

## Schwellenwerte der Bodenversauerung für die Bodenbiozönose

Ulfert Graefe<sup>1</sup>, Dirk-Christian Elsner<sup>2</sup>, Joachim Gehrmann<sup>3</sup>, und Ingrid Stempelmann<sup>4</sup>

Die Bodenreaktion ist ein bedeutender Umweltfaktor für viele Bodenorganismen. Insbesondere die feuchthäutigen Bodentiere, die in direktem Kontakt mit der Bodenlösung leben, werden stark vom Säure/Basen-Status im Boden beeinflusst. Dies gilt auch für Regenwürmer und Kleinringelwürmer (Enchyträen u. a.), die zu den umsatzstärksten tierischen Zersetzern gehören.

Anhand der Daten von bodenzoologischen Untersuchungen auf Boden-Dauerbeobachtungsflächen, die in den Ländern Schleswig-Holstein, Hamburg und Nordrhein-Westfalen mit einem einheitlichen Satz an Indikatorgruppen und Methoden durchgeführt werden (Graefe et al., 1998), soll der Frage nachgegangen werden, wie sich die Artenzusammensetzung der Ringelwurmzönose in Abhängigkeit von der Bodenreaktion ändert. Durch die länderübergreifende Auswertung kann

eine breite Palette verschiedener Standorte berücksichtigt werden. Mit den Daten nur eines Landes wäre das in diesem Umfang nicht möglich.

Abb. 1 zeigt den Säure/Basen-Status im Oberboden der 54 untersuchten Boden-Dauerbeobachtungsflächen. Die Bandbreite der pH-Werte (CaCl<sub>2</sub>) reicht von 2,9 bis 7,4. Alle forstlich genutzten Standorte konzentrieren sich auf der stark sauren Seite. Bei den Ackerflächen liegt der Schwerpunkt im schwach sauren bis schwach alkalischen Bereich. Die Grünlandflächen nehmen eine Mittelstellung ein.

Abb. 2 und 3 zeigen die Verteilung von zwei Arten entlang dem Gradienten der Bodenreaktion. Einige Daten von BZE-Rasterpunkten sind hier ebenfalls enthalten. Die Enchyträenart *Cognettia sphagnetorum* erreicht höchste Siedlungsdichten um pH 3 und tritt bei einem Wert über 4,8 nicht mehr auf. Auf der anderen Seite beschränkt sich die Regenwurmart *Lumbricus terrestris* im Wesentlichen auf den pH-Bereich über 4,2. Vereinzelt Restvorkommen bei pH 3,8 sind auf eine höhere Basensättigung im Unterboden zurückzuführen. Beide Arten treten sowohl im Wald als auch im Grünland und im Acker auf, woraus hervorgeht, dass die Bodennutzung kein primärer Faktor für das Vorkommen der Arten ist.

Durch Übereinanderlegen der Verteilungskurven mehrerer

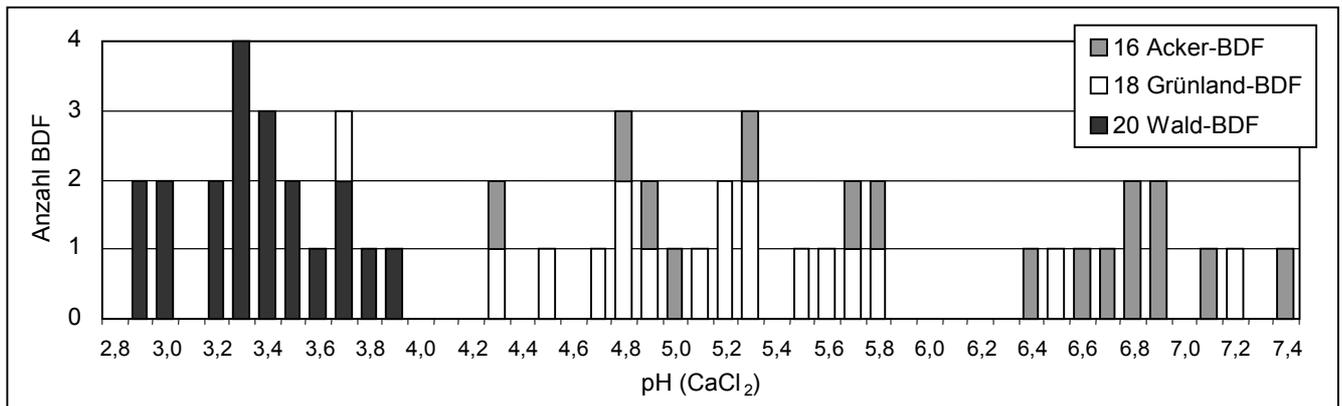


Abbildung 1: Mittlerer Reaktionszustand in Auflage und Oberboden von 54 Boden-Dauerbeobachtungsflächen der Länder Schleswig-Holstein, Hamburg und Nordrhein-Westfalen.

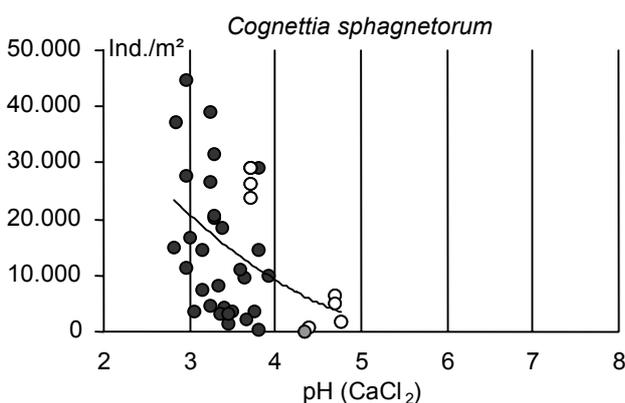


Abbildung 2: Verteilung von *Cognettia sphagnetorum* über dem Gradienten der Bodenreaktion.

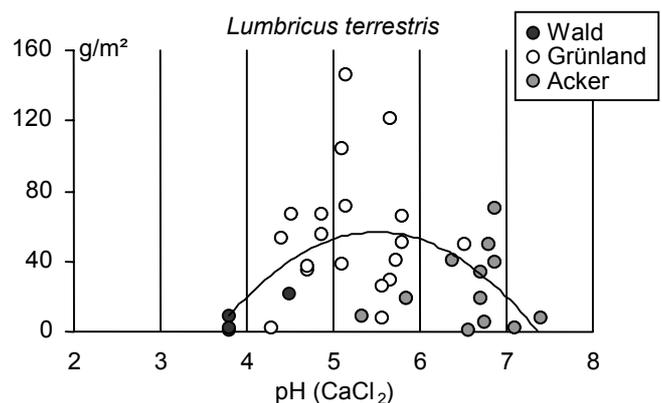


Abbildung 3: Verteilung von *Lumbricus terrestris* über dem Gradienten der Bodenreaktion.

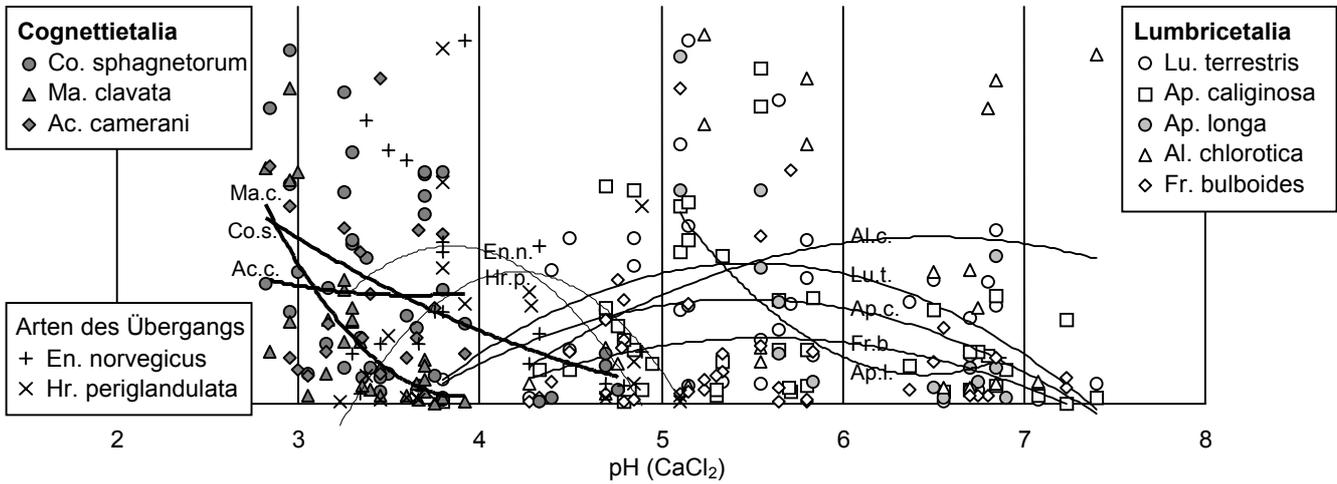
<sup>1</sup>IFAB Institut für Angewandte Bodenbiologie GmbH, Sodenkamp 62, 22337 Hamburg, Germany, ifab.hamburg@t-online.de

<sup>2</sup>Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein, Hamburger Chaussee 25, 24220 Flintbek, Germany, delsner@lanu.landsh.de

<sup>3</sup>Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten Nordrhein-Westfalen, Leibnizstr. 10, 45659 Recklinghausen, Germany, joachim.gehrmann@loebf.nrw.de

<sup>4</sup>Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Wallneyer Str. 6, 45133 Essen, Germany, ingrid.stempelmann@lua.nrw.de

Arten lassen sich Bereiche ähnlicher bzw. unterschiedlicher Artenzusammensetzung identifizieren (Abb. 4). Die Bereiche von *Lumbricus terrestris*, *Aporrectodea caliginosa*, *Allolobophora chlorotica* und der Enchyträenart *Fridericia bulboides* auf dem Gradienten der Bodenreaktion decken sich weitgehend. Diese Arten gehören zum gleichen Zersetzergesellschaftstyp. Auch *Aporrectodea longa*, die eine engere Amplitude zwischen pH 5 und 7 aufweist, ist hier



**Abbildung 4:** Verteilungskurven von 4 Regenwurmarten und 6 Kleinringelwurmarten über dem Gradienten der Bodenreaktion. Die beiden Bereiche mit ähnlicher Artenzusammensetzung entsprechen den Zersetzergesellschaftstypen Lumbricetalia und Cognettietalia.

einzuordnen. Dagegen repräsentieren die Enchyträenarten *Cognettia sphagnetorum*, *Mariona clavata* und *Achaeta camerani* einen anderen Gesellschaftstyp. *Enchytraeus norvegicus* und der terrestrische Polychaet *Hrabeiella periglandulata* vermitteln zwischen den beiden Typen, die hier als Cognettietalia und Lumbricetalia bezeichnet werden (vgl. Graefe, 1993).

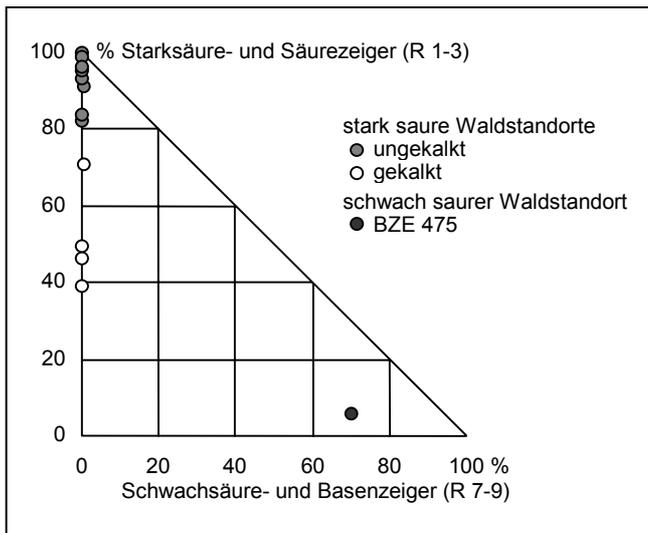
Das Gesamtbild verändert sich auch nicht wesentlich, wenn man weitere Artverteilungskurven darüber legt. Der

Umschlagpunkt zwischen beiden Zersetzergesellschaftstypen liegt bei pH 4,2 (CaCl<sub>2</sub>), also am Übergang vom Austauscherpufferbereich zum Aluminium-Pufferbereich. Dabei handelt es sich offenbar um eine Toxizitätsschwelle. Die Toxizität bestimmter Bodenlösungen kann im Labortest an Enchyträen nachgewiesen werden (Graefe, 1991).

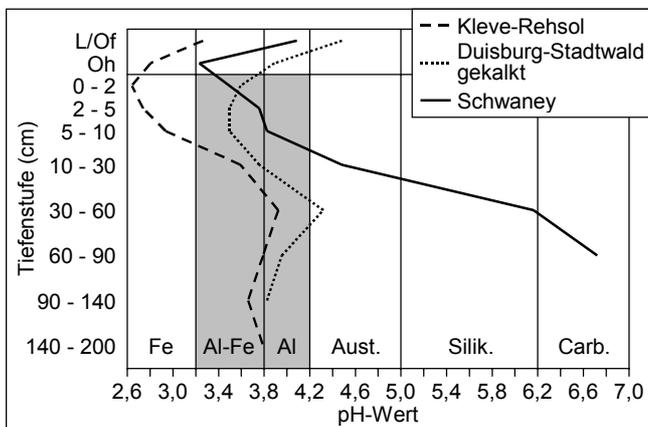
Aluminiumtoxizität ist vor allem eine Erscheinung der humusarmen Mineralbodenhorizonte. In der organischen Auflage spielt sie keine Rolle. Davon betroffen sind Mineralbodenbewohner und Tiefgräber, wie *Lumbricus terrestris*, also Arten, die durch ihre bioturbative Tätigkeit die Humusform Mull erzeugen. Die Grenze zwischen Lumbricetalia und Cognettietalia entspricht deshalb auch der Grenze zwischen Mull und Moder (Graefe, 2001).

Bei der Ableitung von Schutzkategorien für Bodenorganismen im Sinne des Bundes-Bodenschutzgesetzes (vgl. Kues et al., 2000) ist die Toxizitätsschwelle zu beachten, die im Wald schwer zu durchbrechen ist. Bodenschutzkalkungen stark versauerter Waldstandorte führen in den von uns untersuchten Fällen noch nicht zu einer pH-Anhebung über den Wert 4,2 (CaCl<sub>2</sub>) im Mineralboden (vgl. Abb. 6: Duisburg-Stadtwald). Die Artenzusammensetzung verschiebt sich unter diesen Bedingungen lediglich zu Gunsten der Mäßigsäurezeiger (= Arten des Übergangs). Dagegen bleibt die Artengruppe der Lumbricetalia (= Schwachsäure- bis Schwachbasenzeiger) meist vollkommen unbeteiligt (Abb. 5).

Aus bodenbiologischer Sicht ist eine Schutzkalkung dort angebracht, wo noch ein Restbestand an Mineralbodenbewohnern vorhanden ist, der zu verschwinden droht. An solchen Standorten, die einen steilen pH-Gradienten nahe der Oberfläche aufweisen (vgl. Abb. 6: Schwaney), kann die Regenerierung einer mulltypischen Bodenbiozönose gelingen.



**Abbildung 5:** Reaktionszeiger-Diagramm der Kleinringelwürmer.



**Abbildung 6:** Tiefenverlauf der pH-Werte (CaCl<sub>2</sub>) auf drei Boden-Dauerbeobachtungsflächen in Nordrhein-Westfalen. Schattierter Bereich (Al- und Al-Fe-Pufferbereich) bedeutet potentieller Stress durch Al-Toxizität für mineralbodenbewohnende Anneliden.

### Literatur

- Graefe, U. (1991): Ein Enchyträentest zur Bestimmung der Säure- und Metalltoxizität im Boden. Mitt. Dtsch. Bodenk. Ges. 66: 487-490.
- Graefe, U. (1993): Die Gliederung von Zersetzergesellschaften für die standortsökologische Ansprache. Mitt. Dtsch. Bodenk. Ges. 69: 95-98.
- Graefe, U. (2001): Metabiotische Steuerung der Diversität im System Bodenbiozönose/Humusform. Mitt. Dtsch. Bodenk. Ges. 95: 47-50.
- Graefe, U., D.-C. Elsner, und U. Necker (1998): Monitoring auf Boden-Dauerbeobachtungsflächen: Bodenzoologische Parameter zur Kennzeichnung des biologischen Bodenzustandes. Mitt. Dtsch. Bodenk. Ges. 87: 343-346.
- Kues, J. et al. (2000): Ökochemische Charakterisierung von Waldböden als Pflanzenstandort und als Bestandteil des Wasserkreislaufes. Vorschläge des Bundesverbandes Boden für die Ableitung von Schutzkategorien und Schutzmaßnahmen im Sinne des Bundes-Bodenschutzgesetzes. In Rosenkranz, D. et al. (Hrsg.): Bodenschutz. Kennziffer 3650, E. Schmidt Verlag, Berlin.