Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie, Kiel 1977 (1978):

Eine Methode zur ökologischen Untersuchung der Schlamm-Wasser-Kontaktzone

Gabriele Reinnarth

Sediment cores are taken in plastic tubes 4 cm in diameter. The overlying water is separated and the sediment cut into 0.5 resp. 1 cm thick horizontal discs. In each layer water content, ignition loss, NH_4-N, NO_2-N, NO_3-N, pH, redox-potential and dehydrogenase activity are measured. In order to quantify the microfauna (especially Ciliates) the mud is coloured with Acridinorange and the organisms are counted in the fluorescence microscope. The results of one investigation on a eutrophic pond are discussed.

1. Einleitung

Die Schlamm-Wasser-Kontaktzone ist in einem Gewässer der Bereich, in dem freies Wasser und Sediment aneinandergrenzen und einem Stoffaustausch unterliegen. Dies ist der Ort, wo der größte Teil des anfallenden organischen Materials abgebaut und in Form von anorganischen Nährstoffen der Primärproduktion wieder zur Verfügung gestellt wird. An dieser Mineralisation sind Bakterien und Protozoen, in erster Linie Ciliaten, beteiligt, die damit entscheidenden Einfluß auf den gesamten Stoffhaushalt eines Gewässers haben.

Die physikalischen und chemischen Verhältnisse in der Schlamm-Wasser-Kontaktzone sind seit der Arbeit von MORTIMER (1941) über den Stoffaustausch in diesem Bereich mehrfach untersucht worden. HAYES (1964) hat diese Analysen auf den bakteriologischen Sektor ausgedehnt, und FENCHEL u. JANSSON (1966) haben bei Untersuchungen im marinen Bereich die Ciliaten einbezogen. An Süßwassersedimenten sind meines Wissens noch keine vergleichenden Untersuchungen über Chemismus und quantitative Erfassung aller Ciliatenarten gemacht worden. GOULDER (1974) hat sich in seinen Arbeiten auf Ciliaten, die größer als 200 µm sind, beschränkt. Ich halte jedoch die Bearbeitung aller Ciliatenarten für unbedingt notwendig, da gerade die kleineren Formen einen erheblichen Anteil an der Biomasse ausmachen können.

2. Material und Methode

2.1 Probenahme

Zur Entnahme von Sedimentsäulen mit überstehendem Wasser werden Plastikrohre von 50 cm Länge mit einem Innendurchmesser von 4 cm verwandt. An einer flachen Gewässerstelle wird das Rohr von Hand in das Sediment gedreht, am oberen Ende mit einem Gummistopfen verkorkt, mit Sedimentkern und darüberstehendem Wasser aus dem Sediment herausgezogen und am unteren Ende ebenfalls verkorkt (Abb. 1, 1-3).

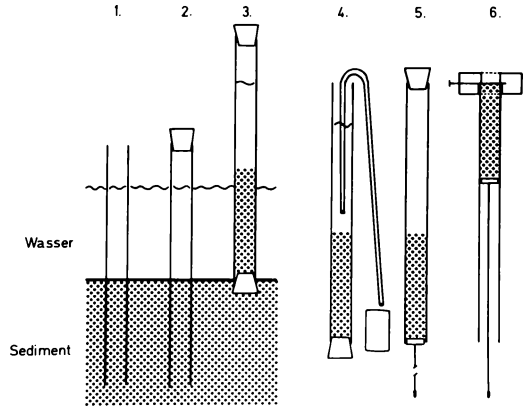

Abb. 1: Probenahme
1-3 in situ, 4-6 im Labor.

Im Labor erfolgt anschließend die Trennung in die einzelnen horizontalen Schichten der Schlamm-Wasser-Kontaktzone. Vom freien Wasser soll nur der untere Zentimeter (+1) weiterverarbeitet werden. Das Wasser wird abgesaugt, der Sedimentkern mit einem Stempel in dem Rohr nach oben geschoben und mit einem Schneideapparat in 8 Scheiben zerlegt (Abb. 1, 4-6). Davon sind die beiden ersten Schichten aus der direkten Kontaktzone 0.5 cm dick (-0.5 cm und -1 cm) und alle folgenden (-2 cm bis -7 cm) 1 cm dick. An diesen insgesamt 9 Schichten werden die ökologischen Untersuchungen getrennt vorgenommen.

2.2 Abiotische Komponente

Die gemessenen Parameter sind in Tab. 1 aufgelistet. Aktueller Sauerstoffgehalt, Schwefelwasserstoff und Kohlendioxid werden nur im freien Wasser ermittelt. Die Temperatur wird in situ gemessen. Für die Bestimmung der Stickstoffverbindungen, pH-Wert und Redox-Potential wird das Interstitialwasser durch Druckfiltration aus den einzelnen Sedimentschichten gewonnen. Aus jeder Schicht lassen sich etwa 3-4 ml pressen, in denen Ammonium, Nitrit und Nitrat analytisch und pH-Wert und Redox-Potential mit einer Einstabmeßkette bestimmt werden. Außerdem werden Wassergehalt und Glühverlust des Sediments ermittelt.

Tab. 1: Ermittelte physikalische und chemische Parameter

	freies Wasser	Sediment
	O_2 H_2S CO_2	
Parameter	Temp. °C NH_4-N NO_2-N NO_3-N pH-Wert Redox-Pot.	Temp. °C NH_4-N NO_2-N NO_3-N pH-Wert Redox-Pot.
		% Wassergeh. % Glühverl.

2.3 Biotische Komponente

Die Bakterien des Sediments werden mit Hilfe der Dehydrogenaseaktivität erfaßt. Hierbei wird zwar die Summe der biologischen Aktivitäten aller lebenden Organismen gemessen; der Anteil der übrigen Gruppen ist jedoch gegenüber dem der Bakterien vernachlässigbar klein.

Die qualitative Bestimmung der Plankton- und Benthosarten erfolgt im lebenden Zustand. Von den Ciliaten, denen hier besondere Bedeutung beigemessen wird, werden außerdem Protargolpräparate angefertigt (WILBERT 1975), mit deren Hilfe eine exakte Artbestimmung möglich ist.

Die Auszählung der einzelligen Organismen des freien Wassers erfolgt in 0.5 ml fassenden Planktonkammern. Um die Benthosorganismen quantitativ zu erfassen, müssen sie sich optisch deutlich von den sie umgebenden Sedimentpartikeln abheben. Dazu wird der Schlamm im Verhältnis 1 : 6 mit keimfreiem Süßwasser verdünnt und in Tropfen von 0.05 ml auf Objektträger gegeben. Die Tropfen werden mit 3 %igem Sublimat fixiert, mit dem Fluoreszenzfarbstoff Acridinorange (angesetzt im Verhältnis 1 : 750) gefärbt und mit einem Deckglas versehen. Der Deckglasrand wird mit einem Einbettungsmittel abgedichtet. Im Fluoreszenzmikroskop können dann je nach Organismendichte ein bis vier Tropfen ausgezählt werden. Die Präparate können in einer Feuchtekammer bei ca. +4°C zwei bis vier Wochen aufbewahrt und anschließend gezählt werden. Stichprobenuntersuchungen an einer *Uronema*-Kultur ergaben, daß bei der angewandten Zählmethode mit einer maximalen Schwankung der Ergebnisse von ± 5% zu rechnen ist.

3. Ergebnisse

An einem eutrophen Teich (Oberfläche: 326 m^2; max. Tiefe: 1 m) im Raum Bonn wurde die genannte Methode am 2. Januar 1977 angewendet. Der Teich war zu dieser Zeit eisbedeckt und hatte im freien Wasser eine Temperatur von 0.4°C und im Sediment in allen Schichten

0.7°C. Der Sauerstoffgehalt war mit 10.4 mg/l relativ hoch und bedingte oxidierende Verhältnisse unmittelbar über dem Sediment. Entsprechend konnte hier kein H_2S nachgewiesen werden. Der CO_2-Gehalt betrug 36 mg/l. Der Wassergehalt des Sediments (Abb. 2) sinkt von der Oberfläche bis in 7 cm Sedimenttiefe von 91 auf 70% ab. Der Glühverlust verringert sich von 33 auf 18%, d.h. in den tieferen, älteren Schichten sind weniger organische Bestandteile enthalten als in den höheren, in denen der Prozeß der Mineralisation noch nicht abgeschlossen ist. Ammoniumstickstoff ist im freien Wasser in Gegenwart von Sauerstoff nur in geringen Mengen (0.16 mg/l) vorhanden. Mit dem Eintritt ins Sediment steigt der Gehalt auf 1.70 mg/l an und erreicht in den unteren Schichten 3.74. Antagonistisch hierzu verläuft die Nitratstickstoffkurve. Sie zeigt einen krassen Abfall in der unmittelbaren Schlamm-Wasser-Kontaktzone von 11.3 mg/l (+1) auf 2.6 mg/l (-0.5). In einer Tiefe von -6 und -7 cm nimmt der Nitratgehalt wieder zu. Das beruht vermutlich auf einer Verminderung der Reduktionsfähigkeit der älteren Sedimentbereiche, die auch PAMATMAT u. BHAGWAT (1973) im Lake Washington feststellen konnten. Dafür spricht auch der Anstieg des Redox-Potentials (s.u.). Der Nitritstickstoff macht mit Werten zwischen 0 und 0.02 mg/l nur einen geringen Anteil am Stickstoffgehalt des Interstitialwassers aus. Der pH-Wert schwankt geringfügig um 7.5. Das Redox-Potential fällt von oben nach unten von +238 mV auf -104 mV ab. Dabei lassen sich zwei Phasen unterscheiden: erstens ein steiler Abfall von +1 bis -3 cm und zweitens eine konstant reduzierte Phase von -3 bis -7 cm. In der unteren Sedimentschicht steigt das Redox-Potential wieder leicht an.

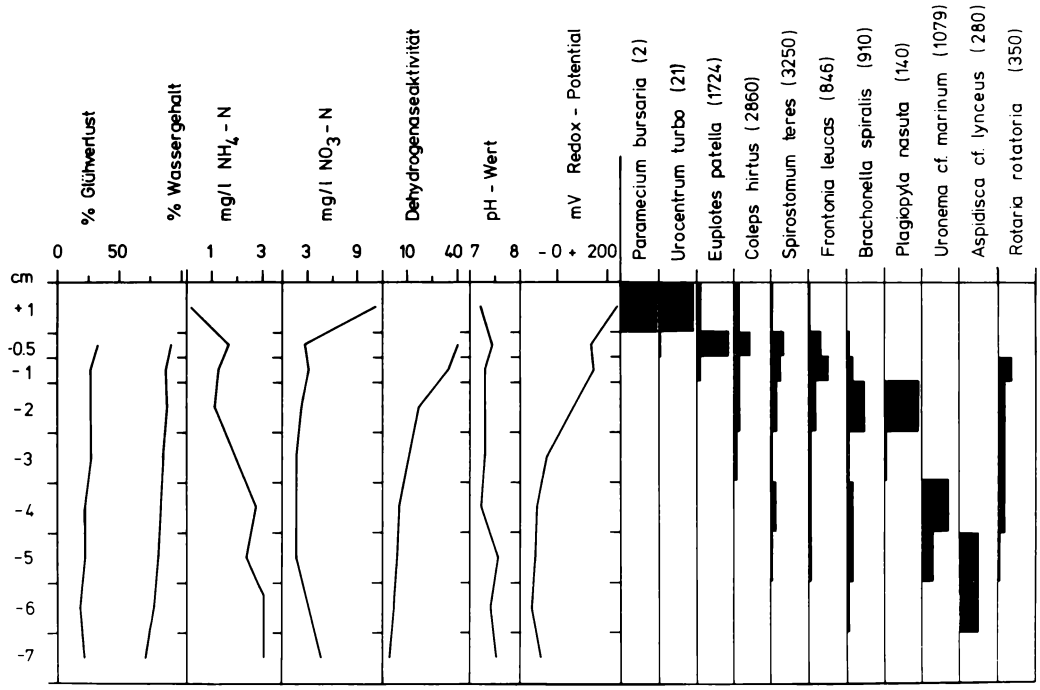

Abb. 2: Abiotische und biotische Parameter der Schlamm-Wasser-Kontaktzone eines Teiches.
Datum: 2.1.1977. Abszisse: verschiedene Parameter. Ordinate: Schichttiefe in cm. Die Zahlen hinter den Artnamen geben die absolute Individuenzahl der betreffenden Art pro cm^2 an.

Die höchste Dehydrogenaseaktivität und damit größte Bakteriendichte konnte in den beiden oberen Sedimentschichten festgestellt werden. Hier dienen sie vielen Ciliatenarten, z.B. *Coleps hirtus*, als Nahrung. Insgesamt konnten 20 Ciliatenarten bestimmt werden mit einer Individuendichte von 20 500 pro cm^2. Die Ciliatenarten der Schlamm-Wasser-Kontaktzone lassen sich von ihrer Vertikalverteilung her in vier Gruppen aufteilen: Zur ersten Gruppe gehören *Paramecium bursaria* und *Urocentrum turbo*. Sie kommen in erster Linie im freien Wasser vor und sind nur vereinzelt im Schlamm zu finden. Die Vertreter der zweiten Gruppe haben ihre Maxima bei -0.5 cm oder -1 cm, sind aber auch in geringen

Zahlen im überstehenden Wasser und in etwas tieferen Schichten zu finden. Hierzu gehören *Euplotes patella*, *Coleps hirtus*, *Spirostomum teres* und *Frontonia leucas*. Die dritte Gruppe bilden Arten wie *Brachonella spiralis* und *Plagiopyla nasuta*, die im freien Wasser nicht mehr auftreten und ihr Hauptvorkommen in geringer Sedimenttiefe haben. Die Maxima der vierten Gruppe liegen in größerer Tiefe, bei -4 bis -6 cm. Hier lassen sich *Uronema* cf. *marinum* und *Aspidisca* cf. *lynceus* einordnen. Charakteristisch ist das Auftreten des sedimentbewohnenden Rotators *Rotaria rotatoria*, das sein Hauptvorkommen bei -1 cm hat und bis zu einer Tiefe von -5 cm gefunden wurde.

Die beschriebene Methode eignet sich für alle Sedimentarten, so daß vergleichend ökologische Untersuchungen der Schlamm-Wasser-Kontaktzone verschiedenster Gewässer durchgeführt werden können. Ciliatenarten aller Größenordnungen bis herunter zu 15 µm können quantitativ auch in schlammigen Sedimenten erfaßt werden, was mit herkömmlichen Methoden nicht möglich ist.

Literatur

FENCHEL T., JANSSON B.-O., 1966: On the vertical distribution of the microfauna in the sediments of a brackish-water beach. Ophelia 3: 161-177.

GOULDER R., 1974: The seasonal and spatial distribution of some benthic ciliated Protozoa in Esthwaite Water. Freshwat. Biol. 4: 127-147.

HAYES F.R., 1964: The mud-water interface. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev. 2: 121-145.

MORTIMER C.H., 1941: The exchange of dissolved substances between mud and water. I., II. J. Ecol. 29: 280-329.

PAMATMAT M.M., BHAGWAT A.M., 1973: Anaerobic metabolism in Lake Washington sediments. Limnol. Oceanogr. 18(4): 611-627.

WILBERT N., 1975: Eine verbesserte Technik der Protargolimprägnation für Ciliaten. Mikrokosmos 1975(6): 171-179.

Adresse

Dipl.-Biol. Gabriele Reinnarth
Inst. f. landw. Zoologie und Bienenkunde
Melbweg 42

D-5300 Bonn

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie

Jahr/Year: 1978

Band/Volume: 7_1978

Autor(en)/Author(s): Reinnarth Gabriele

Artikel/Article: Eine Methode zur ökologischen Untersuchung der Schlamm-Wasser-Kontaktzone 401-404