

DIN EN ISO 22476-15

ICS 93.020

Einsprüche bis 2014-05-28

Entwurf**Geotechnische Erkundung und Untersuchung –
Felduntersuchungen –****Teil 15: Aufzeichnung der Bohrparameter (ISO/DIS 22476-15:2014);
Deutsche Fassung prEN ISO 22476-15:2014**

Geotechnical investigation and testing –

Field testing –

Part 15: Measuring while drilling (ISO/DIS 22476-15:2014);

German version prEN ISO 22476:2014

Reconnaissance et essais –

Essais de sol –

Partie 15: Enregistrement des paramètres de forages (ISO/DIS 22476-15:2014);

Version allemande prEN 22476-15:2014

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2014-03-28 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und
Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de 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/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN, 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin).

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

Gesamtumfang 44 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 22476-15:2014) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 341 „Geotechnische Erkundung und Untersuchung“, dessen Sekretariat vom BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird, in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee ISO/TC 182 „Geotechnik“ erarbeitet (CEN-LEAD).

Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 005-05-09 AA „Baugrund; Feldversuche (SpA zu CEN/TC 341/WG 2, WG 3 und WG 5)“ im Normenausschuss Bauwesen (NABau).

Geotechnische Erkundung und Untersuchung — Felduntersuchungen — Teil 15: Aufzeichnung der Bohrparameter (ISO/DIS 22476-15:2014)

*Reconnaissance et essais — Essais de sol — Partie 15: Enregistrement des paramètres de forages
(ISO/DIS 22476-15:2014)*

Geotechnical investigation and testing — Field testing — Part 15: Measuring while drilling (ISO/DIS 22476-15:2014)

ICS:

Deskriptoren:

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

STD Version 2.5a

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	8
4 Symbole und Abkürzungen	10
5 Versuchseinrichtung	11
5.1 Bohrausrüstung	11
5.2 Messsystem.....	12
5.2.1 Messfühler für Hydraulikdruck.....	13
5.2.2 Messsystem für die Eindringlänge	13
5.2.3 Messsystem für Spüldurchfluss.....	13
5.2.4 Messsystem für die Drehzahl	13
5.2.5 Messung der Rammenergie	14
5.2.6 Reflektierte Schwingungen.....	14
5.2.7 Zeit.....	14
6 Spezifische Anforderungen für MWD-Messungen	15
6.1 Auswahl gemessener Parameter	15
6.2 Auswahl von Ausrüstung und Verfahren	16
6.2.1 MWD-Klasse 1	16
6.2.2 MWD-Klasse 2	16
6.2.3 MWD-Klasse 3	16
6.3 Faktoren mit Einfluss auf die MWD-Ergebnisse.....	17
6.3.1 Einfluss des Werkzeugs.....	17
6.3.2 Einfluss des Bohrgeräts	17
6.3.3 Einfluss des Durchführenden.....	17
7 Versuchsdurchführung	18
7.1 Allgemeines	18
7.2 Lage und Höhe der der Bohrmaschine	18
7.3 Vorbereitung der Messung	18
7.4 Bohrverfahren	18
7.5 Häufigkeit der Erfassung von Parametern	19
7.6 Erfassung der Eindringlänge.....	19
7.7 Versuchsabschluss	20
7.8 Überprüfungen und Kalibrierungen der Ausrüstung.....	20
8 Versuchsergebnisse.....	21
8.1 Allgemeines	21
8.2 Berechnete Parameter.....	21
8.2.1 Eindringgeschwindigkeit	21
8.2.2 Bohrandruck.....	21
8.2.3 Netto-Bohrandruck	21
8.2.4 Spüldruck.....	22
8.2.5 Drehmoment des Kraftdrehkopfes.....	22
9 Bericht.....	23
9.1 Allgemeines	23
9.2 Allgemeine Angabe der Versuchsergebnisse	23
9.2.1 Allgemeine Angaben	23
9.2.2 Versuchsort	24
9.2.3 Versuchseinrichtung	24
9.2.4 Versuchsverfahren	24
9.2.5 Gemessene Parameter	24

Anhang A (normativ) Kalibrierungen und Feldüberprüfungen	26
A.1 Kalibrierung	26
A.1.1 Sensorkalibrierungen.....	26
A.1.2 Funktionsüberprüfung	26
A.2 Feldüberprüfung.....	27
Anhang B (informativ) Anordnung der Sensoren	28
B.1 Allgemeines	28
B.2 Bohrandruck und Drehmomentdruck	28
B.3 Rückhaldedruck.....	28
B.4 Spülungsdruck	29
B.5 Spülungsrate.....	29
B.6 Eindringlänge.....	29
B.7 Drehzahl der Bohrspindel.....	30
B.8 Reflektierte Schwingungen	30
Anhang C (informativ) Anwendung der Bohrparameter	32
C.1 Auswertung der Bohrparameter	32
C.1.1 Eindringgeschwindigkeit.....	32
C.1.2 Netto-Bohrandruck.....	32
C.1.3 Spülungsdruck	32
C.1.4 Drehmoment	32
C.1.5 Schlussfolgerung	33
C.2 Verbundparameter.....	35
C.2.1 Eindringwiderstand	35
C.2.2 Änderungsindex	35
C.2.3 Somerton-Index	35
C.2.4 Energie.....	37
C.2.5 Computergestützte Auswertung.....	39
Anhang D (informativ) Graphische Darstellung von Bohrparametern	40
D.1 Auswahl des Achsenmaßstabs.....	40
D.2 Angabe der Versuchsergebnisse	40
Literaturhinweise	42
Bilder	
Bild 1 — Kurzbeschreibung eines Bohrprozesses	6
Bild 2 — Beispiel für die Anordnung der Messwertaufnehmer am Bohrgerät.....	14
Bild 3 — Beispiel für Bohrkronenabnutzung bei einem Rollmeißel.....	20
Bild B.1 — Unterschiedliche Arten von Kreisen zur Aufbringung des Rückhaldedrucks	28
Bild B.2 — Beispiel der Messanordnung für den Spülungsdruck.....	29
Bild B.3 — Messstelle für die Eindringtiefe entsprechend Bohrkopftyp.....	30
Bild B.4 — Beispiel eines Hydraulikschemas des Bohrgeräts und der Anordnung der Messwertaufnehmer.....	31
Bild C.1 — Vergleich von Somerton-Index und Boden-Fels-Widerstandsprofilen mit der Stratigraphie	36
Bild C.2 — Beispiel von Profilen der spezifischen Energie und des Änderungsindex.....	39
Bild D.1 — Beispiel eines Feldberichts für die Aufzeichnung der Bohrparameter	41
Tabellen	
Tabelle 1 — Typen von Aufzeichnungssystemen für Bohrparameter	15
Tabelle 2 — MWD-Klassen.....	17
Tabelle C.1 — Schwankungsbereich der Bohrparameter in unterschiedlichen Böden ohne Rammen	33
Tabelle C.2 — Schwankungsbereich der Bohrparameter in unterschiedlichen Böden mit Rammen	34

Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 22476-15:2014) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 341 „Geotechnische Erkundung und Untersuchung“, dessen Sekretariat vom BSI gehalten wird, in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee ISO/TC 182 „Geotechnics“ erarbeitet.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

EN ISO 22476 besteht aus den folgenden Teilen unter dem allgemeinen Titel *Geotechnische Erkundung und Untersuchung — Felduntersuchungen*:

- *Teil 1: Drucksondierungen mit elektrischen Messwertaufnehmern und Messeinrichtungen für den Porenwasserdruck*
- *Teil 2: Rammsondierungen*
- *Teil 3: Standard Penetration Test*
- *Teil 4: Pressiometerversuch nach Ménard*
- *Teil 5: Versuch mit dem flexiblen Dilatometer*
- *Teil 6: Versuch mit dem selbstbohrenden Pressiometer*
- *Teil 7: Seitendruckversuch*
- *Teil 8: Versuch mit dem Verdrängungspressiometer*
- *Teil 9: Flügelscherversuch*
- *Teil 10: Gewichtssondierung*
- *Teil 11: Flachdilatometerversuch*
- *Teil 12: Drucksondierungen mit mechanischen Messwertaufnehmern*
- *Teil 13: Lastplattendruckversuch*
- *Teil 15: Aufzeichnung der Bohrparameter*

Einleitung

ISO 22476-15 legt die technischen Grundlagen für Anforderungen an die Messausrüstung, die Durchführung sowie die Protokollierung der Parameter der geotechnischen Versuchsbohrung fest.

Das Verfahren der Messung während der Bohrung (MWD) beinhaltet die Aufzeichnung der Maschinenparameter während des Bohrprozesses. Dies kann manuell oder mittels computergestützter Systeme erfolgen, welche eine Reihe von Messfühlern überwachen, die an drehenden und/oder drückenden Bohrwerkzeugen angebracht sind. Diese Messfühler erfassen durchgehend und automatisch Daten zu allen Aspekten der Bohrung in Echtzeit, ohne in den Bohrprozess einzugreifen. Die Daten werden in Echtzeit angezeigt und auch für die weitere Analyse aufgezeichnet. Beispiele für die Auswertung der Ergebnisse sind einem Anhang zu entnehmen.

Das Verfahren ist zum Selbstzweck anzuwenden, das Bohrloch kann für andere Anwendungen verwendet werden, wie z. B. das Anbringen von Überwachungsausrüstung oder die Durchführung eines Aufweitungsversuchs. Die Auswertung der MWD-Ergebnisse kann in Zusammenhang mit den durch die Probeentnahme erzielten Daten erfolgen.

Es sollte beachtet werden, dass gemessene und berechnete Bohrparameter relativ und abhängig von den Bedingungen, Verfahren und Ausrüstungen bei dem Versuch sind.

Die Aufzeichnung der Bohrparameter während des Verpressens des Bodens oder des Bohrens von Nägeln, Ankern oder Pfählen fällt nicht in den Anwendungsbereich dieser Norm.

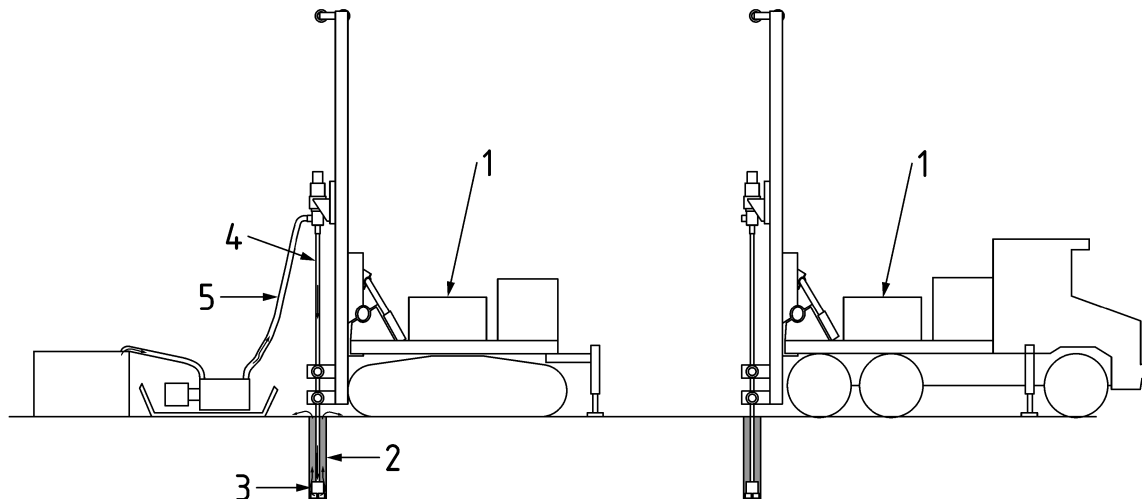
1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument behandelt die technischen Grundlagen für Anforderungen an die Messausrüstung, die Durchführung und die Protokollierung für das Verfahren der Messung während der Bohrung als Teil der geotechnischen Erkundung und Untersuchung nach EN 1997-1 und EN 1997-2 (zum Bohrprozess siehe Bild 1).

Die gemessenen, berechneten und abgeleiteten Bohrparameter (z. B. Tiefe, Eindringgeschwindigkeit, Bohrdruck, Drehmoment, Drehzahl, Schlammdruck, Schlammfluss, Schwingung, Eindringwiderstand, Boden-Fels-Widerstand) können nützliche Daten zur Lithologie der Bodenschichten für ein zuverlässiges geotechnisches Modell, zu deren Dichte oder Verwitterung, zur Lokalisierung von Poren oder Störungen im Boden, zur Felstiefe und zu anderen Eigenschaften, wie z. B. Durchlässigkeit, liefern.

Das vorliegende Dokument beschreibt das Verfahren zur Aufzeichnung (Messung in Abhängigkeit von der Tiefe) der Bohrparameter und wie diese für eine Baugrundbeschreibung zu protokollieren sind. Dies gilt für natürliche Böden, behandelte oder unbehandelte Verfüllungen sowie für weichen und harten Fels entweder an Land oder auf See.

Im Anschluss an den MWD-Versuch kann das Bohrloch für andere Zwecke verwendet werden, wie z. B. das Einbringen von Überwachungseinrichtungen.



Legende

- 1 Bohrgerät
- 2 Bohrloch
- 3 Bohrwerkzeug
- 4 Bohrgestänge
- 5 Spülungsumlaufsystem

Bild 1 — Kurzbeschreibung eines Bohrprozesses

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 791, *Bohrgeräte — Sicherheit*

ISO 710, *Graphical symbols for use on detailed maps, plans and geological cross-sections — Part 1: General rules of representation*

ISO 710-2, *Graphical symbols for use on detailed maps, plans and geological cross-sections — Part 2: Representation of sedimentary rocks*

ISO 710-3, *Graphical symbols for use on detailed maps, plans and geological cross-sections — Part 3: Representation of magmatic rocks*

ISO 1219-1, *Fluid power systems and components — Graphic symbols and circuit diagrams — Part 1: Graphic symbols for conventional use and data-processing applications*

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

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

EN ISO 10012, *Messmanagementsysteme — Anforderungen an Messprozesse und Messmittel*

ENV 13005:1999, *Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen*

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

ISO 14689-1, *Geotechnical investigation and testing — Identification and classification of rock — Part 1: identification and description*

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

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN ISO 22475-1 und die folgenden Begriffe.

3.1

Bohrloch

zylindrischer Hohlraum beliebigen Durchmessers und beliebiger Länge bzw. Tiefe, der im Baugrund durch drehende und/oder drückende Bohrwerkzeuge entsteht

ANMERKUNG Untersuchungen in einem derartigen Bohrloch können beispielsweise die Entnahme von Boden-, Fels- oder Wasserproben aus einer festgelegten Tiefe sowie die Durchführung von In-situ-Versuchen und -Messungen umfassen.

3.2

Bohrung

Vorgang, bei dem ein Bohrloch in beliebig zuvor bestimmter Orientierung zum Bohrgerät entsteht, das im Baugrund mit drehenden, drückenden, rammenden, schlagenden oder kombinierten Bohrwerkzeugen entsteht

ANMERKUNG Das durch den Prozess erzeugte Bohrklein wird durchgehend durch die Spülung abgeführt.

3.3

Bohrverfahren

Verfahren, mit dem das Bohrloch gleichzeitig hergestellt und stabilisiert wird, wobei gleichzeitig das Bohrklein von der Bohrkrone entfernt wird

3.4

Bohrwerkzeug

Werkzeug, das entweder am Bohrgestänge befestigt oder integraler Bestandteil dessen ist, zum Lösen von Boden und Fels

3.5

Bohrgerät

Maschine mit angemessener Leistung, mit deren Einsatz in Verbindung mit der korrekt gewählten Bohrloch-ausrüstung eine Bohrung ausgeführt wird

3.6

Spülung

Fluidmedium (Luft, Wasser oder ein Gemisch daraus), das dem Bohrwerkzeug durchgehend zugeführt wird zur Austragung des Bohrkleins, Stabilisierung des Bohrlochs, Unterstützung beim Erhalt geologischer Informationen sowie zum Schmieren und Kühlen des Bohrwerkzeugs

3.7

Spülzusatz

Substanz, die zur Spülung zugesetzt wird, um deren physikalische Eigenschaften zu beeinflussen oder zu verändern

ANMERKUNG Beispiele für Spülzusätze sind Bentonit und Polymere.

3.8

Bohrklein

beim Bohren gelöste kleine Boden- und Felsstücke, die mit der Spülung ausgetragen werden

3.9

Bohrgeräteparameter

funktionale Parameter des Bohrgeräts, aufgezeichnet während der Bohrung (hauptsächlich Hydraulikdrücke, Eindringgeschwindigkeit, Drehzahl, Flüssigkeitsdruck und -durchfluss usw.)

3.10

Bohrparameter

von Bohrgeräteparametern abgeleitete Parameter, welche die Einwirkung von Bohrwerkzeugen auf das Material der geologischen Formation beschreiben

3.11

Eindringlänge

entlang der Bohrlochachse zwischen Geländeoberkante und Bohrwerkzeug gemessene Länge

3.12

Eindringgeschwindigkeit

Geschwindigkeit des Eindringens eines Bohrwerkzeugs in den Boden

3.13

Bohrandruck (Vorschubdruck)

auf das Bohrwerkzeug aufgebrachter Bohrandruck

3.14

Rückhaldedruck

Rückhaldedruck, der die Eindringgeschwindigkeit aufgrund von Sicherheitsanforderungen begrenzt

3.15

Spülungsdruck

Spülungsdruck in Höhe des Bohrwerkzeugs

3.16

Drehmoment

Drehmoment des Kraftdrehkopfes

3.17

Drehzahl

Drehzahl der Bohrspindel

3.18

Spülungsrate

Messwert der Spülungsrate am Auslass des Bohrwerkzeugs im Bohrloch

3.19

Spülungsumsatz

Messwert des Spülungsumsatzes im Bohrloch

3.20

reflektierte Schwingung

Beschleunigung aufgrund elastischen Rückpralls von unter Einwirkung eines Rammbaren zusammengedrücktem Bohrgestänge

3.21

Zeit

Zeit

3.22

Durchführender

fachkundige Person, die den Versuch durchführt

4 Symbole und Abkürzungen

Symbol	Bezeichnung	Einheit
A	gemessene Eindringlänge	m
α	Wirkungsgrad der Vorschubarbeit	–
β	Wirkungsgrad der Drehmomentarbeit	–
γ	Wirkungsgrad der Rammarbeit	–
C_R	gemessenes Drehmoment des Kraftdrehkopfes	kN·m
$C_{R \max}$	maximales gemessenes Drehmoment des Kraftdrehkopfes	kN·m
D_o	Außendurchmesser der Bohrkronen	m
E	berechnete Bohrenergie	J
E_S	berechnete spezifische Energie	J
E_R	gemessene reflektierte Schwingung	J
f	Schlagfrequenz des Rammhärens	Hz
$F_{\max}$	maximale Vorschubkraft	kN
$H_{\max}$	maximale Rückhaltekraft	kN
I_A	berechneter Änderungsindex	–
N	gemessene Anzahl der Stangen	–
P	gemessener Hydraulikdruck im Antriebsmotor oder Zylinder	MPa
p_{CR}	gemessener Hydraulikdruck im Drehmomentmotor	MPa
$p_{CR \max}$	maximaler gemessener Hydraulikdruck im Drehmomentmotor	MPa
p_H	gemessener Rückhaldedruck	MPa
P_I	berechneter Spülungsdruck am Auslass des Bohrwerkzeugs	MPa
P_E	Berechneter, auf das Bohrwerkzeug aufgebrachter Netto-Bohranddruck (oder Netto-Vorschub)	MPa
P_F	berechneter Spülungsdruck am Auslass der Pumpe	MPa
p_M	gemessener Rammdruck	MPa
$p_{\max}$	maximaler gemessener Bohranddruck	MPa
P_O	berechneter auf das Bohrwerkzeug aufgebrachter Brutto-Bohranddruck (oder Brutto-Vorschub)	MPa
P_H	berechneter Rückhaldedruck	MPa
$p_{H \max}$	maximaler gemessener Rückhaldedruck	MPa
P_R	Eindringwiderstand	s/0,2 m
Q_I	gemessener Zufluss der Bohrlochspülung	l/h
Q_O	gemessener Abfluss der Bohrlochspülung	l/h

Symbol	Bezeichnung	Einheit
R_{SR}	berechneter Boden-Fels-Widerstand	MPa/m/s
S_d	berechneter Somerton-Index	–
S_O	gemessene durch die Bohrkronen entfernte Fläche (=/= Bohrwerkzeugoberfläche)	m ²
t	gemessene Zeit	S
V_A	Eindringgeschwindigkeit	m/h
V_R	gemessene Drehzahl der Bohrspindel	min ⁻¹
W_H	Gewicht des Drehkopfes	MN
W_R	Gewicht des Bohrgestänges	MN
z	gemessene Tiefe	m
z_w	gemessene Tiefe des Grundwasserspiegels	m

5 Versuchseinrichtung

Im Allgemeinen werden Bohrparameter in drei Kategorien eingeteilt:

- durch das Verfahren bedingte Parameter (Typ und Durchmesser des Bohrwerkzeugs, Art der Spülflüssigkeit, Grenzen der Maschinenleistung und des Injektionssystems) und unkontrollierte skalierbare Parameter (Werkzeugabnutzung, Änderungen in der Zusammensetzung der Spülflüssigkeit);
- durch den Durchführenden eingestellte Parameter (Bohrdruck P_O , Drehzahl der Bohrspindel V_R , Spülungsumsatz Q_I);
- vom Bodenverhalten abhängige Parameter (Eindringgeschwindigkeit V_A , Drehmoment C_R , Injektionsdruck P_I).

Die Bohrparameter werden aus den Bohrgerätemessungen entweder direkt oder unter Verwendung von Kalibrierverhältnissen berechnet.

5.1 Bohrausrüstung

Auszuwählen sind Bohrmaschinen mit geeigneter Stabilität, Leistung und Ausrüstung, wie z. B. Bohrgestänge und Bohrkronen, für das Erreichen der erforderlichen Tiefe und Stabilität des Bohrlochs. Größe und Typ der Bohrausrüstung müssen dafür geeignet sein, die erforderliche Qualität des MWD-Versuchs zu erreichen. Bohrgerät und -ausrüstung müssen die genaue Einstellung aller Bohrfunktionen ermöglichen.

ANMERKUNG Das Bohrgerät muss auf der Grundlage der Projektziele ausgewählt werden, eine ausreichende Leistung für das Durchdringen der unterschiedlichen geologischen Schichten aufweisen und mit den geeigneten Bohrwerkzeugen ausgerüstet sein.

Bohrkopf und Vorschubvorrichtung müssen hydraulisch angetrieben werden, um die Überwachung der Bohrparameter zu ermöglichen.

Die Bohrung darf ausschließlich mit einem Außenloch-Rammbär erfolgen. Sowohl mit Luft als auch hydraulisch angetriebene Rammbären dürfen gewählt werden, und der Rammdruck muss am System einstellbar sein.

Die Ausrüstung muss so belastet oder verankert sein, dass die Bewegung der Bohrmaschine gegenüber der Geländeoberkante während des Bohrvorgangs begrenzt wird.

Die Spülflüssigkeitspumpe muss die folgenden Eigenschaften aufweisen:

- einen konstanten Durchfluss unter konstantem Druck erzeugen, Pumpen, die Pulsation erzeugen, sind zu vermeiden (z. B. Einkolbenpumpen);
- mindestens 30 bar erreichen können (sofern nicht anders angegeben);
- mit einem direkt am Pumpenauslass angebrachten empfindlichen und kalibrierten Druckmessgerät ausgestattet sein;
- einen Rückfluss von Bohrklein von 0,8 m/s bis 1 m/s (in Abhängigkeit von der Viskosität der Flüssigkeit) ermöglichen.

ANMERKUNG Bei Verwendung von Wasser aus dem Trinkwassernetz sollte eine Mindest-Druckdifferenz den Druckverlust ausgleichen, so dass es lediglich für Bohrungen mit geringer Tiefe verwendet werden kann.

Der Bohrstrang muss frei von Undichtigkeiten sein und der Durchmesser sollte während des gesamten Projekts konstant bleiben.

Vor jedem Einsatz sind die Bohrstangen einer Sichtprüfung auf Geradheit zu unterziehen. Die Abweichung von der Linearität darf höchstens 5 mm von der Mittellinie bei einer 3 m langen Bohrstange betragen. Die Geradheit der Druckstangen ist in regelmäßigen Abständen zu messen.

Das für das MWD-Verfahren verwendete Bohrwerkzeug muss vom Typ Bohrkronen für drehendes oder drückendes Bohren sein. Der Einsatz für andere Bohrverfahren ist zu vermeiden.

ANMERKUNG 1 Nach EN ISO 22475-1 erzeugt das Verfahren der Messung während der Bohrung nur Bohrklein und ist somit der Entnahmekategorie C zuzuordnen.

ANMERKUNG 2 Messung während der Kernbohrung ist durchführbar, allerdings ist Vorsicht bei der Auswertung der Daten geboten.

5.2 Messsystem

Das automatische Messsystem umfasst (siehe Bild 2):

- ein Datenaufzeichnungssystem zur Überwachung, Aufzeichnung und Analyse des Prozesses und des Verhaltens der Ausrüstung;
- ein Datenerfassungsgerät mit Signalumformer (mitunter Teil des Datenaufzeichnungsgeräts);
- an der Maschine angebrachte Messwertempfänger. Zur Begrenzung des Einflusses der Sensoranordnung auf die aufgezeichneten Messwerte ist die Anleitung für die empfohlene Anordnung aller Sensoren zu befolgen (siehe Anhang B).

Die manuelle Messung beinhaltet:

- die Tiefe in Abhängigkeit von der Zeit oder die für eine Eindringtiefe von 0,2 m erforderliche Zeit;
- die vom Durchführenden an den Messgeräten abgelesenen Parameter.

Das Messsystem muss die Messwerte in Echtzeit anzeigen, um Justierungen des Bohrprozesses entsprechend dem beobachteten Versuchsfortschritt zu ermöglichen.