Ber. Naturhist. Ges.	118	Hannover 1974

Ergebnisse der chemischen Untersuchungen des Dümmer 1970/71

von Heinrich FAUTH und Josef MERKT*

Mit 6 Abbildungen und 10 Tabellen

Z u s a m m e n f a s s u n g : Wasseranalysen aus dem Dümmer (1970/71) ergaben, daß der See stark mit Nährstoffen belastet ist. Wegen seiner geringen Tiefe reagiert der gesamte Wasserkörper rasch auf Änderungen der meteorologischen Verhältnisse (Wind, Temperatur, Niederschläge), was bereits im Tagesgang der chemischen Werte erkennbar wird. Außerdem wird die Limnochemie des Seewassers ständig durch die Sedimente und ihre Porenlösungen beeinflußt. Die Proben für algologische Untersuchungen (K.BEHRE in diesem Band) sind gleichzeitig an denselben Stationen entnommen worden.

1. EINLEITUNG

Im Zusammenhang mit den Bemühungen um die Erhaltung des Dümmers als Erholungs- und Landschaftsschutzgebiet hat das Niedersächsische Landesamt für Bodenforschung in den Jahren 1970 und 1971 limnologische Untersuchungen auf diesem See durchgeführt.** Die Arbeiten schließen zeitlich und thematisch an die limnogeologischen Studien des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung (DAHMS, 1972) und an die Untersuchungen der Zuflüsse des Sees 1968/69 durch das Institut für Siedlungswasserwirtschaft (MUDRACK 1970) an und laufen parallel zur erneuten algologischen Bearbeitung des Dümmers durch K.BEHRE (vgl. dieses Heft). Zusammen sollten sie die Grundkenntnisse erbringen, ohne die gezielte Sanierungsmaßnahmen nicht möglich sind.

Im einzelnen flankieren die überwiegend chemischen Analysen die algologischen, deren Proben an denselben Stationen und gleichzeitig entnommen worden sind. Des weiteren haben wir uns ergänzende Aussagen zu den bereits laufenden limnogeologischen Studien über die rezenten Seesedimente im Dümmer erhofft. Im

* Dr.H.FAUTH, Bundesanstalt für Bodenforschung
Dr.J.MERKT, Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung
beide: 3 Hannover 23, Postfach 23 01 53.

** Das Forschungsprogramm wurde aus Mitteln des Niedersächsischen Zahlenlottos unterstützt.

ganzen waren wir jedoch darüber im klaren, daß wir durch diese Initiative dem Mangel eines speziell ausgerüsteten und kompetenten niedersächsischen limnologischen Institutes nur unzureichend würden abhelfen können.

2. PROBENNAHME

2.1. Stationen und Entnahmeperioden

Die Lage der Probennahmestationen kann der Kartenskizze (Abb.1) entnommen werden. Die Rechts- und Hochwerte sind im Anhang 1 angegeben.

Die Stationen wurden sowohl nach allgemein limnologischen als auch nach speziell algologischen Gesichtspunkten ausgewählt. Station 1 liegt im Bereich der Einmündung des von MUDRACK (1970) untersuchten Marler Grabens, Station 2 im ausgedehnten Schwimmblattgürtel der ruhigen Südbucht. In Station 3 wurde das Wasser des wichtigsten Zuflusses, der Hunte, erfaßt. Station 4 befindet sich nahe des windgeschützten Westufers, an dem heute ein Großteil der Sedimente abgelagert wird. Die Stationen 5 und 7 sollten einen Überblick über Plankton und Chemismus im uferfernen Bereich erbringen. Station 6 liegt im Abschnitt der direkten zivilisatorischen Beeinflussung. Sie ist windexponiert und hat sandigen Untergrund. Station 8 liegt wieder in einer Stillwasserzone, in der stark sedimentiert wird. Die Probenserien wurden — abgesehen von der zu langen Winterperiode 1970/71 — in Zeitabständen von 3 - 7 Wochen entnommen.

Auf Grund der nicht signifikanten Differenzen zwischen den Werten einiger Stationen wurde Zug um Zug auf die Probenpunkte 6,7,8 und 2 verzichtet und statt dessen seit dem 1.10.70 eine Station 9 in einem Sielgraben, der von der Südbucht ausgeht und dabei die Verlandungszone quert, in das Untersuchungsprogramm einbezogen. Durch die Anfahrt aus Hannover und die Vorbereitungen am See wurden die Stationen relativ spät am Tage erreicht. Wir haben daher 1971 einige Male am Vormittag des

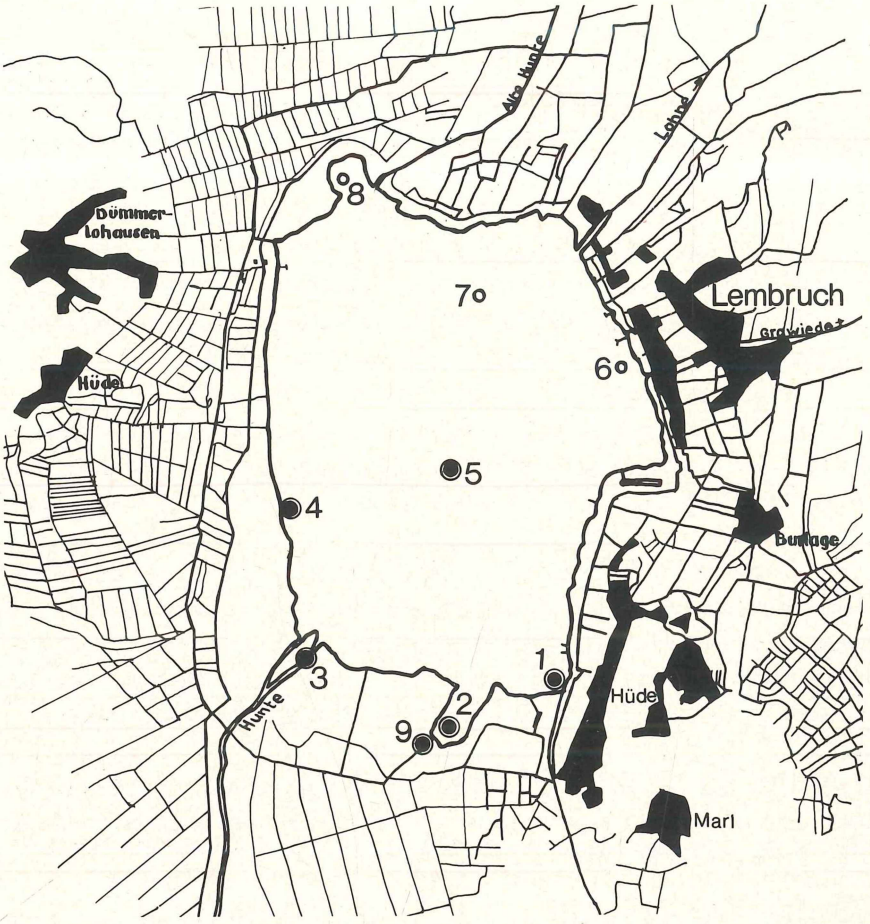

Abb.1: Kartenskizze des Untersuchungsgebietes mit Stationen

auf den normalen Probennahmetermin folgenden Tages den See erneut abgefahren und verschiedene Analysen wiederholt,um eine Vorstellung vom Tagesgang der Wasserchemie zu erhalten. Wir hatten nämlich den Eindruck gewonnen, daß sich einige Werte im Verlauf eines Tages in bestimmter Weise änderten (vgl. Tabellenwerte im Anhang 1, z.B. Probennahme am 15.7./16.7. steht für: 15.7. mittags bis nachmittags, 16.7. morgens).

2.2. Probennahme im Gelände

Vom verankerten Boot aus wurden die Proben in Oberflächennähe entnommen und an Ort und Stelle folgende Messungen ausgeführt: Temperatur (mindestens auf 1/10°C), pH-Wert (mit WTW-Feldmeßgerät), Sichttiefe (mit 20 x 20 cm großer weißer Keramikplatte), Leitfähigkeit (WTW-Feldmeßgerät) und freie Kohlensäure (Titration gegen Phenolphtalein). Diese Werte sind also durch spätere Umsetzungen im Probenwasser nicht beeinflußt (im Labor nachgemessene Werte, besonders des pH, differieren von den Geländedaten).

Zunächst (24.5. und 30.6.) wurden 2,5 l Originalwasser untersucht, da das unmanipulierte Biotop betrachtet werden sollte. Bei Kontrollmessungen zeigt sich jedoch, daß infolge der fortgesetzten Aktivität des Planktons und seiner Zersetzung nicht kontrollierbare Umsetzungen stattgefunden hatten und einzelne Planktonreste untolerierbare Zufallsergebnisse verursachten. Da uns das technische Arsenal für eine ideale Probenvorbehandlung — Ultrafiltrieren im Boot — nicht verfügbar war, haben wir uns in der Folge damit beholfen, die 2,5 l Probenwasser durch ein 10 µ-Filter zu passieren und zusätzlich mit ca. 1 ml Chloroform die nicht entfernten Mikroorganismen abzutöten. Dadurch lassen sich keine absoluten, aber untereinander vergleichbare, gute relative Werte erreichen.

Die Proben zur Bestimmung des Sauerstoffs wurden aus 20 - 30cm Tiefe unter dem Seespiegel unter Vermeidung von Wirbelbildung in einem Glasballon gewonnen und an Bord über einen bis zum Grund der Flaschen reichenden Schlauch in die geeichten Sauerstoff-Flaschen überführt. Nach Zugabe von den KOH-Plätzchen und der $MgCl_2$-Lösung (Pipette) wurden die mit Schliffstopfen verschlossenen Flaschen mehrfach gekippt und in einer geschlossenen Kiste transportiert. Filtern etc. ist nicht möglich, da dadurch ein Gasaustausch unvermeidlich wäre.

Da für limnologische Fragestellungen das für Pflanzen unmittelbar verfügbare gelöste Orthophosphat interessanter ist als der Wert des Gesamt-Phosphates, wurde seit dem 1.10.70 das gelöste

Orthophosphat bestimmt. Weil nach neueren Arbeiten (VOGLER 1966) die Analyse des gelösten Orthophosphates keinen Aufschub duldet, sofern die Probe nicht ultrafiltriert worden ist, wurde das gelöste Orthophosphat nach dem Abfahren der Stationen sofort an Land bestimmt.

2.3. Probenbearbeitung im Labor

Die Proben wurden im Labor nach den unten angegebenen Verfahren analysiert. Die Bewertung der Nachweisgenauigkeit bezieht sich eher auf das Verfahren als auf die Erreichbarkeit von Werten bei niedrigen Konzentrationen. In einigen Fällen (z.B. PO_4^{---}) liegt die Nachweisgrenze der Verfahren höher als für limnologische Aussagen wünschenswert wäre.

Kalium, Natrium: flammenphotometrisch, Nachweisgenauigkeit "sehr gut".
Chlor, Magnesium, Calcium: potentiometrisch (ionspezifische Elektrode), Nachweisgenauigkeit "sehr gut".
Barium: gefällt als $BaSO_4$, Bestimmung gravimetrisch, z.T. potentiometrisch, Nachweisgenauigkeit "gut".
HCO_3, CO_3: potentiometrisch (Glaselektrode), Nachweisgenauigkeit "sehr gut".
Phosphat gesamt, gelöstes Orthophosphat: colorimetrisch (Molybdänblau), Nachweisgenauigkeit "ausreichend".
Eisen: atomabsorptionsspektrometrisch, colorimetrisch, Nachweisgenauigkeit "gut".
Nitrat: colorimetrisch (Salicylsäure: nitrierter aromatischer Komplex: gelb), potentiometrisch, Nachweisgenauigkeit "befriedigend".
Ammoniak: colorimetrisch (Neßler's Reagens), Nachweisgenauigkeit "ausreichend"
Sauerstoff: nach Winkler-Ohle.
Kaliumpermanganat-Verbrauch: wie allgemein üblich.
Kieselsäure: colorimetrisch (Molybdän-Blau), Nachweisgenauigkeit "ausreichend".

3. KRITISCHE BEMERKUNGEN

3.1. Zu den chemischen Analysen

Ein Teil der analysierten Ionen kann im Labor der Bundesanstalt für Bodenforschung, das auf geochemische Massenuntersuchungen spezialisiert ist, nur auf eine Genauigkeit bestimmt werden, die für Konzentrationen, wie sie in Seen auftreten und

damit für limnologische Fragestellungen oft nicht ausreichen. Wir haben daher zeitweise die Bestimmungen von Fe, NH_4 abgebrochen. Wie aus den Analysentabellen im Anhang 1 erkennbar ist, wären besonders für die Nitrat- und Phosphatbestimmungen höhere Genauigkeiten erforderlich. Dies gilt um so mehr, als gerade die Konzentrationen dieser Verbindungen in organisch beeinflußten Wässern eine große Rolle spielen.

Des weiteren bedingten die vielfältigen Aufgaben des chemischen Labors, daß die Proben nicht immer sofort nach ihrer Ankunft bearbeitet werden konnten. Die im Labor vorgenommenen Wiederholungsmessungen des pH zeigte bedeutende Abweichungen von den Geländemessungen. Diese Änderungen weisen auf Umsetzungen im Probenmaterial hin, die in den Bestimmungen des Karbonat- und des Bikarbonat-Ions ihren — unkontrollierbaren — Niederschlag finden werden. Indessen ergab sich bei unterschiedlich langer Lagerung von Proben bei 4°C kein signifikantes Ausreißen der Analysendaten. Daraus kann gefolgert werden, daß die erhaltenen Werte vertrauenswürdig sind.

Trotz der üblichen Vorsichtsmaßregeln, die bei der Entnahme der Sauerstoffproben beachtet wurden, hatten wir zunächst den Eindruck, daß die Sauerstoffgehalte aus den ersten 3 Probenserien zu hoch seien. Nachdem die Stopfen nachgeschliffen und ständig nachgefettet worden waren (ab 1.10.70), ergaben sich sicher korrekte Werte, die aber ebenfalls sehr hoch lagen. Auch von anderer Seite sind bereits Sättigungswerte von um 200% gemessen worden.

3.2. Zur Probennahme

Der zeitliche Probenabstand von ca. 3 – 7 Wochen ist zu groß. Einwöchige Probenabstände, oder besser noch engere wären vorzuziehen. Der Wasserchemismus des Flachsees Dümmer ist derart starken Schwankungen unterworfen, die eine Interpretation der chemischen Bestimmungen erschweren, daß ein sehr kurzes Probennahme-Intervall nötig wäre. Der der Windeinwirkung ausgesetzte See bildet rasch Wellen aus, die so tief reichen, daß

Bodensedimente aufgewirbelt werden. Dadurch können zwischen dem Seewasser und den suspendierten Teilchen chemische Wechselwirkungen auftreten. Dabei kann durch Adsorption an suspendierten Teilchen die Konzentration erniedrigt werden. Sie kann sich aber auch erhöhen, weil konzentrierte Interstitiallösungen ins freie Wasser gelangen,und schließlich können im freien Wasser unter den veränderten pH-Bedingungen an den aufgewirbelten Partikeln Lösungsvorgänge stattfinden. Nur durch Serienbeprobung an stürmischen und windstillen Tagen könnten die Auswirkungen der Wasserturbulenz auf die Chemie des Wassers des Sees, dessen Sedimentoberfläche im Vergleich zum Wasservolumen sehr groß ist, abgeschätzt werden.

Wie direkt der See auf den täglichen Gang der Klimawerte reagiert, ergibt sich aus dem Vergleich der Klima- und Chemie-Daten (Anh.1 u.2). Aus diesem Vergleich wird auch ersichtlich, wie zufallsabhängig der durch uns ermittelte Jahresgang der Konzentrationen ist: Der 2. August 1970 war der 3. windstille und warme Tag nach einem verregneten Juli (Temperatur-Durchschnitt: 15,8°C). Auch danach verschlechterte sich das Wetter sofort wieder (Temperatur-Durchschnitt im August: 16,1°C). So wurde der See an diesem schwülen, gewittrigen Tag in einer Situation angetroffen, die für diesen Sommer nicht repräsentativ war. Die kurzdauernde Hochlage genügte aber, um den spektakulären Einbruch im Kalk-Kohlensäure-System zu erzeugen, der sich ebenfalls auf den pH, den $KMnO_4$-Verbrauch usw. auswirkte und weder später im Jahr noch 1971 eine Parallele dieses Ausmaßes fand. Als weiteres von mehreren möglichen Beispielen sei der 9. November 1970 genannt. An diesem Tag war es um 5° wärmer als an den kühlen und regnerischen Vortagen, während denen der See nur schwach bewegt war. Am sonnigen 9. November wühlte dagegen ein rauher Wind mit Spitzen von 6 den See auf. Bei Betrachtung der 1971 durchgeführten Wiederholungsmessungen im Abstand von 12 Stunden kann man sich vorstellen, daß Analysen, die etwa am 7.11. (t=2,5°, Bedeckung 6,7/10 und Windstärke 1,0) gemacht worden wären, ein ganz anderes Bild ergeben hätten.

In diesem Zusammenhang ist bemerkenswert, daß die Jahresgänge der Algenentwicklung (K.BEHRE in diesem Heft) mit einer erstaunlichen Konstanz abzulaufen scheinen und die Algen nur durch beschleunigte oder verzögerte Entwicklung auf die Summe der sprunghaft wechselnden und sofort den ganzen See erfassenden Einflüsse des Klimas reagieren, die die chemischen Werte, welche schließlich das Milieu der Algen gestalten, so stark verändern.

4. JAHRESGANG DER ANALYSENWERTE (vgl. Anh.1 u.2)

Die Temperaturkurve für 1970 täuscht fälschlich einen sehr vergröberten "normalen" Jahresgang der Temperaturen vor. Im Jahre 1971 entwickelt sich die Kurve völlig anders. Sie trifft damit aber die wahren Verhältnisse auch nicht besser; denn den Listen im Anhang 1 ist zu entnehmen, daß die Wassertemperaturen innerhalb eines halben Tages um über 3°C ansteigen oder fallen können. Solche Temperaturänderungen wirken sich sogleich auf die biologische Aktivität des Planktons aus und damit auch auf den Wasserchemismus.

Auffällig ist, daß das Wasser der Station 4 (windgeschütztes Flachwasser, möglicherweise hohe Absorption der Sonneneinstrahlung durch schwarze Mudde in etwa 20 - 30 cm Tiefe) den stärksten Temperaturschwankungen unterworfen ist. In diesem Zusammenhang fällt ferner auf, daß am 2. August über 25°C erreicht wurden, obwohl weder an diesem Tag noch an den Vortagen Lufttemperaturen von über 21°C gemessen worden sind. Einige chemische Werte an dieser Station verhalten sich der Wassertemperatur entsprechend. Demgegenüber verläuft die Kurve der Station 5 erwartungsgemäß viel ausgeglichener (die Stationen 4 und 5 sind zwar gegensätzlich, sie repräsentieren aber am besten den eigentlichen See).

Die pH-Werte zeigen die typische Alkalität des stark eutrophen Flachsees. Die Maximalwerte werden im Sommer erreicht: Infolge der Assimilationstätigkeit des Planktons wird dem See CO_2 ent-

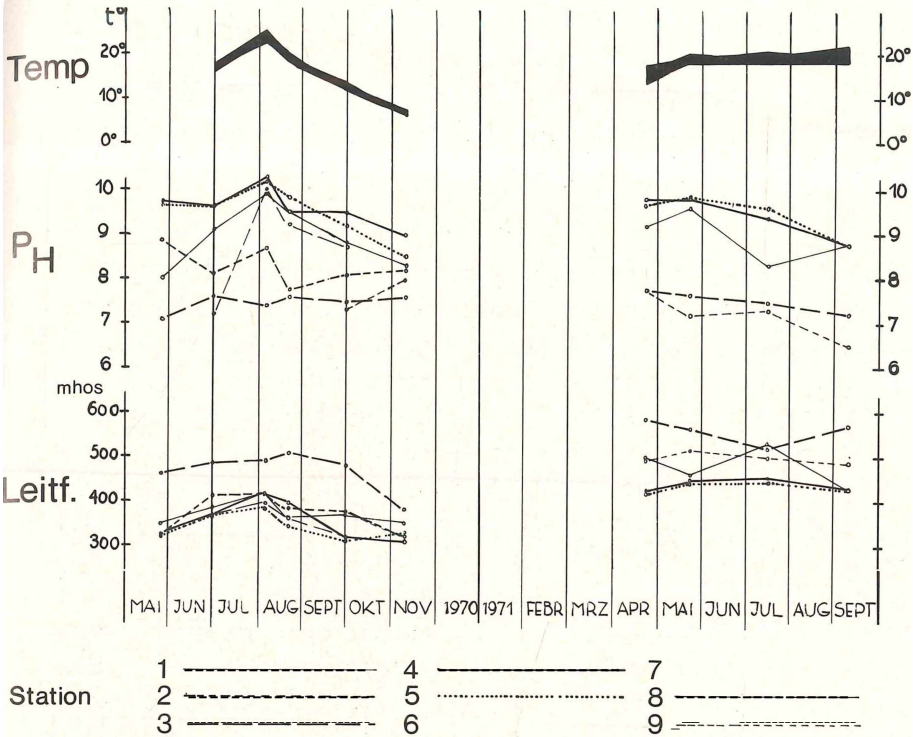

Abb.2: Ergebnisse der Temperatur-, pH- und Leitfähigkeitsmessungen

zogen, wodurch der pH des Wassers in den basischen Bereich verschoben wird. Dieser Vorgang wird bereits im Tagesverlauf beobachtbar: die pH-Werte erhöhen sich von morgens bis abends ständig. Die letzten Stationen einer Probennahme-Runde (Station 1 - 2 - 9 - 3 - 4 - 5) zeigten regelmäßig erhöhte pH-Werte am Spätnachmittag. Die Wiederholungsmessungen 1971 machen dieses Phänomen ebenfalls augenfällig. Einen gleichmäßigeren Gang und niedrigere Werte haben Station 2, die in der Südbucht liegt, Station 9, die gleichfalls von sauren Wässern beeinflußt ist und natürlich die Hunte. Dieser Umstand drückt sich auch im erhöhten Gehalt an freiem CO_2 dieser Stationen aus.

Die Werte der Leitfähigkeit gehen durch ein Sommermaximum, wobei die Hunte sich als wesentlicher Zubringer erweist. Die hohen Werte der Station 1 vor dem Marler Graben im Jahre 1971 lassen darauf schließen, daß dieser Zulauf (in regenarmen Jahren?) ebenfalls einen wesentlichen Beitrag zum Nährstoffgehalt des Dümmers leisten kann.

Bei Betrachtung der Kurven ist nicht zu übersehen, daß die Leitfähigkeit eng mit den Chlor- und Natrium-Ionen-Konzentrationen zusammenhängt. Die Konzentrationen des Kalium-Ions zeigen keine Abhängigkeit von der Jahreszeit und scheinen nicht mit biologischen Aktivitäten in einem Wechselspiel zu stehen, das die Konzentration merklich verändert. Letzteres gilt offenbar auch für Na und Cl (OHLE 1953), wogegen die Änderungen in ihren Jahresgängen deutlich ausgeprägt sind. Daß das Huntewasser die höchsten Konzentrationen an beiden Ionen hat und deren Kurven bis in Einzelheiten identisch verlaufen, ist sicher, daß die Hunte die Kochsalzlösung in den Dümmer bringt, und daß die Maxima im Jahresgang beider Ionen nicht mit einer Anreicherung durch Evaporation im See in Verbindung gebracht werden dürfen. Vielmehr besteht eine gegenläufige Beziehung zu den Niederschlägen: 1970 geht die Konzentration beider Ionen mit den Herbstregen zurück, während sie im warmen und trockenen Jahr 1971 mit seinen Regendefiziten (vgl. Anh.2: %-Angaben für die Station Damme) bis in den September hinein stark und über die Vorjahreswerte hinaus ansteigt. Vor diesem Hintergrund kann der Anstieg der Chlorid-Konzentration von 35 - 40 mg/l in den Jahren 1947/48 auf bis über 60 mg/l im Jahr 1971 nicht bedenkenlos auf eine zunehmende Abwasserbelastung zurückgeführt werden. Für die Annahme spricht jedoch, daß auch die ermittelten Minima nie auf 40 mg/l heruntergegangen sind.

Die Sauerstoffwerte liegen ständig nahe — meist über — dem Sättigungswert. Der Sauerstoffgehalt des Seewassers wird von einer Reihe interferierender Faktoren gesteuert: Er nimmt bei hohen Temperaturen zu, weil diese das Planktonleben stimulieren und bei stark bewegtem Wasser durch Eindiffusion von Luft-

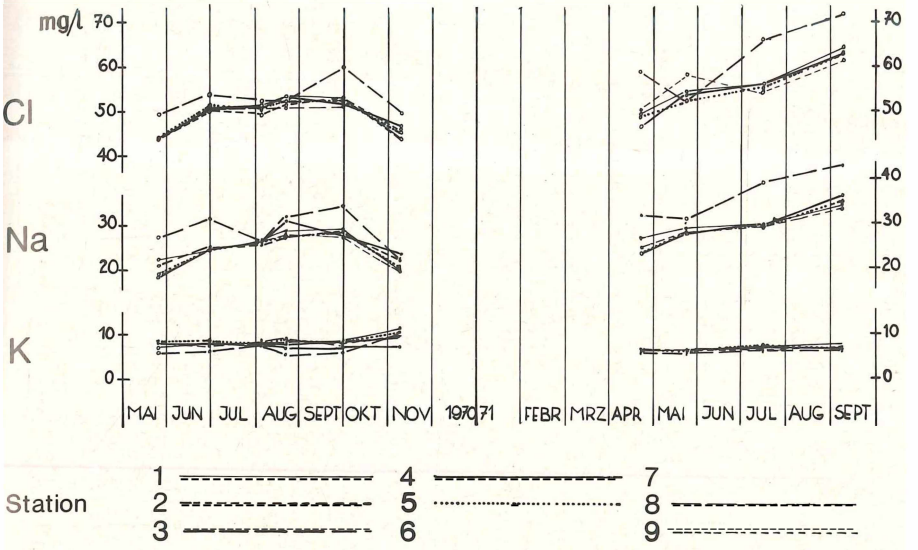

Abb.3: Gehalt der Wasserproben an Cl^-, Na^+ und K^+-Ionen

sauerstoff (MUDRACK 1970). Er nimmt bei Nacht ab (vgl. Nachmessungen 1971 im Anh.1), weil durch Pflanzenatmung und vor allem durch die Oxydation abgestorbener Plankton Sauerstoff verbraucht wird sowie bei Windstille (vgl. Wiederholungsmessungen 1971). Die hohe Sauerstoffsättigung ist typisch für einen windexponierten Flachsee. Man darf dabei aber nicht übersehen, daß im Sediment in wenigen Zentimetern Tiefe und oft schon an der Sedimentoberfläche anaerobe Verhältnisse herrschen, d.h. der Sauerstoff reicht dort nicht aus, um die anfallende organische Substanz aerob abzubauen, obwohl dem See ständig reichlich neuer Sauerstoff zugeführt wird. In 2 Gasproben von Station 8 und einer Stelle im Naturschutzgebiet zwischen den Stationen 8 und 4 ließ sich zwar nur CO_2 und Methan, aber kein H_2S nachweisen. Dennoch ist regional und zeitweise H_2S im Sediment vorhanden, wie sich allein durch den Geruch feststellen läßt.

In diesem Kontext muß auf die Gehalte an gelöstem Orthophosphat eingegangen werden, die durch die Hunte und den Marler

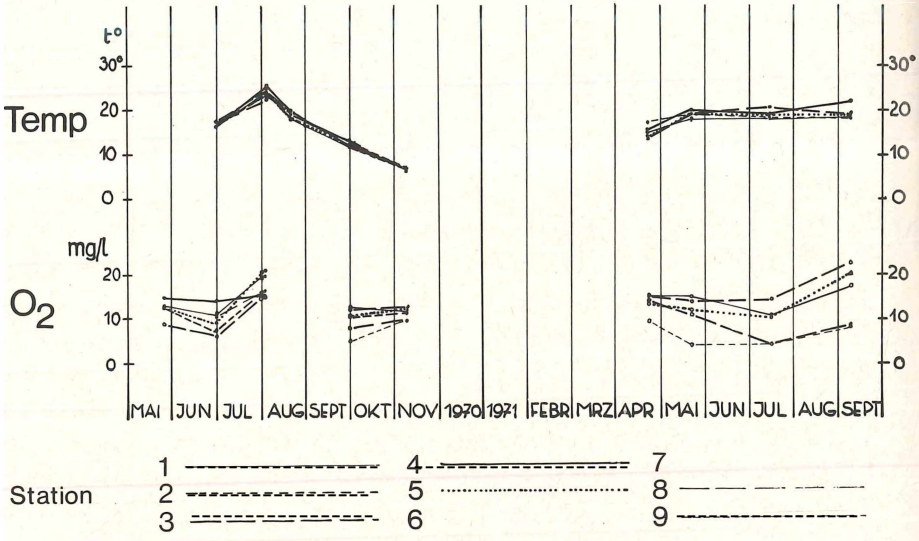

Abb.4: Der Sauerstoffgehalt des Wassers und seine Beziehung zur Wassertemperatur

Graben reichlich MUDRACK 1970) in den See eingebracht werden und dort in Konzentrationen bis über 1,5 mg/l nachweisbar sind. Gehalte von 0,2 mg/l sind bereits alarmierend (THOMAS 1968, PLEISCH 1970). Wenn die Gehalte an gelöstem Orthophosphat, das die autotrophen Pflanzen direkt verwenden können, zeitweise niedriger als 0,2 mg/l liegen, so ist das kein Grund zur Beruhigung; denn im See können auch andere Phosphorverbindungen zu Orthophosphat umgesetzt werden (OHLE 1953). So war am 1.10.70 im Marler Graben gelöstes Orthophosphat nicht nachweisbar, in der davorliegenden Hüder Bucht betrug dagegen sein Wert 0,25 mg/l. Nun hat zuletzt KAMP-NIELSEN (1974) ausführlich dargelegt, daß unter reduzierenden Verhältnissen bereits abgelagertes, dem See entzogenes, Orthophosphat aus dem Interstitialwasser des Schammes remobilisiert und in den Stoffkreislauf des Sees zurückgeführt wird. Damit wird Licht auf den Teufelskreis geworfen: Unter reduzierenden Bedingungen gelangt Phosphat in den See zurück, dadurch fällt über die autotrophen Pflanzen mehr organische Substanz an, für deren aeroben Abbau der Sauerstoff zunehmend fehlt, wodurch im Sediment das reduzierende Milieu aufrecht erhalten oder verstärkt wird.

Aus diesen Beobachtungen resultiert die Forderung, die Phosphatzufuhr zum See zu stoppen (Randkanal) oder doch zu vermindern (Kläranlagen mit Phosphatelimination) und überdies der Vorschlag, die schwarze Mudde aus dem Westteil des Sees abzupumpen (MUDRACK 1970, DAHMS 1972 und später).

Mit Werten um 50 mg/l liegt der Kaliumpermanganat-Verbrauch im See sehr hoch. Er gibt gewöhnlich eine gute Meßzahl für oxydierbare, also organische Substanz im Wasser ab. Im Dümmer gehen jedoch stets 2 Faktoren in ihn ein, die nur vermutungsweise auseinanderzuhalten sind: Sowohl die lebende als auch die tote organische Substanz (gelöst und als Trübstoff) heben den $KMnO_4$-Verbrauch. Insofern beeinflussen die Algenpopulationen an besonders warmen Tagen wie auch die Suspensionen an stürmischen den Jahresgang der Kurve nachhaltig. Das starke Ansteigen der Kurve im Spätsommer 1971 dürfte wohl mit hohen Planktondichten in Verbindung stehen, während die Werte vom November 1970 sicher auf aufgewirbelte Suspension zurückgehen.

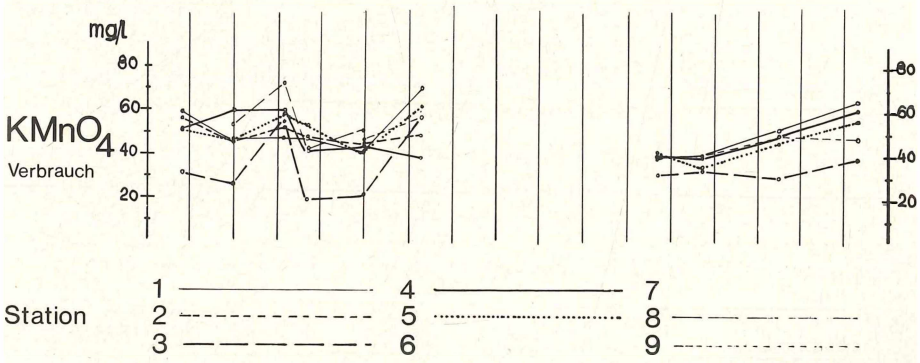

Abb.5: $KMnO_4$-Verbrauch des Wassers

Im Verhalten der einzelnen Stationen fällt zunächst auf, daß die Hunte wohl beträchtliche Mengen an gelösten Nährstoffen (Leitfähigkeit, Nitrag, Phosphat), aber vergleichsweise wenig oxydierbare Substanz in den See führt. Auffällig ist ferner die führende Rolle der nahe der Einleitung des Marler Grabens gelegenen Station 1, die auch meist hohe Phosphatkonzentrationen aufweist. Bei den Werten der Station 4 sind vermutlich immer Trübepartikel mit im Spiel, die im flachen Wasser der bevorzugten Sedimentationszone ständig zirkulieren. Die reichen Lösungen in dieser Zone stimulieren bei günstigen Temperaturen auch die biologische Produktion. Dieser dürfte bei den Werten der Station 5 das Hauptgewicht zukommen.

Die Kurven der Ca-, HCO_3- und CO_3-Ionen müssen zusammen betrachtet werden, denn sie gehören mit dem freien CO_2 zu einem Reaktions-(Gleichgewichts-) System. Die Ursachen der Entwicklung des Bikarbonates, des Karbonates und des Calciums liegen auf der Hand: Während das ganze Jahr über ein der Wassertemperatur und damit der organischen Aktivität entsprechender, schwankender Verlauf beobachtbar ist, erfolgt am 2.8.1970 ein tiefer Einbruch in das Kalk-Kohlensäure-System. An diesem heißen und gewittrigen Tag steigerte sich die biologische Produktion besonders stark. Dadurch wurde dem Seewasser das freie gelöste CO_2 entzogen (vgl. Erhöhung des pH-Wertes). Auf diesen Eingriff in das Gleichgewicht reagierte das Bikarbonat durch Bildung von CO_2, Karbonat und Wasser. Dabei wurde Kalk ausgefällt, wie aus dem Abfall der Ca-Ionen-Konzentration abzulesen ist. Die erhöhte Sauerstoffsättigung steht mit der Gesamtheit dieser Erscheinungen in gutem Einklang.

Als Beispiel für die Zufallsabhängigkeit unserer Beprobungstermine haben wir bereits auf diesen Extremfall hingewiesen. Damit sollte nicht gesagt werden, solche Ereignisse gehörten im Dümmer zu den ausgesprochenen Seltenheiten. Sie kommen sicher mehrmals im Jahr vor, sofern das Klima dafür günstig ist. Am 15./16. Juli 1971 wurde der See in ähnlicher Situation angetroffen, nur wurden in diesem Fall nicht so hohe Werte erreicht, weil der See nach heißen, windstillen Tagen nach einem

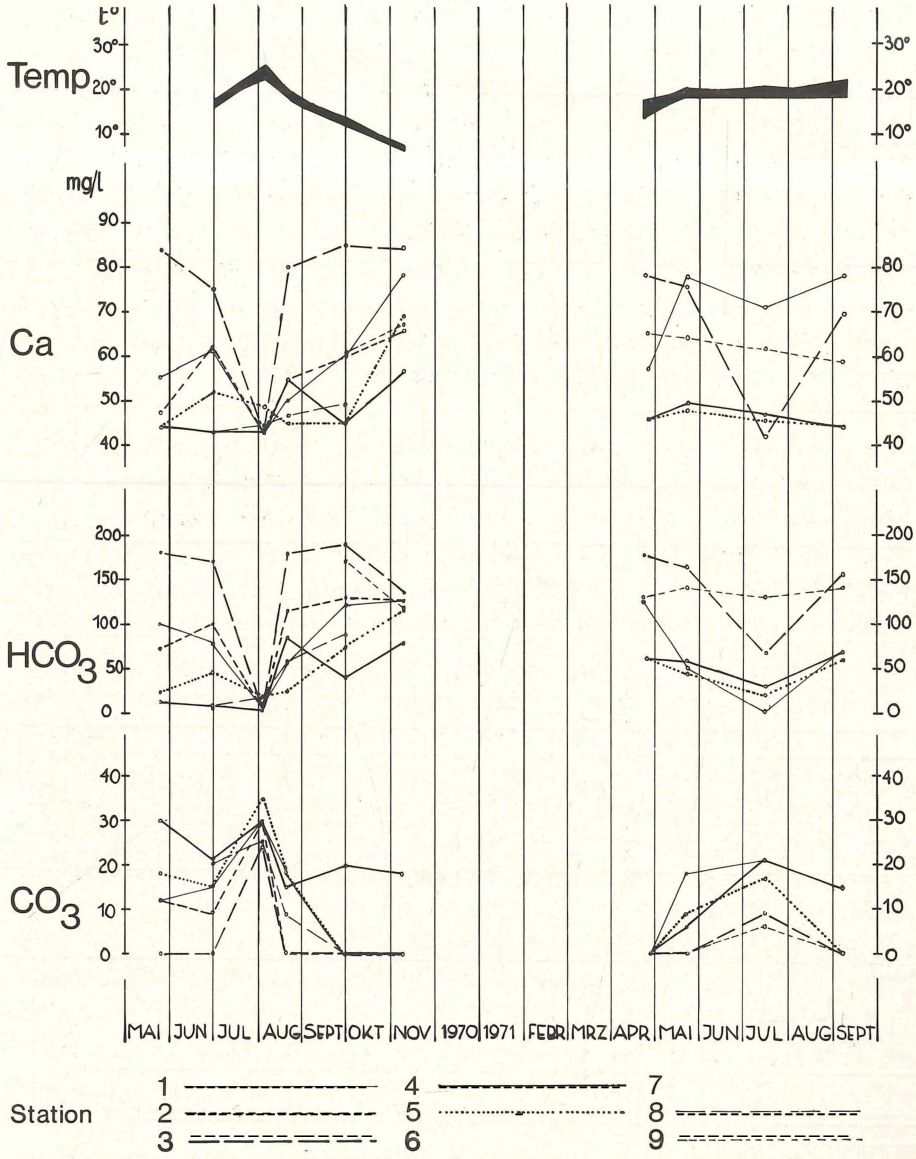

Abb.6: Gehalt der Wasserproben an Ca^{++}, HCO_3^- und CO_3-Ionen

Wettersturz bei um 6° tieferen Temperaturen und Windstärken um 3.3 beprobt wurde.

Im Vergleich der Stationen fallen, wie gewohnt, die Kurven der Hunte und begreiflicherweise auch der Station 9 (vgl. pH) aus dem sonst geschlossenen Bild heraus.

Wie in den meisten anderen Seen gehört es auch im Dümmer zum normalen Jahresgang der Kurve der gelösten Kieselsäure, daß nach einem Minimum im Frühjahr die Gehalte erst langsam und im Herbst stark zunehmen.Dieses Kurvenverhalten hängt damit zusammen, daß dem See im Spätwinter und im zeitigen Frühjahr durch die Massenentwicklung der Diatomeen ein Großteil der Kieselsäure entzogen wird. Im Laufe des Jahres fällt mit dem Absterben der Diatomeen ein Teil der als Opal in den Kieselpanzern festgelegten Kieselsäure an das Seewasser zurück. Außerdem wird im Dümmer während der Herbststürme das Kieselsäuredefizit aus der aufgewirbelten Suspension wieder aufgefüllt.

Aus dem Verlauf der verschiedenen Kurven ergibt sich, daß die Hunte dem See ständig Kieselsäure zuführt, während dem Wasser der Station 9 möglicherweise weniger Kieselsäure entzogen wird als dem Wasser des offenen Sees. Denkbar wäre allerdings auch, daß hier wie bei der Station 4 das Wasser ständig aus dem Porenwasser und über die große Oberfläche schwebender Partikel

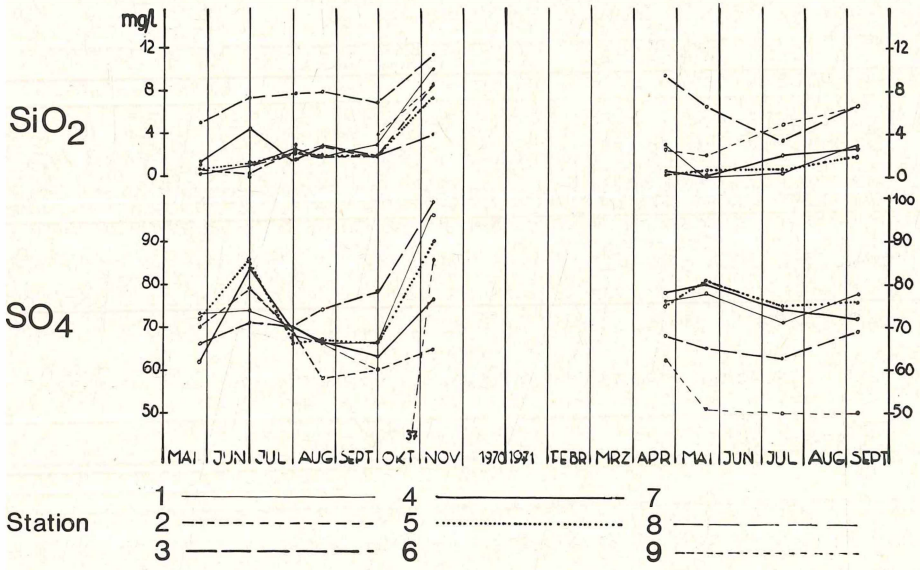

Abb.7: Kieselsäure- und Sulfatgehalt der Wasserproben

mit neuer Kieselsäure versorgt wird. Im Falle der Station 4 können hoher pH und reduzierende Verhältnisse den Austausch fördern. Bei Station 9 ist der pH allerdings nicht dazu geeignet.

BEHRE (in diesem Heft) meint zwar, im Dümmer sei stets ein reiches Kieselsäureangebot für das Diatomeenwachstum vorhanden, doch wenn man ROUND (1968) folgt, müßte 1971 im Dümmer ein eher dürftiges Angebot an für Diatomeen verfügbarer Kieselsäure bestanden haben. Nach ROUND stellen 0,5 - 0,8 mg/l für einige Arten bereits die kritische untere Konzentration dar, 1971 fiel der Gehalt an gelöster SiO_2 zeitweise auf 0,2 mg/l und darunter ab.

Aus den im See gegenüber dem Huntewasser um etwa 10 mg/l höheren Sulfatgehalten folgt, daß im Seewasser eine relative Anreicherung des Sulfat-Ions stattfindet. Vermutlich drückt sich in dieser Anreicherung ebenfalls die Wechselbeziehung zwischen dem Porenwasser der Sedimente und dem überstehenden Seewasser aus. Der Remobilisationsvorgang (vgl. Abschnitt über Phosphat), bei dem Lösungen von erheblicher Konzentration in das Seewasser gelangen müssen, wird jedoch durch chemische Umsetzungen kompliziert, die wir nicht untersuchen konnten. OHLE (1953, 1955) hat auf die Gefahren hingewiesen, die unseren Seen durch die Zunahme des Sulfatgehaltes erwachsen. Die SO_4-Werte des Dümmers liegen etwa doppelt so hoch wie in anderen ebenfalls eutrophen mitteleuropäischen Seen, und man kann annehmen, daß es vorwiegend der guten Sauerstoffversorgung dieses Flachsees zu verdanken ist, daß der Schwefel in der oxydierten Form auftritt und noch nicht stärker in der unangenehmeren der Schwefelwasserstoffe.

5. ZUSAMMENFASSUNG

Die Untersuchung versucht eine systematische Bearbeitung des Dümmers durch speziell ausgerüstete Limnologen zu ersetzen, die sich dem Studium dieses Flachsees voll widmen könnten. Sie hat wertvolle Daten geliefert, aber auch deutlich gemacht, daß sie eine gründliche limnologische Erforschung nicht ersetzen konnte. Dies gilt hier mehr als bei der Bearbeitung "normaler" tiefer Seen, weil die limnologischen Verhältnisse in dem Flachsee in hohem Maße von klimatischen Einflüssen gesteuert werden, deren geringste Schwankungen in kurzer Zeit den ganzen See erfassen.

Die chemischen Analysen haben gezeigt, daß der Dümmer sehr stark eutroph ist. Die Eutrophierungserscheinungen werden teilweise durch den Flachsee-Charakter des Dümmers verstärkt, andererseits haben die besonderen Eigenschaften des Flachsees bisher verhindert, daß sich der See im Gefolge der Eutrophierung in einer Weise verändern konnte, die ihn als Erholungsgebiet möglicherweise wertlos gemacht hätte. Dieser Fall wird eintreten, wenn der See weiterhin wie bisher geschädigt wird.

6. SCHRIFTTUM

DAHMS,E.: Limnogeologische Untersuchungen im Dümmer-Becken im Hinblick auf seine Bedeutung als Natur- und Landschaftsschutzgebiet. - 231 S., 56 Abb., Selbstverlag 1972.

KAMP-NIELSEN,L.: Mud-water exchange of phosphate and other ions in undisturbed sediment cores and factors affecting the exchange rates. - Arch. Hydrobiol, 73, 2, S.218-237, 12 figs., 4 tab., Stuttgart 1974.

MUDRACK,K.: Die Belastung des Dümmers mit sauerstoffzehrenden und düngenden Stoffen. - Unveröff. Bericht, Inst. f. Siedlungswasserwirtschaft der TU Hannover 1970.

OHLE,W.: Der Vorgang rasanter Seenalterung in Holstein. - Die Naturwissenschaften 40, 5, S.153-162, 9 Abb., 1953.

OHLE,W.: Die Ursachen der rasanten Seeneutrophierung. - Verh. Internat. Verein. Limnol. 12, S.373-382, 3 Abb., Stuttgart 1955.

ROUND,F.E.: Biologie der Algen. - 315 S., 69 Abb., 8 Taf., Thieme-Verlag, Stuttgart 1968.

THOMAS,E.A.: Die Phosphattrophierung des Zürichsees und anderer Schweizer Seen. - Mitt. Internat. Verein. Limnol. 14, S.231-242, 6 Abb., Stuttgart 1968.

PLEISCH,P.: Die Herkunft eutrophierender Stoffe beim Pfäffiker- und Greifensee. - Vierteljahresschrift der Naturforsch. Ges. in Zürich, 115, 2, S.127-229, 37 Abb., 28 Tab., Zürich 1970.

VOGLER,P.: Zur Analytik der Phosphorverbindungen in Gewässern.- Limnologica, 4, 2, S.437-444, 5 Tab., Akademie-Verl., Berlin 1966.

Station 1 (vor dem Marler Graben) Anhang 1a

TK Lemförde, 3516, r 34 55 920, h 58 18 370
Alle Werte in mg/l (Ausnahme untere Spalte)

Proben-nahme am	24.5.70	30.6.	2.8.	20.8.	1.10.	9.11.	22.4.71	21.5./22.5.	15.7./16.7.	7.9./8.9.
K	7.5	8.7	8.1	7.9	8.7	11.8	6.8	6.5	7.6	7.8
Na	22.5	24.4	26.4	29.0	28.8	19.8	27.1	29.1	30.0	34.6
Cl	44.0	51.3	51.5	53.5	53.0	44.0	49.6	54.6	56.0	64.4
Mg	7.5	7.8	7.4	7.5	7.7	7.2	13.0	8.0	6.3	7.4
Ca_4	55.5	61.0	43.0	50.0	60.0	78.6	57.5	54.5	49.0	46.0
SO_4	73.0	74.0	70.0	66.0	66.5	96.0	76.0	78.0	71.0	78.0
HCO_3	98.0	80.0	6.0	55.0	120.0	126.0	125.0	49.0	*6.0	67.0
CO_3	12.0	15.0	30.0	18.0	0	0	0	18.	21.	0
CO_2freie	nb	nb	nb	nb	0	2.2	0	0	0	0
Fe	3.7	0.9	0.3	*0.5	nb	nb	0.2	2.6	0.25	0.35
PO_4 ges.	*0.2	0.6	*0.1	*0.1	1.1	nb	nb	nb	nb	nb
PO_4 gel.	nb	nb	nb	nb	0.25	1.4	0.1	0.3/0.1	0.5/0.55	0.55/0.2
NO_3	*0.5	1.8	*0.5	*0.4	0.8	9.6	*0.5	*0.5	*3.	*2.
NH_4	*0.2	*0.2	*0.5	nb	nb	nb	0.2	0.2	0.1	*0.2
O_2	13.2	11.1	19.5	nb	12.7	11.8	15.2	14.9/9.7	10.5/7.0	17.5/7.3
$KMnO_4$-Verbr.	59	46	47	47	41	70	39	40	52	64
SiO_2	0.4	1.1	2.4	2.0	3.0	10.0	3.0	*0.2	0.2	2.8
pH	8.0	9.1	9.9	9.5	8.8	8.3	9.2	9.6/9.38	8.3/9.1	8.8/7.8
Temp. (°C)	nb	15.9	24.05	17.85	13.2	6.45	15.0	17.8	18.0/17.1	18.6/15.1
Sichttiefe (cm)	25.	35.	30.5	22.	21.	23.	—	—	—	—
Leitf. (mhos)	350	382	407	360	365	352	500	461	536	430

* = ≦

Anhang 1b

Station 2 (Schwimmblattzone in der Südbucht, Westrand)
TK 25 Lemförde, 3516, r 34 54 800, h 58 17 770
Alle Werte in mg/l (Ausnahme untere Spalte)

Probennahme am	24.5.70	30.6.	2.8.	20.8.	1.10.	9.11.
K	8,2	8,3	7,7	8,3	8,3	9,8
Na	21,0	25,0	25,6	27,4	28,5	22,3
Cl	44,0	50,6	49,5	51,5	53,0	46,1
Mg	7,0	7,7	6,9	7,5	7,8	7,7
Ca	47,5	62,0	43,0	55,0	60,0	65,7
SO_4	70,0	79,0	69,5	58,0	60,0	81,0
HCO_3	73,0	98,0	9,0	115,0	130,0	125,0
$CO_3^{=}$	12,0	9,0	30,0	0	0	0
CO_2 freie	nb	nb	nb	nb	4,4	6,6
Fe	1,4	1,2	0,3	0,5	nb	nb
PO_4 ges.	*0,2	0,5	*0,1	0,8	1,1	nb
PO_4 gelöst	nb	nb	nb	0,27	*0,1	0,4
NO_3	*0,5	3,4	*0,5	*0,4	*0,4	5,0
O_2	12,8	7,4	15,9	nb	10,1	11,3
$KMnO_4$-Verbr.	56,0	45,0	52,0	47,5	45,0	49,0
SiO_2	0,5	0,3	2,1	2,0	2,0	8,5
pH	8,85	8,1	8,7	7,75	8,1	8,25
Temp. (°C)	nb	16,2	23,7	18,5	13,05	6,2
Sichttiefe(cm)	25,0	26,0	22,0	26,0	38,0	22,0
Leitf.(mhos)	325,0	412,0	412,0	383,0	377,0	319,0

Station 3 (Hunte-Unterlauf kurz vor Mündung)
TK 25 Hunteburg, 3515, r 34 53 610, h 58 18 375
Alle Werte in mg/l (Ausnahme untere Spalte)

Probennahme am	24.5.70	30.6.	2.8.	20.8.	1.10.	9.11.	22.4.71	21./22.5.	15./16.7.	7./8.9.
K	5,6	6,1	7,8	5,4	6,0	9,9	5,9	5,8	61	6,1
Na	27,0	31,4	26,4	32,0	34,4	21,8	32,0	31	39	43
Cl	49,2	54,2	52,5	52,5	60,5	49,6	58,9	52,8	66,0	71,6
Mg	8,9	9,2	7,0	8,6	9,0	8,9	9	8	9	9,1
Ca	84,5	75,5	43,0	80,0	85,0	84,3	78	76	42	69,5
SO_4	66,0	71,0	70,0	74,0	78,0	99,0	68	65	63	69
HCO_3	180,0	171,0	9,0	180,0	190,0	136,0	174	165	67	156
CO_3	0	0	25,0	0	0	0	0	0	9	0
CO_2 freie	nb	nb	nb	nb	11,0	13,2	12	13	17	6
Fe	2,3	1,9	*0,2	0,65	nb	nb	0,7	0,5	0,45	0,6
PO_4 ges.	*0,2	0,3	*0,1	0,3	0,4	nb	nb	nb	nb	nb
PO_4 gelöst	nb	nb	nb	0,07	0,3	0,7	0,1	0,1/0,1	0,25/0,4	0,4/0,4
NO_3	*0,5	11,0	*0,5	8,2	8,0	13,6	* 0,5	9,5	* 3	7
NH_4	*0,2	*0,2	*0,5	nb	nb	nb	1,6	1,5	0,1	* 0,2
O_2	9,0	6,4	15,6	nb	8,1	9,8	14,0	11,2/9,6	4,5/6,3	8,5/6,8
$KMnO_4$-Verbr.	31,0	26,0	55,0	24,0	25,5	56,0	31	33	30	38
SiO_2	5,1	7,5	1,65	8,0	7,0	11,5	9,6	6,6	3,5	6,7
pH	7,1	7,6	7,4	7,6	7,5	7,6	7,75	7,65/7,4	7,5/7,6	7,25/6,6
Temp. (°C)	nb	17,15	22,6	18,1	12,6	7,2	13,4	19,4	20,5/18,8	19,2/16,1
Sichttiefe (cm)	47,0	57,0	70,0	82,0	84,0	60,0	nb	nb	nb	nb
Leitf. (mhos)	460,0	482,0	487,0	509,0	480,0	380,0	586	566	519	570

* = ≤

Station 4 (Westufer, bei einzeln stehender Erle)
TK 25 Damme 3415, r 34 53 500, h 58 19 700
Alle Werte in mg/l (Ausnahme untere Spalte)

Probennahme am	24.5.70	30.6.	2.8.	20.8.	1.10.	9.11.	22.4.71	21./22.5.	15./16.7.	7./8.9.
K	8,5	8,6	7,9	7,6	7,7	7,5	6,5	6,7	7,0	6,9
Na	18,5	24,8	26,4	31,5	27,4	23,5	23,5	27,9	30,0	36,6
Cl	44,0	50,6	51,0	53,5	52,0	47,5	46,3	53,9	56,0	62,9
Mg	6,6	7,3	7,1	7,9	7,7	8,0	7,6	7,5	7,3	7,8
Ca	44,5	43,5	43,0	55,0	45,0	57,2	46,5	49,5	47,0	44,0
SO_4	62,0	84,0	70,0	66,0	63,0	77,0	78	80	74	72
HCO_3	15,0	9,0	6,0	85,0	40,0	78,0	61	58	29	67
CO_3	30,0	21,0	30,0	15,0	20,0	18,0	0	6	21	15
CO_2 freie	nb	nb	nb	nb	0	m0	0	0	0	0
Fe	1,0	1,6	0,2	1,3	nb	nb	0,5	0,5	0,2	0,2
PO_4 ges.	*0,2	*0,1	*0,1	*0,1	*0,1	nb	nb	nb	nb	nb
PO_4 gelöst	nb	nb	nb	nb	*0,1	0,1	0,1	0,1/0,1	0,1/0,15	0,1/0,1
NO_3	*0,5	*0,5	*0,5	*0,4	*0,4	3,1	* 0,5	0,8	* 3	* 2
NH_4	*0,2	*0,2	*0,5	nb	nb	nb	0,3	0,3	0,1	* 0,2
CO_2	15,2	14,1	15,4	nb	12,2	12,6	14,8	13,9/10,6	14,2/8,1	22,5/19,0
$KMnO_4$-Verbr.	51,0	60,0	60,0	41,0	44,0	39,0	40	39	49	61
SiO_2	1,5	4,4	1,65	3,0	2,0	4,0	0,5	* 0,2	2,1	2,7
pH	9,75	9,6	10,3	9,5	9,5	9,0	9,8	9,8/10,0	9,4/9,4	9,0/8,7
Temp. (°C)	nb	17,2	25,4	18,6	13,3	6,6	15,4	20,2	19,4/17,3	22,0/14,6
Sichttiefe (cm)	37,5	23,0	23,0	22,0	34,0	23,0	nb	nb	nb	nb
Leitf.(mhos)	325,0	370,0	410,0	396,0	317,0	307,0	424	450	458	430

* ≦ ≦

Station 5 (Seemitte, bei großer, gelber Regattaboje 6)
TK 25 Lembruch, 3416, r 34 54 920, h 58 20 100
Alle Werte in mg/l (Ausnahme untere Spalte)

Probennahme am	24.5.70	30.6.	2.8.	20.8.	1.10.	9.11.	22.4.71	21./22.5.	15./16.7.	7./8.9.
K	8,6	8,7	7,7	8,2	7,6	10,1	6,3	6,7	7,0	6,9
Na	19,5	24,0	26,4	27,4	28,5	20,5	23,5	27,9	29,0	35,3
Cl	44,0	51,3	50,5	52,5	52,5	45,4	48,5	52,5	55	62,9
Mg	6,3	7,7	7,4	4,1	7,7	8,0	7,5	7,5	4,4	7,1
Ca	44,5	52,0	49,0	45,0	45,0	69,3	46	48	46	44,5
SO_4	72,0	86,0	66,5	67,5	66,5	90,0	75	81	75	76
HCO_3	24,0	46,0	18,0	25,0	75,0	116,0	59	46	21	61
CO_3	18,0	15,0	35,0	18,0	0	0	0	9	17	0
CO_2 freie	nb	nb	nb	nb	0	5,5	0	0	0	0
Fe	1,2	2,3	0,2	*0,5	nb	nb	0,2	3,1	0,2	0,1
PO_4 ges.	*0,2	*0,1	0,3	*0,1	*0,1	nb	nb	nb	nb	nb
PO_4 gelöst	nb	nb	nb	nb	*0,1	0,7	0,05	0,1/0,1	0,3/0,15	0,1/0,1
NO_3	*0,5	*0,5	*0,5	*0,4	1,0	*0,5	* 0,5	* 0,5	* 3	* 2
NH_4	*0,2	*0,2	*0,5	nb	nb	nb	0,2	0,2	0,1	* 0,2
O_2	12,7	9,3	20,7	nb	10,6	12,0	13,4	12,1/9,9	10,3/7,4	20,0/14,0
$KMnO_4$-Verbr.	50,0	46,0	58,0	53,0	41,0	61,0	41	35	46	56
SiO_2	0,8	1,3	2,5	2,0	2,0	7,5	0,2	0,6	0,7	2,0
pH	9,65	9,6	10,2	9,8	9,2	8,5	9,05	9,85/9,85	9,6/9,6	8,8/8,6
Temp. (°C)	nb	17,15	23,2	18,5	12,0	6,7	14,1	18,4	19,0/17,7	18,9/16,1
Sichttiefe(cm)	31,0	23,0	29,0	23,0	23,0	22,0	nb	nb	nb	nb
Leitf.(mhos)	320,0	365,0	384,0	345,0	308,0	332,0	420	441	444	425

* ≦

Anhang 1f

Station 6 (Ostufer etwas S Schoddenhof-Steg)
TK 25 Lembruch, 3416, r 34 56 550, h 58 21 020
Alle Werte in mg/l (Ausnahme untere Spalte)

Probennahme am 24.5.70	30.6.	2.8.	20.8.	1.10.	9.11.
K	8,5	7,7	8,2		
Na	24,0	27,8	27,4		
Cl	51,3	50,5	53,0		
Mg	7,7	5,8	4,2		
Ca	55,0	49,0	46,0		
SO_4	80,0	65,5	68,0		
HCO_3	80,0	95,0	35,0		
CO_3	6,0	0	18,0		
CO_2 freie	nb	nb	nb		
Fe	1,8	0,3	*0,5		
PO_4 ges.	*0,1	0,4	*0,1		
PO_4 gelöst	nb	nb	nb		
NO_3	*0,5	*0,5	*0,4		
O_2	11,0	11,1	nb		
$KMnO_4$-Verbr.	45,0	47,0	50,5		
SiO_2	0,6	2,75	2,0		
pH	9,6	10,3	10,1		
Temp. (°C)	16,6	23,0	18,5		
Sichttiefe (cm)	25,0	28,0	23,0		
Leitf. (mhos)	365,0	388,0	353,0		

* = ≦

Anhang 1g

Station 7 (ca. 150 m N der nördlichsten Regattaboje)
TK 25 Lembruch, 3416, r 34 55 130, h 58 21 730
Alle Werte in mg/l (Ausnahme untere Spalte)

Probennahme am 24.5.70	30.6.	2.8.	20.8.	1.10.	9.11.
K	8,7	7,1			
Na	24,5	23,6			
Cl	51,3	43,0			
Mg	7,7	7,4			
Ca	50,0	71,0			
SO_4	80,0	73,5			
HCO_3	46,0	145,0			
CO_3	15,0	0			
CO_2 freie	nb	nb			
Fe	2,6	0,9			
PO_4 ges.	*0,1	0,5			
PO_4 gelöst	nb	nb			
NO_3	*0,5	8,1			
NH_4	*0,2	*0,5			
O_2	9,4	6,3			
$KMnO_4$ Verbr.	47,0	39,0			
SiO_2	1,5	7,5			
pH	9,6	10,2			
Temp. (°C)	17,15	22,7			
Sichttiefe (cm)	26,0	32,0			
Leitf. (mhos)	357,0	379,0			

* = ≦

Anhang 1h

Station 8 (Westseite im N-Drittel der Nordbucht)
TK 25 Damme, 3415, r 34 54 000, h 58 22 770
Alle Werte in mb/l (Ausnahme untere Spalte)

Probennahme am 24.5.70	30.6.	2.8.	20.8.	1.10.	9.11.
K	8,5	7,8	8,9	7,6	
Na	24,0	26,4	27,4	27,4	
Cl	50,6	51,0	51,0	51,0	
Mg	7,1	7,1	4,3	7,5	
Ca	43,0	44,0	47,0	49,0	
SO_4	80,0	68,5	66,5	60,0	
HCO_3	6,0	18,0	60,0	90,0	
CO_3	21,0	25,0	9,0	0	
CO_2 freie	nb	nb	nb	5,5	
Fe	2,1	*0,2	*0,5	nb	
PO_4 ges.	*0,1	*0,1	*0,1	*0,1	
PO_4 gelöst	nb	nb	nb	*0,1	
NO_3	*0,5	0,7	0,5	*0,4	
NH_4	*0,2	*0,5	nb	nb	
O_2	10,4	15,8	nb	9,6	
$KMnO_4$ Verbr.	53,0	73,0	42,3	51,5	
SiO_2	1,1	1,95	3,0	2,0	
pH	7,2	10,0	9,2	8,7	
Temp. (°C)	17,2	24,45	19,5	12,8	
Sichttiefe(cm)	22,0	23,0	21,0		
Leitf.(mhos)	367,0	397,0	358,0	322,0	

* = ≦

Anhang 1i

Station 9 (Abzugsgraben, ca. 70 m nach Mündung in Südbucht)
TK 25 Lemförde, 3516, r 34 54 750, h 58 17 630
Alle Werte in mg/l (Ausnahme untere Spalte)

Probennahme am	1.10.	9.11.	22.4.71	21./22.5.	15./16.7.	7./8.9.
K	8,2	9,8	6,8	7,0	6,7	7,6
Na	27,4	20,8	25,0	28,0	29,0	33,7
Cl	53,0	44,7	50,3	58,4	54,0	61,5
Mg	7,2	7,7	7,3	8,5	7,0	7,9
Ca	61,0	67,2	65,5	64,0	62,0	59,5
SO_4	37,0	86,0	63	51	50	50
HCO_3	170,0	119,0	131	140	130/165	140/161
CO_3	0	0	0	0	6	0
CO_2 freie	15,0	7,7	18	28	20	20
Fe	nb	nb	0,3	0,8	0,3	0,35
PO_4 ges.	1,5	nb	nb	nb	nb	nb
PO_4 gelöst	*0,1	0,5	0,15	1,6/1,6	1,6/2,2	1,4/1,3
NO_3	*0,4	7,5	*0,5	2,5	*3	*2
NH_4	nb	nb	0,4	0,3	0,1	*0,2
O_2	5,3	10,1	9,6	4,1/0,5	4,2/2,4	7,8/5,3
$KMnO_4$-Verbr.	47,5	57,0	40	40	49	48
SiO_2	4,0	8,5	2,6	2,0	4,8	6,4
pH	7,3	8,0	7,8	7,2/6,95	7,3/7,4	6,55/6,7
Temp. (°C)	13,0	6,5	17,2	19,7	19,1/17,3	18,1/14,5
Secchi-sichttiefe(cm)	≧ 50,0	25,0	nb	nb	nb	nb
Leitf. (mhos)	375,0	321,0	495	515	502	490

* ≧ ≦

Anhang 2

Zusammengefaßte Klimadaten (sie wurden uns freundlicherweise vom Wetteramt Hannover zur Verfügung gestellt) von den Stationen Diepholz (D), Lemförde (L) und Damme. Wir geben hier die Daten der Tage wieder, die den Probennahmen vorhergingen sowie einige Monatsdurchschnittswerte (Ø). Die %-Angaben hinter den Werten der monatlichen Regenmenge, die in Damme gemessen wurden, geben das Verhältnis zum langjährigen Monatsdurchschnitt der Niederschläge an dieser Station an. Die Bedeckung (D) ist für 1970 in Zehntel, für 1971 in Achtel angegeben.

Mai 1970

Tag		17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24. Mai	
Lufttemp.	D	13.	13.	14.	13.	9.5	8.1	9.2	12.4	Ø 11.3°
Windst.	D	1.3	2.7	2.7	2.0	3.3	4.7	2.3	0.7E	
Bedeckung	D	4.0	3.3	8.0	7.0	7.7	5.3	7.3	1.7	
Niederschläge	D	6.1	0.1	---	1.8	0.5	2.9	0.9	---	
	L	1.3	0.1	---	1.6	---	1.8	1.4	0.5	Ø 27.7 mm
									Damme	Ø 32.5 (60%)

Juni 1970

Tag		23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30. Juni	
Lufttemp.	D	19.2	18.0	17.2	18.4	23.4	17.4	14.3	12.4	Ø 11.4°
Windst.	D	2.7	3.3	3.3	2.3	1.7	2.3	2.7	4. SW	
Bedeckung	D	7.7	6.3	6.3	1.3	5.3	7.0	9.3	7.7	
Niederschläge	D	19.0	3.	19.	---	---	---	48.	48.	Ø 153. mm
	L	21.5	0.2	---	---	---	---	9.2	9.2	Ø 44.1 mm
									Damme	Ø 32.5(74%)

Juli 1970

Tag		26.	27.	28.	29.	30.	31.	1.	2. August	
Lufttemp.	D	13.1	16.1	19.7	17.3	17.0	20.7	20.6	20.0	Ø 15.8°
Windst.	D	3.3	2.7	2.3	1.3	1.7	0.7	1.0	1.7 E	
Bedeckung	D	7.0	6.3	5.7	6.3	4.0	3.3	4.7	4.0	
Niederschläge	D	8.4	4.7	1.3	4.8	4.1	---	---	---	Ø 97.5 mm
	L	5.5	5.2	0.1	5.2	1.7	---	---	---	Ø 108.8 mm
									Damme	Ø 111.7(112%)

August 1970

Tag		13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20. August	
Lufttemp.	D	16.8	15.0	13.9	16.5	14.5	13.9	17.2	17.0	Ø 16.1°
Windst.	D	1.7	1.7	1.3	2.0	3.3	2.7	3.3	2.7 SSE	
Bedeckung	D	2.3	4.7	4.8	7.7	5.7	4.3	4.7	6.0	
Niederschläge	D	---	---	---	---	3.3	---	---	2.6	Ø 48.6 mm
	L	---	---	---	---	4.2	---	---	2.2	Ø 44.7 mm
								Damme		Ø 70. (93%)

Anhang 2

September 1970

Tag		24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.	1.Oktober	
Lufttemp.	D	10.2	14.6	11.5	10.8	11.2	11.2	12.2	10.9	Ø 11.4°
Windst.	D	2.0	2.7	2.3	2.0	3.3	1.0	2.3	3.0W	
Bedeckung	D	5.0	6.7	5.7	5.3	3.3	2.0	8.3	6.3	
Niederschläge	D	---	---	2.1	0.2	---	---	0.1	5.9	Ø 44.5 mm
	L	---	---	0.9	---	---	---	1.0	2.3	Ø 48.1 mm
									Damme	Ø 49.7(83%)

Oktober 1970

Lufttemperatur D Ø 9.8°
Niederschläge D Ø 98.1 mm
L Ø 86.9 mm
Damme Ø 120.7 mm (198%)

November 1970

Tag		2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.November	
Lufttemp.	D	11.3	11.8	9.6	7.8	6.9	2.5	3.0	8.2	
Windst.	D	1.7	5.3	3.7	3.3	0.7	1.0	3.3	5.0 W	
Bedeckung	D	6.7	6.7	6.0	3.7	6.0	6.7	6.7	3.7	
Niederschläge	D	5.4	21.6	7.6	9.3	5.3	5.5	---	0.4	
	L	10.1	20.3	8.6	8.5	5.4	2.1	---	1.5	Ø 89.1 mm
									Damme	Ø 84.6(128%)

April 1971

Tag		16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.April	
Lufttemp.	D	10.6	6.0	10.8	9.6	10.6	10.3	15.1	13.8	Ø 7.8°
Windst.	D	4.0	3.7	2.3	3.0	2.7	2.7	3.3 SSE	4.0	
Bedeckung	D	3.7	5.3	3.0	3.3	4.0	5.3	2.3	4.3	
Niederschläge	D	0.8	---	---	---	----	---	---	---	Ø 10.1 mm
	L	---	1.7	0.8	---	---	---	---	---	Ø 11.3 mm
									Damme	Ø 12.0(25%)

Mai 197

Tag		15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.Mai	
Lufttemp.	D	16.1	15.1	19.9	16.3	13.6	13.8	13.6	15.7	Ø 14.1°
Windst.	D	2.3	1.7	4.7	2.7	2.3	1.7	2.0 NE	2.3	
Bedeckung	D	4.0	5.0	3.0	4.7	4.0	4.7	3.3	5.7	
Niederschläge	D	---	10.3	0.5	---	---	---	---	---	Ø 38.9 mm
	L	---	---	15.4	0.6	---	---	---	---	Ø 39.8 mm
									Damme	Ø 33.5(69%)

Juni 1971

Lufttemperatur	D	Ø 14.5°
Bedeckung	D	Ø 5.2/8
Niederschläge	D	Ø 98.4 mm
	L	Ø 151.5 mm
	Damme	Ø 104.0 (191%)

Juli 1971

Tag		9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16. Juli	
Lufttemp.	D	23.4	19.6	20.2	17.0	15.2	15.2	17.8	13.9	Ø 17.7°
Windst.	D	1.0	0.7	1.0	1.7	2.7	2.7	3.3W	3.3W	
Bedeckung	D	1.3	2.3	1.7	4.0	3.7	7.3	5.0	1.7	
Niederschläge	D	---	---	---	---	---	0.6	---	---	Ø 45.0 mm
	L	---	---	---	---	---	---	1.0	---	Ø 41.1 mm
									Damme	Ø 35.8(36%)

August 1971

Lufttemperatur	D	Ø 17.5°
Bedeckung	D	4.1/8
Niederschläge	D	Ø 68.7 mm
	L	Ø 46.1 mm
	Damme	Ø 53.3 mm (71%)

September 1971

Tag		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8. September	
Lufttemp.	D	16.4	14.0	16.9	15.0	12.7	13.6	13.2	14.2	Ø 12.6
Windst.	D	4.7	2.3	2.0	2.0	2.0	1.7	1.7 NE	2.0	
Bedeckung	D	5.0	1.7	5.3	4.0	4.0	2.7	1.0	2.0	
Niederschläge	D	0.5	---	---	---	0.1	---	---	---	Ø 35.5 mm
	L	2.2	---	---	1.0	---	---	---	---	Ø 41.8 mm
									Damme	Ø 40.6(68%)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Naturhistorischen Gesellschaft Hannover

Jahr/Year: 1974

Band/Volume: 118

Autor(en)/Author(s): Fauth Heinrich, Merkt Josef

Artikel/Article: Ergebnisse der chemischen Untersuchungen des Dümmer 1970/71 131-161