



Bern University  
of Applied Sciences

# Leitfaden Bodenbeschreibung Strukturmerkmale

Rev. KLABS / KA

Stefan Oechslin

04.07.2023

# Strukturmerkmale – Praxis

## Was sprechen wir im Feld an?

- Gefügeformen und Grösse
- Festigkeit von Aggregaten (Fingertest)
- Zusammenhalt des Gefüges (Abwurfprobe)
- Porosität
- Wurzelverteilung
- Kompaktheit (Messertest)

## Was nehmen wir auf/leiten wir ab?

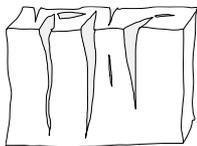
- Gefügeformen und Grössenklasse
- Kleinsymbole (m, p, st, vt und x)
- Z-Untertypen (krümelig (ZS) etc.)
- PNG-Faktor (Strukturanteil)

**Beschreibung und Klassifikation in einem!**

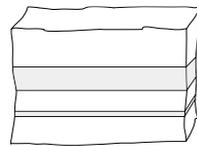


# Gefüge - Prinzip

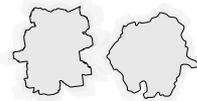
- Möglichst Übernahme aus «Gefügeordner» (Nievergelt et al. 2002)
- Beibehaltung der Grössenklassen 1 bis 7
- Ausdefinieren wo Unklarheiten und Widersprüche bestehen
- Lücken schliessen:
  - Vor allem Initialgefüge (Bruch-, Riss- und Bänderungsgefüge)
  - Sowie weitere (z.B. Fluffy- und Kittgefüge)
- Es werden morphologische Merkmale (Form, Kanten, Oberfläche) aufgenommen und nicht in erster Linie deren Genese beurteilt



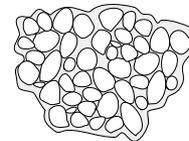
Riss



Bänderung



Fluffy



Kitt



Prismen



Polyeder

# Gefüge - Grösse

## Grössenklassen: welche Achse wird gemessen?

«Gefügeordner» S.74 (Nievergelt et al. 2002):

« Massgebend für die Zuordnung eines Aggregates: kleinster Querschnitt.»

«Gefügeordner» Abbildung S. 61:

Pr 6  
Pr 7

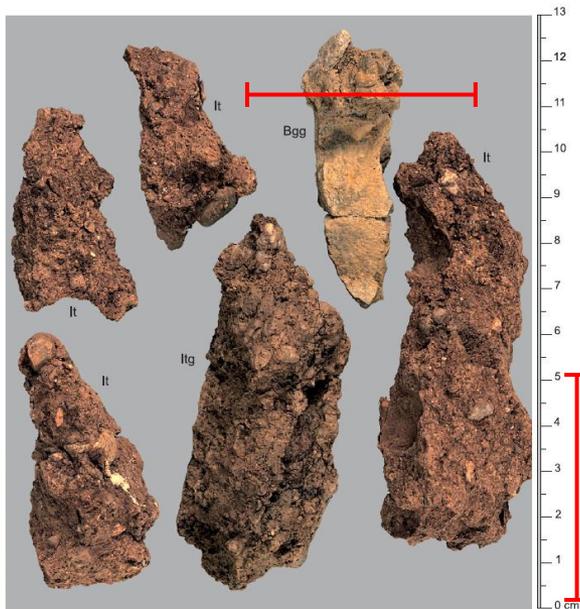
Mittlere und grosse Prismen  
(50 - 100 mm / > 100 mm)

**Entstehung und Vorkommen**  
Gehemte Absonderung und  
Toneinwaschung; illuvialer (Bt, It) und  
hydromorpher, tonreicher (Bgg) Horizont

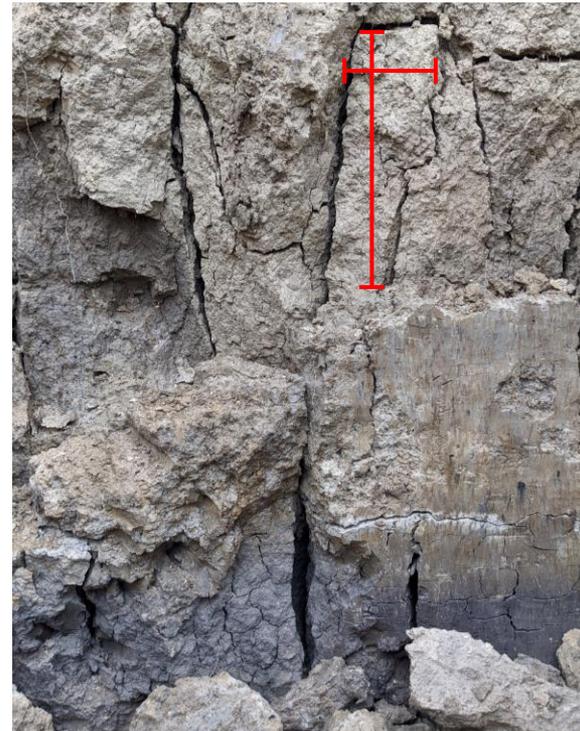
**Geometrische Form**  
länglich; längste Achse vertikal; Kanten  
scharf; Grenzflächen benachbarter  
Aggregate komplementär

**Oberfläche**  
senkrechte Seitenflächen mit glatten  
Tonhüllen, sonst rau; Porenanteil gering  
(Bgx, Bgg) bis mittel (Bt, It)

ca. 5x vergrößert



Für Wurzeln breiteste  
horizontale Achse relevant:



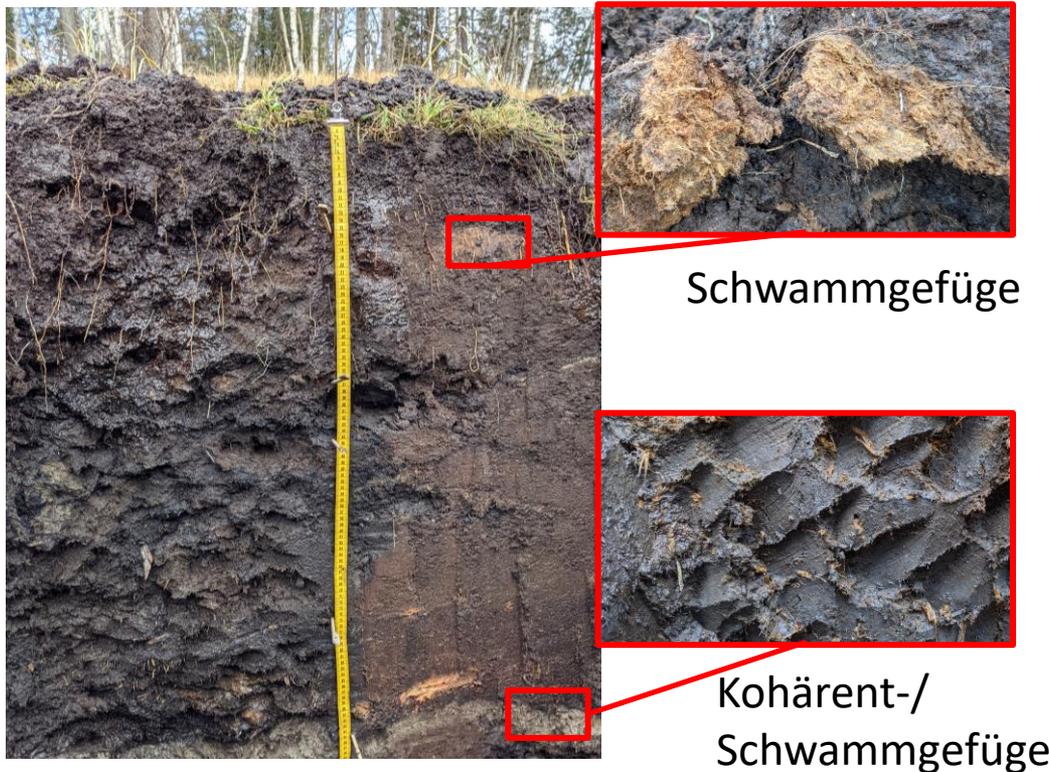
# Gefüge – organische Gefügeformen

Gefüge	KLABS (BGS, 2010)	FAL 24 (Brunner et al. 1997)	FAL 41 (Nievergelt et al. 2002):	SO (AfU Solothurn, 2020)
osm (schwammig)	-	-	Ungegliederte, faserige oder schwammartige gegliederte organische Substanz	Zersetzt schwarz
ofi (filzig)	-	-	-	wenig zersetzt, aber Pflanzenreste noch erkennbar
obl (blättrig)	-	-	-	Blätter noch erkennbar, braun, unzersetzt

- Unterschiedliche Handhabung in der Praxis.
- Zersetzungsgrad und Torfart nicht über Gefügestufe beschreiben sondern in separaten Größen aufnehmen!

# Gefüge – organische Gefügeformen

## Pedogen unveränderte Torfe:

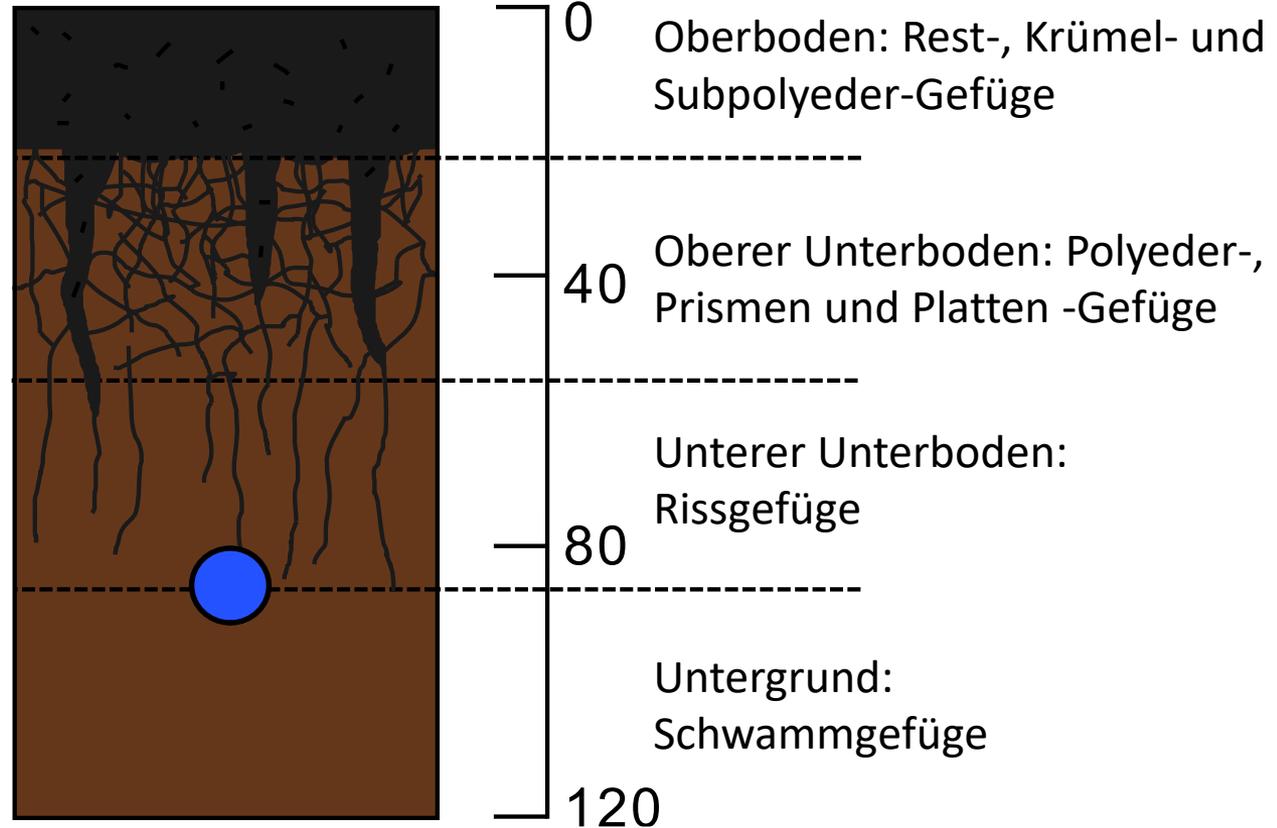


- Filzig und blättrig gestrichen
- Wenn Pflanzen die Struktur bestimmen: **Schwammgefüge**
- Wenn grosser mineralischer Anteil oder stark zersetzt: **Einzelkorn- oder Kohärent-Gefüge**

# Gefüge – organische Gefügeformen

## Pedogen veränderte Torfe:

- Mit mineralischen Gefügeformen beschrieben.
- Neu: **Rissgefüge** (Tritt auch in Tonreichen Böden auf)
- **Restgefüge** für stark pulvrige (vermulmte) Oberböden



# Weitere Strukturmerkmale

- Formalisierung der Ansprache und Aufnahme der physikalischen Bodeneigenschaften
- Erhöht Nachvollziehbarkeit einer Klassifikation und/oder Bewertung
- Alle Erhebungsgrößen in anderen Ländern bereits angewandt
- Erfassung in Klassen (meist 5 bis 6 Klassen)
- u.a:

Abwurfprobe  
(Zusammenhalt)



Fingertest  
(Festigkeit)



Wurzelverteilung



Messertest  
(Kompaktheit)



Aufnahme der Porosität



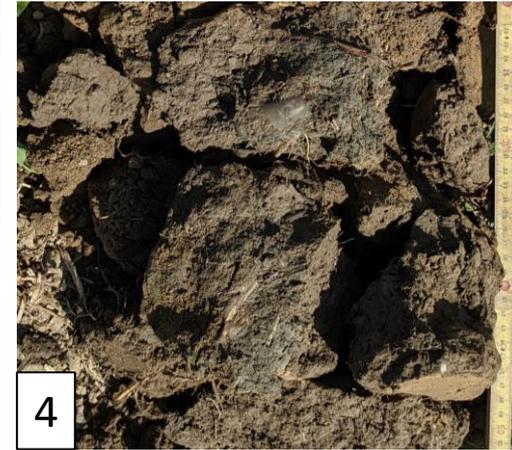
# Weitere Strukturmerkmale - Zusammenhalt



2



3



4



5

Code	Zusammenhalt	Verfestigung	Verhalten einer feuchten schaufelgrossen Probe bei der Fallprobe
1	sehr lose	nicht verfestigt	Zerfällt schon bei Entnahme in Aggregate oder Grundgefüge
2	lose	schwach verfestigt	Zerfällt beim Aufprall in zahlreiche Aggregate
3	mittel	mittel verfestigt	Zerfällt beim Aufprall in wenige grosse Bruchstücke bzw. Aggregate, die von Hand weiter differenziert werden können
4	fest	stark verfestigt	Zerfällt beim Aufprall in wenige grosse Bruchstücke bzw. Aggregate, die von Hand nicht oder nur schwer differenziert werden können
5	sehr fest	sehr stark verfestigt	Zerfällt beim Aufprall kaum oder gar nicht

# Weitere Strukturmerkmale - Packungsdichte

- In Deutschland verbreitete Methode (DIN 19682-10)
- Für PTFs verwendet
- Mass für Durchwurzelbarkeit und Wasser- und Luftdurchlässigkeit
- Nachvollziehbare Zusammenfassung der Strukturmerkmale
- Kann der Plausibilisierung dienen

Packungsdichte		Gewichtung der Merkmale				
		sehr hoch	hoch		mittel	
Code	Bezeichnung	Wurzelverteilung	Flächenanteil der Makroporen	Lagerungsart der Aggregate*	Zusammenhalt des Gefüges	Aggregatgrösse*
1	sehr tief	gleichmässig (1)	sehr hoch (5) überwiegend (6)	sperrig (5)	sehr lose (1)	sehr fein bis fein (1-3)
2	tief	gleichmässig (1)	hoch (4)	offen (4)	lose (2)	sehr fein bis mittel (1-4)
3	mittel	ungleichmässig (2)	mittel (3)	halboffen (3)	mittel (3)	fein bis grob (3-5)
4	hoch	in Rissen gehäuft (3)	tief (2)	fast geschlossen (2)	fest (4)	mittel bis sehr grob (4-7)
5	sehr hoch	Lagenförmig/ in Rissen (4)	sehr tief (1)	geschlossen (1)	sehr fest (5)	grob bis sehr grob (5-7)

\* Gilt nur für entwickeltes Aggregatgefüge

# Weitere Strukturmerkmale - Packungsdichte

Praxisbeispiel:  
20 cm Übersanden und Einmischen in OB  
auf tonigem Fluvisol



Unterbodenverdichtung anhand von  
Strukturmerkmalen sichtbar gemacht und  
bewertet

► School of Agricultural, Forest and Food Sciences HAFL

Packungsdichte		Gewichtung der Merkmale				
		sehr hoch	hoch	mittel		Aggregatgrösse*
Code	Bezeichnung	Wurzelverteilung	Flächenanteil der Makroporen	Lagerungsart der Aggregate*	Zusammenhalt des Gefüges	
1	sehr tief	gleichmässig (1)	sehr hoch (5) überwiegend (6)	sperrig (5)	sehr lose (1)	sehr fein bis fein (1-3)
2	tief	gleichmässig (1)	hoch (4)	offen (4)	lose (2)	sehr fein bis mittel (1-4)
3	mittel	ungleichmässig (2)	mittel (3)	halboffen (3)	mittel (3)	fein bis grob (3-5)
4	hoch	in Rissen gehäuft (3)	tief (2)	fast geschlossen (2)	fest (4)	mittel bis sehr grob (4-7)
5	sehr hoch	Lagenförmig/ in Rissen (4)	sehr tief (1)	geschlossen (1)	sehr fest (5)	grob bis sehr grob (5-7)

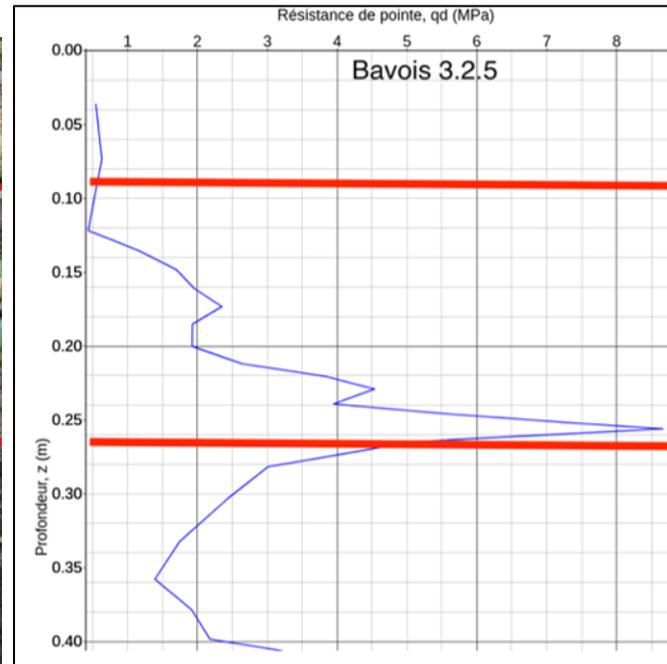
\* Gilt nur für entwickeltes Aggregatgefüge

Packungsdichte		Gewichtung der Merkmale				
		sehr hoch	hoch	mittel		Aggregatgrösse*
Code	Bezeichnung	Wurzelverteilung	Flächenanteil der Makroporen	Lagerungsart der Aggregate*	Zusammenhalt des Gefüges	
1	sehr tief	gleichmässig (1)	sehr hoch (5) überwiegend (6)	sperrig (5)	sehr lose (1)	sehr fein bis fein (1-3)
2	tief	gleichmässig (1)	hoch (4)	offen (4)	lose (2)	sehr fein bis mittel (1-4)
3	mittel	ungleichmässig (2)	mittel (3)	halboffen (3)	mittel (3)	fein bis grob (3-5)
4	hoch	in Rissen gehäuft (3)	tief (2)	fast geschlossen (2)	fest (4)	mittel bis sehr grob (4-7)
5	sehr hoch	Lagenförmig/ in Rissen (4)	sehr tief (1)	geschlossen (1)	sehr fest (5)	grob bis sehr grob (5-7)

\* Gilt nur für entwickeltes Aggregatgefüge

# Weitere Strukturmerkmale - Packungsdichte

Praxisbeispiel:  
20 cm Übersanden und Einmischen in OB  
auf Halbmoor



Packungsdichte 2

Packungsdichte 4

Packungsdichte 2



Bern University  
of Applied Sciences

# Leitfaden Bodenbeschreibung Torfmerkmale

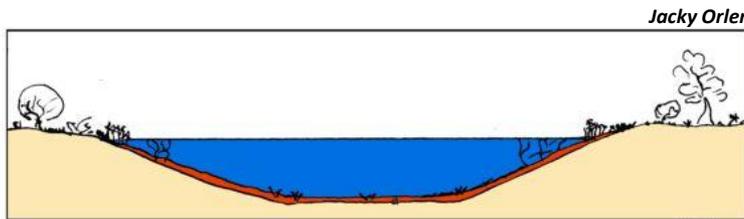
Rev. KLABS / KA

Stefan Oechslin

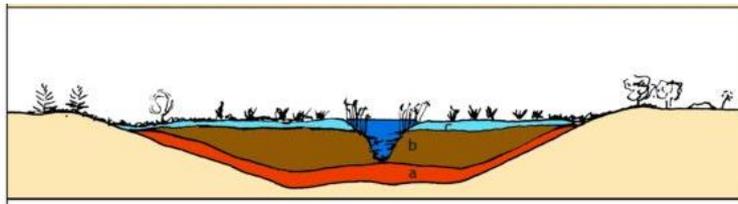
04.06.2023

# Torfmerkmale – Rückblick Torf

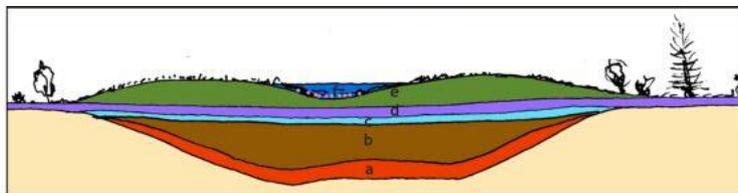
- Entstanden unter anhaltend oder permanent wassergesättigten Bedingungen
- Corg-Gehalt  $\geq 15$  Masse-% in der Feinerde



Mudde



Flachmoortorf



Hochmoortorf

Sedimentiert

Am Standort abgestorben

# Torfmerkmale – Rückblick T-Horizonte

Horizont		Beschrieb	Kennzeichnend für
T	Haupthorizontsymbol	T-Horizont	Torf
Tf	Referenzhorizonte	Faserig	Zersetzung
Tm		Mittel zersetzt	
Ts		Stark zersetzt	
hT..	Präfixe	Hochmoortorf	Bodenkundlicher Moortyp
fT..		Flachmoortorf	
uT..		Übergangsmoortorf	
mT..		Fluviollimnische Sedimente (Corg ≥ 15 %)	
aT..		Amorpher Torf	
T..,d	Suffixe	Pedogen	Gefügestand
T..,a		Aggregiert	
T..,t		Rissig	
T..,w	Suffixe	Wechselnass	Wasserhaushalt
T..,r		Reduziert	

**Aufnahmegrößen  
Leitfaden:**

**Zersetzungsgrad,  
Fasergehalt**

**Torfart**

**Gefügestand**

**Gefügestand, Farbe,  
Reduktionsmerkmale,  
Torfart, Zersetzungsgrad**

# Wieso sind Zersetzungsgrad und Torfart zentral?



Torfmoos



Holztorf



Schilftorf



Vermulmter Oberboden



Schilftorf in Schluff

# Torfmerkmale – Zersetzungsgrad

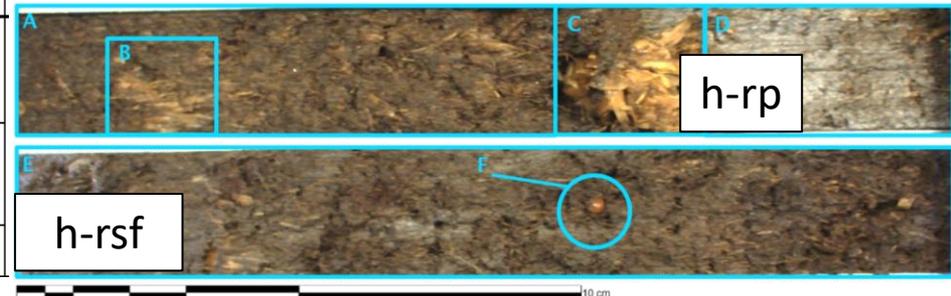
- Zersetzungsgrad gibt an wie das Verhältnis von unzersetzten Pflanzen zu zersetzter OS ist.
- Geht auf von Post (1926) zurück.
- In Klassifikationen weltweit genutzt (KA5, RP, ST, WRB).
- 10-stufige Skala  
(1 = 100% Fasern; 10 = keine Fasern)
- Anhand der Quetschprobe oder optisch anhand des Faseranteils zu bestimmen



# Torfmerkmale - Torfart

Ansprache in zwei Detaillierungsgraden möglich:

Torfarten- gruppe	Code	Torfart	Code		
Holztorf	h-h	Kiefernbruch (Pinus)	h-hk		
		Birkenbruch (Betula)	h-hb		
		Erlenbruch (Alnus)	h-he		
		Saure Heidekräuter (Ericacea)	h-hr		
Moostorf	h-m	Torfmoos (Sphagnum)	h-mb		
		Braunmoos (Bryopsida)	h-ml		
Riedtorf	h-r	Scheiden-Wollgras (Eriophorum vaginatum)	h-rw		
		Blumenbinse (Scheuchzeria)	h-rb		
		Grosseggen (Magnocaricion)	h-rsg		
		Kleinseggen (Parvocaricion)	h-rsf		
		Seggen undifferenziert	h-rs		
		Schneiden (Cladium)	h-rc		
		Schilf (Phragmites)	h-rp		
Amorpher Torf	h-a	Stark zersetzt (nicht aggregiert)	h-az		
		Vererdet	Pedogen	h-adv	h-ad
		Vermulmt	allgemein	h-adm	
		Aggregiert		h-aa	



# Beispiel Torfansprache und Klassifikation

# Beispiel Horizont T<sub>m,w</sub> (aKLABS T<sub>f,gg</sub>?)

T<sub>m</sub> Definition in rKLABS:

**T<sub>m</sub>-Horizont (mittel zersetzt, mésique)**

**Beschreibung:**

Mittel zersetzter T-Horizont bestehend aus gut erkennbaren Torffasern (Reste torfbildender Pflanzen) und einer amorphen humifizierten organischer Feinsubstanz.

**Klassifikation:**

1. T-Horizont  
und
2. Zersetzungsgrad (von Post) 6 bis 7  
und i.d.R.
3. Fasergehalt  $\geq 35$  -  $< 80$  % des Gesamtvolumens  
und i.d.R.
4. Pyrophosphat-Index 15 -  $< 30$



→ Aus Leitfaden:

- Zersetzungsgrad 6
- Fasergehalt 60 %

→ **Bedingungen für T<sub>m</sub> gegeben**

# Beispiel Horizont T<sub>m,w</sub> (aKLABS T<sub>f,gg</sub>?)

## → Aus Leitfaden:

- Zersetzungsgrad

H2: 6

H3: 5



- Matrixfarbe

H2: 5 YR 2.5/2

H3: 5 YR 3/2

- Farbe Torffasern

H2: 10 R 4/6

H3: 5YR 4/6

- Torfart

Feinseggentorf

- Gefügestufe

H2: Po6

## T<sub>..,w</sub> Definition in rKLABS:

<b>T<sub>..,w</sub>-Horizont</b> (wechelnasser Horizont)
<b>Beschreibung:</b> Wechelnasser T-Horizont noch im Bereich des Kapillarsaumes liegend. In gegenwärtig entwässerten Böden meist Absonderungsgefüge vorhanden.
<b>Klassifikation:</b>
1. T-Horizont und
2. Wechelnasser Horizont, meist oberhalb des permanenten Wasserspiegels liegend und i.d.R.
3. Höherer Zersetzungsgrad als im darunterliegenden Tr-Horizont als mögliches Zeichen für Wechelnässe, und i.d.R.
4. Dunklere Farbe als im darunterliegenden Tr-Horizont als mögliches Zeichen für Wechelnässe, und i.d.R.
5. Rötlichere Farbe von Schilf- und Seggenfasern (falls vorhanden) gegenüber darunterliegendem Tr-Horizont als mögliches Zeichen für Wechelnässe, und i.d.R.
6. Meist Absonderungsgefüge (falls nicht wiedervernässt) und i.d.R.
7. Positive Reaktion mit α,α Dipyridyl während nasser Perioden möglich

→ Gesamtbild weist auf T<sub>w</sub> hin

# Literatur

- AfU Solothurn (2020): Bodenkartierung Kanton Solothurn, Projekthandbuch. Kartiermethodik, Teil III, Kartiermethode FAL24+, 6. Ausgabe Januar 2020.
- BGS 2010: Klassifikation der Böden der Schweiz. Luzern: Bodenkundliche Gesellschaft der Schweiz.
- Brunner, Johann; Jäggli, Friedrich; Nievergelt, Jakob; Peyer, Karl (1997): Kartieranleitung. Kartieren und Beurteilen von Landwirtschaftsböden. Zürich Reckenholz: Eidg. Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, Zürich-Reckenholz (FAL).
- DIN 19682-10, Juli 2014: DIN 19682-10:2014-07 Bodenbeschaffenheit - Felduntersuchungen - Teil 10: Beschreibung und Beurteilung des Bodengefüges.
- Nievergelt, Jakob; Petrasek, Milan; Weisskopf, Peter (2002): Bodengefüge - Ansprechen und Beurteilen mit visuellen Mitteln. Schriftenreihe der FAL 41, Les cahiers de la FAL 41. Zürich-Reckenholz: Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau.