

Baugrund	DIN 4093
Einpressen in den Untergrund Planung, Ausführung, Prüfung	

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.

Jede Art der Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutschen Institut für Normung e.V., Berlin, gestattet.

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 Spannkanele von 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) Probeeinpressungen 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 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.