

Das vertikale Verteilungsmuster der Kleinringelwurmzönose als Indikator der Prozessdynamik im Humusprofil

Ulfert Graefe

Der Tiefenverlauf der biologischen Prozesse im Boden ist ein wichtiger Aspekt z.B. bei der Modellierung des Kohlenstoffhaushalts oder der Indikation von Umweltveränderungen. Im Rahmen von bodenzoologischen Untersuchungen auf Boden-Dauerbeobachtungsflächen wird dieser Aspekt vor allem durch die stratifizierte Beprobung der Kleinringelwurmzönose berücksichtigt (Barth et al., 2000). Kleinringelwürmer (Enchyträen u.a.) sind an Prozessen der Humusformengese wie Streuzerkleinerung, Feinvermischung, Aggregierung und Lockerung des Bodens beteiligt. Als Bakterien- und Pilzfresser spielen sie eine Rolle bei der Remobilisierung der in der mikrobiellen Biomasse gespeicherten Nährstoffe. Ihre Aktivität ist eng an die der Mikroorganismen gekoppelt (Didden et al., 1997).

Stunden. Die Tiere wurden im lebenden Zustand unter Zuhilfenahme der Bestimmungswerke von Nielsen und Christensen (1959), Schmelz (2003) u.a. determiniert.

Abb. 1 veranschaulicht auf der linken Seite die unterschiedliche Mächtigkeit der Humushorizonte im rohhumusartigen Moder der Boden-Dauerbeobachtungsfläche Velmerstot. Rechts ist die Besiedlung der Tiefenstufen dargestellt. Sie nimmt kontinuierlich von oben nach unten ab. Der Aeh ist kaum belebt. Die Zönose besteht aus drei Enchyträenarten. *Cognettia sphagnetorum* besiedelt hauptsächlich den L- und den Of-Horizont. *Marionina clavata* und *Achaeta brevivasa* sind auch im Oh noch stark vertreten.

Abb. 2 zeigt eine Aufnahme von einem Rasterpunkt der Bodenzustandserhebung im Wald als Beispiel für ein Mullprofil. Die Mehrzahl der Kleinringelwürmer hält sich im Mineralboden auf. Mit 26 Arten ist die Zönose erheblich vielfältiger als bei Velmerstot, obwohl die Siedlungsdichte niedriger liegt. Einige Arten treten nur im Mineralboden auf, andere ausschließlich in der Auflage.

Auch das mullartige Moder-Profil der BDF Duisburg-Mattlerbusch hat einen stark belebten Ah-Horizont (Abb. 3).

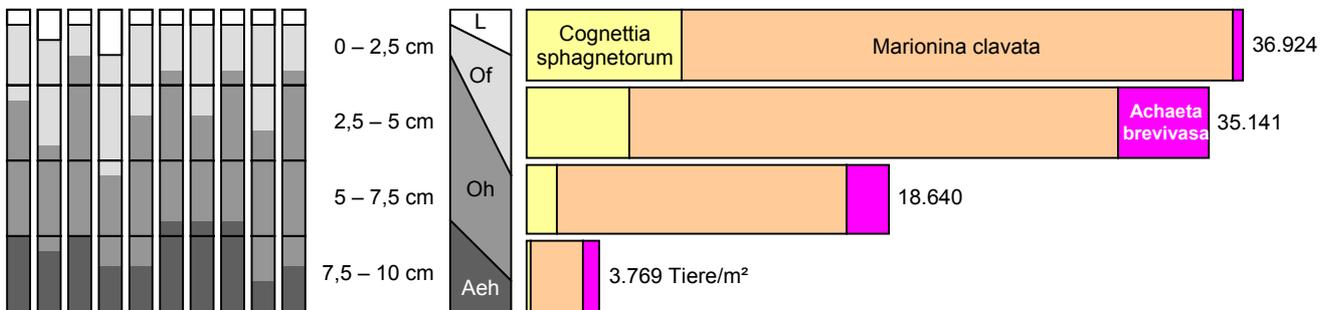


Abbildung 1: Boden-Dauerbeobachtungsfläche Velmerstot Fichte (Eggegebirge), Aufnahme 15.6.2000. Verteilung der Humushorizonte in den Stechrohrproben der Kleinringelwurmefassung (links). Vertikalverteilung der Kleinringelwürmer (rechts).

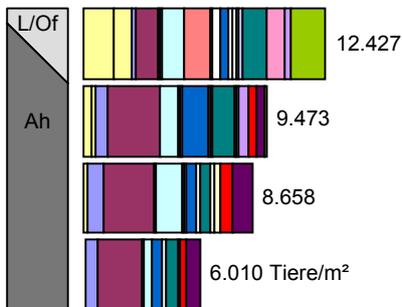


Abbildung 2: BZE 475 Bad Driburg Buche (Eggegebirge), Aufn. 16.4.1993.

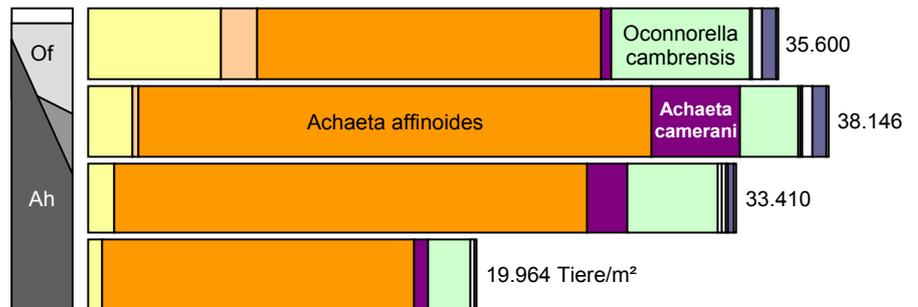


Abbildung 3: Boden-Dauerbeobachtungsfläche Duisburg-Mattlerbusch. Vertikalverteilung der Kleinringelwürmer, Aufnahme 11.6.1997.

Die in den Abbildungen gezeigten Beispiele für Aufnahmen der Kleinringelwurmzönose stammen aus Beiträgen zu verschiedenen Monitoringprogrammen der Länder. Standardmäßig wurden jeweils 10 Stechrohrproben bis 10 cm Tiefe (auf Ackerflächen bis 24 cm) entnommen und in 4 gleiche Tiefenstufen geteilt (Graefe et al., 1998). Aus den Proben wurden die Tiere mit der Wassertauchmethode nach Graefe (in Dunger und Fiedler, 1989) extrahiert. Die Wässerung erfolgte über 48 Stunden bei einmaligem Wasserwechsel nach 12 bis 24

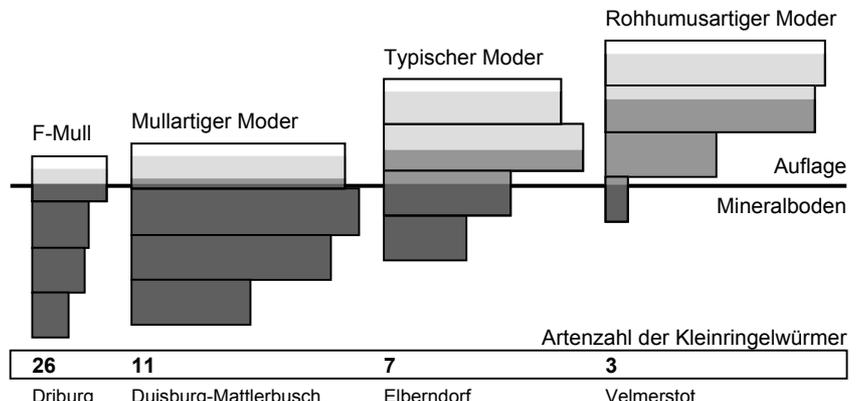


Abbildung 4: Entlang der Humusformenreihe verschiebt sich die Aktivität der Kleinringelwurmzönose allmählich vom Mineralboden in die Auflage bei gleichzeitiger Abnahme der Artenvielfalt.

Der Oh-Horizont ist nicht durchgehend ausgebildet. Die Zönose besteht aus 11 Arten. In allen Tiefenstufen dominiert *Achaeta affinoides*, die einen Gesamtanteil von 67 % erreicht.

In Abb. 4 sind die drei Aufnahmen und eine vierte maßstabsgetreu so zusammengestellt, dass sie eine ökologische Reihe bilden. Die Kleinringelwurmbesiedlung spiegelt den Tiefenverlauf der biologischen Aktivität im Humusprofil wider. Sie verschiebt sich schrittweise vom Mineralboden in die Auflage. Gleichzeitig nimmt die Artenvielfalt ab. Auch die Artenzusammensetzung verändert sich graduell. Diese Reaktionen sind regelhaft gerichtet und ermöglichen die genaue Einstufung des biologischen Bodenzustands, was eine Voraussetzung für das Erkennen von Veränderungstendenzen ist (vgl. Graefe und Schmelz, 1999).

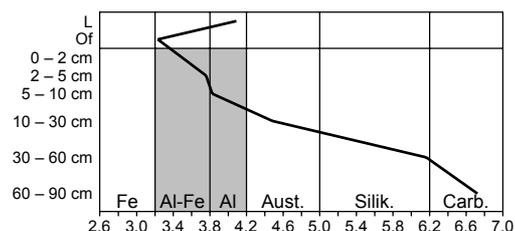


Abbildung 5: Boden-Dauerbeobachtungsfläche Schwaney Buche (Eggegebirge). Tiefenverlauf des pH-Werts (CaCl₂). Vertikalverteilung der Kleinringelwürmer in den Untersuchungsjahren 1989 und 2001.

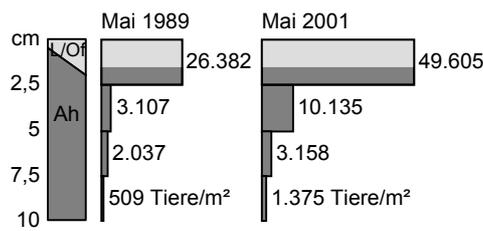


Abb. 5 zeigt ein Beispiel für einen durch Aluminium-Toxizität beeinflussten Rückgang der Siedlungsdichte im Mineralboden. Wie der BZE-Punkt Bad Driburg gehört die Boden-Dauerbeobachtungsfläche Schwaney zum Standortstyp Perlgras-Buchenwald auf Kalkverwitterungslehm. Die am Luvhang des Eggegebirges gelegene Fläche ist aber höheren Säureeinträgen ausgesetzt. Der Oberboden befindet sich im Aluminium-Pufferbereich, wobei die Versauerungsfront in 10 bis 60 cm Bodentiefe verläuft. An den Vertikalverteilungskurven fällt die sprunghafte Abnahme der Besiedlung am Übergang zum Mineralboden auf. Kleinringelwürmer sind feuchthäutige Tiere und leben in direktem Kontakt mit der Bodenlösung. Aus Laborversuchen an Enchyträen ist bekannt, dass Bodenlösungen im Aluminium-Pufferbereich für die Tiere toxisch sein können (Graefe, 1991).

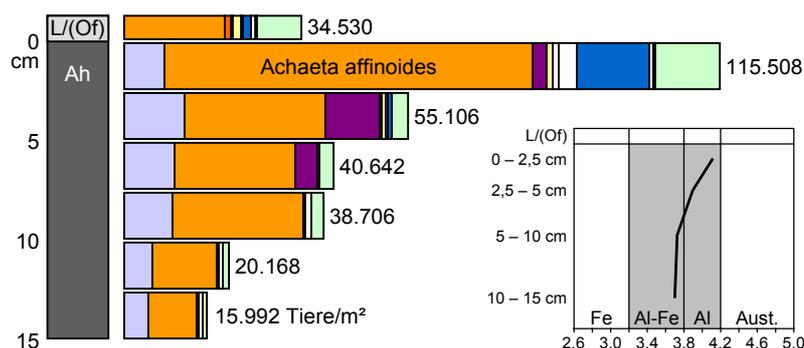


Abbildung 6: Gekalkter Waldpark „Am Stühm-Süd“ im Hamburger Stadtgebiet. Vertikalverteilung der Kleinringelwürmer und Tiefenverlauf des pH-Werts (CaCl₂), Aufnahme 6.4.1992.

Der pH-Wert allein erlaubt noch keine Vorhersage über den biologischen Bodenzustand. In den Jahren 1984 bis 1986 wurden große Waldparkflächen im Hamburger Stadtgebiet mit dem Ziel gekalkt, den pH-Wert im Oberboden auf Werte um pH 5 anzuheben (Däumling und Tiedemann, 2003). Bei Kontrolluntersuchungen 5 Jahre nach der Kalkung mit 5 t Magnesiumkalk/ha stellte sich heraus, dass der pH-Wert nur oberflächennah geringfügig angestiegen war. Dennoch hatten sich teilweise günstige Humusformen entwickelt, die

zwischen L-Mull und F-Mull variierten. Die Frage, ob diese Flächen nachgekalkt werden sollten, ist damals kontrovers diskutiert worden und ist der Anlass für eine bodenbiologische Untersuchung gewesen, die 1992 im Waldpark „Am Stühm-Süd“ durchgeführt wurde.

Eine detaillierte Beschreibung des Standorts Stühm-Süd findet sich bei Däumling und Tiedemann (2003). Der Oberboden ist ein stark humoser Sand. Die pH-Werte liegen im Aluminium-Pufferbereich (Abb. 6). Der Regenwurmbesatz entspricht Mull typischen Verhältnissen mit aneischen und endogäischen Arten, die wahrscheinlich erst nach der Kalkung aus den umliegenden Gärten eingewandert sind. (Eine so schnelle Einwanderung setzt einen lokal vorhandenen Artenpool voraus, der unter städtischen Bedingungen,

nicht aber in siedlungsfernen Wäldern gegeben ist.)

Die Beprobung der Kleinringelwürmer erfolgte bis in 15 cm Tiefe. Abb. 6 zeigt die vertikale Verteilung der Tiere. Die Gesamtsiedlungsdichte beträgt 320.000 Individuen/m², was ungefähr dem 9fachen Wert von Bad Driburg entspricht. Diese

außerordentlich hohe Aktivität kann sich nicht allein aus der Streuzersetzung gespeist haben, sondern deutet auf einen durch die Kalkung ausgelösten Humusvorratsabbau im Mineralboden. Der Humusgehalt bietet aber Schutz vor toxischen Aluminium-Ionen und sollte möglichst erhalten bleiben. Da auch die Humusform nicht weiter zu verbessern ist, konnte aus bodenbiologischer Sicht eine Wiederholungskalkung zum damaligen Zeitpunkt nicht empfohlen werden.

Danksagung

Die Untersuchungen erfolgten im Auftrag des Landesumweltamts Nordrhein-Westfalen (LUA), der Landesanstalt für Ökologie Nordrhein-Westfalen (LÖBF), des Landesamts für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein (LANU) und der Umweltbehörde Hamburg.

Literatur

Barth, N., Brandtner, W., Cordsen, E., Dann, T., Emmerich, K.-H., Feldhaus, D., Klefisch, B., Schilling, B., Utermann, J. (2000): Boden-Dauerbeobachtung – Einrichtung und Betrieb von Boden-Dauerbeobachtungsflächen. In D. Rosenkranz, G. Bachmann, W. König, G. Einsele (Hrsg.): Bodenschutz, 8. Jahrgang, Heft 1: 16-20. Erich Schmidt, Berlin, 127 S.

Däumling, T., Tiedemann, H. (2003): „Stühm Süd“ – ein bodensaurer Waldpark im Hamburger Stadtgebiet mit Kalkungsgeschichte. Bodenschutz, 8. Jahrgang, Heft 1: 16-20.

Didten, W. A. M., Fründ, H.-C., Graefe, U. (1997): Enchytræids. In Benckiser, G. (ed.): Fauna in Soil Ecosystems. Marcel Dekker, New York, pp. 135-172.

Dunger, W., Fiedler, H. J. (1989): Methoden der Bodenbiologie. Gustav Fischer, Stuttgart, 432 S.

Graefe, U. (1991): Ein Enchytræentest zur Bestimmung der Säure- und Metalltoxizität im Boden. Mitt. Dtsch. Bodenk. Ges. 66: 487-490.

Graefe, U., Elsner, D.-C., Necker, U. (1998): Monitoring auf Boden-Dauerbeobachtungsflächen: Bodenzologische Parameter zur Kennzeichnung des biologischen Bodenzustandes. Mitt. Dtsch. Bodenk. Ges. 87: 343-346.

Graefe, U., Schmelz, R. M. (1999): Indicator values, strategy types and life forms of terrestrial Enchytræidae and other microannelids. Newsletter on Enchytræidae 6: 59-67.

Nielsen, C. O., Christensen, B. (1959): The Enchytræidae, critical revision and taxonomy of European species. Natura Jutlandica 8-9: 160 pp.

Schmelz R. M. (2003): Taxonomy of Fridericia (Oligochaeta, Enchytræidae). Revision of species with morphological and biochemical methods. Abh. Naturwiss. Ver. Hamb. (NF) 38: 415 pp.