

Geotechnik im Bauingenieurwesen  
**Bestimmung und Klassifizierung von Böden**  
 (ISO/CD 14688:1995)

**DIN**  
**ISO 14688**

ICS 93.020

Einsprüche bis 30. Apr 1997

Geotechnics in civil engineering –  
 Identification and classification of soils  
 (ISO/CD 14688:1995)

Aspects géotechniques dans le domaine du génie civil –  
 Identification et classification des sols  
 (ISO/CD 14688:1995)

Anwendungswarnvermerk auf  
 der letzten Seite beachten!

Vorgesehen als  
 teilweiser Ersatz für  
 DIN 4022-1:1987-09  
 und vorgesehen als Ersatz für  
 DIN 18196:1988-10

**Das internationale Schriftstück ISO/CD 14688:1995, "Geotechnics in civil engineering – Identification and classification of soils", ist unverändert in diesen deutschen Norm-Entwurf übernommen worden.**

### Nationales Vorwort

Diese Norm soll im Zusammenhang mit E DIN ISO 14689 "Geotechnik im Bauingenieurwesen – Bestimmung und Beschreibung von Fels" die Ablösung der bestehenden Norm DIN 4022-1 bis DIN 4022-3 "Baugrund und Grundwasser – Benennen und Beschreiben von Boden und Fels" und DIN 18196 "Erd- und Grundbau – Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke" vorbereiten. Ferner wird die parallele Umfrage bei ISO und CEN nach der Wiener Vereinbarung vorbereitet.

### Zusammenhang zwischen ISO-Normen und entsprechenden DIN-Normen

| ISO-Normen    | DIN-Normen      |
|---------------|-----------------|
| ISO 710-1     | DIN 21901       |
| ISO 710-2     | DIN 21920-1     |
| ISO 10693     | E DIN ISO 10693 |
| ISO/DIS 10694 | E DIN ISO 10694 |
| ISO/DIS 11277 | E DIN ISO 11277 |
| ISO/DIS 11461 | E DIN ISO 11461 |
| ISO/DIS 11508 | E DIN ISO 11508 |
| ISO/CD 14689  | E DIN ISO 14689 |

### Änderungen

Gegenüber DIN 4022-1:1987-09 und DIN 18196:1988-10 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- Internationale Festlegungen unverändert übernommen,
- Abschnitte 5, 6 und 7 von DIN 4022-1:1987-09 vollständig überarbeitet,
- DIN 18196:1988-10 redaktionell überarbeitet.

Fortsetzung Seite 2 bis 32

Normenausschuß Bauwesen (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

Deutsche Übersetzung

Geotechnik im Bauingenieurwesen  
Bestimmung und Klassifizierung von Böden

| Inhalt                                                       | Seite |
|--------------------------------------------------------------|-------|
| <b>Vorwort</b>                                               | 4     |
| <b>1 Anwendungsbereich</b>                                   | 5     |
| <b>2 Normative Verweisungen</b>                              | 5     |
| <b>3 Definitionen</b>                                        | 6     |
| 3.1 Boden                                                    | 6     |
| 3.2 Bestimmung von Böden                                     | 6     |
| 3.3 Klassifizierung                                          | 6     |
| 3.4 Bodenart                                                 | 6     |
| 3.5 Eigenschaften der Bodenbestandteile                      | 6     |
| 3.6 Eigenschaften des gewachsenen Bodens                     | 6     |
| 3.7 Geologische Struktur                                     | 6     |
| 3.8 Trennflächen                                             | 6     |
| 3.9 Organische Bestandteile                                  | 7     |
| 3.10 Kornverteilung                                          | 7     |
| 3.11 Kornfraktion                                            | 7     |
| 3.12 Ungleichförmigkeitszahl ( $U$ )                         | 7     |
| 3.13 Krümmungszahl ( $C_c$ )                                 | 7     |
| 3.14 Korndichte ( $\rho_s$ )                                 | 7     |
| 3.15 Natürlicher Wassergehalt ( $w$ )                        | 7     |
| 3.16 Plastizität                                             | 7     |
| 3.17 Fließgrenze ( $w_L$ )                                   | 8     |
| 3.18 Ausrollgrenze ( $w_p$ )                                 | 8     |
| 3.19 Plastizitätszahl ( $I_p$ )                              | 8     |
| 3.20 Liquiditätszahl ( $I_L$ )                               | 8     |
| 3.21 Konsistenzzahl ( $I_c$ )                                | 8     |
| 3.22 Bezogene Lagerungsdichte ( $I_D$ )                      | 8     |
| 3.23 Undrainede Scherfestigkeit ( $c_u$ )                    | 9     |
| <b>4 Bestimmende Eigenschaften der Bodenbestandteile</b>     | 9     |
| 4.1 Allgemeines                                              | 9     |
| 4.2 Korngröße                                                | 9     |
| 4.3 Korngrößenverteilung                                     | 9     |
| 4.4 Kornzusammensetzung                                      | 10    |
| 4.5 Kornform                                                 | 10    |
| 4.6 Plastizität                                              | 11    |
| 4.7 Karbonatgehalt                                           | 12    |
| 4.8 Organischer Anteil                                       | 12    |
| 4.9 Torf                                                     | 13    |
| <b>5 Kennzeichnende Eigenschaften des gewachsenen Bodens</b> | 14    |
| 5.1 Allgemeines                                              | 14    |
| 5.2 Wassergehalt                                             | 14    |
| 5.3 Bezogene Lagerungsdichte von Sand und Kies               | 15    |
| 5.4 Lagerungsdichte und Festigkeit von Sand und Kies         | 15    |
| 5.5 Scherfestigkeit des undraineden Bodens                   | 16    |
| 5.6 Konsistenzzahl                                           | 17    |
| 5.7 Trennflächen und Schichtung                              | 18    |
| 5.8 Wechsellagerungen und Mischböden                         | 19    |
| 5.9 Farbe                                                    | 19    |
| 5.10 Geologische Bezeichnung                                 | 19    |
| <b>6 Allgemeine Bestimmung und Klassifizierung von Böden</b> | 19    |
| <b>7 Symbole und graphische Darstellung</b>                  | 23    |
| <b>8 Klassifizierungs-Versuche</b>                           | 23    |

## Verzeichnis der Tabellen, Bilder und Anhänge

|                                                                                                                                          |                                                                                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabelle 1:                                                                                                                               | Hauptkorngrößenfraktionen und Unterteilungen .....                                                                               | 9  |
| Tabelle 2:                                                                                                                               | Begriffe für die Form der Körnungslinie .....                                                                                    | 10 |
| Tabelle 3:                                                                                                                               | Begriffe für die Bezeichnung der Kornform .....                                                                                  | 10 |
| Tabelle 4:                                                                                                                               | Begriffe für die Bezeichnung der Plastizität .....                                                                               | 12 |
| Tabelle 5:                                                                                                                               | Begriffe für die Bezeichnung des Karbonatgehalt .....                                                                            | 12 |
| Tabelle 6:                                                                                                                               | Begriffe für die Beschreibung organischer Böden .....                                                                            | 13 |
| Tabelle 7:                                                                                                                               | Bestimmung des Zersetzungsgrads von feuchtem Torf durch Ausquetschen .....                                                       | 14 |
| Tabelle 8:                                                                                                                               | Klassifizierung von Torf nach seinem Faseranteil .....                                                                           | 14 |
| Tabelle 9:                                                                                                                               | Bezogene Lagerungsdichte von Sand und Kies .....                                                                                 | 15 |
| Tabelle 10:                                                                                                                              | Lagerungsdichte .....                                                                                                            | 15 |
| Tabelle 11:                                                                                                                              | Begriffe für die Bezeichnung der Lagerungsdichte und Festigkeit von grobkörnigen Böden und die dazu gehörigen Feldversuche ..... | 16 |
| Tabelle 12:                                                                                                                              | Begriffe für die Bezeichnung der Scherfestigkeit des undrnierten Bodens .....                                                    | 16 |
| Tabelle 13:                                                                                                                              | Begriffe für die Bezeichnung der Festigkeit von Tonen und die darauf bezogene manuelle Versuche .....                            | 17 |
| Tabelle 14:                                                                                                                              | Begriffe für die Konsistenzzahl $I_c$ von gestörten Schluffen und Tonen .....                                                    | 17 |
| Tabelle 15:                                                                                                                              | Begriffe für die Bezeichnung der Schichtmächtigkeit .....                                                                        | 18 |
| Tabelle 16:                                                                                                                              | Begriffe für die Bezeichnung des Trennflächenabstandes .....                                                                     | 18 |
| Tabelle 17:                                                                                                                              | Allgemeine Bestimmung und Beschreibung von Böden .....                                                                           | 20 |
| Tabelle 18:                                                                                                                              | Mischung von feinen und groben Kornfraktionen .....                                                                              | 21 |
| Tabelle 19:                                                                                                                              | Grundsätze der Bodenklassifizierung .....                                                                                        | 22 |
| Tabelle 20:                                                                                                                              | Symbole .....                                                                                                                    | 23 |
| Tabelle 21:                                                                                                                              | Bestimmungs- und Klassifizierungsversuche .....                                                                                  | 24 |
| Bild 1:                                                                                                                                  | Körnungslinien ausgewählter Bodenarten .....                                                                                     | 11 |
| Bild 2:                                                                                                                                  | Plastizitätsdiagramm für die Bestimmung von Böden .....                                                                          | 13 |
| <b>Anhang A (informativ)</b>                                                                                                             |                                                                                                                                  |    |
| Zusammenfassung der deutschen Klassifizierung von Böden für Bauingenieurzwecke beruhend auf der Kornverteilung und der Plastizität ..... |                                                                                                                                  | 25 |
| <b>Anhang B (informativ)</b>                                                                                                             |                                                                                                                                  |    |
| Zusammenfassung der schwedischen Klassifizierung von mineralischen Böden allein aufgrund auf der Kornverteilung .....                    |                                                                                                                                  | 29 |
| <b>Anhang C (informativ)</b>                                                                                                             |                                                                                                                                  |    |
| Zusammenfassung der britischen Klassifizierung für den Erdbau .....                                                                      |                                                                                                                                  | 30 |

## Vorwort

Die ISO (Internationale Organisation für Normung) ist die weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitgliedskörperschaften). Die Erarbeitung Internationaler Normen obliegt den Technischen Komitees der ISO. Jede Mitgliedskörperschaft, die sich für ein Thema interessiert, für das ein Technisches Komitee eingesetzt wurde, ist berechtigt, in diesem Komitee mitzuarbeiten. Internationale (staatliche und nichtstaatliche) Organisationen, die mit der ISO in Verbindung stehen, sind an den Arbeiten ebenfalls beteiligt. Die ISO arbeitet bei allen Angelegenheiten der elektrotechnischen Normung eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die von den Technischen Komitees verabschiedeten internationalen Norm-Entwürfe werden den Mitgliedskörperschaften zur Abstimmung vorgelegt. Die Veröffentlichung als Internationale Norm erfordert Zustimmung von mindestens 75% der abstimmenden Mitgliedskörperschaften.

Im Juni 1983 führte das Niederländische Normungsinstitut NNI eine Sitzung des ISO/TC 182 "Geotechnik" in Den Haag durch. Auf dieser Sitzung wurden vier Unterkomitees des TC 182 gegründet:

SC 1: - Klassifizierung und Darstellung

SC 2: - Labor- und Felduntersuchungen sowie Überwachung

SC 3: - Gründungen, Stütz- und Erdbauwerke

SC 4: - Besondere geotechnische Bauverfahren (Spezialtiefbau)

Das Sekretariat des SC 1 wurde vom Schwedischen Normungsinstitut SIS übernommen. Im März 1987 legte SIS das Sekretariat von SC 1 nieder und das Deutsche Institut für Normung bot sich an, das Sekretariat zu übernehmen.

P-Mitglieder des ISO/TC 182 stimmten der Ernennung des DIN zu, und im August 1988 fand eine Sitzung statt. Es wurde beschlossen, eine Arbeitsgruppe "Beschreibung und Klassifizierung von Böden und Fels" zu gründen. Fachleute der Niederlande, Frankreichs, des Vereinigten Königreichs und Deutschlands erstellten dieses Arbeitspapier.

ISO/TC 182 "Geotechnik im Bauingenieurwesen" ist eingebunden mit ISO/TC 82 "Bergbau", zu dem eine interne Verbindung geschaffen wurde mit dem Ergebnis, so weit wie möglich auf die ISO-Norm 710-1 bis 710-5 für die zeichnerische Darstellung zu verweisen. Diese Vorschläge wurden auch dem ISO/TC 10 und dem ISO/TC 145 unterbreitet, so daß die zeichnerische Darstellung von Böden und Fels, die allgemein verwendet wird, weltweit angenommen wird.

Die Verweisungen des SC 1 berühren die Interessensgebiete der folgenden Internationaler Gesellschaften:

ISSMFE - The International Society for Soil Mechanics and Foundation Engineering

ISRM - The International Society for Rock Mechanics

IAEG - The International Association for Engineering Geology

Die Europäische Normungsorganisation CEN/CENELEC ist ebenfalls an der Entwicklung interessiert, insbesondere:

CEN/TC 250/SC 7 "Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik"

CEN/TC 288 "Ausführung besonderer geotechnischer Arbeiten (Spezialtiefbau)"

Dieser Norm-Entwurf umfaßt Gebiete, die auf internationaler Ebene noch niemals genormt wurden. Dieses Dokument soll die weltweit verbreitete Praxis widerspiegeln und bedeutende Unterschiede zu nationalen Dokumenten sind nicht vorweggenommen, desgleichen ist eine detaillierte Klassifizierung und Beschreibung von Boden wahrscheinlich zweckmäßig. Diese Norm ist ein normatives Dokument, ausgenommen der Anhänge mit Klassifizierungsbeispielen, die nur informativen Charakter haben.

## 1 Anwendungsbereich

Diese Norm stellt die Grundprinzipien für die Bestimmung und Klassifizierung Böden auf der Basis der Eigenschaften dar, die gewöhnlicherweise für Böden im Bauingenieurwesen verwendet werden.

Die relevanten Eigenschaften können variieren und es kann sein, daß für besondere Projekte und Materialien, detailliertere Unterteilungen für die Bestimmung und Klassifizierung erforderlich werden. Zunächst werden die individuellen Eigenschaften zur Bestimmung von Böden und die allgemein üblichen, beschreibenden Begriffe eingeführt, einschließlich derer, die auf Ergebnissen von Labor- und Feldversuchen beruhen. Daraus folgen zwei Systeme für die Kombination der Beschreibung dieser Eigenschaften, jedes zu einem unterschiedlichem Maß:

1. Für die allgemeine Bestimmung und Beschreibung von Böden. Ein flexibles System für den sofortigen (Feld)-Einsatz durch geeignete, erfahrene Personen, das sowohl die Eigenschaften von gewachsenem Boden als auch von Bodenbestandteilen umfaßt, beruht hauptsächlich auf visuellen und manuellen Techniken.
2. Für die allgemeine Klassifizierung von Böden. Die Grundsätze der Klassifizierung mineralischer Böden beruhen im wesentlichen auf der Kornverteilung und der Plastizität und für organische Böden und Auffüllungen auf zusätzlich bestimmten Gruppen.

**ANMERKUNG:** Erfahrungen zeigen, daß Klassifizierungen für besondere Zwecke am besten den besonderen Anforderungen des Projektes und den Bodenarten angepaßt werden. Daher können die Grundsätze, die in dieser Norm gegeben werden, als eine Grundlage für geeignete Klassifizierungen, wie gefordert, verwendet werden.

Das Anwendungsgebiet umfaßt den natürlich gewachsenen oder umgelagerten Boden und ähnliches Auffüllungsmaterial. Es ist beabsichtigt, diese Norm für Boden in gemäßigten Klimazonen anzuwenden; die Bestimmung von Böden aus arktischen oder tropischen Gebieten soll durch eine spätere Norm erfaßt werden. Fels wird durch ISO/CD 14689 abgedeckt. Die Boden/Fels-Abgrenzung betreffend siehe Abschnitt 5.5.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden normativen Dokumente enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil der vorliegenden Internationalen Norm sind. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Internationalen Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig. Alle Normen unterliegen der Überarbeitung. Vertragspartner, deren Vereinbarungen auf dieser Internationalen Norm basieren, werden gebeten, die Möglichkeit zu prüfen, ob die jeweils neuesten Ausgaben der im folgenden genannten Normen angewendet werden können. Die Mitglieder von IEC und ISO führen Verzeichnisse der gegenwärtig gültigen Internationalen Normen.

ISO 710-1 : 1974 (E)

Graphical symbols for use on detailed maps, plans and geological cross sections - Part I: General rules of representation

ISO 710-2 : 1974 (E)

Graphical symbols for use on detailed maps, plans and geological cross sections - Part II: Representation of sedimentary rocks

ISO 10693 : 1995 (E)

Soil quality - Determination of carbonate content - Volumetric method

ISO/DIS 10694 : 1994 (E)

Soil quality - Determination of organic and total carbon after dry combustion

ISO/DIS 11277 : 1994 (E)

Soil quality - Determination of particle size distribution in mineral soil material - Method by sieving and sedimentation following removal of soluble salts, organic matter and carbonates

ISO/DIS 11461 : 1992 (E)

Soil quality - Determination of soil water content calculated on a volume basis - Gravimetric method

ISO/DIS 11508 : 1992 (E)

Soil quality - Determination of particle density

### 3 Definitionen

#### 3.1 Boden

Boden ist eine Ansammlung einzelner Bestandteile in Form einer Ablagerung, gewöhnlich mineralischer Zusammensetzung, manchmal aber auch organischen Ursprungs, die durch leichte mechanische Einwirkungen von einander getrennt werden und unterschiedliche Anteile von Wasser und Luft (manchmal auch andere Gase) enthalten können. Ein Boden besteht meistens aus einer natürlich vorkommenden Ablagerung, die Teil der Erdkruste bildet. Der Begriff wird jedoch auch für Auffüllungen verwendet, die aus ersetztem natürlichem Boden oder anthropogenen Material bestehen können, die ein ähnliches Verhalten aufweisen, z. B. zerkleinertes Gestein, zerkleinerte Hochofenschlacken, Flugaschen.

#### 3.2 Bestimmung von Böden

Die Bestimmung von Boden enthält Informationen über das Bodenmaterial (z. B. Kornverteilung, Kornform, Plastizität, organischer Gehalt und Farbe) sowie über den gewachsenen Boden (z. B. geologische Struktur, Festigkeit und andere Bodenkennwerte).

ANMERKUNG: Auf dieser Grundlage können, wenn überhaupt, nur wenige Böden eine identische Beschreibung aufweisen.

#### 3.3 Klassifizierung

Die Bodenklassifizierung ist eine Einteilung von bestimmten Böden in verschiedene Gruppen für besonders definierte Bauingenieurzwecke. Die Klassifizierung kann allgemeinen oder besonderen Zwecken dienen und von den folgenden Eigenschaften abhängen: Korngrößenverteilung, Plastizität, organischen Bestandteile und anderen Komponenten.

#### 3.4 Bodenart

Eine bestimmte Gruppe von Böden mit ähnlicher Zusammensetzung und ähnlichen bautechnischen Eigenschaften.

#### 3.5 Eigenschaften der Bodenbestandteile

Die Eigenschaften der festen Bestandteile auf der Grundlage von Korngröße, Kornverteilung, Kornform Kornzusammensetzung, Plastizität, Karbonatgehalt, organischem Anteil und Farbe.

#### 3.6 Eigenschaften des gewachsenen Bodens

Die geologische Struktur des Bodenkörpers (z. B. Tonlinsen oder Sandlagen) zusammen mit dem Verdichtungsgrad (Dichte) im Fall grobkörniger Böden sowie der Konsistenz und Festigkeit im Falle feinkörniger Böden.

#### 3.7 Geologische Struktur

Der unterschiedliche Aufbau und die Beschaffenheit einschließlich Schichtung und Trennflächen.

#### 3.8 Trennflächen

Schichtflächen, Kluftflächen, Schieferungsflächen, Störungsflächen, Scherflächen.

### 3.9 Organische Bestandteile

Pflanzliche und/oder tierische organische Stoffe und deren Zersetzungsprodukte; z. B. Humus.

ANMERKUNG: Gewöhnlich sind die Wassergehalte sehr hoch.

### 3.10 Kornverteilung

Ein Maß der Korngrößen des Bodens und ihrer Verteilung.

### 3.11 Kornfraktion

Ein Teil des Bodens, der auf der Grundlage definierter Korngrößen unterschieden werden kann.

### 3.12 Ungleichförmigkeitszahl ( $U$ )

Ein Maß für die Form der Kornverteilungskurve (Körnungslinie) zwischen  $d_{10}$  und  $d_{60}$ :

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}}$$

wobei  $d_{10}$  und  $d_{60}$  die Korngrößen sind, bei denen sie die 60 %- bzw. 10 % - Linie schneiden.

### 3.13 Krümmungszahl ( $C_C$ )

Ein Maß für die Form der Kornverteilungskurve (Körnungslinie) zwischen  $d_{10}$ ,  $d_{30}$  und  $d_{60}$ :

$$C_C = \frac{(d_{30})^2}{d_{10} \cdot d_{60}}$$

### 3.14 Korndichte ( $\rho_s$ )

Die Masse der festen Substanz je Volumeneinheit einschließlich der zwischen den festen Bestandteilen eingeschlossenen Hohlräume.

ANMERKUNG: Allgemein entspricht  $\rho_s$  ungefähr  $2,65 \text{ Mg/cm}^3$ . Andere Maße für die Dichte, einschließlich Bodendichte (Masse des Bodens, der Luft und des Wassers je Volumeneinheit) Trockendichten (Trockenmasse je Volumeneinheit) oder die Dichte des gesättigten Bodens (Masse des Bodens und Wassers je Volumeneinheit) können verwendet werden.

### 3.15 Natürlicher Wassergehalt ( $w$ )

Die Masse des Wassers, das aus dem Boden gewöhnlich bei  $105^\circ \text{C}$  verdampft, angegeben als Prozentsatz der Trockenmasse.

### 3.16 Plastizität

Die mechanische Eigenschaft des Bodens, die zur Unterscheidung von verschiedenen Arten feinkörniger Böden auf der Grundlage der Bestimmung von Fließ- und Ausrollgrenzen verwendet wird.

ANMERKUNG: Plastizitätsuntersuchungen werden gewöhnlich nur mit den feinkörnigen Anteilen der Probe durchgeführt. Die Probe wird bei etwa 425 µm aufgeteilt. Der Probenanteil, der nicht für die Plastizitätsuntersuchung herangezogen wird, sollte vermerkt werden.

### 3.17 Fließgrenze ( $w_L$ )

Der Wassergehalt, bei dem ein feinkörniger Boden vom flüssigen in den plastischen Zustand übergeht; Bestimmung durch den Fließgrenzenversuch.

### 3.18 Ausrollgrenze ( $w_P$ )

Der Wassergehalt, bei dem ein feinkörniger Boden zu trocken wird als daß er noch plastische Eigenschaften aufweist; Bestimmung durch den Ausrollgrenzenversuch.

### 3.19 Plastizitätszahl ( $I_P$ )

Die Differenz der Fließ- und der Ausrollgrenze eines feinkörnigen Bodens:

$$I_P = w_L - w_P$$

### 3.20 Liquiditätszahl ( $I_L$ )

Die Differenz des natürlichen Wassergehaltes eines Bodens und der Ausrollgrenze als prozentuales Verhältnis der Plastizitätszahl:

$$I_L = \frac{w - w_P}{I_P}$$

### 3.21 Konsistenzzahl ( $I_C$ )

Die Differenz der Fließgrenze und des natürlichen Wassergehalts eines Bodens als prozentuales Verhältnis der Plastizitätszahl:

$$I_C = \frac{w_L - w}{I_P}$$

### 3.22 Bezogene Lagerungsdichte ( $I_D$ )

Die bezogene Lagerungsdichte von grobkörnigen Böden (Kies und Sand) ist abhängig von der Porenziffer ( $e$ ) (dem Verhältnis des Porenvolumens zum Feststoffvolumen eines gewachsenen Bodens) und der Porenverhältnisse bei der kleinsten Dichte ( $e_{\max}$ ) und der größten Dichte ( $e_{\min}$ ), wie sie im Labor bestimmt werden; sie ist durch folgende Gleichung definiert:

$$I_D = \frac{e_{\max} - e}{e_{\max} - e_{\min}}$$

### 3.23 UndrÄnierte Scherfestigkeit ( $c_u$ )

Die undrÄnierte Scherfestigkeit eines bindigen Bodens entspricht der HÄlfte der Zylinderdruckfestigkeit, wobei das Material als reibungsfrei angenommen wird.

## 4 Bestimmende Eigenschaften des Bodenmaterials (siehe 3.5)

### 4.1 Allgemeines

Folgende Forderungen mÜssen erfÜllt sein:

- i Die Beschreibung muÜ sich auf eine reprÄsentative Bodenprobe beziehen, es sei denn, es wird im Bericht besonders darauf hingewiesen.
- ii Die Bestimmung des Gesamtmaterials muÜ nach dem Entfernen von Fremdmaterial von der OberflÄche erfolgen.
- iii Die quantitativen Ergebnisse und die Versuchsmethode mÜssen im Bericht erwÄhnt werden, sofern Versuche durchgefÜhrt werden.

### 4.2 KorngrÖÙe

Die KorngrÖÙe stellt die Grundlage fÜr die Bezeichnung mineralischer BÖden dar, bei der Kornfraktionen verwendet werden, um die Hauptklassen des physikalischen Verhaltens zu unterscheiden. In Tabelle 1 sind die AusdrÜcke aufgelistet, die fÜr die einzelnen Kornfraktionen und ihre Untergruppen verwendet werden, entsprechend dem jeweiligen KorngrÖÙenbereich.

**Tabelle 1: HauptkorngrÖÙenfraktionen und Unterteilungen**

|                |                         | Name der Kornfraktion | Beschreibender Begriff | KorngrÖÙenbereich mm                               |
|----------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|----------------------------------------------------|
| Hand-Messungen | sehr grobkÖrniger Boden | BlÖcke                |                        | grÖÙer als 200                                     |
|                |                         | Steine                |                        | 60 bis 200                                         |
| Siebung        | grobkÖrniger Boden      | Kies                  | grob<br>mittel<br>fein | 20 bis 60<br>6 bis 20<br>2 bis 6                   |
|                |                         | Sand                  | grob<br>mittel<br>fein | 0,6 bis 2<br>0,2 bis 0,6<br>0,06 bis 0,2           |
| SchlÄmmanalyse | feinkÖrniger Boden      | Schluff               | grob<br>mittel<br>fein | 0,02 bis 0,06<br>0,006 bis 0,02<br>0,002 bis 0,006 |
|                |                         | Ton                   |                        | kleiner als 0,002                                  |

### 4.3 KorngrÖÙenverteilung

Die KorngrÖÙen und ihre Verteilung in einem Boden werden durch eine mechanische Analyse (siehe Tabelle 18) bestimmt, die wie folgt ausgefÜhrt wird:

- Die Trennung der grÖÙeren Kornfraktionen durch Siebung mit einem Satz von Standardsieben;
- Die Bestimmung der feineren Kornfraktionen durch die SchlÄmmanalyse

Die Ergebnisse der Siebung und Schlämmanalyse werden als Körnungslinie gezeichnet. Beispiele hierfür werden in Bild 1 gezeigt. Wenn irgendeine Sand- oder Kiesfraktion fehlt, müssen die vorhandenen Fraktionen für die Bezeichnung verwendet werden.

Wenn die größeren Kornfraktionen benannt werden, kann eine Unterscheidung zwischen weit gestufter, eng gestufter und intermittierend gestufter Kornverteilung, wie in Bild 1 gezeigt, getroffen werden. In diesem Zusammenhang bietet die Krümmungszahl  $C_C$  und die Ungleichförmigkeitszahl  $U$  quantitative Mittelwerte für die Beschreibung der Form der Körnungslinie (siehe Tabelle 2). Wenn bestimmte Korngrößen fehlen wird der Ausdruck **intermittierend gestuft** verwendet. Der Median  $d_{50}$  der Körnungslinie, zusammen mit  $U$  und  $C_C$  können zur Beschreibung der Körnungslinie verwendet werden.

**Tabelle 2: Begriffe für die Form der Körnungslinie**

| Begriff                       | $U$           | $C_C$                           |
|-------------------------------|---------------|---------------------------------|
| weit- oder mehrfach gestuft   | größer als 6  | beliebig                        |
| eng- oder gleichmäßig gestuft | kleiner als 6 | $1 < C_C < 3$                   |
| intermittierend gestuft       | beliebig      | kleiner als 1 oder größer als 3 |

#### 4.4 Kornzusammensetzung

Die mineralische Zusammensetzung der einzelnen Bodenbestandteile wird auf geowissenschaftlicher Grundlage bestimmt und die Bezeichnungen der vorhandenen Minerale in der Beschreibung des Bodens mit eingeschlossen. Wird eine sofortige Feldansprache der größeren Kornfraktion gemacht, ist oft eine Handlupe erforderlich.

**ANMERKUNG:** Kies besteht in der Regel aus Felsbruchstücken, z. B. Sandstein, Kalkstein, Feuerstein. Sand- und feinere Körner sind gewöhnlich einzelne Mineralkörner: Quarz, Glimmer, Feldspat und Tonminerale. Kies- und Sandkörner können mit Mineralstoffen einschließlich Kalzit oder Eisenoxiden überzogen sein. Kristalle, zum Beispiel Gips in Ton und Pyrit in der Kreide, können vorhanden sein.

#### 4.5 Kornform

Für gröbere Kornfraktionen wird die Kornform durch den Hinweis auf die Kantigkeit der Körner (die den Grad der Rundung an den Kanten und Ecken wiedergibt), auf ihre allgemeine Form und auf ihre Oberflächeneigenschaften beschrieben. Die hier verwendeten Begriffe werden in der Regel nur für Kies oder gröberes Material benützt und sind in Tabelle 3 zusammengestellt.

**Tabelle 3: Begriffe für die Bezeichnung der Kornform**

|                     |                          |
|---------------------|--------------------------|
| Kantigkeit          | kantig, gerundet         |
| Form                | kubisch, flach, länglich |
| Oberflächenstruktur | rauh, glatt              |

Für die der feineren Fraktionen werden die Formeigenschaften meistens nur indirekt durch ihren Einfluß auf die Plastizitätseigenschaften erfaßt.