

Roter Faden zum Termin

Erinnerung 20 Minuten:

Was ist Bodenfruchtbarkeit?

Bedeutung der Bodenteilchen – grob – fein
Wasser-Nährstoffe

Bedeutung der Lagerung
Durchwurzelung – Volumen
Wasserleitung

Humusgehalt – warum?

Karbonatgehalt und pH-Wert

Eigenständiges Vorgehen im Profil in zwei Subgruppen (Ost / West) 40 Minuten:

1. Unterscheidung von Schichten nach Eigenschaften
 - a. Partikel
 - b. Farblich
2. Beschreibung des Zustandes
 - a. Grobbodenanteil
 - b. Farbe – Humus
 - c. Fein-Bodenart
 - d. Lagerungsdichte
3. Messung
 - a. Freier Kalk
 - b. pH-Wert

Auswertung mit Diskussion 30 Minuten:

1. FK Grobboden, Feinbodenart, Lagerungsdichte, Humus
2. nFK s.o.
3. nFK_{We} Durchwurzelbarkeit: Bodenart etc.
4. KAK Feinbodenart, Humus, pH-Wert

Ziele Übung 1:
Abschätzung der Bodenfruchtbarkeit im Gelände

Profilgrube – Feldbodenkunde – Bodenfruchtbarkeit nach KA 5

- Horizonte, Schichten (Mächtigkeit, Zuordnung)
- Grobbodenanteil
- Bodenart
- Humusgehalt
- Eff. Lagerungsdichte
- Carbonatgehalt
- pH-Wert
- Stauwassermerkmale
- Grundwasserstand

Auswertung Profilgrube – Bewertung der Bodenfruchtbarkeit

Durchwurzelbarkeit

$nFK_{(We)}$

KAK

Vorgehensweise bei der feldbodenkundlicher Ableitung von Merkmalen der Bodenfruchtbarkeit nach Bodenkundlicher Kartieranleitung (KA5)

Datenerfassung:

An einem Bodenprofil, **Profilgrube** oder Bohrstockeinschlag, wird horizont- bzw. schichtweise die Ausprägung folgender Parameter geschätzt:

- **Bodenart** des **Feinbodens** (Methode: *Fingerprobe, diverse Schlüssel*)
- Trockenrohdichte [ρ_t] (Methode: *Stechzylinder-Probe trocknen*) oder effektive Lagerungsdichte [L_d] (Methode: *Gefügebeurteilung* in Profilgrube oder *Entnahmewiderstand* aus dem Bohrstock).
Wenn allein die Schätzung der effektiven Lagerungsdichte vorliegt, kann diese nach Tabelle 71 KA5 in Rohdichten übersetzt werden.
- **Gehalte an organischer Substanz** (Methode: Farbtafel nach Munsell, Werte werden nach Tabelle 72 KA5 berücksichtigt)
- **Grobbodenanteil** - Kies, Größ, Steine wird nach *Volumenprozenten* geschätzt. Die Schätzung der Volumenprozentage kann mit Hilfe der Abschätzung der *Flächenanteile* erfolgen, s.a. Blätter in KA 5).

Datenauswertung

Die Merkmale des Luft- und Wasserhaushalts werden mit Hilfe der Tabellen 70 und 72 aus der Bodenkundlichen Kartieranleitung, 5. Auflage = KA5 geschätzt.

- Tabelle **70** aus Bodenkundliche Kartieranleitung. 5. Auflage (= KA5) **Luftkapazität, nutzbare Feldkapazität, Feldkapazität** und **Totwasser** in **Volumen-%** in Abhängigkeit von Bodenart und Trockenrohdichte [ρ_t]
- Tabelle **72** aus KA5 **Zu- und Abschläge** zu Luftkapazität, nutzbarer Feldkapazität und Feldkapazität in **Volumen-%** in Abhängigkeit von Bodenart und **organischer Substanz**

Entfällt:

- **pH-Messung:** für die Abschätzung von Merkmalen des **Nährstoffhaushaltes** wird der pH-Wert benötigt

effektive Lagerungsdichte

(engl. effective density)

Definition:

Empirisch ermittelter Wert für die **Bewertung des Bodengefüges**¹; er wird aus der Trockenrohdichte und dem Tonanteil berechnet.

$$Ld = \text{Trockenrohdichte} + 0,009 \times \text{Ton \%}$$

Kurzzeichen: Ld **Einheit:** ohne

Probenahme und Untersuchung:

ungestörte Probe (Stechzylinder) + Trocknung bei 105 °C bis zur Massenkonstanz + Analyse des Tonanteils mittels Sieb-/Schlamm-analyse

Einstufung der effektiven Lagerungsdichte

(Tab. 68 in Bodenkundliche Kartieranleitung, 5. Auflage = **KA5**)

Ld	Stufen	Kurz- zeichen
< 1,4	sehr gering	Ld 1
1,4 - 1,6	gering	Ld 2
1,6 - 1,8	mittel	Ld 3
1,8 - 2,0	hoch	Ld 4
> 2,0	sehr hoch	Ld 5

Bestimmung der effektiven Lagerungsdichte (Ld) anhand des Makrogefüges

(nach Tab.73 in Kuntze et al.: Bodenkunde, 5. Auflage)

Makrogefüge	Ld
lockeres Einzelkorn- oder Kohährentgefüge, feines Aggregatgefüge mit sperriger Lagerungsart und losem bis sehr losem Zusammenhalt, geringer Eindringwiderstand	Ld 1, Ld 2
mäßig dichtes Einzelkorn- oder Kohährentgefüge, mittelgroße Aggregatgefügeelemente mit halboffener bis offener Lagerungsart und mittlerem Zusammenhalt, mittlerer Eindringwiderstand	Ld 3
dichtes Einzelkorn- oder Kohährentgefüge grobes Aggregatgefüge mit geschlossener Lagerungsart und festem bis sehr festem Zusammenhalt, hoher Eindringwiderstand	Ld 4, Ld 5

¹ Bei der Bewertung des Bodengefüges stellt sich die Frage:
wie gut können die Wurzeln das Bodenvolumen nutzen?

Einstufung der **Aggregatgröße**

(nach Tabelle 3 in Bodenkundliche Kartieranleitung, 4. Auflage)

Länge der Querachse der Gefügeelemente bzw. Dicke der Schicht oder Platte in mm	Bezeichnung	Kennziffer (dem Kurzzeichen der Gefügeform nachgestellt)
< 2	sehr fein	...1
2 - 5	fein	...2
5 - 20	mittel	...3
20 - 50	grob	...4
> 50	sehr grob	...5

**Umsetzung der Stufen der effektiven Lagerungsdichte
in die Stufen der Trockenrohdichte in Abhängigkeit von der Bodenart**
(Tabelle 71 aus Bodenkundliche Kartieranleitung 5. Auflage = KA5)

Boden- art	Ø Ton Masse-%	Effektive Lagerungsdichte-Stufen				
		Ld1	Ld2	Ld3	Ld4	Ld5
————— Trockenrohdichte-Stufen —————						
Ss	3	pt2	pt3	pt4	pt5	pt5
Sl2	7	pt2	pt3	pt4	pt5	pt5
Sl3	10	pt2	pt3	pt4	pt5	pt5
Sl4	15	pt1	pt2	pt3	pt4	pt5
Slu	13	pt1	pt2	pt3	pt4	pt5
St2	11	pt2	pt3	pt4	pt5	pt5
St3	21	pt1	pt2	pt3	pt4	pt5
Su2	3	pt2	pt3	pt4	pt5	pt5
Su3	4	pt2	pt3	pt4	pt5	pt5
Su4	4	pt2	pt3	pt4	pt5	pt5
Ls2	21	pt1	pt2	pt3	pt4	pt5
Ls3	21	pt1	pt2	pt3	pt4	pt5
Ls4	21	pt1	pt2	pt3	pt4	pt5
Lt2	30	pt1	pt2	pt3	pt4	pt5
Lt3	40	pt1	pt1	pt2	pt3	pt4
Lts	35	pt1	pt1	pt2	pt3	pt4
Lu	34	pt1	pt2	pt3	pt4	pt5
Uu	4	pt2	pt3	pt4	pt5	pt5
Uls	13	pt1	pt2	pt3	pt4	pt5
Us	4	pt2	pt3	pt4	pt5	pt5
Ut2	10	pt2	pt3	pt4	pt5	pt5
Ut3	14	pt1	pt2	pt3	pt4	pt5
Ut4	21	pt1	pt2	pt3	pt4	pt5
Tt	75	pt1	pt1	pt1	pt2	pt3
Tl	55	pt1	pt1	pt2	pt3	pt4
Tu2	52	pt1	pt1	pt2	pt3	pt4
Tu3	36	pt1	pt1	pt2	pt3	pt4
Tu4	28	pt1	pt2	pt3	pt4	pt5
Ts2	55	pt1	pt1	pt2	pt3	pt4
Ts3	40	pt1	pt1	pt2	pt3	pt4
Ts4	30	pt1	pt1	pt3	pt4	pt5

Luftkapazität, nutzbare Feldkapazität und Feldkapazität in Volumen-% in Abhängigkeit von Bodenart und Trockenrohdichte [pt]

(Tabelle 70 aus Bodenkundliche Kartieranleitung. 5. Auflage =KA5)

Bodenart	Luftkapazität			nutzbare Feldkapazität			Feldkapazität			Totwasser		
	Poren > 50 µm pF < 1,8			Poren 0,2- 50 µm pF 4,2 bis 1,8			Poren < 50 µm pF ≥ 1,8			Poren ≤ 0,2 µm pF ≥ 4,28		
	pt1+2	pt3	pt4+5	pt1+2	pt3	pt4+5	pt1+2	pt3	pt4+5	pt1+2	pt3	pt4+5
Ss	36	32	27	9	7	7	14	11	10	5	4	3
Sl2	23	18	13	20	18	17	28	25	23	8	7	6
Sl3	18	15	10	22	18	17	34	27	25	12	9	8
Sl4	18	12	8	22	18	15	36	30	26	14	12	11
Slu	14	10	7	23	21	19	38	33	30	15	12	11
St2	24	20	15	18	16	13	26	22	18	8	6	5
St3	18	14	9	18	15	12	35	30	26	17	15	14
Su2	24	21	15	20	18	17	26	23	21	6	5	4
Su3	17	14	10	25	21	20	35	29	26	10	8	6
Su4	14	11	8	27	23	21	39	32	28	12	9	7
Ls2	13	9	6	21	16	14	40	34	31	19	18	17
Ls3	15	9	6	21	16	14	39	33	30	18	17	16
Ls4	15	11	7	20	16	13	39	32	28	19	16	15
Lt2	11	7	5	18	14	11	42	36	32	24	22	21
Lt3	8	5	3	17	12	10	45	39	35	28	27	25
Lts	10	6	5	17	14	11	44	37	31	27	23	20
Lu	12	7	4	21	17	15	41	36	33	20	19	18
Uu	10	7	3	30	26	23	43	38	35	13	12	12
Uls	13	8	5	24	22	21	39	35	33	15	13	12
Us	11	9	4	28	25	22	41	35	32	13	10	10
Ut2	10	6	3	28	26	23	40	37	35	12	11	12
Ut3	11	6	3	26	25	23	39	37	35	13	12	12
Ut4	12	7	3	23	21	19	39	37	35	16	16	16
Tt	4	3	2	15	13	12	51	43	35	36	30	23
Tl	5	4	3	15	13	11	48	41	35	33	28	24
Tu2	5	4	3	16	12	10	47	42	36	31	30	26
Tu3	8	6	3	17	13	10	45	38	35	28	25	25
Tu4	10	6	3	19	17	16	41	37	35	22	20	19
Ts2	5	4	3	16	13	12	47	39	34	31	26	22
Ts3	7	6	5	16	13	11	45	37	32	29	24	21
Ts4	13	10	6	17	14	11	43	32	30	26	18	19

Gesamtporenvolumen = Luftkapazität + Feldkapazität;
Totwasser = Feldkapazität - nutzbare Feldkapazität

Zuschläge und Abschläge zur Luftkapazität, nutzbare Feldkapazität und Feldkapazität in
Abhängigkeit von Bodenart und organischer Substanz

(Tabelle 72 aus Bodenkundliche Kartieranleitung, 5. Auflage =KA5)

Bodenart	Luftkapazität				nutzbare Feldkapazität				Feldkapazität			
	Organische Substanz in Stufen											
	h2	h3	h4	h5	h2	h3	h4	h5	h2	h3	h4	h5
	Vol.-%											
Ss	0	-1	-2	-3	1	3	4	5	3	6	9	12
Sl2	0	1	2	3	2	3	4	6	3	6	9	13
Sl3	1	2	3	4	1	3	4	6	3	5	9	12
Sl4	2	2	3	4	2	4	5	6	3	7	11	14
Slu	2	3	4	6	1	2	4	6	2	5	8	11
St2	0	0	1	1	3	4	5	7	5	7	11	15
St3	1	2	3	4	2	4	6	9	2	5	10	14
Su2	0	0	-1	-2	2	3	4	6	3	6	9	13
Su3	1	1	2	2	1	3	3	4	2	6	8	11
Su4	2	3	4	6	1	2	3	4	2	4	8	11
Ls2	2	3	4	5	1	3	5	8	3	6	11	14
Ls3	1	2	3	4	1	3	5	8	3	6	11	14
Ls4	1	2	3	3	2	4	6	8	4	6	12	15
Lt2	2	3	5	6	3	5	8	10	5	8	13	15
Lt3	1	2	4	7	2	4	8	11	5	6	12	15
Lts	1	2	5	6	3	5	7	9	3	7	13	15
Lu	2	3	6	7	3	5	7	8	6	7	13	14
Uu	2	3	5	9	1	2	3	4	2	4	8	11
Uls	2	3	4	8	3	4	4	7	4	7	10	15
Us	2	3	5	8	1	2	3	4	2	4	7	10
Ut2	2	4	6	8	1	1	2	4	2	4	7	12
Ut3	2	4	6	8	1	1	2	4	2	3	8	12
Ut4	2	4	6	7	2	3	4	6	4	6	9	13
Tt	1	2	4	8	2	4	5	7	5	6	9	11
Tl	1	2	3	7	2	4	6	8	5	6	11	13
Tu2	1	2	3	7	1	3	5	8	5	6	10	13
Tu3	2	2	3	6	2	4	7	9	6	8	12	14
Tu4	1	3	4	6	3	5	6	8	5	8	11	15
Ts2	1	2	3	7	2	4	6	8	6	7	12	14
Ts3	2	3	4	5	2	5	7	9	5	6	12	14
Ts4	2	3	4	5	2	4	7	9	4	6	11	14

**Effektive Durchwurzelungstiefe für Ackerkulturen auf homogenen Böden in
Abhängigkeit von Bodenart und Lagerungsdichte
(Tabelle 81 aus KA5)**

Bodenart	Trockenrohdichte effektive Lagerungsdichte		
	pt1 + 2 Ld1 + 2	pt3 Ld3	pt4 + 5 Ld4 + 5
	—————	dm	—————
gS, gSms, gSfs	7	5	5
Ss, mS, fS, mSgs, mSfs	8	6	6
Sl2, Su2, Su3, Su4	9	7	6
Sl3, St2	10	8	7
Sl4, St3, Slu	13	9	8
Ls2, Ls3, Ls4, Lt2, Lt3, Lts, Uu, Us, Tu2, Tl, Tt	13	10	8
Uls, Ut2, Ut3, Ut4, Lu, Tu3, Tu4	14	11	9
Grünland: Tabellenwert minus 2 dm; Laubgehölze: Tabellenwert mal 1,5 ;			
Torf			
Hh (naturnah)		2	
Hn (naturnah)		4	
Hochmoor-Grünland: Tabellenwert + 2 dm; Hochmoor-Acker: Tabellenwert + 4 dm;			
Niedermoor-Acker: Tabellenwert + 2 dm			

Durchschnittliche KAK_{pot} -Werte [cmol_c/kg] der Feinbodenarten, berechnet aus ihrem mittleren Ton- und Schluffgehalt

(Tabelle 93 aus Bodenkundliche Kartieranleitung, 5. Auflage)

KAK _{pot} cmol _c / kg	Bodenart
2	Ss, Su2
4	Su3, Su4, Sl2
5	Us
6	St2, Sl3, Uu
9	Slu, Sl4, Ut2, Uls
11	Ut3, St3
12	Ls3, Ls4
13	Ls2
14	Ut4
15	Lu, Ts4
17	Lt2, Tu4
19	Lts
20	Ts3
21	Tu3
22	Lt3
28	Ts2, Tu2
29	Tl
38	Tt

potentielle KAK des Humusanteils

Die Kationenaustauschkapazität des Humusanteils einer Mineralbodenprobe lässt sich näherungsweise aus dem Humusgehalt ableiten.

Die Angaben in Tabelle 94 beruhen auf folgender Berechnungsgrundlage:

KAK_{pot} je Masse-% Humus = 2 cmol_c/kg

Beziehung zwischen der potentiellen KAK und dem Humusgehalt

(Tabelle 94 aus Bodenkundliche Kartieranleitung, 5. Auflage)

Kurz- zeichen	Humus [Masse-%]	KAK _{pot} cmol _c /kg
h1	< 1	< 2
h2	1 - 2	2 - 4
h3	2 - 4	4 - 8
h4	4 - 8	8 - 16
h5	8 - 15	16 - 30
h6	15 - 30	30 - 60

Ableitung der effektiven KAK des Humusanteils aus der potentiellen KAK unter Berücksichtigung des pH-Wertes der Bodenprobe

(Tabelle 85 aus Bodenkundliche Kartieranleitung 4. Auflage)

pH-Wert(CaCl₂)	Umrechnungsfaktor
≥ 7,5	1
6,5	0,8
5,5	0,6
4,5	0,4
3,5	0,25
2,5	0,15