

Jahrestagung der DBG, Kommission V,  
Böden – Lebensgrundlage und  
Verantwortung, DBG  
7.-12. September 2013, Rostock  
Berichte der DBG (nicht begutachtete  
online Publikation)

## Ein substratorientiertes Boden-Evolutions-Konzept für geschichtete Bodenprofile

Carsten Lorz<sup>1</sup>

### 1. Zusammenfassung

Geschichtete Profile, d.h. lithologisch diskontinuierliche Böden, stellen ein globales Phänomen dar. Während in der geomorphologisch orientierten Bodenkunde Profile mit lithologischen Diskontinuitäten große Beachtung fanden, vernachlässigte die traditionelle Bodenkunde deren Erforschung bisher mit nur wenigen Ausnahmen. In der Konsequenz fehlt ein generelles genetisches Modell, das den bisherigen Ansatz der autochthonistischen Bodengenese um den Aspekt der Substratdynamik hin zu einem allochthonistischen Modell erweitert. Dies ist umso bedeutender, als die Abschätzung von bodengenesischen und -ökologischen Prozessen aus pedologischen Merkmalsausprägungen ohne die Berücksichtigung von Schichtungen zu erheblichen Fehleinschätzungen führen kann. Genese, Verbreitung und Eigenschaften von Böden

---

<sup>1</sup> Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, University of Applied Sciences, Wald und Forstwirtschaft, Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 3, 85354 Freising  
carsten.lorz@hswt.de

sind nur zu verstehen, wenn die Boden-decke langfristig als offenes System und als geographischer Körper aufgefasst wird. Daher muss das zu entwickelnde substratorientierte Boden-Evolutions-Konzept die Zeitvariabilität als Polygenese von Boden- und Substratbildung sowie die Raumvariabilität als Relief-Substrat-Zusammenhang einschließen.

In Böden mit lithologischen Diskontinuitäten bekommt das substratorientierte Boden-Evolutions-Konzept eine erhebliche Relevanz für Fragen die direkt oder indirekt die Bodengenese einschließen. Dazu gehören

- Abschätzung des tolerierbaren Bodenabtrag,
- Interpretation von Tiefenfunktionen von Bodeneigenschaften und
- Analyse der Rolle der Hanghydrologie hinsichtlich der Abflusentstehung.

### Schlüsselworte:

Geschichtete Bodenprofile, Bodengenese, lithologische Diskontinuitäten

### 2. Hintergrund

Bodenprofile die eine Schichtung in oder unter dem Solum aufweisen sind häufige Phänomene, die weltweit für natürliche und anthropogene Böden beobachtet werden (Lorz 2008). Schon Leiningen (1915) stellt für flugsandbeeinflusste Böden fest, „*Man muss sich im Gegenteil [...] von dem Gedanken losmachen, als stünde anstehendes Gestein und Boden immer in unmittelbarer genetischer Beziehung [...]*“. Ähnliche Schlüsse wurden von Semmel (1996), Brewer (1972, „[...] *lack of constancy of relationship of the regolith with the bedrock [...]*“) und Blume & Röper (1977) gezogen: „*Wird die Homogenität*

eines Profils bestätigt, kann man sich glücklich schätzen und alle Unterschiede zwischen Bodenhorizonten und Gestein pedogenetisch zu deuten versuchen. Im Normalfall handelt es sich aber um eine Bildung aus heterogenem Gestein.“

Entscheidend für die Identifikation von Schichtungen im Profil sind lithologische Diskontinuitäten, die von FAO (2006) als „significant changes in particle-size distribution or mineralogy that represent differences in lithology within a soil“ beschrieben werden.

Als Konsequenz kann Boden in ein geologisches und ein pedologisches Profil unterschieden werden (Abb. 1) oder in der Zusammenschau als bodengeologisches Profil oder Bodenform betrachtet werden.

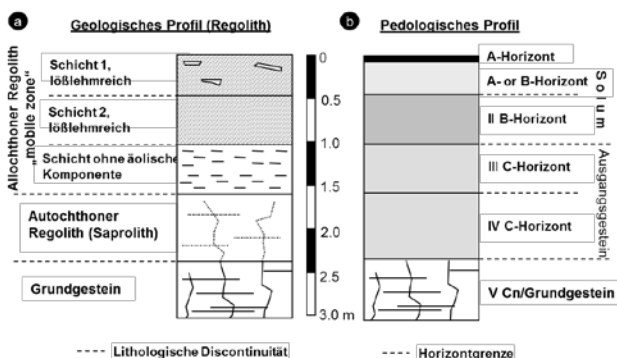


Abb. 1: Geologisches und pedologisches Profil

### 3. Bodenentwicklung in geschichteten Profilen

In der Bodenkunde hat sich der sog. A-B-C-Ansatz etabliert (Tandarich et al. 2002), der Bodengeneese als vertikalen Prozesskomplex auffasst (autochthonistischer Ansatz). Allerdings ist schon länger bekannt, dass laterale Ein- und Austräge in gelöster und partikulärer Form erheblich zur Ausbildung der Bodendecke beitragen. Basierend auf dem Modell der Bodenbildung von Simonson (1959, 1978) wurde

der Ansatz eines Prozess-Modells der Bodenevolution entwickelt, der Ein- und Austräge in das Profil sowie Transformation und -lokation im Profil als bodenbildende Faktoren berücksichtigt (Abb.2).

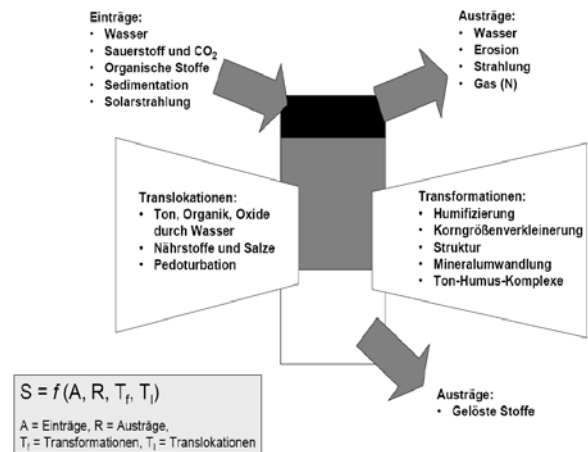
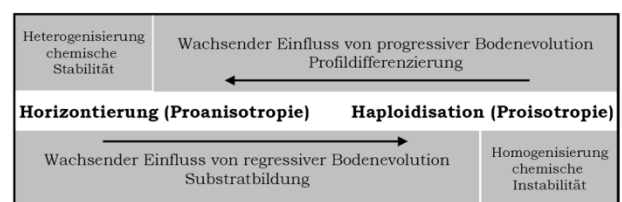


Abb. 2: Prozess-Modell der Bodenevolution nach Birkeland (1999), Dijkerman (1974), Gerrard (2000), Simonson (1959, 1978) (Lorz 2008)

Von Johnson & Watson-Stegner (1987) wurde dieser Ansatz aufgenommen und ein Prozess-Modell abgeleitet (Abb. 3). In diesem wird Bodenbildung als integratives Prozessgefüge von Anisotropie und Isotropie aufgefasst. Es werden regressive (bodenhorizont-zerstörende) und progressive (bodenhorizont-bildende) Prozesse unterschieden.

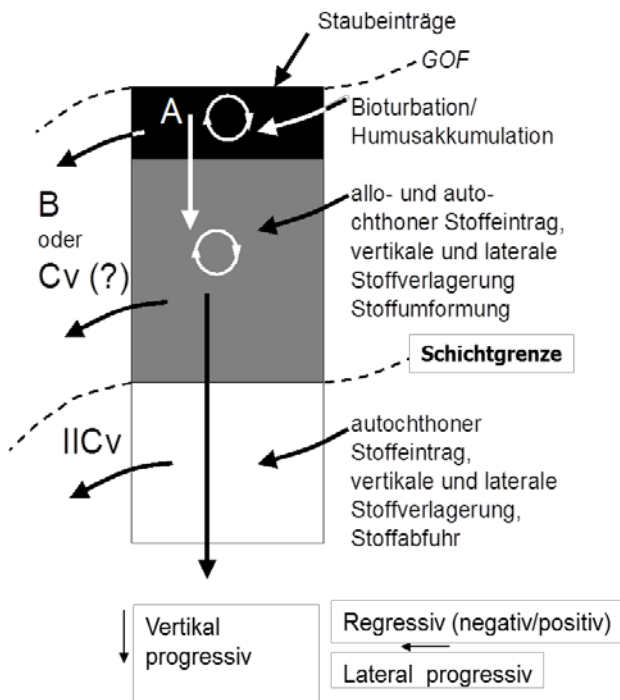


$$\text{„Boden“} = f(P, R)$$

Abb. 3: Vereinfachtes Modell der progressiven und regressiven Bodenevolution nach Johnson & Watson-Stegner (1987) (Lorz 2008)

Darauf aufbauend wurde ein substratorientiertes Boden-Evolutions-Konzept ent-

wickelt (Abb. 4). Dieses Konzept erklärt Boden als Produkt des Zusammenwirkens von geologischen, substratbildenden Prozessen (z.B. fluviale, äolische, kolluviale oder solifluidale Einträge) und pedologischen Prozessen im engeren Sinn (z.B. Podsolierung, Lessivierung).



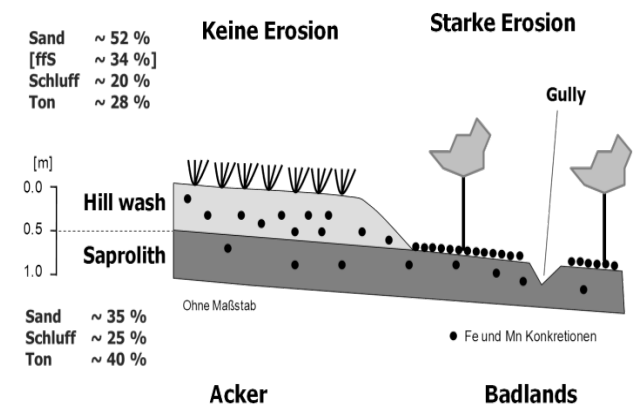
**Abb. 4:** Das substratorientierte Boden-Evolutions-Konzept

#### 4. Eigenschaften und Bedeutung von geschichteten Bodenprofilen

Praktische Relevanz bekommt die Entwicklung des substratorientierten Boden-Evolutions-Konzeptes in Fragen, die direkt oder indirekt die Bodengenese einschließen.

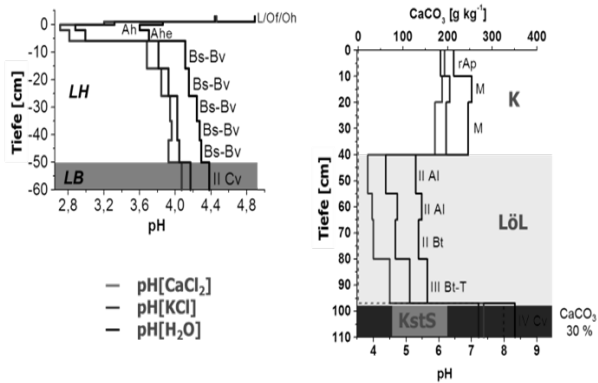
Die außerordentliche Bedeutung von geringmächtigen (2-6 dm) sand- oder schluffreichen Decken für die landwirtschaftliche Nutzung wird deutlich an einem Beispiel aus West-Kuba (Abb. 5). In zwei direkt benachbarten Standorten finden sich ein wenig erodierter Standort mit *hill wash*-Material unter ackerbaulicher

Nutzung, während ein zweiter Standort starke Erosionsanzeichen, Fe- und Mn-Konkretionen und Verlust der *hill wash*-Decke aufweist. Dort haben sich *badlands* mit Gullyerosion und schütterer Vegetationsdecke entwickelt. Dieser Standort ist zur ackerbaulicher Nutzung nicht mehr geeignet. Erosion für den nicht-degradierten Standort ist grundsätzlich nicht tolerierbar, da keine Neubildung des *hill wash*-Materials stattfinden kann.



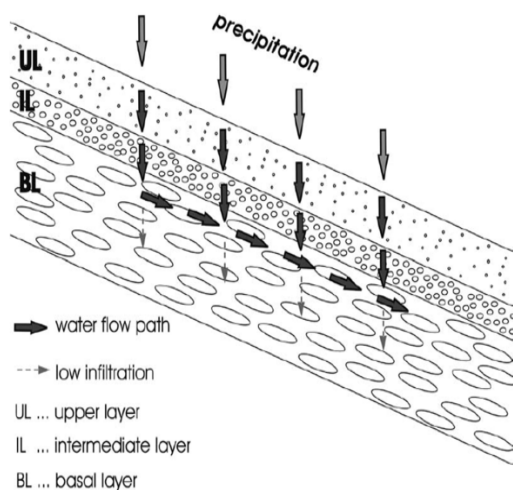
**Abb. 5:** *Hill wash*-/Saproolith-Profil (Acker) und *badlands* (erodiert) in West Kuba (Viñales)

Auch die Interpretation von Tiefenfunktion von Bodeneigenschaften braucht die Berücksichtigung von Schichtungen im Bodenprofil. Abb. 6 zeigt ein Profil (links) in dem der Verlauf der pH-Werte der Vorstellung einer dominierend vertikalen progressiven Bodenbildung weitgehend entspricht. Die durch Korngrößenunterschiede identifizierte lithologische Diskontinuität in 50 cm Tiefe scheint keinen Einfluss auf den Tiefenverlauf der pH-Werte zu haben. Dagegen zeigt das rechte Profil deutliche Sprünge der pH-Werte bei 4 dm und 10 dm auf. Diese sind mit dem Wechsel vom Kolluvium mit basischer Bodenreaktion zur versauerten Lösslehmdecke und dem Wechsel dieser Decke zum Kalksteinschutt verbunden.



**Abb. 6:** Tiefenverlauf des pH-Wertes in einer Podsol-Braunerde aus Hauptlage über Basislage aus Schieferschutt (links) und einem Kolluvisol über Parabraunerde aus Lößlehm über Kalksteinschutt (rechts) (Lorz 2008)

Schließlich sind erhebliche Effekte der Schuttdecken auf subkutane Wasserbewegungen entlang von Hängen zu erwarten. Schichten können dabei als Wasserleiter oder -nichtleiter wirken und erheblich zum Zwischenabfluss beitragen (Abb. 7). Im Beispiel bildet sich auf der Basislage aufgrund von Verdichtung, Lagerung des Skeletts und/oder Tongehalt ein präferierter Fließweg aus.



**Abb. 7:** Fließwege in periglazialen Deckschichten entlang eines Hangs in einem Kleinzugsgebiet im Ost-Erzgebirge (schematisch Darstellung (Lorz et al 2011)).

## 5. Schlussfolgerungen

In der Konsequenz ist eine stärkere Einbeziehung des substrat-orientierten Ansatzes zur Bodenbildung in prozessorientierten Studien zu fordern, die durch Interpretation von Strukturen im Boden auf ablaufende oder vergangene Prozesse schließen.

## 6. Schriftenverzeichnis

- BIRKELAND, P. (1999): Soils and Geomorphology, 3. Auflage, 430 S. Oxford (Oxford University Press)
- BLUME, H.-P. & H.-P. RÖPER (1977): Der Mineralbestand als bodengenetischer Indikator. Mitt. Dt. Bodenkdl. Ges. 25: 797-824
- BREWER, R. (1972): Use of macro- and micro-morphological data in soils stratigraphy to elucidate surficial geology and soil genesis. – J. Geol. Soc. Australia 19: 331-344
- DIJKERMAN, J.C. (1974): Pedology as a science: The role of data, models and theories in the study of natural soil systems. – Geoderma 11: 73-93
- FAO [FOOD AND AGRICULTURE ORGANISATION] (2006): World reference base for soil resources 2006 – A framework for international classification, correlation and classification. – World Soil Resources Report, 103: 1-128
- GERRARD, J. (2000): Fundamentals of soils, 230 S., London (Routledge)
- JOHNSON, D.L. & D. WATSON-STEGNER (1987): Evolution model of Pedogenesis. – Soil Sci. 143: 349-366
- LEININGEN W., GRAF ZU (1915): Über die Einflüsse von äolischer Zufuhr auf die Bodenbildung. – Mitt. Geol. Ges. Wien VIII: 139-177
- LORZ C, HELLER K, KLEBER A (2011): The regolith-continuum – a key parameter for landscape properties. – Zeitschrift für Geomorphologie 55, Suppl. 3, 279-294
- LORZ, C. (2008): Ein substratorientiertes Boden-Evolutions-Konzept für geschichtete Bodenprofile – Genese und Eigenschaften von lithologisch diskontinuierlichen Böden. - Relief - Boden - Paläoklima 23.
- SEMMELE, A. (1996a): Deckschichten in den deutschen Mittelgebirgen, geoökologische Charakterisierung für den Bodenschutz. – In: D. ROSENKRANZ, G. BACHMANN, G. EINSELE & H.M. HARREß [Hrsg.]: Bodenschutz [ergänzbare Handbuch] 1155: 1-16
- SIMONSON, R.W. (1978): A multiple-process model of soil genesis. – In: W.C. MAHANEY [Hrsg.]: Quaternary soils, GeoAbstracts, 1-25.
- SIMONSON, R.W. (1959): Outline of a generalized theory of soil genesis. – Soil Sci. Soc. Am. Proc. 23: 152-156
- TANDARICH, J.P., R.G. DARMODY, L.R. FOLLMER & D.L. JOHNSON (2002): Historical development of soil and weathering profile concepts from Europe to the United States of America. – Soil Sci. Soc. Am. J. 66 (2): 335-346