

# Bodenkultur und Düngung

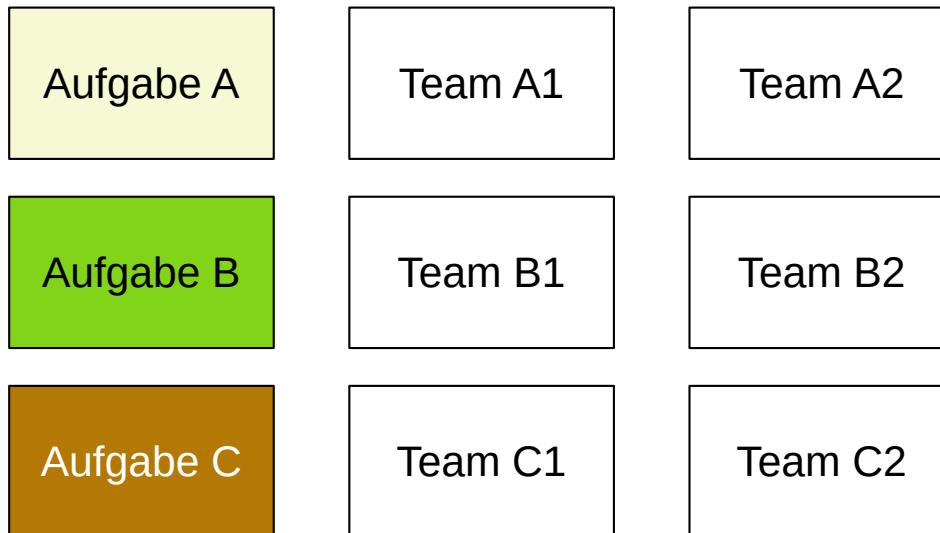
Gruppenarbeit zur Prüfungsvorbereitung

Prof. Dr. Mareike Ließ

WS 25/26

# Gruppenarbeit

## Wettkampf



1 Aufgabenstellung je Gruppe:  
.....

Bitte begründen Sie Ihre Antwort.  
Veranschaulichen Sie dafür Ihren  
Gedankengang und Lösungsweg  
mithilfe von Abbildungen/ Folien  
aus den Vorlesungsunterlagen.

Upload der Folien in Moodle

# Zusammensetzung der Teams/ Organisation der Teamarbeit

Teamleiter:in

Impulsgeber:in  
1-2 Personen

Recherche  
1-2 Personen

Dokumentation

Vortragende(r)

Organisation und  
Leitung der  
Gruppe/  
Moderation zur  
Lösungsfindung

Impulsgeber für  
den Lösungsweg

Heraussuchen von  
Folien/  
Abbildungen

Folien vorbereiten  
und Upload  
(Moodle)

Präsentation

# Zeitlicher Ablauf

Information und Gruppeneinteilung (15 Minuten): 9:30 – 9:45 Uhr

**Gruppenarbeit (20 Minuten): 9:45 – 10:05 Uhr**

**Präsentation und Diskussion der Gruppenarbeit (15 Minuten je Aufgabe)**

Präsentation eines der beiden Teams: 5 Minuten

Ergänzen und Korrektur durch das andere Team: 3 Minuten

Diskussion (alle): 7 Minuten

**Aufgabe A**  
10:05 – 10:20

**Aufgabe B**  
10:20 – 10:35

**Aufgabe C**  
10:35 – 10:50

## Aufgabe A: Kalkung

Zu Ihrem landwirtschaftlichen Betrieb gehört folgender Standort (siehe Tabelle). Sie überlegen, ob Sie dieses Jahr eine Kalkung durchführen sollten um den optimalen Boden-pH-Wert gemäß VDLUFA zu erreichen.

Bitte begründen Sie Ihre Antwort. Veranschaulichen Sie dafür Ihren Gedankengang und Lösungsweg mithilfe von Abbildungen/ Folien aus den Vorlesungsunterlagen.

Tabelle: Bodenstandort

Horizont-Untergrenze [cm]	Sand-gehalt [%]	Ton-gehalt[%]	Schluff-gehalt [%]	pH-Wert (CaCl <sub>2</sub> )	Corg-Gehalt [%]
10	3.8	14.3	81.9	5.43	6.653
30	3.8	15.1	81.2	5.54	5.146
67	10.4	14	75.6	6.7	0.216
67	7.1	13.1	79.8	7.11	0.164
165	1.1	16.3	82.6	7.21	0.159

BZE, ID 5352

# Optimaler pH-Bereich für Ackerböden

Bodenartengruppe/vorwiegende Bodenart	pH-Klasse C dt CaO/ha	Humusgehalt des Bodens (%)				
		≤ 4	4,1 bis 8,0	8,1 bis 15,0	15,1 bis 30	> 30
		pH-Werte der Klasse C und Erhaltungskalkung				
1/Sand	pH-Klasse C dt CaO/ha	5,4 bis 5,8 6	5,0 bis 5,4 5	4,7 bis 5,1 4	4,3 bis 4,7 3	
2/schwach lehmiger Sand	pH-Klasse C dt CaO/ha	5,8 bis 6,3 10	5,4 bis 5,9 9	5,0 bis 5,5 8	4,6 bis 5,1 4	
3/stark lehmiger Sand	pH-Klasse C dt CaO/ha	6,1 bis 6,7 14	5,6 bis 6,2 12	5,2 bis 5,8 10	4,8 bis 5,4 5	
4/sandiger/schluffiger Lehmm	pH-Klasse C dt CaO/ha	6,3 bis 7,0 <sup>1)</sup> 17	5,8 bis 6,5 15	5,4 bis 6,1 13	5,0 bis 5,7 6	
5/toniger Lehmm bis Ton	pH-Klasse C dt CaO/ha	6,4 bis 7,2 <sup>1)</sup> 20	5,9 bis 6,7 18	5,5 bis 6,3 16	5,1 bis 5,9 7	
6/Hochmoor und saures Niedermo <sup>2)</sup>	pH-Klasse C dt CaO/ha					4,3 <sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> auf karbonathaltigen Böden (freier Kalk): keine Erhaltungskalkung

<sup>2)</sup> Auf einem Großteil der Niedermoore sind die pH-Werte geogen bedingt > 6,5

<sup>3)</sup> keine Erhaltungskalkung

Rahmenschema zur Einstufung der pH-Werte des Bodens ( $\text{CaCl}_2$ - Methode) in pH-Klasse C (anzustrebender/optimaler pH-Bereich) sowie Erhaltungskalkung ( $\text{dt CaO ha}^{-1}$ ).

- Der anzustrebende pH-Wert nimmt mit ansteigendem Tongehalt zu und mit zunehmendem Humusgehalt ab.
- für Böden unter Dauergrünlandnutzung ist der optimale pH-Wert geringer als bei Ackernutzung.

VDLUFA, 2000. Bestimmung des Kalkbedarfs von Acker- und Grünlandböden. Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten. Darmstadt, VDLUFA Selbstverlag.

# Bodenarten gemäß Verwaltungsrichtlinien BodSchätzG

Tabelle 2: Mineralische und organische Bodenarten der Bodenschätzung

Bodenart nach dem Acker-schätzungsrahmen	Abschlämmbare Teilchen in Masse-% (< 0,01 mm Ø)	Abkürzung
<b>Mineralische Bodenarten</b>		
Sand	< 10	S
anlehmiger Sand	10 – 13	S1
lehmiger Sand	14 – 18	IS
stark lehmiger Sand	19 – 23	SL
sandiger Lehm	24 – 29	sL
Lehm	30 – 44	L
schwerer Lehm	45 – 60	LT
Ton	> 60	T
<b>Organische Bodenart</b>		
Moor		Mo

## 9 Bodenarten

Die Bodenart nach der Bodenschätzung lässt sich nicht ohne weiteres in eine Feinbodenart der Bodenkundlichen Kartieranleitung übersetzen. Die Bodenschätzung weist bei der Feinbodenansprache eine eigene Nomenklatur auf.

**Verwaltungsrichtlinien zum Gesetz zur Schätzung des landwirtschaftlichen Kulturbodens (Bodenschätzungsgesetz -BodSchätzG).**

[https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Standardartikel/Themen/Steuern/Weitere\\_Steuertypen/2014-07-21-bodenschaetzung-anlage-VRBodSchaetzungG.html](https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Standardartikel/Themen/Steuern/Weitere_Steuertypen/2014-07-21-bodenschaetzung-anlage-VRBodSchaetzungG.html)

# Humusfunktionen

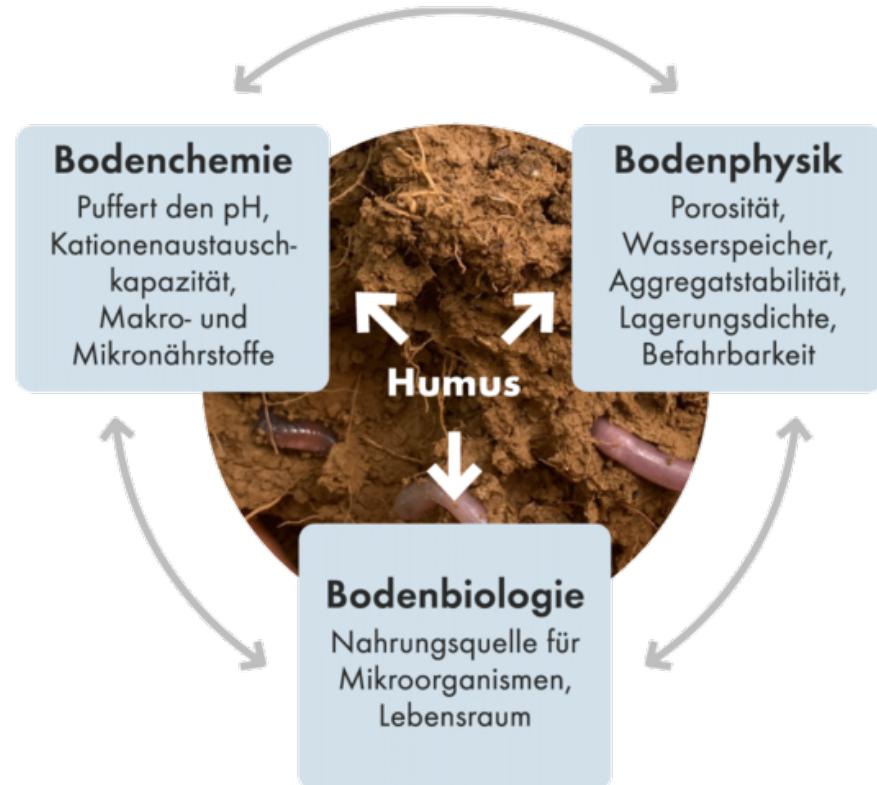
**Humus:** die Gesamtheit der organischen Stoffe im Boden, die beim Ab- und Umbau pflanzlicher und tierischer Überreste entstehen.

## Humusgehalt:

$C_{org}$ -Gehalt \* Faktor 1,72 (Humus ist neben C auch aus O, H, S und N aufgebaut).

**Funktion:** Humus kann große Mengen an Nährstoffen und Wasser speichern.

- Die spezifische Oberfläche von 1 g Humus beträgt 800-1000 m<sup>2</sup>, woraus sich das enorme Nährstoffspeichervermögen ableitet.
- Humus kann das 3 bis 5-fache seines Gewichts an Wasser speichern. Bei 3 % Humus im Boden können mehr als 500 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> vom Humus gespeichert werden.



## Aufgabe B: Wasser- und Nährstoffverfügbarkeit

Bitte beurteilen Sie die Wasser- und Nährstoffverfügbarkeit für den folgenden ackerbaulich genutzten Standort (siehe Tabelle).

Bitte begründen Sie Ihre Antwort. Veranschaulichen Sie dafür Ihren Gedankengang und Lösungsweg mithilfe von Abbildungen/ Folien aus den Vorlesungsunterlagen.

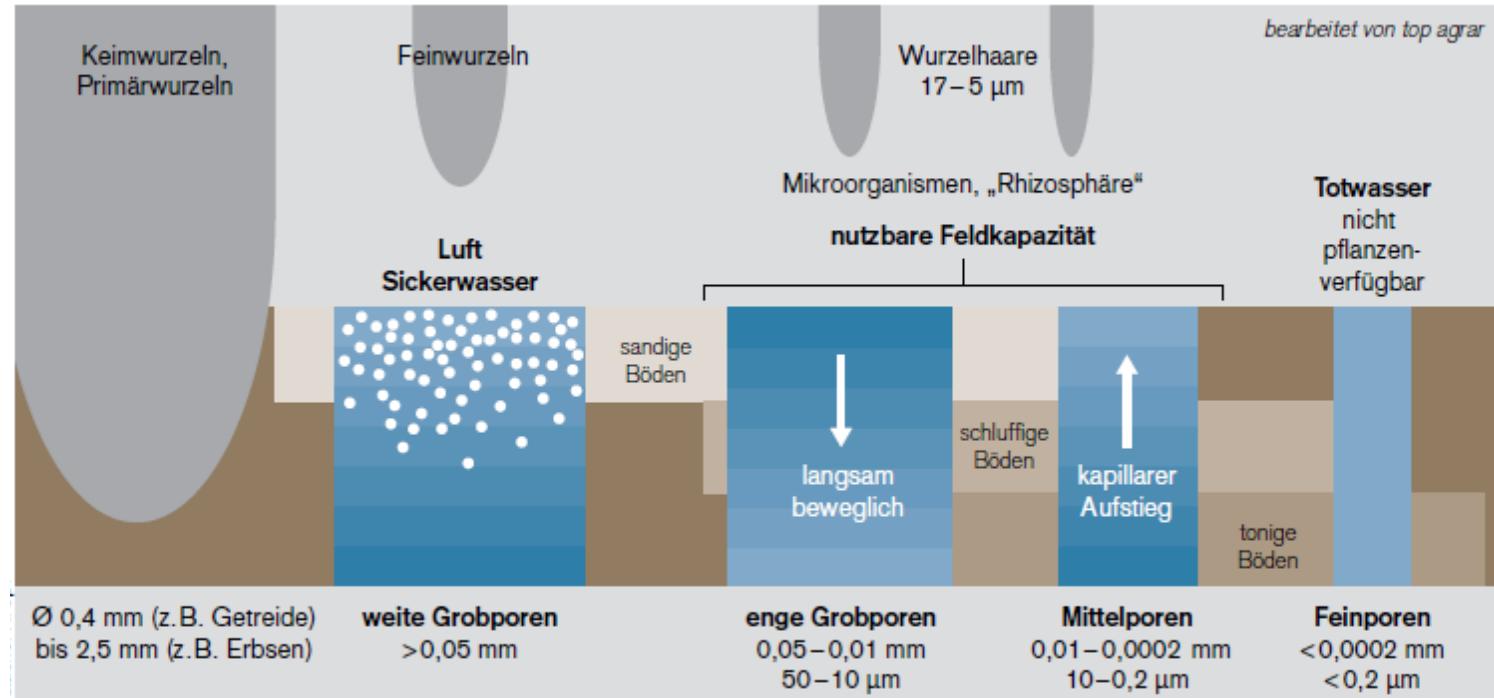
Tabelle: Bodenstandort

Horizont- Untergrenze [cm]	Sand- gehalt [%]	Ton- gehalt [%]	Schluff- gehalt [%]	pH-Wert (H <sub>2</sub> O)	pH-Wert (CaCl <sub>2</sub> )	Corg- Gehalt [%]
28	74.6	7.5	17.8	5.29	4.48	2.183
28	74.5	7.4	18.1	5.11	4.39	2.075
54	70.7	6.5	22.8	4.63	3.98	1.151
68	75.6	5.7	18.6	4.73	4.15	0.691
96	91.2	2.8	6	4.9	4.23	0.157

BZE, ID 2

# Bodenporen als Lebensraum

Während Keim- und Primärwurzeln in groben Poren und Rissen wachsen, nutzen Wurzelhaare enge Grobporen und Mittelporen zur Wasser- und Nährstoffsaufnahme.



top agrar 3/2021

# Porengrößenverteilung

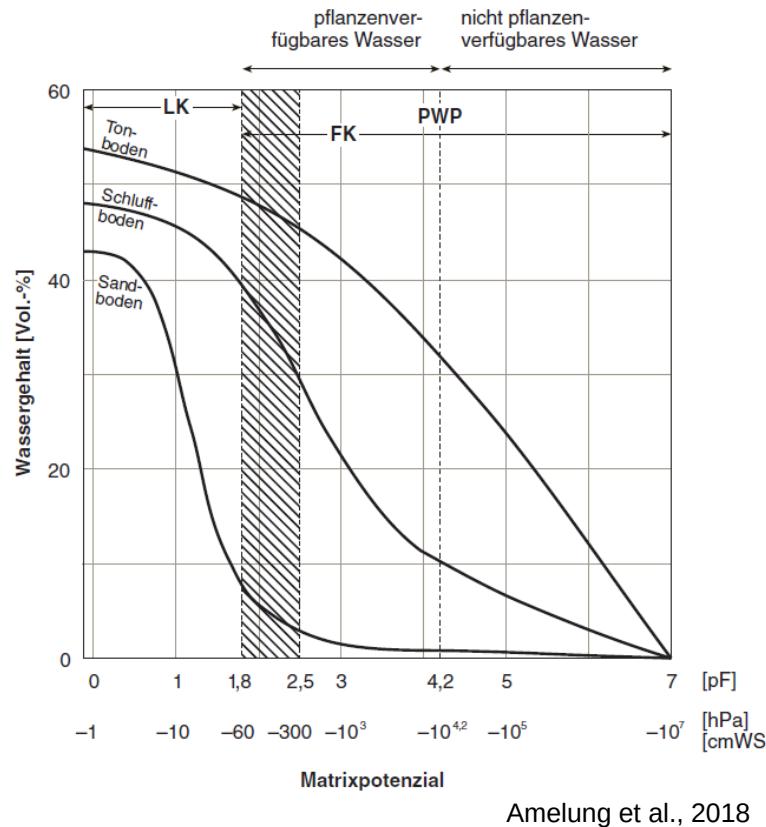
**Tab. 6.1-4** Anteil des Porenvolumens und der Porengrößenbereiche am Gesamtvolumen von Mineralböden (C-Gehalt bis 2 %) und organischen Böden.

	Poren- volumen (%)	Grob- poren (%)	Mittel- poren (%)	Fein- poren (%)
Sande	46 ±10	30 ±10	7± 5	5± 3
Schluffe	47 ± 9	15±10	15± 7	15 ± 5
Tone	50 ±15	8 ± 5	10 ± 5	35±10
Anmoore	70 ±10	5± 3	40 ±10	25±10
Hochmoore	85±10	25±10	40 ±10	25±10

Ein zunehmender Gehalt der Böden an organischer Substanz führt besonders bei Sandböden zu einer Erhöhung des Anteils der Mittel- und Feinporen. Ihr Ausmaß ist von der Form und dem Humifizierungsgrad der organischen Stoffe abhängig.

Amelung et al., 2018

# Matrixpotenzial-Wassergehaltskurve



**Beziehung zwischen Matrixpotenzial und Wassergehalt**, bei einem Sandboden, einem tonigen Schluffboden (Lössboden) und einem Tonboden (A-Horizonte).

FK = Feldkapazität

PWP = permanenter Welkepunkt

LK = Luftkapazität

Der **pF-Wert** entspricht dem logarithmierten Wert des Betrages des Matrixpotenzials.

## nutzbare Feldkapazität (nFK):

- Wassergehalt des Bodens entsprechend dem Wasserspannungsbereich auf der Wasserspannungskurve zwischen FK ( $pF = 1,8 \dots 2,5$ ) und PWP ( $pF = 4,2$ )
- kennzeichnet den pflanzenverfügbaren Anteil des Bodenwassers

# Humusfunktionen

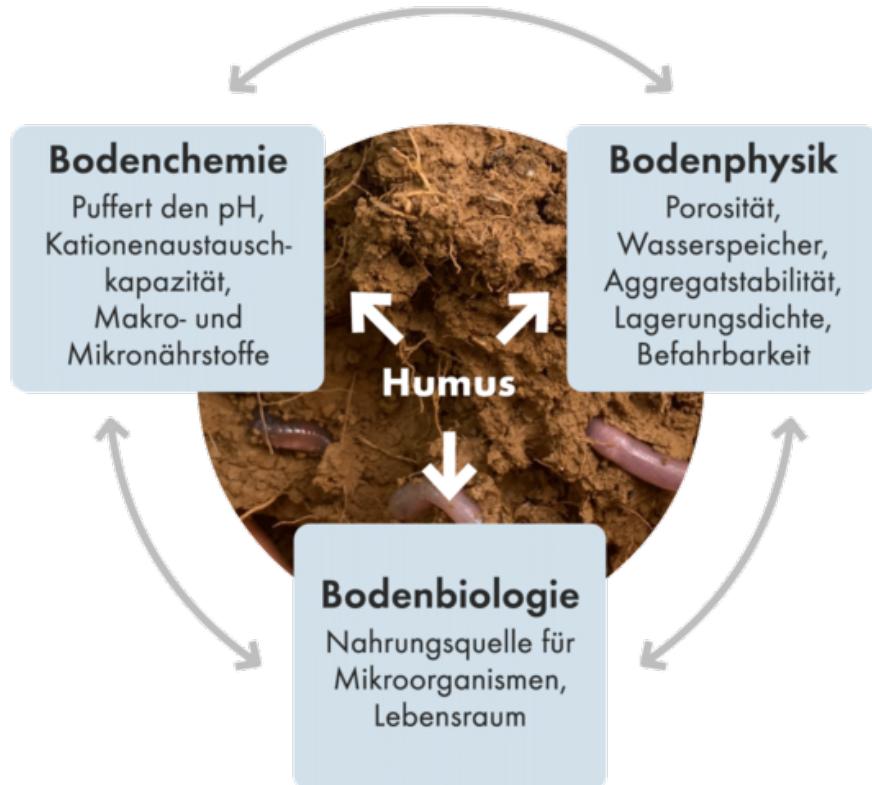
**Humus:** die Gesamtheit der organischen Stoffe im Boden, die beim Ab- und Umbau pflanzlicher und tierischer Überreste entstehen.

## Humusgehalt:

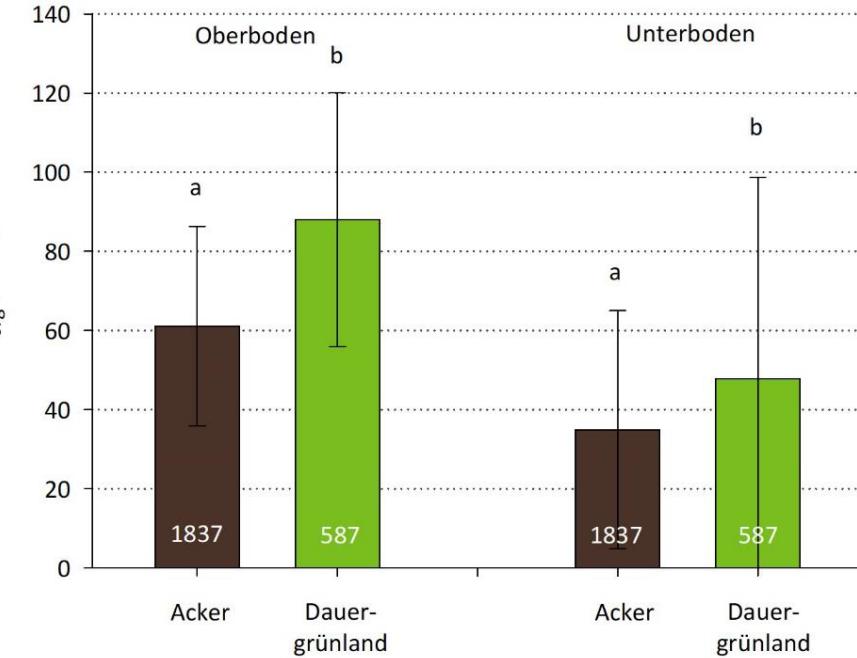
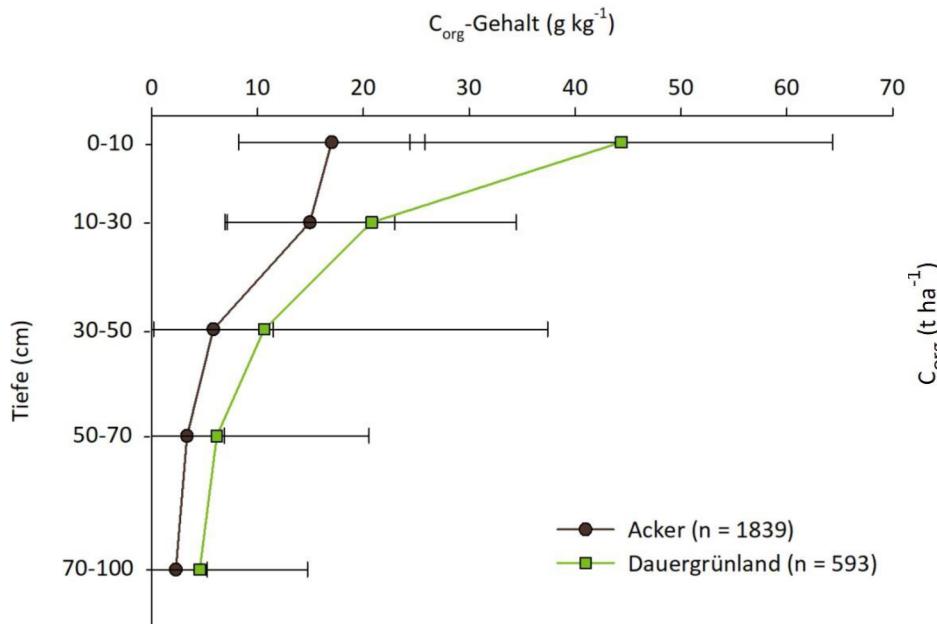
$C_{org}$ -Gehalt \* Faktor 1,72 (Humus ist neben C auch aus O, H, S und N aufgebaut).

**Funktion:** Humus kann große Mengen an Nährstoffen und Wasser speichern.

- Die spezifische Oberfläche von 1 g Humus beträgt 800-1000 m<sup>2</sup>, woraus sich das enorme Nährstoffspeichervermögen ableitet.
- Humus kann das 3 bis 5-fache seines Gewichts an Wasser speichern. Bei 3 % Humus im Boden können mehr als 500 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> vom Humus gespeichert werden.



# Bodenkohlenstoffgehalte und -vorräte in landw. Böden (DE)



Jacobs A, Flessa H, Don A et al (2018) Landwirtschaftlich genutzte Böden in Deutschland - Ergebnisse der Bodenzustandserhebung. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, Thünen Rep 64, DOI:10.3220/REP1542818391000

# Kationenaustauschkapazität (KAK)

## effektive Kationenaustauschkapazität

( $KAK_{eff}$ , in  $cmol_c \text{ kg}^{-1}$ ):

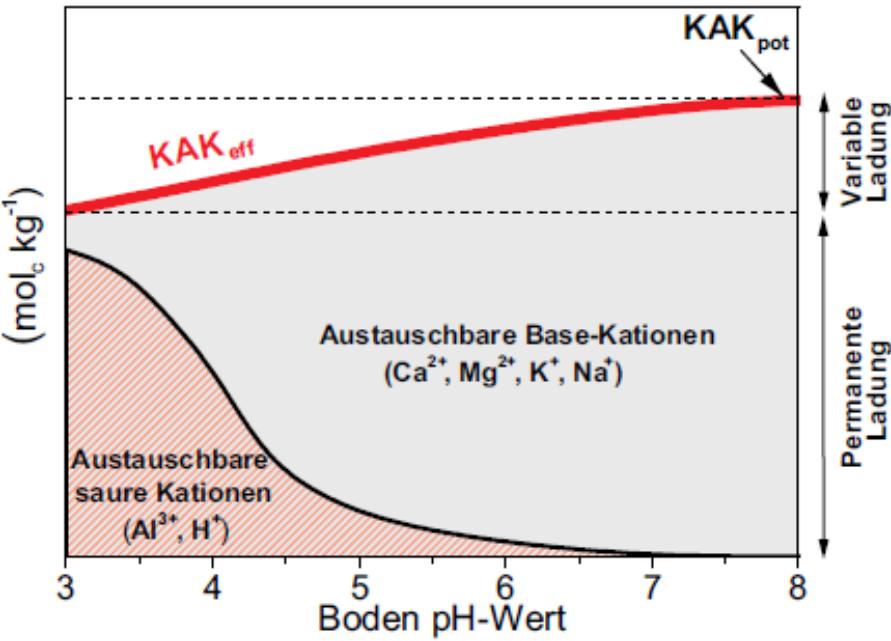
- Summe an permanenter und variabler negativer Ladungen eines Bodens.
- Sie wird aus der Summe der Ladungen aller austauschbaren Hauptkationen ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{H}^+$ ) beim aktuellen pH-Wert des Bodens bestimmt.

## potentielle Kationenaustauschkapazität

( $KAK_{pot}$ , in  $cmol_c \text{ kg}^{-1}$ ):

- KAK eines Bodens in einer gepufferten Lösung bei pH 7 bis pH 8

=> Aus der  $KAK_{pot}$  lässt sich ableiten, auf welchen Wert die  $KAK_{eff}$  eines sauren Bodens durch eine Aufkalkung maximal erhöht werden kann.



Amelung et al., 2018

## Aufgabe C: Rübenernte

Zu Ihrem landwirtschaftlichen Betrieb gehört folgender Standort (siehe Tabelle). Sie wollen heute die Rübenernte durchführen. Sie haben mit einer TDR-Sonde einen volumetrischen Wassergehalt von 50% im Oberboden gemessen. Ist dies ein guter Tag für die Rübenernte oder sollten Sie lieber noch warten?

Bitte begründen Sie Ihre Antwort. Veranschaulichen Sie dafür Ihren Gedankengang und Lösungsweg mithilfe von Abbildungen/ Folien aus den Vorlesungsunterlagen.

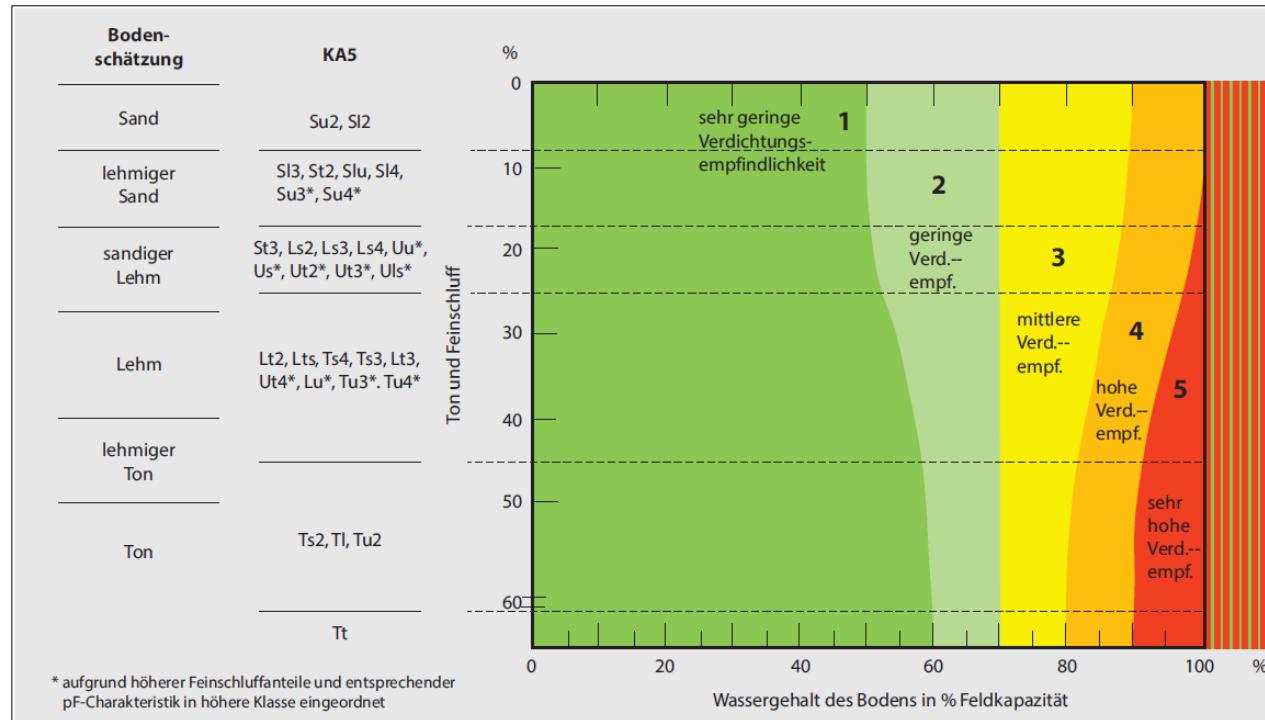
Tabelle: Bodenstandort

Horizont-Untergrenze [cm]	Sand-gehalt [%]	Ton-gehalt[%]	Schluff-gehalt [%]	pH-Wert (CaCl2)	Corg-Gehalt [%]
10	3.8	14.3	81.9	5.43	6.653
30	3.8	15.1	81.2	5.54	5.146
67	10.4	14	75.6	6.7	0.216
67	7.1	13.1	79.8	7.11	0.164
165	1.1	16.3	82.6	7.21	0.159

BZE, ID 5352

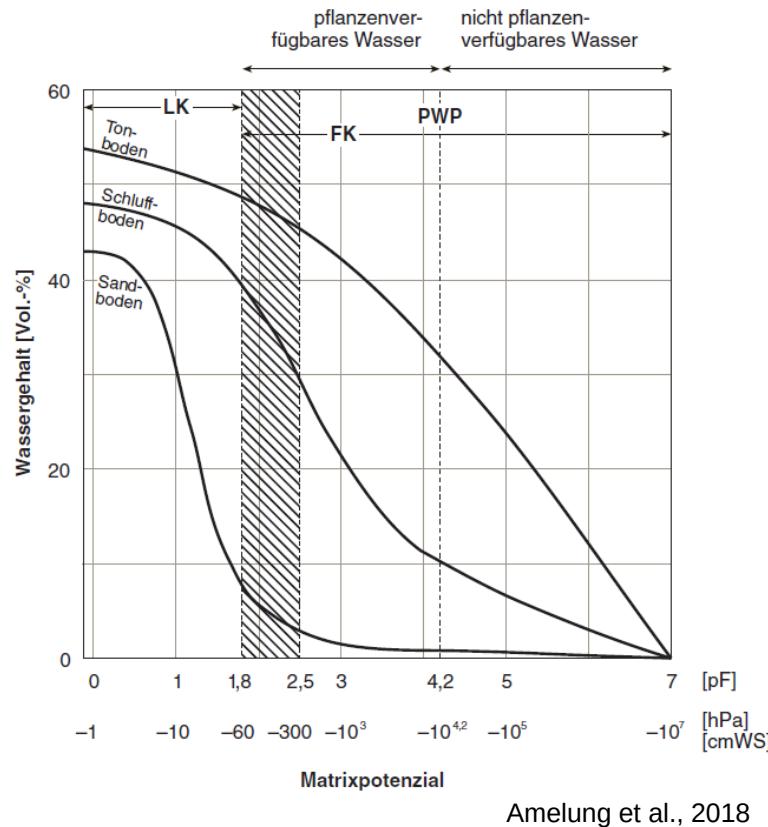
# Verdichtungsempfindlichkeit von Böden

Abhängigkeit von den Bodenart und Bodenfeuchte



Lorenz et al., 2016.  
DOI:10.3220/LBF1473334823000

# Matrixpotenzial-Wassergehaltskurve



**Beziehung zwischen Matrixpotenzial und Wassergehalt**, bei einem Sandboden, einem tonigen Schluffboden (Lössboden) und einem Tonboden (A-Horizonte).

FK = Feldkapazität

PWP = permanenter Welkepunkt

LK = Luftkapazität

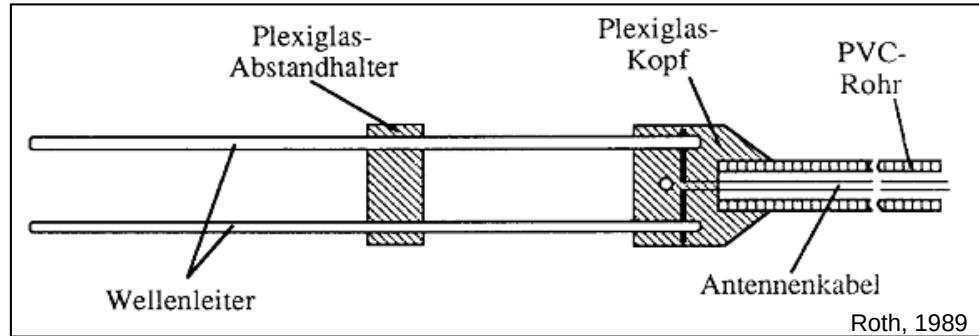
Der **pF-Wert** entspricht dem logarithmierten Wert des Betrages des Matrixpotenzials.

## nutzbare Feldkapazität (nFK):

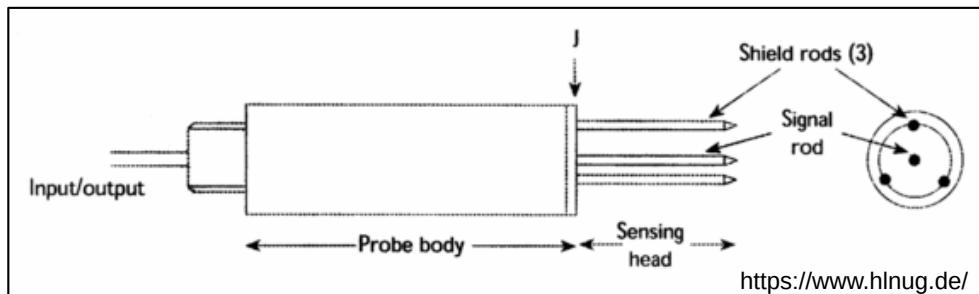
- Wassergehalt des Bodens entsprechend dem Wasserspannungsbereich auf der Wasserspannungskurve zwischen FK ( $pF = 1,8 \dots 2,5$ ) und PWP ( $pF = 4,2$ )
- kennzeichnet den pflanzenverfügbaren Anteil des Bodenwassers

# Bodenwassergehalt-Messung mit TDR & FDR

Beide Verfahren messen die Dielektrizitätskonstante eines umgebenden Mediums (Boden). Die Bestimmung des Wassergehalts basiert auf dem Umstand, dass die Dielektrizitätskonstante von Wasser mit  $\epsilon \approx 81$  wesentlich größer ist als die der übrigen Bodenbestandteile ( $\epsilon < 5$ ).



**Time Domain Reflectometry (TDR):**  
Laufzeitmessung einer elektrischen Welle. Vom TDR-Gerät werden elektromagnetische Impulse erzeugt und auf den Wellenleiter gegeben. Das reflektierte Signal wird vom Messgerät aufgezeichnet und ausgewertet.



**Frequency Domain Reflectometry (FDR):**  
Die FDR-Sonde funktioniert wie ein Kondensator. Durch Anlegen einer Spannung entsteht zwischen den Leiterstäben ein elektrisches Feld. Der Betrag der jeweiligen Ladungen ist proportional zur angelegten Spannung, wobei die Kapazität C des Kondensators die Proportionalitätskonstante ist.

# Bodenwassergehalt

**Definition:** prozentualer Wasseranteil am Boden (Masse-% oder Vol-%) nach Trocknen bei 105 °C (ofentrocken) bis zur Gewichtskonstanz.

Gravimetrischer Wassergehalt  $\theta_G = \frac{m_w}{m_f} = \frac{m_f - m_t}{m_f}$

Volumetrischer Wassergehalt  $\theta_V = \frac{V_w}{V_{ges}}$

$\theta_G$  gravimetrischer Wassergehalt

$\theta_V$  volumetrischer Wassergehalt

$m_w$  Wassermasse

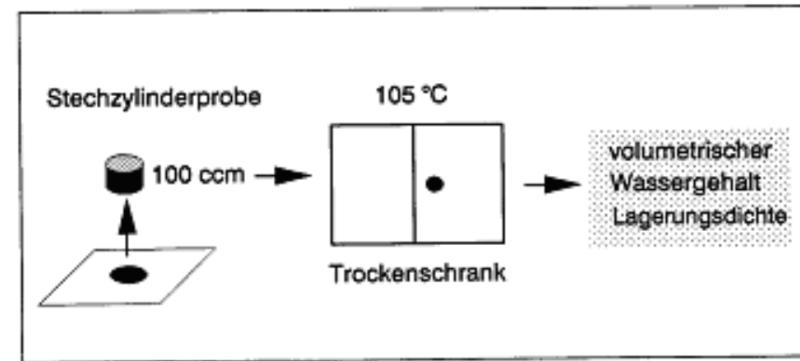
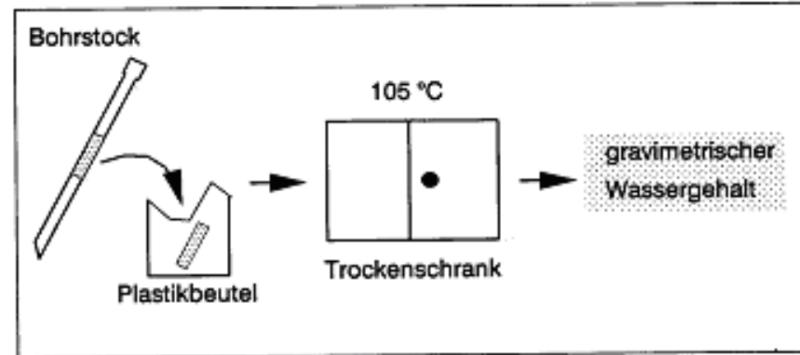
$m_f$  Feuchtmasse

$m_t$  Trockenmasse

$V_w$  Wasservolumen

$V_{ges}$  Gesamtvolumen

Wasseranteile, die erst bei höheren Temperaturen entfernt werden, rechnet man nicht zum Bodenwasser. Sie gehören zum Konstitutions- bzw. Kristallwasser der festen Bodenpartikel.



# Bodenverdichtung vermeiden/verringern



<https://www.agrarheute.com/> 24.07.2022

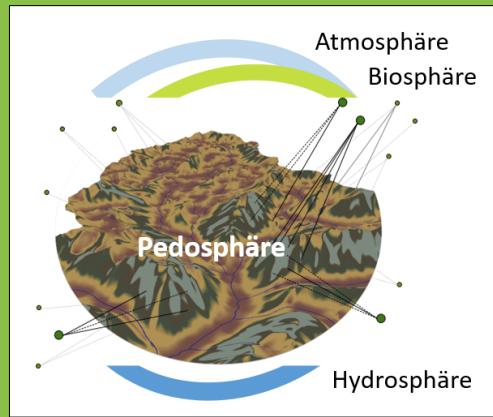
- hohes Gewicht moderner Maschinen: Mähdrescher (27t), Erntetransporte (40t), Rübenroder (60t)
- Zeitpunkt der Befahrung in Abhängigkeit von der Bodenfeuchte
- Breitreifen, Terrareifen, Hybridreifen
- Reifendruck
- Arbeitsgänge/ Befahrung optimieren
- Fahrt im Hundegang (Vorderachse fährt in einer anderen Spur als die Hinterachse)

# DANKE

für die Aufmerksamkeit!

Prof. Dr. Mareike Ließ

WS 25/26



*Applied Sciences  
for Life*