Ber. naturhist. Ges. Hannover	133	203—213	Hannover 1991

Der Nährstoffzyklus im Jahresverlauf und seine Folgen für die Biologie des Maschsees (Hannover)

von

SIGRUN LOHNER-SCHURIG und AHLERT SCHMIDT

Mit 3 Abbildungen

und 2 Tabellen

Zusammenfassung: Im Jahre 1990 wurde der künstlich angelegte Maschsee in Hannover erneut limnologisch untersucht. Durch Messung chemischer und biologischer Parameter von Mai bis Dezember zeigten sich gravierende Veränderungen im gesamten Seesystem.Obwohl bereits 1962 eine Umstellung der Wasserspeisung des Maschsees von dem mit Planzennährstoffen stark belastetem Leinewasser auf Kiesteichwasser erfolgt war, wies der Maschsee deutliche Eutrophierungsmerkmale auf. Neben diesen Ergebnissen erwies sich vor allem das Abbauverhalten der bestehenden Faulschlammschicht als auffällig. Erst zu Beginn der kälteren Jahreszeit gingen die gespeicherten Nährstoffe der Faulschlammschicht nachweisbar in Lösung. Diese stehen, bei sich verändernden Außenbedingungen einer erneuten Biomasseproduktion zur Verfügung und tragen dann vermutlich zur Erneuerung der Faulschlammschicht bei.

Summary: **The annual nutrient cycle and its consequences for the biology of the Maschsee lake (Hannover).** — The Maschsee lake in Hannover was analysed again in 1990 using limnological and chemical methods. A significant change of biological and chemical parameters towards an eutrophic development was detected. Although the lake's supply was changed from polluted River Leine water to clear lake water (gravel pond) in 1962, a black, anaerobic sediment was detected in 1990 during the summer that was massively degraded only in the winter. Thus nutrient elements were liberated from the sludge for a massive growth of algae during the following spring, presumably refilling the sludge layer.

1. EINFÜHRUNG

Der im Süden Hannovers direkt an das Stadtzentrum angrenzende Maschsee trägt seit 55 Jahren zum Erscheinungsbild der Stadt Hannover bei. Seine Entstehung verdankt der Maschsee der notwendig gewordenen Regulierung der oberen Leine , als deren Nebenprodukt er 1936 gebaut wurde. Obwohl der Maschseegedanke seit vielen Jahren — lange vor der Zeit des Nationalsozialismus — in unterschiedlichen Dimensionen und Ausführungen diskutiert

worden war, boten erst die geschichtlichen Hintergründe dieser Zeit die Möglichkeiten zur Realisierung des Planes. Als die Regierungen Papen und Schleicher Arbeitsbeschaffungsmaßnahmen forcierten und den Sparkurs von Brünings verließen, waren die finanziellen Grundlagen geschaffen. Außerdem mußten noch zahlreiche, die praktische Durchführung des Baus betreffende Schwierigkeiten überwunden werden.

Die endgültige Lösung sah vor, daß der See nicht in den Maschboden eingeschnitten und durch natürlichen Zulauf aus der Leine gefüllt, sondern gewissermaßen als Schüssel mit einer Seespiegelhöhe von 52.8 m auf das Gelände der ehemaligen Maschwiesen aufgesetzt und durch ein Pumpwerk gespeist werden sollte. Dadurch war ebenfalls die Zwischenschaltung einer Filteranlage für das bereits damals stark belastete Leinewassermöglich. Schließlich mußte noch ein Verfahren zur notwendigen Verdichtung des zukünftigen Seebodens entwickelt werden. Letztendlich bekam der 78 ha große und 1—2 m tiefe Maschsee eine 30 cm dicke, aus verdichtetem Ton bestehende Bodenfläche. Bedingt durch diese Bauweise besitzt der See keine direkte Verbindung zum Grundwasser. Die Uferbefestigung besteht zum großen Teil aus mit Beton befestigten Steinen und Wänden; lediglich ein kleiner Uferbereich in der Nähe des Pumpwerkes zeigt natürlichen Bewuchs. Rings um den See befinden sich Anlagen, die zum Zwecke der Naherholung für die Einwohner Hannovers angelegt wurden. Direkt am Maschsee befindet sich das Pumpwerk I dieses führte dem Maschsee bis 1962 Wasser aus der angrenzenden Leine zu. Diese Art der Wasserspeisung, vor der bereits viele Jahre vor Entstehung des Maschsees gewarnt wurde, brachte ein großes Problem mit sich. Innerhalb weniger Jahre nach Inbetriebnahme wies der See eine 30 cm dicke Schlammschicht auf. Die Reinigung des Leinewassers durch die installierte Filteranlage reichte also nicht aus. Nach Jahre dauernden biologischen und chemischen Untersuchungen wurde die Wasserspeisung des Maschsees von Leinewasser auf Kiesteichwasser umgestellt. Am Ricklinger Anglerteich entstand das Pumpwerk II. Von hier aus wurde und wird das Wasser mittels dreier Pumpen mit einer Gesamtleistung von 3 600 m^3/h je nach Bedarf in den Maschsee gepumpt. Gefördert werden jährlich etwa 1.5—2.0 Mill. m^3; dies entspricht mindestens einmal dem Volumen des Sees (ca. 1.6 Mill. m^3). Über ein unterirdisches Pumpwerk und Rohrleitungen werden jährlich bestimmte Wassermengen für die Stadthalle, den Stadtpark, die Zooteiche und an das Niedersachsen-Stadion abgegeben (insgesamt ca. 300 000 m^3). Gepumpt wird etwa von März bis November. Über den Winterzeitraum sinkt der Wasserspiegel ab; dies hat eine Auffüllung im Frühjahr zur Folge.

Die Wasserumstellung, die zweifellos ein bedeutender Eingriff in die Biologie des Sees war, brachte eine Pflanze zu explosionsartigem Wachstum, die Armleuchteralge *Chara fragilis*. Chemische Bekämpfungsmaßnahmen schieden grundsätzlich aus. Man kam überein, die mechanische Entkrautung zu verstärken und durch vorsichtige Zugabe von Leinewasser die Sichttiefe zu vermindern; dadurch sollten die Lebensbedingungen der klarwasserliebenden *Chara* zu ihren Ungunsten verändert werden. Bereits ein Jahr später ging der Chara-Rasen zurück; die Einspeisung von Leinewasser konnte eingestellt werden. Allerdings war damit keine endgültige Lösung erreicht. Immer wieder traten Massenvermehrungen unterschiedlicher Pflanzen auf. Der *Chara* folgten verschiedene Potamogetonarten; danach die Massenvermehrung von *Elodea*, wieder *Chara* und schließlich *Myriophyllum spicatum*. Der zwischenzeitliche Besatz mit 14 000 Grasfischen zeigte nur vorübergehenden Erfolg. Bei der intensiven Nutzung des Maschsees für unterschiedliche Bereiche wie Badebetrieb, Motor- u. Segelsport sowie Fischerei bedeuteten solche Massenvermehrungen immer eine Störung, wobei völlig unerheblich war, ob die Beeinträchtigung in der Nutzung durch eine klarwasserliebende *Characeae* oder eine andere Pflanze verursacht wurde.

Mit der Umstellung der Speisung von Leine — auf Kiesteichwasser war also das Maschseeproblem offensichtlich nicht gelöst. Im Laufe der Jahre wurden Beeinflussungen des Kiesteichsystems durch Leineüberflutungen und durch Einleitung von mit Pflanzennährstoffen belasteten Bächen festgestellt. Das zusammenhängende Kiesteichsystem hat den Nachteil, daß Einleitungen in einen der Seen eine Beeinträchtigung mehrerer Seen mit sich bringt. Der

Ricklinger Anglerteich, aus dem das Wasser zur Maschseeversorgung entnommen wird, bildet keine Ausnahme. Die Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen in dem betreffenden Gebiet eröffneten eine neue Perspektive bei dieser Betrachtung. Die enorm hohen Phosphat- und Stickstoffwerte des Grundwassers zeigen, daß es auch ohne die bereits aufgeführten Faktoren zu einem ständigen Pflanzennährstoffeintrag zumindest in den Ricklinger Anglerteich kommen kann.

Nach Voruntersuchungen, die u.a. zur Überprüfung der Einheitlichkeit des Gewässers durchgeführt worden waren, begannen ab Mai 1990 die limnologisch-biologischen und chemischen Untersuchungen (LOHNER-SCHURIG 1991) des Maschsees. Am Standort 1 (Abb. 1) wurden im 14-tägigem Abstand Planktonproben für eine Gesamtzellzahl- und Artenbestimmung des Phytoplanktons entnommen. Außerdem erfolgte zu diesem Zeitpunkt eine Erfassung der wichtigsten chemischen Parameter. An den Kontrollstandorten 3 und 6 (Abb. 1) wurden jeweils Parallelmessungen bestimmter chemischer Parameter durchgeführt,um während des Untersuchungszeitraumes nachträglich auftretende Zonierungen im Seesystem erfassen zu können. An den Standorten A-K erfolgte die Makrophytenbestimmung, die Messung der Sedimentmächtigkeit, die Untersuchung der Bodenfauna und ebenfalls die Kontrolle chemischer Parameter. Bei Beurteilungen eventueller Veränderungen des Seesystems wird auf Untersuchungen des Niedersächsischen Landesamtes für Wasser und Abfall aus den Jahren 1985 bzw. 1987 Bezug genommen.

2. ERGEBNISSE DER BIOLOGISCHEN UNTERSUCHUNGEN

2.1. PHYTOPLANKTON

2.1.1. GESAMTZELLENZAHLEN UND JAHRESZEITLICHER WECHSEL DES PHYTOPLANKTON

Im Untersuchungszeitraum 1990 wurden insgesamt 32 verschiedene Phytoplanktontaxa gefunden, wobei in Tab. 1 nur die Gattungen/Arten, die ein Maximum und höhere Zellzahlen aufwiesen, erfaßt sind. Aus Abb. 2 geht hervor, daß im Jahresverlauf drei Maxima gefunden wurden. Das erste Maximum mit den höchsten Gesamtzellzahlen wurde von den Cyanophyceae mit *Merismopedia tenuissima* und *Microcystis flos-aquae*, den Chlorophyceae mit *Coelastrum* spec., *Tetraedron minimum* und der großen Gruppe der coccalen Grünalgen gebildet. Einen sehr großen Anteil hatte ebenfalls das Ultraplankton, welches nicht genauer bestimmt werden konnte. Das zweite Gesamtmaximum im August mit bedeutend geringeren Zellzahlen wurde ausschließlich von den Bacillariophyceae mit *Asterionella formosa* und *Fragilaria spec.* geprägt. Im November wurde das dritte und letzte Maximum im Jahr 1990 ausschließlich von der Gattung Cryptomonas gebildet.

In Untersuchungen von 1985 (ELGER et. al. 1986) konnten außer für *Pediastrum boryanum* und *Ceratium hirundinella* keine höheren Vorkommenshäufigkeiten gefunden werden.

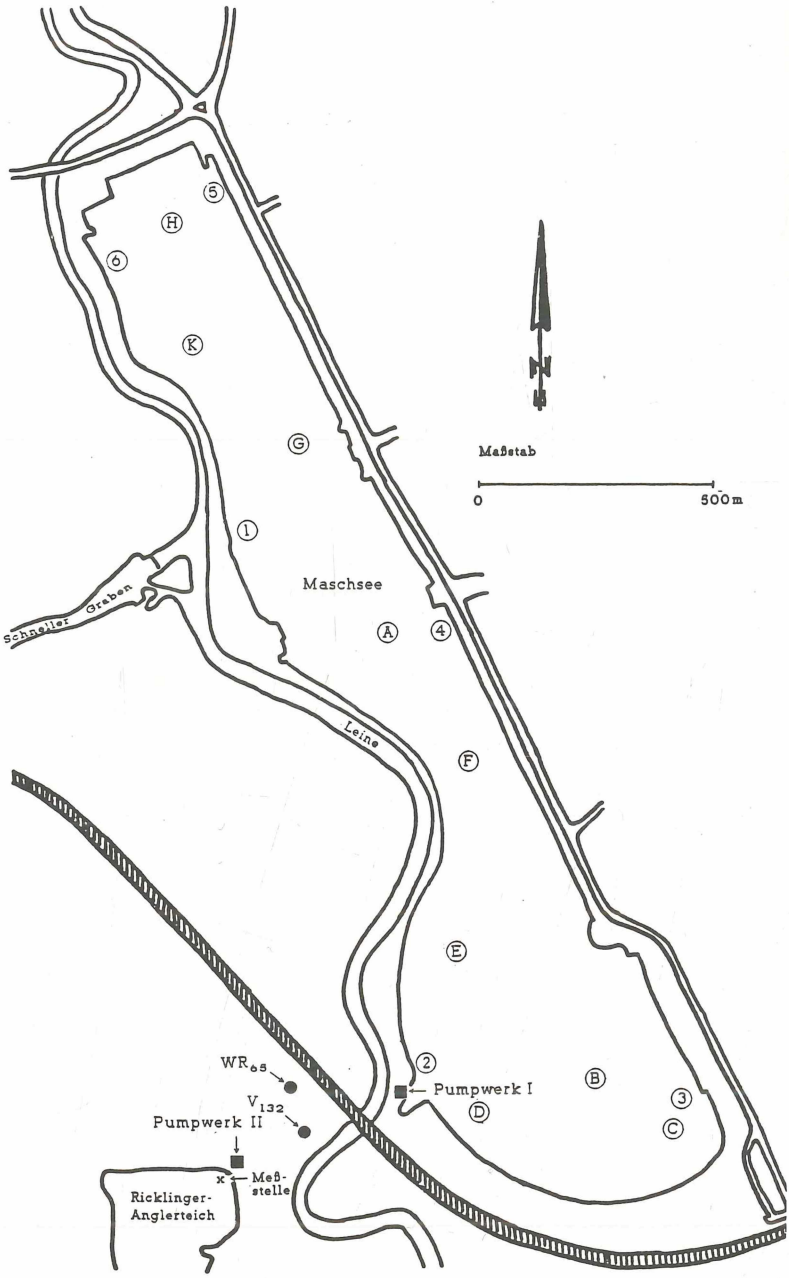


Abb. 1: Lageskizze der Probeentnahmestellen

Tab. 1: Jahreszeitlicher Wechsel des Phytoplankton

	Maximum am:	Zellzahl d. Maximums [Zellen/ml]
Cyanophyceae		
Merismopedia tenuissima	14. Juni	3 500
Microcystis flos-aquae	14. Juni	4 080
Crytophyceae		
Crytoptomonas spec.	15. November	1 390
Chlorophyceae		
Botryococcus spec.	23. August	580
Coelastrum spec.	14. Juni	880
Coenocystis spec.	31. Mai	730
Oocystis spec.	31. Mai	740
Tetraedon minimum	14. Juni	1 170
Coccale Grünalgen	14. Juni	4 520
Bacillariophyceae		
Asterionella formosa	23. August	1 100
Fragiliarie spec.	23. August	460
Ultraplankton	14. Juni	11 550

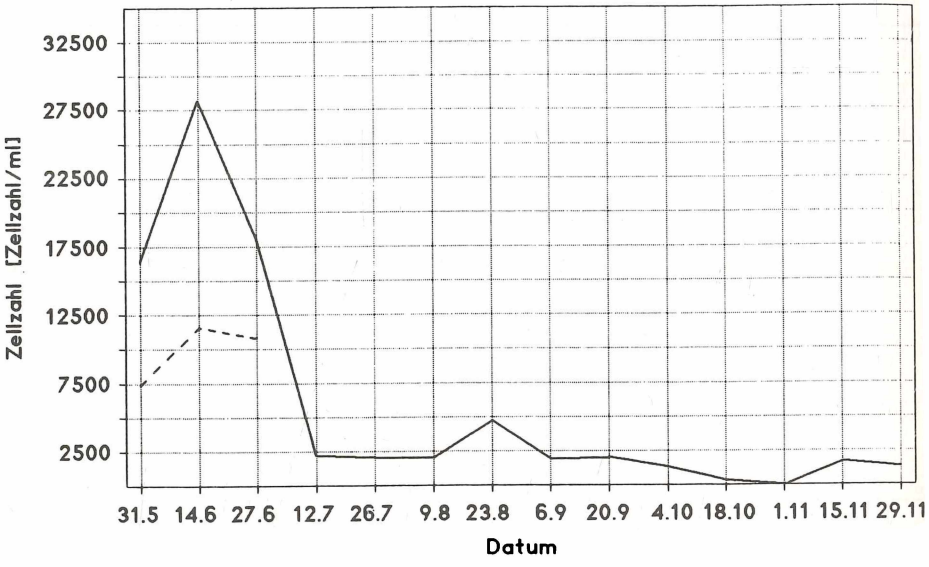
2.2. MAKROPHYTEN

2.2.1. PRÄSENTE ARTEN

1990
Chara fragilis
Ceratophyllum demersum
Elodea canadensis
Myriophyllum spicatum
Potamogeton crispus
Ranunculus circinatus
Zannichellia palustris

1985
Chara fragilis
Myriophyllum spicatum
Potamogeton crispus

Im Gegensatz zu 1985 als Chara fragilis die eindeutig dominierende Art im Maschsee war haben sich auch hier die Verhältnisse grundlegend geändert. Der häufigste Vertreter der Makrophyten war 1990 *Myriophyllum spicatum.*, welches fast den gesamten Seeboden besiedelte. Insgesamt war eine Artenvermehrung zu verzeichnen. *Ceratophyllum demersum, Elodea canadensis, Ranunculus circinatus* und *Zannichellia palustris* waren bei früheren Untersuchungen (ELGER et al. 1986) noch nicht vorhanden. Bei den regelmäßigen Untersuchungen der ans Ufer geschwemmten Pflanzen von Ende Mai bis Mitte Juli konnten alle der genannten Makrophyten vorgefunden werden. Mitte Juli kam es jedoch zum Zusammenbruch der Makrophytenpopulation. Die Pflanzen lagen zunächst auf dem Seegrund und wurden Tage später an das Ufer gespült. Die Makrophyten erreichten in dem darauffolgendem Zeitraum keinen nennenswerten Zuwachs mehr.



— Gesamtzellzahl - - Zellzahlen des Planktons ⟨ 5μm

Abb. 2: Gesamtzellenzahlen Phytoplankton

2.3. SEDIMENTBESCHAFFENHEIT

Bei der Makrophytenuntersuchung am 12.7.90 fielen die großen Faulschlammengen auf, die mit dem Sedimentgreifer gehoben wurden. Um einen Einblick in die tatsächliche Menge zu bekommen, folgte am 23.7.90 eine Messung der Faulschlammschicht an 9 Standorten. Diese Messung wurde zum Vergleich am 7.11.90 wiederholt. Die Messungen zeigten (Tab. 2), daß sich an allen Standorten mit Ausnahme des Standortes H am 12.7.90 eine Faulschlammschicht befand. Alle diese Sedimente waren durchgängig schwarz, ohne Zonierungen und wiesen einen starken H_2S-Geruch auf. Am Standort D befand sich eine dünne Oxidationschicht auf dem Schlamm.

Bei der am 7.11. durchgeführten Wiederholungsmessung wurden an den einzelnen Standorten im Gegensatz zu der ersten Messung unterschiedliche Schlammächtigkeiten festgestellt. Offensichtlich kam es zu einer Verschiebung und zum Abbau der Schlammschicht im Untersuchungszeitraum. Fünf der Standorte wiesen eine Oxidationsschicht auf. Im September 1987 (POLTZ 1987) waren die Sedimente und deren Beschaffenheit untersucht worden. Die Beurteilung ergab, daß alle limnischen Sedimente, mit einer Ausnahme im Nordwesten im ufernahen Bereich, durchgängig hell gefärbt waren. Sie wiesen keinen oder nur einen schwachen H_2S-Geruch auf.

Tab. 2: Faulschlammächtigkeit an den Standorten A—K am 23. 7. 90 und 7. 11. 90

Standort	Faulschlammächtigkeit [cm] am 23.7.1990	7.11.1990
A	13	1
B	5	0
C	1	20[x]
D	23[x]	6
E	18	21[x]
F	18	7[x]
G	9	1[x]
H	0	0
K	10	1
Summe	96	57

x: + Oxidationsschicht

2.4. BODENFAUNA

Bei der makroskopischen Untersuchung der Bodenfauna konnten an keinem der 9 Standorte (A—K, Abb. 1) Faunabestände gefunden werden. 1985 (ELGER et. al. 1986) war die Bodenfauna als arten- und individuenreich bezeichnet worden.

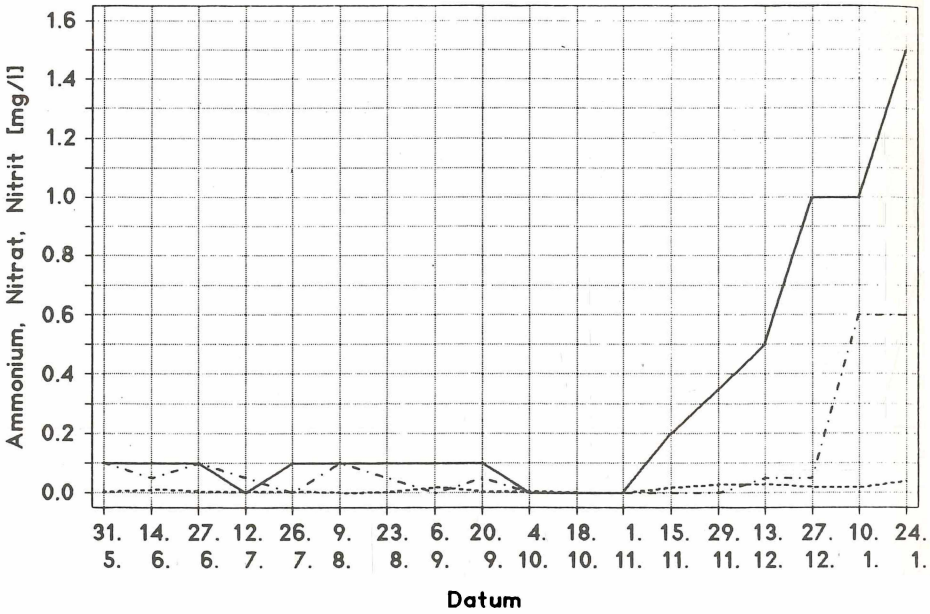
3. CHEMISCHE UND PHYSIKALISCHE ERGEBNISSE

Beim Maschsee handelt es sich um ein mäßig elektrolytreiches Gewässer mit Werten für die elektrische Leitfähigkeit von etwa 530—590 µs/cm. Das Wasser ist sulfat- und kalkreich. Die Konzentrationen der meisten gelösten Ionen entsprechen den Meßdatenvon vor 5 Jahren (ELGER et. al. 1986). Der Sauerstoffhaushalt wurde 1985 mit Sättigungskonzentrationen zwischen 100 und 125 % als recht ausgeglichen bezeichnet. Diese hohen Werte wurden im Untersuchungszeitraum 1990 nur noch ausnahmsweise erreicht. Nachts sanken die Werte zumindest örtlich bis 57 % ab. Die Nährstoffkonzentrationen im Maschsee waren von Mai bis November relativ gering. So lag der Maximalwert für Orthophosphat bei 0.046 mg/l. Von den mineralischen Stickstoffverbindungen wurden Ammonium mit maximal O.1 mg/l, Nitrat mit bis zu 0.1 mg/l und Nitrit mit 0.02 mg/l bestimmt. Ebenfalls gering waren die Konzentrationen von gelöstem Silikat mit maximal 0.3 mg/l SiO2.

Vom 15. November an zeigten die Stickstoffparameter Nitrat und Ammonium jedoch einen kontinuierlichen Anstieg (Abb. 3). Vom 15. November bis 27.Dezember beschränkte sich der Anstieg auf Nitrat. Vom 10.1.1991 an wurde der Nitratanstieg durch einen Ammoniumanstieg ergänzt.

4. ZUSTANDSBESCHREIBUNG DES MASCHSEES

Wie im Vorangegangenen ausgeführt wurde, zeigt der Maschsee seit den letzten Untersuchungen gravierende Veränderungen in allen Bereichen des Seesystems. Die Artenzahl der Makrophyten hat sich vergrößert, wobei ökologisch tolerantere Arten die Mehrheit bilden. War 1985 noch die klarwasserliebende *Chara fragilis* die dominierende Art — sie erreichte



- . - Ammonium — Nitrat .... Nitrit

Abb. 3: Stickstoffwerte im Jahresverlauf

örtlich einen Deckungsgrad von 95 % des Seebodens — so weist sie heute nur noch stark zurückgegangene Bestände auf. Die Lebensbedingungen der Chara, die als Pionierpflanze der oligotrophen Gewässer bezeichnet wird, haben sich zu ihren Ungunsten verändert. *Myriophyllum spicatum*, welches eine viel breitere ökologische Valenz besitzt, bedeckt fast den gesamten Seeboden. Weitere Arten sind seit 1985 dazugekommen. *Ranunculus circinatus*, der in großen Beständen auftritt, ist ein typischer Vertreter des eutrophen Gewässertyps (POTT, 1980). Für *Zannichellia palustris* scheint es — ähnlich wie für *Elodea canadensis* — keine zu hohen Nährstoffkonzentrationen zu geben. Im Untersuchungszeitraum 1990 kam es zwar zu keiner Massenvermehrungen der Makrophyten; allerdings könnte der Grund für das Ausbleiben im völligen Zusammenbruch der Makrophytenpopulation im Juli 1990 zu sehen sein. In den Jahren zuvor war die Massenvermehrung erst im Spätsommer und Herbst aufgetreten (Tiefbauamt Hannover mdl.). Das Phytoplankton hat an Arten und Zahl stark zugenommen. Vor allem im Juni wurde durch zwei Blaualgenarten, coccale Grünalgen und kleine Planktonformen ein hohes Maximum erreicht. Die starke Zunahme im Vergleich mit früheren Untersuchungen ist als Eutrophierungsmerkmal zu werten. Die mengenmäßige Zunahme des Phytoplankton bewirkte die abnehmende Sichttiefe im Maschsee, die über lange Zeiträume nicht mehr als 80 cm betrug.

Die größte Veränderung zeigte sich jedoch bei der Untersuchung der Sedimentbeschaffenheit im Sommer. Eine 1—20 cm mächtige Faulschlammschicht bedeckte den gesamten Grund. Die anaeroben Verhältnisse mit der starken Schwefelwasserstoffbildung waren wahrscheinlich die Ursache für das Absterben der Bodentierwelt. Der Zusammenbruch der Makrophytenpopulation im Sommer begründet die Vermutung, daß auch sie bereits von dieser

Situation in Mitleidenschaft gezogen wurden. Lediglich die Verhältnisse des Freiwasserraumes im Sommer und Frühherbst erinnern an den Maschsee der vorangegangenen Untersuchungen. Die Faulschlammbildung zeigt deutlich die veränderte Situation im Maschsee an. Besitzen Seen eine starke Faulschlammschicht so sind sie bereits soweit eutrophiert, daß sie eine autarke Nährstoffversorgung besitzen. Die zunehmende Nährstoffanreicherung im Freiwasserraum ab November bestätigt diese Aussage; die Nährstoffe ermöglichen im Frühjahr eine erneute Biomasseproduktion, die dann zur Erneuerung der Faulschlammschicht beitragen kann.

Zusammenfassend kann nun gesagt werden, daß trotz der Umstellung der Wasserspeisung von Leine — auf Kiesteichwasser ein mehr oder weniger kontinuierlicher Nährstoffeintrag in den Maschsee erfolgt sein muß, der die Ursache für den Aufbau der Faulschlammschicht und die Veränderungen in der Biologie des Sees war.

5. ABBAUVERHALTEN DER FAULSCHLAMMSCHICHT

Bei Betrachtung der gesammelten Untersuchungsergebnisse wird deutlich, daß der Maschsee im Jahresverlauf in Wasserchemie und Biologie Schwankungen unterlag . Besondere Aufmerksamkeit verdient dabei das Abbauverhalten der Faulschlammschicht.

Bei der am 23. 7. 1990 durchgeführten Messung der Faulschlammdicke, konnte eine Mächtigkeit von 0—23 cm am neun Standorten (A—K) festgestellt werden. Diese Faulschlammschicht besaß keinerlei Zonierungen und war einheitlich schwarz, d.h. vollständig anaerob. Lediglich am Standort D wies die dort 23 cm mächtige Schicht eine dünne Oxidationsauflage auf. Das Bestehen der Faulschlammschicht, die deutlich den eutrophen Charakter des Maschsees anzeigte, steht im krassen Widerspruch zu den Wasserchemiewerten desselben Zeitraumes. Obwohl in der Schlammschicht eine große Menge organische Substanz gespeichert vorlag, erfolgte weder ein Anstieg der Stickstoffwerte noch eine bemerkbare Produktion von Biomasse, die auf das Vorhandensein dieser Nährstoffe schließen ließe. Das zweite, damit in direktem Zusammenhang stehende Problem stellt der völlige Sauerstoffschwund und die Schwefelwasserstoffproduktion am Grund des Sees dar. Um eine Erklärung für diese Beobachtung zu diskutieren muß auf die spezielle Problematik des Sediment-Kontaktwasserbereiches eingegangen werden. Im Kontaktbereich von Sedimentoberfläche und Wasser spielen Fällungs-, Lösungs- und Austauschvorgänge eine große Rolle. Entscheidend hierfür sind die herrschenden Reduktions- und Oxidationsbedingungen an der Schlamm-Wasser-Konaktzone. Beim eutrophen See mit Schichtung wandert während der Stagnation die Reduktionszone aus dem Sediment aufwärts zur Sedimentoberfläche und in die Kontaktwasserschicht hinein. Bedingt ist dies durch die geringer werdende Sauerstoffkonzentration im Hypolimnion. Das Redoxpotential nimmt im Laufe der Stagnation immer weiter ab. Bei E = 0.2 Volt gehen Eisen und Phosphat in Lösung; bei E = 0.1 — 0.0 Volt tritt die Reduktion von Sulfat zu Schwefelwasserstoff und elementarem Schwefel ein. Während dieser Zeit bildet sich in der Wasser-Schlamm-Kontaktzone eine scharfe Mikroschichtung aus, die teilweise durch die Lösung von Stoffen aus dem Sediment bedingt ist (SCHWOERBEL 1987). Eine derartige Mikroschichtung muß es im Prinzip bis zum Herbst im Maschsee gegeben haben; unter anderen Bedingungen hätte es nicht zu der Schwefelwasserstoffentwicklung im Schlamm kommen können. Diese Beobachtung steht jedoch im krassen Widerspruch zu den Sauerstoffkonzentrationen des Wassers und der geringen Tiefe des Sees. Im Freiwasserraum des Maschsees konnten minimal 57 % Sauerstoffsättigung gemessen werden; dies deutet zwar auf Zehrungsprozesse hin, bietet aber keinerlei Erklärung für das Sauerstoffdefizit am Grund. Flache Seen weisen üblicherweise eine gute Wasserdurchmischung auf und eine fast ständige Vollzirkulation wäre anzunehmen. Lediglich während der Sommermonate kann es aufgrund hoher Oberflächen — und Tiefentemperaturen mit geringfügigen Differenzen zwischen Oberfläche und Tiefe zur Ausbildung kurzzeitiger Temperaturschichtungen kommen. Diese sind allerdings

nur während weniger Tage stabil. Durch diese Temperaturschichtungen wird die Sauerstoffnachlieferung aus höheren Wasserschichten verhindert, d.h. eine bestehende Mikroschichtung des Sediments wird kurze Zeit stabilisiert. Daraus folgt, daß auch bei einer großen Biomasseproduktion mit hohen Sauerstoffzehrungen beim Abbau relativ schnell eine Sauerstoffnachlieferung aus dem Freiwasserraum erfolgen müßte. Im Maschsee stellt sich dieses Problem jedoch völlig anders dar. Der anaerobe Zustand des Sediments erwies sich im Sommerzeitraum als stabil. Erst ab November 1990 erfolgte offensichtlich eine Umstellung dieses Systems. Bei der Messung der Sedimentmächtigkeit am 7. 11. 1990 wiesen bereits fünf von neun untersuchten Standorten eine deutliche Oxidationsauflage auf und eine Abnahme der Faulschlammschicht war zu verzeichnen. Im selben Zeitraum begann dann der Anstieg der Nitratwerte im Freiwasserraum, der vom 10. 1. 1991 an durch einen Anstieg der Ammoniumwerte ergänzt wurde (Abb. 3). Auch Phosphat wurde ab diesem Zeitpunkt im Freiwasserraum wieder nachweisbar. Außer dem jahreszeitlich bedingten Absinken der Wassertemperatur auf 7,0 °C war keine weitere Veränderung der gemessenen Parameter im Seesystem zu verzeichnen, dies schließt die Sauerstoffkonzentrationen im Freiwasserraum ein. Am 13. 12. 1990 sank der bis dahin konstante pH-Wert von 8.0—8.5 auf pH 7 ab. Am 15. 11. 1990 bildete sich das dritte Gesamtmaximum des Phytoplanktons durch die Gattung Cryptomonas. Das Maximum dieser Gattung ist an eine Wassertemperatur von 8,0 °C gebunden (HUBER-PESTALOZZI, 1968).

Bei der Diskussion der gefundenen Fakten ergeben sich zwei grundsätzliche Fragestellungen:

1. Durch welche Bedingungen wird die stabile Mikroschichtung während des Sommerzeitraumes im Maschsee aufrechterhalten?
2. Welche Veränderungen im Seesystem führen zur Aufgabe der Mikroschichtung im November?

Bei eutrophen Seen mit stabiler Temperaturschichtung wandert während der Stagnation die Reduktionszone aus dem Sediment aufwärts zur Sedimentoberfläche und schließlich in die Kontaktwasserschicht hinein. Ermöglicht wird dies durch die ständig geringer werdende Sauerstoffkonzentration im Hypolimnion. Im Laufe der Sommerstagnation reichern sich dann im Hypolimnion Pflanzennährstoffe an, während sie im Epilimnion verarmen und dort die pflanzliche Produktion limitieren können. Erst bei Erreichen einer bestimmten Wassertemperatur wird die Temperaturschichtung aufgegeben und durch windinduzierte Ströme kommt es zur Durchmischung des gesamten Wasserkörpers. Die im Hypolimnion angesammelten Pflanzennährstoffe gelangen in den gesammten Freiwasserraum und werden dort nachweisbar. Der Maschsee verhielt sich im Untersuchungszeitraum 1990 in vielen Bereichen wie ein See mit stabiler Temperaturschichtung. Obwohl aufgrund der geringen Tiefe des Maschsees eine derartige Schichtung über einen längeren Zeitraum nicht zu erwarten wäre, besteht dennoch die Möglichkeit, daß durch die regelmäßige Zufuhr von kälterem Kiesteichwasser eine Temperaturschichtung künstlich erzeugt und aufrechterhalten wurde . Dies würde voraussetzen, daß der Ricklinger-Anglerteich selbst über einen sehr langen Zeitraum eine stabile Schichtung besaß und sauerstoffarmes und kälteres Tiefenwasser in den Maschsee gefördert wurde . In Untersuchungen über Temperaturschichtungen in Seen des Ricklinger Kiesteichsystems (MÜHLENBERG et. al. 1976/77) wurden derartige Temperaturschichtungen als durchaus üblich gefunden; allerdings wurde auch auf die Störungsanfälligkeit dieser Schichtungen hingewiesen. Die Wasserentnahme aus dem Ricklinger-Anglerteich erfolgt aus einer Tiefe von 2—3 m (Tiefbauamt Hannover mdl.). Diese relativ geringe Tiefe macht es außerdem sehr unwahrscheinlich, daß bereits dort eine stabile Schichtung über einen langen Zeitraum bestand.

Wenn im Maschsee keine Temperaturschichtung bestand, müssen andere Faktoren für die Aufrechterhaltung und die Aufgabe der stabilen Mikroschichtung in Betracht gezogen werden. Den gesamten Sommerzeitraum konnte keine Erhöhung der Stickstoffwerte bzw. der

Biomasseproduktion festgestellt werden, obwohl eine große Menge gespeicherter Pflanzennährstoffe in der Faulschlammschicht vorhanden sein mußte. Erst bei Erreichen einer Wassertemperatur von ca. 7 °C wurde eine deutliche Oxidationsauflage auf dem Schlamm sichtbar und Nährstoffe im Freiwasserraum meßbar. Auffällig ist weiterhin, daß bei Erreichen dieser Wassertemperatur üblicherweise das Maximum der Gattung Cryptomonas liegt. Dies kann bedeuten , daß sich grundsätzlich die Nährstoffverhältnisse in Seen bei dieser Temperatur ändern. So könnte auch das Absinken des pH-Wertes als Indiz für das Freiwerden organischen Materials, welches zu Kohlendioxid abgebaut wird, gewertet werden. Bei Seen mit Schichtung resultieren die genannten Vorgänge aus der Zirkulationsphase und der damit verbundenen Nährstoffdurchmischung im gesamten Wasserkörper. Tritt dieses Phänomen nun allerdings auch bei Seen ohne Schichtung auf, stellt sich die Frage ob nicht allein durch das Erreichen bestimmter Wassertemperaturen, wie sie auch während der Zirkulationsphasen üblich sind, Abbauprozeße im Sedimentbereich ermöglicht bzw. forciert werden. Denkbar wäre auch, daß ein erhöhtes Sauerstoffangebot, aufgrund der besseren Löslichkeit bei tieferen Temperaturen, für den beschleunigten Abbau verantwortlich ist. Alle weiteren, später liegenden Veränderungen im Seesystem, wie der Ammoniumanstieg und das Absinken des pH- Wertes, wären dann Folgeerscheinungen dieser Abbauvorgänge.

LITERATURVERZEICHNIS:

ELGER, D.; NOACK, N. und POLTZ, J. (1986): Zur limnologischen Situation des Maschsees (Hannover) im Jahre 1985. — Mitteilungen aus dem Niedersächsischen Landesamt für Wasserwirtschaft, Hildesheim.

HENNING, E. (1986): Bewertung des Zustandes von Seen — eine Literaturstudie — Landesamt für Wasserhaushalt und Küsten, Kiel.

HUBER-PESTALOZZI, G. (1968): Das Phytoplankton des Süßwassers. Band XVI, 3. Teil: Cryptophyceae, Chloromonadophyceae, Dinophyceae. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

LOHNER-SCHURIG, S. (1991): Situationsbericht zum Maschsee 1990. -Diplomarbeit- Botanisches Institut der Tierärztlichen Hochschule, Hannover.

MÜHLENBERG, W.; MÜLLER-PRASUHN, G. u. HÖPKEN, W. (1977): Gutachten über die Wasserqualität im Erholungs und Wassersportgebiet „Südliches Leinetal". — III. Mitteilung über den Zeitraum von April 1976 bis Oktober 1977. Staatliches Medizinaluntersuchungsamt Hannover.

POLTZ, J. (1987): Verteilung der Sedimente und Unterwasserpflanzen im Maschsee. — Niedersächsisches Landesamt für Wasserwirtschaft.

POTT, R. (1983): Die Vegetationsabfolgen unterschiedlicher Gewässertypen Nordwestdeutschlands und ihre Abhängigkeit vom Nährstoffgehalt des Wassers. — Veröffentlichung der Arbeitsgemeinschaft für Biol.-Ökol. Landesforschung (ABÖL), Nr. 52, Münster. Aus: Phytocoenologia, 11 (3), 407—430.

SCHWOERBEL, J. (1987): Einführung in die Limnologie. - Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.

Anschrift der Verfasser: Sigrun LOHNER-SCHURIG
Prof. Dr. Ahlert SCHMIDT
Botanisches Institut der Tierärztlichen
Hochschule Hannover
Bünteweg 17
D-3000 Hannover 71

Manuskript eingegangen am 3. April 1991

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Naturhistorischen Gesellschaft Hannover

Jahr/Year: 1991

Band/Volume: 133

Autor(en)/Author(s): Lohner-Schurig Sigrun, Schmidt Ahlert

Artikel/Article: Der Nährstoffzyklus im Jahresverlauf und seine Folgen für die Biologie des Maschsees (Hannover) 203-213