

Tagungsbeitrag zu: Jahrestagung der DBG, AG Humusformen

Titel der Tagung: Unsere Böden – Unser Leben

DBG, 5.-10. September 2015, München

Berichte der DBG (nicht begutachtete online Publikation)

<http://www.dbges.de>

GIS-basierte Modellierung von Humusformen und Enchyträen in zwei italienischen Alpentälern

Niels Hellwig¹, Ulfert Graefe², Dylan Tatti³, Kerstin Anschlag¹, Jean-Michel Gobat³, Gabriele Broll¹

Zusammenfassung

In einem Gebiet in den norditalienischen Alpen (Val di Sole / Val di Rabbi, Trentino) werden bodenökologische Zusammenhänge und Prozesse untersucht. Daten über Humusformen und Enchyträengemeinschaften liefern wertvolle Informationen zur Dynamik des Streuabbaus. Ziel war die Entwicklung eines räumlichen Modells zur Erstellung von Prognosekarten für die Verbreitung von Oh-Horizonten und Enchyträen, klassifiziert in Moder- und Mull-Indikatoren gemäß ihrer ökologischen Präferenz.

Mithilfe von Entscheidungsbäumen und Fuzzy-Logik werden Zugehörigkeitsfunktionen formuliert, die die Zusammenhänge des Auftretens von Humusformen und Enchyträenarten mit den Umweltvariablen Höhenlage und Hangexposition beschreiben und mit dem Software-Tool ArcSIE verarbeitet werden. Die Ergebnisse zeigen eine gute Übereinstimmung zwischen dem Auftreten von Oh-Horizonten und dem Vorkommen

von Moder-Indikatoren. Moderartige Humusformen finden sich überwiegend an höher gelegenen nordexponierten Lagen, mullartige Bedingungen dominieren an tiefer gelegenen südexponierten Standorten. Das Konzept der Fuzzy-Logik hat sich als geeignet für die Erstellung eines Modells im Hinblick auf die Fragestellungen herausgestellt, da dieses die Abbildung der hohen lokalen Variabilität in den Zersetzungsbedingungen ermöglicht.

Schlüsselwörter: Upscaling, Oh-Horizont, Entscheidungsbaum, Fuzzy-Logik, ArcSIE

Fragestellung

Im Rahmen des D.A.CH.-Projektes "Effect of climate on coarse woody debris decay dynamics and incorporation into the soils of forested Alpine areas" (DecAlp) werden bodenökologische Zusammenhänge und Prozesse untersucht. Daten über Humusformen und Enchyträengemeinschaften liefern Informationen zur Dynamik des Streuabbaus. Ziel war die Entwicklung eines räumlichen Modells für die montane Stufe (1100 m bis 1800 m ü. NN) zur Erstellung von Prognosekarten für die Verbreitung von Oh-Horizonten und moder- bzw. mulltypischen Enchyträenarten entsprechend ihrer ökologischen Präferenz.

Folgende Fragen sollen beantwortet werden:

- Welche Auswirkungen haben die Höhe und die Hangexposition auf die Ausbildung von Oh-Horizonten und auf das Vorkommen von Enchyträengemeinschaften?
- In welchem Verhältnis kommen Enchyträenarten vor, die als Indikatoren für Auflage-Humusformen (Moder-Indikatoren) und für Mineralboden-Humusformen (Mull-Indikatoren) klassifiziert werden können?
- Inwiefern stimmen die Gebiete mit einem hohen prognostizierten Vorkommen von Moder-Indikatoren mit den Flächen überein, die in der Prognose einen hohen Anteil an Oh-Horizonten aufweisen?

¹ Universität Osnabrück, Inst. für Geographie, AG Agrarökologie und Bodenforschung, Seminarstraße 19ab, 49074 Osnabrück
niels.hellwig@uni-osnabrueck.de

² IFAB Institut für Angewandte Bodenbiologie GmbH, Tornberg 24a, 22337 Hamburg

³ Laboratoire sol & végétation, Université de Neuchâtel, Rue Emile-Argand 11, 2000 Neuchâtel, Schweiz

- Wie ist die Aussagekraft der Modelle einzuschätzen? Wie groß sind die Unsicherheiten der Prognose?

Untersuchungsgebiet und Standorte für die Datenerhebung

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Nordwesten der autonomen Provinz Trentino (Italien) und umfasst die an den Hängen gelegenen Waldbestände in den beiden Alpentälern Val di Sole und Val di Rabbi (Abb. 1). Für die Datenerhebung werden sechs Standorte betrachtet (auf je drei verschiedenen Höhen zwischen 1100 m und 1800 m ü. NN, jeweils in nördlicher und südlicher Hangexposition). Der vorherrschende Bodentyp ist Podsol (stärkere Ausprägung bei Nordexposition und größerer Höhe), Ausgangssubstrate sind überwiegend Paragneis und Orthogneis. Die dominierenden Baumarten sind Lärche (*Larix decidua*) und Fichte (*Picea abies*).

Material und Methoden

An jedem Standort wurden sowohl für die Untersuchung der Humusform als auch der Enchyträengemeinschaft jeweils drei Replika für verschiedene Ausprägungen der Krautschicht aufgenommen (insgesamt $n = 30$). Die Flächenanteile dieser Ausprägungen wurden abgeschätzt und als Gewichtungen für die zugehörigen Daten zu Humusformen und Enchyträen in der Modellierung verwendet.

Die Einordnung der Enchyträenarten in Moder- bzw. Mull-Indikatoren basiert auf Angaben in Graefe & Schmelz (1999). Für die Modellierung auf Landschaftsebene liegen Informationen zu Höhe und Hangexposition in einem 10x10-m-Raster vor.

Prognostiziert werden die Verbreitung von Oh-Horizonten sowie Moder- und Mull-Indikatoren als prozentuale Wahrscheinlichkeiten. Die Modellierung nutzt mit dem CART-Algorithmus (Breiman et al. 1984) erzeugte Entscheidungsbäume, deren Struktur ausschlaggebend ist für Fuzzy-Membership-Funktionen, die mit dem Tool ArcSIE (Shi et al. 2009) implementiert werden.

Die Unsicherheiten der in ArcMap abgeleiteten Prognosekarten werden mit den Reliefparametern Topographic Wetness Index (TWI) und LS-Faktor (zur Beschreibung des Erosionspotentials aus Hanglänge und Hangneigung) bewertet.

Ergebnisse

Die Prognosen für den Anteil an Humusformen mit Oh-Horizont variieren zwischen etwa 11 % und 63 %. Auf mittleren Höhen (ca. 1200 m bis 1400 m) zeigen sie einen deutlich ansteigenden Trend mit der Höhe. Oberhalb davon liegen die Prognosen bei Nordexposition mit etwa 63 % höher als bei Südexposition mit etwa 52 %. Im Enchyträen-Modell wird bei Nordexposition ein Vorkommen von überwiegend Moder-Indikatoren vorhergesagt: Bis zu 86 % aller Enchyträen

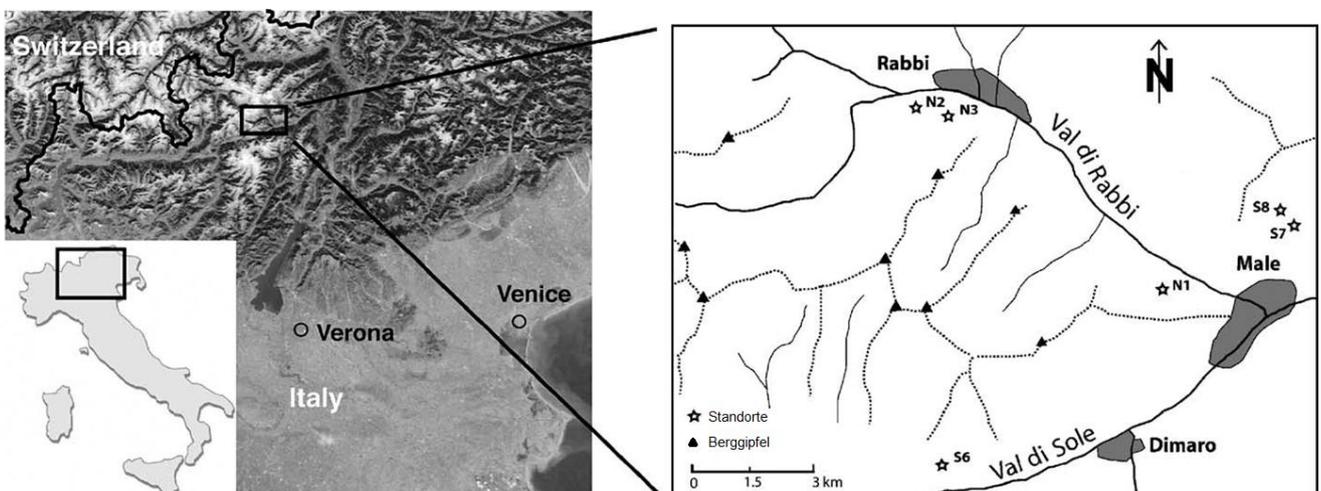


Abb. 1: Untersuchungsgebiet und Standorte der Datenerhebung (verändert nach Egli et al. 2006)

gehören zu den Moder-Indikatoren, der prognostizierte Anteil an Mull-Indikatoren erreicht dagegen ein Minimum von etwa 11 %. Bei Südexposition dominieren laut Prognose Mull-Indikatoren: Ihr Anteil an allen Enchyträen liegt bei bis zu 67 %, während der Anteil an Moder-Indikatoren nahe 0 % liegt. Gemäß der Unsicherheitsanalyse sind die Prognosen besonders bei stark konkaven bzw. konvexen Geländeformen (Tal- und Rippenstrukturen) mit Vorsicht zu betrachten.

Schlussfolgerungen

- Die Prognosen stellen die Abhängigkeit der Zersetzungsprozesse von Höhe und Hangexposition heraus.
- Die Flächen der modellierten Verbreitung von Oh-Horizonten und den zugehörigen Enchyträenarten zeigen deutliche Übereinstimmungen:
 - (1) Die höchsten Anteile an Oh-Horizonten finden sich an höher gelegenen Standorten mit Nordexposition, am wenigsten Humusformen mit Oh-Anteil ergaben die Modelle für niedrige Höhen.
 - (2) Als Moder-Indikatoren klassifizierte Enchyträenarten dominieren an nordexponierten Hängen, an südexponierten Hängen überwiegen als Mull-Indikatoren klassifizierte Arten, vor allem bei geringerer Höhenlage.
- Fuzzy-Logik hat sich als geeignetes Mittel zur Modellierung von Indikatoren für Dekompositionsmerkmale erwiesen.
- Bei Modellierung auf Landschaftsebene auf der Basis einer geringen Menge an Untersuchungsstandorten helfen Entscheidungsbäume bei der Aufdeckung der Einflüsse von Umweltfaktoren.
- Die Fuzzifizierung der Ergebnisse der Entscheidungsbaumanalyse ermöglicht ein kontinuierliches Modell, ist aber mit Unsicherheiten entsprechend der Datelage verbunden.

Danksagung

Die vorgestellten Untersuchungen sind Teil des D.A.CH.-Projektes DecAlp. Dieses wird finanziert durch die nationalen Forschungsfonds DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft), FWF (Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung) und SNF (Schweizerischer Nationalfonds).

Literatur

- Breiman, L., Friedman, J. H., Olshen, R. A., Stone, C. J. (1984): Classification and regression trees. Wadsworth, Belmont.
- Egli, M., Mirabella, A., Sartori, G., Zanelli, R., Bischof, S. (2006): Effect of north and south exposure on weathering rates and clay mineral formation in Alpine soils. *Catena* **67**, 155-174.
- Graefe, U., Schmelz, R. M. (1999): Indicator values, strategy types and life forms of terrestrial Enchytraeidae and other microannelids. *Newsletter on Enchytraeidae* **6**, 59-67.
- Shi, X., Long, R., Dekett, R., Philippe, J. (2009): Integrating Different Types of Knowledge for Digital Soil Mapping. *Soil Science Society of America Journal* **73**, 1682-1692.