elementwanddecke mit Dichtrohr durch Injektion [7]

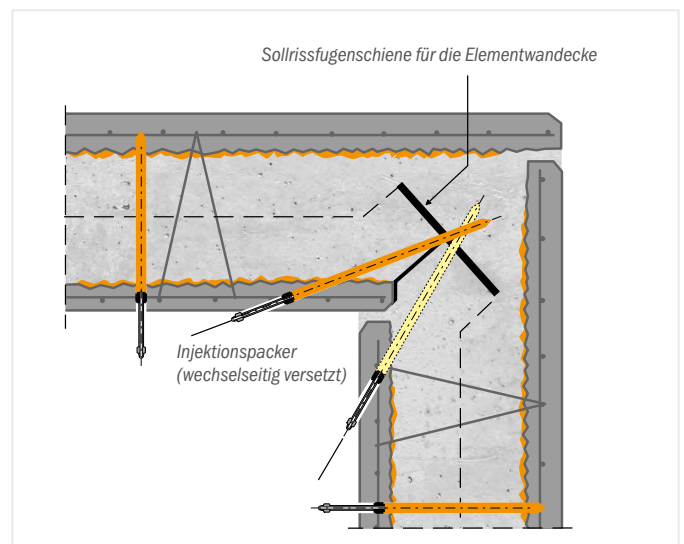


Abbildung 28: Nachträgliche Abdichtung einer Elementwanddecke mit einer Sollrissfugenschiene [7]

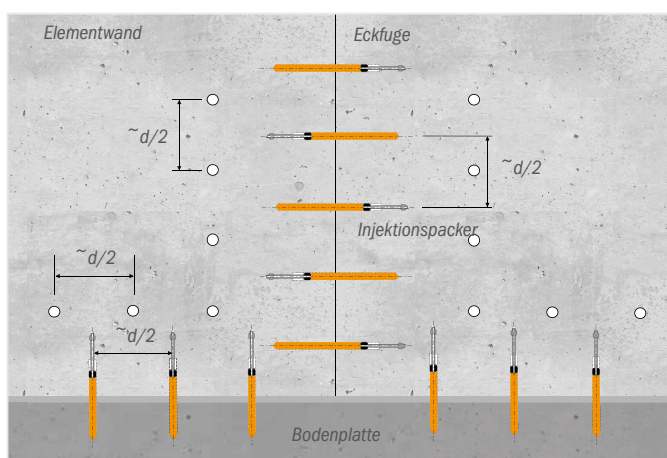


Abbildung 29: Bohrschema zur Abdichtung einer Elementwanddecke durch Injektion (Beispiel) [7]

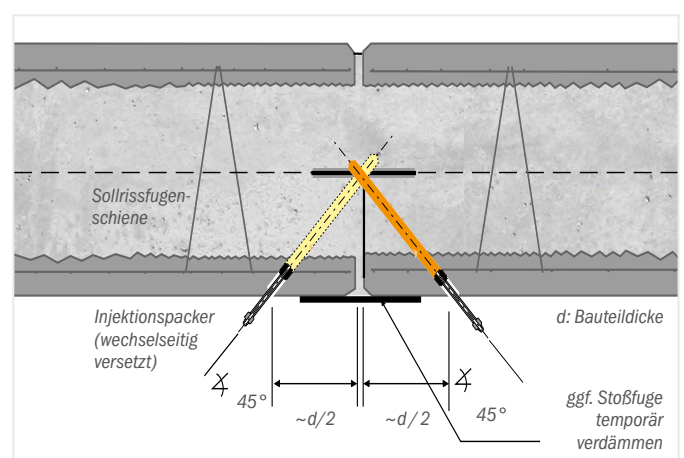


Abbildung 30: Nachträgliche Abdichtung der Stoßfuge einer Elementwand durch Injektion [7]

DOKUMENTATION VON INJEKTIONSARBEITEN

4 DOKUMENTATION VON INJEKTIONSARBEITEN

Injektionsarbeiten sind sorgfältig zu dokumentieren. Der Umfang der Dokumentation muss in der Planungsphase oder Ausschreibungsphase vom Fachplaner im Detail festgelegt werden. Bei der Dokumentation handelt es sich dabei nicht um eine Nebenleistung, sondern eine eigene auszuschreibende Position. Tabelle 3 gibt an, welche Angaben u.a. zu dokumentieren sind, siehe auch [10]. Die Auswertungen / Injektionsprotokolle sind Bestandteil der Dokumentation.

Tabelle 3: Welche Angaben sollten bei Injektionsarbeiten dokumentiert werden?

Angaben zum Objekt und Zeitpunkt	Objekt und Bauteil Datum der Verpressung
Angaben zu - Bohrungen - Injektionsstellen - Injektionspackern	Anzahl, Lage und Abstand der Bohrungen / Injektionspacker Durchmesser der Bohrungen Bohrlochtiefe und Bohrwinkel pro Injektionsstelle (Injektionspacker) Zeichnerische und / oder fotografische Dokumentation des Bohrrasters (mit z. B. Angabe der Bohrloch- oder Packernummer, der Bohrtiefe und des Bohrwinkels neben jedem Bohrloch auf der Wand) Angabe von ggf. Abweichungen zu den Planungsvorgaben des Sanierungskonzeptes
Angaben u. a. zu - Füllstoff* - Injektionstechnologie - Injektionsverlauf	Art, Produktbezeichnung und Chargennummer/-kennzeichnung des verwendeten Füllstoffes Verwendete Injektionstechnologie (1- oder 2-Komponenten-Injektionstechnologie, 1K- oder 2K-Pumpentechnik) Menge des verwendeten Füllstoffes Temperatur der Umgebung (Außenluft) und des Bauteils Mischungsverhältnis und Reaktionszeit des Füllstoffes Materialverbrauch pro Injektionsstelle (Injektionspacker), -stufe und -phase Zeitpunkt der Verpressung und Injektionsdauer pro Injektionsstelle (Injektionspacker), -stufe und -phase Reihenfolge der Injektion (Packernummern) Verpressdruck (p_{min} , p_{max}) pro Packer Volumenstrom (Q_{min} , Q_{max}) pro Packer Besonderheiten und Verlauf der Injektion (z.B. Packerkontakte pro Packer während der Injektion, Materialaustritte, Stopper,...) Angaben zu Nachinjektionen (u. a. Zeitpunkt, Injektionsdauer, Verpressdruck, Volumenstrom, Menge,...)
Sonstige Angaben	Angaben zum Prüfplan / Qualitätsüberwachung der Injektionsmaßnahme) Vermerke zu Abweichungen von den Planungsvorgaben Angaben zu ggf. auftretenden Bauwerksverformungen Beschreibung von flankierenden Maßnahmen (z. B. Vorinjektion, Schutzmaßnahmen, evtl. Entfernen von Wurzelbewuchs) Vermerke zur Überprüfung und Funktionskontrolle der Injektionstechnik sowie der Geräte zur Dosierung und zum Mischen der Komponenten des Füllstoffes

* Im ABl-Merkblatt [10], 4. Auflage 09 / 2022 ist der Begriff „Injektionsstoff“ verwendet, in der TR Instandhaltung [1], Auflage 05 / 2020 und in der ZTV-ING [3] der Begriff „Rissfüllstoff“.

4.1 Mehr Sicherheit für Injektionsprozesse

DESOI w.i.l.m.a. steht für wireless injection logging monitoring assistent (Abbildung 31) und bildet das Herzstück der Injektionspumpe. Modernste Elektronik vereint sich mit einem Tablet zu einer integrierten Einheit und zur komfortablen Steuerung aller relevanten Aufzeichnungsdaten des Injektionsprozesses.

Der seit mehreren Jahren weltweit erfolgreich eingesetzte Datenlogger ist direkt mit den Injektionspumpen verbunden und zeichnet zuverlässig Druck, Volumen, Zeit und Abweichung der Injektionsprozesse auf.

DESOI w.i.l.m.a. verbindet eine Reihe innovativer Injektionspumpen für eine Vielzahl von Bauprozessen und dokumentiert diese sicher gemäß den Vorgaben des Qualitäts- und Baumanagements.

Alle erfassten Daten für weitere Auswertungen werden bei bestehender Mobilfunkverbindung auf Wunsch direkt vom Gerät auf einen Zentralserver übertragen.



Abbildung 31: Prinzipielle Darstellung der Funktionen des Datenloggers w.i.l.m.a.

4.1.2 Permanente Datenaufzeichnung

Überwachung während der Injektionsarbeiten: Durch die kontinuierliche Überwachung von Injektionsprozessen wird sichergestellt, dass die geplanten Parameter speziell auf das jeweilige Bauwerk zugeschnitten, überwacht und dokumentiert werden können.

Im Vorfeld werden Grenzwerte beispielsweise für das Mischungsverhältnis, den Druck und das Volumen festgelegt (Abbildung 32).

Bei Unter- oder Überschreitung dieser Werte könnte beispielsweise der Injektionsprozess angehalten werden und es erscheint ein entsprechender Hinweis im Display. Die aufgezeichneten Daten werden fortlaufend sicher auf der Plattform DESOI w.i.l.m.a. gespeichert und bei bestehender Mobilfunkverbindung umgehend auf einem gesicherten Server in Deutschland zur weiteren Verarbeitung abgelegt.



Abbildung 32: Beispiel Eingabemaske



4.1.3 Weltweiter Zugriff auf Webserver

In Zusammenarbeit mit unserem Partner eguana bilden wir eine gemeinsame Einheit zur Sicherung aller übertragenen Daten auf der Plattform SCALES. Der Zugriff auf Auswertungen, Analysen und Daten ist von jedem browserfähigen Endgerät aus möglich. Für diesen Service stehen dem Endverbraucher drei verschiedene Servicetarife zur Verfügung. Unabhängig davon können die Daten auch manuell von DESOI w.i.l.m.a. ausgelesen werden (Abbildung 33).

Grundsätzlich ist die Kommunikation und Transparenz ab der Datenaufnahme auf der Baustelle gesichert. Sämtliche Daten sind für den Anwender mit Passwörtern geschützt und werden ausschließlich auf einem Server in Deutschland bearbeitet und verwaltet.

Ein verantwortungsvolles und effizientes Datenmanagement ist gewährleistet, einschließlich automatischem Datenauslesen, Fernzugriff auf Geräte- und Diagnoseinformationen sowie Nutzung über herkömmliche Standardbrowser – jederzeit und überall.

4.1.4 Manuelle Datenübertragung

- Datendownload per USB-C oder WLAN im CSV-Format

Der manuelle Zugriff auf die Daten ist allgemein möglich. Allerdings erfordert dieser Weg im Vergleich zur automatischen Methode mehr Zeit und Aufwand für die Auswertung. Des Weiteren besteht das Risiko von Fehlern durch den Bediener, was zu Ungenauigkeiten in den Protokollen führen kann. Auch eine Wiederholung von gleichen Protokollen ist nicht zu 100 % sicher, wenn sie manuell erstellt werden.

4.1.5 Auswertung

Intuitive Visualisierungen, automatische Analysen (Abbildung 34) und maßgeschneiderte Berichte bieten vielfältige Möglichkeiten, um gespeicherte Daten transparent darzustellen. Selbstverständlich besteht auch die Option, die Daten nachfolgend an übergeordnete Systeme zu übertragen oder als CSV-Datei zu exportieren.

Verantwortungsvolles & effizientes Datenmanagement

- Automatische Datenerfassung
- Intuitive Visualisierungen: Anzeige von aktuellen und historischen Daten in tabellarischer und grafischer Darstellung
- Reibungslose Zusammenarbeit für alle Beteiligten
- Echtzeit-Zugriff
- Protokollierung: revisionsssichere Datensicherung
- Export zur Weiterverarbeitung in übergeordneten Programmen (PDF, CSV, uvm.)



Abbildung 33: Möglichkeiten der Datenübertragung DESOI w.i.l.m.a.

Der Server befindet sich in Deutschland in einem zertifizierten Rechenzentrum und unterliegt automatischen Versions- und Sicherheitsupdates sowie einer zertifizierten Datenverschlüsselung.

Manuell erstellte Protokolle können nur teilweise durch Supportmechanismen unterstützt werden. Zudem ist zu beachten, dass die Verwaltung von Daten auf USB-Speicher und deren Transfer auf andere Medien potenziell fehleranfällig ist.

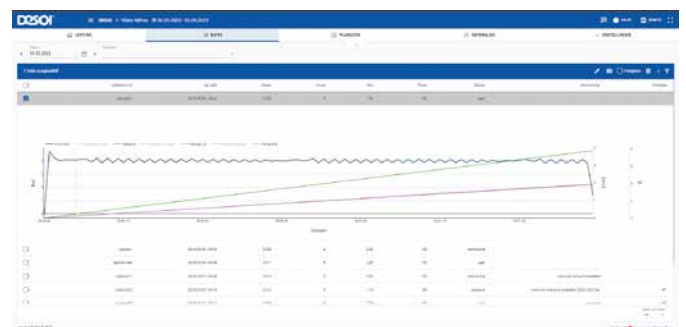


Abbildung 34: Grafische Darstellung der Auswertung

4.1.6 Ausführungen

DESOI w.i.l.m.a. ist in unterschiedlichen Ausführungen (Abbildung 35 – 37) erhältlich und sichert sämtliche Prozesse der Injektionstechnik.

- 1K + 2K Injektionsharz (PU) / Silikatharz
- 2K Acrylatgel (AY)
- 1K Zement (Z)
- Sonderlösungen auf Anfrage



Abbildung 35: DESOI w.i.l.m.a. - AY
DESOI AirPower M35-3C VA



Abbildung 36: DESOI w.i.l.m.a. - PU
DESOI AirPower L36-2C



Abbildung 37: DESOI w.i.l.m.a. - Z

AUTORENINFORMATION

LITERATURVERZEICHNIS

Autoreninformation Prof. Dr.-Ing. Rainer Hohmann

Prof. Dr.-Ing. Rainer Hohmann ist Professor für Bauphysik an der Fachhochschule Dortmund. Er ist u. a. Mitglied im

- Sachverständigenausschuss „Bauwerks- und Dachabdichtung“ des DiBt¹
- DIN-Ausschuss der DIN 18197 „Abdichten von Fugen in Beton mit Fugenbändern“
- DIN-Ausschuss der DIN 18541 „Fugenbänder aus thermoplastischen Kunststoffen zur Abdichtung von Fugen in Ortbeton“
- DAfStb²-Unterausschuss „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“
- DBV³-Arbeitskreis „Hochwertige Nutzung von Untergeschossen – Bauphysik und Raumklima“
- DBV³-Arbeitskreis „Injektionsschlauchsysteme und quellfähige Einlagen für Fugen“
- DBV³-Arbeitskreis „Beschichtete Fugenbleche“

Er ist Autor zahlreicher Fachpublikationen und Vorträge zum Thema „Abdichtung von Betonbauwerken“.



¹ Deutsches Institut für Bautechnik (DiBt)

² Deutscher Ausschuss für Stahlbeton e.V.

³ Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein e.V.

Literaturverzeichnis

- [1] Deutsches Institut für Bautechnik (Hrsg.): DiBt - Technische Regel zur Instandhaltung von Betonbauwerken (TR Instandhaltung Teil 1: Anwendungsbereich und Planung der Instandhaltung; Teil 2: Merkmale von Produkten oder Systemen für die Instandsetzung und Regelung für deren Verwendung), 05 / 2020
- [2] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (Hrsg.): Richtlinie Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen (Instandsetzungs-Richtlinie). 01 / 2001
- [3] Bundesanstalt für Straßenwesen (Hrsg.): Zusätzliche technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING), Teil 3 Massivbau, Abschnitt 5: Füllen von Rissen und Hohlräumen in Betonbauteilen, 10 / 2022
- [4] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (Hrsg.): Richtlinie Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton (WU-Richtlinie). Berlin, Beuth, 12 / 2017
- [5] DIN EN 1504-5: Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Definitionen, Anforderungen, Qualitätsüberwachung und Beurteilung der Konformität – Teil 5: Injektion von Betonbauteilen. Beuth, Berlin, 06 / 2013
- [6] Hohmann, R.: Abdichtung bei wasserundurchlässigen Bauwerken aus Beton. 2., überarbeitete und erweiterte Auflage, Stuttgart, Fraunhofer IRB Verlag, 2009
- [7] Hohmann, R.: Elementwände im drückenden Grundwasser – Konstruktionsprinzip, Planung, Bauausführung, Schwachstellen, Fehlervermeidung, Instandsetzung. Stuttgart, Fraunhofer IRB Verlag, 2016
- [8] Hohmann, R.: Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton – Nachträgliche Abdichtung undichter Fugen. Verlag Ernst & Sohn, Beton- und Stahlbetonbau, 12 (2006), S. 950 – 964
- [9] Hohmann, R.: Nachträgliche Abdichtung vernässter Wohngebäude durch Schleiervergelung – ein Lösung für alle Fälle? Europäischer Sanierungskalender 2009, Berlin, Beuth Verlag, 2009
- [10] STUVA e.V, Köln (Hrsg.): ABI-Merkblatt „Abdichtung von Bauwerken durch Injektion“. 4., überarb. Auflage, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 09 / 2022
- [11] WTA Merkblatt 4 – 6 „Nachträgliches Abdichten erdberührter Bauteile“, Fraunhofer IRB Verlag, 11 / 2014
- [12] WTA Merkblatt 5 – 20 „Gelinjektion“, Fraunhofer IRB Verlag, 05 / 2009
- [13] Injektions-ABC: DESOI GmbH, 3. Auflage, 05 / 2019
- [14] Prospekt DESOI w.i.l.m.a. - Aufzeichnung und Dokumentation von Injektions- und Dosierprozessen

„Der Fortschritt lebt vom Austausch des Wissens“, sagte bereits Albert Einstein. Und so geben wir gerne unsere jahrzehntelangen Erfahrungen im Bereich der Injektionstechnik und Industrietechnik an Sie weiter. Passend dazu finden Sie auf unserer Homepage sämtliche Medien von DESOL, die wir Ihnen auf Wunsch auch postalisch zuschicken. Besuchen Sie uns zudem auf unseren Social-Media-Kanälen und verfolgen Sie unsere Neuheiten. Was wir medial alles zu bieten haben, sehen Sie hier auf einen Blick.

VIDEOS

Schritt für Schritt erklären wir Ihnen die Inbetriebnahme und Wartung mit unseren Injektionsgeräten. Reinschauen lohnt sich.



LEISTUNGSBESCHREIBUNGEN UND PROSPEKTE



In der fachgerechten Planung und Ausführung liegt der Erfolg einer Sanierungsmaßnahme.

Profitieren Sie von unseren Leistungsbeschreibungen (Empfehlungen) aus verschiedenen Fachbereichen mit den dazugehörigen Prüfzeugnissen.

Darüber hinaus finden Sie zahlreiche Prospekte mit nützlichen Informationen über unsere Produkte.

NEWSLETTER

Profitieren Sie von News und innovativen Produkten aus dem Hause DESOL. Registrieren Sie sich jetzt für den DESOL-Newsletter damit Sie keine Neuheiten mehr verpassen!



DESOI INJEKTIONS-ABC



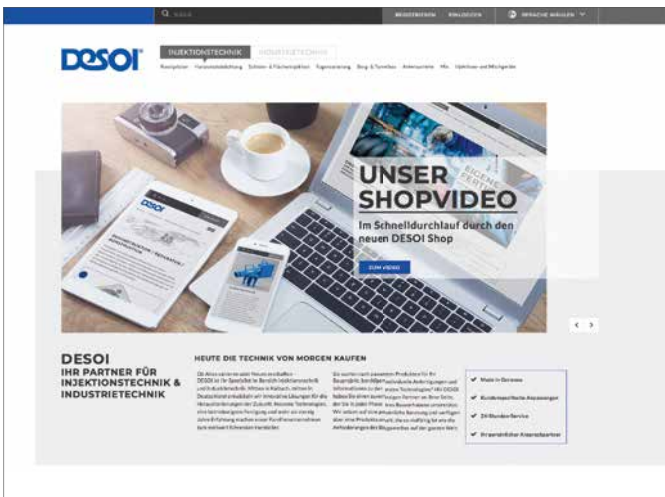
Unser Injektions-ABC ist zum treuen Begleiter für Bauspezialisten geworden. Das Nachschlagewerk beinhaltet Informationen rund um den Themenkomplex Injektion.

SOCIAL MEDIA – SCHON MIT UNS VERNETZT?



Folgen Sie uns und Sie sind immer auf dem neuesten Stand. Informieren Sie sich über die aktuellen Leistungen und Neuigkeiten von DESOI und folgen Sie uns auf LinkedIn, Facebook und Instagram.

ONLINESHOP



Sie haben genügend Informationen und möchten schnell und einfach Ihr gewünschtes Produkt bestellen?

Dann nutzen Sie unseren Onlineshop.

Alle Informationen auf www.desoi.de unter Service/Mediathek

DESOI®

Hersteller von Injektionstechnik

DESOI GmbH
Gewerbestraße 16
36148 Kalbach/Rhön
GERMANY

Tel.: +49 6655 9636-0
Fax: +49 6655 9636-6666
info@desoi.de | www.desoi.de

