

# Gruppe der Böden mit eluvialer Tonverlagerung – lessivierte Böden (neu: Luvisole)

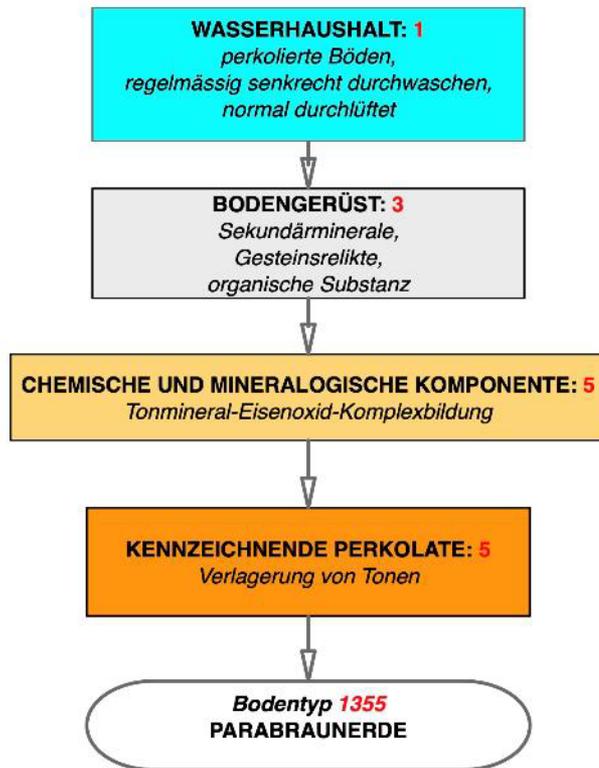
rKLABS-Referenzbodentypen Neo-Luvisol, Typic-Luvisol und Albic-Luvisol (≈Fahlerde, Luvisol dégradé, Retisol, Ex-Albeluvisol)

*(aKLABS-Bodentyp Parabraunerde)*

# Zur Erinnerung: aKLABS klassifikatorische Vorgaben

## aKLABS: Kapitel 2

- Grundlagen und Prinzipien der Bodenklassifikation



## aKLABS: Kapitel 7

- Beschreibung und Benennung wichtiger Böden der Schweiz

**Entwickelte Böden mit E- und I-Horizonten:**  
Feintone werden aus dem A- und dem AE-Horizont verlagert. Das Profil ist deutlich horizontiert, was sich in der Horizontfarbe und im Gefüge sowie auch in analytischen Werten dokumentiert.

### Bodentyp Parabraunerde:

1. Kennzeichnender Horizont: **It**
2. Bsp. Horizontabfolge:  
Wald: Of-Ah-Bt-**It**-BC  
Acker: Ah,p-AE-Bt-**It**-BC

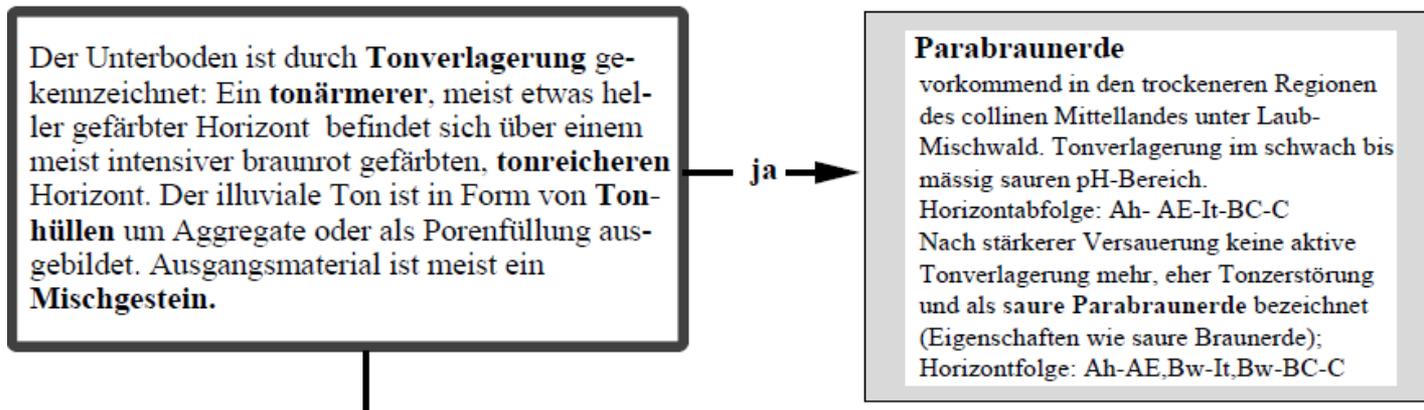
# Zur Erinnerung: aKLABS klassifikatorische Vorgaben

- Schlüssel (BGS, 1996):
  - Parabraunerde
  - Saure Parabraunerde

## Entwickelte Böden mit einem AE- oder E- und I-Horizont

⑥

1355



# Zur Erinnerung: aKLABS klassifikatorische Vorgaben

- Weitere Differenzierung mit den Untertypen T1-T3 (Kriterien dafür unklar)
- Untertyp ZT (tonhüllig) für Darstellung von Übergängen anderer Bodentypen zur Parabraunerde (sowie zur Kennzeichnung von Tonhüllen auch bei Parabraunerden)

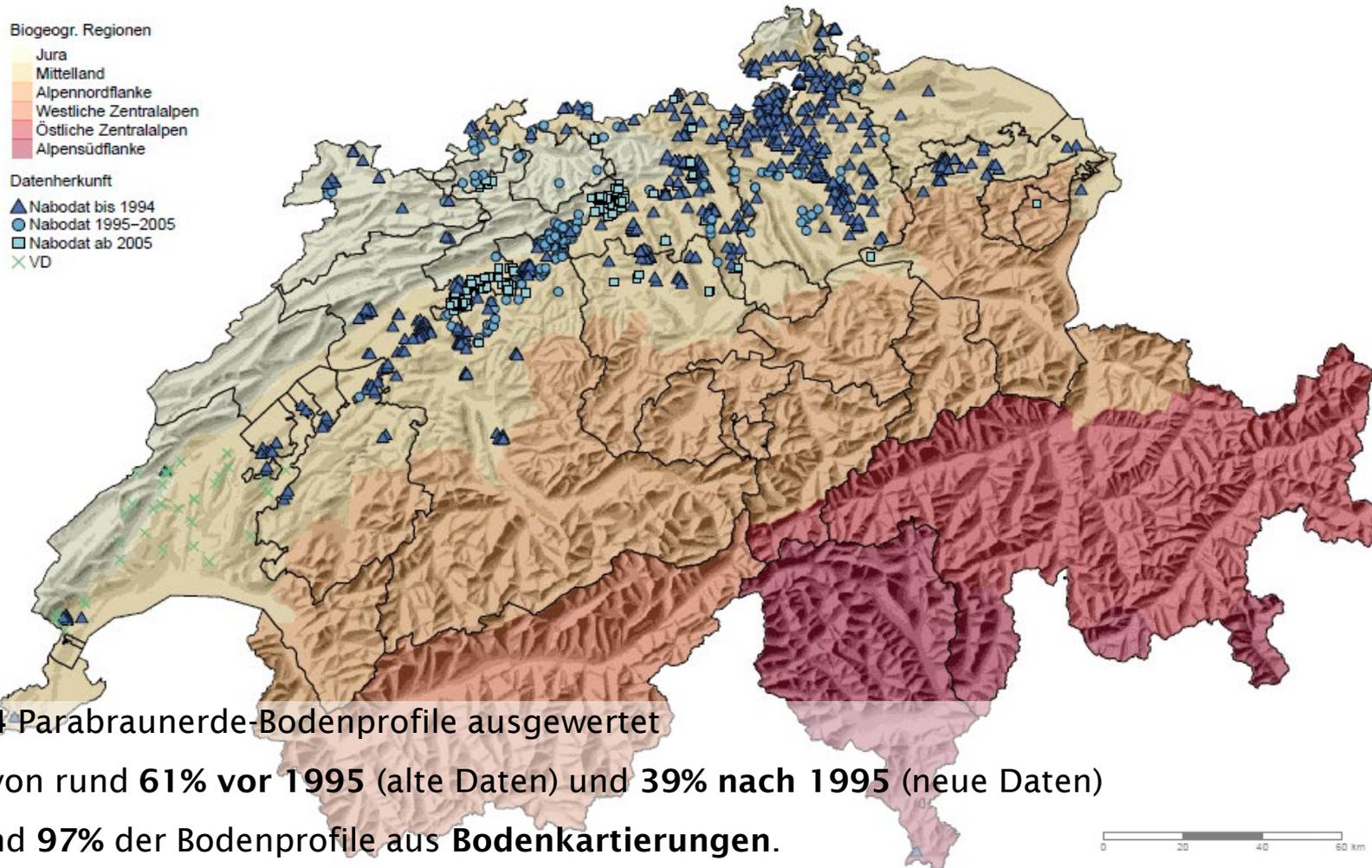
# Zur Erinnerung: aKLABS klassifikatorische Vorgaben

Horizont	Erläuterungen (gegen Originalversionen z.T. gekürzt)
A	<b>"Basishorizont"</b> für den AE-Übergangshorizont": <i>Oberbodenhorizont mit &lt; 30% OS in der Feinerde</i>
E	<b>Eluvial-</b> oder Auswaschungshorizont; zeigt sich z.B. am relativ geringeren Tongehalt oder an starken Ausbleichungen; keine detailliertere Definition vorhanden
AE, <b>BE</b>	<b>Eluvial-</b> oder Auswaschungshorizont; wird als Übergangshorizont sehr oft verwendet, jedoch keine Definition vorhanden
I	<b>Illuvial-</b> oder Einwaschungshorizont; liegt unter einem E-Horizont; die Illuviation bildet Umhüllungen, Tapeten, Konkretionen, Krusten, Kolloidkonzentrationen oder Kristalle; Farbton oft intensiver oder dunkler
It <b>BlIt</b>	<b>Illuvial:</b> Art der eingewanderten und angereicherten Substanz ist toniger als in den aufliegenden und unten folgenden Horizonten.

# Aktuelle Situation

Ergebnisse der NABODAT-Auswertung

# Parabraunerden im NABO-Datensatz



- **994** Parabraunerde-Bodenprofile ausgewertet
- Davon rund **61% vor 1995** (alte Daten) und **39% nach 1995** (neue Daten)
- Rund **97%** der Bodenprofile aus **Bodenkartierungen**.
- **Parabraunerde = dritthäufigste Bodentyp** im Datensatz (Braunerde>Kalkbraunerde>Parabraunerde)
- Im Datensatz praktisch nur die biogeograph. Regionen **Mittelland (89%)** und **Jura (11%)** vertreten.
- Die meisten Daten stammen aus den Kantonen **ZH, SO, AG und BE**.
- Es dominieren **Landwirtschaftsböden** inkl. «nicht Waldböden» (**83%** der Bodenprofile), **Waldböden** haben somit im Datensatz einen Anteil von rund **17%**.

# Auswertung, das Wichtigste in Kürze: a) Horizonte

## Horizonte, typische Horizontfolge:

- ▶ ausgeprägte Form: **EAh – E – BE – EBcn – It,g – BC – C**
- ▶ schwach ausgeprägte Form: **EAh – Bw – It – BC – C**
- ▶ Im Wald ist i.d.R. eine organische Auflage (O-Horizonte) vorhanden, die oft über einem Ahh-Horizont liegt.

## Bodenfarbe:

- ▶ **Die Farbe der It-Horizonte entspricht generell den Erwartungen:** rötlich-braune Farbtöne (häufigste Bodenfarben 10YR 5/6, 7.5YR 5/6, 7.5YR 4/6).
- ▶ **Farbe der eluvialen E- und EA-Horizonte ist ziemlich heterogen.** Oft sind diese Horizonte dunkler und farbiger als es bei eluvialen Horizonten zu erwarten wäre (häufigste Farben 10YR 5/4, 10YR 4/4, 10YR 5/6). Mögliche Erklärung: landwirtschaftliche Bodenbearbeitung, wenig Tonverlagerung.

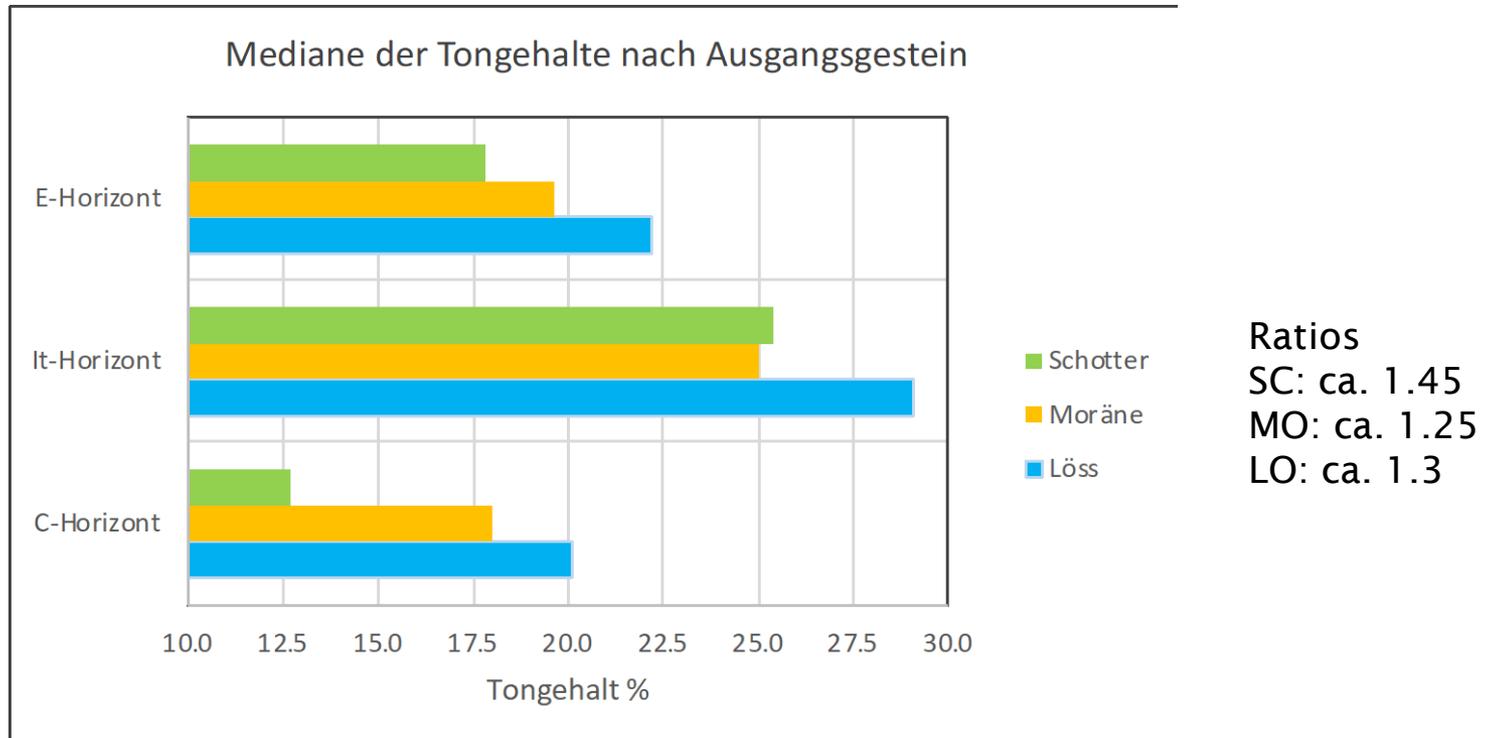
## Tongehaltgradienten von E- zu den I-Horizonten

- ▶ **meistens zwischen 1.2 und 1.5**  
(Bsp.: Tongehalt im E-Horizont beträgt 20%, aufgrund der Daten ist es zu erwarten, dass der Tongehalt im It-Horizont zwischen 24 und 30% liegt.)

## Tonbeläge:

- ▶ keine detaillierten Informationen zum Vorhandensein und zum Ausprägungsgrad der Tonbeläge

# Das Wichtigste in Kürze: b) Tongehaltsprofile



# Das Wichtigste in Kürze: c) Untertypen

## Lückenhafte Vergabe der Untertypen erschwert die Interpretation

- ▶ **Wechselnde und dauernde Grund und Hangnässe (G, R)**  
bei 45 von 994 Bodenprofilen wurde G1 oder G2 klassiert, bei einem R1.
- ▶ **Staunässe (I)**  
Bei rund **einem Viertel** der Profile wurde Staunässe auf der Stufe Untertyp klassiert.  
Am häufigsten kommt der Untertyp I1 gefolgt von I2.
- ▶ **Gefügestand (Z)**  
85 der 994 enthalten Angaben zum Gefügestand auf der Stufe des Untertypes. Am häufigsten wurde der **Untertyp ZT** (tonhüllig) genannt.
- ▶ **Säuregrad (E)**  
Der Säuregrad wurde auf der Stufe Untertyp bei (nur) **rund der Hälfte** der Bodenprofile klassiert. Am häufigsten wurden die Parabraunerden als schwach sauer (**E2**) bezeichnet, gefolgt vom **stark sauer (E4) und sauer (E3)**.
- ▶ **Typenausprägung (T)**  
Anders als bei anderen Bodentypen, wurde diese Untertypgruppe bei den Parabraunerde relativ oft, bei rund der **Hälfte** der Bodenprofile, klassiert. Am häufigsten kommen die Untertypen **T2** (ausgeprägt) und **T1** (schwach ausgeprägt) vor. 17 Bodenprofile wurden als «degradiert» (**T3**) bezeichnet.

# Vorschläge für die revidierte KLABS

Gruppe der LUVISOLE

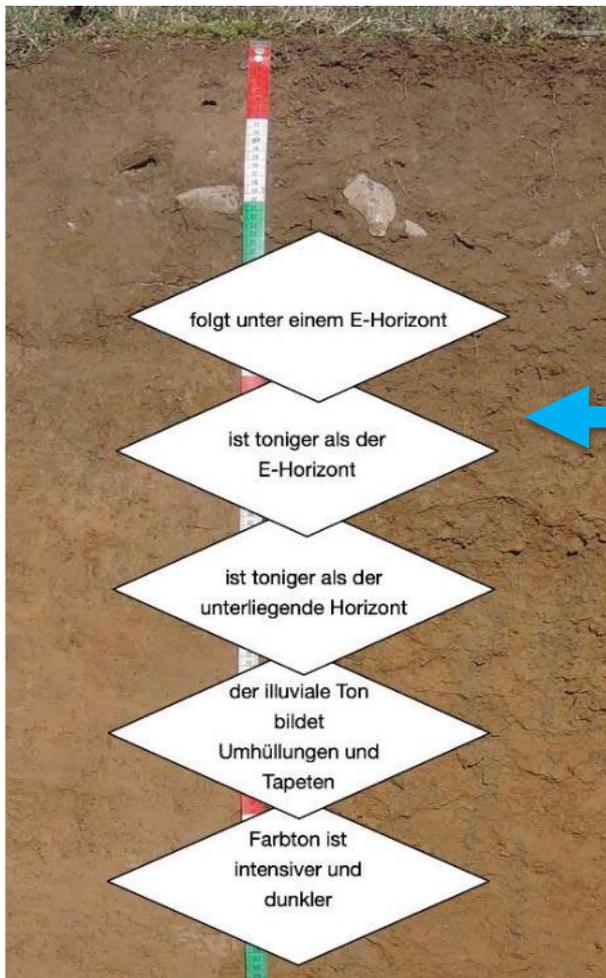
# Kennzeichnende Horizonte

- ▶ Illuviale Horizonte: It-Horizont
- ▶ Eluviale Horizonte: Ah,l- / El- und El,a-Horizonte
  
- ▶ **Definitionskriterien:**
  - Lage im Bodenprofil
  - Im Feld erkennbare Merkmale der illuvialen Tonanreicherung (Tongehalte, Tonbeläge)
  - Merkmale der Verarmung (Farbe (Munsell, relativ und absolut), Tongehalte)
  - wichtig: erkennen von lithologischen Wechsell

# It-Horizont

aKLABS

rKLABS



## It-Horizont

durch Illuviation mit Ton angereichert

### Beschreibung:

Ein I-Horizont mit dominanter illuvialer Tonanreicherung.

### Kennzeichnende Kriterien:

1. ausgeprägte **Tonbeläge** auf Oberflächen von Aggregaten und Skelettkomponenten und an Porenwänden mit bloßem Auge oder Lupe erkennbar, oder
2. bei sandreichen, pedogen nur schwach aggregierten Substraten **Tonbrücken** zwischen den Sandkörnern mit der Lupe erkennbar, und
3. der Anteil diesen illuvialen Merkmale beträgt  $\geq 15$  **Flächen %** (Bezugsfläche siehe Kriterium 1), und
4. höhere Tongehalte im Vergleich zum darüberliegenden Horizont, sofern dieser vorhanden ist. Der **Tonanreicherungskoeffizient** ist  $\geq 1.2$  (*keine lithogene Schichtung und gleiches Ausgangsgestein vorausgesetzt*), und
5. **höherer Tongehalt im Vergleich zu darunter folgendem Horizont / Schicht** (*keine lithogene Schichtung und gleiches Ausgangsgestein vorausgesetzt*)

### Hinweis:

Ist eine lithogene Schichtung und/oder lithologischer Wechsel vorhanden, genügen die Kriterien 1 und 2 für die Klassierung des It-Horizontes.

### aKLABS-Kompatibilität:

Die Anforderungen an den It-Horizont sind geringfügig strenger als jene in der aKLABS. Deswegen wurde der Tonanreicherungskoeffizient tiefer gesetzt als in den Vergleichsklassifikationen.

# Eluviale Horizonte (Tonverarmung)

## aKLABS

### E-Horizont

- Eluvial- oder Auswaschungshorizont. Die Substanzverarmung zeigt sich z.B. am relativ geringeren Tongehalt oder an starken Ausbleichungen.
- **Kombinierbarkeit** mit anderen Horizontsymbolen ist **nicht explizit geregelt**.
- Bei **Parabraunerden** oft in Kombination mit A-Horizont: **AE-Horizont** (nicht weiter definiert).

## rKLABS

### Klassifikationskriterien

- organischer Kohlenstoff,
- Tongehalt,
- Farbe Munsell feucht
- Fallweise: Basensättigung, Feintonanteil
- **Ah,I-Horizont:**  
Ah-Horizont mit Merkmalen der Lessivierung
- **El-Horizont**  
Durch Verlagerung von Tonmineralen verarmter, mässig gebleichter, in der Feinerde carbonatfreier, mineralischer Horizont.
- **El,a-Horizont**  
Infolge Verlagerung von Tonmineralen tonarmer, stark gebleichter, carbonatfreier, mineralischer Horizont

# Pedogenese – 3 Referenzbodentypen

## **Gemeinsamkeit:**

- ▶ Merkmale der Tonverlagerung erkennbar:
  - ▶ mindestens It-Horizont, meist auch eluvialer Horizont
  - ▶ Differenzierung nach Ausprägungsgrad der Lessivierungsmerkmale

## **3 Referenzbodentypen**

- ▶ NEO-LUVISOL
- ▶ TYPIC-LUVISOL
- ▶ ALBIC-LUVISOL

# Pedogenese – 3 Referenzbodentypen

## NEO-LUVISOL

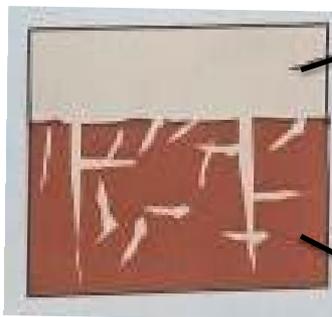
- ▶ Milieu: pH schwach sauer ( $\text{Ca}^{2+}$ -Gehalte niedrig), durchlässige Ausgangsmaterialien (Löss, Schotter, ...)
- ▶ mechanische Tonverlagerung (Tonminerale +  $\text{Fe}^{3+}$ )

## TYPIC-LUVISOL

- ▶ wie Neo-Luvisol, Milieu: zunehmend sauer, temporäre Vernässung möglich
- ▶ zunehmende Versauerung: org. Säuren verursachen Dispergierung der Ton- $\text{Fe}^{3+}$ -Humus-Komplexe und Verlagerung

## ALBIC-LUVISOL (Fahlerde, Luvisol dégradé, ehm. Albeluvisol, akt. Retisol):

- ▶ Verzahnung (z.T. in Verbindung mit „fragile“ Eigenschaften)



nach Zech et al. (2022)

Eluvial horizon (E): downward migration of clay minerals and oxides (oxide losses result in light colours)

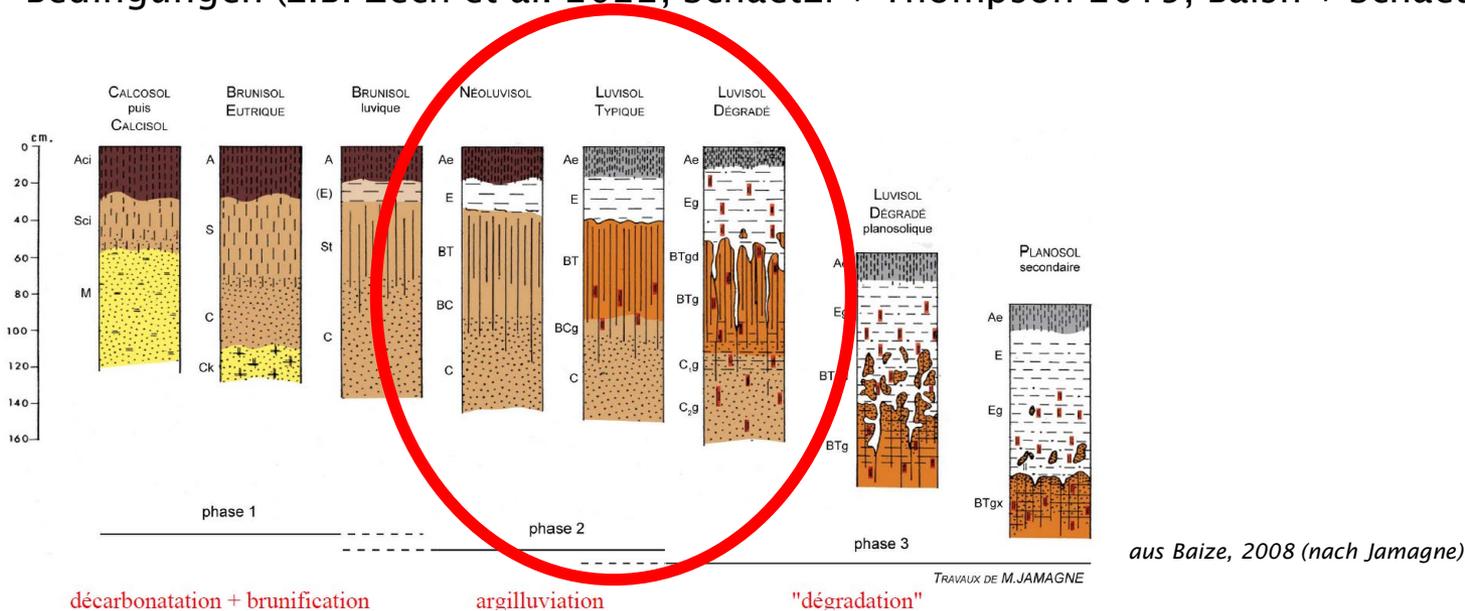
Interfingering of E material into the Bt horizon (retic properties)

Illuvial horizon (Bt) (argic horizon): accumulation of clay minerals and oxides (oxide gains result in intense colours)

# Pedogenese – 3 Referenzbodentypen

## ALBIC-LUVISOL (Fahlerde, Luvisol dégradé, ehm. Albeluvisol, akt. Retisol):

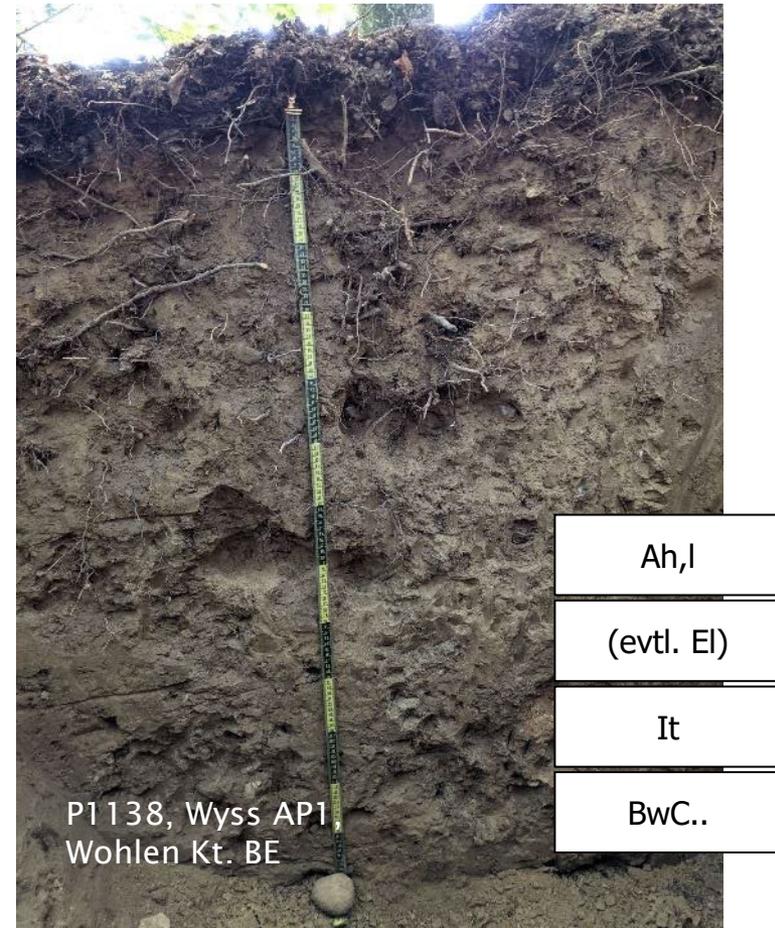
- ▶ 2 Theorien zur Entstehung werden diskutiert:
  - ▶ „chronologische Entwicklung“: **morphologische Degradierung des It-Horizontes**: Tonverlagerung (bis Tonzerstörung) unter sauren und zweitweise reduzierenden Bedingungen (z.B. Zech et al. 2022, Schaetzel + Thompson 2015, Baish + Schaetzel 2012)



- ▶ „polygenetische Entstehung“: lessivierter Boden wird **periglazial überprägt** (Eiskeile, ggf. Kryoturbation, ggf. periglaziale Überdeckung)

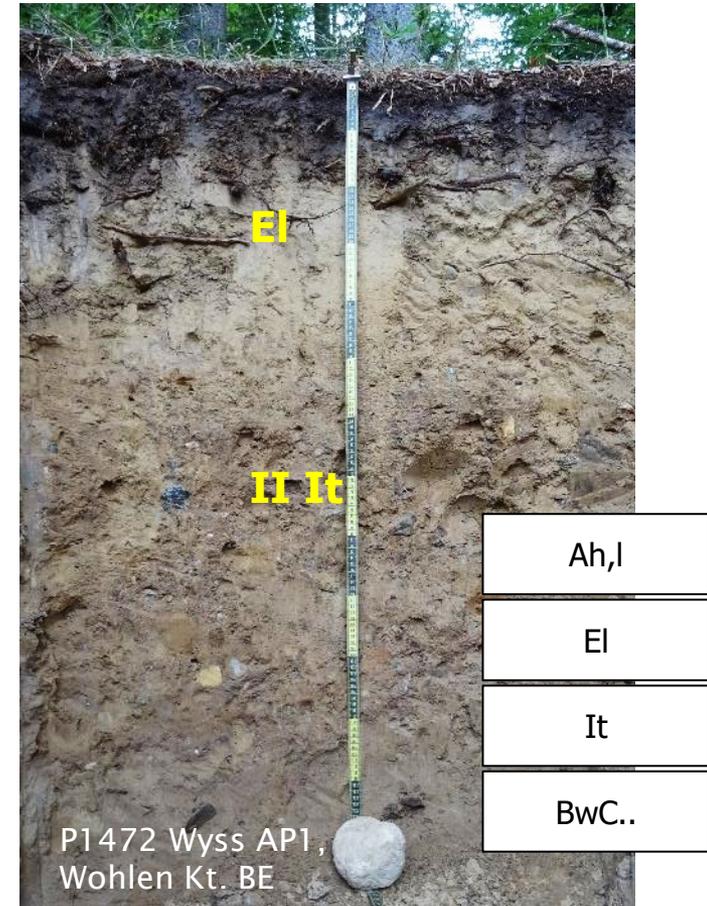
# NEO-LUVISOL

- ▶ weit verbreitet in CH
- ▶ Lessivierungsmerkmale eindeutig erkennbar, aber vergleichsweise schwach ausgeprägt
- ▶ Anforderungen an It-Horizont erfüllt
- ▶ Eluviale Horizonte mässig verarmt, noch wenig gebleicht, meist gut strukturiert und durchlüftet
- ▶ meist „progressiver“ Übergang von eluvial zu illuvial
- ▶ Tonanreicherungskoeffizient  $\geq 1.2$  (sofern kein lith. Wechsel)
- ▶ Typ. Horizontfolge Wald: (Klammer = evtl.)  
Ol-(Of)-Ah,I-(El)-It-(Bw)-C..



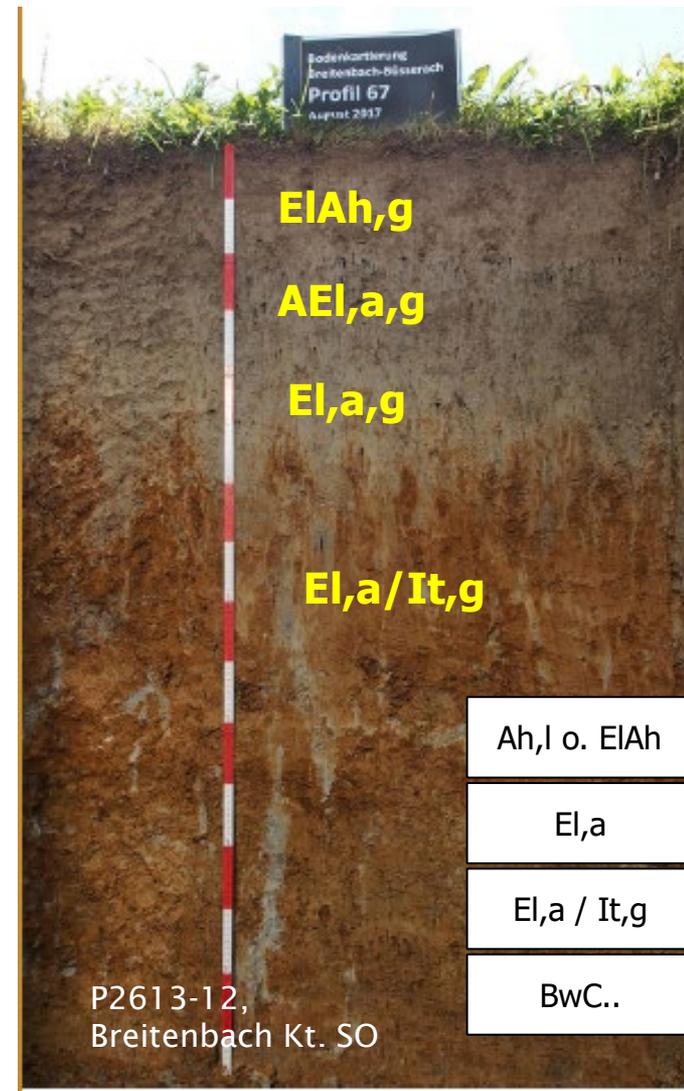
# TYPIC-LUVISOL

- ▶ in Lagen mit über längere Zeit ungestörter Bodenbildung
- ▶ Lessivierungsmerkmale stark ausgeprägt, relativer Flächenanteil > Neo-Luvisol
- ▶ Tonanreicherungskoeffizient > Neo-Luvisol ( $\geq 1.4$ )
- ▶ It-Horizont ausgeprägter
- ▶ Eluviale Horizonte deutlich tonverarmt und gebleicht (aber nicht fahl)
- ▶ meist scharfer Übergang von eluvial zu illuvial
- ▶ Staunässe möglich
  
- ▶ Typ. Horizontfolge Wald: (Klammer = evtl.)  
Ol-Of-Ah,I-**El-It** o. It,g-(Bw)-C..



# ALBIC-LUVISOL (Fahlerde, Luvisol dégradé, Ex-Albeluvisol, Retisol):

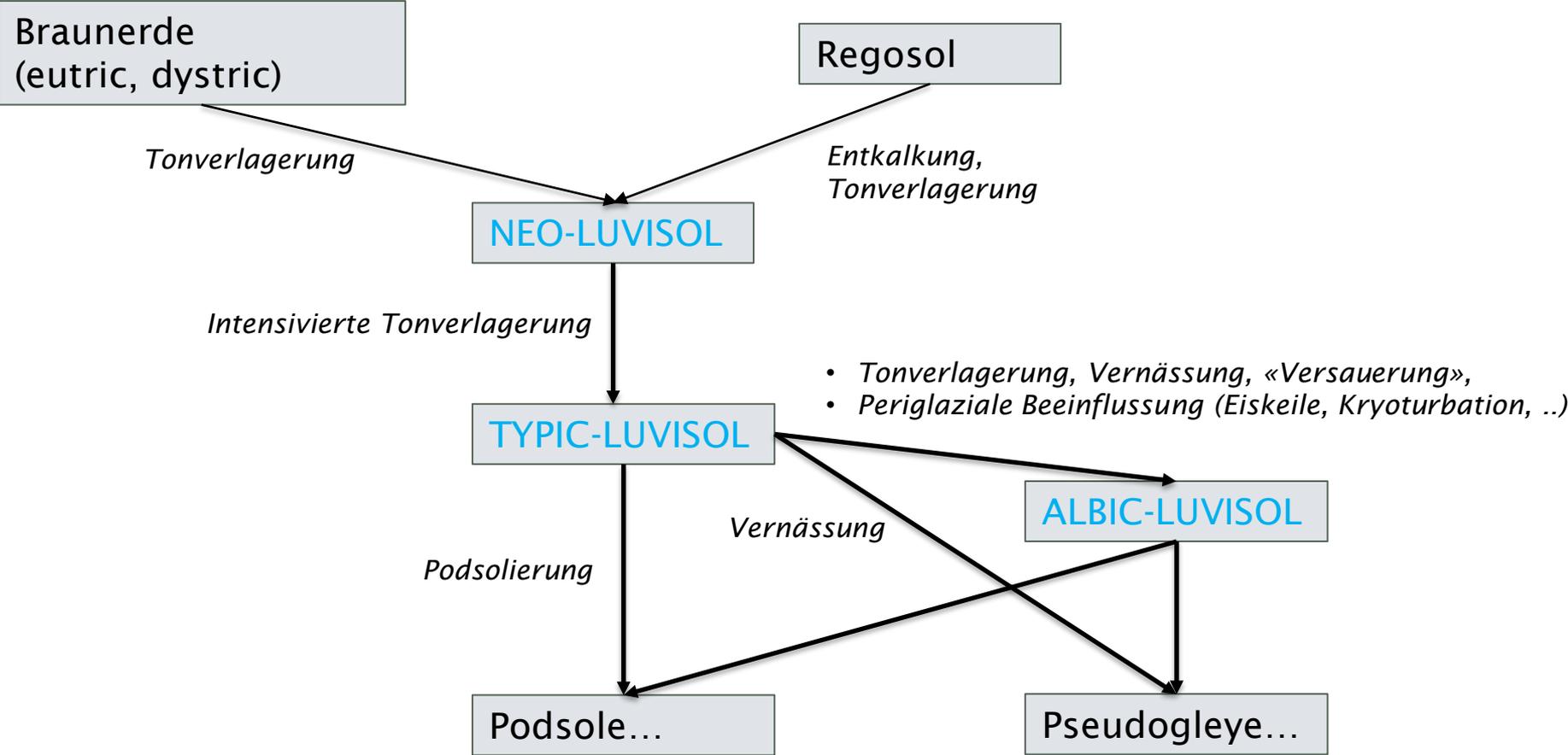
- ▶ in der CH vermutlich oft **polygenetisch** (periglazial beeinflusst, häufig mit lith. Wechsel)
- ▶ Tonanreicherungskoeffizient häufig nicht höher als bei Neo-Luvisol (..Beprobung?)
- ▶ **zungen-, finger- o. netzförmiges Eindringen des gebleichten, gröber texturierten El,a-Horizonts in den darunterliegenden, feinkörnigeren, It-Horizont.**
- ▶ El,a beginnt an Oberkante des It oder darüber
- ▶ i.d.R. **tiefe Basensättigung** (Achtung landw. Bodenverbesserungsmassnahmen) und **Staunässemerkmale**
- ▶ Vereinfachte Horizontfolge (Klammer = evtl.) (O..)-Ah,I-(BwEl)-(II)El,a,g-(II)El,a/It,g-(II)C..



# Wichtige Untertypen (prov. Auflistung)

- ▶ **Basensättigungsgrad** (eutric, distric, etc.)
- ▶ **Verlagerung organischer Substanz** zusammen mit Ton (mélanoluvique?)
- ▶ Verzahnung (Zungen) der eluvialen und illuvialen Horizonte (**glossic**)
- ▶ Bänderung / Lamellierung der illuvialen Horizonte (**gebändert**)
- ▶ Erosionsbedingtes / bearbeitungsbedingtes Fehlen der eluvialen Horizonte (erodiert, gekappt, verkürzt, «**tronqué**»)
- ▶ **Hydromorphe Merkmale** bei Übergang zu Pseudogleyen (Untertypen I) und Gleyen (Untertypen G und R)
- ▶ **pachique**: kennzeichnet einen Luvisol, bei dem der It-Horizont erst unterhalb einer gewissen Tiefe (z.B. 1 m auftritt)
- ▶ **rubefiziert**: Rotfärbung des It-Horizontes aufgrund zahlreicher Ferriargilans
- ▶ mit **albic** E-Horizont (albic)
- ▶ mit beginnender Podsolierung (**podsolig**, quarzkörnig, ...)
- ▶ Untertypen für **intensiv bewirtschaftete Luvisole** (kultiviert, gepflügt, aufgekalkt, gedüngt, etc.)

# Beziehung zu anderen Referenzbodentypen (prov.)



# Rückwärtskompatibilität rKLABS zu aKLABS

# Generelle Aussagen zur Rückwärtskompatibilität

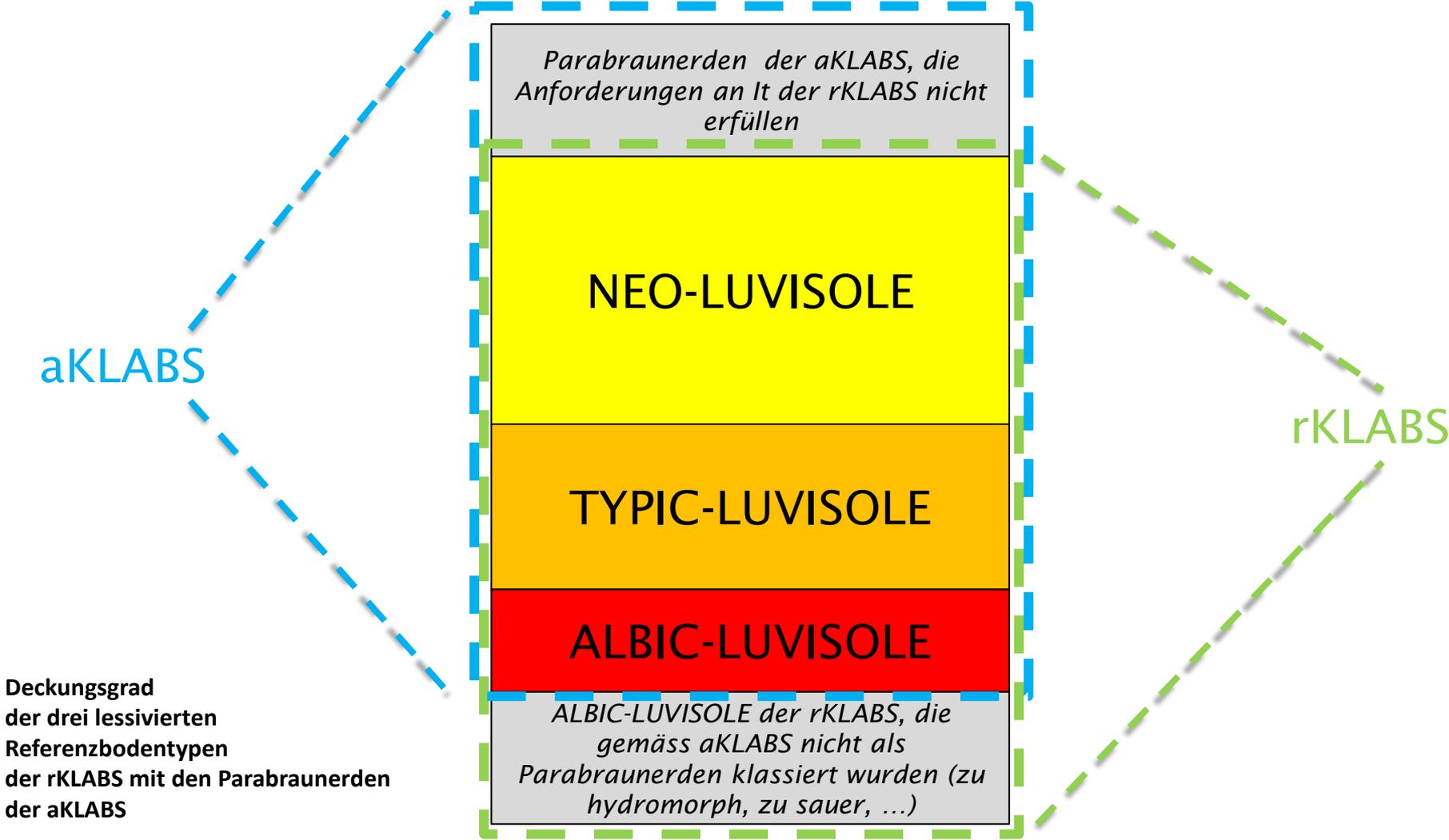
## AUSGANGSLAGE aKLABS

- ▶ nur ein Bodentyp (anders als z.B. WRB, KA5, RP)
- ▶ eluviale und illuviale Horizonte ohne verbindliche Klassifikationskriterien
- ▶ folglich Bodentyp Parabraunerde relativ weit gefasst und unscharf abgegrenzt

## rKLABS

- ▶ Horizontdefinitionen klarer, mit quantitativen Kriterien
- ▶ drei Luvisol-Referenzbodentypen der rKLABS decken das Spektrum der aKLABS-Parabraunerden weitgehend ab
- ▶ Wenn Anforderungen an It-Horizont nicht erfüllt → Übergangshorizont machen, Untertyp «lessiviert» für Übergänge von anderen RBT zu Luvisolen
- ▶ Die ALBIC-LUVISOLE umfassen z.T. auch Böden die in der aKLABS nicht als Parabraunerden klassiert werden (staunasse Böden). Merkmale sind aber z.T. auch auf spezielle Tonverlagerungsprozesse zurückzuführen.

# Rückwärtskompatibilität



# Schlusswort

## **ALBIC-LUVISOL**

→ WRB-Tag mit Peter Schad am 23.8.23

→ wer mag helfen?

**Merci!**

**????**