

DIN EN ISO 18674-8

ICS 93.020

Einsprüche bis 2022-09-15

Entwurf

**Geotechnische Erkundung und Untersuchung –
Geotechnische Messungen –
Teil 8: Messung von Kräften: Kraftmessdosen (ISO/DIS 18674-8:2022);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 18674-8:2022**

Geotechnical investigation and testing –
Geotechnical monitoring by field instrumentation –
Part 8: Measurement of loads: Load cells (ISO/DIS 18674-8:2022);
German and English version prEN ISO 18674-8:2022

Reconnaissance et essais géotechniques –
Surveillance géotechnique par instrumentation in situ –
Partie 8: Mesure des forces: Capteurs de force (ISO/DIS 18674-8:2022);
Version allemande et anglaise prEN ISO 18674-8:2022

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2022-07-15 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 84 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 18674-8:2022) 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 005-05-09 AA „Baugrund; Feldversuche (SpA zu ISO/TC 182/WG 2, WG 5, WG 6, WG 7 und WG 8)“ 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 Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 7500-1:2018	siehe	DIN EN ISO 7500-1:2018-06
ISO 18674-1:2015	siehe	DIN EN ISO 18674-1:2015-09
ISO 22477-5:2018	siehe	DIN EN ISO 22477-5:2019-05

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 (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 7500-1:2018-06, *Metallische Werkstoffe — Kalibrierung und Überprüfung von statischen einachsigen Prüfmaschinen — Teil 1: Zug- und Druckprüfmaschinen — Kalibrierung und Überprüfung der Kraftmesseinrichtung (ISO 7500-1:2018); Deutsche Fassung EN ISO 7500-1:2018*

DIN EN ISO 18674-1:2015-09, *Geotechnische Erkundung und Untersuchung — Geotechnische Messungen — Teil 1: Allgemeine Regeln (ISO 18674-1:2015); Deutsche Fassung EN ISO 18674-1:2015*

DIN EN ISO 22477-5:2019-05, *Geotechnische Erkundung und Untersuchung — Prüfung von geotechnischen Bauwerken und Bauwerksteilen — Teil 5: Prüfung von Verpressankern (ISO 22477-5:2018); Deutsche Fassung EN ISO 22477-5:2018*

– *Entwurf* –

E DIN EN ISO 18674-8:2022-08

– Leerseite –

**Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Geotechnische Messungen – Teil 8:
Messung von Kräften: Kraftmessdosen (ISO/DIS 18674-8:2022)**

Geotechnical investigation and testing – Geotechnical monitoring by field instrumentation – Part 8: Measurement of loads: Load cells (ISO/DIS 18674-8:2022)

Reconnaissance et essais géotechniques – Surveillance géotechnique par instrumentation in situ – Partie 8: Mesure des forces: Capteurs de force (ISO/DIS 18674-8:2022)

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Symbole und Abkürzungen	8
5 Geräte	8
5.1 Allgemeines	8
5.2 Elektrische Kraftmessdosen	9
5.3 Hydraulische Kraftmessdosen	12
5.4 Messgeräte für spezifische Anwendungen	13
5.4.1 Ankerkraftmessdosen	13
5.4.2 Kraftmessdose für Ortbetonpfähle	15
5.5 Messgenauigkeit	16
6 Installation und Messverfahren	17
6.1 Installation	17
6.1.1 Allgemeines	17
6.1.2 Ankerkraftmessdosen	17
6.1.3 Kraftmessdosen am Sockel von Ortbetonpfählen	18
6.1.4 Kraftmessdosen für Streben bei Aushubarbeiten	19
6.2 Durchführung von Messungen	19
6.2.1 Prüfung und Kalibrierung der Messgeräte	19
6.2.2 Messung	20
7 Datenverarbeitung und Bewertung	20
8 Berichterstattung	21
8.1 Installationsbericht	21
8.2 Messbericht	21
Anhang A (informativ) Anwendungen im Bereich Geo-Engineering	22
Anhang B (informativ) Messbeispiele	23
B.1 Allgemeines	23
B.2 Elektrische Kraftmessdose: Überwachung von Litzenankern bei Bauarbeiten in urbanen Tiefbauprojekten	23
B.3 Elektrische Kraftmessdose: Überwachung kurzzeitiger offener Aushubarbeiten	28
B.4 Elektrische Ankerkraftmessdosen: Überwachung einer dauerhaft verankerten Stützwand an einem Hang	33
B.5 Hydraulische Kraftmessdosen am Fuß von Ortbetonpfählen	36
Literaturhinweise	43

Bilder

Bild 1 — Gerundete Kraftverteilerplatte (Beispiel)	9
Bild 2 — Merkmale einer elektrischen Kraftmessdose (Beispiel, siehe Verweisung [4])	11
Bild 3 — Merkmale einer hydraulischen Kraftmessdose	12
Bild 4 — Schematische Darstellung von Ankerkopfvorrichtungen zum Ausrichten unterschiedlicher Arten von Zuggliedern	14
Bild 5 — Schematische Darstellung einer hydraulischen Kraftmessdose am Sockel eines Ortbetonpfahls (nach [5])	16
Bild 6 — Anordnung eines typischen Ankerkopfs mit Litzenzugglied	21

Bild B.1 — Ansicht der Baustelle. Oben rechts: Bahnhof Porta Nuova; oben links: Straße mit Straßenbahnschienen	25
Bild B.2 — Elektrische Kraftmessdose an Stahlträger mit Kraftverteilerplatten für einen Anker mit Litzenbündel-Zuggliedern	26
Bild B.3 — Beispiel für eine Ankerkraftmessung im Verlauf der Installation der Kraftmessdose (Kraftmessdose Nr. 17-1 V.S)	26
Bild B.4 — Achtmonatige Messdauer während der und nach den Aushubarbeiten (Kraftmessdose Nr. 17-1 V.S)	27
Bild B.5 — Last- und Temperaturkurve während einer einmonatigen Dauer (September 2015) .	28
Bild B.6 — Beispiel für einen Kraftmessdosen-Überwachungsabschnitt (vereinfacht)	30
Bild B.7 — Nordteil der Aushubarbeiten mit bestehendem Tunnel (Abraum entsorgt, mit Sicht von außen auf die Tunnelschale); Bohrpfahlwand mit waagrechten Trägern und mit nachträglichem Verbund vorgespannten Ankern	31
Bild B.8 — Südteil der Aushubarbeiten mit Portalbereich des neuen Tunnels in der Mitte und bestehendem Tunnel mit freigelegter Tunnelschale	32
Bild B.9 — Messungen der Ankerkräfte in Abschnitt MQ 4.02	33
Bild B.10 — Schematische Querschnittsdarstellung der verankerten Stützwand	35
Bild B.11 — Schematische Ansicht der verankerten Stützwand	35
Bild B.12 — Über einen Zeitraum von zehn Jahren gemessene Ankerlasten	36
Bild B.13 — W-O-Abschnitt des Commerzbank Tower in Frankfurt/M. Pfahlgründung des Turms mit einer Höhe von 299 m unterlagert von Lehm- und Kalkgestein-Formationen.	38
Bild B.14 — Hydraulische Kraftmessdosen am Fuß eines Ortbetonpfahls	40
Bild B.15 — Von hydraulischen Kraftmessdosen am Fuß von Ortbetonpfählen im Verlauf der Pfahlbildung gemessene Lasten	41
Bild B.16 — Ergebnisse von Lastmessungen mittels Dehnungsmessstreifen entlang eingebetteter Pfähle	42

Tabellen

Tabelle A.1 — Leitfaden für die Auswahl von Kraftmessdosentypen für Geo-Engineering-Anwendungen	22
---	----

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 18674-8:2022) 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.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 18674-8:2022 wurde von CEN als prEN ISO 18674-8:2022 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

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 Technischen Komitee ISO/TC 182, *Geotechnics*, erarbeitet.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 18674 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 beschreibt Kraftmessungen mittels Kraftmessdosen, die zur geotechnischen Messung durchgeführt werden. Zur Kraftmessung mittels Dehnungsmessstreifen oder Verschiebungsmessgeräten siehe ISO 18674-7. Allgemeine Regeln für die messtechnische Überwachung von Baugrund, von Bauwerken, die mit dem Baugrund in Wechselwirkung stehen, von geotechnischen Auffüllungen und von geotechnischen Arbeiten sind in ISO 18674-1:2015 festgelegt.

Dieses Dokument gilt für:

- messtechnische Überwachung von geotechnischen Bauwerken wie Anker, verankerte Felsdübel, Zuganker, Pfähle, Streben, Stützen und Stahlauskleidungen;
- Überprüfung geotechnischer Entwürfe und Konstruktionsanpassung in Verbindung mit den Beobachtungsmethoden bei der Planung;
- Bewertung der Stabilität während oder nach dem Bau.

Vorrichtungen, bei denen die Last im Verlauf geotechnischer Feldprüfungen absichtlich auf geotechnische Bauwerke aufgebracht wird, beispielsweise kalibrierte Hydraulikzylinder für Auszugsprüfungen von Ankern oder Belastungsprüfungen von Pfählen, sind nicht Gegenstand dieses Dokuments.

ANMERKUNG Dieses Dokument erfüllt die Anforderungen an die messtechnische Überwachung von Baugrund, von Bauwerken, die mit dem Baugrund in Wechselwirkung stehen, und von geotechnischen Arbeiten mittels Kraftmessdosen als Teil geotechnischer Erkundung und Untersuchung nach Literaturhinweis [1] und [2].

WICHTIG — Die elektronische Datei dieses Dokuments enthält Farben, die für das richtige Verständnis des Dokuments als zweckmäßig erachtet werden. Die Benutzer sollten daher in Erwägung ziehen, dieses Dokument mit einem Farbdrucker auszudrucken.

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 7500-1:2018, *Metallic materials — Calibration and verification of static uniaxial testing machines — Part 1: Tension/compression testing machines — Calibration and verification of the force-measuring system*

ISO 18674-1:2015, *Geotechnical investigation and testing — Geotechnical monitoring by field instrumentation — Part 1: General rules*

ISO 18674-7:2023, *Geotechnical investigation and testing — Geotechnical monitoring by field instrumentation — Part 7: Measurement of strain: Strain*

ISO 22477-5:2018, *Geotechnical investigation and testing — Testing of geotechnical structures — Part 5: Testing of grouted anchors*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 18674-1 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

Kraftmessdose

Feldmessgerät zur Überwachung von Kräften, die in geotechnischen Bauwerken wirken

Anmerkung 1 zum Begriff: Kraftmessdosen werden üblicherweise an einem Ende eines tragenden Bauteils platziert, wo Kräfte von einem Bauteil an ein anderes übertragen werden.

BEISPIEL Kraftmessdose am Ankerkopf, wo die Kraft, die innerhalb des Ankerzugglieds wirkt, an eine Stützwand übertragen wird.

Anmerkung 2 zum Begriff: Üblich sind elektrische (siehe 3.2) und hydraulische (siehe 3.3) Messprinzipien.

Anmerkung 3 zum Begriff: Unverzichtbare Bestandteile von Kraftmessdosen sind ein Kraftaufnahmeelement und Kraftverteilerplatten zum Übertragen von Kräften zwischen tragenden Bauteilen.

3.2

elektrische Kraftmessdose

Messgerät mit einem sich elastisch verhaltenden Körper, der sich unter der aufgetragenen Kraft verformt, wobei die sich ergebende Verformung von elektrischen Sensoren gemessen wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Beispiel für einen solchen Körper ist ein Stahlzylinder (siehe Bild 2).

Anmerkung 2 zum Begriff: Zu typischen elektrischen Sensoren siehe 5.2.4.

3.3

hydraulische Kraftmessdose

Messgerät mit einer flachen mit Flüssigkeit gefüllten Kammer, bei dem die zu überwachende Kraft auf die flachen Verteilerplatten an den Seiten der Kammer senkrecht einwirkt und der Druck in der Flüssigkeit der Kammer mittels eines Druckmessgeräts gemessen wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 3.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Kammer wird durch zwei Stahlplatten gebildet, die entlang ihrer Umfänge miteinander verschweißt sind, wobei der dazwischen liegende Hohlraum mit einer Flüssigkeit (entgastetes Fluid) gefüllt ist.

3.4

Ankerkraftmessdose

anwendungsspezifisch entwickelte Messdose mit einem mittigen Durchlass zum Unterbringen des Ankerzugglieds

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 4.

Anmerkung 2 zum Begriff: Das Zugglied umfasst üblicherweise einen Stab, Litzen oder Drähte.

3.5

Nennbereich

Bereich, innerhalb dessen die Messdose kalibriert ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Weitere Benennungen, die in der Praxis verwendet werden, umfassen beispielsweise Lastbereich, Nennlast, Kapazität, Gesamtkapazität oder Messbereich.

Anmerkung 2 zum Begriff: Außerhalb des Nennbereichs ist die Kraftmessdose nicht kalibriert, so dass Messergebnisse nicht zuverlässig sind.

3.6

Bereichsüberschreitung

größte Kraft, die auf die Kraftmessdose aufgebracht werden kann, ohne dass diese beschädigt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Weitere Benennungen, die in der Praxis verwendet werden, umfassen beispielsweise „Überlastkapazität“ oder „Überlastbereich“.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Bereichsüberschreitung von handelsüblichen Kraftmessdosen beträgt üblicherweise das bis zu 1,5-Fache des Nennbereichs.

4 Symbole und Abkürzungen

Symbol	Bezeichnung	Einheit
A	größtes Maß des Querschnitts eines tragenden Bauteils	m
B	kleinstes Maß des Querschnitts eines tragenden Bauteils	m
D_o	Außendurchmesser	m
F	axiale Kraft, die in einem Bauteil wirkt	N
FS	Originalmaßstab, en: full scale	—
H	Höhe	m
P_a	Belastung während der Installation	N
P_e	wirksame Axiallast	N
F_R	Reaktionskraft im Ankerkopf	N
P	Axiallast	N
R_S	Pfahlschaftwiderstand	N
R_T	Pfahlfußwiderstand	N
S	Scherkraft	N
t	verstrichene Zeit	Tag(e)
z	Tiefe	m
α	Winkel zwischen dem Zugglied am Ankerkopf und der Ankerachse	Grad

5 Geräte

5.1 Allgemeines

5.1.1 Eine Kraftmessdose kann entweder elektrisch (siehe 5.2) oder hydraulisch (siehe 5.3) sein.

ANMERKUNG Weitere Arten von Kraftmessdosen, beispielsweise mechanische oder photoelastische, werden in diesem Dokument nicht berücksichtigt.

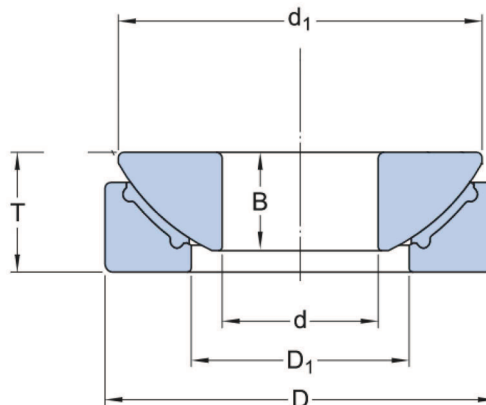
5.1.2 Die Höchstlast, die während der Nutzungsdauer des Überwachungsprojekts vorausszusehen ist, darf zuzüglich einer Spanne von 10 % bis 30 % den Nennbereich der Kraftmessdose nicht überschreiten.

ANMERKUNG 1 Eine zu große Spanne verringert die Genauigkeit der Messungen.

ANMERKUNG 2 Die Messergebnisse im unteren Bereich (5 % bis 10 %) des Nennbereichs sind oft ungenauer.

5.1.3 Am Ort der Messung muss die Kraft, die in einem tragenden Bauteil wirkt, mittels Kraftverteilerplatten durch die Kraftmessdose übertragen werden. Gerundete Verteilerplatten dürfen zur Verbesserung der gleichgerichteten Lastverteilung verwendet werden.

ANMERKUNG Siehe das Beispiel einer gerundeten Verteilungsplatte in Bild 1.



Legende

d, d_1, D, D_1, T, B Maße der gerundeten Kraftverteilerplatte

Bild 1 — Gerundete Kraftverteilerplatte (Beispiel)

5.1.4 Die Kraftmessdose muss ein ausgewiesenes Kraftaufnahmeelement aufweisen.

BEISPIELE Siehe 1 in Bild 2 und Bild 2 bis 4 in Bild 3.

5.1.5 Der Werkstoff des Kraftaufnahmeelements (1 in Bild 2) der Kraftmessdose sollte mechanisch stabil sein.

BEISPIEL Wärmebehandelter Stahl der Qualität S355J2+N nach EN 10027-1.

5.1.6 Der Temperatureinfluss auf die Kraftmessung muss berücksichtigt und dokumentiert werden. Die Exposition der Kraftmessdose gegenüber direktem Sonnenlicht oder sonstigen Wärmequellen sollte vermieden oder minimiert werden. Kraftmessdosen sollten so ausgelegt sein, dass Temperaturfehler minimiert werden.

ANMERKUNG 1 Die Messergebnisse von Kraftmessdosen werden durch Temperaturänderungen beeinflusst. Die Verwendung temperaturkompensierter Sensoren verringert den Einfluss von Temperaturänderungen auf die Messungen. Informationen zur Temperaturkorrektur der Kraftmessdose können vom Hersteller bereitgestellt werden.

ANMERKUNG 2 Unabhängige Temperaturmessungen in der Nähe der Kraftmessdose unterstützen die Bewertung der Kraftmessungsergebnisse.

ANMERKUNG 3 Temperaturänderungen können zudem die Kräfte innerhalb der tragenden Bauteile beeinflussen, siehe ISO 18674-1:2015, 5.3.1.

5.2 Elektrische Kraftmessdosen

5.2.1 Elektrische Kraftmessdosen sollten die in Bild 2 dargestellten Merkmale aufweisen.

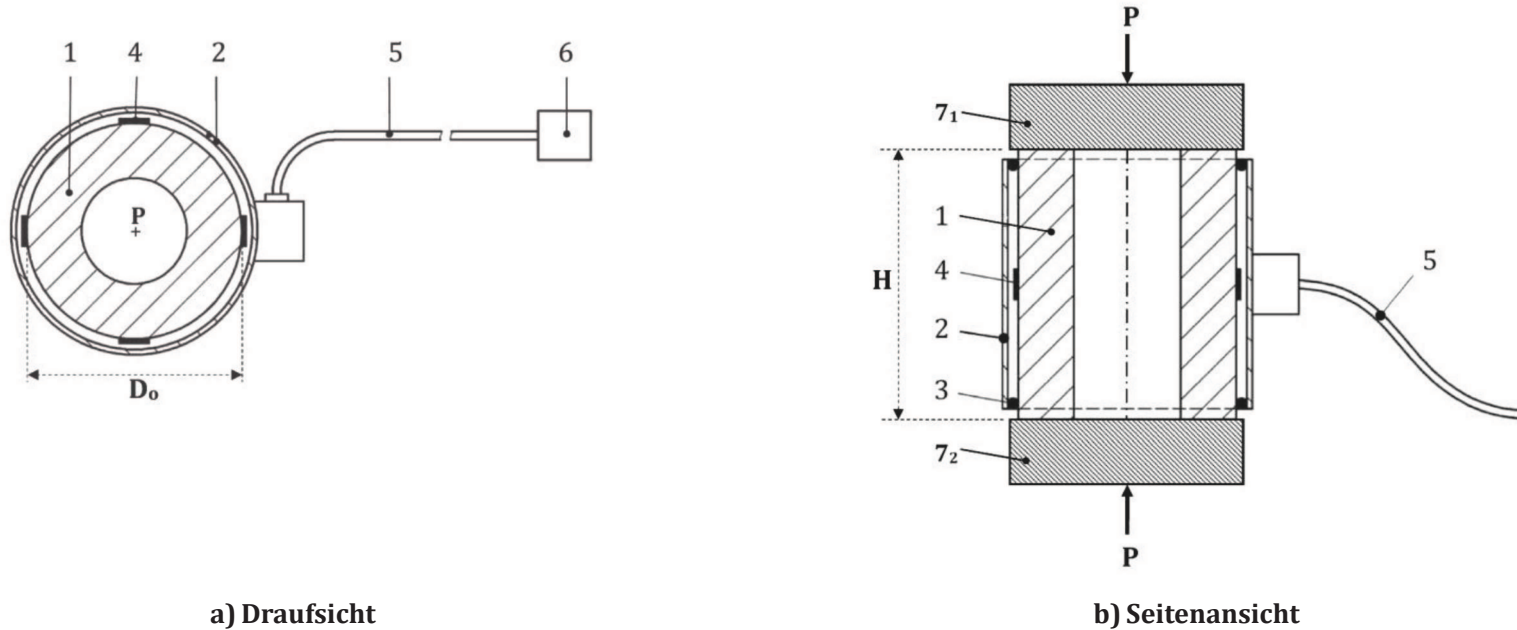
ANMERKUNG Das Kraftaufnahmeelement ist üblicherweise entweder ein massiver Zylinder oder ein hohler Zylinder, siehe 1 in Bild 2.

5.2.2 Zylindrische Kraftaufnahmeelemente sollten ein Verhältnis der Höhe H zum Außendurchmesser D_0 innerhalb eines Bereichs von $0,1 \leq H/D_0 \leq 2$ aufweisen.

ANMERKUNG 1 Bei einem Wert von $H/D_0 > 2$ verringert sich tendenziell die Stabilität der Kraftmessdosenbaugruppe.

ANMERKUNG 2 Die Qualität von Messungen mit Kraftmessdosen mit niedrigen H/D_0 -Verhältnissen kann gegenüber Fehlern bei Ausrichtung, Platzierung und Kraftverteilerplatten potentiell empfindlicher sein.

- Entwurf -



Legende

D_o	Außendurchmesser des Kraftaufnahmeelements (1)	3	O-Ring
P	Last	4	elektrischer Sensor (hier: Dehnmessstreifen als Vollbrücke)
H	Höhe des Kraftaufnahmeelements (1)	5	Elektrokabel
1	Kraftaufnahmeelement (hier: Hohlzylinder)	6	Steuerungs- und Auslese-einheit
2	zylindrische Schutzabdeckung	7 ₁	obere Kraftverteilerplatte
		7 ₂	untere Kraftverteilerplatte

Bild 2 — Merkmale einer elektrischen Kraftmessdose (Beispiel, siehe Verweisung [4])

5.2.3 Die Verformung des Kraftaufnahmelements muss von elektrischen Sensoren gemessen werden.

5.2.4 Der Sensor kann entweder auf einem Dehnmess-, piezoelektrischen, Schwingsaiten- oder kapazitiven Messprinzip basieren und ist so ausgelegt, dass der Einfluss durch exzentrische Belastung minimiert wird.

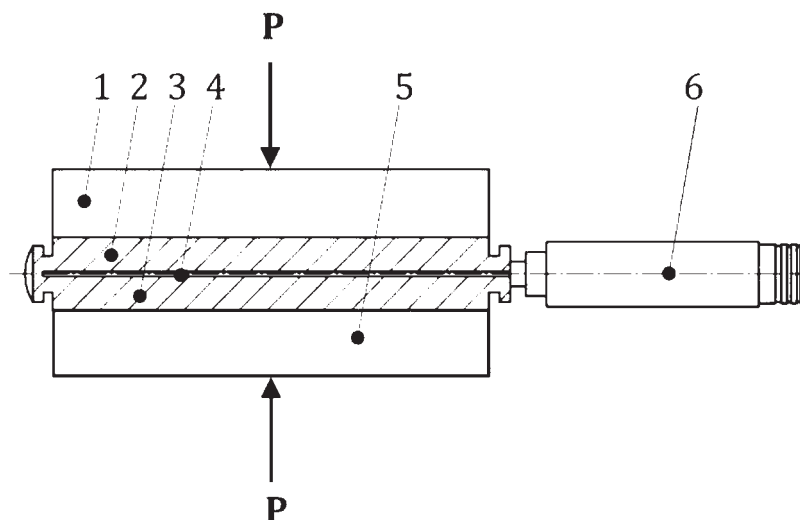
ANMERKUNG 1 Der Einfluss durch exzentrische Belastung wird üblicherweise durch eine Verwendung mehrerer Sensoren, die gleichmäßig um den Zylinder herum und in einem identischen Abstand von der Achse verteilt sind, minimiert.

ANMERKUNG 2 Das Ausgangssignal einer elektrischen Kraftmessdose mit Dehnmessstreifen kann bei unsachgemäßer Auslegung von der Stromversorgung des Aufzeichnungsgeräts abhängig sein.

5.3 Hydraulische Kraftmessdosen

5.3.1 Hydraulische Kraftmessdosen sollten die in Bild 3 dargestellten Merkmale aufweisen.

ANMERKUNG Element 2, Element 3 und Element 4 in Bild 3 bilden eine mit Flüssigkeit gefüllte Kammer. Eine Änderung der Größenordnung der Last P führt zu einer Änderung des Flüssigkeitsdrucks in der Kammer (4 in Bild 3).



Legende

P	Last	4	mit Flüssigkeit gefüllte Kammer
1	obere Kraftverteilerplatte	5	untere Kraftverteilerplatte/Lagerplatte
2/3	Kraftmessplatten	6	Druckmesseinheit (hier: elektrischer Druckwandler)

Bild 3 — Merkmale einer hydraulischen Kraftmessdose

5.3.2 Die Druckmesseinheit (6 in Bild 3) sollte so nah wie in der Praxis möglich an der mit Flüssigkeit gefüllten Kammer positioniert sein.

ANMERKUNG Ein erhöhter Abstand zwischen der mit Flüssigkeit gefüllten Kammer (4) und der Druckmesseinheit (6) führt zu einer verringerten Steifigkeit des Kraftmesssystems, was die Messung beeinflusst.

5.3.3 Die Druckmesseinheit kann entweder ein Rohrfedermanometer oder ein elektrischer Druckwandler sein.

5.4 Messgeräte für spezifische Anwendungen

5.4.1 Ankerkraftmessdosen

5.4.1.1 Ankerkraftmessdosen müssen einen axialen mittigen Durchlass zum Unterbringen des Ankerzugglieds aufweisen.

ANMERKUNG Siehe Bild 1 und Bild 4.

5.4.1.2 Ankerkraftmessdosen können entweder elektrisch (siehe 5.2) oder hydraulisch (siehe 5.3) sein.

5.4.1.3 Am Ort der Messung muss die Ankerlast mittels Kraftverteilerplatten durch die Kraftmessdose übertragen werden. Die Kraftverteilerplatten müssen so ausgelegt sein, dass sie bei Nennlast nicht nachgeben und dass Verformungen beim Verteilen der Last auf das Bauwerk begrenzt werden.

ANMERKUNG 1 Siehe 7_1 und 7_2 in Bild 2 und Bild 1 und 5 in Bild 3.

ANMERKUNG 2 Üblich sind Kraftverteilerplatten aus wärmebehandeltem Stahl mit einem H/D-Verhältnis von etwa 0,22 bis 0,30.

ANMERKUNG 3 Die Platte zwischen dem Aufnahmeelement und der Kraftmessdose (7_2 in Bild 2 und Bild 5 in Bild 3) wird üblicherweise als Lagerplatte bezeichnet.

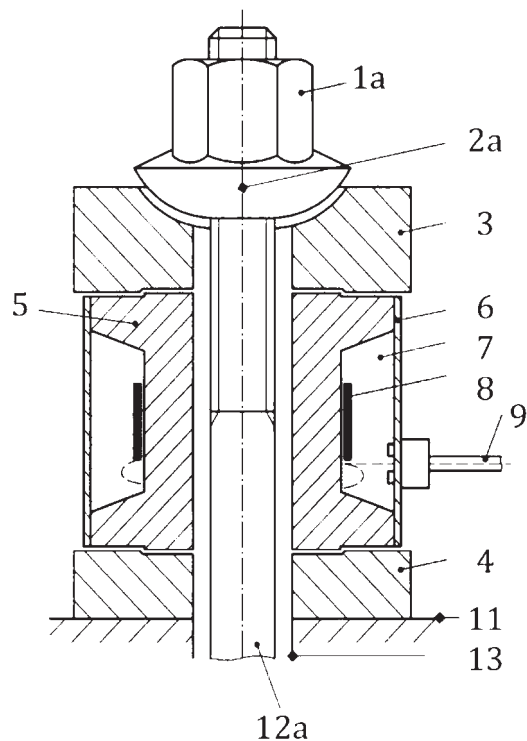
5.4.1.4 Das Loch zum Durchführen des Ankerzugglieds durch eine Kraftverteilerplatte muss sich in der Mitte der Platte befinden.

5.4.1.5 Bei Ankerzuggliedern dürfen zur Verbesserung der gleichgerichteten Lastverteilung gerundete Aufnahmen oder Keile verwendet werden.

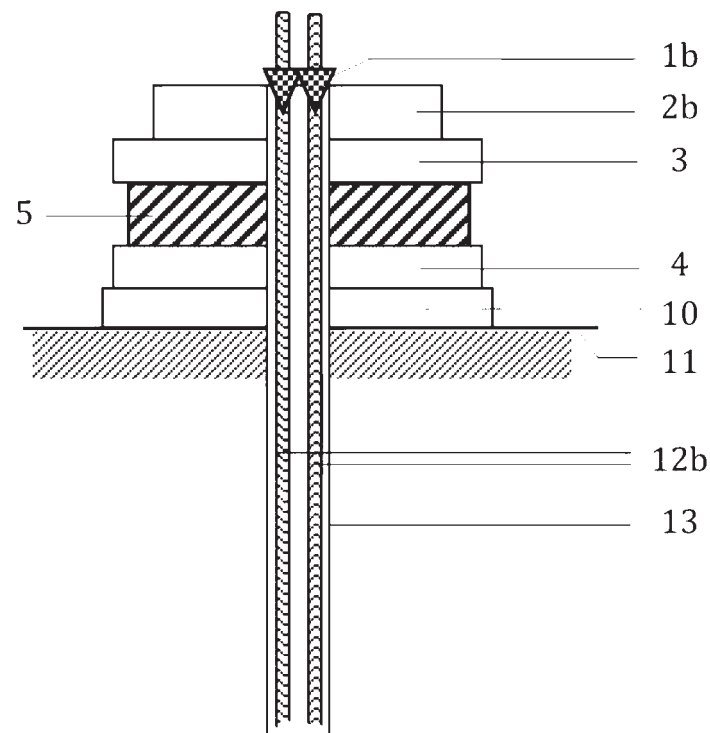
ANMERKUNG 1 Siehe Bild 4a und Bild 4b.

ANMERKUNG 2 Abweichungen von der senkrechten Ausrichtung zwischen den Kraftverteilerplatten und dem Ankerzugglied erzeugen eine Kraftkomponente, die in Querrichtung zu der Kraftmessdose wirkt. Diese Wirkung, die die Genauigkeit der Ankerkraftmessung beeinträchtigt, kann durch eine gerundete Mutter oder Keile nicht verhindert werden, siehe 6.1.1.4 bis 6.1.1.6.

- Entwurf -



a) Gerundete Aufnahme für ein Stabzugglied



b) Keile für zwei Litzenzugglieder

Legende

1a Mutter	5 Kraftaufnahmeelement	10 Lagerplatte
1b Keil	6 Schutzhülle	11 Geländeoberkante
2a Gerundete Aufnahme	7 Verguss	12a Stabzugglied
2b Kopfplatte	8 elektrischer Sensor	12b Litzenzugglied
3 obere Kraftverteilerplatte	9 Elektrokabel zur Ausgabe	13 Bohrlochwandung
4 untere Kraftverteilerplatte		

Bild 4 — Schematische Darstellung von Ankerkopfvorrichtungen zum Ausrichten unterschiedlicher Arten von Zuggliedern

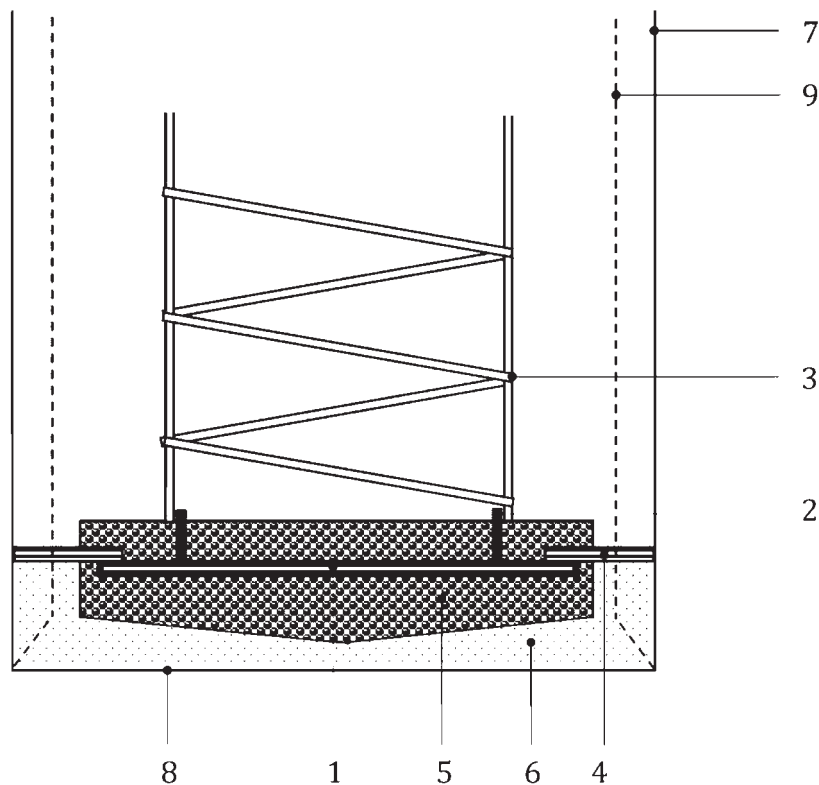
5.4.2 Kraftmessdose für Ortbetonpfähle

5.4.2.1 Bei der messtechnischen Überwachung von Ortbetonpfählen darf eine Kraftmessdose am Pfahlfuß platziert werden. Die Anordnung der Kraftmessdose sollte sein wie in Bild 5 dargestellt.

ANMERKUNG 1 Die Last an der Pfahlspitze wird üblicherweise mittels Dehnungsmessstreifen gemessen, siehe ISO 18674-7.

ANMERKUNG 2 Eine Kraftmessdose an der Spitze oder an einer anderen Stelle zwischen Fuß und Spitze wird üblicherweise Pfahlprüfverfahren zugeordnet, bei denen eine Last aktiv aufgebracht und systematisch variiert wird und wobei die Verformungsreaktion des Pfahls in Abhängigkeit von der aufgebrachten Last betrachtet wird.

ANMERKUNG 3 Abgesehen von Pfahlprüfungen ist die Verwendung von Kraftmessdosen an der Pfahlspitze auf Situationen beschränkt, in denen während der Nutzungsdauer des Pfahls ausschließlich axiale Lasten zu erwarten sind, da das Vorhandensein der Kraftmessdose die Lastübertragung auf den Pfahl beeinflussen könnte.



Legende

- 1 hydraulische Kraftmessdose, die in (5) eingebettet ist
- 2 Schweißring
- 3 Bewehrungskorb
- 4 Ring aus einem komprimierbaren Werkstoff (z. B. Synthesekautschuk)
- 5 konischer Stopfen (z. B. Zementmörtel)
- 6 Beton-/Mörtelbett
- 7 Bohrlochwandung
- 8 Bohrlochsohle
- 9 Innenwand der Verrohrung (wo anwendbar)

Bild 5 — Schematische Darstellung einer hydraulischen Kraftmessdose am Sockel eines Ort betonpfahls (nach [5])

5.4.2.2 Bei Pfahldurchmessern von mehr als 1,00 m kann eine Anordnung aus mindestens drei Kraftmessdosen verwendet werden. Anzahl und Position (Anordnung / Geometrie) der Kraftmessdosen müssen so ausgelegt sein, dass Exzentrizität minimiert wird. Verteilungsplatten müssen so ausgelegt sein, dass sie die Last gleichmäßig auf die Kraftmessdosen verteilen.

5.5 Messgenauigkeit

Es ist anzumerken, dass die Messgenauigkeit in erster Linie von der Konstruktion der Montagevorrichtungen, der Installationsqualität dieser Vorrichtungen im Hinblick auf Axialität (siehe 6.1.1.5) und Exzentrizität (siehe 6.1.1.6) sowie von Änderungen der Umgebungstemperatur am Ort der Messung abhängt.

ANMERKUNG 1 Bei Ankerkraftmessdosen muss das mittige Loch der Messdose so groß sein, dass eine Berührung der Ankermessdose durch das Ankerzugglied und eine sich dadurch ergebende Entstehung von Querlasten zur Messdose, die zu einer verringerten Gesamtgenauigkeit und möglichen Schäden an der Messdose führen, verhindert werden.

ANMERKUNG 2 Bei Litzenzuggliedern erzeugt der Winkel, der durch die Litzen am Ankerkopf zur Ankerachse gebildet wird, einen Transversaleffekt, der von der (oberen) Verteilungsplatte absorbiert wird. Die gemessene Axiallastkomponente ist geringer als die tatsächliche Litzenlast (siehe 7.4).

6 Installation und Messverfahren

6.1 Installation

6.1.1 Allgemeines

6.1.1.1 Kraftmessdosen sollten gleichzeitig mit dem tragenden Bauteil installiert werden.

ANMERKUNG Dies vereinfacht Platzierung und Ausrichtung der Messdosen und der zugehörigen Kraftverteilerplatten. So wird zudem sichergestellt, dass die Aufzeichnung der Lasthistorie vollständig ist.

6.1.1.2 Die Kräfte dürfen ausschließlich vom tragenden Bauteil durch die Kraftmessdose übertragen werden.

6.1.1.3 Die Kraftverteilerplatten müssen außerhalb des Kraftaufnahmelements und am tragenden Bauteil platziert sein, um die Last gleichmäßig zu verteilen.

6.1.1.4 Bei der Installation der Kraftmessdose müssen sowohl die Ausrichtung als auch die Position der Achse des tragenden Bauteils berücksichtigt werden.

ANMERKUNG 1 Zu den Ausrichtungsanforderungen siehe 6.1.1.5.

ANMERKUNG 2 Zu den Positionsanforderungen siehe 6.1.1.6.

6.1.1.5 Die Achse der Kraftmessdose muss parallel zur Achse des tragenden Bauteils ausgerichtet sein, und die Verteilungsplatten sollten senkrecht zur Achse der Kraftmessdose und des tragenden Bauteils sein. Eine Abweichung von $\pm 5^\circ$ ist zulässig.

ANMERKUNG Nichtparallelität führt zu einer Querbelastung der Kraftmessdose, was die Qualität der Messung beeinträchtigt.

6.1.1.6 Kraftmessdosen und Verteilungsplatten müssen in der Achse des tragenden Bauteils zentriert werden. Eine Exzentrizität von $< 3\%$ des Durchmessers des Kraftaufnahmelements der Kraftmessdose ist zulässig.

BEISPIEL Wenn der Außendurchmesser D_o des Kraftaufnahmelements einer Kraftmessdose 200 mm beträgt, würde die größte zulässige Verschiebung der Kraftmessdose 6 mm betragen.

ANMERKUNG Wenn der Durchmesser der Kraftmessdose bezogen auf die Querschnittfläche des tragenden Bauteils klein ist, besteht die Möglichkeit, eine Anordnung aus Kraftmessdosen nach 5.4.2.2 zu installieren oder das tragende Bauteil mit einem geeigneten Adapter zu versehen.

6.1.2 Ankerkraftmessdosen

6.1.2.1 Die Installation der Kraftmessdose muss beginnen, wenn das Ankerzugglied eingeführt wird und die Lagerplatte positioniert wird. Die untere Kraftverteilerplatte muss auf der Lagerplatte aufgesetzt und in mittiger Position fixiert sein.

ANMERKUNG Zentrierbuchsen sind für das Zentrieren und korrekte Ausrichten der Platte nützlich.

6.1.2.2 Sobald die Lagerplatte und die untere Kraftverteilerplatte gesetzt sind, müssen die Ankerkraftmessdose und die obere Kraftverteilerplatte installiert und der Anker festgezogen werden. Während der Installation und der Straffungsvorgänge dürfen provisorische Stützvorrichtungen verwendet werden.

6.1.2.3 Die Lastmessung sollte vor und während der Belastung, während des Festlegens und nach dem Festlegen des Ankers beginnen, um Lastverluste während der Installation zu ermitteln und eine Bewertung der tatsächlich aufgebrachten Last zu ermöglichen.

6.1.2.4 Kraftmessdosen und die Kabel von Kraftmessdosen müssen mittels einer geeigneten Schutzkappe vor Wettereinflüssen und mechanischen Schäden geschützt werden.

6.1.2.5 Ankerköpfe mit Kraftmessdosen für dauerhafte Anwendungen sollten in Aussparungen oder Nischen des Bauwerks platziert werden.

ANMERKUNG Die Nischen sind oft mit Schmierfett oder Kunstharz gefüllt, was den Langzeitschutz erhöht.

6.1.2.6 Bei Kraftmessdosen an Dauerankern dürfen Vorkehrungen für einen Austausch der Kraftmessdose getroffen werden.

ANMERKUNG Die Nutzungsdauer von elektrischen Ankerkraftmessdosen ist üblicherweise auf 20 bis 25 Jahre, oft weniger, beschränkt.

6.1.3 Kraftmessdosen am Sockel von Ortbetonpfählen

6.1.3.1 Die Kraftmessdose muss für eine Installation vorbereitet werden, indem die Messdose am Boden des Bewehrungskorbs befestigt wird.

ANMERKUNG Zu diesem Zweck sind Kraftmessdosen oft mit einem Schweißring versehen, siehe 2 in Bild 5.

6.1.3.2 Die Hydraulikleitungen und/oder Elektrokabel zur Kraftmessdose müssen entlang von Längsstäben des Bewehrungskorbs ausgerichtet und beispielsweise mit Drähten gesichert sein. Die Leitungen und Kabel müssen markiert und vor Beschädigungen geschützt werden.

ANMERKUNG Die vorbereitenden Arbeiten nach 6.1.3.1 bis 6.1.3.2 werden üblicherweise oberirdisch auf der Baustelle durchgeführt.

6.1.3.3 Unterhalb der Kraftmessdose sollte sich ein konischer Stopfen bzw. eine konische Platte befinden.

ANMERKUNG 1 Siehe 5 in Bild 5.

ANMERKUNG 2 Ein konischer Stopfen unterstützt das Erreichen eines formschlüssigen Anliegens der Kraftmessdose am Beton- oder Mörtelbett auf der Sohle des Bohrlochs (siehe 6.1.3.4) und somit mit dem Baugrund unterhalb des Pfahls.

ANMERKUNG 3 Der konische Stopfen ist üblicherweise werkseitig an der Kraftmessdose angebracht.

6.1.3.4 Vor der Installation der fertig montierten Baugruppe von 6.1.3.1 bis 6.1.3.3 in das Bohrloch muss die Sohle des Bohrlochs von Schutt geräumt werden und anschließend vollständig durch ein Beton- oder Mörtelbett abgedeckt werden.

6.1.3.5 Die Baugruppe muss in das Bohrloch abgesenkt werden, bis die Kraftmessdose vollständig mit dem frischen Beton- oder Mörtelbett in Berührung ist.

6.1.3.6 Beton oder Mörtel am Umfang der Kraftmessdose müssen vermieden werden, da Volllast auf die Kraftmessdose einwirken muss.

ANMERKUNG 1 Dies wird üblicherweise dadurch erreicht, dass ein Außenring aus einem komprimierbaren Werkstoff an der Kraftmessdose befestigt wird, wobei zu beachten ist, dass dieser Werkstoff unter dem Überlagerungsdruck des frisch gegossenen Betons des Pfahls nicht vollständig zusammengedrückt wird.

ANMERKUNG 2 Siehe 4 in Bild 5.

6.1.4 Kraftmessdosen für Streben bei Aushubarbeiten

6.1.4.1 Das Positionieren einer Kraftmessdose in Streben muss gemeinsam mit dem Baustatiker geplant werden.

ANMERKUNG Eine Kraftmessdose führt zu Änderungen des Statiksystems und der Statiksicherheit.

6.1.4.2 Die Kraftmessdose muss gemeinsam mit den Halterungselementen an einem Ende der Strebe platziert werden.

ANMERKUNG 1 Andere Positionen der Kraftmessdose können Auswirkungen auf die Stabilität der Strebe haben.

ANMERKUNG 2 Zu Lastmessungen entlang einer Strebe mittels Dehnungsmessstreifen siehe ISO 18674-7:2023. Zu Redundanzzwecken kann eine Kombination aus Dehnungsmessstreifen und Kraftmessdosen eingesetzt werden.

6.1.4.3 Die Kraftmessdose sollte gleichzeitig mit der Strebe installiert werden.

6.1.4.4 Wenn Streben der Sonneneinstrahlung und anderen Temperatureinflüssen ausgesetzt sind, muss die Temperatur gemessen werden und ihre Auswirkungen müssen berücksichtigt werden.

ANMERKUNG Siehe ISO 18674-1:2015, 5.3.2.

6.2 Durchführung von Messungen

6.2.1 Prüfung und Kalibrierung der Messgeräte

6.2.1.1 Vor der Installation muss die Funktionalität der Kraftmessdose durch Durchführen der vom Hersteller vorgeschlagenen Prüfungen überprüft werden. Zu allgemeinen Funktionsprüfungen und Kalibrierungen siehe ISO 18674-1:2015, 5.6.

6.2.1.2 Ein Kalibrierungszertifikat muss vom Hersteller für jede gelieferte Kraftmessdose bereitgestellt werden. Die Zeitspanne zwischen der Kalibrierung und der Installation der Kraftmessdose darf 12 Monate nicht überschreiten.

6.2.1.3 Die Kalibrierung der Kraftmessdose muss unter Verwendung einer Universalprüfmaschine der Genauigkeitsklasse 1.0 nach ISO 7500-1 erfolgen.

ANMERKUNG Zu weiteren Angaben und alternativen Kalibrierungsverfahren siehe Literaturhinweis [3].

6.2.1.4 Vor Ort kann die Abnahmeprüfung, die bei Aufstellen/Installieren des Ankers vorgenommen wird, als Funktionsprüfung der Kraftmessdose verwendet werden.

ANMERKUNG 1 Der Unterschied zwischen den gemessenen Lasten der Zugvorrichtung und der Kraftmessdose kann unter Berücksichtigung von 7.3 und 7.4 bis zu 10 % betragen.

ANMERKUNG 2 Siehe 5.5 zu Informationen zur Messgenauigkeit, das Gleiche gilt für das Kraftmessdosensystem und die Zugvorrichtung.

ANMERKUNG 3 Siehe ISO 22477-5.

6.2.1.5 Während des Überwachungsprogramms darf eine Funktionsprüfung der Kraftmessdose vorgenommen werden.

ANMERKUNG 1 Dies wird oft auch als Abhebeversuch bezeichnet.

ANMERKUNG 2 Siehe EN 1537:2013, 9.10.6.

6.2.1.6 Die manuelle Ausleseseinheit von elektrischen Kraftmessdosen sollte regelmäßig entsprechend den Empfehlungen des Herstellers und mindestens alle zwei Jahre kalibriert werden.

6.2.2 Messung

Die Messung muss nach ISO 18674-1:2015, 7, durchgeführt werden.

7 Datenverarbeitung und Bewertung

7.1 Datenverarbeitung und Bewertung der Messungen müssen nach ISO 18674-1:2015, 8, erfolgen.

7.2 Die Auswirkungen von Temperaturänderungen und Sonneneinstrahlung müssen berücksichtigt werden.

ANMERKUNG Die Bewertung von Lasten wird oft durch Tragwerksmodelle unterstützt.

7.3 Beim Vergleichen von Ankerkraftmessdosen-Daten mit denen eines kalibrierten Hydraulikzylinders einer Zugvorrichtung versteht sich, dass Hydraulikzylinder zum Aufbringen von Lasten und nicht zum Messen von Lasten konstruiert sind.

ANMERKUNG 1 Ein Unterschied zwischen der von der Zugvorrichtung angegebenen Last und der der Kraftmessdose ist wahrscheinlich.

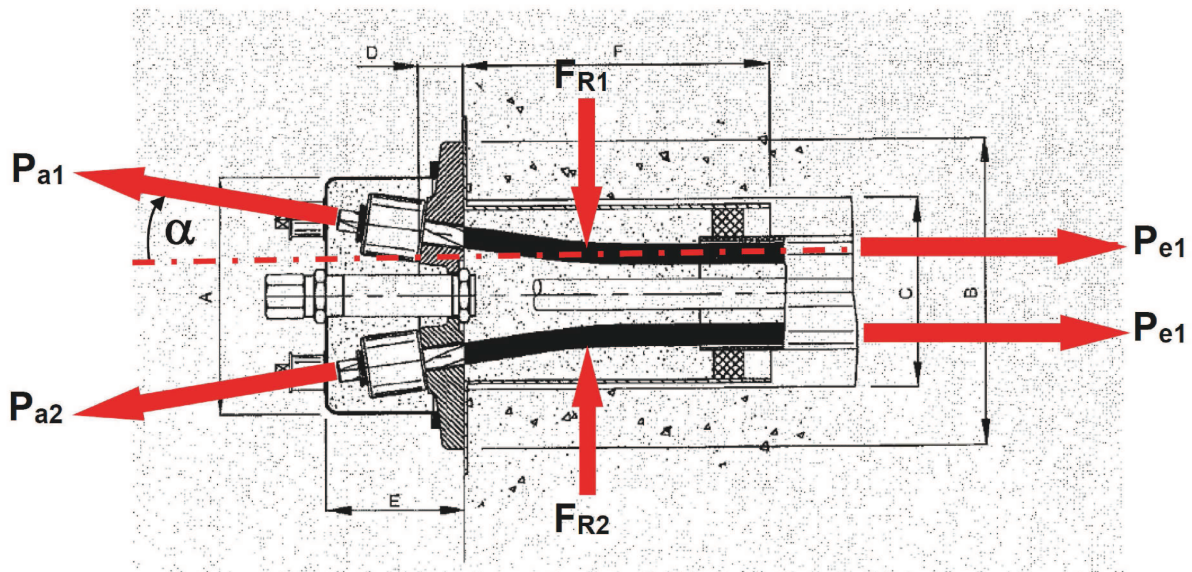
ANMERKUNG 2 Beim Festlegen des Ankers kommt es zu einer Lockerung der Last.

7.4 Neben 7.3 muss der Winkel, der von einem Litzenzugglied am Ankerkopf zur Achse des Ankerbohrlochs gebildet wird, berücksichtigt werden.

ANMERKUNG 1 Siehe Bild 6.

ANMERKUNG 2 Diese Anforderung gilt für Zugglieder mit Litzenbündeln, insbesondere für Zugglieder aus mehreren Einheiten.

ANMERKUNG 3 Die wirksame Axiallast einer Litze in den Anker N_e ist die ausgeübte Installationslast N_a multipliziert mit $\cos \alpha$.



Legende

P_{ai} Installationslast der Litze i (Hydraulikzylinder)

P_{ei} wirksame Axiallast

F_{Ri} Reaktionskraft im Ankerkopf

α Winkel zwischen den Richtungen einer Litze am Ankerkopf und der Bohrlochachse

Bild 6 — Anordnung eines typischen Ankerkopfs mit Litzenzugglied

8 Berichterstattung

8.1 Installationsbericht

Der Installationsbericht muss nach ISO 18674-1:2015, 9.1, erstellt werden.

8.2 Messbericht

Der Messbericht muss nach ISO 18674-1:2015, 9.2, erstellt werden.

Anhang A
(informativ)

Anwendungen im Bereich Geo-Engineering

Tabelle A.1 enthält eine Übersicht der zwei wichtigsten Messdosentypen, bei denen die Last bei einigen gebräuchlichen Geo-Engineering-Anwendungen direkt überwacht wird. Optionen zur indirekten Lastüberwachung basieren oft auf Dehnungsmessungen (siehe ISO 18674-7). Die in Tabelle A.1 dargestellte Klassifizierung kann bei der Geräteauswahl hilfreich sein. Bei nicht in Tabelle A.1 aufgeführten Geo-Engineering-Anwendungen kann die nächstliegende Anwendung für die Auswahl berücksichtigt werden.

**Tabelle A.1 — Leitfaden für die Auswahl von Kraftmessdosentypen für
Geo-Engineering-Anwendungen**

Spalte	Anwendung		Eignung des Lastmessverfahrens	
			Kraftmessdose	
			elektrisch	hydraulisch
A	Anker und Zuganker		+	+
B	Streben bei abgestützten Aushubarbeiten		+/- ^a	+/- ^a
C ₁	Ortbetonpfahl	am Fuß	—	+
C ₃		zwischen Fuß und Spitze	— ^a	— ^a
D	Stahlbogenstützen		+	+
Legende für Geo-Engineering-Anwendungen + wahrscheinlich geeignet +/- möglicherweise geeignet + wahrscheinlich ungeeignet				
^a In diesen Fällen sind indirekte Messungen angezeigt (siehe ISO 18674-7).				