Fachinformationsdienst Biodiversitätsforschung

UB Universitätsbibliothek Frankfurt am Main

DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft

FID Biodiversitätsforschung

Decheniana

Verhandlungen des Naturhistorischen Vereins der Rheinlande und Westfalens

Das Manganbakterium Leptothrix echinata und der Eintrag von Mangan (II, IV) in die Wiehltalsperre - mit 1 Tabelle und 3 Abbildungen

Zumbroich, Thomas

1987

Digitalisiert durch die *Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main* im Rahmen des DFG-geförderten Projekts *FID Biodiversitätsforschung (BIOfid)*

Weitere Informationen
Nähere Informationen zu diesem Werk finden Sie im:
Suchportal der Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main.

Bitte benutzen Sie beim Zitieren des vorliegenden Digitalisats den folgenden persistenten Identifikator:

urn:nbn:de:hebis:30:4-189301

Visual Library

Decheniana (Bonn) 140, 184–189 (1987)

Das Manganbakterium *Leptothrix echinata* und der Eintrag von Mangan (II, IV) in die Wiehltalsperre

Thomas Zumbroich

Mit 1 Tabelle und 3 Abbildungen

(Eingegangen am 20. 6. 1986)

Kurzfassung

Im Zeitraum vom Juni 1984 bis zum Juni 1985 wurde das Wasser der Wiehltalsperre/Oberbergisches Land chemisch und biologisch analysiert. Dabei ergaben sich wichtige Aspekte bezüglich des Manganeintrages und seiner Wirkung auf die Biozönose des Sees (Erscheinen von *Leptothrix echinata*). Durch mehrfache Analyse des Zulaufwassers (zuletzt im Juni 1986) ließ sich nachweisen, daß die hohe Manganfracht einiger Bäche aus hydrothermal vererzten Stellen bzw. aus Abraumhalden des Erzbergbaues im Wassereinzugsgebiet stammt.

Abstract

During the period of june 1984 until june 1985 the water of the Wiehltalsperre, a reservoir in North-Rhine-Westfalia (Federal Republik of Germany) was analysed for its chemical and biological structure. Some important aspects resulted out of this referring to the manganese input and its influence on the biocoenosis of the lake, e. g. the appearence of *Leptothrix echinata*. Due to several analysis of the watercourses (last one in june 1986) it was shown that the concentration of their manganese-freight correlates with the location of hydrothermal oreveins in the watershed.

1. Einleitung

Der vorliegende Bericht ist Teil einer umfangreicheren Arbeit (ZUMBROICH 1985), welche sich mit dem Jahresgang des Nährstoffhaushaltes und der Planktonentwicklung der Wiehltalsperre befaßt. Nach dieser Untersuchung kann der See als mesotroph eingestuft werden. Die Planktonzusammensetzung der Talsperre bekam während größerer Zeiträume des Jahres durch das Auftreten von Manganbakterien einen besonderen Charakter. Vom geoökologischen Standpunkt aus stellten sich diesbezüglich Fragen nach der raum-zeitlichen Verteilung und den Lebensansprüchen dieser Organismen sowie nach deren Nährstoffbereitstellung.

2. Methodik

Die Talsperrenwasserproben wurden monatlich vom Boot aus über der tiefsten Stelle mit dem Wasserschöpfer nach RUTTNER (siehe SCHWOERBEL 1980) gezogen, während die Proben aus den Zuläufen mit Erlenmeyerkolben geschöpft wurden. Im Labor des AGGERVERBANDES in Niederseßmar fand die chemische und biologische Analyse statt.

Folgende Untersuchungsmethoden wurden angewandt:
- Temperaturmessung mit Thermometer des RUTTNER-Schöpfers;
- Wasserstoffionenkonzentration mit elektrischem pH-Meter;
- Sauerstoffbestimmung nach WINKLER; Sauerstoffsättigung unter Zugrundelegung der Tabelle von TRUESDALE, DOWNING & LOWDEN, auf Ortshöhe korrigiert (aus SCHWOERBEL 1980);
- Metallmessung mit Atomabsorbtionsspektralphotometer nach DEUTSCHE EINHEITSVERFAHREN;
- Planktonuntersuchung qualitativ und quantitativ unter Gebrauch von Verbundkammer und Planktonmikroskop nach vorheriger Fixierung durch LUGOLsche Lösung.

3. Das Untersuchungsgebiet

Die Wiehltalsperre gehört mit ihren Zuläufen zum Vorfluternetz der Sieg. Im Verbund mit der Genkeltalsperre versorgt sie insbesondere den Raum Gummersbach–Bergneustadt mit Trinkwasser. Das Staubecken zeigt eine schmale, gewundene Form (Rinnenseetypus). Bei

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Vollstau hat es eine Fläche von 189 ha und einen Beckeninhalt von 31,5 Mio. m^3. Das entspricht einer mittleren Tiefe von 16,7 m. Seine größte Tiefe erreicht das Becken mit 44 m vor dem Staudamm.

Verglichen mit anderen Speichern des Rheinischen Schiefergebirges hat der See ein recht kleines Einzugsgebiet (46,4 km^2). Wegen des hohen Niederschlagsreichtums dieser Region mit über 1100 mm pro Jahr ergibt sich dennoch eine kurze theoretische Wasseraufenthaltszeit von nur etwa einem Jahr (Hermanns & Richter 1969).

Die Abwässer der wenigen Siedlungen des Raumes werden in ein Kanalnetz übernommen, unterhalb der Staumauer in einem Klärwerk gereinigt und dort eingeleitet. Die wirtschaftsgeographische Situation zeigt klare Dominanz ländlicher Strukturen, wobei Forst- und Grünlandwirtschaft mit hohem Rindviehbesatz vorherrschende Bodennutzungen sind (LANDWIRTSCHAFTSKAMMER RHEINLAND 1980).

Der geologische Untergrund des Wassereinzugsgebietes wird von unterdevonischen Schichten der Siegen- und Emsstufe gebildet. Es handelt sich im wesentlichen um Wechsellagen von Tonschiefern, Sandsteinen (Grauwacken) und Quarziten. Im Nordwesten des Gebietes streichen mitteldevonische kalkhaltige, fossilreiche Tonschiefer, Silt- und Sandsteine der Eifelstufe aus. Diese devonischen Folgen sind von allgemein Nord-Südstreichenden tektonischen Störungen durchzogen. An diese Störungen sind im östlichen Teil des Einzugsgebietes zahlreiche Gangvererzungen gebunden, die nach Hilden (1972) ausschließlich hydrothermal entstanden sind. Diese Gangfüllungen waren ehemals Grundlage eines intensiven Blei- und Zink-Erzbergbaues. Der relativ hohe Mangangehalt von über 5% (Hilden 1972) und das Eisen waren wirtschaftlich uninteressant.

4. *Leptothrix echinata* in der Wiehltalsperre

Gegen Ende der Sommerstagnation (September 1984) traten im Hypolimnion erstmalig braune, sternförmige Flocken von 10–20 µm Durchmesser auf. Es handelt sich dabei um manganabscheidende Bakterien der Art *Leptothrix echinata,* wie sie auch Clasen (1969) in der nicht weit entfernten Wahnbachtalsperre feststellte. Campbell (1980) bezeichnet *Leptothrix* als einen heterotrophen, mikroaerophilen Organismus, dessen pH-Optimum im neutralen bis leicht sauren Bereich liegt. Durch die Oxidation von zweiwertigem Mangan in die vierwertige Form ist das Bakterium in der Lage, Betriebsenergie zu gewinnen. „Einige Arten von *Leptothrix* sind fakultative Eisenbakterien, die sowohl Eisen- als auch Mangansalze verwerten" (Besch et al. 1984). Zu einer heterotrophen Lebensweise scheinen die Organismen deshalb befähigt zu sein, weil sie durch die Metalleinlagerungen in ihren Gallertscheiden sehr schnell an Gewicht zunehmen und ihre Schwimmfähigkeit dadurch beeinträchtigt wird (Besch et al. 1984). (Siehe im übrigen auch: Beger 1935, Rheinheimer 1971, Schmidt 1979.)

4.1. Die raum-zeitliche Verteilung von *Leptothrix echinata*

In der Wiehltalsperre traten die Bakterien während der Beobachtungszeit erstmals im September und zwar in der Grundprobe auf. Im darauf folgenden Monat wurden sie schon bis 15 m über dem Seeboden angetroffen. Wie auch Clasen (1969) für die Wahnbachtalsperre feststellte, „findet eine Anreicherung der Manganbakterien und parallel von Verbindungen des vierwertigen Mangans vom Sediment her statt". Ab November war *Leptothrix* dann bis ins Frühjahr gleichmäßig über alle Tiefen verteilt. Die Gesamtkonzentration der Organismen nahm mit fortschreitender Zeit immer mehr ab, so daß es im April nur noch Einzelfunde gab. Die Gleichverteilung dürfte auf die windbedingte Durchmischung des Seekörpers im Herbst und die Individuenabnahme auf Nährstofferschöpfung zurückzuführen sein. Zu Beginn der Sommerstagnation im Mai 1985 setzte dann wieder die Besiedlung von unten her ein. So reichte ihr Lebensraum im Juni bereits wieder bis 10 m über Grund (Zumbroich 1985).

4.2. Die Lebensansprüche der Bakterien

Die „Besiedlung von unten" hängt mit dem Nahrungsangebot zusammen, denn die Freisetzung der lebenswichtigen Metalle erfolgt vornehmlich in der Sediment-Wasser-Kontakt-

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

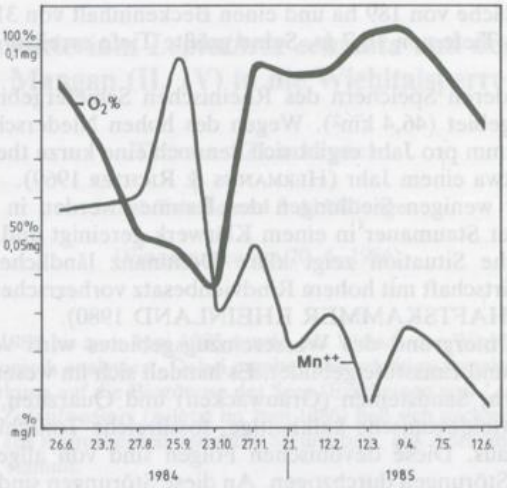

Abbildung 1. Sauerstoffsättigung (in %) und gelöstes Mangan (in mg/l).

zone. Redoxpotential und pH-Wert steuern diesen Prozeß. Aber auch durch den bakteriellen Zersatz des sedimentierten Planktons werden diese Stoffe verfügbar gemacht. Die Freisetzung folgt dabei der Reihe: Fe > Mn > Co > Zn > Cu > Mo (Groth, zit. in: Besch et al. 1984).

Ein Vergleich der Minimalkonzentrationen des Sauerstoffs mit der Menge des jeweils gelöst vorliegenden Mangan (Mn^{++}) zeigt deren gegenseitige Abhängigkeit (Abb. 1). Bei Anstieg der Sauerstoffkonzentration wird das Gleichgewicht der Reaktion auf die Seite des ungelösten Mangans (Mn IV) verschoben.

Die höchsten Eisen- und Mangankonzentrationen der Wiehltalsperre wurden gegen Ende der Sommerstagnation gemessen, wobei die zweiwertigen (gelösten) Manganionen ihr Maximum im September mit 96 µg/l erreichten. Beim Eisen wurde mehrfach 50 µg/l festgestellt. Auch unter aeroben Bedingungen läuft eine geringe Freisetzung ab, obwohl Mn^{++} in Gegenwart von Sauerstoff thermodynamisch instabil ist. „Offensichtlich liegt hier ein Fall vor, bei dem sich das Gleichgewicht nicht genügend rasch einstellt" (Stumm & Stumm-Zollinger 1968). Diese Besonderheit machen sich die Bakterien zunutze. Sie entfalten zu solchen Zeiten ihr Populationsmaximum, in denen ein Maximum an gelöstem Metall und zugleich ausreichend Sauerstoff zu dessen Oxidation vorhanden ist.

Nr.	Name	Temperatur	pH-Wert	Fe (gesamt)	Fe (gelöst)	Mn (gesamt)	Mn (gelöst)
1	Finkenrather Bach	9.5	7.5	7	< 5	< 5	< 5
2	Hohler Bach	11.0	6.8	31	17	20	17
3		14.5	6.8	48	11	33	30
4	Dreschhauser Bach	15.5	6.5	26	< 5	14	14
5	Wiehl	15.0	7.3	53	5	50	40
6		15.5	7.0	39	8	69	56
7	Hesperter Bach	18.5	7.3	39	< 5	32	26
8	Wiehl Oberlauf	16.0	7.0	28	< 5	19	18
9	Heidberger Bach	19.0	6.8	7	< 5	52	46
10	Wildberger Bach	14.5	7.0	81	52	136	126
11	Langenbacher Bach	14.5	7.1	363	< 5	524	460
12		17.5	7.0	20	< 5	14	14
13	Wildberger Bach	14.5	7.0	54	5	27	21
14	Entwäss.-Stollen	10.5	6.6	4.398	1.501	4.176	3.410
15		15.5	6.7	10	< 5	5	5
16	Strießharter Bach		7.0	15	< 5	< 5	< 5
17	Eichholzer Bach	15.0	7.5	472	8	28	9

Tabelle 1. Analyse des Zulaufwassers vom 16. 6. 1986.
Konzentrationsangaben in µg/l, Temperaturen in °C.
Die Probenummern entsprechen denen in Abb. 2.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

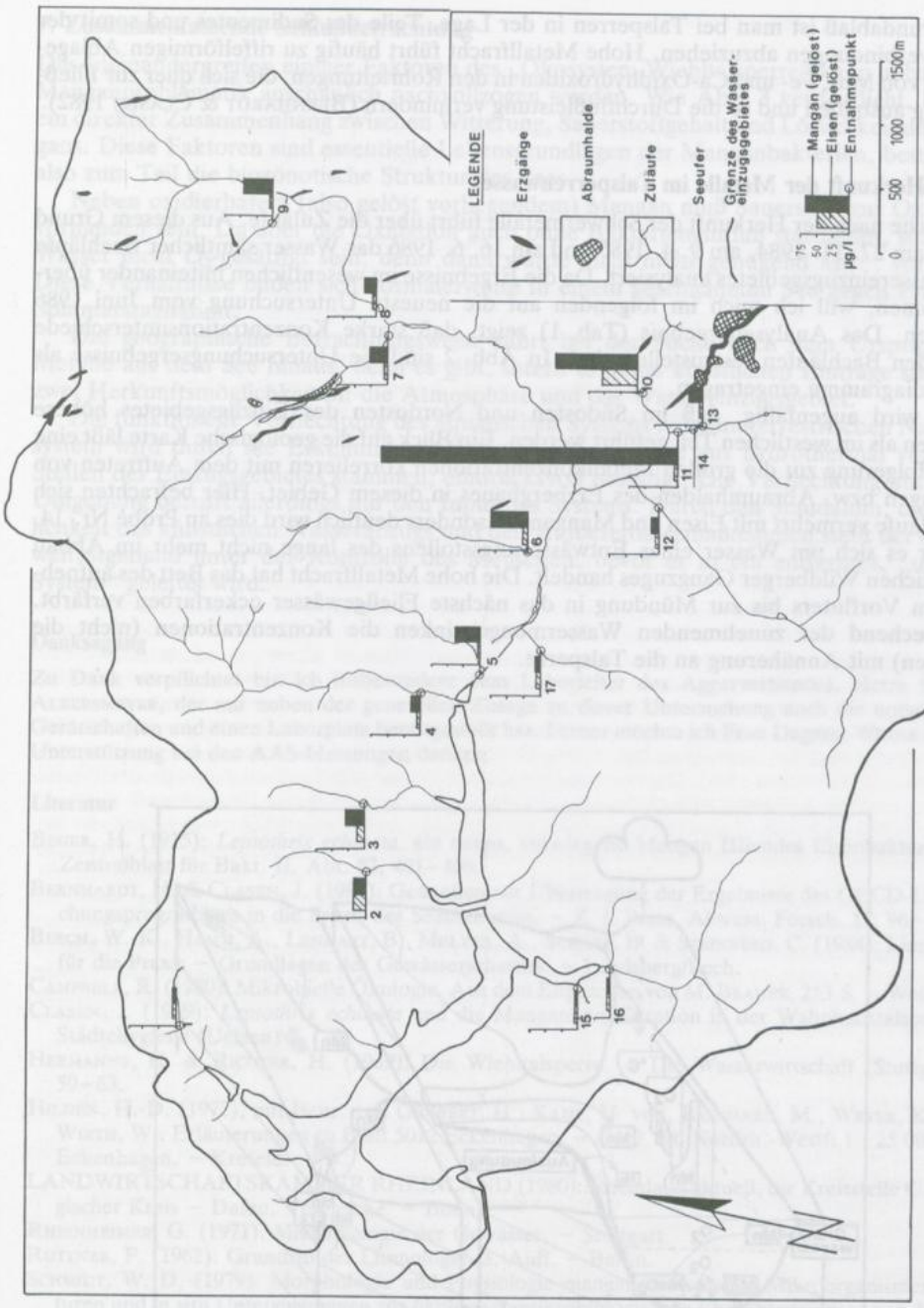

Abbildung 2. Eisen- und Mangankonzentrationen der Zuläufe am 16. 6. 1986. Zu Details siehe Tab. 1; Wert von Probe Nr. 14 siehe Tab. 1.

5. Der See als Manganfalle

Der Mangan- und Eisenhaushalt stellt im Ökosystem See eine Besonderheit dar. Während andere Stoffe in ihrer gelösten Form am Zirkulationsprozeß teilnehmen und über den (oberflächlichen) Abfluß das Gewässer verlassen können, sind diese beiden Schwermetalle im See festgelegt. Zwar gehen sie bei O_2-Mangel in Lösung, sie werden jedoch bei einsetzender Durchmischung durch den Sauerstoffnachschub wieder ausgefällt. Der See wirkt gewissermaßen als Mangan- oder „Eisen-Falle" (Ruttner 1962). Durch die Wasserentnahme über

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

den Grundablaß ist man bei Talsperren in der Lage, Teile des Sedimentes und somit der Metallverbindungen abzuziehen. Hohe Metallfracht führt häufig zu riffelförmigen Ablagerungen von Mn-, Fe- und Ca-Oxidhydroxiden in den Rohrleitungen, die sich quer zur Fließrichtung ausbilden und so die Durchflußleistung vermindern (BERNHARDT & CLASEN 1982).

6. Die Herkunft der Metalle im Talsperrenwasser

Die Suche nach der Herkunft der Schwermetalle führt über die Zuläufe. Aus diesem Grund wurde am 27. 11. 1984, am 9. 4. 1985 und am 16. 6. 1986 das Wasser sämtlicher Bachläufe des Wassereinzugsgebietes analysiert. Da die Ergebnisse im wesentlichen miteinander übereinstimmen, will ich mich im folgenden auf die neueste Untersuchung vom Juni 1986 beziehen. Das Analysenergebnis (Tab. 1) zeigt, daß starke Konzentrationsunterschiede unter den Bachläufen festzustellen sind. In Abb. 2 sind die Untersuchungsergebnisse als Säulendiagramme eingetragen.

Es wird augenfällig, daß im Südosten und Nordosten des Einzugsgebietes höhere Frachten als im westlichen Teil geführt werden. Ein Blick auf die geologische Karte läßt eine Schlußfolgerung zu: die großen Metallkonzentrationen korrelieren mit dem Auftreten von Erzgängen bzw. Abraumhalden des Erzbergbaues in diesem Gebiet. Hier befrachten sich die Zuläufe vermehrt mit Eisen und Mangan. Besonders deutlich wird dies an Probe Nr. 14, bei der es sich um Wasser eines Entwässerungsstollens des lange nicht mehr im Abbau befindlichen Wildberger Gangzuges handelt. Die hohe Metallfracht hat das Bett des aufnehmenden Vorfluters bis zur Mündung in das nächste Fließgewässer ockerfarben verfärbt. Entsprechend der zunehmenden Wassermenge sinken die Konzentrationen (nicht die Frachten) mit Annäherung an die Talsperre.

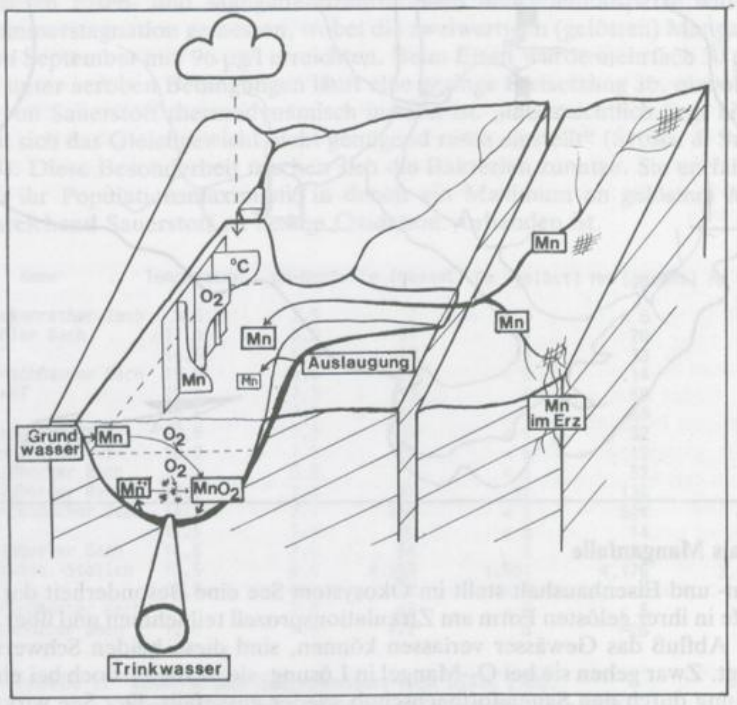

Abbildung 3. Mangan im „Ökosystem Wiehltalsperre".

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

7. Zusammenfassende Schlußbetrachtung

Das Ineinandergreifen einiger Faktoren des „Ökosystem Wiehltalsperre" kann anhand der Manganproblematik anschaulich nachvollzogen werden. Wie Abb. 3 verdeutlicht, besteht ein direkter Zusammenhang zwischen Witterung, Sauerstoffgehalt und Löslichkeit des Mangans. Diese Faktoren sind essentielle Lebensgrundlagen der Manganbakterien, bestimmen also zum Teil die biozönotische Struktur des Sees.

Neben oxidierbarem (also gelöst vorliegendem) Mangan muß Sauerstoff zur Oxidation vorhanden sein. Da aber die Oxidation auch ohne Bakterieneinfluß stattfindet, sollte das Wasser nicht O_2-gesättigt sein, denn dann würde nicht mehr genügend Mn^{++} vorliegen. Diese Verhältnisse bilden sich normalerweise in einem geschichteten See gegen Ende der Sommerstagnation.

Die geographische Betrachtungsweise führt bei der Suche nach dem Ursprung der Metalle aus dem See hinaus, denn es gibt, sofern es keine künstlichen Einträge sind, nur zwei Herkunftsmöglichkeiten: die Atmosphäre und das Wassereinzugsgebiet.

Die funktionelle Verflechtung des aquatischen Systems mit dem terrestrischen Nachbarsystem wird durch die Erkenntnis, daß die Manganeinträge aus hydrothermal vererzten Stellen des Einzugsgebietes stammen, eindrucksvoll bestätigt. Die Verflechtung mit seiner Umgebung betrifft allerdings nur den **Input** des Systems. Durch den Staudamm, die Möglichkeit des künstlichen Wasserabzugs und den Aufbereitungsmaßnahmen steht der **Output** weitestgehend unter der Kontrolle des Menschen, bevor er in ein entferntes, „urbanes System" geleitet wird.

Danksagung

Zu Dank verpflichtet bin ich insbesondere dem Laborleiter des Aggerverbandes, Herrn Dr. W. Albersmeyer, der mir neben der generellen Zusage zu dieser Untersuchung auch die notwendigen Gerätschaften und einen Laborplatz bereitgestellt hat. Ferner möchte ich Frau Dagmar Winne für ihre Unterstützung bei den AAS-Messungen danken.

Literatur

Beger, H. (1935): *Leptothrix echinata,* ein neues, vorwiegend Mangan fällendes Eisenbakterium. – Zentralblatt für Bakt. II. Abt. **92,** 401–406.

Bernhardt, H. & Clasen, J. (1982): Gedanken zur Übertragung der Ergebnisse des OECD-Untersuchungsprogrammes in die Praxis des Seenschutzes. – Z. f. Wass. Abwass. Forsch. **15,** 96–102.

Besch, W.-K., Hamm, A., Lenhart, B., Melzer, A., Scharf, B. & Steinberg, C. (1984): Limnologie für die Praxis – Grundlagen des Gewässerschutzes. – Landsberg/Lech.

Campbell, R. (1980): Mikrobielle Ökologie. Aus dem Englischen von M. Brauer, 253 S. – Weinheim.

Clasen, J. (1969): *Leptothrix echinata* und die Mangankonzentration in der Wahnbachtalsperre. – Städtehygiene (Uelzen) **7.**

Hermanns, H. & Richter, H. (1969): Die Wiehltalsperre. – Die Wasserwirtschaft (Stuttgart) **3,** 59–63.

Hilden, H.-D. (1972), mit Beitr. von Grabert, H., Kamp, H. von, Reinhard, M., Weyer, K.-U. & Wirth, W.: Erläuterungen zu Blatt 5012 Eckenhagen. – Geol. Kt. Nordrh.-Westf. 1 : 25 000, 5012 Eckenhagen. – Krefeld.

LANDWIRTSCHAFTSKAMMER RHEINLAND (1980): Rheinland aktuell, die Kreisstelle Oberbergischer Kreis – Daten, Vergleiche. – Bonn.

Rheinheimer, G. (1971): Mikrobiologie der Gewässer. – Stuttgart.

Ruttner, F. (1962): Grundriß der Limnologie. 3. Aufl. – Berlin.

Schmidt, W. D. (1979): Morphologie und Physiologie manganoxidierender Mikroorganismen. Kulturen und in situ Untersuchungen zur ökologisch-mikrobiologischen Charakterisierung von *Metallogenium* sp. und *Siderocapsa geminata* im Plußsee. – Diss. Kiel.

Schwoerbel, J. (1980): Methoden der Hydrobiologie, Süßwasserbiologie. 2. Aufl. 261 S. – Stuttgart.

Stumm, W. & Stumm-Zollinger, E. (1968): Chemische Prozesse in natürlichen Gewässern. – Chimia **22,** 325–337.

Zumbroich, Th. (1985): Die Wiehltalsperre und ihr Wassereinzugsgebiet – Untersuchungen zum Jahresgang des Nährstoffhaushaltes und der Planktonentwicklung. – Dipl.-Arb. Geogr. Inst. Univ. Bonn (unveröff.).

Anschrift des Verfassers: Dipl.-Geogr. Thomas Zumbroich, Nördeltstraße 49, D-5778 Meschede.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Decheniana

Jahr/Year: 1987

Band/Volume: 140

Autor(en)/Author(s): Zumbroich Thomas

Artikel/Article: Das Manganbakterium Leptothrix echinata und der Eintrag von Mangan (II, IV) in die Wiehltalsperre 184-189