DIN EN ISO 22476-9

DIN

ICS 93.020

Entwurf

Einsprüche bis 2019-09-26
Vorgesehen als Ersatz für
DIN 4094-4:2002-01

Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Felduntersuchungen – Teil 9: Flügelscherversuche (FVT und FVT-F) (ISO/DIS 22476-9:2019); Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 22476-9:2019

Ground investigation and testing –
Field testing –
Part 9: Field vane test (FVT und FVT-F) (ISO/DIS 22476-9:2019);
German and English version prEN ISO 22476-9:2019

Reconnaissance et essais géotechniques –
Essais en place –
Partie 9: Essai au scissomètre de chantier (ISO/DIS 22476-9:2019);
Version allemande et anglaise prEN ISO 22476-9:2019

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2019-07-26 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, Saatwinkler Damm 42/43, 13627 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 88 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

AVA Documents Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 22476-9:2019-09

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 22476-9:2019) 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 deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 005-05-09 AA „Baugrund; Feldversuche (SpA zu CEN/TC 341/WG 5 sowie ISO/TC 182/WG 2, WG 5, WG 6, WG 7 und WG 8)“ im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau).

Bei diesem Dokument handelt es sich um einen dritten Entwurf. E DIN EN ISO 22476-9:2014-04 wurde mit dieser Ausgabe technisch und redaktionell überarbeitet.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigefügt. 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 10012:2003	siehe	DIN EN ISO 10012:2003
ISO 14688-1	siehe	DIN EN ISO 14688-1
ISO 14688-2	siehe	DIN EN ISO 14688-2
ISO 22475-1	siehe	DIN EN ISO 22475-1

Änderungen

Gegenüber DIN 4094-4:2002-01 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

a) Übernahme als DIN-EN-ISO-Norm;

b) Dokument grundlegend technisch und redaktionell überarbeitet;

c) normative Verweisungen aktualisiert;

d) Minimalanforderungen an die Genauigkeit der Messausrüstung festgelegt;

e) Empfehlungen für die Versuchsdurchführung in Abhängigkeit von den Bodenbedingungen gegeben;

f) normative Festlegungen für Wartung, Überprüfung und Kalibrierung getroffen;

g) Literaturhinweise aktualisiert.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 22476-9:2019-09

Nationaler Anhang NA
(informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 10012:2003, *Messmanagementsysteme — Anforderungen an Messprozesse und Messmittel (ISO 10012:2003); Dreisprachige Fassung EN ISO 10012:2003*

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

DIN EN ISO 14688-2, *Geotechnische Erkundung und Untersuchung — Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden — Teil 2: Grundlagen für Bodenklassifizierungen*

DIN EN ISO 22475-1, *Geotechnische Erkundung und Untersuchung — Probenentnahmeverfahren und Grundwassermessungen — Teil 1: Technische Grundlagen der Ausführung*

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 22476-9:2019-09

— Leerseite —

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 22476-9:2019-09

– Entwurf –

CEN/TC 341

Datum: 2019-08

prEN ISO 22476-9:2019

CEN/TC 341

Sekretariat: BSI

Geotechnische Erkundung und Untersuchung — Felduntersuchungen — Teil 9: Flügelscherversuche (FVT und FVT-F) (ISO/DIS 22476-9:2019)

Reconnaissance et essais géotechniques — Essais en place — Partie 9 : Essai au scissomètre de chantier (ISO/DIS 22476-9:2019)

Ground investigation and testing — Field testing — Part 9: Field vane test (FVT and FVT-F) (ISO/DIS 22476-9:2019)

ICS:

Deskriptoren:

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokumentstufe: parallele Umfrage
Dokumentsprache: D

STD Version 2.9p

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 22476-9:2019-09

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort 4

Vorwort 5

Einleitung 6

1 Anwendungsbereich 7

2 Normative Verweisungen 7

3 Begriffe 7
3.1 Allgemeines 7
3.2 Symbole 10

4 Ausrüstung 13
4.1 Versuchsanordnungen 13
4.2 Flügel 15
4.2.1 Allgemeines 15
4.2.2 Maßanforderungen 16
4.3 Flügelschaft und Reibungsminderer 17
4.4 Schlupfkupplung 17
4.5 Verlängerungsstangen, Schutzhülsen, Schutzschuh 17
4.6 Ausrüstung für die Aufbringung der Drehung 18
4.7 Messausrüstung für Drehung und Drehmoment 18

5 Wahl des Versuchs und Versuchsanordnung 19
5.1 Wahl der zu messenden Scherfestigkeiten 19
5.2 Auswahl der Ausrüstung und Arbeitsverfahren anhand der Bodenbedingungen 20

6 Versuchsdurchführung 21
6.1 Überprüfungen und Kalibrierungen der Ausrüstung 21
6.2 Lage und Neigung der Eindrückvorrichtung 21
6.3 Versuchstiefen 21
6.4 Vor dem Versuch gemessenes internes Reibmoment 22
6.5 Verfahren zum Erreichen der Einführungstiefe des Flügels 22
6.6 Einführen des Flügels 24
6.7 Messung des externen Reibmoments 24
6.8 Flügelscherversuch 24
6.9 Nach dem Versuch gemessenes internes Reibmoment 25

7 Versuchsergebnisse 25

8 Bericht 27
8.1 Allgemeines 27
8.2 Angabe der Versuchsergebnisse 27
8.2.1 Allgemeine Angaben 27
8.2.2 Lage des Versuchs 28
8.2.3 Versuchsausrüstung 28
8.2.4 Versuchsdurchführung 28
8.2.5 Versuchsergebnisse 29
8.3 Darstellung der Versuchspunkte 29

Anhang A (informativ) Beispiel eines Feldprotokolls für den Flügelscherversuch 30

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 22476-9:2019-09

Anhang B (normativ) Wartung, Überprüfungen und Kalibrierung 32
B.1 Allgemeines 32
B.2 Überprüfungen und Kalibrierungen 32
B.2.1 Geradlinigkeit der Verlängerungsstangen und Rohre 32
B.2.2 Anforderungen an den Flügel 32
B.2.3 Durchführung der Wartung 33
B.3 Kalibrierung 33
B.3.1 Allgemeine Durchführung 33
B.3.2 Kalibrierung der Drehmoment-Messausrüstung 34
B.3.3 Kalibrierung der Drehungs-Messausrüstung 34

Anhang C (informativ) Unsicherheiten bei Flügelscherversuchen 35

Anhang D (normativ) Allgemeine Auswertung und Erläuterung für konisch verjüngte und rechteckige Flügel mit H/D-Verhältnissen ungleich 2 37

Anhang E (informativ) Auswertung und Erläuterung für einen rechteckigen Flügel mit gerundeten Enden 40

Anhang F (normativ) Berechnung der Versuchstiefe 42

Anhang G (informativ) Beispiel für die Schätzung des Verhaltens nach Maximum 43
G.1 Verfahren zur Schätzung des Verhaltens nach Maximum 43

Literaturhinweise 44

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 22476-9:2019-09

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 22476-9:2019) 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 22476-9:2019 wurde von CEN als prEN ISO 22476-9:2019 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 22476-9:2019-09

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsorganisationen (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 Themen 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 22476 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.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 22476-9:2019-09

Einleitung

Der Flügelscherversuch dient der Bestimmung der Scherfestigkeit von Böden in undräniertem Zustand, indem ein rechteckiger Flügel in den feinkörnigen Boden gedrückt und gedreht wird. Während des Drehens können Drehmoment und Drehung, je nach Versuchsaufbau, gemessen werden. Aus dem gemessenen Drehmoment und den Abmessungen des Flügels können die maximale Scherfestigkeit, eine Angabe zum Verhalten nach der maximalen Scherfestigkeit und die gestörte Scherfestigkeit durch Analyse des Grenzgleichgewichts bestimmt werden. Die Empfindlichkeit des Bodens kann nach der Bestimmung der maximalen und der gestörten Scherfestigkeiten ermittelt werden.

Die Versuche werden in Bohrlöchern, in Schürfen und mit Eindrückvorrichtung ausgeführt. Drehmoment und Drehung werden entweder über der Geländeoberfläche mit Verlängerungsstangen oder direkt über dem Flügel bestimmt.

Der Flügelscherversuch wird hauptsächlich bei gesättigtem feinkörnigem Boden angewandt. Die mit dem Versuch bestimmte Flügelscherfestigkeit wird üblicherweise mit Faktoren, die auf lokalen Erfahrungen beruhen, vor der geotechnischen Analyse korrigiert.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 22476-9:2019-09

1 Anwendungsbereich

Diese Norm behandelt die Anforderungen an die Ausrüstung, Durchführung und Aufzeichnung von Flügelscherversuchen für die Messung der maximalen und gestörten Flügelscherfestigkeit zusammen mit der Empfindlichkeit feinkörniger Böden. Darüber hinaus kann das Verhalten nach der maximalen Scherfestigkeit ausgewertet werden. Beschrieben werden zwei Arten von Flügelscherversuchen: der normale Flügelscherversuch (FVT, en: field vane test) und der schnelle Flügelscherversuch (FVT-F, en: fast field vane test).

Die Unsicherheiten der Versuchsergebnisse für den Flügel sind in Anhang C beschrieben.

ANMERKUNG 1 Dieser Teil der ISO 22476 erfüllt die Anforderungen an Flügelscherversuche als Teil der geotechnischen Erkundung und Untersuchung nach EN 1997-1 und EN 1997-2

ANMERKUNG 2 Dieser Teil der ISO 22476 gilt für Onshore- und Nearshore-Flügelscherversuche

2 Normative Verweisungen

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

ISO 10012:2003, *Measurement management systems — Requirements for measurement processes and measuring equipment*

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

ISO 14688-2, *Geotechnical investigation and testing — Identification and classification of soil — Part 2: Principles for a classification*

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

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1 Allgemeines

3.1.1
verrohrte Verlängerungsstange
Verlängerungsstangen, die während des Flügelversuchs in Schutzhülsen geführt werden

3.1.2
verrohrte Bohrung
Bohrung mit einer Verrohrung als Schutz vor Zusammenbruch und zur Verringerung der Reibung zwischen Verlängerungsstangen und Boden

3.1.3
Zentrierer
Ausrüstung, um die Verlängerungsstangen gerade zu halten und eine Biegung zu vermeiden

AVA Documents Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 22476-9:2019-09

3.1.4
Datenerfassungssystem
Messsystem, das physikalische Größen in ein digitales Format umwandelt

Anmerkung 1 zum Begriff: Das System umfasst typischerweise Sensoren, eine Signalaufbereitung, AD-Wandler und eine Erfassungseinheit.

3.1.5
Downhole-Versuch
Versuch am Flügel in der Versuchstiefe
Versuchsanordnung, bei der das Drehmoment beim Flügel gemessen wird. Die Drehung kann beim Flügel oder über der Geländeoberfläche gemessen werden

3.1.6
externes Reibmoment
Drehmoment, das durch Reibung außerhalb der Messausrüstung während der Drehung entsteht, jedoch ohne das durch das Scheren des Bodens verursachte Moment. Eine externe Reibung wird hauptsächlich durch die auf die Verlängerungsstangen einwirkende Reibung verursacht und kann mit einer Schlupfkupplung unmittelbar vor dem Greifen des Flügels geschätzt werden

3.1.7
Reibungsminderer
Ring, der zwischen Flügel und Verlängerungsstangen eingesetzt wird, um die Reibung entlang der unverrohrten Verlängerungsstangen zu mindern

3.1.8
Einführungstiefe
Abstand von der Geländeoberfläche oder Basis des (Bohr-)Lochs oder Schurfs bis zur mittleren Höhe des Flügels, gemessen entlang der Achse der Verlängerungsstangen

3.1.9
internes Reibmoment
Drehmoment, das durch Reibung innerhalb der Messausrüstung während der Drehung entsteht, wenn kein Drehmoment auf den Flügel und keine Reibung auf die Verlängerungsstangen wirkt

3.1.10
Sondierlänge
Summe aus der Länge der Verlängerungsstangen, des Flügelschafts und des Abstands zur mittleren Höhe des Flügels relativ zu einer festen horizontalen Ebene (üblicherweise die Geländeoberfläche)

3.1.11
Schutzschuh
Ausrüstung zum Schutz des Flügels, wenn dieser in den Boden gedrückt wird. Er unterstützt die Einführung des Flügels ohne Bohren. Üblicherweise besteht die Spitze des Schutzschuhs aus vier Blechschlitzen, die das Zurückfahren der Flügelbleche innerhalb der Schutzhülse erlauben

3.1.12
Schutzhülse
Rohre, die die Verlängerungsstangen vom Boden trennen und ihren Knickwiderstand erhöhen

3.1.13
Ausfahrlänge
Abstand zwischen der Unterseite von Schutzhülse/-schuh und der mittleren Höhe des Flügels, wenn dieser bis in die Versuchstiefe eingedrückt wird, gemessen entlang der Stangenachse

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO 22476-9:2019-09

3.1.14
Eindrückausrüstung
Ausrüstung, mit der der Flügel ohne Vorbohrung in den Boden gedrückt wird

3.1.15
Drehung
Veränderung des Winkels durch die kreisförmige Bewegung des Flügels um seine Achse

Anmerkung 1 zum Begriff: Die scheinbare Drehung ist die Drehung, die von der Drehungsmessausrüstung aufgezeichnet wird.

3.1.16
Drehzahl
Drehzahl der Winkeldrehung des Flügels

3.1.17
Schlupfkupplung
Mechanismus, durch den sich die Verlängerungsstangen frei drehen können, während der Flügel unbeweglich bleibt

3.1.18
Versuchstiefe
vertikaler Abstand von der Geländeoberfläche, von einer Referenzhöhe oder einem Bezugspunkt zur mittleren Höhe des Flügels

Anmerkung 1 zum Begriff: Nach Anhang F kann die Sondierlänge mit Inklinometer-Messungen korrigiert werden, sodass sie der Versuchstiefe entspricht. Ansonsten beruht die Versuchstiefe aufgrund der Unsicherheit der Neigung auf der Sondierlänge.

3.1.19
Messstelle
Standort eines Versuchs oder einer Versuchsreihe

3.1.20
Art des Versuchs
zwei Arten von Flügelscherversuchen können unterschieden werden: der normale Flügelscherversuch (FVT) und der schnelle Flügelscherversuch (FVT-F)

3.1.21
Zeit bis zum Abscheren
Zeit vom Beginn der Drehmomenteinwirkung auf den Flügel bis zum Erreichen des maximalen Drehmoments

3.1.22
unverrohrte Verlängerungsstangen
Verlängerungsstangen ohne Schutzhülsen, die die Entwicklung einer Reibung zwischen den Verlängerungsstangen und dem Boden ermöglichen

3.1.23
unverrohrter Flügel
Flügel, der ohne Schutz in den Boden gedrückt wird

3.1.24
Uphole-Versuch
Versuch an der Geländeoberfläche
Versuchsanordnung, bei der das Drehmoment über der Geländeoberfläche gemessen wird. Das Anlegen der Drehung und die Aufzeichnung der Messungen finden über der Geländeoberfläche statt

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 22476-9:2019-09

3.1.25
Flügel
vier Flügelbleche, die im Winkel von 90° zueinander angebracht sind

3.1.26
Flügelblech
dünnes, flaches rechteckiges Blech

Anmerkung 1 zum Begriff: Die meisten Flügel haben eine (nahezu) rechteckige Form. Aus praktischen Gründen sind bei Flügeln ohne Schutzschuhe die unteren Enden der Flügelbleche oft leicht konisch geformt oder gerundet. Einige Geräte, bei denen unverrohrte Verlängerungsstangen und eine Schlupfkupplung zur Trennung der Gestängereibung von dem auf den Flügel ausgeübten Drehmoment verwendet werden, haben leicht angeschrägte, scharfe, spitze oder konische Flügelbleche, damit die Schlupfkupplung während der Abwärtsbewegung gelöst werden kann.

3.1.27
Flügelschaft
zylindrisches Element des Flügels, an dem die Flügelbleche befestigt sind. Der Flügelschaft kann bei einer Messung am Flügel direkt mit der Kraft- oder Drehmoment-Messausrüstung verbunden werden bzw. bei einer Messung am Gestänge über Verlängerungsstangen damit verbunden werden.

3.1.28
Wartezeit
Zeit zwischen dem Erreichen der Versuchstiefe und der ersten Aufbringung des Drehmoments auf den Flügel

3.1.29
Nullpunktverschiebung
Differenz zwischen den an der Messausrüstung angezeigten internen Reibmomenten vor und nach Durchführung des Versuchs

3.1.30
Empfindlichkeit
Verhältnis zwischen den ungestörten und gestörten undränierten Scherfestigkeiten

3.2 Symbole

Symbol	Name	Beschreibung	Einheit
$A_{cone,bott}$		Seitliche Scherfläche des unteren Kegels	mm^2
$A_{cone,top}$		Seitliche Scherfläche des oberen Kegels	mm^2
$A_{cylinder}$		Seitliche Scherfläche des Zylinders	mm^2
c_u	Undränierte Scherfestigkeit	Scherfestigkeit feinkörniger Böden in undräniertem Zustand	kPa
c_{fv}	Flügelscher-festigkeit	Maximale Scherfestigkeit des Bodens, abgeleitet aus dem mit dem Flügelscherversuch gemessenen maximalen Drehmoment	kPa
c_{pv}	Scherfestigkeit nach der maximalen Flügel-scherfestigkeit	Scherfestigkeit des Bodens nach Erreichen der maximalen Scherfestigkeit, nach Erhalt der gewünschten Drehung und Bestimmung der Flügelscherfestigkeit	kPa
c_{rv}	Flügelscher-festigkeit unter gestörten Bedingungen	Scherfestigkeit, die mit dem Flügelscherversuch nach Störung des Bodens gemessen wird	kPa

AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO 22476-9:2019-09

Symbol	Name	Beschreibung	Einheit
$c_{fv\text{-}f}$	Schnelle Flügelscherfestigkeit	Maximale Scherfestigkeit des Bodens, abgeleitet aus dem mit dem schnellen Flügelscherversuch gemessenen maximalen Drehmoment	kPa
D		Flügeldurchmesser	mm
d		Durchmesser des Flügelschafts direkt hinter dem Flügel	mm
D_c		Durchmesser der Schutzhülse am unteren Ende	mm
D_{ps}		Durchmesser des Schutzschuhs	mm
H		Flügelhöhe	mm
H_t		Höhe der vertikalen Seite des konisch verjüngten Flügels, ohne Höheneinfluss der Verjüngung(en).	mm
i_T		Konuswinkel an der Flügeloberseite	°
i_B		Konuswinkel an der Flügelunterseite	°
l	Sondierlänge	Summe aus der Länge der Verlängerungsstangen, des Flügelschafts und des Abstands zur mittleren Höhe des Flügels relativ zu einer festen horizontalen Ebene	m
R_a	Flächenverhältnis	Querschnittsflächenverhältnis von Flügel und Flügelschaft zur kreisförmigen Scherfläche	—
r		Radius des gerundeten Endes des Flügelblechs	mm
$r_{cone,bott}$		Hebelarm der seitlichen Fläche des unteren Kegels der Scherfläche	mm
$r_{cone,top}$		Hebelarm der seitlichen Fläche des oberen Kegels	mm
$r_{cylinder}$		Hebelarm der seitlichen Fläche des Zylinders	mm
s_{fv}	Flügelempfindlichkeit	Verhältnis zwischen der Scherfestigkeit des Flügels und der gestörten Scherfestigkeit des Flügels	—
s		Dicke der Flügelbleche	mm
T_{int}	Vor dem Versuch gemessenes internes Reibmoment	Stabile Messwertausgabe einer Messausrüstung während der Drehung, wenn kein Drehmoment auf den Flügel und keine Reibung auf die Verlängerungsstangen wirkt	Nm
T_{ext}	Messung des externen Reibmoments	Stabile Messwertausgabe einer Messausrüstung während der Drehung, wenn kein Drehmoment auf den Flügel einwirkt (wird üblicherweise gemessen, bevor die Schlupfkupplung den Flügel gefasst hat)	Nm
τ	Scherspannung		kPa
T		Während der Flügeldrehung gemessenes Drehmoment, korrigiert um den Wert des externen Reibmoments	Nm
$T_{cone,bott}$		Durch die Scherwirkung des unteren Kegels der Scherfläche verursachtes Drehmoment	Nm
$T_{cone,top}$		Durch die Scherwirkung des oberen Kegels der Scherfläche verursachtes Drehmoment	Nm

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 22476-9:2019-09

Symbol	Name	Beschreibung	Einheit
$T_{cylinder}$		Durch die Scherwirkung der zylindrischen Scherfläche verursachtes Drehmoment	Nm
T_{corner}		Durch die Scherwirkung einer viertelkreisförmigen Scherfläche verursachtes Drehmoment	Nm
T_{max}	Maximales Drehmoment	Erforderliches Drehmoment, um ein Abscheren des Bodens im Bereich des Flügels zu erhalten, ggf. korrigiert um die Werte für interne und externe Reibmomente	Nm
$T_{meas,max}$	Maximal gemessenes Drehmoment	Gemessenes Drehmoment, das erforderlich, um ein Abscheren des Bodens im Bereich des Flügels zu erhalten, einschließlich externer Reibung. Das maximale Drehmoment (T_{max}) kann berechnet werden durch Subtrahieren von T_{ext} von $T_{meas,max}$ ($T_{max} = T_{meas,max} - T_{ext}$), sonst ist $T_{meas,max}$ gleich T_{max}	Nm
T_{plate}		Durch die Scherwirkung der kreisförmigen Scherfläche des Blechs verursachtes Drehmoment	Nm
T_{pv}	Drehmoment nach Maximum	Drehmoment nach Maximum, das nach dem maximalen Drehmoment ausgewählt und um das interne und externe Reibmoment, sofern zutreffend, korrigiert wurde	Nm
$T_{meas,pv}$	Gemessenes Drehmoment nach Maximum	Gemessenes Drehmoment nach Maximum, nach Erhalt der gewünschten Drehung nach dem maximalen Drehmoment, einschließlich des externen Reibmoments. Das Drehmoment nach Maximum wird berechnet durch Subtrahieren von T_{ext} von $T_{meas,pv}$ ($T_{pv} = T_{meas,pv} - T_{ext}$), sonst ist $T_{meas,pv}$ gleich T_{pv}	Nm
T_{rv}	Drehmoment unter gestörten Bedingungen	Gemessener konstanter Drehmomentwert des gestörten Bodens, ggf. korrigiert um die internen und externen Reibmomente	Nm
$T_{meas,rv}$	Gemessenes Drehmoment unter gestörten Bedingungen	Der konstant gemessene Drehmomentwert nach Störung einschließlich dem externen Reibmoment. Das Drehmoment bei gestörten Bedingungen wird berechnet durch Subtrahiere von T_{ext} von $T_{meas,rv}$ ($T_{rv} = T_{meas,rv} - T_{ext}$), sonst ist $T_{meas,rv}$ gleich T_{rv}	Nm
α		Gemessener Gesamtwinkel zwischen der vertikalen Achse und der Flügelachse	°
β_1		Gemessener Winkel zwischen der vertikalen Achse der Projektion der Flügelachse auf einer festen vertikalen Ebene	°
β_2		Gemessener Winkel zwischen der vertikalen Achse und der Projektion der Achse des Drucksondiergeräts auf einer vertikalen Ebene, die senkrecht zur Ebene des Winkels β_1 verläuft	°

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO 22476-9:2019-09

4 Ausrüstung

4.1 Versuchsanordnungen

Die Versuchsausrüstung besteht aus einem Flügel und einem Flügelschaft, Verlängerungsstangen, einer Drehungsausrüstung und einer Messausrüstung für Drehung/Drehmoment, die für eine Vielzahl an Kombinationen konfiguriert sind, siehe Bild 1.

Zubehör für die Flügelausrüstung sind beispielsweise

— eine Schutzhülse (C),

— eine Schutzhülse mit Schutzschuh (X),

— ein Reibungsminderer (F),

— eine Schlupfkupplung (S)

mit denen das Eindringen oder die Sondierlänge, die erreicht werden können, vergrößert und die Reibung im System verringert werden. Ferner darf eine Verrohrung des Bohrlochs erfolgen, um vor dem Einführen des Flügels eine Vorbohrung zu ermöglichen.

Der Flügelscherversuch darf entweder an der Geländeoberfläche oder am Flügel durchgeführt werden. Typische Versuchsanordnungen sind in Bild 1 dargestellt, die Lage von Drehmoment- und Drehungsmessungen, Drehmomentübertragungen und Messungen der Drehungsgenauigkeit werden in Tabelle 1 erläutert.

Bei Messungen an der Geländeoberfläche kann das Drehmoment (T) mit einem Drehmomentschlüssel oder einer Federmessuhr mit variablem Hebelarm (W) oder mit einer kontinuierlichen Drehmoment-Messausrüstung (U) über dem Boden am Einführungspunkt des Flügels gemessen werden. Für Messungen mit einer Federmessuhr ist eine Korrektur aufgrund der Schwankung des Hebelarms anzuwenden.

Bei der Messung am Flügel in der Versuchstiefe („downhole“) befindet sich die Drehmoment-Messausrüstung dicht beim Flügel, aber die Drehung kann entweder am Flügel (D*) oder über der Geländeoberfläche (D) gemessen werden. Die Drehungseinheit kann sich beim Flügel (R) oder über der Bodenoberfläche befinden.

Bei der Messung am Flügel in der Versuchstiefe kann die Messeinheit mit einer größeren Schutzhülse versehen werden und die Einheit wird zwischen Flügelschaft und Verlängerungsstangen eingebaut.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 22476-9:2019-09

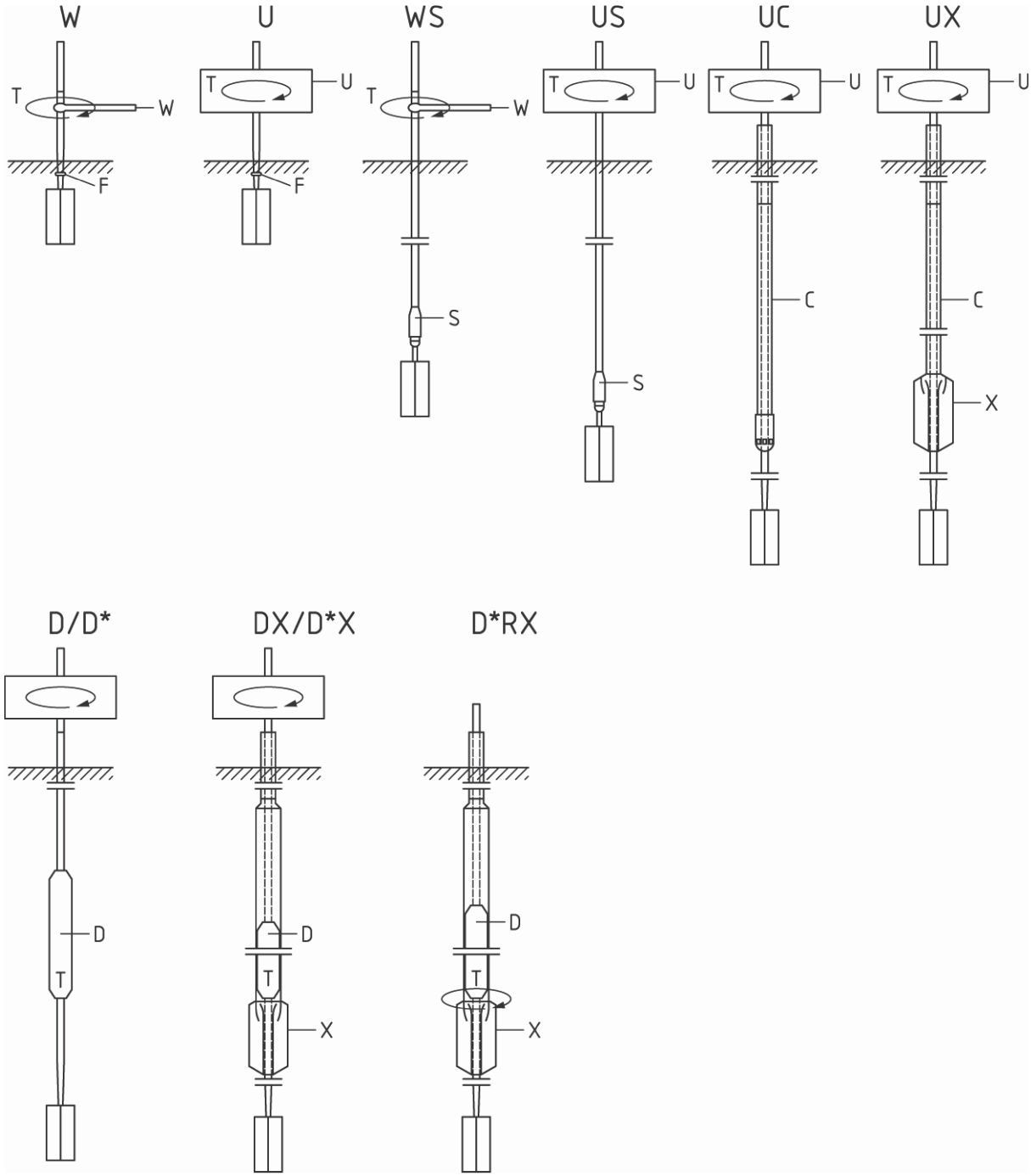


Bild 1 — Typische Anordnungen für den Flügelscherversuch

ANMERKUNG Alle Anordnungen ohne Schlupfkupplung und Schutzschuh können mit einem Reibungsminderer ausgestattet werden.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO 22476-9:2019-09

Tabelle 1 — Anordnungen für den Flügelscherversuch

Anordnungen	Messung	Drehmomentübertragung	Drehmoment und Drehung
W	Messung des maximalen Drehmoments am Gestänge an der Geländeoberfläche	Übertragung des Drehmoments durch unverrohrte Verlängerungs-stangen ohne Schlupfkupplung	Maximales Drehmoment
WS	Messung des maximalen Drehmoments am Gestänge an der Geländeoberfläche	Übertragung des Drehmoments durch unverrohrte Verlängerungs-stangen mit Schlupfkupplung	Maximales Drehmoment
U	Kontinuierliche Messung des Drehmoments am Gestänge an der Geländeoberfläche in Abhängigkeit von der Drehung	Übertragung des Drehmoments durch unverrohrte Verlängerungs-stangen ohne Schlupfkupplung	Drehmoment – scheinbare Drehung
US	Kontinuierliche Messung des Drehmoments am Gestänge an der Geländeoberfläche in Abhängigkeit von der Drehung	Übertragung des Drehmoments durch unverrohrte Verlängerungs-stangen mit Schlupfkupplung	Drehmoment – scheinbare Drehung
UC	Kontinuierliche Messung des Drehmoments am Gestänge an der Geländeoberfläche in Abhängigkeit von der Drehung	Übertragung des Drehmoments durch verrohrte Verlängerungs-stangen	Drehmoment – scheinbare Drehung
UX	Kontinuierliche Messung des Drehmoments am Gestänge an der Geländeoberfläche in Abhängigkeit von der Drehung	Übertragung des Drehmoments durch verrohrte Verlängerungs-stangen	Drehmoment – scheinbare Drehung
D	Kontinuierliche Messung des Drehmoments am Flügel in der Versuchstiefe und kontinuier-liche Messung der Drehung am Gestänge an der Geländeoberfläche	Übertragung des Drehmoments durch unverrohrte Verlängerungs-stange	Drehmoment – scheinbare Drehung
D*	Kontinuierliche Messung des Drehmoments am Flügel in der Versuchstiefe in Abhängigkeit von der Drehung am Gestänge an der Geländeoberfläche	Übertragung des Drehmoments durch unverrohrte Verlängerungs-stange	Drehmoment – tatsächliche Drehung
DX	Kontinuierliche Messung des Drehmoments am Flügel in der Versuchstiefe und kontinuier-liche Messung der Drehung am Gestänge an der Geländeoberfläche	Übertragung des Drehmoments durch verrohrte Verlängerungs-stange	Drehmoment – scheinbare Drehung
D*X	Kontinuierliche Messung des Drehmoments am Flügel in der Versuchstiefe in Abhängigkeit von der Drehung am Gestänge an der Geländeoberfläche	Übertragung des Drehmoments durch verrohrte Verlängerungs-stange	Drehmoment – tatsächliche Drehung
D*RX	Kontinuierliche Messung des Drehmoments am Flügel in der Versuchstiefe in Abhängigkeit von der Drehung am Flügel in der Versuchs-tiefe	Keine Übertragung	Drehmoment – tatsächliche Drehung

ANMERKUNG Die Versuchsanordungen W und WS gestatten die Verwendung eines von Hand bedienten Drehmomentschlüssels.

4.2 Flügel

4.2.1 Allgemeines

Der Flügel muss aus vier identischen rechteckigen Flügelblechen bestehen, die im Winkel von 90° zueinander mit einer Toleranz von $\pm 1°$ angeordnet sind; siehe Bild 2. Die Bleche müssen parallel zu den Verlängerungsstangen sein, ohne sichtbare Verwindung.

ANMERKUNG Aus praktischen Gründen können unverrohrte Flügel gerundete Enden aufweisen oder konisch verjüngt sein.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 22476-9:2019-09

4.2.2 Maßanforderungen

Die Form sollte rechteckig sein und ein H/D-Verhältnis von 2 aufweisen. Durchmesser und Höhe des Flügels müssen vor Beginn des Versuchs gemessen und die Werte aufgezeichnet werden. Beträgt die Abweichung des H/D-Verhältnisses mehr als 2 %, muss die Scherfestigkeit des Flügels nach Anhang D bewertet werden.

Alle Abweichungen von der rechteckigen Form sind in der Auswertung zu berücksichtigen.

ANMERKUNG 1 Die allgemeine Gleichung bei unterschiedlichen H/D-Verhältnissen und einem konisch verjüngten Flügel ist in Anhang D aufgeführt.

ANMERKUNG 2 Anhang B zeigt ein Beispiel einer Schablone für die Messung und Prüfung der Abmessungen und der Anforderungen an das H/D-Verhältnis des Flügels.

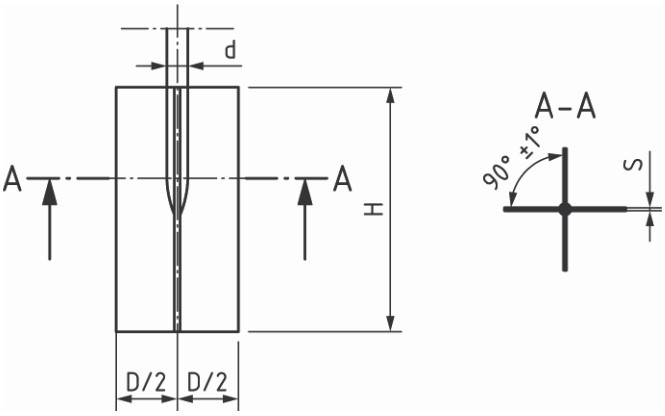
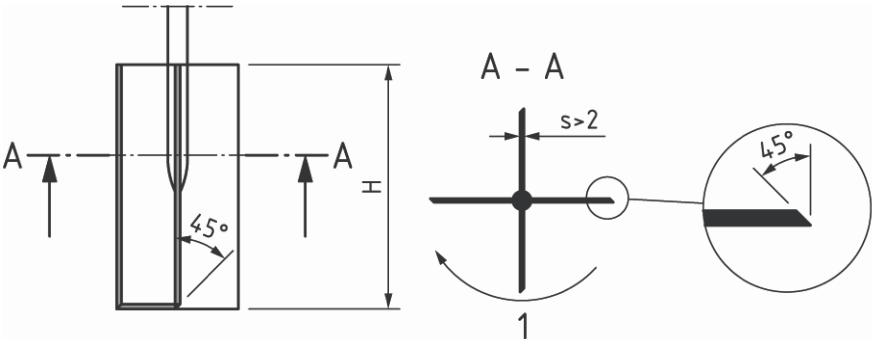


Bild 2 — Grundsätzlicher Aufbau des Flügels

Die Dicke der Flügelbleche *s* darf 2 mm nicht übersteigen, um Störungen im Boden während der Einführung des Flügels zu minimieren. In Tonen mit einer Empfindlichkeit unter 30 darf die Dicke der Flügelbleche höher sein, darf aber 3 mm nicht übersteigen. Bei Flügeln mit einer Blechdicke über 2 mm sind die Flügelenden mit einem Winkel von 45° wie in Bild 3 dargestellt zuzuspitzen.



Legende

1 Drehrichtung

Bild 3 — Prinzip für die Zuspitzung der Flügelbleche bei rechteckigen Flügeln

Das Flächenverhältnis des Flügels und des Flügelschafts R_a sollte das maximale Flächenverhältnis in Tabelle 2 nicht übersteigen. Das Flächenverhältnis ist definiert als:

$$R_a = \frac{8 \cdot s \cdot (D - d) + \pi \cdot d^2}{\pi \cdot D^2} \quad (1)$$

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO 22476-9:2019-09

Tabelle 2 — Maximales Flächenverhältnis R_a für Flügelmaße

Empfindlichkeit des Bodens hinsichtlich Störungen	Maximales Flächenverhältnis R_a
> 30	0,12
15 bis 30	0,15
15 bis 8	0,20
< 8	0,35

ANMERKUNG Die Empfindlichkeit kann anhand lokaler Erfahrungen oder früherer Versuchsdaten, wie z. B. Fallkegelversuch oder FVT festgelegt werden.

4.3 Flügelschaft und Reibungsminderer

Der Durchmesser des Flügelschaftes einschließlich der Schweißnähte in der Mitte des Flügels muss möglichst klein gehalten werden, um Störeinflüsse auf das gemessene Drehmoment zu vermeiden.

ANMERKUNG Störungen verursachen einen Verlust der maximalen Scherfestigkeit in feinkörnigem Boden, der mit zunehmender Empfindlichkeit des Bodens zunimmt.

Der Durchmesser des Flügelschafts unmittelbar hinter dem Flügel sollte bei Versuchen in Böden mit einer Empfindlichkeit über 15 kleiner als 16 mm sein und maximal 20 mm in Böden mit einer Empfindlichkeit unter 15. Der Flügelschaft muss eine ausreichende Steifigkeit aufweisen, damit er sich bei voller Belastung nicht verformt.

Die Länge des Flügelschafts über den Flügelblechen muss mindestens der 5-fachen Differenz zwischen dem Durchmesser von Reibungsminderer/Schlupfkupplung/Verlängerungsstange und dem Durchmesser des Schafts in einem Boden mit Empfindlichkeit über 15 entsprechen.

Der Durchmesser des Reibungsminderers muss mindestens 15 % größer als der Durchmesser der Verlängerungsstangen sein, um die Reibung zwischen Verlängerungsstangen und dem angrenzenden Boden zu verringern.

Der Durchmesser des Flügelschafts kann sich über eine Mindestlänge von der 5-fachen Differenz zwischen dem Durchmesser von Reibungsminderer/Schlupfkupplung/Verlängerungsstange und dem Durchmesser des Schafts in Böden mit einer Empfindlichkeit über 15 schrittweise bis zum Durchmesser der Verlängerungsstangen erhöhen.

4.4 Schlupfkupplung

Die Schlupfkupplung sollte mit Lagern ausgestattet sein und durch ihren Aufbau muss das Eindringen von Erde in die Schlupfkupplung verhindert werden.

Der Abstand zwischen den oberen Kanten der Flügelbleche und dem unteren Teil der Schlupfkupplung sollte mindestens der 5-fachen Differenz zwischen dem Durchmesser des Flügelschafts und der Schlupfkupplung entsprechen.

4.5 Verlängerungsstangen, Schutzhülsen, Schutzschuh

In Versuchsanordungen, in denen die Drehung über der Geländeoberfläche erfolgt, müssen Verlängerungsstangen für die Übertragung des Drehmoments auf den Flügel verwendet werden. Sie dürfen verwendet werden, um den Flügel bis in die gewünschte Tiefe einzuführen.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 22476-9:2019-09

Die Verlängerungsstangen müssen eine Torsionssteifigkeit aufweisen, die ausreicht, um das während des Versuchs erzeugte Drehmoment auf den Flügel zu übertragen. Verbindungen, über die das Drehmoment übertragen wird, müssen mit einem höheren Moment festgezogen werden als es erforderlich ist, um das maximale Drehmoment im Boden zu erreichen.

Verlängerungsstangen und Schutzhülsen müssen nach B.2.1 gerade sein und die Oberfläche sollte glatt sein, um die Reibung der Stangen möglichst gering zu halten.

Die Verlängerungsstangen haben Durchmesser von 16 mm bis 25 mm. Sind Stangen mit einem größeren Durchmesser erforderlich, um die horizontale Steifigkeit zu erhöhen und Knicken zu vermeiden, sollte die Länge des Flügelschafts zwischen der Oberseite des Flügels und den Stangen mit größerem Durchmesser mindestens der 5-fachen Differenz zwischen dem Durchmesser des Flügelschafts und den Stangen mit größerem Durchmesser entsprechen.

Beim Versuch am Flügel in der Versuchstiefe mit Schutzhülsen wird das Reaktionsmoment üblicherweise auf die Schutzhülsen übertragen. Die Torsionssteifigkeit dieser Hülsen muss groß genug sein, um das Reaktionsmoment auf die Bodenfläche zu übertragen, auf der die Rohre befestigt sind. Verbindungen, über die das Drehmoment übertragen wird, müssen mit einem höheren Moment festgezogen werden als es erforderlich ist, um das maximale Drehmoment im Boden zu erreichen.

Werden Schutzhülsen verwendet, muss die Reibung zwischen Hülsen und Verlängerungsstangen z. B. durch Einfetten und/oder durch Verwendung von Zentrierern minimiert werden. Der Innendurchmesser der Verrohrungen sollte groß genug sein, um eine vernachlässigbare Stangenreibung zu erhalten und die Verlängerungsstangen bei der Einführung des Flügels in den Boden vertikal gerade zu führen.

Die Abdichtung am unteren Ende der Verrohrung oder des Schutzschuhs muss verhindern, dass beim Eindrücken Erde zwischen die Verlängerungsstangen und die Rohre eintritt. Während der Drehung darf die Abdichtung am unteren Ende der Verrohrung oder des Schutzschuhs keine nennenswerte Reibung verursachen.

Jegliche nennenswerte Reibung, die nicht durch das Scheren des Bodens verursacht wird, sollte so gering wie möglich gehalten werden.

Der Einsatz eines Zentrierers wird empfohlen, wenn die Versuchstiefe größer als 5 m unter der Geländeoberfläche ist und der Versuch in verrohrten oder vorgebohrten Bohrlöchern stattfindet. Der Zentrierer sollte die Reibung während der Flügeldrehung nicht nennenswert erhöhen.

Die Drehachse sollte während aller Flügelversuche gerade sein.

4.6 Ausrüstung für die Aufbringung der Drehung

Die Ausrüstung für die Aufbringung der Drehung des Flügels muss in der Lage sein, ein ausreichendes Drehmoment zu erzeugen und aufrecht zu erhalten, um die Anforderung an den Versuch zu erfüllen.

4.7 Messausrüstung für Drehung und Drehmoment

Die Messausrüstung muss in der Lage sein, das Drehmoment mit der in Tabelle 3 angegebenen Genauigkeit zu erfassen. Die Drehung ist mit der Auflösung in Tabelle 3 zu erfassen.

Die automatische Messwerterfassung ist empfohlen.

Der Messbereich für die erforderlichen Messungen des Drehwinkels muss 360° betragen, wenn eine Aufzeichnung des Drehwinkels erforderlich ist.

Falls möglich sollte die Flügeldrehung unmittelbar oberhalb des Flügels gemessen werden. Sonst darf die scheinbare Flügeldrehung am Drehmomentkopf an der Oberfläche gemessen werden.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO 22476-9:2019-09

Tabelle 3 — Minimalanforderungen an die Genauigkeit der Messausrüstung

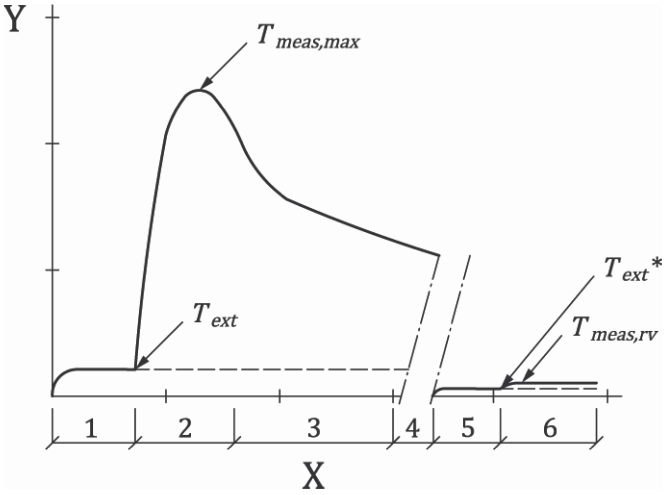
Scherfestigkeit des Flügels	Messintervall	Genauigkeit des Drehmoments	Drehung
< 10 kPa	0,1°	0,2 Nm	Konstante Drehzahl
10 kPa bis 40 kPa	0,1°	1 Nm	Konstante Drehzahl
40 kPa bis 100 kPa	0,2°	3 Nm	Konstante Drehzahl
> 100 kPa	Nicht zutreffend	7,5 Nm	Konstante Drehzahl/manuelle Drehung

ANMERKUNG Bei der Messung der Festigkeit bei sehr geringer Störung oder sehr niedrigen externen Reibmomenten kann eine höhere Genauigkeit des Drehmoments erforderlich sein, wenn eine Ausrüstung mit Schlupfkupplung verwendet wird.

5 Wahl des Versuchs und Versuchsanordnung

5.1 Wahl der zu messenden Scherfestigkeiten

Vor der Durchführung des Versuchs muss festgelegt werden, welche Daten aus dem Versuch abgeleitet werden sollen. Dazu können beispielsweise die maximale Scherfestigkeit, das Verhalten nach der maximalen Scherfestigkeit und/oder die Scherfestigkeit unter gestörten Bedingungen wie in Bild 4 gezeigt gehören. Der Versuch darf beendet werden, wenn das maximale Drehmoment oder eine bestimmte Drehung erreicht ist, wenn das Verhalten nach der maximalen Scherfestigkeit und/oder die Festigkeit unter gestörten Bedingungen nicht benötigt werden.



Legende

1	Phase für die Messung des externen Reibmoments bei Verwendung einer Schlupfkupplung
2	Phase bis zum Erhalt des maximalen Bodenwiderstands
3	Phase bis zur Bestimmung des Verhaltens nach Maximum
4	Phase bis zum Abscheren des Bodens
5	Phase für die Messung des externen Reibmoments vor den Messungen unter gestörten Bedingungen, bei Verwendung einer Schlupfkupplung
6	Phase der Messung des Drehmoments unter gestörten Bedingungen

T_{ext}*	externes Reibmoment nach einer Störung	$T_{meas,rv}$	konstanter Wert nach einer Störung
$T_{meas,max}$	der höchste Wert	X	Drehung
T_{ext}	externes Reibmoment	Y	Drehmoment

Bild 4 — Beispiel einer grafischen Darstellung des gemessenen Drehmoments zur Drehung bei einer Ausrüstung mit Schlupfkupplung

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 22476-9:2019-09

Phase 1: Phase 1 ist in Versuchen mit einer Schlupfkupplung für die Messung des externen Reibmoments T_{ext} enthalten. Durch die Schlupfkupplung können sich die Verlängerungsstangen unabhängig vom Flügel drehen, während dieser unbeweglich bleibt.

Wird keine Schlupfkupplung verwendet, beginnt der Versuch in Phase 2. Die Drehmoment-Drehungskurve beginnt dann nach einer Korrektur für das gemessene interne Reibmoment (T_{int}) bei Null.

Phase 2: Das maximale Drehmoment wird durch Drehung des Flügels mit einer konstanten Drehzahl, bis ein Abscheren (maximales Drehmoment) auftritt, gemessen.

Phase 3: Der Flügel wird weiter gedreht, bis die Gesamtdrehung des Flügels 100° beträgt oder die gewünschte Drehung erreicht ist.

Phase 4: In der Störungsphase wird der Boden ggf. durch eine schnellere Drehung gestört.

Phase 5: Phase 5 ist in Versuchen mit einer Schlupfkupplung für die Messung des externen Reibmoments vor der Messung der gestörten Scherfestigkeit enthalten.

Phase 6: Der Flügel wird mit konstanter Drehzahl gedreht, bis das konstante Drehmoment für die gestörte Bedingung erreicht ist.

5.2 Auswahl der Ausrüstung und Arbeitsverfahren anhand der Bodenbedingungen

Die Auswahl der geeigneten Versuchsanordnung hängt von den zu erwartenden Bodenbedingungen, der erforderlichen Versuchstiefe, den zu erhaltenen Parametern und dem annehmbaren Maß an Unsicherheit bei den Ergebnissen ab.

Die Größe des Flügels sollte so ausgewählt werden, dass der maximale Drehmomentwert während des Versuchs 20 % des Messbereichsendwerts der Drehmoment-Messausrüstung überschreitet.

Der Flügelscherversuch nach 6.8 liefert Parameter c_{fv} für den normalen Flügelscherversuch (FVT) und Parameter $c_{fv\text{-}f}$ für den schnellen Flügelscherversuch (FVT-F). Der schnelle Flügelscherversuch ist bei Versuchsanordnungen U und W erlaubt.

Für die Auswahl der geeigneten Versuchsanordnungen sollten die Empfehlungen in Tabelle 4 berücksichtigt werden.

Tabelle 4 — Anwendung der Anordnungen für den Flügelscherversuch

Versuchs-anordnung	Empfohlene maximale Einführungstiefe	Vertrauensniveau		
		$c_{fv} < 100$ kPa	$c_{fv} > 100$ kPa	$c_{fv\text{-}f}$
D*RX DX/D*X D/D*	> 30 m	Hoch	Mittel	Nicht zutreffend
UX UC	30 m	Hoch	Mittel	Nicht zutreffend
US	15 m	Mittel	Niedrig	Nicht zutreffend
U	0,5 m	Hoch	Mittel	Niedrig
WS W	3 m 0,5 m	Mittel	Mittel	Niedrig

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO 22476-9:2019-09

ANMERKUNG 1 Die Genauigkeit des Flügelscherversuchs ist in hohem Maße von den Abmessungen des für den Versuch verwendeten Flügels abhängig. Durch die Verwendung größerer Flügel wird eine höhere Genauigkeit, jedoch auch ein kleinerer Messbereich erreicht.

ANMERKUNG 2 Drehmomentergebnisse von annehmbarer Genauigkeit sind in allen Versuchsanordungen erreichbar, wenn das Drehmoment mit ausreichender Genauigkeit gemessen werden kann. Dennoch entstehen Unsicherheiten beim Flügelscherversuch aus verschiedenen Quellen, die in Anhang C aufgeführt sind, zusätzlich zu Störungen im Boden während der Einführung der Ausrüstung. Der relative Einfluss dieser Unsicherheiten auf das Ergebnis steigt im Allgemeinen mit zunehmender Versuchstiefe.

ANMERKUNG 3 Wird der Flügelscherversuch in verrohrten Bohrungen mit Zentrierern durchgeführt, sinken die Unsicherheiten durch Stangenreibung und Knicken der Verlängerungsstangen.

ANMERKUNG 4 Ein höheres Vertrauensniveau bei den Ergebnissen der Flügelscherversuche kann erreicht werden, wenn die Probenahme und Identifizierung in der gleichen geologischen Einheit erfolgen, die möglichst dicht bei der Flügelposition ist.

ANMERKUNG 5 Die Versuchstiefe sollte aus der Sondierlänge und den Neigungsmessungen nach Anhang F berechnet werden.

ANMERKUNG 6 Bei den Versuchsanordungen WS und W sind manuelle Messungen und der Einsatz von Stoßeinrichtungen für die Einführung zulässig.

6 Versuchsdurchführung

6.1 Überprüfungen und Kalibrierungen der Ausrüstung

Vor jedem Versuch ist der Zustand der Ausrüstung nach Anhang B zu überprüfen. Eventuelle Abweichungen sind aufzuzeichnen.

6.2 Lage und Neigung der Eindrückvorrichtung

Der horizontale Abstand zwischen der Messstelle und der Lage früherer Erkundungspunkte sollte groß genug sein, um wechselseitige Einflüsse zu verhindern.

Der horizontale Abstand zwischen der Messstelle und der Lage früherer Erkundungen muss mindestens 1 m bzw. mindestens 2 m bei Versuchen in Tiefen über 5 m betragen. Einige Bohrlochtechniken wie zum Beispiel Pressluftbohren oder kürzliche Bodenverbesserungsmaßnahmen können größere Abstände erforderlich machen, um wechselseitige Einflüsse zu verhindern.

Die Eindrückvorrichtung sollte den Flügel so eindrücken, dass die Achse der Schubkraft möglichst senkrecht verläuft. Die maximale Abweichung der Stangen von der Vertikalen darf bei Beginn des Eindrückvorgangs nicht größer als 2 % sein.

6.3 Versuchstiefen

Vor dem Einschieben oder Bohren müssen die vorgesehenen Tiefen der Versuche festgelegt werden.

Die minimale Einführungslänge muss der größere der Werte aus der doppelten Flügelhöhe und 0,2 m sein.

Der minimale vertikale Abstand zwischen Versuchen muss der größere der Werte aus der doppelten Flügelhöhe und 0,2 m sein.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 22476-9:2019-09

6.4 Vor dem Versuch gemessenes internes Reibmoment

In allen Versuchsanordungen, außer W und WS, muss das interne Reibmoment über der Geländeoberfläche gemessen werden, bevor der Flügel in den Boden eingeführt wird. Für den Ausgleich des internen Reibmoments muss die Messausrüstung vor dem Versuch auf Null gesetzt werden.

6.5 Verfahren zum Erreichen der Einführungstiefe des Flügels

Vor dem Flügelscherversuch darf die Deckschicht durch Ausbaggern oder Vorbohren nach ISO 22475-1 entfernt werden oder der Flügelscherversuch darf von der Oberfläche aus durchgeführt werden.

Durch das Vorbohren oder Ausbaggern sollte der zu untersuchende Boden nicht gestört werden und der Flügel sollte ohne unangemessene Verzögerung für den Versuch eingeführt werden. Das angewandte Verfahren und die Zeit bis zum Erreichen der Einführungstiefe müssen aufgezeichnet werden.

Die folgenden Verfahren dürfen angewandt werden, siehe Bild 5:

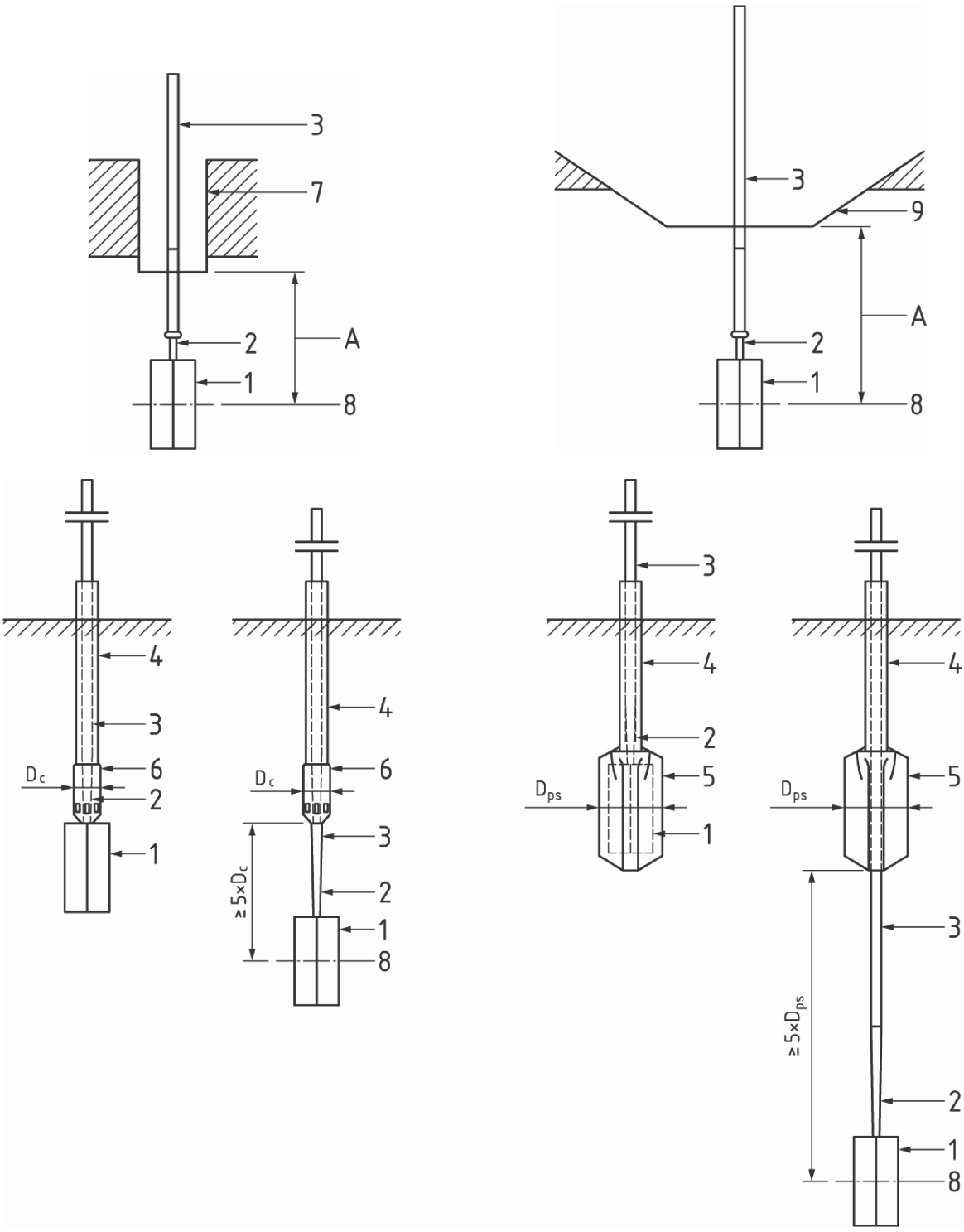
a) Vorgebohrte Bohrlöcher: Die Vorbohrung muss vor dem Erreichen der Versuchstiefe nach 6.3 angehalten werden. Der Wasserdruck sollte während des Versuchs im Verrohrungssystem oder Bohrloch gleich oder höher als im Boden in der Versuchstiefe sein. Einzelheiten zu Grundwasseruntersuchungen und Spülungen müssen aufgezeichnet werden.

b) Schürfe: Die Ausbaggerung muss vor dem Erreichen der Versuchstiefe nach 6.3 angehalten werden. Einzelheiten zu Grundwasseruntersuchungen müssen aufgezeichnet werden.

c) Es dürfen Versuche von der Oberfläche aus mit einer Eindrückausrüstung mit Schutzhülse wie folgt ausgeführt werden. Zunächst wird die Ausrüstung durch Eindrücken der Rohre in den Boden eingeführt, während sich der Flügel und die Verlängerungsstangen innerhalb der Verrohrung in einer festen Position befinden. In einer Tiefe vom 5-fachen Durchmesser des unteren Endes der Schutzhülse ist das Eindrücken anzuhalten, bevor die Versuchstiefe erreicht wird. Beim Erreichen der Einführungstiefe wird der Flügel mit den Verlängerungsstangen eingeführt, während die Rohre fixiert bleiben. Nach dem Flügelscherversuch wird der Flügel in die Schutzhülse/den Schutzschuh zurückgezogen und die Verrohrung weiter eingedrückt, während die Verlängerungsstangen fixiert bleiben. Dieser Vorgang wird auf jeder Versuchstiefe wiederholt. Die Ausfahrlänge sollte begrenzt werden, damit die Stangenreibung als vernachlässigbar gelten kann, oder es ist das externe Reibmoment zu messen.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 22476-9:2019-09



Legende

A Der größere der Werte aus der doppelten Flügelhöhe oder 0,2 m

1	Flügel	4	Schutzhülse	7	verrohrte Bohrung, falls erforderlich
2	Flügelschaft	5	Schutzschuh	8	Versuchstiefe
3	Verlängerungsstangen	6	unteres Ende der Verrohrung	9	Schurf

Bild 5 — Verfahren zum Erreichen der Einführungstiefe des Flügels

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO 22476-9:2019-09