

DIN EN 16907-2

ICS 13.080.99; 93.020

Einsprüche bis 2015-10-28

Entwurf**Erdarbeiten –****Teil 2: Materialklassifizierung;****Deutsche und Englische Fassung prEN 16907-2:2015**

Earthworks –

Part 2: Classification of materials;

German and English version prEN 16907-2:2015

Terrassements –

Partie 2: Classification des matériaux;

Version allemande et anglaise prEN 16907-2:2015

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2015-08-28 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nabau@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau), 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin).

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

Gesamtumfang 80 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 16907-2:2015) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 396 „Erdarbeiten“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AFNOR (Frankreich) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 005-05-22 AA „Erdarbeiten (SpA zu CEN/TC 396), Gemeinschaftsausschuss mit FGSV“ im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des Dokuments prEN 16907-2 beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Erdarbeiten — Teil 2: Materialklassifizierung

Terrassements — Partie 2 : Classification des matériaux

Earthworks — Part 2: Classification of materials

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokument-Stage: CEN-Umfrage
Dokument-Sprache: D

STD Version 2.5a

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
Einleitung.....	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen.....	5
3.1 Begriffe	5
3.2 Symbole und Abkürzungen	6
4 Grundlagen für die Klassifizierung	7
5 Beschreibung und Klassifizierung.....	8
5.1 Allgemeines	8
5.2 Beschreibung	9
5.3 Klassifizierung	10
6 Klassifizierung nach inhärenten Parametern	11
6.1 Allgemeines	11
6.2 Definition von Bodengruppen	11
6.3 Definition von Felsgruppen	17
6.4 Verwendung weiterer inhärenter Eigenschaften	22
7 Klassifizierung nach Zustandsparametern	22
7.1 Allgemeines	22
7.2 Zustandseigenschaften von Boden	23
7.3 Zustandseigenschaften von Fels	23
8 Merkmale und Prüfungen für die Bewertung von Materialien für Erdarbeiten in Situ	25
8.1 Allgemeines	25
8.2 Merkmale für die Ausführung von Erdarbeiten	25
8.3 Merkmale für die Materialklassifizierung zur Verwendung in Erdbauwerken	26
8.4 Materialklassen für die Ausführung von Erdarbeiten	27
9 Probenahme von Boden und Fels.....	27
10 Prüfnormen zur Unterstützung der Klassifizierung	27
Anhang A (informativ) Liste der für Erdarbeiten relevanten Prüfnormen	28
Literaturhinweise	38

Vorwort

Dieses Dokument (prEN 16907-2:2015) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 396 „Erdarbeiten“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AFNOR gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument ist Teil der folgenden unter EN 16907 zusammengefassten Europäischen Normen zu Erdarbeiten:

- *Teil 1: Grundsätze und allgemeine Regeln*
- *Teil 2: Materialklassifizierung (dieses Dokument)*
- *Teil 3: Ausführung von Erdarbeiten*
- *Teil 4: Bodenbehandlung mit Kalk und/oder hydraulischen Bindemitteln*
- *Teil 5: Qualitätskontrolle und Überwachung*
- *Teil 6: Landgewinnung mit nassgebaggertem Auffüllmaterial*
- *Teil 7: Hydraulische Einbringung von mineralischen Abfällen*

Einleitung

Diese Europäische Norm ist Teil einer Europäischen Norm zu Erdarbeiten. Es wurde vom CEN/TC 396 beschlossen, einen separaten Teil zur Klassifizierung von Materialien einzuführen, die bei Erdarbeiten verwendet werden.

Durch die regional unterschiedlichen geologischen und klimatischen Bedingungen ergeben sich Unterschiede in den nationalen Ausführungen von Erdarbeiten, die eine alleinige, europaweite Materialklassifizierung gegenwärtig nicht zulassen. Deshalb werden mit dieser Norm die Grundsätze und Systeme für die Klassifizierung unter Berücksichtigung nationaler Verfahren festgelegt. Weiterhin werden die für Erdarbeiten geeigneten Prüfverfahren festgelegt.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm definiert eine gemeinsame Basis für die Beschreibung und Klassifizierung, die sich an alle an der Bemessung, Planung und Ausführung von Erdarbeiten Beteiligten richtet.

Diese Europäische Norm legt die Grundsätze der Klassifizierung, der Verfahren und der Eigenschaften fest, die zur Beschreibung und Klassifizierung von Erdbaumaterialien anzuwenden sind. Dazu werden Fels- und Bodengruppen als Grundlage für die Materialspezifikationen für Erdbauwerke festgelegt.

ANMERKUNG Informative Beispiele für bestehende erfahrungsbasierte nationale Klassifizierungssysteme und deren Anwendung werden in den Anhängen zu prEN 16907-1 angegeben.

2 Normative Verweisungen

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

EN 932-1, *Prüfverfahren für allgemeine Eigenschaften von Gesteinskörnungen — Teil 1: Probenahmeverfahren*

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

EN 13383-1, *Wasserbausteine — Teil 1: Anforderungen*

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*

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

3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1.1

Klassifizierung

Definition von Klassen und Zuordnung von Materialien mit ähnlichen Eigenschaften für Erdarbeiten

3.1.2

Klassifizierungsparameter

Kennwerte von Klassen definierenden Merkmalen

3.1.3

Merkmale

Materialeigenschaften, die für eine bestimmte Verwendung relevant sein können

3.1.4

Eigenschaften

physikalische und chemische Eigenschaften eines Materials

3.1.5

Beschreibung

Ermittlung und Benennung physikalischer und bodenmechanischer Eigenschaften eines bestimmten Materials, die für Erdarbeiten relevant sind

3.1.6

Materialgruppen

Materialklassen mit definierten Grenzwerten von Klassifizierungsparametern auf Grundlage inhärenter Eigenschaften

3.1.7

Materialien (siehe prEN 16907-1)

sämtliche in Erdarbeiten verwendete Böden, Fels, wiederaufbereitete mineralische Materialien und Nebenprodukte

3.1.8

Boden

Gemisch mineralischer und/oder organischer Bestandteile, das mit geringem mechanischen Aufwand separiert werden kann

3.1.9

Fels

natürliche Ansammlung von Mineralen, die verdichtet, zementiert oder verbunden sein können und eine Gesteinsmasse bilden, die für Erdarbeiten üblicherweise aufgespaltet werden muss, z. B. durch Brechen oder Sprengen

3.1.10

inhärente Eigenschaften

Eigenschaften von Feststoffen von Böden und Fels, die sich im Verlauf von Erdarbeiten nicht ändern, beispielsweise Korngrößenverteilung, Kornform, Mineralanteil, Plastizität, organische Bestandteile oder Carbonatgehalt

3.1.11

Zustandseigenschaften

Eigenschaften von Böden oder Fels, die sich während der Erdarbeiten ändern können, beispielsweise Dichte, Wassergehalt, Festigkeit, relative Dichte oder Steifigkeit

3.1.12

Korngrößenverteilung

Bereich der vorhandenen Korngrößen, der vom Verlauf der Körnungslinie beschrieben und fallweise auch als Stufung oder Körnung bezeichnet wird

3.1.13

Auffüllung

anthropogen hergestellte Materialien, entweder durch Bearbeitung oder Verarbeitung natürlicher Materialien oder durch einen Fertigungsprozess, z. B. Brechen oder Auswaschen

3.2 Symbole und Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Symbole und Abkürzungen.

Bo	großer Felsblock	W	weit gestuft
Bo	Felsblock	N	eng gestuft
Co	Geröll	L	geringe Plastizität
Gr, gr	Kies, kieshaltig	M	mittlere Plastizität
Sa, sa	Sand, sandig	H	hohe Plastizität
Si	Schluff	VH	sehr hohe Plastizität
Cl	Ton	O	organischer Boden
IS	Zwischenboden	-	-
C	gemischtkörniger Boden	-	-
PE	Torf	-	-

4 Grundlagen für die Klassifizierung

Die Klassifizierung muss sicherstellen, dass Boden, Fels und andere Materialien in Klassen eingeordnet werden, die für die Ausführung von Erdarbeiten ähnliche Eigenschaften aufweisen (Aushub, Transport, Behandlung, Auftrag und Verdichtung) und die in einem Erdbauwerk nach der Anwendung festgelegter Verfahren ähnliche technische Eigenschaften haben.

Das System der Klassen oder „Klassifizierungssystem“ muss auf Grundlage der Erfahrungen aus früheren Erdarbeiten festgelegt werden und wird von den geologischen und klimatischen Bedingungen beeinflusst, die in dem jeweiligen Land vorherrschen.

Das Klassifizierungssystem darf nationale Verfahren darstellen und lokale Praktiken, die auf Erfahrungen mit bestimmten Materialien oder auf Projekten basieren. Es darf unvollständig und auf Materialien begrenzt sein, für die Erfahrungswerte aus früheren Erdarbeiten vorliegen. Länderspezifische Abweichungen sind zulässig, damit Erfahrungen mit nationalen Verfahren berücksichtigt werden können. Die in den Anhängen zu prEN 16907-1 genannten nationalen Vorschriften dürfen gegebenenfalls angewendet werden, soweit diese den normativen Anforderungen dieser Norm nicht widersprechen.

Wenn ein neues Klassifizierungssystem vorbereitet oder ein bestehendes System verwendet wird, müssen die Erfahrungen auf folgende Punkte Bezug nehmen:

- das zufriedenstellende Verhalten fertiggestellter Erdbauwerke, die aus einer Materialklasse und anhand spezifischer Verfahren erstellt wurden,
- die Eignung bestimmter Verfahren für die jeweilige Materialklasse.

Das technische Verhalten des fertiggestellten Erdbauwerks muss dem Bauwerktyp entsprechend bewertet werden. Dazu können gehören:

- Einschnitte in Boden und Fels,
- Dämme für Infrastruktur oder Bauwerke,
- Landgewinnung oder
- Inliner.

Hinsichtlich des technischen Verhaltens sind der Mineralanteil und die Korngrößenverteilung von Böden sowie der Ursprung, die Brechbarkeit und Abbaubarkeit von Fels wichtige Eigenschaften. Die Empfindlichkeit feinkörnigen Bodens gegenüber Wasser hat eine gravierende Auswirkung auf die Ausführung der Erdarbeiten, und die Feuchte feiner Böden muss, sofern relevant, im Klassifizierungssystem berücksichtigt werden.

Da für Erdarbeiten große Materialmengen erforderlich sind, ist die Klassifizierung von Proben zur Einstufung bestimmter natürlicher Materialien nicht ausreichend: Die Beschreibung des Bodens ist Teil der für die Ermittlung von Bereichen mit homogenen Merkmalen benötigten Informationen und demzufolge Teil der Bemessung von Erdarbeiten.

5 Beschreibung und Klassifizierung

5.1 Allgemeines

Der Baugrund muss beschrieben und nach Materialien aus homogenen Bereichen und mit ähnlichen Materialeigenschaften klassifiziert werden. Dieser Prozess wird in der Regel durch Prüfung gestützt und sollte drei Phasen umfassen wie in Tabelle 1 angegeben:

- 1) Die Boden- und Felsmaterialien sollten in dem Zustand an Ort und Stelle oder wie ausgehoben beschrieben werden.
- 2) Die Klassifizierung in Gruppen mit ähnlichen Materialeigenschaften und homogenen Bereichen basierend auf den inhärenten Eigenschaften muss im Rahmen des Bemessungs- und Planungsprozesses vorgenommen werden. Die Klassifizierung der Materialien erfordert in der Regel eine ganze Reihe an Prüfungen.
- 3) Die Klassifizierung muss auch in der Planungs- und Ausführungsphase auf Basis der Zustandseigenschaften vorgenommen werden. Die Klassifizierung nach Zustandseigenschaften sollte zur Planung, Spezifizierung und Kontrolle der Arbeiten genutzt werden sowie zum Nachweis, dass das durch die Bemessung und Spezifikation geforderte Produkt umgesetzt wurde.

Tabelle 1 — Phasen der Beschreibung und Klassifizierung

Phase	Definition	Grundlage	Anwendung
Beschreibung	Geotechnische Beschreibung von Boden und Fels zur Aufzeichnung von Merkmalen des Baugrunds, die den Aushub bestimmen und die Verwendung des Materials beeinflussen, die jedoch bei der Probenahme oder der Ausführung von Erdarbeiten beseitigt werden können, z. B. Schichtung, Variabilität und Bruchabstände.	Feld- und Laborbeobachtung. Beschreibung von Material und Merkmalen.	Gruppierung in Bereiche mit ähnlichen Merkmalen; Bestimmung von Schichten, Bereichen oder Gebieten mit ähnlichen Eigenschaften oder homogenen Merkmalen. Schichtbeschreibungen erleichtern die Zeitplanung von Prüfungen, die zur Klassifizierung führen.
Klassifizierung (inhärent) siehe Tabelle 3	Klassifizierung auf Basis der inhärenten Eigenschaften, die durch die Auswirkungen von Probenahmen oder die Ausführung von Erdarbeiten nicht verändert werden. Zuordnung von Boden- und Felsmaterialien zu den entsprechenden Gruppen.	Auswahl geeigneter Prüfungen zur Bestimmung von Eigenschaften, z. B. Korngröße, Plastizität und Mineralanteil.	Klassifizierung zur Bestimmung der Materialeignung in verschiedenen Bereichen der geplanten Erdarbeiten. Verfügbare Prüfungen können aus der Auflistung in Anhang A gewählt werden.
Klassifizierung (Zustand)	Einteilung auf Basis des Zustands des Baugrunds, d. h. durch solche Eigenschaften, die sich durch Probenahmen oder die Ausführung von Erdarbeiten verändern können.	Auswahl geeigneter Prüfungen zur Bestimmung von Eigenschaften, z. B. Wassergehalt, Festigkeit, Steifigkeit und Stabilität. Die zu bemessenden Eigenschaften hängen von der Korngröße des Bodens und der Festigkeit des Korns ab.	Klassifizierung zur Bestimmung von Klassen nach technischen Eigenschaften beim Aushub, Transport, Auftrag und Verdichten. Verfügbare Prüfungen können aus der Auflistung in Anhang A gewählt werden.

ANMERKUNG 1 Die Angaben in der Spalte „Anwendung“ sollten nur als Beispiele herangezogen werden. Je nach Projektbedingungen können andere Anwendungsgebiete für die unterschiedlichen Klassifizierungsstufen berücksichtigt werden.

Für die Verwendung von wiederaufbereiteten mineralischen Materialien und Nebenprodukten in Erdarbeiten dürfen die Vorgehensweisen in Tabelle 1 ebenfalls gelten. Wenn es sich nicht um ein natürliches Material handelt, müssen Mineralanteil, Eigenschaften und Ursprung angegeben werden.

ANMERKUNG 2 Die Verwendung solcher Materialien kann durch andere Europäische Normen erfasst sein.

5.2 Beschreibung

Der an Ort und Stelle vorhandene Boden oder Fels sollte beschrieben werden, bevor die Klassifizierung wie in Tabelle 1 festgelegt vorgenommen wird. Dabei handelt es sich um die systematische Aufzeichnung des Materials und der Merkmale der Erd- oder Felsmasse.

Üblicherweise sind mit der geologischen Abfolge beschreibende Elemente oder Schichten verbunden, die je nach Variabilität in Untereinheiten aufgeteilt werden dürfen. Geologische Daten sollten mit aufgenommen werden, damit eine vollständige und präzise Beschreibung sichergestellt ist.

Der Boden und Fels, die für das Erdbauwerk verwendet werden dürfen, müssen nach EN ISO 14688-1 und EN ISO 14689-1 auf Grundlage von visuellen und manuellen Techniken im Feld beschrieben werden, einschließlich in Schürfgruben und in Proben, die aus Bohrlöchern und/oder im Labor entnommen werden. Bei der Beschreibung wird der Boden in Massenanteile basierend auf der Korngröße eingeteilt.

Die folgenden in EN ISO 14688-1 definierten Massenanteile müssen verwendet werden:

- sehr grobkörnige Böden (Felsblöcke und Geröll),
- grobkörnige Böden (Kies und Sand),
- feinkörnige Böden (Schluff und Ton).

Die Beschreibung ermöglicht eine Bewertung der Bedingungen an Ort und Stelle des Baugrunds, einschließlich des Schwierigkeitsgrads des Aushubs und der Variabilität. In der Beschreibung sind Angaben zu Labortests in der Regel nicht erforderlich. Die Eigenschaften der Erd- bzw. Felsmasse schließen Bruchabstände und Verwitterung mit ein und sind für Prüfungen üblicherweise nicht zugänglich.

Die Beschreibung sollte sämtliche Aspekte des Bodens oder Fels erfassen, die für den Aushub, Transport, Auftrag und das Verdichten des Materials und seiner Einbindung im Erdbauwerk relevant sein können. Die Aspekte zum Boden oder Fels an Ort und Stelle sollten Festigkeit, Struktur (z. B. Schichtung) oder Bruchabstände beinhalten, welche sich auf den Aufwand für den Aushub auswirken können. Die Verfügbarkeit einer Beschreibung von Materialien ermöglicht weiterhin eine Interpolation zwischen Prüfergebnissen in Bereichen oder Materialien, für die keine Feld- oder Labortests durchgeführt wurden.

Die Beschreibungen ermöglichen die Ermittlung von Bereichen mit homogenen Merkmalen und die zeitliche Planung von geeigneten Feld- oder Labortests für die Klassifizierung.

Die Beschreibungen sollten üblicherweise in die Feldberichte zu den Erkundungsstellen (z. B. Testgruben, Bohrlöcher) aufgenommen werden. Der Auftrag der Materialien an der jeweiligen Stelle sollte gegebenenfalls in Plänen und Abschnitten dargestellt werden. Die Anforderungen an Feld- und Erkundungsberichte sind in EN ISO 22475-1 und EN 1997-2 beschrieben.

5.3 Klassifizierung

Sofern relevant, muss der Klassifizierungsprozess in Tabelle 1 zusammen mit den Verweisen auf die Tabellen 3 und 4 befolgt werden, die das typische Klassifizierungssystem von Materialien zusammenfassen, die für das Erdbauprojekt verfügbar sind.

ANMERKUNG Die in EN ISO 14688-2 aufgeführte Vorgehensweise bei der Klassifizierung gilt für Erdarbeiten, jedoch nur als Einleitung. Der hier angegebene Bereich und Anwendungsbereich der Klassifizierung für Erdarbeiten enthält detailliertere Informationen als in der zuvor genannten Norm.

Für die Klassifizierung an einer Erkundungsstelle sollte zunächst ein vorhandenes Klassifizierungssystem genutzt werden (z. B. ein national oder von einzelnen Auftraggebern genutztes System), das es ermöglicht, bei einem Projekt auf vorhergehende Erfahrungen zurückzugreifen. Die für das Projekt übernommenen Klassifizierungssysteme dürfen angepasst werden, wenn weitere Informationen zu den Baugrundbedingungen an einer Stelle zur Verfügung stehen.

Die Gruppierung von Böden und Fels auf Basis ihrer inhärenten Eigenschaften kann als Grundlage für Kundenspezifikationen hinsichtlich der Anforderungen an die in den Erdbauwerken zu verwendenden Materialien genutzt werden. In Kombination mit den Zustandseigenschaften kann dies auch dabei helfen, die geeigneten Bauverfahren für die Erdarbeiten zu ermitteln, die die Festlegung von projektorientierten Klassen ermöglichen. Die Definition dieser Klassen sollte durch Feldversuche gestützt werden.

6 Klassifizierung nach inhärenten Parametern

6.1 Allgemeines

Alle für Erdarbeiten verwendeten Materialien müssen in Materialgruppen auf der Grundlage von Parametern inhärenter Eigenschaften klassifiziert werden, also der Parameter, die sich nicht verändern.

ANMERKUNG 1 Die Klassifizierung in Gruppen sollte dem Ingenieur helfen zu ermitteln, welche Materialien für die Verwendung in einem Erdbauwerk geeignet oder potenziell geeignet sind, annehmbaren inhärenten Eigenschaften unterliegen und den Vorgaben des Entwurfs entsprechen wie in prEN 16907-1 definiert.

ANMERKUNG 2 Die Klassifizierung auf Basis inhärenter Eigenschaften zeigt nicht zwangsläufig eine Eignung für die Wiederverwendung als Auffüllmaterial auf, da dies von Zustandseigenschaften und dem Erreichen einer zufriedenstellenden Verdichtung abhängt.

6.2 Definition von Bodengruppen

Eine Bodenklassifizierung mit Gruppen basierend auf Parametern inhärenter Eigenschaften ist in den Tabellen 3a bis 3e angegeben. Der ausgehobene Boden muss für die Verwendung in Erdarbeiten klassifiziert werden. Dazu können ein erprobtes nationales System oder die Tabellen 3a bis 3e genutzt werden.

ANMERKUNG 1 Alternativ dürfen nationale Klassifizierungen verwendet werden, wie in den Anhängen zu prEN 16907-1 beschrieben.

Die Parameter von inhärenten Eigenschaften von Boden, die in der Klassifizierung verwendet werden, sollten mindestens Folgendes umfassen:

- Korngrößenverteilung,
- Plastizität (Fließgrenze und Plastizitätsindex, die in einem Plastizitätsdiagramm oder als Methylenblau-Wert dargestellt werden können),
- organische Bestandteile.

Die Bewertung von Parametern sollte durch Laboruntersuchungen und -versuche gestützt werden.

ANMERKUNG 2 Der Verlauf der Körnungslinie ist für die Klassifizierung nützlich, jedoch unterscheiden sich die Vorgehensweisen und Grenzwerte in verschiedenen Ländern deutlich.

ANMERKUNG 3 Die Methylenblau-Prüfung ist ein alternatives Verfahren zur Messung von geringer und mittlerer Plastizität. Eine geeignete Europäische Norm ist nicht verfügbar. Es wird das NF P 94-068-Verfahren nach der entsprechenden Französischen Norm empfohlen.

Die Klassifizierung/Gruppierung nach Tabelle 3 darf für natürliche Materialien angewendet werden. Für Baugrund, z. B. ausgehobene natürliche, zerkleinerte oder einige hergestellte Materialien muss der Ursprung des Bodens angegeben werden und weitere inhärente Eigenschaften müssen für die Zuordnung zu Bodengruppen der Tabellen 3a bis 3e berücksichtigt werden.

Für Salze enthaltende Böden kann die Klassifizierung nach Tabelle 4d vorgenommen werden.

Tabelle 3 — Bodengruppen für Erdarbeiten basierend auf inhärenten Bodenparametern

Tabelle 3a — Sehr grobkörnige Böden

Hauptgruppe	Benennung	Korngrößen-Massenanteil, mm				Ungleichförmigkeitszahl C _u	Bodengruppen-symbol	Anmerkungen		
		≤ 63	– > 63–200	– > 200–630	> 630					
Sehr grobkörnige Böden Gruppe 1	große Felsblöcke > 630 mm	≤ 30 %	geringer als große Felsblöcke			–	LBo1	Das Verhalten in Auffüllmaterial wird vom Massenanteil > 63 mm bestimmt.	Boden muss üblicherweise vor der Verwendung in Erdbauwerken bearbeitet werden	
	Felsblöcke 200 bis 630 mm		geringer als Felsblöcke		geringer als Felsblöcke		Bo1	Ein Massenanteil von < 63 mm kann ggf. als zusätzlicher Parameter klassifiziert werden.		
	Geröll 63 bis 200 mm			geringer als Geröll			Co1	Die Größe der Blöcke muss für den Aushub berücksichtigt werden.		
Sehr grobkörnige Böden Gruppe 2	große Felsblöcke > 630 mm	≤ 70 %	geringer als große Felsblöcke			–	LBo2	Das Verhalten in Auffüllmaterial wird vom Massenanteil ≤ 63 mm bestimmt.		
	Felsblöcke 200 bis 630 mm		geringer als Felsblöcke		geringer als Felsblöcke		Bo2	Ein Massenanteil von ≤ 63 mm muss klassifiziert werden.		
	Geröll 63 bis 200 mm			geringer als Geröll			Co2	Die Größe der Blöcke muss für den Aushub berücksichtigt werden.		
ANMERKUNG Die Massenanteile von großen Felsblöcken, Felsblöcke und Geröll dürfen durch volumetrische Prüfung bestimmt werden.										

Tabelle 3b — Grobkörnige Böden (< 5 % Feinkornanteil)

Haupt- gruppe	Benennung	Korngrößen-Massenanteil, mm				Ungleichförmigkeitszahl C _u	Bodengruppensymbol	Anmerkungen
		≤ 0,063 (Feinkorn)	> 0,063–2	> 2	> 63			
Grobkörnige Böden	Kies weit gestuft	< 5 %	geringer als Material > 2 mm	höher als Material > 0,063 bis 2 mm	≤ 30 %	≥ 6	GrW	Boden ist in Erdbauwerken nutzbar
	Kies eng gestuft					< 6	GrN	
	Sand weit gestuft		höher als Material > 2 mm	geringer als Material > 0,063 bis 2 mm		≥ 6	SaW	
	Sand eng gestuft					< 6	SaN	

Tabelle 3c — Gemischtkörnige Böden (5 % bis 15 % Feinkornanteil)

Hauptgruppe	Benennung	Korngrößen-Massenanteil, mm				Ungleichförmigkeitszahl C _u	Bodengruppensymbol	Anmerkungen
		≤ 0,063 (Feinkorn)	> 0,063–2	> 2	> 63			
Gemischtkörnige Böden	Kies-Schluff-Gemische	5 % bis ≤ 15 %	geringer als Material > 2 mm	höher als Material > 0,063–2 mm	≤ 20 %	≥ 6	CGrW	Boden ist in Erdbauwerken üblicherweise nutzbar
				< 6		CGrN		
	Sand-Schluff-Gemische		höher als Material > 2 mm	geringer als Material > 0,063 bis 2 mm		≥ 6	CSaW	
						< 6	CSaN	

Tabelle 3d — Zwischen- und feinkörnige Böden (mehr als 15 % Feinkornanteil)

Hauptgruppe	Benennung	Feinkornanteil, mm	Weitere Gruppierungsparameter (inhärente Eigenschaften)			Bodengruppen- symbol	Anmerkungen
		≤ 0,063	Fließgrenze WI	Plastizitätsindex Ip	Methylenblau- Wert		
Zwischen- böden	Zwischenböden – geringe Plastizität	15 % bis ≤ 35 %	< 35 %	≤ 12 %	≤ 2.5	ISL	Boden ist in Erdbauwerken normalerweise nutzbar.
	> 12 %			> 2.5	ISH		
Feinkörnige Böden	Feinkorn mit geringer Plastizität	> 35 %	< 35 %	≤ 12 %	≤ 2.5	SiL, CiL	Bei feinkörnigen Böden wird auf Grundlage der A-Linie (siehe Bild 1) zwischen Schluff und Ton unterschieden.
	Feinkorn mit mittlerer Plastizität		35 – ≤ 50 %	> 12 % – 22 %	> 2.5	SiM, CiM	
	Feinkorn mit hoher Plastizität		50 – ≤ 70 %	22 – 40 %	> 6	CiH	
	Feinkorn mit sehr hoher Plastizität		> 70 %	> 40 %	–	CiV	Diese Böden sollten als nicht nutzbar bewertet werden, soweit dies nicht durch Prüfungen, Erfahrungen an Ort und Stelle oder Behandlung widerlegt wird.
	Feinkorn mit äußerst hoher Plastizität		> 70 %	Oberhalb der A-Linie im Plastizitätsdiagramm (Bild 1)	–	CiE	
ANMERKUNG Feinkörnige Böden dürfen unter Verwendung der Fließgrenze, des Plastizitätsindex oder des Methylenblau-Werts oder einer Kombination daraus klassifiziert werden. Eine gemeinsame Grundlage einer solchen Klassifizierung bildet das Plastizitätsdiagramm (siehe Bild 1).							

Tabelle 3e — Organische Bodengruppen

Hauptgruppe	Benennung	Korngrößen-Massenanteil, mm				Weitere Gruppierungsparameter (inhärente Eigenschaften)			Bodengruppen- symbol	Anmerkungen
		≤ 0,063 (Fein- korn)	> 0,063–2	> 2–63	> 63	Fließgrenze Wl	Plastizitäts- index Ip	Methylenblau- Wert		
Böden mit geringen organischen Anteilen (2 % bis 6 % organische Bestandteile, siehe Anmerkungen)	leicht organischer Sand	≤ 35 %	65 % bis 100 %	< 10 %		–			LOSa	Normalerweise nur als Auffüllmaterial mit bis zu ca. 6 % organi- schen Bestandteilen verwendet, jedoch unterscheiden sich nationale Vorgehens- weisen bei Prüfverfahren und Spezifikationen
	leicht organischer Schluff	> 35 %	< 65 %			< 35 %	< 12	≤ 2.5	LOSi	
	leicht organischer Ton	> 50 %				35–50 %	12–22	> 2.5	LOCI	
Böden mit mittleren organischen Anteilen (6 % bis 20 % organische Bestandteile, siehe Anmerkungen)	mittelorga- nischer Sand	≤ 35 %	65 % bis 100 %			–		–	MOSa	
	mittelorga- nischer Schluff	> 35 %	< 65 %			< 35 %	< 12		MOSi	
	mittelorga- nischer Ton	> 50 %				35–50 %	12–22		MOCI	
Organische Böden	Torf					–			PE	Wird in Erdarbeiten normalerweise nicht verwendet

ANMERKUNG 1

Die organischen Bestandteile basieren auf der Anwendung eines Glühverlust-Prüfverfahrens. Mit anderen Prüfverfahren, z. B. die Beimengung zu Natriumhydroxid oder Titration oder Oxidation mit KMnO₄, werden unterschiedliche Werte erzielt.

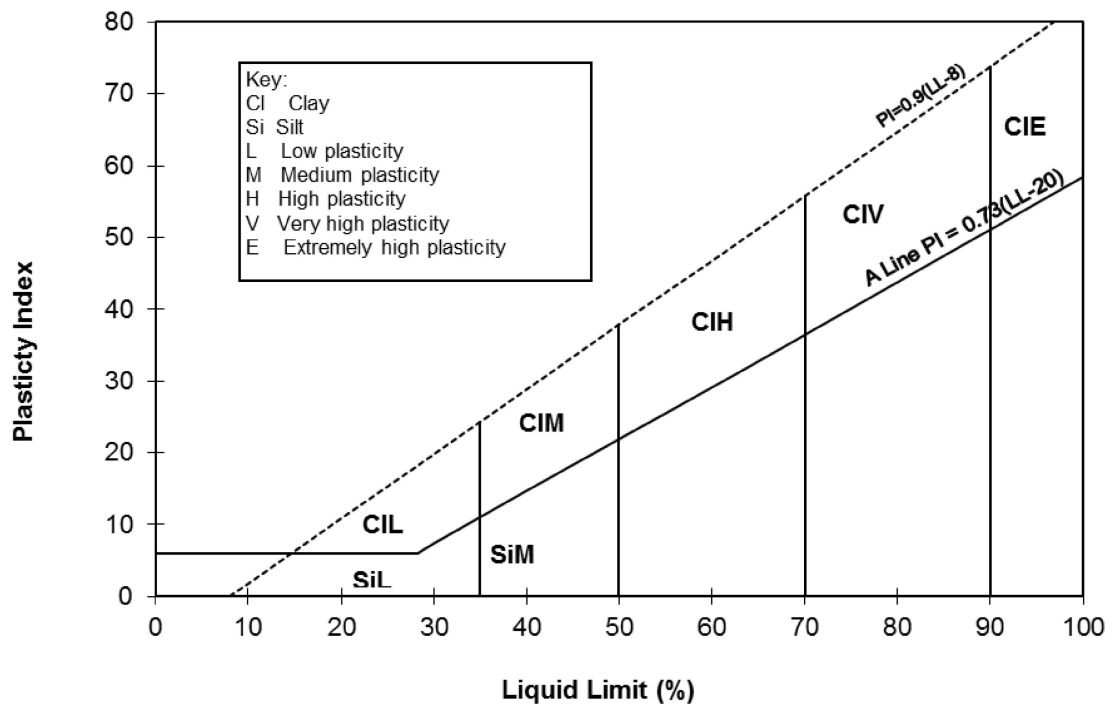
ANMERKUNG 2

Es liegt keine Europäische Norm für die Bestimmung der organischen Bestandteile vor, daher sollten nationale Prüfverfahren genutzt werden.

Tabelle 3f — Auffüllungen

Hauptgruppe	Benennung	Korngröße, mm	Weitere Gruppierungsparameter (inhärente Eigenschaften)	Bodengruppen- symbol	Anmerkungen
Auffüllungen		alle Korngrößen		FN	Auffüllungen aus natürlichen Materialien Materialklassifizierung ähnelt der in den Tabellen 3a bis 3e angegebenen Klassifizierung
				FA	Auffüllungen aus hergestellten Materialien

Böden dürfen mithilfe von Konsistenzgrenzen und Vorgehensweisen bei Erdarbeiten einschließlich Fließgrenze und Plastizitätsindex klassifiziert werden. Diese Parameter können in einem Plastizitätsdiagramm (Bild 1) dargestellt werden, jedoch kann sich die Form der verschiedenen Klassen in diesem Diagramm je nach Land unterscheiden.



Legende

Cl Ton
Si Schluff
L Geringe Plastizität
M Mittlere Plastizität
H Hohe Plastizität
V Sehr hohe Plastizität
E Äußerst hohe Plastizität

A-Linie $PI = 0,73 (LL - 20)$
Plastizitätsindex
Fließgrenze (%)

Bild 1 — Plastizitätsdiagramm für die Unterteilung feinkörniger Böden

6.3 Definition von Felsgruppen

Die Klassifizierung von Felsmaterial sollte auf Grundlage von Parametern inhärenter Eigenschaften der Festigkeit erfolgen wie in Tabelle 4a angegeben.

ANMERKUNG Für Erdarbeiten werden Eigenschaften von Felsmassen durch Zustandseigenschaften definiert (siehe 7.3).

Tabelle 4a — Felsmaterialgruppen (Festigkeit)

Felsgruppe		Punktlast- index I_{s50}	Druckfestig- keit σ_u	Beispiele
Felsgruppen- symbol	Festigkeits- begriff	Annahme ($I_{s50} = \sigma_u/25$) MPa	MPa	
REW	äußerst brüchiger Fels		0,6–1	verwitterter Tonstein, Siltstein, Sandstein
RVW	sehr brüchiger Fels	< 0,2	1–5	verwitterter Tonstein, Siltstein, Sandstein, Gips – Stein, Kohle
RW	brüchiger Fels	0,2 bis 1,0	5 bis 25	Tonstein, Siltstein, Sandstein, Mergelstein, Schiefer, Gipsstein, Kohle
RMS	mittelfester Fels	1,0 bis 2,0	25 bis 50	Sandstein, Mergelstein, Kalkstein, Schiefer, metamorphes Gestein
RS	fester Fels	2,0 bis 4,0	50 bis 100	Sandstein, Kalkstein, vulkanisches Gestein, plutonisches Gestein, metamorphes Gestein
RVS	sehr fester Fels	4,0–10,0	100–250	vulkanisches Gestein, plutonisches Gestein, metamorphes Gestein
RES	äußerst fester Fels	> 10,0	> 250	
ANMERKUNG 1 RVW- und RW-Materialien können abbaubar sein und möglicherweise sind Prüfungen zum Nachweis der Materialstabilität notwendig.				
ANMERKUNG 2 Sofern verfügbar, darf eine alternative materialspezifische Korrelation von I_{s50} mit σ_u verwendet werden.				

ANMERKUNG Zu weiteren bei der Klassifizierung verwendeten inhärenten Eigenschaften von Fels zählen Mineralanteil und Dichte.

Zur Klassifizierung von Fels für den Aushub können eine oder mehrere dieser Eigenschaften verwendet werden, die unabhängig oder nicht unabhängig sein dürfen. Beispielsweise kann ein Fels wie folgt klassifiziert werden: RW, XC, V2 oder RS, C, V3.

Sobald der Fels ausgehoben wurde, wird er ein Verhalten wie ein Boden aufweisen, üblicherweise ein grobkörniger oder sehr grobkörniger Boden, jedoch mit unterschiedlichem Feinkornanteil. Grobkorn und Feinkorn können jeweils fest und abrasiv oder brüchig und abbaubar sein. Die Klassifizierung von Fels für die Verwendung in Erdarbeiten ist in Tabelle 4b angegeben.

Tabelle 4b — Felsgruppen für die Wiederverwendung

Bezeichnende Festigkeit	Geologische Beschaffenheit	Parameter (inhärente Eigenschaften)						Symbol	Verhalten	Anmerkung
		Druckfestigkeit, MPa	Brechbarkeit FR	Abbaubarkeit DG	Los Angeles-Index LA	Micro-Deval-Index MDE	Dichte Yd			
Brüchig	Tonstein	< 5	> 7					CRw	als Boden nach dem Aushub	in Erdbauwerken nutzbar
	Kalkstein					> 45	< 1,8	Llw		
	Sandstein		> 7					SAw		
	Konglomerat		> 7					COw		
	magmatisches Gestein		> 7					IRw		
	metamorphes Gestein		> 7					MRw		
Mittelfest	Tonstein	5–50	> 7	> 5 > 2				CRid	evolutionärer oder abbaubarer Fels	abhängig vom Entwurf
	Tonstein		< 7	< 5 < 2				CRind	nicht evolutionärer oder nicht abbaubarer Fels	in Erdbauwerken nutzbar
	Kalkstein					> 45	> 1,8	Lli	abhängig vom Erdbauverfahren	
	Sandstein		< 7		> 45	> 45		SAi		
	Konglomerat		< 7		> 45	> 45		COi		
	magmatisches Gestein		< 7		> 45	> 45		IRi		
	metamorphes Gestein		< 7		> 45	> 45		MRI		
Fest	Tonstein	50–100	< 7	> 5 > 2		< 45		CRSd	evolutionärer oder abbaubarer Fels	abhängig vom Entwurf
	Tonstein		< 7	< 5 < 2		< 45		CRSnd	nicht evolutionärer oder nicht abbaubarer Fels	in Erdbauwerken nutzbar
	Kalkstein		< 7	> 5 > 2		< 45	kein Grenzwert	LIS	als Lockergestein	
	Sandstein		< 7	< 5 < 2	< 45	< 45		SAS		
	Konglomerat				< 45	< 45		COS		
	magmatisches Gestein				< 45	< 45		IRS		
	metamorphes Gestein				< 45	< 45		MRS		

Tabelle 4b (fortgesetzt)

Bezeichnende Festigkeit	Geologische Beschaffenheit	Parameter (inhärente Eigenschaften)						Symbol	Verhalten	Anmerkung
		Druckfestigkeit, MPa	Brechbarkeit FR	Abbaubarkeit DG	Los Angeles-Index LA	Micro-Deval-Index MDE	Dichte Yd			
Sehr fest	magmatisches und metamorphes Gestein	100–250			< 35	< 25		IRVS, MRVS		
Äußerst fest	magmatisches und metamorphes Gestein	> 250			< 25	< 10		IRES, MRES		
ANMERKUNG Die Werte für FR und DG variieren je nach angewendetem Prüfverfahren. In Tabelle 4b: Parameter für FR nach Französischer Norm NF P 94-06, Parameter für DG nach Französischer Norm NF P 94-067 (erster Wert) und nach Spanischer Norm UNE 146510 (zweiter Wert).										

Für weitere, weniger übliche Felsarten können materialspezifische Klassifizierungen geeignet sein. Beispiele für die Klassifizierung von Kreide und löslichem (Salz)gestein sind nachfolgend angegeben.

Kreide darf auf Basis der Trockendichte (en: intact dry density, IDD) wie folgt klassifiziert werden (CIRIA C574, 2002):

Tabelle 4c — Kreidegruppen

Begriff	IDD (kN/m ³)
Sehr hoch	> 19,5
Hoch	17 < IDD < 19,5
Mittel	15,5 < IDD < 17
Gering	< 15,5

Salzgestein enthält lösliche Minerale, deren Zersetzungsgrad innerhalb der Lebensdauer eines Erdbauwerks maßgebliche Auswirkungen haben kann. Falls erforderlich, darf Gestein dieses Typs wie in Tabelle 4d angegeben klassifiziert werden.

Tabelle 4d — Gruppen von Salzgestein

Bereich der Löslichkeit der Salzminerale (Beispiele)	Anteil an Salzmineralen (Massenanteil)	Bedingungen für die Verwendung in Erdarbeiten
Gering (Calcit CaCO_3 , $s = 0,01 \text{ g/l}$ bei $T = 20 \text{ °C}$)	Beliebig	Keine besonderen Bedingungen infolge der Löslichkeit.
Mittel (Gips $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $s = 2,40 \text{ g/l}$ bei $T = 20 \text{ °C}$)	Geringer als 0,2 %	Darf an einer beliebigen Stelle der Erdauffüllung verwendet werden. Keine besonderen Bedingungen infolge der Löslichkeit.
	0,2 % bis 2 %	Darf im Kern der Erdauffüllung verwendet werden. Es sind keine besonderen Vorsichtsmaßnahmen beim Bau der Krone und Böschungen nötig.
	2 % bis 20 %	Eingeschränkte Verwendung im Kern der Erdauffüllung unter folgenden Bedingungen: — Der Kern muss eine feste und undurchlässige Masse bilden. — Es sind Maßnahmen zur Trockenlegung und Abdichtung vorhanden, um den Eintritt von Oberflächenwasser und Grundwasser in die Auffüllung zu verhindern.
	Höher als 20 %	Darf im Allgemeinen nicht verwendet werden. Die Verwendung muss auf Fälle beschränkt werden, in denen kein anderer Boden verfügbar ist und die Verwendung im Entwurf festgelegt und ordnungsgemäß begründet ist.
Hoch (Halit NaCl , $s = 360 \text{ g/l}$ bei $T = 20 \text{ °C}$)	Geringer als 0,2 %	Darf an einer beliebigen Stelle der Erdauffüllung verwendet werden. Keine besonderen Bedingungen infolge der Löslichkeit.
	Geringer als 1 %	Darf im Kern der Erdauffüllung verwendet werden. Es müssen besondere Vorsichtsmaßnahmen für den Bau der Krone und Böschungen ergriffen werden.
	Höher als 1 %	Darf nicht verwendet werden.

6.4 Verwendung weiterer inhärenter Eigenschaften

Es ist eine Reihe weiterer inhärenter Eigenschaften vorhanden, die zur Bestimmung der Eignung von Materialien für eine bestimmte Nutzung verwendet werden dürfen, jedoch sind diese nicht Teil der oben beschriebenen grundlegenden Klassifizierung. Dazu zählen:

- Mineralanteil des Korns, einschließlich der Art der vorhandenen Tonminerale sowie der Lithologie des Korns,
- Kornform,
- Korndichte,
- optimale Feuchte bzw. optimaler Wassergehalt (en: optimum moisture or water content, OMC),
- maximale Trockendichte (en: maximum dry density, MDD),
- Kornfestigkeit,
- Abbaubarkeit oder mechanische Festigkeit, einschließlich Kornhärte (keine maßgebliche Zerstörung während der Ausführung der Erdarbeiten),
- Verwitterung oder evolutive Veränderung (einschließlich Frost-Tau-Wechsel, Schwindung und Wasseraufnahme) und Dauerhaftigkeit der Bestandteile,
- Empfindlichkeit gegen Frostaufbruch,
- chemische Festigkeit und Beständigkeit,
- Aschegehalt.

ANMERKUNG Die OMC- und MDD-Werte können als inhärente Eigenschaften des Bodens für eine bestimmte während der Verdichtungsprüfungen angewendete Verdichtungsleistung herangezogen werden. Wenn eine davon abweichende Verdichtungsleistung angewendet wird, werden unterschiedliche Werte ermittelt.

Die Prüfanforderungen für die Klassifizierung der Beschaffenheit von Boden sind in Anhang A angegeben; dies schließt ausgehobenen Fels mit ein.

7 Klassifizierung nach Zustandsparametern

7.1 Allgemeines

Die Klassifizierung sollte den Zweck der Erdarbeiten (z. B. Straßen- oder Bahndämme, Staudämme, Hinterfüllung) und die Lage des Materials im Erdbauwerk berücksichtigen (gewöhnliches Füllmaterial, Deckschicht, Dränageschicht). Sie umfasst in der Regel Anforderungen an die Festigkeit und Steifigkeit des Füllmaterials und demzufolge eine Leitlinie zu den Anforderungen an die zu übernehmenden Verdichtungsprozesse.

Der Entwurf des Erbauwerks sollte festlegen, welche Zustandsparameter für das Projekt zu bewerten sind (siehe prEN 16907-1). Die Einteilung der Materialien kann sich den Prozessphasen entsprechend unterscheiden (Aushub, Vermengung, Transport, Auftrag, Verdichtung). Weitere Informationen zum Umfang der für die Klassifizierung des Materialzustands auszuführenden Prüfungen sind in Abschnitt 8 angegeben.