

# Ökologische Analyse der Gemeinschaft frei lebender Bodennematoden (Fadenwürmer) im Nationalpark Neusiedler See – Seewinkel (Österreich)

Pamela ZOLDA

Die Gemeinschaft frei lebender Bodennematoden wurde im Nationalpark Seewinkel an vier Standorten (2 Untersuchungsflächen pro Standort) untersucht. Vier Flächen wurden im Rahmen von Pflegemaßnahmen durch Pferde, Rinder und Eseln beweidet, weitere vier dienten als unbeweidete Referenzflächen. An vier Terminen (Mai, Juli, August, September 2002) wurden Proben des Mineralbodens entnommen. Die Gemeinschaft der Bodennematoden wurde durch ihre Abundanz, Diversität, trophische und funktionelle Struktur charakterisiert. Insgesamt konnten 58 Gattungen nachgewiesen werden, unter welchen *Acrobeloides*, *Anaplectus*, *Heterocephalobus*, *Prismatolaimus*, *Aphelenchoides*, *Aphelenchus*, *Tylenchus* und *Pratylenchus* dominierten. Die Abundanzwerte schwankten zwischen 185–590 Individuen/100 g Boden und waren auf den unbeweideten Flächen höher. Die Diversitätsindices entsprachen jenen von temperaten Grasländern und zeigten keine deutlichen Unterschiede zwischen beweideten und unbeweideten Flächen. Dies wurde auch durch zwei Ähnlichkeitsindices bestätigt. Innerhalb der trophischen Gruppen dominierten an allen Standorten Bakterienfresser, die hohe Dichte pilzfressender Nematoden ist jedoch bemerkenswert. Die Werte der Nematode Channel Ratio (NCR) deuten auf einen durch Bakterien dominierten Abbau der organischen Substanz auf allen Standorten hin. Die Analyse der funktionellen Gruppen (c-p-triangle) indizierte durch eine geringe Häufigkeit von frühen Pionierformen relativ stabile Bedingungen in allen untersuchten Böden. Die Bodennahrungsnetze wurden durch die Erstellung von Faunenprofilen („faunal analysis“) analysiert und als strukturreich und nährstoffarm charakterisiert. Mögliche Einflüsse der Beweidung auf die Nematofauna konnten nur an einem Standort nachgewiesen werden.

## ZOLDA P., 2007: Ecological analysis of free living soil nematode communities (roundworms) in the National Park Lake Neusiedl – Seewinkel (Austria).

Soil nematode communities were investigated at four sites (two areas at each site) of semi-natural steppe grasslands in the national park Lake Neusiedl – Seewinkel, eastern Austria. Four sites were grazed by horses, cattle and donkeys, four were ungrazed. Nematodes were sampled on four occasions from mineral soil, and their total abundance, generic diversity, trophic and functional guilds were determined. Altogether 58 nematode genera inhabited the grasslands, with *Acrobeloides*, *Anaplectus*, *Heterocephalobus*, *Prismatolaimus*, *Aphelenchoides*, *Aphelenchus*, *Tylenchus* and *Pratylenchus* dominating. Mean total abundance at sites was 185–590 ind. 100 g<sup>-1</sup> soil and was higher in ungrazed areas. Diversity indices were characteristic for temperate grassland soils, but did not separate communities well. The same was true for two similarity indices. Within trophic groups bacterial feeding nematodes dominated, the high proportion of fungal feeders was remarkable. High values of the Nematode Channel Ratio (NCR) indicate that decomposition pathways are driven by bacteria. Analysis of nematode functional groups (c-p-triangle) indicated relatively stable soil conditions through a low abundance of early colonizers. The soil food web was characterised by the “faunal analysis” Effects of grazing on soil nematode communities were found at one site.

**Keywords:** soil nematode community; grasslands; diversity; similarity; c-p-triangle; faunal analysis concept; National Park Lake Neusiedl – Seewinkel.

# Einleitung

Die Landschaft des Nationalparks Neusiedler See – Seewinkel im Burgenland ist durch die traditionelle Beweidung mit großen Rinder- und Pferdeherden bis in die 60er Jahre des letzten Jahrhunderts geprägt. Klimatische, edaphische und geologische Bedingungen führten unter dem Einfluss einer kontinuierlichen Beweidung über lange Zeiträume zur Ausbildung von großen, offenen und kurzrasigen Pflanzengesellschaften (RAUER & KOHLER 1990), die durch ihren hohen Anteil an thermophilen, seltenen Tier- und Pflanzenarten charakterisiert sind (KOO 1994). Zur Erhaltung und Förderung dieser Lebensräume wurde im Nationalpark ab 1987 an bestimmten Standorten ein kontrolliertes Beweidungsmanagement eingerichtet, durch welches bereits positive Effekte auf die Diversität der Pflanzen, Vögel und epigäischen Arthropoden nachgewiesen werden konnten (RAUER & KOHLER 1990; ZULKA & MILASOWSKY 1998; KORNER et al. 1999). Neben epigäischen Formen reagiert auch die Bodenfauna direkt und indirekt z. B. durch den Entzug von Biomasse (BARDGETT & WARDLE 2003) und durch die daraus resultierenden mikroklimatischen Veränderungen der Bodenfeuchte und -temperatur (MERRILL et al. 1994) auf die oberirdische Beweidung. Frei lebende Bodennematoden treten in Böden von Grasländern in hoher Individuen- und Artenzahl auf (ETTEMA & YEATES 2003) und dokumentieren durch die generische, trophische und funktionelle Zusammensetzung ihrer Populationen die durch Beweidung sukzessionsbedingten Veränderungen des Lebensraumes (MERRILL et al. 1994, WASILEWSKA 1997). Einen wichtigen Faktor stellt die Intensität der Beweidung dar. Hoher Weidedruck führt unter anderem zu einer Abnahme der Diversität von frei lebenden Nematoden (MULDER et al. 2003), während sich diese wie auch ihre Abundanz bei moderater Beweidung kaum ändert (McSORLEY & FREDERICK 2000).

Im Rahmen eines Projektes des Nationalparks Seewinkel (NP 26) wurde die Gemeinschaft der Bodennematoden auf beweideten und unbeweideten Standorten untersucht. Die vorliegende Arbeit charakterisiert ihre Gemeinschaftsstruktur im Allgemeinen und soll mögliche Unterschiede und Ähnlichkeiten zwischen beweideten und unbeweideten Flächen dokumentieren.

## Material und Methoden

Die Erfassung der Nematodengesellschaften wurde an vier Standorten (jeweils 2 Flächen) durchgeführt: Podersdorfer Pferdeweide-beweidet durch Pferde (PW-B), Podersdorfer Pferdeweide-unbeweidet (PW-UB); Illmitzer Zicksee West beweidet durch Rinder (RWW-B), Illmitzer Zicksee West unbeweidet (RWW-UB); Illmitzer Zicksee Süd beweidet durch Rinder (RWS-B), Illmitzer Zicksee Süd unbeweidet (RWS-UB); Eselweide Sandeck beweidet durch Esel (EW-B), Eselweide Sandeck unbeweidet (EW-UB). Auf jeder Fläche wurden an vier Terminen (Mai, Juli, August, September 2002) mit einem zylindrischen Bodenbohrer (2,1 cm Durchmesser) acht Bodenproben (10 cm Bodentiefe) in zufälliger Anordnung entnommen. Die Proben wurden zu Mischproben vereinigt, aus welchen 100 g Erde zur Extraktion der Fadenwürmer in modifizierten Baermanntrichtern (Dauer: 24 h) entnommen wurden. Nach der Fixierung in warmem Formaldehyd wurden alle Nematoden auf Objektträger (Einbettungsmedium: Glycerin) übertragen und auf Gattungsniveau bestimmt.

Als Maß für die Diversität wurden folgende Indices herangezogen: Shannon index auf Gattungsniveau ( $H'_{\text{gen}} = -\sum p_i \ln p_i$ ), Simpson's index (1-D), Evenness ( $E = H_s/H_{\text{max}}$ ). Die Ähnlichkeiten der Standorte wurden durch zwei Indices, den Morisita index (Berück-

sichtigung der Abundanzen) bzw. den Sörensen index (ohne Abundanzen) – beschrieben (MAGURRAN 1988). Alle Nematoden wurden ihren trophischen Gruppen (Bakterienfresser, Pilzfresser, Pflanzenfresser, Omnivore, Räuber) zugeordnet (YEATES et al. 1993). Im Folgenden wurde die „Nematode Channel Ratio (NCR =  $(B/(B+F))$ )“ errechnet, in welcher B und F die relativen Anteile der Bakterienfresser bzw. Pilzfresser darstellen. Hohe Werte der NCR indizieren bakteriell gesteuerte Abbauprozesse, bei geringen Werten sind vor allem Pilze am Abbau organischer Substanz beteiligt (YEATES 2003).

Die Beschreibung der funktionellen Struktur basierte auf der Klassifizierung der Bodennematoden in unterschiedliche „Lebensstrategie-Typen“ nach BONGERS (1990) bzw. BONGERS & BONGERS (1998). Hierbei werden alle Fadenwürmer außer Pflanzenfressern auf einer fünfteiligen Skala (*c-p*-Skala) ihren Lebensstrategien zugeteilt. *C-p-1* Formen sind durch kurze Lebenszyklen und hohe Akzeptanz gegenüber Störungen charakterisiert, während die Gruppe der *c-p 3-5* Nematoden in stabilen Habitaten mit geringer Störungintensität auftritt. Die grafische Darstellung erfolgte in Form eines „*c-p*-triangles“ (DE GOEDE 1993).

Eine kombinierte Analyse der Nematodengemeinschaft haben FERRIS et al. (2001) vorgenommen, bei welcher sowohl Ernährungsform als auch Lebensstrategie berücksichtigt werden. In diesem „Weighted Faunal Analysis Concept“ kann durch die Berechnung zweier Indices, des enrichment index und des structure index, der Zustand des Nahrungsnetzes im Boden grafisch dargestellt werden. Je nach Position der Nematodenzönose im jeweiligen Quadrant (A-D) wurden die untersuchten Nematodengesellschaften entlang eines Gradienten eingeteilt und indizieren dadurch basal/angereicherte bis strukturiert/stabile Verhältnisse des Bodennahrungsnetzes.

## Ergebnisse

Insgesamt wurden an allen Standorten 58 Genera nachgewiesen, unter welchen *Acrobeloides*, *Anaplectus*, *Heterocephalobus*, *Prismatolaimus*, *Aphelenchoides*, *Aphelenchus*, *Tylenchus* und *Pratylenchus* dominierten. Eine Gesamtdarstellung der Genera findet sich in ZOLDA (2006). Die Gesamtabundanzen zeigten nur geringe Unterschiede zwischen den Untersuchungsstandorten und waren auf den beweideten Flächen stets geringer (Abb.1).

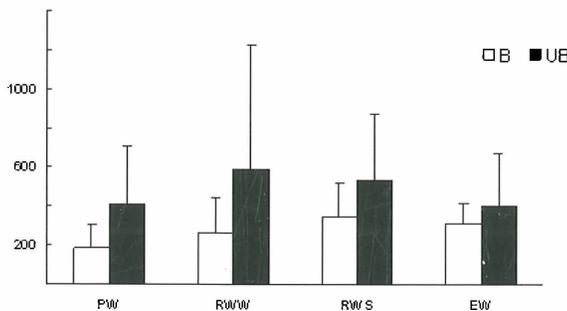


Abb. 1: Abundanz (Mittelwerte und Standardabweichung; n=4) der Bodennematoden. P-W: Pferdeweide (Podersdorf), RW-W: Rinderweide West (Zicksee); RW-S Rinderweide Süd (Zicksee); E-W: Eselweide (Sandeck); B: beweidet; UB: unbeweidet. – Fig. 1: Abundance (means and standard deviation; n=4) of soil nematodes. P-W: Horse pasture (Podersdorf), RW-W: Cattle pasture West (Zicksee); RW-S Cattle pasture (Zicksee); E-W: Donkey pasture (Sandeck); B: grazed; UB: ungrazed.

Die mittlere Zahl der Gattungen schwankte zwischen 19,75 und 31,75 (Tab. 1). Die errechneten Diversitätsindices der Nematodenzönose erreichten auf beweideten und unbeweideten Flächenpaaren an drei Standorten vergleichbare Werte (Tab. 1). An einem Standort (Pferdeweide) wurden jedoch Unterschiede der Diversität nachgewiesen. PW-B und PW-UB unterschieden sich sowohl durch die Zahl der Gattungen als auch durch die Werte der Diversitätsindices (Tab. 1).

Tab. 1: Gemeinschaftsparameter (Mittelwerte, n=4) der Bodennematoden. – Community parameters (means, n=4) of free living soil nematodes

	PW		RWW		RWS		EW	
	B	UB	B	UB	B	UB	B	UB
Zahl der Gattungen	19,75	29,75	24,25	29,75	31,75	29,25	26,75	27,25
Shannon index	2,28	2,83	2,56	2,50	2,71	2,74	2,60	2,59
Simpson's index (1-D)	0,82	0,92	0,87	0,83	0,88	0,91	0,88	0,88
Evenness	0,77	0,84	0,81	0,74	0,79	0,82	0,79	0,79
% Bakterienfresser	61,02	67,13	66,38	53,24	54,21	55,28	51,55	49,76
% Pilzfresser	14,96	17,31	16,16	16,50	16,43	18,87	28,83	19,47
% Pflanzenfresser	10,36	9,90	8,00	22,85	16,48	15,57	14,30	23,06
% Omnivore	8,62	2,91	8,77	6,36	9,40	9,71	4,62	6,83
% Räuber	5,05	2,75	0,68	1,06	3,48	0,56	0,71	0,89
Nematode Channel Ratio	0,79	0,80	0,80	0,78	0,77	0,74	0,64	0,73

Basierend auf zwei Ähnlichkeitsindices ist die Faunenähnlichkeit aller Standorte in Tabelle 2 dargestellt. Unter Berücksichtigung der Abundanzen (oberer Sektor) wurde die größte Ähnlichkeit zwischen den Flächen RWW-B und RWS-UB (0,89) erreicht. Beweidete und unbeweidete Flächen zeigten an den Standorten P-W und RW-W geringe Ähnlichkeiten. Wurden nur Gattungspräsenz- und -absenzdaten berücksichtigt (unterer Sektor), so zeigte sich eine deutlich größere Ähnlichkeit zwischen den Standorten und Flächen.

Tab. 2: Ähnlichkeiten der Nematodengemeinschaften dargestellt durch den Morisita Index (oberer Sektor) und den Sörensen-Index (unterer Sektor). – Similarities of nematode communities expressed by the Morisita index (upper section) and the Sörensen index (lower section).

	PW_B	PW_UB	RWW_B	RWW_UB	RWS_B	RWS_UB	EW_B	EW_UB
PW_B	1	0,48	0,73	0,37	0,65	0,58	0,40	0,44
PW_UB	0,73	1	0,69	0,28	0,60	0,59	0,70	0,63
RWW_B	0,71	0,76	1	0,41	0,81	0,89	0,64	0,71
RWW_UB	0,77	0,82	0,89	1	0,40	0,40	0,30	0,30
RWS_B	0,75	0,74	0,80	0,87	1	0,81	0,74	0,73
RWS_UB	0,68	0,75	0,84	0,88	0,89	1	0,67	0,74
EW_B	0,72	0,79	0,75	0,83	0,81	0,78	1	0,69
EW_UB	0,72	0,79	0,87	0,87	0,88	0,87	0,89	1

Die trophische Struktur aller Flächen war durch die Dominanz der Bakterienfresser, gefolgt von pilz- und pflanzenfressenden Gruppen charakterisiert (Tab. 1). Beweidete und

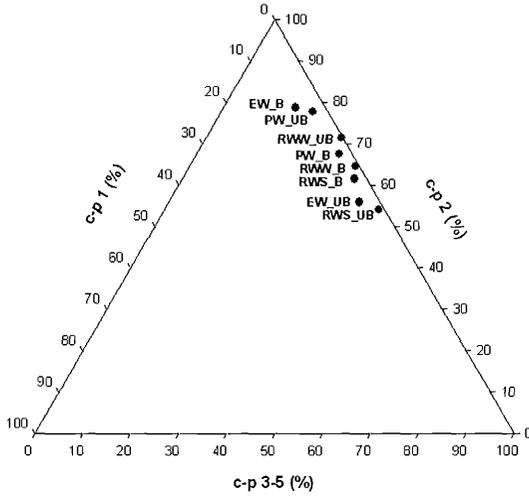


Abb. 2: Zusammensetzung der funktionellen (c-p) Gruppen (c-p-Triangel). – Fig. 2: Composition of functional (c-p) groups (c-p-triangle).

unbeweidete Flächen unterschieden sich auf den Standorten P-W (Omnivore und Räuber), RW-W und E-W (Pflanzenfresser) sowie RW-S (Räuber). Die Werte der NCR (Tab. 1) schwankten zwischen 0,64 und 0,80.

Die Analyse der funktionellen Gruppen (Abb.2) zeigte auf allen Flächen eine durchwegs geringe relative Abundanz von *c-p-1* Nematoden, die meist deutlich unter 5% lag. Die Zönosen wurden von Vertretern der *c-p-2* Gruppe dominiert (55–78%). Höhere Anteile von *c-p 3-5* Nematoden konnten auf den Flächen RWS-UB (45%) und EW-UB (40%) nachgewiesen werden.

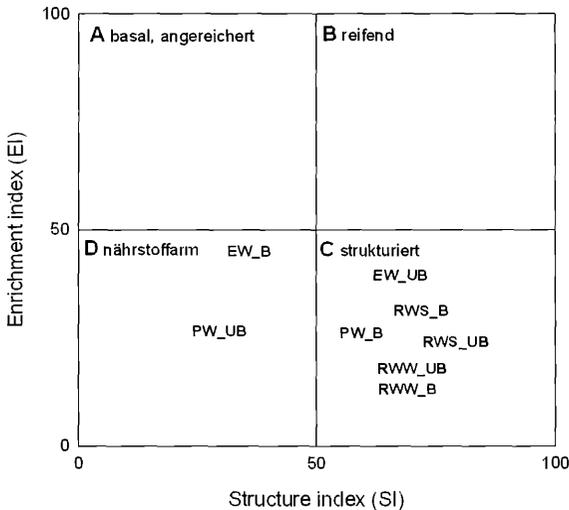


Abb. 3: Faunenprofile zur Darstellung der Nahrungsnetze im Boden. – Fig. 3: Faunal profiles representing the food web conditions in soil.

Bei der Erstellung der Faunenprofile (Abb.3) lagen sechs Untersuchungsflächen im Quadrant C. Die Flächen EW-B und PW-UB waren im Quadrant D lokalisiert.

## Diskussion

Die Böden der acht untersuchten Standorte im Seewinkel, die als sandige, nährstoffarme Tschernoseme klassifiziert sind (NELHIEBEL 1980), zeigen eine Nematodenfauna, deren dominante Genera, Diversität und Abundanzen typisch für temperate Wiesen und Weiden sind (WASILEWSKA 1994; VALOCKA & SABOVA 1997; DE GOEDE & BONGERS 1998; POPOVICI & CIOBANU 2000; HANĚL 2003). Die Vertreter der häufigsten Gattungen gehören zur Gilde der Bakterienfresser (*Acrobeloides*, *Anaplectus*, *Heterocephalobus*, *Prismatolaimus*). In der trophischen Gruppe der Pilzfresser treten *Aphelenchus* und *Aphelenchoides* als häufigste Genera auf. Insgesamt dominieren die Bakterienfresser (siehe auch EKSCHMITT et al. 1999, 2001) vor den Pilzfressern. Lediglich an zwei Standorten lag die Dichte der pflanzenfressenden Bodennematoden über jener der Pilzfresser. Dies dürfte jedoch durch starke saisonale Fluktuationen zweier Gattungen (*Tylenchus*, *Pratylenchus*) bedingt gewesen sein (siehe auch VERSCHOOR et al. 2001). Normalerweise erreichen phytophage Nematoden in Wiesen und Weideländern höhere Abundanzen und können sogar dominieren, vor allem dann, wenn eine Form der Nutzung (Mahd, Düngung) vorliegt (EKSCHMITT et al. 1999, 2001). Ein Grund für den hier gefundenen hohen Anteil pilzfressender Fadenwürmer könnte sein, dass es sich bei den Standorten im Seewinkel um naturnahe und nährstoffarme Lebensräume handelt, an welchen Mahd und Düngung weitestgehend ausgeblieben sind. Eine Beteiligung der Pilze an Abbauprozessen, die durch die Häufigkeit pilzfressender Fadenwürmer dargestellt werden kann (FERRIS et al. 2001; RUESS 2003), ist dennoch gering, wie die relativ hohen Werte der „Nematode Channel Ratio“ auf allen Standorten zeigen. Der Abbau der organischen Substanz dürfte also weitestgehend bakteriell gesteuert sein (RUESS 2003).

Die Analyse der funktionellen Gruppen, in welchen Lebensstrategietypen abgebildet werden, ergab an allen Standorten eine Dominanz von *c-p* 2 Formen. Dabei treten vor allem die Familien Cephalobidae, Plectidae und Aphelenchidae in den Vordergrund. Auffallend ist die geringe Abundanz von typischen Pionierformen (*c-p* 1), welche in den Böden des Seewinkels keine nennenswerten Dichten zeigten. Sie erreichten nur auf zwei Untersuchungsflächen (Eselweide) relative Abundanzen über 4%, woraus sich auf eine geringe Störungsintensität an allen Standorten schließen lässt. Die rasche Entwicklung schnelllebiger *c-p*-1 Nematodenpopulationen ist ferner meist mit einem hohen Angebot an Nährstoffen gekoppelt (BONGERS 1990; BONGERS & BONGERS 1998). Bei der Erstellung des Faunenprofils, in welchem Nematoden als Indikatoren für Nährstoffanreicherung und Strukturparameter des Bodennahrungsnetzes herangezogen werden, wurde deutlich, dass die untersuchten Böden als nährstoffarm und strukturreich klassifiziert werden können (FERRIS et al. 2001).

Insgesamt ergab die Analyse der Bodennematoden-Gemeinschaften auf allen Standorten ein relativ ähnliches Bild, sowohl in ihrer generischen, trophischen als auch funktionellen Struktur. Der Faktor „Beweidung“ konnte – vermutlich bedingt durch ihre verschiedenen Formen (Pferde, Rinder, Esel) über unterschiedlich lange Zeiträume und mit wechselnder Intensität – schwer definiert werden. Da die Beweidung im Nationalpark ausschließlich in moderater Form durchgeführt wird, dürfte ihr Einfluss auf die Zusammensetzung der Bodennematofauna offenbar gering sein (siehe auch McSORLEY & FREDERICK 2000). Dennoch wiesen alle beweideten Flächen eine geringere Nematodendichte

auf, was eventuell auf geänderte mikroklimatische Bedingungen (höhere Temperaturen) auf der Bodenoberfläche nach erfolgter Beweidung zurückgeführt werden könnte (MERRILL et al. 1994). Die aussichtsreichste Fläche für weitere Interpretationen stellt die Pferdeweide dar. Dieser Standort weist die kontinuierlichste und intensivste Form der Beweidung (Koppelhaltung > 40 Jahre) auf. Einige Parameter der Nematodenzönose der beweideten Fläche unterschieden sich deutlich von jenen der unbeweideten: es wurden auf der Weidefläche weniger Gattungen nachgewiesen und die Werte der Diversitätsindices lagen deutlich unter jenen der Referenzfläche. Diese Entwicklung wurde auch von MULDER et al. (2003) beobachtet. Die geringere Diversität spiegelt sich jedoch bei der Betrachtung der Beziehungsgefüge nicht negativ wieder. Gerade auf der Fläche PW-B konnte eine auffallend hohe Abundanz von räuberischen und omnivoren Nematoden als Indikatoren für stabile Bodenverhältnisse (BONGERS 1990) nachgewiesen werden.

Die Nematodengemeinschaften des Seewinkels können als divers charakterisiert werden. Ihre Zusammensetzung klassifiziert die untersuchten Böden als relativ stabil, nährstoffarm und strukturreich. Die extensive Beweidung führte an den meisten Standorten zu keinen deutlichen Veränderungen der Nematofauna, doch indizieren die Ergebnisse der Pferdeweide, dass die Zusammensetzung der Bodennematoden-Zönose durch eine kontinuierliche Beweidung beeinflusst werden kann.

## Literatur

- BARGETT R. D. & WARDLE D. A., 2003: Herbivore-mediated linkages between aboveground and belowground communities. *Ecology*, 84, 2258–2268.
- BONGERS T., 1990: The maturity index: an ecological measure of environmental disturbance based on nematode species composition. *Oecologia* 83, 14–19.
- BONGERS T. & BONGERS, M., 1998: Functional diversity of nematodes. *Appl. Soil Ecol.* 10, 239–251.
- EKSCHMITT K., BAKONYI G., BONGERS M., BONGERS T., BOSTRÖM S., DOGAN H., HARRISON A., KALLIMANIS A., NAGY P., O'DONNELL A. G., SOHLENIUS B., STAMOU G. P. & WOLTERS V., 1999: Effects of the nematofauna on microbial energy and matter transformation rates in European grassland soils. *Plant Soil* 212, 45–61.
- EKSCHMITT K., BAKONYI G., BONGERS M., BONGERS T., BOSTRÖM S., DOGAN H., HARRISON A., NAGY P., O'DONNELL A. G., PAPAHEODOROU E. M., SOHLENIUS B., STAMOU G. P. & WOLTERS V., 2001: Nematode community structure as indicator of soil functioning in European grassland soils. *Eur. J. Soil Biol.* 37, 263–268.
- ETTEMA C. H. & YEATES G. W., 2003: Nested spatial biodiversity patterns of nematode genera in a New Zealand forest and pasture soil. *Soil Biol. Biochem.* 35, 339–342.
- FERRIS H., BONGERS T., DE GOEDE R., 2001: A framework for soil web diagnostics: extension of the nematode faunal analysis concept. *Appl. Soil Ecol.* 18, 13–29.
- DE GOEDE R. G. M., 1993: Nematodes in a changing environment. Thesis. Landbouwniversiteit Wageningen, 138pp.
- DE GOEDE R. G. M., & BONGERS T., 1998: Nematode Communities of Northern Temperate Grassland Ecosystems. Giessen: Focus, 338 pp.
- HÁNĚL L., 2003: Recovery of soil nematode populations from cropping stress by natural secondary succession to meadow land. *Appl. Soil Ecol.* 22, 255–270.
- KOO A. J., 1994: Pflegekonzept für die Naturschutzgebiete des Burgenlandes. BFB-Bericht 82, Biolog. Forschungsinst. Burgenland, Austria.

- KORNER I., TRAXLER A. & WRBKA T., 1999: Trockenrasenmanagement und -restituierung durch Beweidung im „Nationalpark Neusiedler See – Seewinkel“ Verh. Zool. Bot. Ges. Österr. 136, 181–212.
- MAGURRAN A. E., 1988: Ecological Diversity and its Measurement. Princeton University Press, Princeton, NJ, USA.
- McSORLEY R. & FREDERICK J. J., 2000: Short-term effects of cattle grazing on nematode communities in Florida pastures. *Nematopica* 30, 211–221.
- MERRILL E. H., STANTON N. L. & HAK J. H., 1994: Responses of bluebunch wheatgrass, Idaho fescue, and nematodes to ungulate grazing in Yellowstone National Park. *Oikos* 69, 231–240.
- MULDER C., DE ZWART, D. VAN WIJNEN H. J., SHOUTEN A. J. & BREURE A. M., 2003: Observational and simulated evidence of ecological shifts within the soil nematode community of agroecosystems under conventional and organic farming. *Funct. Ecol.* 17, 516–525.
- NELHIEBEL P., 1980: Die Bodenverhältnisse des Seewinkels. *BFB-Bericht* 37, 41–48.
- POPOVICI I. & CIOBANU M., 2000: Diversity and distribution of nematode communities in grasslands from Romania in relation to vegetation and soil characteristics. *Appl. Soil Ecol.* 14, 27–36.
- RAUER G. & KOHLER B., 1990: Schutzgebiete durch Beweidung. *AGN- FB. Wiss. Arb., Bgld.* 82, 221–278.
- RUSS L., 2003: Nematode soil faunal analysis of decomposition pathways in different ecosystems. *Nematology* 5, 179–181.
- VALOCKA B. & SABOVA M., 1997: Communities of soil and plant nematodes in two types of grassland. *Helminthologia* 34, 97–103.
- VERSCHOOR B. C., DE GOEDE R. G. M., DE HOOP J. W. & DE VRIES F. W., 2001: Seasonal dynamics and vertical distribution of plant feeding nematode communities in grasslands. *Pedobiologia* 45, 213–233.
- WASILEWSKA L., 1994: The effect of age of meadows on succession and diversity in soil nematode communities. *Pedobiologia* 38, 1–11.
- WASILEWSKA L., 1997: Soil invertebrates as bioindicators, with special reference to soil-inhabiting nematodes. *Russ. J. Nematol.* 5, 113–126.
- YEATES G. W., 2003: Nematodes as soil indicators: functional and biodiversity aspects. *Biol. Fertil. Soils* 37, 199–210.
- YEATES G. W., BONGERS T., DE GOEDE R. G. M., FRECKMAN D. W. & GEORGIEVA S. S., 1993: Feeding habits in soil nematode families and genera- an outline for soil ecologists. *J. Nematol.* 25, 315–331.
- ZOLDA P., 2006: Nematode communities of grazed and ungrazed semi-natural steppe grasslands in Eastern Austria. *Pedobiologia* 50, 11–22.
- ZULKA K. P. & MILASOWSKY N., 1998: Conservation problems in the Neusiedler See – Seewinkel National Park, Austria: an arachnological perspective. *Proc. 17<sup>th</sup> Eur. Coll. Arachnol., Edinburgh* 1997, pp. 331–336.

**Anschrift:** DR. PAMELA ZOLDA, Department für Naturschutzbiologie, Vegetations- und Landschaftsökologie, Althanstraße 14, A-1090 Wien, E-Mail: [pamela.zolda@univie.ac.at](mailto:pamela.zolda@univie.ac.at)