

## 9 Anhang

### 9.1 Methodisches zur Untersuchung von Bodenprofilen

#### Anhang zu 3.5: Geologisches Ausgangsmaterial

**Moränen** sind durch Gletscher akkumuliertes, unsortiertes Gesteinsmaterial jeder Korngrösse. Die Steine sind abgeschliffen, rundkantig, oft geschrammt. Wallmoränen sind locker gelagert. Bei schottrigen Moränen ist das Feinmaterial durch den eiszeitlichen Gletscherabfluss ausgewaschen worden. Grundmoränen (unter der Eissole gebildet) sind stark verdichtet. Seitenmoränen sind teils locker, teils vom Gletscher überfahren und verdichtet. Alte Moränen sind häufig in späteren Eiszeiten verändert und von jüngeren Gletschern überfahren worden.

**Schotter** sind Ablagerungen eiszeitlicher und nacheiszeitlicher Flüsse. Sie enthalten nebst gerollten Steinen auch Sand. Durch Infiltration von kalziumbikarbonatreichem Wasser und dem Druck späterer Überdeckungen wurden die Schotter stellenweise verfestigt (Deckenschotter).

**Gehängeschutt und Bergsturzmaterial** entsteht durch Absturz von Gesteinspartien am Steilhang. Durch anschliessendes Rutschen und Rollen kann eine teilweise Sortierung erfolgen. Steine und Blöcke sind kantig.

**Kolluvionen** entstehen durch Abgleiten oder Kriechen von Erdmassen. Sie sind locker, durchmischt, unsortiert und nicht selten von Hangwasser beeinflusst.

**Lösslehm** ist ein gelbliches, weiches, meist schluffreiches Ausgangsmaterial, oft entkalkt und verlehmt.

**Alluviale Sande, Lehme und Tone** kommen in Geländedepressionen vor, als Sandbänke früherer Flüsse, Schwemmlerme und als Tonsedimente ehemaliger Überflutungen. Seebodenlehm ist ein Schlufflehm, der sich in flachen Seen nach dem Rückzug der eiszeitlichen Gletscher abgelagerte.

**Seekreide, Kalktuffe** sind lockere und wenig verfestigte Kalkausscheidungen im See- oder Quellwasser. Sie enthalten oft organische Einschlüsse und Toneinmischungen.

**Mergel** sind karbonathaltige Tongesteine. Mergelkalk, z.B. des Argoviens, enthält etwa 50 % Kalziumkarbonat. Molassemergel ist im Mittelland verbreitet.

**Tongesteine** sind meist plattige, weiche, schwarze Gesteine ohne Kalk, z.B. Opalinustone.

**Schiefer** sind geschichtet, oft glänzend, z.B. Bündnerschiefer (schistes lustrés). Es gibt jedoch auch Kalkschiefer und Tonschiefer. Flysch ist als Mergelschiefer mit san-

digen und steinigen Zwischenlagen verbreitet, kommt aber auch als Dachschiefer mit glatten Ablösungsflächen vor.

**Sandstein** enthält viel Quarz nebst anderen Mineralien; als Bindemittel wirken hauptsächlich Kalk oder Kieselsäure. Die Molasse ist im Mittelland, im Alpenvorland und im Jura verbreitet. Sie verwittert ziemlich leicht. Ältere Sandsteine (aus dem Perm, der Trias und dem Mesozoikum) sind meistens härter als Molasse.

**Konglomerate** bestehen aus Sand und kleineren oder grösseren, gerundeten oder kantigen Steinen, wobei diese Komponenten mit Kalk oder Kieselsäure verfestigt sind. Verbreitet sind tertiäre Konglomerate, sie können auch älter sein, wie z.B. der Verrucano. Als Nagelfluh werden verhärtete Schotter bezeichnet. Breccien enthalten vorwiegend kantige Gesteinsbruchstücke.

**Kalkgestein** ist gemäss der hier geltenden Konvention ein Sedimentgestein mit mindestens 75 % Kalziumkarbonat. Der Rest besteht aus anderen Mineralien, wobei der Quarzanteil gering ist; Tonminerale können in beträchtlicher Menge vorhanden sein. Dolomit enthält nebst Kalzium auch Magnesium. Der Schrattenkalk im Malm weist 90 % bis 99 % Kalziumkarbonat auf, beim Triasdolomit ist der Gehalt an Kalzium-Magnesiumkarbonat ebenso hoch. Kieselkalke, Echinodermenkalke enthalten jedoch 30 bis 50 % Siliziumoxid. Mergelkalke der Kreide bestehen aus höchstens 50 % Erdalkalikkarbonat. Diese letzteren Kalkgesteine verhalten sich bodengenetisch eher wie Mischgesteine und werden in der Bodenklassifikation als solche taxiert.

**Granite und Granodiorite** bestehen aus Quarz, Feldspat und Glimmer oder Hornblende. Sie sind sehr hart, bei der Verwitterung versanden sie. Gneis ist geschichtet und oft durch die Metamorphose im Mineralbestand etwas verändert, sonst aber ähnlich wie Granit.

**Dunkle magmatische Gesteine**, z.B. Diorit, Gabbro, Basalt und Peridotit, enthalten keinen Quarz. Ihr Verwitterungsprodukt ist oft tonig.

**Grüngesteine** sind dunkle, metamorphe, oft massige Silikatgesteine; Vertreter sind: Serpentin und Amphibolite.

## Anhang zu 3.6.2: Profilskizze und Signaturen

### a: Begrenzung und Verlauf der Horizonte

1 scharf, 2 deutlich, 3 diffus, 4 gerade, 5 wellig, 6 taschig, 7 kluftig, 8 linsenförmig

### b: Aerober Auflagehumus

1 lose Streue, 2 lagige Streue, 3 verfilzte Streue, 4 faserige organ. Substanz, 5 körnige oder flockige organische Substanz, 6 Huminstoffe

### c: Organo-mineralische Substanz

1 neutral, 2 sauer, 3 humusarm, 4 humusreich

### d: Hydromorphe Humusauflagen

1 wenig zersetzter Torf, 2 ziemlich zersetzter Torf, 3 stark zersetzter Torf

a	1		4		7	
	2		5		8	
	3		6			
b	1		2		3	
	4		5		6	
c	1		2		3	
					4	
d	1		2		3	

### e: Mineralische Feinerde

1 Tonboden, 2 Schluffboden, 3 Sandboden, 4 Lehmboden, 5 kalkhaltig (mit Doppelstrich)

### f: Bodenskelett

1 eckig, kaum verwittert, 2 gerundet, kaum verwittert, 3 verwittert, 4 Karbonatgestein, 5 Kohle, 6 Holz, 7 Ziegel und andere Fremdkörper

### g: Bodengefüge

1 aufgelockert, 2 verdichtet, 3 ausgeprägt krümelig oder bröcklig, 4 grobklumpig, 5 Leitbahnen, 6 Makroporen, Krotowinen

e	1		3		4	
	2		5			
f	1		3		5	
	2		4		6	
g	1		3		5	
	2		4		6	

### h: Biologische Aktivität

1 Regenwurm-tätigkeit, 2 Schneckengehäuse, 3 Hauptwurzelaum, 4 tiefstes Wurzelvorkommen, 5 dicke Wurzeln, 6 Wühl-tätigkeit, Humuseinschlüsse

h	1		3		5	
	2		4		6	

**i: Eluviationen**

1 gebleichter Sand, 2 Bleichung an Hohlraumwand,  
 3 gebleichter Schluff, 4 bleiche Flecken, 5 bleiche  
 Taschen oder Zungen, 6 Entkarbonatungstiefe

**k: Sesquioxide**

1 Knötchen, Konkretionen, 2 Rostflecken, 3 Krusten  
 aus Oxiden an Hohlräumen, 4 Eisenfreilegung, 5 il-  
 luviales Eisenoxid, 6 Fe- und Al-Oxid-Konzentrationen

**l: Illuviationen**

1 illuvialer Tonhorizont, 2 Tonhäute, 3 Humus-  
 (Ton-) Häute, 4 Kalkflaum, 5 Kalktuff, Kindel,  
 6 Kalktuff, massiv, 7 Ausblühung löslicher Salze

**m: Tensionsfreies Wasser und Reduktionen**

1 örtlicher Wasseraustritt, 2 Wasserstand  
 (Datum der Beobachtung), 3 hydromorph,  
 4 chemische Reduktionszone

i	1 2 3	4 5	6
k	1 2	3 4	5 6
l	1 2 3	4 5 6	7
m	1 2	3	4

### Anhang zu 3.6.3: Symbole der Haupthorizonte

- O organischer Auflagehorizont mit mehr als 30 Gew.% organischer Substanz.
- T Torf: enthält mehr als 30 Gew.% organische Substanz, gebildet aus aufgewachsenem, abgestorbenem und anaerob konserviertem Pflanzenmaterial. Er ist meistens wassergesättigt, häufig sauer und sehr sauerstoffarm. Die Struktur ist vielfältig: lose, verfilzt, körnig, schmierig, schwammig. Durch künstliche Absenkung des Grundwasserstandes werden die Eigenschaften des Torfs stark verändert.
- A Oberbodenhorizont mit weniger als 30 Gew.% organischer Substanz in der Feinerde; Hauptwurzelzone.
- E Eluvial- oder Auswaschungshorizont. Die Substanzverarmung zeigt sich z.B. am relativ geringeren Tongehalt oder an starken Ausbleichungen.
- I Illuvial- oder Einwaschungshorizont: liegt unter einem E-Horizont. Je nach der Art der eingewanderten und angereicherten Substanz ist er toniger (It), eisenreicher (Ife), huminstoffreicher (Ih), kalkreicher (Ik) als der E-Horizont und als der unter dem Illuvialhorizont liegende Horizont. Die Illuviationen bilden Umhüllungen, Tapeten, Konkretionen, Krusten, Kolloidkonzentrationen oder Kristalle. Dadurch wird der Farbton dieses Horizontes oft intensiver oder dunkler.
- B Unterboden, unter dem A-Horizont gelegen. Er enthält Sekundärminerale, ein entwickeltes Bodengefüge, biologische Aktivität und Pflanzenwurzeln. Der Humusgehalt ist gering, verglichen mit dem A-Horizont.
- C Untergrund (Ausgangsmaterial), meistens unter einem A- oder B-Horizont. Verwitterungsmerkmale können vorhanden sein, er ist nicht aggregiert und biologisch nicht oder nur sehr schwach aktiv und nicht oder sehr spärlich durchwurzelt.
- R Felsunterlage, meistens unter einem C-Horizont. Hartes, jedoch etwas angewittertes Gestein über dem unverwitterten Fels.

## Anhang zu 3.6.4: Symbole zur Unterteilung der Haupthorizonte

### Zustand der organischen Substanz

- l Streuzone (Litter). Der Zersetzungsgrad der Pflanzenreste ist gering (über 90 % unverändert). Struktur: lose oder verfilzt. Ol-Horizonte sind vor allem im Wald verbreitet \*).
- f Fermentationszone (Förna), Vermoderungszone. Teilweise bis stark zersetzte Pflanzenreste (30 bis 90 % der Masse). Struktur faserig bis flockig, filzig, schwammig, teilweise körnig. Häufige Kombinationen: Of, Tf \*).
- h Humusstoffzone. Sehr stark abgebaute organische Substanz (bis höchstens 30 % erkennbare Pflanzenreste). Die Humifizierung ist jedoch fortgeschritten und weitgehend im Gleichgewicht. Die Struktur ist in Oh-Horizonten kolloid, schmierig bis körnig. In Mineralerde-Ah-Horizonten sind die Huminstoffe vorwiegend an Tone und Metalle oder an Erdalkalien gebunden \*).
- a anmooriger oder moorähnlicher hydromorpher Horizont mit 10 bis 30 % organischer Substanz und weniger als 40 cm Mächtigkeit. Die Struktur ist meistens krümelig bis körnig. Ein Aa-Horizont kann sich über einem Gley entwickeln.

\*) In der Waldbodenklassierung werden die Symbole F, H und L verwendet

### Verwitterungszustand

- ch chemisch vollständig verwittert ist die Mineralerde, wenn keine Gesteinsrelikte mehr vorhanden sind, der Gehalt an Primärmineralen beschränkt sich auf Quarz.
- w verwittertes Muttergestein; wesentliche Mengen von Produkten der Verwitterung und Neubildungen liegen vor. Oxidierte Eisenoxide, die an Tone gebunden sind, verleihen dem Horizont eine gleichmässig braune Färbung (Bw). Kalziumkarbonat ist in der Feinerde nicht vorhanden.
- z Zersatz des Muttergesteins. Die physikalische Verwitterung überwiegt, chemische Verwitterungen beschränken sich auf die Gesteinsoberflächen. Cz in Gesteinsböden.

### Relative mineralische Substanzanreicherungen

- fe erhöhter Eisenoxidgehalt; diffus oder in Krusten, Hüllen, Konzentrationen.
- ox Oxidhorizont. Eisen- und Aluminiumoxide sind mehr oder weniger separiert konzentriert, deshalb entsteht Marmorierung; das Gefüge ist meistens porös.
- t relativ tonreicherer Horizont, verglichen mit darüber- und darunterliegenden Horizonten im Profil.
- q Rückstands-anreicherung von Quarzen, z.B. im Eq-Horizont.

### Gefügestand

- m massive, durch Kalk, Eisenoxide oder Kieselsäure verhärtete, zementierte Zone. Ortstein: lfe,m-Horizont; Kalkkruste: lk,m-Horizont.
- p gepflügter Oberboden, z.B. Ap- oder Ah,p-Horizonte.

- st Strukturhorizont mit ausgeprägter, stabiler Aggregation. Alle Feinerde liegt als stabile Krümel oder Bröckel vor.
- vt vertisolisch (pelosolisch): Die tonreiche Bodensubstanz bildet beim Austrocknen extrem starke Risse. Die Aggregatoberflächen weisen Überzüge auf oder sind geglättet. In anderen Klassifikationssystemen wird v verwendet.
- x kompakte, verdichtete, aber nicht zementierte Zone.

### **Zustand der Alkalien und Erdalkalien**

- k Kalkanreicherungshorizont. Kalkflaumzone: Ik-Horizont. Kalksteinersatz: Cz, k-Horizont.
- na alkalireicher Horizont. Das adsorbierte Na<sup>+</sup> übersteigt 15 % der Kationentauschkapazität.
- sa salzreicher Horizont. Der Gehalt an wasserlöslichen Salzen verursacht mehr als 2 mS Leitfähigkeit im Bodenextrakt; Ausblühungen kommen vor.

### **Merkmale des Sauerstoffmangels (Redoxschwankungen)**

- cn punktförmige, schwärzliche Knötchen mit hohem Mangan- und Eisengehalt, deuten auf schwache Redoxschwankungen, z.B. Bw,cn-Horizont.
- (g) schwache, oft nur partiell im Innern der Klumpen vorhandene Rostflecken.
- g mässig rostfleckige, wechsellasche Zone im A-, B- oder C-Horizont. Zahlreiche, meist kleine, gut verteilte Rostflecken, umfassen weniger als 3 % Fläche des Anschnitts. Die Matrix zwischen den Flecken ist bräunlich.
- gg Horizont mit starker Rostfleckung infolge periodischer Vernässung und ungenügender Durchlüftung. Es bilden sich zahlreiche, grosse Eisenoxidflecken, die mehr als 3 % Fläche des Anschnitts abdecken. Die Matrix zwischen den Flecken ist grau. Der Bgg,x-Stauhorizont wird im deutschen System Sd-Horizont genannt.
- r dauernd stark reduzierte Zone, von grauer, graublauer oder schwarzer Färbung. Beim Aufgraben wird der Boden infolge des Sauerstoffzutritts rostfleckig.

### **Alte Bodenbildungen**

- b begrabene Horizonte sind von quartärem Material überdeckt, das entweder unverwittert ist oder bereits eine Bodenbildung erfahren hat. Es sind bO-, bA-, bB-Horizonte möglich.
- fo fossile Horizonte stammen aus einer vorholozänen Zeit, mit anderen bodenbildenden Bedingungen. Sie sind oft von einem jüngeren Bodenprofil oder mit Gesteinsmaterial überdeckt. Es kommen foAh-, oder auch foBox-Horizonte vor.
- y fremde Auflagerung, Überschichtung, z.B. durch Überflutung oder Aufschüttung.

## Anhang zu 3.6.5: Ergänzende Horizontsymbole

### Unvollständige Ausprägung

- ( ) sehr schwach entwickelter Horizontzustand; z.B. (A) = humusarmer Oberboden eines Gesteinsbodens.
- [ ] nur stellenweise vorhandener Horizont; z.B. Einschlüsse von A-Horizontmaterial in einem tiefer gelegenen Horizont oder in einer Gesteinskluft.
- 1,2,3 sind in besonderen Fällen zur weiteren Unterteilung von Unterhorizonten anwendbar. Eine weitere Gliederung von Auflagehumus (z.B. O11, O12, O13, Of1, Of2, Tf1, Tf2, usw.) ist möglich. Bei Horizonten in der Mineralerde sollten Zahlen nur ausnahmsweise angewendet werden (ev. Bw1, Bw2).

### Übergangshorizonte (Beispiele)

- AC Übergangshorizont, wo ein B-Horizont fehlt.
- AE humoser Oberboden mit deutlicher Eluviation.
- BC Übergang vom B- zum C-Horizont oder bei unvollständiger Ausbildung des B-Horizontes.

### Symbolkombinationen (Beispiele)

- Tf der Haupthorizont und sein Zustand werden nebeneinander gesetzt (faseriger, schwach zersetzter Torfhorizont).
- BCx,gg Zustandssybole von verschiedener Bedeutung werden mit Komma getrennt (verdichteter, stark vergleyter Untergrund). Ausnahmsweise verwendete Symbole mit Doppelbuchstaben (gg) dürfen nicht getrennt werden.

### Lithologischer Wechsel

- II, III Im Profil ist mehr als ein Muttergestein festzustellen. Beispiele: Löss: Ah-Horizont; darunter Schotter: II Bw-Horizont; darunter eine ältere Moräne: III C-Horizont. In anderen Systemen wird das Symbol D verwendet.

## Anhang zu 3.7.1: Bodenfarbe

Die Farbensprache erfolgt am frischen feldfeuchten Bodenprofilanschnitt. Bodenfarben geben wesentliche Unterstützung zur Klassifikation von Böden. Bestimmt wird die Farbe durch Vergleich eines Bodenausstichs oder Bruchstücks mit der Farbtabelle. Gutes Licht ist für die exakte Farbbestimmung notwendig. Die Bodenprobe sollte feucht (bei Feldkapazität) sein; mit einem Wasserzerstäuber kann der Feuchtezustand im Profil ausgeglichen werden. Treten mehrere Farben im gleichen Horizont auf, so wird zuerst die Farbe der Matrix bestimmt, sodann die der Einschlüsse und diejenige von Substanzkonzentrationen und Flecken. Ist der Farbton oder das Chroma der Aggregatoberflächen intensiver als beim zerdrückten Aggregat, so kann dies auf Illuvationen hinweisen.

Zur Farbbestimmung dienen Farbtabelle (15). Die Farbe besteht aus den drei Komponenten Farbton (hue), Grauwert (value) und Farbintensität (chroma).

### Farbton

Unterscheidung grosser Gruppen der durch Farbtöne geprägten Böden.

Beispiele:

7, 5R (rot)	für rote Böden
10YR (gelbrot)	für braune Böden
10Y (gelb)	für graue Böden sowie z.T. für C-Horizonte

### Grauwert

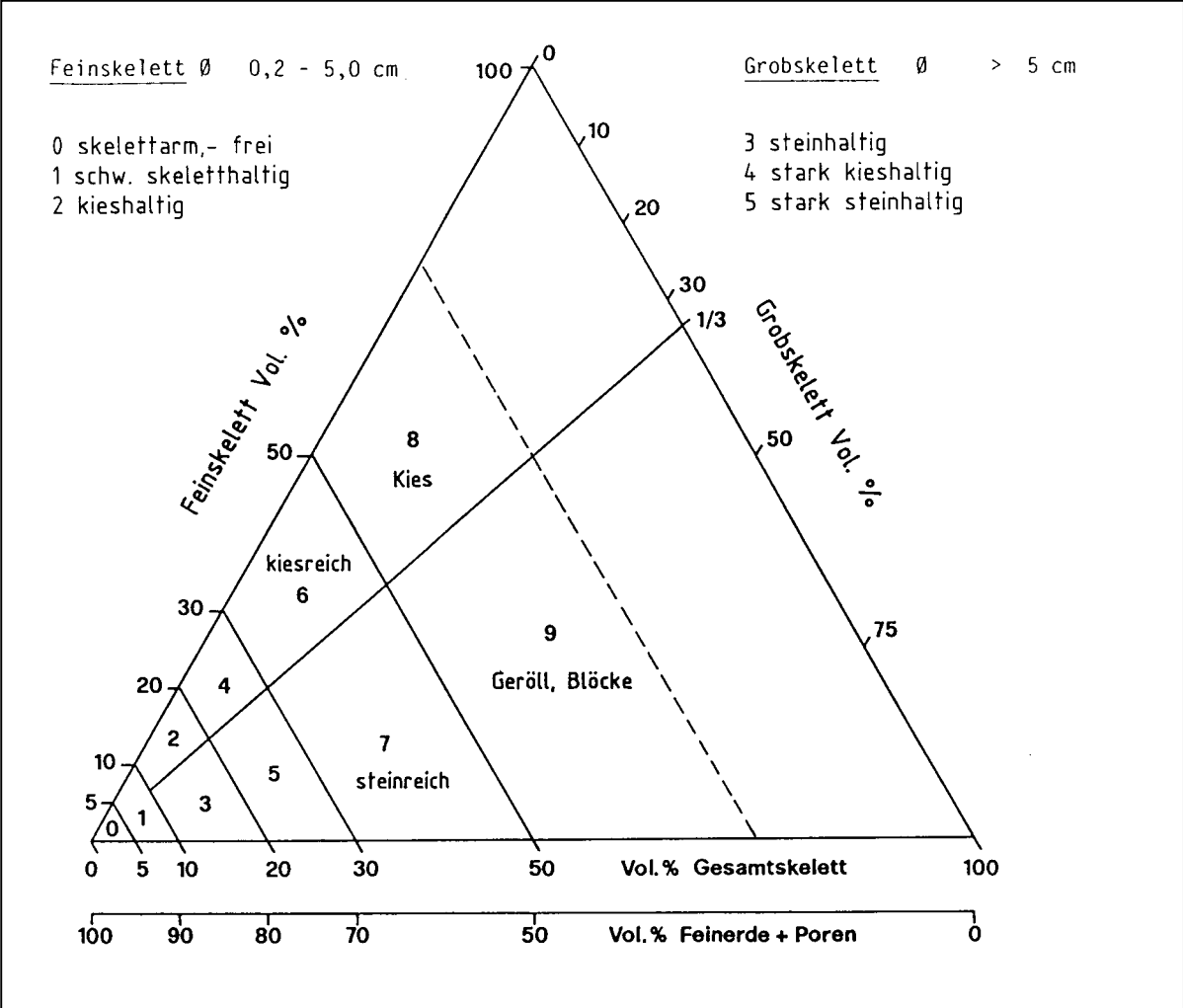
Ein 8-teiliger Graukeil überlagert die Farbtöne. Der Grauwert weist vor allem auf den Gehalt und die Humifizierung der organischen Substanz hin.

### Farbintensität

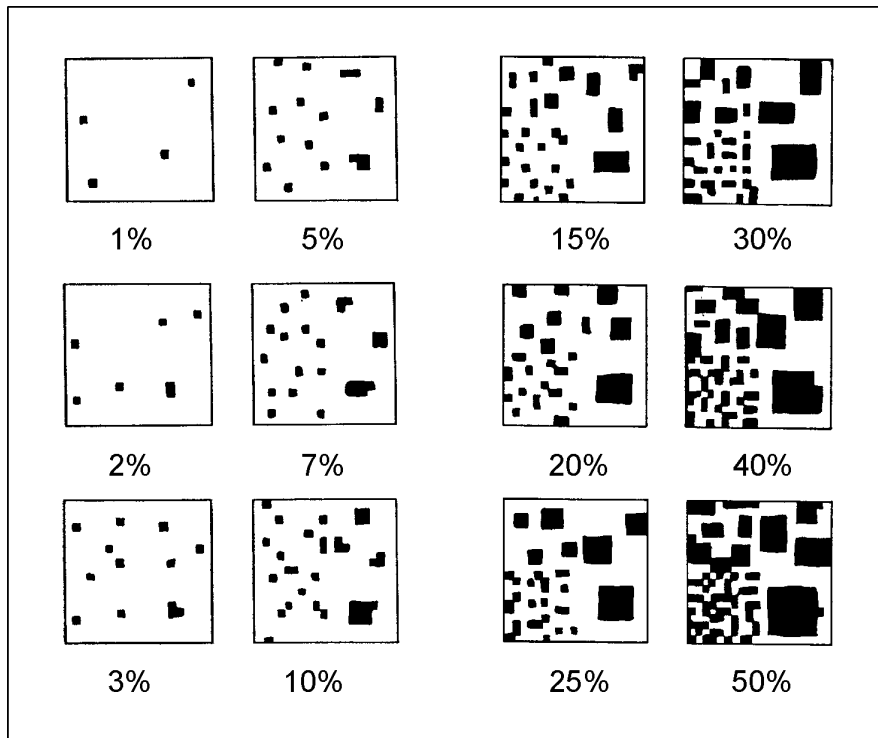
Sie ist in acht Intensitäten der Farbtöne aufgeteilt. Die Farbintensität des Bodens steht im Zusammenhang mit der Konzentration, dem Dispersitätsgrad und der Art des Farbstoffes.

# Anhang zu 3.7.2: Bodenskelett

## Skelettdiagramm

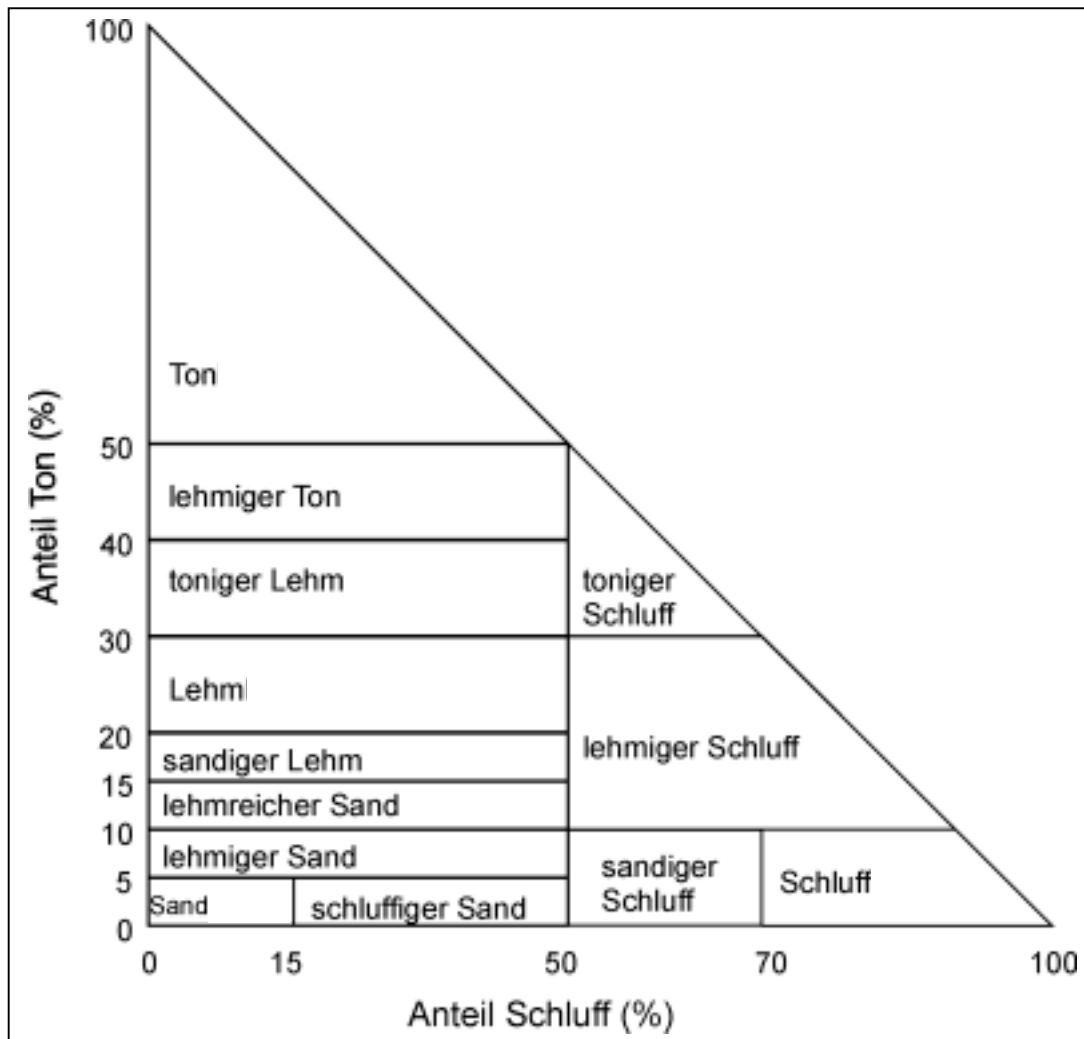


## Vergleichstafeln zur Skelettschätzung



## Anhang zu 3.7.3: Körnung der Feinerde

### Klassen der Feinerdekörnung



**Anleitung zur Beurteilung der Feinerdekörnung nach der Fühlprobe** (aus: Bodenkunde. Leitfaden für landwirtschaftliche Fachschulen und die Praxis. Jäggli et al., 1981; Verlag Wirz, Aarau. Ergänzt durch Beschreibungen für lehmreichen Sand, schluffigen Sand, sandigen Schluff).

<b>Bodenart</b>	<b>Fühlprobe an der feldfeuchten Erde</b>
Ton	Absolut plastisch beim Kneten, in dünner Schicht stark klebrig und sehr glatt anzufühlen.
lehmiger Ton	Plastisch und ziemlich klebrig; in dünner Schicht geknetet etwas mager anzufühlen.
toniger Lehm	Gut knetbar, wenig klebrig; in dünner Schicht mager bis rau anzufühlen.
toniger Schluff-lehm	Plastisch und ziemlich klebrig; in dünner Schicht mager anzufühlen und doch glitschig weich.
lehmiger Schluff	Nicht klebrig, mager anzufühlen, beim Kneten jedoch weich, nicht rau.
Schluff sandiger Schluff	Weich und glatt anzufühlen, knetbar, aber ohne Zusammenhalt.
Lehm	Zusammenknetbar, aber leicht zerbröckelnd; in dünner Schicht rau, doch mit deutlich fühlbarem Tongehalt.
sandiger Lehm	Schlecht knetbar, leicht zerbröckelnd, wenig plastisch, fühlbarer Tonanteil.
lehmreicher Sand	Sehr sandig, rau anzufühlen, zerbröckelnd, nicht plastisch, geringer Zusammenhalt.
lehmiger Sand	Sehr sandig, rau anzufühlen, nur ganz wenig Zusammenhalt zeigend.
schluffiger Sand Sand	Je nach Schluffanteil und Grösse der Sandkörner mehr oder weniger rau anzufühlen, kein Zusammenhalt beim Kneten.

## Anhang zu 3.7.4: Humus

Als Hilfsmittel zur Schätzung des Humusgehaltes dient die Farbtafel (15) (Grauwert des Bodens im feuchten Zustand). Folgende grobe Einteilung kann verwendet werden:

Hellgrau (Grauwert 7-8):	humusarm, weniger als 2 Gew.% organische Substanz
Grau (Grauwert 5-6):	schwach humos, 2-5 Gew.% organische Substanz
Dunkelgrau (Grauwert 3-4):	humos, 5-10 Gew.% organische Substanz
Schwarzgrau (Grauwert 1,5-2):	humusreich, 10-30 Gew.% organische Substanz
Dunkelbraun-schwarz, faserig:	Humus, über 30 Gew.% organische Substanz

Die Eigenfarbe des Muttergesteins kann als Störfaktor auftreten (z.B. bituminöse Schiefer). Weitere Abweichungen von obigen Richtwerten können durch Ton-Huminstoffkomplexe und durch Huminstofftapeten verursacht werden.

### Definitionen der Humushorizonte und Humusformen: Grundlagen zur Ansprache und Beurteilung der Humusformen in Waldbeständen.

Die Humusformen werden aufgrund der Horizontabfolge und der Ausprägung der Humushorizonte klassiert (35). Die Humushorizonte stellen im Abbauprozess der organischen Rückstände des Bestandes (Baum-, Strauch-, Kraut- und Moosschicht) bestimmte Phasen bzw. Zustände dar. Je nach den klimatischen Voraussetzungen, je nach Streueintragsmengen und je nach Bodeneigenschaften variieren sie kleinstandörtlich stark (27).

### Definitionen der Humushorizonte (3) und schematischer Profilaufbau

Um die jahreszeitlichen Unterschiede, hauptsächlich des Streuhorizontes, für spezifische Fragestellungen anzusprechen, ist es bei genauer Betrachtung zweckmässig, die Bodenoberfläche mit dem ersten mineralischen Horizont zu definieren.

Horizont	Anteil		Schematischer Profilaufbau Auflage- horizonte [mm]
	Oberirdische Pflanzenreste	Organische Feinsubstanz	
Ol ( <u>l</u> itter)	> 90 %	max. 10 %	60
Of ( <u>F</u> ermen- tation)	30 - 90 %	10 - 70 %	50
Oh ( <u>H</u> umus- stoff)	max. 30 %	> 70 %	40
<u>Subhorizonte</u>			30
Ol1 ( <u>neu</u> )	unverändert	max. 10 %	20
Ol2 ( <u>verän- dert</u> )	verändert		10
Of1 ( <u>Rest</u> )	70 - 90 %	10 - 30 %	0
Of2 ( <u>mittel</u> )	30 - 70 %	30 - 70 %	0
Oh1 ( <u>Rest</u> )	10 - 30 %	70 - 90 %	10
Oh2 ( <u>fein</u> )	max. 10 %	über 90 %	20

Horizontenfolge	Ausprägung/Mächtigkeit		
	+/-	+/-	+/-
Streuhorizont Ol	+/-	+/-	+/-
Fermentationshorizont Of			-----
Humusstoffhorizont Oh			
Humushaltiger Mineralerdehorizont Ah			-----
HUMUSFORM	MULL	MODER	ROHHUMUS

>/< differenzierend

----- vorhanden

### Klassierungsprinzipien für die Humusformen

HUMUSFORM	Typischer MULL	Moderartiger MULL	Mullartiger MODER	Typischer MODER		Rohhumusartiger MODER	Typischer ROHHUMUS	
				feinhumusarm	feinhumusreich		feinhumusarm	feinhumusreich
HORIZONTE	Ol - Ah	Ol-Of-Ah (Of)	Ol-Of-(Oh) -Ah Ahh	Ol-Of-(Oh) -Ah Ahh	Ol-Of-Oh -Ah Ahh	Ol-Of-Oh (E)Ah/Ahh	Ol-Of-Oh (EAh)/AE	Ol-Of-Oh EAh/AE
Streuhorizont L	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-
Fermentationshorizont F	-	+/-	+/-	1-2(3)cm (< 3)	3-4 cm (> 3)	2-3(4)cm	2-3 cm	2-3(4)cm
Humusstoffhorizont H	-	-	0.2-0,3 cm (0.5)	< 1.5 cm	2-3 cm (z.T. 4-5)	3-5(6) cm	< 4 cm 2-3 cm	> 4 cm 5-8(10)
Humushaltiger Mineralerdehorizont Ah	> 8 cm* (10-15/30)	< 10 cm* (5-7)	2-8 cm (3-4)	< 1.5 cm	2-3 cm (4-5)	+	+	+

Die Mächtigkeitsangaben gelten primär für Mittellandverhältnisse (max. Werte für regionalspezifisch typische Ausprägungen sind in Klammern angegeben). Bei initialen Bodenbildungen steht die Horizontabfolge im Vordergrund.

Richtlinien für einen allgemein gültigen Bestimmungsschlüssel zur Klassierung der Humusformen (Arbeitsgrundlage). Aus der bodenkundlichen Kartieranleitung (1982), zusammengefasst und abgeändert (5, 27).

<u>Abbaubedingungen</u> - Durchlüftung - Feuchtigkeit	ZUNEHMENDE BIOLOGISCHE BODENAKTIVITÄT ----->				
sehr trocken					Z U N E H M E N D E  F E U C H T E    V
gut trocken	Xero-Rohhumus	Xero-Moder	Xero-Varianten		
gut frisch	typischer Rohhumus	typischer Moder	mull-/moderartiger Mull	typischer Mull	
+/- gut feucht	Hydro-Rohhumus	Hydro-Moder	Hydro-Übergänge	Hydro-Mull	
z.T. ungenügend nass			(anmoorig)		
ungenügend z.T. gesättigt		(torfig) Anmoor			
anaerob gesättigt		T o r f			
überschwemmt					
Vermischung der organischen Substanz mit der Mineralerde					
Rudimentäre bis keine Durchmischung	Unvollständige Durchmischung der organischen Substanz mit der Mineralerde (instabile Komplexe)	Organische Substanz +/- in Mineralerde inkorporiert	Organische Substanz, vollständig in Mineralerde inkorporiert (stabile Ton-Humus-Komplexe)		

### Oeko-/Typogrammdarstellung der Humusformen als Übersicht

Als zusammenfassende Aufzeichnung der einzelnen Humusformen und zur besseren standortkundlichen Wertung der Bereiche Feuchtigkeit und biologische Bodenaktivität eignet sich das Oekogramm bzw. Typogramm. Mit der Feuchtigkeit wird das Abbaumilieu charakterisiert. Die biologische Bodenaktivität äussert sich in der Vermischung der organischen Substanz mit der Mineralerde und der Profildifferenzierung.

Unter besonderen klimatischen Voraussetzungen (z.B. inneralpine Trockentäler, Südexposition) ergeben sich trockene sogenannte **Xero-Varianten** (hauptsächlich Mull- und Moderformen). Sie sind durch eine klare Trennung der rein organischen Auflagehorizonte von einer meist wenig ausgeprägten Vermischungszone gekennzeichnet.

Im Bereich von Böden mit gehemmter Sickerung oder unter dem Einfluss von hohen Grund- oder Hangwasserständen entstehen Feucht- bzw. Hydrovarianten sowie der **Anmoor**.

## Anhang zu 3.7.5: Karbonat der Feinerde

### Karbonatgehalt und sichtbare bzw. hörbare Salzsäurereaktion:

Keine Reaktion, auch kein leises Knistern:	kein Karbonat vorhanden
Nur vereinzelt schwache Reaktion:	in einzelnen Sandkörnern wenig Karbonat
Sehr schwaches Brausen:	bis etwa 2 % Kalziumkarbonat vorhanden
Mässiges Brausen:	Karbonatgehalt etwa 2 -10 %
Starkes, anhaltendes Brausen:	Karbonatgehalt über 10 %

Im Dolomit verläuft die Reaktion in kalter Salzsäure (HCl) sehr langsam.

## Anhang zu 3.7.6: pH-Wert

### Einteilung der pH-Werte des Bodens in pH-Wert-Klassen:

Beurteilung	pH-Wert (H <sub>2</sub> O)	pH-Wert (CaCl <sub>2</sub> )
stark alkalisch	> 8,2	> 8.2
alkalisch	7,7 - 8,2	7.7 - 8.2
schwach alkalisch	7,3 - 7,6	6.8 - 7.6
neutral	6,8 - 7,2	6.2 - 6.7
schwach sauer	5,9 - 6,7	5.1 - 6.1
sauer	5,3 - 5,8	4.4 - 5.0
stark sauer	3,9 - 5,2	3.3 - 4.3
sehr stark sauer	< 3,9	< 3.3

Die pH-Messung erfolgt in CaCl<sub>2</sub>- oder H<sub>2</sub>O-Lösung (siehe Labormethode Anhang 9.2). Messungen im entsalzten Wasser ergeben um 0.1 bis 1.0 pH-Einheiten höhere Werte, vor allem im sauren Bereich.

Einen ergänzenden Kennwert zum pH-Wert stellt der Anteil der Ca- und Mg-Ionen in der **Austauschkapazität** dar (Basensättigung):

sehr hoch	100 %	(schwach alkalische Böden)
hoch	80 - 100 %	(neutrale Böden)
ziemlich hoch	50 - 80 %	(schwach saure Böden)
gering	15 - 50 %	(saure Böden)
sehr gering	< 15 %	(stark bis sehr stark saure Böden)

## **Anhang zu 3.8: Probenahme**

### **Sackproben** (vgl. Methoden AF-PN und AF-PA in (33))

Aus dem Zentrum jedes Profilhorizontes, der frisch abgestochen und gereinigt wurde, entnimmt man einige Teilproben Feinerdematerial und füllt sie in einen Probesack. Wenn eine komplette Laboruntersuchung vorgesehen ist, genügt etwa ein Kilogramm abgetrocknete Feinerde. Die Probenahme beginnt im allgemeinen am untersten Horizont. Das Material wird im Labor schonend getrocknet und auf dem 2 mm Sieb gerieben.

### **Zylinderproben** (vgl. Methoden PYZYL-PN und PYZYL-PA in (33))

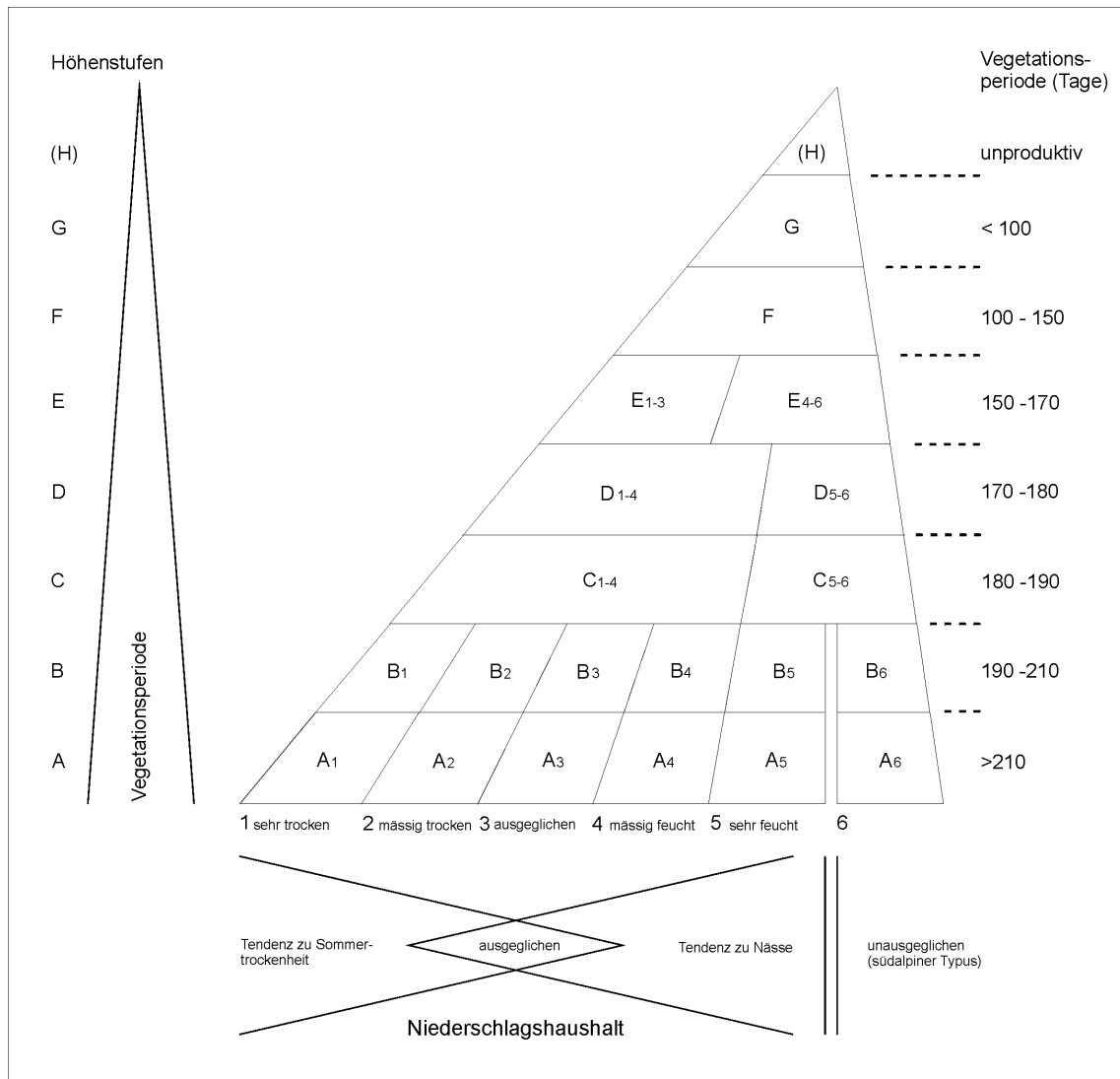
Zylinder aus rostfreiem Metall mit definiertem Volumen und gut schliessenden, aufsteckbaren Deckeln sind geeignet. Der Zylinder passt in eine Schneidehülse, mit der er vertikal in den Bodenhorizont gepresst wird. Da die Resultate später auf das Volumen des Zylinders bezogen werden, ist eine sehr sorgfältige Probenahme nötig. Von jedem Horizont sind mehrere Zylinderproben (Wiederholungen) zu entnehmen, um einen befriedigenden Durchschnitt der Ergebnisse zu erzielen.

### **Proben für Spezialuntersuchungen: Mikromorphologieproben**

Ein Blechrahmen, der auf einer Seite geöffnet werden kann, wird mit einem Messer in den Boden eingeschnitten. Auf dem Rahmen ist die Orientierung der Probe im Profil vermerkt. Zwei Deckel verschliessen diesen Behälter zum Transport. Im Labor wird die Probe an der Luft oder im Gefriertrockner getrocknet.

## Anhang zu 5.3.1: Geografisch-klimatische Bodenregion

Schematische Übersicht über den Aufbau der Klimaeignungskarte 1:200'000 (23).



## 9.2 Wichtige Labormethoden zur Bodenuntersuchung

Detaillierte Methodenbeschreibungen finden sich in den schweizerischen Referenzmethoden der Eidgenössischen landwirtschaftlichen Forschungsanstalten (33).

Parameter	Bestimmungsmethode
pH-Messung	Referenzmethoden pH bzw. pH-C (33)
Kationenaustauschkapazität; tauschbare Kationen; Azidität/Basensättigung	Referenzmethoden KUK1-Ex, KUK1 und KUK1-H bzw. KUK2-Ex, KUK2 und KUK2-H in (33)
CaCO <sub>3</sub> -Gehalt	Referenzmethode CaCO <sub>3</sub> (33)
Elektrische Leitfähigkeit; Salzgehalt des Bodens	Im wässrigen Extrakt (1 Gew.Teil : 5 Vol.Teilen) wird die elektr. Leitfähigkeit bestimmt. Damit kann der Salzgehalt des Bodens als KCl-Aequivalent berechnet werden.  <i>Resultatangabe:</i> ppm Gesamtsalz (KCl) oder elektr. Leitfähigkeit in Millisiemens (mS).
Org. C (Humus)	Referenzmethode Corg (33)
Ton- und Schluffgehalt	Referenzmethode KOM (33)
Bodenskelettgehalt	Ein möglichst genau definiertes Raumvolumen (Volumen des natürlich gelagerten Bodens) von ca. 4 dm <sup>3</sup> wird feldfrisch im Labor überstehend mit Wasser versetzt und über Nacht stehen gelassen. Dann wird die Feinerde in einem Siebsatz mit Maschenweiten von 20 und 50 mm nass gesiebt. Das Bodenskelett wird trocken zurückgewogen und daraus der Bodenskelettanteil berechnet.  <i>Resultatangabe:</i> Vol.%, bezogen auf Raumvolumen
Gesamtporenvolumen	Referenzmethode PYZYL-V oder PYZYL-V, PYZYL-D und PY-DR (33)
Porenvolumen-Verteilung	Referenzmethode PYZYL-P (33)
Gesättigte Wasserleitfähigkeit	Referenzmethode PYZYL-WD (33)
Krümelstabilität	Probenahme und –aufbereitung: Referenzmethoden PY-AGR-PN und PYAGR-PA (33)  Weiterverarbeitung durch die Nass-Siebung oder das Stampfvolumeter. Während die Nass-Siebung Hinweise zur Wasserstabilität der Krümel gibt, zeigt das Stampfvolumeter die Stabilität gegenüber mechanischer Belastung an.