

- 6.2 Korngrößen können bei Verwendung anderer Fallzeiten noch weiter differenziert werden. Bei 20°C und 10 cm Eintauchtiefe gilt:
- < 0,063 mm nach 29 s (Grobschluff)
 - < 0,010 mm nach 18 min 32 s
 - < 0,006 mm nach 51 min 26 s (Feinschluff).
- Besonders geeignet für eine weitere Differenzierung ist ein Sedigraph.
- 6.3 Zur Kenntnis des Sand-, Ton- und Schluffanteiles genügt die Bestimmung der Sand- und Tonfraktion. Der Schluffanteil wird errechnet.
- 6.4 Zur Bestimmung der Bodenart (Textur) ist Tab. 4 geeignet (die Schluffanteile werden summiert).

Tab. 4: Tabelle zur Bestimmung der Bodenart.

Boden- schwere	Bodenart (Textur)		% Gehalt an		
			Ton < 2 µm	Schluff 2-60 µm	Sand 60-2000 µm
sehr leicht	Sand	S	0-10	0- 30	70-100
	schluffiger Sand	uS	0- 5	30- 55	40- 70
leicht	lehmgiger Sand	lS	5-15	10- 55	30- 80
	sandiger Schluff	sU	0-15	5- 75	25- 45
mittel	Schluff	U	0-25	75-100	0- 25
	toniger Sand	tS	10-25	0- 10	65- 90
	sandiger Lehm	sL	15-25	10- 55	20- 75
	lehmgiger Schluff	lU	15-25	55- 75	0- 30
schwer	sandiger Ton	sT	25-40	0- 10	50- 75
	Lehm	L	25-40	10- 55	5- 65
	schluffiger Lehm	uL	25-45	55- 75	0- 20
sehr schwer	lehmgiger Ton	lT	40-50	0- 55	0- 60
	Ton	T	> 50	0- 50	0- 50

7 Literatur

- Blum WEH, Spiegel H, Wenzel W (1989) Bodenzustandsinventur - Konzeption, Durchführung und Bewertung. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien
- DIN 4188 Teil 1 Siebböden
- ÖNORM L 1061 (1988) Bestimmung der Korngrößenverteilung des mineralischen Feinbodens

Bestimmung der Aggregatstabilität

E. KANDELER

1 Prinzip

Verschiedene Methoden zur Charakterisierung von Bodenaggregaten basieren auf der Verteilung von Größenklassen und der Stabilität von Aggregaten (Kemper und Chepil 1965, Kemper und Rosenau 1986, Jastrow und Miller 1991). Besonders häufig werden getrocknete Aggregate auf einem oder mehreren Sieben mit definierten Maschenweiten in dest. Wasser auf- und abbewegt.

Die beschriebene Methode basiert auf Arbeiten von Kemper und Koch (1966) und Murer et al. (1993). Zur Bestimmung der Aggregatstabilität (soil aggregate stability, SAS) werden luftgetrocknete Bodenaggregate (1-2 mm) in einer Siebtauchapparatur 5 Minuten in dest. Wasser mit einer Frequenz von 42 Hüben pro Minute auf einem Sieb mit einer lichten Weite von 0,25 mm im Quadrat in vertikaler Richtung bewegt. Das Gewicht der stabilen Aggregate wird ermittelt. Die stabilen Aggregate werden anschließend mit Natriumpyrophosphat zerstört. Auf dem Sieb bleibt nach dieser Behandlung der Sand mit einem Durchmesser > 0,25 mm zurück. Der prozentuelle Anteil stabiler Aggregate wird nach Abzug des Sandgehaltes der Bodenaggregate angegeben.

2 Material und Geräte

Zusätzlich zur Laborgrundausrüstung sind erforderlich:

- 2.1 Schaufel, Spaten oder Zwiebelstecher
 - 2.2 Bodenbohrer (Durchmesser mindestens 7,5 cm)
 - 2.3 Papierteller
 - 2.4 Siebe (1 mm und 2 mm)
 - 2.5 Stoppuhr
 - 2.6 Wägegläschen
 - 2.7 Siebtauchapparatur (Abb. 20)
- Die Siebtauchapparatur besteht aus einer Metallwanne, in der eine Wippe, ein elektrischer Antrieb und ein Transformator eingebaut sind. Zwei Reihen mit jeweils 3 Stahlbechern können in die Wippe eingehängt werden. Der Deckel wird mit 6 Sieben auf die Wanne aufgesetzt. Die

Siebe mit einem Durchmesser von 38 mm bestehen aus einem Netz mit einer lichten Weite von 0,25 mm im Quadrat. Die mechanische Hubhöhe beträgt 1,27 cm, die Frequenz liegt bei 42 Hüben pro Minute (Bezugsquelle: Adolf Herzog GmbH, Steingasse 17, A-1030 Wien).

3 Chemikalien und Reagenzien

- 3.1 tetra-Natriumdiphosphat-Decahydrat-Lösung (0,1 M)
44,60 g tetra-Natriumdiphosphat-Decahydrat werden in einem 1000 ml Meßkolben mit dest. Wasser gelöst und mit dest. Wasser bis zur Marke aufgefüllt.

4 Probenahme und Ausführung der Bestimmung

Für die Probenahme können die Geräte 2.1 oder 2.2 verwendet werden. Die Mindestprobenmenge beträgt 1 kg an lufttrockenem Boden. Die naturfeuchten Bodenproben werden im Labor auf Tellern 2.3 zur Lufttrocknung ausgebreitet. Während der Lufttrocknung werden die Aggregate vorsichtig auseinandergebrochen. Mit Hilfe eines 1 mm und eines 2 mm Siebes werden Aggregate der Größenklasse 1-2 mm aus den einzelnen luftgetrockneten Proben gewonnen.

Je 4,00 g der Aggregate (1-2 mm) werden auf 3 Siebe der Siebtauchapparatur 2.7 gebracht. Eine zweite Bodenprobe wird in analoger Weise vorbereitet. Anschließend werden die Stahlbecher der Siebtauchapparatur 2.7 mit ca. 80 ml dest. Wasser gefüllt (die Temperatur des dest. Wassers sollte 22-25°C betragen). Der Deckel mit den 6 Sieben wird auf die Wanne aufgesetzt und der Motor gestartet. Nach 5 Minuten (Stoppuhr 2.5) werden die stabilen Aggregate mit dest. Wasser in Wägegläschen 2.6 gespült und über Nacht bei 105°C getrocknet (das Taragewicht der einzelnen Wägegläschen 2.6 wird zu Beginn der Analyse bestimmt). Die Wägegläschen 2.6 mit den stabilen Aggregaten werden in einem Exsikkator abgekühlt und gewogen. Zur Bestimmung des Sandanteils werden die Aggregate in den Wägegläschen mit tetra-Natriumdiphosphat-Decahydratlösung 3.1 überstaut. Nach 2 Stunden werden die Suspensionen auf die Siebe der Siebtauchapparatur gespült. Falls stabile Aggregate auf dem Sieb zurückbleiben, werden diese zerstoßen. Der verbleibende Sandanteil wird mit dest. Wasser gründlich gewaschen und in die Wägegläschen zurückgespült. Die Proben werden über Nacht bei 105°C getrocknet, in einem Exsikkator abgekühlt und gewogen.

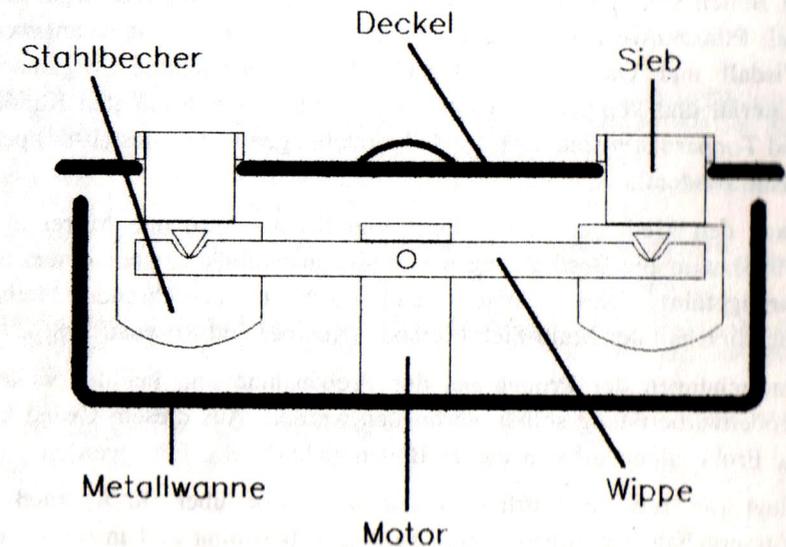
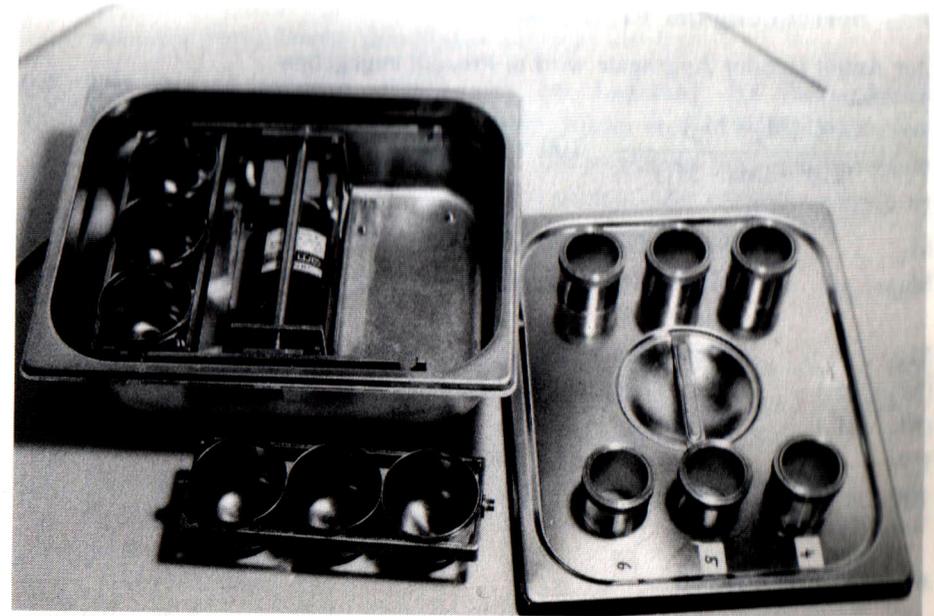


Abb. 20: Fotografische und schematische Darstellung der Siebtauchapparatur zur Bestimmung der Aggregatstabilität (nach Murer et al. 1993; Foto: M. Sobotik).

5 Berechnung der Ergebnisse

Der Anteil stabiler Aggregate wird in Prozent angegeben.

$$\frac{(M_2 - M_3)}{EW - (M_3 - M_1)} \cdot 100 = \% \text{ SAS}$$

M_1	Masse des Wägegläschens (g)
M_2	Masse des Wägegläschens, der stabilen Aggregate und des Sandes (g)
M_3	Masse des Wägegläschens und des Sandes (g)
$(M_2 - M_3)$	Masse der stabilen Aggregate
$(M_3 - M_1)$	Masse des Sandes
EW	Einwaage der lufttrockenen Aggregate (4 g)
100	Umrechnung auf Prozent

6 Anmerkungen

- 6.1 Bodenmikroorganismen, Pflanzenwurzeln und organische Substanz spielen eine wichtige Rolle für die Bildung und Stabilität von Aggregaten im Boden (Jastrow und Miller 1991). Exsudate von Mikroorganismen und Pflanzenwurzeln werden als kurzfristige Bindemittel angesehen (Tisdall und Oades 1982, Oades 1984). Humifiziertes organisches Material und komplexe organische Kolloide mit polyvalenten Kationen und Tonpartikeln sind nach Modellvorstellungen von Oades (1984) persistente Bindemittel.
- 6.2 Nach den Methoden von Kemper und Koch (1966) und Murer et al. (1993) wird die Bestimmung der Aggregatstabilität mit nur einem Sieb durchgeführt. Diese einfache und rasch durchzuführende Methode korreliert mit der Multi-Sieb-Methode (Kemper und Rosenau 1986).
- 6.3 Quetschungen der Proben bei der Probenahme und bei der weiteren Probenvorbereitung sollten vermieden werden. Aus diesem Grund kann die Probenahme auf sehr nassen Böden nicht durchgeführt werden.
- 6.4 Liegt die relative Luftfeuchtigkeit im Labor über 30 %, muß der Wassergehalt der lufttrockenen Aggregate bestimmt und in die Berechnung der Ergebnisse miteinbezogen werden.
- 6.5 Die Aggregate müssen während des gesamten Siebvorganges mit dest. Wasser bedeckt sein. Falls zu Beginn der Siebung einzelne Aggregate

auf der Wasseroberfläche schwimmen, können sie mit einigen Tropfen aus einer Spritzflasche zum Sinken gebracht werden.

- 6.6 Die Aggregatstabilität erhöht sich bei Lagerung der lufttrockenen Bodenproben (Kemper und Koch 1966, Murer et al. 1993). Daher muß der Zeitraum zwischen Probenahme, Lufttrocknung und Analyse exakt definiert werden (z.B. 3 Wochen). Nur unter diesen Voraussetzungen ist die Vergleichbarkeit verschiedener Bodenproben gegeben.
- 6.7 Die Apparatur kann auch zur Bestimmung naturfeuchter Aggregate verwendet werden.
- 6.8 Die Aggregatstabilität steigt während einer Vegetationsperiode an. Das Maximum der Aggregatstabilität wird bei einer kalkreichen Lockersedimentbraunerde im Herbst erreicht (Kandeler und Murer 1993).
- 6.9 Dauergrünlandböden besitzen eine höhere Aggregatstabilität als Grünbrache und Ackerböden. Bei dem Vergleich von Böden ist also auf die Vegetationsform zu achten.

7 Literatur

- Jastrow JD, Miller RM (1991) Methods for assessing the effects of biota on soil structure. *Agricult Ecosyst Environ* 34:279-303
- Kandeler E, Murer E (1993) Aggregate stability and soil microbial processes in a soil under different cultivation. *Geoderma*, im Druck
- Kemper WD, Chepil WS (1965) Size distribution of aggregates. In: Black CA (ed) *Methods of Soil Analysis, Part 1: Physical and Mineralogical Methods*. Am Soc Agron Inc, Soil Sci Soc Am Inc, Madison Wisconsin USA, 1st edn, p 499
- Kemper WD, Koch EJ (1966) Aggregate stability of soils from Western portions of the United States and Canada. *US Dep Agric Tech Bull* 1355
- Kemper WD, Rosenau RC (1986) Aggregate stability and size distribution. In: Kluge A (ed) *Methods of Soil Analysis, Part 1: Physical and Mineralogical Methods*. Am Soc Agron Inc, Soil Sci Soc Am Inc, Madison Wisconsin USA, p 425
- Murer EJ, Baumgarten A, Eder G, Gerzabek MH, Kandeler E, Rampazzo N (1993) An improved sieving machine for estimation of soil aggregate stability (SAS). *Geoderma*, im Druck
- Oades JM (1984) Soil organic matter and structural stability: Mechanisms and implications for management. *Plant Soil* 76:319-337
- Tisdall JM, Oades JM (1982) Organic matter and water-stable aggregates in soils. *J Soil Sci* 33:141-163