

	Kenn- größe	Einheit	Messgeräte/ -verfahren	Anwend- bare Norm	Anwen- dung	Chemi- sches Injek- tionsgut	Zement- haltige Suspen- sion	Mörtel	Bemer- kungen
7	Ausblut- rate (Sedi- menta- tions- rate)	[%]	transparenter Messzylinder	N/V	Labor und Baustelle	N	A	A	siehe R6
8	Stabilität unter Druck (Wasser- rückhal- tekapazi- tät)	[kpf = min ^{-0,5}]	Filterpresse (niedr. Druck)	ISO 10414-1	Labor und Baustelle	N/V	A	A	siehe R7
9	Konsis- tenz (Ausbrei- tung)	[mm]	Ausbreitver- suchsanord- nung (Abrams- Trichter)	EN 12350-2 [3]	Labor und Baustelle	N	N	A	siehe R8
10	Abbinde- dauer	[h/min/ s]	umgestülptes Becherglas Gelmesser Vicat- oder Gillmore- Prüfgerät	N/V N/V N/V	Labor und Baustelle Labor Labor	A A N	A A A	N N N	siehe R9
11	Mecha- nische Festig- keit	[h/min/ s]	Flügelson- denversuch, einaxialer und dreiaxia- ler Druck- versuch	N/V	Labor	A	A	A	siehe R10
12	Bestän- digkeit	N/V	Nadelloch- prüfung, Durchlässig- keitsprüfung über die Zeit, chemische Analyse	N/V	Labor	A	A	A	siehe R11
13	Eindring- stabilität	Mm	Saugfiltra- tionseinrich- tung usw.	EN 14497 [4]	Labor	N	A	N	siehe R12
N/V = nicht verfügbar N = nicht anwendbar/nicht allgemein verwendet A = anwendbar									

(R1) Die rheologischen Eigenschaften eines Injektionsguts dürfen mit den folgenden Messgeräten bestimmt werden:

- Marsh-Trichter oder Fließtrichter (scheinbare Viskosität);
- Rotationsviskosimeter (Viskosität und Kohäsion);
- Kohäsionsmessplatte (relative Kohäsion) oder gleichwertiges Verfahren.

In den technischen Spezifikationen sollte die Art der Prüfung und die Häufigkeit der Durchführung vor Ort festgelegt werden.

(R2) Die Marsh-Viskosität kann in s/l anstelle des traditionellen s/qt einer Gallone (943 ml) angegeben werden.

Die Lufttemperatur, die Temperatur des Injektionsguts, die Größe der Öffnung und das Ausfließvolumen sind anzugeben. Der erhaltene Wert ist eine Funktion von Dichte, Viskosität und Kohäsion: Dabei sollte beachtet werden, dass verschiedene Kombinationen von Dichte, Viskosität und Fließgrenze die gleiche Ausfließzeit ergeben können.

(R3) Mörtel, die feine Zuschlagstoffe mit einer Korngröße unter 2,36 mm (Sieb Nr. 8) enthalten, können mit einem Fließtrichter (ASTM C939) geprüft werden. Dieses Prüfverfahren ist für Injektionsgut mit einer Ausflusszeit von 35 s oder weniger vorgesehen.

Mörtel für Verdichtungsinjektion ist nicht betroffen (siehe R7).

(R4) Die Viskosität darf für eine gegebene Drehzahl oder ein gegebenes Drehmoment bestimmt werden. Die plastischen rheologischen Kenngrößen nach Bingham können einfach aus den bei 600 und 300 1/min auf dem Viskosimeter angezeigten Werten berechnet werden. Die Fließgrenze (Kohäsion) kann aus den angezeigten Messwerten auch direkt in Pa berechnet werden. Die Lufttemperatur und die Temperatur des Injektionsguts sind anzugeben.

(R5) Vor Ort darf die relative Kohäsion mit der Lombardi-Kohäsionsplatte bestimmt werden: Sie besteht aus einer 100 mm × 10 mm Stahlplatte mit einer Dicke von 3 mm. In beide Seiten der Platte sind Rillen gefräst, um ihr eine raue Oberfläche zu verleihen. Die Platte wird in das Injektionsgut eingetaucht; das Gewicht des an der Platte haftenden Injektionsguts wird durch die Fläche der Platte (200 cm²) dividiert, um das Gewicht pro Flächeneinheit zu errechnen, das wiederum durch das spezifische Gewicht des Injektionsguts dividiert wird, um die Dicke des Injektionsguts zu bestimmen, das der Platte anhaftet. Diese Dicke umgerechnet in mm wird üblicherweise als „relative Kohäsion“ bezeichnet.

Die Kohäsion darf auch mithilfe eines Fließstabs bestimmt werden: Es handelt sich um einen Holzstab mit festgelegter Geometrie und Gewicht, der in der Suspension sinken gelassen wird, bis er zum Stillstand kommt. Die Tiefe wird gemessen und die Kohäsion kann anhand eines Diagramms, basierend auf der Dichte des Injektionsguts, bestimmt werden.

(R6) Die Ausblutrate (Sedimentationsrate) ist mit einem Messzylinder mit 1 000 ml Fassungsvermögen und einem Innendurchmesser von 60 mm zu bestimmen. In den technischen Spezifikationen sollten die Fristen für die Prüfung (Stunden) festgelegt werden.

(R7) Die Stabilität unter Druck kann mit einer Filterpresszelle über das Volumen bestimmt werden. Nach der entsprechenden Norm (ISO 10414-1) beträgt die Prüfdauer 30 min. Da bei einem Injektionsgut die Filtration unter Druck in weniger als 30 min abgeschlossen sein kann, ist die Prüfdauer aufzuzeichnen und zu berücksichtigen.

Das Prüfergebnis wird als „Druckfiltrationsfaktor“ bezeichnet.

$$K_{pf} = V_f/V_g \times \sqrt{V}(\text{min}^{-0,5})$$

wobei

V_f dem gefilterten Wasser (Wasserverlust);

V_g dem Volumen des in die Filterpresszelle eingefüllten Injektionsguts; und

t der Zeit (Minuten); d. h. die Dauer der Prüfung,

entspricht. Je niedriger der Koeffizient, desto höher die Stabilität unter Druck.

(R8) Die Prüfung gilt nur für Mörtel, die für Verdichtungsinjektionen verwendet werden.

(R9) Die Lufttemperatur und die Temperatur des Injektionsguts sind anzugeben. Je nach Art des Injektionsguts und der Injektionsanwendung können unterschiedliche Prüfungen zur Bestimmung dieser Eigenschaft eingesetzt werden:

- den Prüfbecher kippen oder umdrehen und dabei darauf achten, ab wann sich das Injektionsgut nicht mehr wie eine Flüssigkeit verhält;
- das Prüfgefäß leicht schütteln, um zu sehen, ob sich der Mörtel oder das Gel von den Seitenwänden ablöst;
- vereinfachter Durchdringungsversuch beispielsweise mit einem Gelmesser oder einem Gillmore- oder Vicat-Prüfgerät. Die zu verwendenden Geräte und die zu erreichenden Werte sind in der Planung anzugeben.

(R10) In den technischen Spezifikationen sollten die Abmessungen der zu prüfenden Proben, die Prüffrist und die Prüfbedingungen (angewendete Spannungsrate/angewendete Verformung) festgelegt werden. Das je nach Art des Injektionsguts geeignete Gerät und Prüfverfahren ist anzuwenden. In der Regel kann chemisches Injektionsgut nur dann geprüft werden, wenn die Probe mit einer Mischung aus chemischem Injektionsgut und Sand hergestellt wird (die Art und Korngröße des Sandes und sein Anteil im Verhältnis zum rein chemischen Injektionsgut sollten angegeben werden).

(R11) Die chemische und mechanische Beständigkeit eines Injektionsguts, auch im ausgehärteten Zustand, sollte unter Berücksichtigung der *In-Situ*-Grundwasserbedingungen (wie chemische Zusammensetzung und pH-Wert) untersucht werden.

Die Durchlässigkeitsprüfungen können in einem Permeameter mit flexibler Wand (dreiaxiale Zelle) nach ASTM 5084 durchgeführt werden.

Die mechanische Stabilität kann in einem Durchflussversuch bestimmt werden, bei dem Wasser durch eine Bohrung in einer Probe des ausgehärteten Injektionsguts strömt (Nadellochversuch, ASTM D4647 [5]) und die in einem Behälter gesammelte Stoffmenge nach dem Versuch gewogen wird.

Die chemische Beständigkeit kann durch einen Mahlversuch bestimmt werden, bei dem die Probe fein gemahlen, in aggressives Grundwasser gegeben und nach einigen Tagen das Volumen gemessen wird.

Diese Prüfungsarten sind spezifisch und werden in der Regel nur bei Bedarf während der Mischungsplanungsphase im Labor durchgeführt.

[R12] Ziel der Prüfung (EN 14497:2004 [4]) ist die Messung der Fähigkeit eines zementgebundenen Injektionsguts, Verengungen im Fließweg zu überwinden und in Risse ohne Verklumpung einzudringen. Das zementgebundene Injektionsgut wird in eine Filterpresse eingesogen und anschließend in ein Messgefäß gepresst. Die Menge, die den Filter passiert, wird gemessen und als Maß für die Filtrationsbeständigkeit erfasst. Der Filter besteht aus Drahtgewebe. Das Gewebe muss eine Maschenweite von 32 μm , 45 μm , 75 μm , 100 μm oder 125 μm aufweisen, abhängig von der erwarteten Leistung des zu prüfenden Produkts.

Literaturhinweise

- [1] EN 934-2, *Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel — Teil 2: Betonzusatzmittel — Definitionen, Anforderungen, Konformität, Kennzeichnung und Beschriftung*
- [2] EN 934-5, *Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel — Teil 5: Zusatzmittel für Spritzbeton — Begriffe, Anforderungen, Konformität, Kennzeichnung und Beschriftung*
- [3] EN 12350-2:2009, *Prüfung von Frischbeton — Teil 2: Setzmaß*
- [4] EN 14497:2004, *Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken — Prüfverfahren — Bestimmung der Eindringstabilität*
- [5] ASTM D4647:2013, *Standard Test Methods for Identification and Classification of Dispersive Clay Soils by the Pinhole Test — ASTM International*

English Version

Execution of special geotechnical work - Grouting - Grouting

Execution des travaux géotechniques spéciaux -
Injection - Injection

Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau -
Injektionen - Injektionen

This draft European Standard is submitted to CEN members for enquiry. It has been drawn up by the Technical Committee CEN/TC 288.

If this draft becomes a European Standard, CEN members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration.

This draft European Standard was established by CEN in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CEN member into its own language and notified to the CEN-CENELEC Management Centre has the same status as the official versions.

CEN members are the national standards bodies of Austria, Belgium, Bulgaria, Croatia, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, Former Yugoslav Republic of Macedonia, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, Serbia, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey and United Kingdom.

Recipients of this draft are invited to submit, with their comments, notification of any relevant patent rights of which they are aware and to provide supporting documentation.

Warning : This document is not a European Standard. It is distributed for review and comments. It is subject to change without notice and shall not be referred to as a European Standard.



EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION
EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG

CEN-CENELEC Management Centre: Rue de la Science 23, B-1040 Brussels

Contents

	Page
European foreword	3
1 Scope.....	4
2 Normative references.....	4
3 Terms and definitions	5
4 Information needed for the execution of work.....	8
4.1 General.....	8
4.2 Specific information.....	8
5 Geotechnical investigation	9
5.1 General.....	9
5.2 Specific requirements	9
5.3 Field grouting tests and field tests	10
6 Materials and products.....	10
6.1 General.....	10
6.2 Grout materials.....	10
6.3 Grouts.....	11
7 Execution design	13
7.1 General.....	13
7.2 Execution design basis and objectives	13
7.3 Grouting principles and methods	14
7.4 Grout.....	17
7.5 Grout placement.....	18
7.6 Monitoring and control criteria.....	20
8 Execution	20
8.1 General.....	20
8.2 Drilling.....	21
8.3 Grout preparation.....	21
8.4 Grout placement.....	22
8.5 Grouting sequences.....	24
9 Supervision, testing and monitoring	24
9.1 General.....	24
9.2 Testing	24
9.3 Monitoring and control.....	25
10 Works preparation.....	26
10.1 General.....	26
10.2 Documents produced on site	27
11 Special aspects (environment, site safety)	28
11.1 General.....	28
11.2 Health and safety	28
11.3 Environmental protection	28
Annex A (informative) Glossary.....	30
Annex B (informative) Grout types —Processes and their characterizing.....	39
ANNEX C (informative) Measurement of grout parameters.....	42
Bibliography	46

European foreword

This document (prEN 12715:2019) has been prepared by Technical Committee CEN/TC 288 “Execution of special geotechnical works”, the secretariat of which is held by AFNOR.

This document is currently submitted to the CEN Enquiry.

This document will supersede EN 12715:2000.

The general scope of TC 288 is the standardization of the execution procedures for geotechnical works (including testing and control methods) and of the required material properties. WG18 has been charged to revise EN 12715:2000, with the subject area of grouting.

The design, planning and execution of grouting call for experience and knowledge in this specialized field. The execution phase requires skilled and qualified personnel and the present document cannot replace the expertise of specialist contractor.

The document has been prepared to complement EN 1997-1, Eurocode 7: Geotechnical design – Part 1: General rules and EN 1997-2, Eurocode 7 – Geotechnical design – Part 2: Ground investigation and testing.

Until EN 1997-3 is published, the design of grouting works is not clearly defined. In particular, the boundary between design under the proposed EN 1997-3 and design as part of the execution of grouting works has not been determined. This document has, therefore, adopted a distinction between execution design, i.e. the design of grouting methodology and the other phases of design.

Clause 7 “Execution Design” of this document expands on design only where necessary for the execution.

This document provides coverage of the construction and supervision requirements for grouting works.

1 Scope

This document is applicable to the execution, testing and monitoring of geotechnical grouting work.

Grouting for geotechnical purposes (geotechnical grouting) is a process in which the remote placement of a pumpable material in the ground is indirectly controlled by adjusting its rheological characteristics and by the manipulation of the placement parameters (pressure, volume and the flow rate).

The following principles and methods of geotechnical grouting are covered by this document:

- displacement grouting (compaction and compensation grouting);
- grouting without displacement of the host material (permeation, fissure/rock grouting, bulk filling).

The principal objectives of geotechnical grouting are:

- the modification of the hydraulic/hydrogeological characteristics the ground;
- the modification of the mechanical properties of the ground;
- the filling of natural cavities, mine workings, voids adjacent to structures;
- inducing displacement to compensate for ground loss or to stabilize and lift footings, slabs and pavements.

Specialized grouting activities, generally associated with structural and/or emergency works, are not covered by this document.

The execution, testing and monitoring of jet grouting work is not covered by this document and is covered by EN 12716.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

EN 1997-1, *Eurocode 7: Geotechnical design — Part 1: General rules*

EN 1997-2, *Eurocode 7 — Geotechnical design — Part 2: Ground investigation and testing*

EN 197-1:2011, *Cement — Part 1: Composition, specifications and conformity criteria for Common cements*

EN 197-2, *Cement — Part 2: Conformity evaluation.*

EN 934-1, *Admixtures for concrete, mortar and grout — Part 1: Common requirements*

EN 934-3, *Admixtures for concrete, mortar and grout — Part 3: Admixtures for masonry Mortar — Definitions, requirements, conformity, marking and labelling*

EN 934-4, *Admixtures for concrete, mortar and grout — Part 4: Admixtures for grout for prestressing tendons — Definitions, requirements, conformity, marking and labelling*

EN 934-6, *Admixtures for concrete, mortar and grout — Part 6: Sampling, assessment and verification of the constancy of performance*

EN 480-1, *Admixtures for concrete, mortar and grout — Part 1: Test methods. Reference concrete and reference mortar for testing*

EN 480-2, *Admixtures for concrete, mortar and grout — Part 2: Test methods. Determination of setting time*

EN 480-4, *Admixtures for concrete, mortar and grout — Part 4: Test methods. Determination of bleeding of concrete*

EN 480-5, *Admixtures for concrete, mortar and grout — Part 5: Test methods. Determination of capillary absorption*

EN 480-6, *Admixtures for concrete, mortar and grout — Part 6: Test methods. Infrared analysis*

EN 480-8, *Admixtures for concrete, mortar and grout — Part 8: Test methods. Determination of the conventional dry material content*

EN 480-10, *Admixtures for concrete, mortar and grout — Part 10: Test methods. Determination of water soluble chloride content*

EN 480-11, *Admixtures for concrete, mortar and grout — Part 11: Test methods. Determination of air void characteristics in hardened concrete*

EN 480-12, *Admixtures for concrete, mortar and grout — Part 12: Test methods. Determination of the alkali content of admixtures*

EN ISO 22282-2, *Geotechnical investigation and testing — Geohydraulic testing — Part 2: Water permeability tests in a borehole using open systems (ISO 22282-2)*

EN ISO 22282-3, *Geotechnical investigation and testing — Geohydraulic testing — Part 3: Water pressure tests in rock (ISO 22282-3)*

EN 16228-6, *Drilling and foundation equipment. — Safety — Part 6: Jetting, grouting and injection equipment*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

NOTE The definitions given in this chapter cover only the most important terms involved in geotechnical grouting. Further definitions are given in the glossary in Annex A.

3.1

bulk filling

placement of grout to fill subterranean cavities

3.2

compaction grouting

displacement grouting method which is the injection of a low slump mortar into the soil to compact/densify it by expansion alone