

## Geotechnik oder was ein Ingenieur/ eine Ingenieurin über den Boden wissen soll

Inhalt der Lektion:	Seite
1. Einführung	1
2. Was ist und womit beschäftigt sich die Geotechnik?	2
3. Was sind Böden für einen Ingenieur/ eine Ingenieurin?	2
4. Wie entstehen Gesteine?	3
5. Wie entstehen Böden?	7
6. Welches sind Merkmale von Böden?	7
6.1 Korngrössenbereiche (fein- und grobkörnige Böden)	8
6.2 Charakteristische Formen von Sand- und Kieskörnern	10
6.3 Charakteristische Formen von Tonmineralen	10
6.4 Struktur	11
6.5 Konsistenz	12
 Quiz	 14
Quiz-Antworten	15

### 1. Einführung

„Was muss man alles als Ingenieur/ Ingenieurin können?“ – fragen uns oft Kinder von besuchten Klassen.

Eine kurze und einfache Antwort auf diese Frage ist nicht möglich, da es heutzutage über 120 Ingenieurberufe gibt. Während der Ingenieur-Ausbildung studiert man verschiedene Verfahren, welche die Kräfte der Natur und die Rohstoffe für den Menschen nutzbar machen können. Die Ingenieur-Aufgaben reichen beispielsweise von der Gewinnung und Bearbeitung von Werkstoffen wie Holz, Stein, Metalle, Kunststoffe über die Anwendung der Technik in der Landwirtschaft und der Herstellung von Nahrungsmitteln, in der Energiegewinnung, Wärmeerzeugung, Transport- und Verkehrsmitteltechnologie, Kommunikation und Information sowie in der Medizin. In jedem dieser Bereiche wirken verschiedene Erkenntnisse der Physik, Chemie und Mathematik sowie praktischer Erfahrungen zusammen.

Jeder Ingenieur/ jede Ingenieurin muss also gut überlegen können:

- Worin besteht seine/ ihre Aufgabe, welche Fragen müssen beantwortet werden, um das Problem zu lösen?
- gibt es nur einen Weg oder verschiedene Lösungs-Varianten?
- welchen Einfluss auf die Umwelt verursacht der technische Eingriff in die Natur?
- reicht mein Wissen oder soll ich noch andere Spezialisten zu Hilfe holen?

Heutzutage arbeiten Ingenieure in Teams. Jedes Teammitglied spezialisiert sich auf ein bestimmtes Gebiet.

In dieser Lektion möchten wir Euch einiges von einem Spezialgebiet des Bauingenieurwesens vorstellen, der Geotechnik.

## 1. Was ist und womit beschäftigt sich die Geotechnik?

Der Begriff „Geotechnik“ besteht aus den Silben „Geo“ d.h. vom Griechischen „Erde“ und „Technik“ als Abkürzung für Bautechnik (die Art, wie ein Bauwerk ausgeführt wird).

Früher wurde der Begriff Geotechnik häufig für den technischen Eingriff des Menschen in das Gebirge, etwa im Sinne der Bergbautechnik, verwendet. Heute verstehen wir darunter allgemein einen Bereich des Bauwesens, der sich mit dem Zusammenhang zwischen Bauen und Untergrund oder anders gesagt, mit dem Verhalten des Untergrunds unter der Einwirkung der Bautechnik beschäftigt..

Der Untergrund (auch Baugrund genannt) ist die Unterlage, auf welcher die Bauwerke gebaut werden. Der Baugrund besteht aus Boden oder Fels.

Bevor ein Bauwerk (ein Gebäude, eine Strasse, ein Tunnel, ein Damm, eine Brücke) projektiert wird, muss für die Ingenieure bekannt werden, auf welcher Unterlage das Bauwerk gebaut wird.

## 2. Was sind Böden für einen Ingenieur/ eine Ingenieurin?

Der Begriff „Boden“ wird von verschiedenen Fachrichtungen unterschiedlich interpretiert, z.B. als Material der Erdoberfläche, welches das Überleben von Pflanzen mit Wurzeln ermöglicht oder als Produkt der vergangenen geologischen Prozesse an der Erdoberfläche.

In der Geotechnik wird als „Boden“ der Baugrund aus Lockergestein, d. h. aus einzelnen Gesteinsteilen unterschiedlicher Grösse bezeichnet.

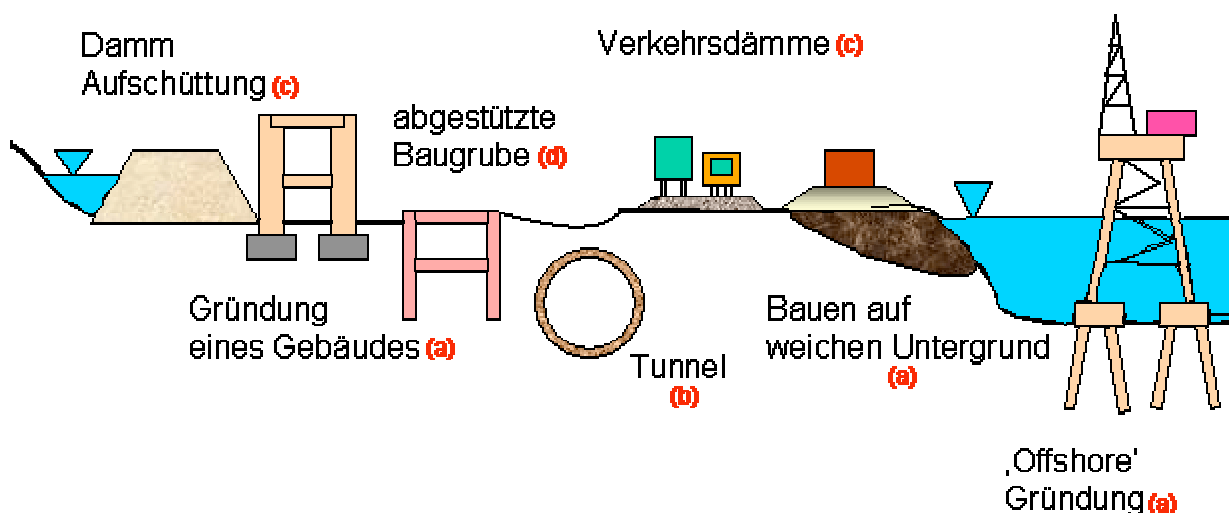


Abbildung Nr.1 Anwendung von Böden in der Geotechnik

In der Abbildung Nr.1 sind verschiedene Anwendungsmöglichkeiten des Bodens abgebildet:

- Boden als Untergrund für die Fundamente von Gebäuden, Brücken, Bohrinseln (a)

- Boden als Material, in welchen gebaut wird: Tunnels, Stollen, Untergeschosse, Baugruben (b)
- Boden dient als Baumaterial für Strassen, Dämme, Bahnschotter (c)
- Boden als Material, das abgestützt werden muss durch Stützmauern, Baugrubenwände (d)

Der Boden wird je nach Verwendungszweck auf verschiedene Arten beschrieben. Die Ingenieure und Ingenieurinnen verwenden Begriffe, die es erlauben sich vorzustellen, in welchem Zustand sich der Boden vor der Ausführung eines Bauwerks befindet, und wie er auf mögliche Veränderungen (z. B. durch die Entwässerung oder durch die Belastung mit dem Gewicht eines Gebäudes, durch den Verkehr) reagieren wird. Zu diesem Zweck werden Bodenproben sowohl im Labor als auch an Ort und Stelle (so genannte „in situ“ Versuche) untersucht.

Aufgrund von bestimmten Bodeneigenschaften werden Baugrundmodelle erstellt. Daten dieser Baugrundmodelle werden dann in mathematischen Formeln berechnet.

Auf diese Weise wird mathematisch das Verhalten des Bodens in verschiedenen Bedingungen beschrieben. Besonders wichtig für Ingenieurinnen und Ingenieure ist zu bestimmen, unter welchen Bedingungen der Boden versagt, also sein Zustand sich so verändert, dass ein auf, in oder mit ihm erstellter Bauwerk unbrauchbar sein wird: z. B. ein Hochhaus, eine Tiefgarage oder ein Tunnel stürzt ein, ein Staudamm wird undicht. Weitere Aufgabe des Ingenieurs Geotechniker/der Ingenieurin Geotechnikerin besteht darin, Massnahmen zu treffen, die ein Bodenversagen nicht zulassen.

Aus diesem Grunde ist es notwendig, Bodeneigenschaften zu kennen und zu bestimmen, bevor man mit der Projektierung jeglicher Bauwerke beginnt.

Die Einführung in einige dieser Bodeneigenschaften werden in dieser Lektion auf möglichst verständliche und einfache Weise vorgestellt.

### 3. Wie entstehen Gesteine?

Die Mutter aller Gesteine heisst **Magma** (lateinisch: Teig). Es ist eine geschmolzene Gesteinmasse, die tief im Erdinneren vorkommt. Während Magma durch die Erdkruste nach oben dringt, wird es abgekühlt und erstarrt dabei zu festem kristallinem Gestein. Es gibt sehr viele verschiedene Arten von kristallinen Gesteinen, aber alle entstammen vom Magma des Erdinneren.

Wenn Du einen Stein findest und an ihm glitzernde Stellen erkennst, hast du ein **Mineral** vor dir. Ein Mineral besteht aus einem oder mehreren chemischen Elementen. Elemente sind Substanzen, die aus Atomen einer Art bestehen. Wenn die Atome regelmässig angeordnet sind, dann bilden sie **Kristalle**.

Kristalle können sich aber nur dann bilden, wenn das Magma langsam abkühlt. Das geschieht tief in der Erde. Es dauert sehr lange, bis aus flüssigem Magma festes Gestein entsteht.

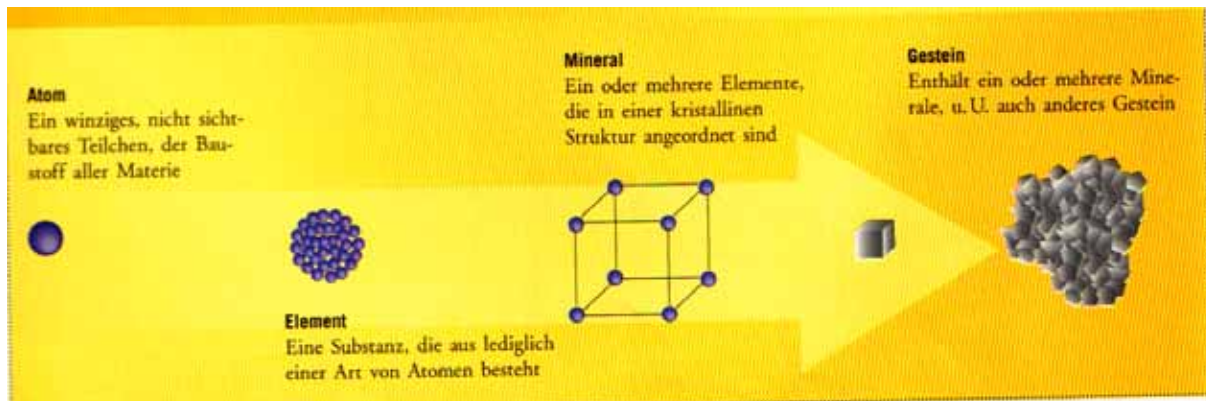


Abbildung Nr. 2 Vom Atom zu Gestein

Die sich darin bildende Mineralkristalle können über einen langen Zeitraum hin wachsen; sie werden so gross, dass man sie mit blossem Auge sehen kann. Diese **kristallinen Gesteine** nennt man **Tiefengesteine** oder **Plutonite**.



Abbildung Nr. 3 Kristalle in einem kristallinen Gestein

Kühlt sich Magma schnell ab, wie bei einem Vulkanausbruch, so haben die Elemente keine Zeit sich regelmässig anzuordnen und erstarren zu einer glasähnlichen Schmelze. Dieses Magma, das auf die Erdoberfläche ausfliesst heisst **Lava** und bildet **Ergussgesteine**, genannt auch **Vulkanite**.

Durch die Ursachen, die im Erdinneren liegen, z.B. Vulkanausbrüche, Hebungen und Verschiebungen in der oberen Erdkruste, können sich in langen Zeiträumen riesige Gebirge bilden. So gelangen die Tiefen- und Ergussgesteine an die Erdoberfläche. Alle Gesteine an der Erdoberfläche unterliegen der **Verwitterung**. Durch die Einwirkung von Regen, Schnee, Eis, Wind und Sonne werden die Gesteine zersetzt, zerbröckelt oder aufgelöst, wobei Pflanzenwuchs diese Vorgänge noch unterstützt - das ist die **physikalische Verwitterung**.



Abbildung Nr. 4 So beginnt physikalische Verwitterung

Sonnenstrahlen erhitzen die Gesteine oberflächlich, so dass sie bei starker Abkühlung platzen. In feine Spalten eingedrungenes Wasser gefriert im Winter und bricht die Spalten auf, weil sich das Wasser beim Gefrieren ausdehnt. Durch die Verwitterung werden alle Gesteine langsam zerlegt und so ganz allmählich – über lange Zeiträume hinweg – zu Verwitterungsschutt zerstört. Die chemischen Vorgänge greifen die Gesteine an.

Das Abtragen dieser Verwitterungsprodukte auf der Erdoberfläche durch Regen, Eis (Gletscher), Flüsse und Wind heisst **Erosion**. Die Erosion geht beständig vor sich hin. Im Laufe von Jahrmillionen werden ganze Gebirgszüge abgetragen und eingeebnet.

Durch die Erosion werden aus den Gebirgen ständig riesige Mengen von Schlamm, Sand und Steinen von Flüssen und Strömen ins Meer gespült.

Je grösser die Fliessgeschwindigkeit eines Flusses ist, umso grösser sind die Steine, die vom Wasser mitgenommen werden. In Gebirgsbächen oder –flüssen sehen wir meist nur grobe Gerölle im Flussbett liegen, wenn im Sommer wenig Wasser von den Bergen kommt. Das feinere mitgeführte Material, wie Sand und Schlamm, wird vom Wasserlauf viel weiter abwärts befördert. Erst da, wo der Fluss in die Ebene eintritt und die Strömungsgeschwindigkeit nachlässt, bleiben kleinere Steine im Flussbett liegen. Sand und Schlamm werden noch weiter flussabwärts transportiert. Wenn das Wasser ruhig fliesst, setzt sich auch der Sand am Boden ab. Das geschieht meistens erst im Mündungsgebiet. Der feine Schlamm, die Trübe im Wasser, wandert weiter ins Meer hinaus. Dort erst sinkt er zu Boden. Er setzt sich ab. Die abgesetzten Schichten nennt man **Sedimente** oder **Ablagerungen**. Die Wassermassen und die neue Schichten von Sedimenten pressen die unteren Schichten zusammen, bis sie schliesslich zu hartem Gestein geworden sind. So entstandene Gesteine nennt man Sedimentgesteine.

Der Vorgang der Sedimentation läuft Tag für Tag, Jahr für Jahr ab, so dass sich im Laufe vieler Jahrtausende mächtige Sedimentschichten auf dem Meeresboden bilden.

Nicht nur im Meer setzen sich die Sedimentlagen ab. Auch auf dem Lande können durch den Wind Ablagerungen entstehen. Während der Eiszeit, als weite Landstriche ohne Pflanzenbedeckung waren, trug der Wind mächtige Staubschichten zusammen. Andere durch den Wind erzeugte Sedimentkörper sind die Sanddünen oder Gesteine aus vulkanischer Asche.

Sedimente können sich auch durch chemische Vorgänge bilden. Das Meerwasser ist sehr mineralhaltig. Wenn das Meerwasser verdunstet und eintrocknet, werden die vorher im Meerwasser gelösten Salze abgeschieden.





Abbildung Nr. 5 Schichten in einem Sedimentgestein

Kristalline und Sedimentgesteine können durch Verschiebungen und Absenkungen in der Erdkruste in grössere Tiefen geraten. Dort verwandeln sie sich in **metamorphe (veränderte) Gesteine**:

- durch die Auflast der überlagernden Gesteinmassen
- durch in der Tiefe herrschende Hitze
- durch sehr hohen, bei Bewegungen in der Erdkruste entstehenden Druck.
- 

Metamorphe Gesteine nehmen ein ganz anderes Aussehen an, z. B. wie auf der Abbildung Nr. 6.

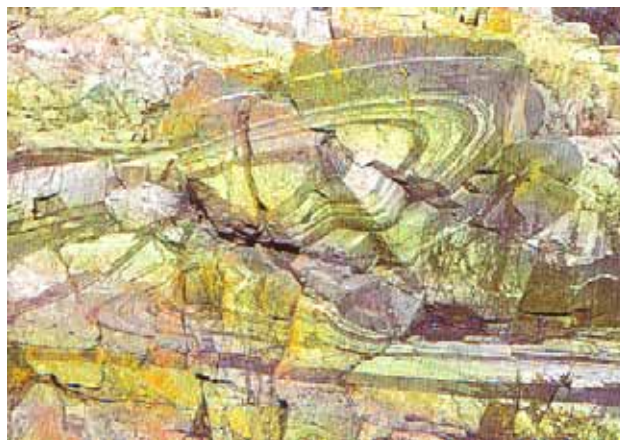


Abbildung Nr. 6 Gesteinsverfaltung im metamorphen Gestein

Das Antlitz der Erde verändert sich ständig. Die magmatischen Gesteine unterliegen an der Erdoberfläche Verwitterungsprozessen und Erosion. Die dabei entstehenden Sedimente werden zu Sedimentgesteinen. Diese können – und Magmatite selbst – zu Metamorphiten werden und schliesslich wieder zu Magmen. So entsteht der Kreislauf der Gesteine (Abbildung Nr. 7).

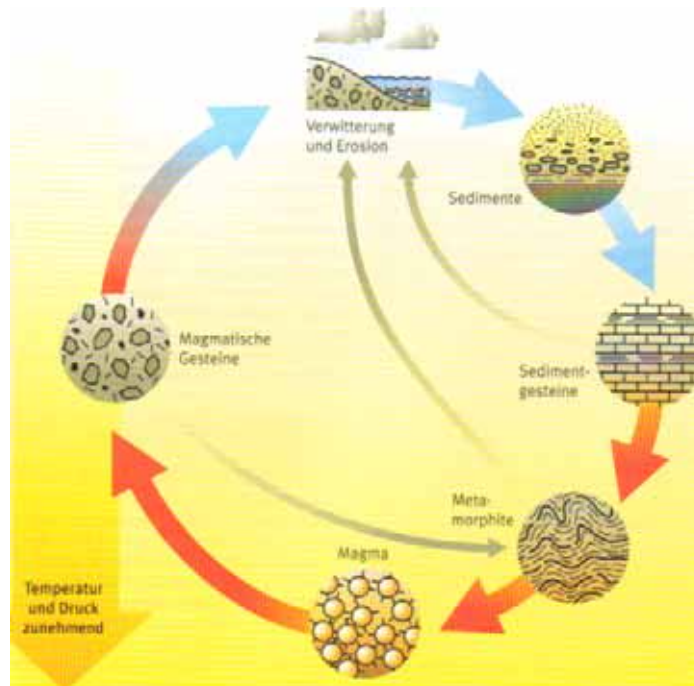


Abbildung Nr. 7 Kreislauf der Gesteine

### 5. Wie entstehen Böden?

**Böden** entstehen während der natürlichen geologischen Prozesse: **Verwitterung – Transport – Ablagerung** (Seiten 4u. 5). Diese Prozesse bestimmen die Beschaffenheit des Bodens.

### 6. Welches sind Merkmale von Böden?

Der Boden besteht aus Gesteinsfragmenten und freien Räumen zwischen ihnen, die Poren genannt werden. Poren können mit Wasser oder mit Luft gefüllt werden. Dieser **Drei-Phasen-Aufbau** (Abbildung Nr. 8) hat einen entscheidenden Einfluss auf das technische Verhalten der Böden. Böden können:

- absolut trocken (kein Wasser)
- voll gesättigt (keine Luft)
- teilweise gesättigt (Wasser und Luft vorhanden)

sein.

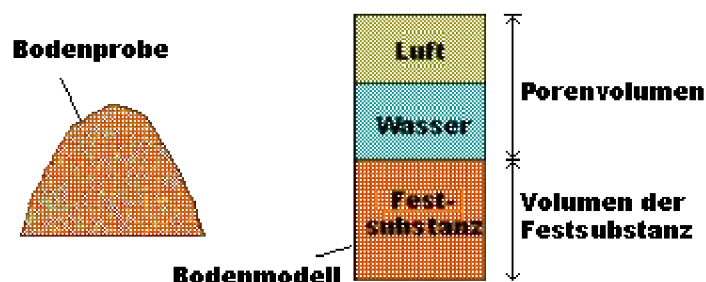


Abbildung Nr. 8 Der Boden als Dreiphasengemisch von Festsubstanz - Wasser - Luft

Der Anteil an jede dieser Phasen muss bemessen werden und wird von dem Ingenieur/der Ingenieurin für den Entwurf und die Berechnungen benötigt.

Für einen Ingenieur/ eine Ingenieurin ist es wichtig zu wissen:

- wie gross sind die Gesteinsteile
- sind alle Gesteinsteile gleich gross oder unterschiedlicher Grösse und wie viel von welcher Grösse in einem Boden vorhanden ist (Grössenverteilung)
- welche Form die Gesteinsteile aufweisen
- aus welchen Mineralen sind sie gebaut
- liegen die festen Bestandteile dicht oder locker aufeinander
- wie viel Wasser beinhaltet der Boden, wie reagiert er aufs Austrocknen oder eine Zunahme des Wassergehaltes.

In der Natur gibt es sehr viele, verschiedene Arten von Böden. Sie werden von Ingenieuren /Ingenieurinnen in Klassen oder Gruppen mit ähnlichen Merkmalen und ähnlichem Materialverhalten eingeteilt. Diese Einteilung heisst **Bodenklassifikation**.

### 6.1 Korngrössenbereiche

Gesteinsteile im Boden können verschiedene Formen und Grössen annehmen. Damit Ingenieure/Ingenieurinnen unverwechselbar von Teilen einer bestimmten Grösse sprechen können, wurde ein Modell eingeführt, in dem wir uns vorstellen, dass jedes Gesteinstück in eine möglichst kleine Kugel reinpasst. Der Durchmesser dieser Kugeln gibt eine Information über die Grösse eines Gesteinstücks im Boden. Daher wird vom Durchmesser der Gesteinsteile gesprochen.

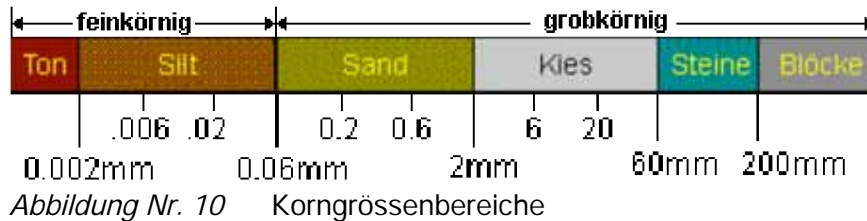
Der Grössenbereich der Gesteinstücke ist sehr breit: es sind Blöcke von einem Durchmesser von und über 200 mm bis Teilchen kleiner als 0.002 mm.



Abbildung Nr. 9 Böden unterschiedlicher Korngrössenbereiche: (von oben links In der Uhrzeigerichtung) Ton, Sand, Silt, Kies



Die Korngrösse von 0.06 mm wird als Grenze zwischen **grobkörnigen** und **feinkörnigen** Böden betrachtet. Sie hat diese praktische Bedeutung, dass die Teilchen grösser als 0.06 mm mit dem blossen Auge sichtbar sind, und die kleineren nicht mehr. Die kleineren, mit blosssem Auge nicht sichtbaren Teilchen werden Partikel genannt.



Eine erste, grobe Einschätzung der Korngrösse kann schon an einer Bodenprobe im Feld gemacht werden:

**Sande** (und gröber): die Körner sind von blosssem Auge sichtbar.

**Silte:** Trockene Partikel sind staubig und einfach von den Händen abreibbar (Abbildung Nr. 10, links).

**Tone:** Trockene Tone sind hart. Die Partikel fühlen sich klebrig und „fettig“ an, wenn sie nass sind. Tonpartikel müssen von den Händen abgebürstet oder abgewaschen werden (Abbildung Nr. 11, rechts).

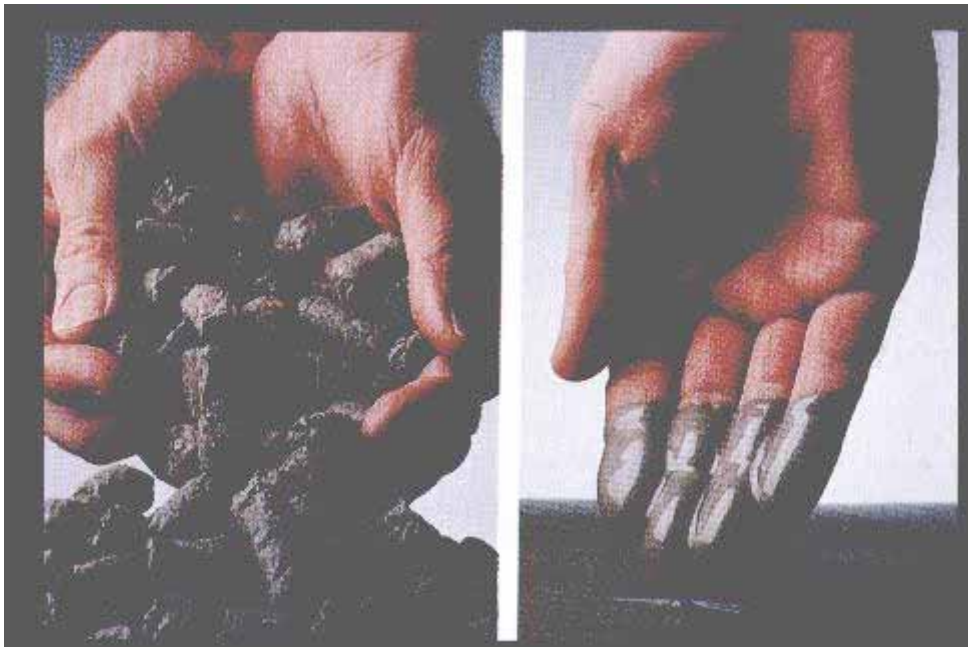


Abbildung Nr. 11 Grobe Einschätzung von Silt und Ton mit den Händen

Blöcke, Kiese, Sande und Silte sind Produkte der physikalischen Verwitterung, also des Felsenerfalls, verursacht von Wasser, Frost, Temperaturschwankungen, Wind und Eis.

Sande setzen sich hauptsächlich aus einzelnen Mineralkörnern zusammen, die Kiese, Steine und Blöcke aus gebrochenen Felsenstücken.

Die Tone entstehen aufgrund von chemischer Verwitterung der zuvor durch physikalische Verwitterung zerkleinerten Mineralkörner.

## 6.2 Charakteristische Formen von Sand- und Kieskörnern

Grobkörnige Gesteinsteile weisen unterschiedliche Form- und Oberflächenmerkmale auf, die während dem Transport entstanden sind. Sie hängen davon ab, ob die Körner durch das Wasser, den Wind oder den Gletscher transportiert wurden und wie lange die Abnutzung beim Transport gedauert hat.

Je weiter ein abgetragenes Felsfragment durch fließendes Wasser, Gletscherbewegung oder Wind transportiert wird, umso mehr wird es durch Reibung bzw. den Zusammenstoss mit anderen Gesteinsfragmenten zerkleinert und abgerundet.

Am Anfang, am Ort der physikalischen Verwitterung, sind die Felsblöcke kantig, mit scharfen Ecken. Je länger der Transport gedauert hat, desto mehr werden die ursprünglich eckigen Kanten abgerundet. Die durch das Wasser oder durch den Wind transportierten Gesteinsteile können so weit abgerundet werden, bis sie kugelförmig werden. Die Oberfläche der im Wasser transportierten Teile kann abgeschliffen werden, bis sie glänzt; die vom Wind transportierten Körner werden matt.

Die durch den Gletscher transportierten Teile nehmen unregelmässige Formen mit abgerundeten Ecken an. Manchmal werden sie wieder gebrochen.

Da Wasser und besonders Eis sowohl kleine als auch grosse Gesteinsfragmente transportieren können, ist die **Korngrößenverteilung** der nach dem Transport **abgelagerten Sedimente breit** und kann **vom Gesteinsmehl bis zu Blöcken** reichen. Es entstehen so genannte „**gut abgestufte**“ Ablagerungen.

Bei der Ablagerung von windverfrachteten Gesteinsfragmenten entstehen **eng abgestufte Sedimente (Körner ungefähr einer Grösse)**

## 6.3 Charakteristische Formen von Tonmineralen

Tonminerale entstehen hauptsächlich während der chemischen Verwitterung, das heisst sie sind Produkte der chemischen Verwandlung ursprünglichen Mineralen. Sie sind sehr klein und plättchenförmig.

Ihre Dicke ist, verglichen mit der Länge und Breite sehr klein, in einigen Fällen sogar weniger als 1/100 der Länge.

Tonminerale unterscheiden sich untereinander mit dem inneren Aufbau der Plättchen, was weiterhin entscheidend ist für ihre Eigenschaften.

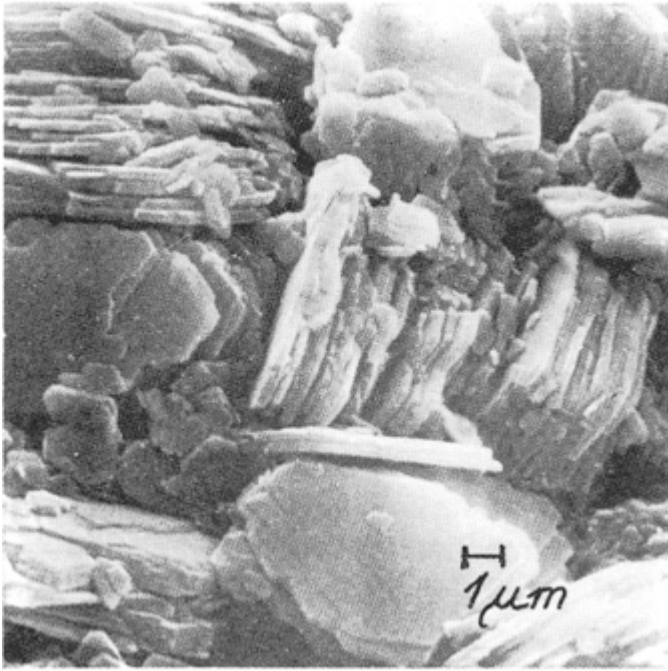


Abbildung Nr. 12 Plättchen eines Tonminerals gesehen im Elektronenmikroskop

#### 6.4 Struktur

Die Struktur beschreibt die Form, Grösse und Verteilung der Bestandteile, die einen Boden aufbauen. Zum Beispiel sind in grobkörnigen Böden relativ wenig Berührungsstellen zwischen den Körnern vorhanden. Hier wirken bei gegenseitiger Verschiebung so genannte Reibungskräfte.

Das Verhalten des Bodens richtet sich danach, ob die groben Bestandteile in den feinen "schwimmen" oder ob sie ein Skelett bilden. Füllen die kleineren Körner die Hohlräume zwischen den Grossen aus, so spricht man von einer guten Kornabstufung. Der Boden ist dann meist dicht gepackt.

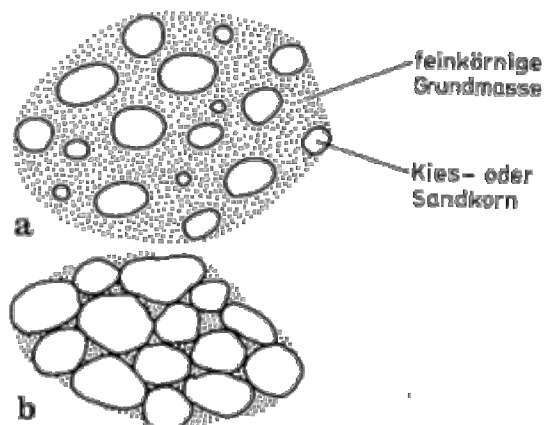


Abbildung Nr. 13 Gemischtkörnige Böden a) Grobfraction „schwimmt“ in feinem Material, b) Grobfraction bildet Skelett

## 6.5 Konsistenz

Die feinkörnigen Böden bestehen aus plättchenförmigen Partikeln. Ist Wasser im feinkörnigen Boden vorhanden, bleiben die Wasserteilchen an plättchenförmigen Partikeln haften. Die Eigenschaften des Bodens verändern sich mit seinem Wassergehalt. Der Zustand, in welchem sich ein feinkörniger Boden befindet, abhängig vom Wassergehalt, nennt man **Konsistenz**. Die Konsistenz kann:

- fest (der Boden ist trocken)
- halbfest
- plastisch (der Boden lässt sich leicht kneten, verformen)
- zähflüssig

sein. Die Wassergehalte, bei welchen die Konsistenz von einem Zustand in einen anderen übergeht, nennt man **Konsistenzgrenzen**.

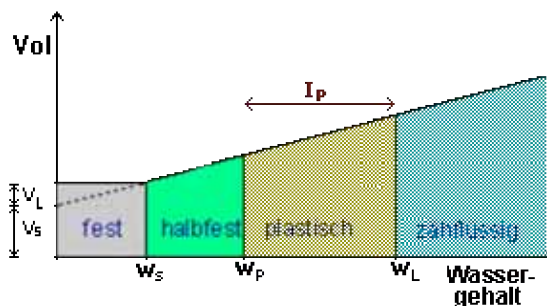


Abbildung Nr. 14 Einteilung der Konsistenzgrenzen

Zwei dieser Grenzen werden zur Klassifikation von feinkörnigen Böden benutzt:

**Fliessgrenze  $w_L$**  : Wassergehalt des Bodens beim Übergang vom plastischen in den zähflüssigen Zustand.

**Ausrollgrenze  $w_p$**  : Wassergehalt des Bodens beim Übergang vom halbfesten in den plastischen Zustand.

Die Konsistenzgrenzen werden durch Laborversuche bestimmt.

### **Anmerkungen zur Ausrollgrenze $w_p$ :**

Auf einer rauen Glasplatte oder einer Zeitung wird der Boden zu sog. "Würstchen" ausgerollt, die vorerst noch nicht zerbröckeln, da der Wassergehalt zu hoch ist. Sie werden wieder zusammengeknetet und neu ausgerollt, und das wird so oft wiederholt, bis das Zerbröckeln bei einem Durchmesser von etwa 3 mm beginnt. Darauf wird der Wassergehalt der ausgerollten Bodenprobe bestimmt, und als  $w_p$  bezeichnet.



Abbildung Nr. 15 Bestimmung der Ausrollgrenze  $w_p$

#### Anmerkung zur Fließgrenze $w_L$ :

Die Bestimmung der Fließgrenze erfolgt in einem Klopffapparat (genannt nach dem Erfinder dieser Methode A. Casagrande)



Abbildung Nr. 16 Klopffapparat A. Casagrande

Das unterschiedliche Verhalten der Böden je nach Korngrösse und Kornform der festen Bestandteile sowie der Struktur und des Wassergehalts kann während kindergerechten Experimenten im Geotechnischen Institut der ETH Zürich oder der Berner Fachhochschule Burgdorf kennen gelernt werden.

#### Literatur:

- Vorlesung des Kurses Geotechnik 1 vom Institut für Geotechnik der ETH Zürich, 2005, mit freundlichen Genehmigung und Unterstützung von Frau Prof. Sarah Springman
- Hähnel, W.: Mineralien und Gesteine, Nürnberg 1994
- Schüler Duden, die Geographie: Mannheim; Leipzig; Wien; Zürich 1997





*Achtung: Manchmal ist .*

1. Was ist ein Baugrund?

- eine Unterlage, auf welcher gebaut wird
- ein Material in oder mit welchem gebaut wird
- ein Material, das manchmal abgestützt werden muss

2. Was ist der Boden für eine Geotechnikerin/ einen Geotechniker?

- ein Baugrund aus Lockergestein
- das Material der Erdoberfläche
- das Produkt der vergangenen geologischen Prozesse

3. Wie heissen Gesteine, die tief unter der Erdoberfläche entstehen?

- Sedimente
- Kristalline
- Vulkanite

4. Welche geologischen Prozesse führen zur Entstehung von Böden?

5. Was ist der Drei-Phasen-Aufbau von Böden?

6. Wann ist der Boden gesättigt?

- Poren enthalten keine Luft
- Poren enthalten kein Wasser
- Wasser und Luft sind in Poren vorhanden

7. Welches sind die feinkörnigen Böden?

- Kies
- Silt
- Ton

8. Welches sind die gut abgestuften Ablagerungen?

- im Boden sind Gesteinsteile nur einer Grösse vorhanden
- der Boden enthält grosse Breite von Gesteinsteilen unterschiedlicher Grösse
- der Boden enthält drei verschiedene Grössen von Gesteinsteilen

9. Welche Form haben Tonminerale?

- kugelförmig
- stängelig
- plättchenförmig

10. Wie heisst der vom Wassergehalt abhängige Zustand von feinkörnigen Böden?

## Quiz - Antworten

1. Was ist ein Baugrund?

- x eine Unterlage, auf welcher gebaut wird
- x ein Material in oder mit welchem gebaut wird
- x ein Material, das manchmal abgestützt werden muss

2. Was ist der Boden für eine Geotechnikerin/ einen Geotechniker?

- x ein Baugrund aus Lockergestein
- das Material der Erdoberfläche
- das Produkt der vergangenen geologischen Prozesse

3. Wie heissen Gesteine, die tief unter der Erdoberfläche entstehen?

- Sedimente
- x Kristalline
- Vulkanite

4. Welche geologischen Prozesse führen zur Entstehung von Böden?  
Verwitterung, Transport, Ablagerung (Sedimentation)

5. Was ist der Drei-Phasen-Aufbau von Böden?

Feste Substanz (Gesteinsteile) + Wasser + Luft

6. Wann ist der Boden gesättigt?

- x Poren enthalten keine Luft
- Poren enthalten kein Wasser
- Wasser und Luft sind in Poren vorhanden

7. Welches sind die feinkörnigen Böden?

- Kies
- x Silt
- x Ton

8. Welches sind die gut abgestuften Ablagerungen?

- im Boden sind Gesteinsteile nur einer Grösse vorhanden
- x der Boden enthält grosse Breite von Gesteinsteilen unterschiedlicher Grösse
- der Boden enthält drei verschiedene Grössen von Gesteinsteilen

9. Welche Form haben Tonminerale?

- kugelförmig
- stängelig
- x plättchenförmig

10. Wie heisst der vom Wassergehalt abhängige Zustand von feinkörnigen Böden?  
Konsistenz

