

Tagungsbeitrag zu: Jahrestagung der DBG, Kommission V, AG Bodengenetik, Bodenklassifikation, Bodensystematik
Titel der Tagung: Böden verstehen, Böden nutzen, Böden fit machen
Veranstalter: DBG, 03.-09.09.2011, Berlin und Potsdam
Berichte der DBG (nicht begutachtete Online-Publikation)
<http://www.dbges.de>

Internationale Klassifikation von Gesteinen nach pedologischen Gesichtspunkten

Ulrich Schuler, Rainer Baritz, Jan Willer, Harald G. Dill

1. Einführung

Im Rahmen des europäischen eSOTER Projekts (www.esoter.net) werden neue Methoden für die bodenkundlich ausgerichtete Abgrenzung von Landschaften mit GIS-Modellen entwickelt. Diese basieren im Wesentlichen auf digitalen Relief- und Lithologiedaten. Der Schwerpunkt der BGR-Arbeiten liegt auf der einheitlichen Erfassung und Darstellung von Gesteinsinformationen nach pedologischen Aspekten. Mit diesen Aktivitäten unterstützt die BGR auch ein Projekt des globalen Umweltüberwachungssystems GEOSS (Task „Global Soil Data“). Die BGR stellt nunmehr eine Überarbeitung der FAO-Ausgangsgesteinsklassifikation zur Diskussion.

Schlüsselworte: Bodenkartierung, Ausgangsgesteine, Lithologie

2. Hintergrund und Motivation

Das Ausgangsgestein ist ein wichtiger Einflussfaktor bei der Bodenbildung, und nimmt bei der Kartierung und Bewertung von Böden eine zentrale Rolle ein. Im Rahmen der bodenkundlichen Profilbeschreibung wie auch in Legendeneinheiten vieler Bodenkarten wird das Ausgangsgestein beschrieben. Um Fachinformationen grenzüberschreitend harmonisiert bereitstellen zu können, werden internationale Referenzsysteme bzw. Terminologien eingesetzt, wie z.B. die FAO-Profilbeschreibung (FAO, 2006).

Zentrales Problem bekannter Klassifikationen von Ausgangsgesteinen sind uneinheitliche Begriffsdefinitionen einschließlich einer unklaren Festlegung des Beginns der Bodenbildung, wie z.B.:

- Material, das zu Beginn der Bodenbildung vorliegt (Jenny, 1941).
- Unverfestigte organische und mineralische Materialien, aus denen sich Boden bildet (Soil Survey Division Staff, 1993, Neuendorf et al., 2005).
- Gestein, welches vor der Pedogenese gebildet wurde (KA5, 2005).
- Material aus dem der Boden vermutlich entstanden ist (FAO, 2006).
- Die geologische Ablagerung über und innerhalb der sich ein Boden entwickelt. Dabei handelt es sich im Normalfall um die erste erkennbare geologische Ablagerung unter der Bodendecke. Diese entspricht der Oberflächengeologie (BGS, 2009).

Derzeit heben sich international aus bodenkundlicher Sicht zwei Gesteinsgliederungen ab, diejenige der US Soil Taxonomy (Soil Survey Division Staff, 1993), und der FAO Guidelines for Soil Description (FAO, 2006). Auf europäischer Ebene wurde ferner für die Entwicklung einer internationalen Bodenkarte eine zur FAO-Klassifikation stark erweiterte Gliederung vorgestellt (Finke et al., 2001). Für Deutschland ist die KA5 Kartieranleitung maßgebend (Ad-Hoc-AG Boden, 2005). Folgende Defizite wurden nach eingehender Sichtung dieser existierenden Klassifikationen festgestellt:

- Inkonsistenzen in der Abgrenzung (z.B. saure Magmatite, basische Magmatite, Pyroklastika, fluvial)
- Vermischung von Materialbeschreibung und Materialbildungsprozessen (z.B. Terrassensand)
- Mangelhafte und fehlende Erklärung von „selbstdefinierten“ Materialien (z.B. Auensand, Flusssand, Zersatzbildungen)
- Verwendung von fragwürdigen Klassifikationskriterien (z.B. tertiärer Sand, Küstensand mit Muscheln)
- Fragwürdige Gesteinsauswahl (z.B. FAO, 2006: Granit fehlt, dafür werden

Minerale wie Ilmenit und Magnetit aufgelistet)

- Klassifikationslücken (z.B. FAO, 2006: saure und basische Metamorphite vorhanden, intermediäre Metamorphite fehlen)

Insbesondere die gängige Unterteilung der Gesteine auf höchster Ebene nach Gesteinshauptgruppen (FAO-, ESN-, KA5 Klassifikation) ist geologisch sinnvoll, doch pedologisch insofern fragwürdig, als dass aus einer Gesteinshauptgruppe die verschiedensten Bodenvergesellschaftungen und Bodeneigenschaften hervorgehen können. Beispielsweise gehen aus der Granitverwitterung generell tonärmere Böden hervor als aus der Basaltverwitterung; beide Gesteine gehören jedoch zu den Magmatiten. Dafür gehen aus der Verwitterung von Gneis Böden hervor, die ähnliche Tongehalte aufweisen wie die Böden aus Granit; allerdings gehören beide Gesteinstypen den unterschiedlichen Gesteinshauptgruppen der Magmatite und Metamorphite an, und werden bei den gängigen Klassifikationen bereits auf höchster Ebene unterschiedlich eingeordnet. Angestrebt wird daher eine verbesserte, pedologisch relevante Klassifikation von Ausgangsgesteinen, die in sich konsistent ist und nach einheitlichen lithologischen Kriterien erfolgt. Diese Klassifikation sollte sowohl zur Gesteinsansprache im Feld als auch zur Interpretation von geologischen Kartenlegenden geeignet sein und lithogenetische Bezeichnungen vermeiden.

3. Neuer Vorschlag für die internationale Gesteinsklassifikation zur Erhöhung der Aussagekraft für die Prognose von Bodeneigenschaften

Der neue Vorschlag für die internationale Gesteinsklassifikation definiert Bodenausgangsgestein als dasjenige, welches zu Beginn der Bodenbildung vorliegt und das einen wesentlichen Einfluss auf die Bodenentwicklung hat. Die Klassifikation besteht aus zwei Teilen. Im ersten Teil wird das Gesteinsmaterial charakterisiert (Tabelle 1), im zweiten Teil werden zusätzlich die gegenwärtigen Oberflächenprozesse beschrieben, die mit dem Ausgangsgestein in Verbindung stehen (Tabelle 2). Die Materialbeschreibung charakterisiert:

- Verfestigungsgrad
- Geochemischer Charakter
- Ausprägung des geochemischen Charakters
- Gesteinshauptgruppe
- Gesteinstypen

Ergänzend werden die Oberflächenprozesse auf zwei Ebenen beschrieben (Tabelle 2).

Der Vorteil des neuen Vorschlages liegt in einer verbesserten potentiellen Ableitbarkeit von Bodeneigenschaften. Die Materialbeschaffenheit des Ausgangsgesteins steht in engem Zusammenhang zu bodenchemischen und bodenphysikalischen Eigenschaften (Gray et al., 2009, 2011, Gray and Murphy, 2002, Whitesand, 1953). Der Verfestigungsgrad steht beispielsweise häufig in Beziehung zu Skelettanteil, Bodenmächtigkeit und Verwitterungsraten. Der geochemische Charakter lässt beispielshalber Aussagen über die Salz-, Karbonatkonzentration, Basensättigung und Nährstoffvorräte zu. Die Ausprägung des geochemischen Charakters korreliert häufig mit vielen wichtigen Kennwerten der Bodenqualität, wie Skelettanteil, Textur, Tonmineralogie, Bodenmächtigkeit, Feldkapazität, Kationenaustauschkapazität, Basensättigung, Nährstoffvorrat, organischer Substanz, Haupt- und Spurenelementkonzentration, Erodierbarkeit, Quell- und Schrumpfvormögen, sowie dem Bodengefüge. Die einzelnen Gesteinstypen geben Auskunft über lokale Bodenvariabilität, Haupt- und Spurenelementgehalte, Permeabilität, Erodierbarkeit, Durchwurzelbarkeit und Salzgehalt. Die Oberflächenprozessinformationen beschreiben alle Vorgänge, die gegenwärtig an der Erdoberfläche wirken, und die Bodenbildung beeinflussen. Dabei steht der Oberflächenprozess häufig in Verbindung mit Skelettanteil, Textur und organischer Substanz. Die unterschiedlichen Prozesse geben Auskunft darüber, ob die Bildung bzw. Bereitstellung eines Bodenausgangsgesteins noch andauert oder abgeschlossen ist. Befindet sich das Milieu eines Ausgangsgesteins in „statu nascendi“ (z.B. Ablagerung von Sedimenten in einer Talau), dann ist für diesen Standort nur mit jungen und unreifen Böden zu rechnen. Ist die Bildung bzw. Bereitstellung eines Ausgangsgesteins an der Oberfläche abgeschlossen, dann ist in Abhängigkeit vom lo-

kalen Klima auch mit reifen Böden innerhalb der Bodenvergesellschaftung zu rechnen.
Tabelle 1: Vorschlag für die neue internationale Bodenausgangsgesteinsklassifikation:
I. Materialbeschreibung (Auszug*)

Ebene 1: Verfestigungsgrad	Ebene 2: Geochemischer Charakter	Ebene 3: Ausprägung des geochemischen Charakters	Ebene 4: Gesteinshauptgruppe	Ebene 5: Gesteinstyp
C verfestigt	CS silikatisch	CSA sauer (> 66% SiO ₂)	CSAI Magmatit	CSAI2 Granit, Rhyolit
C verfestigt	CC karbonatisch	CCP rein (> 90% Karbonate)	CCPM Metamorphit	CCPM1 Marmor
S halbverfestigt	SC karbonatisch	SCX nicht spezifiziert	SCXS nicht spezifiziert	SCXS1 Kreide
U unverfestigt	US silikatisch	USA sauer (> 66% SiO ₂)	USAS Sedi-ment	USAS1 Sand
U unverfestigt	UC karbonatisch	UCX nicht spezifiziert	UCXS Sedi-ment	UCXS1 Karbonatsand

*) Die vollständige Tabelle ist darauf ausgelegt, möglichst alle Gesteine einordnen zu können; sie enthält gegenwärtig mehr als 200 Gesteinstypen sowie deren Definitionen und durchschnittliche SiO₂ Gehalte.

Tabelle 2: Vorschlag für die neue internationale Bodenausgangsgesteinsklassifikation:
II. Gegenwärtige Oberflächenprozesse (Auszug)

Ebene 1: Prozess	Ebene 2: Spezifikation
a äolische Ablagerung	ab sandig
c chemische Ablagerung	cd verkrustet
u fluviatile Ablagerung	ux nicht spezifiziert
e Erosion	ew hydrisch
e Erosion	ev äolisch
w Verwitterung	wp physikalisch

4. Anwendungsgebiete

Die hier vorgeschlagene Bodenausgangsgesteinsklassifikation ermöglicht die einheitliche Erfassung und Darstellung von Ausgangsgesteinen und pedologisch wirksamen Oberflächenprozessen, und unterstützt somit die klassische und digitale Kartierung von Bodentypen und Bodeneigenschaften. Die Klassifikation kann sowohl im Gelände, als auch zur Uminterpretation von geologischen Legendeneinheiten angewandt werden. Auf globaler und europäischer Ebene kann die vorgeschlagene Klassifikation für die Abgrenzung von Bodenregionen eingesetzt werden. Auf nationaler Ebene (Abbildung 1) ermöglicht die vorgeschlagene Klassifikation eine pedo-lithologisch sinnvolle Gliederung der Legende der geologischen Karte 1:1 M, z.B. für eine Vereinheitlichung der Abgrenzungskriterien von Bodengroßlandschaften. Fachübergreifend ist eine Anwendung für die Weiterentwicklung kleinmaßstäbiger hydrogeologischer Übersichtskarten denkbar.

6. Dank

Diese Arbeit wurde von der EU finanziell unterstützt.

7. Literatur

Ad-Hoc-AG Boden, (2005). Bodenkundliche Kartieranleitung (5th Edition). Hannover, Germany.
British Geological Survey (BGS), (2009). The soil parent material database (SPM-v4): A user guide. Landuse and Development Programme and Information Products. Open Report OR/08/034. Keyworth, Nottingham.
FAO, (2006). Guidelines for soil description. FAO, Rome, Italy.
Finke, P., Hartwich, R., Dudal, R., Ibàñez, J. J., Jammagne, M., King, D., Montanarella, L., Yassoglou, (2001). Georeferenced Soil Database for Europe. Manual of Procedures. Version 1.1 by European Soil Bureau Scientific Committee. Joint Research Centre, Italy.
Gray, J.M., Humphreys, G.S., Deckers, J.A., 2011. Distribution patterns of World Reference Base soil groups relative to soil forming factors. *Geoderma*, 160(3-4): 373-383.

Gray, J.M., Humphreys, G.S., Deckers, J.A., (2009). Relationships in soil distribution as revealed by global soil database. *Geoderma*, 150, 309-323.

Gray, J. and Murphy, B., (2002). Parent material and world soil distribution. 17th WCSS, Bangkok, Thailand.

Jenny, H., (1941). *Factors of soil formation. A system of quantitative pedology.* Mcgraw-Hill, New York.

Soil Survey Division Staff, (1993). *Soil survey manual.* Soil Conservation Service. U.S. Department of Agriculture Handbook 18.

Whitesand, E.P., (1953). Some relationships between the classification of rocks by geologists and the classification of soils by soil scientists. *Soil Science Society Proceedings* 17: 138-142.

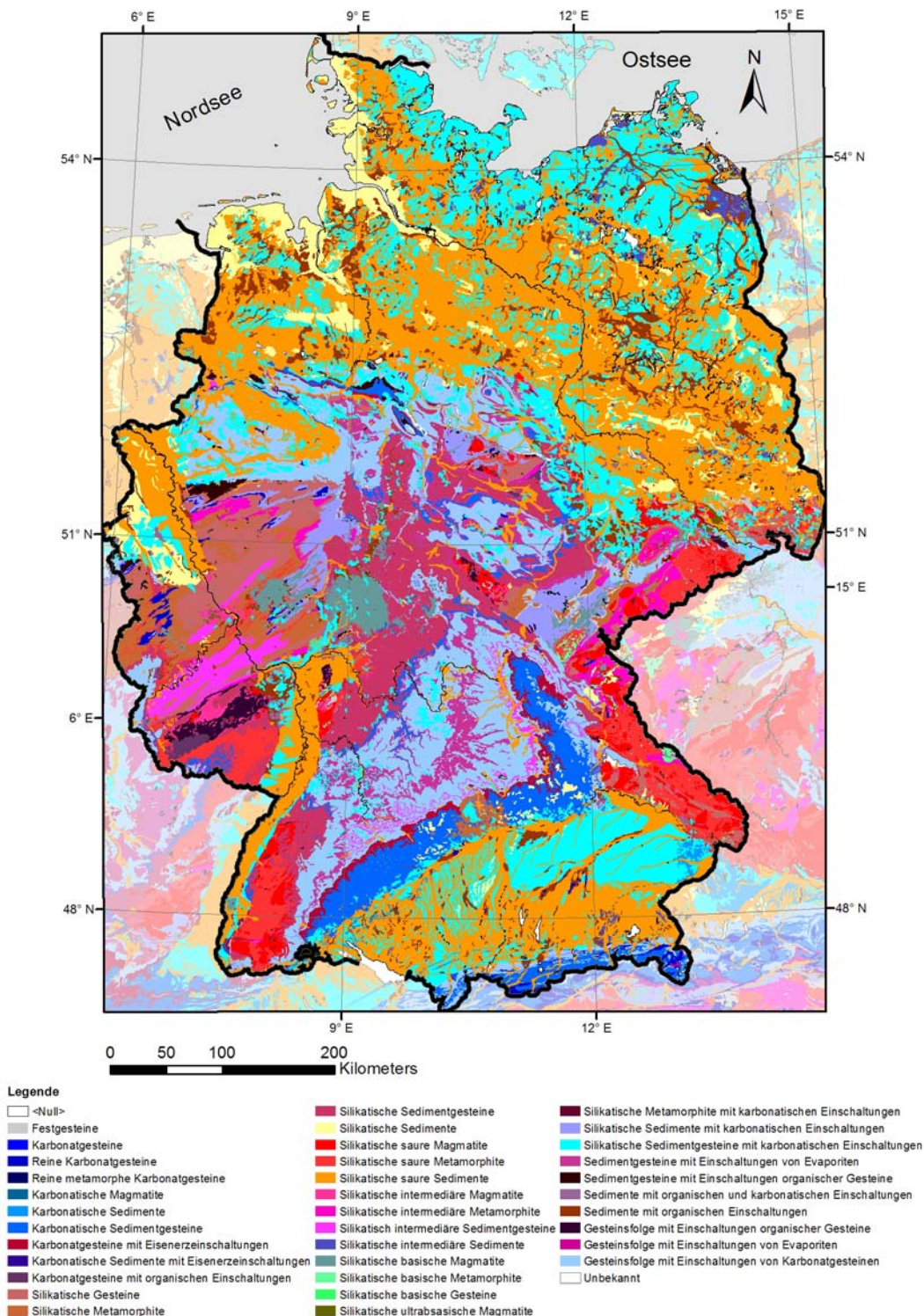


Abbildung 1: Bodenausgangsgesteinskarte (Materialbeschreibung) von Deutschland basierend auf der GK 1000^{©BGR}.