

# 1 Erkundung des Baugrundes

## 1.1 Notwendigkeit der Baugrunderkundung

DIN 1054 (04.2005) und DIN 4020 (09.2003) definieren die Notwendigkeit und den Umfang von Baugrunduntersuchungen:

### **DIN 4020 (Geotechnische Untersuchungen für Bautechnische Zwecke):**

Einstufung bautechnischer Maßnahmen in die Kategorien GK1 - GK3 entsprechend dem geotechnischen Risiko.

**GK1:** z.B. einfache, setzungsunempfindliche Bauwerke in ebenem Gelände, wenn der Baugrund nach gesicherten örtlichen Erfahrungen tragfähig und setzungsarm ist.

**GK2:** z.B. Bauwerke mit **Stützenlasten > 250 kN** oder **Streifenlasten > 100 kN/m**.

**GK3:** z.B. Konstruktionen mit hoher Verformungsempfindlichkeit oder schwierigen Baugrundverhältnissen (z.B. wechselnde Schichtung, unkontrolliert geschüttete Geländeauffüllungen).

**Bei GK2 und GK3 sind gemäß DIN 4020 immer direkte Baugrundaufschlüsse erforderlich**

### **DIN 1054 (Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau):**

übernimmt die geotechnischen Kategorien GK1 - GK3 der DIN 4020 und fordert weiterhin:

“Spätestens nach Aushub der Baugrube ist von einem Sachverständigen für Geotechnik zu prüfen, ob die getroffenen Annahmen über die tragenden Schichten in der Gründungssohle zutreffen. Das Ergebnis dieser Prüfung, die nicht die Erkundung des Baugrundaufbaus ersetzt, ist zu den Bauakten zu nehmen.“

**Dies impliziert, dass bei Flach- und Flächengründungen immer eine geotechnische Erkundung erfolgen muss.**

# 1 Erkundung des Baugrundes

## 1.2 Umfang der Baugrunderkundung

Die Art, Tiefe und Abstände direkter Baugrundaufschlüsse sind fallweise nach den geologischen Gegebenheiten, den Bauwerksabmessungen und den bautechnischen Fragestellungen zu wählen. DIN 4020 trifft folgende Unterscheidung:

### **Voruntersuchung des Baugrundes:**

- allgemein gültige Festlegung von Art und Umfang der Baugrunduntersuchung nicht möglich.
- weitmaschiges Untersuchungsnetz.
- Sichtung und Bewertung vorhandener Unterlagen.
- stichprobenartige Feststellung der maßgebenden Baugrundkenngrößen und -eigenschaften.

### **Hauptuntersuchung des Baugrundes:**

- direkte Aufschlüsse im Raster oder in Schnitten zum Erfassen des räumlichen Verlaufs der Schichtung.
- Rasterabstände (Richtwerte der DIN 4020):
  - Hoch-/Industriebauten:  $x_a = y_a = 20$  bis  $40$  m
  - großflächige Bauwerke:  $x_a = y_a \leq 60$  m
- geringere Abstände bei schwierigen geologischen Verhältnissen oder zur Eingrenzung von Unregelmäßigkeiten.
- Aufschlusstiefe (Richtwert der DIN 4020):
  - Hochbauten:  $z_a \geq 3 \cdot b_F$  und  $z_a \geq 6$  m
- Erfassung aller Schichten, die durch das Bauwerk beansprucht werden.

Ein Teil der direkten Aufschlüsse darf durch indirekte Aufschlüsse ersetzt werden, wenn eine eindeutige Interpretation der Ergebnisse sichergestellt ist.

# 1 Erkundung des Baugrundes

## 1.3 Direkte Erkundungsverfahren

### ➤ Aushub von Schürftgruben in Handschachtung bzw. mit Hydraulikbaggern

#### Vorteile:

- Art, Zusammensetzung, Zustand, Schichtung und Wasserführung können festgestellt werden.
  - gezielte Probennahme möglich.
  - zuverlässige Bodenansprache.
- Beurteilung der Bearbeitbarkeit (Lösbarkeit) der anstehenden Böden.

#### Nachteile:

- Schürftgruben dürfen nicht im Einflussbereich von Gründungskörpern des geplanten Bauwerkes ausgehoben werden.
- Mögliche Aufschlusstiefe ist gerätebedingt auf ca. 4-6 m begrenzt.
- Bei flachliegendem Grundwasser nur bedingt bzw. nicht zu empfehlen.
- Begehbare Schürfte müssen gemäß DIN 4124 abgebösch werden → großes Aushubvolumen.



# 1 Erkundung des Baugrundes

## ➤ Abteufen von Bohrungen

Die unterschiedlichen Bohrverfahren sind in DIN 4021 aufgelistet. Für geotechnische Untersuchungen in Lockergesteinsböden kommen vorrangig Kleinbohrverfahren (Rammkernbohrungen) zum Einsatz:



- Schlitzsonden ( $\varnothing$  50 bis 80 mm) werden mittels Rammbar in den Boden eingetrieben.
- Erkundung von Bodenarten und Schichtenfolge bis in Tiefe von ca. 6-8 m, in weichen Böden bis ca. 12 m möglich.
- Gewinnung von gestörten Bodenproben zur Durchführung bodenmechanischer Laborversuche.



# 1 Erkundung des Baugrundes

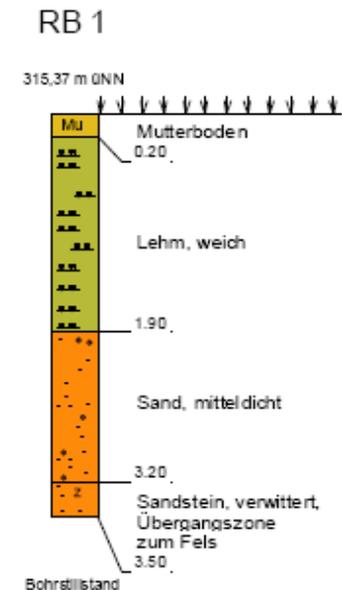
## ➤ Darstellung der Ergebnisse direkter Aufschlüsse:

Die Bohr- bzw. Schürfergebnisse werden vom Geräteführer auf der Baustelle in Form von Schichtenverzeichnissen nach DIN 4022 festgehalten. Die Bodenansprache im Feld erfolgt bei Entnahme der Bodenproben zunächst durch visuelle und manuelle Verfahren nach DIN 4022.

Die vom Bohrtrupp geführten Schichtenverzeichnisse werden durch den Sachverständigen für Geotechnik nach Durchführung der zur Bodenklassifikation erforderlichen bodenmechanischen Laborversuche an den Bodenproben ggf. berichtigt und ergänzt.

Zusätzlich erfolgt eine grafische Darstellung der Schichtenfolge am jeweiligen Aufschlusspunkt in Form von Bohr- bzw. Schurfprofilen nach DIN 4023.

| ICP mbH<br>Am Tränkwald 27<br>67688 Rodenbach<br>Tel.: 06374/60 50 7-0<br>Fax.: 06374/60 50 77 |   | Schichtenverzeichnis<br>für Bohrungen mit durchgehender Gewinnung von gekerneten Proben |                         |  | Bericht:<br>B06298<br>Anlage 1 |   |      |
|--|---|---|-------------------------|--|--------------------------------|---|------|
| Vorhaben: Neubau einer Lagerhalle in Musterstadt   |   |   |                         |  |                                |   |      |
| Bohrung RB 1 / Blatt: 1  |   |   |                         | Höhe: 315,37 m üNN   |                                | Datum:<br>24.03.2006  |      |
| 1  | 2   |   |                         | 3  |                                | 4 5 6   |      |
| Bis<br>... m<br>unter<br>Ansatz-<br>punkt  | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen<br>b) Ergänzende Bemerkung <sup>1)</sup><br>c) Beschaffenheit nach Bohrgut<br>d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang<br>e) Farbe |   |                         | Bemerkungen<br>Sonderprobe<br>Wasserführung<br>Bohrwerkzeuge<br>Kernverlust<br>Sonstiges |                                | Entnommene Proben<br>Art Nr<br>Tiefe in m (Unter-<br>kante) |      |
|  | f) Übliche Benennung  | g) Geologische Benennung <sup>1)</sup>  | h) <sup>1)</sup> Gruppe | i) Kalk-<br>gehalt   |                                |   |      |
| 0.20   | a) Mutterboden<br>b)<br>c) weich<br>d) leicht zu bohren<br>e) braun<br>f) Oberboden<br>g) Quartär<br>h) OH<br>i)  |   |                         |  |                                |   |      |
| 1.90   | a) Schluff, tonig<br>b)<br>c) weich<br>d) mäßig schwer zu bohren<br>e) hellbraun<br>f) Lehm<br>g) Quartär<br>h) TL<br>i)  |   |                         |  |                                | SP2   | 1.30 |
| 3.20   | a) Sand, schwach schluffig<br>b) mäßig locker gelagert<br>c)<br>d) mäßig schwer zu bohren<br>e) rot<br>f) Sand<br>g) Quartär<br>h) SU<br>i)                             |   |                         |  |                                | SP3   | 2.80 |
| 3.50   | a) Sandstein, verwittert<br>b) dicht gelagert<br>c)<br>d) sehr schwer zu bohren<br>e) rot<br>f) Verwitterungszone<br>g) Quartär<br>h)<br>i)                             |   |                         | Bohrstillstand,<br>kein Grundwasser<br>angetroffen                                       |                                |   |      |



# 1 Erkundung des Baugrundes

## 1.4 Indirekte Erkundungsverfahren

Zur *Ergänzung* der aus Bohrungen und Schürfen gewonnenen Erkenntnisse werden Rammsondierungen nach DIN 4094 durchgeführt. Sie dienen zur qualitativen Beurteilung

- der Baugrundsichtung (Schichtwechsel)
- der Lagerungsdichte bzw. Konsistenz der Böden
- der Tiefenlage des Festgesteinshorizontes

Die qualitative Auswertung der Sondierungen erfordert grundsätzlich eine Korrelation mit den Ergebnissen direkter Aufschlüsse (Bohrungen).

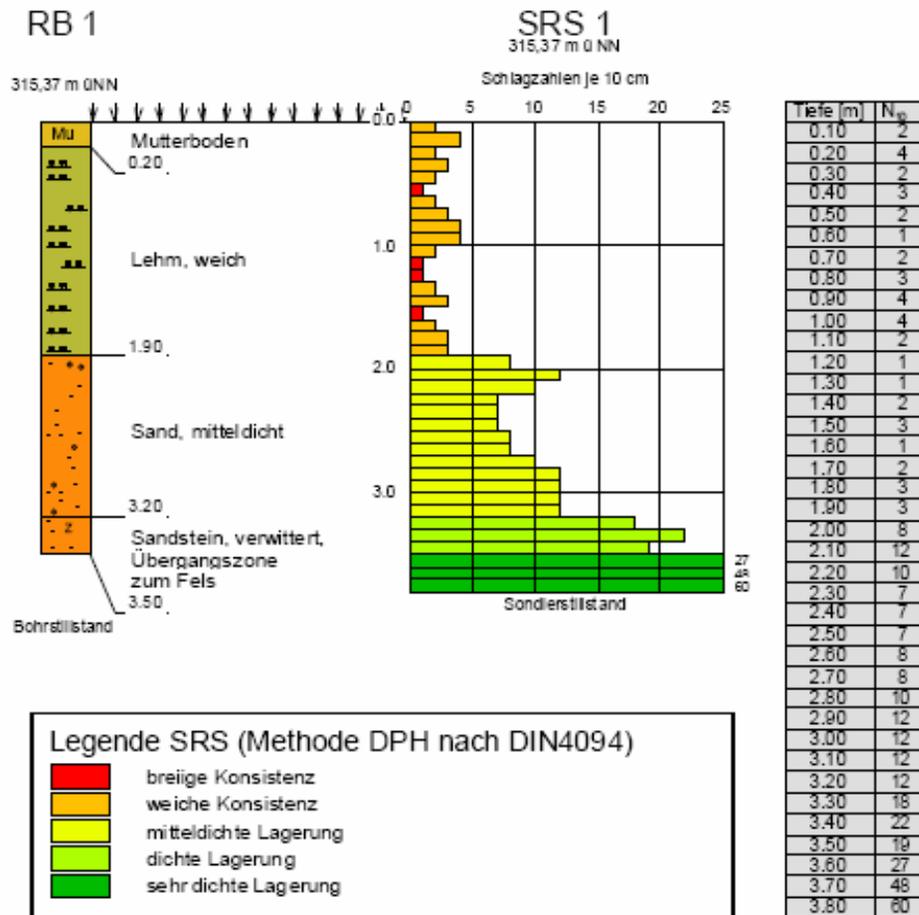


- Die Rammsonde (Gestänge mit Sondierspitze) wird mittels Rammbar in den Untergrund gerammt.
- Rammbargewicht und Fallhöhe ergeben eine auf den Spitzenquerschnitt der Sonde bezogene Rammenergie je Schlag. Nach DIN 4094-3 werden unter anderem nebenstehende Methoden unterschieden.

| Methoden                | Gewicht Rammbar | Fallhöhe Rammbar | Querschnittsfläche der Sondenspitze | Bezogene Rammenergie  |
|-------------------------|-----------------|------------------|-------------------------------------|-----------------------|
| Leichte Rammsonde (DPL) | 10 kg           | 50 cm            | 10 cm <sup>2</sup>                  | 50 kJ/m <sup>2</sup>  |
| Schwere Rammsonde (DPH) | 50 kg           | 50 cm            | 15 cm <sup>2</sup>                  | 167 kJ/m <sup>2</sup> |

# 1 Erkundung des Baugrundes

- Gezählt und protokolliert werden die Schläge  $N_{10}$  pro 10 cm Eindringtiefe der Sonde. Die Ergebnisse werden als Stufendiagramm über die Tiefe aufgetragen:



Qualitative Richtwerte bezüglich des Eindringwiderstands der Rammsonde DPH in Abhängigkeit von der Konsistenz bzw. Lagerungsdichte der durchörterten Böden können der Literatur entnommen werden:

### **Konsistenz (Bindige Böden):**

- breiig:  $N_{10} = 0 - 2$
- weich:  $N_{10} = 2 - 5$
- steif:  $N_{10} = 5 - 9$
- halbfest:  $N_{10} = 9 - 17$
- fest:  $N_{10} > 17$

### **Lagerungsdichte (Nichtbindige Böden):**

- Sehr locker:  $N_{10} = 0 - 1$
- Locker:  $N_{10} = 1 - 4$
- Mitteldicht:  $N_{10} = 4 - 13$
- Dicht:  $N_{10} = 13 - 24$
- Sehr dicht:  $N_{10} > 24$

**Durch Feldversuche nach DIN 4022 und bodenmechanische Laborversuche am Bohrgut erfolgt im jeweiligen Einzelfall eine weitergehende bodenartspezifische Korrelation.**

# 2 Benennung und Klassifikation der Böden

Um in der Bodenmechanik zu analytischen Aussagen über das mechanische Verhalten der vielen natürlichen Bodenarten zu kommen, fasst man sie zu Baugrund-Gruppen von jeweils ähnlichem Verhalten zusammen.

## 2.1 Bodenarten (DIN 4022)

Durch den Zerfall von Festgestein und die weitere Beanspruchung und Umlagerung der Lockermassen entsteht ein Konglomerat von Körnern, das man petrografisch durch die **Korngrößen  $d$  [mm]** klassifiziert. Dabei wird der Durchmesser des Bodenkorns zugrunde gelegt, der für den Durchgang durch ein Sieb maßgebend ist, auch wenn die tatsächliche Kornform hiervon abweicht. Für die Benennung der Bodenarten nach ihrer Korngröße gilt die nebenstehende Tabelle (DIN 4022 T1).

| Bereich /                       | Benennung          | Kurzzeichen | Korngrößenbereich (mm) | manuelle Bestimmung   |                 |
|---------------------------------|--------------------|-------------|------------------------|---|-----------------|
| Grobkornbereich (Siebkorn)      | Blöcke             | Y           | über 200               | Kopfgröße   |                 |
|                                 | Steine             | X           | über 63 bis 200        | größer als Hühnereier   |                 |
|                                 | Kieskorn           | Grobkies    | gG                     | über 20 bis 63  | Hühnerei        |
|                                 |                    | Mittelkies  | mG                     | über 6,3 bis 20   | Haselnuss       |
|                                 |                    | Feinkies    | fG                     | über 2,0 bis 6,3  | Erbse           |
|                                 |                    | Sandkorn    | S                      | über 0,06 bis 2,0   | Streichholzkopf |
|                                 |                    | Grobsand    | gS                     | über 0,6 bis 2,0  | Grieß           |
| Mittelsand                      |                    | mS          | über 0,2 bis 0,6       |   |                 |
| Feinsand                        |                    | fS          | über 0,06 bis 0,2      |   |                 |
| Feinkornbereich (Schlämmerkorn) | Schluffkorn        | U           | über 0,002 bis 0,06    | wenig plastisch <sup>1)</sup>   |                 |
|                                 | Grobschluff        | gU          | über 0,02 bis 0,06     | trocken: gut zu Staub zerdrückbar   |                 |
|                                 | Mittelschluff      | mU          | über 0,006 bis 0,02    | feucht: mehlig, stumpf, bröckelt  |                 |
|                                 | Feinschluff        | fU          | über 0,002 bis 0,006   | im Wasser: wird leicht zu Brei, starke Trübung des Wassers  |                 |
|                                 | Tonkorn (Feinstes) | T           | unter 0,002            | stark plastisch<br>trocken: nur zu zerbrechen<br>feucht: seifig, glänzig, knetbar, vom Finger nur abzuwaschen.<br>im Wasser: schwer aufzuweichen, geringe Trübung des Wassers |                 |

<sup>1)</sup> Zur Unterscheidung von Schluff und Ton ist auch der Schüttelversuch gut geeignet: Wird ein feuchter Probenklumpen in der Hand geschüttelt, tritt aus Schluff Wasser aus. Dieses wird nach dem Schütteln von der Probe wieder aufgenommen.

## 2 Benennung und Klassifikation der Böden

Der prozentuale Gewichtsanteil einer Korngröße am Gemisch (Bodenprobe) wird bei den Grobanteilen ( $d > 0,06 \text{ mm}$ ) durch Sieben, bei den Feinanteilen mittels Schlämmanalyse bestimmt (DIN18123).

### Siebung:

- die ofentrockene ( $105^\circ\text{C}$ ) Probe wird durch eine genormte Serie von Sieben gerüttelt.
- die ermittelten Korngrößen werden der Nennweite des Siebes zugeordnet, durch das sie zuletzt hindurchgefallen sind.



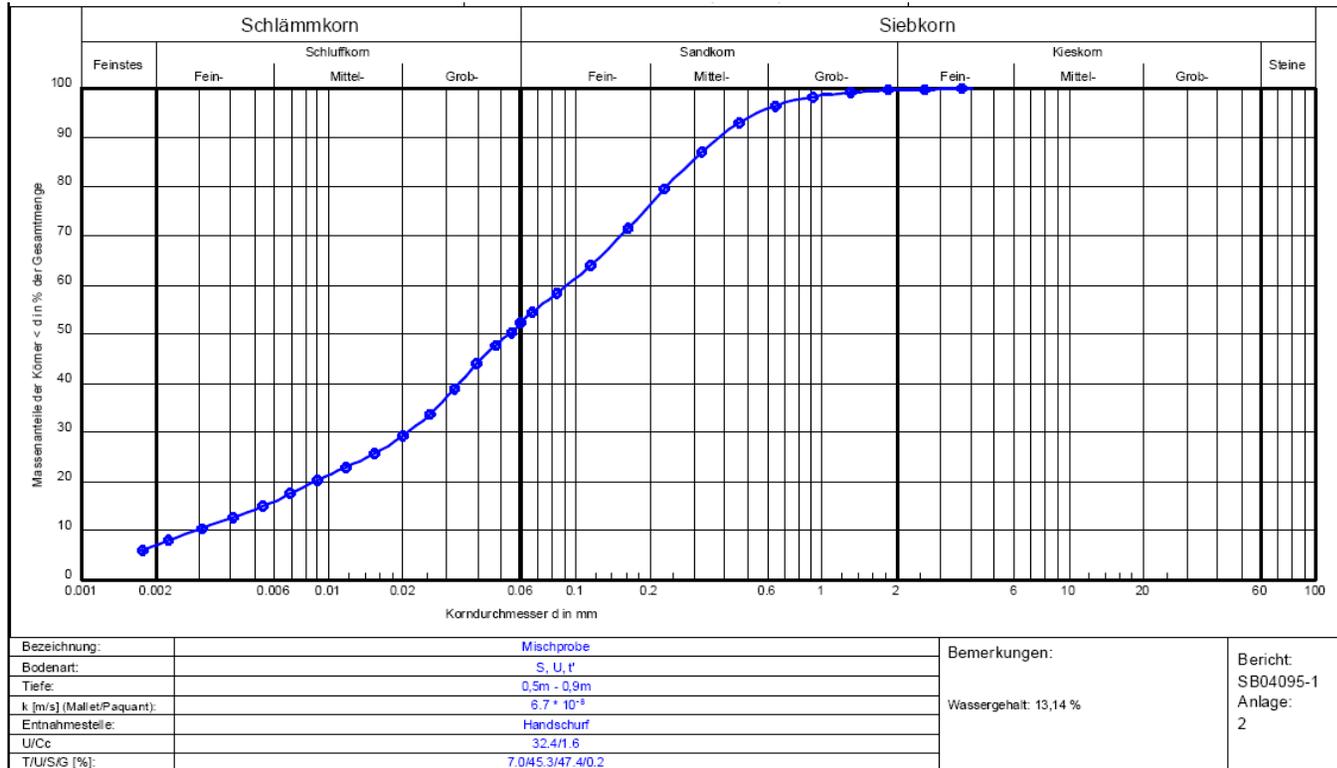
### Schlämmung (Sedimentation):

- Bodenprobe wird in Wasser zu einer Suspension aufgerührt.
- die in der Suspension enthaltenen Körner sinken im Standzylinder entsprechend ihrer Korngröße unterschiedlich schnell zu Boden.
- hierbei ändert sich die Dichte der Suspension (Messung mittels Aräometer in festgelegten Zeitabständen).
- Nomogrammauswertung (Casagrande) liefert Massenanteil der verschiedenen großen Körner.



# 2 Benennung und Klassifikation der Böden

Das Ergebnis der Versuche zur Korngrößenbestimmung wird in Form einer Summenlinie dargestellt („Sieblinie, Kornverteilungskurve, Körnungslinie“):



Die Form der Sieblinie lässt sich stark vereinfacht durch die Ungleichförmigkeitszahl  $U = d_{60}/d_{10}$  und die Krümmungszahl  $C_c = (d_{30})^2/d_{10} \cdot d_{60}$ . Bei  $U > 6$  und  $C_c = 1$  bis 3 nennt man den Boden weitgestuft. Das Gegenstück ist der enggestufte Boden. Bei Ausfallkörnung spricht man von intermittierender Stufung (treppenartiger Verlauf der Sieblinie).

## 2 Benennung und Klassifikation der Böden

Die granulometrische Bezeichnung der Böden richtet sich gemäß DIN 4022 nach der mit **über 40 % vertretenen Hauptbodenart** (z.B. „Sand“, abgekürzt: S).

Wenn **zwei Gruppen mit mehr als 40 %** vertreten sind, werden beide als Substantiv genannt (z.B. „Kies und Sand“, abgekürzt: G,S).

Mit nachgestelltem Adjektiv werden Gruppen angegeben, die mit einem Anteil **zwischen 15 % und 30 %** enthalten sind (z.B. „Sand, schluffig“, abgekürzt: S,u). Zusätzlich werden die Beiworte „schwach“ und „stark“ verwendet, wenn

- bei **grobkörnigen** Nebenanteilen ein Anteil **unter 15 % (schwach)** oder **zwischen 30 % und 40 % (stark)** vorhanden ist (z.B. „Schluff, stark sandig, schwach kiesig“, abgekürzt: U,s\*,g'),
- bei feinkörnigen Nebenanteilen davon ein besonders geringer oder besonders starker Einfluss auf das Verhalten des Bodens ausgeht (z.B. „Sand, stark tonig“, abgekürzt: S,t\*).

Bei bindigen Böden ist die Kornzusammensetzung allein kein ausreichendes Bestimmungsmerkmal. Vielmehr muss ihre Plastizität  $I_P$  bestimmt werden:

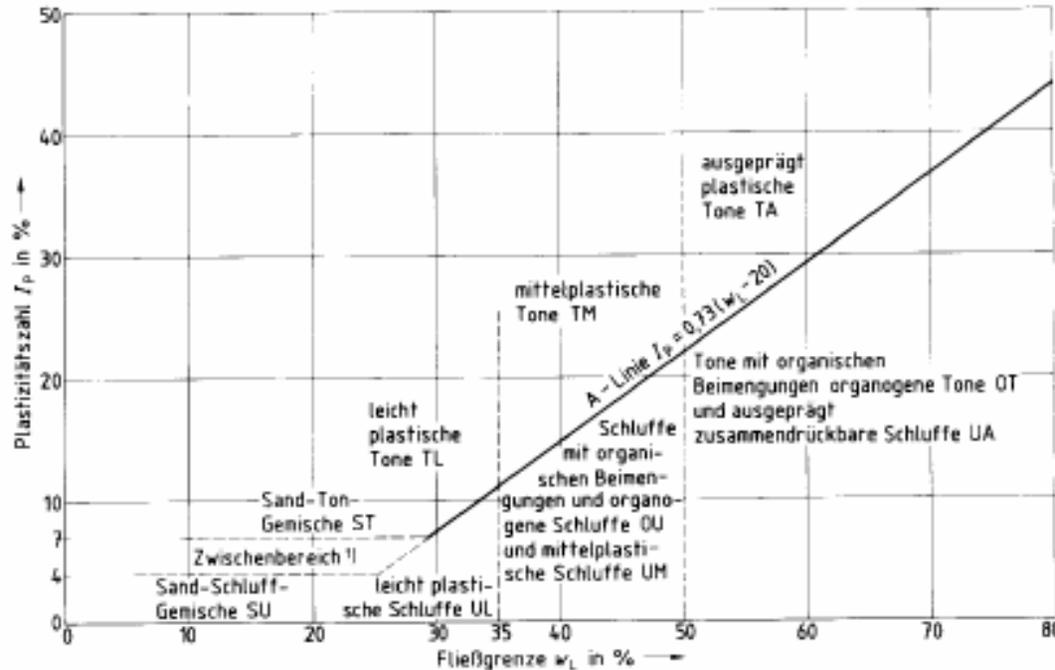
- Qualitative Bestimmung mittels Knetversuch nach DIN 4022 T1
- Quantitative Bestimmung der **Fließgrenze  $w_L$**  (Übergang vom flüssigen zum plastischen Zustand) nach DIN18122.
- Quantitative Bestimmung der **Ausrollgrenze  $w_P$**  (Übergang vom plastischen zum halbfesten Zustand) nach DIN18122.

Daraus folgt die Plastizität  $I_P = w_L - w_P$ .



## 2 Benennung und Klassifikation der Böden

Nach Casagrande erhält man eine verbesserte Einordnung bindiger Böden durch grafische Auftragung der Plastizitätszahl  $I_P$  über der Fließgrenze  $w_L$  in der sog. Plastizitätskarte:



| Benennung            | Kurzzeichen | $w_L$<br>Massenanteil |
|----------------------|-------------|-----------------------|
| leicht plastisch     | L           | kleiner 35%           |
| mittelplastisch      | M           | 35 bis 50%            |
| ausgeprägt plastisch | A           | über 50%              |

Ein nichtbindiger Boden ist durch die Plastizität 0 gekennzeichnet. Schluffe, die sonst nicht immer leicht von Tonen äußerlich zu unterscheiden sind, kann man an ihrer niedrigen Plastizität erkennen:  $I_P \leq 4\%$  kennzeichnet in der Regel Schluff,  $I_P \geq 7\%$  dagegen in der Regel Ton.

Etwas verwirrend ist der Gebrauch des Begriffs Ton bei leicht plastischen Tonen, die hinsichtlich der Kornverteilung überwiegend aus Schluff bestehen.

## 2 Benennung und Klassifikation der Böden

Die Plastizitätszahl  $I_P$  ist ein bodenphysikalischer Kennwert, der noch nichts über den aktuellen Zustand eines bindigen Bodens aussagt. Deswegen stellt man eine Beziehung von  $I_P$  zum natürlichen Wassergehalt  $w$  durch Berechnen der Konsistenzzahl  $I_c$  her:  $I_c = (w_L - w) / I_P$   
Den Konsistenzzahlen werden Zustandsformen zugeordnet:

Ein Boden ist                      flüssig              breiig              weich              steif              halbfest  
wenn  $I_c$                                $< 0$                $0 \div 0,5$        $0,5 \div 0,75$        $0,75 \div 1,0$        $> 1$               ist.

Von fester Konsistenz wird gesprochen, wenn der Wassergehalt unterhalb der Schrumpfgrenze liegt. Dies entspricht etwa einer Konsistenzzahl  $I_c$  von  $> 1,25$ .

Auch Ramm- und Drucksondierungen sind geeignet, Hinweise auf die Konsistenz bindiger Böden zu geben. Erfahrungswerte sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

| Konsistenz | undrännierte<br>Scherfestigkeit<br>$c_u$ (kN/m <sup>2</sup> ) | Spitzen-<br>druck $q_{\epsilon}$<br>(MN/m <sup>2</sup> ) | Schlagzahl      |                 |                 |                 |
|------------|---|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|            |   |  | DPH<br>$N_{10}$ | DPM<br>$N_{10}$ | DPL<br>$N_{10}$ | SPT<br>$N_{30}$ |
| breiig     | $< 20$  | $< 2,0$  | 0 - 2           | 0 - 3           | 0 - 3           | $< 2$           |
| weich      | 20 - 60   | 2,0 - 5,0  | 2 - 5           | 3 - 8           | 3 - 10          | 2 - 6           |
| steif      | 60 - 200  | 5,0 - 8,0  | 5 - 9           | 8 - 14          | 10 - 17         | 6 - 15          |
| halbfest   | $> 200$   | 8,0 - 15,0   | 9 - 17          | 14 - 28         | 17 - 37         | 15 - 30         |
| fest       | $> 400$   | $> 15,0$   | $> 17$          | $> 28$          | $> 37$          | $> 30$          |

# 2 Benennung und Klassifikation der Böden

Entsprechend den Versuchen zur Bestimmung der Korngrößenverteilung und der Plastizität werden nach DIN 4022 folgende **Bodenarten** unterschieden:

|                          |                           | Bodenart nach DIN 4022  |   |  |
|--------------------------|---------------------------|---|---|--|
|                          |                           | feinkörnig<br>Massenanteil < 0,06 mm:<br>> 40 %   | gemischtkörnig<br>Massenanteil < 0,06 mm:<br>≤ 40 % und ≥ 5 %   | grobkörnig<br>Massenanteil < 0,06 mm:<br>< 5 %   |
| Bezeichnungen für        |                           |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grobkorn schwimmt in Feinkornmatrix</li> <li>- knetbar</li> <li>- mind. mittlere Trockenfestigkeit DIN 4022</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grobkorn bildet Korngerüst</li> </ul>                         |
| Hauptanteil              |                           | T bzw. U<br>(nach bestimmenden Eigenschaften, nicht nach KV!)   |   | G bzw. S<br>(Je nach größerem Massenanteil. Sind sie etwa gleich groß (ca. 40 % - 60 %), dann G und S) |
|                          | aus Plastizitätsdiagramm: | U   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>Ip \leq 4</math> oder</li> <li>- unterhalb d. A-Linie</li> </ul>   |  |
|                          |                           | T   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>Ip \geq 7</math> oder</li> <li>- oberhalb d. A-Linie</li> </ul>  |  |
| feinkörnige Nebenanteile |                           | T, u bzw. U, t<br>Wenn weniger als 3 % über oder unter der A-Linie  |   |  |
|                          |                           | Die Bezeichnung „schwach“ oder „stark“ wird bei feinkörnigen Nebenanteilen nicht verwendet  |   |  |
| grobkörnige Nebenanteile |                           | Allgemein nach den Eigenschaften und dem Einfluss des feinkörnigen Nebenanteils (siehe Plastizität)   |   |  |
|                          |                           | Die Bezeichnung „schwach“ oder „stark“ wird bei feinkörnigen Nebenanteilen nur verwendet, wenn sie von besonders geringem bzw. besonders großen Einfluss auf den Boden sind (nicht nach KV !) |   |  |
|                          |                           | „schwach“, wenn der jeweilige Massenanteil zwischen 5 % und 15 % beträgt<br>„stark“, wenn der jeweilige Massenanteil zwischen 30 % und 40 % beträgt   |   |  |
|                          |                           | <b>Bindige Böden:</b><br>> 15% feinkörnige Anteile  |   | <b>Nichtbindige Böden:</b><br>≤ 15% feinkörnige Anteile  |

Ein nichtbindiger Boden wird als **„organisch“** bezeichnet, wenn er **über 3 %** (Gew.), ein bindiger, wenn er **über 5 %** humose oder organische Bestandteile enthält. Der Gehalt an organischer Substanz wird durch den Glühverlust Vgl (Verhältnis des Gewichtsverlusts beim Glühen zum Trockengewicht bestimmt. In Böden mit deutlichen organischen Anteilen sind **Verformungen aus Zersetzungs Vorgängen** zu beachten.

# 2 Benennung und Klassifikation der Böden

## 2.2 Bodengruppen (Bodenklassifikation nach DIN 18196)

Diese Bodenklassifikation wurde aufgestellt, um Bodenarten für bautechnische Zwecke in Gruppen mit annähernd gleichem stofflichem Aufbau und ähnlichen bodenphysikalischen Eigenschaften zusammenzufassen. Die an die Erfordernisse des Erdbaus angepasste Klassifizierung mit 28 Bodengruppen dient als Grundlage für viele weitere Zuordnungen und Klassifikationen hinsichtlich weiterer Eigenschaften (z. B. Frostempfindlichkeit).

| Hauptgruppen      | Definition und Bezeichnung  |        |   |   | Kurzeichen<br>Gruppen-<br>symbol  | Erkennungsmerkmale  | Beispiele  |
|-------------------|-----------------------------|--------|---|---|---|---|--|
|                   | Korngrößenanteile in Gew.-% |        | Gruppen                                     |   |   |   |  |
|                   | ≤ 0,06 mm                   | > 2 mm |   |   |   |   |  |
| Grobkörnige Böden | ≤ 5                         | > 40   | Kies  | enggestufte Kiese                           | GE  | steile Körnungslinie infolge Vorherrschens eines Korngrößenbereichs                           | Fluss- und Strandskies<br>Terrassenschotter<br>Moränenkies<br>vulkanische Schlacke und Asche |
|                   |                             |        |   | weitgestufte Kies-Sand-Gemische             | GW  | über mehrere Korngrößenbereiche kontinuierlich verlaufende Körnungslinie                      |  |
|                   |                             |        |   | intermittierend gestufte Kies-Sand-Gemische | GI  | Treppenartig verlaufende Körnungslinie infolge Fehlens eines oder mehrerer Korngrößenbereiche |  |
|                   | ≤ 40                        | Sand   | enggestufte Sande                           | SE  | steile Körnungslinie infolge Vorherrschens eines Korngrößenbereichs                           | Dünen- und Flugsand<br>Talsand (Berliner Sand)<br>Beckensand<br>Tertiärsand                   |  |
|                   |                             |        | weitgestufte Sand-Kies-Gemische             | SW  | über mehrere Korngrößenbereiche kontinuierlich verlaufende Körnungslinie                      |   |  |
|                   |                             |        | intermittierend gestufte Sand-Kies-Gemische | SI  | treppenartig verlaufende Körnungslinie infolge Fehlens eines oder mehrerer Korngrößenbereiche |   | Moränensand<br>Terrassensand<br>Strandsand   |

# 2 Benennung und Klassifikation der Böden

| Hauptgruppen          | Definition und Bezeichnung  |           |                               |                                   |  | Erkennungsmerkmale  | Beispiele  |  |
|-----------------------|-----------------------------|-----------|-------------------------------|-----------------------------------|--|---|--|--|
|                       | Korngrößenanteile in Gew.-% |           | Gruppen                       | Kurzzeichen<br>Gruppen-<br>symbol |  |   |  |  |
|                       | ≤ 0,06<br>mm                | > 2<br>mm |                               |                                   |  |   |  |  |
| Gemischtkörnige Böden | 5 bis<br>40                 | > 40      | Kies-<br>Schluff-<br>Gemische | 5 bis 15 Gew.-% ≤ 0,06 mm         | GU   | weit oder intermittierend gestufte Körnungslinie, Feinkomanteil ist schluffig | Verwitterungskies<br>Hangschutt lehmiger<br>Kies Geschiebelehm |  |
|                       |                             |           |                               | 15 bis 40 Gew.-% ≤ 0,06 mm        | GÜ   |   |  |  |
|                       |                             |           | Kies-Ton-<br>Gemische         | 5 bis 15 Gew.-% ≤ 0,06 mm         | GT   |   |  | weit oder intermittierend gestufte Körnungslinie Feinkomanteil ist tonig |
|                       |                             |           |                               | 15 bis 40 Gew.-% ≤ 0,06 mm        | G $\bar{T}$  |   |  |  |
|                       |                             | ≤ 40      | Sand-<br>Schluff-<br>Gemische | 5 bis 15 Gew.-% ≤ 0,06 mm         | SU   | weit oder intermittierend gestufte Körnungslinie Feinkomanteil ist schluffig  |  | Flottsand  |
|                       |                             |           |                               | 15 bis 40 Gew.-% ≤ 0,06 mm        | SÜ   |   |  | Auelehm Sandlöss   |
|                       | Sand-Ton-<br>Gemische       |           | 5 bis 15 Gew.-% ≤ 0,06 mm     | ST                                | weit oder intermittierend gestufte Körnungslinie Feinkomanteil ist tonig | lehmiger Sand<br>Schleichsand   |  |  |
|                       |                             |           | 15 bis 40 Gew.-% ≤ 0,06 mm    | S $\bar{T}$                       |  | Geschiebelehm<br>Geschiebemergel  |  |  |

# 2 Benennung und Klassifikation der Böden

| Hauptgruppen      | Definition und Bezeichnung                       |  |         |                            | Kurzeichen<br>Gruppensymbol | Erkennungsmerkmale     |                                  |   | Beispiele                  |                                      |
|-------------------|--|--|---------|----------------------------|-----------------------------|------------------------|----------------------------------|---|----------------------------|--------------------------------------|
|                   | Feinkomman-<br>teile $\leq 0,06$<br>mm in Gew.-% | Lage zur A-<br>Linie (siehe<br>Bild 4)                           | Gruppen | $W_f$ in<br>Gew.-%         |                             | Trocken-<br>festigkeit | Reaktion beim<br>Schüttelversuch | Plastizität<br>beim<br>Knetver-<br>such |                            |                                      |
| Feinkörnige Böden | > 40   | $W_{fa} \leq 4$<br>Gew.-%<br>oder unter-<br>halb der A-<br>Linie | Schluff | leicht plastische Schluffe | $\leq 35$                   | UL                     | niedrige                         | schnelle                                | keine bis<br>leichte       | Löss<br>Hochflutlehm                 |
|                   |  |  |         | mittelpastische Schluffe   | 35 bis<br>50                | UM                     | niedrige<br>bis<br>mittlere      | langsame                                | leichte<br>bis<br>mittlere | Seeton<br>Becken-<br>Schluff         |
|                   |  | $W_{fa} \geq 7$<br>Gew.-%<br>und ober-<br>halb der A-<br>Linie   | Ton     | leicht plastische Tone     | $\leq 35$                   | TL                     | mittlere<br>bis<br>Hohe          | keine bis<br>langsame                   | leichte                    | Geschie-<br>bemergel<br>Bänderton    |
|                   |  |  |         | mittelpastische Tone       | 35 bis<br>50                | TM                     | Hohe                             | keine                                   | mittlere                   | Lößlehm<br>Beckenton<br>Keupermergel |
|                   |  |  |         | ausgeprägt plastische Tone | > 50                        | TA                     | sehr hohe                        | keine                                   | aus-<br>geprägte           | Tarras<br>Septarienton<br>Juraton    |

# 2 Benennung und Klassifikation der Böden

| Hauptgruppen  | Definition und Bezeichnung   |   |                                   | Kurzeichen<br>Gruppensymbol   | Erkennungsmerkmale       |  |   | Beispiele  |   |                                       |
|---|--|---|-----------------------------------|---|--------------------------|--|---|--|---|---------------------------------------|
|   | Feinkomanteile $\leq 0,06$ mm in Gew.-%  | Lage zur A-Linie (siehe Bild 4)                           | Gruppen                           |   | W <sub>f</sub> in Gew.-% | Trockenfestigkeit  | Reaktion beim Schüttelversuch   |  | Plastizität beim Knetversuch                            |                                       |
| Organogene <sup>1)</sup> und Böden mit organischen Beimengungen | > 40   | W <sub>fa</sub> $\geq 7$ Gew.-% und unterhalb der A-Linie | nicht brenn- oder nicht schwelbar | Schluffe mit organischen Beimengungen und organogene <sup>1)</sup> Schluffe | 35 bis 50                | OU   | mittlere  | langsame bis sehr schnelle                                       | mittlere  | Seekreide<br>Kieselgur<br>Mutterboden |
|   |  |   |                                   | Tone mit organischen Beimengungen und organogene <sup>1)</sup> Tone         | > 50                     | OT   | hohe  | keine  | ausgeprägte   | Schlick<br>Kleie                      |
|   | $\leq 40$  |   |                                   | grob- bis gemischtkörnige Böden mit Beimengungen humoser Art                | OH                       | Beimengungen pflanzlicher Art, meist dunkle Färbung, Modergeruch, Glühverlust bis etwa 20 Gew.-% |   |  | Mutterboden   |                                       |
|   |  |   |                                   | grob- bis gemischtkörnige Böden mit kalkigen, kieseligen Bildungen          | OK                       | Beimengungen pflanzlicher Art, meist helle Färbung, leichtes Gewicht, große Porosität            |   |  | Kalksand<br>Tuffsand                                    |                                       |
| Organische Böden  |  |   | brenn- oder schwelbar             | nicht bis mäßig zersetzte Torfe   |                          | HN   | an Ort und Stelle aufgewachsene (sedentäre) Humusbildungen  | Zersetzungsgrad 1 bis 5, faserig, holzreich, hellbraun bis braun | Niedermoor-<br>torf, Hoch-<br>moortorf<br>Bruchwaldtorf |                                       |
|   |  |   |                                   | zersetzte Torfe   |                          | HZ   |   | Zersetzungsgrad 6 bis 10 schwarzbraun bis schwarz                |   |                                       |
|   |  |   |                                   | Mudden (Sammelbegriff für Faulschlamm, Gytja, Dy, Sapropel)                 |                          | F  | unter Wasser abgesetzte (sedimentäre) Schlamme aus Pflanzenresten, Kot und Mikroorganismen, oft von Sand, Ton und Kalk durchsetzt, blauschwarz oder grünlich bis gelbbraun, gelegentlich dunkelgraubraun bis blauschwarz, federnschwammig |  | Mudde, Faulschlamm                                      |                                       |
| Auffüllung  | Auffüllung aus natürlichen Böden; jeweiliges Gruppensymbol in eckigen Klammern |   |                                   | [ ]   |                          |  |   |  |   |                                       |
|   |  |   |                                   | A   |                          |  |   |  | Müll<br>Schlacke<br>Bauschutt<br>Industrieabfall        |                                       |

<sup>1)</sup> unter Mitwirkung von Organismen gebildete Böden

# 2 Benennung und Klassifikation der Böden

## 2.3 Boden- und Felsklassen (DIN 18300)

Zur Verdingungsordnung für das Bauwesen (VOB) gehören Normen, die das Vertragswesen zwischen Auftraggebern und Auftragnehmern regeln. Dabei handelt es sich um Allgemeine Technische Vertragsbedingungen (ATV DIN). Sie sind für Vergaben öffentlicher Aufträge zwingend und stellen auch für privatrechtliche Verträge ein ausgewogenes Normativ dar. In der zugehörige Norm DIN 18300 (Erdarbeiten) sind 7 Boden- u. Felsklassen festgelegt, die den Aufwand beim Lösen und Laden klassifizierend berücksichtigen.

|               |   |
|---------------|---|
| Klasse 1      | Oberboden (Mutterboden)<br>Oberboden ist die oberste Schicht des Bodens, die neben anorganischen Stoffen, z. B. Kies-, Sand-, Schluff- und Tongemischen, auch Humus und Bodenlebewesen enthält.   |
| Bodenklasse 2 | Bodenarten, die von flüssiger bis breiiger Konsistenz sind und die das Wasser schwer abgeben.   |
| Bodenklasse 3 | Leicht lösbare Bodenarten.<br>Nichtbindige bis schwach bindige Sande, Kiese und Sand-Kies-Gemische mit bis zu 15 Gew.-% Beimengungen an Schluff und Ton (Korngröße kleiner als 0,06 mm) und mit höchstens 30 Gew. % Steinen von über 63 mm Korngröße bis zu 0,01 m <sup>3</sup> Rauminhalt. <sup>1)</sup><br>Organische Bodenarten mit geringem Wassergehalt (z. B. feste Torfe).                             |
| Bodenklasse 4 | Gemische von Sand, Kies, Schluff und Ton mit einem Anteil von mehr als 15 Gew. % Korngröße kleiner als 0,06 mm.<br>Bindige Bodenarten von leichter bis mittlerer Plastizität, die je nach Wassergehalt weich bis fest sind, und die höchstens 30 Gew. % Steine von über 63 mm Korngröße bis zu 0,01 m <sup>3</sup> Rauminhalt enthalten.  |
| Bodenklasse 5 | Schwer lösbare Bodenarten<br>Bodenarten nach den Klassen 3 und 4, jedoch mit mehr als 30 Gew. % Steinen von über 63 mm Korngröße bis zu 0,01 m <sup>3</sup> Rauminhalt.<br>Nichtbindige und bindige Bodenarten mit höchstens 30 Gew. % Steinen von über 0,01 m <sup>3</sup> bis 0,1 m <sup>3</sup> Rauminhalt <sup>2)</sup> .<br>Ausgeprägt plastische Tone, die je nach Wassergehalt weich bis fest sind.    |
| Felsklasse 6  | Leicht lösbarer Fels und vergleichbare Bodenarten.<br>Felsarten, die einen inneren, mineralisch gebundenen Zusammenhalt haben, jedoch stark klüftig, brüchig, bröckelig, schiefrig, weich oder verwittert sind, sowie vergleichbare verfestigte und bindige Bodenarten. Nichtbindige und bindige Bodenarten mit mehr als 30 Gew. % Steinen von über 0,01 m <sup>3</sup> bis zu 0,1 m <sup>3</sup> Rauminhalt. |
| Felsklasse 7  | Schwer lösbarer Fels.<br>Felsarten, die einen inneren, mineralisch gebundenen Zusammenhalt und hohe Gefügefestigkeit haben, und nur wenig klüftig oder verwittert sind. Festgelagerter und unverwitterter Tonschiefer, Nagelfluhschichten, Schlackenhalde der Hüttenwerke und dergleichen.<br>Steine von über 0,1 m <sup>3</sup> Rauminhalt.  |

## 2 Benennung und Klassifikation der Böden

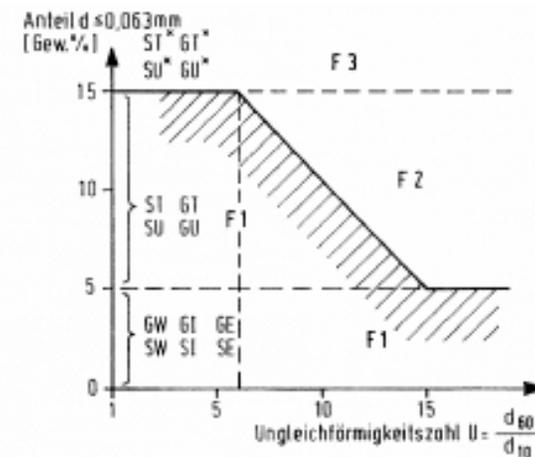
### 2.4 Frostempfindlichkeitsklassen (ZTVE-StB94 (Fassung 1997))

Je feinkörniger ein Boden ist, umso größer wird der Anteil des adsorptiv gebundenen Wassers. Bei rolligen und weniger bindigen Bodenarten (Sande und Kiese) entsteht ein kompaktes Gefüge von Erdstoffkörnern und Eis, wobei sich die strukturelle Anordnung der Erdstoffkörner zueinander nicht geändert hat. Beim Auftauen behält der Boden seine Tragfähigkeit. Diese Böden sind frostsicher.

Bei bindigen Böden setzt sich das Wasser bei der Kristallisation in Form von Eislinien ab, welche das Wasser aus der Umgebung der Frostzone an sich ziehen. Durch die Anziehung der zusätzlichen Feuchtigkeit aus dem noch nicht gefrorenen Boden kann sich der ursprüngliche Wassergehalt bis auf das Zehnfache in Form von Eislinien und -bändern erhöhen. Diese Böden sind frostgefährdet.

Nach ZTVE-StB 97 besteht folgende Klassifizierung im Hinblick auf die Frostempfindlichkeit:

|    | Frostempfindlichkeit               | Bodengruppe (DIN 18196)  |
|----|------------------------------------|--|
| F1 | nicht frostempfindlich             | GW, GI, GE<br>SW, SI, SE   |
| F2 | gering bis mittel frostempfindlich | TA<br>OT, OH, OK<br>ST, GT } <sub>1)</sub><br>SU, GU } <sub>1)</sub> |
| F3 | sehr frostempfindlich              | TL, TM<br>UL, UM, UA<br>OU<br>ST*, GT*<br>SU*, GU*                   |



1) Zu F1 gehörig bei einem Anteil an Korn  $< 0,063 \text{ mm}$  von  $5\%$  bei  $U \geq 15$  oder  $15\%$  bei  $U \leq 6$ .

Im Bereich  $6 < U < 15$  kann der für eine Zuordnung zu F1 zulässige Anteil an Korn  $< 0,063 \text{ mm}$  linear interpoliert werden.

# 2 Benennung und Klassifikation der Böden

## 2.5 Verdichtbarkeitsklassen (ZTVA-StB97)

In der ZTVA-StB 97 werden die Bodengruppen gemäß ihrer Verdichtungswilligkeit beim Wiedereinbau (Graben-/Arbeitsraumverfüllung, Geländeauffüllungen) in die Verdichtbarkeitsklassen V 1 (gut verdichtbar) bis V 3 (weniger gut verdichtbar) eingeteilt:

| Verdichtbarkeitsklasse | Kurzbeschreibung   | Bodengruppe (DIN 18196)                               |
|------------------------|--|---|
| V 1                    | nicht bindige bis schwach bindige, grobkörnige und gemischtkörnige Böden | GW, GI, GE, SW, SI, SE, GU, GT, SU, ST                |
| V 2                    | bindige, gemischtkörnige Böden   | G $\bar{U}$ , G $\bar{T}$ , S $\bar{U}$ , S $\bar{T}$ |
| V 3                    | bindige, feinkörnige Böden   | UL, UM, TL, TM, TA                                    |

Das Verfüllen und Verdichten muß in jedem Fall lagenweise erfolgen. Die nachfolgende Tabelle enthält durchschnittliche Anhaltswerte für die Schütthöhen.

| Geräte                                  | Schütthöhe (in cm) bei den Bodengruppen |   |                         |
|---|---|---|-------------------------|
|   | GW, GE, GI<br>SW, SE, SI                | GU, GT, SU,<br>ST, GU*<br>GT*, SU*<br>ST* | U, T, OH,<br>OU, OT, OK |
| leichte Verdichtungsgeräte              | 20–30                                   | 15–25                                     | 10–20                   |
| mittlere und schwere Verdichtungsgeräte | 30–50                                   | 20–40                                     | 20–30                   |