

Christiane FENSKE

Renaturierung von Gewässern mit Hilfe der Wandermuschel *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771)

Using zebra mussels (*Dreissena polymorpha* [Pallas, 1771]) for the restoration of water bodies

Abstract

Mussels are able to reduce the amount of suspended matter in the water, because their metabolism is based on filtering. By transforming it into biomass, they decrease the concentration of nutrients available for the phytoplankton which in turn leads to higher transparency and a lower trophic level. Moreover, mussel beds passively hold back suspended matter and offer a valuable habitat for many other species.

For restoration and amelioration of the water quality in the Odra Lagoon two measures are possible: 1) Using *Dreissena polymorpha* as a last step in water treatment plants or other dischargers into the Odra river ("bioremediation") 2) Supporting the settlement of *Dreissena polymorpha* in the Odra Lagoon ("restoration"), thus reducing the trophic status *in situ*. Both measures together could lead to a more nature-oriented situation of the Odra Lagoon. Today's polytrophic status could be converted into a self-stabilising eutrophic status.

By investigating settlement and filtration of *Dreissena polymorpha* in the Odra Lagoon, the preconditions for a supported mussel settlement were examined. Based on these results, the necessary size of mussel beds to use up the existing carbon surplus was estimated. Examination of the relevant legal framework showed that the supported settlement of *Dreissena polymorpha* would not collide with any national or international law applicable.

Keywords: nature restoration, *Dreissena polymorpha*, filtration, settlement, eutrophication, remesotrophication, Odra Lagoon

1 Einführung

Die Europäische Wasserrahmenrichtlinie¹ (WRRL) verpflichtet die EU-Mitgliedsstaaten, bis zum Jahr 2015 einen „guten ökologischen Zustand“ für alle Oberflächengewässer und das Grundwasser zu erreichen. In Deutschland ist diese

¹ Offizieller Titel: „Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik“, in Kraft getreten am 22.12.2000, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft L327, S. 1

Vorgabe nun im Wasserrahmengesetz (§25a) verankert. An die Stelle vieler einzelner sektoraler Richtlinien² tritt mit der Wasserrahmenrichtlinie nun ein ganzheitlicher Ansatz, nach dem die Gewässer flussgebietsbezogen zu bewirtschaften sind, d.h. von der Quelle bis zur Mündung mit allen Zuflüssen. Nicht Staats- und Ländergrenzen sind mehr ausschlaggebend, sondern die Grenzen der hydrologischen Einzugsgebiete.

Dies bietet die Chance, umfassende Konzepte zur Sanierung auch von Küstengewässern zu entwickeln. Beispielhaft soll hier ein Entwurf für die Renaturierung des an der deutsch-polnischen Grenze gelegenen Oderhaffs vorgestellt werden. Der Kern des Konzeptes ist die Nutzung der Filtrationsleistung der Wandermuschel *Dreissena polymorpha* (PALLAS, 1771) zur Verbesserung der Wasserqualität. Dies wäre ein wichtiger Schritt auf dem Weg zum „guten ökologischen Zustand“ des Gewässers.

Das Oderhaff ist durch seine natürliche Lage am Ende des 866 km langen Oderflusses mit einem großen Einzugsgebiet von 118.780 km² (UMWELTBUNDESAMT 1994) und den vorgelagerten Inseln Usedom und Wollin dazu prädestiniert, viele im Wasser mitgeführte Substanzen zurückzuhalten. Lange Zeit sprach man von „Puffer- und Filterwirkung“ der Bodden und Haffe. Wie sich bei dem Forschungsprojekt GOAP (Greifswalder Bodden und Oderästuar-Austauschprozesse) jedoch zeigte, wird zwar die Strömungsgeschwindigkeit des Wassers weiterhin verlangsamt, aber von den Wasserinhaltsstoffen wird mittlerweile nur noch sehr wenig im Oderhaff zurückgehalten, nämlich etwa 2-5 % der Nährstoffe und 15 % der Schwermetalle (LAMPE 1998). Der größte Teil der Einträge fließt unverändert in die Ostsee, besonders im Winter, wenn aufgrund der niedrigen Temperaturen nur geringe biologische Umsätze stattfinden (LAMPE 1996).

Der größte Teil des Haffs ist schlickbedeckt, nur noch in Ufernähe gibt es einige Restbestände von Makrophyten, nämlich *Potamogeton pectinatus*, *P. perfoliatus*, *Ceratophyllum demersum*, *Elodea canadensis* und *Cladophora sp.* (GÜNTHER 2000, unveröffentlicht).

2 Material und Methoden

Details zu der Methodik und den Ergebnissen der Experimente sind bei FENSKE (2003) dargestellt.

2.1 Makrozoobenthos-Probennahme

Zum Makrozoobenthos werden im Allgemeinen Tiere des Gewässerbodens gezählt, die größer sind als 1 mm.

Das Makrozoobenthos wurde 1996 und 1998 monatlich an fünf repräsentativen Stationen des Kleinen Haffs untersucht, dabei wurden je eine Schlickstation, eine Sandstation und drei Muschelbänke beprobt. Es wurde ein Kastengreifer verwendet

² z.B. Badegewässer-Richtlinie, Richtlinie zum Schutz der einheimischen Fischfauna, Richtlinie zum Schutz der Muschelgewässer usw.

mit einer Ausstechfläche von 60 cm² und einer Eindringtiefe in das Sediment von 25-30 cm. Pro Station wurden je drei parallele Proben genommen und an Bord gesiebt (500 µm Maschenweite). Anschließend wurden die Tiere im Labor bestimmt (lebend unter dem Binokular, Vergrößerung 10-40fach) und die Frisch- und Trockenmassen ermittelt.

2.2 Filtrationsexperimente

2.2.1 Geschlossenes System

Je 10 Wandermuscheln einer Größenklasse wurden in jeweils 3-5 Parallelen in definierten Wassermengen gehalten (1,5 l oder 2,2 l). Als Kontrolle diente ein Ansatz ohne Muscheln. Die Belüftung erfolgte über Aquariensprudelsteine.

Nach Fütterung mit je 0,2 g Bäckerhefe (*Saccharomyces cerevisiae*) pro Ansatz wurden in regelmäßigen Abständen (nach 30 Minuten, 1, 2, 4, 6, 10, 20 und 21 h) Wasserproben entnommen und auf ihre Trübung untersucht (620 nm, Nanocolor 200D). Als Standard wurde reine Hefelösung in verschiedenen Konzentrationen verwendet. Die Versuche wurden bei verschiedenen Temperaturen (13-25 °C) durchgeführt.

2.2.2 Durchflusssystem

Um die Filtrationsleistung bei möglichst natürlichen Bedingungen zu ermitteln, wurde ein selbst entwickeltes Durchflusssystem verwendet, bei dem die Muscheln stets mit frischem Haffwasser versorgt wurden (Abb. 1). In mehrtägigen Freilandversuchen im Herbst 1999 auf der Forschungsplattform Meta 2 (GKSS Forschungszentrum Geesthacht) und auf dem Forschungsschiff „Ludwig Prandtl“ wurde ein modifiziertes Abflussrohr als Versuchsanordnung verwendet (2,15 m lang, Durchmesser 20 cm, Volumen 47 l). Das Rohr war mit Spezialdeckeln an beiden Enden verschlossen, in der Mitte war ein durchsichtiger aufklappbarer Deckel angebracht. Ein Ende wurde erhöht aufgestellt, so dass ein langsamer gleichmäßiger Durchfluss gewährleistet war. Das eingeleitete frische Haffwasser wurde zur Erzeugung einer möglichst laminaren Strömung durch eine Scheibe mit gleichmäßigen Bohrungen (Durchmesser 10 mm) geführt, dann über die in der Mitte des Rohres platzierten Muscheln und schließlich über einen Wasserhahn am hinteren Ende des Rohres abgeführt. Es wurden natürliche Gemeinschaften von Muscheln verwendet mit einer Schalenlänge von 4-27 mm (Mittelwert 18 mm). Eine Versuchsserie lief mit 1100, die andere mit 1828 Muscheln.

50 ml-Wasserproben wurden vor und nach der Passage der Muscheln entnommen, um darin folgende Parameter zu messen:

- Trübung
- Seston (Schwebstoffe)
- organischer Kohlenstoff (TOC) und
- Chlorophyll a (nach GÖCKE 1988).

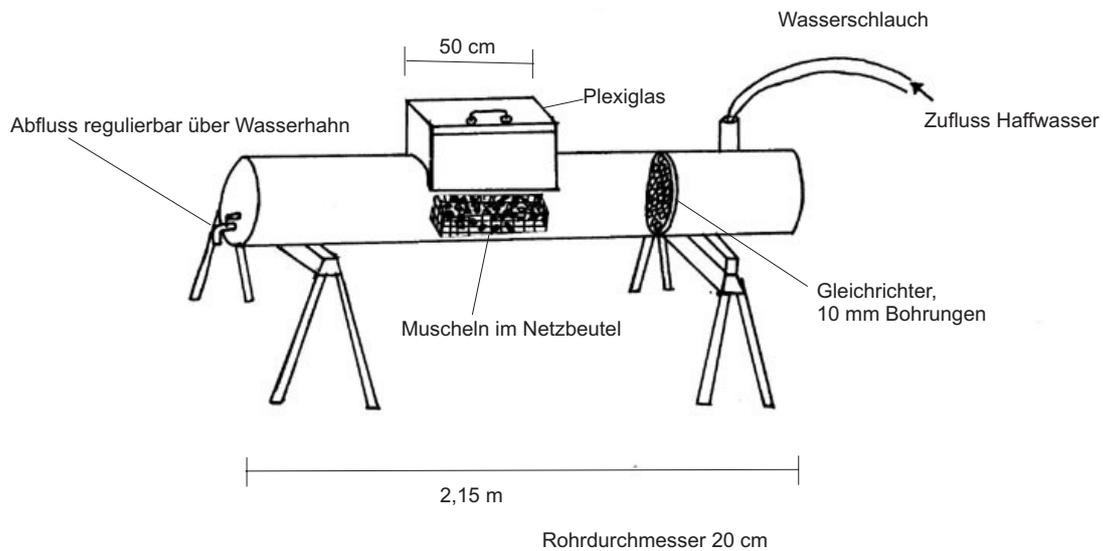


Abb. 1 Durchflussrohr zur Ermittlung der Filtrationsrate der Wandermuscheln

2.3 Ansiedlungsexperimente

An drei Stationen im Haff (im Westen, zentral und an der deutsch-polnischen Grenze gelegen) wurden fünf verschiedene Materialien in Bezug auf die Ansiedlung von *Dreissena*-Larven getestet: Holz (Fichte), Backsteine, Muschelschalen von *Mya arenaria*, Fischereinetze und PVC-Platten. Diese Materialien wurden für vier Monate (Juli-November 1998 und 1999) in verschiedenen Tiefen (1 bis 4 m) ausgebracht. Zwei der verwendeten Versuchsanordnungen sind in Abb. 2 und Abb. 3 dargestellt.

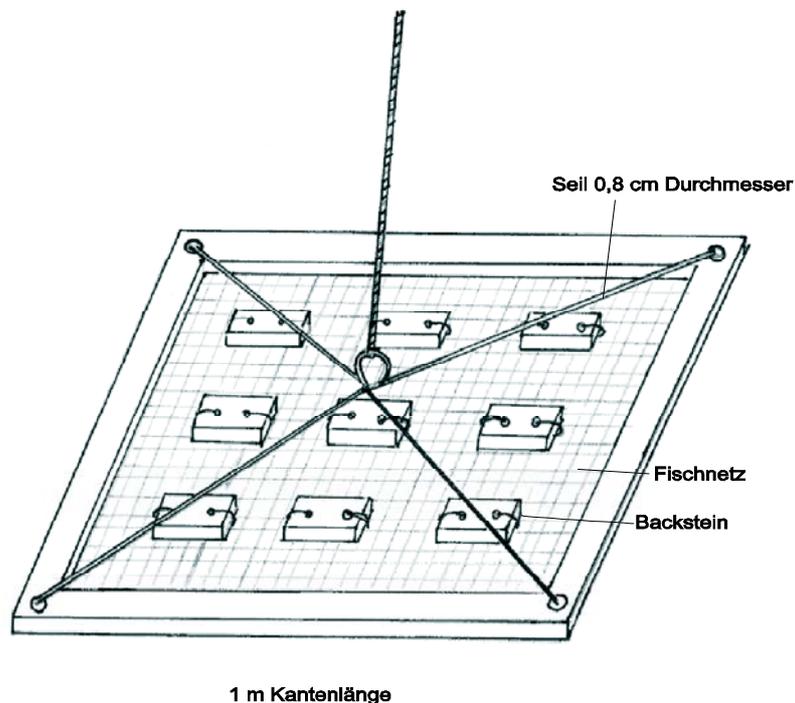


Abb. 2 Besiedlungsrahmen

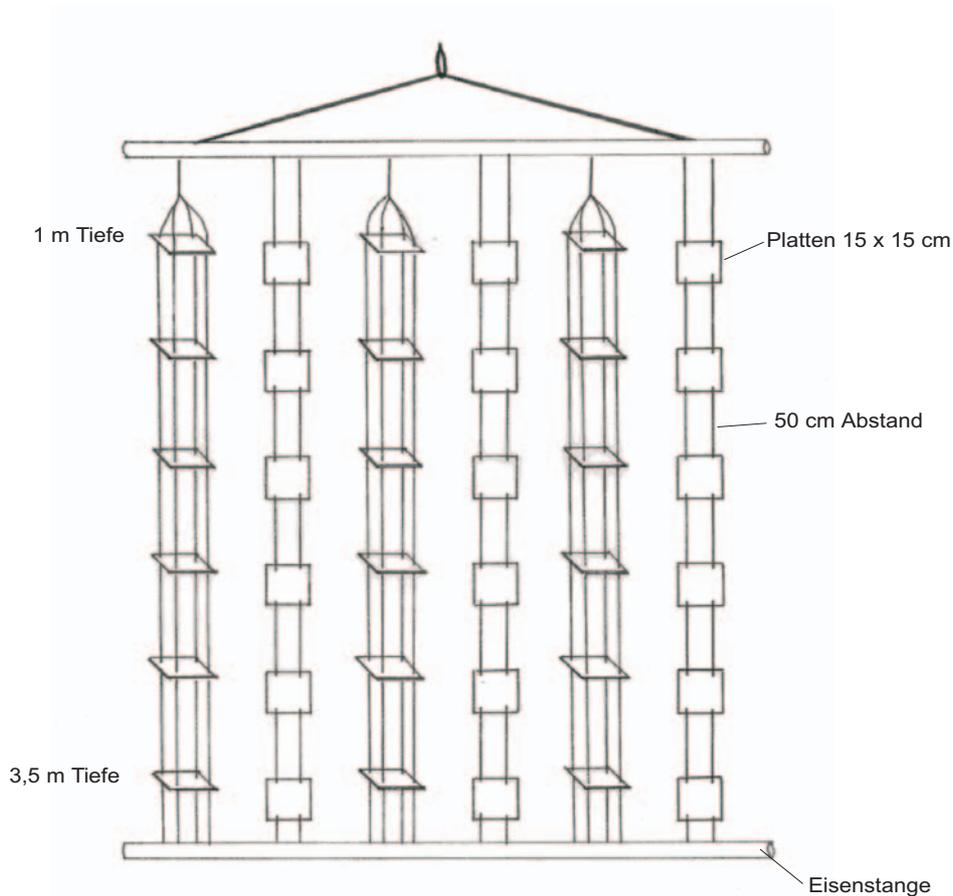


Abb. 3 Gerät zur Überprüfung der Ansiedlung von *Dreissena polymorpha*. An verschiedenen Stellen wurden je 36 Holz- oder PVC-Platten im Haff versenkt und nach vier Monaten wieder auf ihre Besiedlung mit Muscheln hin untersucht.

3 Ergebnisse

3.1. Ergebnisse der Wasseranalysen

Hier sollen nur ausgewählte Ergebnisse vorgestellt werden, für Details sei noch einmal auf FENSKE (2003) verwiesen.

Die **Wassertemperaturen** im Oderhaff liegen zwischen 0°C (Eisdecke in kalten Wintern) und 23°C im Sommer. Ab Ende April/Anfang Mai werden 10°C überschritten, dies ist die Voraussetzung für die erfolgreiche Befruchtung der Eier von *Dreissena polymorpha*; für die Larvalentwicklung sind 12-24°C nötig (SPRUNG 1993).

Aufgrund der geringen Wassertiefe (durchschnittlich 4,40 m) ist die **Sauerstoffversorgung** gut, es wurden Sättigungswerte von 106,3 % an der Oberfläche und 105,1 % am Gewässergrund erreicht (Mai-Nov. 1998). Die absoluten Sauerstoffgehalte lagen im Mittel bei 10,7-10,8 mg/l.

Die durchschnittliche **Salinität** schwankt zwischen 0,5 und 1,4 ‰ (Leitfähigkeit im Mittel 2,00 mS cm⁻¹), das Kleine Haff zählt damit zur β-mixo-oligohalinen Zone (0,5-3 ‰).

Die **Nährstoffanalysen** zeigen einen stark eutrophen bis polytrophen Zustand an, die **Sichttiefen** lagen im Mittel zwischen 80 und 90 cm.

Die **Chlorophyll a**-Konzentrationen erreichten 1996 einen Mittelwert von 21,40 µg l⁻¹, 1998 waren es 40,41 µg l⁻¹. Der durchschnittliche Gehalt an **organischem Kohlenstoff** lag 1998 bei 11,84 mg l⁻¹. Dies entsprach einem Drittel des Gesamtkohlenstoffgehalts (33,73 mg l⁻¹).

3.2. Makrozoobenthos an repräsentativen Stationen im Oderhaff

Bei der Besiedlung der drei großen Habitate Sand, Schlick und Muschelbänke gibt es große Unterschiede: Besonders hohe Abundanzen, bis über 40.000 Tiere m⁻² wurden auf den Muschelbänken gefunden, die Sandbereiche liegen im Mittelfeld mit etwa 10.000 Tieren m⁻², und auf den Schlickflächen sind es maximal 2.700 Tiere m⁻².

Auf den *Dreissena*-Muschelbänken sind sowohl die meisten Arten als auch die meisten Individuen zu finden. Folgende 38 Taxa wurden insgesamt in allen Habitaten nachgewiesen:

Cnidaria

Hydrozoa

Hydra sp.

Pelmatohydra oligactis (PALLAS)

Cordylophora caspia (PALLAS)

Plathelminthes

Turbellaria, Tricladida

Planaria torva O.F. MÜLLER

Dendrocoelum lacteum (O.F. MÜLLER)

Dugesia lugubris (O. SCHMIDT)

Polycelis tenuis IJMA

Bdellocephala punctata (PALLAS)

Nemertini

Prostomatella obscura (SCHULTZE)

Nemathelminthes

Nematoda

Mollusca

Bivalvia

Dreissena polymorpha (PALLAS)

Pisidium spp.

Anodonta anatina (L.)

Gastropoda

Bithynia tentaculata (L.)

Valvata piscinalis (O.F. MÜLLER)

Valvata cristata O.F. MÜLLER

Theodoxus fluviatilis (L.)

Potamopyrgus antipodarum (SMITH)
Gyraulus crista (L.)
Radix ovata (DRAPARNAUD)

Annelida

Polychaeta

Marenzelleria viridis (VERRILL)

Clitellata

Oligochaeta

Criodrilus lactuum (HOFFMEISTER)

Stylaria lacustris (L.)

Potamotheix hammoniensis (MICHAELSEN)

Chaetogaster limnaei (v. BAER)

Hirudinea

Glossiphonia complanata (L.)

Glossiphonia heteroclita (L.)

Helobdella stagnalis (L.)

Erpobdella octoculata (L.)

Hemiclepsis marginata (O.F. MÜLLER)

Arthropoda

Crustacea

Cirripedia

Balanus improvisus DARWIN

Ostracoda

Malacostraca

Isopoda

Asellus aquaticus (L.)

Amphipoda

Gammarus sp.

Gammarus tigrinus SEXTON

Insecta

Ephemeroptera

Diptera

Chironomidae

Ceratopogonidae

Bezzia sp.

An den Schlickstationen setzte sich das Makrozoobenthos typischerweise zu 75 % aus Oligochaeten und zu 25 % aus Chironomiden zusammen. Die Sandstationen waren dominiert von *Marenzelleria viridis* (90 %). An den Muschelbankstationen variierte der Anteil von *Dreissena polymorpha* von 15 bis 54 % (vgl. Abb. 4).

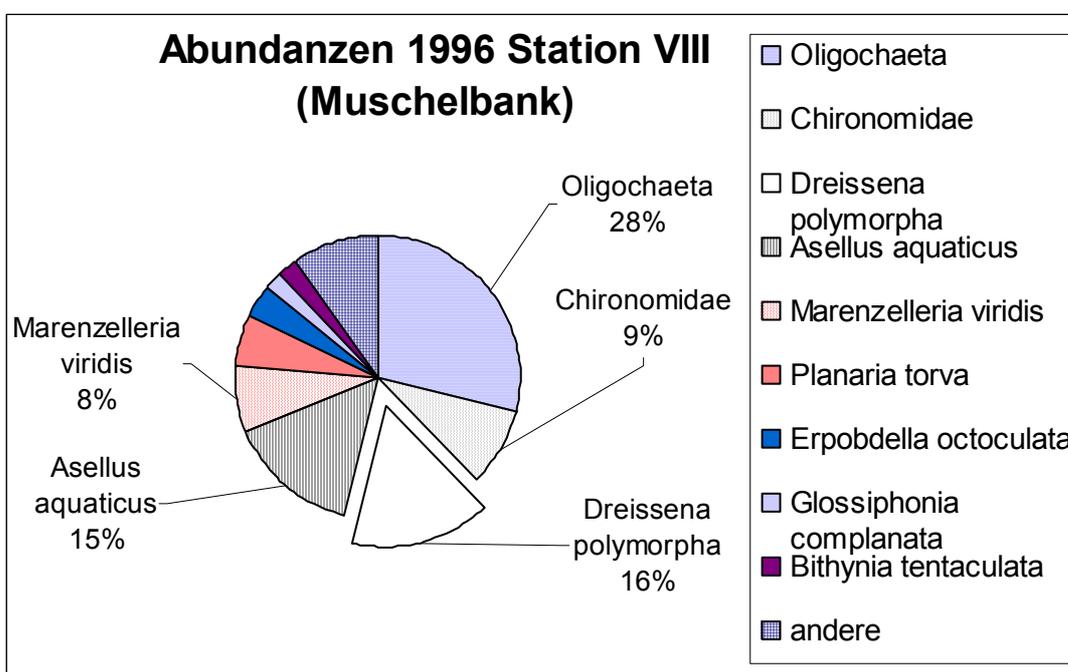
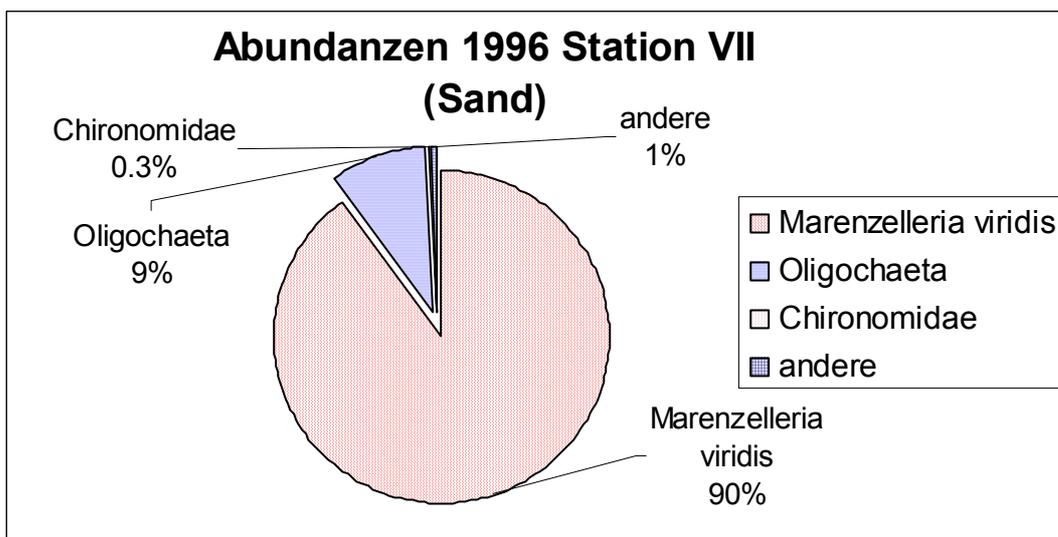


Abb. 4 Makrozoobenthos an ausgewählten Stationen im Oderhaff (durchschnittliche Abundanzen, basierend auf monatlichen Probenahmen von April bis November 1996)

Die **Frischmasse** (FM) des Makrozoobenthos im Jahresmittel 1996 lag auf den arten- und individuenarmen Schlickflächen bei $14,7 \text{ g m}^{-2}$, auf den Sandbänken wurden $1070,6 \text{ g m}^{-2}$ und auf den Muschelbänken durchschnittlich 2066 g m^{-2} erreicht, an einer Station sogar $2752,6 \text{ g FM m}^{-2}$. Das heißt, dass auf den Sandflächen rund 73-mal mehr Biomasse als auf den Schlickflächen gebildet wurde und auf den Muschelbänken sogar 141-mal mehr. An der Muschelbank-Station IV, bei der *Dreissena* im Jahresdurchschnitt 1998 zahlenmäßig nur 15 % der Gesamtabundanz ausmachte, stellte sie dennoch den übergroßen Teil der Biomasse, nämlich 93 % bezogen auf die Frischmasse oder 79 % der Gesamttrockenmasse (ohne Muschelschalen!).

3.3 Filtrationsleistung von *Dreissena polymorpha*

Je höher die Temperatur desto größer war die Anzahl zurückgehaltener Zellen. Eine Muschel mit 22-25 mm Schalenlänge filterte bei 13 °C $59,6 \cdot 10^6$ Hefezellen $\text{h}^{-1} \text{l}^{-1}$ aus dem Wasser, bei 20 °C wurden $193,5 \cdot 10^6$ Zellen $\text{h}^{-1} \text{l}^{-1}$ und bei 25 °C $206,7 \cdot 10^6$ Zellen $\text{h}^{-1} \text{l}^{-1}$ herausgefiltert. Die individuellen Filtrationsraten wurden nach COUGHLAN (1969) berechnet, dazu wurden die drei Parallelen und die Ergebnisse für mehrere Zeitpunkte (1 h, 2h, 4h ...) gemittelt (Abb. 5).

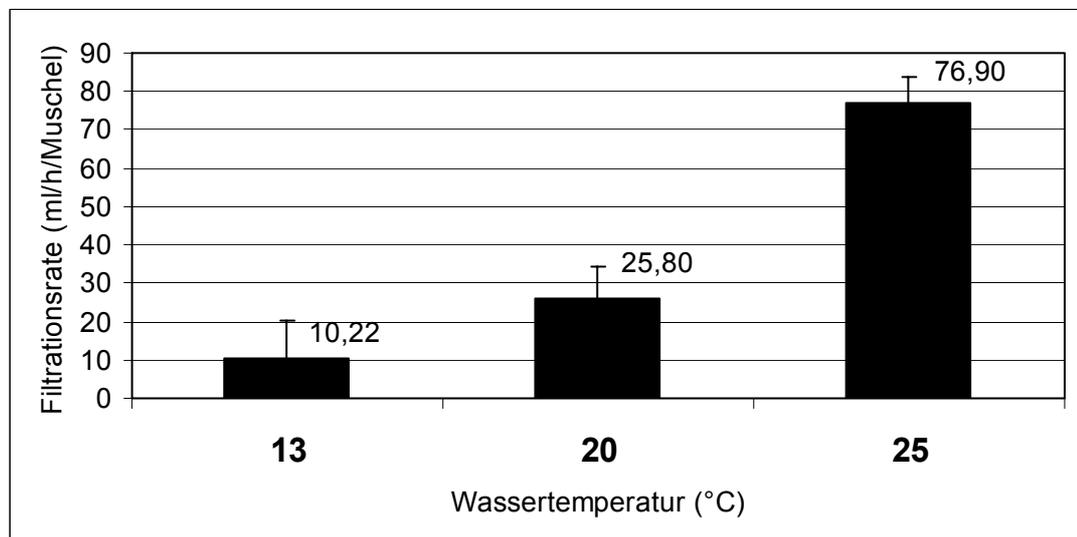


Abb. 5 Individuelle Filtrationsleistung bei verschiedenen Temperaturen (Mittelwerte und Standardabweichung), berechnet aus den Filtrationsversuchen im geschlossenen System

Bei den Durchflussexperimenten ergab sich unter Berücksichtigung aller Parameter (Chlorophyll, Seston, TOC, Trübung) bei 12 °C eine Filtrationsrate von $16,3 \pm 6,2 \text{ ml Muschel}^{-1} \text{ h}^{-1}$ und bei 20 °C $13,0 \pm 6,1 \text{ ml Muschel}^{-1} \text{ h}^{-1}$.

Somit wurden im geschlossenen und im Durchflusssystem ähnliche Filtrationsraten erzielt (im Temperaturbereich bis 20 °C rund $10\text{-}25 \text{ ml Muschel}^{-1} \text{ h}^{-1}$).

3.4 Ansiedlung von *Dreissena polymorpha* an verschiedenen Materialien

Bezogen auf die durchschnittliche Anzahl neu angesiedelter Muscheln ergab sich folgende Rangfolge in der Attraktivität der Substrate: Netz > Holz > Steine > PVC > *Mya*-Muschelkette. Auf dem Fischnetz lag die durchschnittliche Besiedlungsdichte bei $6388 \text{ Muscheln m}^{-2}$, die maximale Besiedlungsdichte (Einzelwert) bei $15771 \text{ Tieren m}^{-2}$. Die horizontal ausgerichteten Materialien wurden signifikant stärker besiedelt als die vertikal ausgerichteten (ANOVA, Games-Howell post hoc Test $p = 0,029$). Zwischen den Tiefen gab es keine signifikanten Unterschiede.

4 Diskussion

Das schwach salzhaltige Wasser des Oderhaffs schränkt die an limnische Verhältnisse angepassten Wandermuscheln in ihrer Filtrationsleistung bereits etwas ein. Im Vergleich mit Werten aus der Literatur (z.B. KLEE 1971, REEDERS & BIJ DE VAATE 1990) liegen die im Oderhaff erzielten Raten (10-25 ml Muschel⁻¹ h⁻¹) eher am unteren Ende. Bei einer mittleren Abundanz von 14600 Muscheln m⁻² (FENSKE & GÜNTHER, unveröffentl. Daten 1996-99) und einer Gesamtmuschelfläche im Kleinen Haff von 38,5 km² (Mittelung der Ergebnisse von GÜNTHER (1998) und der auf Videountersuchungen basierenden Bestandserfassung von ANDRES 1993) könnten die Muscheln theoretisch das gesamte Wasser des Kleinen Haffs (1,026 km³ - BUCKMANN et al. 1998) in sieben Tagen filtrieren. Könnte man die Muschelflächengröße auf 50 km² vergrößern, so wären die Muscheln bei derselben Abundanz in der Lage, das Wasser des Haffs in fünf Tagen zu filtern. Bei 61 km² wären es vier Tage. Praktisch wird jedoch nicht der gesamte Wasserkörper filtriert, da das Wasser nicht stagniert, sondern das Haff durchströmt oder an ruhigen Tagen ein Teil des Wassers über den Muschelbänken mehrfach filtriert wird.

Vorschläge zur Renaturierung

Zur Verbesserung der Wasserqualität des Oderhaffs müssten zunächst die Nähr- und Schadstoff-Einträge in das Oderhaff gesenkt werden. Das Einzugsgebiet der Oder liegt zu 89 % in Polen, 6 % in Tschechien und 5 % in Deutschland (UMWELTBUNDESAMT 1994). Der Neubau und Ausbau von Kläranlagen in Polen könnte daher die Einträge schon deutlich senken. Als Ergänzung konventioneller Anlagen könnte man *Dreissena polymorpha* als biologischen Wasserfilter einsetzen. KUSSEROW et al. (2002) testeten textile Aufwuchsträger (Käfige mit 1x1x1m Kantenlänge mit dicht hineingehängten Netzen) in Schönungsteichen von Kläranlagen. Die Pilotprojekte erwiesen sich als sehr erfolgreich. Auf den grob gewirkten Netzen aus Polypropylen mit großer Oberfläche (12 m² m⁻²) siedelten sich in zuvor ausgewählten Gewässern im Schnitt 75000 *Dreissena*-Muscheln m⁻² und auch eine Vielzahl anderer Organismen an. Die Käfige wurden dann in die Schönungsteiche gebracht und bewirkten dort eine starke Reduktion der Schwebstoffe. In Laborexperimenten wurde gezeigt, dass auch Enterokokken, *E. coli* und Phagen weitgehend eliminiert wurden (KUSSEROW et al. 2004).

Solche Aufwuchsträger wären auch geeignet, um z.B. in Gräben Einträge aus landwirtschaftlichen Flächen zu reduzieren. Kompakte Käfige bieten, im Gegensatz zu größerflächig eingebrachten Steinen oder anderen Substraten, den Vorteil, dass sie auch relativ gut wieder aus dem Wasser entfernt werden könnten.

Für das Oderhaff bietet sich als Restaurierungsmaßnahme das Einbringen von horizontalen, grob gewirkten Netzen an (Abb. 6), die etwas über dem Sediment schweben sollten (mit Hilfe von Schwimmleinen, Bojen und Ankern). Auf diesen könnten sich junge Muscheln anheften und kleine Muschelklumpen bilden. Falls sich bei Sturm oder sehr dichter Besiedlung Muschelklumpen vom Netz lösen, könnten diese wieder neuer Ansiedlungspunkt für andere Muscheln sein. Potentiell könnte die *Dreissena*-Population im Haff viel größer sein, wenn nur genügend Anheftungssubstrat vorhanden wäre. Eine vergrößerte Population könnte, wie oben angegeben, die

Schwabstoffe im Haff deutlich reduzieren und damit zu mehr Sichttiefe und einer besseren Wasserqualität beitragen. Größere Sichttiefen würden es auch Makrophyten erlauben, sich wieder anzusiedeln, vorausgesetzt, das Sediment ist nicht zu schlammig. Der Überschuss an Nährstoffen würde in den Makrophyten und den Muschelkörpern festgelegt oder z.T. in Form von Fäzes oder Pseudofäzes wieder ausgeschieden werden. Da diese Ausscheidungen von einer feinen Membran umgeben sind, sind die Nährstoffe nicht mehr so leicht verfügbar, als wenn sie frei im Wasser schweben. Das Phytoplanktonwachstum würde daher reduziert.

Pseudofäzes sind reich an Bakterien und stellen eine wertvolle Nahrungsquelle für Chironomidenlarven dar (IZVEKOVA & LVOVA-KATCHANOVA 1972). Auch die sich auf den Muscheln ansiedelnden anderen Makrozoobenthosarten, insbesondere die Filtrierer und Detritusfresser, könnten den vorhandenen Kohlenstoffüberschuss aus der hohen Primärproduktion noch weiter reduzieren und damit die Wirkung der Muscheln verstärken.

Die ungeplanten Freilandexperimente, die sich durch die Einschleppung von *Dreissena polymorpha* in die nordamerikanischen Gewässer ergaben, zeigten nach der Besiedlung mit *Dreissena* oft enorme Vergrößerung der Sichttiefen (z.B. von 1,40 auf 3,00 m im Huron-See) und Verringerung der Konzentrationen von Gesamtphosphor und von Chlorophyll (um 48 bzw. 66 %) (FAHNENSTIEL et al. 1995).

Von natürlichen Miesmuschelbänken sind recht hohe Freisetzungsraten von Ammonium bekannt (ASMUS & ASMUS 1991), jedoch wurden bei kultivierten, frei hängenden Muscheln keine solch hohen Nährstofffreisetzungen beobachtet (SMAAL 1991).

Fazit: Die Unterstützung der *Dreissena*-Population könnte das System in Gang setzen, sich in Richtung einer niedrigeren trophischen Ebene zu bewegen und sich dort zu stabilisieren. Das Selbstreinigungspotential des Gewässers könnte auf diese Weise deutlich verbessert werden.

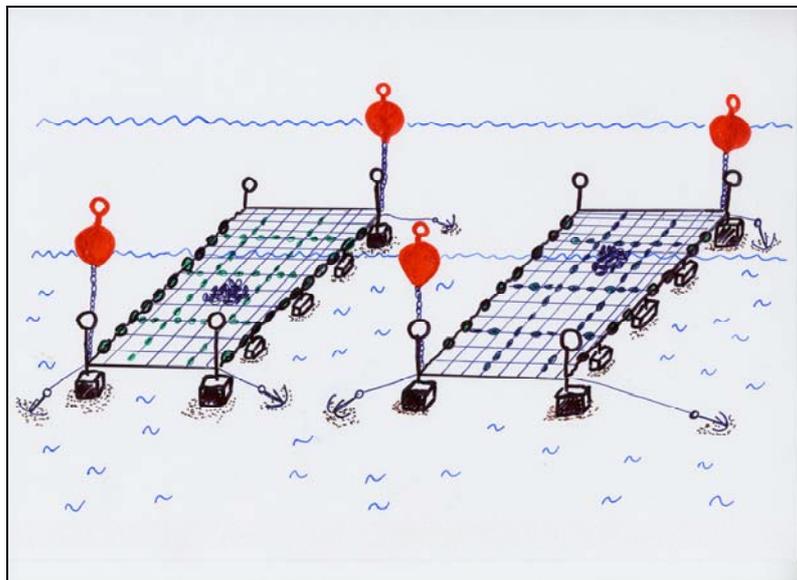


Abb. 6 Schwimmnetze zur unterstützten Ansiedlung von *Dreissena polymorpha* im Oderhaff

Die Kosten für 10 solcher Schwimmnetze (Abb. 6) aus Jute (Größe: 200 x 2 m) würden inklusiv der benötigten Gewichte, Anker, Bojen, Schwimmleinen, Bootskosten und Taucher bei etwa 20000 € liegen. Bei Verwendung von unverrottbaren Polyamidnetzen ergäben sich rund 42000 €. Letztere hätten den Vorteil, dass man sie, mitsamt den darauf angesiedelten Muscheln, auch nach längerer Zeit wieder aus dem Gewässer entfernen kann, so dass Biomasse, und damit auch Nährstoffe aus dem System genommen werden.

Um den Erfolg der Maßnahme beurteilen zu können, sollte in regelmäßigen Abständen

- die Populationsentwicklung von *Dreissena*,
- die Trophie im Oderhaff und
- die Bestände der Makrophyten erfasst werden.

Wenn die Muscheln aus dem Gewässer entnommen und eventuell weiterverwendet werden sollen, muss außerdem ihr Gehalt an Schwermetallen und anderen Schadstoffen überprüft werden.

Gebietsfremde Art?

Die Förderung einer Art, in diesem Falle *Dreissena polymorpha*, setzt die gewissenhafte Prüfung voraus, ob diese Art nicht ein störender Eindringling in einem funktionierenden System wäre. Man sollte vermeiden, neue Arten anzusiedeln, da auf diese Weise bestehende Gleichgewichte gestört werden können. *Dreissena polymorpha* wird oft als Neozoon bezeichnet; Neozoen sind Tiere, die seit Beginn der Neuzeit (1492) unter direkter oder indirekter Mitwirkung des Menschen in ein neues Gebiet gelangt sind und dort neue Populationen aufgebaut haben (Definition nach KINZELBACH 1996).

Da sich *Dreissena*, unterstützt durch den Bau von Kanälen und intensiven Schiffsverkehr, im Laufe des 19. Jahrhunderts in Deutschland ausbreitete, würde sie nach dieser Definition als Neozoon zählen. Anders als in Nordamerika kann *Dreissena* in Norddeutschland jedoch nicht uneingeschränkt als neue invasive Art gewertet werden, da sie bereits vor der letzten Eiszeit hier vertreten war (MEISENHEIMER 1901). Das Verbreitungsareal der Art nimmt nun also wieder die ursprüngliche Ausdehnung an (postglaziale Remigration). *Dreissena polymorpha* ist daher als heimische Art anzusehen. Eine mögliche Verfälschung oder Gefährdung der heimischen Fauna ist somit nicht gegeben.

Juristische Prüfung

Die Förderung der *Dreissena*-Bestände im Haff durch Bereitstellung geeigneten Besiedlungssubstrates wurde auf wasserrechtliche und naturschutzrechtliche Anforderungen geprüft (FENSKE 2003). Nach derzeitigem Recht stünde die Maßnahme vollkommen im Einklang mit den Geboten und Verboten z.B. des Wassergesetzes des Landes Mecklenburg-Vorpommern und dem Landesnaturschutzgesetz. Es bedürfte lediglich einer Genehmigung durch die obere Naturschutzbehörde (das Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie).

Zusammenfassung

Muscheln sind aufgrund ihrer filternden Lebensweise in der Lage, den Schwebstoffgehalt im Wasser zu reduzieren und Nährstoffe durch Umwandlung in Biomasse festzulegen. Zudem halten Muschelbänke passiv Schwebstoffe zurück und bieten wertvollen Lebensraum für weitere Arten.

Zur Renaturierung und zur Verbesserung der Wasserqualität im Oderhaff bieten sich daher zwei Möglichkeiten an: zum einen der Einsatz von *Dreissena polymorpha* nachgeschaltet in Kläranlagen oder anderen Einleitern in die Oder („Sanierung“), zum anderen die unterstützte Ansiedlung von *Dreissena* im Oderhaff („Restaurierung“), um dort die Trophie zu senken. Beide Maßnahmen zusammen könnten zu einem naturnäheren Zustand des Oderhaffs führen („Renaturierung“). Statt der heutigen polytrophen Situation könnte ein sich selbst stabilisierender eutropher Status erreicht werden.

Mit Ansiedlungs- und Filtrationsexperimenten im Kleinen Haff wurden die Voraussetzungen für eine unterstützte Muschelansiedlung geprüft und darauf aufbauend Berechnungen durchgeführt, wie groß die Muschelbänke sein müssten, um den vorhandenen Kohlenstoffüberschuss aufzuzehren. Die Prüfung der zu berücksichtigenden Rechtsgrundlagen ergab, dass die vorgeschlagene Maßnahme einer unterstützten Ansiedlung von *Dreissena* im Oderhaff nicht als Eingriff in Natur und Landschaft zu bewerten wäre und sich auch aus anderen maßgeblichen rechtlichen Vorschriften keine negative Bewertung ergäbe.

Literatur

- ANDRES, D. (1993): Video- und Fotodokumentation der Bestände von *Dreissena polymorpha* PHALLAS (sic!) im Oderhaff. Aldebaran Marine Research and Broadcast, 24143 Kiel, 29 S.
- ASMUS, R.M. & ASMUS, H. (1991): Mussel beds – limiting or promoting phytoplankton. - Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, **148(2)**: 215-232.
- BUCKMANN, K.; GEBHARDT, U.; WEIDAUER, A.; PFEIFFER, K.D.; DUWE, K.; FEY, A.; HELLMANN, B. & POST, J. (1998): Simulation und Messung von Zirkulations- und Transportprozessen im Greifswalder Bodden, Oderästuar und angrenzenden Küstengewässern. - Greifswalder Geographische Arbeiten, **16**: 12-41.
- COUGHLAN, J. (1969): The estimation of filtering rate from the clearance of suspensions. - Marine Biology, **2**: 356-358.
- FAHNENSTIEL, G.L., LANG, G.A., NALEPA, T.F. & JOHNGEN, T.H. (1995): Effects of Zebra Mussel (*Dreissena polymorpha*) Colonization on Water Quality Parameters in Saginaw Bay, Lake Huron. - Journal Great Lakes Research, **21(4)**: 435-448.
- FENSKE, C. (2003): Die Wandermuschel (*Dreissena polymorpha*) im Oderhaff und ihre Bedeutung für das Küstenzonenmanagement. - Dissertation an der Universität Greifswald, 2003.
- GOCKE, K. (1988): Guidelines for the Baltic Monitoring Programme for the third stage. Baltic Sea Proceedings 27 A-D, HELCOM, Helsinki.
- GÜNTHER, B. (1998): Die Bedeutung des Makrozoobenthos für den Kohlenstoffumsatz im Sediment. - Greifswalder Geographische Arbeiten, **16**: 286-315.
- IZVEKOVA, E.I. & LVOVA-KATCHANOVA, A.A. (1972): Sedimentation of suspended matter by *Dreissena polymorpha* Pallas and its subsequent utilization by Chironomidae larvae. - Pol. Arch. Hydrobiol., **19(2)**: 203-210.
- KINZELBACH, R. (1996): Die Neozoen. In: GEBHARDT, H.; KINZELBACH, R.; SCHMIDT-FISCHER, S.: Gebietsfremde Tierarten. Ecomed Verlagsgesellschaft, Landsberg, 316 pp.
- KLEE, O. (1971): Die größte Kläranlage im Bodensee: eine Muschel. Mikrokosmos 60. Jg., Heft 5: 129-132.
- KLEE, O. (1993): Wasser untersuchen. Biologische Arbeitsbücher. Quelle und Meyer, Heidelberg, Wiesbaden.

- KUSSEROW, R.; MÄHLMANN, J.; MÖRTL, M.; RÖSKE, I.; ARNOLD, R.; FUCHS, H. (2002): Biologischer Wasserfilter. grünForum. LA, no. 9: 48-49.
- KUSSEROW, R.; SCHRÖTER-BOBSIN, U.; MÄHLMANN, J.; & RÖSKE, I. (2004): Application of the benthic filter feeder *Dreissena polymorpha* to filter and monitor fecal pollution. Poster, 6th International Conference Waste Stabilisation Ponds, Avignon, France, 28 Sept.-1. Oct. 2004.
- LAMPE, R. (1996): Die Küsten der Ostsee und ihre Dynamik. In: LOZÁN, J.L.; LAMPE, R.; MATTHÄUS, W. M.; RACHOR, E.; RUMOHR, H.M.; VON WESTERNHAGEN, H. (eds.): Warnsignale aus der Ostsee. Parey, Berlin, 385 S.
- LAMPE, R. (1998): Das Oderästuar als Filter und Transformator. Endbericht des Projektes „Greifswalder Bodden und Oderästuar-Austauschprozesse“. - Greifswalder Geographische Arbeiten, **16**: 451-483.
- MEISENHEIMER, O. (1901): Entwicklungsgeschichte von *Dreissena polymorpha* Pall. - Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, **69(1)**: 1-137.
- REEDERS, H.H. & BIJ DE VAATE, A. (1990): Zebra mussels (*Dreissena polymorpha*): a new perspective for water quality management. – Hydrobiologia, **200/201**: 437-450.
- SMAAL, A.C. (1991): The ecology and cultivation of mussels – new advances. - Aquaculture, **94(2-3)**: 245-261.
- SPRUNG, M. (1993): The other life: an account of present knowledge of the larval phase of *Dreissena polymorpha*. NALEPA, T.F. & SCHLOESSER, D.W. (eds.): Zebra Mussels. Biology, Impact, and Control. Lewis Publishers CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida: 39-53.
- UMWELTBUNDESAMT (1994): Die Oder und ihr Einzugsgebiet. Umwelt 10/1994: 376-380.

Autorin:

Dr. Christiane Fenske
 Institut für Chemie und Biochemie
 Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald
 Soldmannstr. 16
 17489 Greifswald

Email: fenske@uni-greifswald.de