

Ausschreibung von Injektionsarbeiten – Unterschiede zwischen hydraulischen Bindemitteln und Kunstharzen

Injektionen sind ein bewährtes Verfahren in der Bautechnik, wobei Kunstharze und hydraulische Bindemittel zur Anwendung kommen. Jedes Injektionsgut erfordert ein angepasstes Einbauverfahren, dies sollte in einer Ausschreibung berücksichtigt werden. Nachfolgend werden die einschlägigen Normen und Merkblätter für Injektionsarbeiten vorgestellt und Empfehlungen für Ausschreibungen von Injektionsmaßnahmen gegeben. Der vorliegende Beitrag richtet sich vor allem an Auftraggeber, die Injektionsleistungen ausschreiben.

1 Einleitung

Nach C. Kutzner wird unter einer Injektion das Einpressen eines Injektionsmittels zur Reduzierung der Durchlässigkeit oder Verfestigung in Trennflächen, Poren oder Hohlräumen im Baugrund oder Bauwerksteilen verstanden [1]. Injektionen im Baugrund und in Bauwerken sind ein bewährtes Verfahren, seitdem Charles Berigny 1802 eine Schleuse bei Dieppe auf diese Weise reparierte [2]. Bereits vor mehr als 100 Jahren sind zu den hydraulischen Bindemitteln Injektionsmittel auf der Basis von Kunstharzen dazu gekommen. Beide Injektionsgüter werden heute erfolgreich im Baugrund und an Bauwerken eingesetzt und sind auf den ersten Blick vergleichbar, weisen aber doch einige wesentliche Unterschiede auf. Leider wird dies nicht immer in der Planung oder Ausschreibung ausreichend berücksichtigt. Besonders bei Bohr- und Injektionsarbeiten haben Fehler und Unstimmigkeiten in den Leistungsbeschreibungen gravierende Folgen für alle Projektbeteiligten.

2 Unterschiede zwischen hydraulischen Bindemitteln und Kunstharzen

Injektionen mit hydraulischen Bindemitteln und Injektionen mit Kunstharzen werden grundsätzlich für die gleichen Ziele wie Abdichten, Verfestigen oder Verfüllen angewendet. Mit beiden Injektionsgütern werden Maßnahmen im Baugrund und in Bauwerken ausgeführt. Eine typische Aufgabe ist die Herstellung eines Dichtungsschleiers im Baugrund. Um die Unterschiede zu verdeutlichen, wird die Herstellung eines Dichtungsschleiers mit Zementsuspension für eine Talsperre verglichen mit dem Einbau eines Dichtungsschleiers für eine Tiefgarage mit Kunstharzen.

Bei beiden Bauwerken wird das Injektionsgut über Bohrungen eingebracht. Für einen Dichtungsschleier an einer Talsperre sind Bohrungen mit einer Teufe von 50 m und mehr keine Seltenheit. Wenn die Bohrung als Kernbohrung ausgeführt wird, muss mit Kosten von mehr als 10.000 Euro für das Abteufen einer Bohrung gerechnet werden. Der Dichtungsschlei-

er der Tiefgarage wird in der Regel durch horizontale Bohrungen aus dem Bauwerk eingebracht. Eine solche Bohrung kann in wenigen Minuten abgeteuft werden und verursacht gegenüber der Bohrung für die Talsperre nur einen Bruchteil der Kosten.

In beiden Fällen wird die Injektionsbohrung mit einem Packer gegen das Austreten des Injektionsgutes aus dem Bohrlochmund abgedichtet (**Bild 1**). Die Anschaffung eines Packers und der Einbau hängen von dem Durchmesser der Bohrung und der gewünschten Einbautiefe ab. Für den Dichtungsschleier der Talsperre werden üblicherweise pneumatische Packer in das Bohrloch eingebaut. Für die Abdichtung der Garagenwand reichen einfache Kunststoffpacker, die das Bohrloch abdichten. Während pneumatische Packer mehrere hundert Euro kosten, sind mechanische Packer für Mauerwerk für weniger als 10 Euro erhältlich.

Umgekehrt verhält es sich bei den Preisen für das Injektionsgut. Während ein Liter eines hydraulischen Bindemittels nur wenige Cent kostet, muss bei Kunstharzen mit den mehrfachen Kosten gerechnet werden. Aus Kostengründen wird ein Planer für den Dichtungsschleier an der Talsperre daher die Anzahl der Bohrungen auf ein Minimum begrenzen. Gleichzeitig wird er durch den Einsatz eines geeigneten Injektionsgutes eine möglichst große Reichweite des Injektionsgutes anstreben und ein hydraulisches Bindemittel bevorzugen. Bei den relativ geringen Kosten für ein hydraulisches Bindemittel wird eher eine größere Menge an Injektionsgut in Kauf genommen, wenn damit die Anzahl der Bohrungen reduziert werden kann.

Die relativ kurzen Bohrungen für eine Tiefgarage können mit einfachen Bohrgeräten in kurzer Zeit abgeteuft werden. Damit fallen die Kosten für das Bohren weniger ins Gewicht. Wenn zusätzlich eine geringe Durchlässigkeit des Dichtungsschleiers gefordert wird, kommen Kunstharze zum Einsatz. Aufgrund des höheren Preises für das Injektionsgut wird der Planer anstreben, die Ausbreitung des Injektionsgutes zu reduzieren und dafür eine höhere Anzahl von Bohrungen in Betracht ziehen. Das Abdichtungsziel kann mit einem engen Bohrraster und mit einer Mengenbegrenzung des Injektionsguts für eine einzelne Bohrung erreicht werden.



Bild 1 Packer
links: Pneumatischer Packer für Baugrundinjektionen;
rechts: Mechanischer Packer für Mauerwerksinjektionen

Weitere Unterschiede ergeben sich beim Geräteeinsatz und der Baustelleneinrichtung. Bauzeiten von mehreren Monaten und Jahren sind bei einem Dichtungsschleier für ein Wasserbauwerk mit hydraulischen Bindemitteln nicht ungewöhnlich. Durch die kurzen Bohrungen und die geringere Menge des eingesetzten Injektionsguts nimmt der Einbau eines Dichtungsschleiers mit Kunstharzen erheblich weniger Zeit in Anspruch. In **Tabelle 1** sind die wesentlichen erwähnten Unterschiede exemplarisch gegenübergestellt.

Die Ausschreibung für einen Dichtungsschleier sollte diesen Unterschieden Rechnung tragen. Sofern die Bohrungen einen erheblichen Teil der Kosten der Maßnahme verursachen, sollten diese detailliert beschrieben werden. Ferner sind bei einer langen Bauzeit die Gerätevorhaltung und Stillstandszeiten, zum Beispiel durch Wettereinflüsse, zu beachten.

3 Ausschreibung – Ziel und Inhalt

In der Regel werden Bauleistungen in Deutschland nach der Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB) ausgeschrieben. § 7 der VOB/A Leistungsbeschreibung (1) 1 besagt: „Die Leistung ist eindeutig und so erschöpfend zu beschreiben, dass alle Unternehmen die Beschreibung im gleichen Sinne verstehen müssen und ihre Preise sicher und ohne umfangreiche Vorarbeiten berechnen können.“ Hierin beinhaltet ist auch die Forderung, dass dem Auftragnehmer kein ungewöhnliches Wagnis aufgebürdet werden darf [3].

Die Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) für Injektionsarbeiten werden in der VOB – Teil C, gleich DIN 18309 | 2019-09 Einpressarbeiten [4] behandelt. Unter Punkt 0 (Hinweise für das Aufstellen der Leistungsbeschreibung) werden die wesentlichen Angaben zur Baustelle und Ausführung aufgelistet und Abrechnungseinheiten vorgegeben. Die Beachtung dieser Hinweise ist Voraussetzung für eine ordnungsgemäße Leistungsbeschreibung gemäß §§ 7 ff. VOB/A. In der Ausschreibung sollte besonders Punkt 4 „Neben- und besondere Leistungen“ Berücksichtigung finden. Hier ist geregelt, für welche Leistungen zusätzliche Kosten geltend gemacht werden können.

4 Regelwerke und Merkblätter

Außer in der VOB werden Injektionsarbeiten in Normen, Regelwerken und Merkblättern beschrieben. Die Grundlage für Injektionsarbeiten bildet die DIN 12715 [5]. In dieser werden neben den wichtigsten Begriffen und einem Glossar alle gängigen Injektionsstoffe, Einbauverfahren, Prüfungen und Dokumentationen behandelt. Die Norm behandelt gleichermaßen hydraulische Bindemittel und Kunstharze. Eine hilfreiche Ergänzung zu dieser Norm ist der Kommentar der Österreichischen Gesellschaft für Geomechanik zur EN 12715 von 2016 [6]. Der Kommentar konzentriert sich auf den Einsatz von hydraulischen Bindemitteln. Sein Anhang enthält einen Vorschlag für ein Leistungsverzeichnis für Injektionsarbeiten.

Tabelle 1 Preisbeispiele für zwei Dichtungsschleier

	Dichtungsschleier Talsperre	Dichtungsschleier Tiefgaragenwand
Injektionsgut	Zementsuspension	Acrylatgel
Kosten	0,30 EUR/l	10,00 EUR/l
Bohrlänge	60 m	1 m
Bohrungsart	Kernbohrung	Vollbohrung
Zeitaufwand	2 – 3 Tage	0,5 Stunden
Kosten	300 EUR/m	30 EUR/Stück
Packerart	Pneumatischer Packer	Mechanischer Packer
Kosten	800 EUR/Stück	8 EUR/Stück
Bauzeit	2 Jahre	2 Wochen

Die wesentlichen Punkte für die Umsetzung auf der Baustelle, insbesondere die Abrechnung von Injektionsarbeiten, sind in der bereits erwähnten DIN 18309 [3] zu finden. Da die Normen des Deutschen Institutes für Normung (DIN) nicht auf alle Besonderheiten für Verfahren, Bauwerke oder Injektionsstoffe eingehen, werden diese durch Merkblätter und Regelwerke ergänzt.

Wichtige Hinweise und eine umfassende Beschreibung für die Abdichtung mit Kunstharzen enthält das ABI-Merkblatt (Abdichten von Bauwerken durch Injektion) [7] der STUVA, das jüngst in einer überarbeiteten Auflage erschienen ist.

Die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall gibt eine Sammlung technischer Regeln für die Wasserwirtschaft heraus. Dazu gehören die Merkblätter DWA-M506 [8] und DWA-M512-2 [9]. Das Merkblatt M-506 hat die Injektion mit hydraulischen Bindemitteln in Wasserbauwerken aus Beton zum Inhalt. Im Merkblatt 512-2 werden flächenhafte Dichtungssysteme auch mit Kunstharzen behandelt.

Die Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege (WTA) e.V. ist Herausgeberin des WTA-Regelwerks. Die WTA-Merkblätter [10, 11, 12, 13, 14] umfassen technische Regeln zu den Bereichen Bauinstandsetzung, Fachwerk und Denkmalpflege. Sie erläutern sehr praxisorientiert mögliche Vorgehensweisen zur Sanierung – vom Merkblatt über nachträgliches Abdichten erdberührter Bauteile bis zum Sanierputz – und beinhalten Hinweise für Injektionsverfahren.

Standardleistungskataloge (StLK) sind eine nach Leistungsbereichen gegliederte Sammlung standardisierter, datenverarbeitungsgerechter Texte zur Beschreibung von Bauleistungen im Straßen- und Brückenbau [15] und im Wasserbau [16]. Die Kataloge werden von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen bzw. dem Bundesministerium Digitales und Verkehr (BMDV) herausgegeben und enthalten Textvorgaben für Ausschreibungen.

Im Folgenden wird anhand von zwei Beispielen gezeigt, warum es von Vorteil ist, Regelwerke zu lesen:

- a) Abschnitt 4.2.1. der DIN 18309 Einpressarbeiten [4]: „Wenn der Auftraggeber Zusätze für den Einpressstoff gefordert hat, ist die Entsorgung eine besondere Leistung.“ Bei einer Injektion mit hydraulischen Bindemitteln sind Zusatzstoffe wie eine Einpresshilfe oder Bentonit üblich und sinnvoll. Wenn die Ausschreibung nicht ausdrücklich eine andere Lösung vorgibt, gehen damit die Entsorgungskosten zu Lasten des Auftraggebers.
- b) Ähnliches gilt für den Reinigungsaufwand. Gemäß DIN 18309 sollte die Injektionszeit von Druckanstieg bis Ende der Druckhaltephase nach Zeit bezahlt werden. Dazu ist ein Reinigungsaufwand von bis 15 min pro Phase in Abschnitt 5 geregelt. Die Übermessungsregel nach VOB 18309 5.3: „Unterbrechungen des Einpressens, die zum Beseitigen von Störungen oder Verstopfungen nötig waren, werden bis zur Dauer von jeweils 15 min bei der Berechnung der Einpresszeit je Pumpe nicht abgezogen. Darüberhinausgehende Unterbrechungen, sofern diese vom Auftragnehmer zu vertreten sind, werden nicht berücksichtigt.“

5 Empfehlungen für eine Ausschreibung

Wenngleich die meisten Details in den Regelwerken behandelt werden, so bleiben doch einige Punkte offen, die in der Praxis immer wieder zu Diskussionen führen.

5.1 Baugrundrisiko

Nach der gängigen Rechtsprechung trägt der Auftraggeber das Baugrundrisiko. Eine funktionale Ausschreibung, die die Wahl der Bauausführung dem Bauunternehmen überlässt, ist keine Hilfe, wenn der Baugrund oder das Bauwerk nicht erschöpfend beschrieben werden können.

Das Baugrundrisiko kann durch eine Erkundung des Baugrundes und des Bauwerks sowie durch Feldversuche vor der eigentlichen Maßnahme vermindert werden. Dennoch sind „Überraschungen“ nicht ausgeschlossen, zum Beispiel können Bewehrungseisen oder Kiesnester im Beton oder nicht standfeste Bohrungen zu einem erheblichen Mehraufwand und damit zu Mehrkosten führen. Bei einer tiefen Bohrungen mit mehreren Injektionsabschnitten muss möglicherweise die Injektion von oben nach unten ausgeführt werden (**Bild 2**). Hierbei wird der erste Injektionsabschnitt gebohrt und verpresst. Nach einer längeren Wartezeit zum Abbinden des Injektionsgutes wird der zweite Injektionsabschnitt gebohrt. Vorher muss der erste Abschnitt wieder aufgebohrt werden. Im Anschluss wird der zweite Abschnitt verpresst. Dieses Vorgehen muss möglicherweise bis zur Endteufe fortgesetzt werden. Damit verdoppeln sich die Bohrmeter und der Aufwand für Ein- und Ausbau des Gestänges vervielfacht sich. Mit der Verlängerung der Bauzeit verlängert sich auch die Geräteverhaltung.

Besondere Vorkommnisse während der Arbeiten, z. B. der Verlust einer Bohrung, eines Packers oder Umläufigkeit, sind häufig auf den Baugrund oder das Bauwerk zurückzuführen. Umläufigkeiten sind hydraulische Kurzschlüsse, die entstehen, wenn das Einpressgut am Packer vorbeiläuft, oder in Nachbarbohrungen bzw. unkontrolliert an der Oberfläche austritt. Wenn solche Vorkommnisse bereits in der Ausschreibung berücksichtigt werden, können manche Diskussion und Stillstandszeit auf der Baustelle vermieden werden.

Die beste Lösung, um das Baugrundrisiko zu reduzieren, sind Feldinjektionsversuche gemäß DIN 12715. Zwischen den Versuchen und der späteren Ausführung sollte genügend Zeit und Gelegenheit bleiben, um die Ausschreibung und damit die Preisfindung anzupassen.

5.2 Mengenerfassung

Eine Abrechnung ausschließlich nach Lieferschein reicht nur für sehr kleine und überschaubare Maßnahmen, wenn der Auftraggeber gewillt ist, die Leistung danach abzurechnen. Im Wasserbau reicht dies nicht aus. Eine Undichtigkeit an bzw. unter einer Talsperre ist nicht unbedingt ein wirtschaftliches Problem, weil Wasser verloren geht. Vielmehr verursacht Wasser unter einer Talsperre Auftrieb und reduziert damit die Standicherheit. Daraus entsteht die Forderung, dass ein Dichtungsschleier lückenlos eingebaut werden muss. Eine vollständige Dokumentation der gesamten Injektionsarbeiten hilft bei der Qualitätssicherung und ist natürlich auch Grundlage für Aufmaß und Abrechnung. Zum Aufmaß gehört immer eine kontinuierliche Druck-Mengen-Erfassung der Injektionsarbeiten.

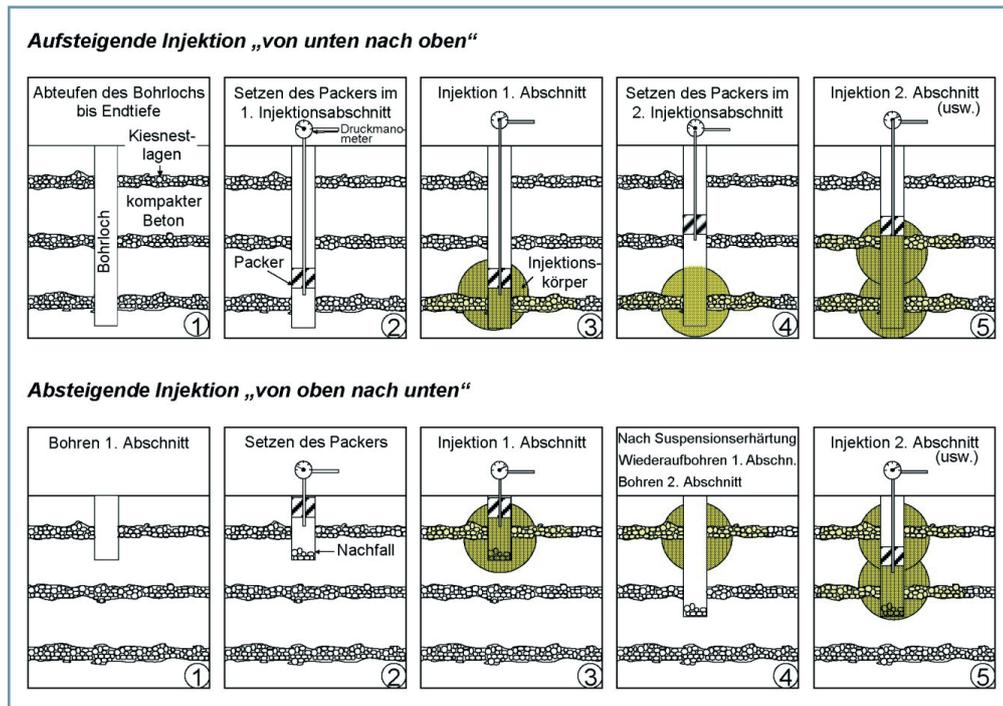


Bild 2 Arbeitsschritte bei Injektionen, Quelle: DWA 506 [8]
oben: Aufsteigende Injektion;
unten: Absteigende Injektion

Bei einer großen Anzahl von Bohrungen, Injektionsabschnitten und Injektionsmengen empfiehlt sich der Einsatz einer speziellen Softwarelösung mit Datenbank (Bild 3 und 4). Auch wenn der Aufwand zu Beginn höher ist, kann eine maßgeschneiderte Datenbank die Auswertung, die Dokumentation, die Erfolgsnachweise und die Abrechnung erheblich vereinfachen.

5.3 Mengenänderung, Verfügbarkeit und Änderung des Injektionsgutes

Vor Injektionsbeginn stellt sich häufig die Frage, welche Aufnahmemengen zu erwarten sind. Der Feldversuch ist eine wichtige Grundlage für Kalkulation und Ausführung. Eine Mengenbegrenzung für die Aufnahmemenge reduziert die Kosten, kann aber auch den Erfolg einer Maßnahme mindern oder einschränken.

Da spezielle Baustoffe extra für eine Maßnahme produziert werden und nur begrenzt lagerfähig sind, sollte dies in der Ausschreibung berücksichtigt werden. Wenn ein Baustoff nicht vollständig auf der Baustelle verbraucht werden kann, entstehen unnötige Kosten für Anschaffung, Transport und Entsorgung.

Wird im Laufe einer Injektionsmaßnahme das Einpressgut oder das Bohrverfahren geändert, muss ein neuer Preis gefunden werden, falls dies nicht bereits in der Ausschreibung berücksichtigt wurde. Nicht hilfreich sind Positionen mit einer Preisangabe für 1 l oder 1 kg eines alternativen Injektionsguts. Ein hoher Literpreis fällt bei der Angebotssumme nicht ins Gewicht, macht aber einen Unterschied, wenn die Menge auf mehrere Kubikmeter steigt.

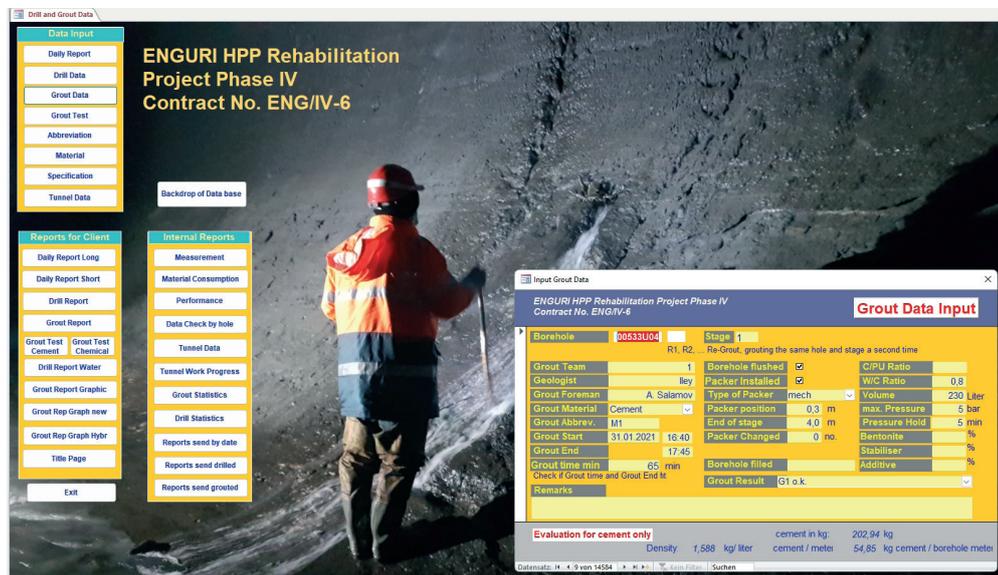


Bild 3 Eingabebeispiel für eine Datenbank

- [7] ABI-Merkblatt, Abdichten von Bauwerken durch Injektion; Hrsg.: Studiengesellschaft für Tunnel und Verkehrsanlagen e. V. – STUVA –, 4. aktual. u. erw. Aufl. 2022
- [8] Merkblatt DWA-M 506 – Injektionen mit hydraulischen Bindemitteln in Wasserbauwerken aus Massivbeton, April 2018
- [9] Merkblatt DWA-M 512-2 - Dichtungssysteme im Wasserbau – Teil 2: Flächenhafte Dichtungen an Massivbauwerken – Dezember 2016
- [10] WTA Merkblatt 5-20 Gelinjektion, 2009
- [11] WTA Merkblatt 4-6-14/D Nachträgliches Abdichten erdberührter Bauteile 11/2014
- [12] WTA Merkblatt 4-7-15/D Nachträgliche mechanische Horizontalsperre, 04/015
- [13] WTA Merkblatt 4-9-19/D Nachträgliches Abdichten und Instandsetzen von Gebäude- und Bauteilsockeln; 11/2019
- [14] WTA Merkblatt 4-10-15/D – Injektionsverfahren mit zertifizierten Injektionsstoffen gegen kapillaren Feuchttransport, 03/2015
- [15] Standardleistungskatalog für den Straßen- und Brückenbau (STLK), Herausgeber: FGSV
- [16] Standardleistungskatalog für den Wasserbau (STLK-W); Herausgeber: BMVI