Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie, Band 23, 1994

Ciliaten (Protozoa) als Bioindikatoren in schwermetallbelasteten Böden (Brixlegg, Österreich)

Aline Berthold

Synopsis
The coenosis of ciliates (Protozoa) was studied in four grassland sites located in increasing distance from a copper smelter (Montanwerke Brixlegg, Tirol, Austria). Despite extremely high pollution with a wide range of toxic metals and organic compounds neither species number nor individual number were reduced at the site nearest to the smelter. As mobility of metals is largely comparable between sites, nutritional support and humidity seem to be triggering factors for total ciliate abundances. High amounts of exchangeable calcium at the most contaminated site may also ameliorate toxic effects of heavy metals. Changes in species composition were monitored by application of the weighted coenotic index (WODARZ & al. 1992). Single species performance may enhance our insight into the effect of pollution on this group of soil organisms. For instance *Sterkiella histriomuscorum*, a species known from toxicity tests in aquatic ecosystems due to its sensitivity to heavy metals, was only found in the reference site.

Schwermetalle, Umweltverschmutzung, Wiese.
Soil protozoa, Ciliophora, heavy metals, environmental pollution, grassland, weighted coenotic index.

1. Einleitung

Es wurde die Auswirkung der Immissionen auf die Fauna der Ciliaten (Protozoa) untersucht. In dieser Studie wurde auch die Einsetzbarkeit dieser Einzeller als Bioindikatoren überprüft. Aufgrund der hohen Reproduktionsrate, die eine rasche Reaktion auf veränderte Umweltbedingungen ermöglicht, sind Ciliaten als Indikatororganismen prinzipiell gut geeignet (FOISSNER 1987a).

2. Material und Methoden

Die vier beprobten Dauergrünlandböden liegen entlang des Inns in zunehmender Entfernung A: 300 m, B: 1130 m, C: 2430 m, D: 5900 m von einer Kupferhütte (Montanwerke Brixlegg). Der Eintrag, vor allem an Schwermetallen, nimmt exponentiell mit der Entfernung vom Emittenten ab (z. B. Gesamtgehalt Kupfer: Fläche A ca. 2500 ppm Cu bis Fläche D ca. 45 ppm Cu in 0-5 cm Tiefe). Die Beschreibung der Böden sowie weitere Werte chemischer Analysen finden sich in POHLA & al. (1992) und in UMWELTBUNDESAMT (1994). Im April, Juli und Oktober 1991 wurden 10 Proben mit einem Stechzylinder (ø 2,5 cm) aus einer Tiefe von 0-5 cm pro Standort entnommen und gemischt. Die potentielle Abundanz wurde wie folgt ermittelt, da die Direktzählmethode nach LÜFTENEGGER & al. (1988) nur geringe Abundanzwerte erbrachte. 20 g der luftgetrockneten Mischprobe wurden mit Permeatwasser (30ml) versetzt und bei 13 °C kultiviert. Nach sechs Tagen wurde 1 g Feuchtmasse entnommen und in 10 ml Tafelwasser (Volvic, Frankreich) suspendiert. Unter dem Mikroskop (40-100x Vergrößerung) wurden 4 x 1 ml dieser Suspension ausgezählt. Die Artenspektra wurden mit der "non-flooded-petri dish method" nach FOISSNER (1987b) ermittelt. In die Berechnung des "weighted coenotic index (WCI)" gehen Artenzahl, Abundanz, Individuendominanzen und "ökologische Gewichte" ein. Die Gewichtung der Ciliaten basiert auf ihrer Anpassung an den Boden (Habitatpräferenz) und auf ihrer Position im r/K-Kontinuum (WODARZ & al. 1992).

3. Ergebnisse

Von den insgesamt 109 Arten waren in der Fläche A 68, in B und D 72 Arten vertreten. Eine deutlich geringere Artenzahl von 58 wurde in der Fläche C beobachtet. Die Abundanz in der Fläche A war im Mittel am höchsten und in C am niedrigsten (Abb. 1). Die Fläche A wies den höchsten Anteil an bakterivoren Arten auf, wie *Cinetochilum margaritaceum, Cyclidium muscicola, Leptopharynx costatus* und *Cyrtolophosis mucicola*, die zum Teil in hohen Abundanzen auftraten (Abb. 2). Räuberische Arten, wie *Gastrostyla steinii*, waren in der Fläche C am stärksten vertreten (Abb. 2). Der Anteil der terricolen pilzfressenden Arten, wie *Grossglockneria acuta, G. hyalina, Pseudoplatyophrya nana* und *P. terricola* (Abb. 3a), zeigte sich in Fläche B erhöht (Abb. 2). Die Werte des

"weighted coenotic index (WCI)" sind Relativwerte und werden daher auf eine Referenzfläche bezogen (hier die durch Schwermetalle nicht belastete Fläche D mit 120 ± 90, Mittelwert ± SD). Der Index der Fläche A weicht nicht wesentlich von dem der Referenzfläche ab (90 ± 30). Der Index der Fläche C ist hingegen im Jahresmittel etwa 4,5x (520 ± 290) und jener der Fläche B etwa doppelt (260 ± 210) so hoch wie der der Referenzfläche. Der Sandgehalt betrug in der Fläche A im Mittel 46%, in B 30%, in C 57% und in D 32% (UMWELTBUNDESAMT 1994).

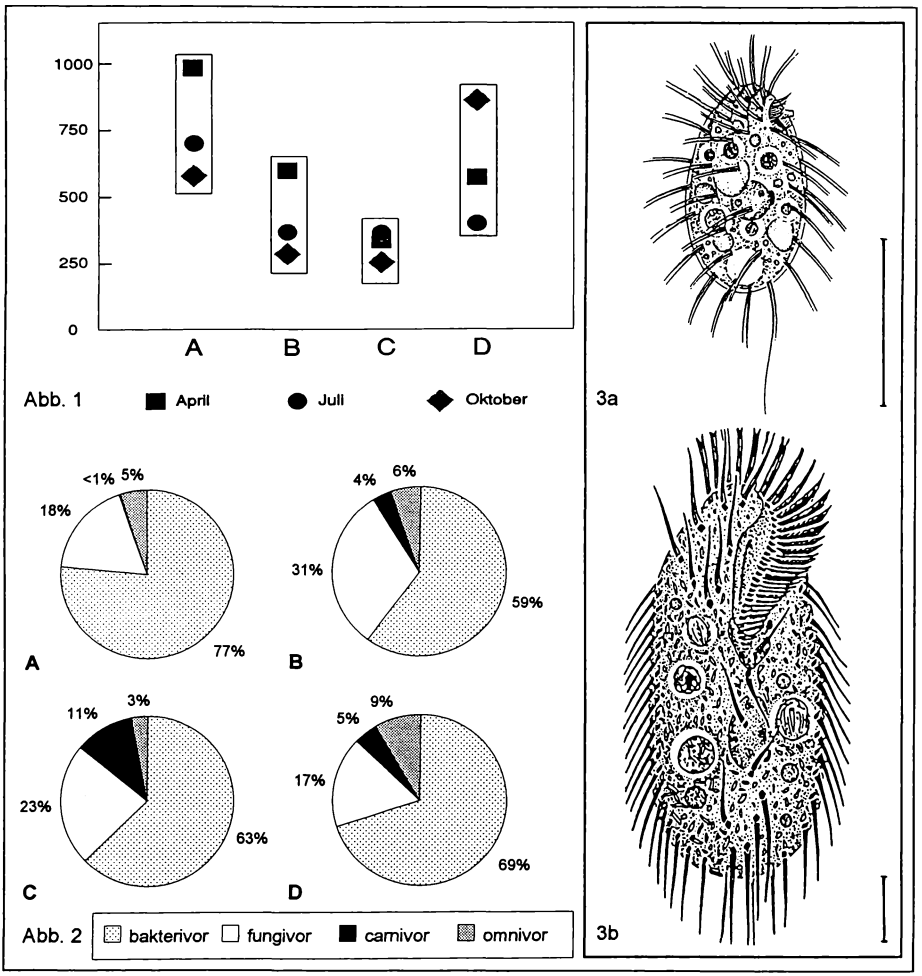

Abb. 1: Abundanzen der Ciliaten in N/gTM, der Flächen A (300 m), B (1130 m), C (2430 m) und D (5900 m Entfernung vom Werk) in 0-5 cm Tiefe.

Fig. 1: Number of ciliates in N/gdw, in soil A (300 m), B (1130 m), C (2430 m) and D (5900 m distance from the smelter) in 0-5 cm depth.

Abb. 2: Prozentuale Häufigkeit der Nahrungstypen bei den Ciliaten in den Flächen A, B, C und D (Mittelwerte).

Fig. 2: Percentage of the bacterivorous, fungivorous, predatory and omnivorous feeding group of ciliates in soil A, B, C and D (means).

Abb. 3: a: *Pseudoplatyophrya terricola* (aus FOISSNER 1993) -
b: *Sterkiella histriomuscorum* (aus FOISSNER & al. 1991) - Maßstriche: 20 µm.

Fig. 3: a: *Pseudoplatyophrya terricola* (in FOISSNER 1993) -
b: *Sterkiella histriomuscorum* (in FOISSNER & al. 1991) - scale: 20 µm.

4. Diskussion

Kein direkter Zusammenhang konnte zwischen der Gesamtartenzahl oder den Abundanzen und der Schwermetallbelastung nachgewiesen werden (Abb. 1). Ein besonders hoher Gehalt an austauschbar gebundenem Calcium im Boden der am stärksten belasteten Fläche A mag die Aufnahme der toxischen Elemente durch Organismen herabsetzen. Entsprechende Untersuchungen an Regenwürmern im Rahmen desselben Projekts weisen darauf hin. Zusätzlich stellen die gute Nährstoffversorgung durch den hohen Gehalt an organischer Substanz und die Wasserbindungskapazität des Bodens A günstige Lebensbedingungen für Ciliaten dar (Abb. 1). Diese Besonderheiten und der abweichende Bodentyp erschweren die Vergleichbarkeit mit den anderen Standorten. Auf der Fläche C fallen die geringe Artenzahl und die niedrigeren Abundanzen (Abb.1) auf, die vermutlich auf den hohen Sandgehalt, den dadurch bedingten geringen Wasssergehalt und den niedrigen Gehalt an organischer Substanz zurückzuführen sind. Die Flächen B und D sind hinsichtlich ihrer abiotischen Parameter besser vergleichbar (vergl. POHLA & al. 1992, UMWELTBUNDESAMT 1994). Die Unterschiede in der Artenzusammensetzung können mit dem "weighted coenotic index" (WCI) aufgezeigt werden, da in diesen Index "ökologische Gewichte", die den einzelnen Arten zugeordnet wurden, eingehen (WODARZ & al. 1992). Die Ursache des tendenziell höheren WCI im Jahresmittel in B verglichen mit D liegt u. a. im gesteigerten Anteil an terricolen pilzfressenden Ciliaten (Abb. 2, 3a). Dies könnte auf einen erhöhten Pilzgehalt in der werksnäheren Fläche hinweisen, wie er auch durch Schwermetallbelastung ausgelöst werden kann (MALISZEWSKA & al. 1985). Die Fläche C weist wegen ihrer geringen Abundanzen und Artenzahl sowie ihrer charakteristischen Artenzusammensetzung den höhsten WCI-Index auf. *Sterkiella histriomuscorum* konnte regelmäßig nur auf der am geringsten belasteten Fläche D und als Einzelfund auf der Fläche C nachgewiesen werden (Abb. 3b). Diese in Böden generell weit verbreitete Art wird zu Toxizitätstests in Gewässern herangezogen, da sie empfindlich auf Schwermetalle reagiert (FERNANDEZ-LEBORANS & ANTONIO-GARCIA 1986). Dies kann ein Hinweis auf die Schadstoffbelastung der werksnahen Standorte sein. Jede Fläche weist mehrere charakteristische Arten und eine typische Nahrungsgruppenverteilung auf (Abb. 2). Die Ergebnisse zeigen, daß einige Unterschiede zwischen den Standorten erst durch eine taxonomische Untersuchung erkannt werden können. Einige Ciliaten-Arten könnten sich nach weiteren Untersuchungen belasteter Böden als Bioindikatoren für Schwermetalle erweisen. Eine Kombination mit Labortests wäre dabei von großem Nutzen, z. B. Zugabe von Bodeneluaten zu einer definierten Ciliaten-Zönose (PRATT & al. 1988).

Danksagung

Für die Ermutigung, diese Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes (Wien) durchzuführen, möchte ich Frau Dr. E. Kasperowski danken. Herrn Prof. W. Foissner danke ich für die Hilfe bei der Artdetermination und für das Bereitstellen von Literatur. Weiters möchte ich Herrn Dr. H. Pohla, Frau Mag. M. Palzenberger, Herrn Dr. W. Petz, Herrn S. Schade und Frau Mag. E. Lahnsteiner für die tatkräftige Unterstützung bei der Entstehung dieser Arbeit herzlich danken.

Literatur

FERNANDEZ-LEBORANS, G. & M. ANTONIO-GARCIA, 1986: Interaction lead-zinc in a natural community of protozoans. - Acta Protozool. 25: 195-211.

FOISSNER, W., 1987a: Ökologische Bedeutung und bioindikatives Potential der Bodenprotozoen. - Verh. Ges. Ökol. 16: 45-52.

FOISSNER, W., 1987b: Soil protozoa: fundamental problems, ecological significance, adaptations in ciliates and testaceans, bioindicators, and guide to the literature. - Progr. Protistol. 2: 69-212.

FOISSNER, W., BLATTERER, H., BERGER, H. & F. KOHMANN, 1991: Taxonomische und ökologische Revision der Ciliaten des Saprobiensystems. Band I: Cyrtophorida, Oligotrichida, Hypotrichia, Colpodea. - Informationsberichte des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft, München, 1/91: 478 S.

FOISSNER, W., 1993: Colpodea (Ciliophora). - Gustav Fischer, Stuttgart: 798 S.

LÜFTENEGGER, G., PETZ, W., FOISSNER, W. & H. ADAM, 1988: The efficiency of a direct counting method in estimating the numbers of microscopic soil organisms. - Pedobiologia 31: 95-101.

MALISZEWSKA, W., DEC, St., WIERZBICKA, H. & A. WOZNIAKOWSKA, 1985: The influence of various heavy metal compounds on the development and activity of soil micro-organisms. - Environm. Pollut. 37: 195-215.

POHLA, H., PALZENBERGER, M., KANDELER, E., SCHWARZ, S., KASPEROWSKI, E. & F. KRASSNIGG, 1992: Bodenbiologische, -chemische und -physikalische Parameter entlang eines Schadstoffgradienten auf Grünlandstandorten in der Umgebung von Brixlegg (Tirol). Vorstellung eines Pilotprojekts. - In: Bioindikation - Ein wirksames Instrument der Umweltkontrolle. - VDI-Bericht 901: 1083-1094.

PRATT, J. R., McCORMICK, P. V., PONTASCH, K. W. & J. CAIRNS, 1988: Evaluating soluble toxicants in contaminated soils. - Water, Air, Soil Pollution 37: 293-307.
UMWELTBUNDESAMT, 1994: Bodenbiologische, -chemische und -physikalische Erhebungen im Raum Brixlegg (Tirol, Österreich). - Monographie des Umweltbundesamtes Wien (in Druck).
WODARZ, D., AESCHT, E. & W. FOISSNER, 1992: A weighted coenotic index (WCI): description and application to soil animal assemblages. - Biol. Fertil. Soils 14: 5-13.

Adresse

Mag. Aline Berthold, Universität Salzburg, Institut für Zoologie, Hellbrunnerstr. 34, A - 5020 Salzburg.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie

Jahr/Year: 1994

Band/Volume: 23_1994

Autor(en)/Author(s): Berthold Aline

Artikel/Article: Ciliaten (Protozoa) als Bioindikatoren in schwermetallbelasteten Böden (Brixlegg, Österreich) 73-76