

DIN EN ISO 22477-1

ICS 93.020

Einsprüche bis 2006-04-30

Entwurf

**Geotechnische Erkundung und Untersuchung –
Prüfung von geotechnischen Bauwerken und Bauwerksteilen –
Teil 1: Pfahlprobenbelastungen durch statische axiale Belastungen
(ISO/DIS 22477-1:2005);
Deutsche Fassung prEN ISO 22477-1:2005**

Geotechnical investigation and testing –
Testing of geotechnical structures –
Part 1: Pile load test by static axially loaded compression (ISO/DIS 22477-1:2005);
German version prEN ISO 22477-1:2005

Reconnaissance et essais géotechniques –
Essais de structures géotechniques –
Partie 1: Essai de charge statique axiale en compression (ISO/DIS 22477-1:2005);
Version allemande prEN ISO 22477-1:2005

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf 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 36 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument wurde vom ISO/TC 182 „Geotechnics“ erarbeitet und vom CEN/TC 341 „Geotechnical Investigation and Testing“ als prEN ISO 22477-1 übernommen (Sekretariat: DIN, Deutschland).

Auf nationaler Ebene ist im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. der Arbeitsausschuss NA 005-05-07 AA „Baugrund; Pfähle“ des NABau (Normenausschuss Bauwesen) zuständig.

**Geotechnische Erkundung und Untersuchung — Prüfung von
geotechnischen Bauwerken und Bauwerksteilen — Teil 1:
Pfahlprobabelastungen durch statische axiale Druckbelastungen
(ISO/DIS 22477-1:2005)**

Reconnaissance et essais géotechniques — Essais de structures géotechniques — Partie 1: Essai de charge statique axiale en compression (ISO/DIS 22477-1:2005)

Geotechnical investigation and testing — Testing of geotechnical structures — Part 1: Pile load test by static axially loaded compression (ISO/DIS 22477-1:2005)

ICS:

Deskriptoren

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

Inhalt

Seite

Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe und Symbole	6
4 Ausrüstung	8
4.1 Allgemeines	8
4.2 Reaktionsvorrichtung	8
4.3 Krafteintrag	8
4.4 Bezugsrahmen und -punkte	9
4.5 Messungen	9
5 Prüfverfahren	11
5.1 Allgemeines	11
5.2 Vorbereitung der Prüfung	11
5.3 Belastungsverfahren	13
6 Prüfergebnisse	15
7 Prüfbericht	16
Anhang A (normativ) Zusammenfassende Tabellen	25
Anhang B (informativ) Bodenuntersuchung	29
Anhang C (informativ) Anzahl der Probepfähle	31
Anhang D (informativ) Ableitungen aus den Prüfergebnissen	32

Bilder

Bild 1 — Q-s_h-Diagramm	18
Bild 2 — t-Q-Diagramm	18
Bild 3 — t-s_h-Diagramm	19
Bild 4 — $\log(t)$-s_h-Diagramm	20
Figure 5 — α-Q-Diagramm	21
Bild 6 — Q-$s_{h, inf}$-Diagramm	21
Bild 7 — Q, Q_b, Q_s-s_h-Diagramm	22
Bild 8 — Q, Q_b, Q_s-s_h-Diagramm	22
Bild 9 — Lastverteilung	23
Bild 10 — Mobilisierungskurven der Reibung in der Pfahlgruppe	24
Bild D.1	33
Bild D.2	33
Bild D.3	33

Tabellen	Seite
Tabelle A.1 — Ausrüstung.....	25
Tabelle A.2 — Prüfverfahren	27

Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 22477-1:2005) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 341 „Geotechnische Erkundung und Untersuchung“, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird, in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee ISO/TC 182 „Geotechnics“ erarbeitet.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

ISO 22477 besteht aus den folgenden Teilen unter dem Haupttitel *Geotechnical investigation and testing — Testing of geotechnical structures*:

- *Part 1: Pile load test by static axially loaded compression*
- *Part 2: Pile load test by static axially loaded tension* (in preparation)
- *Part 3: Pile load test by static transversally loaded tension* (in preparation)
- *Part 4: Pile load test by dynamic axially loaded compression test* (in preparation)
- *Part 5: Testing of anchorages*
- *Part 6: Testing of nailing*
- *Part 7: Testing of reinforced fill*

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 22477-1:2005 wurde vom CEN als prEN ISO 22477-1:2005 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm legt die Spezifikationen für die Durchführung statischer Pfahlprobebelastungen fest, bei denen ein einzelner Pfahl einer axialen statischen Druckbelastung ausgesetzt wird, um so sein Last-Verschiebungs-Verhalten zu bestimmen.

Die Bestimmungen der EN 22477-1 gelten sowohl für vertikale als auch für geneigte Pfähle.

Die vorliegende Norm deckt alle Pfahltypen ab.

Die in dieser Norm betrachteten Prüfungen sind auf lastgesteuerte Probebelastungen begrenzt.

EN 22477-1 ist im Zusammenhang mit EN 1997-1 anzuwenden. EN 1997-1 enthält Zahlenwerte der Teilsicherheitsbeiwerte für Grenzzustände und der Korrelationsfaktoren, mit deren Hilfe aus statischen Pfahlprobebelastungen Kennwerte abgeleitet werden können, die bei der Bemessung zu berücksichtigen sind. Eine Anleitung zur Analyse der Ergebnisse der Probebelastungen ist im informativen Anhang D angegeben.

Diese Norm enthält Spezifikationen für:

- a) Untersuchungsprüfungen, bei denen der Pfahl bis zum Versagen oder annähernd bis zum Versagen belastet wird;
- b) Kontrollprüfungen, bei denen der Pfahl bis zu einer festgelegten Last beansprucht wird, die über die Bemessungseinwirkung beim Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit hinausgeht.

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 1990:2002, *Eurocode 0: Grundlagen der Tragwerksplanung*

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

EN 1536:1999, *Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) — Bohrpfähle*

EN 10002-2, *Metallische Materialien — Zugversuch — Teil 2: Nachweis des Kraftmesssystems der Zugprüfmaschinen*

EN 12699:2000, *Ausführung spezieller geotechnischer Arbeiten (Spezialtiefbau) — Verdrängungspfähle*

prEN 14199:2001, *Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) — Pfähle mit kleinen Durchmessern (Mikropfähle)*

3 Begriffe und Symbole

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 1990 und die folgenden Begriffe.

Im Folgenden sind die für EN ISO 22477-1-1 spezifischen Begriffe und Symbole angegeben.

3.1

Pfahlbelastung

Q

während der Prüfung auf den Pfahlkopf aufgebrachte Last

3.2

Lastschritt

ΔQ

während der Prüfung stattfindender Belastungs- oder Entlastungsschritt

3.3

$Q_{\max}$

die zuvor festgelegte bei der Prüfung maximal aufzubringende Last

3.4

$R_{c, u}$

Gesamtgrenztragfähigkeit des Pfahles unter Druckbelastung: die je Pfahl erforderliche Last zur Erzeugung eines Versagenszustandes im Baugrund oder im Pfahl

ANMERKUNG Nach EN 1997-1, 7.6.1.1, entspricht das Versagen der Tragfähigkeit unter Druckbelastung dem Zustand, in dem die Pfahlgründung bei vernachlässigbarer Zunahme der Tragfähigkeit wesentlich verschoben wird. Sofern es schwierig ist, aus einer Last-Setzungs-Kurve mit konstanter Krümmung einen Grenzzustand der Tragfähigkeit zu definieren, sollte als "Versagenskriterium" eine Setzung des Pfahlkopfes angesetzt werden, die 10 % des Durchmessers der Pfahlsohle entspricht.

3.5

$R_{b, u}$

Grenzwiderstand der Pfahlsohle

3.6

$R_{s, u}$

Grenzwiderstand des Pfahlschafts

3.7

$q_{s, u}$

Grenz-Schaftwiderstand in einer Pfahlgruppe

3.8

$Q_{b, u}$

Grenz-Sohlenwiderstand in einer Pfahlgruppe

3.9

R_y

Tragfähigkeit an der Fließgrenze

- a) eine kritische Versuchslast, bei deren Überschreitung die axiale Verschiebung mit merklich erhöhter Geschwindigkeit zunimmt;
- b) die Last, bei der die Setzungsgeschwindigkeit ohne wesentliche Zunahme der Belastung ansteigt

3.10

Fließfaktor

α_y

Verhältnis zwischen Zunahme der Verschiebung des Pfahlkopfes und Zeitprotokoll über ein festgelegtes Zeitintervall (üblicherweise die letzten 30 min eines Lastschrittes)

3.11

Setzung

s_h, s_b

axiale Verschiebung des Pfahlkopfes bzw. der Pfahlsohle

3.12

äquivalenter Pfahlsohlendurchmesser

D_b

bei nicht kreisförmigen Pfahlquerschnitten, bei denen A die Fläche der relevanten Pfahlsohle ist, entspricht der äquivalente Durchmesser $\sqrt{(4/\pi) \cdot A}$

3.13

Probepfahl (1)

Pfahl, der vor Beginn der eigentlichen Pfahlausführung auf der Baustelle oder in einem Bauabschnitt hergestellt wird, um die Eignung des gewählten Pfahlsystems zu überprüfen und/oder um den Entwurf, die Abmessungen und die Tragfähigkeit zu bestätigen

[EN 1536:1999]

3.14

Probepfahl (2)

Pfahl, der hergestellt wird, um die Durchführbarkeit und die Eignung des Herstellungsverfahrens für eine spezielle Anwendung zu untersuchen

[EN 1536:1999]

3.15

Bauwerkspfahl

Pfahl für die Gründung eines Bauwerkes

[EN 1536:1999]

3.16

Probepfahl (3)

Pfahl, auf den Lasten aufgebracht werden, um das Widerstands-Verformungs-Verhalten des Pfahles und des umgebenden Baugrundes zu ermitteln

[EN 1536:1999]

ANMERKUNG Bei dem Probepfahl (3) kann es sich um einen Probepfahl (1), einen Probepfahl (2) oder einen Bauwerkspfahl handeln.

3.17

statische Pfahlprobelastung

Probelastung, bei der ein Pfahl am Pfahlkopf ausgewählten axialen und/oder seitlichen Kräften ausgesetzt wird, um seine Tragfähigkeit zu analysieren

3.18

lastgesteuerte Pfahlprobelastung

statische Probelastung, bei der ein Probepfahl in steigenden Laststufen beansprucht wird, die entweder jeweils eine bestimmte Zeitdauer oder solange konstant gehalten werden, bis die Pfahlbewegung nahezu beendet ist oder auf ein vorgegebenes Maß abgeklungen ist

[EN 1536:1999]

4 Ausrüstung

4.1 Allgemeines

Zur Anleitung sind die relevantesten Spezifikationen zur nachstehend ausführlich beschriebenen Ausrüstung in Tabelle A.1 zusammengefasst.

Bei der Auswahl der Ausrüstung sind das Ziel der Prüfung, die Bedingungen des Baugrundes und die Durchführung der Prüfung zu berücksichtigen.

4.2 Reaktionsvorrichtung

Bei der Reaktionsvorrichtung für die Pfahldruckbelastungen kann es sich um Folgendes handeln:

- Totlast (Ballast);
- Verankerungen im Erdreich durch Zugpfähle oder Bodenanker;
- ein Bauwerk über dem Probepfahl (z. B. für eingepresste Unterfangungspfähle);
- den Probepfahl selbst, bei dem die Last in der Tiefe mit Hilfe einer oder mehrerer hydraulischer Vorschubpressen aufgebracht wird, die für die bidirektionale Pfahlbelastung in den Pfahl einbetoniert ist/sind.

Die Totlast sollte nicht für Prüfungen an geneigten Pfählen angewendet werden, sofern nicht bestimmte Maßnahmen in Hinblick auf die Stabilität und die Verschiebungen des Ballastsystems genau berücksichtigt werden.

Bei all diesen Reaktionssystemen muss der lichte Abstand zwischen dem Probepfahl und der nächstgelegenen Kante des Ballastauflagers oder der Verankerung mindestens 2,5 m oder $3 D_b$ betragen, je nachdem, welcher Wert der größere ist. Diese Anforderungen können für Probepfähle, die vorwiegend mittels Mantelreibung reagieren, oder bei der Anwendung von Bodenankern als Reaktionsvorrichtung strenger sein.

Das Reaktionssystem muss entsprechend den zutreffenden Europäischen Normen für die maximale Probelast $Q_{\max}$ bemessen sein.

Um Auftrieb oder Instabilität des Ballasts zu vermeiden, sollte die Totlast um mindestens 10 % über der maximalen Probelast $Q_{\max}$ liegen.

Bauwerkspfähle dürfen als Reaktionspfähle verwendet werden, vorausgesetzt, ihre Tragfähigkeit ist ausreichend und es treten keine negativen Auswirkungen auf ihre Fähigkeit auf, als Teil des Bauwerkes zu fungieren.

Reaktionspfähle und Anker sollten symmetrisch um den Probepfahl herum angeordnet werden. Im Falle von unsymmetrischen Reaktionssystemen sind Maßnahmen einzuleiten, um eine übermäßige Drehung und/oder Verschiebung des Reaktionssystems zu vermeiden.

4.3 Krafteintrag

Sofern durch die Bemessung nichts anderes gefordert ist, ist/sind eine oder mehrere hydraulische Vorschubpresse(n) einzusetzen, um die Last auf den Probepfahl aufzubringen.

ANMERKUNG 1 Für eine Belastung von oben nach unten wird die hydraulische Vorschubpresse zwischen der Reaktionsvorrichtung und dem Pfahlkopf oben auf den Pfahl aufgesetzt.

ANMERKUNG 2 Für die bidirektionale Belastung wird die hydraulische Vorschubpresse in den Pfahl einbetoniert, um so eine axiale Last in zwei entgegengesetzten Richtungen aufzubringen.

Die Pressenkraft und der Pressenhub müssen an $Q_{\max}$ und die zu erwartenden Verformungen (Verschiebung des Pfahlkopfes und des belasteten Reaktionssystems) angepasst werden. Empfohlen wird ein Mindesthub von 150 mm und 15 % D_b .

Es muss möglich sein, die Last fließend ohne Stöße oder Schwingungen zu verringern oder zu erhöhen und auf jedem erforderlichen Wert zu halten. Für Untersuchungsprüfungen sollte eine automatische und kontinuierliche elektrische oder hydraulische Regelung der Pressenkraft angewendet werden. Für Kontrollprüfungen darf eine Handpumpenregelung angewendet werden.

Zur Absicherung der Prüfung sollte es möglich sein, die Ausrüstung ohne übermäßigen Verlust der Last auf den Pfahl zu reparieren.

Die Genauigkeit der Kraftregelung muss dem Prüfzweck entsprechen. Sie sollte es zulassen, die Last Q aufzubringen und während jedes Lastschrittes mit der folgenden relativen Abweichung aufrechtzuerhalten:

— Für Untersuchungsprüfungen: $\pm 0,5$ % von $Q_{\max}$ und $\pm 1,0$ % von Q ;

— Für Kontrollprüfungen: ± 3 % von Q .

ANMERKUNG Für eine zeitabhängige Analyse der Prüfergebnisse sind möglicherweise strengere Anforderungen erforderlich.

4.4 Bezugsrahmen und -punkte

Die Verschiebungen des Pfahlkopfes können entweder mit Messuhren oder Messwertwandlern, die auf Bezugsbalken auflagern, oder alternativ, unabhängig von Bezugsbalken, durch technisch hochentwickelte Nivellierverfahren, wie z. B. mit optoelektronischen Geräten, gemessen werden.

Es wird empfohlen, Bezugsbalken anzuwenden, die unabhängig vom Probepfahl aufgelagert sind. Alternativ dürfen die Balken am Pfahlkopf befestigt werden. In diesem Fall sollten die Verschiebungen des Pfahlkopfes oder der Balken von unabhängigen Bezugsmarkierungen aus gemessen werden.

Der lichte Abstand zwischen den tragenden Enden der Bezugsbalken (oder alternativ den Bezugsmarkierungen) und dem Probepfahl und den Reaktionspfählen oder der nächstgelegenen Kante des Ballastauflagers muss mindestens 2,5 m oder $3 \times D$ betragen, je nachdem, welcher Wert der größere ist.

Ein Ende jedes Bezugsbalkens sollte frei gleiten können.

4.5 Messungen

4.5.1 Messung der Verschiebungen des Pfahlkopfes

Die Verschiebungen des Pfahlkopfes sind mit Hilfe von mindestens drei Verschiebungsmesswertwandlern oder Messuhren zu messen, die auf Bezugsbalken auflagern.

Die Gesamtgenauigkeit der gemessenen Verschiebung des Pfahlkopfes muss maximal (0,1 mm; 0,2 % des Ablesewerts) betragen oder besser sein. Daher müssen Messuhren oder Messwertwandler Ablesungen mit einer Genauigkeit von mindestens 0,01 mm ermöglichen.

Die Messuhren oder Messwertwandler sollten auch über einen ausreichenden Messbereich verfügen, um eine Nachstellung während der Prüfung zu vermeiden.

Die Verschiebungen des Pfahlkopfes dürfen durch alternative Verfahren gemessen werden (z. B. optische Nivellierung), die vom Bezugsbalken unabhängig sind.

Die optischen Nivelliermessungen sind durch Bezug auf einen oder mehrere feststehende(n) Bezugspunkt(e) zu überprüfen.