

Baugrund
Einpressen in den Untergrund
Planung, Ausführung, Prüfung

DIN
4093

Subsoil; grouting of subsoil and substructures; planning, design, testing

Ersatz für Ausgabe 06.62

Sous-sol; injection de coulis dans le sous-sol et des substructures; planification, exécution, essais

Diese Norm wurde in einem gemeinsamen Ausschuß des Fachbereichs Baugrund im NABau und der Deutschen Gesellschaft für Erd- und Grundbau e.V. ausgearbeitet.

Planung, Ausführung und Prüfung des Einpressens in den Untergrund erfordern gründliche Kenntnisse und Erfahrungen mit diesem Bauverfahren. Die einschlägigen Unfallverhütungsvorschriften der Tiefbau-Berufsgenossenschaft sind zu beachten.

Das Einpressen in das Grundwasser oder oberhalb des Grundwassers, wenn es schädliche Auswirkungen auf das Grundwasser haben kann, bedarf einer Erlaubnis nach dem Wasserhaushaltsgesetz. Die nach Landesrecht zuständigen Behörden sind rechtzeitig einzuschalten.

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich und Zweck	2	8 Prüfung und Überwachung	6
2 Begriffe	2	8.1 Kontrolle der Eigenschaften der Ausgangsstoffe und des Einpreßguts	6
2.1 Einpressen	2	8.1.1 Allgemeines	6
2.2 Hohlraum	2	8.1.2 Zementsuspension, Zementpaste, Zementmörtel und Tonzementsuspension	6
2.3 Einpreßgut	2	8.1.3 Silikatgel (Wasserglassysteme)	6
2.4 Einpreßkörper	2	8.1.4 Kunstharz	6
2.5 Einpreß-Reichweite	2	8.2 Prüfung des Einpreßkörpers	6
2.6 Grundsatzprüfung	2	8.3 Prüfung der Festigkeitseigenschaften	7
2.7 Eignungsprüfung	2	8.3.1 Allgemeines	7
2.8 Kontrollprüfung	2	8.3.2 Einpressen in Fels	7
3 Bautechnische Unterlagen	2	8.3.3 Einpressen in Lockergestein	7
4 Allgemeine Anforderungen	2	8.3.3.1 Einpressen von Zementsuspension, Zementpaste, Zementmörtel und Tonzementsuspension	7
5 Vorarbeiten für die Planung	2	8.3.3.1.1 Prüfmethode	7
5.1 Allgemeines	2	8.3.3.1.2 Grundsatzprüfung	7
5.2 Einpreßversuche	3	8.3.3.1.3 Eignungsprüfung	7
5.3 Auswertung der Vorarbeiten und Projektplan	3	8.3.3.1.4 Kontrollprüfung	7
6 Anforderungen an Ausgangsstoffe und Einpreßgut	4	8.3.3.2 Einpressen von Silikatgel	8
6.1 Ausgangsstoffe	4	8.3.3.2.1 Prüfmethode	8
6.1.1 Zement	4	8.3.3.2.2 Grundsatzprüfung	8
6.1.2 Silikatgel (Wasserglassysteme)	4	8.3.3.2.3 Eignungsprüfung	9
6.1.3 Kunstharz	4	8.3.3.2.4 Kontrollprüfung	10
6.1.4 Wasser	4	8.3.3.2.5 Aufbewahrung und Transport der Proben bei der Eignungs- und Kontrollprüfung	10
6.1.5 Zuschlag	4	8.3.3.3 Einpressen von Kunstharz	10
6.1.6 Zusätze	4	8.3.3.4 Einpressen verschiedener Einpreßgüter	10
6.2 Einpreßgut	4	8.4 Prüfung der Durchlässigkeit	10
6.2.1 Allgemeines	4	8.4.1 Allgemeines	10
6.2.2 Zementsuspension, Zementpaste und Zementmörtel	4	8.4.2 Einpressen in Fels	10
6.2.3 Tonzementsuspension	5	8.4.2.1 Prüfmethode	10
6.2.4 Silikatgel (Wasserglassysteme)	5	8.4.2.2 Grundsatz-, Eignungs- und Kontrollprüfung	11
6.2.5 Kunstharz	5	8.4.3 Einpressen in Lockergestein	11
6.2.5.1 Wäßriges System	5	8.4.3.1 Prüfmethode	11
6.2.5.2 Nichtwäßriges System	5	8.4.3.2 Grundsatzprüfung	11
6.2.6 Kombination verschiedener Einpreßgüter	5	8.4.3.3 Eignungsprüfung	11
7 Technik des Einpressens	5	8.4.3.4 Kontrollprüfung	11
7.1 Einpreßverfahren	5	9 Standsicherheitsnachweise für Einpreßkörper im Lockergestein	11
7.2 Anordnung der Bohrungen und Einpreßrohre	5	9.1 Verfestigung	11
7.3 Herstellen der Bohrungen	5	9.1.1 Allgemeines	11
7.4 Einpreßanlagen und Einpreßgeräte	5	9.1.2 Tragfähigkeit	11
7.5 Durchführen des Einpressens	6	9.1.3 Sicherheiten	12
7.5.1 Art und Reihenfolge des zur Anwendung kommenden Einpreßguts	6	9.1.3.1 Verfestigung mit Zementsuspension oder Tonzementsuspension	12
7.5.2 Einpreßort, -menge, -zeit und -druck	6	9.1.3.2 Verfestigung mit Silikatgel	12
		9.2 Abdichtung	13
		Zitierte Normen und andere Unterlagen	13

Fortsetzung Seite 2 bis 14

Normenausschuß Bauwesen (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

1 Anwendungsbereich und Zweck

Diese Norm gilt für die Planung, Ausführung und Prüfung für das Einpressen in Hohlräume des Untergrunds zum Zwecke der **Abdichtung** und/oder **Verfestigung**.

Der verpreßte Teil des Untergrunds kann als Bauteil oder als Untergrund mit verbesserten Eigenschaften angesehen werden. Bei der Lockergesteinsverfestigung wird der Bereich außerhalb des Einpreßkörpers als Baugrund nach DIN 1054 angesehen. Die zulässigen Belastungen für verpreßten Fels richten sich nach DIN 1054, wobei die durch das Verpressen verbesserten Eigenschaften entsprechend der vorliegenden Norm berücksichtigt werden dürfen.

Anmerkung: Diese Norm kann sinngemäß auch angewendet werden für die Sanierung spezieller Tiefbauwerke, z.B. Gewichtsstaumauern.

Diese Norm gilt nicht für das Einpressen in Spannbetonbauteilen und für Verpreßanker. Sie gilt nicht für Bauwerksabdichtungen im Sinne von DIN 18 195 Teil 1.

2 Begriffe

2.1 Einpressen

Einpressen ist das Einbringen von Einpreßgut unter Druck in Hohlräume des Untergrunds.

2.2 Hohlraum

Hohlraum ist der Oberbegriff für natürliche und künstliche Hohlraumstrukturen aller Art:

- in Fels und in festen Tonböden für Klüfte, Spalten, Risse, Poren und kavernöse Strukturen,
- im Lockergestein für Poren,
- zwischen Bauwerk und Untergrund für die Kontaktfuge.

2.3 Einpreßgut

Einpreßgut ist ein pumpbarer Stoff zum Füllen der Hohlräume.

2.4 Einpreßkörper

Der Einpreßkörper umfaßt das Volumen im Untergrund, in dem die beabsichtigte Wirkung (Verfestigung oder Abdichtung) den Anforderungen entsprechend erreicht wurde.

2.5 Einpreß-Reichweite

Einpreß-Reichweite ist die radial gemessene von der Einpreßstelle erreichte Entfernung, bis zu der das eingesetzte Einpreßgut vordringt.

2.6 Grundsatzprüfung

Die Grundsatzprüfung dient dem Nachweis, ob das Einpreßgut unabhängig von der Verwendung im Einzelfall geeignet ist.

2.7 Eignungsprüfung

Die Eignungsprüfung dient dem Nachweis vor Beginn der Bauausführung, ob die Zusammensetzung des Einpreßguts und die Bedingungen für das Einpressen unter den Verhältnissen der betreffenden Baustelle für den jeweiligen Zweck geeignet sind.

2.8 Kontrollprüfung

Die Kontrollprüfung ist der Nachweis, ob der mit Einpreßgut verpreßte Untergrund die in den bautechnischen Unterlagen geforderten Eigenschaften erreicht hat.

3 Bautechnische Unterlagen

Es sind folgende Unterlagen zur Beurteilung der Einpressung erforderlich:

- a) Beschreibung der Baugrund- und Wasserverhältnisse im Bereich des geplanten Einpreßkörpers.
- b) Ausführliche Beschreibung und Darstellung des Einpreßvorhabens, Projektplan.
- c) Nachweis der Eignung des gewählten Einpreßguts für die angetroffenen Untergrundverhältnisse.
- d) Nachweis der Festigkeit und/oder Durchlässigkeit des Einpreßkörpers.
- e) Nachweis der Standsicherheit des Einpreßkörpers.

4 Allgemeine Anforderungen

Art und Eigenschaften des Einpreßguts müssen so beschaffen sein, daß es in Hohlräume des Untergrunds eindringen kann, dort verbleibt und ein dem Verwendungszweck entsprechend dauerhafter Einpreßkörper entsteht. Wenn der Einpreßkörper z.B. extremen oder länger andauernden (2 Jahre) Witterungsbedingungen ausgesetzt wird, sind besondere Schutzvorkehrungen zu treffen.

Bei Einsatz von Silikatgelen oder Kunstharzen, die beim Einpressen eine Beeinträchtigung des Grundwassers verursachen können, sind zu treffende Schutzmaßnahmen (z.B. Abpumpen des Grundwassers oder Abschirmen) mit den zuständigen Behörden abzustimmen.

Sind Aufbrüche und Hebungen infolge des Einpressens klein zu halten, muß eine natürliche oder künstliche Auflast als Widerlager vorhanden sein.

5 Vorarbeiten für die Planung

5.1 Allgemeines

Die Wahl des Einpreßguts ergibt sich aus den Tabellen 1 und 2 in Verbindung mit vorhandenen Aufschlüssen, Erfahrungen und geologischen Karten.

Für die Erkundung des Untergrunds wird auf folgende Normen hingewiesen:

DIN 1054, DIN 4021 Teil 1 bis Teil 3, DIN 4022 Teil 1 bis Teil 3, DIN 4023, DIN 4030, DIN 4123, DIN 18 130 Teil 1, DIN 18 136, DIN 19 700 Teil 10, DIN 19 700 Teil 11 und DIN 19 702.

Falls erforderlich, sind weitergehende Untersuchungen und nötigenfalls Einpreßversuche (siehe Abschnitt 5.2) durchzuführen. Die örtlichen Erkundungen sollen vor allem die Bereiche erfassen, in denen unterschiedliche Verhältnisse für das Einpressen zu erwarten sind.

Vor der Einpressung im Bereich von Bauwerken sind deren Gegebenheiten, soweit sie den Einpreßvorgang beeinflussen oder davon beeinflußt werden, zu untersuchen. Dabei ist der Untergrund auch über die geplante Ausführungstiefe hinaus zu erkunden.

Voruntersuchungen erfolgen durch:

- a) Schürfe,
- b) Bohrungen,
- c) geophysikalische und andere Verfahren,

Anmerkung: Mit den aus den Aufzählungen a) und b) gewonnenen Proben werden die jeweils maßgebenden boden- und felsmechanischen Kenngrößen ermittelt.

- d) Prüfungen der Durchlässigkeit,
- e) Festigkeitsprüfungen,
- f) Probepressungen mit Einpreßgut (im Untergrund oder im Laboratorium),
- g) chemische Analyser

Die Vorarbeiten für die Planung von Einpressungen in den Untergrund setzen die Kenntnis der Eigenschaften von Lockergestein und Fels nach Tabelle 3 voraus.

Tabelle 1. Einsatzmöglichkeiten von Einpreßgut in Lockergestein

		1	2	3	4
	Hohlräume in	Bodenarten nach DIN 4022 Teil 1	Durchlässigkeitsbeiwert k_f m/s	Einpreßgut	Einpreßzweck (Abdichtung A Verfestigung V)
1	Kies Grobsand Kies sandig	G gS Gs	$> 5 \cdot 10^{-3}$	Zementsuspension	V
				Tonzementsuspension	A, V
				Tonsuspension	A
				Tonzementsuspension und Silikatgel	A, V
2	Sand Sand schluffig	S Su	$5 \cdot 10^{-3}$ bis $5 \cdot 10^{-6}$	Tonsuspension	A
				Silikatgel	A, V
				Kunstharz	A, V
3	Feinsand Grobschluff	fS gU	$5 \cdot 10^{-4}$ bis $1 \cdot 10^{-7}$	Silikatgel	A, V
				Kunstharz	A, V

Tabelle 2. Einsatzmöglichkeiten von Einpreßgut in Fels

		1	2
	Öffnungsweiten s der Hohlräume	Einpreßgut	Einpreßzweck (Abdichtung A Verfestigung V)
1	kavernöse Strukturen, Klüfte und Störungszonen $s > 10$ mm	Zementmörtel, Zementpaste, Zementsuspension, Tonzementsuspension, Kunstharz	A, V
2	Klüfte und Risse $100 \text{ mm} > s > 0,1$ mm	Zementsuspension, Tonzementsuspension, Tonzementsuspension und Silikatgel, Kunstharz	A, V
3	Klüfte und Risse $s < 0,1$ mm	Silikatgel, Kunstharz	A, V

5.2 Einpreßversuche

Einpreßversuche sollen bei größeren Bauvorhaben oder bei schwierigen Untergrundverhältnissen vorgenommen werden.

Für Einpreßversuche sollen Anzahl und Anordnung der Bohrlöcher so gewählt werden, daß die Wirkung des Einpressens beurteilt werden kann.

5.3 Auswertung der Vorarbeiten und Projektplan

Die Vorarbeiten sind so auszuwerten, daß ein Projektplan erstellt werden kann. In diesem müssen festgelegt werden:

- erforderliche Ausdehnung des durch Einpressen zu behandelnden Bereichs (Kubatur bzw. Volumen des Einpreßkörpers),
- Art des Einpreßguts,
- Anordnung der Bohrungen oder Einpreßrohre, ihre Anzahl, Längen, Abstände, Richtungen (Winkel gegen geographisch Nord), Neigungen (Winkel gegen die Horizontale) und die Reihenfolge ihrer Ausführungen,

- anzuwendendes Bohrverfahren,
- anzuwendendes Verfahren zum Entfernen der Bohrrückstände, Öffnen und gegebenenfalls Freispülen der Einpreßwege,
- anzuwendendes Einpreßverfahren, Einpreßstufen,
- Einpreßdruck, zu erwartende Einpreßmengen und Einpreßzeiten,
- Einpreßort, Einpreßmengen (Volumen je Zeiteinheit; Volumen je Einpreßabschnitt oder Gewicht der Komponenten),
- Reichweiten des Einpressens,
- erforderliche Festigkeit des Einpreßkörpers und Festlegung der Festigkeitsprüfung bei Verfestigungen,
- Durchlässigkeit des Einpreßkörpers und Art der Durchlässigkeitsprüfungen bei Abdichtungen,
- Auswirkung von Verformungen.

Tabelle 3. Vorkenntnisse über die Untergrundverhältnisse

	1	2	3	4	5
	Vorkenntnisse	Lockergestein und Grundwasser- verhältnisse	Fels		
			Gestein	Gebirge	Wasserverhältnisse
1	Es müssen bekannt sein oder bestimmt werden	- Schichtenfolge und Raumstellung der Schichten - Korngrößenverteilung und Porenanteil - Lagerungsdichte - Grundwasserstand (Schwankungen) - chemische Zusammensetzung des Grundwassers (Angriffe auf Gestein und Einpreßgut), wenn der Verfestigungskörper im Grundwasser ist	- Art (Korngröße, Mineralbestand) - Verwitterungszustand	- Gesteinsgrenzen - Trennflächen (Streichen, Einfallen, Häufigkeit (Abstand), Ausbildung, Verlauf und Kluftweite, Füllung, Belag) - Hohlräume - Durchlässigkeit	- Grundwassersysteme (Vorkommen, Verbreitung, Druckhöhe) - Grundwasserspiegel (Schwankungen) - chemische Zusammensetzung des Grundwassers (Angriffe auf Gestein und Einpreßgut)
2	Es sollten bekannt sein	- Wassergehalt - Wasserdurchlässigkeit - Strömungsrichtung und Geschwindigkeit	- Kornbindung, Raumauffüllung - Zerfall (Luft, Wasser, Frost) - Durchlässigkeit - Festigkeit, Verformbarkeit	- Festigkeit, Verformbarkeit	- Wasserbewegung (Richtung und Geschwindigkeit) - Wassermenge - hydraulische Einflüsse auf das Gebirge infolge der Einpressung - Grundwassertemperatur

6 Anforderungen an Ausgangsstoffe und Einpreßgut

6.1 Ausgangsstoffe

6.1.1 Zement

Für Zementeinpressungen dürfen Zemente nach DIN 1164 Teil 1 sowie bauaufsichtlich zugelassene Zemente verwendet werden. Bei Wässern mit einem Sulfatgehalt von mehr als 400 mg SO_4^{2-} (Sulfationen) je l Wasser oder bei Böden mit einem Sulfatgehalt über 3000 mg SO_4^{2-} je kg lufttrockenen Bodens sind Zemente mit hohem Sulfatwiderstand (HS-Zement nach DIN 1164 Teil 1) zu verwenden.

6.1.2 Silikatgel (Wasserglassysteme)

Silikatgele (Wasserglassysteme) bestehen aus Wasserglas und Härter. Es dürfen nur Wasserglas und Härter mit in einer Werksbescheinigung, Bescheinigung DIN 50 049-2.1 und definierter Qualität verwendet werden, welche bei Einsatz für Verfestigungen die Grundsatzprüfung (siehe Abschnitt 8.3.3.2.2) und Eignungsprüfung (siehe Abschnitt 8.3.3.2.3) bestanden haben.

6.1.3 Kunstharz

Es dürfen nur Kunstharze mit einer Werksbescheinigung, Bescheinigung DIN 50 049-2.1 und definierter Zusammensetzung und Dichte verwendet werden.

6.1.4 Wasser

Trinkwasser ist als Anmachwasser geeignet, Grundwasser und Oberflächenwasser gelten ebenfalls als geeignet, soweit

diese nicht Bestandteile enthalten, die das Erhärten oder andere Eigenschaften unzulässig beeinflussen.

6.1.5 Zuschlag

Der Zuschlag muß DIN 4226 Teil 1 entsprechen.

6.1.6 Zusätze

Die Zusätze (Zusatzstoffe, Zusatzmittel) müssen DIN 1045 oder DIN 4226 Teil 1 entsprechen. Für Schlitzwandtone gilt DIN 4127.

6.2 Einpreßgut

6.2.1 Allgemeines

Art und Zusammensetzung des Einpreßguts sind nach der Beschaffenheit und Aufnahmefähigkeit des Untergrunds und nach den gestellten Anforderungen zu wählen.

6.2.2 Zementsuspension, Zementpaste und Zementmörtel

Zementsuspensionen, Zementpaste und Zementmörtel sind Mischungen aus Zement, Wasser und gegebenenfalls Zuschlägen, Zusatzstoffen (z.B. Gesteinsmehl, Flugasche) und Zusatzmitteln (z.B. Beschleuniger, Verzögerer), deren Mischungsverhältnis und Behandlung aufgrund von Probenmischungen oder Erfahrungen festzulegen sind. Zementsuspensionen mit hohen Wassergehalten sind vor dem Einpressen in Bewegung zu halten, damit sie nicht sedimentieren.

6.2.3 Tonzementsuspension

Tonzementsuspensionen sind Mischungen aus Ton, Zement, Wasser und gegebenenfalls Zusatzstoffen und Zusatzmitteln, deren Mischungsverhältnis und Behandlung aufgrund von Probemischungen oder Erfahrungen festzulegen sind. Suspensionen mit hohen Tongehalten sind auch in Ruhe sedimentationsstabil.

6.2.4 Silikatgel (Wasserglassysteme)

Silikatgele (Wasserglassysteme) sind wäßrige Lösungen von Alkalisilikaten mit gelösten oder emulgierten Härtern, die nach den Verarbeitungsrichtlinien des Herstellers zu behandeln sind. Wasserglassysteme, die zum Entmischen neigen, müssen vor dem Einpressen in Bewegung gehalten werden.

6.2.5 Kunstharz

6.2.5.1 Wäßriges System

Monomere und niedermolekulare Vorkondensate sind durch Zumischen oder Zugabe eines Härters (Katalysator) zur Bildung hochmolekularer, standfester, wasserreicher Gele nach den Angaben des Herstellers zu behandeln und zu verarbeiten.

6.2.5.2 Nichtwäßriges System

Reaktionskunstharze, auch schäumend, meistens aus zwei Komponenten bestehend (Reaktionskomponenten: Monomere und Katalysator oder Prepolymere und Wasser) sind nach den Richtlinien des Herstellers zu behandeln und zu verarbeiten.

6.2.6 Kombination verschiedener Einpreßgüter

Beim Einpressen verschiedener Einpreßgüter dürfen die Kombinationen mit Zement, Silikatgel und Ton verwendet werden.

7 Technik des Einpressens

7.1 Einpreßverfahren

Die Hohlräume sind durch Bohrungen, Einpreßrohre, Einpreßlanzen oder ähnlichem zugänglich zu machen. Abhängig von den Eigenschaften des zu behandelnden Untergrunds und der Bauaufgabe sowie des gewählten Einpreßguts werden folgende Einpreßverfahren genannt:

- Einpressen in ungestützte Bohrlöcher im Fels,
- Einpressen durch Rammlanzen oder Bohrgestänge im nicht standfesten Gebirge oder Lockergestein,
- Einpressen mittels eines gesondert in ein Bohrloch eingeführten Einpreßrohrs (z. B. Manschettenrohr), hauptsächlich im Lockergestein.

Das Einpressen nach den Aufzählungen a) und b) wird in der Regel abschnittsweise von „unten nach oben“, in Sonderfällen von „oben nach unten“ vorgenommen. Das Einpressen von „oben nach unten“ ist durchzuführen, wenn gebirgsbedingte Umläufigkeiten vermieden werden sollen, Einpreßdrücke am Bohrlochkopf nicht aufgenommen werden können oder kein standfestes Bohrloch hergestellt werden kann. Die Länge der Einpreßabschnitte soll beim Einpressen in standfestem Gebirge nicht größer als 5 m sein. In stark klüftigem oder gestörtem Gebirge sind die Einpreßabschnitte zu verkürzen.

In Lockergestein sollen die Einpreßabschnitte nicht größer als 1 m gewählt werden.

7.2 Anordnung der Bohrungen und Einpreßrohre

Die Bohrungen oder Einpreßrohre sind nach Abstand, Tiefe und Richtung so anzuordnen, daß die einzelnen Einpreß-Reichweiten sich überlappen. Dabei ist zu berücksichtigen, daß Bohrungen nicht mehr als 3 % von der planmäßigen Bohr-

lochachse abweichen sollen. Bei gebirgsbedingten Abweichungstendenzen oder bei Bohrtiefen von mehr als 60 m ist die Bohrgenauigkeit den vorliegenden Verhältnissen anzupassen.

In Lockergestein sind die Einpreßstellen umso enger zu setzen, je geringer die Durchlässigkeit des Untergrunds, je größer die Zähigkeit (Viskosität) des Einpreßguts und je niedriger der zulässige Einpreßdruck ist.

In Fels ist der Abstand der Einpreßstellen in den meisten Fällen nach der Raumstellung der maßgebenden Trennflächen und deren Öffnungsweite zu wählen. Um eine möglichst große Anzahl von Trennflächen bezogen auf die Bohrlänge zu schneiden, sind die Bohrungen möglichst senkrecht zu diesen Trennflächen auszurichten. Die ersten Einpreßbohrungen sind in großen Abständen abzuteufen und zu verpressen. Ihre Abweichungen sind durch Vermessung der Bohrlochachse zu ermitteln. Der Einpreßerfolg ist in Zwischenbohrungen zu prüfen. Ist die Durchlässigkeit danach nicht genügend reduziert, sind die Zwischenbohrungen zu verpressen und weitere Zwischenbohrungen abzuteufen und zu prüfen.

7.3 Herstellen der Bohrungen

Die Bohrlöcher können z. B. nach dem Drehbohr-, Schlagbohr- oder Rammverfahren mit oder ohne Verrohrung hergestellt werden. Bei Lockergestein kommt gegebenenfalls statt der Verrohrung Dickspülung in Betracht.

Ein großer Bohrl Lochdurchmesser erschließt mehr Eintrittsöffnungen für das Einpreßgut. Deshalb sind bei Bohrungen über 10 m Tiefe im Fels Bohrdurchmesser unter 45 mm nicht zu empfehlen. Während des Bohrens im Fels ist anfallendes Bohrklein ständig durch kräftiges Spülen, Ausblasen oder Absaugen zu entfernen.

Im Gebirge sind vor einer Durchlässigkeitsprüfung und vor dem Einpressen in jedem Abschnitt die Bohrlöcher, in Sonderfällen wechselseitig mit Druckwasser oder einem Gemisch von Druckwasser und Druckluft, gegebenenfalls auch mit geeigneten lösenden Zusätzen, gründlich auszuwaschen; ausgenommen sind Gebirge, welche sich unter Wassereinwirkung nachteilig verändern.

7.4 Einpreßanlagen und Einpreßgeräte

Die Anlagenteile und Geräte sind hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit der Aufgabe entsprechend zu dimensionieren und aufeinander abzustimmen.

Die Anlagenteile müssen so ausgebildet sein, daß schädliche Einwirkungen auf die Ausgangsstoffe ausgeschlossen sind.

In Dosiereinrichtungen müssen Feststoffe durch Wägung und Flüssigkeiten durch Wägung oder Volumenbestimmung auf 3 % der jeweiligen Charge gemessen werden.

Die Mischer müssen so gewählt sein, daß nach der vorgesehenen Mischdauer eine gleichmäßige Durchmischung erreicht wird.

In den Vorratsbehältern für das fertige Einpreßgut müssen Vorrichtungen vorhanden sein, die sicherstellen, daß innerhalb der Aufenthaltsdauer die Eigenschaften des Einpreßguts nicht unzulässig verändert werden (z. B. Rührwerke gegen Entmischung, Absicherung gegen schädliche Einwirkungen).

Einpreßpumpen müssen so eingerichtet sein, daß ein vorbestimmter Druck erreicht und gleichmäßig eingehalten werden kann. Druckmeßeinrichtungen sind an der Pumpe oder am Bohrlochkopf, bei langen Einpreßleitungen an beiden Stellen anzubringen. Die Leistungen der Pumpen sind so auszulegen, daß genügend Einpreßgut innerhalb einer vorgesehenen Zeit eingepreßt werden kann.

Die gewichtsmäßige oder volumenmäßige Zugabe der Ausgangsstoffe für das Mischgut soll automatisch vorgenommen werden, anderenfalls sind die einzelnen Zugabemengen aufzuzeichnen.