

DIN EN ISO 22282-4

ICS 93.020

Einsprüche bis 2008-03-31

Entwurf

**Geotechnische Erkundung und Untersuchung –
Geohydraulische Versuche –
Teil 4: Pumpversuche (ISO/DIS 22282-4:2007);
Deutsche Fassung prEN ISO 22282-4:2007**

Geotechnical investigation and testing –
Geohydraulic testing –
Part 4: Pumping test (IS/DIS 22282-4:2007);
German version prEN ISO 22282-4:2007

Reconnaissance et essais géotechniques –
Essais géohydrauliques –
Part 4: Essai d'aspiration (ISO/DIS 22282-4:2007);
Version allemande prEN ISO 22282-4:2007

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2008-01-21 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an nabau@din.de in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN, 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevante Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 34 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 22282-4:2007) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 341 „Geotechnische Erkundung und Untersuchung“ ausgearbeitet worden. Die Sekretariatsführung liegt bei ELOT.

Der zuständige deutsche Spiegelausschuss ist der NABau-Arbeitsausschuss NA 005-05-11 AA „Bohr- und Entnahmeverfahren, Grundwassermessungen (Sp CEN/TC 341/WG 1)“, der die Arbeiten an dieser Norm mit seinen Experten begleitet.

Geotechnische Erkundung und Untersuchung — Geohydraulische Versuche — Teil 4: Pumpversuche (ISO 22282-4:2006)

*Reconnaissance et essais géotechniques — Essais géohydrauliques — Partie 4: Essai d'aspiration
(ISO 22282-4:2006)*

Geotechnical investigation and testing — Geohydraulic testing — Part 4: Pumping test (ISO 22282-4:2006)

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokument-Stage: CEN-Umfrage
Dokument-Sprache: D

STD Version 2.2

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	6
4 Symbole	6
5 Versuchsausrüstung	7
6 Durchführung des Versuchs	7
6.1 Vorbereitung des Versuchs	7
6.1.1 Allgemeines	7
6.1.2 Bestimmung der Förderrate für den Pumpversuch	7
6.2 Organisation der Entsorgung des geförderten Wassers	8
6.3 Ausführung und Ausstattung des Brunnens	8
6.3.1 Auslegung des Versuchsbrunnens	8
6.3.2 Einbauverfahren	10
6.3.3 Vorbereitung des Brunnens	10
6.4 Aufstellung und Einrichtung der Piezometer	10
6.4.1 Einbauverfahren	10
6.4.2 Vorbereitung der Piezometer	10
6.5 Ausführung des Versuchs	11
6.5.1 Überwachung vor dem Pumpen	11
6.5.2 Einleitende Pumpphase	11
6.5.3 Pumpversuch	11
6.5.4 Überwachung nach dem Pumpen	12
6.6 Messunsicherheit	13
6.7 Unterbrechungen des Pumpvorgangs	13
6.8 Außerbetriebnahme	13
7 Versuchsergebnisse	13
8 Berichte	14
8.1 Feldprotokoll	14
8.1.1 Allgemeines	14
8.1.2 Installationsprotokoll	14
8.1.3 Protokoll der Messwerte und Versuchsergebnisse	15
8.2 Untersuchungsbericht	15
Anhang A (informativ) Protokoll der Messwerte und Versuchsergebnisse des Pumpversuchs — Beispiel	16
A.1 Versuch mit variabler Förderrate	16
A.2 Pumpversuch — Beispiel	17
Anhang B (informativ) Bestimmung des Abflusses beim Pumpversuch	19
B.1 Theoretische Beurteilung des Fassungsvermögens des Brunnens	19
B.2 Analyse der in der einleitenden Pumpphase gewonnenen Informationen	19
B.2.1 Bestimmung der Kennlinie des Brunnens	19
B.2.2 Einleitendes Pumpen im Brunnen	20
B.2.3 Bestimmung der Koeffizienten a und b der Kennlinie des Brunnens	20
B.2.4 Bestimmung der Förderrate für den Pumpversuch Q_e	22
Anhang C (informativ) Auslegung der Ergebnisse des Pumpversuchs	24
C.1 Pumpversuche mit variabler Förderrate	24
C.2 Pumpversuche mit konstanter Förderrate – Analyse im Gleichgewichtszustand	24
C.2.1 Gespannter Grundwasserleiter	25
C.2.2 Ungespannter Grundwasserleiter	26

C.3	Pumpversuche mit konstanter Förderrate – Analyse im transienten Zustand	27
C.3.1	Verfahren nach Theis	28
C.3.2	Verfahren nach Cooper und Jacob.....	29
C.3.3	Komplexere Verfahren	31
Literaturhinweise		32

Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 22282-4:2007) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 341 „Geotechnische Erkundung und Untersuchung“, dessen Sekretariat vom ELOT gehalten wird, in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee ISO/TC 182 „Geotechnics“ erarbeitet.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

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: Wasserdruckversuch in Fels*
- *Teil 4: Pumpversuche*
- *Teil 5: Infiltrometerversuche*
- *Teil 6: Wasserdurchlässigkeitsversuche in einem Bohrloch unter Anwendung geschlossener Systeme*

1 Anwendungsbereich

Die vorliegende Norm behandelt Anforderungen an Pumpversuche als Teil des geotechnischen Erkundungsdienstes nach EN 1997-1 und prEN 1997-2.

Grundsätzlich besteht ein Pumpversuch aus Folgendem:

- Absenken der Piezometeroberfläche des Grundwassers durch Abpumpen von Wasser aus einem Brunnen (dem Versuchsbrunnen);
- Messen der abgepumpten Menge (Abfluss) und des Wasserspiegels im Versuchsbrunnen und in den Piezometern vor, während und nach dem Pumpen als Funktion der Zeit.

Das Dokument gilt für Pumpversuche an Grundwasserleitern, deren Durchlässigkeit so ist, dass das Abpumpen aus einem Brunnen – in Abhängigkeit von den Bedingungen des Baugrunds und dem Zweck – zu einer Absenkung der piezometrischen Höhe innerhalb von Stunden oder Tagen führt. Das Dokument behandelt Pumpversuche in Böden und Fels.

Bei den durch dieses Dokument abgedeckten Versuchen handelt es sich um diejenigen, die zur Bewertung der hydrodynamischen Parameter eines Grundwasserleiters und von Brunnenparametern vorgesehen sind, z. B.:

- allgemeine Durchlässigkeit des Grundwasserleiters;
- Einflussradius des Pumpens;
- Förderrate für einen Brunnen;
- Ansprechen in Bezug auf die Absenkung in einem Grundwasserleiter während des Pumpens;
- Skin-Effekt;
- Brunnenspeicherung.

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).

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

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

EN ISO 14688-1, *Geotechnische Erkundung und Untersuchung — Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden — Teil 1: Benennung und Beschreibung*

EN ISO 14689-1, *Geotechnische Erkundung und Untersuchung — Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Fels — Teil 1: Benennung und Beschreibung*

prEN ISO 22282-1, *Geotechnische Erkundung und Untersuchung — Geohydraulische Versuche — Teil 1: Allgemeine Regeln*

EN ISO 22475-1, *Geotechnische Erkundung und Untersuchung — Probenahme durch Bohren und Aushubverfahren sowie Grundwassermessungen — Teil 1: Technische Grundlagen der Ausführung*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach prEN ISO 22282-1 und die folgenden Begriffe.

3.1

Einflussradius des Pumpens

$R(t)$

der Einflussradius in einem bestimmten Moment ist der von der Brunnenachse gemessene Abstand, bei dessen Überschreitung die Absenkung der Piezometeroberfläche des Grundwassers null beträgt

ANMERKUNG Im Gleichgewichtszustand ist $R(t)$ konstant und wird daher mit R_a bezeichnet.

4 Symbole

Symbol	Bezeichnung	Einheit
B	Bohrdurchmesser des Brunnens	m
H	Dicke der Grundwasserschicht	m
L	benetzte Länge des Filterrohrabschnitts des perforierten Rohres im Brunnen	m
Q	Abfluss aus dem Brunnen	m ³ /s
Q_d	beurteilte Pumpenförderung am Ende der Brunnenvorbereitung	m ³ /s
Q_e	beim Pumpversuch entstehender Abfluss	m ³ /s
R_a	Einflussradius unter Gleichgewichtsbedingungen	m
$R(t)$	Einflussradius zum Zeitpunkt (t)	m
T	Transmissivität	m ² /s
a	Anstieg der Kurve, die die Absenkung im Brunnen charakterisiert	
b	Ursprungsordinate der Kurve, die die Absenkung im Brunnen charakterisiert	
d_N	Größe, die aus der Korngrößenkurve des quadratischen Siebgitters mit der Seitenlänge d interpoliert werden kann und für die der Massenanteil an Untergröße N Prozent beträgt	
S	Speicherkoeffizient	
c	konventionelle Einheit für die Absenkung während der einleitenden Pumpenförderung	
e	Abstand zwischen dem Brunnengrund und der Oberfläche des ungespannten Grundwassers im Ruhezustand in einem Grundwasserleiter	m
k	horizontaler Durchlässigkeitsbeiwert	m/s
Δh	Absenkung des Wasserspiegels im Brunnen	m
$\Delta h'$	Absenkung des Wasserspiegels im Brunnen nach 2 h	m
Δh_f	Absenkung des Wasserspiegels im Brunnen, die während des Vorversuchs eingestellt wird und nicht überschritten werden darf	m
$\Delta h_{\max}$	maximale Absenkung des Wasserspiegels im Brunnen während des Pumpversuchs	m
t	Zeit	
v	Durchflussrate	

5 Versuchsausrüstung

Die Durchführung eines Pumpversuchs erfordert die folgende Versuchsausrüstung und die folgenden Instrumente:

- a) einen Versuchsbrunnen und Piezometer (siehe EN ISO 22475-1);
- b) eine Pumpe und die dazugehörigen Rohre zum Abpumpen aus dem Versuchsbrunnen. Die Pumpen müssen mit einem ausreichend langen Abflussrohr ausgestattet sein, so dass das Wasser von der Pumpe in ausreichender Entfernung abgegeben wird, um den Prüfbereich nicht zu beeinflussen. Die Pumpenleistung muss ausreichen, um eine Menge aus dem Brunnen abzuziehen, die mindestens der entspricht, für die abgeschätzt wird, dass mit ihr die maximal geplante Absenkung erreicht wird;

ANMERKUNG Pumpversuche werden üblicherweise unter Anwendung elektrischer Tauchpumpen durchgeführt, die im Versuchsbrunnen installiert werden. In Abhängigkeit von den Bedingungen können die Pumpversuche jedoch auch mit Saugpumpen durchgeführt werden, die sich an der Oberfläche befinden, sowie mit Geräten zum Heben durch Druckluft oder speziellen Entwässerungsgeräten wie Punktbrunnen oder Dampfstrahlpumpen mit Absaugvorrichtung (Ejektoren).

- c) ein System zum Regulieren und Messen des Abflusses (m^3/h). Geräte zum Messen der Förderrate müssen angemessen kalibriert und über den für den Versuch vorherzusehenden Bereich der Durchflussraten genau sein;
- d) ein System zum Messen des Wasserspiegels im Versuchsbrunnen und in den Piezometern. Dabei ist die durch das Pumpen im Versuchsbrunnen verursachte Turbulenz zu berücksichtigen; die Geräte müssen in der Lage sein, den Wasserspiegel über den für den Versuch vorherzusehenden Bereich der Absenkungen zu messen;
- e) ein Zeitmess- und/oder -aufzeichnungsgerät, mit einer Anzeige in Sekunden.

6 Durchführung des Versuchs

6.1 Vorbereitung des Versuchs

6.1.1 Allgemeines

Bei der Vorbereitung eines Pumpversuchs muss zuvor eine Reihe von Aspekten untersucht und berücksichtigt werden, z. B.:

- grundlegende Informationen zu den Bedingungen des Baugrunds und des Grundwassers nach prEN ISO 22282-1;
- die während des Versuchs erforderliche Absenkung und/oder Förderrate;
- der Abflusspunkt für das gepumpte Wasser und dessen Lage im Verhältnis zum Versuchsbrunnen;
- die Versuchsdauer.

6.1.2 Bestimmung der Förderrate für den Pumpversuch

Die Förderrate Q_d muss abgeschätzt werden um sicherzustellen, dass der Versuchsbrunnen ausreichend Wasser bietet, um eine Pumpe mit angemessener Leistung auswählen zu können und um sicherzustellen, dass das geförderte Wasser an der vereinbarten Stelle zur Entsorgung abgegeben werden kann.

Die Förderrate kann mit einem oder mehreren der folgenden Verfahren abgeschätzt werden:

- auf der Grundlage des Versuchszwecks und der Erfahrungen mit den örtlich vorliegenden Bedingungen;
- mit Hilfe einer theoretischen Beurteilung des Fassungsvermögens des Brunnens entsprechend dem Verfahren nach Anhang B;
- durch die Analyse der in der einleitenden Pumpphase gewonnenen Informationen entsprechend dem Verfahren nach Anhang B.

6.2 Organisation der Entsorgung des geförderten Wassers

Die Entsorgung des geförderten Wassers muss den zutreffenden Regeln und Bestimmungen entsprechen.

Wird das geförderte Wasser nicht über ein technisiertes Abwassernetz entsorgt, muss es in ausreichender Entfernung vom Versuchsbrunnen entsorgt werden, so dass es keinen nennenswerten Einfluss auf das beobachtete Muster der Grundwasserabsenkung hat.

6.3 Ausführung und Ausstattung des Brunnens

6.3.1 Auslegung des Versuchsbrunnens

Der Versuchsbrunnen muss so ausgelegt werden, dass er die folgenden Kriterien erfüllt (siehe Bild 1):

- er muss eine ausreichende Tiefe aufweisen, um bis unterhalb des Grundwasserspiegels in der interessierenden Schicht hinabzureichen. Sofern der Versuchsbrunnen den Grundwasserleiter nicht vollständig durchdringt, muss er den gesättigten Teil des Grundwasserleiters bis in eine Tiefe durchdringen, die mindestens dem 25fachen des Durchmessers des Filterrohrs entspricht;
- er muss einen ausreichenden Bohrdurchmesser aufweisen, um die erforderlichen Filtermaterialien und ein Filterrohr aufnehmen zu können, dessen Durchmesser zur Aufnahme einer Pumpausrüstung ausreicht, die wiederum eine ausreichende Leistung aufweist, um die erforderliche Förderrate zu bieten;
- er muss eine ausreichende Länge und Leistung des Filterrohrs aufweisen, um sicherzustellen, dass die erforderliche Förderrate erreicht werden kann;
- es muss geeignetes Filtermaterial vorliegen, um sicherzustellen, dass das geförderte Wasser einen annehmbar geringen Sedimentgehalt aufweist, so dass das Risiko eines Pumpenschadens und eines Absetzens des Baugrunds als Ergebnis der Entnahme von feinen Teilchen aus dem Boden vermieden wird. Sofern der Brunnen in einem stabilen Fels gebaut wird, ist es eventuell möglich, den Versuchsbrunnen zu bauen, ohne dass dazu Filtermaterial erforderlich ist.

Bei dem Filtermaterial muss es sich um ein hochdurchlässiges körniges Material mit genau kontrollierter Korngröße handeln, das aus Mineralkörnern besteht, die sich gegenüber der Chemie des Grundwassers des Grundwasserleiters inert verhalten (z. B. Quarz, Feldspar). Bei körnigen Böden muss die Korngrößenkurve des Filters der folgenden doppelten Ungleichung genügen:

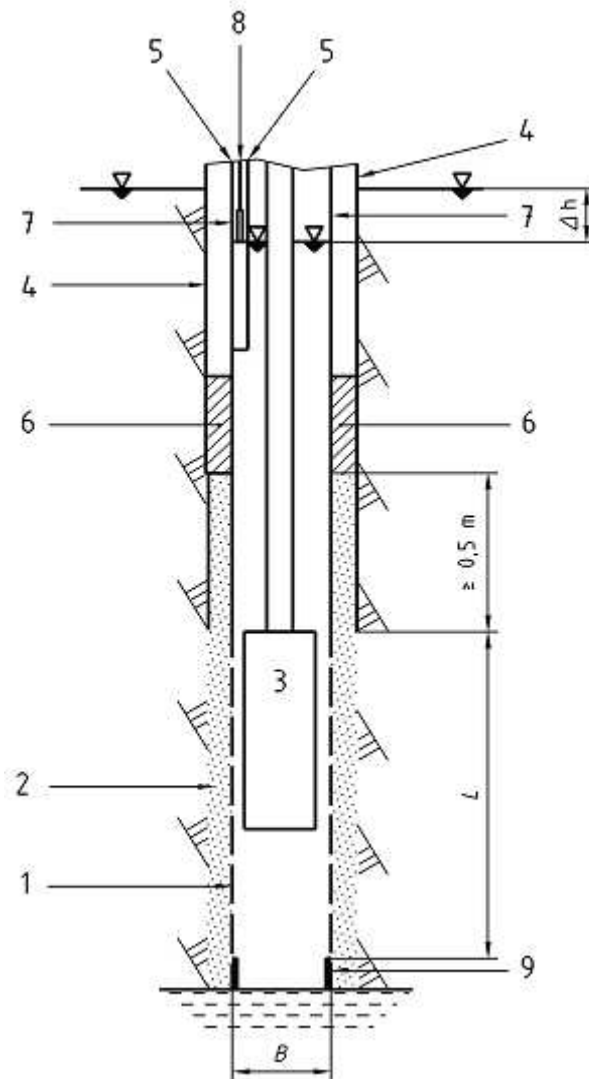
$$5 d_{15 \text{ soil}} \leq d_{15 \text{ filter}} \leq 5 d_{85 \text{ soil}}$$

Dabei ist

d_N die Bezeichnung der charakteristischen Größe des Filters oder des vorliegenden Baugrunds, die so gestaltet ist, dass die Masse der durch ein Sieb mit einem quadratischen Gitter mit der Seitenlänge d hindurchgehenden Bodenfraktion N % der Gesamt-Materialmasse beträgt.

Bei nicht körnigen Böden oder in Fällen, in denen das Filterrohr mit einem Geotextilnetz ausgestattet ist, das als Filter ausgelegt ist, besteht der Zweck des Filtermaterials darin, den Ringraum zwischen der Außenseite des Filterrohrs und der Bohrlochwand zu verfüllen. Unter diesen Umständen sollte es sich bei dem Filtermedium um einen hochdurchlässigen groben Sand oder feinen Kies handeln, dessen Durchlässigkeitsbeiwert mindestens das 100fache des entsprechenden Beiwerts des untersuchten Bodens oder Felses beträgt.

Der Ringraum für die Filterpackung muss eine Dicke von mindestens 50 mm bis 150 mm aufweisen. Der Innendurchmesser des Versuchsbrunnens ist entsprechend dem Zweck auszuwählen.



Legende

- 1 Filterrohr
- 2 Filtermaterial (Filterpackung)
- 3 Tauchpumpe
- 4 Brunnenverrohrung
- 5 Rohr zum Messen des Wasserspiegels
- 6 Verschlusspfropfen
- 7 Überwachungsrohr
- 8 Gerät zum Messen des Wasserspiegels
- 9 Unteres Ende des Filterrohrs

Bild 1 — Für einen Pumpversuch ausgestatteter Brunnen — Beispiel