

DIN EN ISO 22475-1



ICS 93.020

Entwurf

Einsprüche bis 2019-10-02
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN ISO 22475-1:2007-01;
Ersatz für
E DIN EN ISO 22475-1:2018-12

**Geotechnische Erkundung und Untersuchung –
Probenentnahmeverfahren für Boden, Fels und Grundwasser –
Teil 1: Technische Grundlagen (ISO/DIS 22475-1.2:2019);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 22475-1:2019**

Geotechnical investigation and testing –
Sampling of soil, rock and ground water –
Part 1: Technical principles (ISO/DIS 22475-1.2:2019);
German and English version prEN ISO 22475-1:2019

Reconnaissance et essais géotechniques –
Prélèvements d'échantillons de sol, roche et d'eau souterraine –
Partie 1: Principes techniques (ISO/DIS 22475-1.2:2019);
Version allemande et anglaise prEN ISO 22475-1:2019

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2019-08-02 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 267 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 22475-1:2019) 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 Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 005-05-11 AA „Bohr- und Entnahmeverfahren, Grundwassermessungen (SpA zu ISO/TC 182/WG 4)“ im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau).

Bei diesem Dokument handelt es sich um einen zweiten Entwurf, da der erste Entwurf auf ISO-Ebene durch die Mitglieder des ISO/TC 182 abgelehnt wurde.

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.

Diese Norm enthält neben den gesetzlichen Einheiten auch die Einheiten „in (inch)“ und „lb“, die in Deutschland nicht zugelassen sind. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Anwendung dieser Einheiten im nationalen amtlichen und geschäftlichen Verkehr auf Grund des Gesetzes über Einheiten im Messwesen und die Zeitbestimmung (EinhZeitG) nicht zulässig ist. Die Angabe dieser Einheiten dient lediglich als Hilfe im amtlichen und geschäftlichen Verkehr (z. B. bei Einfuhr und Ausfuhr) mit solchen Staaten, die diese Einheiten anwenden.

Umrechnung:

Nicht zugelassene Einheit	Zugelassene Einheit	Umrechnung
in (inch)	mm	1 inch = 25,4 mm
lb	kg	1 lb = 0,453 592 37 kg

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

ISO 5667 (all parts)	siehe	DIN EN ISO 5667 (alle Teile)
ISO 10381 (all parts)	siehe	DIN ISO 10381 (alle Teile)
ISO 14688-1	siehe	DIN EN ISO 14688-1
ISO 14689	siehe	DIN EN ISO 14689
ISO 22476-3	siehe	DIN EN ISO 22476-3
ISO 22476-15	siehe	DIN EN ISO 22476-15

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 22475-1:2007-01 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) die Abschnitte zur Grundwassermessung wurden zu ISO 18674-4 hinzugefügt;
- b) es wurden neue Beispielkategorien zu Böden eingefügt;
- c) das Dokument wurde redaktionell überarbeitet.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 5667 (alle Teile), *Wasserbeschaffenheit — Probenahme*

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

DIN EN ISO 14689, *Geotechnische Erkundung und Untersuchung — Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Fels*

DIN EN ISO 22476-3, *Geotechnische Erkundung und Untersuchung — Felduntersuchungen — Teil 3: Standard Penetration Test*

DIN EN ISO 22476-15, *Geotechnische Erkundung und Untersuchung — Felduntersuchungen — Teil 15: Aufzeichnung der Bohrparameter*

DIN ISO 10381 (alle Teile), *Bodenbeschaffenheit — Probenahme*

— Leerseite —

Geotechnische Erkundung und Untersuchung — Probenentnahmeverfahren für Boden, Fels und Grundwasser — Teil 1: Technische Grundlagen (ISO/DIS 22475-1.2:2019)

*Reconnaissance et essais géotechniques — Prélèvements d'échantillons de sol, roche et d'eau souterraine — Partie 1 :
Principes techniques (ISO/DIS 22475-1.2:2019)*

*Geotechnical investigation and testing — Sampling of soil, rock and ground water — Part 1: Technical principles
(ISO/DIS 22475-1.2:2019)*

ICS:

Deskriptoren:

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

STD Version 2.9p

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	6
Vorwort	7
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe und Abkürzungen	9
3.1 Verfahren zur Erkundung des Baugrunds	9
3.2 Bohrgeräte und -ausrüstung	10
3.3 Aufschlüsse und Probenentnahme	11
3.4 Proben	16
3.5 Abkürzungen	16
4 Geräte	17
4.1 Anforderungen an Bohrgeräte und -ausrüstung	17
4.2 Bohrparameter	17
4.3 Sicherheitsanforderungen und besondere Anforderungen	17
5 Verfahrensweisen	18
5.1 Allgemeine Anforderungen an die Probenentnahme	18
5.2 Auswahl der Techniken und Verfahren	18
5.3 Kategorien der Probenentnahme für Boden	19
5.3.1 Allgemeines	19
5.3.2 Probenentnahme nach Kategorie A	21
5.3.3 Probenentnahme nach Kategorie B	21
5.3.4 Probenentnahme nach Kategorie C	21
5.3.5 Probenentnahme nach Kategorie D	21
5.3.6 Probenentnahme nach Kategorie E	22
5.4 Kategorien der Probenentnahme für Fels	22
5.4.1 Allgemeines	22
5.4.2 Probenentnahme nach Kategorie A	23
5.4.3 Probenentnahme nach Kategorie B	23
5.4.4 Probenentnahme nach Kategorie C	23
5.4.5 Probenentnahme nach Kategorie D	23
5.4.6 Probenentnahme nach Kategorie E	23
5.5 Probenentnahme in Schürfen, anderen Aufschlüssen, Untersuchungsstollen und - schächten	25
5.6 Anforderungen an die Untersuchungsstellen	25
5.7 Erforderliche Informationen vor Beginn der Probenentnahme	26
5.8 Verfüllung und Wiederherstellung der Untersuchungsstelle	26
6 Verfahren zur Probenentnahme im Boden	27
6.1 Allgemeines	27
6.2 Kategorien der Verfahren der Probenentnahme im Boden	27
6.3 Durchgehende Gewinnung von Proben mittels Bohrverfahren	28
6.3.1 Allgemeines	28
6.3.2 Probenentnahme mittels Rotationsbohrverfahren	32
6.3.3 Probenentnahme mittels Rammbohrverfahren	34
6.3.4 Probenentnahme mittels Schlagbohrverfahren	34
6.3.5 Probenentnahme mittels Hohlbohrschneckenverfahren	34

6.3.6	Probenentnahme mittels Greiferbohrverfahren.....	35
6.3.7	Probenentnahme mittels Kleinbohrverfahren	35
6.3.8	Probenentnahme mittels Vibrationsverfahren.....	35
6.4	Probenentnahme mittels Entnahmegeräten.....	35
6.4.1	Allgemeines	35
6.4.2	Probenentnahme mit dem offenen Entnahmegerät und dem Kolbenentnahmegerät.....	39
6.4.3	Probenentnahme mit dem Gerät für den Standard-Penetration-Test.....	44
6.4.4	Probenentnahme mit dem Schlitzentnahmegerät.....	44
6.5	Entnahme von Blockproben.....	44
6.5.1	Probenentnahme aus Schürfen	44
6.5.2	Probenentnahme mit dem Großproben-Entnahmegerät.....	45
7	Verfahren zur Probenentnahme im Fels	45
7.1	Allgemeines	45
7.2	Durchgehende Gewinnung von Proben mittels Bohrverfahren.....	48
7.2.1	Allgemeines	48
7.2.2	Probenentnahme mittels Rotationstrockenkernbohrverfahren	48
7.2.3	Probenentnahme mittels Rotationskernbohrverfahren	48
7.2.4	Probenentnahme mittels Seilkernbohrverfahren	49
7.2.5	Probenentnahme mittels Spülbohrverfahren	49
7.3	Entnahme von Blockproben	49
8	Verfahren der Entnahme von Grundwasserproben für geotechnische Zwecke	50
8.1	Allgemeines	50
8.2	Geräte.....	50
8.3	Durchführung der Grundwasserprobenentnahme.....	51
8.3.1	Allgemeines	51
8.3.2	Entnahme mittels Pumpe	51
8.3.3	Entnahme mittels Wasserproben-Entnahmegerät	51
8.3.4	Entnahme mittels Vakuumflaschen.....	51
9	Konservierung, Etikettierung, Transport und Aufbewahrung der Proben	51
9.1	Allgemeines	51
9.2	Konservierung von Proben.....	52
9.3	Etikettierung der Proben.....	53
9.4	Transport und Aufbewahrung der Proben	53
9.4.1	Allgemeine Betrachtungen	53
9.4.2	Entnahmekategorie A	53
9.4.3	Entnahmekategorien B bis E	54
9.4.4	Transport der Wasserproben	55
10	Bericht.....	55
10.1	Feldbericht.....	55
10.1.1	Allgemeines	55
10.1.2	Kopfblatt.....	56
10.1.3	Bohrprotokoll	56
10.1.4	Protokoll der Probenentnahme	57
10.1.5	Schichtenverzeichnis	58
10.1.6	Verfüllprotokoll	59
10.1.7	Protokoll der Grundwassermessungen während des Bohrvorgangs und der Probenentnahme	59
10.1.8	Tägliche Aufzeichnung	60
10.2	Ergebnisbericht.....	60
Anhang A (informativ)	Beispiel für ein Formblatt für die Vorabinformationen für beabsichtigte Probenentnahmen und Grundwassermessungen.....	61
Anhang B (informativ)	Feldprotokolle.....	63

Anhang C (informativ) Bohr- und Probenentnahmegeräte für Boden und Fels	71
C.1 Allgemeines	71
C.2 Bohrgestänge und Verrohrung.....	71
C.2.1 Allgemeines	71
C.2.2 Bohrgestänge und Verrohrung der „W“-Reihe nach ISO 3551-1.....	72
C.2.3 Bohrgestänge und Verrohrung der metrischen Reihe nach ISO 3552-1.....	73
C.2.4 Bohrgestänge mit konisch geformtem (dichtendem) Gewinde der „Y“-Reihe.....	73
C.2.5 Bohrgestänge mit konisch geformtem (dichtendem) Gewinde der „J“-Reihe.....	74
C.3 Kernrohrdaten.....	74
C.3.1 Allgemeines	74
C.3.2 Kernrohre der „W“-Reihe nach ISO 3551-1	75
C.3.3 Kernrohre der metrischen Reihe nach ISO 3552-1	76
C.3.4 Kernrohre für Luftspülung.....	77
C.4 Schematische Darstellungen von Einfach- und Doppelkernrohren	82
C.4.1 Kernrohre der metrischen Reihe nach ISO 3552-1	82
C.4.2 Kernrohre der „W“-Reihe nach ISO 3551-1	84
C.5 Schematische Darstellungen von Seilkernrohren und geotechnischen Seilkernrohren.....	86
C.5.1 Seilkernrohr, komplett.....	86
C.5.2 Geotechnische Seilkernrohre.....	88
C.6 Bohrlochverrohrung für Wasser	90
C.7 Bohrkronen-Auswahltablelle	91
C.8 Kernbohrkronenprofile	93
C.9 Meißelarten und -größen für den Einsatz im Fels.....	94
C.10 Beispiele für Ausführungen von Kernfangringen und Probenhaltern.....	96
C.10.1 Allgemeines	96
C.10.2 Typische Kernfangringe.....	97
C.10.3 Typische Probenhalteringe.....	97
C.11 Probenentnahmegeräte	99
C.11.1 Dünnwandiges Entnahmegerät (Shelby-Entnahmegerät)	99
C.11.2 Hydraulisches Kolbenentnahmegerät.....	100
C.11.3 U100-Entnahmegerät.....	105
C.11.4 Entnahmegerät für den Standard-Penetration-Test (SPT-Entnahmegerät).....	106
C.11.5 Typischer Hammer mit automatischer Auslösung.....	107
C.11.6 Schlitzentnahmegerät und schlitzloses Entnahmegerät.....	107
C.12 Seilschlagbohrwerkzeuge.....	109
C.12.1 Kiesschappe und Schlämbbüchse.....	109
C.12.2 Zusammensetzbare Schappe.....	110
C.12.3 Meißel	111
C.13 Bauarten von Schnecken.....	112
C.13.1 Endlosschnecke	112
C.13.2 Hohlbohrschnecke	114
C.14 Verfahren der Probenentnahme aus Schürfen	115
C.15 Verfahren der Probenentnahme mit einem Großproben-Entnahmegerät.....	119
C.15.1 Verfahren der Probenentnahme mit einem Sherbrooke-Entnahmegerät	119
C.15.2 Verfahren der Probenentnahme mit einem Laval-Entnahmegerät.....	120
C.15.3 Verfahren der Probenentnahme mit einem Deltares-Entnahmegerät mit großem Durchmesser	122
C.15.4 Verfahren der Probenentnahme nach Verpressen von Gel	125
C.16 Verfahren zur Probenentnahme im Hinblick auf die Kategorien der Probenentnahme in verschiedenen Böden.....	128
Anhang D (informativ) Beispiele für allgemein übliche Entnahmegeräte und Probenarten.....	130
Anhang E (informativ) Vakuumflaschen für die Entnahme von Grundwasserproben.....	133
Anhang F (informativ) Abdichtung und Sicherung von Proben	135
Anhang G (informativ) Probenentnahme von nicht-bindigen Böden mittels Bohrverfahren	136

Anhang H (informativ) Güteklassen der Proben	137
H.1 Bewertung der Güteklasse von Bodenproben	140
Literaturhinweise.....	142

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 22475-1:2019) 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 zweiten parallelen Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN ISO 22475-1:2006 ersetzen.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 22475-1.2:2019 wurde von CEN als prEN ISO 22475-1:2019 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

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.

Diese zweite Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe (ISO 22475-1:2006), die technisch überarbeitet wurde.

Die wesentlichen Änderungen im Vergleich zur Vorgängerausgabe sind folgende:

- Abschnitte zur Grundwassermessung werden Teil von ISO 18674-4 sein;
- neue Kategorien der Probenentnahme für Böden sind ergänzt worden;
- redaktionelle Aktualisierungen wurden gemacht.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 22475 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 behandelt die Grundlagen für die Entnahme von Proben von Boden, Fels und Grundwasser als Teil der geotechnischen Erkundung und Untersuchung.

ANMERKUNG 1 Dieses Dokument erfüllt die Anforderungen an die Entnahme von Proben von Boden, Fels und Grundwasser sowie an Grundwassermessungen als Teil der geotechnischen Erkundung und Untersuchung nach EN 1997-1 und EN 1997-2. Diese Erkundungen dienen:

- a) der Gewinnung von Boden-, Fels- und Wasserproben in einer Qualität, die es erlaubt, die allgemeine Eignung des Baugrundes für geotechnische Zwecke zu beurteilen und die geforderten Baugrundeigenschaften im Labor zu bestimmen;
- b) der Feststellung von Folge, Dicke und räumlicher Lage der Schichten und Trennflächen;
- c) der Feststellung von Art, Zusammensetzung und Zustand der einzelnen Schichten;
- d) der Feststellung der Grundwasserverhältnisse im Baugrund, Entnahme von Wasserproben für die Beurteilung der Wechselwirkung zwischen Grundwasser, Boden, Fels und Baustoffen.

Die Gewinnung von Bodenproben für landwirtschaftliche und umweltbezogene Bodenuntersuchungen wird nicht behandelt.

ANMERKUNG 2 Eine Anleitung zur Entnahme von Bodenproben für diese Zwecke einschließlich kontaminierter oder potentiell kontaminierter Untersuchungsstellen kann der Normenreihe ISO 18400 entnommen werden. In ISO 18400-204 ist zudem eine Anleitung zur Probenentnahme und Messung von Bodengas angegeben.

ANMERKUNG 3 Die in diesem Dokument angegebenen Verfahren der Probenentnahme sind möglicherweise nicht für alle Bodenarten geeignet, z. B. Torf mit einer starken Faserstruktur.

ANMERKUNG 4 Einige der in diesem Dokument angegebenen Probenentnahmeverfahren können für Boden und für Fels geeignet sein.

Die Norm gilt auch nicht für die Gewinnung von Wasserproben zur Kontrolle der Eignung, Beschaffenheit und Erkennung von Wasserverunreinigungsquellen, einschließlich Ablagerung und Schlämmen.

ANMERKUNG 5 Die Gewinnung von Wasserproben für diese Zwecke wird in der Normenreihe ISO 5667 behandelt.

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 22476-3, *Geotechnical investigation and testing — Field testing — Part 3: Standard penetration testing*

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

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

ISO 3551-1, *Rotary core diamond drilling equipment — System A — Part 1: metric units*

ISO 3552-1, *Rotary core diamond drilling equipment — System B — Part 1: metric units*

JCGM 100, *Evaluation of measurement data — Guide to the expression of uncertainty in measurement (ISO/IEC Guide 98-3)*

JCGM 101, *Evaluation of measurement data — Supplement 1 to the “Guide to the expression of uncertainty in measurement” — Propagation of distributions using a Monte Carlo method (ISO/IEC Guide 98-3-1)*

JCGM 104, *Evaluation of measurement data — An introduction to the “Guide to the expression of uncertainty in measurement” (ISO/IEC Guide 98-1)*

3 Begriffe und Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 14688-1, ISO 14689-1 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 <http://www.electropedia.org/>

3.1 Verfahren zur Erkundung des Baugrunds

3.1.1

Schurf

Grube und Graben zur Einsichtnahme in den Baugrund in situ, zur Entnahme von Proben und zur Durchführung von Feldversuchen

3.1.2

Untersuchungsschacht

offener oder stark geneigter Aufschluss, üblicherweise mit einer Tiefe von mehr als 5 m, zur Einsichtnahme in den Baugrund in situ, zur Entnahme von Proben und zur Durchführung von Feldversuchen

3.1.3

Untersuchungsstollen

Untersuchungstunnel

kleiner, waagrecht oder etwas geneigt vorgetriebener Stollen, der in einem Schacht beginnt oder in geneigtem Baugrund hergestellt wird, zur Einsichtnahme in den Baugrund in situ, zur Entnahme von Proben oder zur Durchführung von Feldversuchen

3.1.4

Bohrloch

zylindrischer Hohlraum beliebigen Durchmessers und beliebiger Länge bzw. Tiefe, der im Baugrund durch Bohren entsteht

Anmerkung 1 zum Begriff: Untersuchungen im Bohrloch können z. B. die Entnahme von Boden-, Fels- oder Wasserproben aus einer festgelegten Tiefe oder die Durchführung von In-situ-Versuchen und -Messungen umfassen.

3.1.5

Bohrung

Vorgang, bei dem ein Bohrloch in beliebig zuvor bestimmter geologischer Orientierung zum Bohrgerät entsteht, das in einer beliebigen geologischen Formation mit drehenden, drehschlagenden, schlagenden, drückenden oder vibrierenden bzw. Ultraschallverfahren entsteht

3.1.6

Kleinbohrung

Bohrung (3.1.5) im Boden mit Durchmesser größer 30 mm, aber kleiner 80 mm

3.1.7

Bohrverfahren

Verfahren, mit dem das Bohrloch gleichzeitig hergestellt und stabilisiert wird

3.2 Bohrgeräte und -ausrüstung

3.2.1

Bohrwerkzeug

Werkzeug, das entweder am Bohrgestänge befestigt oder integraler Bestandteil dessen ist und als Schneidewerkzeug zum Durchdringen der geologischen Formation eingesetzt wird

3.2.2

Bohrkrone

Werkzeug, das entweder am Bohrgestänge angebracht oder unmittelbarer Bestandteil dessen ist und das als Schneidewerkzeug verwendet wird, um den Baugrund mittels eines rotierenden Bohrverfahrens zu durchdringen

3.2.3

Bohrgerät

Vorrichtung, mit der eine Bohrung ausgeführt wird

3.2.4

Verrohrung

Rohre, die auf Dauer oder vorübergehend in das Bohrloch eingeführt werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie wird z. B. verwendet, um es zu stabilisieren, einem Spülverlust in den umgebenden Baugrund vorzubeugen oder um eine Querströmung zwischen unterschiedlichen Grundwasserhorizonten zu verhindern.

3.2.5

Spülung

gasförmiges oder flüssiges Medium zum Austragen des Bohrkleins aus dem Bohrloch, zur Unterstützung der Probenentnahme und zum Schmieren und Kühlen des Bohrwerkzeugs

3.2.6

Zusatz

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

3.2.7

Kernfangring

geteilter, innen geschlitzter oder gezahnter konischer Stahlfederring, der am Kernrohr befestigt ist, um die Probe beim Ziehen des Kernrohrs aus dem Bohrloch fest- und zurückzuhalten

3.2.8

Kernfanghülse

zylindrische Vorrichtung, mit am Kernfangring angebrachten biegsamen Federfingern, klappbaren keilförmigen Fingern oder klappbarer Lasche; sie ist am unteren Ende des Entnahmerohrs angebracht und dient dazu, die Probe im Rohr während des Herausziehens des Entnahmegerätes aus dem Boden zurückzuhalten

3.3 Aufschlüsse und Probenentnahme

3.3.1

Gewinnung von Proben mittels Bohrverfahren durchgehende Gewinnung von Proben

Vorgang, bei dem die Proben mit den Bohrwerkzeugen beim Bohren gewonnen werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Bohrvorgang ist dergestalt, dass vollständige Proben von der Länge des Bohrloches gewonnen werden können. Die Bohrwerkzeuge dienen als Entnahmegeräte.

3.3.2

Probenentnahme mittels Entnahmegerät

Vorgang, bei dem Proben mit Entnahmegeräten aus Schürfen, Untersuchungsschächten und -stollen oder von der Bohrlochsohle an ausgewählten Tiefen gewonnen werden

3.3.3

Kleinbohrverfahren in Böden

Aufschluss im Boden unter Verwendung von Bohrwerkzeugen mit einem Durchmesser größer als 30 mm, jedoch kleiner als 80 mm

3.3.4

Probe

repräsentative Probemenge von aus einer bestimmten Stelle zutage geförderter Teil von Boden, Fels oder Grundwasser

3.3.5

Kategorie der Probenentnahme

Kategorie von Ausrüstung und Verfahren, um die Gewinnung von Boden- oder Felsproben einer bestimmten Güteklasse zu ermöglichen

3.3.6

Bohrkern

Bohrprobe

zylindrische *Probe* (3.3.4), die aus Boden oder Fels als Säule in einer Bohrung gewonnen wird

3.3.7

Blockprobe

Probe (3.3.4), die zur Minimierung von Störungen mit besonderen Verfahren aus Boden oder Fels herausgeschnitten wird

3.3.8

Bohrklein

beim Bohren gelöste und durch die Spülung oder durch ein geeignetes Gerät an die Oberfläche transportierte kleine Boden- und Gesteinsstücke

3.3.9

Schweb

bindiges, beim Bohren entstehendes Gesteinszerreibsel in der Spülung, in dem die Korngröße der Einzelteilchen mit dem Auge nicht mehr festgestellt werden kann

3.3.10

Kernmarsch

Länge der Kernprobenentnahme im Aufschlussbohrloch, festgelegt durch die Anfangs- und Endtiefen (oder anderen linearen Messungen) des Entnahmewerkzeugs

3.3.11

Kernverlust

Differenz zwischen dem Kernmarsch und der Länge des gewonnenen Kerns

3.3.12

Flächenverhältnis

C_a

Verhältnis der Fläche des durch das Entnahmerohr verdrängten Bodens zur Fläche der Probe:

$$C_a = \frac{D_2^2 - D_1^2}{D_1^2} \times 100$$

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 1.

Anmerkung 2 zum Begriff: Das Flächenverhältnis wird in % angegeben.

Anmerkung 3 zum Begriff: Das Flächenverhältnis ist einer der Faktoren, die die mechanische Störung der Probe beschreiben.

3.3.13

Innendurchmesser Verhältnis

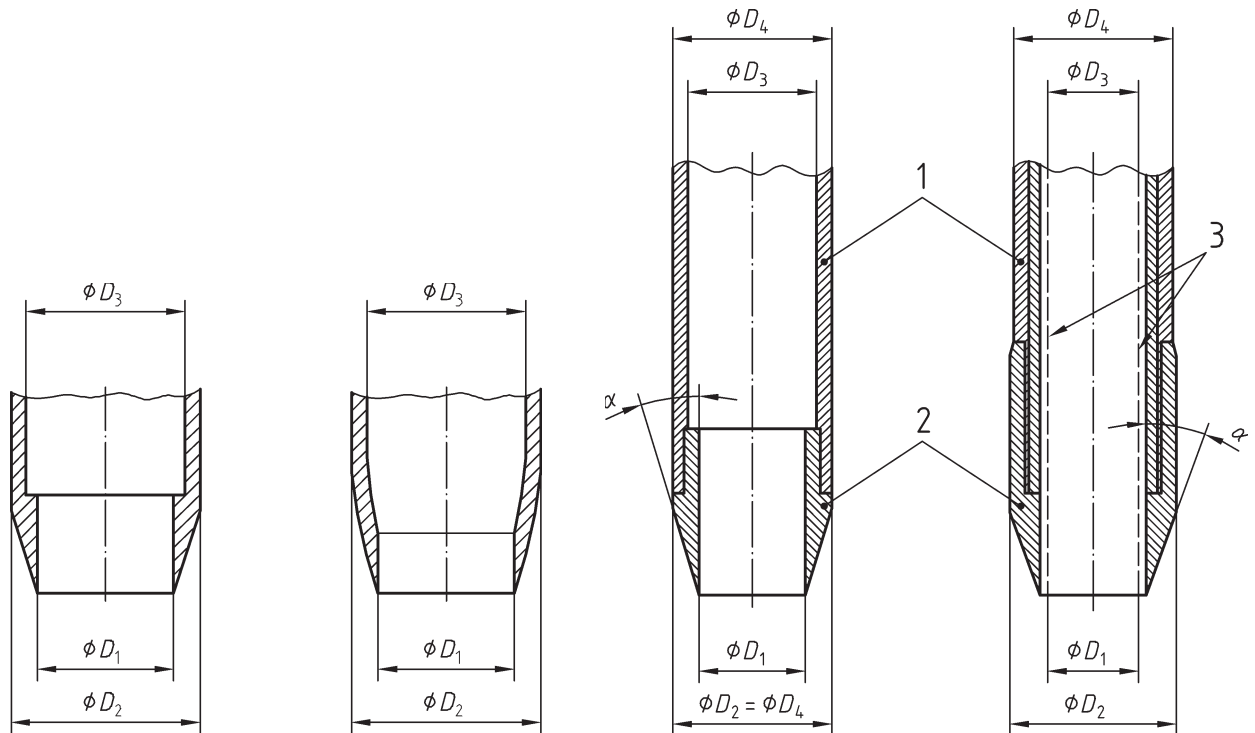
C_i

$$C_i = \frac{D_3 - D_1}{D_1} \times 100$$

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 1.

Anmerkung 2 zum Begriff: Das Innendurchmesser Verhältnis wird in % angegeben.

Anmerkung 3 zum Begriff: Das Innendurchmesser Verhältnis ist einer der Faktoren, die die mechanische Störung der Probe beschreibt, die durch die Reibung an der Innenseite des Entnahmerohrs oder des Liners entsteht.



Legende

D_1	Innendurchmesser des Schneideschuhs	α	Schneidewinkel
D_2	größter Außendurchmesser des Schneideschuhs	1	Entnahmerohr
D_3	Innendurchmesser des Entnahmerohrs oder Liners	2	Schneideschuh
D_4	Außendurchmesser des Entnahmerohrs	3	Liner (optional)

Bild 1 — Definitionen der Durchmesser D_1 , D_2 , D_3 und D_4

3.3.14

Gesamt-Kerngewinn

TCR

Gesamtlänge einer gewonnenen Kernprobe (fest und gestört), die als prozentualer Anteil der Kernmarschlänge angegeben wird (siehe Bild 2)

3.3.15

Fels-Güte-Bezeichnung

RQD

addierte Länge aller Kernstücke mit mindestens einem vollen Durchmesser, die zwischen den natürlichen Brüchen 100 mm oder länger sind; sie wird entlang der Mittellinie des Kerns gemessen und als prozentualer Anteil der Kernmarschlänge angegeben (siehe Bild 2)

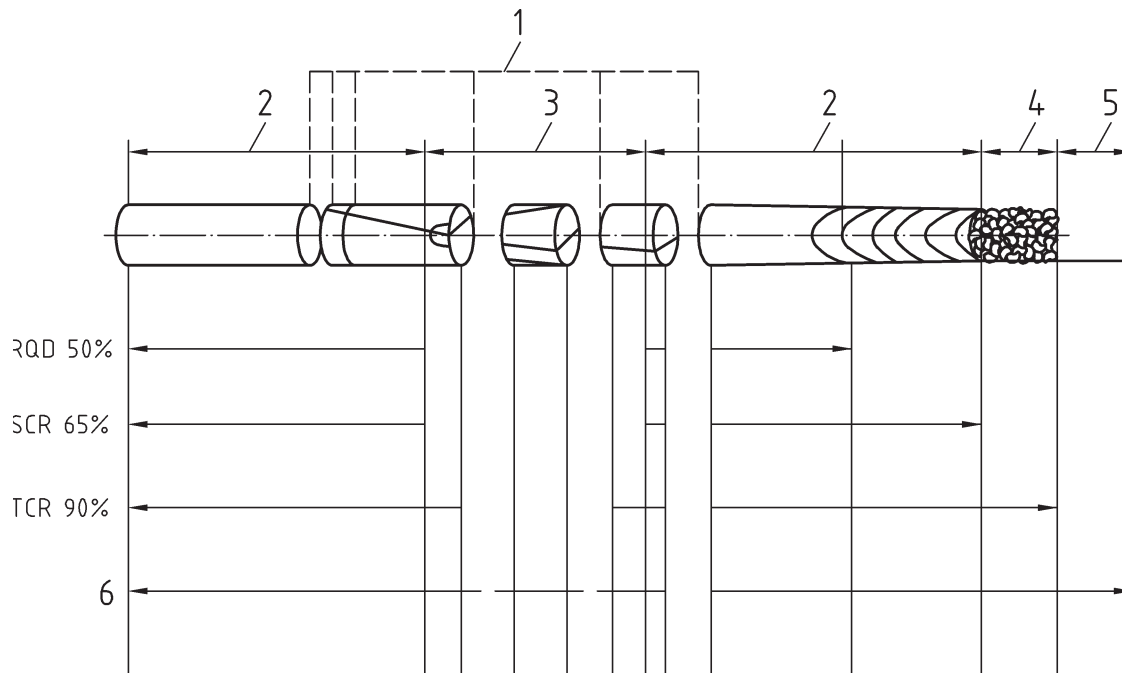
3.3.16

vollständiger Kerngewinn

SCR

Länge des als fester Zylinder gewonnenen Kerns, die als prozentualer Anteil der Kernmarschlänge angegeben wird (siehe Bild 2)

ANMERKUNG Ein fester Kern hat einen vollständigen Durchmesser, der nicht von natürlichen Trennflächen unterbrochen ist, aber nicht unbedingt einen vollständigen Kreisumfang. Er wird in der Regel entlang der Kernachse oder einer anderen Abtastlinie gemessen.



ANMERKUNG Sofern nicht anders angegeben, entsprechen sämtliche gezeigten Merkmale natürlichen Trennflächen.

Legende

- 1 bohrungsbedingte Brüche
- 2 mindestens ein voller Durchmesser
- 3 kein voller Durchmesser
- 4 gestört
- 5 kein Gewinn
- 6 Kernmarsch

Beschreibung des Bruchzustands von Felskernen:

- RQD Fels-Güte-Bezeichnung
- SCR vollständiger Kerngewinn
- TCR Gesamt-Kerngewinn

Bild 2 — Gebrauch der Begriffe zum Bruchzustand von Felskernen

3.3.17

Probengewinn

TC

Verhältnis der Probenlänge l_g zur Probenmarschlänge H

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 2.

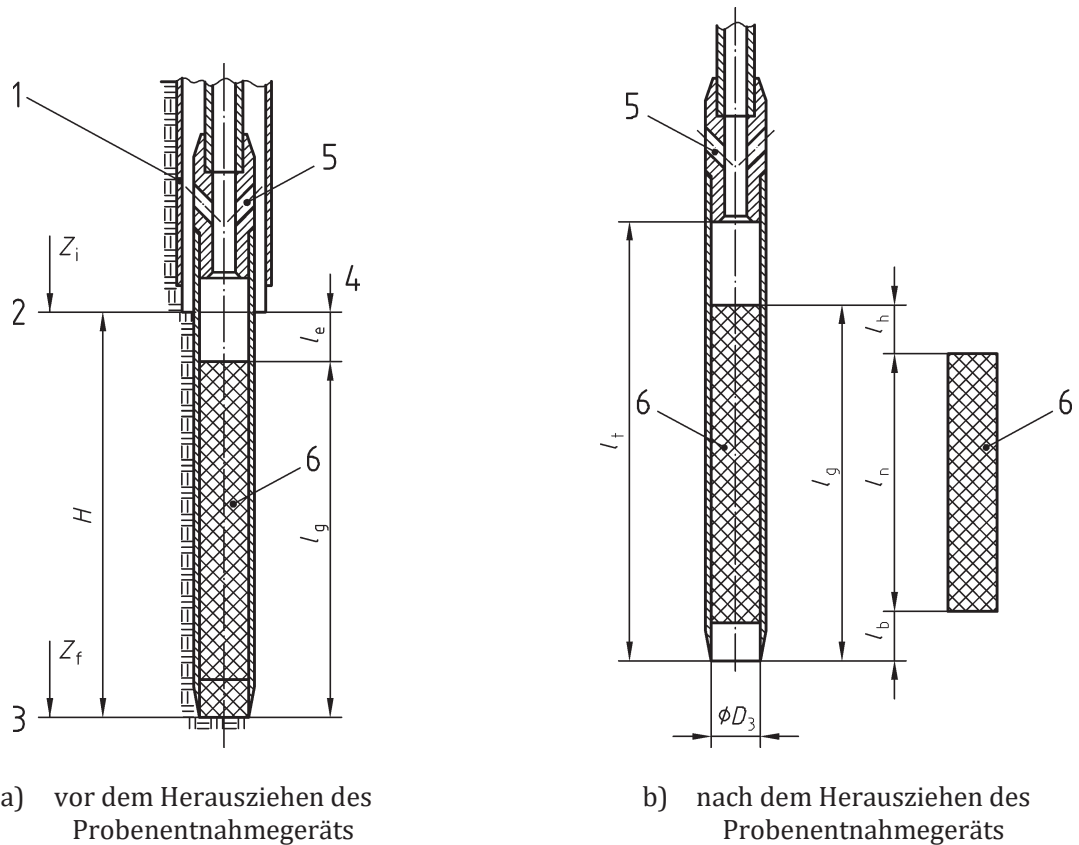
3.3.18

Nettoprobengewinn

IC

Verhältnis der Nettolänge der Probe l_n zur Probenmarschlänge H

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 2.



Legende

1	Verrohrung	l_b	Länge des unteren Teils der Probe, die gestört ist oder fehlt
2	Kernbeginn	l_e	Differenz zwischen Probenmarsch und der tatsächlichen Probenlänge
3	Kernende	l_g	Gesamtlänge der Probe nach dem Herausziehen des Entnahmegärts, gemessen vom oberen Ende der Probe bis zur Schneidekante, einschließlich gestörter oder fehlender Teile am unteren und oberen Ende der Probe
4	Sohle des vorgebohrten Lochs	l_h	Länge des gestörten oder verunreinigten oberen Teils der Probe
5	Entlüftung	l_n	Nettolänge der Probe vor der Aufbereitung
6	Probe	l_t	effektive Länge des Entnahmezylinders
D_3	innerer Durchmesser des Entnahmerohrs oder des Liners		
H	Probenmarschlänge		
Z_f	Tiefe unter der Geländeoberkante des unteren Endes des Entnahmegärts nach der Probenentnahme und vor dem Herausziehen des Entnahmegärts		
Z_i	Tiefe unter der Geländeoberkante der Bohrlochsohle vor der Probenentnahme und des Anfangs des darauf folgenden Kernmarsches		

Bild 3 — Längen des Kernmarsches und der Probe

3.3.19

dünnwandiges Probenentnahmegesetz

Bodenentnahmegesetz mit einem geringen Flächenverhältnis, einem kleinen Schneidenwinkel und einer dünnen Schneidekante

3.3.20

dickwandiges Probenentnahmegesetz

Bodenentnahmegesetz, dessen Flächenverhältnis, Schneidenwinkel und Schneidekante größer sind als die des dünnwandigen Entnahmegesetzes

3.4 Proben

3.4.1

Struktur

Muster von Trennflächen im Boden und Gebirge, das die Masse in einzelne Einheiten trennt

3.4.2

Textur

Größe, Form und Ausrichtung der Körner für Boden und Fels besteht

3.5 Abkürzungen

AS	durch Schneckenbohrung erhaltene gestörte Probe (en: disturbed sample from augering)
B	gestörte Schüttgutproben (en: bulk disturbed samples)
BS	handgeschnittene Blockprobe (en: hand trimmed block sample)
CP	Seilschlagbohrverfahren (en: cable percussion drilling)
CPT	Drucksondierung (en: cone penetration testing)
CS	Rotationskernprobe (en: rotary core sample)
D	kleine gestörte Probe (en: small disturbed sample)
DT	Doppelrohrbohren (en: double tube drilling)
GS	Stichprobe (en: grab sample)
HSAS	durch Hohlbohrschneckenbohrung erhaltene Linerprobe (en: liner sample from hollow stem augering)
LS	Großproben-Entnahmegesetze (en: large samplers)
OS	offene Entnahmegesetze (en: open-tube samplers)
PE	schlagend (en: percussion)
PS	Kolbenentnahmegesetze (en: piston samplers)
PU	eingedrückt (en: pushed)
RC	Rotationskernbohrverfahren (en: rotary coring)
RO	Bohren mit offenem Bohrloch (en: rotary open holing)
S-TP	Entnahme von gestörten Proben aus Schürfen (en: disturbed sampling from trial pit)
S-BB	Probenentnahme an der Bohrlochsohle (en: sampling from borehole bottom)
SN	Vibrations-/Ultraschallbohren (en: resonance/sonic drilling)
ST	Einfachkernrohrbohren (en: single tube drilling)
T/W	dünnwandig (en: thin-walled)
TK/W	dickwandig (en: thick-walled)
TP	Schürferkundung (en: trial pitting)
TT	Doppelkernrohr mit eingelegter fester Kernumhüllungbohren (en: Triple tube drilling)
WS	Probenentnahme mit dem Schlitzentnahmegesetz (en: window sampling)

4 Geräte

4.1 Anforderungen an Bohrgeräte und -ausrüstung

Bohrgeräte mit einer angemessenen Standsicherheit, Leistungsfähigkeit und Ausrüstung, wie z. B. Bohrgestänge, Verrohrung, Kernrohre und Bohrkronen müssen so ausgewählt werden, dass die geforderten Probenentnahmen und Bohrlochversuche bis in die geforderte Bohrlochtiefe durchgeführt werden können und der geforderten Entnahmekategorie entsprechen.

ANMERKUNG Anhang C enthält einen Überblick über Geräte, die gegenwärtig üblicherweise verwendet werden.

Sofern zutreffend, müssen die Bohr- und Probenentnahmegерäte in Übereinstimmung mit ISO 3551-1, ISO 3552-1 und ISO 10097-1 sein.

4.2 Bohrparameter

Das Bohrgerät und die Bohrausrüstung müssen die Regelung aller unten aufgeführten bohrrelevanten Funktionen zulassen. Sofern erforderlich und zutreffend, sollten folgende Bohrdaten gemessen und als Funktion der Tiefe aufgezeichnet werden:

- Drehmoment des Kraftdrehkopfes (Nm);
- Drehzahl der Bohrspindel (U/min);
- Vorschub und Zugkraft (kN);
- Eindringgeschwindigkeit (m/min);
- Tiefe der Rammintervalle (ein/aus);
- topographische Tiefe (m);
- Abweichungsrichtung und Neigung bei Schrägbohrungen (Grad);
- gebohrte Länge bei Schrägbohrungen (m);
- Spülungsdruck am Auslass der Pumpe (kPa);
- Spülungsrate (l/min);
- Spülungsumsatz (l/min).

ANMERKUNG Die Aufzeichnung der Bohrparameter wird von ISO 22476-15 behandelt.

4.3 Sicherheitsanforderungen und besondere Anforderungen

Hinsichtlich

- a) der Sicherheit an der Untersuchungsstelle und
- b) der Sicherheit der Arbeitsbedingungen und des Arbeitsablaufs

sind die entsprechenden nationalen Normen, Festlegungen und gesetzlichen Bestimmungen für die Erstellung von Bohrungen, Schürfen, Untersuchungsstollen und -schächten anzuwenden, sofern diese Anforderungen nicht geringer als in vorliegenden Internationalen Normen sind.

ANMERKUNG EN 16228-1 und EN 16228-2 behandeln die Sicherheitsaspekte von Bohrgeräten.

Im Hinblick auf Störungen und den Schutz der Umwelt sind für jede einzelne Situation die nationalen und örtlichen Anforderungen zu Störungen und zum Schutz der Umwelt zu berücksichtigen, sofern keine entsprechenden Internationalen Normen vorliegen.

Schürfe, andere Aufschlüsse, Untersuchungsstollen und -schächte müssen unter Aufsicht geplant und ausgeführt werden. Böschungen und Wände können plötzlich versagen und müssen als solche beachtet werden.

Aufschlüsse weisen Gefahren durch Gas- und Grundwasserakkumulation auf, die bei ihrer Planung und Ausführung ebenfalls berücksichtigt werden müssen.

ANMERKUNG In ISO 18400-103 ist eine allgemeine Anleitung zur Probenentnahme einschließlich kontaminierter oder potentiell kontaminierter Untersuchungsstellen enthalten.

5 Verfahrenswesen

5.1 Allgemeine Anforderungen an die Probenentnahme

Die Bohr- und Probenentnahmegeräte müssen von ihrer Größe und Art so ausgewählt werden, dass sie der geforderten Kategorie der Probenentnahme entsprechen.

Die Art und der Umfang der Probenentnahme sind vorab in Abhängigkeit des Projektzwecks, der geologischen und hydrogeologischen Bedingungen und der beabsichtigen Feld- und Laborversuche vorzugeben.

ANMERKUNG Hinsichtlich weiterführender Einzelheiten siehe EN 1997-2.

Der Qualität einer Probe wird von den geologischen und hydrogeologischen Verhältnissen, von der Wahl des Bohrverfahrens und/oder des Probenentnahmeverfahrens sowie deren Ausführung und von der Handhabung, vom Transport und von der Lagerung der Proben beeinflusst.

5.2 Auswahl der Techniken und Verfahren

Die zur Entnahme von Proben angewendeten Techniken und Verfahren sind abhängig vom Erkundungszweck unter Berücksichtigung der zu erwartenden geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse zu wählen.

Die Entnahmeverfahren, der Probentransport und die Probenaufbewahrung sind auf der Grundlage der geforderten Kategorie der Probenentnahme zu wählen.

Eine spezifische Kategorie der Probenentnahme muss ausgewählt werden, um das Erreichen einer geforderten Güteklasse der Proben von Boden und Fels zu ermöglichen (siehe Tabelle 1 und Tabelle 2).

Die verschiedenen Probenentnahmeverfahren können unterschiedliche Störungsgrade der Proben mit sich bringen. Die Güteklassen von Proben, die mit demselben Entnahmegerät gewonnen wurden, können z. B. infolge unterschiedlicher Bodenarten, die beprobt wurden, durch Grundwassereinfluss und des Entnahmevorgangs variieren. Folgende Störungsarten von Proben können im Zuge des Bohr- und Entnahmevorgangs auftreten:

- mechanische Probenstörungen infolge von Zusammendrücken, Abscheren, Ausspülen oder Erschütterungen während des Aufschlusses;
- Probenstörung durch Entlastung der Probe vom ursprünglichen Überlagerungsdruck und durch damit verbundene Auflockerung;
- Änderung der Stoff- und chemischen Zusammensetzung, z. B. Wassergehalt und Gase.

Der Probendurchmesser für Böden mit großen Korndurchmessern sollte im Hinblick auf die Größe des größten Korns des zu beprobenden Materials gewählt werden.

Sind Erkundungen unterhalb der Grundwasseroberfläche oder bis in größere Tiefen erforderlich, muss das Bohrloch standfest oder gesichert sein.

5.3 Kategorien der Probenentnahme für Boden

5.3.1 Allgemeines

Für die Gewinnung von Bodenproben sind fünf Kategorien der Probenentnahme festgelegt (siehe Tabelle 1). Diese verkörpern die besten Praktiken, die eingehalten werden sollten, um den fünf Güteklassen von Bodenproben für geeignete Laborversuche zu entsprechen.

Die besten Praktiken, die durch das Bohren für jede Kategorie der Probenentnahme eingehalten werden sollten, können niemals sicherstellen, dass eine bestimmte Güteklasse erreicht wird, da viele Faktoren eine Störung des Bodens hervorrufen können, die außerhalb des Einflusses des Bohrvorgangs liegt. Das kann zu einer Verringerung der wirksamen Spannung, der Bindungen zwischen den Partikeln und zu einer Neuordnung der Bodenpartikel führen, die die letztendliche Güteklasse einer Bodenprobe bestimmen. Störungen können hervorgerufen werden durch

- harte Stücke, wie z. B. Kies, Muschelschalenfragmente oder Holz, im Boden, die dazu führen können, dass sich während des Prozesses der Probenentnahme entlang der Seiten des Entnahmezylinders Hohlräume bilden,
- die durch Spannungsabbau bedingte Bodenanpassung beim Erzeugen eines Bohrlochs,
- Störung der Bodenstruktur aufgrund des Drehens, Rammens oder Eindrückens des Entnahmezylinders in die Bodenschicht,
- Zug- und Torsionsspannungen, die beim Trennen der Probe vom Unterboden entstehen,
- Erzeugung eines Teil- oder Vollvakuum unterhalb der Probe, wenn diese vom Unterboden entnommen wird,
- Ausdehnung von Gas während des Zurückziehens des Entnahmezylinders, da sich der allseitige Druck auf null verringert,
- grobes Entfernen des Bodens aus dem Entnahmezylinder,
- Zeit, die bei Probenentnahme und Laboranalyse zu Störungen führt,
- Handhabung, Transport und Aufbewahrung (siehe Abschnitt 9),
- grobes Schneiden der Probekörper aus Boden auf eine bestimmte Größe für einen Laborversuch,
- Oxidation durch das Ausgesetztsein gegenüber aeroben Bedingungen,
- Verlust an Bodenfeuchte durch Verdunstung,
- geochemische Prozesse aufgrund von Temperaturänderungen,
- physikalische Störung durch Gefrieren oder Beschädigung von Probenbehältern,

- Verdichtung und Entwässerung aufgrund von Zusammendrücken während der Probenentnahme oder Herausdrücken von Proben aus Entnahmezylindern,
- Verdichtung und Entwässerung aufgrund von Schwingungen während Bohr-, Handhabungs- und Transportvorgängen oder
- Ausdehnung aufgrund von Druckentlastung an der Oberfläche.

ANMERKUNG Es wird empfohlen, die Laboranalyse kurz nach Durchführung der Probenentnahme zu beginnen, da die Qualität der Probe durch eine Langzeitaufbewahrung leiden kann.

Tabelle 1 — Güteklassen von Bodenproben für Laborversuche und zu verwendende Kategorien der Probenentnahme

Bodeneigenschaften	Güteklassen von Bodenproben für Laborversuche				
Bodeneigenschaften, die unverändert sind	1	2	3	4	5
Bodenart	*	*	*	*	*
Korngröße	*	*	*	*	
Wassergehalt	*	*	*		
Dichte, bezogene Lagerungsdichte, Durchlässigkeit	*	*			
Zusammendrückbarkeit, Scherfestigkeit, Steifigkeit	*				
Eigenschaften, die bestimmt werden können					
Schichtenfolge	*	*	*	*	*
Schichtgrenzen, grobe Einteilung	*	*	*	*	
Schichtgrenzen, bindige Unterteilung	*	*			
Atterbergsche Konsistenzgrenzen, Korndichte, Gehalt an organischen Bestandteilen	*	*	*	*	
Wassergehalt	*	*	*		
Dichte, bezogene Lagerungsdichte, Porosität, Durchlässigkeit	*	*			
Zusammendrückbarkeit, Scherfestigkeit, Steifigkeit	*				
Kategorien der Probenentnahme	A				
		B			
			C		
				D	
					E

5.3.2 Probenentnahme nach Kategorie A

Das Ziel der Probenentnahme nach Kategorie A besteht darin, Proben mit ungestörter Struktur, Textur, Konsistenz und ungestörtem Überlagerungsdruck zu gewinnen. Das ermöglicht die Bestimmung der Festigkeit, Zusammendrückbarkeit und Steifigkeit im Laborversuch.

ANMERKUNG 1 Aus praktischer Sicht sollte anerkannt werden, dass keine Bodenprobe vom Baugrund entnommen werden und sich in einem völlig ungestörten Zustand befinden kann. Bei besonderen Verhältnissen sind möglicherweise Referenzproben von hoher Güteklasse nützlich. Z. B. Verflüssigungspotential von lockeren, nicht-bindigen Böden oder Festigkeit von sehr weichen Tonen und Torf mit hohen Wassergehalten in der Nähe der Bodenoberfläche. Bei weichen Tonen dürfen Techniken zur Entnahme von Blockproben, wie z. B. Laval-Entnahmegerät, Sherbrooke-Entnahmegerät oder DLDS, angewendet werden, um repräsentative Proben zu entnehmen. Bei sehr weichem Torf darf das DLDS-Entnahmegerät in Betracht gezogen werden. Bei lockeren, nicht-bindigen Böden darf Bodenvereisung oder Probenentnahme nach Verpressen von Gel in Betracht gezogen werden. Einzelheiten dieser speziellen Entnahmegeräte sind in Anhang C.15 angeführt.

5.3.3 Probenentnahme nach Kategorie B

Das Ziel der Probenentnahme nach Kategorie B besteht darin, Proben mit ungestörter Struktur, Textur und Konsistenz zu gewinnen. Das ermöglicht Laborversuche, wie z. B. die Bestimmung von Durchlässigkeit, Porosität und Dichte von bindigen Böden sowie ausführliche Analysen der Schichtgrenzen.

5.3.4 Probenentnahme nach Kategorie C

Das Ziel der Probenentnahme nach Kategorie C besteht darin, Proben mit ungestörter Struktur und Textur zu gewinnen. Das ermöglicht Laborversuche, wie z. B. die Bestimmung des Wassergehalts.

ANMERKUNG 1 Bei lockeren, nicht-bindigen Böden und Schluffen ist das ohne zusätzliche Vorbereitung, wie z. B. Bodenvereisung oder spezielle Techniken der Probenentnahme, schwierig zu erreichen. Üblicherweise stört der Prozess der Probenentnahme das Gefüge von lockeren, nicht-bindigen Böden, indem häufig die Lagerungsdichte erhöht und der Feuchtigkeitsgehalt verringert wird.

ANMERKUNG 2 Bei sehr weichen Tonen und Torfen in der Nähe der Bodenoberfläche mit hohen Wassergehalten sollte darauf geachtet werden, ein Zusammendrücken, Verformen und Entwässern der Proben zu verhindern.

ANMERKUNG 3 Bei lockeren, nicht-bindigen Böden, Schluff und Torf sind Abweichungen des Wassergehalts vor Ort zu erwarten. Das Vorliegen und die Tiefe von lockeren, nicht-bindigen Böden in einem Bodenprofil können oft durch die Durchführung von Versuchen in situ in der Nähe vor der Probenentnahme bestimmt werden.

ANMERKUNG 4 Um Änderungen der Bodenfeuchte während der Handhabung, des Transports und der Aufbewahrung zu vermeiden, kann eine Bestimmung des Wassergehalts einer Bodenschicht oder von nicht verfestigtem Material an der Untersuchungsstelle in Betracht gezogen werden. Zu diesem Zweck kann an der Untersuchungsstelle eine Teilprobe mit einem bekannten Materialvolumen mit möglichst geringer Störung des Wassergehalts unmittelbar nach der Probenentnahme entnommen werden. Die Masse des Materials sollte an der Untersuchungsstelle bestimmt werden.

5.3.5 Probenentnahme nach Kategorie D

Das Ziel der Probenentnahme nach Kategorie D besteht darin, Proben mit ungestörter Struktur zu gewinnen. Das ermöglicht die Bestimmung der Korngrößenverteilung und der Atterbergschen Konsistenzgrenzen sowie des Gehalts an organischen Bestandteilen im Laborversuch.

ANMERKUNG Bei nicht bindigen, nicht verfestigten Sanden bedeutet das, dass der gesamte Feinkornanteil noch in der Probe vorhanden ist. Sekundärmineralien, wie z. B. Glaukonit oder Muschelschalen und Kalkskelette, wurden möglicherweise zerkleinert, weshalb die Korngrößenverteilung vor Ort abweichen kann.

5.3.6 Probenentnahme nach Kategorie E

Bei der Probenentnahme nach Kategorie E werden nur Proben gewonnen, bei denen sich alle ursprünglichen Bodeneigenschaften während des Bohrvorgangs geändert haben. Auf der Grundlage dieser Proben kann nur ein grober Anhaltspunkt für die Art und die Dicke der Schichten (etwa 0,5 m) bestimmt werden.

BEISPIEL Bohrklein vom Rotationsbohrverfahren oder während des Seilschlagbohrens aus der Schlämbbüchse entnommene Proben.

5.4 Kategorien der Probenentnahme für Fels

5.4.1 Allgemeines

Für die Gewinnung von Felsproben sind fünf Kategorien der Probenentnahme festgelegt (siehe Tabelle 2). Diese verkörpern die besten Praktiken, die eingehalten werden sollten, um den fünf Güteklassen von Felsproben für geeignete Laborversuche zu entsprechen.

Die besten Praktiken, die durch das Bohren für jede Kategorie der Probenentnahme eingehalten werden sollten, können niemals sicherstellen, dass eine bestimmte Güteklasse erreicht wird, da viele Faktoren eine Störung des Fels hervorrufen können. Einige dieser Faktoren sind vom Baugrund abhängig, andere hingegen direkt von der Bohrung. Störungen können hervorgerufen werden durch

- die durch Spannungsabbau bedingte Felsanpassung beim Erzeugen eines Bohrlochs,
- die Verringerung von Bindungen zwischen den Partikeln,
- die Neuordnung der Felskörner,
- die Störung der Felsstruktur aufgrund des Drehens, Rammens oder Eindrückens des Entnahmezylinders (Kernrohrs) in die Felsschicht,
- Zug- und Torsionsspannungen beim Trennen der Probe vom Gebirge,
- ungeeignete Kerngröße, Kernmarschlänge, Kernbohrkrone, Spülung,
- ungeeignetes Eindringen und ungeeigneter Drehmoment bei der Bohrung,
- Entfernung des Fels aus dem Entnahmezylinder,
- Zeit, die bei Probenentnahme und Laboranalyse zu Störungen führt,
- Handhabung, Transport und Aufbewahrung (siehe Abschnitt 9),
- grobes Schneiden der Probekörper aus Fels auf eine bestimmte Größe für einen Laborversuch,
- Oxidation durch das Ausgesetztsein gegenüber aeroben Bedingungen,
- Verlust an Feuchte durch Verdunstung (kritischer für Pelite),
- geochemische Prozesse aufgrund von Temperaturänderungen und Oxidation,
- physikalische Störung durch Gefrieren, Aufheizen oder Beschädigung von Probenbehältern oder
- Verdichtung und Entwässerung aufgrund von Schwingungen während Bohr-, Handhabungs- und Transportvorgängen.

ANMERKUNG Es wird empfohlen, die Laboranalyse sobald wie praktisch möglich nach Durchführung der Probenentnahme zu beginnen, da die Qualität der Probe durch eine Langzeitaufbewahrung leiden kann.

Jede Kombination der oben genannten Faktoren könnte eine Verringerung der erreichbaren Güteklasse zur Folge haben. Daher kann zwar eine Probenentnahme nach Kategorie A spezifiziert werden, die in der Praxis erreichte Entnahmekategorie bei ungeeigneten Kombinationen der eingesetzten Bohrgeräte könnten jedoch eine oder mehrere Klassen niedriger sein.

5.4.2 Probenentnahme nach Kategorie A

Das Ziel der Probenentnahme nach Kategorie A besteht darin, Proben mit ungestörter Struktur, Textur, Festigkeit und ungestörtem Überlagerungsdruck zu gewinnen. Das ermöglicht die Bestimmung der Festigkeit und Verformungseigenschaften im Laborversuch. Zudem ermöglicht eine Probenentnahme nach Kategorie A eine genaue Bewertung von Trennflächen und *RQD*.

ANMERKUNG Aus praktischer Sicht sollte anerkannt werden, dass keine Felsprobe vom Baugrund entnommen werden und sich in einem völlig ungestörten Zustand befinden kann. Bei besonderen Verhältnissen sind möglicherweise Referenzproben von hoher Güteklasse nützlich. Zum Beispiel dürfen in schwachem Fels Techniken zur Entnahme von Blockproben angewendet werden, um repräsentative Proben zu entnehmen.

5.4.3 Probenentnahme nach Kategorie B

Das Ziel der Probenentnahme nach Kategorie B besteht darin, Proben mit ungestörter Struktur und Textur zu gewinnen. Das ermöglicht Laborversuche, wie z. B. die Bestimmung von Durchlässigkeit, Porosität und Dichte von Felsproben sowie ausführliche Analysen der Schichtgrenzen. Es sollte beachtet werden, dass die Probenentnahme nach Kategorie B möglicherweise auch eine vorläufige Festigungsbestimmung durch Prüfungen wie den Punktlastversuch zulässt. Zudem ermöglicht in der Regel auch eine Probenentnahme nach Kategorie B eine genaue Bewertung von Trennflächen und *RQD*.

5.4.4 Probenentnahme nach Kategorie C

Das Ziel der Probenentnahme nach Kategorie C besteht darin, Proben mit ungestörter Gesamtstruktur und -textur des Fels zu gewinnen. Das ermöglicht Laborversuche, wie z. B. die Bestimmung des Wassergehalts. Bindige Schichtgrenzen und Verwitterungen sollten erkennbar sein und in unter günstigen Umständen (siehe 5.4.1) kann es möglich sein, Trennflächen zu erkennen.

5.4.5 Probenentnahme nach Kategorie D

Das Ziel der Probenentnahme nach Kategorie D besteht darin, Proben mit ungestörter Gesamtmaterialstruktur zu gewinnen, in der die mineralogische Zusammensetzung unverändert ist. Das ermöglicht die Bestimmung des Dünnschliffs und der Atterbergschen Konsistenzgrenzen im Laborversuch. Die Schichtenfolge und grobe Schichtgrenzen sollten erkennbar sein.

5.4.6 Probenentnahme nach Kategorie E

Bei der Probenentnahme nach Kategorie E werden nur Proben gewonnen, bei denen sich alle ursprünglichen Felseigenschaften während des Bohrvorgangs geändert haben. Auf der Grundlage dieser Proben kann nur ein grober Anhaltspunkt für die Art und die Dicke der Schichten (etwa 0,5 m) bestimmt werden.

BEISPIEL Bohrklein kann beim Rotationsbohrverfahren aus Spülrückständen gewonnen werden.

Tabelle 2 — Güteklassen von Felsproben für Laborversuche und zu verwendende Kategorien der Probenentnahme

Felseigenschaften	Güteklassen von Felsproben für Laborversuche				
Eigenschaften, die unverändert sind	1	2	3	4	5
Bezeichnung der Felsart	*	*	*	*	*
Kornform und mineralogische Zusammensetzung	*	*	*	*	*
Maße aller Körner	*	*	*	*	
Textur	*	*			
Korngröße	*	*	*	*	
Dichte, Porosität, Durchlässigkeit	*	*			
Festigkeit und Verformung	*				
Eigenschaften, die bestimmt werden können					
Schichtgrenzen, grobe Einteilung	*	*	*	*	*
Schichtgrenzen, bindige Einteilung	*	*	*	*	
Verwitterung	*	*	*		
Beschreibung der Trennflächen	*	*	*		
Eigenschaften der Trennflächen	*	*			
Gesamtbruchzustand (einschließlich RQD)	*	*			
Atterbergsche Konsistenzgrenzen, Korndichte, Gehalt an organischen Bestandteilen	*	*	*	*	
Wassergehalt	*	*	*		
Dichte, Porosität, Durchlässigkeit	*	*			
Festigkeit, Verformung, Steifigkeit (bei geringer Beanspruchung)	*				
Kategorien der Probenentnahme	A				
		B			
			C		
				D	
					E

5.5 Probenentnahme in Schürfen, anderen Aufschlüssen, Untersuchungsstollen und -schächten

Schürfe, andere Aufschlüsse, Untersuchungsstollen und -schächte sollten für Baugrunderkundungen in einem größeren Maßstab verwendet werden, z. B. um Angaben über die Zusammensetzung, die Schichtenabfolge, die geologische Struktur, geotechnische Einheiten, Aushubbedingungen, die Schichtenausrichtung und die etwaige Felsoberkante zu erlangen.

Ohne Grundwasserabsenkung ist die erreichbare Tiefe oftmals auf geringe Tiefen oberhalb der Grundwasseroberfläche in durchlässigem Untergrund beschränkt. Im Allgemeinen können Schürfe bis zu 5 m Tiefe mit handelsüblichen Baggern hergestellt werden. Zum Erreichen größerer Tiefen sind Spezialausrüstung oder aufeinanderfolgende Aushubebenen notwendig.

Folgendes muss mindestens bestimmt und im Bericht angegeben werden:

- Abmessungen von Schurf/Aushub/Stollen/Schacht;
- Auftreten von sehr grobem Material (Steine und Blöcke);
- Stratigraphie und anerkannte geologische Einheiten;
- Stabilität von Schürfwänden;
- Grundwasserzufluss und beobachteter Grundwasserspiegel.

5.6 Anforderungen an die Untersuchungsstellen

Die Baugrunduntersuchungspunkte an Land sind im Gelände vor Beginn der Aufschlusstätigkeiten abzustecken. Nach Abschluss der Untersuchung sind deren Lage und Höhe einzumessen und in einem Lageplan anzugeben.

Die Aufschlusstellen müssen auf maßgebliche Gefährdungen, erdverlegte und Überlandleitungen und Kampfmittel hin überprüft werden; sofern erforderlich, müssen geeignete Maßnahmen getroffen werden. Bei Aufschlüssen in kontaminierten Bereichen müssen besondere Vorgehensweisen festgelegt und beachtet werden.

ANMERKUNG Empfehlungen sind in ISO 18400-103 angegeben. Sofern nicht gezielt platziert, um die vorgeschlagenen Gründungslinien oder bestehende Gründungen zu untersuchen, sollten Schürfe außerhalb der geplanten Gründungsflächen angelegt werden, da durch den Aushub der Baugrund aufgelockert werden kann. Der Abstand von der Kante der geplanten Gründung zur nächsten Schürfwand sollte mindestens 0,5 m zuzüglich der Hälfte der beabsichtigten Schürftiefe unter der Gründungsebene betragen.

Schürfe (begehbar oder nicht begehbar), Untersuchungsstollen und -schächte sind nach nationalen und internationalen Normen und Unfallverhütungsvorschriften anzulegen; dabei sind nationale Vorschriften zu berücksichtigen. Sie sind bei Bedarf so geräumig anzulegen, dass sie besichtigt werden können sowie Proben entnommen und Versuche vor Ort durchgeführt werden können. Erforderlichenfalls sind sie gegen Stör- und Witterungseinflüsse zu schützen.

Bei visuellen Beobachtungen sollten fotografische Aufzeichnungen der Bodenschichten sowie die Probenentnahme und Feldversuche während oder unmittelbar nach dem Aushub des Schurfs durchgeführt werden.

Der Einfluss von Bohrungen und Probenentnahme auf die Umwelt ist zu berücksichtigen. Besondere Maßnahmen können z. B. in Wassergewinnungsgebieten, in der Nähe von Wasserläufen und bei Bohrungen in Grundwasserleitern erforderlich sein.

5.7 Erforderliche Informationen vor Beginn der Probenentnahme

Vor Beginn der Probenentnahme müssen, sofern zutreffend, mindestens die folgenden Informationen an der Untersuchungsstelle vorliegen (siehe z. B. Anhang A):

- a) Gegenstand und Zweck der Probenentnahme und der Grundwassermessungen;
- b) Ort des geplanten Bohrlochs bzw. Aufschlusses bzw. der geplanten Grundwassermessungen;
- c) Orientierung, Neigung und zulässige Abweichungen der Bohrlöcher;
- d) Anforderungen an die Erkundung;
- e) zu erwartende geologische und hydrogeologische Bedingungen;
- f) erforderliche Genauigkeit und Unsicherheit der Messungen nach JCGM 100, 101 und 104;
- g) Häufigkeit der Messungen;
- h) Umweltgefährdungen und Sicherheitsrisiken, z. B. durch die vorgesehenen Spülungen oder Suspensionen sowie die entsprechenden Vorschriften für ihre Anwendung und mögliches Vorhandensein von entflammaren, explosiven oder toxischen Gasen, Bergbauarbeiten oder abgelagerten Abfall;
- i) mögliche Gefährdungen durch z. B. erdverlegte Leitungen und Überlandleitungen, Verkehr, Kampfmittel, Altlasten;
- j) Bezeichnung und geplante Tiefe des Bohrlochs und/oder des Aushubs;
- k) beabsichtigtes Verfahren und beabsichtigte Kategorie der Probenentnahme;
- l) Anforderungen an die Nummerierung der Bohrlöcher, der Schürfe oder der Proben;
- m) beabsichtige Probenbehandlung, -lagerung und -transport;
- n) beabsichtigte Feldversuche;
- o) Beseitigung des Bohrlochs bzw. Schurfes und Wiederherstellung der Untersuchungsstelle (Verfüllen oder Verpressen);
- p) Umweltschutz;
- q) Notfallvorsorge;
- r) Name der Kontaktperson.

5.8 Verfüllung und Wiederherstellung der Untersuchungsstelle

Wenn die Probenentnahme beendet ist, muss die Untersuchungsstelle wiederhergestellt werden und es dürfen keine potentiellen Gefahren für die Öffentlichkeit, die Umwelt oder für Tiere zurückbleiben. Die Verfüllung muss unter Berücksichtigung der nationalen Vorschriften sowie den technischen und behördlichen Anforderungen, der Schichtenfolge, der Kontaminierung und der Tragfähigkeit des Baugrunds erfolgen.

Alle Bohrlöcher oder Aufschlüsse müssen eingezäunt oder vorübergehend sicher verschlossen werden, bis sie endgültig und dauerhaft verschlossen oder verfüllt werden.

Sofern ein Aufschlussbohrloch nicht für besondere Zwecke offen bleiben soll, sollte es verfüllt und wiederhergestellt werden, sodass nachfolgende Absenkungen der Geländeoberkante infolge von späteren Setzungen des Verfüllmaterials minimiert werden können.

Bohrlöcher sind in der Regel mit Material zu verfüllen, das eine Durchlässigkeit aufweist, die dem umgebenden Boden entspricht oder geringer als dieser ist, um z. B. Kontaminierungen oder hydraulische Verbindungen der Grundwasserleiter zu verhindern. Wenn das Bohrloch mit einer Suspension verfüllt werden soll, sollte das Kontraktorverfahren eingesetzt werden. Der Betoniertrichter muss während der Einbringung des Verfüllguts vorsichtig nach oben geführt werden. Wenn die Verfüllung künftige Projekte, z. B. Tunnelprojekte, beeinflussen könnte, sind besondere technische Anforderungen an das Verfüllgut vorab festzulegen. Beim Einbringen des Verfüllguts in das Bohrloch müssen Techniken angewendet werden, die die Entstehung von Hohlräumen verhindern.

6 Verfahren zur Probenentnahme im Boden

6.1 Allgemeines

6.1.1 Die Verfahren zur Gewinnung von Bodenproben können im Allgemeinen in die folgenden Gruppen eingeteilt werden:

- a) Durchgehende Gewinnung von Proben mittels Bohrverfahren;
- b) Probenentnahme mittels Entnahmegeräten;
- c) Entnahme von Blockproben.

6.1.2 Kombinationen der vorgenannten Bohr- und Probenentnahmeverfahren sind möglich und sind manchmal aufgrund der geologischen Bedingungen und der Untersuchungsziele erforderlich.

6.2 Kategorien der Verfahren der Probenentnahme im Boden

Es gibt fünf Kategorien A bis E von Verfahren zur Probenentnahme. Bei gegebenen Baugrundverhältnissen sind diese Kategorien bezogen auf die höchste erreichbare Güteklasse von Bodenproben für Laborversuche, wie in Tabelle 1 dargestellt:

- Verfahren der Probenentnahme nach Kategorie A ermöglichen die Gewinnung von Proben der Güteklasse 1 bis 5;
- Verfahren der Probenentnahme nach Kategorie B ermöglichen die Gewinnung von Proben der Güteklasse 2 bis 5;
- Verfahren der Probenentnahme nach Kategorie C ermöglichen die Gewinnung von Proben der Güteklasse 3 bis 5;
- Verfahren der Probenentnahme nach Kategorie D ermöglichen die Gewinnung von Proben der Güteklasse 4 bis 5;
- Verfahren der Probenentnahme nach Kategorie E: Es können nur Proben der Güteklasse 5 gewonnen werden.

6.3 Durchgehende Gewinnung von Proben mittels Bohrverfahren

6.3.1 Allgemeines

6.3.1.1 Dieses Verfahren der Probenentnahme erlaubt

- die Benennung und Beschreibung von Boden an der durch das Bohrloch aufgeschlossenen Stelle,
- die Unterscheidung verschiedener Bodenschichten und von Materialwechsel und
- die Probenentnahme und die Untersuchung von Proben aller Schichten und jedweder Tiefe.

ANMERKUNG Von allen direkten Aufschlussverfahren liefert die durchgehende Gewinnung von Proben mittels Bohrverfahren in Kombination mit Verfahren der Probenentnahme der Kategorie A (siehe Tabelle 3) üblicherweise die wertvollsten Erkenntnisse über die Bodenverhältnisse. Die durchgehende Gewinnung von Proben mittels Bohrverfahren ist daher das bevorzugte Probenentnahmeverfahren in heterogen gelagerten Böden.

6.3.1.2 Die Wahl der Bohrverfahren und Geräte richtet sich nach den Anforderungen der geforderten Entnahmekategorie (siehe Tabelle 1 und Tabelle 3) und/oder nach den im Bohrloch durchzuführenden Versuchen und/oder Grundwassermessungen.

6.3.1.3 Die Bohrlöcher sind fortlaufend zu sichern, in der Regel durch ein Verrohren, um zu verhindern, dass sie ganz oder teilweise zusammenfallen oder nachfallen.

6.3.1.4 Beim Bohren unterhalb der Grundwasseroberfläche sind der Durchmesser der Verrohrung, der Durchmesser des Bohrwerkzeugs und der Wasserstand im Bohrrohr so zu wählen, dass kein Bodeneintrieb in das Bohrrohr auftritt. Zum Vermeiden eines hydraulischen Grundbruchs müssen die Bohr- und Reinigungswerkzeuge mit einem ausreichenden Ringspalt gewählt und langsam herausgezogen werden. Das Bohrwerkzeug muss ferner so gewählt werden, dass ein ausreichender Abstand zur Bohrlochwandung gegeben ist.

Tabelle 3 — Durchgehende Gewinnung von Proben in Böden mittels Bohrverfahren

Spalte		1	2	3	4	5	6
Zeile		Bohrverfahren				Geräte	
		Lösen des Bodens ^b	Spülhilfe	Fördern der Probe mit	Bezeichnung	Werkzeug	Richtwerte Bohraußendurchmesser mm
1	a	drehend	nein	Bohrwerkzeug	Rotationstrockenkernbohrverfahren ^c	Einfachkernrohr	100 bis 200
	b					Hohlbohrschnecke mit Kernrohr	100 bis 300
2	a		ja	Bohrwerkzeug	Rotationskernbohrverfahren	Einfachkernrohr	100 bis 200
	b					Doppelkernrohr ^a	
	c					Dreifachkernrohr ^a	
3			ja	Bohrwerkzeug	Rotationskernbohrverfahren	Doppel- oder Dreifachkernrohr mit Vorschneidkrone oder Vorsatz	100 bis 200
4			nein	Bohrwerkzeug	Schneckenbohrverfahren	Gestänge mit Schappe, Schnecke oder Hohlbohrschnecke	100 bis 2 000
5			ja	Umkehrspülung	Umkehrspülbohrverfahren	Gestänge mit Hohlmeißel	150 bis 300
6			nein	Bohrwerkzeug	Handdrehbohrverfahren	Schappe, Schnecke, Spirale	40 bis 80
7		rammend	nein	Bohrwerkzeug	Rammkernbohrverfahren	Rammkernrohr mit Schneidekante innen; auch mit Hülse ^b	80 bis 200
8			nein	Bohrwerkzeug	Rammbohrverfahren	Rammkernrohr mit Schneidekante außen ^b	150 bis 300
9			nein	Bohrwerkzeug	Kleinrammbohrverfahren	Rammgestänge mit Entnahmerohr (mit oder ohne Schlitz)	30 bis 80
10		drehend, rammend	ja	Bohrwerkzeug	Rammrotationskernbohrverfahren	Einfach- oder Doppelkernrohr	100 bis 200
11	vibrierend, langsames Drehen freigestellt	nein (nur zur Einbringung der Verrohrung)		Bohrwerkzeug	Vibrations-/Ultraschallbohren	Dickwandiges Entnahmegesetz oder Einfachkernrohr mit freigestelltem Innenrohr	80 bis 200
12	schlagend	nein	Bohrwerkzeug	Seilschlagbohrung		Seil mit Schlagschappe	150 bis 500
13		nein	Bohrwerkzeug	Seilschlagbohrung		Seil mit Ventilbohrer	100 bis 1 000

Spalte	1	2	3	4	5	6
Zeile	Bohrverfahren				Geräte	
	Lösen des Bodens ^b	Spülhilfe	Fördern der Probe mit	Bezeichnung	Werkzeug	Richtwerte Bohraußendurchmesser mm
14	durchgehend pneumatisch/hydraulisch drückend	nein	Bohrwerkzeug	Kleindruckbohrverfahren/durchgehende hydraulische Druckbohrung	Pneumatisches/hydraulisches Druckgestänge mit Entnahmerohr	30 bis 80
15	greifend	nein	Bohrwerkzeug	Greiferbohrung	Seil mit Bohrlochgreifer	400 bis 1 500
^a Übliches Kernrohr oder Seilkernrohr ^b Beim „Rammen“ wird das Bohrwerkzeug mit einer besonderen Schlagvorrichtung eingetrieben. Beim „Schlagen“ wird das Bohrwerkzeug selbst durch wiederholtes Anheben und Fallenlassen zum Eintreiben benutzt. ^c Das Rotationstrockenkernbohrverfahren wird in der Regel dann eingesetzt, wenn die Beobachtung der Grundwasseroberfläche das wichtigste Ziel der Baugrunderkundung ist.						

7	8	9	10	Spalte	
Eignung des Bohrverfahrens ^d		Kategorien der Probenentnahme ^e	Bemerkungen	Zeile	
Ungeeignet für ^d	Bevorzugtes Verfahren für ^d				
Grobkies, Steine, Blöcke	Ton, Schluff, Feinsand, Schluff	D	gut in Mitte, außen ausgetrocknet siehe 6.3.2.1	a	1
	Ton, Schluff, Sand, organische Böden	B (A)	siehe 6.3.2.2	b	
nicht-bindige Böden	Ton, tonige, auch verkittete gemischtkörnige Böden, Blöcke	D	—	a	2
		C (A-B)		b	
		A		c	
Kies, Steine, Blöcke	Ton, Schluff	B (A)	—	3	
Blöcke größer als $D_e/3$	über GW-Oberfläche alle Böden, unter Grundwasseroberfläche alle bindigen Böden	D (C)	—	4	
—	Alle Böden	E (D)	—	5	
Grobkies größer als $D_e/3$, dicht gelagerte Böden und unter Grundwasseroberfläche nicht bindige Böden	über GW-Oberfläche Ton bis Mittelkies; unter Grundwasseroberfläche bindige Böden	E ^f	nur für geringe Tiefen	6	

7	8	9	10	Spalte
Eignung des Bohrverfahrens ^d		Kategorien der Probenentnahme ^e	Bemerkungen	Zeile
Ungeeignet für ^d	Bevorzugtes Verfahren für ^d			
Böden mit Korndurchmessern größer als $D_e/3$, feingeschichtete Böden, z. B. Warven	Ton, Schluff und Böden mit Korndurchmessern bis höchstens $D_e/3$	bindiger Boden: B (A)	Rammdiagramm durch Messung der Schlagzahl	7
		nicht-bindiger Boden: C (B)		
Böden mit Korndurchmessern größer als $D_e/3$	Kies und Böden mit Korndurchmessern bis höchstens $D_e/3$	D		8
Böden mit Korndurchmessern größer als $D_e/2$	Böden mit Korndurchmessern bis höchstens $D_e/5$	E ^f	nur für geringe Tiefen	9
gemischtkörnige und reine Sande über 2,0 mm Korndurchmesser, Kies, feste und steife Tone	Ton, Schluff, Feinsand	bindiger Boden: B (A)	—	10
		nicht-bindiger Boden: D (C)		
—	Alle Böden	bindiger Boden: D (C)	—	11
		nicht-bindiger Boden: D		
über Grundwasseroberfläche Kies, unter Grundwasseroberfläche Schluff, Sand und Kies	über GW-Oberfläche Ton und Schluff, unter Grundwasseroberfläche Ton	D (C)	—	12
über Grundwasseroberfläche	Kies und Sand im Wasser	E (D)	Kann auch in bindigen Böden unter Wasserzugabe angewendet werden	13
feste und grobkörnige Böden	Ton, Schluff, Feinsand	E ^f	nur für geringe Tiefen	14
feste, bindige Böden, Blöcke größer als $D_e/2$	Kies, Blöcke kleiner als $D_e/2$, Steine	über GW-Oberfläche: D	—	15
		unter GW-Oberfläche: E		
<div><div>^d Hierin bedeutet D_e der Innendurchmesser des Entnahmewerkzeugs.</div><div>^e Die in Klammern gesetzten Kategorien der Probenentnahme werden bei besonders günstigen Bodenverhältnissen, die in solchen Fällen erläutert werden müssen, angewendet.</div><div>^f Entnahmekategorie D ist in manchen bindigen Böden möglich.</div></div> <div>ANMERKUNG 1 Reine Spülbohrungen werden nicht erwähnt, da mit ihnen meistens nur eine Güteklasse unterhalb 5 erreicht werden kann.</div> <div>ANMERKUNG 2 Diese Tabelle kann, falls geeignet, auch auf Fels angewendet werden, z. B. bei schwachem bis extrem schwachem Fels.</div>				

6.3.2 Probenentnahme mittels Rotationsbohrverfahren

6.3.2.1 Probenentnahme mittels Rotationstrockenkernbohrverfahren

6.3.2.1.1 Beim Rotationstrockenkernbohrverfahren wird ein Kernrohr mit einer Schneidkrone am unteren Ende in den Boden gedreht. Der Vortrieb geschieht über ein Gestänge, wobei im Kernrohr eine Kernprobe entsteht. Bei dem Entnahmegesetz kann es sich entweder um ein Einfachkernrohr mit einem Durchmesser von gewöhnlich 100 mm bis 200 mm oder um eine Hohlbohrschnecke mit einem Durchmesser von gewöhnlich 100 mm bis 300 mm handeln. Eine Spülung wird nicht verwendet.

6.3.2.1.2 Dieses Verfahren wird in Ton, Schluff und Feinsand eingesetzt. Beim Einsatz einer Hohlbohrschnecke als Entnahmegesetz ist das Verfahren auch für Mittel- und Grobsand sowie für organische Böden geeignet. Für die Probenentnahme von Grobkies, Steinen und Blöcken ist das Rotationskernbohrverfahren im Allgemeinen ungeeignet.

6.3.2.2 Probenentnahme mittels Rotationskernbohrverfahren

6.3.2.2.1 Die Ausrüstung für die Probenentnahme durch Rotationskernbohrverfahren muss aus einem Kernrohr mit einer Schneidkrone am unteren Ende bestehen, das durch das Bohrgerät über das Bohrgestänge in den Boden gedreht und vorgetrieben wird. Der Vortrieb geschieht über ein Gestänge, wobei im Kernrohr eine Kernprobe entsteht. Bei dem Entnahmegesetz kann es sich entweder um ein Einfach-, Doppel- oder Dreifachkernrohr handeln. Der bevorzugte Bohrlochdurchmesser liegt zwischen 100 mm und 200 mm. Es darf eine Spülung verwendet werden.

6.3.2.2.2 Das Einfachkernrohr muss aus einem Kernrohr mit einer Schneidkrone am unteren Ende und einem Anschluss am oberen Ende bestehen, an dem das Bohrgestänge befestigt wird. Ein Kernfangring kann zwischen der Bohrkrone und dem Kernrohr oder direkt an der Bohrkrone angebracht sein. Die Spülung sollte zwischen der Innenseite des Kernrohrs und des gewonnenen Bohrkerns laufen, wobei die gewonnene Probe der Länge nach fortlaufend gespült wird.

6.3.2.2.3 Das Doppelkernrohr muss aus zwei konzentrischen Rohren und einer Haltevorrichtung im Kernrohrkopf bestehen, die das Innenrohr feststehend hält, während das Außenrohr vom Bohrgestänge in Drehung versetzt wird. Zwischen Bohrkrone und Innenrohr sollte ein Kernfangring angebracht sein. Die Spülung muss durch den Ringraum zwischen Innen- und Außenrohr laufen, um so die Kernprobe vor Beschädigungen zu bewahren. Das Doppelkernrohr kann wahlweise mit einem zusätzlichen Kunststoffinnenrohr (Liner) ausgestattet sein. Bei Verwendung eines solchen Liners sind Bohrkrone und Kernfangring durch solche mit einem reduzierten Innenmaß zu ersetzen. Der Einsatz solcher Kunststoffinnenrohre sollte in einigen Bodenarten zur Verbesserung des Kerngewinns beitragen; ferner dienen die Liner als Probenbehälter und schützen die Probe während des Transports. Für den Einsatz in sehr weichen Bodenarten kann das Doppelkernrohr auch mit einer Verlängerung des Innenrohrs ausgestattet sein, das durch die Bohrkrone hindurch verläuft und etwas aus ihr hervorragt.

6.3.2.2.4 Der Aufbau des Dreifachkernrohrs ähnelt dem des Doppelkernrohrs, muss jedoch ein drittes Kernrohr innerhalb des Innenrohrs aufweisen. Dieses dritte Kernrohr sollte ein dünnwandiges Stahlrohr sein, das der Länge nach in zwei Hälften geteilt ist, sodass bei deren Entnahme aus dem Innenrohr die obere Hälfte entfernt werden kann, um die Kernprobe anzusehen. In einigen Fällen kann das geschlitzte Innenrohr durch ein Kunststoffrohr (Liner) ersetzt werden. Für den Einsatz in sehr weichen Böden kann das Dreifachkernkernrohr auch mit einer Verlängerung des Innenrohrs ausgestattet sein, das durch die Bohrkrone hindurch verläuft und etwas aus ihr hervorragt.

6.3.2.2.5 Das Rotationskernbohrverfahren ist im Allgemeinen für Ton, tonige und verkittete gemischtkörnige Böden und Blöcke geeignet; für alle nicht-bindigen Böden ist es jedoch ungeeignet.

6.3.2.2.7 Nach Bergung des Kernrohrs muss der gewonnene Bohrkern so behandelt werden, dass sein natürlicher Zustand soweit wie möglich erhalten bleibt. Der Bohrkern muss mithilfe eines Extruders in Richtung des Eindringens des Bodens in das Kernrohr entnommen werden.

6.3.2.3 Probenentnahme mittels Schneckenbohrverfahren

6.3.2.3.1 Beim Schneckenbohrverfahren wird eine Schnecke, die aus einem Mittelrohr besteht, an dem eine spiralförmige Wendel angebracht ist, mit einem Schneidkopf in den Boden gebohrt. Hierbei können zwei Entnahmeverfahren verwendet werden:

- Verfahren mit durchgehender Gewinnung von Proben;
- Verfahren mit nicht durchgehender Gewinnung von Proben.

6.3.2.3.2 Beim Verfahren mit durchgehender Gewinnung von Proben wirkt die Wendel als Förderschnecke und kann fortlaufend das Bohrgut an die Oberfläche transportieren. Es muss eine ständige Drehung der Schnecke vorhanden sein und das Eindringen kann durch zusätzliche Auf- und Abwärtsbewegungen erleichtert werden. Weitere Förderschnecken können angefügt werden, bis die gewünschte Tiefe erreicht ist. Die so am Bohrlochmund gewonnenen Proben sind gestört.

6.3.2.3.3 Beim Verfahren mit nicht durchgehender Gewinnung von Proben kann die Schnecke in den Boden mit einer der Schneckendrehgeschwindigkeit und Wendelsteigung angepassten Vortriebsrate gebohrt werden. Die Probenentnahmelänge darf nicht die maximale Schneckenlänge überschreiten. Während des Eindringens der Schnecke in den Boden ist die vertikale Verdrängung des Bodens zwischen Schneckenwindungen zu minimieren. Nach dem Eindrehen ist das Entnahmewerkzeug vollständig und ohne es zu drehen aus dem Bohrloch zu bergen. Die Proben sind dem in der Schnecke befindlichen Material zu entnehmen.

6.3.2.3.4 Die Probenentnahme mittels Schneckenbohrverfahren darf nur dann angewendet werden, wenn das Bohrloch standfest ist.

6.3.2.3.5 Die Probenentnahme mittels Schneckenbohrverfahren ist für bindige Böden und Böden oberhalb der Grundwasseroberfläche geeignet.

6.3.2.4 Probenentnahme mittels Drehbohrverfahren mit Schappe

6.3.2.4.1 Beim Drehbohrverfahren mit Schappe muss eine Schappe als Entnahmewerkzeug eingesetzt werden. Die Schnecke muss mit einer der Schneckendrehgeschwindigkeit angepassten Vortriebsrate in den Boden gebohrt werden. Die Probenentnahmelänge darf nicht die maximale Schappenlänge überschreiten. Während des Eindringens der Schappe in den Boden ist die vertikale Verdrängung des Bodens in der Schappe zu minimieren. Nach dem Eindrehen ist das Entnahmewerkzeug vollständig aus dem Bohrloch zu bergen. Die Proben sind der Schappe zu entnehmen.

6.3.2.4.2 Drehbohrverfahren mit Schappe dürfen nur dann eingesetzt werden, wenn das Bohrloch standfest oder verrohrt ist.

6.3.2.4.3 Die Probenentnahme mittels Drehbohrverfahren mit Schappe ist für bindige Böden und Ton bis Mittelkies oberhalb der Grundwasseroberfläche geeignet.

6.3.2.5 Probenentnahme mittels Rotationsspülbohrverfahren mit Umkehrspülung

6.3.2.5.1 Beim Rotationsspülbohrverfahren mit Umkehrspülung muss die Spülung an der Außenseite des Bohrgestänges zur Schneidekante der Bohrkronen herunterlaufen und fließt dann mit dem Bohrklein durch die zentrale Öffnung der Bohrkronen durch das Bohrgestänge wieder nach oben an die Oberfläche. In bestimmten Fällen können Doppelbohrgestänge eingesetzt werden, um die Bohrlochwand zu schützen.

6.3.2.5.2 Der Bohrlochdurchmesser sollte zwischen 150 mm und 300 mm liegen.

6.3.2.5.3 Dieses Entnahmeverfahren ist für alle Bodenarten geeignet.

6.3.3 Probenentnahme mittels Rammbohrverfahren

6.3.3.1 Probenentnahme mittels Rammkernbohrverfahren

Beim Rammkernbohrverfahren muss ein Rammkernrohr mit einer am unteren Ende befindlichen innenliegenden Schneidekante durch Hammerschläge, die über das Bohrgestänge übertragen werden, in den Boden gerammt werden. Das Verfahren ist im Allgemeinen für den Einsatz im Ton, Schluff und in Böden mit Korndurchmessern bis höchstens $D_e/3^1$ und mit einem Bohrlochdurchmesser bis zu 300 mm geeignet. Die Probe muss im Rammkernrohr durch eine geeignete Halterung zurückgehalten werden.

6.3.3.2 Probenentnahme mittels Rammrotationskernbohrverfahren

Beim Rammrotationskernbohrverfahren muss ein Rammkernrohr mit einem Schneidschuh am unteren Ende durch Hammerschläge in den Boden gerammt werden; dabei wird das stützende Bohrgestänge langsam gedreht. Das Verfahren ist im Allgemeinen für den Einsatz im Ton, Schluff und in Böden mit Korndurchmessern bis höchstens $D_e/3$ und mit einem Bohrlochdurchmesser bis zu 300 mm geeignet. Die Probe muss im Rammkernrohr zurückgehalten werden.

6.3.4 Probenentnahme mittels Schlagbohrverfahren

6.3.4.1 Bei der Probenentnahme mittels Schlagbohrverfahren muss eine Bohrgarnitur, die Werkzeuge zur Probenentnahme, zum Bohren und Schöpfen umfasst, an einem Bohrseil (Drahtseil), das über eine Turmkronenscheibe am oberen Ende der Dreibein-/Mastkonstruktion geleitet wird, und dann an einer Windentrommel an der Basiseinheit angebracht werden. Die Bohrgarnitur muss mit der Winde hochgezogen und im freien Fall fallen gelassen werden, was zur Zerkleinerung und Fragmentierung der Formation und zum Verlust an nicht verfestigten Böden im abgeteufte Bohrloch führt.

6.3.4.2 Die beim Seilschlagbohrverfahren eingesetzten Werkzeuge müssen bei bindigen Böden eine Kiesschappe oder einen Meißel und bei nicht-bindigen Böden eine Schlämbbüchse umfassen. Sie werden in Verbindung mit einem oder zwei zusätzlichen Gewichtsstücken (Schwerstangen) verwendet. Meißelbohrung darf angewendet werden, um Blöcke und andere harte Hindernisse, wie z. B. Beton, zu durchdringen und das Vorliegen von härteren Formationen an der Bohrlochsohle zu belegen.

6.3.4.3 Die bei der Probenentnahme mittels Seilschlagbohrverfahren eingesetzten Entnahmegeräte sind üblicherweise dünn- oder dickwandige offene Ramm-Entnahmegeräte.

6.3.4.4 Beim Bohren in Schluffen, Sanden und Kiesen muss der Wasserstand in der Verrohrung höher sein als der Wasserstand im umgebenden Boden außerhalb der Verrohrung, um die Störung des Bodens auf ein Mindestmaß zu verringern.

6.3.5 Probenentnahme mittels Hohlbohrschneckenverfahren

6.3.5.1 Beim Hohlbohrschneckenverfahren wird eine Hohlbohrschnecke, die aus einer um ein Zentralrohr gewundenen spiralförmigen Wendel und aus einem geeigneten Schneidkopf bestehen muss, in ähnlicher Weise wie beim Schneckenbohrverfahren in den Boden gebohrt (siehe 6.3.2.3). Weitere Hohlbohrschnecken dürfen angefügt werden, bis die gewünschte Tiefe erreicht ist.

6.3.5.2 Sobald die geforderte Tiefe erreicht ist, kann durch das Zentralrohr der Hohlbohrschnecke ein Probenentnahmegerät oder ein Kernrohr niedergebracht werden, um an der Bohrlochsohle eine Probe zu gewinnen, ohne die Hohlbohrschnecke zu entfernen.

1 D_e ist der Innendurchmesser des Entnahmewerkzeugs.

6.3.6 Probenentnahme mittels Greiferbohrverfahren

6.3.6.1 Beim Greiferbohrverfahren muss das Probenentnahmewerkzeug ein Seil mit einem Bohrlochgreifer sein.

6.3.6.2 Der Bohrl Lochdurchmesser sollte zwischen 400 mm und 1 500 mm liegen.

6.3.6.3 Dieses Entnahmeverfahren ist das bevorzugte Verfahren für die Probenentnahme von Kies und Steinen sowie Blöcken kleiner als $D_e/2$. Es ist ungeeignet für feste, bindige Böden und Blöcke größer als $D_e/2$.

6.3.7 Probenentnahme mittels Kleinbohrverfahren

6.3.7.1 Als Kleinbohrverfahren werden sämtliche Bohrverfahren mit einem Bohrl Lochdurchmesser zwischen 30 mm und 80 mm bezeichnet. Grundsätzlich können sämtliche Bohrverfahren und Bohrwerkzeuge der Tabelle 3 auch als Kleinbohrverfahren eingesetzt werden.

6.3.7.2 Kleinbohrverfahren sind nur für den Einsatz in Sanden und feinkörnigen Böden geeignet.

6.3.7.3 Beim Einsatz von Kleinbohrverfahren sollte darauf geachtet werden, dass die dadurch gewonnenen Proben hinsichtlich Größe und Masse für die geplanten Laborversuche geeignet sind.

6.3.7.4 Die Qualität der durch Kleinbohrverfahren gewonnenen Kernproben ist in der Regel geringer als die solcher Proben, die mit dem gleichen Verfahren, aber mit größeren Durchmessern gewonnen wurden.

6.3.8 Probenentnahme mittels Vibrationsverfahren

Beim Vibrationsverfahren (Ultraschallverfahren) muss ein Rohr, das am unteren Ende mit einer Bohrkronen ausgestattet ist, mittels Vibrationen in den Boden oder in weichen Fels eingeführt werden; die Frequenz der Vibrationen ist variabel und beträgt 30 Hz bis 150 Hz. Die Frequenz muss entsprechend der Tiefe des Bohrlochs und des Baugrunds angepasst werden, sodass jederzeit eine optimale Vibration erhalten bleibt. Ist die Bohrgeschwindigkeit zu niedrig, kann das Kernrohr gedreht werden, um die Vibrationsenergie gleichmäßig zu verteilen. Das Kernrohr kann mit einem Innenrohr aus Kunststoff ausgestattet sein.

6.4 Probenentnahme mittels Entnahmegeräten

6.4.1 Allgemeines

6.4.1.1 Die Probenentnahme mittels Entnahmegeräten kann mit vielen Bohrverfahren kombiniert werden. Der Bohrdurchmesser ist so zu wählen, dass das Entnahmegerät ungehindert an die Bohrlochsohle gelangen kann.

6.4.1.2 Abhängig von den Bodenverhältnissen können unterschiedliche Entnahmegeräte verwendet werden (siehe Tabelle 4). In der Regel können Entnahmegeräte mit Bohrverfahren kombiniert werden, bei denen das Bohrloch mit Stützflüssigkeit oder einer Verrohrung gestützt wird. Bei der Wahl des Bohrverfahrens ist zu beachten, dass nicht annehmbare Störungen der Bodenproben zu verhindern sind.

6.4.1.3 Die Innenwand des Entnahmerohrs oder des Liners muss sauber und glatt sein; sie darf keine hervorstehenden Kanten oder Unregelmäßigkeiten aufweisen, die die Probe stören können.

6.4.1.6 Im Falle von Probenentnahmen der Entnahmekategorie A, bei denen der Wasserstand oder der Flüssigkeitsdruck im Bohrloch geringer ist als im umgebenden Boden, darf mit dem Schlagbohrverfahren die Verrohrung nicht bis zur Bohrlochsohle niedergebracht werden.

6.4.1.7 In empfindlichen Tönen muss die Unterkante der Verrohrung mindestens einen Abstand vom 2,5-fachen Außendurchmesser der Verrohrung von der Probenentnahmestelle wahren, um etwaige Störungen der Proben zu minimieren. In anderen Böden kann die Verrohrung bis an die Bohrlochsohle niedergebracht werden. Die Proben sind aus dem ungestörten Boden unterhalb der Verrohrung in einer verrohrten oder suspensionsgestützten Bohrung, die einen etwas größeren Durchmesser als das Entnahmegesetz aufweist, zu entnehmen.

6.4.1.8 Beim Einsatz von Stützflüssigkeit sind deren Eigenschaften mit dem Bohrverfahren, den Baugrund- und Grundwasserbedingungen abzustimmen, um ein standfestes Bohrloch zu erhalten.

6.4.1.9 Loses Bohrklein oder lose Bodenbestandteile müssen von der Bohrlochsohle entfernt werden, bevor ungestörte Proben an der Bohrlochsohle entnommen werden. Wird die Bohrlochsohle mittels Spülung gesäubert, ist die Drehbohrkrone mit äußerster Vorsicht niederzubringen und der Spülungsumlauf mit Annäherung an die beabsichtigte Probenentnahmestelle zu reduzieren. Verbliebenes loses Material ist in geeigneter Weise zu entfernen.

Tabelle 4 — Entnahmerohre und Entnahmegeräte für Blockproben

Spalte	1	2	3	4	5	6	7
Zeile	Art des Entnahmegeräts	Bevorzugte Maße der Proben		Art des Einbringens	Eignung des Entnahmeverfahrens		Entnahmekategorie bezogen auf Spalte 6 ^a
		Durchmesser mm	Länge mm		Ungeeignet für	Einsetzbar für	
1	dünnwandig (OS-T/W)	70 bis 120	250 bis 1 000	rammend oder drückend	Kies, Sand unter Grundwasseroberfläche; feste bindige Böden; Böden mit Grobkorn	bindige und organische Böden mit weicher oder steifer Konsistenz	A
						(mittel)dichter Sand unterhalb des Wasserspiegels	C (B)
						bindige oder organische Böden mit halbfester Konsistenz	B (A)
2	dickwandig ^b (OS-TK/W)	> 75	250 bis 1 000	rammend	Kies, Sand unter Grundwasseroberfläche; breiige und feste bindige und organische Böden; Böden mit Grobkorn	bindige und organische Böden mit halbfester bis fester Konsistenz, auch mit Grobkorn	C (B)
3	dünnwandig (PS-T/W)	50 bis 100	600 bis 1 000	drückend	Kies, sehr lockere und dichte Sande; halbfeste und feste bindige und organische Böden; Böden mit Grobkorn	bindige und organische Böden mit breiiger oder steifer Konsistenz; auch sensitive Böden	A
						Sand über Grundwasseroberfläche	C
4	dickwandig (PS-TK/W)	50 bis 100	600 bis 1 000	drückend	Kies, Sand unter Grundwasseroberfläche; weiche und feste bindige und organische Böden; Böden mit Grobkorn	bindige und organische Böden mit weicher bis steifer Konsistenz; auch sensitive Böden	B (A)
5	Zylinder (LS)	250	350	drückend oder drehend	Sand	Ton, Schluff	A

Spalte	1	2	3	4	5	6	7
Zeile	Art des Entnahmegeräts	Bevorzugte Maße der Proben		Art des Einbringens	Eignung des Entnahmeverfahrens		Entnahmekategorie bezogen auf Spalte 6 ^a
		Durchmesser mm	Länge mm		Ungeeignet für	Einsetzbar für	
6	Zylinder (S-SPT)	35	450	rammend	Grobkies, Blöcke	Sand, Schluff, Ton	D
7	Fenster	44 bis 98	500 oder 2 000	rammend oder drückend	Sand, Kies	Schluff, Ton	D (C)
^a Wenn die in Klammern gesetzten Kategorien der Probenentnahme bei besonders günstigen Bodenverhältnissen — die in solchen Fällen erläutert werden müssen — angewendet werden, können die in den Klammern angegebenen höheren Güteklassen erreicht werden. ^b einschließlich schlitzloser Entnahmegeräte							
OS-T/W offene Entnahmegeräte, dünnwandig OS-TK/W offene Entnahmegeräte, dickwandig PS-T/W Kolbenentnahmegeräte, dünnwandig					PS-TK/W Kolbenentnahmegeräte, dickwandig LS Großproben-Entnahmegerät S-SPT SPT-Entnahmegerät		

6.4.2 Probenentnahme mit dem offenen Entnahmegerät und dem Kolbenentnahmegerät

6.4.2.1 Allgemeines

Offene Entnahmegeräte oder Kolbenentnahmegeräte können zur Probenentnahme aus Bohrungen in bindigen, sandigen und organischen Böden eingesetzt werden. Diese Entnahmegeräte sollten aus einem Entnahmezylinder mit oder ohne Kolben und Gestängeanschluss bestehen. Offene Entnahmegeräte (dünn- oder dickwandig) können in Bohrungen eingesetzt werden. Offene Entnahmegeräte können direkt in weichen bis steifen Boden gedrückt werden.

6.4.2.2 Allgemeine Abmessungen

6.4.2.2.1 Die Innendurchmesser der Zylinder sollten zwischen 50 mm und 120 mm liegen, es werden aber auch Zylinder mit Durchmessern bis zu 250 mm bei besonderen Bodenverhältnissen eingesetzt. Das untere Ende des Zylinders muss als Schneidekante ausgebildet sein.

6.4.2.2.2 Die Länge des Entnahmezylinders sollte nicht größer sein als der 10-fache Probendurchmesser. Eine effektive Probenentnahmelänge von 0,45 m bis 1,00 m sollte für gewöhnliche Versuche an Bodenproben hinreichend sein. Längere Zylinder dürfen verwendet werden, wenn reibungsvermindernde Systeme eingesetzt werden.

6.4.2.3 Abmessungen im Detail

6.4.2.3.1 Das Material, aus dem der Zylinder besteht, muss fest und korrosionsbeständig sein und eine glatte Oberfläche aufweisen. Die Wanddicke des Entnahmezylinders ist so zu wählen, dass sie Verformungen beim Eindrücken in den Boden entgegenwirkt.

6.4.2.3.2 Dünnwandige Entnahmegeräte müssen den folgenden Anforderungen entsprechen, die analog auch für Entnahmegeräte mit abweichenden Innendurchmessern gelten:

- a) der Schneidenwinkel sollte maximal 5° betragen;
- b) das Flächenverhältnis C_a (siehe 3.3.11) sollte kleiner als 15 % sein;
- c) Schneidenwinkel zwischen 5° und 15° sowie ein Flächenverhältnis bis 25 % dürfen berücksichtigt werden, daraus darf jedoch Verschlechterung der Güteklasse erfolgen;
- d) bei Entnahmegeräten mit C_a größer 15 % ist der Schneidenwinkel umso kleiner zu wählen, je größer die Wanddicke ist;
- e) die Toleranzen des Schneidenwinkels und des Entnahmezylinders sollten so gewählt werden, dass sich ein Innendurchmesserverhältnis C_i (siehe 3.3.12) kleiner als 0,5 % ergibt. Bei der Überprüfung der lichten Weite ist der ungünstigste Fall der Herstellungstoleranzen anzuwenden.

6.4.2.4 Vorbereitung der Entnahmezylinder

6.4.2.4.1 Vor der Probenentnahme sollten das Entnahmegerät und seine Bestandteile (insbesondere die Schneidekante) sorgfältig überprüft werden. Defekte und schadhafte Teile, z. B. Verschlussvorrichtungen sollten ersetzt werden. Um die Probe beim Herausziehen, Transport und Behandlung im Labor weitgehend ungestört zu erhalten, empfiehlt sich der Einsatz von Entnahmegeräten mit festen Linern mit geringem Reibungswiderstand.

6.4.2.4.2 Die Innenwand des Entnahmerohrs oder des Liners sollte sauber und glatt und ohne irgendwelche hervorstehenden Kanten oder Unregelmäßigkeiten sein, die die Probe stören können. Die Entnahmerohre und die Liner müssen glatte Wände aufweisen, um die Reibung im Boden zu minimieren. Innenseitig korrodierte Entnahmerohre oder solche mit beschädigten Schneidekanten dürfen nicht verwendet werden.

6.4.2.5 Arbeitsschritte im Gelände

6.4.2.5.1 Das Entnahmeggerät wird in den Boden gedrückt oder gerammt (siehe Spalte 4 der Tabelle 4). Zum Rammen mit einem Fallgewicht, einem Hammer oder einem Schlagbohrkopf sollte die Anzahl der Schläge so gering wie möglich gehalten werden. Dünnwandige Entnahmeggeräte sollten durch kontinuierliches Eindringen in den Boden getrieben werden.

6.4.2.5.2 Vor der Probenentnahme an der Bohrlochsohle muss verbliebenes loses oder gestörtes Material in geeigneter Weise entfernt werden. Das Entnahmeggerät sollte vorsichtig in die Bohrung eingebracht werden, nachdem die Bohrlochsohle gesäubert wurde. Der Entnahmezylinder muss mindestens bis 200 mm unterhalb eventuell gestörten Materials an oder unterhalb der Bohrlochsohle gedrückt werden. Beim Einsatz einer Verrohrung müssen die Proben aus dem ungestörten Boden unterhalb der Verrohrung entnommen werden.

6.4.2.5.3 Die Bohrlochtiefe und die Lage des Entnahmeggeräts müssen genau überprüft werden, sobald das Entnahmeggerät in die Bohrung eingebracht wird. Das Entnahmeggerät darf den Boden an der Bohrlochsohle bei Erreichen dieser nicht belasten.

6.4.2.5.4 Das Entnahmeggerät sollte gleichmäßig bis zur vorherbestimmten Tiefe eingebracht werden, und die Eindringtiefe sollte gemessen werden. Diese Tiefe ist für jedes Entnahmeggerät zu überprüfen. Vorzugsweise sollte die Eindringtiefe nicht 90 % der Gesamtlänge des Entnahmeggeräts überschreiten. Die Gesamtlänge darf auf keinen Fall überschritten werden.

6.4.2.5.5 Nach dem Eindringen oder Einrammen ist die Probe an der untersten Ebene des Entnahmeggeräts durch Drehung des Gestänges oder durch langsames Heben des Entnahmeggeräts abzuscheren. Das Entnahmeggerät sollte vorsichtig ohne Erschütterungen gezogen werden, damit die Probe ungestört erhalten bleibt. Es ist oftmals angeraten, das Entnahmeggerät einige bis 20 min im Boden zu belassen, damit sich zwischen Probe und Entnahmezylinder oder Liner eine ausreichende Haftung bilden kann.

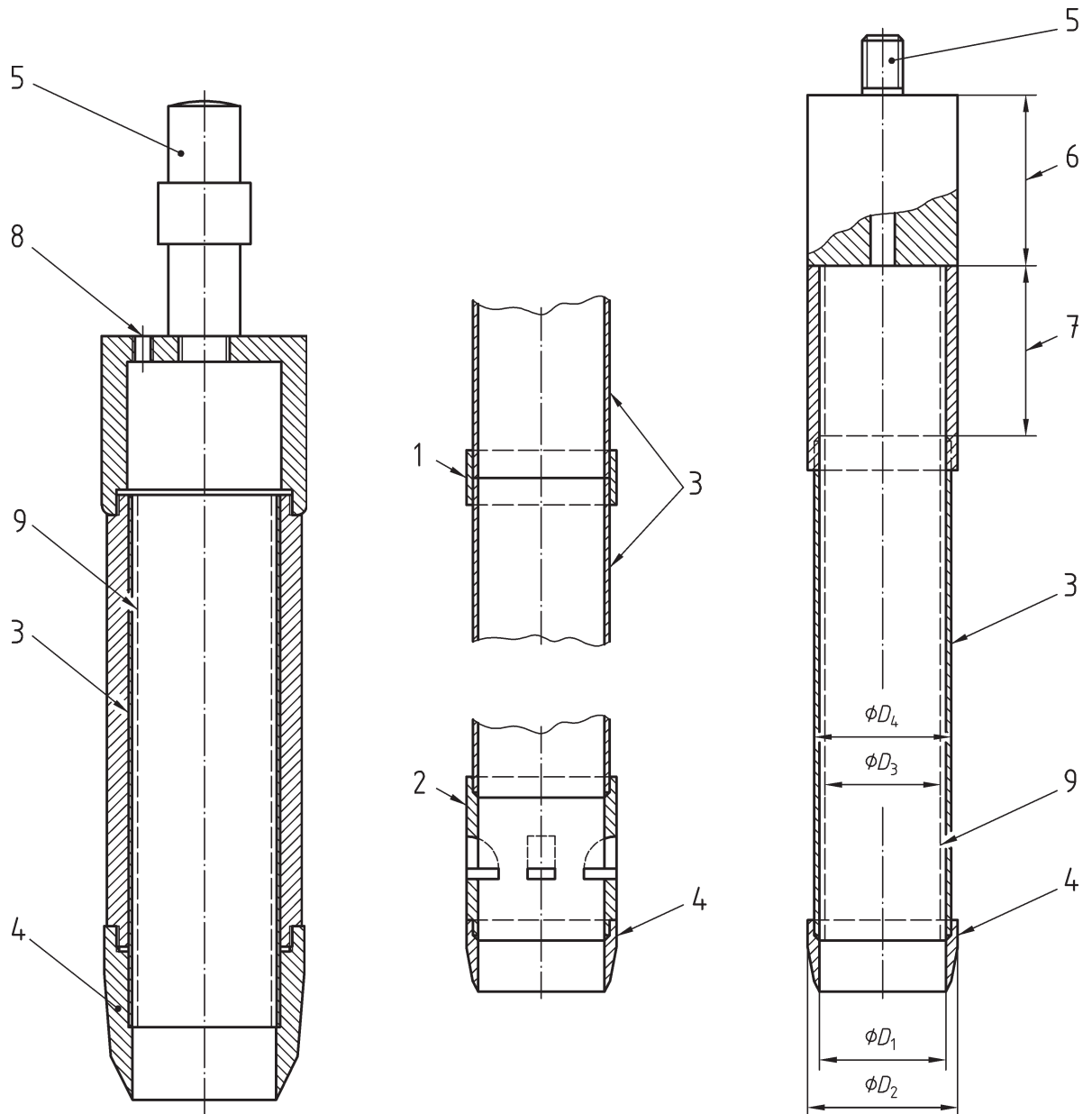
6.4.2.5.6 Nach dem Ziehen sollte das Entnahmeggerät geöffnet werden, und — sofern erforderlich — sollten die Proben vorsichtig ohne Verbiegen oder Verdrehen entnommen werden. Das Entnahmerohr und die Schneidekante sollten auf Verformungen überprüft werden. Etwaige Verformungen sollten im Probenentnahmeprotokoll vermerkt werden. Die Probe ist an den Endflächen daraufhin zu untersuchen, ob einzelne Teile gestört oder aufgeweicht sind. Dies ist im Protokoll zu vermerken.

6.4.2.5.7 Der Probenentnahmeprozess kann unter Umständen den Boden unterhalb des Entnahmeggeräts stören. Dieser Einfluss ist zu berücksichtigen.

6.4.2.6 Probenentnahme mit dem offenen Entnahmeggerät

6.4.2.6.1 Zusätzlich zu den in 6.4.2.3 genannten Komponenten besteht das offene Entnahmeggerät (OS) aus einem Entnahmezylinder mit Schlammzylinder und einem Gerätekopf mit Rückschlagventil. Ein Schlammzylinder, der den aufgeweichten Boden in der Bohrlochsohle aufnehmen kann, muss bereitgestellt werden. Das Rückschlagventil muss den Durchfluss von Wasser und Luft beim Eintreiben des Geräts mit möglichst wenig Widerstand ermöglichen. Beim Ziehen muss das Rückschlagventil dicht schließen (siehe Bild 3). Das Entnahmeggerät besitzt am oberen Ende ein Gewinde zum Anschluss an den Schlammzylinder.

6.4.2.6.2 Schlitzlose Entnahmeggeräte dürfen auch zur Probenentnahme von bindigen Böden verwendet werden. Das schlitzlose Entnahmeggerät ist im Allgemeinen ein Entnahmeggerät der Kategorie C oder D in bindigen Böden.



a) Schematische Darstellung eines dickwandigen offenen Entnahmegeräts

b) Schematische Darstellung eines dünnwandigen offenen Entnahmegeräts

Legende

- D_1 Innendurchmesser des Schneideschuhs
 D_2 größter Außendurchmesser des Schneideschuhs
 D_3 Innendurchmesser des Entnahmerohrs oder Liners
 D_4 Außendurchmesser des Entnahmerohrs
 1 Gewindebuchse
 2 Probenhaltering

- 3 Entnahmerohr
 4 Schneideschuh
 5 Anschluss zum Gestänge und Fallgewicht
 6 Rückschlagventil
 7 Schlammzylinder
 8 Ventil
 9 Liner (optional)

Bild 4 — Beispiele für offene Entnahmegeräte für Proben aus Bohrlöchern (OS)

6.4.2.6.3 Die Probenentnahme mittels eines dünnwandigen offenen Entnahmegeräts ist in Abhängigkeit von den Bodenverhältnissen in der Regel als Verfahren der Probenentnahme nach den Kategorien A bis C anzusehen (siehe Tabelle 4).

6.4.2.6.4 Bei festen und dichten Böden und Böden mit Grobkorn sollten dickwandige offene Entnahmegeräte eingesetzt werden (siehe Zeile 2 der Tabelle 4). Bei schwierig zu entnehmenden Bodenarten sollten Fang- oder Schließvorrichtungen angewendet werden.

6.4.2.6.5 Die Entnahme mit dickwandigen offenen Entnahmegeräten kann in der Regel als ein Verfahren der Probenentnahme nach Kategorie C angesehen werden.

6.4.2.7 Probenentnahme mit dem Kolbenentnahmegerät

6.4.2.7.1 Das Kolbenentnahmegerät kann in wenig festen, feinkörnigen Böden verwendet werden, wie z. B. in Schluff und Ton, einschließlich empfindlicher Tone. Das Verfahren kann sowohl in Bohrungen oder auch durch direktes Eindrücken in den Boden eingesetzt werden.

6.4.2.7.2 Das Kolbenentnahmegerät muss aus einem Entnahmezylinder mit einem dicht abschließenden beweglichen Kolben bestehen, der am unteren Ende leicht konisch zuläuft. Der Entnahmezylinder muss am Gerätekopf befestigt werden, an dem auch der Kolben mit einem eigenen Gestänge angebracht ist. Dieses Gestänge muss durch den Gerätekopf innerhalb des Bohrgestänges nach oben laufen. Arretierungsvorrichtungen über Tage müssen es ermöglichen, den Kolben und den Entnahmezylinder miteinander zu verbinden oder den Kolben bei Einbringen des Entnahmezylinders festzustellen (siehe Bild 4). Beim Abscheren der Probe muss der Kolben gelöst oder vor weiterem Vorschub des Entnahmegeräts über Tage festgestellt werden. Eine Bewegung von 1 % der Eindringtiefe in das Kolbengestänge aufgrund von Zugspannungen ist annehmbar. Die Eindringtiefe des Entnahmegeräts darf die vorgesehene Probenlänge nicht überschreiten, damit die Probe nicht gestaucht wird.

6.4.2.7.3 Die Probenentnahme mit dem Kolbenentnahmegerät sollte als ein Verfahren der Probenentnahme nach Kategorie A oder B angesehen werden (siehe Tabelle 4). Unter bestimmten Umständen kann das Kolbenentnahmegerät mit einem geeigneten Kernfangring in Sanden eingesetzt werden. Die Entnahmekategorie sollte in diesem Fall als ein Verfahren der Probenentnahme nach Kategorie C angesehen werden. Bei der Probenentnahme in Tonen ist der Einsatz eines Kernfangrings aufgrund des Risikos einer Störung zu vermeiden. Wird jedoch ein Kernfangring verwendet, muss dies im Feldprotokoll vermerkt werden.

Legende

- 1 Bohrgestänge mit Arretierung über Tage
- 2 Verrohrung
- 3 Entnahmezylinder
- 4 Entlüftungsöffnung
- 5 Dichtring
- 6 gestörter Boden
- 7 Kolben
- 8 Liner (optional)

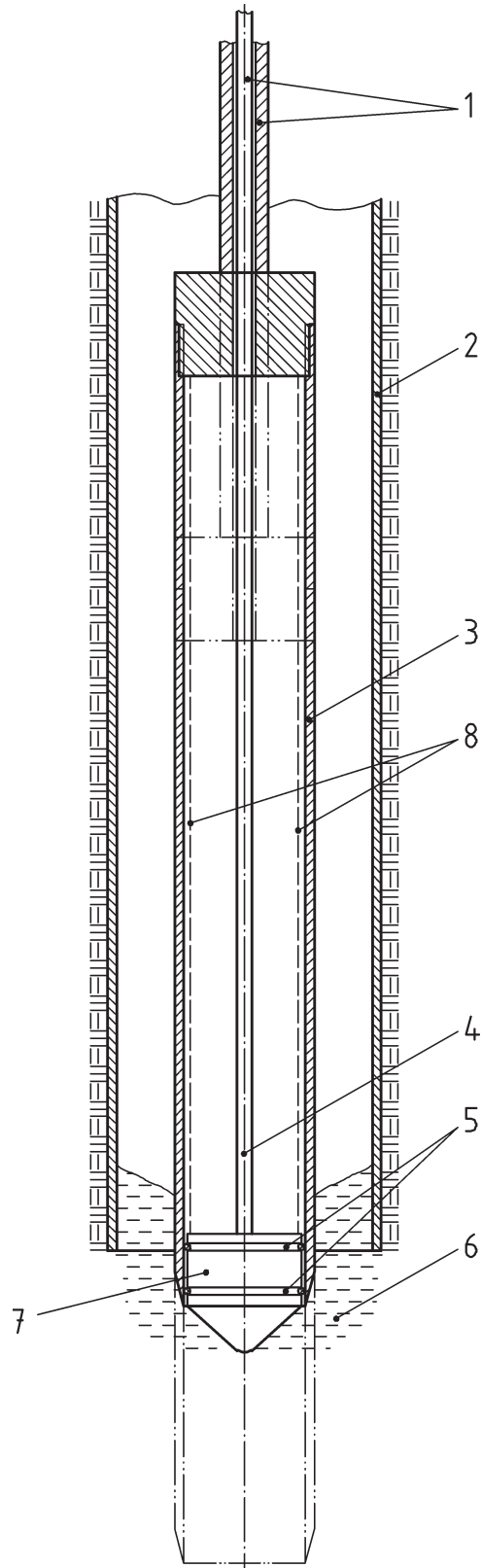


Bild 5 — Schematische Darstellung eines dünnwandigen Kolbenentnahmegärts zur Entnahme von Proben von der Bohrlochsohle (PS)

6.4.3 Probenentnahme mit dem Gerät für den Standard-Penetration-Test

6.4.3.1 Das SPT-Entnahmegerät wird meistens beim Standard-Penetration-Test nach ISO 22476-3 eingesetzt. Hiermit können Proben mit 35 mm Durchmesser und 450 mm Länge entnommen werden; das Flächenverhältnis C_a beträgt etwa 100 %.

6.4.3.2 Die Probenentnahme mit dem SPT-Entnahmegerät kann in der Regel als ein Verfahren der Probenentnahme nach Kategorie D angewendet werden (siehe Tabelle 3). In bestimmten homogenen, feinkörnigen Böden kann es auch als ein Verfahren der Kategorie C erachtet werden.

6.4.4 Probenentnahme mit dem Schlitzentnahmegerät

6.4.4.1 Schlitzentnahmegeräte bestehen aus einem Rohr mit einem Hohlrohr mit einem entlang eines Teils der Länge geschnittenen Längsschlitz (Schlitz) und einem Schuh mit scharfer Schneidekante am unteren Ende und werden für die Entnahme von Proben durch Eindrücken, Schlagen oder Rammen eingesetzt. Nach dem Einbringen und Entfernen des Entnahmegeräts ist die Probe durch den Schlitz zu entnehmen (siehe Anhang C).

6.4.4.2 Das Schlitzentnahmegerät sollte nur zur Probenentnahme aus der Bohrlochsohle verwendet werden, wo eine Vermischung der Probe mit überlagernden Bodenschichten ausgeschlossen ist, sofern keine Klappe verwendet wird.

6.4.4.3 Die Probenentnahme mit dem Schlitzentnahmegerät kann in der Regel als ein Verfahren der Probenentnahme nach Kategorie D, örtlich Kategorie C, angewendet werden (siehe Tabelle 3).

6.5 Entnahme von Blockproben

6.5.1 Probenentnahme aus Schürfen

6.5.1.1 Bei der Probenentnahme aus Schürfen sollten Entnahmegeräte mit Schneidverfahren eingesetzt oder blockartige Proben (Blockproben) gewonnen werden.

6.5.1.2 Blockproben in bindigen Böden können mit der Hand herausgeschnitten oder mit einer Säge gewonnen werden. Die folgenden Vorkehrungen sind zu treffen:

- a) gestörter Boden muss sorgfältig von der Probenentnahmestelle entfernt werden;
- b) Wasser darf nicht mit der Probe in Kontakt kommen;
- c) die Probe sollte vor Sonneneinstrahlung, Frost- und Windeinwirkungen geschützt werden;
- d) sofort nach der Entnahme muss die Probe abgedeckt werden.

6.5.1.3 In Böden mit ausreichender Kohäsion können die Proben auch per Hand ausgeschnitten werden, wobei sichergestellt sein muss, dass die Maße der Proben mindestens denen des Entnahmezylinders nach Bild C.26 entsprechen.

6.5.1.4 Bei der Probenentnahme aus Schürfen werden Proben aus der Sohle oder den Wänden mit einem Entnahmegerät nach Bild C.27 entnommen. Mit dem Entnahmezylinder nach Bild C.27 b) dürfen Proben nur aus Böden mit einem Größtkorn bis 5 mm entnommen werden. Der Entnahmezylinder ist mit der Hand einzudrücken. Sofern dies nicht möglich ist, ist der Entnahmezylinder mit einem Fallgewicht einzurammen oder mit einem Hammer in den Boden einzutreiben, und die Probe ist nach Bild C.27 c) zu entnehmen. Bei der Probenentnahme von dichten Sanden besteht während des Herausziehens des Entnahmegeräts die Möglichkeit des Verlusts an Probenmaterial. Dieses Material muss der Probe von Hand hinzugefügt werden, um die Probe zu vervollständigen.

6.5.2 Probenentnahme mit dem Großproben-Entnahmegerät

6.5.2.1 Die Probenentnahme mit dem Großproben-Entnahmegerät hat wie folgt zu erfolgen:

a) Vorbereitung des Bohrlochs:

Zum Einsatz eines Großproben-Entnahmegeräts wird ein Bohrloch mit einer Schnecke größeren Durchmessers gebohrt. Das Bohrloch kann mit einer Stützflüssigkeit oder einer Verrohrung bis zur Entnahmetiefe gestützt werden. Bevor das Großproben-Entnahmegerät in das Bohrloch eingebracht werden kann, ist lockeres oder gestörtes Material mit einer Schnecke größeren Durchmessers von der Bohrlochsohle zu entfernen.

b) Entnahmevorgang und Probengewinnung:

Ein Großproben-Entnahmegerät kann mit jedem Bohrgestängesystem betrieben werden, das die maßgeblichen Funktionsweisen des Entnahmegeräts erlaubt. Das Großproben-Entnahmegerät sollte langsam durch Eindrücken und Drehen mit oder ohne Spülung in den Boden eingebracht werden. Die Probe ist vorsichtig vom umgebenden Boden zu trennen, bevor sie entnommen und mit möglichst geringer Störung zutage gefördert wird. Vorkehrungen sollten getroffen werden, um die Sogwirkung bei der Trennung der Proben vom umgebenden Boden zu verringern sowie um Störeinflüsse des Gestänges beim Herausziehen der Probe zu verhindern.

6.5.2.2 Die Probenentnahme mit dem Großproben-Entnahmegerät wird in der Regel als ein Verfahren der Probenentnahme nach Kategorie A angewendet.

7 Verfahren zur Probenentnahme im Fels

7.1 Allgemeines

7.1.1 Die Verfahren zur Gewinnung von Felsproben können in die folgenden Gruppen eingeteilt werden:

- a) Probenentnahme mittels Bohr-/Kernbohrverfahren (siehe Tabelle 5);
- b) Entnahme von Blockproben.

ANMERKUNG Kombinationen dieser Probenentnahmeverfahren sind möglich und manchmal aufgrund der geologischen Bedingungen erforderlich.

7.1.2 Folgende Arten von Felsproben werden unterschieden:

- a) Bohrkerne (vollständig und unvollständig);
- b) Bohrklein und Siebrückstände;
- c) Blockproben.

7.1.3 Nach Bergung der Kernrohre sind die Kerne zu untersuchen. Im Falle der Entnahme der Proben aus den Kernrohren und Lagerung in Kernkisten, sind die Proben in einem Schichtenverzeichnis aufzuzeichnen. Bei der Verwendung von Linern muss zuvor entschieden werden, wann und wo diese zur Untersuchung der Kerne geöffnet werden sollen. Kernverluste sind mit Abstandhaltern auszugleichen. Die Bohrrichtung ist auf den Kernkisten bzw. Proben mit Pfeilen zu kennzeichnen. Die Tiefen der Bohrkerne sind ebenfalls zu kennzeichnen.

Tabelle 5 — Probenentnahme mittels Rotationsbohrverfahren im Fels

Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Zeile	Bohrverfahren			Geräte		Bohrverfahren weniger geeignet für ^a	Proben		Entnahme-kategorie ^b	Bemerkung
	Spülung	Fördern der Probe mit	Bezeichnung	Entnahme-/Bohrwerkzeug	Empfohlener Bereich des Bohrdurchmessers ^a mm		Kerne ^a	Bohrklein		
1	nein	mit Bohrwerkzeug am Gestänge	Rotationskernbohrverfahren	Einfachkernrohr	70 ^c bis 200	Fels mittlerer Festigkeit oder höher	Schwacher, löslicher und schlecht verkitteter Fels; kurze Kernmärsche	kein	B (C,D)	Wegen Überhitzung der Krone sollte im Allgemeinen nur in Kernmärschen bis 0,5 m gebohrt werden
2	ja	mit Bohrwerkzeug am Gestänge	Rotationskernbohrverfahren	Einfachkernrohr	70 ^c bis 200	Fels mittlerer Festigkeit oder höher	bei geklüftetem schwachem Fels	Siebrückstand und Schweb	B (A,C)	Der Kern kann durch die Spülung verändert werden
3	ja	mit Bohrwerkzeug am Gestänge	Rotationskernbohrverfahren	Doppelkernrohr	70 ^c bis 200	Löslicher und schlecht gekitteter Fels	bei allen Felsarten	Siebrückstand und Schweb	A (B,C)	–
4	ja	mit Bohrwerkzeug am Gestänge	Rotationskernbohrverfahren	Dreifachkernrohr	70 bis 200	—	bei allen Felsarten	Siebrückstand und Schweb	A (B)	auch für steife und sehr steife feinkörnige Böden geeignet
5	ja	mit Bohrwerkzeug am Gestänge, Ausbau des Innenkernrohrs am Seil	Seilkernbohrverfahren	Seilkernrohr oder Dreifachkernrohr	70 bis 180	—	bei allen Felsarten	Siebrückstand und Schweb	A (B,C)	auch für steife und sehr steife feinkörnige Böden geeignet