



Revision der Bodenklassifikation und der Kartieranleitung der Schweiz (Rev. KLABS/KA)

Fachausschuss-Sitzung, 7.1.2025; 13:15 – 17:00 (Verschiebungsdatum vom 12.12.24)

Ort: Berner Fachhochschule BFH, Hallerstrasse 8, S112, Bern

Teilnehmende: Jean-Michel Gobat (JMG, ehemals Uni NE) Anina Schmidhauser (AS, Projektleitung Rev. KLABSKA, HAFL)
Christine Eggert (CE, myx GmbH)
Julia Siegrist (JS, Soilcom GmbH) Roxane Tuchschnid (RT, Mitarbeiterin Rev. KLABSKA, HAFL)
Moritz Graf (MG, BGS AG KA (BABU GmbH)) Karin Baumgartner (KB, BGS AG KA) Stefan Oechslin (SO, Mitarbeiter Rev. KLABSKA, HAFL)
Thomas Gasche (TG, BGS AG KLABS (Gasche-Bodengutachten GmbH) Stéphane Burgos (HAFL)
Lorenz Ramseier (LR, Cercle Sol, Kt. BE) Daniela Marugg (DM, PL Rev. KLABSKA)
Peter Lüscher (PL, ehemals WSL, Forschung)
Alexander Lehmann (AL, Kt. ZH)
Martin Zürrer (MZ, BGS AG KLABS (myx GmbH))

Entschuldigt Nathalie Dakhel-Robert (ND, Agridea), Vincent Kern (VK, Mitarbeiter Rev. KLABS/KA), Maxime Siegenthaler SG, (KOBO), Simon Tutsch (ST, KOBO),

Gäste Marie Hertzog (MH, KOBO), Christine Hauer (CH, BAFU, Projektleiterin Rev. KLABS/KA), Loraine Martignier (LM; Élément Terre)

Protokoll (Diskussion in Stichworten und Beschlüsse)

Traktanden:

1. Rückblick FA-Arbeiten 2024 und Entschädigungen FA-Aufwände
2. Vorstellung Klassifikation der Bodentypen (Aufbau, Inhalt, Stand) mit Diskussion
3. Weiteres Vorgehen im 2025 16.15-16.30
4. Varia :
 - Redoxmerkmale
 - Leitfaden

Die Folien der Präsentationen werden den Teilnehmenden zur Verfügung gestellt. Im Protokoll werden die Fragen und Diskussionen wiedergegeben.

1) Rückblick FA-Arbeiten 2024 und Entschädigungen FA-Aufwände

Fragen zur bisherigen Abrechnung (nur MZ) bilateral mit DM geklärt.

Entschädigungen FA-Aufwände: Die FA-Mitglieder werden über das Kostendach ihrer Arbeiten informiert.

2) Vorstellung Klassifikation der Bodentypen (Aufbau, Inhalt, Stand) mit Diskussion

Rekapitulation der Horizonte / Änderungen seit der letzten FA-Sitzung

AS erläutert den aktuellen Stand der Horizontdefinitionen und gibt eine Übersicht über die Änderungen seit der letzten FA-Sitzung. Änderungen betreffen v.a. die Symbolik plus einige Vereinfachungen (streichen von Haupthorizonten und ergänzenden Prä- und Suffixen).

Diskussion:

Folien Nr. 11, 12

AS stellt die Frage an die FA-Mitglieder, ob die einzelnen Teile des Modul II (Humusformen, Klassifikation und Horizonte) in ein Dokument zusammengeführt werden sollen.

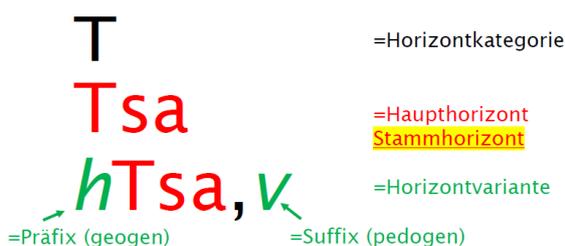
LR: Wie gross wäre der Umfang?

DM: 180 Seiten, wird aber noch gekürzt. Die Zusammenführung wird angestrebt.

Folien Nr. 18- 23

TG hat eine Frage zur Zuweisung zu Oberbodenhorizont/Unterbodenhorizont/Untergrundhorizont etc. in den Horizontdiskussionen. AS erläutert, dass im Horizontdokument jeder Haupthorizont einer Kategorie (Oberbodenhorizont/Unterbodenhorizont/Untergrundhorizont etc.) zugewiesen wird. Wenn dies nicht eindeutig möglich ist, z.B. wenn ein Horizont sowohl Ober- als auch Unterbodenhorizont oder Untergrundhorizont sein kann, dann steht schlicht «Haupthorizont». In der abgegebenen Kurzzusammenfassung fehlt diese Erläuterung.

Erneut gibt es Fragen zum Aufbau der Horizontsymbolik. AS versucht die Begrifflichkeiten anhand untenstehender Folie zu erläutern. Z.B. werden die Kleinbuchstaben, die gebunden definiert sind in den Haupthorizonten (z.B. Sd) nicht als ergänzende Prä- oder Suffixe bezeichnet. Ergänzende Prä- und Suffixe können den Haupthorizonten mit Komma nachgestellt werden, wenn weitere (Haupt-) Horizontvarianten gebildet werden wollen.



Folie 39

JS fragt, wie bänderförmige Oxidanreicherungen im Kies durch Grundwasser bezeichnet werden können? Dies wurde z.B. in der Kartierung NW mit dem Suffix «ox» beschrieben (Anmerkung: welches in der rev. KLABS nicht mehr vorkommt.). Anina erläutert, dass solche Horizonte in der rKLABS als Go bezeichnet werden.

Ergänzung: die Bedeutung des Kleinsymbols «ox» in der aKLABS geht in Richtung «Oxidanreicherung» in tropischen Böden. In den gelben Blättern des Reckenholz (Vorläufer der KLABS), wird der Box-Horizont wie Folgt definiert (und hat nichts mit Redoxmerkmalen zu tun):

Box Starke Rückstandsanreicherung von Fe- und Al-Oxiden (Oxisols)



AS: Wird als Go bezeichnet. Siehe Folie 31.

Folie 39:

TG fragt, wie man die Vernässung darstellen kann in einem anthropogenen Horizont (z.B. Ytp). AS erläutert, dass dies mit Übergangshorizonten dargestellt wird, je nachdem wie stark die Vernässung ist als dominant (Ytp-Sd) oder subdominant (z.B. Sd-Ytp).

Fragen und Ergänzungen zur Vorstellung Klassifikation der Bodentypen (Aufbau, Inhalt, Stand)

AS erläutert die Kapitelstruktur und den Aufbau und die Organisation der rKLABS.

Folie 47, Klassifikationsgegenstand

AS erläutert, dass der Gegenstand der Klassifikation nicht unbedingt an eine genetische Definition von Boden geknüpft ist. Für die Klassifikation ausreichend ist die bodendecke (inkl. Untergrund) bis 1.2 m unter der Bodenoberfläche.

Folien Nr. 50 und 51, Namensgebung Bodengruppen und Bodentypen:

AS weist darauf hin, dass in der aktuellen Version der rKLABS die Bodengruppen jeweils auf D / F / I anders heissen, die Bezeichnungen der Bodentypen aber aus diversen Gründen (vereinfachte Kommunikation über Sprachgrenzen hinweg etc.) vereinheitlicht wurden.

AS stellt zur Diskussion, ob die aktuellen Vorschläge für die Bezeichnungen noch eine Anpassung brauchen, aber es gab dazu im FA keine Meinung. Die französischen Vorschläge für Bodengruppen und Bodentypen werden aktuell in einer kleineren Gruppe diskutiert (JMG, RT, SB, ND und LM) und an AS zur Diskussion übergeben.

Ergänzung: die Bezeichnungen werden mit FA und PAS nochmals diskutiert werden, sobald eine bereinigte Übersicht über die deutschen und französischen Begriffe vorliegt.

Folie 56, Nomenklatur, Untertypen:

Es wird gefragt, ob man jeweils alle zutreffenden Untertypen aufschreiben muss. AS erläutert, dass es pro Bodengruppe eine Liste geben wird, mit den Haupt- und Zusatzuntertypen. Die dort aufgeführten Untertypen sollte man prüfen und notieren, falls sie zutreffen.

Schreibweise Untertypen: Es wird in der Diskussion beschlossen, dass die Untertypen besser alle dem Bodentyp nachgestellt werden, auch die Zusatzuntertypen in Klammern (nicht wie vorgeschlagen die Hauptuntertypen vor den Bodentyp, die Zusatzuntertypen nach dem Bodentyp). Auf Französisch ist voranstellen sprachlich nicht ideal.

Anmerkung: es wird nochmals geprüft, ob es eine Liste mit Haupt- und Zusatzuntertypen geben soll oder einfach eine Liste mit Hauptuntertypen.

SB fragt, ob die Reihenfolge der Untertypen auch eine Bedeutung hat. Z.B. wie in der WRB, wo die nahe an der RSG stehenden Qualifier eine höhere Bedeutung haben. AS antwortet, dass dies kompliziert wird und daher eher nicht so sein wird.

Folie 59

AS erläutert, dass die Codierungen der Bodentypen wahrscheinlich alle ändern werden, wenn eine gewisse Logik zwischen Bodengruppe und Bodentypen bestehen soll. Es wird gefragt, wie das für die Teilnehmenden ist. Es gibt keine konkreten Äusserungen dazu.

Folie 70

Es wird gefragt, was mit Flächenuntertypen gemeint ist. AS erläutert, dass damit Untertypen wie z.B. Drainiert, terrassiert, Windwurffläche, etc. gemeint sind. Weitere Beispiele können beim Projektteam gerne angemerkt werden. LR ergänzt, dass ein Untertyp zu Erosionsspuren hilfreich wäre.

Verschiedene Folien

CE fragt, ob drainierte Böden keinen eigenen Bodentyp darstellen. AS erläutert, dass die mit Untertypen klassiert wird.

TG fragt, ob das heutige g nun zu den G-Horizonten gehört. AS erläutert, dass dies so ist. Die Ausprägung der Vernässung kann mit Übergängen ausgedrückt werden.

Anmerkung: eine Übersicht aus dem Horizontdokument ist unten aufgeführt.

Symbol rKLABS		Sauerstoffverhältnisse	Oxidationsmerkmale	Reduktionsmerkmale	aKLABS (Praxis)
Go-Horizonte (mittlerer Grundwasserschwankungsbereich)	Go -.. (subdominant)	im Jahresverlauf überwiegend oxidierende Verhältnisse	< 5%	< 10%	(g)
	.. Go Go (dominant, Einzel)		≥ 5%	< 10%	g
	Gro -.. .. Gro Gro (subdominant, dominant, Einzel)	im Jahresverlauf ungefähr gleiche Anteile von reduzierenden und oxidierenden Verhältnissen	≥ 5%	≥10% -<50%	g(g)
	.. Gwo Gwo (subdominant, dominant, Einzel)	(nicht zeichnend) Keine reduzierenden Bedingungen	-	-	g bis g(g)
Gr-Horizonte (mittlerer Grundwasserbereich)	.. Gor Gor (dominant, Einzel)	im Jahresverlauf überwiegend reduzierende Verhältnisse	≥ 5%	≥50% -<95%	gg bis gg,r
	.. Gr Gr (dominant, Einzel)	im Jahresverlauf durchgängig reduzierende Verhältnisse (wassergesättigt an über 300 Tagen)	< 5%	≥ 95%	r
	Gwr (dominant, Einzel)	(nicht zeichnend), anhaltend wassergesättigt und sauerstofffrei	-	-	gg bis r

Fotobeispiele Folie 74ff

AS zeigt zu verschiedenen Bodengruppen und Bodentypen Fotobeispiele, anhand derer über die rKLABs diskutiert werden kann. Ein Beispiel ist nachfolgend aufgeführt.

Bodengruppe
TECHNOGENE BÖDEN (aKLABS -)
 1 Bodentyp Technosol **Bodentypen**

rot: Aufbau der Folien

Böden mit vielen Fremdstoffen und versiegelte Böden

Kriterien Bodengruppe



Foto: Jean-Michel Gobat (Anthroposol « scellé » au-dessus des vestiges des anciennes maisons de Neuchâtel)

Bodentyp Technosol

(aKLABS ?)

Kriterien Bodentyp

- ▶ Mit vielen Fremdstoffen oder versiegelt
- ▶ $Z_m < 20 \text{ cm}$ u. BOF oder $Z_{tc}; Z_m; X_{tc}; X_m < 60 \text{ cm}$ u BOF beginnend und $\geq 20 \text{ cm}$ mächtig

Folie 85+87, STAUWASSERBÖDEN

Die Bezeichnung Redoxisol hat provisorisch die Bezeichnung Pseudogley abgelöst, die Namensgebung ist aber noch nicht fix. JM erwähnt, dass die Namen auch in Verbindung zu RP, KA6 und WRB ausgewählt wurden. JP findet, dass anstelle von Stagnogley ev. Stagnosol verwendet werden könnte.

Folie 88, AUENBÖDEN

Es wird angemerkt, dass aktuell nicht ganz klar ist, ob auch Böden an Bergbächen und auf deren Kegeln und Schwemmfächer zu den Auenböden gehören. Die Formulierung «an tiefster Position in der Landschaft» muss geprüft werden.

Folien 89-92, ANTHROPOGENE BÖDEN

AS weist darauf hin, dass die Klassierung der ANTHROPOGENEN BÖDEN noch weiter vereinfacht werden muss, da die Kriterien aktuell zu stark subjektiv sind und zu viel Spielraum / Überschneidung zulassen. Z.B. ist die Unterscheidung von gesiebttem Sand oder nicht anthropogen verändertem C-Material kaum objektiv möglich. Man weiss es oft nicht. Oder anderes Beispiel: Steinbrechen - ist das technisch verändertes Gesteinsmaterial?

Folie 95, PODSOLE

AS weist auf den neuen Untertyp «aluandisch» hin. Z.B. in den Böden im Misox, der Leventina etc. kann es sein, dass die Kriterien dafür erfüllt sind, obwohl keine vulkanischen Gesteine vorliegen. Im Schwarzwald ist die Situation vergleichbar. Dieser Untertyp dient dazu, die «insubrischen» Böden besser kennzeichnen zu können und muss weiter untersucht werden.

Folie 96, SEKUNDÄRKALKBÖDEN

Beispiele, die die Kriterien der Calcarisole erfüllen, sind rar und müssen zuerst gesucht werden. JMG ergänzt, dass er solche Böden mit oberflächennaher Kalkanreicherung im VS in den Rebbergen gesehen hat.



Folien 99-101, VERWITTERUNGSBÖDEN

Es wird die Frage gestellt, ob im Bodentyp «Carbonatosol» Kalk und Dolomit inkludiert sind. Dies wird bejaht.

Es wird eine Frage zum Pelosol gestellt. Der Bodentyp wurde als «Pelosol» bezeichnet, weil die Kriterien für Vertisole in der CH nicht erfüllt sind.

Alocrisol: es wird erwähnt, dass die Alocrisole fortgeschritten verwittert sind und dass der Überbegriff «mässig bis wenig differenzierte Böden» verwirlich ist. Anmerkung: differenziert bezieht sich auf die Profilmorphologie, nicht den Grad der Verwitterung.

Folie 105, HUMUS-GESTEINSBÖDEN

Phäozem: As fragt, ob man einen B-Horizont zulassen will oder nicht? Wenn ja, müssten Phäozeme und Umbrisole als eigene Gruppe vor die Verwitterungsböden gestellt werden. Man könnte die Beispiele der Kartierung Sent testen (Anmerkung: die haben oftmals einen B-Horizont). PL merkt an, dass im Wald nur Umbrisole vorkommen, wenn B-Horizonte erlaubt sind. JP ergänzt, dass man aufpassen muss, dass nicht alle Böden in dieser Gruppe landen. AS ergänzt, dass es schon ein paar Kriterien mehr als nur einen A-Horizont für die Phäozeme/Umbrisole gibt (z.B. intensive Bioturbationsmerkmale).

3) Weiteres Vorgehen im Jahr 2025, Folien 106-111

Das Jahr 2025 ist das Abschlussjahr der Rev. KLABS/KA, danach folgt die Einführungsphase. Am 3.4.25 wird es einen Meilensteinanlass geben, wo FA und PAS eingeladen sind. Davor, wenn zeitlich möglich, müsste noch eine Kerngruppensitzung stattfinden.

As fragt in die Runde, ob es eine schriftliche Konsultation des FA der «Testversion» 2024 geben soll, bevor die Schlussversion erstellt wird. Dies wird befürwortet, auch wenn dafür wahrscheinlich nur wenig Zeit (1-2 Monate) zur Verfügung stehen wird. Nach Ende der Konsultation soll es eine weitere FA-Sitzung geben.

Anmerkung: Die Entschädigungen für die Konsultation und für eine weitere Sitzungen / Meilenstein im zweiten Halbjahr werden später geregelt.

Einführung der KLABS/KA ab 2026:

- Im Moment kann das BAFU bezüglich Verwendung der KLABS/KA nichts vorschreiben, da es keine gesetzliche Grundlage dafür gibt. Aber falls BOKA CH kommt, dann wird es dafür (und nur für BOKA CH) eine Vorschrift geben. SO und LU verwenden wohl noch die bisherigen Grundlagen so lagen es geht, da die aktuellen Kartierungen damit ausgeführt werden.
- Im 2026 -2028 soll die KLABS/KA getestet werden.

4) Varia

Leitfaden, Folie 113

Es werden diverse Vorschläge und Beschlüsse zum Leitfaden vorgestellt und diskutiert:

- Aufnahme primär in % und nicht Klassen (Skelett, Corg, Körnung etc.)
 - Es ist bei bisher bekannten Grössen weiterhin beides möglich, Bei neuen Grössen eher in Prozent. Ja wir haben überlegt, ob alles in Klassen gemacht werden soll. Es wäre realistischer (Bohrungenauigkeit), aber die Modellierung wird dann problematischer. Weiter müssen im Feld Klassen auswendig gekannt werden, damit man sie speditiv anwenden kann.
- Skelettfractionen in absoluten Anteilen sowie Gesamtskelettgehalt
- Aufnahme des Corg statt Humusgehalt
 - Umstellung von Humusgehalte auf Corg und Verwendung des Umrechnungsfaktors 2 wird von TG als schwierig angemerkt. Die Landwirtschaft hat (Bspw. wegen GURDAF) andere «Gewohnheiten». Sie werden sich in den nächsten Jahrzehnten auch irgendwann umstellen müssen. SB merkt an, dass wenn dies in der landwirtschaftlichen Ausbildung so gelehrt wird, dies bald kein Problem mehr sein wird.
- Gefügegenösse Klasse 1 Grenze auf 1 mm setzen



- Trennung Aufnahme Kalkgehalt Feinerde und Skelett
- Skeletalterite gelten als Feinerde, wenn sie zu Feinerde verreibbar sind. Wenn noch Steine / Steinchen vorhanden sind, dann gehören diese zum Skelett. MZ fragt, ob für diesen Fall (Alterite mit Gesteinsstruktur) eine Gefügeform definiert ist. AS erklärt, dass dafür das «Bänderungsgefüge» vorgesehen ist.

Weitere Punkte:

- Soll der Leitfaden nach der Überarbeitung noch einmal an FA gegeben werden. DM / AS: Ja aber kann nicht mehr im Jahr 2025 eingearbeitet werden. Irgendwann müssen wir einen Schnitt haben wegen Übersetzung.
- TG: Nicht zu wissenschaftlich werden. Man muss den Landwirten «zu viel» erklären.
- CH: Auch bei den Bodentypen geht es ja in diese Richtung. Man muss sich sicher überlegen, wie man mit den neuen Begriffen / Neuerungen umgeht bei Ausbildung und Kommunikation.

Bestimmungshilfe Redoxmerkmale, Folien 114-118

Das Rev. KLABS/KA-Team will eine einfache Bestimmungshilfe für Redoxmerkmale erstellen, die v.a. neu einsteigenden Kartierpersonen helfen soll. Dazu werden Fotos benötigt. Die FA-Mitglieder werden gefragt, ob sie eine solche Bestimmungshilfe lieber auf Papier oder als einfache Webseite hätten. Die Webseitenlösung wird bevorzugt.

Es wird darum gebeten, dass sich die Teilnehmenden überlegen, ob sie geeignete Fotos haben und dem Projektteam mitteilen, ob sie an einer Recherche interessiert sind.



Berner Fachhochschule
Haute école spécialisée bernoise
Bern University of Applied Sciences



FA-Sitzung 7.1.25

A. Schmidhauser, J. Presler, J. Gobat, S. Oechslin, D. Tatti, R. Tuchschnid, V. Kern, S. Burgos, D. Marugg

► Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL

Ziele

- ▶ Entschädigungen klären
- ▶ Vorstellung aktueller Stand der Arbeiten, Fokus Klassifikation
- ▶ Weitere Schritte im nächsten Jahr – Abschluss der Rev. KLABS/KA

Ablauf

FA-Sitzung Klassifikation der Böden der Schweiz	Uhrzeit
Ankommen	13.00-13.15
Rückblick FA-Arbeiten 2024 Entschädigungen FA-Aufwände	13.15-13.30
Vorstellung Klassifikation der Bodentypen (Aufbau, Inhalt, Stand) Diskussion	13.30-15.45
Pause	15.45-16.15
Weiteres Vorgehen im 2025	16.15-16.30
Varia <ul style="list-style-type: none">• Redoxmerkmale (Vincent)• Leitfaden (Stefan)	16.30-16.45

Rückblick Arbeiten FA im 2024/2025

FA-Sitzungen 2024/2025

- ▶ 18.3.24:
 - ▶ Rückblick Prinzip und Organisation rKLABS (Meilenstein 23.3.23)
 - ▶ Fokus Horizontdefinitionen in der rKLABS
 - ▶ Weitere Mitwirkung in Kleingruppen

- ▶ 20.6.24:
 - ▶ Stand und Update Horizontdefinitionen nach Gruppensitzungen
 - ▶ Stand und Ausblick Revision PNG
 - ▶ Stand und Ausblick Klassifikation

- ▶ 7.1.25:
 - ▶ Rückblick Arbeiten FA
 - ▶ Stand Klassifikation
 - ▶ Ausblick 2025: Abschluss Rev. KLABS/KA und verbleibende Arbeiten

FA-Sitzungen 2024

- ▶ 18.3.24:
 - ▶ Rückblick Prinzip und Organisation rKLABS (Meilenstein 23.3.23)
 - ▶ Fokus Horizontdefinitionen in der rKLABS
 - ▶ Weitere Mitwirkung in Kleingruppen

Mitwirkung: diverse (ca. 15-20) Besprechungen in kleinen Gruppen zu Horizontdefinitionen
- ▶ 20.6.24:
 - ▶ Stand und Update Horizontdefinitionen nach Gruppensitzungen
 - ▶ Stand und Ausblick Revision PNG
 - ▶ Stand und Ausblick Klassifikation
- ▶ 7.1.25:
 - ▶ Rückblick Arbeiten FA
 - ▶ Stand Klassifikation
 - ▶ Ausblick 2025: Abschluss Rev. KLABS/KA und verbleibende Arbeiten

Mitwirkung: 2 Kerngruppensitzungen zur Klassifikation (28.10.24 und 29.11.24)

Herangehensweise Klassifikation

(Meilenstein April 23)

1. Detaillierte Bodenaufnahme



2. pedogene Merkmale als Basis der Horizontsymbole



3. Kennzeichnende Horizontfolgen und diagnostische Kriterien (z.B. Tiefen- und Mächtigkeitsangaben) für die Klassifikation der Bodentypen



Schlüssel und Steckbriefe

lt
t von Ton
lt-Horizont mit Tonanreicherung durch Lessivierung
Kennzeichnende Kriterien
1. → lt-Horizont, und
2. → ausgeprägte Tonbeläge mit braun auf rund einem Sechstel (≥ 15 Flächen mit bloßem Auge oder Lupe (10x
3. → bei sandreichen, pedogen nur Sechstel (≥ 15%) der Sandkörner
4. → höhere Tongehalte im Vergleich (cm), sofern dieser nicht erodiert, (vorausgesetzt kein lithologischer Wechsel)
5. → höherer Tongehalt im Vergleich

Hinweise:
• → Ist eine lithogene Schichtung von Horizontes.
• → Die Tonbeläge können im Dunnschliff von ≥ 1% nachweisbar sein.
Hinweise zur Bildung von Übergangshorizonten:
• → Dominante lt-Horizonte: Kriterien
• → Subdominante lt-Horizonte (z.B. lt) der exponierten Oberflächen: Kriterien

GRUPPE DER LESSIVÉS
Klassifikationskriterien
Böden mit Verlagerung von Ton vom Oberboden in den Unterboden, infolge der Tonverlagerung entsteht eine morphologische Differenzierung in:
• → Höher gelegene (an die A-Horizonte gebunden oder darunter liegende) Eluvial-Horizonte (Ei-Horizonte), welche an Ton und Eisen verarmt und deshalb oft weniger stark gefärbt, schwächer strukturiert, häufig gut durchlässig und ggf. residual mit kiesigen Materialien in der Größe von Sand- und Schluff angereicht sind. Ei-Horizonte sind erosionsgefährdet und unter ackerbaulicher Nutzung oft «verkürzt» (ganz oder teilweise erodiert oder durch Pflugfähigkeit mit dem darunter liegenden lt-Horizont vermischt).
• → Tiefer unten im Profil gelegene Illuvial-Horizonte, die an Ton und Eisen angereicht, deutlich gefärbt sind, eine meist ausgeprägte prismatische oder polyedrische Struktur aufweisen und weniger gut durchlässig sind. Merkmale sind: rötlich-braune bis schwarz-braune Toncutane auf Aggregatoberflächen und an Hohlraumwänden, in sandigen Böden Tonbrücken zwischen den Sandkörnern (in Form von Bändern oder am Rand von allenfalls vorkommenden Aggregaten).
Hinweise:
• → Der Tongehaltsunterschied zwischen Ei- und lt-Horizonten ist nur quantifizierbar, wenn kein lithologischer Wechsel (Schichtgrenze oder Wechsel des Ausgangsmaterials) vorliegt.
• → Böden werden als «Lessivés» klassiert, wenn die Kriterien für die Tonverlagerung erfüllt sind. Dabei spielt es keine Rolle, ob die Prozesse der Tonverlagerung durch z.B. Versauerung oder Aufkalkung als nicht mehr aktiv betrachtet werden.
Böden mit folgenden Merkmalen:
1. → lt-Horizonte vorhanden und < 90 cm u. MOF beginnend, und
2. → mindestens eines der folgenden Kriterien:
a. → lt-Horizont direkt unter dominantem oder subdominalem Ei-Horizont liegend, oder
b. → Wenn erodiert oder eingearbeitet, lt-Horizont direkt unter Ah (meist Ah_u) liegend, und
3. → Keine darüber liegenden dominanten B-Horizonte vorhanden.

Luvisol
Typische Horizontfolge: A_u/Ei/lt/(B_u/C_u).
Böden mit einem schwach aufgeteilten Verarmungshorizont über dem Tonanreicherungshorizont. Der Verarmungshorizont kann durch Erosion oder Bodenbearbeitung auch fehlen resp. eingearbeitet sein.
Bei schwächer Ausprägung sind die Ei-Horizonte oft den A- oder B-Horizonten ähnlich und Übergänge von den Verarmungs- zu den Tonanreicherungshorizonten häufig diffus. Lithologische Wechsel können die Unterschiede zudem überprägen.
In deutlich ausgeprägten Luvisol sind Verarmungs- und Tonanreicherungshorizonte klar aufgrund der Farbe und Körnung unterscheidbar, die Übergänge weniger diffus. Mit zunehmender Tonverlagerung sinken nebst Ton- und OS-Gehalten die Basensättigung, pH-Werte und Speicherkapazität in den Verarmungshorizonten ab. Dadurch sinkt die Gefügestabilität und die Böden werden anfälliger für Erosion, Verdichtung und Verschlämzung. Luvisol, besonders wenn deutlich ausgeprägt, können zu Staunässe neigen.
Böden mit folgenden Merkmalen:
1. → Kein E_u, E_u, E_u, E_u, E_u vorhanden

Vorstellung Stand aktuell der KLABS

Übersicht Gesamtwerk KLABS/KA 25

Einführung und Übersicht	
Modul I	Leitfaden für die Bodenbeschreibung im Feld
Modul II	Klassifikation Modul IIa Horizontdefinitionen Modul IIb Bodenklassifikation Modul IIc Humusformenklassifikation
Modul III	Kartieranleitung
Modul IV	Auswertungen und Kennwerte

Aufbau Klassifikation – 3 Dokumente im Modul II

▶ Modul IIa: Horizontbezeichnungen

1. Schreibweise
2. Übersicht / Kombinierbarkeit Horizontsymbole
3. Definition Horizontsymbole

VON DER KERNGRUPPE
GEWÜNSCHT:

▶ Modul IIb: Bodenklassifikation

1. Einleitung und Hintergrund
2. Aufbau und Organisation Klassifikationssystem
3. Horizontbezeichnungen?
4. Schlüssel Bodenklassifikation
5. Untertypen

- VERÖFFENTLICHUNG IN EINEM DOKUMENT

▶ Modul IIc: Humusformenklassifikation



Berner Fachhochschule
Haute école spécialisée bernoise
Bern University of Applied Sciences

Modul IIa: Horizontbezeichnungen – Prinzip und Überblick

Wiederholung und Update seit letzter FA-Sitzung vom Juni 2024

Änderungen seit der letzten FA-Sitzung

▶ Schreibweise:

- ▶ & für gebändert gestrichen
- ▶ [...] zulässig für alle Horizonte, z.B. [Ah]+Bv
- ▶ *-Zeichen diskutiert für reliktsche Horizonte, aus denen sich eine neue Bodenbildung entwickelt

▶ Hauptsymbole:

- ▶ Zu ergänzendem Suffix verschoben:
 - ▶ M-Horizonte (neu Suffixe co und fl); V-Horizonte (neu Suffixe fe und k)
- ▶ Anthropogene und technogene Horizonte neu getrennte Hauptsymbole für organisch/mineralisch (W, X, Y, Z), tp und mi anstelle Präfix y **muss nochmals vereinfacht werden**

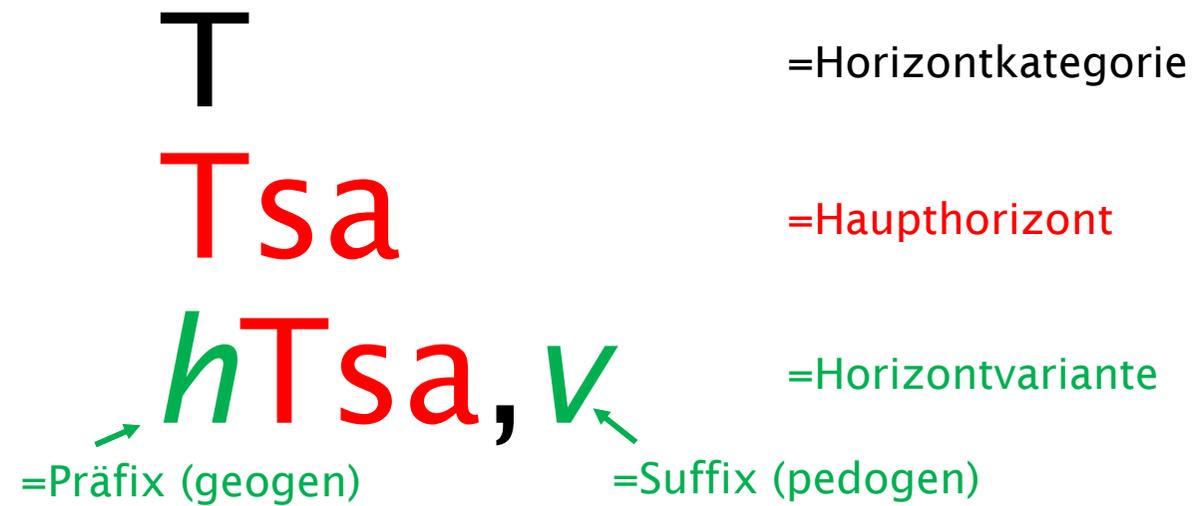
▶ Ergänzende Prä- und Suffixe

- ▶ Symbolik vereinheitlicht
 - ▶ z.B. Symbol k: als Präfix für lithogene (primäre) Carbonate, als Suffix für pedogene (sekundäre) Carbonate
- ▶ Einige Symbole gestrichen
 - ▶ z.B. Präfixe für Körnung (sandig, tonig, etc.), «ta» für Oh (Oh,ta), ...

Kurze Wiederholung der wichtigsten Dinge....



Horizontsymbole – Begriffe



Horizontsymbole – Begriffe/Schreibweise

r KLABS	<i>a</i> KLABS	
Ah-Bv	<i>AhBw</i>	Übergangshorizont (Bv dominant)
Ah+Bv	<i>Ah/Bw</i>	Komplexhorizont, verzahnt (Bv dominant)
b Ah	<i>bAh</i>	begraben
π Go / fo Go	- / <i>fo</i>	reliktisch / fossil
Ah/Bv/Cv	<i>Ah-Bw-Cv</i>	vertikale Abfolge
[Ah]+Bv [Oh]	<i>[Ah]Bw</i> <i>[Oh]</i>	Komplexhorizont, diskontinuierliches Vorkommen (O-Horizonte: auch Horizont mit < 3 mm Mächtigkeit)
Ah1, Ah2	<i>Ah1, Ah2</i>	Nummerierung von gleichen Horizonten, nachgestellt

Schreibweise

Lithologische Wechsel

rKLABS

aKLABS

1Bv, 2Bv, 3Bv *IBw, IIBw, IIIBw* Abfolge von verschiedenen (geologischen) Materialien mit lithologischen Diskontinuitäten, vorangestellt

***-Zeichen:** verbindet Horizonte, wenn sich aus einer abgeschlossenen, früheren Bodenbildung eine neue Bodenbildung entwickelt

rKLABS

rKLABS

π Gr*Sd

-

Bv*Go

-

Ah+Bv*Ytp

-

Reliktische Merkmale: Horizontsymbol der aktuellen Bodenbildung steht nach * und ist klassifikationswirksam

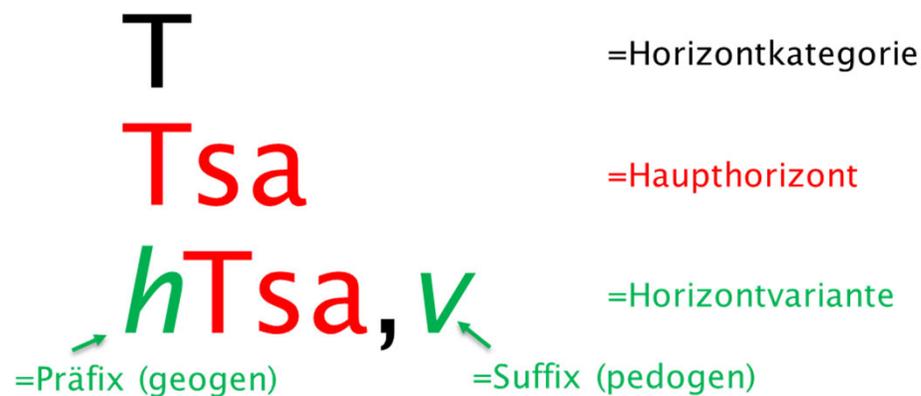
π Gr

-

Der reliktsche Anteil darf alleine stehen, wenn sich keine neue Bodenbildung entwickelt hat

Kombinierbarkeit von Horizontsymbolen

- ▶ Haupthorizonte (z.B. Ah): gebunden definiert!
- ▶ Haupthorizontvarianten (Haupthorizont mit Suffix, z.B. Ah,q): : +- festgelegt
- ▶ Komplexhorizonte (z.B. Ah+Bv): frei
- ▶ Übergangshorizonte (z.B. Bv-Ah): mit Hinweisen, und unzulässige Kombinationen



Kombinierbarkeit Horizontsymbole *Hinweis: Tabelle veraltet*

Stammhorizont

Suffixe,
an 1. Stelle

Suffixe,
Reihenfolge
von oben nach
unten

Ergänzende-Präfixe		HK	HH	Ergänzende-Suffixe		Unzulässige- Übergangshorizonte
Weitere-erg.-Präfixe	Fixe- Zusatzsuffixe			Fixe- Zusatzsuffixe	Weitere-erg.- Suffixe	
1,-2,-3			l	w	p	Zu-alen-Horizonten- unzulässig-(nur- Komplexhorizonte-zulässig)
b,-fo,-π	bry,-cru,-lig,-rhj	O	f	zo,-nz,-w	@	
z			h	w	k,-y m x 1,-2,-3	

Übergangshorizonte, Bsp. Regeln It-Horizont

	It	..It	It..
Toncutane /-brücken	<p>Deutlich ausgeprägt, $\geq 30\%$ der expon. Flächen</p> <p>→ Zahlreich und überall, deutlich erkennbar</p>	<p>Deutlich ausgeprägt, $\geq 15\%$ der expon. Flächen</p> <p>→ vorhanden, deutlich erkennbar</p>	<p>Deutlich ausgeprägt $\geq 5\%$ der expon. Flächen, oder schwach ausgeprägt</p> <p>→ Vereinzelt und/oder schwach ausgeprägt</p>
Tongehaltsgradient El zu It	<p>$< 15\%$ Ton im El: + 3% absolut $\geq 15\%$ Ton im El: Faktor 1.2</p>		entfällt
Farbe	Im El definiert (relativ zu It und A)		

Horizontsymbole - an Bodenbildungsprozessen orientiert

rKLABS	aKLABS	Hauptbodenbildungsprozess	
O	<i>O</i>	Akkumulation Biomasse vorwiegend aerob	} Natürliche org. Horizonte
T	<i>T</i>	Akkumulation Biomasse unter anhaltendem Wassereinfluss	
A	<i>A</i>	Akkumulation + biogene Integration org. Substanz in Mineralboden	} Natürliche (organo)min. Horizonte
B	<i>B</i>	Verwitterung und Umwandlung des Ausgangsmaterials	
E	<i>E</i>	Auswaschung von organischer Substanz, Ton, Metalloxiden	
I	<i>I</i>	Einwaschung von organischer Substanz, Ton, Metalloxiden	} Natürliche hydromorphe min. Horizonte
K	«k»	Anreicherung von ausgefällten pedogenen (sekundären) Carbonaten	
G	<i>g, gg, r</i>	Einfluss von permanentem unterirdischem Wasser (meist Grundwasser)	
S	<i>g, gg, r</i>	zeitweiser Einfluss von Stau- oder Haftwasser	} Anthropogene / technogene org. / min. Horizonte
W / Y	«y»	org./min., anthropogene Umlagerung / Auftrag von Bodenmaterial	
X / Z	«y»	org./min., Auftrag von technisch hergestellten naturnahen Substraten oder Vorhandensein von Fremdstoffen	
C	<i>C</i>	Lockergesteine, keine bis beginnende pedogene Veränderung	} Geol. Schichten (initiale Bodenhorizonte)
D	<i>C, R</i>	hohlraumreiches ± feinerdefreies Gerüst aus Skelett, keine pedogene Veränderung	
R	<i>R</i>	Fels, keine bis beginnende pedogene Veränderung	
P	-	Permafrost, keine bis beginnende pedogene Veränderung	

Horizontsymbole - an Bodenbildungsprozessen orientiert

rKLABS	aKLABS	Hauptbodenbildungsprozess	
O	O	Akkumulation Biomasse vorwiegend aerob	Natürliche org. Horizonte
T	T		
A	A		Natürliche (organo)min. Horizonte
B	B		
E	E	Auswaschung von organischer Substanz, Ton, Metalloxiden	Natürliche hydromorphe min. Horizonte
I	I	Einwaschung von organischer Substanz, Ton, Metalloxiden	
K	«k»	Anreicherung von ausgefällten pedogenen (sekundären) Carbonaten	Anthropogene / technogene org. / min. Horizonte
G	g, gg, r	Einfluss von permanentem unterirdischem Wasser (meist Grundwasser)	
S	g, gg, r	zeitweiser Einfluss von Stau- oder Haftwasser	Geol. Schichten (initiale Bodenhorizonte)
W / Y	«y»	org./min., anthropogene Umlagerung / Auftrag von Bodenmaterial	
X / Z	«y»	org./min., Auftrag von technisch hergestellten naturnahen Substraten oder Vorhandensein von Fremdstoffen	
C	C	Lockergesteine, keine bis beginnende pedogene Veränderung	
D	C, R	hohlraumreiches ± feinerdefreies Gerüst aus Skelett, keine pedogene Veränderung	
R	R	Fels, keine bis beginnende pedogene Veränderung	
P	-	Permafrost, keine bis beginnende pedogene Veränderung	

Änderungen gegenüber letzter FA-Sitzung

- M und V entfallen
- Y und Z neu organisch W und X

Haupthorizonte

HK (17)

O

T

A

B

E

I

K

G

S

W / Y

X / Z

C

D

R

P

Haupthorizonte rKLABS (57)

OI, Of, Oh

Tfi, Tme, Tsa

Ai, A(h), Ah, Ahh, Aa, **Ab**

Bca, Bv, Bal, **Bpe**

EI, **Eal**, Ee

It, Ihs, Ih, Is

Kd, Kc, Km

Go, Gro, Gwo, Gr, Gor, Gwr

Sw, Swr, Saw, Sd, Srd, Sf, Srf

Wmi, Wtp, Ymi, Ytp

Xtc, Xsu, Xm, Ztc, Zsu, Zm

Cn, Cv

Dn, Dv

Rn, Rv, Ri

Pfr

Entsprechung aKLABS

OI, Of, Oh

TI, Tf, Th

?, A(h), Ah, Ahh, Aa, ?

B, Bv, Bv, -

BE, E, E

It, Ih,fe, Ih, Ife

(«k»)

(g, gg, r)

(g, gg, r)

(«y»)

(«y»)

C, BC?

-

R, Rz, Rz?

-

Änderungen gegenüber letzter FA-Sitzung

Symbolik:

- **Tfi, Tme, Tsa** (vorher Tf, Tm, Ts)
- **Bca** (vorher Bst), **Bv** (vorher Bw), Bu nur noch ergänzendes **Suffix «u»**
- **Eal** (vorher Ela)
- **Saw** (vorher Sew), **Sf** (vorher Sg)
- **Rv** (vorher Rz), **Ri** (vorher Rv)
- ...

Weitere Änderungen gegenüber aKLABS

Kleinsymbole aKLABS, die in rKLABS nicht weitergeführt wurden

- ▶ ox (Oxidhorizont)
- ▶ st (Strukturhorizont, Krümel und Bröckel) (neu «j», mit ausgeprägter Bioturbation)
- ▶ na (alkalireicher Horizont)
- ▶ sa (salzreicher Horizont)

Folgende Prä- und Suffixe der aKLABS wurde präzisiert und bekommen ggf. eine andere Bedeutung (nicht abschliessend):

- ▶ ch (chemisch verwittert) und z (Zersatz) neu Rn/Rv/Ri sowie Cn, Cv, Dn, Dv
- ▶ fe (eisenhüllig) neu für erhöhte Eisenoxidegehalte infolge lateralem Lösungstransport (ocker-rheosolisch, tsitelic horizon der WRB),
- ▶ q (Rückstands-anreicherung Quarz) neu klar im Sinne von podsolig
- ▶ vt (vertisolisch) neu pe (pelosolisch)
- ▶ cn/g/gg/r neu in Haupthorizonten S..,G.. sowie T..,w/T..,wr/T..,r und O..,w
- ▶ ...



Berner Fachhochschule
Haute école spécialisée bernoise
Bern University of Applied Sciences

Modul IIb: Bodenklassifikation

Inhalt Dokument

► Modul IIb: Bodenklassifikation

1. Einleitung und Hintergrund
2. Aufbau und Organisation Klassifikationssystem
3. **Horizontbezeichnungen? Allenfalls integrieren?**
4. Schlüssel Bodenklassifikation
5. Untertypen

1. Einleitung und Hintergrund

- a. Einleitung
- b. Geschichte der KLABS
- c. Informationen zum Revisionsprojekt

→ gekürzt aus Dokument Prinzip und Organisation der rKLABS vom April 2023

2. Aufbau und Organisation Klassifikationssystem

- a) Klassifikationsgegenstand
- b) Grundsätze Klassifikationssystem
- c) Architektur (Aufbau)
- d) Regeln für Klassifikation und Nomenklatur

→ Konkretisierung aus Dokument Prinzip und Organisation der rKLABS vom April 2023

2a) Klassifikationsgegenstand - **Wiederholung**

- ▶ Für Klassifikation meist ausreichend: Bodendecke bis 1.2 m u. BOF
 - ▶ Bodenbeschreibung kann natürlich je nach Ziel und Zweck auch bis in grössere Tiefen erfolgen

2b) Grundsätze Klassifikationssystem

- ▶ Aufbau orientiert sich an aKLABS und WRB
 - ▶ für Übersetzung muss auf einzelne Eigenschaften zurückgegriffen werden, für aKLABS (ggf. RP, WSL, WRB) Übersetzungshilfen
- ▶ Basis = im Feld / Labor beobachtbare Merkmale
- ▶ Merkmale = Basis der Horizontdefinitionen (nicht Prozesse als solches)
- ▶ Verschiedene Kriterien in Merkmalen berücksichtigt, meist Bodenbildungsprozesse oder Eigenschaften des Ausgangsgesteins

2c) Aufbau und Organisation

▶ 3 Ebenen

- ▶ **Ebene 1: Bodengruppen** (gegliedert nach den Hauptbodenbildungsprozessen oder anderen Kriterien von übergeordneter Wichtigkeit)
- ▶ **Ebene 2: Bodentypen** (gegliedert nach Nebenprozessen mit Einfluss auf die Bodenbildung und Ausprägungsgrad der Prozesse)
- ▶ **Ebene 3: Kombination von Bodentypen mit Untertypen** (Nebenprozessen oder andere Charakteristika der Böden, Landnutzung, Vegetation etc.)
 - ▶ **Pro Bodengruppe Liste mit Haupt- und Zusatzuntertypen**

2c) Aufbau und Organisation

Übersicht Bodengruppen

Bodengruppen (rot: neu in rKLABS)
TECHNOGENE BÖDEN
GESTEINSBÖDEN
PERMAFROSTBÖDEN
MOORBÖDEN
ORGANOSOLE
GRUNDWASSERBÖDEN
STAUWASSERBÖDEN
AUENBÖDEN
ABMOORBÖDEN
ANTHROPOGENE BÖDEN
PODSOLE
SEKUNDÄRKALKBÖDEN
LESSIVÉS
VERWITTERUNGSBÖDEN
HUMUSGESTEINSBÖDEN

Namengebung

Bodengruppen =
Umgangssprache D / F / I

Bodentypen = einheitliche
Bezeichnungen auf D / F / I
(Beschluss
Kerngruppensitzung)

Gruppe	Bodentypen	aKLABS
TECHNOGENE BÖDEN	Technosol	-
GESTEINSBÖDEN	Lithosol / Regosol	Gesteinsboden, Codes L, U, J
PERMAFROST-BÖDEN	Alpin-Cryosol	-
MOORBÖDEN	Saxic-Histosol / Fibric-Histosol / Mesic-Histosol / Sapric-Histosol	Moor (M), Halbmoor (N)
ORGANOSOLE	Hc	en, Codes S, D, C
GRUNDWASSER-BÖDEN	Gl	, Braunerde-Gleye (Codes V,
STAUWASSER-BÖDEN	St	nerde-Pseudogleye (Y)
AUENBÖDEN	Le Fl	tw. Gesteinsböden (L, U, J), (), Braunerden (B)
ABMOORBÖDEN	Abmoor	-
ANTHROPOGENE BÖDEN	Transport-Anthroposol / Transform-Anthroposol / Technic-Anthroposol	Auffüllung (X), -, -
PODSOLE	Ferro-Humi-Podsol / Humi-Podsol / Ferro-Podsol	Podsol (P), Humus-Podsol (H), -
SEKUNDÄRKALK-BÖDEN	Calcarisol	-
LESSIVÉS	Luvisol / Albeluvisol	Parabraunerden (T)
VERWITTERUNGS-BÖDEN	Carbonatosol / Brunisol / Alocrisol / Pelosol	Kalkbraunerde (K), Braunerde (B), Sauere Braunerde (E), -
HUMUS-GESTEINSBÖDEN	Ranker / Pararendzina / Rendzina / Phäozem / Umbrisol	Ranker (-), Regosol (O), Rendzina (R), Phäozem (Z), -

Namengebung nochmals überdenken

für Vollzug schwierig, wenn mit Landwirten, Forstwarten etc. kommuniziert werden muss

Verwendung von gleichen Namen für andere Böden (z.B. Regosol) schwierig

2d) Regeln für Klassifikation und Nomenklatur

Begriffe für die Klassifikation

- ▶ **Bezugsoberflächen** klar definiert (BOF, MOF...)

reiner, dominanter, subdominanter Horizont

- ▶ **reiner Horizont (Einzelhorizont):**
 - keine Überganshorizont, kein Komplexhorizont
 - nur ein Haupthorizontsymbol (Ah)
 - kann auch Horizontvariante sein (Ah,p)

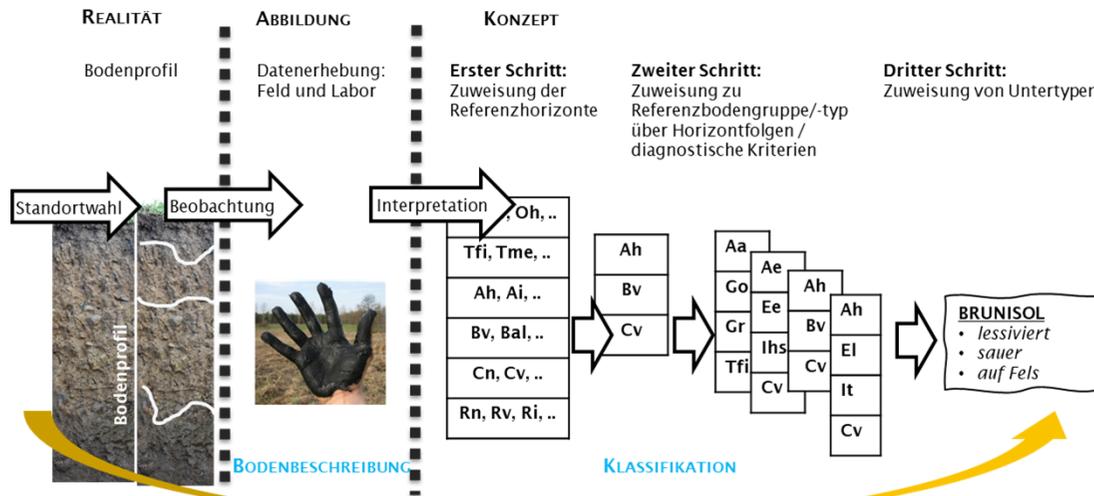
- ▶ **dominanter Horizont**
 - Bv-Ah dominanter Ah-Haupthorizont
 - Bv-Ah,p dominante Ah-Horizontvariante
 - Ah-Bv subdominanter Ah-Haupthorizont
 - Ah+Bv subdominanter Ah-Haupthorizont

→ in der Klassifikation/im Schlüssel: **die Begriffe rein und dominant sind der Normalfall und deshalb nicht immer explizit in den Definitionen geschrieben**

2d) Regeln für Klassifikation und Nomenklatur

Klassifikatorische Zuordnung erfolgt in 3 Schritten:

- ▶ **Erster Schritt:** Zuweisung der Horizontbezeichnungen
- ▶ **Zweiter Schritt:** Zuweisung des Bodens zu einer Bodengruppe / einem Bodentyp mithilfe des Schlüssels
- ▶ **Dritter Schritt:** Zuweisung von Untertypen



2d) Regeln für Klassifikation und Nomenklatur

Schreibweise:

- ▶ **Bodengruppen:** mit Grossbuchstaben, z.B. **GRUPPE DER VERWITTERUNGSBÖDEN** (muss nicht angegeben werden, wenn Bodentyp klassiert wird)
- ▶ **Bodentypen:** Grossbuchstaben am Anfang des Wortes, z.B. **Brunisol**
- ▶ **Untertypen:**
 - ▶ Hauptuntertypen mit Komma getrennt **VOR** Bodentyp
 - ▶ Zusatzuntertypen in Klammer und mit Komma getrennt **NACH** Bodentyp
- ▶ **Beispiel (erfunden):** schwach sauer, gleyig, Brunisol (auf Fels, gepflügt)



Berner Fachhochschule
Haute école spécialisée bernoise
Bern University of Applied Sciences

Aufbau Schlüssel

Übersicht Schlüssel

- ▶ Tabelle mit Übersicht über Bodengruppen, Bodentypen, Kurzerläuterung der kennzeichnenden Kriterien und typischen Horizontfolgen

Code	Bezeichnung	Kurzerläuterung Klassifikationskriterien	Typische Horizontfolge	aKLABS- Entsprechung	Volksnamen
<i>provisorisch</i>					

4.. Böden, dominiert von organischen Horizonten					
4.1	H	MOORBÖDEN	Böden, entstanden durch Akkumulation von Biomasse unter anhaltend bis permanent wassergesättigten Bedingungen (Torf, org. Mudde)		Moor (M), Halbmoor (N), aber Kriterien leicht abgeändert
	HR	Saxic-Histosol	Mit T-Horizonten auf Fels in geringer Tiefe • <i>T.. vorhanden und über C;D;R < 60 cm u. BOF</i>	T../R..	Tw. n.v., Moor (M), Halbmoor (N)
	HF	Fibric-Histosol	Mit dominant wenig zersetzten T-Horizonten • <i>Tfi dominant zwischen 40-120 cm u. BOF</i>	(..)/ <u>Tfi</u>	Moor (M), Halbmoor (N),
	HM	Mesic-Histosol	Mit dominant mässig zersetzten T-Horizonten • <i>Tme dominant zwischen 40-120 cm u. BOF</i>	(..)/ <u>Tme</u>	Moor (M), Halbmoor (N),
	HS	Sapric-Histosol	Mit dominant stark zersetzten T-Horizonten • <i>Tsa dominant zwischen 40-120 cm u. BOF</i>	(..)/ <u>Tsa</u>	Moor (M), Halbmoor (N),

Hierarchischer Schlüssel Bodengruppen

Nr	Kurzerläuterung	Gruppe
1	Technisch hergestellte Böden	
1.1	Böden mit vielen Fremdstoffen und versiegelte Böden	TECHNOGENE BÖDEN
2	Böden mit fehlender oder geringmächtiger Bodenentwicklung über Fest- oder Lockergesteinen	
2.1	mit Festgestein in geringer Tiefe oder mit höchstens initialer Oberbodenentwicklung auf Lockergestein	GESTEINSBÖDEN
3	Böden mit Permafrost im Untergrund	
3.1	Mit Permafrost, kryogener Verwitterung und Kryoturbationsmerkmalen	PERMAFROSTBÖDEN
4	Böden, dominiert von organischen Horizonten	
4.1	Unter langanhaltender Wassersättigung entstanden	MOORBÖDEN
4.2	Vorwiegend aerob entstanden	ORGANOSOLE
5	Grund-, stau- oder überflutungswassergeprägte Böden	
5.1	Durch permanentes unterirdisches Wasser (meist (Hang-)Grundwasser) geprägt	GRUNDWASSERBÖDEN
5.2	Durch (Hang-)Stau- oder Haftwasser geprägt	STAUWASSERBÖDEN
5.3	Entstanden im rezenten Auen- oder Überflutungsbereich von Fließgewässern oder Seen	AUENBÖDEN
6	Böden mit starkem menschlichem Einfluss	
6.1	durch anthropogene Umgestaltung von Böden vor Ort oder Auftrag von Bodenmaterial oder durch Auftrag von technisch hergestellten naturnahen Substraten entstanden	ANTHROPOGENE BÖDEN
7	Böden mit tiefreichenden Abmoorhorizonten	
7.1	Mit tiefreichenden Ab-Horizonten, ggf. anthropogen überdeckt	ABMOORBÖDEN
8.	Böden mit Verlagerungsprozessen, meist vom Ober- in den Unterboden	
8.1	Mit Podsolierung	PODSOLE
8.2	Mit sekundären Kalkanreicherungen	SEKUNDÄRKALKBÖDEN
8.3	Mit Tonanreicherung im Unterboden	LESSIVÉS
9	Böden mit mässig bis wenig Differenzierung	
9.1	Mit Verwitterungsmerkmalen im Unterboden	VERWITTERUNGSBÖDEN
9.2	Mit mineralischem Oberboden über Locker- oder Festgestein	HUMUS-GESTEINSBÖDEN
10	Andere Böden, die keine der obigen Merkmale erfüllen	

Schlüssel ist hierarchisch aufgebaut: 1 vor 2 vor 3 etc.

Regeln für Zuordnung

- ▶ Zuordnung Bodengruppen \pm über **klassifikationswirksame** Horizonte
- ▶ Zuordnung Bodentypen über **klassifikationswirksame** Horizonte, Horizontfolgen und weitere Kriterien
- ▶ Diagnostische Horizonte = **klassifikationswirksame Horizonte = Horizont mit Horizontsymbol ergänzt mit Mächtigkeits- und Tiefenangabe**

Aufbau der Klassifikationskriterien

(→ ähnlich Horizontdefinitionen)

- ▶ kennzeichnenden Kriterien von 1 bis n nummeriert
- ▶ mit «und» oder «oder» verbunden
 - ▶ «**und**» bedeutet in diesem Zusammenhang, dass beide / alle Merkmale erfüllt sein müssen,
 - ▶ «**oder**» bedeutet, dass entweder das eine oder das andere Merkmal erfüllt sein muss (ausser: mindestens eines der folgenden Merkmale: ..., oder ..., oder ...)
 - ▶ «**und/oder**» auch beide Merkmale erfüllt sein können
- ▶ Kriterien mit «in der Regel (**i.d.R.**)» vorangestellt: nicht zwingendes Kriterium, trifft aber meist zu (manchmal steht auch oft, häufig, meist...für nicht zwingende Kriterien)
- ▶ Unklar:
 - ▶ Umgang mit **Neigungskorrektur an Hängen**
 - ▶ **Toleranzen:** Es ist zu prüfen, inwiefern die Klassifikationskriterien immer alle erfüllt sein müssen oder ob ein gewisser Spielraum / Toleranzen gewährt werden.

Schlüssel – Beispiel Kriterien für Bodengruppe

Nr	Code	
4.1	H	<p>GRUPPE DER MOORBÖDEN</p> <p>Böden, entstanden durch Akkumulation von Biomasse unter anhaltend bis permanent wassergesättigten Bedingungen (Torf, Mude). Zwischengeschaltete oder geringmächtige, darüberliegende mineralische Horizonte sind möglich.</p> <p>Die Bildung von Histosolen ist eng an Mooregebiete geknüpft. In natürlichen und naturnahen Mooren kommen typischerweise Histosole vor, die mehr oder weniger ganzjährig bis zur Oberfläche wassergesättigt sind und Torfwachstum oder Erhalt von Mudden und Torfen überwiegen. Infolge Grundwasserabsenkungen überwiegt heute in vielen Mooren die Mineralisierung gegenüber der Torfneubildung. Entwässerte und landwirtschaftlich genutzte Histosole mit abgesenktem Grundwasserspiegel weisen typischerweise pedogene Veränderungen auf: Setzung, Schrumpfung, Strukturveränderung, Veränderung des Stoffbestandes (z.B. Nährstoffe), Zersetzung und Humifizierung der org. Substanz etc. Morphologisch sind diese Veränderungen insbesondere anhand der Bildung eines pedogenen Aggregatgefüges erkennbar, sowie an der starken Zersetzung der Torfsubstanz (Vererdung und Vermulmung).</p> <p><i>Die Klassierung der Histosole richtet sich nach den Horizonten zwischen 40 und 120 cm . Um auch die oberflächennahe Horizonte in die Klassierung miteinzubeziehen und somit die Gesamtbetrachtung der Histosole ist die Angabe der Humusform unerlässlich.</i></p> <p>Böden mit folgenden Merkmalen :</p> <ol style="list-style-type: none"> Mindestens eines der folgenden Kriterien. <ol style="list-style-type: none"> T-Horizont < 40 cm u. BOF beginnend, <u>oder</u> A-Horizont ≥ 40cm cm u. BOF reichend und T-Horizonte direkt unterhalb davon beginnend, <u>und</u> Summe der Mächtigkeiten der T-Horizonte ≥ 50% bis 120 cm u. BOF oder bis zu einem untiefer anstehenden R..-Horizont , oder Keines der folgenden Kriterien <ol style="list-style-type: none"> Zm-Horizont < 10 cm u. BOF beginnend, oder Zm. Ztc oder Xtc-Horizont < 40 cm u. BOF beginnend und bis ≥ 40 cm u BOF oder bis zu einem untiefer anstehenden C, D, R-Horizont reichend, oder Zsu- oder Xsu-Horizont < 40 cm u. BOF beginnend und ≥ 40 cm u BOF oder bis zu einem untiefer anstehenden C, D, R-Horizont reichend, und keine darüber liegenden G- oder S-Horizonte vorhanden, oder Pfr-Horizont vorhanden und < 2 m u. BOF beginnend, oder @..-Horizonte < 40 cm u. BOF beginnend

Bezeichnung Bodengruppe

Kurze Beschreibung Bodengruppe

Klassifikationskriterien Bodengruppe

gemeint sind immer Einzel- oder dominante Horizonte

Definierte Bezugsflächen

Kriterien, die unter Punkt 1-3 bereits abgehandelt werden (≈ist kein techn. Boden, kein Gesteinsboden, kein Permafrostboden)

Schlüssel – Kriterien für Bodentypen

α	α	<p>Fibric-Histosol Typische Horizontfolge: (X)/Tf Histosole mit dominant wenig zersetzten T-Horizonten in geringer Tiefe. Böden mit folgenden Merkmalen: 1. → R-Horizont ≥ 60 cm u. BOF beginnend, und 2. → Bis 120 cm u. GOF oder bis zu einem untiefer anstehenden R...-Horizont beide der folgenden Kriterien erfüllt: a. → Summe der Mächtigkeiten der Tf-Horizonte > Summe der Mächtigkeiten der Ts-Horizonte, und b. → Summe der Mächtigkeiten der Tf-Horizonte > Summe der Mächtigkeiten der Tm-Horizonte</p>
α	α	<p>Mesic-Histosol Typische Horizontfolge: (X)/Tm Histosole mit dominant mässig zersetzten T-Horizonten in geringer Tiefe. Böden mit folgenden Merkmalen: 1. → R-Horizont ≥ 60 cm u. BOF beginnend, und 2. → Bis 120 cm u. GOF oder bis zu einem untiefer anstehenden R...-Horizont sind beide der folgenden Kriterien erfüllt: a. → Summe der Mächtigkeiten der Tm-Horizonte > Summe der Mächtigkeiten der Ts-Horizonte, und b. → Summe der Mächtigkeiten der Tm-Horizonte ≥ Summe der Mächtigkeiten der Tf-Horizonte</p>
α	α	<p>Sapric-Histosol Typische Horizontfolge: (X)/Ts Histosole mit dominant stark zersetzten T-Horizonten in geringer Tiefe. Böden mit folgenden Merkmalen: 1. → R-Horizont ≥ 60 cm u. BOF beginnend, und 2. → Bis 120 cm u. GOF oder bis zu einem untiefer anstehenden R...-Horizont sind beide der folgenden Kriterien erfüllt: a. → Summe der Mächtigkeiten der Ts-Horizonte ≥ Summe der Mächtigkeiten der Tm-Horizonte, und b. → Summe der Mächtigkeiten der Ts-Horizonte ≥ Summe der Mächtigkeiten der Tf-Horizonte</p>
α	α	<p>Saxic-Histosol Typische Horizontfolge: T../Rn Histosole mit anstehendem Festgestein oberhalb von 60 cm u. BOF. Böden mit folgenden Merkmalen: 1. → R-Horizont ≥ 10 und < 60 cm u. BOF beginnend, und 2. → Summe der Mächtigkeiten der T-Horizonte ≥ 50% bis zum anstehenden R...-Horizont</p>

Bezeichnung Bodentyp

Kurze Beschreibung Bodentyp

Klassifikationskriterien Bodentyp

Schlüssel

- ▶ Kriterien sind programmierbar
- ▶ viele Fälle werden über Horizonte automatisch richtig klassiert
- ▶ einige Fälle sind schwer zu fassen, Bsp. überschüttete An- oder Abmoore
- ▶ einige Böden sind wenig bekannt in der CH, kommen aber vermutlich vor:
 - ▶ Alu-Andosole (andic properties WRB)
 - ▶ Ocker-Rheosole (tsitelic properties WRB)
 - ▶ ...
 - ▶ ...
- ▶ **Es braucht die Pedolog:in für die Klassierung!**



Berner Fachhochschule
Haute école spécialisée bernoise
Bern University of Applied Sciences

Untertypen

NOCH IN BEARBEITUNG

Grundlegendes zu den Untertypen

- ▶ in **Untertypgruppen (UTG)** organisiert, mit Kurzcodes codiert
 - ▶ z.B. E0-E5 in UTG E Säuregrad
- ▶ dienen zur weiteren Differenzierung, Charakterisierung und Spezifizierung von Böden
- ▶ beziehen sich auf den Gesamtboden oder einen klar definierten Bodenbereich
- ▶ Es gibt verschiedene Kategorien von Untertypen:
 - ▶ «skalierte Untertypen» (Bsp. E1, E2,..)
 - ▶ «beschreibende Untertypen» (Bsp. VS, VB, VK)
 - ▶ «Intergrad-Untertypen» (Bsp. FB, ZT, FP etc.)

Änderungen gegenüber aKLABS

- ▶ Neue Gliederung der Untertypgruppen → z.T. neue Codierung notwendig
- ▶ Integration neuer Untertypen (UTGs), insbesondere für
 - ▶ Prozess-Intergrade
 - ▶ Ausgangsmaterial
 - ▶ Anthropogene / technogene Merkmale
 - ▶ Organische Böden, andere neue Bodengruppen
 - ▶ Flächeneigenschaften
 - ▶ ...
- ▶ Gewisse UT werden entfernt:
 - ▶ Z.B. Untertypen zu Humusformen

Untertyp-Definitionen

- ▶ Kurz
- ▶ Stützen sich auf Horizontbezeichnungen sofern möglich
- ▶ Mit klarem Bezug (Mächtigkeit, Tiefenlage)

Beispiele Untertypen-Definitionen

- ▶ **Verbraunt (FB):** mit einem dominanten oder subdominanten B..-Horizont, der < 120 cm u BOF beginnt (nicht für Verwitterungsböden)
- ▶ **Lessiviert (neu, ehemals ZT):** mit einem dominanten oder subdominanten It-Horizont, der < 120 u BOF beginnt (nicht für Lessivés)
- ▶ **Kolluvial (PK):** mit kolluvialem Material (Kriterien des Suffix «co» erfüllt), an der MOF beginnend und ≥ 40 cm mächtig.
Hinweis: Für Merkmale von kolluvialem Material siehe Definition des Suffixes «co».

Beispiel neue Untertypgruppe

UTG Nährstoffgehalt in Moorböden (neu)

- ▶ **oligotroph (nährstoffarm) (NA):** C/N-Verhältnis > 33 im mittleren Drittel der Gesamtmächtigkeit der T-Horizonte bis 120 cm u. BOF.
- ▶ **mesotroph (mässig nährstoffarm) (NM):** C/N-Verhältnis 33 - 20 im mittleren Drittel der Gesamtmächtigkeit der T-Horizonte bis 120 cm u. BOF.
- ▶ **eutroph (nährstoffreich) (NR):** C/N-Verhältnis $< 20 - 10$ im mittleren Drittel der Gesamtmächtigkeit der T-Horizonte bis 120 cm u. BOF.
- ▶ **polytroph (nährstoffüberlastet) (NU):** C/N-Verhältnis < 10 im mittleren Drittel der Gesamtmächtigkeit der T-Horizonte bis 120 cm u. BOF.



Berner Fachhochschule
Haute école spécialisée bernoise
Bern University of Applied Sciences

Fotobeispiele der rKLABS

Nicht abschliessend

Bodengruppe

TECHNOGENE BÖDEN (aKLABS -)

1 Bodentyp Technosol **Bodentypen**

Böden mit vielen Fremdstoffen und versiegelte Böden

Kriterien Bodengruppe



Foto: Jean-Michel Gobat (Anthroposol « scellé » au-dessus des vestiges des anciennes maisons de Neuchâtel)

Bodentyp Technosol

(aKLABS ?)

Kriterien Bodentyp

- ▶ Mit vielen Fremdstoffen oder versiegelt
- ▶ $Z_m < 20 \text{ cm}$ u. BOF oder $Z_{tc}; Z_m; X_{tc}; X_m < 60 \text{ cm}$ u BOF beginnend und $\geq 20 \text{ cm}$ mächtig

TECHNOGENE BÖDEN (aKLABS -)

1 Bodentyp Technosol

Böden mit vielen Fremdstoffen und versiegelte Böden

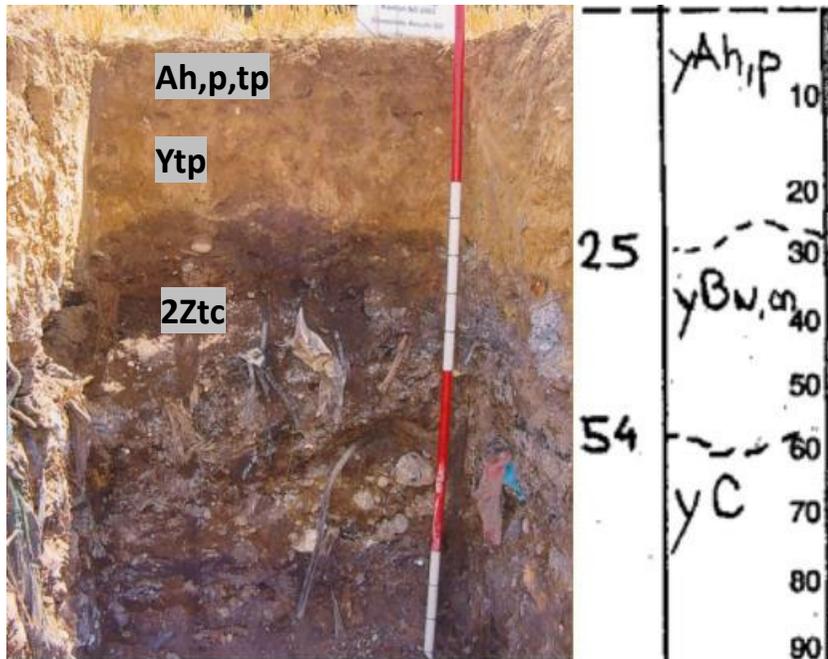


Foto: AfU Kt. SO

Bodentyp Technosol

(aKLABS ?)

- ▶ Mit vielen Fremdstoffen oder versiegelt
- ▶ *Zm < 20 cm u. BOF oder Ztc;Zm;Xtc;Xm < 60 cm u BOF beginnend und ≥ 20 cm mächtig*

PERMAFROSTBÖDEN *(aKLABS -)*

1 Bodentyp Alpin-Cryosol

Mit Permafrost, kryogener Verwitterung und Kryoturbationsmerkmalen

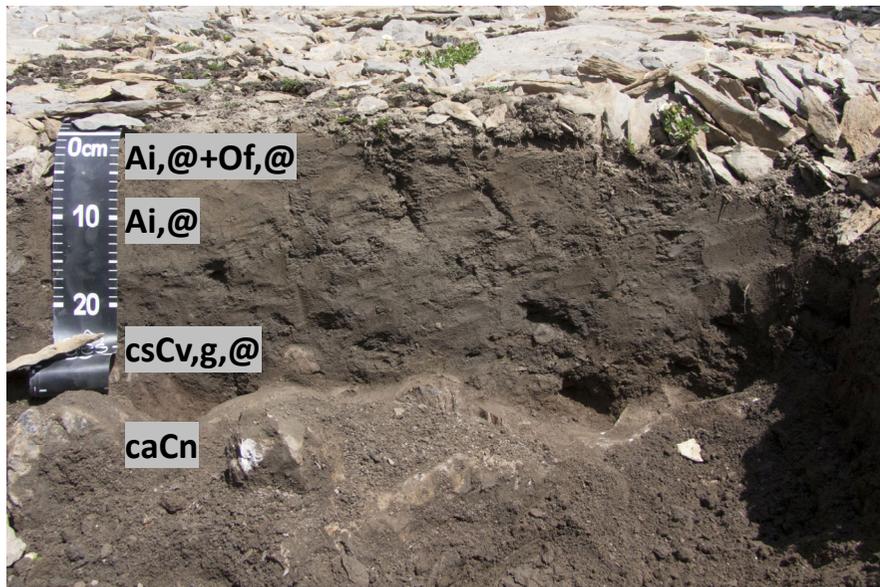


Foto: Jean-Michel Gobat (Sanetsch, VS)

Bodentyp Alpin-Cryosol:

(aKLABS ?)

- ▶ Permafrost vorhanden oder oberflächennahe mechanische Prozesse der Kryoturbation/ Solifluktion dominant gegenüber biogeochemischer Verwitterung.
- ▶ *Pfr < 200 cm u BOF o. ..@ < 40 cm u. BOF beginnend*

Cryoturbationsmerkmale (Sanetsch VS)



Fentes
Risse



Fentes (de dessus)
Risse (von oben)



Croûte, lichens + fungi
Krusten, Flechten + Pilze



Litage mm / Lamellierung



Polyèdres mm
Polyeder mm

Cryoturbationsmerkmale (Alpes valaisannes VS)



Cercles / Steinkreise



Polygones / Steinpolygone



Sols microstriés / Steinstreifen



Pierres redressées /
aufgerichtete
Skelettkomponenten

GESTEINSBÖDEN *(aKLABS Gesteinsböden L, U, J)*

2 Bodentypen: Lithosol und Regosol

Böden mit fehlender oder geringmächtiger Bodenentwicklung über Fest- oder Lockergesteinen

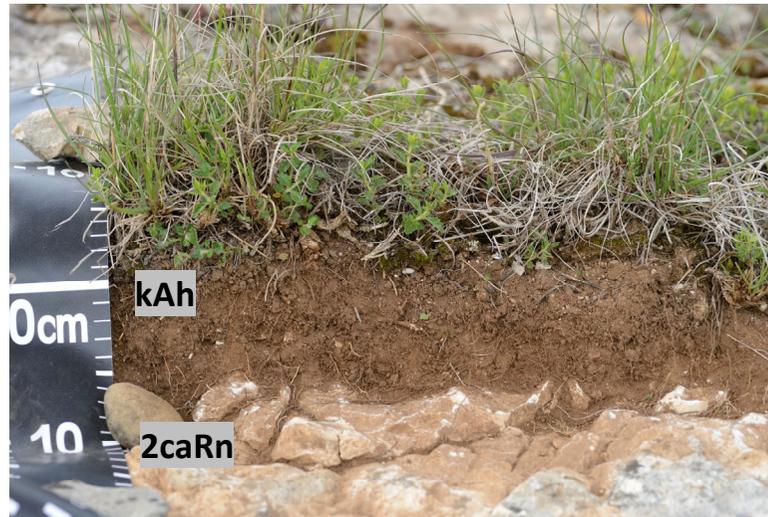


Foto: Jean-Michel Gobat (Onnens VD)

Bodentyp **Lithosol:**

(aKLABS Untertyp VL)

- ▶ Fels nahe an der Oberfläche anstehend
- ▶ *R < 10 cm u. BOF beginnend*

GESTEINSBÖDEN *(aKLABS Gesteinsböden L, U, J)*

2 Bodentypen: Lithosol und Regosol

Böden mit fehlender oder geringmächtiger Bodenentwicklung über Fest- oder Lockergesteinen

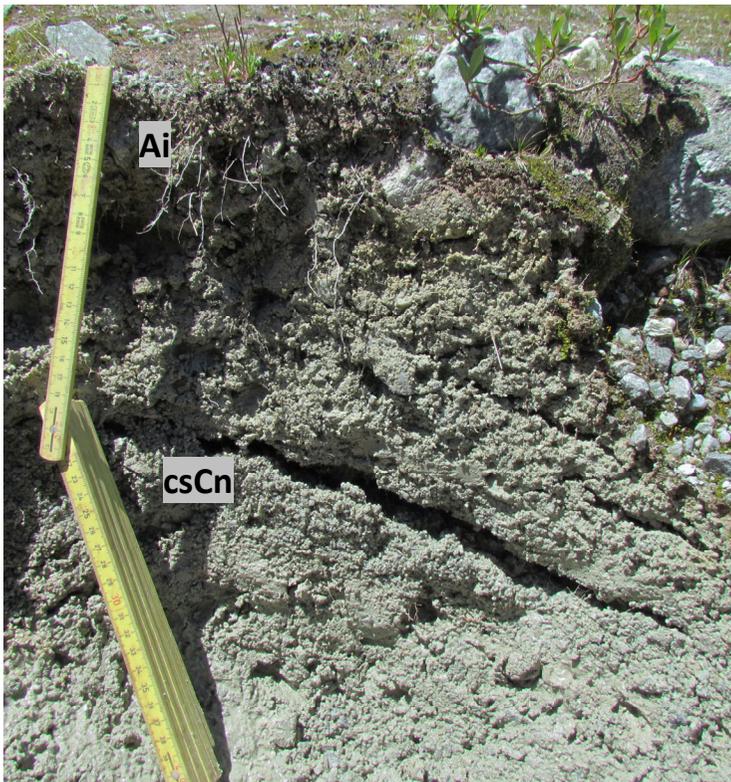


Foto: Claire Le Bayon (Moiry VS)

Bodentyp **Regosol:**

(aKLABS Gesteinsboden)

- ▶ höchstens initiale Bodenentwicklung auf Lockergestein oder hohlraumreichem Gerüst aus Skelett
- ▶ *C..;D.. < 10 cm u BOF beginnend, darunter keine klassifikationswirksamen Horizonte vorhanden*

MOORBÖDEN *(aKLABS Moor (M), Halbmoor (N))*

4 Bodentypen: Soxic- / Fibric- / Mesic- / Sapric-Histosol

Böden, entstanden durch Akkumulation von Biomasse unter anhaltend bis permanent wassergesättigten Bedingungen (Torf, org. Mudde)

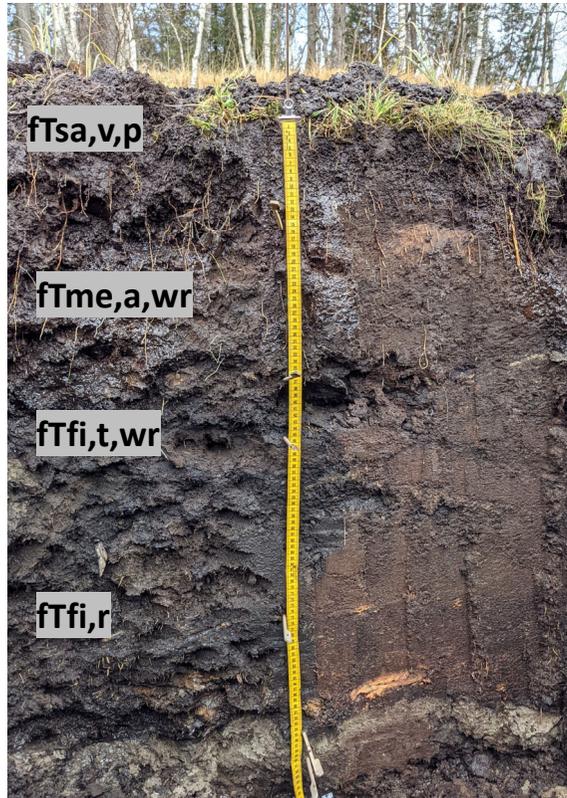


Foto: HAFL (La Sagne)

Bodentyp Fibric-Histosol:

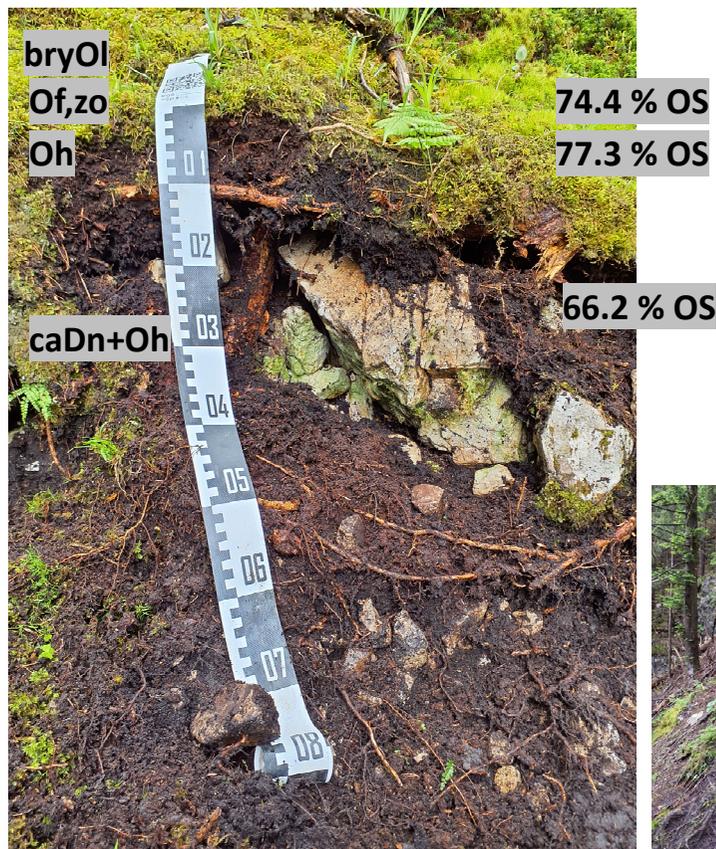
(aKLABS Moor)

- ▶ Mit dominant wenig zersetzten T-Horizonten
- ▶ *Tfi dominant zwischen 40-120 cm u. BOF*

ORGANOSOLE *(aKLABS Humus-Gesteinsboden?)*

2 Bodentypen: Hol-Organosol und Hemi-Organosol

Böden mit vorwiegend aerob akkumulierter Biomasse über Locker- oder Festgestein oder geringmächtigen anderen Bodenhorizonten.



Bodentyp **Hol-Organosol:**

(aKLABS Humus-Karbonatgesteinsboden C?)

- ▶ Organische Auflagehorizonte direkt über Locker- oder Festgestein
- ▶ *Of+Oh \geq 10 cm u. BOF reichend direkt auf C;D;R*
- ▶ Mit Untertyp: «Gerüst aus Skelett»



Foto: Wyss-Projekt Kt. BE LANAT (cl11, P2)

GRUNDWASSERBÖDEN (aKLABS Fahlgleye, Buntgleye, Braunerde-Gleye (V, W, G))

1 Bodentyp Gleysol

Böden, die in geringer Tiefe zeitweise oder ganzjährig von permanentem unterirdischem Wasser (meist Grund- oder Hangwasser) geprägt sind.

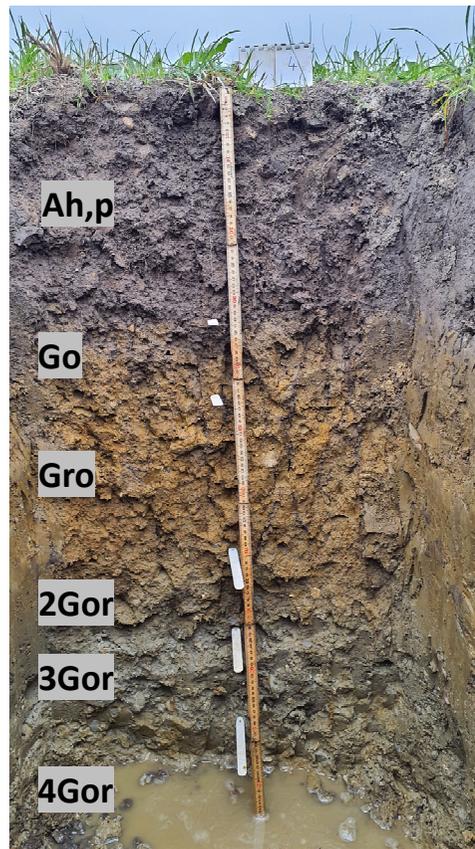


Foto: Isaline Fischer / projet PDJ II (VD)

Bodentyp Gleysol

(aKLABS: !!Saure Braunerde bis Braunerde-Gley!!)

- ▶ Mit ständig gesättigtem Horizont (Reduktionshorizont, Gr) und i.d.R. darüber liegendem Schwankungsbereich (Oxidationshorizont, Go)
- ▶ *G.. < 60 cm u. BOF beginnend*

STAUWASSERBÖDEN (aKLABS Pseudogleye (I), Braunerde-Pseudogleye (Y))

2 Bodentypen Redoxisol und Stagnogley

Böden mit im Jahresverlauf zeitweisem Einfluss von (Hang-)Stau- oder Haftwasser, grobporenarm oder mit Stauwasserleiter über grobporenarmer Stauschicht.



Bodentyp Redoxisol

(aKLABS: Pseudogley)

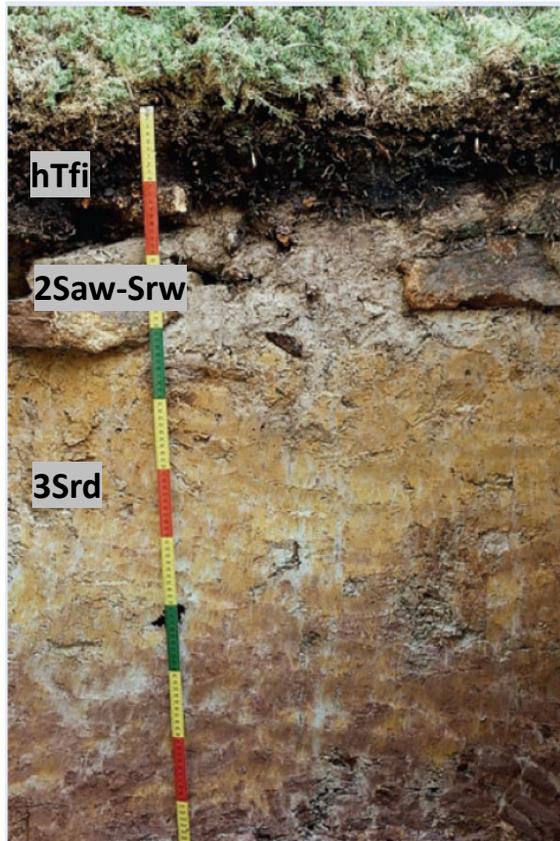
- ▶ Mit Redoxmerkmalen in geringer Tiefe
- ▶ *Sw;Sd;Sg < 60 cm u. BOF beginnend*

Foto: Wyss-Projekt, Kt. BE LANAT (CI44, p3)

STAUWASSERBÖDEN (aKLABS Pseudogleye (I), Braunerde-Pseudogleye (Y))

2 Bodentypen Redoxisol und Stagnogley

Böden mit im Jahresverlauf zeitweisem Einfluss von (Hang-)Stau- oder Haftwasser, grobporenarm oder mit Stauwasserleiter über grobporenarmer Stauschicht.



Quelle: Büro solum, Freiburg, G. Glomb (Bild bearbeitet)

Bodentyp **Stagnogley** (nassgebleicht)

(aKLABS: Pseudogley)

- ▶ Mit langanhaltender Staunässe (Srw, Srd) an der Oberfläche
- ▶ *Srw < 40 cm u. BOF beginnend*

Quelle: Joisten et al., 2024: Böden Deutschlands, Österreichs und der Schweiz

Berner Fachhochschule | Haute école spécialisée bernoise | Bern University of Applied Sciences

AUENBÖDEN (aKLABS Gesteinsböden (L, U, J), Fluvisole (F), Kalkbraunerden (K)/Braunerden (B))

3 Bodentypen Lepto- / Typic- / Braun-Fluvisol

Böden in den tiefsten Positionen der Landschaft, entstanden im rezenten Auen- oder Überflutungsbereich von Fließgewässern oder in Stillgewässern, meist geschichtet

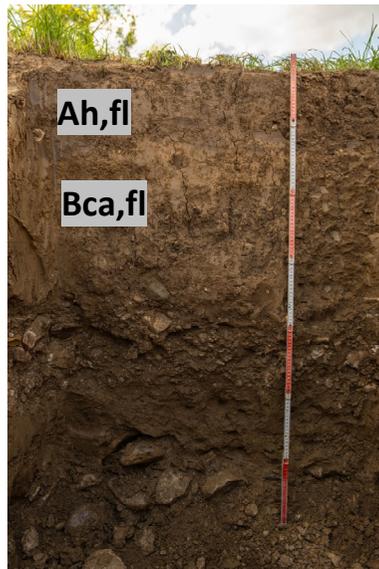


Foto: Gasche-Bodengutachten GmbH (AfU Kt. SO)

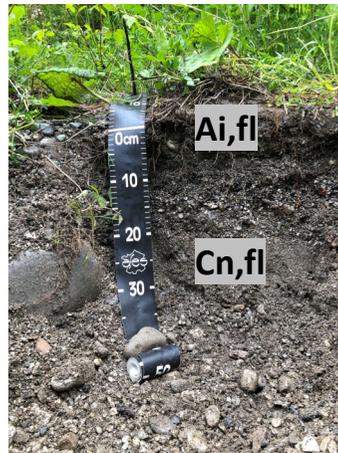


Foto: A. Schmidhauser

Bodentyp Braun-Fluvisol

(aKLABS: ?)

- ▶ Mit Unterboden aus fluviatil umgelagertem Bodenmaterial (B..,fl)
- ▶ *Ah,fl über B..,fl*

Bodentyp Lepto-Fluvisol

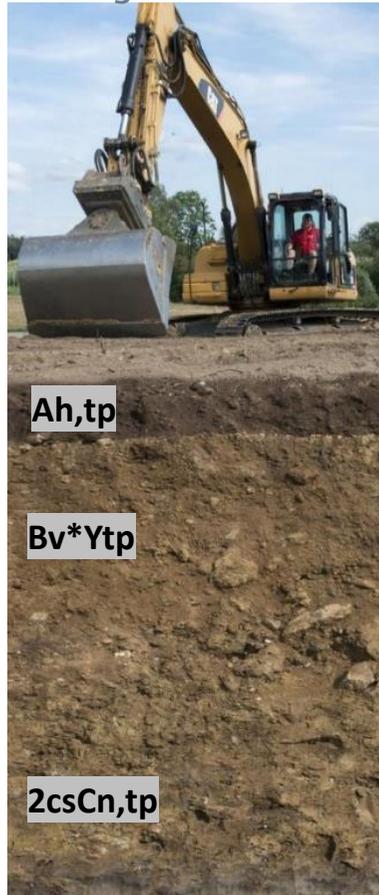
(aKLABS: ?)

- ▶ Mit fehlendem oder höchstens initialem Oberboden (Ai) über alluvialem Lockergestein
- ▶ *Ai,fl über C..,fl oder D..fl*

ANTHROPOGENE BÖDEN *(aKLABS Auffüllung (X))*

3 Bodentypen Transport- / Transform- / Technic-Anthroposol

Böden, entstanden durch unmittelbare Tätigkeit des Menschen: durch tiefreichende Umgestaltung von natürlich gewachsenen Böden vor Ort (durch wendende oder mischende Bodenbearbeitung), durch Auftrag von Bodenmaterial oder durch Auftrag von technisch hergestellten naturnahen Substraten



Ah,tp

Bv*Ytp

2csCn,tp

Bodentyp Transport-Anthroposol

(aKLABS: Auffüllung)

- ▶ Durch Auftrag von Bodenmaterial
- ▶ *Wtp;Ytp bis ≥ 40 cm u. BOF reichend*

- ▶ **In Diskussion: durch Auftrag von Gesteinsmaterial, inkl. C.,tp und D.,tp bis ≥ 40 cm u. BOF reichend**

Foto: Boden des Jahres 2019

ANTHROPOGENE BÖDEN (aKLABS Auffüllung (X))

3 Bodentypen Transport- / Transform- / Technic-Anthroposol

Böden, entstanden durch unmittelbare Tätigkeit des Menschen: durch tiefreichende Umgestaltung von natürlich gewachsenen Böden vor Ort (durch wendende oder mischende Bodenbearbeitung), durch Auftrag von Bodenmaterial oder durch Auftrag von technisch hergestellten naturnahen Substraten

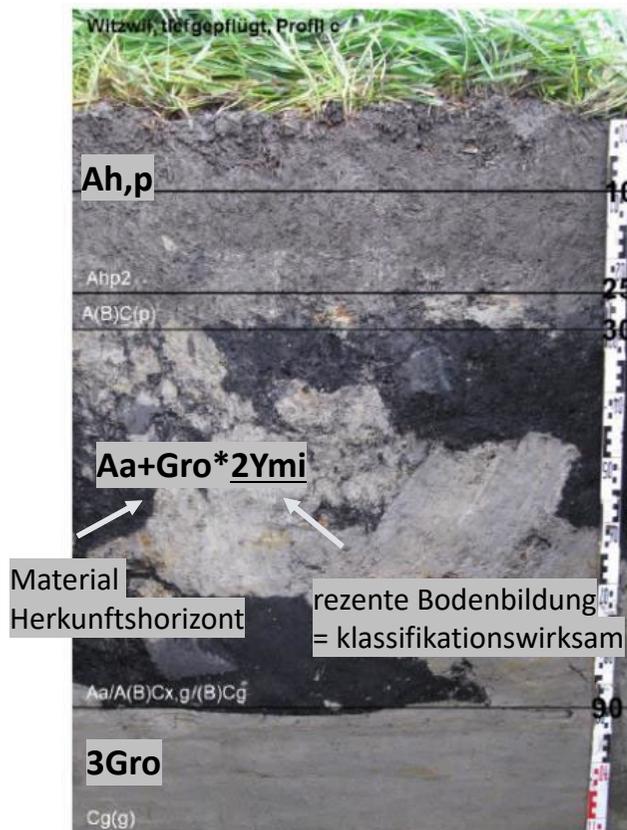


Foto: Stéphane Burgos (Gals)

Bodentyp Transform-Anthroposol

(aKLABS: ?)

- ▶ Durch tiefreichende Umgestaltung von Böden in situ
- ▶ *Wmi;Ymi bis ≥ 40 cm u. BOF reichend*

*-Zeichen:

verbindet Horizonte, wenn sich aus einer abgeschlossenen, früheren Bodenbildung eine neue Bodenbildung entwickelt

Zeigt in diesem Fall die Merkmale des Herkunftshorizonts

ANTHROPOGENE BÖDEN *(aKLABS Auffüllung (X))*

3 Bodentypen Transport- / Transform- / Technic-Anthroposol

Böden, entstanden durch unmittelbare Tätigkeit des Menschen: durch tiefreichende Umgestaltung von natürlich gewachsenen Böden vor Ort (durch wendende oder mischende Bodenbearbeitung), durch Auftrag von Bodenmaterial oder durch Auftrag von technisch hergestellten naturnahen Substraten

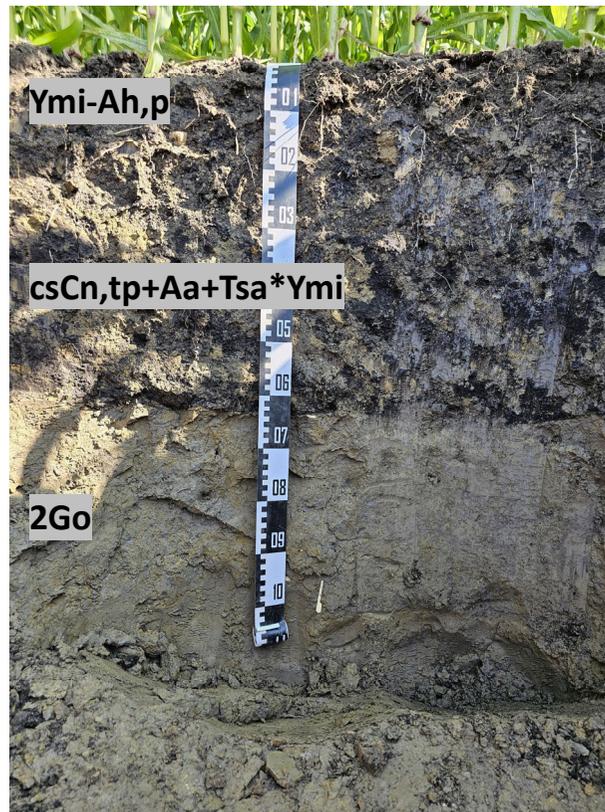


Foto: Stéphane Burgos (Gals)

Bodentyp Transform-Anthroposol

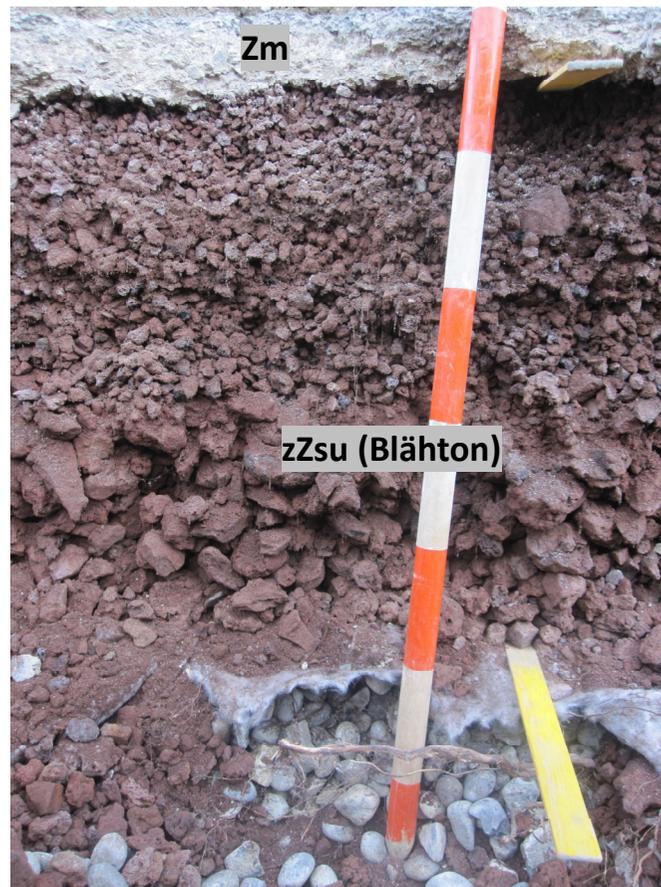
(aKLABS: ?)

- ▶ Durch tiefreichende Umgestaltung von Böden in situ
- ▶ *Wmi;Ymi bis ≥ 40 cm u. BOF reichend*

ANTHROPOGENE BÖDEN *(aKLABS Auffüllung (X))*

3 Bodentypen Transport- / Transform- / Technic-Anthroposol

Böden, entstanden durch unmittelbare Tätigkeit des Menschen: durch tiefreichende Umgestaltung von natürlich gewachsenen Böden vor Ort (durch wendende oder mischende Bodenbearbeitung), durch Auftrag von Bodenmaterial oder durch Auftrag von technisch hergestellten naturnahen Substraten



Bodentyp Technic-Anthroposol

(aKLABS: ?)

- ▶ Durch Auftrag von technisch hergestellten naturnahen Substraten
- ▶ *Zsu, Xsu ≥ 40 cm u BOF oder bis zu untiefer anstehendem R-Horizont*

Beispiel hier ist kein Technic-Anthroposol wegen der Versiegelung, sondern ein Technosol (ohne Versiegelung wäre es ein Technic-Anthroposol)

PODSOLE *(aKLABS Podsole (P), Humuspodsol (H), und ggf. Braupodsole (Q))*

3 Bodentypen Ferro-Humi-Podsol / Ferro-Podsol / Humi-Podsol

Saure Böden mit Verlagerung von Al- und Fe-Sesquioxiden und organischer Substanz vom Oberboden in den Unterboden



Foto: WSL, RODAS S16 (Foto A. Schmidhauser)

Bodentyp Ferro-Humi-Podsol

(aKLABS: Podsol, Eisen-Humus-Podsol)

- ▶ Mit erkennbarer Anreicherung von Sesquioxiden und organischer Substanz
- ▶ *lh und ls vorhanden*

SEKUNDÄRKALKBODEN *(aKlabs -)*

1 Bodentyp Calcarisol

Böden mit deutlicher, oberflächennaher Anreicherung von pedogenen (sekundären) Carbonaten

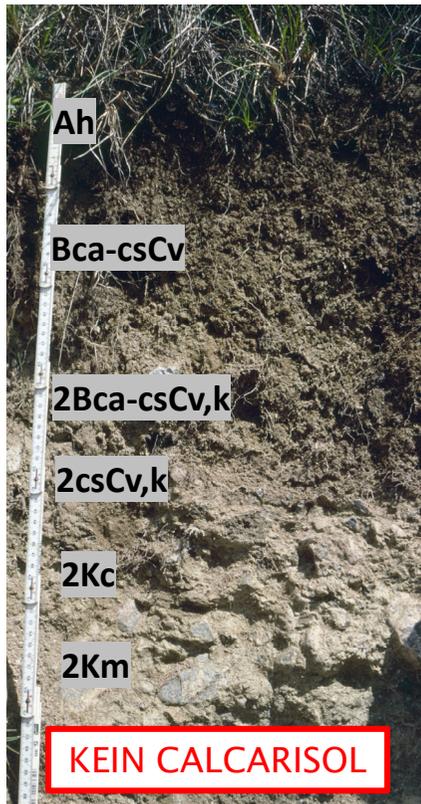


Foto: Jean-Michel Gobat (Excursion SSP-BGS 04.09.1998 !), Raron VS

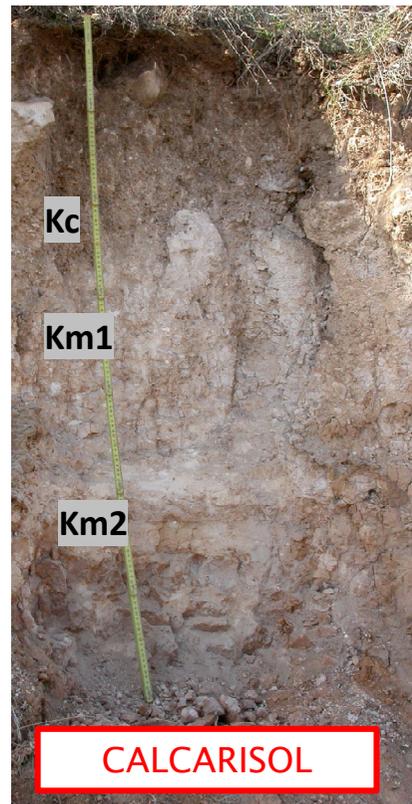


Foto: Jean-Michel Gobat (Tunisie)

Bodentyp Calcarisol

(aKLABS: -)

- ▶ Unterboden mit pedogener Carbonatanreicherung
- ▶ *K < 40 cm u. MOF beginnend, ≥ 10 cm mächtig*

LESSIVES *(aKLABS Parabraunerden (T))*

2 Bodentypen Luvisol und Albeluvisol

Böden mit Verlagerung von Ton vom Oberboden in den Unterboden

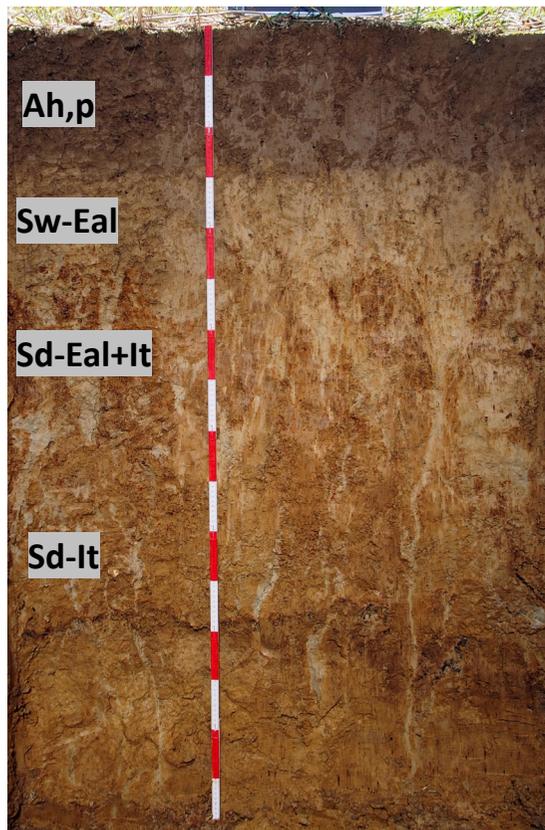


Foto: Gasche-Bodengutachten GmbH, AfU Kt. SO

Bodentyp Albeluvisol

(aKLABS: Parabraunerde)

- ▶ Mit stark ausgeprägtem Eal-Horizont über It-Horizont, auch Verzahnung möglich
- ▶ *It < 90 cm u. MOF beginnend, Eal-Horizont vorhanden*

VERWITTERUNGSBÖDEN (aKLABS Kalkbraunerde (K), Saure Braunerde (E), Braunerde (B))

4 Bodentypen Carbonatosol / Brunisol / Alocrisol / Pelosol

Böden mit deutlich erkennbarer pedogener Veränderung und Umwandlung des Ausgangsmaterials im Unterboden, aber ohne Merkmale weiter entwickelter Böden .

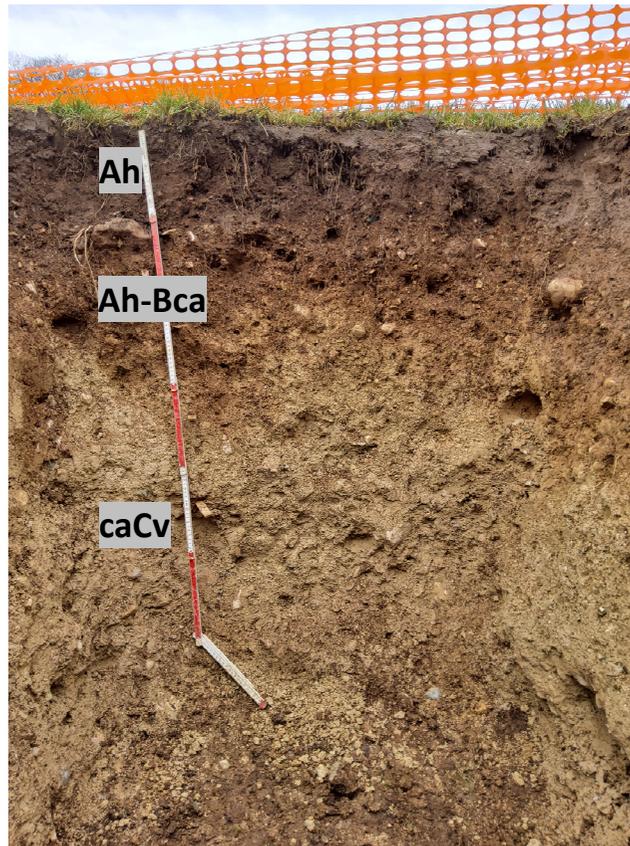
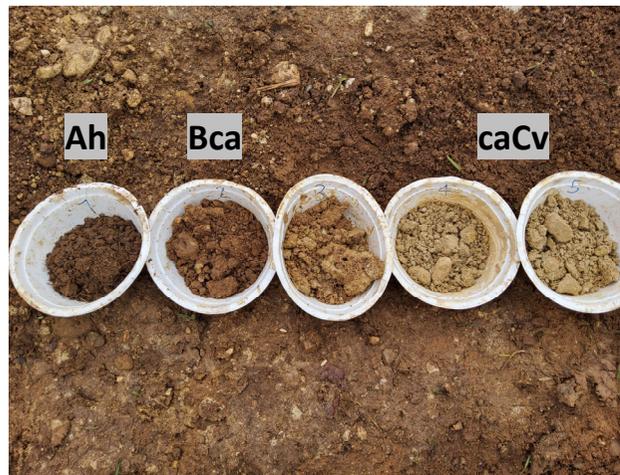


Foto: L. Martignier (projet pied du Jura)

Bodentyp Carbonatosol

(aKLABS: Kalkbraunerde)

- ▶ Mit Lösungsverwitterung (carbonathaltig)
- ▶ *Bca < 40 cm u. MOF beginnend und ≥ 5 cm mächtig, kein darüber liegender Bv ≥ 5 cm mächtig*



VERWITTERUNGSBÖDEN (aKLABS Kalkbraunerde (K), Saure Braunerde (E), Braunerde (B))

4 Bodentypen Carbonatosol / Brunisol / Alocrisol / Pelosol

Böden mit deutlich erkennbarer pedogener Veränderung und Umwandlung des Ausgangsmaterials im Unterboden, aber ohne Merkmale weiter entwickelter Böden .

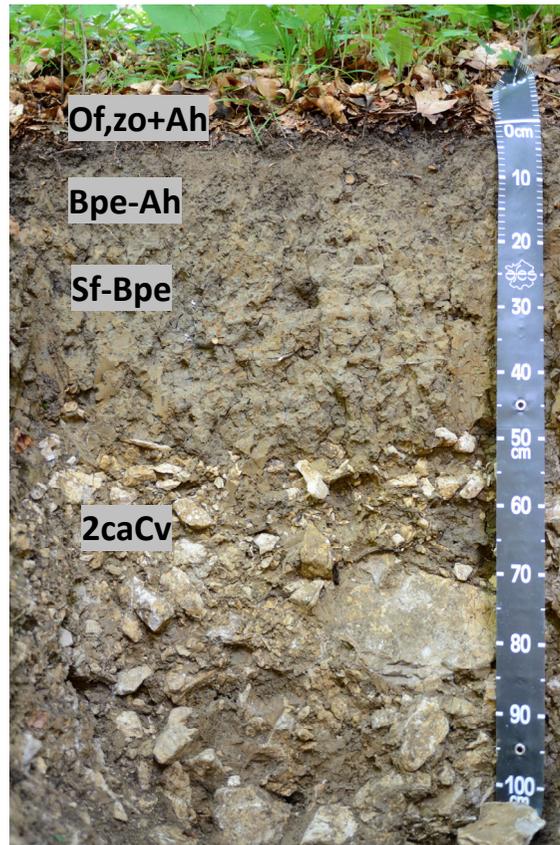


Foto: Jean-Michel Gobat (Boudry, NE)

Bodentyp Pelosol

(aKLABS: ?)

- ▶ Mit spezifischer Gefügebildung durch Quellungs- und Schrumpfungsdynamik
- ▶ *Bpe < 40 cm u. MOF beginnend und ≥ 10 cm mächtig*

VERWITTERUNGSBÖDEN (aKLABS Kalkbraunerde (K), Saure Braunerde (E), Braunerde (B))

4 Bodentypen Carbonatosol / Brunisol / Alocrisol / Pelosol

Böden mit deutlich erkennbarer pedogener Veränderung und Umwandlung des Ausgangsmaterials im Unterboden, aber ohne Merkmale weiter entwickelter Böden .

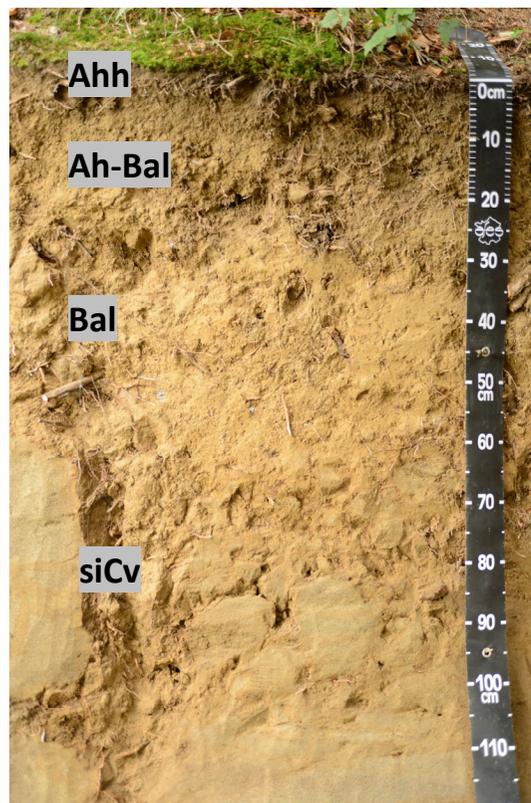


Foto: Jean-Michel Gobat (Poliez-Pittet, VD)

Bodentyp Alocrisol

(aKLABS: Saure Braunerde)

- ▶ Mit fortgeschrittener Silikatverwitterung (carbonatfrei)
- ▶ *Bal < 40 cm u. MOF beginnend und ≥ 5 cm mächtig*

HUMUS-GESTEINSBÖDEN (aKLABS Ranker (S?), Regosol (O), Rendzina (R), allenfalls Phäozem (Z))

5 Bodentypen Ranker, Pararendzina, Rendzina, Phäozem, Umbrisol

Böden mit geringer Profildifferenzierung, mit Anreicherung von organischer Substanz im mineralischen Oberboden direkt über Locker- oder Festgestein

rKLABS Bodentyp	Kurzkriterien	Typ. Horizontfolge	aKLABS
Ranker	Oberboden i.d.R. carbonatfrei, darunterliegendes Fest- oder Lockergestein ist ein Silikatgestein (carbonatfrei oder entcarbonatet).	Ah/siC.. Ah/siD.. Ah/siR..	Ranker (S?)
Pararendzina	Oberboden i.d.R. schwach carbonathaltig bis carbonatfrei, darunterliegendes Fest- oder Lockergestein ist ein Mischgestein (carbonatisch/sulfatisch-silikatisch)	Ah/csC.. Ah/csD.. Ah/csR..	Regosol (O) (früher Pararendzina)
Rendzina	Oberboden i.d.R. carbonat- oder gipshaltig, darunterliegendes Fest- oder Lockergestein ist ein Carbonat- oder Gipsgestein	Ah/caC.. Ah/caD.. Ah/caR..	Rendzina (R)
Phäozem	Mächtige, durch Bioturbation geprägte Oberböden mit hoher Basensättigung, i.d.R. auf Carbonat- oder Mischgesteinen	Ah,j/csC.. Ah,j/cC.. Ah,j/csD.. Ah i/rD	Teilweise Phäozem (Z)
Umbrisol			Keine Zuordnung

3-Teilung der Gesteinsart für C,D,R - Präfixe:

- Carbonatgestein (Präfix ca..)
- Mischgestein (Präfix cs..)
- Silikatgestein (Präfix si..)

Ranker Ah über siC..

Pararendzina Ah über csC..

Rendzina Ah über caC..

HUMUS-GESTEINSBÖDEN (aKLABS Ranker (S?), Regosol (O), Rendzina (R), allenfalls Phäozem (Z))

5 Bodentypen Ranker, Pararendzina, Rendzina, Phäozem, Umbrisol

Böden mit geringer Profildifferenzierung, mit Anreicherung von organischer Substanz im mineralischen Oberboden direkt über Locker- oder Festgestein



Foto: Gasche Bodengutachten (AfU Kt. SO)

Bodentyp Rendzina

(aKLABS: Rendzina)

- ▶ Ah/caC..
- ▶ Ah/caD..
- ▶ Ah/caR..

- ▶ Untertyp KE

HUMUS-GESTEINSBÖDEN (aKLABS Ranker (S?), Regosol (O), Rendzina (R), allenfalls Phäozem (Z))

5 Bodentypen Ranker, Pararendzina, Rendzina, Phäozem, Umbrisol

Böden mit geringer Profildifferenzierung, mit Anreicherung von organischer Substanz im mineralischen Oberboden direkt über Locker- oder Festgestein

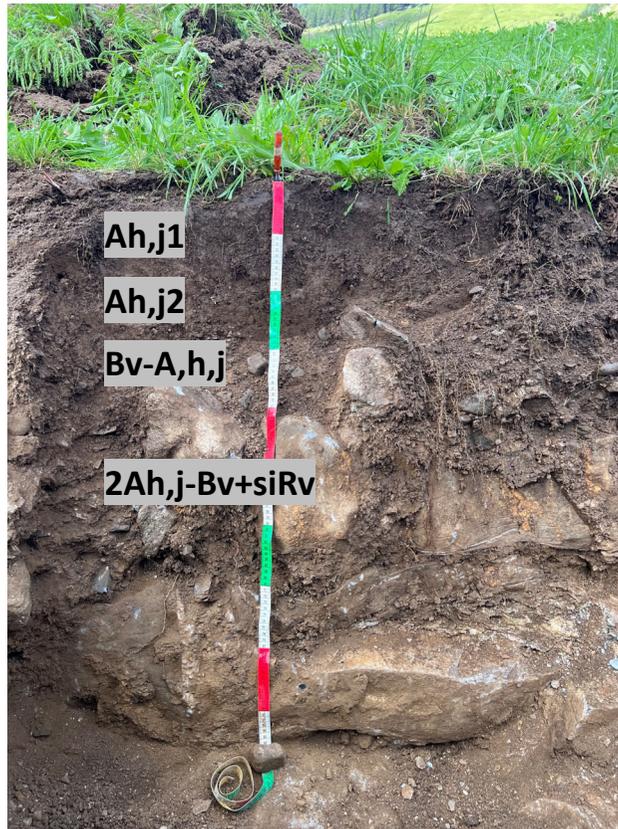


Foto: BGS-Exkursion Sent, 2023, Profil 1 (R. Tuchschild)

Bodentyp Phäozem?

(aKLABS: ?)

- ▶ Basensättigung durchgehend $\geq 50\%$
- ▶ carbonatfrei bis carbonatarm
- ▶ Kein Sekundärkalk im Profil

▶ Darf ein Phäozem einen B..-Horizont aufweisen oder nicht?

Weiteres Vorgehen im 2025

2025 – Abschlussjahr Rev. KLABS/KA

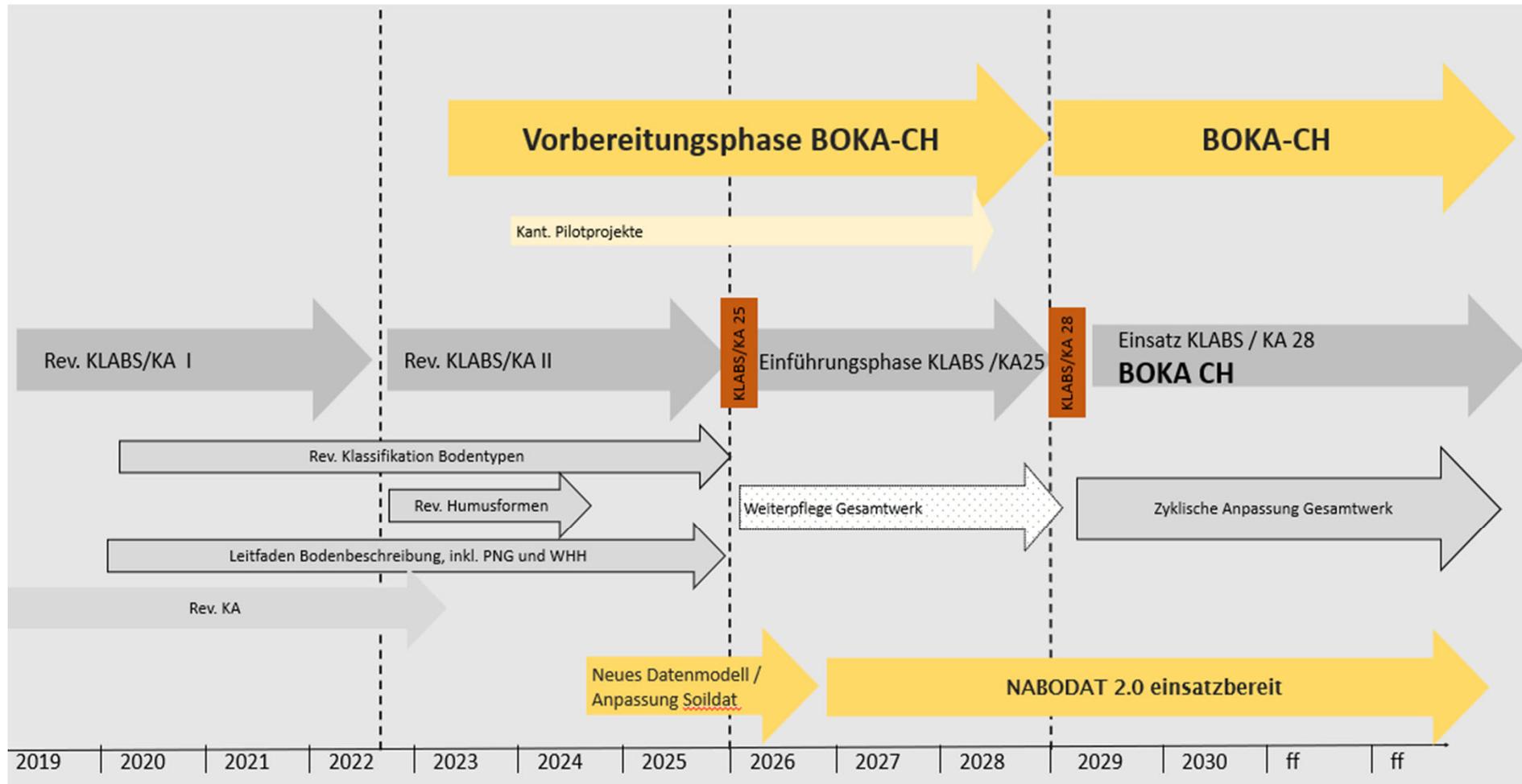
	2025				2026
Hauptaufgaben, Produkte, Meilensteine	Q1	Q2	Q3	Q4	
Testversion 2025 Horizonte + KLABS	■	■			
Schriftliche Rückmeldungsrunde FA, PAS, BAFU		■	■		
Lektorat		■	■		
Bereinigung + Fertigstellung Schlussversion Modul II			■		
Übersetzung				■	■

- ▶ Testversion KLABS: Q2 2025
- ▶ Testversion WHH, PNG: Q2 2025

- ▶ Meilenstein (FA + PAS): 3.4.25, Thema KLABS, PNG, WHH etc.

- ▶ 2026: Einführung, Ausbildung, Steckbriefe, Bestimmungshilfen, QS....

Ausblick 2026





Berner Fachhochschule
Haute école spécialisée bernoise
Bern University of Applied Sciences

Varia

Entscheide Leitfaden

- ▶ Aufnahme primär in % und nicht Klassen (Skelett, Corg, Körnung etc.)
- ▶ Skelettfraktionen in absoluten Anteilen sowie Gesamtskelettgehalt
- ▶ Aufnahme des Corg statt Humusgehalt
- ▶ Gefügegenösse Klasse 1 Grenze auf 1 mm setzten
- ▶ Trennung Aufnahme Kalkgehalt Feinerde und Skelett
- ▶ Skelettalterite werden als Feinerde verstanden



Aide à la détermination des caractéristiques redox

Bestimmungshilfe Redoxmerkmale

pas été réduits. Ce ne sont pas les seules réactions de réduction qui se produisent dans un sol saturé en eau, mais ce sont les principales qui sont intéressantes pour comprendre les caractéristiques de la rédoximorphie.

Ainsi, lorsqu'un sol ou horizon du sol est engorgé en eau, les bactéries consomment la matière organique environnante et utilisent (réduisent) l'oxygène de l'eau si les températures du sol sont suffisamment élevées pour que les bactéries soient actives (généralement > 5°C). À la suite de la réduction de l'O₂ et du NO₃⁻, les minéraux oxydés composés de Mn (III ou IV) et de Fe (III) seront réduits. Lorsque les conditions réductrices sont présentes, on parle d'horizon ou de zone réduite. Une fois réduite, une partie des oxydes de fer et de manganèse vont se solubiliser et migrer selon les mouvements d'eau dans le sol. Lorsque l'eau du sol chargée en oxydes réduits atteint une zone oxygénée, le fer et le manganèse vont s'oxyder et précipiter.

2.1.1 Les traits rédoximorphes

Les traits rédoximorphes désignent l'ensemble des traits se rapportant à la réduction des oxydes de fer et de manganèse. Comme mentionné plus haut, les bactéries vont réduire ces oxydes en l'absence d'oxygène et solubiliser le fer et le manganèse. Cette solubilisation entraîne une perte de couleur/teinte, faisant apparaître la couleur originale du substrat généralement grise. L'horizon ou la zone du sol présentant une déplétion en fer et en manganèse est dit « appauvri », ou encore « blanchi » (Vepraskas, 1992; Vepraskas et al., 2018). Les teintes observées au sein des horizons réduits peuvent varier. La quantité et la nature des oxydes de fer et manganèse sous forme réduite va influencer sur la couleur observée. De plus, la couleur originale du substrat va également avoir un impact sur la couleur du sol. Ainsi, afin de vérifier si les conditions rédoximorphes du sol sont actives, une réaction avec une solution chimique est recommandée (USDA, 2018).



Figure 2: horizon réduit (partie inférieure) (©V. Kern)

La réduction des oxydes de fer et de manganèse peut se passer dans les pores ainsi que dans matrice du sol tant que de la matière organique est présente. Les appauvrissements en fer se forment probablement lentement dans la plupart des cas. Selon Ducommun (Webinaire AFES, 2019), la consommation de l'oxygène dans l'eau prend au minimum 72h si aucun renouvellement en eau chargée d'oxygène ait lieu. Pour que les traits d'hydromorphie s'élargissent tant dans les pores que dans la matrice, il faut probablement que plusieurs événements de réduction aient lieu pour induire la réduction du fer nécessaire à l'élargissement des caractéristiques d'appauvrissement. Les grandes caractéristiques d'appauvrissement se forment donc au fil du temps. Concernant les macropores dans les horizons A fortement bioturbés, avec de petits agrégats et une abondance en matières organiques colorantes, les caractéristiques d'appauvrissement sont difficiles à voir en raison de la perturbation physique, de la petite taille et du masquage par les matières organiques (Ducommun, 2023).

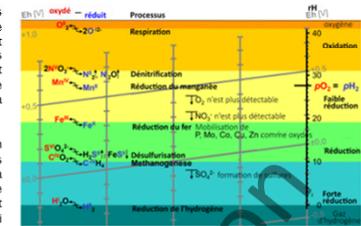


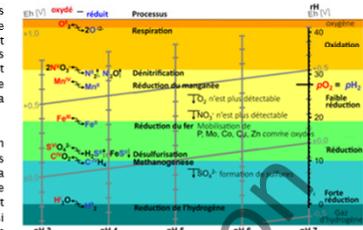
Figure 1: Canal racinaire apparu en oxydes de Fe et Mn (©T. Gasche)



- Projet de la rKLABS.
 - Améliorer et harmoniser la description de l'hydromorphie.
 - Nouveaux horizons (S et G) → Catalogue photo.
 - Besoin de photos détaillées mais aussi de photos de profils entiers.
 - Si possible sur des matériaux parentaux différents.
-
- Projekt der rKLABS
Verbesserung und Harmonisierung der Beschreibung von Hydromorphie
Neue Horizonte (S und G) → Fotokatalog
Bedarf an detaillierten Fotos, aber auch an Fotos ganzer Profile.
Möglichst an verschiedenen Ausgangsmaterialien

pas été réduits. Ce ne sont pas les seules réactions de réduction qui se produisent dans un sol saturé en eau, mais ce sont les principales qui sont intéressantes pour comprendre les caractéristiques de la rédoximorphie.

Ainsi, lorsqu'un sol ou horizon du sol est engorgé en eau, les bactéries consomment la matière organique environnante et utilisent (réduisent) l'oxygène de l'eau si les températures du sol sont suffisamment élevées pour que les bactéries soient actives (généralement > 5°C). À la suite de la réduction de l'O₂ et du NO₃⁻, les minéraux oxydés composés de Mn (III ou IV) et de Fe (III) seront réduits. Lorsque les conditions réductrices sont présentes, on parle d'horizon ou de zone réduite. Une fois réduite, une partie des oxydes de fer et de manganèse vont se solubiliser et migrer selon les mouvements d'eau dans le sol. Lorsque l'eau du sol chargée en oxydes réduits atteint une zone oxygénée, le fer et le manganèse vont s'oxyder et précipiter.



2.1.1 Les traits réductimorphes

Les traits réductimorphes désignent l'ensemble des traits se rapportant à la réduction des oxydes de fer et de manganèse. Comme mentionné plus haut, les bactéries vont réduire ces oxydes en l'absence d'oxygène et solubiliser le fer et le manganèse. Cette solubilisation entraîne une perte de couleur/teinte, faisant apparaître la couleur originale du substrat généralement grise. L'horizon ou la zone du sol présentant une déplétion en fer et en manganèse est dit « appauvri », ou encore « blanchi » (Vepraskas, 1992; Vepraskas et al., 2018). Les teintes observées au sein des horizons réduits peuvent varier. La quantité et la nature des oxydes de fer et manganèse sous forme réduite va influencer sur la couleur observée. De plus, la couleur originale du substrat va également avoir un impact sur la couleur du sol. Ainsi, afin de vérifier si les conditions réductrices du sol sont actives, une réaction avec une solution chimique est recommandée (USDA, 2018).



Figure 1 : Canal racinaire appauvri en oxydes de Fe et Mn (©T. Gasche)



Figure 2 : horizon réduit (partie inférieure) (©V. Kern)

La réduction des oxydes de fer et de manganèse peut se passer dans les pores ainsi que dans la matrice du sol tant que de la matière organique est présente. Les appauvrissements en fer se forment probablement lentement dans la plupart des cas. Selon Ducommun (Webinaire AFES, 2019), la consommation de l'oxygène dans l'eau prend au minimum 72h si aucun renouvellement en eau chargée d'oxygène ait lieu. Pour que les traits d'hydromorphie s'élargissent tant dans les pores que dans la matrice, il faut probablement que plusieurs événements de réduction aient lieu pour induire la réduction du fer nécessaire à l'élargissement des caractéristiques d'appauvrissement. Les grandes caractéristiques d'appauvrissement se forment donc au fil du temps. Concernant les macropores dans les horizons A fortement bioturbés, avec des petits agrégats et une abondance en matières organiques colorantes, les caractéristiques d'appauvrissement sont difficiles à voir en raison de la perturbation physique, de la petite taille et du masquage par les matières organiques (Ducommun, 2023).

- Manque de photos pour:
 - Types de traits oximorphes:
 - Nodules et concrétions (+)
 - Masses non-cimentées (--)
 - Revêtement de pores (--)
 - Zones cimentées (Fer des marais)(+)
 - Zones endurées (Fer des marais enduré)(+) (Enrichissement en Jarosite) (++)
 - Types de traits réductimorphes
 - Déplétions en fer/appauvrissements (-)
 - Composés de fer et manganèse réduits (-)
 - (Enrichissement en sulfure de fer) (coloration noire) (+)



©T.Gasche



©J.Siegrist



Exemple: revêtements de pores et déplétion en fer issu d'un Gley réduit. (Saint-Martin, FR; © Vincent Kern)



https://stock.adobe.com/fr/search?k=%22bo g+iron+ore%22&asset _id=401968216



https://www.lbeg.niedersachsen.de/startseite/boden_gr undwasser/bodenschutz/sulfatsaure_boeden_niedersae chsichen_kuestengebieten/sulfatsaure-boeden-171614.html



- Fehlende Fotos für:

- Oxidationsmerkmale:

- Knötchen und Konkretionen (+)
- Nicht zementierte Massen (--)
- Porenauskleidung (--)
- Zementierte Lagen (bog iron) (+)
- Verhärtete Lagen (Raseneisenstein) (+)
- Jarosit Anreicherung (++)

- Reduktionsmerkmale:

- Nassbleichungsfarbe(--)
- Reduktionsfarben(--)
- Eisensulfid-Anreicherung (Schwärzfarbung)(+)



©A.Schmidhauser



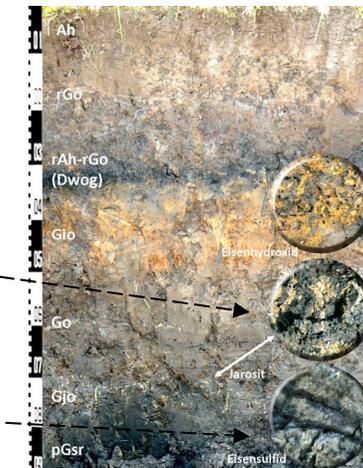
©J.Siegrist



Beispiel: Porenauskleidung und Nassbleichungsfarbe von ein Bunt Gley. (Saint-Martin, FR; © Vincent Kern)



https://stock.adobe.com/fr/search?k=%22bog+iron+ore%22&asset_id=401968216



https://www.lbeg.niedersachsen.de/startseite/boden_grundwasser/bodenschutz/sulfatsaure_boeden_niedersaechsischen_kuestengebieten/sulfatsaure-boeden-171614.html



Photos de Pseudogleys (et de Gley) pour illustrer les horizons caractéristiques et les traits rédox associés:

- Une photo du profil entier avec une brève description du sol et du lieu.
- Une ou deux images des horizons caractéristiques (si besoin).
- Une ou deux (ou plus) photos «zoomées» sur les caractéristiques redox de chaque horizon.

Fotos von Pseudogley (und Gley) zur Veranschaulichung der charakteristischen Horizonte und der damit verbundene Redoxmerkmalen:

- Ein Foto des gesamten Profils mit einer kurzen Beschreibung des Bodens und des Ortes.
- Ein oder zwei Bilder von charakteristischen Horizonten.(falls nötig)
- Ein oder zwei (oder mehr) „gezoomte“ Fotos zu den Redoxmerkmalen jedes Horizonts.