

**DIN EN ISO 22282-1**

ICS 13.080.40; 93.020

**Geotechnische Erkundung und Untersuchung –  
Geohydraulische Versuche –  
Teil 1: Allgemeine Regeln (ISO 22282-1:2012);  
Deutsche Fassung EN ISO 22282-1:2012**

Geotechnical investigation and testing –  
Geohydraulic testing –  
Part 1: General rules (ISO 22282-1:2012);  
German version EN ISO 22282-1:2012

Reconnaissance et essais géotechniques –  
Essais géohydrauliques –  
Partie 1: Règles générales (ISO 22282-1:2012);  
Version allemande EN ISO 22282-1:2012

Gesamtumfang 33 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN  
Normenausschuss Wasserwesen (NAW) im DIN

## **Nationales Vorwort**

Dieses Dokument (EN ISO 22282-1:2012) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 341 „Geotechnische Erkundung und Untersuchung“ (Sekretariat: ELOT, Griechenland) in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee ISO/TC 182/SC 1 „Geotechnical investigation and testing“ erarbeitet.

Der zuständige deutsche Spiegelausschuss im DIN ist der Arbeitsausschuss NA 005-05-11 AA „Bohr- und Entnahmeverfahren, Grundwassermessungen (SpA zu CEN/TC 341/WG 1)“ im Normenausschuss Bauwesen (NABau).

Deutsche Fassung

Geotechnische Erkundung und Untersuchung —  
Geohydraulische Versuche —  
Teil 1: Allgemeine Regeln  
(ISO 22282-1:2012)

Geotechnical investigation and testing —  
Geohydraulic testing —  
Part 1: General rules  
(ISO 22282-1:2012)

Reconnaissance et essais géotechniques —  
Essais géohydrauliques —  
Partie 1: Règles générales  
(ISO 22282-1:2012)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 31. Mai 2012 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum des CEN-CENELEC oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

## Inhalt

|                                                                                                             | Seite |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Vorwort .....                                                                                               | 3     |
| Einleitung.....                                                                                             | 4     |
| 1 Anwendungsbereich .....                                                                                   | 5     |
| 2 Normative Verweisungen .....                                                                              | 5     |
| 3 Begriffe und Symbole.....                                                                                 | 6     |
| 3.1 Begriffe .....                                                                                          | 6     |
| 3.2 Symbole .....                                                                                           | 8     |
| 4 Ausrüstung .....                                                                                          | 9     |
| 4.1 Allgemeines .....                                                                                       | 9     |
| 4.2 Stützsystem für den Versuchsabschnitt .....                                                             | 9     |
| 4.3 Messrohr .....                                                                                          | 9     |
| 4.4 Abgrenzung des Versuchsabschnitts .....                                                                 | 9     |
| 4.5 Mess- und Aufzeichnungsgeräte .....                                                                     | 10    |
| 4.5.1 Messgeräte für den Wasserstand .....                                                                  | 10    |
| 4.5.2 Messgeräte für die Durchflussrate.....                                                                | 10    |
| 4.5.3 Aufzeichnungsgeräte .....                                                                             | 10    |
| 4.6 Zusätzliche Ausrüstung .....                                                                            | 10    |
| 4.7 Kalibrierung.....                                                                                       | 11    |
| 5 Planung der geohydraulischen Erkundung und Untersuchung .....                                             | 11    |
| 5.1 Allgemeines .....                                                                                       | 11    |
| 5.2 Auswahl der Versuchsorte .....                                                                          | 12    |
| 5.3 Auswahl des Verfahrens .....                                                                            | 12    |
| 5.3.1 Allgemeines .....                                                                                     | 12    |
| 5.3.2 Wasserdurchlässigkeitsversuche in einem Bohrloch unter Anwendung offener Systeme .....                | 17    |
| 5.3.3 Wasserdurchdrückversuch in Fels .....                                                                 | 17    |
| 5.3.4 Pumpversuche .....                                                                                    | 18    |
| 5.3.5 Infiltrationsversuche .....                                                                           | 19    |
| 5.3.6 Wasserdurchlässigkeitsversuche in einem Bohrloch unter Anwendung geschlossener Systeme .....          | 19    |
| 6 Vorbereitung des Versuchsabschnitts und Einbau der Ausrüstung .....                                       | 20    |
| 6.1 Anforderungen an das Bohren und die Versuchsabschnitte .....                                            | 20    |
| 6.2 Einbau des Filters .....                                                                                | 20    |
| 6.3 Überprüfen des Einbaus .....                                                                            | 20    |
| 6.4 Sicherheitsanforderungen .....                                                                          | 20    |
| 6.5 Außerbetriebnahme .....                                                                                 | 21    |
| 6.5.1 Allgemeines .....                                                                                     | 21    |
| 6.5.2 Außerbetriebnahme der Bohrlöcher .....                                                                | 21    |
| 6.5.3 Außerbetriebnahme der an der Oberfläche befindlichen Anlagen .....                                    | 21    |
| 6.6 Die Versuchsergebnisse beeinflussende Faktoren .....                                                    | 21    |
| 6.6.1 Allgemeines .....                                                                                     | 21    |
| 6.6.2 Viskosität des Fluids .....                                                                           | 22    |
| 6.6.3 Schichtung und Klüfte .....                                                                           | 22    |
| 6.6.4 Variable Grundwasserspiegel .....                                                                     | 22    |
| Anhang A (informativ) Beispiele für die mögliche Abgrenzung des Versuchsabschnitts und Stützverfahren ..... | 23    |
| Anhang B (informativ) Beispiele für Geometriefaktoren .....                                                 | 29    |
| Literaturhinweise .....                                                                                     | 31    |

## Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 22282-1:2012) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 341 „Geotechnische Erkundung und Untersuchung“, dessen Sekretariat von ELOT gehalten wird, in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee ISO/TC 182 „Geotechnics“ erarbeitet.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis spätestens Dezember 2012, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Dezember 2012 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder] CENELEC sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

EN ISO 22282 besteht aus den folgenden Teilen unter dem Haupttitel *Geotechnische Erkundung und Untersuchung — Geohydraulische Versuche*:

- *Teil 1: Allgemeine Regeln*
- *Teil 2: Wasserdurchlässigkeitsversuche in einem Bohrloch unter Anwendung offener Systeme*
- *Teil 3: Wasserdruckversuche in Fels*
- *Teil 4: Pumpversuche*
- *Teil 5: Infiltrometerversuche*
- *Teil 6: Wasserdurchlässigkeitsversuche im Bohrloch unter Anwendung geschlossener Systeme*

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

## Einleitung

Die EU-Wasserrahmenrichtlinie verlangt von den Mitgliedsstaaten, dass diese ihre Aktivitäten zum Schutz des Grundwassers und des Oberflächensüßwassers sowohl quantitativ als auch qualitativ verstärken [11]. Gleichzeitig verlangt die Gesellschaft nach mehr Wasser und somit nach einer größeren Anzahl und tiefer unter dem Grundwasserspiegel gelegenen Bauwerken. Darüber hinaus ist es möglich, dass als Ergebnis des Klimawandels der Meeresspiegel ansteigt. Dieser Widerspruch verlangt von den Ingenieuren, die an Bauprojekten unter dem Grundwasserspiegel arbeiten, zuverlässigere Vorhersagen zu den Auswirkungen derartiger Bauwerke auf die Bedingungen des Grundwassers zu treffen. Dies kann teilweise durch die bessere Beurteilung der Durchlässigkeit des Baugrunds mit Hilfe von Feldversuchen erreicht werden, wie sie in EN 1997-1:2004, 3.3.9.1, gefordert werden. EN 1997-2:2007 enthält folgende Bestimmungen, Anforderungen und Empfehlungen:

### „2.1.4 Grundwasser -

- (1) Grundwasseruntersuchungen müssen alle wichtigen Informationen liefern, die für die geotechnische Bemessung und das Bauen benötigt werden.
- (2) Grundwasseruntersuchungen sollten, falls erforderlich, folgende Informationen liefern über:
  - die Tiefe, die Mächtigkeit, die Ausdehnung und die Durchlässigkeit der wasserführenden Horizonte in Poren- und Kluftgrundwasserleitern;
  - die Höhenlage des freien Grundwasserspiegels oder die Druckhöhe wasserführender Schichten, die zeitliche Entwicklung und die aktuellen Grundwasserstände mit den möglichen Extremwerten und ihren jährlichen Überschreitungswahrscheinlichkeiten;
  - die Verteilung des Porenwasserdruckes;
  - die chemische Zusammensetzung und Temperatur des Grundwassers.
- (3) Die Untersuchungsergebnisse sollten ausreichen, um — falls erforderlich — folgende Gesichtspunkte zu bewerten:
  - Möglichkeit zur Grundwasserabsenkung;
  - mögliche schädliche Auswirkungen des Grundwassers auf Abgrabungen oder Böschungen (z. B. Gefahr von hydraulischem Grundbruch, übermäßigem Strömungsdruck oder Erosion);
  - jede Art von Maßnahmen, die zum Schutz des Bauwerkes erforderlich sind (z. B. Grundwasserabdichtung, Entwässerung und Maßnahmen gegen aggressives Wasser);
  - Auswirkungen von Grundwasserabsenkung, Trockenlegung, Wasseraufstau usw. auf die Umgebung;
  - das Aufnahmevermögen des Untergrundes von während der Bauarbeiten zugeführtem Wasser;
  - Eignung des örtlichen Grundwassers für bautechnische Zwecke aufgrund seiner chemischen Zusammensetzung.“

## 1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von ISO 22282 behandelt die allgemeinen Regeln und Grundsätze für geohydraulische Versuche in Locker- und Festgesteinen als Teil der geotechnischen Erkundung nach EN 1997-1 und EN 1997-2. Er definiert Begriffe und legt Anforderungen an die Ermittlung der Durchlässigkeit von Locker- und Festgesteinen fest.

Die verschiedenen Zwecke von geohydraulischen Versuchen bestehen darin, Informationen zur Durchlässigkeit von Locker- und Festgesteinen im natürlichen oder behandelten Zustand, zur Transmissivität und zum Speicherkoeffizienten sowie zu den hydrodynamischen Parametern von Grundwasserleitern zu gewinnen.

Geohydraulische Versuche werden zu vielen Zwecken eingesetzt, beispielsweise den folgenden:

- a) Absorptionsvermögen und Wirksamkeit der Verpressung im Untergrund;
- b) Beurteilung der Versickerung und der Entwässerung;
- c) Beurteilung der Grundwasserabsenkung;
- d) Auswirkungen der Dichtungen für Talsperren;
- e) Auswirkungen von Tunnel- und Schachtabenkungen;
- f) Überprüfung der Dichtigkeit von Verfüllungen oder Abdeckungen;
- g) Beurteilung des Durchflusses von Fluiden und Suspensionen im Baugrund;
- h) Planung von Instandsetzungsmaßnahmen.

ANMERKUNG 1 Geohydraulische Versuche für die Wasserversorgung werden durch ISO 14686 abgedeckt.

ANMERKUNG 2 Für die meisten Arten des Baugrunds ergeben Feldversuche zur Durchlässigkeit zuverlässigere Daten als im Laboratorium durchgeführte Versuche, da ein größeres Materialvolumen untersucht wird und da der Baugrund vor Ort geprüft wird, so dass die Auswirkungen der Konstruktion auf die Masse des Baugrunds mit einbezogen werden, die mit der Probenahme verbundenen Störungen jedoch vermieden werden.

Dieser Teil von ISO 22282 behandelt die Durchführung von Versuchen mit Grundwasser; andere Fluide und Suspensionen werden nicht explizit betrachtet. Der Durchfluss anderer Fluide und Suspensionen kann durch Ansetzen der verschiedenen Viskositäten und Zusammenhänge zwischen Transmissivität, Durchlässigkeitsbeiwert und intrinsischer Durchlässigkeit berücksichtigt werden.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 14688-1, *Geotechnical investigation and testing — Identification and classification of soil — Part 1: Identification and description*

ISO 14689-1, *Geotechnical investigation and testing — Identification and classification of rock — Part 1: Identification and description*

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

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

ISO 22282-4, *Geotechnical investigation and testing — Geohydraulic testing — Part 4: Pumping tests*

ISO 22282-5, *Geotechnical investigation and testing — Geohydraulic testing — Part 5: Infiltrometer tests*

ISO 22282-6, *Geotechnical investigation and testing — Geohydraulic testing — Part 6: Water permeability tests in a borehole using closed systems*

ISO 22475-1:2006, *Geotechnical investigation and testing — Sampling methods and groundwater measurements — Part 1: Technical principles for execution*

EN 1990, *Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung*

EN 1997-1:2004, *Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik — Teil 1: Allgemeine Regeln*

EN 1997-2:2007, *Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik — Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds*

### **3 Begriffe und Symbole**

#### **3.1 Begriffe**

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 1990, EN 1997-1, EN 1997-2 und ISO 22475-1 und die folgenden Begriffe.

##### **3.1.1**

##### **Durchflussrate**

das je Zeiteinheit dem Versuchsabschnitt zugeführte oder aus diesem abgeflossene Wasservolumen

##### **3.1.2**

##### **hydraulische Druckhöhe**

Summe von statischer Druckhöhe und Druckhöhe

##### **3.1.3**

##### **Versuchsabschnitt**

Abschnitt in einem Bohrloch, in dem der Versuch durchgeführt wird

##### **3.1.4**

##### **Skin-Effekt**

Auswirkungen der Wand des Versuchsabschnitts auf den Versuch

##### **3.1.5**

##### **Durchlässigkeitsbeiwert**

Durchflussrate geteilt durch Fläche

##### **3.1.6**

##### **Transmissivität**

Produkt aus dem Durchlässigkeitsbeiwert und der Mächtigkeit des gesättigten Grundwasserleiters

##### **3.1.7**

##### **Speicherkoeffizient**

Wasservolumen, das in einer Säule eines Grundwasserleiters mit einem Einheitsquerschnitt und einer Einheitsänderung der hydraulischen Druckhöhe gespeichert oder aus dieser freigesetzt wird

### 3.1.8

#### **Gleichgewichtszustand**

stationärer Zustand

Zustand, bei dem die hydraulische Druckhöhe und/oder die Durchflussrate über die Zeit konstant bleiben

### 3.1.9

#### **transienter Zustand**

Zustand, der dem Gleichgewichtszustand vorausgeht und bei dem die Durchflussrate oder die hydraulische Druckhöhe über die Zeit nicht konstant bleiben

### 3.1.10

#### **gesättigter Zustand**

Zustand des untersuchten Baugrunds, bei dem sämtliche Poren/Hohlräume mit Wasser gefüllt sind

### 3.1.11

#### **ungesättigter Zustand**

Zustand des untersuchten Baugrunds, bei dem die Poren/Hohlräume teilweise mit Wasser und teilweise mit Luft oder einem sonstigen Gas gefüllt sind

### 3.1.12

#### **Versuch mit steigender Druckhöhe**

Versuch, bei dem der Druck oder die Druckhöhe im Versuchsabschnitt anfänglich verringert und dann der folgende Anstieg aufgezeichnet wird

### 3.1.13

#### **Versuch mit fallender Druckhöhe**

Versuch, bei dem der Druck oder die Druckhöhe im Versuchsabschnitt anfänglich erhöht und dann die folgende Abnahme aufgezeichnet wird

### 3.1.14

#### **Versuch mit veränderlicher Druckhöhe**

Versuch mit steigender oder mit fallender Druckhöhe

### 3.1.15

#### **Versuch mit konstanter Druckhöhe**

Versuch, bei dem der Druck oder die Druckhöhe im Versuchsabschnitt konstant gehalten und die Änderung im Zu- oder Abfluss aufgezeichnet wird

### 3.1.16

#### **Versuch mit konstanter Durchflussrate**

Versuch, bei dem die Durchflussrate im Versuchsabschnitt konstant gehalten und die Änderung des Drucks oder der Druckhöhe aufgezeichnet wird

### 3.1.17

#### **Filterkuchen**

Feststoffe, die sich auf der Filterpackung oder an der Bohrlochwand absetzen

### 3.1.18

#### **Verstopfen**

Verringerung der Durchflussrate durch Blockierung von Fließwegen als Ergebnis der Sedimentation

### 3.1.19

#### **Auswaschen**

Erhöhung der Durchflussrate durch Erweiterung oder Öffnung von Fließwegen als Ergebnis der Erosion

### 3.1.20

#### **Geometriefaktor**

Faktor für die Auslegung der Versuchsergebnisse

### 3.2 Symbole

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Symbole nach Tabelle 1.

**Tabelle 1 — Symbole**

| Symbol          | Bezeichnung                                             | Einheit                        |
|-----------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------|
| $A_c$           | innere Querschnittsfläche der Verrohrung                | m <sup>2</sup>                 |
| $A_m$           | innere Querschnittsfläche des Messrohrs                 | m <sup>2</sup>                 |
| $A_r$           | Fläche der Wasseroberfläche im Behälter                 | m <sup>2</sup>                 |
| $D$             | Bohrlochdurchmesser, Durchmesser des Versuchsabschnitts | m                              |
| $d$             | Dicke des Grundwasserleiters                            | m                              |
| $F$             | Formbeiwert                                             | m                              |
| $h$             | hydraulische Druckhöhe                                  | m                              |
| $h_0$           | Abstand zwischen Wasseroberfläche und Geländeoberkante  | m                              |
| $h_1, h_2, h_3$ | angewendete hydraulische Druckhöhen                     | m                              |
| $\Delta h$      | Änderung der hydraulischen Druckhöhe                    | m                              |
| $k$             | Durchlässigkeitsbeiwert                                 | m s <sup>-1</sup>              |
| $K$             | intrinsische Durchlässigkeit                            | m <sup>2</sup>                 |
| $L$             | Länge (Höhe) des Versuchsabschnitts                     | m                              |
| $p$             | Druck                                                   | kPa                            |
| $Q$             | Durchflussrate                                          | m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> |
| $Q_1, Q_2, Q_3$ | Durchflussrate bei Versuch 1, 2 und 3                   | m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> |
| $S$             | Speicherkoeffizient                                     | 1                              |
| $T$             | Transmissivität                                         | m <sup>2</sup> s <sup>-1</sup> |
| $t$             | Zeit                                                    | s                              |
| $t_i$           | Zeit bis zum Erreichen des stationären Zustands         | s                              |
| $t_0$           | Zeit zu Versuchsbeginn                                  | s                              |
| $V$             | Volumen                                                 | m <sup>3</sup>                 |
| $\eta$          | dynamische Viskosität des Fluids                        | Pa s                           |
| $\gamma$        | Dichte                                                  | kgm <sup>-3</sup>              |