

Besiedlung städtischer Böden durch Regenwürmer, Enchytraeiden und bodenlebende Gehäuseschnecken

von

Fründ, H.-C.⁺, B. Ruzzkowski⁺, M. Söntgen^{**} u. U. Graefe⁺

Über die Belebtheit städtischer Böden ist bisher relativ wenig bekannt. Die hier vorgestellten ersten Ergebnisse aus dem Projekt "Untersuchungen zur bodenökologischen Funktion von Freiflächen im Stadtbereich" sollen am Beispiel von Bonn-Bad Godesberg einen Beitrag zu folgenden Fragen leisten:

- Wie stark sind städtische Böden mit Regenwürmern, Enchytraeen und Schnecken besiedelt? Welche ökologische Rolle ist für diese Tiergruppen in der Stadt anzunehmen?
- Wie wirkt sich die gärtnerische Gestaltung städtischer Freiflächen und ihre Lage im Stadtgebiet auf den Bodentierbesatz aus?
- Welche Bodeneigenschaften sind für die Häufigkeit der Regenwürmer, Enchytraeen und Bodenschnecken in der Stadt entscheidend, und wie sind die biotischen Wechselbeziehungen zwischen diesen Tiergruppen in der Stadt?

Die 42 Probeflächen im Stadtgebiet von Bonn-Bad Godesberg werden seit 1987 untersucht. Die räumliche Lage reicht vom waldnahen Randbereich bis in die innerstädtische Fußgängerzone. Die Vegetation umfaßt Ruderalvegetation, Wiesenbrachen, intensiv gepflegte Parkrasen wie auch Ziergehölze, Gebüsche und einzelne Baumscheiben. Das Alter der untersuchten Flächen reicht von frisch angelegt bis zu über 50-jährigen Grünanlagen.

Methoden

Für die Profilbohrung wurden ein Pürckhauer-Bohrstock und ein Kammerbohrer für steinige Böden (Ø 7 cm, Hersteller: Fa. Eijkelkamp) verwendet. Pro Fläche wurden 2-3 Bohrungen vorgenommen. In der Regel wurde mindestens bis zum Erreichen des natürlich gelagerten Bodens, höchstens aber bis in 2 m Tiefe gebohrt. Aus den einzelnen Horizonten wurden Beutelproben entnommen. An einer Auswahl dieser Proben wurden zur Eichung der Feldansprache Humusgehalt, Carbonatgehalt und Textur bestimmt. Der pH-Wert wurde an Mischproben aus 0-20 cm Tiefe in 0,1 m CaCl₂ ermittelt.

Erfassung der Bodentiere

Die Regenwürmer wurden im Mai und im Oktober 1987 mit elektrischem Strom nach der modifizierten THIELEMANN'schen Oktettmethode gefangen (THIELEMANN 1986). Spannung: 50 bis 150 Volt, in 8 Stufen ansteigend. Extraktionszeit: 20 Min. Extraktionsfläche: 0,346 m², z.T. auch 0,25 m² oder 0,125 m². Das insgesamt auf jeder Untersuchungsfläche beprobte Areal betrug ca. 1 m², bei kleinen Baumscheiben z.T. nur 1/2 m².

Für die Erfassung der Enchytraeiden wurden Stechzylinderproben mit einer Grundfläche von 25 cm² und 4 cm Tiefe in jeweils 5 Parallelen aus der oberen Bodenschicht entnommen und mit einer vereinfachten Wassertauchmethode (GRAEFE im Druck) extrahiert. Die Probenahme wurde im April durchgeführt und im Dezember wiederholt.

Die hemiedaphisch lebenden Gehäuseschnecken wurden aus Bodenproben (Aushubfläche 25 x 25 cm, Tiefe ca. 10 cm) in einem vereinfachten Schlammverfahren nach VAG-VÖLGYI (1952) gewonnen. Die Methode erfaßt mittelgroße und kleine Arten mit Gehäuseseggrößen zwischen 1,5 und 15 mm und ihre Jugendstadien (bis 0,3 mm). Je Fläche wurden vier Stichproben zu verschiedenen Terminen genommen.

+ IFAB Institut für Angewandte Bodenbiologie GmbH,
Ernst-Sievers-Straße 107, 4500 Osnabrück

++ Bundesforschungsanstalt für Naturschutz und Landschaftsökologie,
Konstantinstraße 110, 5300 Bonn 2

Statistische Prüfungen

Zur Ermittlung der jeweils bedeutsamen Standortfaktoren wurden die 42 Untersuchungsflächen auf der Grundlage von Schätzungen für die Parameter Nutzungstyp, Boden, Pflegeintensität, Verkehrsnähe, Nutzungsalter, Eutrophierungsgrad und Messungen/Kartenauswertung für die Parameter Lage zum Stadtzentrum, Größe, pH-Wert in 7 (Nutzung, Boden) bzw. 5 Klassen eingestuft. Mit einfacher Varianzanalyse wurde geprüft, ob für die verschiedenen Parameter signifikante Unterschiede des Bodentierbesatzes zwischen den Klassen bestehen.

Ergebnisse

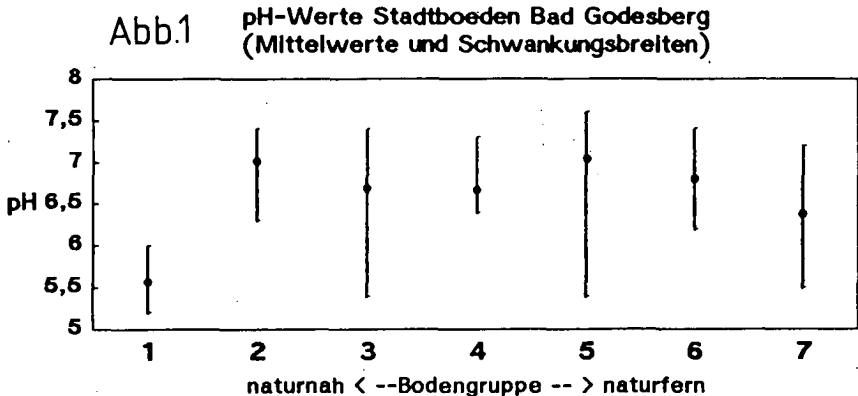
Beschreibung der untersuchten Standorte

Die Böden der untersuchten Standorte lassen sich grob in weitgehend natürliche und Aufschüttungsböden einteilen. Im Raum Bad Godesberg überwiegen von Natur aus Braunerden, Parabraunerden, Auenböden und Kolluvien aus Löß und Lehm. Die Aufschüttungsböden lassen sich nach Art und Schichtung des aufgebracht Materials, Steingehalt und Gründigkeit gruppieren. Die Böden der 42 Standorte wurden in sieben verschiedene Gruppen eingeteilt.

1: Weitgehend natürlich wirkende Böden (Braunerden, Parabraunerden, Kolluvium).

Die 5 untersuchten Standorte dieser Gruppe gehören zu einer brachliegenden Obstwiese im Außenbereich und zu zwei alten Parkanlagen.

Die Böden sind im allgemeinen carbonatfrei und weisen einen niedrigeren pH-Wert als die Aufschüttungsböden auf (siehe Abb. 1).



2: Böden mit anthropogener Deckschicht aus überwiegend Feinboden.

12 der untersuchten Standorte wurden in diese Bodengruppe eingeordnet. Die Nutzungsarten sind Rasen, Wiese, Baumscheiben, natürliche Gebüsche und Ziergehölz-Grünanlagen. Kennzeichnend ist eine im Durchschnitt 1m starke Deckschicht aus natürlichem Feinbodensubstrat mit Beimengung von Grus, Steinen, Ziegel, Kohle und ähnlichen Materialien, die weniger als 5% ausmachen. Bei den als Grünanlage angelegten Flächen wurde durch Aufbringung einer ca. 30 cm starken humosen Schicht ein den natürlichen Böden ähnlicher Profilaufbau geschaffen. Unabhängig vom Vorhandensein dieses künstlichen Ah entwickelte sich ein je nach Alter und Art der Vegetation unterschiedlich ausgeprägter natürlicher Ah von 3-8 cm. Carbonate sind fast immer vorhanden, und zwar verstärkt in der unteren Schicht, wo sie inhomogen verteilt sind.

3: Böden mit anthropogener Deckschicht mit deutlichem Skelettanteil.

Es wurden ein mit Hochstauden und Pappeln bewachsener Randstreifen neben einem Parkplatz mit Wochenmarkt, ein Innenhof im Innenstadtbereich mit Ruderalvegetation,

ein ca. 3 Jahre alter Bauaushub-Hügel, eine einmal jährlich gemähte Wiesenfläche und ein mit Bodendeckern bewachsenes Beet an einer Straßenkreuzung untersucht. Die Flächen entsprechen in ihrem Profilaufbau im Prinzip denen der Gruppe 2. Der Skelettanteil macht hier jedoch mehr als 10 % aus und wirkt damit prägend auf den Charakter des Bodens. Der Steingehalt hat aber keinen Einfluß auf die Gründigkeit der Böden.

4: Durch häufige gärtnerische Bearbeitung gelockerte und oberflächlich mit organischem Material angereicherte Böden.

Diese Böden sind in unserer Untersuchung durch vier beetartige Baumscheiben vertreten. Sie werden regelmäßig - z.T. mehrmals im Jahr - mit Sommerblumen bepflanzt. Diese Böden sind deutlich zweischichtig: Die bis 30 cm mächtige, stark humose Schicht lagert übergangslos auf z.T. steinigem Aufschüttungen.

5: Böden mit anthropogener Deckschicht und verdichtetem Untergrund.

Die 5 untersuchten Standorte sind Straßenbegleitgrün (Fahrbahnteiler, Parkstreifen-Gliederung) und mit Ziergehölzen oder Gras bepflanzt.

Diese Böden wurden als Beete aufgebaut und haben eine typische Horizontabfolge: Auf dem in ca. 50 cm Tiefe liegenden stark verdichteten Untergrund aus Kies, Bausand und Schotter befindet sich eine Aufschüttung aus humusarmem Feinboden, auf die in den obersten 10-15 Bodenzentimetern humusreicheres Material (Mutterboden) folgt.

6: Stark verdichtete kies- und schutthaltige Böden mit einem bis zu 10 cm starken lehmig-sandigen AH-Horizont.

Bei den untersuchten Standorten handelt es sich um alte Baumscheiben im Villenviertel und um einen Parkplatz mit Gittersteinpflaster.

Durch Tritt und Befahren sind die Böden durchgehend verdichtet. Die Vegetation ist stark beeinträchtigt. In den Gittersteinen ist der eingefüllte Mutterboden nur stellenweise verdichtet. Die Mutterbodenschicht ist ca. 8cm stark und liegt auf dem Pflaster-sand.

7: Böden, mit einer Abdeckung aus technischem Substrat (Blähton, Bims, Splitt).

Aus dieser Gruppe wurden Baumscheiben in der Fußgängerzone der Innenstadt und im Villenviertel sowie ein Standort an einem Parkplatz mit wassergebundener Decke untersucht.

In den Ritzen der primär lebensfeindlichen Abdeckung entstanden rohhumusartige Ablagerungen, die die Grundlage für eine spärliche Vegetation sind. Eine Verbindung zum eigentlichen Boden besteht nicht. Dieser ist unterhalb der Fremdmaterialauflage ähnlich beschaffen wie bei den vorher beschriebenen Gruppen.

Regenwürmer

Die mittleren Siedlungsdichten in den sieben oben charakterisierten Bodengruppen zeigt Abbildung 1. In den untersuchten Böden wurde ein Regenwurmbesatz zwischen Null und 538 Tieren pro m² festgestellt. Besonders zahlreich waren die häufig gemähten Parkrasen von Regenwürmern besiedelt. In den Böden mit Auflagen aus technischem Substrat konnten überhaupt keine Regenwürmer gefunden werden. Die maximale Biomasse lag bei 280 Gramm Frischgewicht (formalinfixiert) pro m². Dieser Wert wurde in einem stark eutrophierten Saum am Rande eines Wochenmarkt-Platzes ermittelt. Im Oktober 1987 wurde eine durchschnittlich ungefähr 1,8 mal höhere Regenwurmdichte als im Mai desselben Jahres festgestellt.

Die Artenzahl der Regenwürmer bewegte sich zwischen einer (bzw. Null) und 8 Arten an einem Standort. Rasenflächen mit mäßiger bis geringer Trittbelastung und Standorte mit relativ spontaner Vegetation und naturnahen Bodenverhältnissen zeichneten sich durch Artenreichtum aus. Die häufigsten Arten sind *Lumbricus terrestris*, der auf allen Flächen gefunden wurde, wo überhaupt Regenwürmer vorkamen, und *Allolobophora caliginosa*. Abbildung 2 zeigt ein Absinken der Regenwurm-Artenvielfalt mit zunehmender Entfernung von natürlichen Bodenverhältnissen. Die etwas trendwrig höheren Artenzahlen in der Bodengruppe 4 (gärtnerisch stark beeinflusste Böden) beruht auf offensichtlich mit Kompost oder Rindenmulch eingeschleppten Arten.

Enchytraeiden

Es wurden Enchytraeidendichten von unter 1.000 bis über 25.000 Individuen pro m² festgestellt. Die Einteilung in die sieben Bodengruppen ergibt bei der mittleren Enchy-

traeendichte keine signifikanten Unterschiede (Abb.4), wohl aber bei einer Eingruppierung nach der Dauer der gegenwärtigen Nutzung. Aus Abb. 3 ist die Zunahme der Enchytraeenabundanz mit steigendem Alter der Flächen ersichtlich.

Schnecken

In Abbildung 5 sind die mittleren Siedlungsdichten der Bodenschnecken in den 7 Bodengruppen gezeigt. Die Unterschiede sind nicht signifikant. Maximale Abundanzen bis über 2.000 Individuen pro m² wurden in Grünflächen an stark befahrenen Straßen festgestellt, minimale Schneckenbesiedlung in verdichteten Rasenflächen und Baumscheiben. Die mit Bims abgedeckten Baumscheiben in der Fußgängerzone waren schneckenfrei. Abbildung 6 zeigt, daß bei Gruppierung der Standorte nach pH-Klassen die Böden mit neutraler bis schwach alkalischer Bodenreaktion deutlich (und auch statistisch signifikant) höhere Schneckenabundanzen haben als die mit Werten unter pH 6,6.

Die Artenzahl der Schnecken schwankte zwischen Null und 11 an einem Standort. Naturnahe Brachflächen waren am artenreichsten, in verdichteten Baumscheiben kam häufig nur eine Art vor. In den meisten Böden traten mindestens 3 Arten auf.

Beziehungen zwischen den 3 Tiergruppen

Eindeutige Korrelationen zwischen den Häufigkeiten der Tiergruppen an den 42 Standorten sind nicht zu erkennen. Auch die an 12 Standorten von Norbert Weritz (Trier) untersuchten mikrobiologischen Parameter zeigen keinen Zusammenhang mit den hier behandelten Bodentieren. Die berechneten Korrelationskoeffizienten liegen unterhalb oder nahe der 5%-Signifikanzschwelle (Tab. 1). Die Differenzen zwischen den beiden Korrelationskoeffizienten (Produktmoment- und Rangkorrelation) erklären sich durch deren unterschiedliche Berücksichtigung der extremen Spitzenwerte einzelner Standorte.

Tabelle 1: Korrelationen zwischen biologischen Parametern.

	n = 42 r(5%) = r _s (5%) = 0,31 Lu.I. Lu.G. Ench. Gastr.				n = 12 r(5%) = r _s (5%) = 0,58 M.Bio.Urea. Xyla. Kata.			
Lumbric I.		0,93	0,20	0,34	-0,25	-0,08	0,17	-0,42
Lumb. Gew.	0,87		0,21	0,34	-0,06	0,08	0,27	-0,18
Enchy. Ind.	0,39	0,35		-0,19	-0,48	0,18	0,14	0,03
Gastr. Ind.	0,06	0,15	0,02		-0,48	-0,73	-0,19	-0,19
Mikr. Biom.	0,08	0,39	0,17	-0,42	Spearman- r _s Produkt- moment- r			
Urease	0,16	0,46	0,34	-0,45				
Xylanase	0,04	0,08	-0,15	-0,04				
Katalase	0,00	0,35	0,26	0,01				

Diskussion

Aus Warschau (Bankowska et al. 1985) und München (Esser 1984) werden Regenwurmabundanzen um 100 Individuen/m² für städtische Rasenflächen angegeben. Der in dieser Untersuchung ermittelte dreifach höhere Wert beruht vermutlich auf der höheren Effizienz des Elektrofangs. Die in den Bad Godesberger Böden festgestellten Regenwurmzahlen und -biomassen übersteigen jedoch teilweise die von Grünland-, Wald-, und Ackerböden bekannten Spitzenwerte (Übersicht z.B. in DUNGER 1983). Mit Ausnahme der "technischen" Böden können urbane Bedingungen daher als regenwurmfördernd angesehen werden.

Die in dieser Untersuchung ermittelten Enchytraeenabundanzen liegen im Bereich dessen, was in der freien Landschaft für Böden mit starker Regenwurmkonkurrenz zu erwarten ist (GRAEFE 1988, FRÜND & GRAEFE unveröff.). Enchytraeiden gelten als Pionierarten, deren Häufigkeit bei zunehmender Konkurrenz durch Regenwürmer zurückgeht. Dem widerspricht auf den ersten Blick der niedrige Enchytraeidenbesatz in frisch

angelegten und jungen städtischen Böden. In diesen gärtnerisch aufgebesserten Böden sind die Enchytraeen allerdings von Anfang an der Konkurrenz durch die Regenwürmer ausgesetzt. Die Zunahme der Enchytraeenabundanz in älteren Böden läßt sich unter diesen Umständen durch die Entwicklung eines Lebensraummosaiks unter ungestörten Verhältnissen erklären.

Die Größenordnung der festgestellten Schneckendichten korrespondiert mit Ergebnissen aus dem Lebensraum Weinberg (WILLECKE 1983). Schnecken sind von den hier untersuchten Tiergruppen offensichtlich am stärksten durch den pH beeinflusst. Aus natürlichen und landwirtschaftlichen Böden ist zwar auch für Regenwürmer und Enchytraeiden ein Einfluß des pH auf die Siedlungsdichte bekannt, dieser ist hier aber durch andere Faktoren überlagert. Schnecken scheinen besonders empfindlich gegenüber Bodenverdichtungen zu sein. Dies zeigte sich einerseits dort, wo unterschiedlich trittbelastete Areale vergleichend untersucht wurden. Andererseits erklärt sich hierdurch die große Häufigkeit der Schnecken in den Böden der unzugänglichen Verkehrsinseln und Fahrbahnteiler.

Während für die Artenvielfalt in der Stadt die Standortfaktoren "Lage im Gradienten Stadtrand-Zentrum" und "Pflegetintensität" von entscheidender Bedeutung sind, konnte dies für das quantitative Vorkommen der betrachteten Tiergruppen nicht festgestellt werden. Bei entsprechender Bodenbeschaffenheit werden auch im Stadtzentrum hohe Abundanzen erreicht, die eine intensive bodenbiologische Aktivität bewirken, und die - besonders im Falle der Regenwürmer - die Nahrungsgrundlage für stadtbewohnende Wirbeltiere bilden.

Zusammenfassung

Die Böden des Stadtgebiets von Bonn-Bad Godesberg lassen sich nach Gründigkeit und Beschaffenheit des Substrats in 7 Gruppen einteilen. Häufigkeit und Artenvielfalt der Regenwürmer nehmen mit wachsender Entfernung der Bodenverhältnisse vom natürlichen Zustand ab. Die Regenwurmbesiedlung städtischer Böden kann die von natürlichen Standorten übertreffen. Die Siedlungsdichten der Enchytraeiden und Schnecken entsprechen ungefähr den in der freien Landschaft zu erwartenden Werten. Alte Stadtböden sind stärker von Enchytraeiden besiedelt als solche frisch angelegter Flächen. Auch bei den relativ hohen pH-Werten städtischer Böden ist bei bodenlebenden Gehäuse-schnecken ein Zusammenhang zwischen pH und Schneckenabundanz zu erkennen. Bodenlebende Gehäuse-schnecken sind empfindliche Indikatoren für Bodenverdichtungen.

Literatur

- Bankowska, R.; W. Czechowski, H. Garbaczyk und P. Trojan (1985): Present and prognosticated fauna of the housing estate Bialoleka Dworska, Warsaw. *Memorabilia Zoologica* 40: 167pp.
- Dunger, W. (1983): Tiere im Boden. Wittenberg-Lutherstadt. 280pp.
- Esser, J. (1984): Untersuchung zur Frage der Bestandsgefährdung des Igels (*Echinus erinaceus*) in Bayern. *Ber. ANL* 8: 22-62.
- Graefe, U. (1988): Der Einfluß von Sauren Niederschlägen und Bestandeskalkungen auf die Enchytraeidenfauna in Waldböden. *Verh. Ges. Ökol. (Göttingen 1987)* 17 (Im Druck).
- (Im Druck): Eine vereinfachte Extraktionsmethode für terrestrische Enchytraeiden. *Mitt. hamb. Zool. Mus. Inst.*
- Thielemann, U. (1986): Elektrischer Regenwurmfang mit der Oktett-Methode. *Pedobiologia* 29: 296-302.
- Vagvölgyi, J. (1952): A new sorting method for snails, applicable also for quantitative researches. *Ann. Hist. Nat. Mus. Nat. Hung.* 3: 101-104.
- Willecke, S. (1983): Zur Verteilung von Gehäuse-schnecken in Weinbergen und angrenzenden Flächen. *Verh. Ges. Ökol. (Mainz 1981)* 10: 103-114.

Dank: Herr Wolfgang Schulte (Bonn) beteiligte sich bei der Klassifizierung der Standorte. Herrn Norbert Weritz (Trier) danken wir für die Mitteilung der mikrobiologischen Daten und einiger pH-Werte. Herr F. Bailly (Osnabrück) ermöglichte uns in großzügiger

Weise die Durchführung bodenphysikalischer Laboruntersuchungen und beteiligte sich an der Diskussion des Manuskripts, wofür ihm auch an dieser Stelle herzlich gedankt sei. Dem BMFT danken wir für finanzielle Unterstützung.

Abb. 2 Lumbricidae Stadtboeden Bad Godesberg

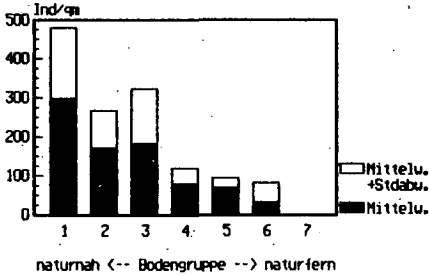


Abb. 3 Lumbricidae Stadtboeden Bad Godesberg

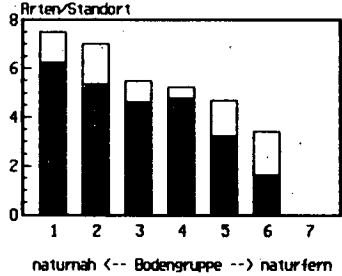


Abb. 4 Enchytraeidae Stadtboeden Bad Godesberg

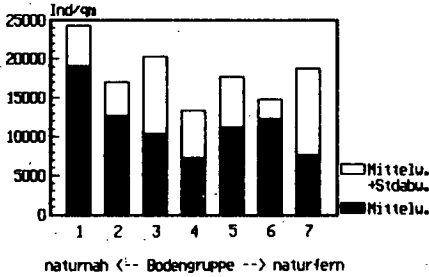


Abb. 5 Enchytraeiden Stadtboeden Bad Godesberg

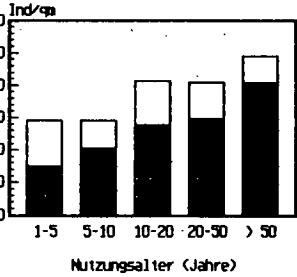


Abb. 6 Gastropoda Stadtboeden Bad Godesberg

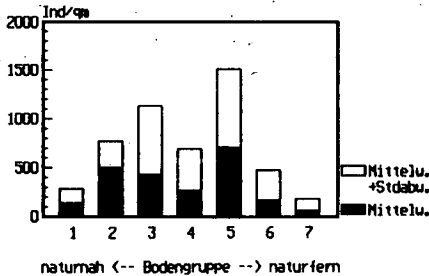


Abb. 7 Gastropoda Stadtboeden Bad Godesberg

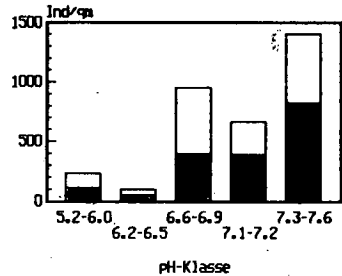


Abb. 2, 4 und 6: Durchschnittliche Individuenzahlen pro m² in den nach Bodeneigenschaften gruppierten Standorten.

Abb. 3: Mittlere Lumbricidenartenzahlen pro Standort in den Bodengruppen.

Abb. 5: Mittlere Enchytraeidenabundanz in den nach Nutzungsalter gruppierten Standorten.

Abb. 7: Mittlere Schneckenabundanz in den nach pH-Werten gruppierten Standorten.