

# **Injektionssysteme**

**für Anwendungen im Spezialtiefbau**





# *Inhalt*

<i>Über uns</i>	<i>4</i>
<i>Anwendungen</i>	<i>5</i>
<i>Der Weg zum Injektionserfolg</i>	<i>6</i>
<i>Einsatzbereiche</i>	<i>7</i>
<i>Kompetenz bei der Anwendung</i>	<i>8</i>
<i>Auswahl- und Konstruktionskriterien</i>	<i>10</i>
<i>Polyurethanharze PUR (2-K)</i>	<i>12</i>
<i>Organomineralharze SIL (2-K)</i>	<i>14</i>
<i>Polyurethanharze PUR (1-K)</i>	<i>16</i>
<i>Acrylatharze GELE (3-K)</i>	<i>18</i>
<i>Injektionstechnik</i>	<i>20</i>
<i>Prüfungen und Verpackung</i>	<i>25</i>
<i>Anwendung und Virtual Reality Training</i>	<i>26</i>

# Über uns

DSI Underground ist der weltweit führende Anbieter von Produkten, Systemen und Lösungen für alle Bereiche des Unter- und Übertagebaus. Wir sind in mehr als 70 Ländern mit über 2.500 Mitarbeitern vertreten, darunter Ingenieuren und technischen Spezialisten mit langjähriger Erfahrung. Seit Juli 2021 gehört DSI Underground zur Sandvik Gruppe.

DSI Underground bietet international anerkannte Marken für Bergwerke, Tunnel und den Spezialtiefbau. Dank unserer globalen Produktionsstandorte sichern wir eine nachhaltige und zuverlässige Erfüllung aller Kundenanforderungen. Umfassende interne Qualitätskontrollen sowie internationale logistische Kapazitäten gewährleisten Produkte von höchster Qualität.

Mit detaillierten Empfehlungen und umfassender Beratung bieten wir unseren Kunden maßgeschneiderte, projektspezifische, langlebige und umweltfreundliche Systemlösungen.

Neben dem umfangreichen Produktportfolio, das von Ankersystemen bis hin zu Kunstharzpatronen für den Berg- und Tunnelbau reicht, produzieren und entwickeln wir Stützmittel sowie Injektionsharze für den Spezialtiefbau.

Insbesondere das von DSI Underground entwickelte Kunstharzsystem DSI Inject deckt ein breites Spektrum an Anwendungen im Spezialtiefbau ab.

**PUR (2-K):** Zweikomponenten-Polyurethanharze, das vielseitigste Injektionsharzsystem, werden hauptsächlich zur Abdichtung und Verfestigung von Bauwerken aller Art verwendet.

**SIL (2-K):** Zweikomponenten-Silikatharze, auch bekannt unter der Bezeichnung Organomineralharz, werden hauptsächlich zur Gebirgsverfestigung, zur Hohlräumverfüllung und zum Verkleben von Gebirgsankern eingesetzt.

**PUR (1-K):** Einkomponenten-Polyurethanharz kommen häufig bei kleineren Abdichtungsarbeiten zum Einsatz.

**GELE (3-K):** Acrylat-Injektionsharze werden zur flächigen Abdichtung gegen Wasser im Boden oder Wänden oder zur Verfestigung von Böden eingesetzt.

Ob 1-K- oder 2-K-Kunstharzsysteme auf Basis von Polyurethanen oder von 2-K Silikatharzen DSI Underground bietet umfangreiche Lösungen.

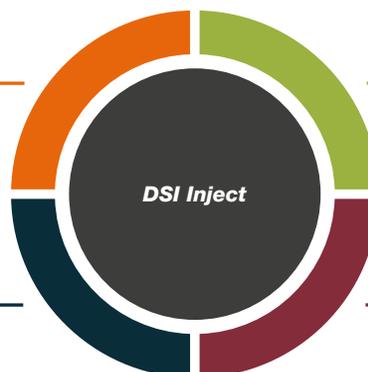
Alle DSI Inject Systeme werden mit 1- oder 2-Komponenten-Hochdruck-Injektionspumpen verarbeitet, individuell abgestimmt auf den jeweiligen Einsatz. Anwendungsgerecht verwendete DSI Injektionssysteme erfüllen alle ökologischen sowie nachhaltigen Anforderungen und sind bedenkenfrei einsetzbar.

**PUR (2-K):**  
Zweikomponenten Polyurethanharze

**SIL (2-K):**  
Zweikomponenten Silikatharze

**PUR (1-K):**  
Einkomponenten Polyurethanharze

**GELE (3-K):**  
Acrylat Injektionsharze



# Anwendungen

Typ	Produktgruppe	Anwendung							
		Leichte Wasserzutritte	Starke Wasserzutritte	Abdichtung (Gas und Wasser)	Bodenverfestigung	Gebirgsverfestigung	Hohlraumverfüllung	Hinterfüllung	Verklebung von Gebirgsankern
Zweikomponenten-Harze									
PUR (2-K)	Schnell aushärtende Polyurethanharze	+++	+++	+	++	+	----	----	----
	Mittel und langsam aushärtende Polyurethanharze	----	----	+++	+++	+++	----	----	+
	Schnell aushärtende Polyurethanschaumharze	+++	+++	+	++	----	----	----	----
SIL (2-K)	Organomineral Silikatharze	----	----	++	+++	+++	----	----	+
	Organomineral Silikatharze Verklebung	----	----	+	++	----	----	----	+++
	Organomineral Silikatschaumharze	+	----	+	+++	+++	+++	+++	----
Einkomponenten-Harze									
PUR (1-K)	Schnell und mittel aushärtende Polyurethanharze	+	----	+++	++	+	----	----	----
	Langsam aushärtende Polyurethanharze	----	----	+	++	++	----	----	----
Mehrkomponenten-Acrylatharze									
GELE (3-K)	Acrylatharz	----	----	----	+++	+++	----	----	----
	Acrylatharz Injektionsgel	----	----	+++	++	+	----	----	----

“+” Empfohlen, “-” Nicht empfohlen



# **Der Weg zum Injektionserfolg**

## **Schritt 1: Aufgabenstellung ermitteln**

- Abdichtung
- Verfestigung und Stabilisierung
- Hohlraumverfüllung
- Rissinjektion



## **Schritt 2: Bestimmung des Injektionsmaterials**

### **Drei häufig verwendete Arten von Injektionsmaterialien**

- Suspensionen
  - Wasser + Zement (z. B. Mikrozeemente, Feinzeemente, etc.)
  - Wasser + Zement + Füllstoffe (z. B. Sand, Flugasche, etc.)
- Lösungen
  - In Wasser verdünnte Chemikalien (z. B. Wasserglas + Härter)
  - Polyurethane (z. B. 1C eine Komponente, 2C zwei Komponenten)
  - Acrylate
- Emulsionen
  - Silikatharze

### **Einschränkungen bei zementhaltigen Injektionsmaterialien**

- $\lambda < 1$
- Auswaschungen im Allgemeinen
- Große Klüfte / Hohlräume
- Permeabilitätsbereich unter  $10^{-6}$  [m/s]
- Schwierige Anwendung bei niedrigen Temperaturen

### **Anwendungsfenster für Injektionsharze**

Injektionsharze werden verwendet, wenn mindestens eines der folgenden Kriterien zutrifft:

- Diskontinuitäten
  - Große Klüfte oder Hohlräume
- Durchlässigkeit und hydraulische Leitfähigkeit
  - Lugeon  $< 15 - 20$
  - $K < 10^{-6}$  [m/s]
- Wasserzutritte
  - Wassergeschwindigkeit  $> 20$  [mm/s]
- Wasser- und Bodentemperatur
  - Unter  $3 - 5$  [°C]

## **Schritt 3: Erstellen der Verfahrensbeschreibung – Festlegung Injektionsziel**

- Durch qualifizierte und erfahrene Experten
- Auswahl des Injektionsharzes unter Berücksichtigung der Materialeigenschaften mit Reaktionsprofil
- Festlegung der Abbruchkriterien für die einzelnen Injektionspunkte
- Auswahl der Injektionsgeräte und des Injektionszubehörs

## **Schritt 4: Anwendung und Verifizierung**

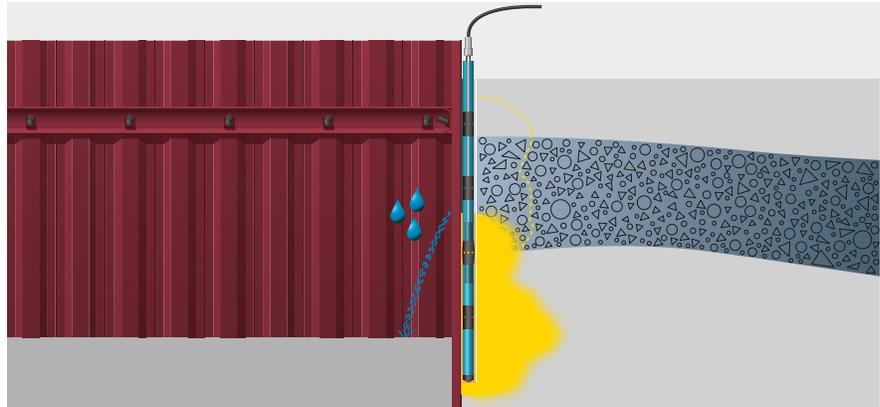
- Ausführung nach der Verfahrensbeschreibung
- Kontinuierliche Überwachung von Daten
- Beachtung der vordefinierten Abbruchkriterien
- Qualitative und quantitative Auswertung der Injektionsergebnisse
- Festlegung von weiteren Schritten



# Einsatzbereiche

## Abdichtung

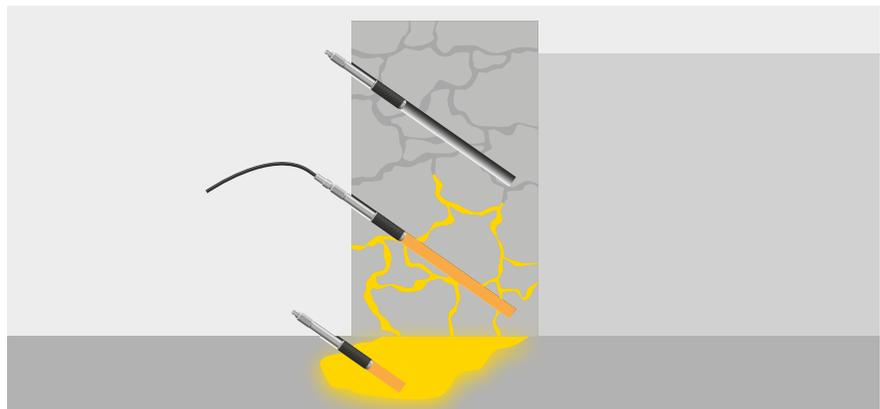
- Wassereintritt:
  - Temporär oder permanent
  - Wassermenge
- Drückendes Wasser:
  - Temporär oder permanent
  - Druckbereich
  - Wassermenge
  - Wassertemperatur
- Austretendes Gas:
  - Gasart
  - Gasmenge
  - Fluchtwege
- Produktreihe:
  - PUR schnell abbindend (1-K)
  - PUR Schaum (2-K)
  - SIL Schaum (2-K)
  - GELE (3-K)



Stabilisierung und Abdichtung einer Spundwand mit dem Manschettenrohrverfahren

## Verfestigung und Stabilisierung

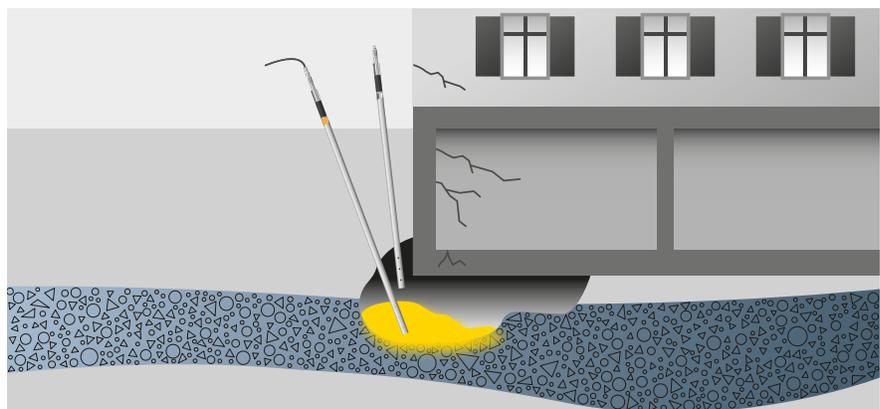
- Verfestigung:
  - Bodenart
  - Erforderlicher Verbesserungsgrad
- Stabilisierung:
  - Bodenart
  - Temporär oder permanent
- Produktreihe:
  - PUR Schaum (2-K)
  - SIL (2-K)
  - SIL Schaum (2-K)
  - GELE (3-K)



Hohlräumverfüllung und Verfestigung im Bruchsteinmauerwerk

## Verfüllung

- Füllung von Hohlräumen:
  - Hohlraumgröße
  - Erforderlicher Verbesserungsgrad
- Hinterfüllung:
  - Spaltweite
  - Ist Wasser vorhanden?
- Produktreihe:
  - PUR Schaum (2-K)
  - SIL Schaum (2-K)



Hohlräumverfüllung von außen zugänglich (mit Injektionslanze)

# Kompetenz bei der Anwendung

## Durchlässigkeit in Böden und zerklüftetem Gebirge

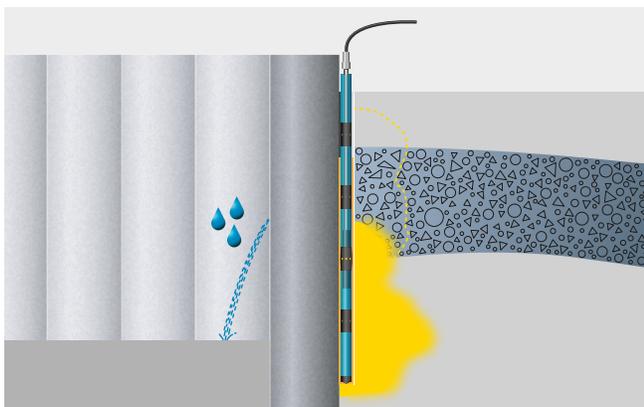
Durchdringungsfähigkeit							
Bodenart							
Kies	Sand			Schluff	Ton		
	Grob	Mittel	Fein				
Korngröße [ $\mu\text{m}$ ]							
100.000	2.000	500	250	75		5	
Rissweite [mm]							
10	5	1	0,5	0,1		0,05	
Durchlässigkeit (k) [mm/s]							
$10^{-2}$	$10^{-3}$	$10^{-4}$	$10^{-5}$	$10^{-6}$	$10^{-7}$	$10^{-8}$	$10^{-9}$
Verpressmaterial							
Zementbasierte Suspensionen							
Chemische Lösungen							
Injektionsharze							

## Verfahrensbeschreibung

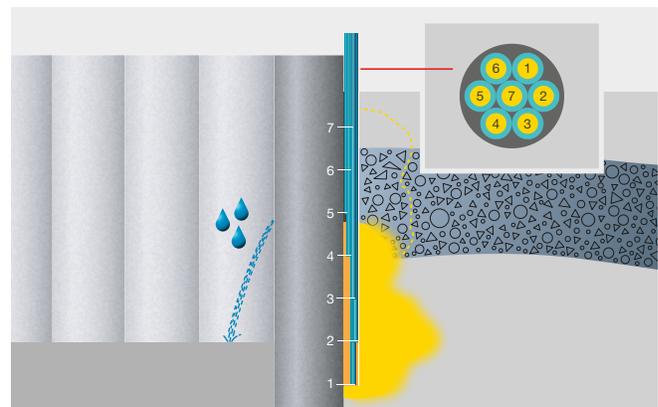
Bestimmte Standardanwendungen, bei denen der Zugang zum zukünftigen Anwendungsort, die Bauwerksgegebenheiten und andere Einflussfaktoren bekannt sind – wie z. B. das Verfüllen identifizierter Hohlräume oder das Abdichten von Segmentauskleidungen, können im Voraus geplant und vorbereitet werden.

Der unbekannt Teil in jedem Spezialtiefbau sind unvorhersehbare Boden- und Grundwasserverhältnisse, die möglicherweise zu einer Notsituation führen können und eine sofortige Anwendung von Injektionsmaßnahmen erforderlich machen. Für eine Notfallanwendung müssen projektspezifische Verfahrensbeschreibungen erstellt werden.

Zu den Parametern zur Erstellung der Verfahrensbeschreibung gehören das Ausmaß (Größe) des Anwendungsbereichs, die Boden- und Gebirgsverhältnisse, die Umgebungs- und Wassertemperaturen, die Wasserzutrittsmenge und der Wasserdruck. Die Erfassung weiterer projektspezifischer Daten sind erforderlich, um eine umfassende Notfall-Verfahrensbeschreibung zu erhalten.



Stabilisierung und Abdichtung einer Bohrpfahlwand mit dem Manschettenrohrverfahren



Stabilisierung und Abdichtung einer Bohrpfahlwand mit einem abgestuften Injektionsrohrbündel



## Technologie

In den letzten Jahrzehnten wurden die Injektionsmittel für die Anwendung im Spezialtiefbau kontinuierlich weiterentwickelt und verbessert. Die Anwendungen und Anforderungen sind spezifischer geworden. Es erfolgte eine Erweiterung des Portfolios im Hinblick auf die Entwicklung neuer Produkte und Systeme, um eine optimierte Lösung für gezielte Injektionsanwendungen zu ermöglichen.

Auch die Zusammensetzung der heutigen Injektionsharze weist dank der Weiterentwicklung der Rohstoffe und Komponenten verbesserte Leistungsmerkmale auf.

Modernste Injektionsharze zeichnen sich durch eine verbesserte Wirkungsweise und eine erhöhte Umweltverträglichkeit aus, zum Beispiel in Bezug auf das Grundwasser und Trinkwasser uvm.

Aber nicht nur die Injektionsmittel, sondern auch die gesamte Anwendungstechnik wurde kontinuierlich verbessert. Injektionsgeräte, Schläuche, Armaturen und Ventile wurden an aktuelle und zukünftige Anforderungen angepasst. Gut aufeinander abgestimmte Mischprodukte sorgen für eine ideale Vermischung der einzelnen Komponenten. Standardisierte Verarbeitungsverfahren gewährleisten einen sicheren und zuverlässigen Arbeitsprozess.

## Equipment und Zubehör

- Projektspezifische Auslegung und Dimensionierung
- Lieferung von Komplettlösungen
- Große Auswahl an Injektionstechnik



# Auswahl- und Konstruktionskriterien

## Produkteigenschaften

### Einführung

Für die Beschreibung der Eigenschaften und die Beurteilung der jeweiligen Eignung von Injektionsharzen, im Hinblick auf ihre korrekte Anwendung, gibt es mehrere Parameter. Zu diesen Parametern gehören Reaktivität, Viskosität, Reaktionszeit, mechanische Festigkeit, Haftung, Schaumfaktor und Wassermischbarkeit, um nur die wichtigsten Parameter zu nennen. Sie bestimmen den Einsatzbereich eines bestimmten Harzsystems und den Erfolg der Anwendung. Zweifellos muss eine detaillierte Analyse der Parameter integraler Bestandteil jeder Fallstudie sein, um den Anwendungszweck erfolgreich zu gewährleisten, d. h. Abdichten, Stabilisieren, Verfüllen oder Kleben.

### Abbindezeit

Die Abbindezeit ist der Systemparameter, der die Reaktivität des Materials anzeigt, z. B. den Punkt, an dem die reagierende Flüssigkeit aufhört zu fließen. Nach dieser Zeit beginnt das Material zu erstarren, d. h. der Erhärtungsprozess beginnt. Die Abbindezeit kann von Sekunden bis Stunden variieren. In der Praxis werden die Systeme in Schnell, Mittel und Langsam unterteilt. Die Abbindezeit beeinflusst vor allem die Injizierbarkeit in Abhängigkeit von der Anwendung.

Ein weiterer gebräuchlicher Begriff der Abbindezeit ist die Klebefreizeit, die den Zustand definiert, an dem die Oberfläche des reagierenden Harzes nicht mehr klebt.

### Thixotropie

Die Thixotropie von Injektionsharzen beschreibt Aggregatzustände, die während des Injektionsvorganges mit hoher Bewegungsgeschwindigkeit dünnflüssig sind und nach Abstellen des Injektionsgerätes bzw. stark reduzierten Bewegung unmittelbar ansteifen.

Thixotropes Verhalten ist bei jeder Überkopfanwendung, z. B. bei der Verklebung von Gebirgsankern notwendig, um das unkontrollierte Ausfließen des Materials nach dem Injizieren zu verhindern. Gleiches gilt für die Anwendung von Injektionen in karstigen Untergründen.

### Wasser Reaktivität

Das Vorhandensein von Wasser im Anwendungsbereich beeinflusst immer die Wirksamkeit. Bei der Auswahl des geeigneten Materials muss das Vorhandensein von Wasser hinsichtlich einer Reihe von Aspekten berücksichtigt werden:

- Chemische Reaktivität mit den Komponenten
- Physikalische Modifikation des Materials
- Wasseraustritt
- Wasserdruck
- Mechanische Eigenschaften

### Viskosität

Die Viskosität ist der physikalische Parameter, der für die einzelnen Komponenten und das Reaktionsgemisch charakteristisch ist. Je höher die Viskosität der Komponenten, desto höher ist der Strömungswiderstand. Daher ist dieser Faktor wichtig für die richtige Auswahl von Injektionsgeräten und Zubehör in Bezug auf den Förderdruck. Die Viskosität ist auch ein wichtiger Parameter, wenn man das Verhältnis zwischen Rissgröße, Injektionsdruck und Eindringtiefe betrachtet. Es besteht ein direkter Zusammenhang zwischen Viskosität und Förderdruck.

### Schaumbildende Eigenschaften

Bei Polyurethan- und Silikatharzen ist die Schaumfähigkeit das charakteristische Merkmal des Injektionssystems.

Spezielle Formulierungen ermöglichen es, den Schaumfaktor und die Schaumzellstruktur zu steuern – um offen- oder geschlossenzelligen Schaum herzustellen. Dabei gelten die folgenden Faustregeln: Je höher der Schaumfaktor, desto geringer ist die mechanische Festigkeit und desto geringer sind auch die Kosten pro Füllvolumeneinheit. Je höher der Gehalt an geschlossenen Zellen, desto besser die Wasserdichtigkeit des Schaums.

### Mischbarkeit von Komponenten

Die große Mehrheit der Injektionsmaterialien sind Zwei-Komponentensysteme. Beide Komponenten werden mittels eines 2-K-Injektionsgerätes getrennt voneinander gefördert. Am Ende der Förderstrecke werden sie in einem Mischkopf zusammengeführt und abschließend in der Mischstrecke homogen vermischt. Die Effektivität der Vermischung der Komponenten bestimmt die endgültigen Materialeigenschaften und Reaktionsparameter. Statikmischer arbeiten nach dem Strom-Teilungs-Prinzip. Je höher die Strömungsgeschwindigkeit ist, umso intensiver findet eine innige Durchmischung der einzelnen Komponenten statt. Die Bauweise kann für verschiedene Injektionsmittel unterschiedlich sein, daher werden diese Statikmischer sorgfältig geprüft und ausgewählt. Die Empfehlungen des Herstellers sind unbedingt zu beachten.

## Mechanische Eigenschaften

Mechanische Eigenschaften sind spezifische Merkmale von Injektionsmaterialien, z. B. Druck-, Biege- oder Zugfestigkeit. Feste Produkte sind im Vergleich zu geschäumten Materialien sehr stark. Mit zunehmendem Schaumfaktor reduzieren sich die mechanischen Eigenschaften.

Wenn der Zweck der Injektion die Verfestigung der Injektionszone (Gebirge, Boden, Beton oder Mauerwerk) ist, sind die mechanische Parameter entscheidend.

## Haftung auf Oberflächen

Die Haftung ist ein wichtiger Faktor bei der Bodenverfestigung und der Oberflächenanwendung. Es kann das Ergebnis der Anwendung deutlich beeinflussen – Verbesserung, Konsolidierung des Bodens und Verankerung im Boden sind gute Beispiele.

## Einsatzbereiche

Sobald die Anwendung (oder mehrere Anwendungen) für ein Injektionsprojekt definiert ist, ist die Auswahl der passenden Injektionsharztypen für eine bestimmte Anwendung entscheidend.

**PUR (1-K)**-Harze werden für kleine Injektionsarbeiten unter vornehmlich bekannten, überschaubaren Bedingungen eingesetzt.

**PUR (2-K)**- und **SIL (2-K)**-Injektionsharze können für eine Vielzahl von Anwendungen eingesetzt werden.

DSI Underground verfügt über Produkte mit unterschiedlichen Eigenschaften, um ein optimales Injektionsergebnis zu

gewährleisten. Im maschinellen Tunnelbau können Injektionsharze vom Typ **SIL (2-K)** oder **GELE (3-K)** die bevorzugte Wahl aufgrund ihrer Eigenschaften beim mechanisierten Tunnelausbau sein. Verfestigte bzw. verfüllte Bereiche können von der TBM problemlos durchfahren werden.

Eine erste Abschätzung einer geeigneten Produktreihe kann auf Grundlage der Wasserdruckbedingungen und des Umfangs der Auflockerung durchgeführt werden.

## Anwendungsgebiete

Produkt	Typ	Wasserdruckbedingungen				Verfüllgrad				
		Trocken	Feucht	Naß	Druck-beaufschlagt	Rissbreite [mm]				
[-]	[-]					0,05	0,1	0,5	5	10
<b>PUR (2-K)</b>	W	■					■			
	WF	■						■		
	WT	■						■		
	S	■					■			
	LV	■					■			
	HF		■					■		
<b>SIL (2-K)</b>	Bond	■					■			
	Bond T	■						■		
	Fill	■					■			
<b>PUR (1-K)</b>	1C-50	■					■			
	1C-100		■				■			
	1C-400		■					■		
<b>GELE (3-K)</b>	SR	■					■			
	E		■				■			

## Abkürzungen

**PUR (2-K)** Polyurethanharz zweikomponentig  
**SIL (2-K)** Organomineralharz zweikomponentig  
**PUR (1-K)** Polyurethanharz einkomponentig  
**GELE (3-K)** Acrylatharz mehrkomponentig

**W** Wasser stoppend  
**LV** niedrige Viskosität  
**F** schnell  
**S** langsam

**T** thixotrop  
**HA** hohe Haftkraft  
**HF** steuerbarer Schaumfaktor  
**HS** hohe Festigkeit

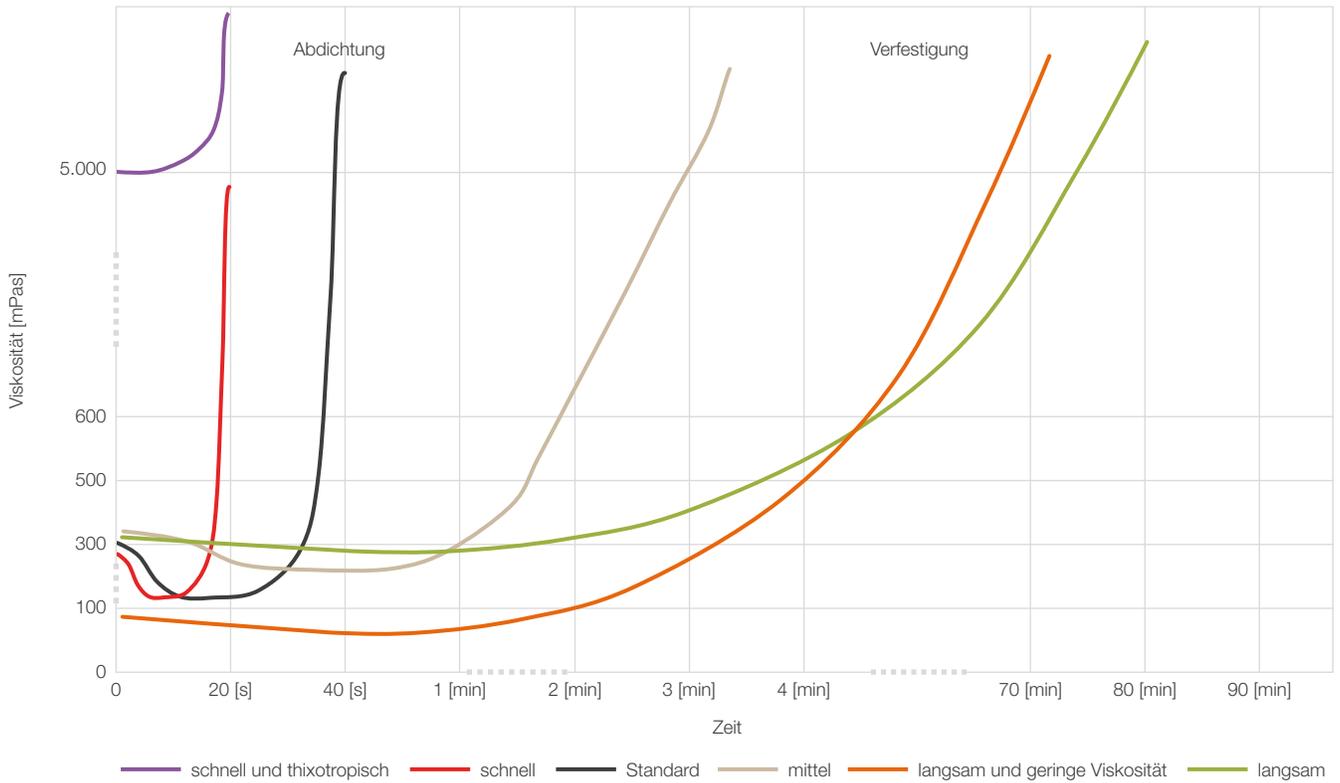
**E** elastisch  
**SR** starr

# Polyurethanharze PUR (2-K)

## Produktübersicht

Produktbezeichnung	Produktname	Produktbeschreibung
Schnell abbindende Polyurethanharze	PUR W	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Schnell abbindendes Harz</li> <li>– 100% solid System</li> <li>– Ausgewogene und angepasste Viskosität der Komponenten</li> <li>– Niedrige Anfangsviskosität</li> <li>– Einfache Mischbarkeit</li> <li>– Hervorragende mechanische Eigenschaften</li> <li>– Gute Haftung auf dem Untergrund bei Nässe und Trockenheit</li> <li>– Umweltfreundlich</li> </ul>
	PUR WF	– Schnellere Version von PUR W
	PUR WT	– Thixotrope Version von PUR W
	PUR HS	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sehr schnell abbindendes Harz</li> <li>– 100% solid System</li> <li>– Ausgewogene und angepasste Viskosität der Komponenten</li> <li>– Hervorragende mechanische Eigenschaften</li> <li>– Gute Haftung auf dem Untergrund bei Nässe und Trockenheit</li> </ul>
Mittel und langsam abbindende Polyurethanharze	PUR HA	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Mittelschnell abbindendes Harz</li> <li>– 100% solid System</li> <li>– Ausgewogene und angepasste Viskosität der Komponenten</li> <li>– Einfache Mischbarkeit</li> <li>– Gute mechanische Eigenschaften</li> <li>– Gute Haftung auf dem Untergrund bei Nässe und Trockenheit</li> <li>– Gute Harz-Fließfähigkeit</li> </ul>
	PUR S	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sehr langsam abbindendes Harz</li> <li>– 100% solid System</li> <li>– Ausgewogene und angepasste Viskosität der Komponenten</li> <li>– Niedrige Anfangsviskosität</li> <li>– Einfache Mischbarkeit</li> <li>– Hervorragende mechanische Eigenschaften</li> <li>– Gute Haftung auf dem Untergrund bei Nässe und Trockenheit</li> <li>– Umweltfreundlich</li> </ul>
	PUR LV	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sehr langsam abbindendes Harz</li> <li>– Ausgewogene und angepasste Viskosität der Komponenten</li> <li>– Extrem niedrige Anfangsviskosität</li> <li>– Einfache Mischbarkeit</li> <li>– Leicht bei verschiedenen Temperaturen zu mischen</li> <li>– Anpassbare mechanische Eigenschaften</li> <li>– Gute Haftung auf dem Untergrund bei Nässe und Trockenheit</li> </ul>
Schnell abbindende Polyurethanschaumharze	PUR HF-2, 5, 10, 15	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Schnell abbindendes Harz</li> <li>– 100% solid System</li> <li>– Einfache Mischbarkeit</li> <li>– Gute Haftung auf dem Untergrund bei Nässe und Trockenheit</li> <li>– Umweltfreundlich</li> <li>– System mit implementierter Schaumbildung bis zu 15-fach</li> </ul>
Zusatzstoffe für Zweikomponenten-Polyurethanharze	Add Fast	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Additiv für Zweikomponenten-Polyurethanharz</li> <li>– Wird eingesetzt, wenn eine schnellere Reaktion aufgrund von hohem Wassereintritt oder niedrigen Temperaturen erforderlich ist</li> </ul>
	Add Thix	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Additiv für Zweikomponenten-Polyurethanharz</li> <li>– Erhöht nach dem Mischen die Anfangsviskosität, was nützlich sein kann, um den Harzverlust in stark durchlässigen Böden oder bei massivem Wassereintritt zu verringern</li> </ul>

## Eigenschaften: Viskosität und Abbindezeit



## Spezifikationen

Produkt	Eigenschaften / Einheit <sup>1)</sup>			
	Viskosität nach dem Mischen	Startzeit der Reaktion	Zeit bis klebfrei	Schaumfaktor
[-]	[mPas]	[s]	[s]	[1]
PUR W	280	5	35	≈ 1
PUR WF	280	5	20	≈ 1
PUR WT	> 5.000	5	35	≈ 1
PUR HS	600	15	25	≈ 1
PUR HA	225	8	70	≈ 2
PUR S	280	240	2.400	≈ 1
PUR LV	100	1.800	3.600	≈ 1
PUR HF-2	325	50	80	≈ 2 - 3
PUR HF-5	350	60	120	≈ 4 - 5
PUR HF-10	350	60	120	≈ 10
PUR HF-15	350	60	120	≈ 15

1) Die angegebenen Werte sind Laborwerte und können vor Ort abweichen. 20 [°C] (68 [°F]).

In der Originalverpackung und vor Feuchtigkeit geschützt bei Temperaturen zwischen 5 [°C] und 30 [°C] (41 [°F] und 86 [°F]) aufbewahren.

Daten zu weiteren Mischungsverhältnissen und anwendungsrelevante Informationen finden Sie in den technischen Datenblättern von DSI Underground.

# Organomineralharze SIL (2-K)

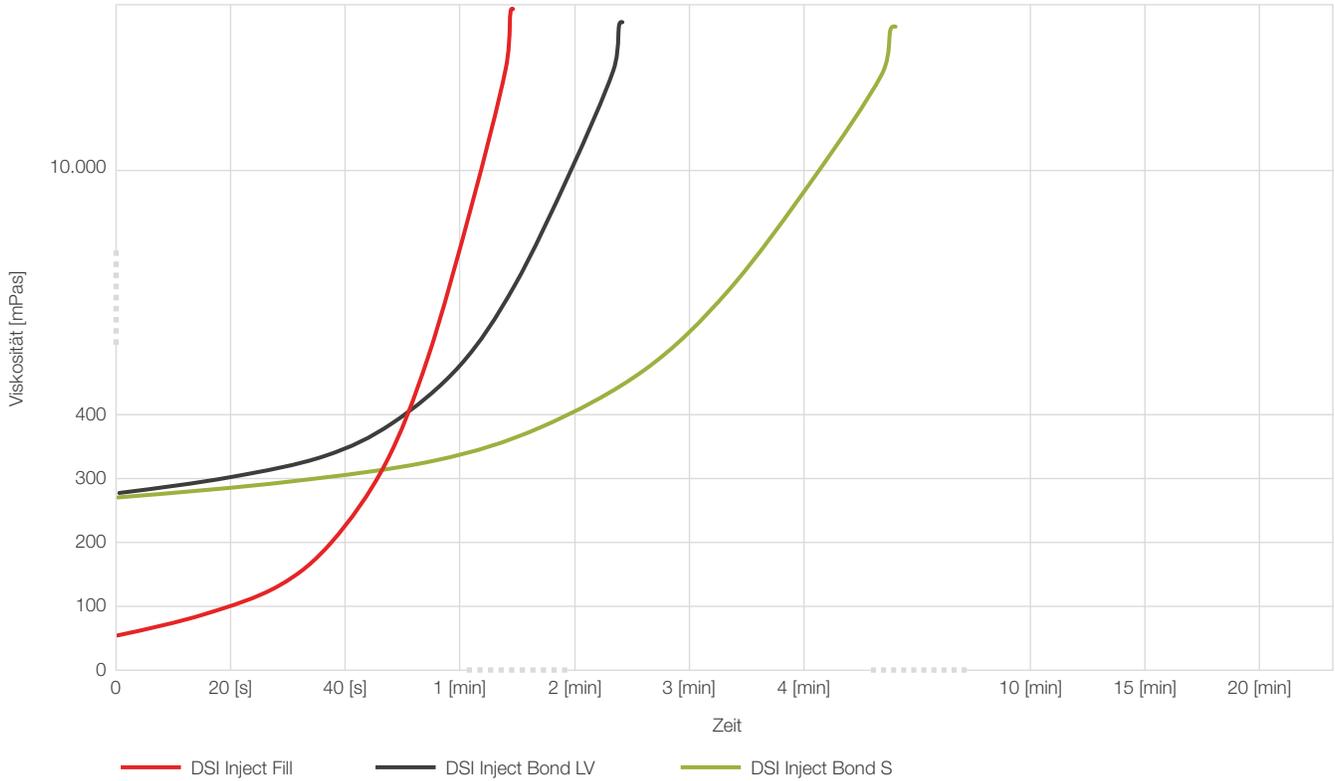


Typisches Verlaufs bild eines thixotropen Organomineralharzes

## Produktübersicht

Produktbezeichnung	Produktname	Produktbeschreibung
Organomineralharze	Bond LV	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Mittelschnell abbindendes Harz</li> <li>– Niedrige Viskosität der Komponenten</li> <li>– Relativ niedrige Anfangsviskosität</li> <li>– Gute mechanische Eigenschaften</li> <li>– Sehr gute Haftung auf dem Untergrund bei Nässe und Trockenheit</li> <li>– Reagiert nicht mit Wasser und Wasser hat keinen Einfluss auf die Materialeigenschaften</li> <li>– Hervorragende Korrosionsbeständigkeit</li> <li>– Umweltfreundlich</li> </ul>
	Bond S	– Langsamere Version von Bond LV
	Bond T	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Thixotrope Version von Bond LV</li> <li>– System mit erhöhter Anfangsviskosität nach dem Mischen</li> <li>– Hervorragend für den Einsatz in stark brüchigem Boden geeignet</li> </ul>
Organomineralharzschäume	Fill	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Hochschäumendes Injektionsharz</li> <li>– Sehr niedrige Viskosität der Komponenten</li> <li>– Sehr niedrige Anfangsviskosität</li> <li>– Ausgehärtetes Harz lässt sich leicht schneiden und durchbohren</li> <li>– Reagiert nicht mit Wasser und Wasser hat keinen Einfluss auf die Materialeigenschaften</li> <li>– Hervorragende Korrosionsbeständigkeit</li> </ul>
	Fill S	– Langsamere Version von Fill
Organomineralankerharz	Bolt MI	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Speziell entwickeltes tixotropes Verhalten der Reaktionsmischung für den mechanischen Ankereinbau</li> <li>– Einfacher Einbau der Anker über Kopf möglich</li> <li>– Hohe Endfestigkeit und sofortige Tragfähigkeit nach dem Einbau</li> <li>– Hervorragende mechanische und klebende Eigenschaften</li> <li>– Hydrophobes System, z. B. Mineral Bolt reagiert nicht mit Wasser und Wasser hat keinen Einfluss auf die Materialeigenschaften</li> <li>– Niedrigere exotherme Reaktionstemperatur im Vgl. zu PUR Systemen</li> <li>– Nicht brennbar</li> <li>– Umweltfreundlich</li> </ul>
	Bolt F	– Schnell abbindend
	Bolt M	– Mittelschnell abbindend
	Bolt S	– Langsam abbindend
	Bolt US	– Sehr langsam abbindend

## Eigenschaften: Viskosität und Abbindezeit



## Spezifikationen

Produkt	Eigenschaften / Einheit <sup>1)</sup>			
	Viskosität nach dem Mischen	Startzeit der Reaktion	Zeit bis klebfrei	Schaumfaktor
[–]	[mPas]	[s]	[s]	[1]
Bond LV	300	120	180	1,0
Bond S	300	240	400	1,0
Bond T	450 - 10.000	120	180	1,0
Fill	75	15	45	≈ 35
Fill S	75	40	135	≈ 35

Produkt	Eigenschaften / Einheit <sup>1)</sup>			
	Viskosität nach dem Mischen	Startzeit der Reaktion	Zeit bis klebfrei	Schaumfaktor
[–]	[–]	[s]	[s]	[1]
Bolt MI	Sehr hochviskose Flüssigkeit	20	60	1,0
Bolt F	Hoch viskose Flüssigkeit	50	80	1,0
Bolt M	Normal viskose Flüssigkeit	105	240	1,0
Bolt S	Normal viskose Flüssigkeit	180	540	1,0
Bolt US	Normal viskose Flüssigkeit	285	660	1,0

1) Die angegebenen Werte sind Laborwerte und können vor Ort abweichen. 20 [°C] (68 [°F]).

In der Originalverpackung und vor Feuchtigkeit geschützt bei Temperaturen zwischen 5 [°C] und 30 [°C] (41 [°F] und 86 [°F]) aufbewahren.

Daten zu weiteren Mischungsverhältnissen und anwendungsrelevante Informationen finden Sie in den technischen Datenblättern von DSI Underground.

# **Polyurethanharze PUR (1-K)**

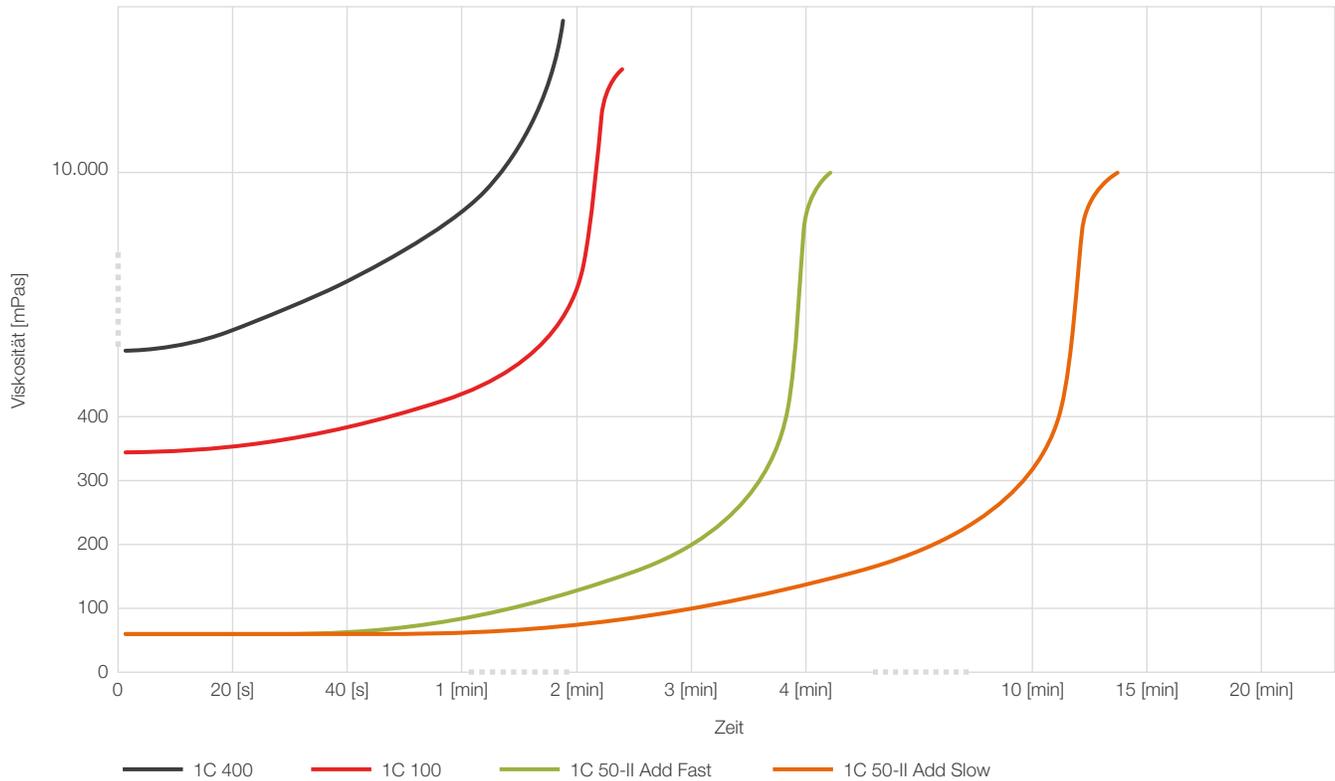


Injektion zur Abdichtung an einem Ankerkopf

## **Produktübersicht**

Produktbezeichnung	Produktname	Produktbeschreibung
Einkomponenten-Harze PUR (1-K)	Allgemein	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Langsam bis schnell abbindendes Harz mit anpassbarer Reaktionszeit</li> <li>- Phthalatfrei</li> <li>- Gute mechanische Eigenschaften des verfestigten Bodens</li> <li>- Umweltfreundlich</li> </ul>
	PUR 1C 50-II	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Langsam abbindendes Harz</li> <li>- Sehr niedrige Anfangsviskosität</li> <li>- Für die Feinsandinjektion entwickeltes Produkt</li> </ul>
	PUR 1C 100	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Starres und mittelschnell abbindendes Harz</li> <li>- Die Abbindezeit kann mit Add Fast 1C verkürzt werden</li> <li>- Lösungsmittelfrei</li> <li>- Kann in einem weiten Temperaturbereich eingesetzt werden</li> <li>- Umweltfreundlich</li> </ul>
	PUR 1C 100-II	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Basiert auf PUR 1C 100</li> <li>- Schnellere Startzeit</li> <li>- Deutlich schnellere Schaumbildung</li> </ul>
	PUR 1C 100-II-R	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Basiert auf PUR 1C 100</li> <li>- "R" für "ready for use", echtes 1-K-System</li> </ul>
	PUR 1C 400	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elastisch und mittel schnell abbindendes Harz</li> <li>- Die Abbindezeit kann mit Add Fast 1C verkürzt werden</li> <li>- Lösungsmittelfrei</li> <li>- Umweltfreundlich</li> </ul>
Beschleuniger für Einkomponenten-Harze	Add Fast 1C Add Slow 1C	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Additive für Einkomponenten-Harze</li> <li>- Werden verwendet, wenn eine schnellere oder langsamere Reaktionszeit benötigt wird. Somit können die Injektionsharze bei starken Wasserzutritten und bei niedrigen Temperaturen zielgerecht eingesetzt werden.</li> </ul>

## Eigenschaften: Viskosität und Abbindezeit



## Einkomponenten PUR-Harze

- Einfacherer Einsatz von PUR (1-K) Systemen
  - Injektion über 1-K-Geräte
  - Schnelle und einfache Reinigung der Geräte und Schläuche
- Spezieller integrierter Beschleuniger auf Anfrage maßgeschneidert auf die Projektanforderungen zugeschnitten
- Einschränkungen PUR (1-K) Systeme
  - Kurze Reaktionszeiten
  - Im Allgemeinen niedrige Fördermengen

## Spezifikationen

Produkt	Eigenschaften / Einheit <sup>1)</sup>				Schaumfaktor
	Startzeit der Reaktion [s]		Ende der Schaumbildung [s]		
[-]	10 [°C] (50 [°F])	20 [°C] (68 [°F])	10 [°C] (50 [°F])	20 [°C] / 68 [°F]	[1]
PUR 1C 50-II <sup>2)</sup>	80	55	350	180	≈ 5
PUR 1C 100	45	13	230	150	≈ 35
PUR 1C 100 - II	20	15	50	45	≈ 30 <sup>3)</sup>
PUR 1C 100 - II-R	35	25	185	120	≈ 30 <sup>3)</sup>
PUR 1C 400 <sup>4)</sup>	55	20	300	180	≈ 20

1) Die angegebenen Werte sind Laborwerte und können vor Ort abweichen.

In der Originalverpackung und vor Feuchtigkeit geschützt bei Temperaturen zwischen 5 [°C] und 30 [°C] (41 [°F] und 86 [°F]) aufbewahren.

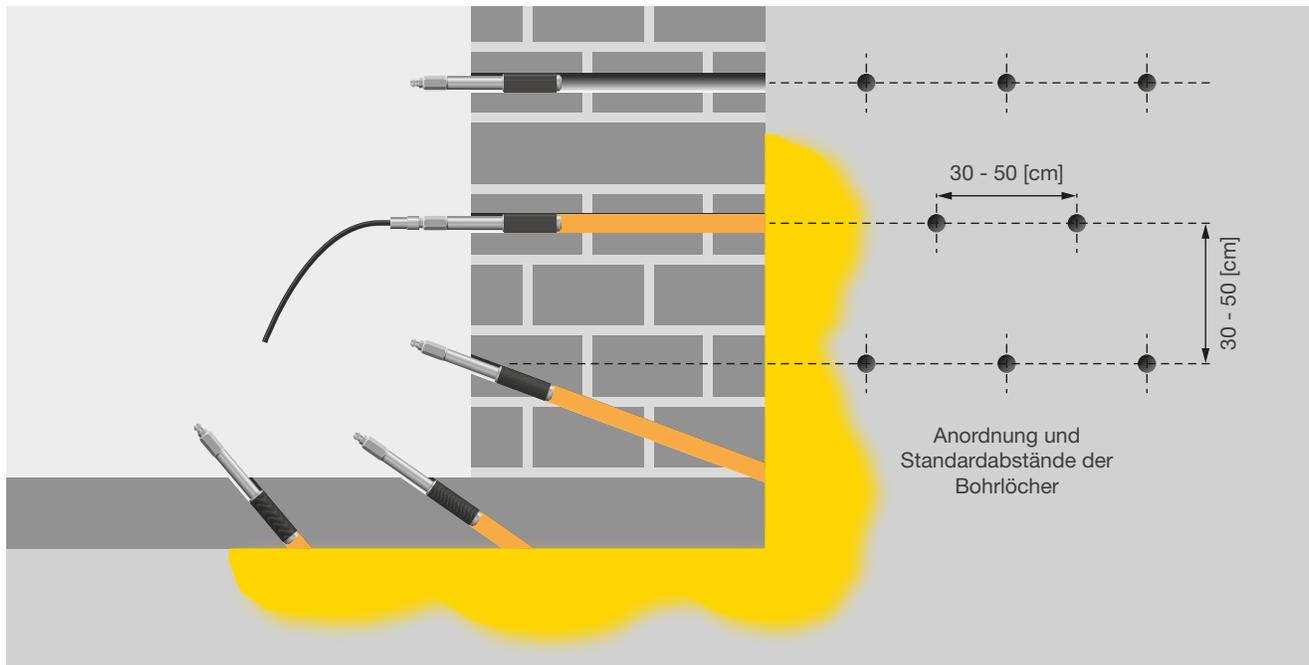
Daten zu weiteren Mischungsverhältnissen und anwendungsrelevante Informationen finden Sie in den technischen Datenblättern von DSI Underground.

2) Reaktionszeiten mit 0,5% Zugabe von Add Fast 1C und 10% Wasser.

3) Freies Aufschäumen.

4) Unter Zugabe von 2% DSI Inject ADD Fast 1C.

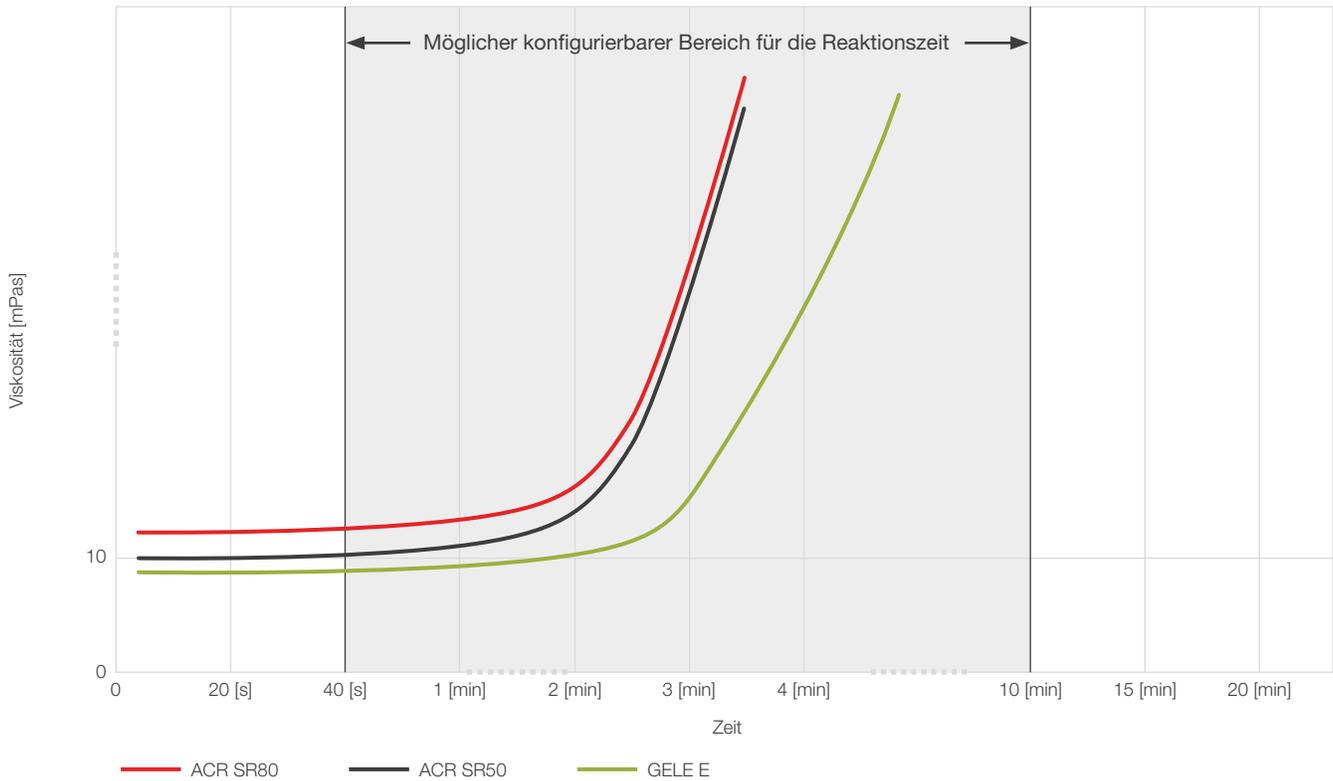
# / Acrylatharze GELE (3-K) /



## Produktübersicht

Produktbezeichnung	Produktname	Produktbeschreibung
Acrylat-Injektionsharze GELE (3-K)	Allgemein	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Niedrigviskose Wasserlösungen von Acrylmonomeren</li> <li>- Extrem niedrige Anfangsviskosität der Mischkomponenten ~10 [mPas]</li> <li>- Leicht bei verschiedenen Temperaturen zu mischen</li> <li>- Umweltfreundlich</li> <li>- Hervorragende Penetration und gute Haftung</li> </ul>
	ACR SR 80	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 4-Komponenten-System</li> <li>- Hochfestes Harz mit leicht kontrollierbarer Gelierung</li> <li>- Hervorragende mechanische Eigenschaften</li> <li>- Geeignet für die Injektion von Feinsanden</li> </ul>
	ACR SR 50	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 3-Komponenten-System</li> <li>- Mittlere Festigkeit mit leicht kontrollierbarer Gelierung</li> <li>- Gute mechanische Eigenschaften</li> <li>- Geeignet für die Injektion von Feinsanden</li> </ul>
	GELE E	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 3-Komponenten-System</li> <li>- Flexibles, gummiähnliches Acrylharz</li> <li>- Geeignet für die Bodenstabilisierung und Wasserabdichtung</li> </ul>

## Eigenschaften: Viskosität und Abbindezeit



## Besondere Funktionen / Eigenschaften

- 3-Komponenten-Acrylatharz GELE (3-K)
- Effiziente Abdichtung gegen Grundwasser
- Sogenannte "Schleierinjektionen / Flächeninjektion": Abdichtung durch Bildung einer undurchlässigen Dichtungsschicht im Boden / in der Wand
- Konstanter Schaumfaktor: 1

## Spezifikationen

Produkt	Eigenschaften / Einheit <sup>1)</sup>				
	Viskosität nach dem Mischen	Reaktionszeit <sup>2)</sup>	Mischungsverhältnis: Anteile pro Volumen	Schaumfaktor	Druckfestigkeit <sup>3)</sup>
[-]	[mPas]	[s]	[-]	[1]	[Mpa]
ACR SR 80	12	30 - 360	1 : 1	1	≈ 20
ACR SR 50	10	60 - 300	1 : 1	1	≈ 10
GELE E	9	300	1 : 1	1	N/A

1) Die angegebenen Werte sind Laborwerte und können vor Ort abweichen.

In der Originalverpackung und vor Feuchtigkeit geschützt bei Temperaturen zwischen 5 [°C] und 30 [°C] (41 [°F] und 86 [°F]) aufbewahren.

Daten zu weiteren Mischungsverhältnissen und anwendungsrelevante Informationen finden Sie in den technischen Datenblättern von DSI Underground.

2) Beginn der Gellierung.

3) Mit Sand.

# Injektionstechnik

Die Auswahl der geeigneten Technik zur wirtschaftlichen Umsetzung der Injektionsaufgabe und optimalen Erreichung des Injektionsziels ist von verschiedenen Faktoren abhängig.

Die DSI Underground verfügt weltweit über jahrzehntelange Anwendungserfahrung und unterstützt sie bei der Auswahl. Viele Eigenprodukte, mögliche Sonderprodukte je nach Aufgabenstellung und die Kooperation mit den führenden Anbietern im Injektionsmarkt bilden ein zuverlässiges Produktportfolio.

## Injektionsgeräte und Zubehör

Unsere ein- und mehrkomponentigen Injektionsgeräte gibt es in verschiedenen Antriebsarten. Im Wesentlichen werden druckluftbetriebene Pumpen verwendet. Je nach Injektionsmaterial und Anwendungsfall können aber auch elektrische oder elektrohydraulische Pumpen zum Einsatz kommen. Wir liefern Ihnen aufgabenbezogen das Gerätepaket mit den dazugehörigen Mischeinrichtungen, Hochdruckschläuchen, Messinstrumenten und gewünschten Anschlüssen.



1-K-Injektionsgerät – strombetrieben



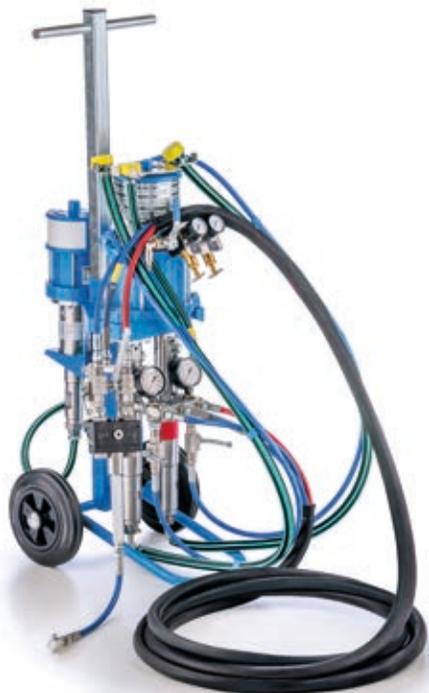
1-K-Injektionsgerät kompakt – druckluftbetrieben



2-K-Injektionsgerät – druckluftbetrieben



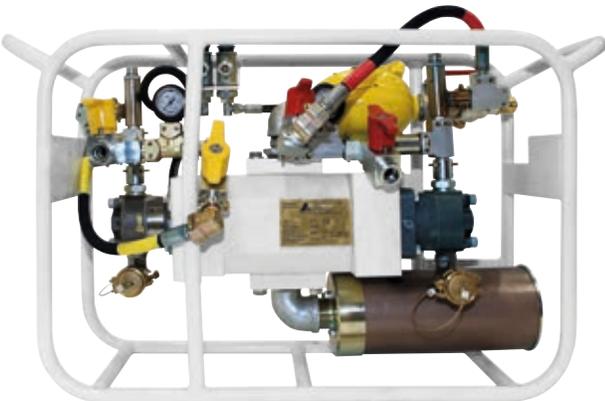
2-K-Kolbenpumpe mit Materialbehälter – druckluftbetrieben



2-K-Kolbenpumpe mit zusätzlicher Spülpumpe – druckluftbetrieben



2-K-Mischeinheit mit separater Spülfunktion



2-K-Zahnradpumpe LT10 – druckluftbetrieben



2-K-Kolbenpumpe – druckluftbetrieben

## Aufzeichnungsgerät

Die bauseits gestiegenen Anforderungen zur Dokumentation erfordern ggf. eine elektronische Erfassung der Injektionsprozesse. Hierzu werden Aufzeichnungsgeräte verwendet, die z. B. die Injektionsmenge, Injektionsdrücke und viele weitere Daten erfassen.

Ebenso können Abdruckkriterien festgelegt werden, um eine unkontrollierte oder fehlerhafte Injektion zu vermeiden. Mögliche Einstellungen sind das Erreichen eines bestimmten Drucks oder Menge, aber auch Abweichungen im Mischungsverhältnis.



Aufzeichnungsgerät für Injektionsprozesse

## Mischeinrichtung Statikmischer

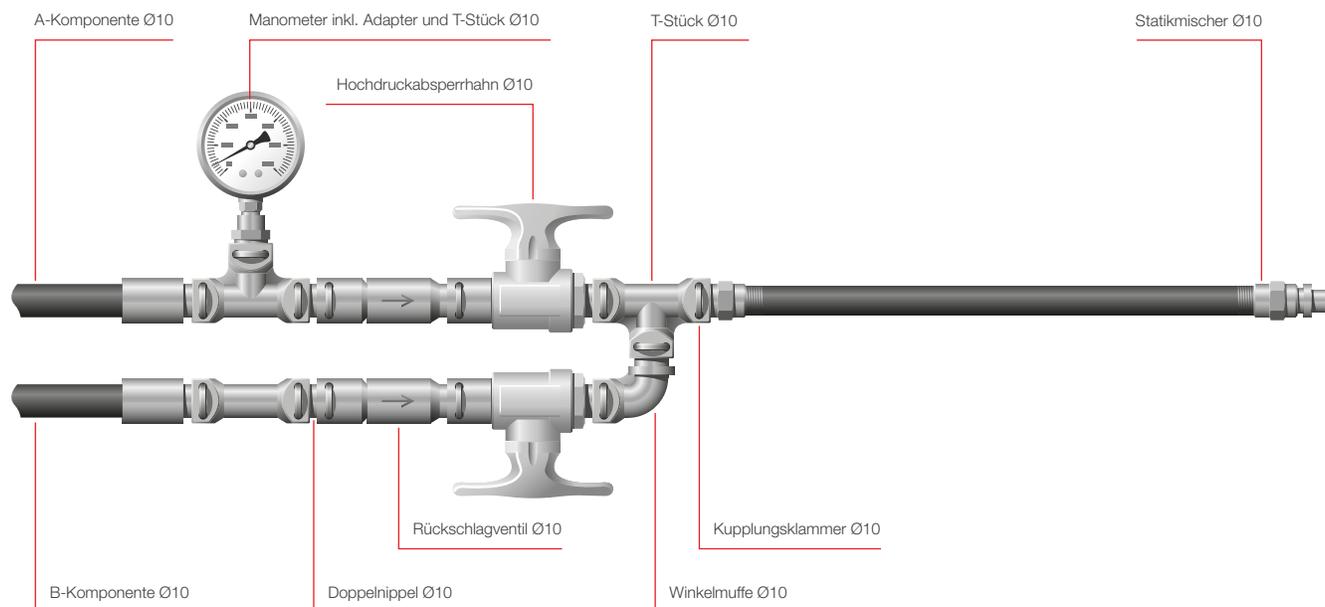
Ein statischer Mischer oder Statikmischer ist eine Vorrichtung zum Mischen von Fluiden, in der allein die Strömungsbewegung die Vermischung bewirkt und die nicht über bewegte

Elemente verfügt. Er besteht aus strömungsbeeinflussenden Elementen in einem Rohr. Diese teilen abwechselnd den Stoffstrom auf und führen ihn dann wieder zusammen, wodurch die Ver-

mischung erreicht wird. Statische Mischer eignen sich für die Kombinationen flüssig/flüssig, gasförmig/gasförmig und flüssig/gasförmig, unter Umständen auch für Schüttgüter.



## Mischeinrichtung DN10 mit Statikmischrohr



## Produkte zum Einbringen von Injektionsstoffen

Jede Injektionsmaßnahme hat ihren Standard, aber auch ihre Individualität. Wir liefern ein umfangreiches Sortiment an mechanischen Injektionspackern, angefangen vom kleinen Injektionspacker für die Rissinjektion bis zum Hohlraum-

verfüllpacker in großen Dimensionen. Aufblasbare Hydraulikpacker, z. B. für Rohrschirminjektion, gehören ebenfalls zum Sortiment. Selbstbohrende Hohlstabanker aus Stahl / GFK oder Ramm-

und viele weitere Produkte und sind in unserem umfangreichen Angebot als Hersteller von Injektionslösungen. Auch individuelle, auf Ihre Aufgabenstellung bezogene, Lösungen können binnen kurzer Zeit wirtschaftlich hergestellt werden.



Klebepacker Ø 50 [mm] mit Kegelnippel



Stahlpacker Ø 13 x 110 [mm] mit Kegelnippel



Lamellenpacker Ø 14 x 95 [mm] mit Außengewinde



Stahlpacker Ø 18 x 150 [mm] mit Außengewinde



Stahlpacker Ø 10 x 110 [mm] mit Flachkopfnippel



Rammranne Ø 13 x 1.000 [mm]

Spitze



Anschlusskupplung für Flachkopfnippel



Steck-O-Verbindungsteile

# Produkte zum Einbringen von Injektionsstoffen



Einweg-Blähpacker Ø 40 [mm]



Einweg-Blähpacker Ø 40 [mm] expandiert



Mechanischer Packer Ø 90 x 500 [mm] mit Kugelhahn



Aufschraubnippel Steck-O auf R32 Injektionsbohrabker



Injektionsanschluss für Zementinjektionen



Aufblasbarer Hydraulikpacker - Doppelpacker Ø 56 x 1.000 [mm]



GFK-Injektionsbohranker



DSI Hohlstab Injektionsbohranker

# Prüfungen und Verpackung

## Qualität & Service

Unsere Produkte unterliegen einer permanenten Qualitätskontrolle in allen Prozessen und verfügen gleichfalls auch über Prüfungen und entsprechende Zulassungen durch

externe Kooperationspartner, wie z. B. MFPA Leipzig GmbH, DMT GmbH Essen, Hygiene Institut Gelsenkirchen. Weitere länderspezifische Prüforgane sind Partner auf allen Kontinenten für uns, um

alle Leistungs- und Qualitätsanforderungen zu erfüllen und die Nachhaltigkeit und Zuverlässigkeit unsere Produkte zu garantieren.

## Verpackung

Wir liefern Ihnen unsere Produkte in verschiedenen Verpackungsarten und Verpackungsgrößen. Die Standard-Verpackungsformen finden sie in den technischen Merkblättern. IBC-Container für Großanwendungen, Kunststoffkanister eckig in schwarz oder transparent in verschiedenen Größen. Blechfässer, Blechkanister sind in unterschiedlichen Ausführungen und Größen verfügbar.

- Blechkanister eckig oder rund in verschiedenen Größen
- Blechfässer 200 [l]
- IBC Container 1.000 [l]



# Anwendung und Virtual Reality Training

Wir bieten Ihnen neben den Standarddokumenten, wie Sicherheitsdatenblätter und technische Datenblätter, grundlegende Hinweise zur Verarbeitung, Reinigung und Entsorgung unserer

Produkte. Darüberhinaus steht Ihnen unser Anwendungsteam für alle Herausforderungen gerne zur Seite. Persönlich vor Ort oder über die Möglichkeit ein Virtual Reality Training

(VRT) durchzuführen. Gemeinsam mit EDVIRT®, ein Unternehmen der DSI Underground, können wir Sie in die Zukunft des Injektionstrainings begleiten.

## EDVIRT®

EDVIRT® ist ein schwedisches Unternehmen und bietet Produkte und Schulungen für Bergbau- und Tunnelbaukunden weltweit an, die auf seiner fortschrittlichen Virtual-Reality-Trainingstechnologie basieren. Das Team besteht aus erfahrenen Tunnelbauingenieuren, Ausbildern und Softwareentwicklern, die sich der Verbesserung der Ausbildungsstandards verschrieben haben.

Das Unternehmen ist seit dem Frühjahr 2021 im Besitz von DSI Underground SMART, einer hundertprozentigen Tochtergesellschaft der DSI Underground.

Das Service- und Produktportfolio wird schrittweise auf mehrere Bereiche des Untertagebaubetriebs erweitert. Das VR-Training für den Einbau von AT-Rohrschirmen wurde bereits überaus erfolgreich realisiert.

In Planung und Vorbereitung sind auch Lösungen im Bereich des Spezialtiefbaus, Wasserbaus, aber auch in der Sanierung. Die VR-Lösungen ermöglichen Kostensenkungen und bieten gleichzeitig eine große Verbesserung der Qualität und Sicherheit. Das weltweit einzigartige, virtuelle, simulatorgestützte Schulungsangebot und die entsprechenden Zertifizierungsprogramme sind nachhaltig, schnell und effizient.



[www.edvirt.com](http://www.edvirt.com)



Screenshots aus dem VR Injektionstraining

**Hinweis:**

Diese Broschüre dient lediglich der grundlegenden Information über unsere Produkte. Enthaltene technische Daten und Informationen haben ausdrücklich unverbindlichen Charakter und werden vorbehaltlich etwaiger Änderungen angegeben. Für Schäden im Zusammenhang mit der Nutzung der hier enthaltenen technischen Angaben und Informationen sowie auch aufgrund eines unsachgemäßen Gebrauchs unserer Produkte übernehmen wir keine Haftung. Für weitergehende Informationen zu bestimmten Produkten bitten wir Sie, mit uns direkten Kontakt aufzunehmen.

## **Deutschland**

DSI Underground GmbH  
Destouchesstrasse 68  
80796 Munich  
Germany

**Telefon** +49 172 34 63 358

**E-Mail** [injection@dsiunderground.com](mailto:injection@dsiunderground.com)

## **Österreich**

Global Tunneling Center of Excellence  
DSI Underground Austria GmbH  
Alfred-Wagner-Strasse 1  
4061 Pasching/Linz  
Österreich

**Telefon** +43 7229 610490

**E-Mail** [injection@dsiunderground.com](mailto:injection@dsiunderground.com)