

DIN EN ISO 22475-1



ICS 93.020

Entwurf

Einsprüche bis 2019-01-09
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN ISO 22475-1:2007-01

**Geotechnische Erkundung und Untersuchung –
Probenentnahmeverfahren und Grundwassermessungen –
Teil 1: Technische Grundlagen der Ausführung (ISO/DIS 22475-1:2018);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 22475-1:2018**

Geotechnical investigation and testing –
Sampling methods and groundwater measurements –
Part 1: Technical principles for execution (ISO/DIS 22475-1:2018);
German and English version prEN ISO 22475-1:2018

Reconnaissance et essais géotechniques –
Méthodes de prélèvement et mesurages piézométriques –
Partie 1: Principes techniques des travaux (ISO/DIS 22475-1:2018);
Version allemande et anglaise prEN ISO 22475-1:2018

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2018-11-09 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, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

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

Gesamtumfang 250 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 22475-1:2018) 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).

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

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

ISO 5667 (all parts)	siehe	DIN EN ISO 5667 (alle Teile)
ISO 10381 (all parts)	siehe	DIN ISO 10381 (alle Teile)

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

Geotechnische Erkundung und Untersuchung — Probenentnahmeverfahren und Grundwassermessungen — Teil 1: Technische Grundlagen der Ausführung (ISO/DIS 22475-1:2018)

Reconnaissance et essais géotechniques — Méthodes de prélèvement et mesurages piézométriques — Partie 1 : Principes techniques des travaux (ISO/DIS 22475-1:2018)

Geotechnical investigation and testing — Sampling methods and groundwater measurements — Part 1: Technical principles for execution (ISO/DIS 22475-1:2018)

ICS:

Deskriptoren:

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

STD Version 2.9d

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	8
Vorwort	9
1 Anwendungsbereich	10
2 Normative Verweisungen	10
3 Begriffe	11
3.1 Verfahren zur Erkundung des Baugrunds	11
3.2 Bohrgeräte und -ausrüstung	11
3.3 Aufschlüsse und Probenentnahme	12
3.4 Abkürzungen und Symbole	16
4 Geräte	16
4.1 Anforderungen an Bohrgeräte und -ausrüstung	16
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	18
5.3.2 Probenentnahme nach Kategorie E	21
5.3.3 Probenentnahme nach Kategorie D	21
5.3.4 Probenentnahme nach Kategorie C	21
5.3.5 Probenentnahme nach Kategorie B	21
5.3.6 Probenentnahme nach Kategorie A	21
5.4 Kategorien der Probenentnahme für Fels	22
5.5 Probenentnahme in Schürfen, anderen Aufschlüssen, Untersuchungsstollen und -schächten	23
5.6 Anforderungen an die Untersuchungsstellen	24
5.7 Erforderliche Informationen vor Beginn der Probenentnahme und der Grundwassermessungen	24
5.8 Verfüllung und Wiederherstellung der Untersuchungsstelle	25
6 Verfahren zur Probenentnahme im Boden	25
6.1 Allgemeines	25
6.2 Kategorien der Verfahren der Probenentnahme im Boden	26
6.3 Durchgehende Gewinnung von Proben mittels Bohrverfahren	26
6.3.1 Allgemeines	26
6.3.2 Probenentnahme mittels Rotationsbohrverfahren	29
6.3.3 Probenentnahme mittels Rammbohrverfahren	31
6.3.4 Probenentnahme mittels Schlagbohrverfahren	31
6.3.5 Probenentnahme mittels Hohlbohrschneckenverfahren	31
6.3.6 Probenentnahme mittels Greiferbohrverfahren	32
6.3.7 Probenentnahme mittels Kleinbohrverfahren	32
6.3.8 Probenentnahme mittels Vibrationsverfahren	32
6.4 Probenentnahme mittels Entnahmegeräten	32
6.4.1 Allgemeines	32
6.4.2 Probenentnahme mit dem offenen Entnahmegerät und dem Kolbenentnahmegerät	36
6.4.3 Probenentnahme mit dem Gerät für den Standard-Penetration-Test	41
6.4.4 Probenentnahme mit dem Schlitzentnahmegerät	41
6.5 Entnahme von Blockproben	41

6.5.1	Probenentnahme aus Schürfen	41
6.5.2	Probenentnahme mit dem Großproben-Entnahmegerät.....	42
7	Verfahren zur Probenentnahme im Fels	42
7.1	Allgemeines	42
7.2	Kategorien der Verfahren der Probenentnahme im Fels.....	43
7.3	Durchgehende Gewinnung von Proben mittels Bohrverfahren.....	46
7.3.1	Allgemeines	46
7.3.2	Probenentnahme mittels Rotationstrockenkernbohrverfahren	46
7.3.3	Probenentnahme mittels Rotationskernbohrverfahren	46
7.3.4	Probenentnahme mittels Seilkernbohrverfahren	47
7.3.5	Probenentnahme mittels Spülbohrverfahren	47
7.4	Entnahme von Blockproben.....	47
8	Verfahren der Entnahme von Grundwasserproben für geotechnische Zwecke	47
8.1	Allgemeines	47
8.2	Geräte.....	48
8.3	Durchführung der Grundwasserprobenentnahme.....	48
8.3.1	Allgemeines	48
8.3.2	Entnahme mittels Pumpe	49
8.3.3	Entnahme mittel Wasserproben-Entnahmegerät	49
8.3.4	Entnahme mittels Vakuumflaschen.....	49
9	Konservierung, Etikettierung, Transport und Aufbewahrung der Proben	49
9.1	Allgemeines	49
9.2	Konservierung von Proben.....	49
9.3	Etikettierung der Proben.....	51
9.4	Transport und Aufbewahrung der Proben	51
9.4.1	Allgemeine Betrachtungen	51
9.4.2	Entnahmekategorie A	51
9.4.3	Entnahmekategorien B bis E	52
9.4.4	Transport der Wasserproben.....	53
10	Bericht	53
10.1	Feldbericht.....	53
10.1.1	Allgemeines	53
10.1.2	Kopfblatt.....	53
10.1.3	Bohrprotokoll.....	54
10.1.4	Protokoll der Probenentnahme.....	55
10.1.5	Schichtenverzeichnis	56
10.1.6	Verfüllprotokoll	56
10.1.7	Protokoll der Grundwassermessungen während des Bohrvorgangs und der Probenentnahme	57
10.1.8	Tägliche Aufzeichnung	57
10.2	Ergebnisbericht.....	57
Anhang A (informativ) Beispiel für ein Formblatt für die Vorabinformationen für beabsichtigte Probenentnahmen und Grundwassermessungen.....		58
Anhang B (informativ) Feldprotokolle.....		60
B.1	Kopfblatt.....	60
B.2	Bohrprotokoll.....	61
B.3	Protokoll der Probenentnahme.....	62
B.4	Schichtenverzeichnis	63
B.5	Verfüllprotokoll	65
B.6	Protokoll der Grundwassermessungen	66
B.7	Tagesbericht.....	67
Anhang C (informativ) Bohr- und Probenentnahmegeräte für Boden und Fels.....		68

C.1	Allgemeines	68
C.2	Bohrgestänge und Verrohrung	68
C.2.1	Bohrgestänge und Verrohrung der „W“-Reihe nach ISO 3551-1	69
C.2.2	Bohrgestänge und Verrohrung der metrischen Reihe nach ISO 3552-1	70
C.2.3	Bohrgestänge mit konisch geformtem (dichtendem) Gewinde der „Y“-Reihe	70
C.2.4	Bohrgestänge mit konisch geformtem (dichtendem) Gewinde der „J“-Reihe	71
C.3	Kernrohrdaten	71
C.3.1	Kernrohre der „W“-Reihe nach ISO 3551-1	72
C.3.2	Kernrohre der metrischen Reihe nach ISO 3552-1	73
C.3.3	Kernrohre für Luftspülung	74
C.4	Schematische Darstellungen von Einfach- und Doppelkernrohren	76
C.4.1	Kernrohre der metrischen Reihe nach ISO 3552-1	76
C.4.2	Kernrohre der „W“-Reihe nach ISO 3551-1	78
C.5	Schematische Darstellungen von Seilkernrohren und geotechnischen Seilkernrohren	80
C.5.1	Seilkernrohr, komplett	80
C.5.2	Geotechnische Seilkernrohre	82
C.6	Bohrlochverrohrung für Wasser	84
C.7	Bohrkronen-Auswahltablelle	86
C.8	Kernbohrkronenprofile	88
C.9	Meißelarten und -größen für den Einsatz im Fels	89
C.10	Beispiele für Ausführungen von Kernfangringen und Probenhaltern	92
C.10.1	Typische Kernfangringe	92
C.10.2	Typische Probenhalteringe	93
C.11	Probenentnahmegeräte	94
C.11.1	Dünnwandiges Entnahmegerät (Shelby-Entnahmegerät)	94
C.11.2	Hydraulisches Kolbenentnahmegerät	95
C.11.3	U100-Entnahmegerät	100
C.11.4	Entnahmegerät für den Standard-Penetration-Test (SPT-Entnahmegerät)	101
C.11.5	Typischer Hammer mit automatischer Auslösung	102
C.11.6	Schlitzentnahmegerät und schlitzloses Entnahmegerät	102
C.12	Seilschlagbohrwerkzeuge	104
C.12.1	Kiesschappe und Schlämbbüchse	104
C.12.2	Zusammensetzbare Schappe	105
C.12.3	Meißel	106
C.13	Bauarten von Schnecken	107
C.13.1	Endlosschnecke	107
C.13.2	Hohlbohrschnecke	109
C.14	Verfahren der Probenentnahme aus Schürfen	110
C.15	Verfahren der Probenentnahme mit einem Großproben-Entnahmegerät	114
C.15.1	Verfahren der Probenentnahme mit einem Sherbrooke-Entnahmegerät	114
C.15.2	Verfahren der Probenentnahme mit einem Laval-Entnahmegerät	116
C.15.3	Verfahren der Probenentnahme mit einem Deltares-Entnahmegerät mit großem Durchmesser	117
C.15.4	Verfahren der Probenentnahme nach Verpressen von Gel	120
C.16	Bewertung der Güteklasse von Bodenproben	123
C.17	Verfahren zur Probenentnahme im Hinblick auf die Kategorien der Probenentnahme in verschiedenen Böden	124
Anhang D (informativ)	Beispiele für allgemein übliche Entnahmegeräte und Probenarten	125
Anhang E (informativ)	Vakuumflaschen für die Entnahme von Grundwasserproben	128
Anhang F (informativ)	Abdichtung und Sicherung von Proben	130
Anhang G (informativ)	Güteklassen der Proben	131
Literaturhinweise		133

Bilder

Bild 1 — Definitionen der Durchmesser D_1, D_2, D_3 und D	14
Bild 2 — Längen des Kernmarsches und der Probe	15
Bild 3 — Beispiele für offene Entnahmegeräte für Proben aus Bohrlöchern (OS)	38
Bild 4 — Schematische Darstellung eines dünnwandigen Kolbenentnahmegeräts zur Entnahme von Proben von der Bohrlochsohle (PS)	41
Bild C.1 — Bohrgestänge und Verrohrung	68
Bild C.2 — Bohrgestänge mit konisch geformtem (dichtendem) Gewinde der „Y“-Reihe	70
Bild C.3 — Bohrgestänge mit konisch geformtem (dichtendem) Gewinde der „J“-Reihe	71
Bild C.4 — Kernrohre der metrischen Reihe nach ISO 3552-1	76
Bild C.5 — Kernrohre der „W“-Reihe nach ISO 3551-1	78
Bild C.6 — Kernrohre der „W“-Reihe nach ISO 3551-1	79
Bild C.7 — Seilkernrohr, komplett	80
Bild C.8 — Geotechnisches Seilkernrohr (Innen- und Außenrohr, komplett)	82
Bild C.9 — Bohrlochverrohrung für Wasser, mit außen glatten Gewindeverbindungen nach BS 879	84
Bild C.10 — Bohrlochverrohrung für Wasser, mit Schraub- und Muffenverbindungen nach BS 879	84
Bild C.11 — Dreirollenmeißel mit gefrästen Zähnen	89
Bild C.12 — Wolframkarbid-Warzenmeißel	89
Bild C.13 — Typische Kernfangringe	92
Bild C.14 — Typische Probenhalteringe	93
Bild C.15 — Dünnwandiges Entnahmegerät (Shelby-Entnahmegerät)	94
Bild C.16 — Hydraulisches Kolbenentnahmegerät	95
Bild C.17 — Stationäres Kolbenentnahmegerät mit einem Liner mit einem Durchmesser von 50 mm zur Entnahme von Proben in weichen bis steifen feinen Böden und Schluffen (Entnahmekategorie A)	96
Bild C.18 — Stationäres Kolbenentnahmegerät mit einem 50-mm-Liner – Teile (Maße in Millimeter)	97
Bild C.19 — Stationäres Kolbenentnahmegerät mit einem Liner mit einem Durchmesser von 50 mm zur Entnahme von Proben in weichen bis steifen feinen Böden und Schluffen (Entnahmekategorien A und B)	99
Bild C.20 — U100-Entnahmegerät	100
Bild C.21 — Entnahmegerät für den Standard-Penetration-Test (SPT-Entnahmegerät)	101
Bild C.22 — Typischer Hammer mit automatischer Auslösung	102
Bild C.23 — Schlitzentnahmegerät und schlitzloses Entnahmegerät	103
Bild C.24 — Kiesschappe und Schlämbbüchse	104
Bild C.25 — Zusammensetzbare Schappe	105
Bild C.26 — Meißel	106
Bild C.27 — Endlosschnecke	107

Bild C.28 — Schnecken mit Durchmessern zwischen 36 mm und 100 mm zur Entnahme von Proben in bindigen Böden und groben Böden oberhalb des Grundwasserspiegels (Entnahmekategorie C)	108
Bild C.29 — Hohlbohrschnecke	109
Bild C.30 — Beispiele für die Probenentnahme aus Schürfen	110
Bild C.31 — Beispiele für die Gewinnung von Proben aus Schürfen	111
Bild C.32 — Beispiel für ein dünnwandiges offenes Entnahmegerät	112
Bild C.33 — Beispiel für ein dickwandiges offenes Entnahmegerät	113
Bild C.34 — Beispiel für die Probenentnahme an der Bohrlochsohle mit einem Großproben-Entnahmegerät (Sherbrooke-Entnahmegerät)	114
Bild C.35 — Beispiel für (a) ein Sherbrooke-Entnahmegerät, (b) eine schematische Ansicht des Schneidens einer Blockprobe, (c) eine gewachste Probe, (d) eine schematische Ansicht einer geschnittenen Probe, (e) eine Blockprobenscheibe und (f) ein Stück Ton von einer Blockprobe	115
Bild C.36 — Verfahren der Probenentnahme mit einem Laval-Entnahmegerät.....	117
Bild C.37 — Einzelheiten des Deltares-Entnahmegeräts mit großem Durchmesser.....	120
Bild C.38 — Beispiel für Entnahmegeräte bei Anwendung des Verpressens von Gel	121
Bild C.39 — Einzelheiten der Probenentnahme nach Verpressen von Gel	122
Bild E.1 — Ausrüstung für die Probenentnahme mit Vakuumflaschen.....	129
Bild F.1 — Beispiele für die Abdichtung und Sicherung von Proben.....	130
 Tabellen	
Tabelle 1 — Güteklassen von Bodenproben für Laborversuche und zu verwendende Kategorien der Probenentnahme	20
Tabelle 2 — Güteklassen von Felsproben für Laborversuche und zu verwendende Kategorien der Probenentnahme	23
Tabelle 3 — Durchgehende Gewinnung von Proben in Böden mittels Bohrverfahren.....	27
Tabelle 4 — Entnahmerohre und Entnahmegeräte für Blockproben	34
Tabelle 5 — Probenentnahme mittels Rotationsbohrverfahren im Fels.....	44
Tabelle C.1 — Bohrgestänge und Verrohrung der „W“-Reihe nach ISO 3551-1 (in Millimeter)	69
Tabelle C.2 — Bohrgestänge und Verrohrung der metrischen Reihe nach ISO 3552-1 (in Millimeter).....	70
Tabelle C.3 — Bohrgestänge mit konisch geformtem (dichtendem) Gewinde der „Y“-Reihe	71
Tabelle C.4 — Bohrgestänge mit konisch geformtem (dichtendem) Gewinde der „J“-Reihe	71
Tabelle C.5 — Kernrohre der „W“-Reihe.....	72
Tabelle C.6 — Kernrohre der metrischen Reihe nach ISO 3552-1	73
Tabelle C.7 — Kernrohre für Luftspülung.....	74
Tabelle C.8 — Bohrgestänge und Verrohrung	74
Tabelle C.9 — Kernrohre der metrischen Reihe nach ISO 3552-1	77
Tabelle C.10 — Maße von Seilkerngestängen	81

Tabelle C.11 — Maße von Seilkernrohren	81
Tabelle C.12 — Maße geotechnischer Seilkerngestänge	83
Tabelle C.13 — Maße geotechnischer Seilkernrohre.....	83
Tabelle C.14 — Maße von Bohrlochverrohrungen für Wasser, mit außen glatten Gewindeverbindungen	84
Tabelle C.15 — Maße von Bohrlochverrohrungen für Wasser, mit Schraub- und Muffenverbindungen.....	85
Tabelle C.16 — Bohrkronen-Auswahltabelle.....	86
Tabelle C.17 — Kernbohrkronenprofile – Diamant-Besatz, imprägniert, TC und PCD	88
Tabelle C.18 — Dreirollenmeißel mit gefrästen Zähnen	90
Tabelle C.19 — Wolframkarbid-Warzenmeißel	91
Tabelle C.20 — Indikatoren und Verfahren der Einschätzung der Güteklasse von Proben aus der Literatur	123
Tabelle C.21 — Beispiele von Verfahren zur Probenentnahme im Hinblick auf die Kategorien der Probenentnahme in verschiedenen Böden.....	124
Tabelle G.1 — Während der Protokollierung durchzuführende Beurteilung der Kernqualität.....	131
Tabelle G.2 — Während der Protokollierung durchzuführende Beurteilung der Qualität der Entnahmestutzenprobe.....	132

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 22475-1:2018) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 182 „Geotechnics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 341 „Geotechnische Erkundung und Untersuchung“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 22475-1:2018 wurde von CEN als prEN ISO 22475-1:2018 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.

Eine Erläuterung zum freiwilligen Charakter von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT) berücksichtigt, enthält der folgende Link: 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,
- redaktionelle Aktualisierung.

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- und Felsproben in einer Qualität, die es erlaubt, die allgemeine Eignung des Baugrundes für geotechnische Zwecke zu beurteilen und die geforderten boden- und felsmechanischen Eigenschaften im Labor zu bestimmen;
- b) der Feststellung von Folge, Dicke und räumlicher Lage der einzelnen Schichten, der Kluftsysteme und Störungen;
- 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.

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.

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

ANMERKUNG 2 Die Gewinnung von Bodenproben für diese Zwecke wird in der Normenreihe ISO 10381 behandelt.

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

ANMERKUNG 3 Die Gewinnung von Wasserproben für diese Zwecke wird in der Normenreihe ISO 5667 behandelt.

2 Normative Verweisungen

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

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

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

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

EN ISO 14689-1, *Geotechnische Erkundung und Untersuchung — Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Fels — Teil 1: Benennung und Beschreibung*

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*

ISO 13005, *Guidance for uncertainty for measurements*

ISO 10097-1, *Wireline diamond core drilling equipment — System A — Part 1: Metric units*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN ISO 14688-1 und EN ISO 14689-1 und die folgenden Begriffe.

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

Untersuchungstollen (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 und zur Durchführung von Feldversuchen

3.1.4

Bohrloch

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

ANMERKUNG 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 Orientierung zum Bohrgerät entsteht, das im Baugrund mit drehenden, drückenden, rammenden, schlagenden oder kombinierten Bohrwerkzeugen entsteht

3.1.6

Kleinbohrung

Bohrung im Boden mit Durchmesser größer 30 mm, 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 Schneidwerkzeug zum Durchdringen der geologischen Formation eingesetzt wird

3.2.2

Bohrkrone

ein 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 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 und/oder der Proben und zum Schmieren und Kühlen des Bohrwerkzeugs

3.2.6

Spülzusatz

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 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 Entnahmegeräten

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

aus einer bestimmten Tiefe 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, die aus Boden oder Fels als Säule in einer Bohrung gewonnen wird

3.3.7

Blockprobe

Probe, die 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

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

3.3.10

Kernmarsch

abgebohrte Bohrstrecke zwischen Ein- und Ausbau des Kernrohres

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 (siehe Bild 1):

$$C_a = \frac{D_2^2 - D_1^2}{D_1^2} \cdot 100 \text{ in } \%$$

ANMERKUNG Einer der Faktoren, der die mechanische Störung der Probe beschreibt.

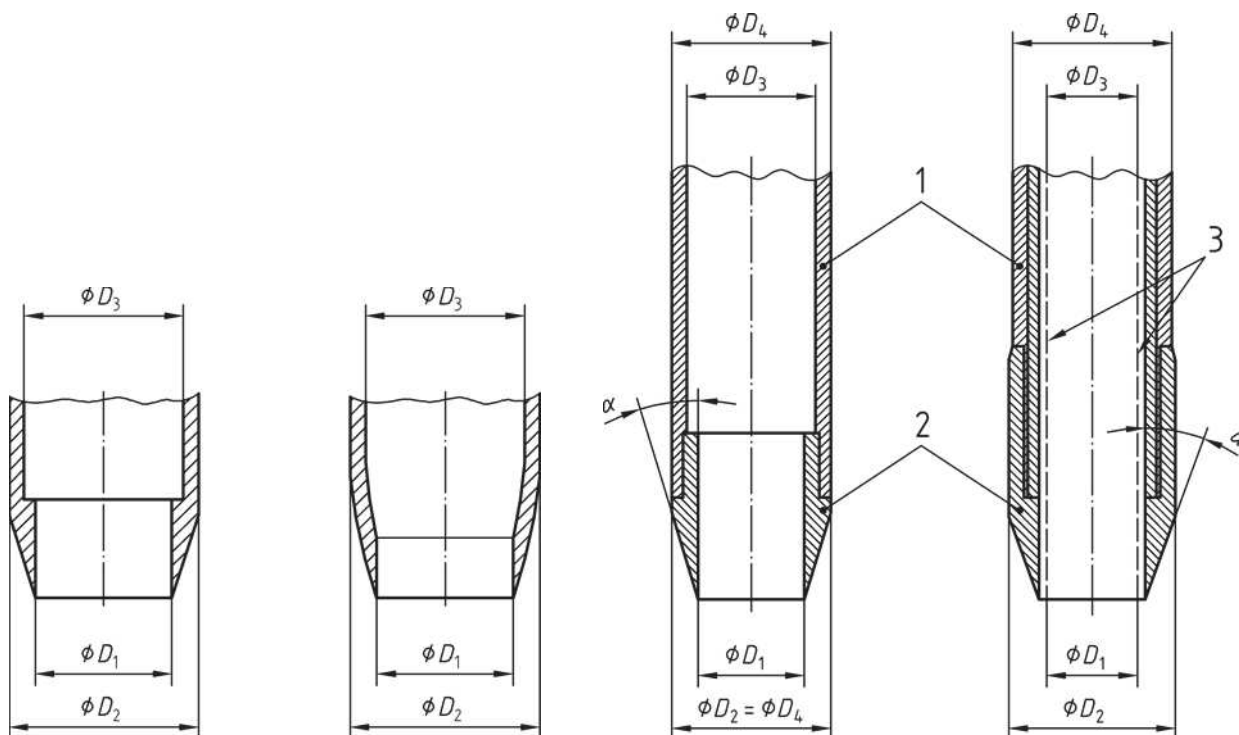
3.3.13

Innendurchmesser Verhältnis

C_i

$$C_i = \frac{D_3 - D_1}{D_1} \cdot 100 \text{ in } \% \text{ (siehe Bild 1)}$$

ANMERKUNG Einer der Faktoren, der 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	Außendurchmesser des Entnahmerohrs	3	Liner (optional)

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

3.3.14

Probengewinn

TC

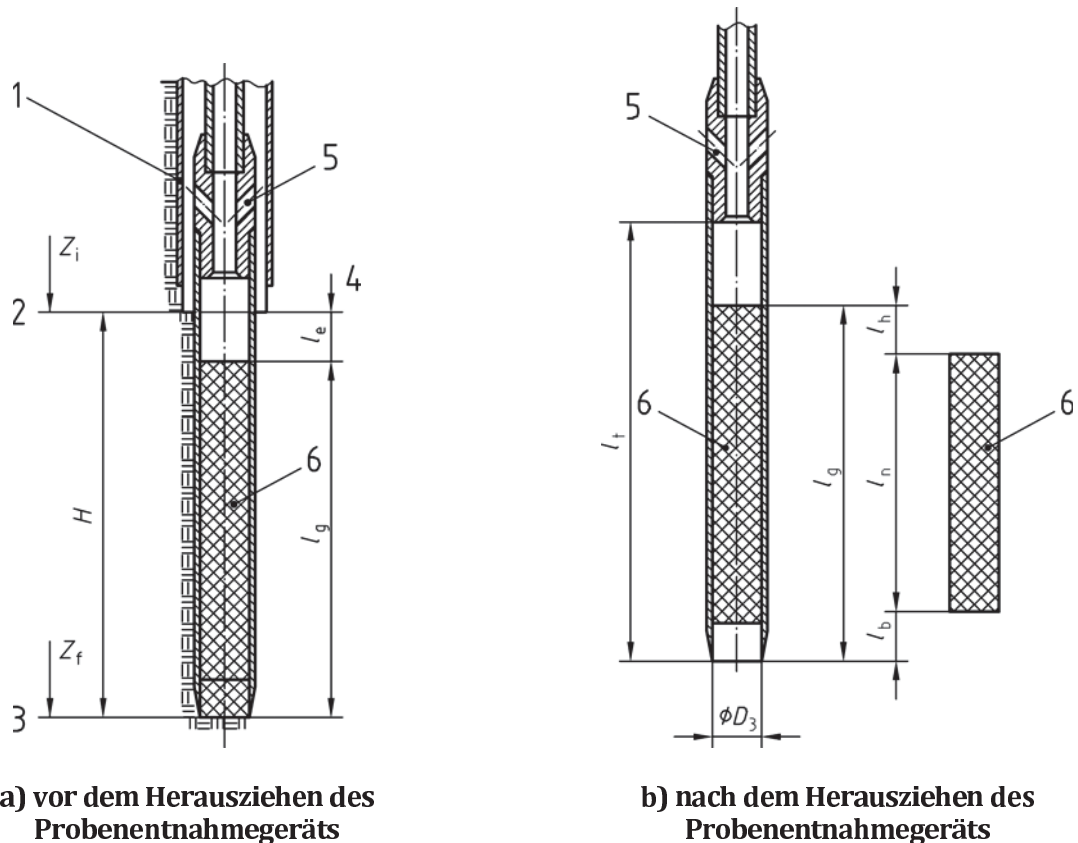
Verhältnis der Probenlänge l_g zur Probenmarschlänge H (siehe Bild 2)

3.3.15

Nettoprobengewinn

IC

Verhältnis der Nettolänge der Probe l_n zur Probenmarschlänge H (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 2 — Längen des Kernmarsches und der Probe

3.3.16

dünnwandiges Probenentnahmegärät

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

3.3.17

dickwandiges Probenentnahmegerät

Bodenentnahmegerät, dessen Flächenverhältnis, Schneidenwinkel und Schneidekante größer sind als die des dünnwandigen Entnahmegeräts

3.4 Abkürzungen und Symbole

Überarbeitung durch das Vereinigte Königreich

CP	Seilschlagbohrverfahren
RC	Rotationskernbohrverfahren
RO	Bohren mit offenem Bohrloch
WS	Probenentnahme mit dem Schlitzentnahmegerät
TP	Schürferkundung
CPT	Drucksondierung
OS	offene Entnahmegeräte
T/W	dünnwandig
TK/W	dickwandig
PS	Kolbenentnahmegeräte
PU	eingedrückt
PE	schlagend
LS	Großproben-Entnahmegeräte
CS-ST	Rotationskernprobe
AS	durch Schneckenbohrung erhaltene gestörte Probe
ST	Einfachrohrbohren
DT	Doppelrohrbohren
TT	Dreifachrohrbohren
HSAS	durch Hohlbohrschneckenbohrung erhaltene Linerprobe
S-TP	Entnahme von gestörten Proben aus Schürfen
BS	handgeschnittene Blockprobe
GS	Stichprobe
S-BB	Probenentnahme an der Bohrlochsohle

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 3351-1, ISO 3352-1 und ISO 10097-1 sein.

4.2 Bohrparameter

Alle bohrrelevanten Vorgänge des Bohrgeräts müssen exakt regelbar sein. Sofern erforderlich und zutreffend, sollten folgende Bohrdaten gemessen und als Funktion der Tiefe aufgezeichnet werden:

- Drehmoment des Kraftdrehkopfes (Nm);
- Drehzahl der Bohrspindel (rpm);
- 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 Bohrparameter sind in ISO 22476-15 beschrieben.

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 keine entsprechenden Internationalen Normen vorliegen.

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 erfüllen, 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.

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 und der Grundwassermessungen sind vorab in Abhängigkeit des Projektzwecks, der geologischen und hydrogeologischen Bedingungen und der beabsichtigten Feld- und Laborversuche vorzugeben.

ANMERKUNG Hinsichtlich weiterführender Einzelheiten siehe EN 1997-2.

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 Störungen 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 Entnahmeverganges variieren. Folgende Störungen von Proben können im Zuge des Bohr- und Entnahmeverganges 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

5.3.1.1 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 jedoch 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 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;
- die Zeitspanne zwischen Probenentnahme und Laboranalyse;
- Handhabung, Transport und Aufbewahrung (siehe Abschnitt 9);
- grobes Schneiden der Probekörper aus Boden auf eine bestimmte Größe für einen Laborversuch.

ANMERKUNG Obwohl Maßnahmen getroffen werden, um den Einfluss der verschiedenen, vorstehend erwähnten Prozesse, die die Güte der Proben beeinträchtigen, zu verringern, wirkt sich eine Langzeitaufbewahrung stärker aus als eine kurze Zeitspanne zwischen Probenentnahme und Laboranalyse.

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
Korngröße	*	*	*	*	
Wassergehalt	*	*	*		
Dichte, bezogene Lagerungsdichte, Durchlässigkeit	*	*			
Zusammendrückbarkeit, Scherfestigkeit, Steifigkeit	*				
Eigenschaften, die bestimmt werden können					
Schichtenfolge	*	*	*	*	*
Schichtgrenzen, grobe Einteilung	*	*	*	*	
Schichtgrenzen, feine 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

Eine Reihe von Faktoren, die die Güte der Bodenproben beeinträchtigen, kann durch das Bohren beeinflusst werden; in dieser Norm sind Leitlinien für verschiedenen Kategorien der Probenentnahme bezogen auf die verschiedenen Laboranalysen angeführt, die an diesen Proben durchgeführt werden können, wie z. B.:

- 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;
- Ausdehnung aufgrund von Druckentlastung an der Oberfläche.

5.3.2 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 Dicke der Schichten (etwa 0,5 m) bestimmt werden.

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

5.3.3 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 Atterbergsche 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.

5.3.4 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, groben 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, groben 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, groben Böden, Schluff und Torf sind Abweichungen des Wassergehalts vor Ort zu erwarten. Das Vorliegen und die Tiefe von lockeren, groben 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 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 feinen Böden sowie ausführliche Analysen der Schichtgrenzen.

5.3.6 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 2 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 erforderlich. Z. B. Verflüssigungspotential von lockeren, groben 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, groben Böden darf Bodenvereisung oder Probenentnahme nach Verpressen von Gel in Betracht gezogen werden. Einzelheiten dieser speziellen Entnahmegeräte sind in Anhang XX durch Kees angeführt.

5.4 Kategorien der Probenentnahme für Fels

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

Beim Einsatz von Verfahren nach der Kategorie A wird beabsichtigt, Proben zu gewinnen, in denen während des Entnahmevorgangs keine oder nur eine gering Störung der Felsstruktur aufgetreten ist. Festigkeits- und Verformungseigenschaften, Wassergehalt, Dichte, Porosität und Durchlässigkeit der Felsprobe entsprechen den Werten in situ. In der Probe sind die Bestandteile oder die chemische Zusammensetzung des Gebirges unverändert. Gewisse unvorhersehbare Umstände, wie z. B. unterschiedliche geologische Verhältnisse, können dazu führen, dass nur Proben einer niedrigeren Güteklasse gewonnen werden.

Beim Einsatz von Verfahren nach der Kategorie B wird beabsichtigt, Proben zu gewinnen, die alle Bestandteile des Gebirges in situ mit ihren ursprünglichen Anteilen enthalten; die Gesteinsstücke behalten ihre Festigkeits- und Verformungseigenschaften, Wassergehalt, Dichte und Porosität. Beim Einsatz von Verfahren nach der Kategorie B kann die allgemeine Anordnung von Trennflächen im Gebirge identifiziert werden. Die Struktur des Gebirges ist gestört und damit auch die Festigkeits- und Verformungseigenschaften, Wassergehalt, Dichte, Porosität und Durchlässigkeit des Gebirges. Gewisse unvorhersehbare Umstände, wie z. B. unterschiedliche geologische Verhältnisse, können dazu führen, dass nur Proben einer niedrigeren Güteklasse gewonnen werden.

Beim Einsatz von Verfahren nach der Kategorie C werden die Struktur des Gebirges und seine Trennflächen völlig verändert. Das Gestein kann zerkleinert worden sein. Einige Änderungen in den Bestandteilen oder in der chemischen Zusammensetzung des Gesteins können auftreten. Gesteinsart, Matrix, Struktur und Gefüge sind erkennbar.

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

Felseigenschaften	Güteklasse		
Eigenschaften, die unverändert sind	1	2	3
Felsart	*	*	*
Mineralogische Zusammensetzung	*	*	*
Wassergehalt	*	*	
Dichte, Porosität, Durchlässigkeit	*	*	
Festigkeits- und Verformungseigenschaften	*		
Eigenschaften, die bestimmt werden können			
Felsart	*	*	*
Schichtenfolge	*	*	*
Schichtgrenzen, grobe Einteilung	*	*	*
Schichtgrenzen, feine Unterteilung	*	*	
Wassergehalt	*	*	
Dichte, Porosität, Durchlässigkeit	*	*	
Verwitterung	*	*	
Trennflächen	*		
Festigkeits- und Verformungseigenschaften	*		
Entnahmekategorie	A		
		B	
			C

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;
- Häufigkeit von Oberflächenblöcken;

- Stratigraphie und anerkannte geotechnische Einheiten (einschließlich des Anteils von Steinen und Blöcken);
- Grundwasserzufluss und beobachteter Grundwasserspiegel.

5.6 Anforderungen an die Untersuchungsstellen

Die Baugrunduntersuchungspunkte an Land sind im Gelände vor Beginn der Aufschlusstätigkeiten kenntlich zu machen. Nach Abschluss der Untersuchung sind deren Lage und Höhe einzumessen und in einem Lageplan einzutragen.

Die Aufschlusstellen müssen auf maßgebliche Gefährdungen, erdverlegte Leitungen und Kampfmittel hin überprüft werden; sofern erforderlich, müssen geeignete Maßnahmen getroffen werden. Bei Aufschlüssen in kontaminierten Bereichen sind besondere Vorgehensweisen festzulegen und zu beachten.

Schürfe sollten außerhalb der geplanten Gründungsflächen angelegt werden, da durch den Aushub der Baugrund aufgelockert wird. 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. 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.

Falls visuelle Beobachtungen und fotografische Aufzeichnungen des Baugrunds sowie die Probenentnahme und Feldversuche durchgeführt werden, muss das unmittelbar nach dem Aushub des Schurfs erfolgen.

Der Einfluss von Bohrungen und Probenentnahme auf die Umwelt ist zu berücksichtigen. Besondere Maßnahmen sind in Wassergewinnungsgebieten zu treffen.

5.7 Erforderliche Informationen vor Beginn der Probenentnahme und der Grundwassermessungen

Vor Beginn der Probenentnahme und/oder der Grundwassermessungen müssen 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 und zu erwartende geologische und hydrogeologische Bedingungen;
- e) erforderliche Genauigkeit und Unsicherheit der Messungen nach ISO 13005;
- f) Häufigkeit der Messungen;
- g) Umweltgefährdungen und Sicherheitsrisiken, z. B. durch die vorgesehenen Spülungen oder Suspensionen sowie die entsprechenden Vorschriften für ihre Anwendung;
- h) mögliche Gefährdungen durch z. B. erdverlegte Leitungen und Überlandleitungen, Verkehr, Kampfmittel, Altlasten;
- i) Bezeichnung und geplante Tiefe des Bohrlochs und/oder des Aushubs;

- j) beabsichtigtes Verfahren und beabsichtigte Kategorie der Probenentnahme;
- k) Anforderungen an die Nummerierung der Bohrlöcher, der Schürfe oder der Proben;
- l) beabsichtige Probenbehandlung, -lagerung und -transport;
- m) beabsichtigte Feldversuche;
- n) Beseitigung des Bohrlochs bzw. Schurfes und Wiederherstellung der Untersuchungsstelle (Verfüllen oder Verpressen);
- o) Umweltschutz;
- p) Notfallvorsorge;
- q) 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 hat in Übereinstimmung mit den nationalen Vorschriften sowie mit den technischen und behördlichen Anforderungen zu erfolgen; ferner muss sie die Schichtenfolge, die Kontaminierung und die Tragfähigkeit des Baugrunds berücksichtigen.

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

Sofern ein Bohrloch nicht für besondere Zwecke offen bleiben soll, sollte es verfüllt, verdichtet und verschlossen werden, sodass keine nachfolgende Absenkung der Geländeoberkante infolge von Setzungen des Verfüllmaterials erfolgen kann.

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 dürfen keine Hohlräume entstehen.

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 2 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;
- 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 2) 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 2 und Tabelle 4) 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 Bohraußen-durchmesser ^a mm
1	a	drehend	nein	Bohr-werkzeug	Rotationstrocken-kernbohrverfahren ^c	Einfachkernrohr	100 bis 200
	b					Hohlbohrschnecke	100 bis 300
2	a		ja	Bohr-werkzeug	Rotationskernbohr-verfahren	Einfachkernrohr	100 bis 200
	b					Doppelkernrohr ^a	
	c					Dreifachkernrohr ^a	
3			ja	Bohr-werkzeug	Rotationskern-bohrverfahren	Doppel- oder Dreifachkernrohr mit Vorschneidkrone oder Vorsatz	100 bis 200
4			nein	Bohr-werkzeug	Schneckenbohr-verfahren	Gestänge mit Schappe, Schnecke oder Hohlbohrschnecke	100 bis 2 000
5			ja	Umkehr-spülung	Umkehrspülbohr-verfahren	Gestänge mit Hohlmeißel	150 bis 300
6			nein	Bohr-werkzeug	Handdrehbohr-verfahren	Schappe, Schnecke, Spirale	40 bis 80
7		rammend	nein	Bohr-werkzeug	Rammkernbohr-verfahren	Rammkernrohr mit Schneidekante innen; auch mit Hülse oder Schnecke (oder Hohlbohrschnecke) ^b	80 bis 200
8			nein	Bohr-werkzeug	Rammbohr-verfahren	Rammkernrohr mit Schneidekante außen ^b	150 bis 300
9			nein	Bohr-werkzeug	Kleinrammbohr-verfahren	Rammgestänge mit Entnahmerohr (mit oder ohne Schlitz)	30 bis 80
10		drehend, rammend	ja	Bohr-werkzeug	Rammrotationsker-nbohrverfahren	Einfach- oder Doppelkernrohr	100 bis 200
11		vibrierend, langsames Drehen freigestellt	nein (nur zur Ein-bringung der Ver-rohrung)	Bohr-werkzeug	Vibrationsbohr-verfahren	Dickwandiges Entnahmegerät oder Einfachkernrohr mit freigestelltem Innenrohr	80 bis 200
12		schlagend	nein	Bohr-werkzeug	Seilschlagbohrung	Seil mit Schlagschappe	150 bis 500
13			nein	Bohr-werkzeug	Seilschlagbohrung	Seil mit Ventilbohrer	100 bis 1 000
14		drückend	nein	Bohr-werkzeug	Kleindruckbohrverf-ahren	Druckgestänge mit Entnahmerohr	30 bis 80
15		greifend	nein	Bohr-werkzeug	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			a	b
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	C (A-B)	siehe 6.3.2.2	b	
grobe Böden	Ton, tonige, auch verkittete gemischt-körnige 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 feinen 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 feine Böden	E ^f	nur für geringe Tiefen	6	
Böden mit Korndurchmessern größer als $D_e/3$, feingeschichtete Böden, z. B. Warven	Ton, Schluff und Böden mit Korndurchmessern bis höchstens $D_e/3$	feiner Boden: B (A)	Rammdiagramm durch Messung der Schlagzahl	7	
		grober 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	feiner Boden: B (A)	–	10	
		grober Boden: D (C)			
–	–	feiner Boden: D	–	11	
		grober 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 feinen Böden unter Wasserzugabe angewendet werden	13	
feste und grobkörnige Böden	Ton, Schluff, Feinsand	E ^f	nur für geringe Tiefen	14	
feste, feine Böden, Blöcke größer als $D_e/2$	Kies, Blöcke kleiner als $D_e/2$, Steine	über GW-Oberfläche: D	–	15	
		unter GW-Oberfläche: E			

^d Hierin bedeutet D_e der Innendurchmesser des Entnahmewerkzeugs.

^e Die in Klammern gesetzten Kategorien der Probenentnahme werden bei besonders günstigen Bodenverhältnissen, die in solchen Fällen erläutert werden müssen, angewendet.

^f Entnahmekategorie B ist in manchen leichten feinen Böden möglich.

ANMERKUNG 1 Reine Spülbohrungen werden nicht erwähnt, da mit ihnen meistens nur eine Güteklasse unterhalb 5 erreicht werden kann.

ANMERKUNG 2 Diese Tabelle kann, falls geeignet, auch auf Fels angewendet werden, z. B. bei schwacher bis extrem schwacher Fels.

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 Entnahmegerät 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 Entnahmegerät 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. Bei diesem Vorgang entsteht im Kernrohr eine Kernprobe. Bei dem Entnahmegerät kann es sich entweder um ein Einfach-, Doppel- oder Dreifachkernrohr handeln. Der bevorzugte Bohrlochdurchmesser liegt zwischen 100 mm und 200 mm. Es darf keine 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 Dreifachkernrohr 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 groben 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 horizontal 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 feine 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.

6.3.2.4.2 Die Probenentnahme mittels Drehbohrverfahren mit Schappe ist für feine Böden und Ton bis Mittekies 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 Bohrkrone herunterlaufen und fließt dann mit dem Bohrklein durch die zentrale Öffnung der Bohrkrone 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 abgeteuften Bohrloch führt.

6.3.4.2 Die beim Seilschlagbohrverfahren eingesetzten Werkzeuge müssen bei feinen Böden eine Keschappe oder einen Meißel und bei groben Böden eine Schlämmbüchse 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 Der Wasserstand in der Verrohrung während des Bohrvorgangs beeinflusst die Tiefe der Störung unterhalb der Verrohrung. Beim Bohren in Sand muss der Wasserstand in der Verrohrung höher sein als der Wasserstand des Bodens 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 Bohrwerkzeugs.

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, feine 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 2 auch als Kleinbohrverfahren eingesetzt werden.

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

6.3.7.3 Beim Einsatz von Kleinbohrverfahren ist darauf zu achten, 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 muss ein Rohr, das am unteren Ende mit einer Bohrkrone 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. Nach dem Anschluss von jedem weiteren Gestänge muss die Frequenz angepasst werden, um eine bestimmte Resonanz zu erreichen.

Ist die Bohrgeschwindigkeit zu niedrig, kann das Entnahmeggerät bzw. das Kernrohr gedreht werden und Spülung kann verpresst werden. Das Entnahmeggerät bzw. das Kernrohr kann mit einem Innenrohr aus Kunststoff ausgestattet sein.

6.4 Probenentnahme mittels Entnahmeggeräten

6.4.1 Allgemeines

6.4.1.1 Probenentnahme mittels Entnahmeggeräten kann mit vielen Bohrverfahren kombiniert werden. Der Bohrdurchmesser ist so zu wählen, dass das Entnahmeggerät ungehindert an die Bohrl Lochsohle gelangen kann.

6.4.1.2 Abhängig von den Bodenverhältnissen können unterschiedliche Entnahmeggeräte verwendet werden (siehe Tabelle 4). In der Regel können Entnahmeggeräte mit Bohrverfahren kombiniert werden, bei denen das Bohrl Loch 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 Bohrl Loch geringer ist als im umgebenden Boden, darf mit dem Schlagbohrverfahren die Verrohrung nicht bis zur Bohrl Lochsohle niedergebracht werden.

6.4.1.7 In empfindlichen Tonen 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 ^b	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 feine Böden; Böden mit Grobkorn	feine und organische Böden mit weicher oder steifer Konsistenz	A	
						(mittel)dichter Sand unterhalb des Wasserspiegels	C (B)	
						feine oder organische Böden mit halbfester Konsistenz	B (A)	
2	dickwandig (OS-TK/W)	> 100	250 bis 1 000	rammend	Kies, Sand unter Grundwasseroberfläche; breiige und feste feine und organische Böden; Böden mit Grobkorn	feine und organische Böden mit halbfester bis fester Konsistenz, auch mit Grobkorn	C (B)	
3	dünnwandig (PS-T/W)	50 bis 100	600 bis 800	drückend	Kies, sehr lockere und dichte Sande; halbfeste und feste feine und organische Böden; Böden mit Grobkorn	feine 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; breiige und feste feine und organische Böden; Böden mit Grobkorn	feine und organische Böden mit weicher bis steifer Konsistenz; auch sensitive Böden	B (A)	
5	Zylinder (LS)	250	350	drückend, drehend	Sand	Ton, Schluff	A	

Spalte	1	2	3	4	5	6	7	
Zeile	Art des Entnahme-geräts ^b	Bevorzugte Maße der Proben		Art des Einbringens	Eignung des Entnahmeverfahrens		Entnahme-kategorie bezogen auf Spalte 6 ^a	
		Durch-messer 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	1 500 oder 3 000	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.								
OS-T/W offenes Entnahmegeräte, dünnwandig OS-TK/W offenes Entnahmegeräte, dickwandig PS-T/W Kolbenentnahmegeräte, dünnwandig					PS-TK/W Kolbenentnahmegeräte, dickwandig LS Großproben-Entnahmegeräte S-SPT SPT-Entnahmegerät			

6.4.2 Probenentnahme mit dem offenen Entnahmegesetz und dem Kolbenentnahmegesetz

6.4.2.1 Allgemeines

Offene Entnahmegesetze oder Kolbenentnahmegesetze können zur Probenentnahme aus Bohrungen in feinen, sandigen und organischen Böden eingesetzt werden. Diese Entnahmegesetze sollten aus einem Entnahmezylinder mit oder ohne Kolben und Gestängeanschluss bestehen. Offene Entnahmegesetze (dünn- oder dickwandig) können in Bohrungen eingesetzt werden. Kolbenentnahmegesetze können direkt in weichen bis mittelsteifen 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 Entnahmegesetze müssen den folgenden Anforderungen entsprechen, die analog auch für Entnahmegesetze 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) ein Schneidenwinkel zwischen 5° und 15° sowie ein Flächenverhältnis bis 25 % dürfen nur verwendet werden, wenn nachgewiesen wurde, dass dadurch die Güteklasse nicht beeinträchtigt wird;
- d) bei Entnahmegesetzen 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 Entnahmegesetz 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 Entnahmegesetzen 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 Entnahmegerät wird in den Boden gedrückt oder gerammt (siehe Spalte 4 der Tabelle 4). Zum Rammen ist ein Fallgewicht zu verwenden, das unmittelbar auf den Kopf des Entnahmegeräts aufschlägt. Das Fallgewicht muss so schwer sein, dass der Entnahmezylinder bei geringer Fallhöhe mit möglichst wenigen Schlägen in den Boden eingetrieben werden kann.

6.4.2.5.2 Vor der Probenentnahme an der Bohrlochsohle muss verbliebenes loses oder gestörtes Material in geeigneter Weise entfernt werden. Das Entnahmegerät 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 Entnahmegeräts müssen genau überprüft werden, sobald das Entnahmegerät in die Bohrung eingebracht wird. Das Entnahmegerät darf den Boden an der Bohrlochsohle bei Erreichen dieser nicht belasten.

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

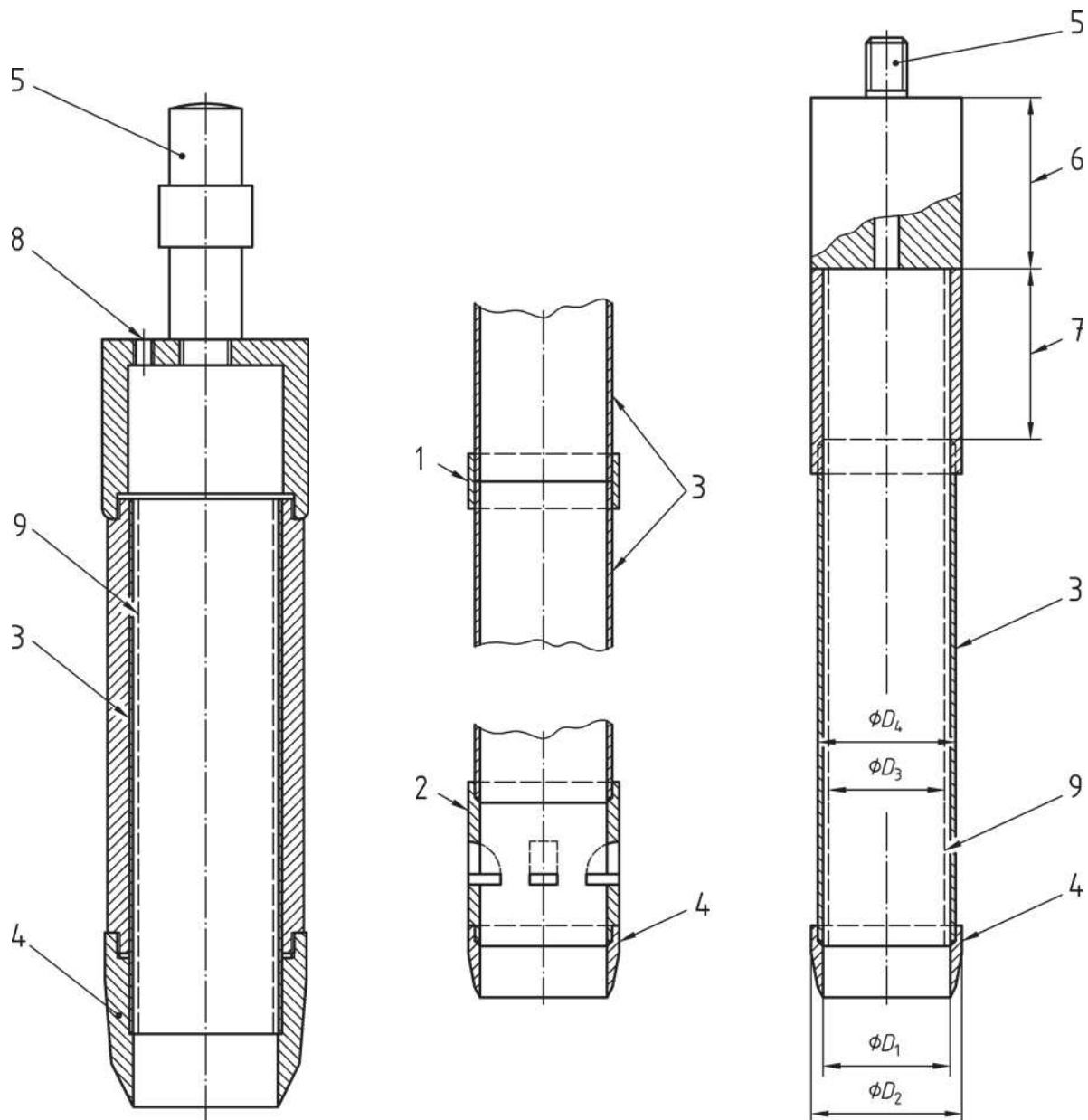
6.4.2.5.5 Nach dem Eindrücken oder Einrammen ist die Probe an der untersten Ebene des Entnahmegeräts durch Drehung des Gestänges oder durch langsames Heben des Entnahmegeräts abzuscheren. Das Entnahmegerät sollte vorsichtig ohne Erschütterungen gezogen werden, damit die Probe ungestört erhalten bleibt. Es ist oftmals angeraten, das Entnahmegerät einige bis 20 Minuten 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 Entnahmegerät 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 sind im Probenentnahmeprotokoll zu vermerken. 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 Probenentnahmevorgang kann unter Umständen den Boden unterhalb des Entnahmegeräts stören. Dieser Einfluss ist zu berücksichtigen.

6.4.2.6 Probenentnahme mit dem offenen Entnahmegerät

6.4.2.6.1 Zusätzlich zu den in 6.4.2.3 genannten Komponenten besteht das offene Entnahmegerät (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 Entnahmegerät besitzt am oberen Ende ein Gewinde zum Anschluss an den Schlammzylinder.



a) Schematische Darstellung eines dickwandigen offenen Entnahmegeräts

b) Schematische Darstellung eines dünnwandigen offenen Entnahmegeräts

Legende

D_1	Innendurchmesser des Schneideschuhs	3	Entnahmezylinder
D_2	größter Außendurchmesser des Schneideschuhs	4	Schneideschuh
D_3	Innendurchmesser des Entnahmerohrs oder Liners	5	Anschluss zum Gestänge und Fallgewicht
D_4	Außendurchmesser des Entnahmerohrs	6	Rückschlagventil
1	Gewindebuchse	7	Schlammzylinder
2	Probenhaltering	8	Ventil
		9	Liner (optional)

Bild 3 — Beispiele für offene Entnahmegeräte für Proben aus Bohrlöchern (OS)

6.4.2.6.2 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).

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

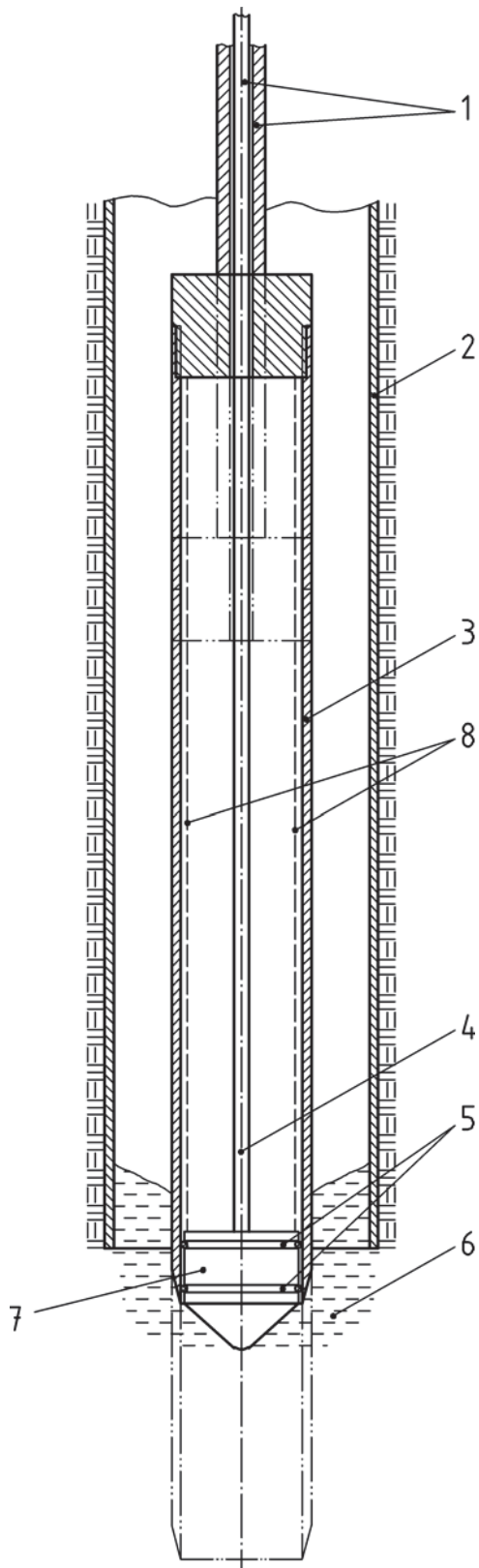
6.4.2.6.4 Die Entnahme mit dickwandigen offenen Entnahmegерäten kann in der Regel als ein Verfahren der Probenentnahme nach Kategorie C angesehen werden.

6.4.2.7 Probenentnahme mit dem Kolbenentnahmegерät

6.4.2.7.1 Das Kolbenentnahmegерät 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 Kolbenentnahmegерät 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 5). Beim Abscheren der Probe muss der Kolben gelöst oder vor weiterem Vorschub des Entnahmegерäts über Tage festgestellt werden. Eine Bewegung von 1 % der Eindringtiefe in das Kolbengestänge aufgrund von Zugspannungen ist annehmbar. Die Eindringtiefe des Entnahmegерäts darf die vorgesehene Probenlänge nicht überschreiten, damit die Probe nicht gestaucht wird.

6.4.2.7.3 Die Probenentnahme mit dem Kolbenentnahmegерät sollte in der Regel als ein Verfahren der Probenentnahme nach Kategorie A oder B angesehen werden (siehe Tabelle 4). Unter bestimmten Umständen kann das Kolbenentnahmegерät 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 4 — Schematische Darstellung eines dünnwandigen Kolbenentnahmegeräts 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 EN 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 müssen 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 bestehen und für die Entnahme von Proben durch Eindringen, Schlagen oder Rammen eingesetzt werden. 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 feinen 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, das nicht zur Probe bzw. nicht zum beprobten Boden gehört, 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. Eine in dieser Weise aus Schürfen durchgeführte Probenentnahme sollte unter Anwendung eines Verfahrens der Probenentnahme nach Kategorie A oder B erfolgen.

6.5.1.4 Bei der Probenentnahme aus Schürfen werden Proben aus der Sohle, der Abtreppung oder der Wand des Schurfs mit dem Entnahmezylinder 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 Entnahmegärts die Möglichkeit des Verlusts an Probenmaterial. Dieser Sand ist Bestandteil der Probe.

6.5.2 Probenentnahme mit dem Großproben-Entnahmegär

6.5.2.1 Die Probenentnahme mit dem Großproben-Entnahmegär hat wie folgt zu erfolgen (siehe auch D.15):

- a) Vorbereitung des Bohrlochs:
Zum Einsatz eines Großproben-Entnahmegärts 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-Entnahmegär in das Bohrloch eingebracht werden kann, ist lockeres oder gestörtes Material mit einer Schnecke größeren Durchmessers von der Bohrlochsohle zu entfernen.
- b) Entnahmevergang und Probengewinnung:
Ein Großproben-Entnahmegär kann mit jedem Bohrgestängesystem betrieben werden, das die maßgeblichen Funktionsweisen des Entnahmegärts erlaubt. Das Großproben-Entnahmegär 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-Entnahmegär 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 Bohrverfahren (siehe Tabelle 5);
- b) Entnahme von Blockproben.
- c) .

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 Kernstoppfern auszugleichen. Die Bohrrichtung ist auf den Kernkisten bzw. Proben mit Pfeilen zu kennzeichnen. Die Tiefen der Bohrkerne sind ebenfalls zu kennzeichnen.

7.2 Kategorien der Verfahren der Probenentnahme im Fels

Verfahren zur Probenentnahme von Fels, die von der höchsten erreichbaren Güteklasse von Felsproben unter den gegebenen Baugrundverhältnissen abhängig sind, müssen in drei Kategorien geteilt werden:

- Verfahren der Probenentnahme nach Kategorie A;
- Verfahren der Probenentnahme nach Kategorie B;
- Verfahren der Probenentnahme nach Kategorie C.

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	Probengewinn		Entnahmekategorie ^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	mittelharten bis sehr harten Fels	bei weichem, erosivem, wasserempfindlichem Fels in kurzen Kernmärschen	kein	B (A)	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	mittelharten bis sehr harten Fels	bei geklüftetem weichem Fels	Siebrückstand und Schweb	B (A)	Der Kern kann durch die Spülung verändert werden.
3	ja	mit Bohrwerkzeug am Gestänge	Rotationskernbohrverfahren	Doppelkernrohr	70 ^c bis 200	erosiven, wasserempfindlichen Fels	bei allen Felsarten	Siebrückstand und Schweb	A (B)	–
4	ja	mit Bohrwerkzeug am Gestänge	Rotationskernbohrverfahren	Dreifachkernrohr	70 bis 200	–	bei allen Felsarten	Siebrückstand und Schweb	A	–
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	–

Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Zeile	Bohrverfahren			Geräte		Bohr- verfahren weniger geeignet für ^a	Probengewinn		Ent- nahme- kate- gorie ^b	Bemerkung
	Spülung	Fördern der Probe mit	Bezeichnung	Entnahme-/ Bohrwerk- zeug	Empfohlener Bereich des Bohrdurch- messers ^a mm		Kerne ^a	Bohrklein		
6	ja	mit Bohrwerkzeug am Gestänge	Bohrverfahren mit offenem Bohrloch	Meißel, Rollen- meißel, Imloch- hammer	50 bis 350	–	kein	Siebrückstand und Schweb	C	–
^a Alle Angabe sind Richtwerte unter Berücksichtigung der möglichen Verwendung einer Verrohrung. ^b Wenn das Entnahmegerät der in Klammern gesetzten Kategorien der Probenentnahme bei besonders günstigen Bodenverhältnissen – die in solchen Fällen erläutert werden müssen – eingesetzt werden, können Proben einer höheren Güteklasse gewonnen werden. Umgekehrt sollte bei ungünstigen Verhältnissen die nächstniedrigere Kategorie gewählt werden (z. B. Zeile 3, Spalte 9). ^c In einigen kristallinen Felsarten kann ein Mindestbohrdurchmesser von 30 mm für die Bestimmung und Beschreibung der Felsart ausreichen. ANMERKUNG Bei gleichem Bohrlochdurchmesser ist der Probendurchmesser geringer, wenn anstelle eines Einfachkernrohrs ein Dreifachkernrohr verwendet wird.										

7.3 Durchgehende Gewinnung von Proben mittels Bohrverfahren

7.3.1 Allgemeines

7.3.1.1 Die Wahl der Bohrverfahren und Geräte richtet sich nach den Anforderungen der geforderten Entnahmekategorie (siehe Tabelle 5) und nach den geologischen und hydrogeologischen Bedingungen.

7.3.1.2 Die gewählte Spülung sollte den Anforderungen der Untersuchung genügen. Sofern es erforderlich ist, dürfen geeignete Zusätze der Spülung beigelegt werden. Bei der Wahl der Spülung sind die hydrogeologischen Bedingungen zu bedenken.

7.3.1.3 In schwachem Fels dürfen nur Doppel- oder Dreifachkernrohre verwendet werden.

7.3.1.4 Die Auswahl des Bohrkronentyps muss sich nach der Felsart richten, damit diese effektiv beprobt werden kann (siehe D.6 und Tabelle C.16).

7.3.1.5 Unter Umständen kann es erforderlich sein, die Bohrung oder die Probe durch Zementieren zu stabilisieren, wenn für den Probengewinn ein zerklüfteter Felsbereich zu durchfahren ist.

7.3.1.6 Richtung und Neigung der Bohrungen sowie die größte zulässige Abweichung sind festzulegen. Hierbei sind die erwarteten Untersuchungsziele und die Untergrundbedingungen zu berücksichtigen.

7.3.2 Probenentnahme mittels Rotationstrockenkernbohrverfahren

7.3.2.1 Beim Rotationstrockenkernbohrverfahren muss ein Kernrohr mit einer Schneidkrone am unteren Ende versehen sein; es wird durch das Bohrgerät über das Bohrgestänge in das Gebirge gedreht und vorgetrieben. Bei diesem Vorgang entsteht im Kernrohr eine Kernprobe. Das Entnahmegesetz muss ein Einfachkernrohr mit einem Durchmesser zwischen 70 mm und 200 mm sein. Dieses Entnahmeverfahren kann eingesetzt werden, um Kernproben in weichem, erosionsanfälligen, wasserempfindlichem Fels zu gewinnen. Es sollte nicht bei Fels von mittlerer bis hoher Festigkeit angewendet werden.

7.3.2.2 Um Überhitzung der Krone zu vermeiden, sollte im Allgemeinen nur in Kernmärschen bis 0,5 m gebohrt werden.

7.3.2.4 Das Rotationstrockenkernbohrverfahren ist ein Verfahren der Kategorie B (siehe Tabelle 5).

7.3.3 Probenentnahme mittels Rotationskernbohrverfahren

7.3.3.1 Beim Rotationskernbohrverfahren ist ein Kernrohr mit einer Schneidkrone am unteren Ende durch das Bohrgerät über das Bohrgestänge in das Gebirge zu drehen und vorzutreiben. Bei diesem Vorgang entsteht im Kernrohr eine Kernprobe. Das Entnahmewerkzeug, d.h. das Kernrohr, kann ein Einfach-, Doppel- oder Dreifachkernrohr mit einem Durchmesser zwischen 70 mm und 200 mm sein. Eine Spülung darf verwendet werden.

7.3.3.2 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 Bohrkronen und dem Kernrohr oder direkt an der Bohrkronen angebracht sein. Die Spülung muss zwischen der Innenseite des Kernrohrs und dem gewonnenen Bohrkern laufen, wobei die gewonnene Probe der Länge nach fortlaufend gespült wird.

7.3.3.3 Ein **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 Bohrkronen und Innenrohr muss ein Kernfangring angebracht sein. Die Spülung muss durch den Ringraum zwischen Innen- und Außenrohr laufen, um so die Kernprobe vor Beschädigungen zu bewahren.

7.3.3.4 Der Aufbau des **Dreifachkernrohrs** muss dem des Doppelkernrohrs ähneln; es muss jedoch zusätzlich mit einem dritten Kernrohr innerhalb des Innenrohrs ausgestattet sein.

7.3.3.5 Für den Einsatz in sehr schwachen Felsschichten kann sowohl das Doppel- als auch das Dreifachkernrohr mit einer Verlängerung des Innenrohrs durch die Bohrkrone ausgestattet sein.

7.3.3.6 Die Proben können mit diesem Verfahren als Kerne und Bohrklein gewonnen werden. Mit dem Einfachkernrohr kann nur in verfestigten Felsschichten ein Kern gewonnen werden. Doppel- und Dreifachkernrohre hingegen können in allen Felsarten eingesetzt werden. Alle drei Kernrohrtypen können mit einem Innenrohr (Liner) im Innenrohr ausgestattet werden, um die gewonnene Kernmarschlänge zu unterstützen und die gewonnene Kernprobe zu schützen.

7.3.3.7 Im Allgemeinen ist das Rotationskernbohrverfahren mit einem Einfach- oder Doppelkernrohr ein Verfahren der Probenentnahme nach Kategorie B. Das Entnahmeverfahren mit einem Dreifachkernrohr ist im Allgemeinen ein Verfahren der Kategorie A (siehe Tabelle 5).

7.3.4 Probenentnahme mittels Seilkernbohrverfahren

7.3.4.1 Beim Seilkernbohrverfahren muss ein Doppel- oder Dreifachkernrohr mit einer Schneidkrone am unteren Ende durch das Bohrgerät über ein Seilkerngestänge in den Fels gedreht und vorgetrieben werden. Bei diesem Vorgang entsteht im Innenkernrohr eine Kernprobe. Der Bohrlochdurchmesser muss von 70 mm bis 180 mm reichen. Nach erfolgtem Kernmarsch muss das Innenrohr mit der Kernprobe mittels Seil und Winde durch das Kernrohr gezogen werden. Die Bohrkrone, das Außenrohr und das Bohrgestänge müssen bei diesem Vorgang in der Bohrung verbleiben.

7.3.4.2 Das Entnahmeverfahren ist ein Verfahren der Kategorie A.

7.3.5 Probenentnahme mittels Spülbohrverfahren

Beim Spülbohrverfahren muss ein Rollenmeißel, Blattmeißel oder Warzenmeißel in den Fels drehend vorgetrieben werden, wobei Bohrklein erzeugt wird. Das Bohrklein muss mit der Spülung zutage gefördert und am Bohrlochmund aufgefangen werden. Der Bohrlochdurchmesser sollte von 70 mm bis 311 mm reichen. Mit diesem Verfahren können keine Kernproben gewonnen werden, sondern nur Bohrklein. Daher ist das Spülbohrverfahren ein Verfahren der Kategorie C.

7.4 Entnahme von Blockproben

7.4.1 Zur Entnahme von Blockproben können Proben aus Schürfen, Untersuchungsschächten, Untersuchungsstollen oder an der Bohrlochsohle mit besonderen Entnahmegeschützen herausgeschnitten werden.

7.4.2 Dieses Entnahmeverfahren ist ein Verfahren der Kategorie A.

8 Verfahren der Entnahme von Grundwasserproben für geotechnische Zwecke

8.1 Allgemeines

7.1.1 Die Verfahren für die Grundwasserprobenentnahme sind in Abhängigkeit von den jeweiligen Erfordernissen zu wählen. Die Güte der Wasserproben ist dadurch gekennzeichnet, in welchem Umfang die ursprünglichen Bestandteile des Grundwassers, wie z. B. Trübe, gelöste Gase und Salze, erhalten sind oder in welchem Umfang sie während der Bohrungen verunreinigt wurden. Die Wasserprobenentnahme kann im Hinblick auf folgende Untersuchungsziele durchgeführt werden:

- a) Untersuchung auf Betonaggressivität;
- b) Untersuchung auf korrosive Eigenschaften;

- c) Untersuchung auf eine Gefährdung von Dränagen, Filtern oder Versickerungsanlagen durch Ausfällungen u. Ä.;
- d) Untersuchung hinsichtlich Änderungen der Grundwasserqualität infolge bautechnischer Maßnahmen;
- e) Prüfung der Eignung als Mischzusatz für Baustoffe.

7.1.2 Anzahl, Lage und Tiefe der Entnahmestellen sind zuvor nach den Erfordernissen der vorliegenden Bauaufgabe unter Berücksichtigung der örtlichen, geologischen und hydrologischen Verhältnisse festzulegen (siehe EN 1997-2). Wenn mehrere Grundwasserstockwerke vorliegen, kann es erforderlich sein, von jedem Grundwasserleiter einzelne Proben zu nehmen.

7.1.3 Ist die Entnahme von Wasserproben für die chemische Analyse beabsichtigt, dürfen nur Luft oder sauberes Wasser als Spülung verwendet werden.

8.2 Geräte

7.2.1 Für die Entnahme von Wasserproben sind mindestens folgende Geräte erforderlich:

- a) saubere Probenflaschen mit luftdichtem Verschluss;
- b) Pumpe;
- c) Entnahmegerät für Wasserproben;
- d) Thermometer;
- e) Transportkiste für den Transport der Probenflaschen, wärme- und kältegeschützt oder Kühlbox.

7.2.2 Besondere Geräte und Maßnahmen sind in Abhängigkeit vom Zweck der Wasserprobenentnahme und von den Laboranforderungen festzulegen.

7.2.3 Wasserprobenbehälter sollten aus einem gegenüber den zu bestimmenden Parametern inertem Material bestehen (z. B. Polyethylen, Polypropylen oder Glas), sollten sauber sein und komplett gefüllt werden.

8.3 Durchführung der Grundwasserprobenentnahme

8.3.1 Allgemeines

Die Wasserprobe muss aus frisch zugeflossenem Grundwasser entnommen werden. Abgestandenes oder verschmutztes Wasser ist vor der Probenentnahme durch Pumpen zu entfernen. Für eine einwandfreie Entnahme aus Bohrlöchern müssen darüber hinaus folgende Bedingungen erfüllt sein:

- a) kein Zufluss von Oberflächenwasser oder von Wasser aus anderen Grundwasserstockwerken (bei nicht dicht abgesetzten Rohrtouren in einzelnen Grundwassergeringleitern);
- b) kein Zutritt von Luft durch Einfahren von Bohrwerkzeugen;
- c) kein Rückstand aus der Spülung und keine Sedimente.