© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

Ber. nat.-med. Verein Innsbruck	Band 87	S. 365 - 379	Innsbruck, Okt. 2000

Standortspezifische Erwartungswerte für die Gemeinschaftsstruktur ausgewählter Taxa der Bodenfauna als Bodenqualitätskriterium

von

Andrea RUF, Ludwig BECK, Jörg RÖMBKE & Jörg SPELDA *)

Assessing Biological Soil Quality by a Site Specific Soil Fauna Community

Synopsis: In a pilot study to assess soil quality by biological indicators 15 sites spread all over Germany have been investigated. We sampled the macrofauna groups Earthworms, Chilopods, Diplopods, and Isopods and the mesofauna groups Enchytraeids, predatory mites (Gamasina), and moss mites (Oribatida). The aim of the study was to find out, whether there are characteristic soil fauna communities for specific sites or groups of sites. Therefore the dominance values of the species were analysed by means of correspondence analyses. The result was, that there are typical soil fauna communities that belong to specific site groups, e.g. acid forests or wet meadows. The recorded patterns were more distinct the more taxa were incorporated in the analyses. The macrofauna alone gave good results but did not differentiate within the main site groups. Earthworms separated the open sites from the forests, whereas the arthropods differentiated within the forests. Each mesofauna taxa added valuable information to the macrofauna results. We concluded that macro- and mesofauna together form site specific species assemblages that may be used for defining typical soil fauna communities for specific soils. This site specific soil fauna community can be used as reference for assessing soil quality. Developing practical guidelines out of these are the next steps to be done.

1. Einleitung:

Die angewandte Bodenökologie und Bodenzoologie hat durch das Bundes-Bodenschutzgesetz in Deutschland Rückenwind erhalten. Im § 2 (2) wird festgeschrieben, dass Böden unter anderem eine Funktion als Lebensraum für Tiere und Bodenorganismen besitzen (Lebensraumfunktion). Laut Gesetz ist eine Beeinträchtigung aller Funktionen zu

*) Anschrift der Verfasser: Dr. A. Ruf, Universität Bremen, FB 2, UFT, Abt. 10, PF 330440, D-28330 Bremen; Prof. Dr. L. Beck, Staatliches Museum für Naturkunde Karlsruhe, PF 111364, D-76063 Karlsruhe, Dr. J. Römbke und Dr. J. Spelda, ECT-Ecotoxicologie, Böttgerstraße 2 - 14, D-65439 Flörsheim, BRD.

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

vermeiden. Dieser Auftrag setzt die Bodenbiologie unter Zugzwang, da bisher keine Methoden vorliegen, die geeignet sind, die Lebensraumfunktion von Böden flächendeckend abzubilden (BACHMANN 1999). Einige Ansätze werden seit Erscheinen des Gesetzes in diesem Zusammenhang diskutiert (GRAEFE 1993, GRÖNGRÖFT et al. 1998, DUNGER 1998, HÖPER 1999, VOLLMER et al. 1999). Ein Verfahren, das wir in einer größeren Gruppe von Bodenbiologen mit verschiedenen systematischen Schwerpunkten erarbeitet haben, ist die Bodenbiologische Standortklassifikation (BBSK) (RÖMBKE et al. 1997, RUF et al. 1999, DREHER et al. 1999). Dabei dient ein standortspezifischer Erwartungswert als Grundlage für die Beurteilung der Bodenqualität hinsichtlich der Lebensraumfunktion eines konkreten Bodens. Im Detail besteht das Verfahren aus vier Schritten und ähnelt dem Beurteilungsverfahren SOILPACS, das in England aus einem in der Limnologie angewandten Verfahren entwickelt wurde (WEEKS 1997):

- Festlegung von Standorttypen nach Bodenparametern, die für die Ausprägung der Bodenbiozönose wichtig sind.
- Formulierung von Erwartungswerten für alle Standorttypen.
- Beprobung eines Standortes und Abgleich mit den Erwartungswerten für verschiedene Bodentiergruppen.
- Beurteilung der Abweichung zwischen Befund und Erwartung.

Bisher wurde die Ableitung der Erwartungswerte und die Beurteilung der Standorte taxaspezifisch vorgenommen. Je nach Tiergruppe wurden Erwartungswerte entweder für das Vorkommen oder die Dominanz einzelner Arten oder auf höheren Integrationsniveaus formuliert (z. B. BECK et al. 1997, RUF 1997). Eine Beurteilung des Bodens als Lebensraum für Bodenorganismen kann durch das Maß der Abweichung vom Erwartungswert bestimmt werden (z. B. RUF 1998). Dabei wurde beim jetzigen Stand der Ausarbeitungen für jede Tiergruppe gesondert abgeschätzt, ob und wann eine Abweichung vom Erwartungswert für gravierend gehalten wird. Eine andere Herangehensweise ist es, die Zönose als Gesamtheit zu analysieren. Der Erwartungswert setzt sich dann aus einer charakteristischen Gemeinschaft aus mehreren Taxa zusammen. Ähnlich geht GRAEFE (1993) vor, indem er Zersetzergesellschaften definiert und klassifiziert, jedoch nur unter Berücksichtigung der Regenwürmer und Enchyträen. Anhand des Materials aus einer stichprobenhaften Untersuchung wird im Folgenden geprüft, ob es taxaübergreifende charakteristische Zönosen für bestimmte Standorttypen gibt, welche Standorte nach ihrer Zönose zu Gruppen zusammengefasst werden können und welche Taxa die wichtigsten Informationen zur Differenzierung bzw. Gruppierung von Standorten liefern. Das Konzept, in das dieses Verfahren eingebettet ist, ist das der standortspezifischen Erwartungswerte als Basis zur Beurteilung der Lebensraumfunktion. Es geht also nicht darum zu zeigen, dass auf einer Wiese eine andere Bodentierzönose lebt als in einem Wald, sondern herauszufinden, ob wir für eine Wiese auf einem bestimmten Boden Erwartungswerte für die Bodentierzönose formulieren können, die Maßstab für die Beurteilung der Bodenqualität sind.

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

2. Material und Methoden:

Das Datenmaterial stammt aus einer Untersuchung von 15 Standorten, die über ganz Deutschland verteilt waren. Es wurden 10 Wälder, 4 Grünland-Standorte und ein Acker jeweils einmal im Herbst beprobt. Die Standorte sind in die jeweiligen Boden-Dauerbeobachtungs-Programme der Länder eingebunden und sind bodenkundlich gut charakterisiert. Die Standortparameter konnten zum größten Teil von den zuständigen Behörden übernommen werden, die fehlenden wurden nach Standardverfahren selbst ermittelt. Zur Erfassung der Makrofauna wurden 6 Parallelproben à $^1/_4$ m^2 genommen und aussortiert, die Mesofauna wurde aus 9 Einstichen à 25 cm^2 extrahiert. Die Bodentiere wurden durch taxa-spezifische Standardverfahren ausgetrieben (DUNGER & FIEDLER 1997). Bearbeitet wurden Regenwürmer, Chilopoden, Diplopoden und Isopoden, sowie als Vertreter der Mesofauna Enchyträen, Oribatiden und Gamasinen. Die Lage der Standorte ist in Abb. 1 und die charakteristischen Standorteigenschaften in Tab. 1 angegeben. Die Dominanzen der Arten wurden einer Korrespondenzanalyse unterzogen, dabei wurde das Programm CANOCO verwendet. Für die Analyse wurden nur die Arten berücksichtigt, die an mehr als einem Standort gefunden wurden. Die Dominanzen wurden auf die jeweiligen Gruppen bezogen, um den enormen Unterschieden in der Siedlungsdichte der Tiere Rechnung zu tragen und die häufigeren Taxa nicht überzubewerten. Die vollständige Artenliste, mit der die Ordinations-Rechnungen durchgeführt wurden, ist im Anhang angegeben.

Tab. 1: Eigenschaften der unersuchten Standorte. Die ersten 10 Standorte sind Wälder, der Endbuchstabe des Kürzels gibt die bestandesbildende Baumart an (B: Buche, E: Eiche, F: Fichte, K: Kiefer, M: Mischwald), die nächsten 4 sind Grünlandstandorte und der letzte Standort ist der Acker. n.u.: nicht untersucht; Bodenart nach der bodenkundlichen Kartieranleitung, 4. Aufl. (T: Ton, U: Schluff, L: Lehm, S: Sand); nFKWe: nutzbare Feldkapazität im effektiv durchwurzelbaren Raum (Maß für die Wasserversorgung).

	Bodenart	pH-Wert	Niederschlag [mm/a]	nFKWe	C/N	Org. Gehalt [%]
SBB	Lt2	5,1	940	93	25,7	21,7
CRM	Lts	5,9	800	139	13,6	12,5
N/B	U/s	3,9	1120	255	14,4	11,5
SCF	Lts	3,2	833	139	n.u.	12,0
TAM	Us	3,1	784	257	17,9	17,0
MEM	Su3	3,5	950	171	19,0	14,0
LUB	S/3	2,8	730	134	23,9	1,5
EHE	S/3	3,1	720	137	16,2	7,1
BBK	S	3,4	600	95	20,8	9,7
BEK	Su3	3,2	596	89	25,9	7,6
SCG	S/4	4,8	833	191	10,1	9,0
BRG	Tu3	4,6	828	122	11,2	7,9
AKG	Ut4	4,9	722	205	9,3	8,0
SBG	Lt2	5,7	940	76	7,6	3,8
SBA	Ls2	5,4	940	83	10,4	4,1

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

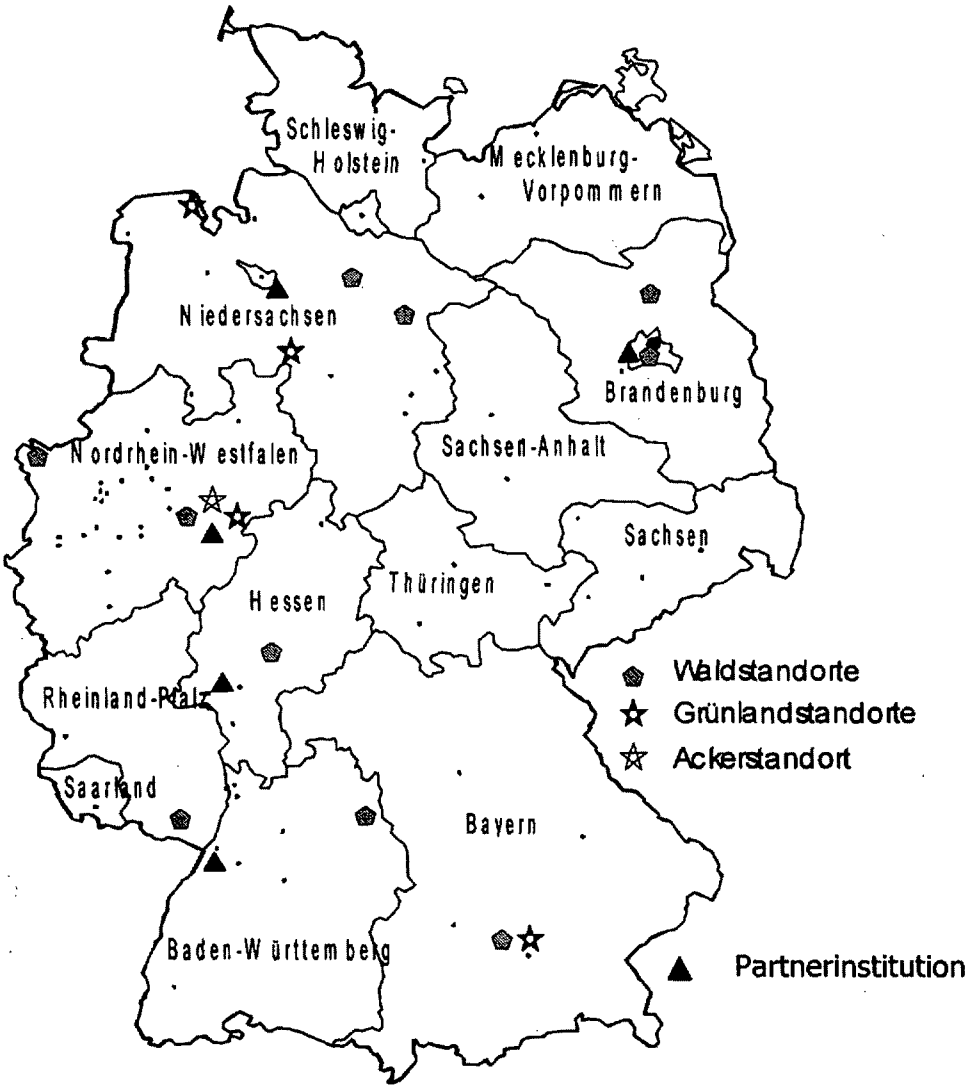

Abb. 1: Lage der untersuchten Standorte.

3. Ergebnisse und Diskussion:

Die Korrespondenz-Analyse lieferte mit allen eingegebenen Daten anschauliche Ergebnisse. Daher haben wir uns vor Beginn der Auswertung auf Kriterien verständigt, nach denen wir die Brauchbarkeit des Ergebnisses beurteilen wollten. Die Kriterien waren:

1. Die drei verschiedenen Nutzungsformen sollten getrennt werden, zumindest die offenen Standorte von den Wäldern. Da nur ein Acker untersucht wurde, ist die Zuordnung dieses einen Standortes schwierig. Der Gedanke dabei war, dass eventuelle Nutzungs-

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

änderungen oder Management-Maßnahmen am Standort auch in der Bodenfauna sichtbar werden sollten.

2. Bodenkundlich ähnliche Standorte sollten in der Ordination zusammenfallen. Nur dann ist es möglich, Standortgruppen mit ähnlicher Zönose zu bilden.
3. Innerhalb einer Nutzungsform sollten Differenzierungen möglich sein. Z. B. sollten saure Wälder von eher basischen zu trennen sein und feuchte Standorte (Marsch und Aue) von den trockeneren.

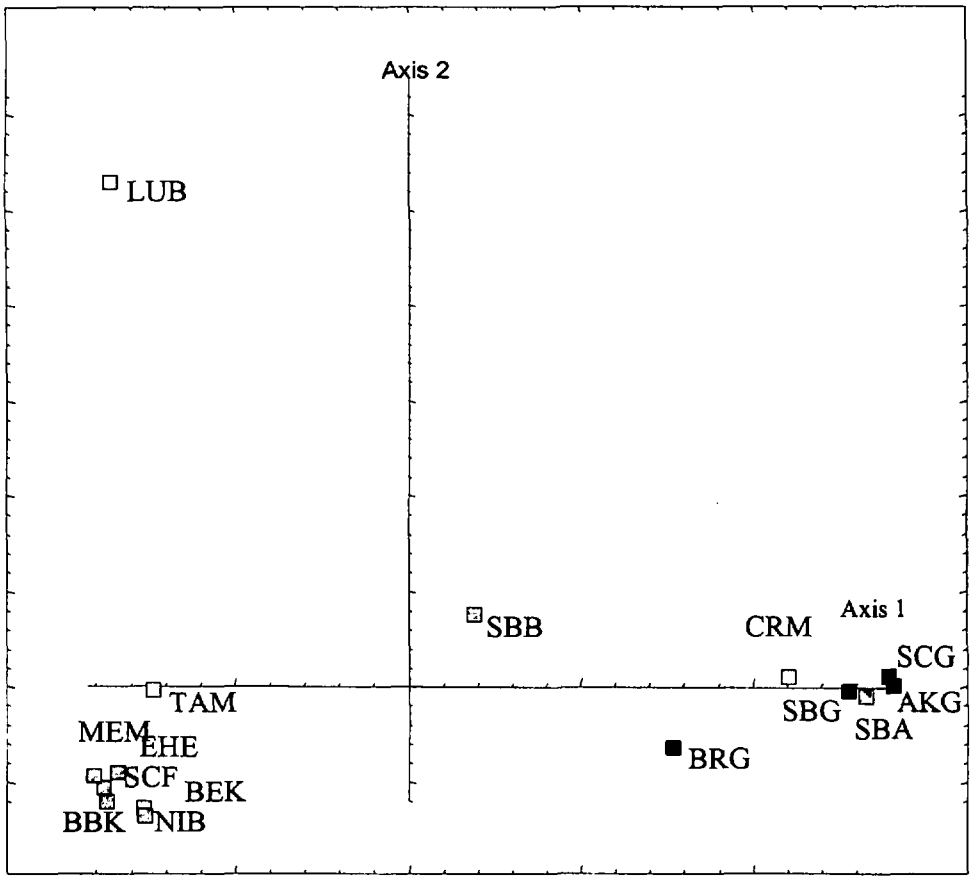

Abb. 2: Ergebnis der Korrespondenz-Analyse der Standorte an Hand der Lumbricidae und Enchytraeidae. Hellgrau sind die Wälder dargestellt, schwarz die 4 Grünlandstandorte und mit Querbalken der Acker.

Als erster Schritt wurde die Ordination nur anhand der Oligochaeten durchgeführt. Sie sind eine häufig untersuchte Gruppe und werden als repräsentativ für die Zersetzergemeinschaft angesehen. Das Ergebnis erfüllt nicht alle der genannten Kriterien (Abb. 2). Die Oligochaeten-Zönose differenziert zwar die meisten Grünland-Standorte von den mei-

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

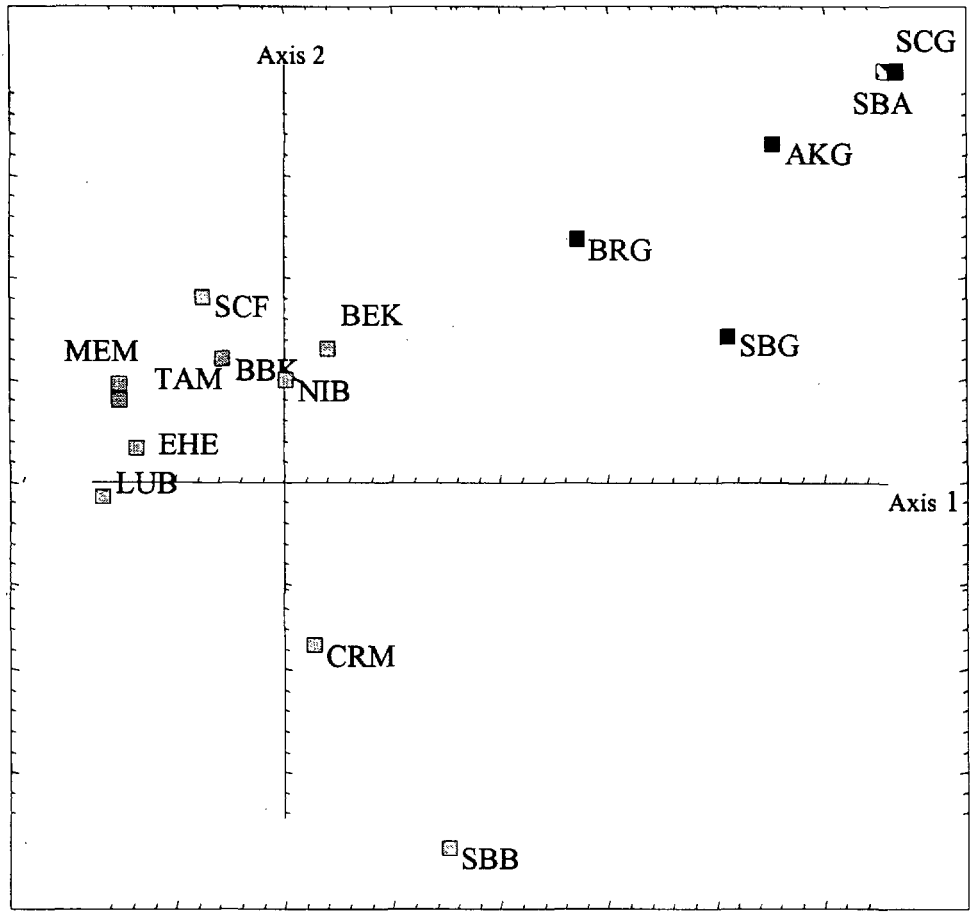

Abb. 3: Ergebnis der Korrespondenz-Analyse der Standorte an Hand der Lumbricidae, Isopoda, Chilopoda und Diplopoda, Signaturen der Standorte wie in Abb. 2.

sten Wäldern, es gibt aber Überlappungen. Für diese hauptsächlich endogäisch lebende Gruppe ist das auch nicht erstaunlich, die Bodeneigenschaften sind unter bestimmten Randbedingungen relevanter als die Nutzungsform (siehe auch GRAEFE 1999). Der Wald CRM liegt in den Grünlandstandorten, der saure Wald LUB hat eine Sonderstellung, die aus den Standortfaktoren so nicht zu erkennen ist. Die beiden feuchten Grünland-Standorte AKG und BRG liegen weit auseinander. Ein anderes Bild ergibt sich, wenn Regenwürmer, Chilopoden, Diplopoden und Isopoden aufgetragen werden (Abb. 3). Hier werden die nicht so sauren Wälder CRM und SBB deutlich von den anderen Wäldern getrennt und liegen in einer anderen Richtung als die Grünland-Standorte. In allen vier Gruppen wurden nur 27 Arten gefunden, die an mehr als einem Standort vorkamen. Das ist eine überschaubare Zahl, daher wurde das Ergebnis der Korrespondenzanalyse auf Artniveau dargestellt.

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

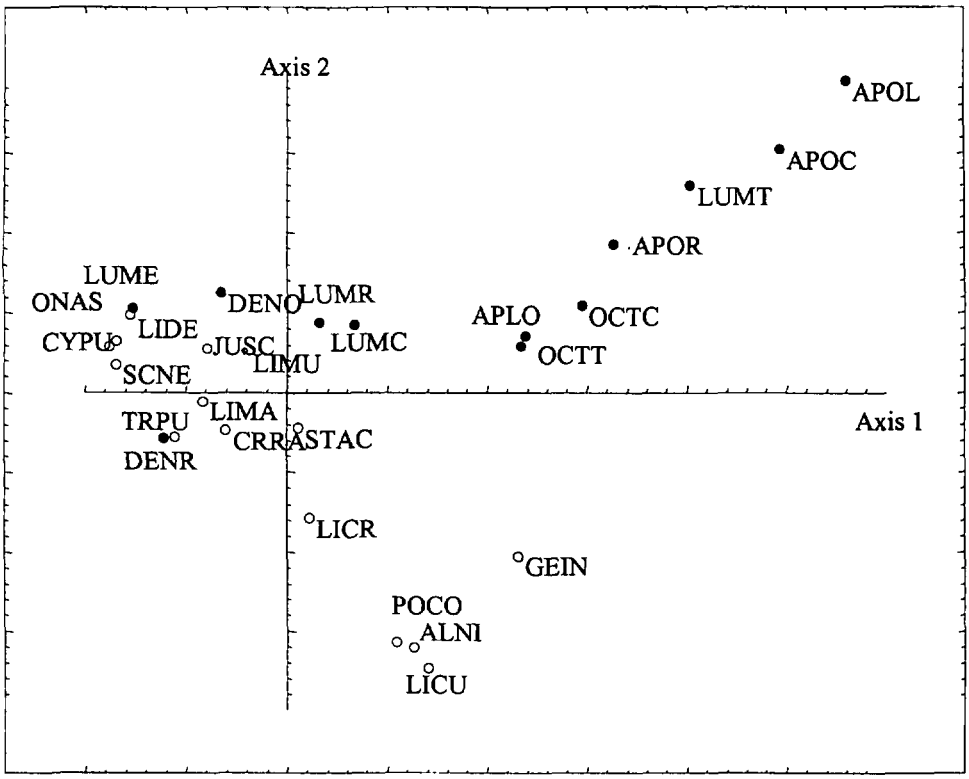

Abb. 4: Ergebnis der Korrespondenz-Analyse der Arten an Hand der Lumbricidae, Isopoda, Chilopoda und Diplopoda. Die grau unterlegten Punkte sind die Regenwurmarten. Die Artenkürzel sind der Tabelle im Anhang zu entnehmen.

Hieraus kann abgelesen werden, welche Arten für die Auftrennung der Standorte verantwortlich sind (Abb. 4). Es ist eine deutliche Zweiteilung zu erkennen: Die Grünland-Standorte werden durch die Regenwürmer charakterisiert, wie zu erwarten durch die beiden anözischen Arten *Lumbricus terrestris* (LUMT) und *Aporrectodea longa* (APLO) aber auch durch *Aporrectodea caliginosa* (APOC), *Aporrectodea rosea* (APOR) und die beiden *Octolasion* Arten *O. cyaneum* und *O. tyrtaeum*. Die sauren Wälder beherbergen einige Regenwurmarten sowie Vertreter der Tausend- und Hundertfüßer und Asseln. Die eher basischen Wälder werden durch ihre Arthropodenfauna abgegrenzt. Hier finden sich charakteristische Vertreter aus jeder der drei bearbeiteten Gruppen. Typisch sind die Chilopoden *Lithobius curtipes* (LICU) und *Geophilus insculptus* (GEIN), der Diplopode *Allaiulus nitidus* (ALNI) und der Isopode *Porcellium conspersum* (POCO). Mit Hilfe der Makrofauna könnten also gut begründete Erwartungswerte für bestimmte Standorttypen benannt werden, wobei die Differenzierung noch sehr grob ist. Es scheint auch keinen überlagernden geographischen Gradienten zu geben, wie er für die Diplopoden und

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

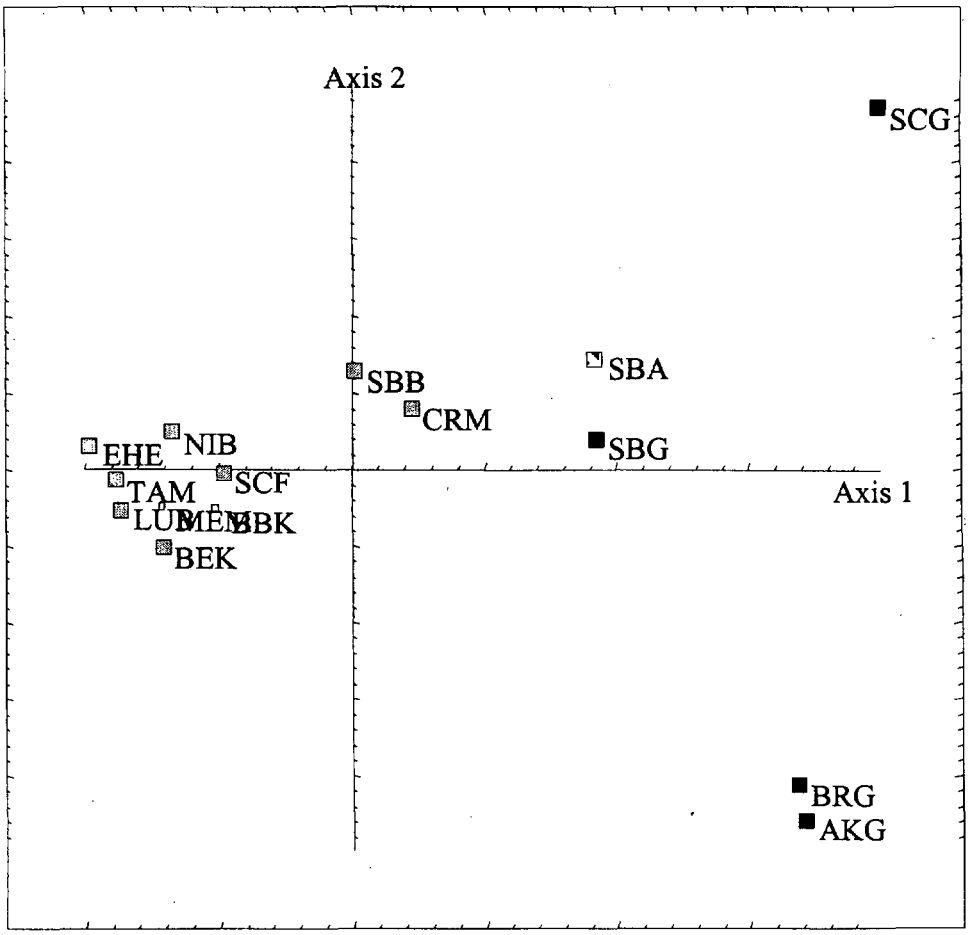

Abb. 5: Ergebnis der Korrespondenz-Analyse der Standorte an Hand der Enchytraeidae, Oribatei und Gamasina, Signaturen der Standorte wie in Abb. 2.

Chilopoden hätte vermutet werden können. Die Hinzunahme der Arthropoden zu den Regenwürmern erlaubt eine deutlichere Differenzierung der Standorte und somit einen exakter zu fassenden Erwartungswert. Bodenqualität könnte also standortspezifisch über die vier Taxa der Makrofauna definiert werden.

Welche zusätzliche Information bieten die Taxa der Bodenmesofauna? Ist es notwendig, diese arten- und individuenreichen Gruppen auch zu untersuchen? Der Artenreichtum bietet theoretisch ein weites Potential unterschiedliche Standortfaktoren differenziert abzubilden.Durch die Vielzahl der bewohnten Mikrohabitate und Lebensweisen werden vielfältige räumliche und zeitliche Skalen abgedeckt. Abbildung 5 zeigt das Ergebnis der Korrespondenzanalyse nach den drei bearbeiteten Taxa der Mesofauna Enchyträen, Oribatiden und Gamasinen. Grundsätzlich ist das Muster gar nicht so anders wie bei der

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

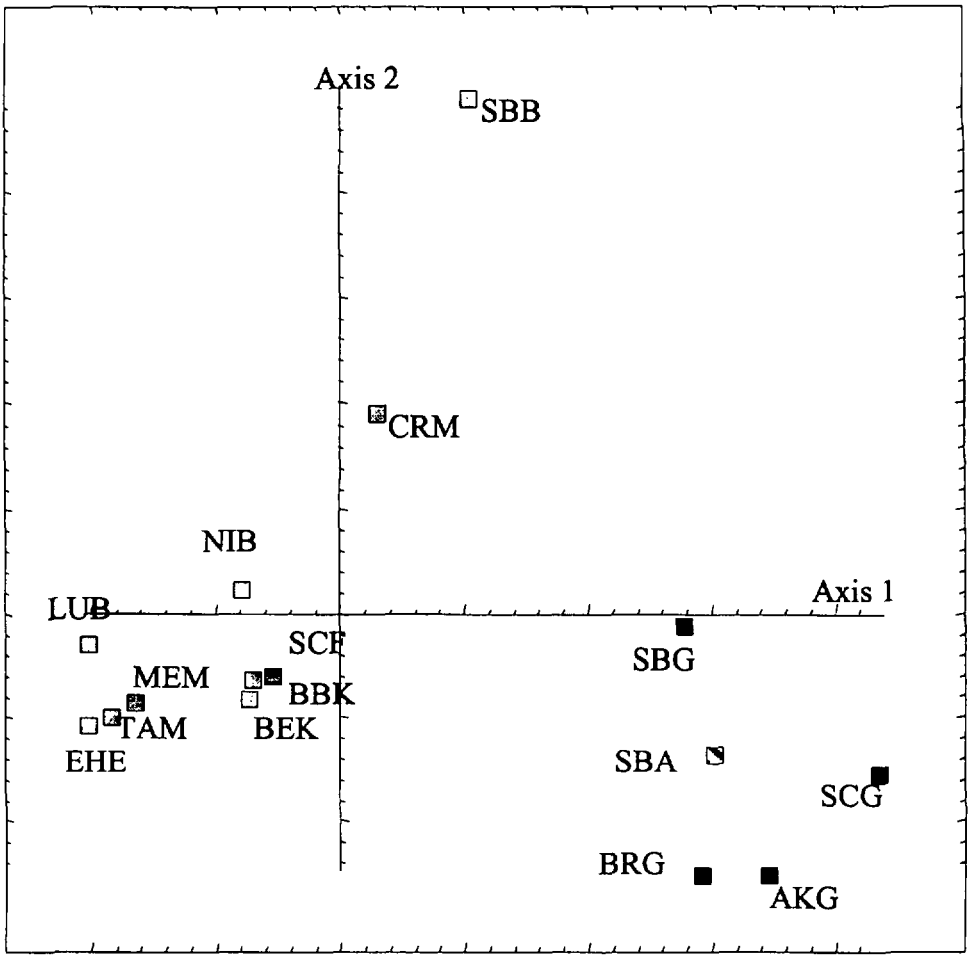

Abb. 6: Ergebnis der Korrespondenz-Analyse der Standorte an Hand der Lumbricidae, Isopoda, Chilopoda und Diplopoda, sowie der Enchytraeidae, Oribatei und Gamasina, Signaturen der Standorte wie in Abb. 2.

Makrofauna. Es werden die sauren Wälder von den beiden basischeren getrennt. Lediglich die Grünlandstandorte bilden keine einheitliche Gruppe, sondern liegen sehr weit auseinander. Einheitlich sind aber die feuchten Grünlandstandorte BRG und AKG, die Brache SBG liegt am nächsten zu den Wäldern. Einen wesentlich höheren Grad an Differenzierung haben wir damit aber nicht erreicht, die Taxa der Mesofauna zeigen aber etwas andere Muster als die Makrofauna. Die Frage war nun, wie man die drei Gruppen der Mesofauna zu den Makrofauna Daten hinzufügen kann, um die bestmögliche Aussage zu bekommen. Dazu wurden zunächst nur die Enchyträen (34 Arten) zusammen mit der Makrofauna analysiert, dann nur die Gamasinen (31 Arten) mit der Makrofauna und letztlich auch die

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

Oribatiden (77 Arten) mit der Makrofauna. Makrofauna und Enchyträen zusammen ergeben deutliche Gruppen, die jedoch recht viele Standorte umfassen. Die sauren Wälder sind nicht differenziert, die Grünlandstandorte ebenfalls nicht. Bei den Gamasinen werden die Gruppen, die sich bei der Makrofauna alleine schon andeuteten, geschlossener. Bei den sauren Wäldern deutet sich mindestens eine Zweiteilung an, in die Nadelwälder und die feuchteren sandigen und sauren Laub- und Mischwälder. Die beiden feuchten Grünlandstandorte werden ebenfalls differenziert, liegen aber in einer großen Gruppe bei den anderen Offenlandstandorten. Die Hinzunahme der Oribatiden erlaubt eine sehr gute Differenzierung innerhalb der Wälder: LUB, MEM, TAM und EHE bilden eine Gruppe ebenso wie die Nadelwälder BBK, BEK und SCF, davon etwas getrennt ist der Standort NIB. CRM und SBB als am wenigsten saure Wälder sind wieder von den anderen deutlich abgesetzt. Die offenen Standorte bilden keine einheitliche Gruppe, lediglich die beiden feuchten liegen dicht beieinander und den Wäldern genähert. Am weitesten entfernt vom Rest liegt SCG, die Wiese bei München.

Jede Gruppe der Mesofauna scheint also etwas andere zusätzliche Informationen zu liefern. Daher wurde nochmals eine Korrespondenz-Analyse mit allen untersuchten Taxa gemeinsam durchgeführt. Das Ergebnis ist in Abb. 6 wiedergegeben, es erlaubt die beste Trennung zwischen den Standortgruppen. Die basischeren Wälder werden abgegrenzt, innerhalb der sauren Wälder wird gut differenziert, die Grünlandstandorte ordnen sich sinnvoll zu einer Gruppe zusammen. Die gemeinsame Ordnination aller Taxa ergibt das beste und plausibelste Bild für eine Gruppierung der Standorte.

4. Ausblick:

Durch mehrere multivariate Korrrespondenz-Analysen mit verschiedenen Kombinationen der Bodentiertaxa ergab sich, dass Standortgruppen durch taxaübergreifende Zönosen charakterisiert werden können. Je mehr Taxa dabei in die Analyse einflossen, desto differenzierter wurde die Gruppierung. Dabei gab es offensichtlich keine gegenläufigen Gruppierungstendenzen der einzelnen Taxa, sondern alle zeigten in etwa in die gleiche Richtung. Die Möglichkeit zur Feindifferenzierung war jedoch bei den einzelnen Taxa unterschiedlich. Ein erstes grobes Bild ließ sich schon auf Grund der Makrofauna gewinnen. Die Oligochaeten alleine waren jedoch nicht differenziert genug, Arthropoden können gerade an bewaldeten Standorten besser auftrennen. Um diesen Ansatz weiter in Richtung einer praxisnahen Anwendung zu entwickeln, sind noch einige Aufgaben zu lösen. Zunächst müssen zu den Standorttypen die zugehörigen Zönosen auf der Basis von mehr als einer Probennahme herausgearbeitet werden, dass es sie gibt, legt die Korrespondenz-Analyse nahe. Die Standorttypen sind bisher durch fünf abiotische Parameter definiert, die in jeweils vier bzw. fünf Klassen eingeteilt wurden (DREHER et al. 1999). Das sind offensichtlich zu viele. Die Bodenfauna differenziert nicht in so viele Gruppen. Für die Nutzungsform Wald können vielleicht nur drei oder vier Gruppen unterschieden werden. Hier müsste geprüft werden, wie die Anzahl der Klassen für die Standortparameter sinnvoll reduziert werden können. Die so gewonnenen Standorttypen könnten flächenhaft aus-

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

gewiesen werden und somit eine Grundlage z. B. für die Raumplanung darstellen. An ausgewählten Orten mit bestimmten Standorttypen müssten daraufhin weitere bodenbiologische Untersuchungen stattfinden, um die Zuordnung der erwarteten Zönose zu überprüfen. Auf diese Weise könnte man Schritt für Schritt von Untersuchung zu Untersuchung zu einer genaueren Formulierung von Erwartungswerten gelangen. Es müsste auch immer reflektiert werden, welche Taxa an welchen Standorten bearbeitet werden sollen. Bei größerer Datenbasis können dafür besser begründete Empfehlungen abgegeben werden. Die Formulierung von Erwartungswerten soll die Beurteilung der Bodenqualität in Hinblick auf die Lebensraumfunktion erlauben. Dafür müssten Standorte mit bekannter Belastung untersucht werden, um die Abweichungen von den Erwartungswerten zu quantifizieren und zu klassifizieren und auch um die Sensitivität der Methode zu überprüfen.

Dank: Bei der Bearbeitung des Probenmaterials, der Bestimmung und der Konzeption waren folgende Personen beteiligt: Steffen Woas und Franziska Meyer am Staatlichen Museum für Naturkunde Karlsruhe, Thomas Moser, bei ECT in Flörsheim, Werner Kördel, Kerstin Hund, Peter Dreher, Wolfram Hammel und Harald Knoche am Fraunhofer Institut für Umweltchemie und Ökotoxikologie in Schmallenberg, Werner Kratz und Silvia Pieper bei terra protecta in Berlin, Elke Munderloh an der Universität Bremen. Ihnen sei für ihre Beiträge herzlich gedankt. Unser Dank gilt auch der konstruktiven Kritik des wissenschaftlichen Beirates des Projektes und den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des UBA. Das Projekt wurde vom UBA als F+E Vorhaben unter der Nummer 207 05 006 finanziell unterstützt.

5. Literatur:

BACHMANN, G. (1999): Zukünftig noch Aufgaben im Bodenschutz und Altlastensanierung? Ein Zwischenruf. – Bodenschutz **2:** 71 - 73.

BECK, L., S. WOAS & F. HORAK (1997): Taxonomische Ebenen als Basis der Bioindikation – Fallbeispiele aus der Gruppe der Oribatiden. – Abh. Ber. Naturkundemus Görlitz **69 (2):** 67 - 86.

DREHER, P., W. KÖRDEL & H. KNOCHE (1999): Grundlagen für die Erarbeitung eines Bewertungsrahmens für die Bodenfunktion „Lebensraum für Bodenorganismen". Teil I: Definition und räumliche Zuordnung von bodenkundlich/bodenbiologisch definierten Standorttypen. – Mittl. deutsch. bodenkundl. Ges. **89:** 173 - 176.

DUNGER, W. (1998): Die Bindung zwischen Bodenorganismen und Böden und die biologische Beurteilung von Böden. – Bodenschutz **2:** 62 - 68.

DUNGER, W. & H.J. FIEDLER (1997): Methoden der Bodenbiologie. – G. Fischer Verlag, Stuttgart, 539 pp.

GRAEFE, U. (1993). Die Gliederung von Zersetzergesellschaften für die standortsökologische Ansprache. – Mittl. deutsch. bodenkundl. Ges. **69:** 95 - 98.

GRÖNGRÖFT, A., D.B. HOCHFELD & G. MIEHLICH (1998): Funktionale Bewertung von Böden bei großmaßstäbigen Planungsprozessen. – Mittl. deutsch. bodenkundl. Ges. **87:** 7 - 10.

HÖPER, H. (1999): Bedeutung abiotischer Bodeneigenschaften für bodenmikrobiologische Kennwerte. Ergebnisse aus der Bodendauerbeobachtung in Niedersachsen. – Mittl. deutsch. bodenkundl. Ges. **89:** 253 - 256.

RÖMBKE, J., L. BECK, B. FÖRSTER, H-C. FRÜND, F. HORAK, A. RUF, K. ROSCICZEWSKI, M. SCHEURIG & S. WOAS (1997): Boden als Lebensraum für Bodenorganismen und die bodenbiologische Standortklassifikation: eine Literaturstudie. – Texte und Berichte zum Bodenschutz 4/97

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg Karlsruhe, 390 pp.

RUF, A., (1997): Fortpflanzungsbiologie von Raubmilben (Mesostigmata: Gamasina) und Charakterisierung von Böden. – Abh. Naturkundemus. Görlitz **69:** 209 - 216.

– (1998): A maturity index for predatory soil mites (Mesostigmata: Gamasina) as indicator of environmental impacts of pollution on forest soils. – Appl. Soil Ecol. **9:** 447 - 452.

RUF, A., L. BECK, W. HAMMEL, K. HUND, W. KRATZ, J. RÖMBKE & J. SPELDA (1999): Grundlagen für die Erarbeitung eines Bewertungsrahmens für die Bodenfunktion „Lebensraum für Bodenorganismen". Teil II: Erste Ergebnisse zur Anwendung von bodenkundlich/bodenbiologisch definierten Standorttypen. – Mittl. deut. bodenkundl. Ges. **89:** 177 - 180.

VOLLMER, T., M. SOMMER & O. EHRMANN (1999): Die Regenwürmer südwestdeutscher Wälder – Vorkommen und Abhängigkeit von Standortfaktoren. – Mittl. deut. bodenkundl. Ges. **89:** 289 - 292.

WEEKS, J M. (Hrsg.) (1997): A Demonstration of the feasibility of SOILPACS. – Environment Agency, London, 180 pp.

Anhang:

Verzeichnis der gefundenen Arten. Angebeben sind die Dominanzen je Artengruppe in Prozent je Standort. Aufgenommen wurden nur die Arten, die an mehr als einem Standort nachgewiesen wurden. Die Daten beruhen auf einer einmaligen Probennahme und sind als vorläufig anzusehen.

Arten	Kürzel	SBB	CRM	SCF	BBK	BEK	EHE	NIB	LUB	TAM	MEM	AKG	SBA	SBG	SCG	BRG
Gamasinen																
Veigaia nemorensis	VNEM	17,3	13,6	27,9	34,2	7,7	28,9	29,8	57,8		2,7					
Pergamasus conus	PCON	3,8		1,6	1,3	12,3	10,5		4,4	6,9	20,3			3,3		
Pergamasus lapponicus	PLAP		31,8	4,9					11,1	20,7	6,8			1,7		
Pergamasus runcatellus	PRUN	7,7		24,6			21,1	14,9					50,0	13,3	26,9	
Rhodacarus coronatus	RCOR	5,8			5,1	4,6				24,1	36,5				3,8	
Veigaia exigua	VEXI	3,8	3,0		1,3	1,5							25,0	3,3		
Pergamasus suecicus	PSUE	1,9	4,5	3,3	1,3			4,3						5,0		
Pergamasus crassipes	PCRA		3,0						2,2	6,9				3,3	7,7	13,0
Geholaspis mandibularis	GMAN	1,9	6,1	1,6				6,4						1,7		
Pachylaelaps longisetis	PLON	1,9			3,8		5,3	14,9		13,8						
Pergamasus vagabundus	PVAG			1,6		29,2				6,9	1,4			3,3		
Macrholaspis opacus	MOPA	1,9	3,0					10,6		3,4						
Leioseius bicolor	LBIC		1,5		2,5	1,5	7,9									
Parasitus kraepelini	PKRA		1,5		2,5	3,1			2,2							
Veigaia cerva	VCER	3,8		1,6										3,3		
Rhodacarus agrestis	RAGR				3,8					13,8				13,3		
Geolaelaps aculeifer	GACU			3,3		1,5		2,1								
Zercon vagabundus	ZVAG					18,5	2,6	2,1								
Pachyseius humeralis	PHUM	9,6	7,6													
Arctoseius magnanalis	AMAG	5,8						8,5								
Prozercon trägardhi	PTRA	1,9		1,6												
Pergamasus cornutus	PCOR		1,5											23,3		
Alliphis halleri	AHAL													3,3		8,7
Eviphis ostrinus	EOST				1,3									3,3		
Arctoseius cetratus	ACET														11,5	13,0
Macrocheles carinatus	MCAR											12,5				13,0
Neojordensia levis	NLEV											12,5				8,7
Pergamasus parrunciger	PPAR				22,8								25,0			
Pergamasus robustus	PROB						13,2		2,2							
Rhodacarellus epigynialis	REPI		4,5													8,7
Veigaia kochi	VKOC						2,6			3,4						
Abundanz [Ind./m^2] * 1 000		2,3	2,9	2,7	3,5	2,9	1,5	2,1	1,8	1,3	3,3	0,4	0,2	2,7	1,2	1,0

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

Arten	Kürzel	SBB	CRM	SCF	BBK	BEK	EHE	NIB	LUB	TAM	MEM	AKG	SBA	SBG	SCG	BRG
Chilopoden																
Geophilus insculptus	GEIN	50,0	1,7											25,0		
Lithobius crassipes	LICR		13,6					1,5								
Lithobius curtipes	LICU	50,0						3,0								
Lithobius dentatus	LIDE						20,0		25,0	50,0						
Lithobius macilentus	LIMA		1,7								3,4					
Lithobius mutabilis	LIMU		15,3					56,7			27,6					
Schendyla nemorensis	SCNE		1,7				10,0									
Strigamia acuminata	STAC		3,4					3,0								
Abundanz [Ind./m^2]		2	59	0	1	0	10	67	8	2	29	0	0	4	0	0
Diplopoden																
Allaiulus nitidus	ALNI	100	36,4													
Craspedosoma rawlinsii	CRRA		18,2							15,6						
Cylindroiulus punctatus	CYPU						100		100	42,2	66,7					
Julus scandinavius	JUSC		18,2		50,0					4,4	33,3					
Abundanz [Ind./m^2]		2	11	0	4	0	11	0	1	45	6	0	0	8	0	0
Isopoden																
Oniscus asellus	ONAS									57,1	100					
Porcellium conspersum	POCO	100	43,5													
Trichoniscus pusillus	TRPU		43,5						100							
Abundanz [Ind./m^2]		1	23	0	0	0	0	0	6	21	1	0	0	0	0	0
Regenwürmer																
Aporrectodea caliginosa	APOC											7,1	27,6	32,5	45,2	7,7
Aporrectodea limicola	APOL												0,7		0,8	
Aporrectodea longa	APLO		0,9									1,0				
Aporrectodea rosea	APOR		5,7									4,2	1,8	1,6	4,6	8,3
Dendrobaena octaedra	DENO	2,1		50,0	22,2			11,8		8,3						
Dendrobaena rubidus	DENR	8,2	0,9						50,0							
Lumbricus castaneus	LUMC		4,4							12,5		0,6		6,3		3,2
Lumbricus eiseni	LUME									20,8	1,2					
Lumbricus rubellus	LUMR	12,4			22,2	70,0		76,5		8,3	7,3	0,6		0,6	0,8	17,9
Lumbricus terrestris	LUMT											9,6	0,7	5,4	1,3	6,4
Octolasion cyaneum	OCTC		0,9										1,1			
Octolasion tyrtaeum	OCTT		0,9											0,6		1,3
Abundanz [Ind./m^2]		39	91	2	4	4	4	7	2	10	66	125	113	127	158	62
Enchytraeen																
Achaeta	DKL				0,1	1,1	0,3		0,3		0,5					
Achaeta abulba	AAB				2,7	0,2	22,8	9,9								
Achaeta cf. *affinoides*	AAF	6,2	0,6	20,8	5,3	28,6		4,5	2,1		7,3					
Achaeta bohemica	ABO	9,9	0,2		0,4									2,2		
Achaeta brevivasa	ABR								21,4	5,3						
Achaeta microcosmi	AMI													0,9		1,5
Achaeta urbana	AUR				1,2	3,1										
Buchholzia appendiculata	BAP	8,4	2,7													
Cognettia cognettii	CCO	1,4						1,6								
Cognettia sphagnetorum	CSP	2,3	0,5	41,9	22,7	25,3	42,0	23,8	17,3	46,1	44,6					
Enchytraeus buchholzi	EBU	2,2	0,3							0,5		3,8	4,7	4,2		
Enchytraeus lacteus	ELA		0,3									3,8		0,9	0,6	
Enchytraeus minutus	EMI	3,0				0,5						1,9	4,7	2,8		0,5
Enchytraeus norvegicus	ENO	0,1	4,7										12,4	1,7	0,6	
Enchytraeus parva	EPA	0,1						0,3						0,1		
Fridericia gr.	FGR	3,9	15,0							0,5		12,7		8,8	24,7	
Fridericia kl.	FKL	11,1	17,4									17,1	20,2	20,6	22,9	10,5
Fridericia 4-2	F42	0,1										4,4		5,3		
Fridericia bisetosa	FBI	4,7	2,2									1,9		0,4	0,6	
Fridericia bulboides	FBU											0,6	1,6	0,2	1,2	2,0

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

Arten	Kürzel	SBB	CRM	SCF	BBK	BEK	EHE	NIB	LUB	TAM	MEM	AKG	SBA	SBG	SCG	BRG
Fridericia galba	FGA	0,1	8,9									3.8		3,6	4.7	
Fridericia maculata	FMA												3,1	2,2	0.6	
Fridericia paroniana	FPA	4,6	0,9									1.3	1,6	5,2	5,3	0,5
Fridericia ratzeli	FRA		0.2											0.9	0,6	
Fridericia striata	FST		0.2	0,8	0.0					1,0						
Fridericia sylvatica	FSY											5,1				4.5
Henlea perpusilla	HPE														0.6	3.0
Henlea ventriculosa	HVE											4.4		0,1		1,0
Marionina argentea	MAR											2.5				1.0
Marionina filiformis	MFI	0.1										4.4				
Marionina vesiculata	MVE											0.6				9,5
Marionina glandulosus	MGL	2.1						0,4		1.7	0,1					
Oconneriella cambrensis	OCA	3,2				1,8	3,4	21.9			24,4					
Stercutus niveus	SNI		16,7					2,9								
Abundanz [Ind./m^2] * 1 000		41	32	13	102	27	55	116	62	21	124	8	3	47	8	10
Oribatiden																
Brachychochth. Immaculatus	bin			1,6	0.0			0,3								
Brachychochth. suecicus	bsu				0.5	1,0						2,3				
Brachychthonius jacoti	bja				0.0	0,5										
Brachychth. furcatus	bfu				0,5	1,3										
Brachychth. cricoides	bcr			0.2	0,2	2.6					0,2					
Brachychth. berlesei	bbe			0,1				0.3		4,4				3,1		
Liochthonius brevis	lbr	0.4		3.1	1,6	1,1		1.7		0,2	0,6	6,8				
Liochthonius evansi	lev			0.4	0,2	0,2										
Paraliochth. globuliferus	pgl			1,8	0,1	1,5										
Mixochth. pilosetosus	mpi			0,3	0,1	0.4										
Eniochth. minutissimus	emi			7,7	2,0	8,0				1,3						
Hypochthonius rufulus	hru	0,2		1,6	0.7		1.3	0,2		5,3						
Camisia spinifer	csp			0,0	0,1											
Nothrus silvestris	nsi	1,5		0,2	0.5	0,1	2.5		3,8	0,2	1,2					
Plathynothrus peltifer	ppe		5,6	0,2	1,4	0,1	55.0			11,9						
Nanhermannia areolata	nar	0,4		0.0	1,2	0.2	5,0	0,1			0,2					
Phthiracarus anonymus	pan	0,6		0.1			2,5				0,2					
Phthiracarus piger	ppi	0.2		0,1						0.5	0.6					
Phthiracarus longulus	plo			0,0							0.2					
Phthiracarus affinis	paf	0,2	1,1		0.6					0,3	1.0					
Steganacarus applicatus	sap		0.6	1,9												
Steganacarus ferugineus	sfe		0.6	0,1	0,0											
Steganacarus magnus	sma	0,2	0.6							0,2						
Rhysotritia duplicata	rdu	0,2		0,8	0.3	0,0			7.5	5,3	3.8					
Microtritia minima	mmi					3,1			11,3	11,1						
Neoliodes farinosus	nfa			0,1	1.7											
Carabodes labytinthicus	cla			0,1	0,2	0,6					0.6					
Carabodes coriaceus	cco	0,2			0,0	0.0					0,4					
Carabodes forsslundi	cfo				0,5	0,4										
Carabodes femoralis	cfe						1,3		1,3	0.3						
Banksinoma lanceolata	bla					0,0				0.2						
Licneremaeus licnophorus	lli		1,1							0,2						
Metabelba pulverulosa	mpu		1,1		0,3	0,1	1,3									
Porobelba spinosa	psp	0,4		1,2	0,2	0,5										
Dameaus clavipes	dcl			0,1		0,0					0.2					
Spatiodam. verticilipes	sve		4,4			0,2				2,1	0,2					
Hypodamaeus riparius	hri	1,5						0,5								
Cepheus cepheiformis	cce				0,1	0,1										
Adoristes ovatus	aov	0,4		1,3	4,1	1,2				1,0						
Cultoribula bicultrata	cbi			0,2	1,0			0,3		0,2	0,2					
Liacarus xylariae	lxy	0.2		0,0				0,1			0,6					
Autogneta longilamellata	alo		0,6		0,0											
Conchogneta delecarlica	cde	8,5						1,2								

© Naturwiss.-med. Ver. Innsbruck; download unter www.biologiezentrum.at

Arten	Kürzel	SBB	CRM	SCF	BBK	BEK	EHE	NIB	LUB	TAM	MEM	AKG	SBA	SBG	SCG	BRG
Oppiella nova	ono	7,2	5,6	4,9	32,3	11,3	10,0	3,1	23,8	0,2	27,1	20,5		15,6		33,3
Oppiella ornata	oor		11,1	0,7	10,5	0,8		14,0		1,1	11,3			1,0		
Oppiella subpectinata	osu	1,3	4,4	4,5	3,9			10,1		0,2	2,5					
Oppiella minutissima	omi		1,7	3,3	2,6	2,7			1,3	0,2	0,6	36,4				16,7
Oppiella sigma	osi	1,1		0,6		1,8		9,2		0,2						
Oppiella obsoleta	oob	1,1						0,2			0,4					
Oppiella falcata	ofa	18,5						3,1			1,2					
Quadroppia paolii	qpa	0,2		4,7												
Quadroppia quadricarinata	qqu		1,1	0,2	0,5	0,7		1,4		0,2	0,2					
Suctobelba subcornigera	ssu	3,9	1,7	8,3	6,0	5,6		4,2		2,7	8,3	4,5				
Suctobelba trigona	str	5,0		1,9				2,4			0,6					
Suctobelba acutidens	sac	10,9		2,4	7,5	3,9		5,3	1,3	1,0	6,9					
Suctobelba subtrigona	ssb	0,2		0,6	0,7	0,9		1,6		2,3	0,4					
Suctobelba hamata	sha			1,0	1,1	0,1			1,3	17,6						
Suctobelba similis	ssi			0,4	1,7	0,2		0,6		2,1						
Suctobelba falcata	sfa			0,4	4,5	0,1		1,9		4,7						
Suctobelba nasalis	sna	4,3	2,8	0,2		0,5		1,7		0,8						
Suctobelba perforata	spe			0,1	0,0	0,1		2,8								
Suctobelba alloenasuta	sal				0,0			0,1								
Tectocepheus velatus	tve		0,6	2,9	0,2	13,6		5,5		0,3	9,6	2,3	33,3	1,0		16,7
Pelops torulosus	pto			0,1	1,1	0,2					0,2					
Achipteria coleoptrata	aco	5,7	3,9	3,3				1,9			0,6				92,1	
Parachipteria punctata	ppu	0,4			0,0											
Hemileius initialis	hin	1,5	1,1	0,3	1,8		3,8							2,1		
Oribatula tibialis	oti	0,7	1,7	0,5	1,9	1,9		0,2		0,2	0,8					
Chamobates cuspidatus	ccu	1,3	5,0	0,2	2,3		6,3		10,0							
Chamobates borealis	cbo	0,4		0,4		1,2				0,2						
Chamobates voigtsi	cvo		5,6	3,0				7,1	33,8						1,3	
Euzetes seminulum	ese		2,2							0,8						
Oribatella quadricornuta	oqu			0,2						1,8						
Ophidiotrichus connexus	oco	0,2						0,1		0,2	0,6					
Galumna lanceata	gla	0,4				0,1	3,8		2,5							
Acrogalumna longipluma	alg		1,7		0,1	0,6								1,0		
Abundanz [Ind./m^2] * 1 000		27	9	135	127	142	4	43	4	31	26	2,2	0,2	4,8	3,8	0,3

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte des naturwissenschaftlichen-medizinischen Verein Innsbruck

Jahr/Year: 2000

Band/Volume: 87

Autor(en)/Author(s): Spelda Jörg, Ruf Andrea, Beck Ludwig, Römbke Jörg

Artikel/Article: Standortspezifische Erwartungswerte für die Gemeinschaftsstruktur ausgewählter Taxa der Bodenfauna als Bodenqualitätskriterium. 365-379