

DIN EN ISO 22477-2



ICS 93.020

Einsprüche bis 2022-06-08

Entwurf

**Geotechnische Erkundung und Untersuchung –
Prüfung von geotechnischen Bauwerken und Bauwerksteilen –
Teil 2: Statisch axiale Pfahlprobelastung auf Zug
(ISO/DIS 22477-2:2022);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 22477-2:2022**

Geotechnical investigation and testing –
Testing of geotechnical structures –
Part 2: Testing of piles: Static tension load testing (ISO/DIS 22477-2:2022);
German and English version prEN ISO 22477-2:2022

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2022-04-08 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nabau@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau), 10772 Berlin oder Am DIN-Platz, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

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

Gesamtumfang 49 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 22477-2:2022) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 182 „Geotechnics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 341 „Geotechnische Erkundung und Untersuchung“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 005-05-07 AA „Baugrund, Pfähle (SpA zu Teilen von CEN/TC 341, CEN/TC 288/WG 25, WG 26 und WG 27 sowie zu ISO/TC 182/WG 11)“ im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Für die in diesem Dokument zitierten internationalen Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 7500-1 siehe DIN EN ISO 7500-1

Für die in diesem Dokument geforderten nationalen Festlegungen wird auf den Nationalen Anhang NA verwiesen.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Nationaler Anhang NA
(normativ)

Nationale Festlegungen

Folgende nationalen Festlegungen sind in den folgenden Abschnitten zu beachten:

Zu Abschnitt 4.5, Anmerkung:

Die Last muss am Pfahlkopf gemessen werden. Die Last muss mit einer oder mehreren Kraftmessdose(n) und über ein geeignetes kalibriertes Manometer der Hydraulikpressen bestimmt werden.

Zu Abschnitt 5.2.1, Anmerkung:

Es ist das Belastungsprogramm nach 5.2.3 auszuführen.

Zu Abschnitt 6.4, Anmerkung:

Die optionalen Parameter oder Informationen werden in Deutschland nicht verwendet.

Nationaler Anhang NB
(informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 7500-1, *Metallische Werkstoffe — Kalibrierung und Überprüfung von statischen einachsigen Prüfmaschinen — Teil 1: Zug- und Druckprüfmaschinen — Kalibrierung und Überprüfung der Kraftmesseinrichtung*

Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Prüfung von geotechnischen Bauwerken und Bauwerksteilen – Teil 2: Statisch axiale Pfahlprobebelastung auf Zug (ISO/DIS 22477-2:2022)

Geotechnical investigation and testing – Testing of geotechnical structures – Part 2: Testing of piles: Static tension load testing (ISO/DIS 22477-2:2022)

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe und Symbole	6
3.1 Begriffe	6
3.2 Symbole	7
4 Versuchsaufbau	8
4.1 Allgemeines	8
4.2 Widerlager	8
4.3 Aufbringen der Last	9
4.3.1 Allgemeines	9
4.3.2 Anforderungen an das Aufbringen der Last	10
4.4 Messung der Pfahlkopfverschiebungen	10
4.5 Messung der Pfahllast	11
4.6 Pfahlinstrumentierung	11
5 Durchführung der Probelastung	12
5.1 Vorbereitung der Probelastung	12
5.1.1 Schutz der Versuchseinrichtung	12
5.1.2 Herstellung eines Probepfahls	12
5.1.3 Zeitpunkt der Probelastung	13
5.2 Lastaufbringung	13
5.2.1 Allgemeines	13
5.2.2 Belastungsprogramm für die Prüfung mit einem Lastzyklus	13
5.2.3 Belastungsprogramm für die Prüfung mit mehreren Lastzyklen	14
5.2.4 Maximale Prüflast F_p	15
5.2.5 Messintervalle	15
6 Prüfbericht	16
6.1 Allgemeines	16
6.2 Allgemeine Informationen	16
6.3 Dokumentation der Daten	17
6.4 Auswertung	19
Anhang A (informativ) Kritische Kriechlast unter Zugbelastung	24
A.1 Ermittlung der kritischen Kriechlast unter Zugbelastung $F_{t,cr}$	24

Bilder

Bild 1 — Lichte Mindestabstände zwischen Probepfahl und Widerlager	9
Bild 2 — Belastungsprogramm für das Verfahren mit einem Zyklus	14
Bild 3 — Belastungsprogramm für das Verfahren mit mehreren Zyklen	15
Bild 4 — Zeit-Last-Diagramm (t - F_t -Diagramm)	19
Bild 5 — Verschiebung des Pfahlkopfs in Abhängigkeit von der Last (F_t - s_h -Diagramm)	20
Bild 6 — Verschiebung in Abhängigkeit von der Zeit für jede Laststufe	21
Bild 7 — Kriechmaß in Abhängigkeit von der Last (F_t - α -Diagramm)	22
Bild 8 — Axiale Kraft in Abhängigkeit von der Tiefe (N - z -Diagramm)	22
Bild 9 — Mobilisierte Mantelreibung in Abhängigkeit von der Verschiebung ($q_{s,mob}$ - s -Diagramm)	23
Bild A.1 — Ermittlung der kritischen Kriechlast unter Zugbelastung	24

Tabellen

Tabelle 1 — Empfohlene Wartezeiten zwischen Einbringen und Prüfung eines Pfahls	13
---	----

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 22477-2:2022) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 182 „Geotechnics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 341 „Geotechnische Erkundung und Untersuchung“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 22477-2:2022 wurde von CEN als prEN ISO 22477-2:2022 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Institute ist auf den Internetseiten von CEN abrufbar.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Normungsthemen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der erhaltenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Für eine Erläuterung des freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO, en: World Trade Organization) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT, en: Technical Barriers to Trade) berücksichtigt, siehe www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Europäischen Komitee für Normung (CEN) und dessen Technischem Komitee CEN/TC 341, *Geotechnische Erkundung und Untersuchung*, in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee ISO/TC 182, *Geotechnics*, in Übereinstimmung mit der Vereinbarung zur technischen Zusammenarbeit zwischen ISO und CEN (Wiener Vereinbarung) erarbeitet.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 22477 ist auf der ISO-Internetseite abrufbar.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Institute ist unter www.iso.org/members.html zu finden.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument enthält Festlegungen für die Durchführung von statischen Pfahlprobebelastungen, bei denen ein einzelner Pfahl einer statischen axialen Zugbelastung ausgesetzt wird, um sein Last-Verschiebungs-Verhalten zu bestimmen.

Dieses Dokument ist sowohl für vertikale als auch für geneigte Pfähle anwendbar.

Dieses Dokument ist für alle Pfahlarten anwendbar. Die hier enthaltenen Festlegungen gelten nur für lastgesteuerte Probebelastungen. Zyklische Pfahlprobebelastungen werden nicht in diesem Dokument behandelt.

ANMERKUNG ISO 22477-2 ist zur Anwendung in Verbindung mit EN 1997-1 vorgesehen. Zahlenwerte für die Teilsicherheitsbeiwerte für Grenzzustände und Korrelationsfaktoren, aus denen die für die Bemessung maßgebenden charakteristischen Werte aus den statischen Pfahlprobebelastungen abgeleitet werden, sind in EN 1997-1 enthalten.

Dieses Dokument enthält Festlegungen für die Ausführung statischer axialer Pfahlprobebelastungen zur

- a) Überprüfung, ob das Pfahltragverhalten mit der Bemessung übereinstimmt,
- b) Messung des Pfahlwiderstands.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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 7500-1, *Metallic materials — Calibration and verification of static uniaxial testing machines — Part 1: Tension/compression testing machines — Calibration and verification of the force-measuring system*

EN 1990, *Eurocode 0: Grundlagen der Tragwerksplanung*

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*

3 Begriffe und Symbole

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

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>

3.1 Begriffe

3.1.1 Pfahllast

F_t
während der Probebelastung auf den Pfahlkopf aufgebrachte Zuglast

3.1.2

Laststufe

ΔF

Laststufe, mit der die Last während der Probebelastung erhöht oder vermindert wird

3.1.3

Pfahldurchmesser

äquivalenter Pfahldurchmesser

D

Durchmesser des Pfahls

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei einem nicht kreisförmigen Pfahl mit einem Querschnitt A entspricht der äquivalente Pfahldurchmesser $\sqrt{\frac{4A}{\pi}}$.

3.1.4

Bauwerkspfahl

Pfahl, der Teil der Gründung eines Bauwerkes ist

3.1.5

Probepfahl

Pfahl, der belastet wird, um das Widerstand-Verschiebungs-Verhalten des Pfahls und des umgebenden Baugrunds zu ermitteln

3.1.6

gemessener Zugwiderstand

$R_{t,m}$

gemessener Zugwiderstand im Grenzzustand der Tragfähigkeit aus einer oder mehreren Pfahlprobebelastungen

Anmerkung 1 zum Begriff: Das empfohlene Versagenskriterium kann in EN 1997-1 oder im zugehörigen nationalen Anhang festgelegt sein.

3.1.7

Kriechmaß

α

Verhältnis zwischen Zunahme der Verschiebung des Pfahlkopfs zum Logarithmus der Zeit über ein festgelegtes Zeitintervall

3.2 Symbole

A	Pfahlquerschnitt
D	Pfahldurchmesser/äquivalenter Pfahldurchmesser
F_t	während der Probebelastung auf den Pfahlkopf aufgebrachte Last
$F_{t,cr}$	kritische Kriechlast unter Zugbelastung
$F_{t,cr,m}$	Messwert von $F_{t,cr}$ aus einer oder mehreren Pfahlprobebelastungen
$F_{t,k}$	charakteristische axiale Zugbelastung
F_p	während der Probebelastung maximal aufzubringende, vorab festzulegende, Last
N	axiale Kraft
q_s	Mantelreibung
$q_{s,m}$	Messwert von q_s
$q_{s,mob}$	mobilisierte Mantelreibung
R_t	Widerstand des Baugrunds gegen einen auf Zug belasteten Pfahl im Grenzzustand der Tragfähigkeit

$R_{t,m}$	Messwert von R_t aus einer oder mehreren Pfahlprobelbelastungen
s	axiale Verschiebung des Pfahls in der Tiefe z
s_h	axiale Verschiebung des Pfahlkopfs
t	Zeit
z	Tiefe
α	Kriechmaß

4 Versuchsaufbau

4.1 Allgemeines

Bei der Planung des Versuchsaufbaus sind das Ziel der Probelbelastung, die Baugrundbedingungen und die zu erwartende Verschiebung des Pfahls unter der maximalen Prüflast zu berücksichtigen.

4.2 Widerlager

Folgende Widerlagerkonstruktionen für Pfahlprobelbelastungen auf Zug sind möglich:

- Flachgründungen;
- auf Druck belastete Pfähle.

ANMERKUNG 1 Bei Pfahlprobelbelastungen, bei denen die Last mit einer oder mehreren einbetonierten Lastzelle(n) für aufgebracht wird, kann der Probepfahl selbst als Widerlager verwendet werden (siehe ISO 22477-1).

Der Einfluss des Widerlagers auf den Probepfahl muss so gering wie möglich gehalten werden.

Die lichten Mindestabstände zwischen dem Probepfahl und den Widerlagerelementen hängen vom Ziel der Probelbelastung (Zugwiderstand oder Steifigkeit) ab.

Für Probelbelastungen zur Bestimmung des Zugwiderstands sind die Mindestabstände in Bild 1a und Bild 1b angegeben. Der jeweils größere Abstand ist maßgebend.

ANMERKUNG 2 Es ist möglich, dass der Zugwiderstand aufgrund des vorhandenen Widerlagers überschätzt wird. Bei Einhaltung der angegebenen Mindestabstände lässt sich eine Überschätzung auf etwa 5 % begrenzen.

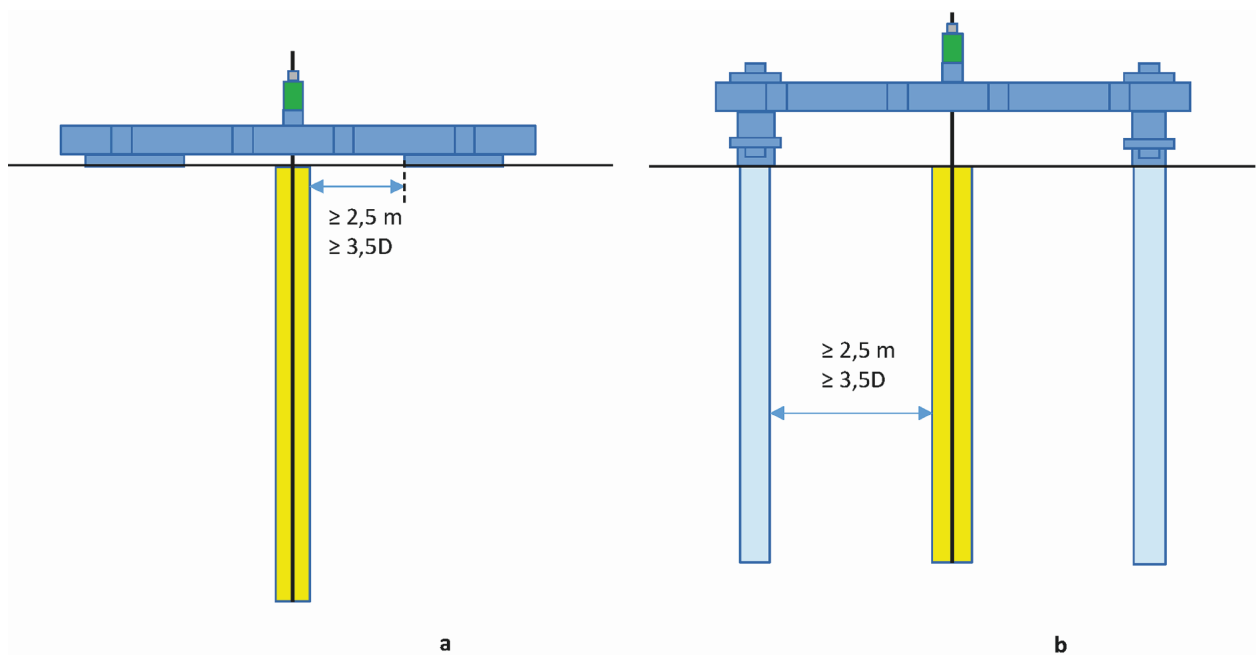


Bild 1 — Lichte Mindestabstände zwischen Probepfahl und Widerlager

Bei Bewertungen der Steifigkeit hat das Widerlager größeren Einfluss. Wenn die Steifigkeit bewertet werden soll, sollte ein lichter Mindestabstand von $10 D$ eingehalten werden. Dieser lichte Abstand darf verringert werden, sofern eine diesbezügliche Bewertung unter Berücksichtigung der Baugrundverhältnisse durchgeführt wird. Der lichte Abstand darf jedoch keinesfalls die in Bild 1a und Bild 1b angegebenen Werte unterschreiten.

ANMERKUNG Im Rahmen dieser Bewertung kann eine Änderung des Widerlagers vorgenommen werden, um dessen Einfluss auf den Probepfahl zu verringern. Es können z. B. eine Verringerung der Mantelreibung der Reaktionspfähle oder die Verwendung einer oder mehrerer einbetonierter Lastzellen erwogen werden.

Bei statischen Pfahlprobelastungen an Mikropfählen dürfen diese Abstände verringert werden. Es ist in jedem Fall ein lichter Mindestabstand von $1,5 \text{ m}$ einzuhalten.

Das Reaktionssystem muss nach den maßgebenden Europäischen Normen auf die maximale Prüflast F_p bemessen werden. Die Verschiebungen des Reaktionssystems müssen begrenzt werden um sicherzustellen, dass die Last für die Dauer der Probelastung axial aufgebracht wird.

Bauwerkspfähle dürfen als Reaktionspfähle verwendet werden, wenn ihre Tragfähigkeit ausreichend ist und ihr Verhalten als Bauwerkspfahl nicht negativ beeinflusst wird. Während der Probelastung muss die Verschiebung der Bauwerkspfähle überwacht werden.

Reaktionssysteme sollten symmetrisch um den Probepfahl herum angeordnet werden. Ist das Widerlager nicht symmetrisch aufgebaut, müssen schädliche Rotationen und/oder Verschiebungen des Reaktionssystems durch zusätzliche Maßnahmen vermieden werden.

4.3 Aufbringen der Last

4.3.1 Allgemeines

Die Last sollte mit Hilfe von einer oder mehreren hydraulischen Presse(n) auf den Probepfahl aufgebracht werden.

Werden zum Aufbringen der Prüflast mehrere hydraulische Pressen verwendet, müssen diese symmetrisch angeordnet sein. Sie müssen baugleich sein und von einer einzigen Hydraulikanlage über eine gemeinsame Lei-

tung versorgt werden. Jede hydraulische Presse muss mit einem Absperrventil und einem zusätzlichen Überdruckmessgerät ausgestattet sein.

4.3.2 Anforderungen an das Aufbringen der Last

Die erreichbare Kraft der Pressen muss größer als F_p sein. Der Pressenhub muss größer als die zu erwartenden Setzungen (Verschiebung des Pfahlkopfs und des Widerlagers unter Last) sein.

Die Last muss gleichmäßig und ohne schlagartige Änderung erhöht oder vermindert und auf jedem geforderten Wert konstant gehalten werden können.

Die erforderliche Genauigkeit kann mit Hilfe einer automatischen elektrischen oder hydraulischen Lastkonstanthaltung erreicht werden. Alternativ darf eine Handpumpe mit genauer Druck- oder Lastmessung und permanenter Nachregelung in Betracht gezogen werden.

Die Last muss mit einer Grenزابweichung kleiner als 0,5 % F_p oder 10 kN angefahren und konstant gehalten werden können, wobei der größere Wert maßgebend ist.

4.4 Messung der Pfahlkopfverschiebungen

Die Verschiebungen des Pfahlkopfs müssen entweder mit Messuhren oder Wegaufnehmern, welche an einem Referenzsystem befestigt sind, gemessen werden.

Das Referenzsystem sollte unabhängig vom Probepfahl aufgelagert sein.

Der lichte Abstand zwischen den Auflagerpunkten des Referenzsystems und dem Probepfahl, den Reaktionspfählen oder der nächstgelegenen Auflagerkante der Flachgründungen sollte mindestens 2,5 m oder 2,5 D betragen. Der größere Wert ist maßgebend.

Ein Ende jedes Referenzmessträgers sollte frei verschieblich aufgelagert sein.

Die Lage des Referenzmessträgers muss von einem sekundären Kontrollmesssystem, wie einem Nivellement, oder durch andere Messverfahren überprüft werden. Die Lage des Pfahlkopfs sollte ebenfalls mit Hilfe dieses sekundären Kontrollmesssystems überprüft werden.

Die axiale Verschiebung des Pfahlkopfs muss mit mindestens drei Wegaufnehmern oder Messuhren gemessen werden. Diese müssen symmetrisch und parallel zur Pfahlachse angeordnet werden. Die Reibung zwischen dem Pfahlkopf und den Messgebern sollte durch Verwendung geeigneter Vorrichtungen, wie z. B. unter den Sensoren angebrachte Glasplatten, minimiert werden.

ANMERKUNG Bei kleinen Pfahldurchmessern ermöglicht die Montage einer Platte die Verwendung von drei Messgeräten.

Wird die Last mit einer einzelnen Kraftmessdose und einer einzelnen Stange (oder Rohr) aufgebracht, darf die axiale Pfahlkopfverschiebung mit nur einem Wegaufnehmer bzw. einer Messuhr gemessen werden.

Die Gesamt-Grenزابweichung der gemessenen Verschiebung des Pfahlkopfs muss kleiner als 0,1 mm oder 0,2 % des Messwerts sein. Der größere Wert ist maßgebend. Hierfür sind Messuhren oder Wegaufnehmer mit 0,01 mm Skaleneinteilung erforderlich. Nivelliergeräte müssen eine Ablesung von 0,1 mm ermöglichen.

Um das Umsetzen der Messgeräte während der Probelastung zu vermeiden, sollten Geräte mit einem ausreichenden Messbereich verwendet werden.

Die Kontrollmessung sollte, sofern nicht anders vereinbart, Ablesungen mit einer Fehlergrenze von 0,1 mm ermöglichen.

Alle optischen Nivelliermessungen sind an mindestens einem Festpunkt anzubinden.

Im Falle von geneigten Pfählen muss entweder die Verschiebung des Pfahlkopfs quer zur Pfahlachse oder die Gesamtverschiebung des Reaktionssystems gemessen werden.

Mit Hilfe des Nivellements sollte auch die Lage der relevanten Eckpunkte des Reaktionssystems kontrolliert werden.

4.5 Messung der Pfahllast

Die Last muss am Pfahlkopf gemessen werden. Die Last muss mit einer oder mehreren Kraftmessdose(n) oder über ein geeignetes kalibriertes Manometer der Hydraulikpressen bestimmt werden.

ANMERKUNG Zusätzliche Hinweise können dem nationalen Vorwort entnommen werden.

Die Geräte zur Messung der Belastung sind nach EN ISO 7500-1 mit einem geeigneten Messgerät unter vollständiger Rückführung auf die nationale Normale zu kalibrieren.

Die Fehlergrenze der Kraftmessung sollte 1 % von F_t betragen.

Die Kalibrierung der Geräte darf zum Zeitpunkt der Probelastung nicht länger als 12 Monate zurückliegen. Wird die Last über den Pressendruck gemessen, darf die Kalibrierung zum Zeitpunkt der Probelastung nicht länger als 6 Monate zurückliegen.

Unter besonderen Umständen, z. B. nach Stoßeinwirkungen, bei außermittiger Belastung, oder wenn die Messergebnisse der elektronischen Kraftmessdosen nicht plausibel sind, wenn Bauteile ausgetauscht wurden oder wenn eine Beschädigung vermutet wird, sollte eine zusätzliche Kalibrierung durchgeführt werden.

4.6 Pfahlinstrumentierung

Die Pfahlinstrumentierung hängt vom Ziel der statischen Pfahlprobelastung ab:

- Erfassung des Gesamtzugwiderstands;
- Erfassung der Verteilung der Pfahlmantelwiderstands über die Länge des Pfahls.

Für die Erfassung des Gesamtzugwiderstands des Pfahls ist keine Pfahlinstrumentierung erforderlich.

Die Verteilung des Pfahlmantelwiderstands kann durch Dehnungsmessungen in verschiedenen Tiefen bestimmt werden. Hierfür können z. B. folgende Messinstrumente verwendet werden:

- fest eingebaute oder wiederverwendbare Extensometer;
- Dehnungsmessgeräte (wie z. B. Schwingensaitenaufnehmer, Glasfasersensoren usw.), die direkt an der Bewehrung befestigt oder einbetoniert sind (bei Fertigpfählen) oder direkt am Stahlquerschnitt von Stahlfertigpfählen befestigt werden.

Die Tiefe, die Anzahl der Messebenen und die erforderliche Anzahl der Messgeräte in jeder Messebene müssen unter Berücksichtigung der Baugrundverhältnisse, der Pfahlart und der Größe des Probepfahls und des Ziels der Probelastung festgelegt werden.

Werden wiederverwendbare Extensometer verwendet, müssen bei Pfählen mit großem Durchmesser (Schaftdurchmesser > 0,6 m) für jede zu messende Tiefe jeweils ein Paar diametral gegenüberliegende Extensometer eingebaut werden. Bei kleineren Pfählen (Schaftdurchmesser ≤ 0,6 m) kann mittig ein wiederverwendbarer Extensometer eingebaut werden, sofern dies nicht im Widerspruch zu den Ausführungsnormen steht.

Wird eine Instrumentierung vor dem Einbau des Pfahls angebracht, wie z. B. Dehnungsmessgeber, sollten für ausreichende Redundanz in jeder Messebene mindestens vier Sensoren symmetrisch angeordnet werden.