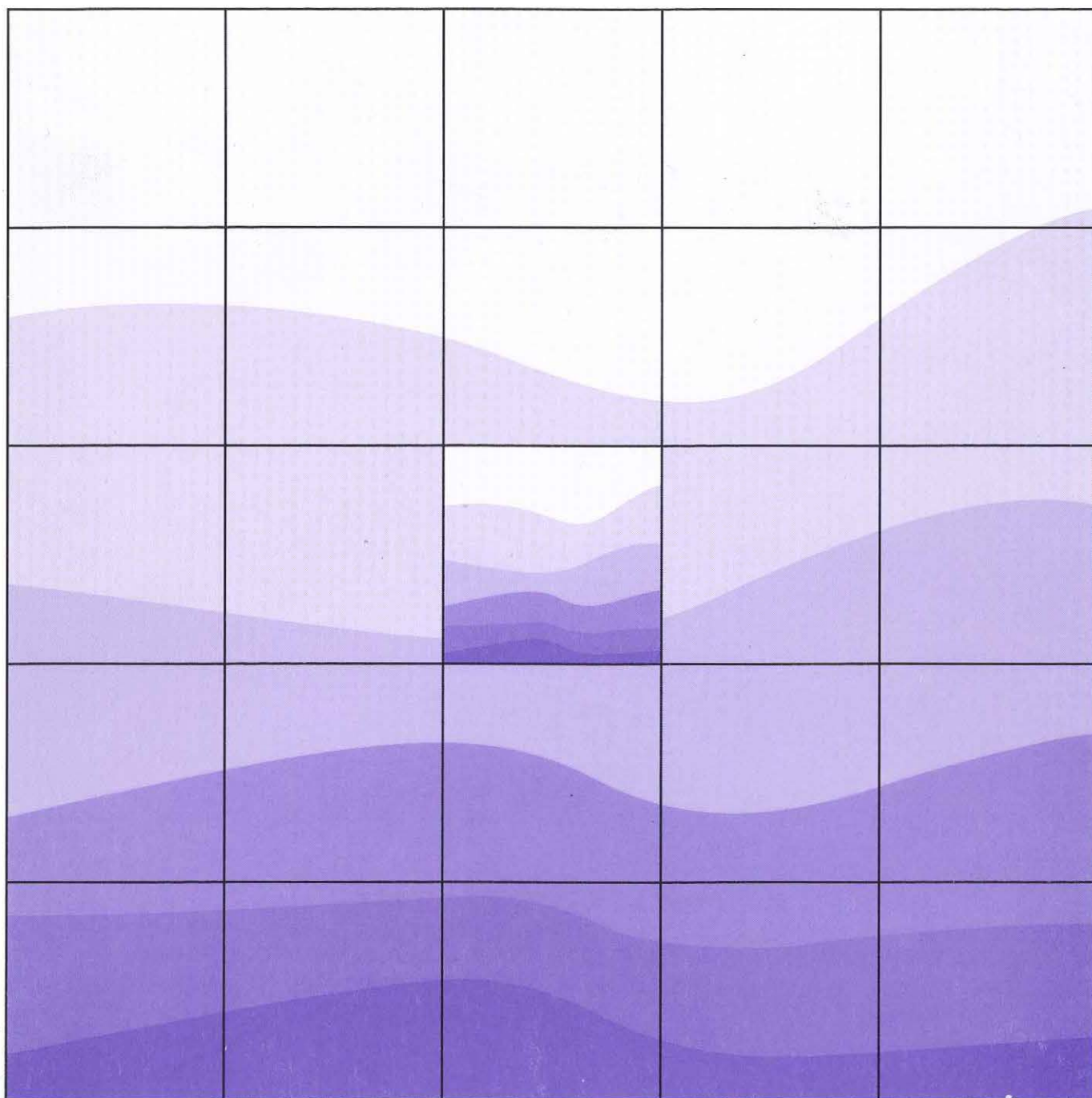




Seenbericht Gudower See/ Sarnekower See



Landesamt für Wasserhaushalt
und Küsten Schleswig-Holstein

LW 312 - 5203.71-21

G U D O W E R S E E

S A R N E K O W E R S E E

(Kreis Herzogtum Lauenburg)

Bericht über die Untersuchung des
Zustandes des Gudower Sees und des Sarnekower Sees
von April 1987 bis März 1988

Kiel 1989



Luftbild des Sarnekower Sees (oben)
und des Gudower Sees (unten)

Maßstab: 1 : 10 000

Aufnahmedatum: 10.9.1988

Freigegeben durch Reg. Präs. Münster Nr. 10307/88

Zum Geleit

Die 293 Seen in Schleswig-Holstein sind in ihrer ökologischen Vielfalt eine Besonderheit des Landes. Sie stellen für die Verflechtung von Lebensgemeinschaften, für die Regeneration von Oberflächengewässern und die Verteilung der Organismen-Arten einen wesentlichen Landschaftsbestandteil dar. Seen sind auch für das Klima, die Erholung und den Sport sowie die Fischerei wichtige Elemente. Schleswig-Holstein hat in seinen Seen einen erheblichen Anteil an den 7.000 Tierarten der Seen Mitteleuropas. Nicht nur Wasserbesiedler, von den einfachsten Produzenten, den pflanzlichen Algen, bis zu den Fischen und Wasservögeln sind für die Seen-Ökosysteme typisch, sondern auch solche Organismen, die sowohl auf den Wasserbereich als auch auf den Landbereich in ihrer Entwicklung angewiesen sind - die sog. amphibischen Arten. Eine besondere ökologische Bedeutung kommt den Ufersäumen der Seen zu, die eine besondere Artenkombination aufweisen. In den ständig wasserbedeckten Uferbereichen liegt das Laichgebiet für Fische und die Brutzone vieler Vogelarten. Sie stellt eine wichtige Schutzzone der Seen gegen negative Einflüsse des Landes dar und ist für die Regeneration der Wasserqualität wichtig.

Die meisten schleswig-holsteinischen Seen leiden heute unter einem Übermaß an Nährstoffen. Sichtbare Folge sind die intensive Grün- oder Braunfärbung durch Algenmassenentwicklung im Sommer, sind die sauerstofflosen Zonen im Tiefenwasser und die Faulschlamm-Bildung auf dem Grund des Sees, der meist ohne jede Lebewesen ist.

Extreme Algenblüten und extreme Faulschlamm-Bildung wurden erfreulicherweise im Rahmen der Seenuntersuchung weder beim Gudower noch beim Sarnekower See bisher festgestellt. Dennoch trägt das äußere Erscheinungsbild dieser idyllisch anmutenden Waldseen - wie so oft in der Ökologie. Sauerstoffmangel im Tiefenwasser beider Seen, durch den Menschen stark gestörte Uferzonen im Norden des Gudower Sees und erhebliche Algenblüten sind die deutlichsten Zeichen nachteiliger Einwirkung auf die Seen. Eine erhebliche Verminderung vor allem der Phosphatbelastung durch den Stichelsbach - wie im Bericht erläutert -

und eine Beseitigung der Zergliederung des Ufergürtels durch die Anliegernutzung in Gudow sind die wichtigsten Schritte zur Erhaltung dieser beiden ökologisch für die Landschaft im Südosten des Landes so wichtigen Seen.

Der vorliegende Seenbericht wird durch seine gründliche Analyse der ökologischen Werte eine wichtige Hilfe für das notwendige umfassende Schutzprogramm der Landesregierung sein.



Prof. Dr. Berndt Heydemann
Minister für Natur, Umwelt und Landesentwicklung
des Landes Schleswig-Holstein

E i n f ü h r u n g

Über die Beschaffenheit der rund 300 schleswig-holsteinischen Seen gibt es nur recht wenige umfassende fachliche Dokumentationen. Das Landesamt für Wasserhaushalt und Küsten wurde daher im Jahre 1973 von der Landesregierung beauftragt, im Rahmen eines fortlaufenden Untersuchungsprogramms den Zustand der Seen zu erkunden und darzustellen.

Hierzu werden Erhebungen und Untersuchungen zur Morphologie, zum Wassermengenhaushalt und zum Stoffhaushalt angestellt und biologische Bestimmungen und Kartierungen durchgeführt. Neben den Freiwasseruntersuchungen werden Kartierungen der Flora und Fauna der Gewässersohle und des Ufers vorgenommen. Hier siedeln Organismen, die durch ihre spezifischen Lebensansprüche Indikatoren für den Zustand eines Gewässers sind.

Soweit erforderlich und möglich, sind Vorschläge für gezielte Erhaltungs- und Sanierungsmaßnahmen an den Seen zu erarbeiten. Um den Eintrag gewässerbelastender Nährstoffe abzuschätzen, werden deshalb auch die Zu- und Abflüsse beprobt.

Da ein See im Jahresgang starken Veränderungen unterworfen ist, genügen stichprobenartige Untersuchungen nicht. Die Untersuchungen werden deshalb mindestens einmal im Monat und mindestens ein Jahr lang durchgeführt.

Die Daten, die dem Bericht über den Gudower und den Sarnekower See zugrundeliegen, wurden in der Zeit von April 1987 bis März 1988 ermittelt. Der Bericht enthält, über die ausführliche Zustandsbeschreibung hinaus, Sanierungsvorschläge zur erforderlichen Verminderung der externen Belastung mit Nährstoffen (Ziffer 9, 10).

Die Auswertung der Daten und die Berichterstattung wurden weitgehend von Frau Dipl.-Biologin Anita Stimpfig im Rahmen ihrer Mitarbeit im Landesamt vorgenommen.

Landesamt für Wasserhaushalt
und Küsten
Schleswig-Holstein

Peter Petersen

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung

Charakteristische Daten	Seite
1. Einleitung	1
2. Naturbeschreibung	2
2.1 Topographie	2
2.2 Morphogenese	7
3. Art und Umfang der Untersuchungen	9
4. Wassermengenhaushalt	11
4.1 Einzugsgebiet	11
4.2 Pegelstandorte	11
4.3 Niederschlag	13
4.4 Lufttemperatur	14
4.5 Verdunstung	15
4.6 Wasserstände	16
4.7 Zulauf	17
4.8 Ablauf	18
4.9 Wasserbilanz	20
5. Gewässerbeschaffenheit des Gudower Sees	22
5.1 Chemische und physikalische Charakterisierung	22
5.1.1 Temperatur	22
5.1.2 pH-Wert	23
5.1.3 Leitfähigkeit	24
5.1.4 Sauerstoffverhältnisse	24
5.1.5 Stickstoffhaushalt	26
5.1.6 Phosphorhaushalt	29
5.2 Biologische Charakterisierung	30
5.2.1 Sichttiefe und Chlorophyll	30
5.2.2 Phyto- und Zooplankton	33
5.2.3 Ufer- und Unterwasservegetation	38
5.2.4 Litoral- und Profundalfauna	43
5.2.5 Bodenbeschaffenheit	47
6. Gewässerbeschaffenheit des Sarnekower Sees	48
6.1 Chemische und physikalische Charakterisierung	48
6.1.1 Temperatur	48
6.1.2 pH-Wert	50
6.1.3 Leitfähigkeit	50
6.1.4 Sauerstoffverhältnisse	51
6.1.5 Stickstoffhaushalt	53
6.1.6 Phosphorhaushalt	55
6.2 Biologische Charakterisierung	57
6.2.1 Sichttiefe und Chlorophyll	57

	Seite
6.2.2	Phyto- und Zooplankton 59
6.2.3	Ufer- und Unterwasservegetation 63
6.2.4	Litoral- und Profundalfauna 68
6.2.5	Bodenbeschaffenheit 71
7.	Gewässerbeschaffenheit der Zu- und Abflüsse 72
7.1	Chemische Beschaffenheit 72
7.2	Biologische Beschaffenheit 78
8.	Bewertung des Trophiegrades anhand verschiedener Trophiemodelle 80
8.1	Einstufung nach FORSBERG & RYDING 80
8.2	Einstufung nach OECD 84
9.	Einfluß des Stichelsbaches und des Einzugsgebietes auf die Trophie des Gudower und des Sarnekower Sees 86
10.	Sanierungsvorschläge 95
11.	Literaturverzeichnis 97
12.	Datenanhang

Kurzfassung

Das Landesamt für Wasserhaushalt und Küsten Schleswig-Holstein untersuchte die im Kreis Herzogtum Lauenburg gelegenen Seen Gudower See und Sarnekower See sowie deren Zu- und Abflüsse vom April 1987 bis einschließlich März 1988 hinsichtlich des Wassermengenhaushaltes, der Wasserbeschaffenheit und des Gewässerzustandes. Während der Sommermonate wurden in 14-tägigem Rhythmus Proben aus 1 m Wassertiefe und 1 m über Grund genommen. Während der übrigen Zeit und an den Zu- und Abflüssen fand eine monatliche Beprobung statt.

Aus den Messungen zum Wasserhaushalt ergab sich, bezogen auf das langjährige Mittel, daß das Abflußjahr 1987 zu feucht war (127 % Niederschlag) und daß die Jahresdurchschnittstemperatur der Luft um 1,0 °C zu kalt war. Die Wasserbilanz für das Einzugsgebiet der Seen ist für den Untersuchungszeitraum positiv. Abfluß und Verdunstung waren um 440 mm niedriger als der gefallene Niederschlag (1260 mm).

Gudower See

Der Gudower See ist der südöstliche Ausläufer der Mölln-Gudower Seenrinne. Seine Oberfläche beträgt 0,7 km², die mittlere Tiefe liegt bei 4,9 m mit einer Maximaltiefe von 9,7 m. Die Uferlänge beläuft sich auf 3,6 km, das Seevolumen beträgt 3,4 x 10⁶ m³. Das oberirdische Einzugsgebiet umfaßt eine Fläche von 58,8 km². Die Seespiegelschwankungen betrugen im Untersuchungszeitraum maximal 0,52 m.

Am Nordufer des Sees liegen ein Campingplatz und eine Badestelle direkt am See. Westlich davon liegt der Ort Gudow, dessen Häuser z. T. unmittelbar an den See grenzen. Östlich des Campingplatzes befindet sich ein Gutshof. Das Süd- und Ostufer ist relativ unberührt und wird von einem Mischwaldgebiet umschlossen. Der einzige Seezufluß ist der Stichelsbach. Er entwässert ausgedehnte Moorflächen und prägt den Charakter des Sees durch eine sehr starke Zufuhr von Huminstoffen. Als Abfluß dient ein wahrscheinlich künstlich angelegter, 400 m langer Verbindungskanal zum Sarnekower See.

Die chemischen Untersuchungen zeigen ab Mai im Hypolimnion ein deutliches Sauerstoffdefizit, es konnten jedoch keine anaeroben Verhältnisse festgestellt werden. Mit Einsetzen der herbstlichen Durchmischung finden sich wieder ausgeglichene Sauerstoffwerte im See. Gesamtstickstoff- und Nitrat-/Nitritwerte sind extrem hoch, wobei deutliche jahreszeitliche Konzentrationsunterschiede zu erkennen sind. Eine Stickstofflimitierung des Sees ist auszuschließen. Die Werte für Gesamtphosphor lagen im Frühjahr und im Frühsommer zwischen 0,05 und 0,11 mg/l, während die Werte für den gelösten reaktiven Phosphor in 1 m Tiefe fast immer unterhalb der Nachweisgrenze lagen.

Der Gudower See weist nur noch am Ost- und Südufer einen geschlossenen Röhrrichtgürtel auf, der an einigen Stellen bis zu 25 m breit wird. Er wird hauptsächlich vom Gemeinen Schilf gebildet, das zum Wasser hin von der Gemeinen Teichsimse begleitet wird. Vereinzelt kommen Kalmus, Ästiger Igelkolben und Großer Schwaden vor. Am Nord- und Westufer findet sich die Gelbe Teichrose als Vertreter der Schwimmblattzone. Insgesamt kommen 17 Pflanzenarten in der Ufervegetation vor.

Unterwasserpflanzen kommen aufgrund des dystrophen Charakters des Sees mit seinen sehr geringen Sichttiefen mit Ausnahme eines sehr kleinen Bestandes an Kamm-Laichkraut nicht vor.

Die Untersuchung der Makrofauna ergab, daß die größte Artenzahl der insgesamt 62 Arten im Gelegegürtel vorkommt. Den Hauptbestandteil des Artenspektrums bilden Schnecken und Muscheln, gefolgt von Köcherfliegenlarven und Egel.

Das Phytoplankton des Sees wurde im Frühjahr von zentrischen und pennaten Kieselalgen dominiert. Ab Anfang Juli trat eine koloniebildende Blaualge (*Microcystis*) massenhaft auf, ab Mitte August trat eine weitere Blaualgenart und ein Dinoflagellat (*Ceratium*) in Massen auf. Ab Oktober nahm die Häufigkeit der Blaualgen ab, die Kieselalgen bestimmten wiederum das Phytoplanktonbild. Der relativ lange Zeitraum der Bestandsbildung durch Blaualgen kann als Hinweis auf eine erhöhte Eutrophierung verstanden werden.

Der Chlorophyllgehalt in 1 m Tiefe schwankte im Untersuchungszeitraum zwischen 2,6 und 71,4 µg/l bei einem Mittelwert von 31,1 µg/l.

Die Artenzusammensetzung des Zooplanktons entspricht weitgehend der Zusammensetzung, wie sie aus anderen eutrophen Seen der gemäßigten Klimazone bekannt ist. Bei den Rädertierchen waren Vertreter der Gattung Keratella vorherrschend, bei den Crustaceen überwogen die Copepoden. Bei den Cladoceren traten kleine filtrierende Arten z. T. recht häufig auf. Die Artenzusammensetzung und die Individuenzahl des Zooplanktons unterstreichen den eutrophen Charakter des Sees.

Berechnungen zur Einschätzung der Trophiestufe ergaben, daß der See nach dem Modell von FORSBERG & RYDING im Übergangsbereich von der eutrophen zur polytrophen (hypertrophen) Stufe liegt. Nach der von der OECD vorgeschlagenen Skalierung wäre der See im polytrophen Bereich anzusiedeln.

Sarnekwower See

Der Sarnekwower See schließt sich an den Gudower See an, beide sind durch einen ca. 400 m langen Graben miteinander verbunden. Außer dem Graben mündet noch ein kleiner Waldbach in den See. Der Mühlenbach bildet den durch eine kleine Stauanlage regelbaren Abfluß des Sees. Die Seeoberfläche beträgt $0,24 \text{ km}^2$, das Seevolumen $1,9 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Mit einer mittleren Tiefe von 7,9 m und einer Maximaltiefe von 17,3 ist der See im Verhältnis zu seiner Uferlänge von 1,9 km recht tief. Das Einzugsgebiet umfaßt eine Gesamtfläche von $62,6 \text{ km}^2$. Die Schwankungen des Seespiegels betrugen im Untersuchungszeitraum maximal 0,66 m.

Der Sarnekwower See liegt in einer völlig von Mischwald umgebenen Senke. Ein Rundwanderweg, der das Ufer unbeeinflusst läßt und eine Anglerhütte mit Bootsteg stören die Natürlichkeit der Landschaft kaum. Der Zufluß aus dem Gudower See bewirkt eine starke Braunfärbung des Seewassers durch Huminstoffe.

Der See weist aufgrund seiner Lage und seiner Morphologie vom Frühjahr bis in den November hinein eine z. T. extreme thermische Schichtung auf. Die chemischen Untersuchungen zeigten, daß schon ab April bis in den November ein Sauerstoffdefizit im Hypolimnion herrschte, das tierisches Leben in

diesem Bereich unmöglich machte. Im Epilimnion traten Sauerstoffübersättigungen (bis zu 197 %) besonders während der Frühjahrsblüte und Mitte August/Anfang September auf. Ähnlich wie der Gudower See zeichnet sich der Sarnekower See durch eine ganzjährig hohe Stickstoffbelastung aus. Nitratstickstoff stand den Algen während der gesamten Vegetationsperiode ausreichend zur Verfügung. Im Hypolimnion reicherte sich während der Stagnationsphase Ammoniumstickstoff bis maximal 2,57 mg/l an. Die Gesamthosphorkonzentrationen im Epilimnion lagen während der Untersuchungszeit zwischen 20 und 300 µg/l, der Gehalt an gelöstem reaktivem Phosphor lag von Mai bis Ende September unter der Nachweisgrenze. Zu dieser Zeit kam es, bedingt durch die starke thermische Schichtung, im Hypolimnion zu einer Phosphoranreicherung, wobei der größte Teil des Gesamthosphorgehaltes in anorganischer Form als gelöster reaktiver Phosphor vorlag.

Ein fast geschlossener Gelegürtel säumt das von Mischwald umgebene Ufer, der in den schattenreicheren Teilen des Westufers schmaler ist. Hauptbestandteil der Röhrichtgesellschaft ist das Gemeine Schilfrohr, dem wasserseits die Seebinde beigemischt ist. Am Auslauf des Mühlenbaches und in der flachen Nordwestbucht kommt der Schmalblättrige Rohrkolben in kleineren Beständen vor, begleitet vom Ästigen Igelkolben, der Schwanenblume und dem Kalmus. An Großseggen kommt nur eine Art in der Nordwestbucht vor. Insgesamt wurden im Röhrichtgürtel 16 Pflanzenarten gefunden.

Die Schwimmblattzone besteht aus wenigen Exemplaren der Gelben Teichrose im südwestlichen Teil des Sees. An Unterwasserpflanzen kommt nur das Kamm-Laichkraut vor. Im Vergleich zum Gudower See sind dessen Bestände etwas größer. Das Vorkommen beschränkt sich aufgrund der starken Braunfärbung des Sees auf die Tiefenzone bis 1,5 m.

Die Untersuchung der Makrofauna ergab, daß die größte Zahl der über 50 festgestellten Taxa im Schilfgürtel vorkommt. Auch im Sarnekower See bilden Schnecken und Muscheln den Hauptbestandteil der Fauna, gefolgt von Egel, Köcherfliegenlarven und Käfern.

Das Phytoplankton ist im Vergleich zum Gudower See etwas artenreicher. Seine jahreszeitliche Entwicklung verlief ähnlich wie im Gudower See: Im Frühjahr

dominierten Kieselalgen, insbesondere *Asterionella*, *Fragilaria* und *Melosira*. Nach dem Rückgang der Kieselalgen im Frühsommer waren Grünalgen und der Dinoflagellat *Ceratium hirundinella* vorherrschend. Bereits Anfang Juni waren Blaualgen in nennenswerter Dichte zu beobachten, die anschließend die Spätsommerblüte bildeten. Ab Oktober traten wieder verstärkt Kieselalgen auf. Der Jahresgang der Chlorophyllkonzentrationen zeigt dementsprechend zwei Maxima: Die Frühjahrsblüte Ende April mit $95,7 \mu\text{g/l}$ und die Spätsommerblüte Anfang September mit $92,0 \mu\text{g/l}$ in 1 m Tiefe. Die Chlorophyllgehalte in 1 m Tiefe lagen während der Untersuchungszeit zwischen $5,2 \mu\text{g/l}$ und $95,7 \mu\text{g/l}$ bei einem Mittelwert von $34,7 \mu\text{g/l}$.

Die Entwicklung des Zooplanktons war weitgehend identisch mit der des Gudower Sees. Bei den Crustaceen waren die Cyclopiden während der ganzen Beprobungszeit dominierend. Die Daphniden waren im Sarnekower See im Frühsommer und im Herbst etwas häufiger als im Gudower See. Die Rädertiere zeigten eine auffällige Artenarmut.

An den Parametern Gesamtphosphor, Chlorophyll a und Sichttiefe gemessen wäre der Sarnekower See nach FORSBERG & RYDING dem eutrophen Typus zuzuordnen, nach dem Parameter Gesamtstickstoff dem polytrophen (hypertrophen) Typus. Eine ähnliche Einstufung ergibt die Anwendung der OECD-Tabelle: der Gesamtphosphorgehalt liegt im eutrophen, die übrigen Parameter liegen im polytrophen Bereich.

Hauptverursacher der starken Nährstoffbelastung des Gudower und des Sarnekower Sees und der daraus resultierenden hohen Trophiestufe ist der Stichelsbach. Maßnahmen zur Verminderung der Trophie sollten daher an diesem Gewässer ansetzen. Daneben sollten alle bisher im Einzugsgebiet bestehenden Kläranlagen mit einer dritten Reinigungsstufe ausgerüstet werden. Für den Stichelsbach wird die Schaffung einer Uferschutzstreifens von 5 - 10 m Breite vorgeschlagen. Eine Renaturierung des grabenartigen Stichelsbaches würde zu einer Verbesserung der Selbstreinigung und damit zu einer weiteren Minimierung der Nährstoffbelastung der Seen führen.

Charakteristische Daten des Gudower Sees

Top. Karte (1: 25 000)	2330/2430
Flußsystem	Stichelsbach, Hellbach
Kreis	Lauenburg
Gemeinde	Gudow
Lage des Einzugsgebietes	
Rechtswert:	441520 - 442265
Hochwert:	593510 - 594821
Größe des oberirdischen Einzugsgebietes	58,8 km ²
Größe des Sees bei einem Wasserstand von 25,30 m	0,70 km ²
Mittlere Tiefe	4,9 m
Max. Tiefe	9,7 m
Extremwasserstände	
NW: August/September 1988	25,11 m
HW: im Februar 1987	25,63 m
MW: im Abflußjahr 1987/88	25,29 m
Seevolumen bei Wasserstand 25,30 ü. NN	34 x 10 ⁶ m ³
Gesamtlänge der Uferlinie	3,6 km
Uferentwicklung (E)	1,2
Umgebungsrealfaktor (U)	84
Theoretische Aufenthaltszeit	0,47 a
Mittlere Sichttiefe	0,86 m
Elektrische Leitfähigkeit ¹⁾	524 µS cm ⁻¹
Gesamtstickstoff ¹⁾	4,77 mg/l
Nitrat/Nitritstickstoff ¹⁾	3,42 mg/l
Ammoniumstickstoff ¹⁾	0,114 mg/l
Gesamtphosphor ¹⁾	0,154 mg/l
Phosphatphosphor ¹⁾	0,066 mg/l
Organischer Kohlenstoff ¹⁾ , filtriert	21 mg/l
Chlorophyll ¹⁾	43,3 mg m ⁻³
Trophie	hypertroph

¹⁾ Mittelwerte im Oberflächenbereich während der Untersuchungszeit

Charakteristische Daten des Sarnekower Sees

Top. Karte (1 : 25 000)	2330/2430
Flußsystem	Mühlenbach/Hellbach
Kreis	Lauenburg
Gemeinde	Gudow
Lage des Einzugsgebietes	
Rechtswert:	441520 - 442265
Hochwert:	593510 - 594821
Größe des oberirdischen Einzugsgebietes	62,6 km ²
Größe des Sees bei einem Wasserstand von 25,10 m üNN	0,24 km ²
Mittlere Tiefe	7,9 m
Max. Tiefe	17,3 m
Extremwasserstände	
NW: im Dezember 1986	24,69 m
HW: Februar 1987	25,35 m
MW im Abflußjahr 1987	25,08 m
Seevolumen bei Wasserstand 25,10 ü. NN	1,9 x 10 ⁶ m ³
Gesamtlänge der Uferlinie	1,9 km
Uferentwicklung (E)	1,1
Umgebungsrealfaktor (U)	263
Theoretische Aufenthaltszeit	0,22 a
Mittlere Sichttiefe	1,34 m
Elektrische Leitfähigkeit ¹⁾	510 µS cm ⁻¹
Gesamtstickstoff ¹⁾	4,4 mg/l
Nitrat/Nitritstickstoff ¹⁾	2,7 mg/l
Ammoniumstickstoff ¹⁾	0,097 mg/l
Gesamtphosphor ¹⁾	0,107 mg/l
Phosphatphosphor ¹⁾	0,053 mg/l
Organischer Kohlenstoff ¹⁾ , filtriert	19 mg/l
Chlorophyll ¹⁾	30,3 mg x m ⁻³
Trophie	eutroph

¹⁾ Mittelwerte im Oberflächenbereich während der Untersuchungszeit

1. Einleitung

Aufgrund ihrer Morphologie und der nährstoffreichen Böden sind viele der flacheren Seen Schleswig-Holsteins natürlicherweise eutroph und unterliegen einem Alterungsprozeß mit zunehmender Verlandung. In den letzten Jahrzehnten sind jedoch viele dieser Seen durch übermäßige Nährstoffzufuhr aus der Landwirtschaft und den häuslichen Abwässern einer rasanten Eutrophierung unterworfen. Dabei kommt es zu Massenentwicklungen von Algen und damit zu einer Zunahme an abzubauender organischer Substanz. Die erhöhten Zehrungsprozesse führen im Tiefenwasserbereich zu anaeroben Verhältnissen und zur Faulschlamm-bildung.

Um den Grad der Belastung verschiedener Seen abschätzen zu können und daraus Maßnahmen abzuleiten, muß eine Klassifizierung und Bewertung des trophischen Zustandes vorgenommen werden. Dafür sind in der Vergangenheit viele Ansätze zur Einteilung und Bewertung von Seen entwickelt worden. Es gibt allerdings nach wie vor kein allgemeingültiges Einordnungsschema.

In diesem Bericht wird eine Trophiebewertung des Gudower und Sarnekower Sees nach FORSBERG & RYDING (1980) und OECD (1982) vorgenommen. Beide Modelle sind in einer Literaturstudie von HENNING (1986) ausführlich erläutert und diskutiert worden.

Darüber hinaus werden in diesem Zusammenhang die Hauptbelastungsquellen durch Nährstoffe aus den Einzugsgebieten der beiden vorgestellten Seen aufgezeigt und ein Versuch zur Abschätzung der Nährstofffrachten am Beispiel des Phosphors vorgenommen.

2. Naturbeschreibung

2.1 Topographie

Gudower und Sarnekower See liegen im Herzogtum Lauenburg, südlich von Mölln, eingebettet in ein landschaftlich reizvolles Gebiet nahe der DDR-Grenze. Beide Seen gehören zur Mölln-Gudower-Seenrinne, einer durch Bachläufe verbundenen Seenkette, die im Norden in den Elbe-Lübeck-Kanal mündet (GULSKI 1985). Ihre Lage ist in Abb. 1 dargestellt.

Der Gudower See bildet den südöstlichen Ausläufer dieser Seenrinne. Sein einziger Zufluß ist der Oberlauf des Hellbaches, der in diesem Bachabschnitt als Stichelsbach bezeichnet wird. Dieser nördliche Abschnitt des Hellbaches (Stichelsbach) verläuft durch eine Niedertaulandschaft und stellt den Abfluß mehr oder weniger großer Moore dar.

Am Nordufer des Gudower Sees grenzen ein Campingplatz und eine Badestelle direkt an den See. Westlich davon reicht die Bebauung der Ortschaft Gudow unmittelbar an den See, während sich östlich des Campingplatzes ein Gutshof anschließt. Das Süd- und Ostufer ist dagegen relativ unberührt und wird von einem Waldgebiet umschlossen.

An den Gudower See schließt sich der Sarnekower See an, die beide durch einen ca. 400 m langen Verbindungskanal miteinander verbunden sind. Außer diesem Verbindungsgraben hat der Sarnekower See einen weiteren kleinen Zufluß, den Waldbach. Der Hellbach, der vom Sarnekower See bis zur Gudower Mühle als Mühlenbach bezeichnet wird, bildet den Abfluß des Sarnekower Sees. In seinem weiteren Verlauf mäandriert der Hellbach relativ naturbelassen durch das als Naturschutzgebiet ausgewiesene reizvolle Hellbachtal und mündet schließlich in den Drüsensee (siehe Abbildung 2).

Der Sarnekower See ist gänzlich von Mischwald umgeben. Abgesehen von einem Rundwanderweg, der das Ufer unbeeinflußt läßt, sowie von einer Fischerhütte mit Bootssteg am Südufer, bietet sich ein ungestörtes Landschaftsbild.

Die morphometrischen Daten beider Seen sind in Tab. 1 zusammengefaßt.

Tabelle 1: Morphometrische Daten des Gudower und Sarnekower See

	Gudower See	Sarnekower See
Seevolumen (V_s)	$3,4 \cdot 10^6 \text{ m}^3$	$1,9 \times 10^6 \text{ m}^3$
Seeoberfläche (F_s)	$0,70 \text{ km}^2$	$0,24 \text{ km}^2$
maximale Tiefe (Z_m)	9,7 m	17,3 m
mittlere Tiefe (Z)	4,9 m	7,9 m
Seeumfang (U_s)	3,6 km	1,9 km

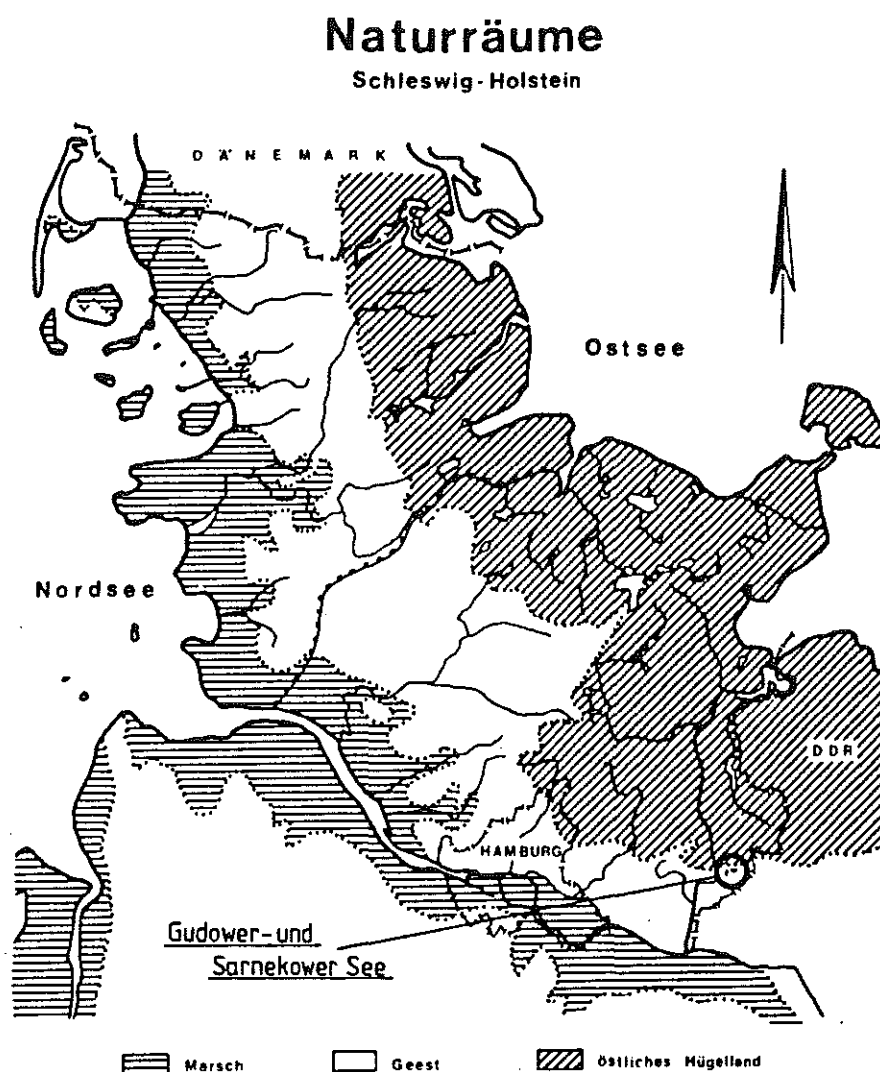


Abb. 1 Naturräume Schleswig-Holsteins

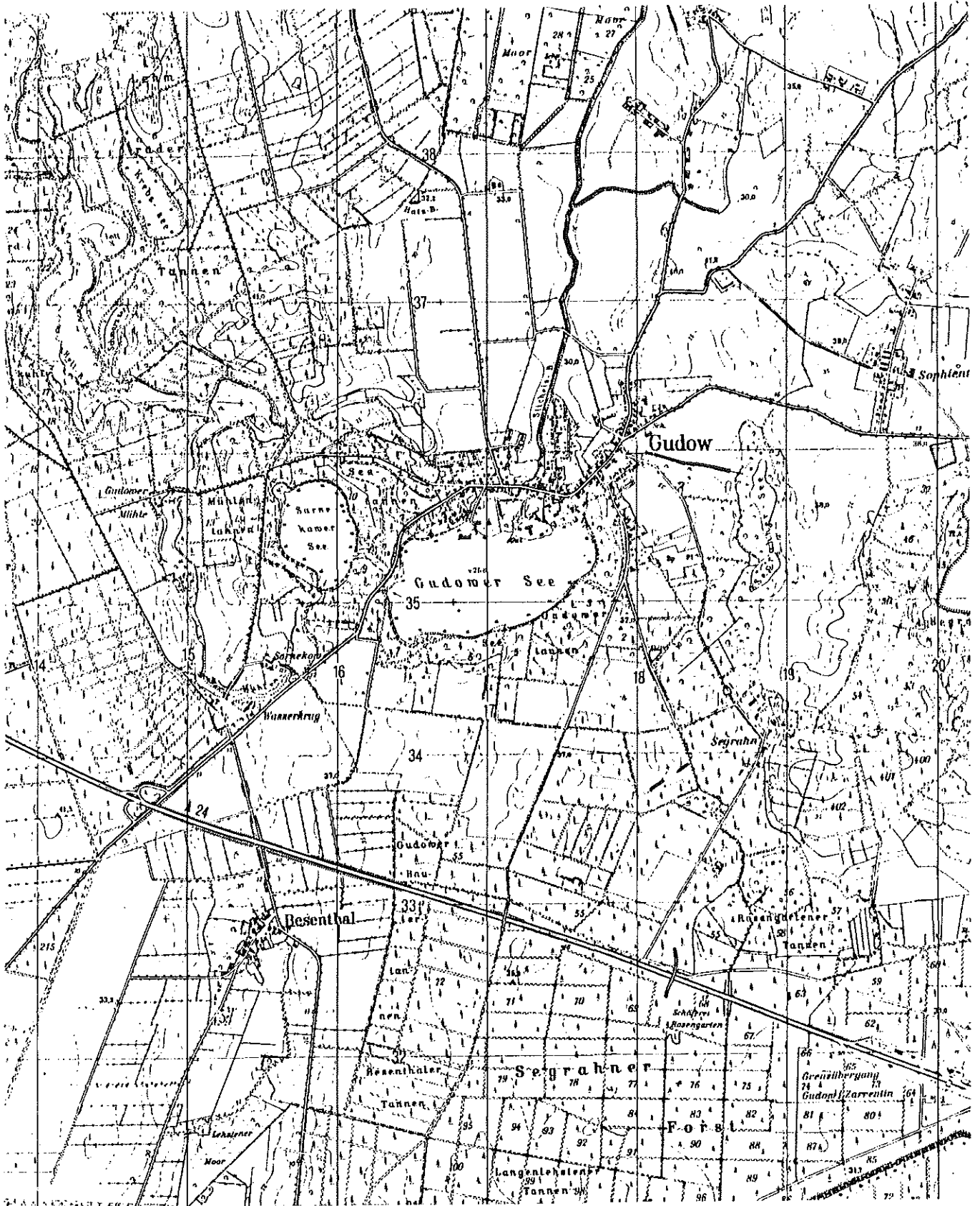


Abb. 2: Geographische Lage des Gudower und Sarnekower Sees

Abb. 4: Tiefenplan des Gudower Sees

Die Tiefenpläne beider Seen sind in den Abbildungen 3 und 4 dargestellt. Der Gudower See ist mit seiner Wasserfläche ca. dreimal so groß wie der Sarnekower See, ist aber mit seiner mittleren Wassertiefe von 4,9 m wesentlich flacher. Die maximale Wassertiefe beträgt 9,2 m, die des Sarnekower Sees 17,3 m.

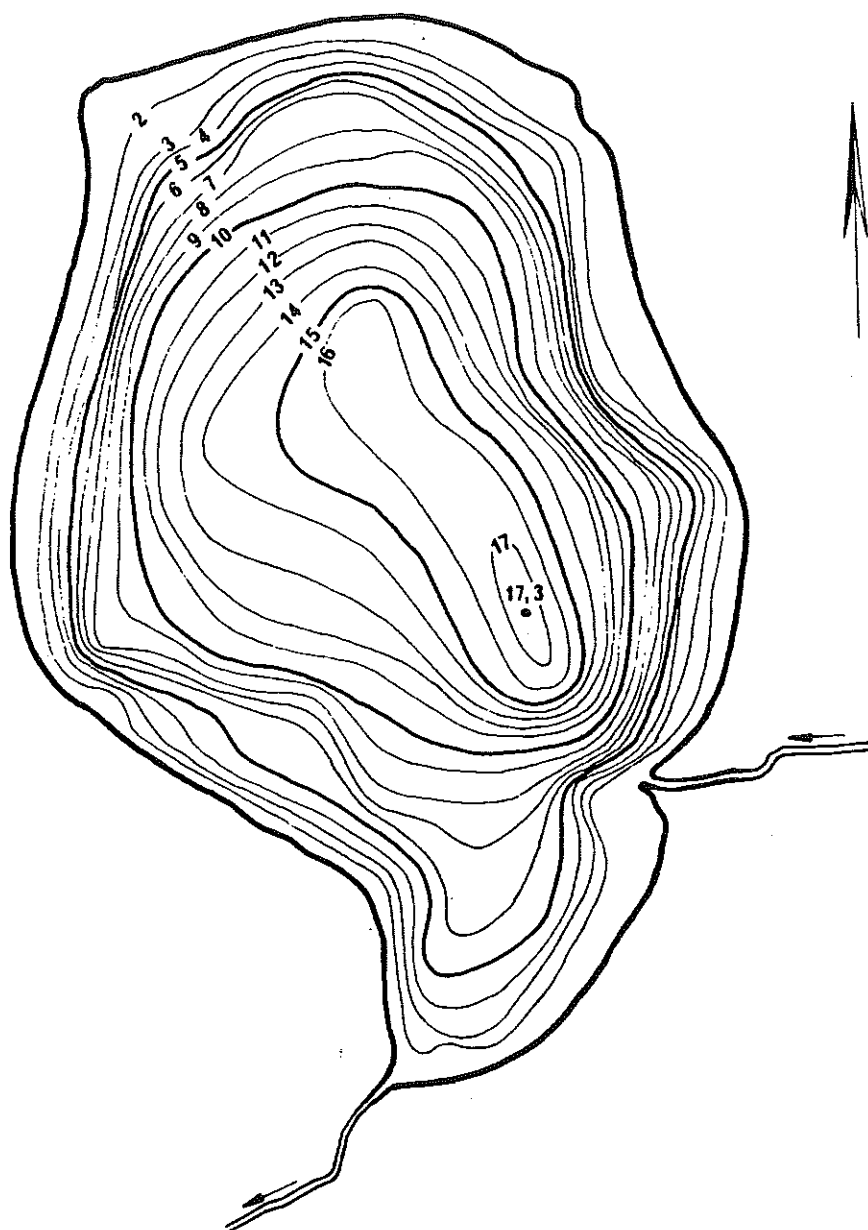


Abb. 3 Tiefenplan des Sarnekower Sees

2.2 Morphogenese

Das Gebiet um den Gudower und Sarnekower See gehört zum westmecklenburgischen Seen- und Hügelland. In diesem Naturraum erstreckt sich südlich von Mölln bis zur Elbe eine ausgedehnte weichseleiszeitliche Sanderlandschaft, der "Möllner Sander". Zwischen dem Süden des Ratzeburger Sees und der Luftlinie Segrahn - Besenthal - Güster wird das Gebiet als "Grambeker Sander" bezeichnet (Abb. 5). Der Grambeker Sander wird von der Mölln-Gudower-Seenrinne durchzogen, die als glaziales Tunneltal während der letzten Eiszeit geschaffen wurde (PIELES 1958 zit. in GULSKI 1985). Diese Rinne blieb gegen Ende der Eiszeit von Toteis erfüllt und wurde nach und nach übersandet. Bärtung (1922) ordnet den Gudower See von seiner Entstehungsgeschichte her den sogenannten Einsturzseen zu. Solche Seentypen entstanden durch das allmähliche Auftauen riesiger von Sand überschütteter Toteisblöcke, das zu einem Einsturz der darüberliegenden Sandschichten führte.

Der Sarnekower See gehört dagegen nach Bärtling (1922) zu den Ausstrudelungsseen. Diese Seen entstanden als Ausstrudelung durch am Eisrande hoch herabstürzende Schmelzwässer.. Dadurch bildeten sich tief ausgekolkte Kessel mit deutlichen Abschnittsprofilen an ihren Steilufern.

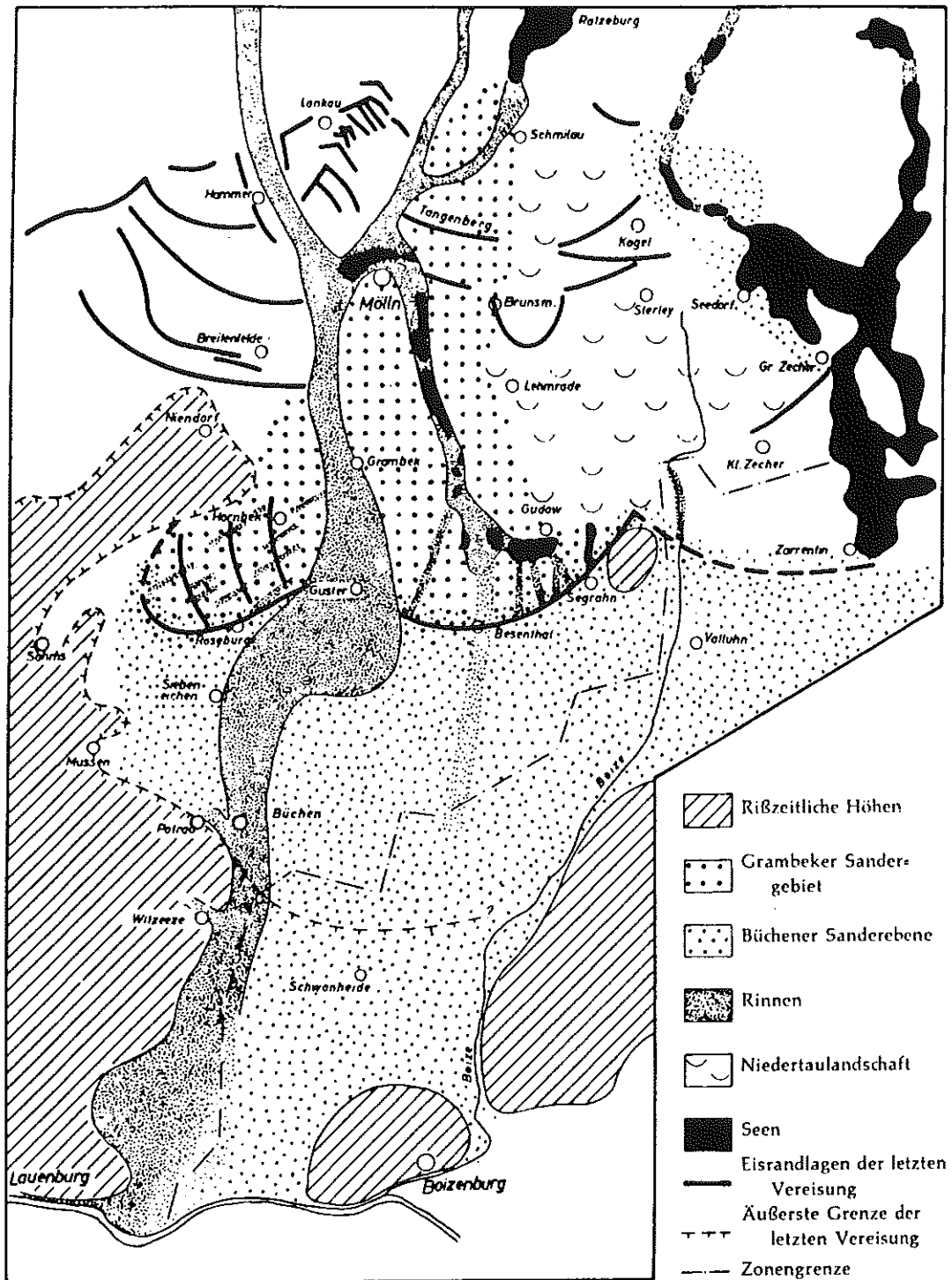


Abb. 5: Geologische Verhältnisse (nach PIELES 1958 aus GULSKI)

3. Art und Umfang der Untersuchungen

Das Landesamt für Wasserhaushalt und Küsten Schleswig-Holstein untersuchte von April 1987 bis einschließlich März 1988 den Wassermengenhaushalt und die Gewässerbeschaffenheit des Gudower und Sarnekower Sees sowie deren Zu- und Abflüsse. An insgesamt sechs Punkten wurden Meßstellen eingerichtet, die in Tabelle 2 aufgelistet sind.

Tab. 2: See- und Landmeßstellen

53-046-5.5	Gudower See, tiefste Stelle,
53-046-5.6	Sarnekower See, tiefste Stelle
53-046-5.1	Stichelsbach, Zufluß des Gudower Sees - Straßenbrücke in Gudow oberhalb der Mündung in den Gudower See
53-046-5.2	Ablauf des Gudower Sees, Zufluß des Sarnekower Sees - Fußgängerbrücke im Wald
53-046-5.3	Waldbach , Zulauf des Sarnekower Sees - Durchlaß am Rundwanderweg
53-046-5.4	Hellbach, Ablauf des Sarnekower Sees Siehe Meßstelleneintragung in Abb. 6

Die Landmeßstellen, d. h., die Zu- und Abläufe beider Seen wurden einmal monatlich beprobt; das Freiwasser der Seen (Seemeßstellen 5.5 und 5.6) wurde während der Vegetationsperiode von April bis Oktober 1987 in zweiwöchigem Rhythmus untersucht. Während der Wintermonate sollte eine monatliche Beprobung erfolgen, die jedoch wegen Eisbedeckung bzw. technischer Schwierigkeiten für den Gudower See von November 1987 - Januar 1988 und für den Sarnekower See von Dezember 1987 - Januar 1988 ausfallen mußte. Während des gesamten Untersuchungszeitraumes wurden am Gudower See an insgesamt 16 Terminen und am Sarnekower See an 17 Terminen Proben für chemisch - physikalische und biologische Untersuchungen entnommen.

An den Seemeßstellen wurde jeweils eine Probe aus dem Oberflächenbereich (1 m Wassertiefe) und eine Probe aus dem Tiefenwasser, beim Gudower See aus 8,5 m Tiefe und beim Sarnekower See aus 15 m Wassertiefe entnommen.

An jedem Probesternin wurden folgende chemisch-physikalischen Parameter untersucht:

Sichttiefe, pH, Leitfähigkeit, Chlorid, Temperatur, anorganischer und organischer Kohlenstoff, Sauerstoffgehalt und -sättigung, anorganische Stickstofffraktionen, Gesamtstickstoff, gelöster reaktiver Phosphor und Gesamtphosphor.

Für die biologische Charakterisierung der beiden Seen wurden die Chlorophyllgehalte bestimmt und die Artenzusammensetzung des Planktons erfaßt. Die Untersuchung des Planktons führte H. Simman am Landesamt für Wasserhaushalt und Küsten Schleswig-Holstein durch. Die Auswertung der Planktonproben erfolgte semiquantitativ mit einer Skalierung der geschätzten Häufigkeiten von 1 bis 7.

Eine Kartierung der Ufervegetation und eine semiquantitative Erfassung der Litoral- und Profundalfauna wurden von PAHNKE und PAHNKE (1987) im Auftrag des Landesamtes durchgeführt. Die submerse Makrophytenvegetation wurde von GRUBE (1987) mittels Tauchkartierung erfaßt.

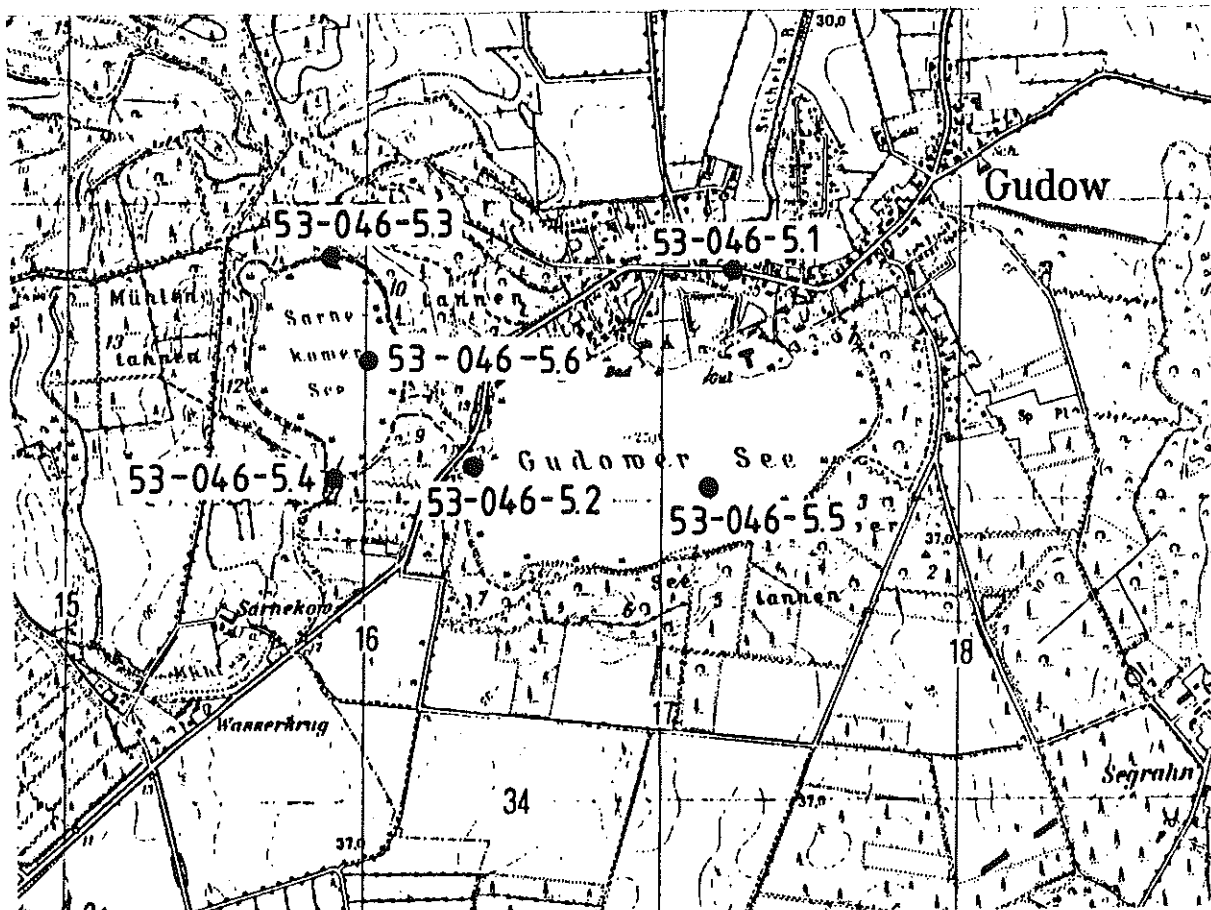


Abb. 6: Meßstellen am Gudower und Sarnekower See

4. Wassermengenhaushalt

4.1 Einzugsgebiete

Die nach dem gewässerkundlichen Flächenverzeichnis ermittelten oberirdischen Einzugsgebiete des Gudower und Sarnekower Sees unterscheiden sich durch ihre räumliche Nähe nur geringfügig. Das Einzugsgebiet des Gudower Sees umfaßt eine Gesamtfläche von insgesamt $58,8 \text{ km}^2$, das des Sarnekower Sees eine Fläche von $62,6 \text{ km}^2$ (siehe Abb. 7).

Im Verhältnis zur kleinen Seeoberfläche beider Seen sind die Einzugsgebiete vergleichsweise groß. Der Umgebungsarealfaktor, d. h. der Quotient aus Einzugsgebiet zur Seefläche beträgt beim Gudower See 84 und beim Sarnekower See 263.

4.2 Pegelstandorte

In Abb. 8 sind die Pegelstandorte, an denen die Wassermengen erfaßt wurden, dargestellt. Die Wasserstandspegel konnten teilweise nicht unmittelbar am Zu- oder Abfluß der Seen installiert werden. Es ergaben sich deshalb für die Pegelstandorte und der anschließenden Berechnung der Wasserspenden etwas andere Einzugsgebietsflächen, die der Abb. 8 zu entnehmen sind.

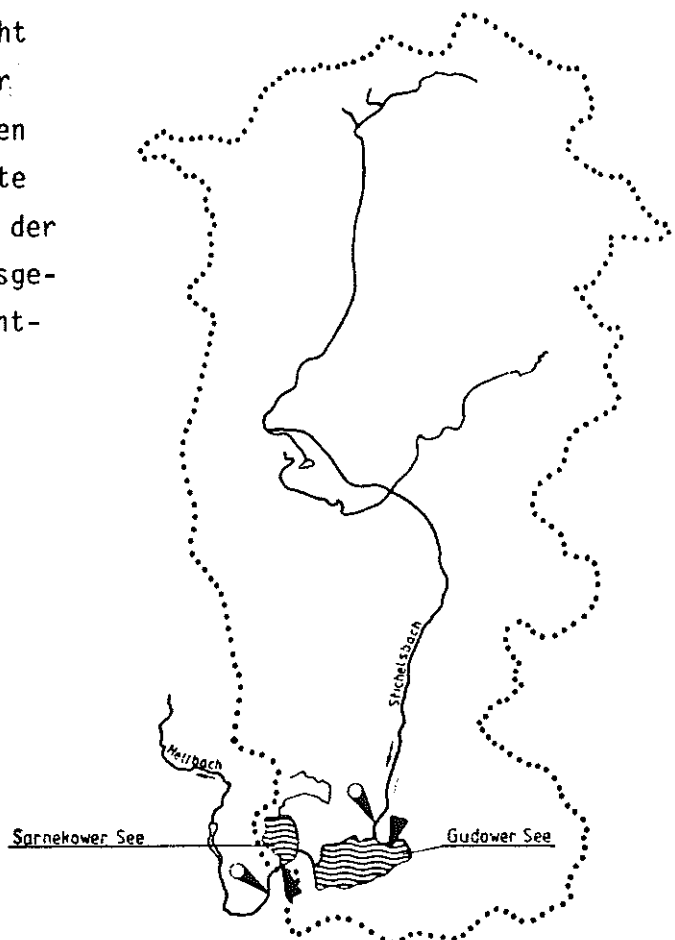


Abb. 8: Pegelstandorte



Abb. 7: Einzugsgebiete des Gudower und Sarnekower Sees

4.3 Niederschlag

Im näheren Bereich des Einzugsgebietes befinden sich mehrere Niederschlagsmeßstellen des DEUTSCHEN WETTERDIENSTES (DWD). Der ermittelte Gebietsniederschlag nach THIESSEN wurde aus dem prozentualen Flächenanteil folgender Stationen ermittelt:

Ratzeburg	35 %
Grambek	54 %
Langenlehsten	11 %

In Tabelle 3 ist der errechnete Gebietsniederschlag des Einzugsgebietes für die Abflußjahre 1987 und 1988 zusammengestellt.

Tab. 3: Monatlicher Gebietsniederschlag in mm und das langjährige Mittel 1951 - 80 der Station Mölln.

Monate Abflußjahr	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	Wi	So	Ja	%
1987	46	113	77	37	30	45	64	95	140	71	115	27	348	512	860	127
1988	73	44	87	89	89	18	30	39	87	33	47	66	400	302	702	104
1951-80	60	64	54	41	44	46	48	61	73	78	58	49	309	367	676	100

Das Sommerhalbjahr 1988 fällt noch in den Untersuchungszeitraum und war mit 400 mm (129 %) zu feucht.

Als sehr trocken ist der Monat April 1988 mit 18 mm (39 %) einzustufen.

Grambek ist die Nachfolgestation von Mölln und somit ist noch kein langjähriges Mittel von Grambek vorhanden.

Vergleicht man die gefallenen Niederschlagsmengen des Abflußjahres 1987 (127 %) mit denen des langjährigen Mittels 1951 - 80 (100 %), waren beide Halbjahre, besonders das Sommerhalbjahr, mit 512 mm (140 %), zu feucht.

Als extrem feucht können die Monate Dezember 1986, Juli und September 1987 bezeichnet werden.

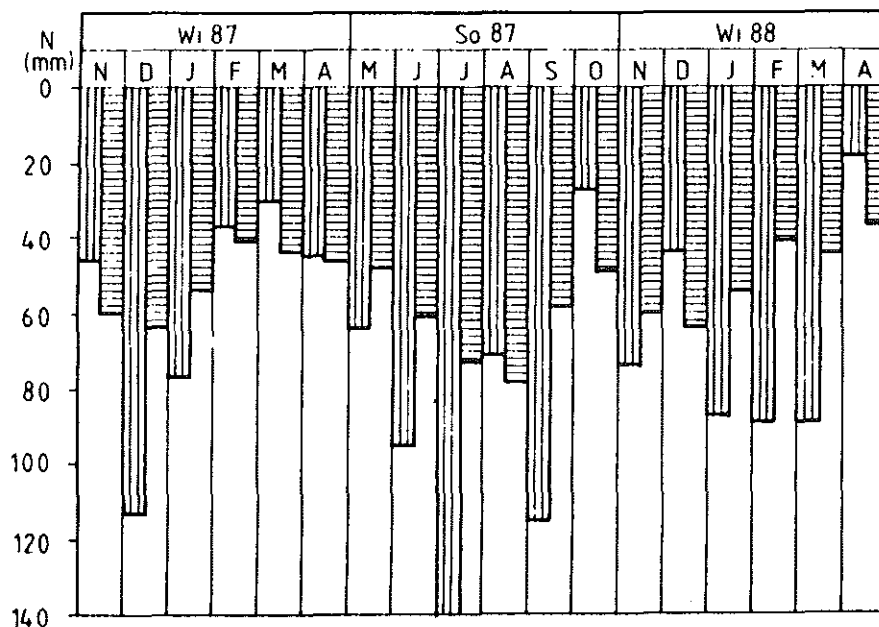


Abb. 9: Monatliche Gebietsniederschlagsmengen 1987 und Winterhalbjahr 1988 (linke Säule) und langjähriges Mittel 1951 - 80 (rechte Säule) der Station Mölln

4.4 Lufttemperatur

Am Rande des Einzugsgebietes des Gudower Sees befand sich bis 1985 eine Klimahauptstation in Mölln. Wegen Verlegung der Station nach Grambek werden die mittleren Monatstemperaturen für das Abflußjahr 1987 von Grambek denen des langjährigen Mittels von Mölln gegenübergestellt.

Tab. 4: Mittlere Monatstemperaturen und langjährige. Mittel 1951 - 80 der Klimastation Mölln

Monate	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	Wi	So	Ja
1987	6,8	2,8	-6,3	-0,6	-0,5	8,4	9,7	13,4	16,0	14,9	12,9	9,3	1,8	12,7	7,2
1988	6,3	2,6	3,8	2,9	2,9	7,3	14,1	15,3	16,9	16,3	13,3	9,1	4,3	14,2	9,2
1951-80	4,6	1,5	-0,2	-0,1	3,0	6,9	11,9	15,6	16,6	16,2	13,0	8,9	2,6	13,7	8,2

Die Jahresdurchschnittstemperatur war mit 7,2 °C im Abflußjahr 1987 um 1 °C zu kalt, im Abflußjahr 1988 mit 9,2 °C um 1 °C zu warm. Das Winterhalbjahr 1988 war mit 4,3 °C um 1,7 °C wärmer als das langjährige Mittel.

Die Abbildung 10 zeigt die Abweichung der einzelnen mittleren Monatstemperaturen vom langjährigen Mittel 1951 - 80

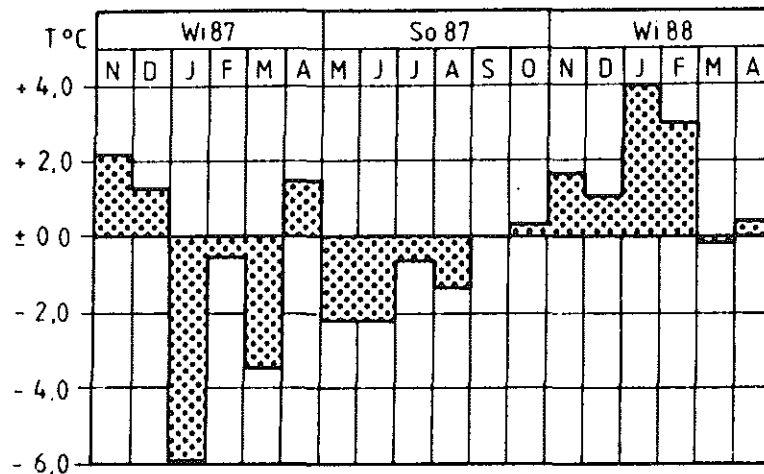


Abb. 10: Abweichung der mittleren Monatstemperaturen vom langjährigen Mittel 1951 - 80 der Klimastation Mölln

4.5 Verdunstung

Die für das Einzugsgebiet repräsentative Verdunstungsmeßstation liegt in Fuhlenhagen. Hier wird in den Sommermonaten von April bis Oktober die potentielle Verdunstung mit Hilfe eines Verdunstungskessels des Typs "Class A" gemessen.

Die Meßergebnisse dieser Station, sowie die ganzjährig nach PENMAN aus meteorologischen Daten von Fuhlenhagen errechneten Werte sind in Tabelle 5 zusammengestellt.

Tab. 5: Gemessene Verdunstungswerte (Class A) der Station Fuhlenhagen
(Abflußjahr 1987/88) in mm

Errechnete Verdunstungswerte nach PENMAN in mm

Monate Methode	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	Wi	So	Ja
Class A 1987	/	/	/	/	/	62	76	56	98	65	46	31	/	372	/
PENMAN 1987	9	5	3	11	28	51	68	60	81	57	38	27	107	331	438
Class A 1988	/	/	/	/	/	60	112	80	86	86	53	50	/	467	/
PENMAN 1988	9	5	8	15	27	50	103	73	77	74	45	23	114	395	509

4.6 Wasserstände

Im Rahmen des Untersuchungsprogramms wurden im Gudower- und Sarnekower See je ein Lattenpegel mit Schreibeinrichtung der kontinuierlichen Erfassung der Wasserstände aufgebaut. Die mittleren Monatswasserstände sind für die Abflußjahr 1987 und 1988 in folgender Tabelle zusammengestellt.

Tab. 6: Mittlerer monatlicher Wasserstand (m)

Monate	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	Wi	So	Ja
Gudower See 1987	/	25,21	25,38	25,47	25,28	25,36	25,30	25,28	25,28	25,29	25,30	25,28	25,28	25,29	25,29
" " " 1988	25,29	25,32	25,47	25,51	25,55	25,34	25,20	25,16	25,14	25,12	25,12	25,15	25,41	25,15	25,28
Sarnekower 1987	/	24,80	25,01	25,20	25,16	25,19	25,26	25,18	25,15	25,06	24,99	24,87	25,07	25,08	25,08
" " " 1988	24,92	25,02	25,16	25,17	25,22	25,09	25,08	25,10	25,05	24,92	24,87	24,89	25,10	24,98	25,04

In der Abbildung 11 sind die mittleren Monatswasserstände den Gebietsniederschlagsmengen gegenübergestellt.

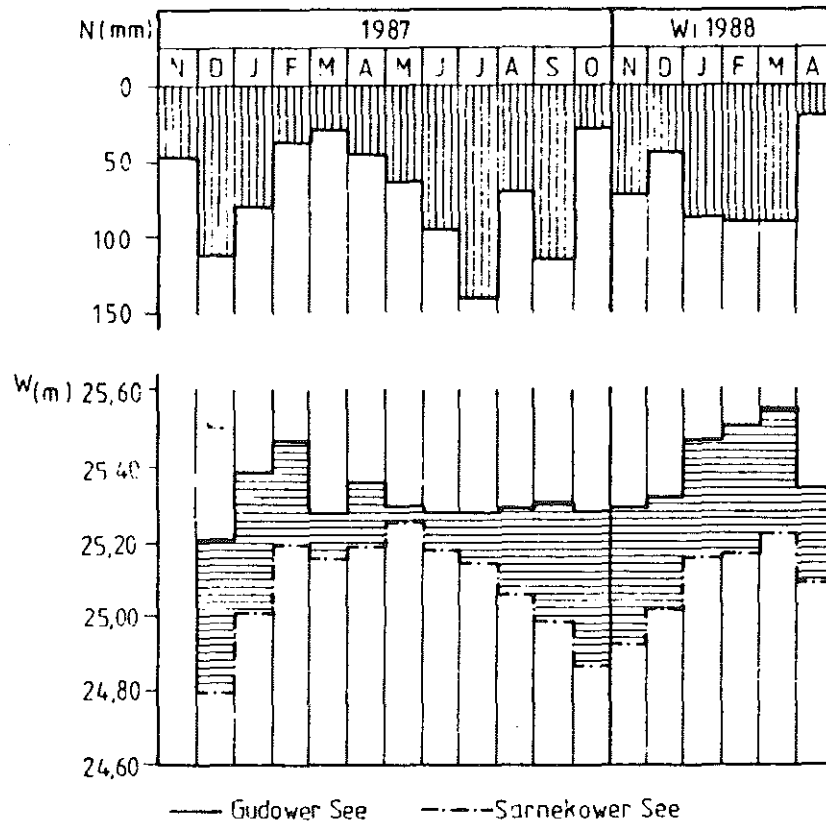


Abb. 11: Mittlere Monatswasserstände des Gudower- und des Sarnekower Sees und die monatlichen Gebietsniederschlagsmengen für das Abflußjahr 1987 und Winterhalbjahr 88

Die Differenz zwischen dem höchsten und dem niedrigsten Wasserstand betrug 1987/88 im Gudower See 52 cm und im Sarnekower See 66 cm. Die Wasserstände des Sarnekower Sees können am Auslauf mit Hilfe einer Stauanlage reguliert werden.

4.7 Zulauf

Der Hauptzulauf für den Gudower See ist der Stichelsbach (nördlicher Abschnitt des Hellbaches). Für den Untersuchungszeitraum ist im Stichelsbach die Meßstelle Gudow ($50,6 \text{ km}^2$) errichtet worden. Die für das Abflußjahr 1987

und das Winterhalbjahr 1988 errechneten Zulaufmengen sind in der Tabelle 7 wiedergegeben.

Tab. 7: Monatliche Zulaufmengen (10^5 m^3) am Pegel Gudow, die errechneten Abflußspenden (l/s km^2) und die Abflußhöhe (mm) für das Abflußjahr 1987 und das Winterhalbjahr 1988

Monate Abfluß '87	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	Wi*	So	Ja
10^5 m^3	/	5,63	10,8	14,1	6,32	6,93	3,06	3,15	4,37	4,91	9,42	3,61	43,8	28,7	72,5
l/s km^2	/	4,2	8,0	11,5	4,7	5,3	2,2	2,4	3,2	3,6	7,3	2,7	6,7	3,6	5,0
A mm	/	11	21	28	12	14	6	6	9	10	19	7	86	57	143

* Wi = 5 Monate

Monate Abfluß '88	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	Wi	So	Ja
10^5 m^3	5,92	6,63	18,8	16,3	19,3	7,04	/	/	/	/	/	/	74,0	/	/
l/s km^2	4,5	4,9	13,8	12,9	14,2	5,4	/	/	/	/	/	/	9,3	/	/
A mm	12	13	37	32	38	14	/	/	/	/	/	/	146	/	/

4.8 Ablauf

Der Ablauf des Sarnekower- und somit auch des Gudower Sees ist der Mühlenbach. Ca. 600 m hinter dem Auslaufbauwerk des Sarnekower Sees ist zur Wassermengenberechnung im Mühlenbach die Meßstelle Sarnekow eingerichtet worden. Trotz des Einflusses der Stauanlage am Seeauslauf konnten Erkenntnisse über das Abflußverhalten des Sees mit seinem Einzugsgebiet gewonnen werden. Die mit Hilfe von Abflußmessungen ermittelten monatlichen Abflußmengen sind in der Tabelle 8 zusammengestellt.

Tab. 8: Gesamtabfluß Meßstelle Sarnekow ($63,2 \text{ km}^2$) in 10^5 m^3 , Abflußspende in l/s km^2 und Abflußhöhe in mm für das Abflußjahr 1987 und 1988

Monate Abflußj. '87	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	Wi*	So	Ja
10^5 m^3	/	4,17	11,8	15,1	6,26	8,40	6,09	3,93	6,96	8,63	7,53	7,77	45,7	40,9	86,6
l/s km^2	/	2,5	6,9	9,8	3,7	5,1	3,6	2,4	4,1	5,1	4,6	4,6	5,6	4,1	4,8
A mm	/	7	19	24	10	13	10	6	11	14	12	12	73	65	138

* Wi $\hat{=}$ 5 Monate

Monate Abflußj. '88	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	Wi	So	Ja
10^5 m^3	7,65	8,69	15,6	18,2	22,4	9,08	/	/	/	/	/	/	81,6	/	/
l/s km^2	4,7	5,1	9,2	11,5	13,2	5,5	/	/	/	/	/	/	8,2	/	/
A mm	12	14	25	29	36	14	/	/	/	/	/	/	130	/	/

Der Abflußbeiwert für den Untersuchungszeitraum 1987 und Winterhalbjahr 1988 ergibt

$$\gamma = \frac{A \text{ mm}}{N \text{ mm}} = \frac{138 + 130}{860 + 400}$$

In den 18 Monaten flossen 268 mm ab (ca. $15,9 \text{ Mill. m}^3$), das entspricht 21 % der gefallenen Niederschläge.

Die drei niederschlagsreichen Monate Januar, Februar und März 1988 lassen für das Winterhalbjahr 88 etwa den gleich hohen Anteil zum Abfluß gelangen, wie das gesamte Abflußjahr 1987 aufweist.

4.9 Wasserbilanz

Die Wasserbilanz für das Einzugsgebiet des Gudower- und Sarnekower Sees war für den Untersuchungszeitraum positiv. Der Abfluß und die Verdunstung waren um 440 mm niedriger als der gefallene Niederschlag (1260 mm). Das Abflußjahr 1987, sowie das Winterhalbjahr 1988 sind beide als extrem feucht zu bezeichnen.

Ein unterirdischer Abstrom aus dem Einzugsgebiet kann aufgrund der Untersuchungen nicht ausgeschlossen werden. Die einzelnen Wasserhaushaltsgrößen sind in Form einer Jahresbilanz in Tab. 9 aufgeführt.

Tab. 9: Jahresbilanz in mm für das Abflußjahr 1987 und das Halbjahr 1988

1987												
Wasser- haushaltsgr. Monate	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O
h _N	46	113	77	37	30	45	64	95	140	71	115	27
h _A	/	7	19	24	10	13	10	6	11	14	12	12
h _V PENMAN	9	5	3	11	28	51	68	60	81	57	38	27
h _S	/	111	55	2	-8	-19	-13	29	48	0	65	-12

1988								
Wasser- haushaltsgr. Monate	N	D	J	F	M	A	Unters. Zeitraum	%
h _N	73	44	87	89	89	18	1260	100
h _A	12	14	25	29	36	14	268	21
h _V PENMAN	9	5	8	15	27	50	552	44
h _S	52	25	54	45	26	-46	440	35

Ein graphische Darstellung der Wasserbilanz 1987/88 für das Einzugsgebiet der beiden Seen ist in Abb. 12 gegeben.

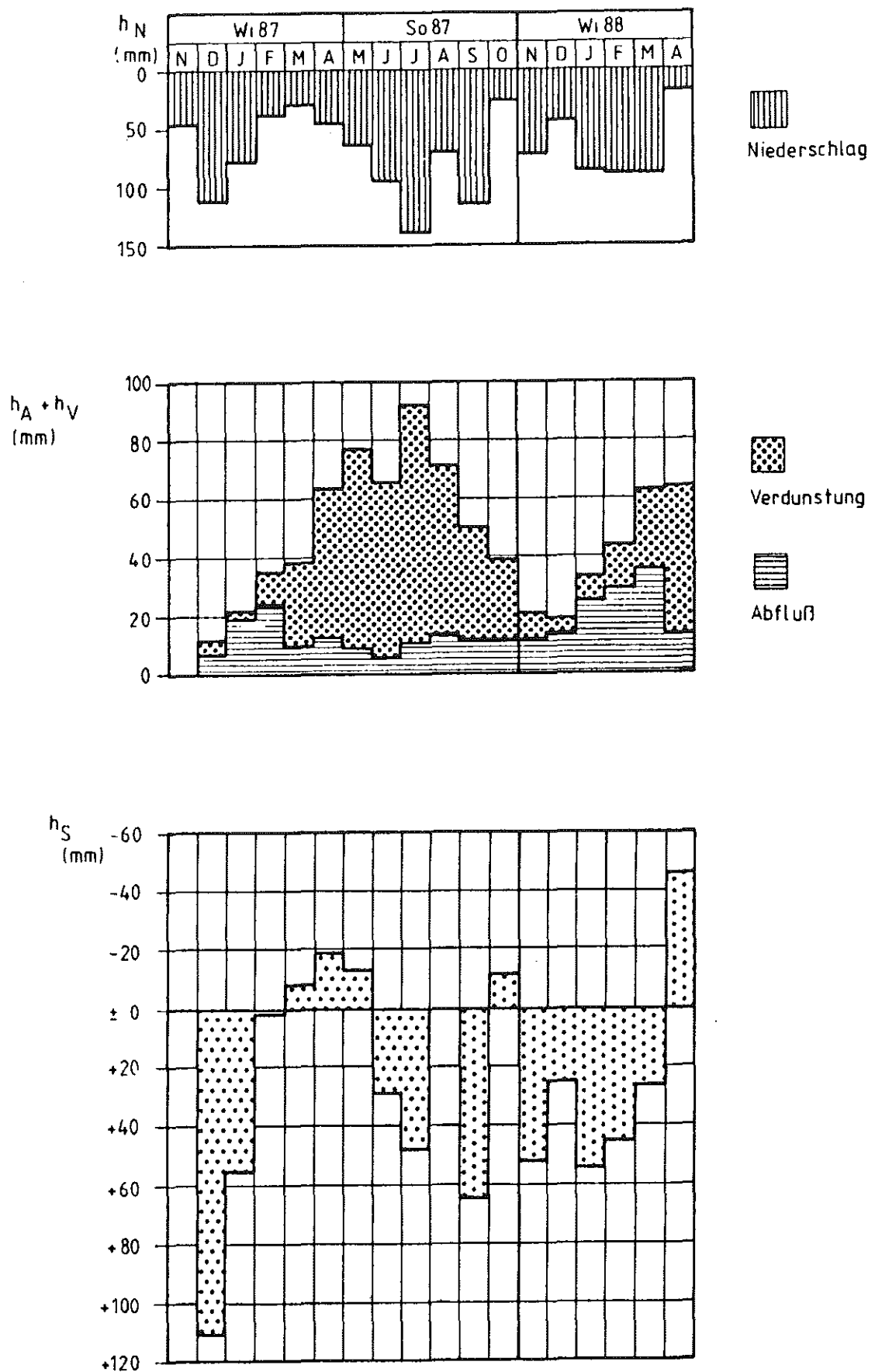


Abb. 12: Wasserbilanz 1987/88 für das Einzugsgebiet von Gudower und Sarnekower See

5. Gewässerbeschaffenheit des Gudower Sees

5.1 Chemische und physikalische Charakterisierung

5.1.1 Temperatur

Die Temperaturprofile von 0 - 9 m im Jahresgang sind in Abb. 13 dargestellt.

Ende April hatte sich bereits eine leichte Schichtung im Gudower See aufgebaut, die sich Anfang Mai unterhalb von 4 m deutlicher abzeichnete. Aufgrund der kühlen Witterung fand allerdings bis Ende Juni nur eine langsame Erwärmung der Oberflächenschichten statt, so daß sich bis zu diesem Zeitpunkt keine stabile Schichtung im Wasserkörper etablieren konnte.

Im Juli baute sich infolge einer länger anhaltenden Schönwetterperiode ein starker Temperaturgradient zwischen epi- und hypolimnischer Schicht auf. Die Sprungschicht erstreckte sich über einen relativ breiten Tiefenbereich von 4 Metern.

Bis Anfang September schwächte sich die Schichtung wieder deutlich ab. Ende September war der Gudower See homotherm. Die höchsten Wassertemperaturen wurden Anfang Juli mit 22,3 °C in 0 m Wassertiefe, die niedrigsten mit 1,9 °C Mitte Februar in der gesamten Wassersäule gemessen.

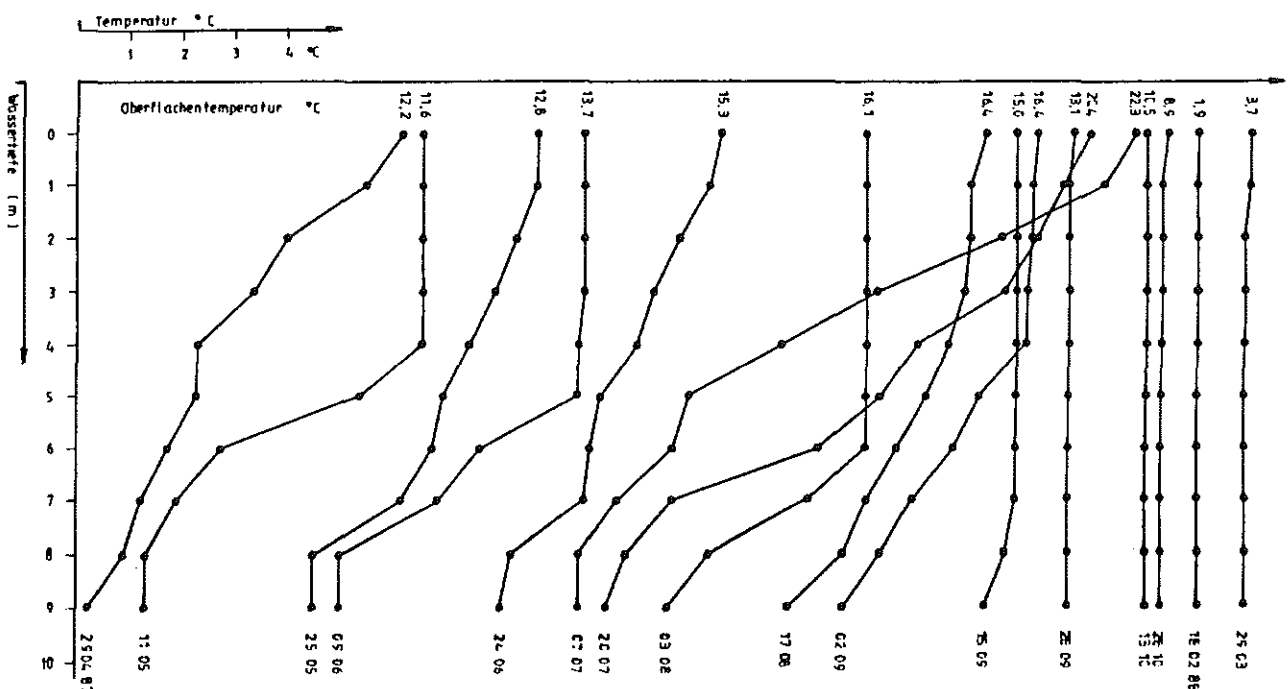


Abb. 13: Temperaturprofile 1987/88 des Gudower Sees

5.1.2 pH-Wert

pH-Messungen wurden in den beiden Tiefenstufen 1 m und 8,5 m, repräsentativ für die trophogene und tropholytische Zone durchgeführt. Die Ergebnisse sind in Abb. 14 dargestellt. Der pH-Wert schwankte im Untersuchungszeitraum zwischen pH 7,2 in 8,5 m und pH 9,0 in 1 m Wassertiefe. Die pH-Wertunterschiede zwischen trophogener und tropholytischer Zone spiegeln den eutrophen Charakter des Gudower Sees wider. Durch hohe Photosyntheseaktivität kam es in der produktiven Zone (1 m) zu starken pH-Wertanstiegen. In der tropholytischen Zone (8,5 m) dagegen sanken die pH-Werte aufgrund der intensiven Zehrungsprozesse drastisch ab. Die pH-Wertanstiege in 1 m Wassertiefe korrelieren mit erhöhten Chlorophyllkonzentrationen.

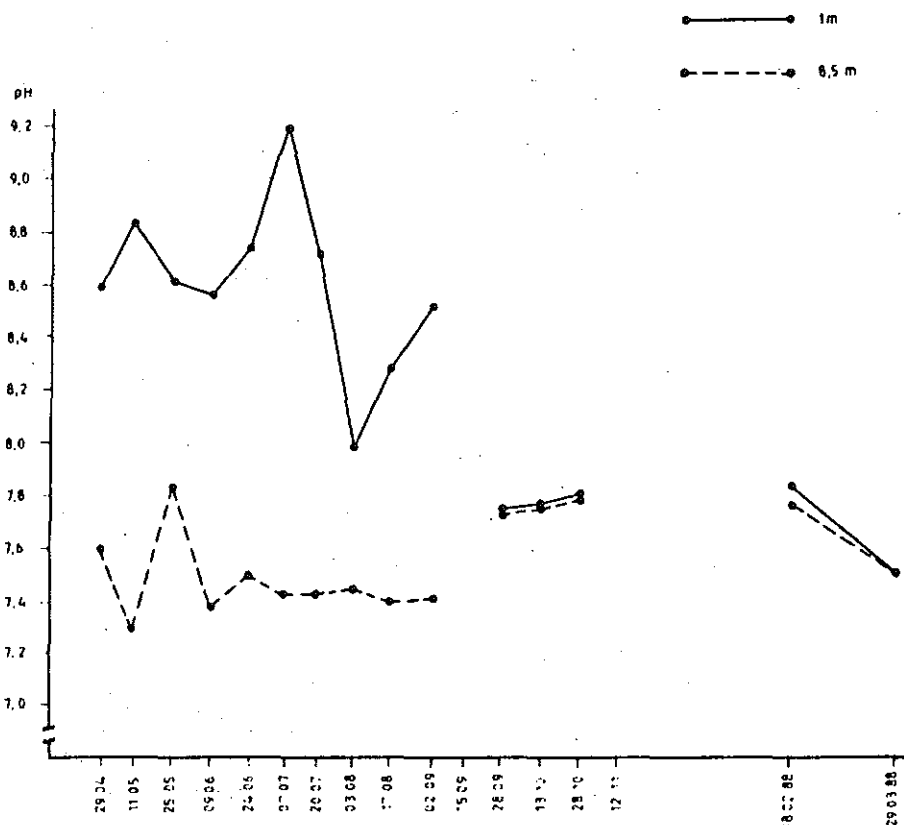


Abb. 14: pH-Werte des Gudower Sees

5.1.3 Leitfähigkeit

Die elektrische Leitfähigkeit ist ein unspezifisches Maß für die Gesamtkonzentration an Ionen. Der Anteil an Ionen in einem See ist neben der geologischen Beschaffenheit des Untergrundes auch von biologischen Stoffwechselprozessen beeinflusst. So kommt es beispielsweise bei hoher Phytoplanktonentwicklung zu starkem Nährstoffentzug und dementsprechend zu einer Verringerung der Leitfähigkeit.

Eine solche Tendenz zeigte sich auch im Epilimnion des Gudower Sees. Während der Vegetationszeit April bis Oktober waren im Epilimnion meistens geringere Leitfähigkeitswerte als im Tiefenwasser, wo durch Abbauprozesse wieder Nährsalze freigesetzt werden, gemessen worden. Im gesamten Beprobungszeitraum schwankten die Leitfähigkeitswerte zwischen 489 uS und 583 uS (Siehe Datenanhang).

5.1.4 Sauerstoffverhältnisse

Auch die Sauerstoffgehalte in einem See sind im hohen Maße von der Primärproduktion der Algen und den Abbauprozessen durch die Destruenten beeinflusst. Insbesondere in nährstoffreichen Gewässern kommt es deshalb während der Sommerstagnation zu hohen Sauerstoffübersättigungen durch hohe Primärproduktionsraten im Epilimnion und zu einer starken Sauerstoffabnahme bis hin zu völligem Sauerstoffschwund durch bakteriellen Abbau von organischer Substanz im Hypolimnion.

Im Gudower See traten die höchsten Sauerstoffgehalte und -sättigungswerte kurz vor dem Frühjahrsalgenmaximum (29.04.) und Ende Juni (24.06.) auf. Während der Sommermonate Juli und August waren die Sauerstoffwerte im Epilimnion mit 8,0 - 10,4 mg/l O₂ auffallend gering (siehe Abb. 15). Anhand der Chlorophyllwerte wären höhere Sauerstoffgehalte bzw. -sättigungswerte zu erwarten gewesen. In diesem Zeitraum dominierten jedoch schon Blaualgen das Phytoplankton, die im Gegensatz zu kleinen schnellwüchsigen Algen deutlich geringere Umsatzraten aufweisen.

Im Hypolimnion kam es bereits Anfang Mai durch intensive Abbauprozesse zu einer deutlichen Sauerstoffabnahme. Anaerobe Verhältnisse traten allerdings nicht auf, offenbar Folge einer Teildurchmischung im Juni und August, die an einer Verringerung des Temperaturgradienten im Bereich der Sprungschicht erkennbar ist und den Sauerstoffgehalt im Hypolimnion jeweils leicht ansteigen ließ.

Mit Einsetzen der herbstlichen Durchmischung herrschten wieder ausgeglichene Sauerstoffgehalte im Gudower See.

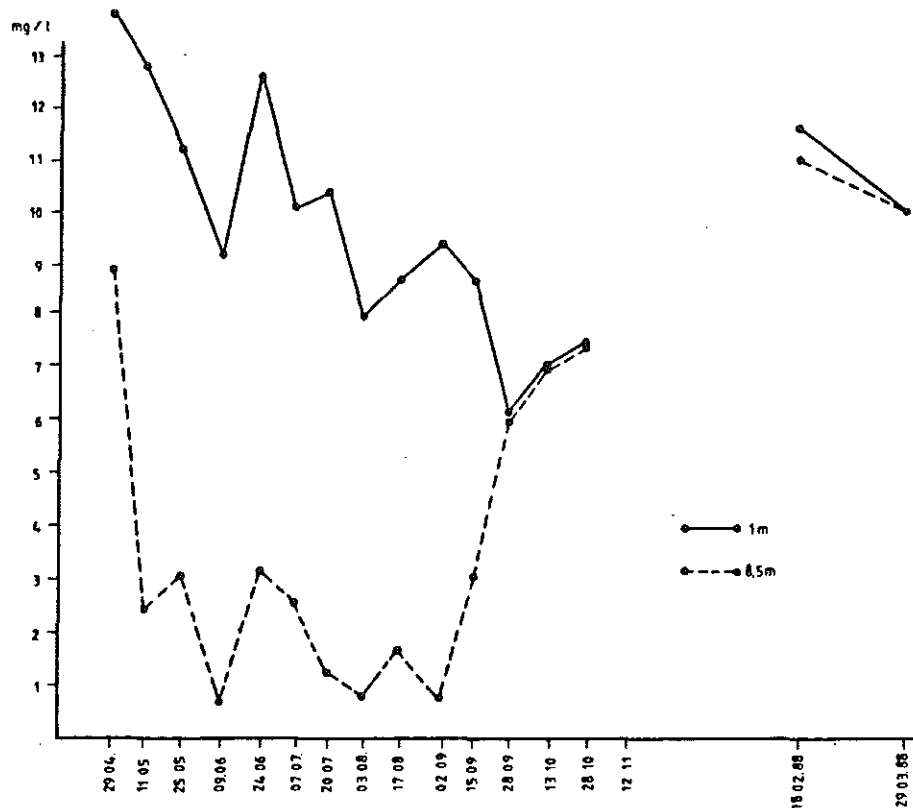


Abb. 15: Sauerstoffgehalt (mg/l) 1987/88 im Gudower See (MS 1)

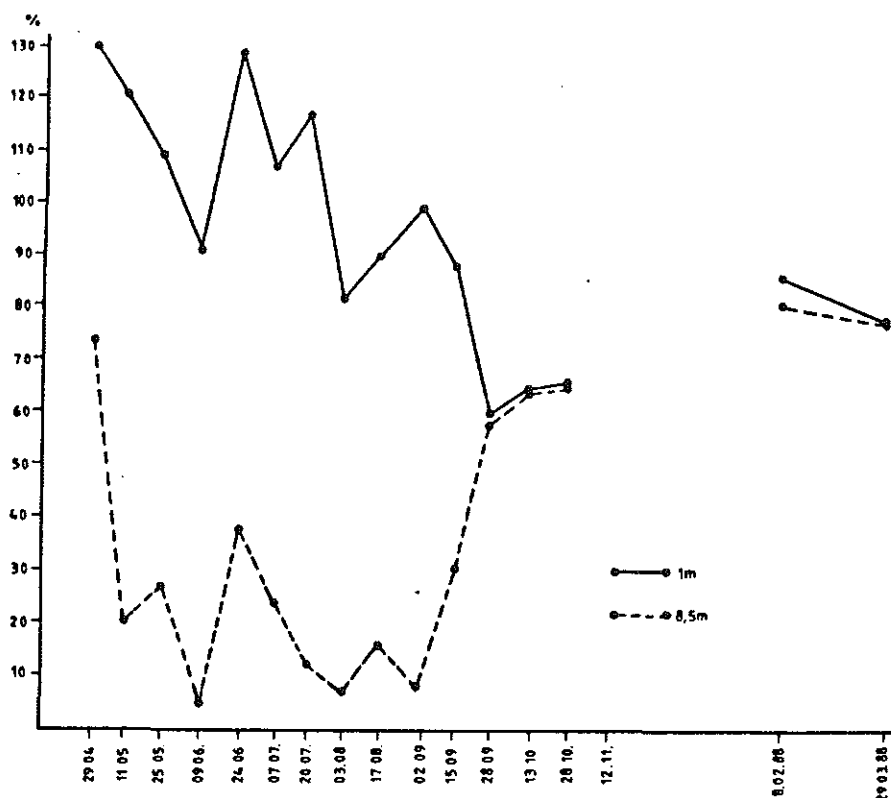


Abb. 16: Sauerstoffsättigung (%) 1987/88 im Gudower See (MS 1)

5.1.5 Stickstoffverbindungen

Der Verlauf der gelösten anorganischen Stickstofffraktionen und des Gesamtstickstoffs während des Untersuchungszeitraumes sind den Abb. 17, 18 und 19 zu entnehmen.

Der Gudower See zeichnet sich durch extrem hohe Gesamtstickstoff- und Nitrat-/Nitritstickstoffwerte aus. Ende April wurden mit 6,5 mg in 1 m bzw. 6,63 mg Ges.-N/l in 8,5 m die höchsten Konzentrationen gemessen. Der Konzentrationsverlauf der Gesamtstickstoffwerte im Epi- und Hypolimnion im Jahresgang ist sehr ähnlich, so daß die Schichtung des Sees offensichtlich keinen Einfluß auf die Verteilung des Gesamtstickstoffs hatte. Im Frühjahr und Früh-

sommer wird der anorganische Stickstoffanteil fast ausschließlich von Nitrat-/Nitritstickstoff bestimmt, während Ammonium im Epilimnion meist unterhalb der Nachweisgrenze lag. Die Nitrat-/Nitritkonzentrationen nahmen zum Sommer hin sowohl im Epi- als auch im Hypolimnion kontinuierlich ab, waren aber mit minimal 1,66 mg $\text{NO}_2\text{-N/l}$ in 1 m und 1,03 mg $\text{NO}_3\text{-N} + \text{NO}_2\text{-N/l}$ in 8,5 m Wassertiefe nach wie vor hoch. Eine Stickstofflimitierung im Gudower See ist auszuschließen. Während der Sommerstagnation fand im Hypolimnion ein leichter Anstieg der Ammoniumkonzentration bis maximal 0,9 mg $\text{NH}_4\text{-N/l}$ (2.9.) statt. Im Herbst nahmen die Gesamtstickstoffkonzentrationen und der Nitrat-/Nitritstickstoff wieder zu.

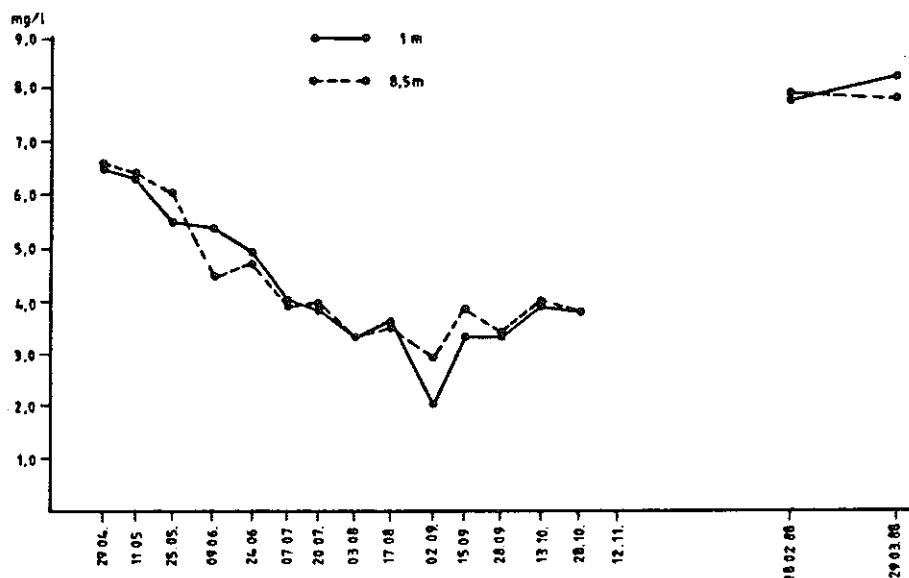


Abb. 17: Gesamtstickstoffgehalte im Gudower See (MS 1) 1987/88

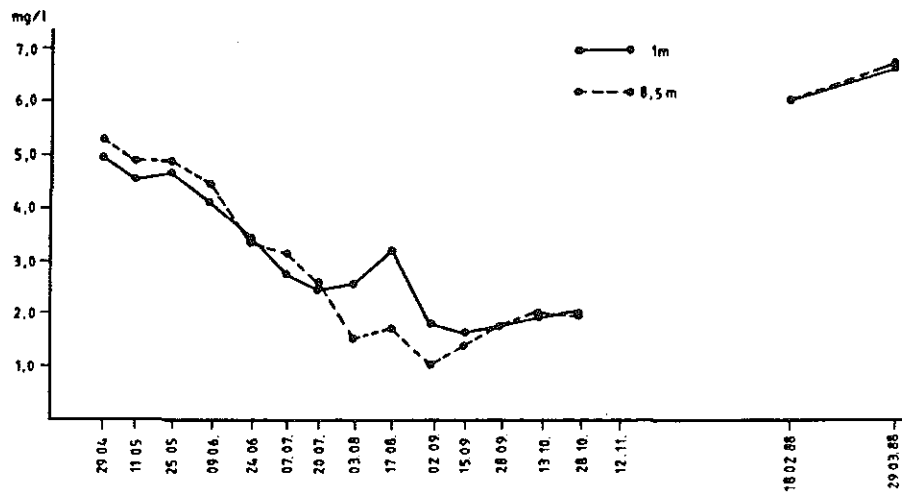


Abb. 18: Nitrat-/Nitritstickstoffgehalte im Gudower See (MS 1) 1987/88

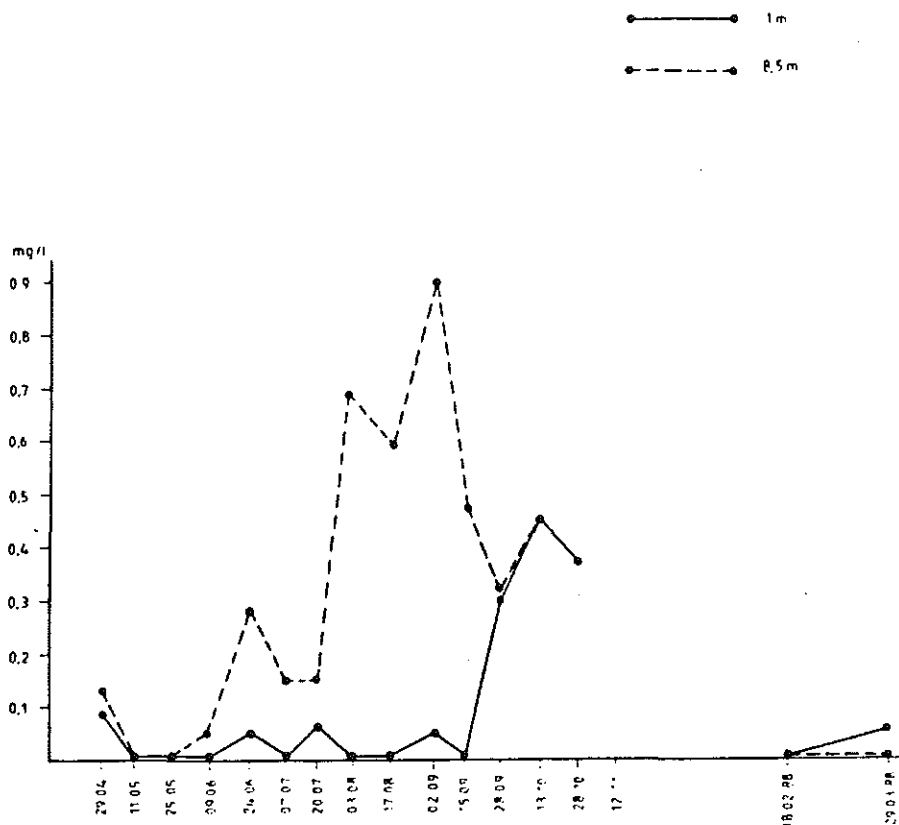


Abb. 19: Ammoniumstickstoffgehalte im Gudower See (MS 1) 1987/88

5.1.6 Phosphorhaushalt

Die Konzentrationen an Gesamtphosphor und gelöstem reaktivem Phosphor (SRP) sind in den Abb. 20 und 21 dargestellt.

Während des Frühjahres und Frühsommers (April bis Anfang Juli) lagen die Konzentrationen an gelöstem reaktivem Phosphor fast immer unterhalb der Nachweisgrenze. Die Gesamtphosphorwerte schwankten in diesem Zeitraum zwischen 0,053 und 0,11 mg P/l. Nach RIGLER (1974) kann es jedoch aufgrund der hohen Umsatzrate des Phosphors zwischen 1 - 8 Minuten, trotz des aufgezehrten SRP, bei Gesamtphosphorkonzentrationen zwischen durchschnittlich 20 - 30 $\mu\text{g P/l}$ dennoch zu Massenentwicklungen bestimmter Algenarten kommen. Im Gudower See schwankten die Gesamtphosphorwerte in diesem Zeitraum zwischen 53 und 130 $\mu\text{g P/l}$ in 1 m Wassertiefe, so daß trotz aufgezehrtem SRP nicht von einer Phosphatlimitierung auszugehen ist.

Ende Juli stieg der SRP- und Gesamtphosphorgehalt im Epilimnion fast kontinuierlich an.

Im Hypolimnion reicherte sich SRP und Gesamtphosphor ab Juli bis Mitte September an. Die maximalen Phosphorkonzentrationen sind allerdings nicht sehr hoch (Ges.-P: 0,31 mg P/l; SRP: 0,18 mg $\text{PO}_4\text{-P/l}$). Da im Hypolimnion keine anaeroben Verhältnisse vorlagen, fand wahrscheinlich keine Rücklösung von Phosphor aus dem Sediment statt. Der Nährstoffpool im Hypolimnion dürfte ausschließlich aus dem Abbau sedimentierter organischer Substanz aus der trophogenen Zone stammen.

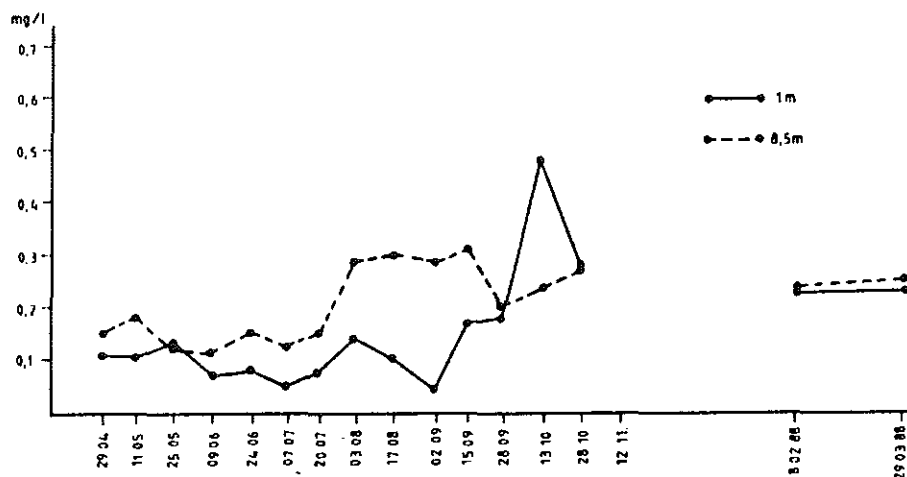


Abb. 20: Gesamtphosphor im Gudower See (MS 1) 1987/88

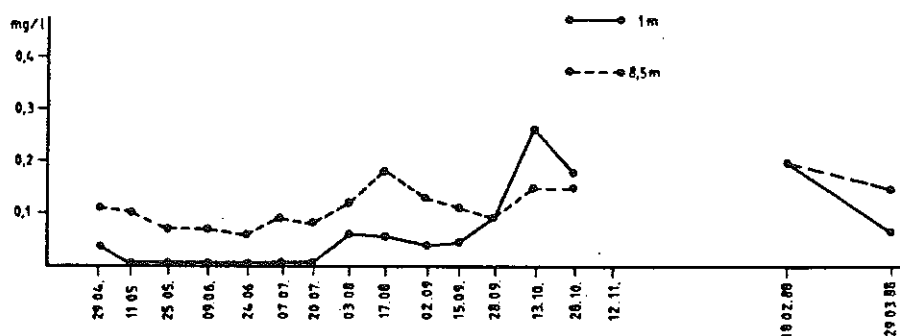


Abb. 21: Gelöster, reaktiver Phosphor (SRP) im Gudower See (MS 1) 1987/88

5.2 Biologische Charakterisierung

5.2.1 Sichttiefe und Chlorophyll

Der Jahresgang der beiden Parameter Chlorophyll a und Sichttiefe ist in Abb. 22 dargestellt.

Bei Seen mit geringem Eintrag von eingeschwemmten Material besteht meistens eine deutliche Beziehung zwischen der Sichttiefe und dem Chlorophyllgehalt. Eine solche Beziehung ist im Gudower See aufgrund der hohen Zufuhr von Huminstoffen des Stichelsbaches, (allochthoner Eintrag) nicht festzustellen. Der Gudower See weist ganzjährig eine stark bräunliche Färbung auf mit geringen Sichttiefen, die den dystrophen Charakter des Sees unterstreichen. Die Sichttiefen waren im Jahresgang kaum Schwankungen unterworfen und sind mit dem Verlauf des Chlorophyllgehaltes nicht korrelierbar.

Die Chlorophyllentwicklung (Summe aus Chlorophyll a und Phaeophytin a) im Jahresgang in 1 m Wassertiefe war durch zwei ausgeprägte Peaks, Anfang Mai und Mitte September mit $92,82 \text{ mg Chl a/m}^3$ und $85,28 \text{ mg Chl a/m}^3$ gekennzeichnet.

Die korrigierten Chlorophyllwerte, d. h., ohne den Phaeophytinanteil, aus 1 m und 5 m Wassertiefe sowie die Phaeophytingehalte sind in den Abbildungen 23 und 24 dargestellt.

Durch die geringen Sichttiefen ist der Chlorophyllgehalt mit durchschnittlich $30,26 \text{ mg Chl a/m}^3$ in 5 m Wassertiefe geringer als im Oberflächenbereich. Die hohen Chlorophyllwerte Mitte September mit maximal $76,22 \text{ mg Chl a/m}^3$ sind auf das Einsetzen der herbstlichen Durchmischung zurückzuführen.

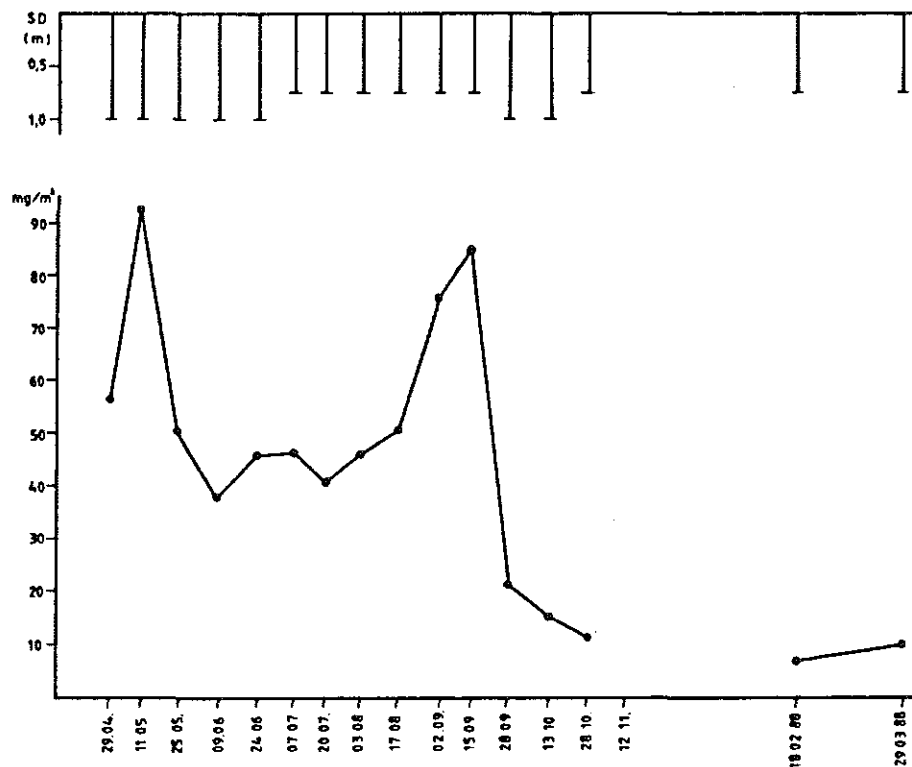


Abb. 22: Verlauf der Sichttiefen und des Chlorophyllgehaltes (Summe aus Chlorophyll a und Phaeophytin a; Mittelwerte aus 1 m und 5 m Wassertiefe) im Gudower See 1987/88

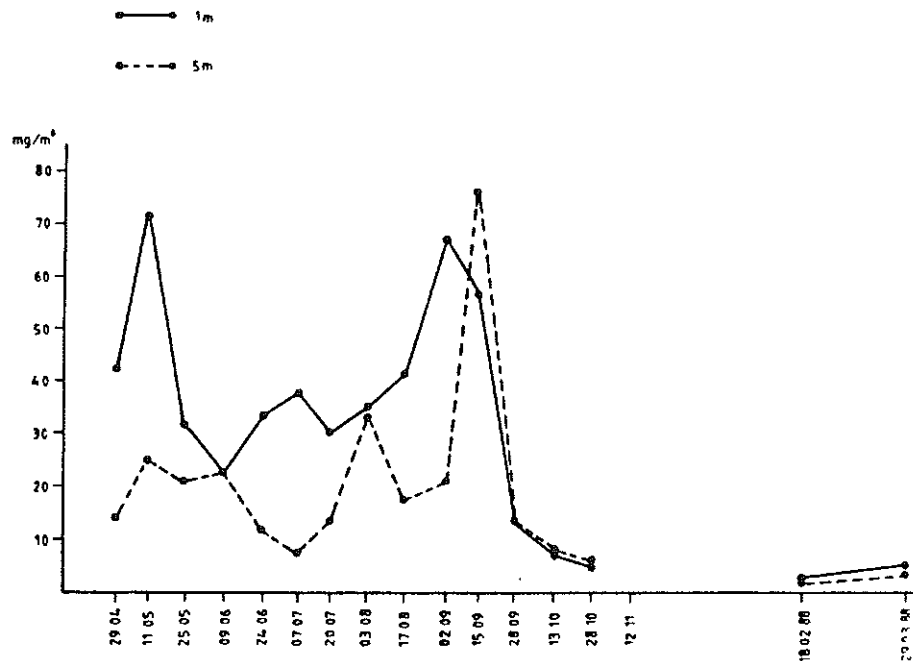


Abb. 23: Verlauf des Chlorophyllgehaltes (korrigiertes Chlorophyll a) im Gudower See 1987/88

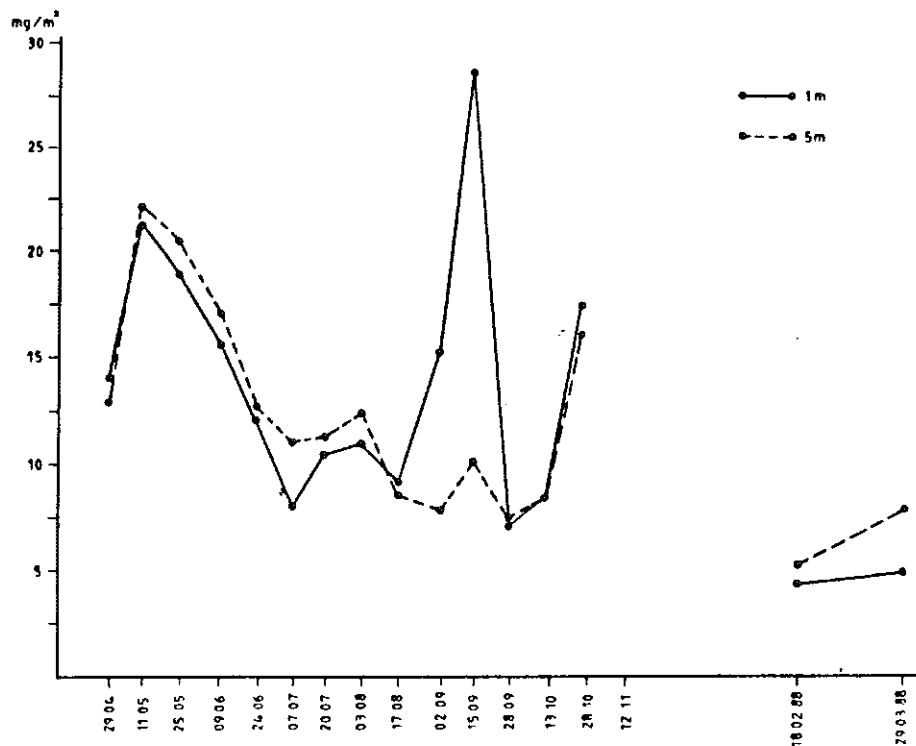


Abb. 24: Verlauf des Phaeophytin gehaltes im Gudower See (MS 1) 1987/88

5.2.2 Phyto- und Zooplankton

Der Artbestand des Phyto- und Zooplanktons, die jahreszeitliche Verteilung und die geschätzten Häufigkeiten sind in Tab. 10 dargestellt.

Phytoplankton

Im Frühjahr wurde das Phytoplankton des Gudower Sees fast ausschließlich von centralen und pennaten Formen der Diatomeen (Kieselalgen) bestimmt. Daneben traten bereits einige Vertreter der Chlorophyceen (Grünalgen) wie *Scenedesmus quadricauda*, *S. longispina* und *S. acuminata* auf. Die häufigsten Arten waren Ende April - Mai *Melosira granulata*, *M. varians* sowie anfänglich *Asterionella formosa*. Auch im Juni und Juli waren noch Kieselalgen, hauptsächlich *Asterionella formosa* in nennenswerter Häufigkeit im Phytoplankton vertreten. Bei den Grünalgen war vor allem *Pediastrum duplex* im Juli und August am zahlreichsten, begleitet von *Pandorina morum* und weiteren Grünalgenarten.

Bereits Anfang Juli trat eine koloniebildende Blaualgenart, *Microcystis* sp., massenhaft auf. Ab Mitte August wurde sie von einer weiteren *Microcystis*art, *M. flos-aquae*, die ebenfalls eine Massenentwicklung zeigte, ergänzt. Grünalgen spielten zu diesem Zeitpunkt nur noch eine unbedeutende Rolle. Von den Dinophyceen (Dinoflagellaten) wurde *Ceratium hirundinella* nachgewiesen, die in den ersten Augustwochen ein massenhaftes Auftreten, parallel zur *Microcystis*-Blüte, zeigte.

Ab Oktober nahm die Häufigkeit der Blaualgen ab, während die Kieselalgen wiederum mit größerer Artenvielfalt das Phytoplanktonbild bestimmten. Die häufigste Art war wie im Frühjahr *Asterionella formosa*.

Cryptophyceen und Euglenophyten wurden in den untersuchten Proben nicht nachgewiesen. Desgleichen fehlten kleine Arten der anderen Gruppen oder waren zumindest stark unterrepräsentiert, da die Phytoplanktonproben mit einem 55 µm Netz gezogen wurden und kleine Phytoplankter nicht erfaßt wurden.

Zooplankton

Bei den Rotatorien waren Vertreter der Gattung *Keratella* vorherrschend. *Keratella cochlearis* sowie *K. quadrata* waren nahezu ganzjährig im Plankton repräsentiert. *K. ticinensis* trat Ende Juni erstmalig mit einer raschen Bestandsentwicklung auf. *Kellicottia longispina*, *Polyarthra remata* und *P. spec.* waren in geringen Häufigkeiten vertreten.

Innerhalb des Crustaceenplanktons überwogen die Copepoden. Nauplien (die ersten 6 Entwicklungsstadien der Copepoden) und Cyclopiden waren über den gesamten Untersuchungszeitraum zum Teil in hohen Dichten repräsentiert. Bei den Cladoceren traten kleine filtrierende Arten wie *Bosmina coregoni* und *Chydorus sphaericus* in den Sommermonaten teilweise recht häufig auf. *Daphnia cucullata* und eine weitere nicht bestimmbare Daphnienart waren hauptsächlich im Sommer im Plankton vertreten, jedoch in geringen Häufigkeiten.

Die Artenzusammensetzung des Zooplanktons im Gudower See entspricht weitgehend der Zusammensetzung, die aus anderen eutrophen Seen der gemäßigten Klimazone bekannt ist.

Der Gudower See weist ein relativ armes Artenspektrum beim Zooplankton auf, allerdings mit der Einschränkung, daß Cyclopiden und Calanoiden nicht weiter nach Arten differenziert wurden. Da die Häufigkeiten der verschiedenen Zooplanktonarten im Jahresverlauf nur geschätzt wurden, lassen sich keine direkten Vergleiche mit den Bestandsdichten des Zooplanktons aus anderen Seen ziehen.

Es lassen sich dennoch aufgrund der Artenzusammensetzung und der geschätzten Häufigkeiten der vorherrschenden Zooplanktonarten einige grundlegende Schlußfolgerungen ableiten, die den eutrophen Charakter des Gudower Sees unterstreichen:

- Das starke Vorkommen von *Chydorus sphaericus* im Pelagial. Nach FLÖßNER (1972) besiedelt *Chydorus sphaericus* in oligotrophen bis mäßig eutrophen Seen das litorale Sediment, während er in eutrophen Seen mit Massenentwicklungen von Blaualgen im Hochsommer auch im Pelagial vorkommt.

- Das Vorherrschen kleiner filtrierender Arten wie *Bosmina coregoni* und *Chydorus sphaericus* innerhalb des Crustaceenbestandes. Mit zunehmender Eutrophierung ist in vielen Gewässern eine Veränderung der Zooplanktonzusammensetzung beobachtet worden. Bei hohem planktivorem Fischbesatz findet aufgrund des hohen Fraßdruckes eine Verschiebung von großen filtrierenden Arten hin zu kleinen filtrierenden Arten statt (BROOKS & DODSON 1969, LAMPERT 1983).
- Die Dominanz von Cyclopiden innerhalb des Crustaceenplanktons.
- Das starke Vorkommen von Rotatorienarten in den Sommermonaten (HOFMAN im Seenbericht Passader See 1988).

Tabelle 10: Artenliste des Phyto- und Zooplanktons und seine geschätzte Häufigkeit im Gudower See

	29. IV 87	11. V 87	25. V 87	09. VI 87	24. VI 87	07. VII 87	20. VII 87	03. VIII 87	17. VIII 87	02. IX 87	15. IX 87	28. IX 87	13. X 87	28. X 87	18. II 88	29. III 88
Cyanophyceae:																
Anabaena spiroides	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
Aphanizomenon flos-aquae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-
Gomphosphaeria naegeliana	-	-	-	-	-	-	1	-	1	2	3	3	3	2	-	-
Merismopedia sp.	-	-	-	-	-	-	3	2	2	2	-	-	-	-	-	-
Microcystis sp.	1	1	1	3	4	6	7	6	7	7	6	6	4	3	2	2
Microcystis flos-aquae	-	-	-	-	-	-	3	3	6	6	7	6	3	2	3	2
Oscillatoria sp.	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1	4	-	-	-	-	-
Xanthophyceae:																
Tribonema sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	2	-
Dinophyceae:																
Ceratium hirundinella	1	-	-	4	4	3	4	7	7	-	2	2	2	1	-	-
Diatomeae:																
Asterionella formosa	5	2	1	2	4	5	5	2	3	2	3	4	5	4	-	-
Cyclotella sp.	2	2	1	-	2	2	2	3	2	3	2	2	2	3	3	2
Cyclotella comta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-
Cymatopleura elliptica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-
Cymbella sp.	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Diatoma elongatum	3	-	1	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diatoma vulgare	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fragilaria capucina	-	2	2	2	3	2	1	2	1	1	-	2	2	3	-	-
Fragilaria crotonensis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	1	2
Fragilaria construens	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
Gyrosigma sp.	-	1	2	1	-	-	1	-	-	-	-	-	1	2	2	-
Melosira varians	4	3	2	2	1	-	-	1	1	1	-	-	3	2	3	2
Melosira granulata	6	5	2	2	-	-	-	1	-	-	-	2	2	2	3	2
Nitzschia sp.	2	2	2	2	-	1	-	-	-	3	-	2	2	3	-	2
Nitzschia acicularis	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitzschia sigmoidea	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	1	1	1	1
Rhoicosphenia curvata	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	2
Synedra ulna	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	3	3
Synedra acus	1	3	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Surirella sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
Surirella robusta splen.	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	1	2	2	1

Tabelle 10: Fortsetzung

	29. IV 87	11. V 87	25. V 87	09. VI 87	24. VI 87	07. VII 87	20. VII 87	03. VIII 87	17. VIII 87	02. IX 87	15. IX 87	28. IX 87	13. X 87	28. X 87	18. II 88	29. III 88
Chlorophyceae:																
Coelastrum microporum	-	-	1	1	3	2	2	3	2	2	-	1	1	-	-	1
Eudorina elegans	-	1	2	1	2	2	3	2	1	1	1	2	2	1	1	-
Pandorina morum	-	-	-	-	-	-	-	3	4	2	2	2	3	2	-	-
Pediastrum duplex	2	2	3	4	3	5	6	6	5	3	2	3	4	3	2	-
Pediastrum boryanum	-	-	2	2	-	-	-	2	1	1	-	2	1	2	1	-
Scenedesmus quadricauda	2	3	3	5	3	4	4	3	2	2	1	1	2	3	1	1
Scenedesmus longispina	2	2	-	3	2	3	3	2	-	1	-	-	1	1	1	-
Scenedesmus acuminatus	-	1	2	3	2	3	2	1	1	2	-	-	-	1	-	-
Staurostrum paradoxum	-	-	2	1	2	2	2	-	1	1	-	1	1	1	-	-
Crustaceae:																
Cyclopidae	4	6	6	6	4	4	3	3	3	3	3	5	5	5	5	6
Diaptomidae	-	-	2	3	3	4	4	4	3	4	2	2	2	3	2	4
Nauplius Larven	2	4	3	3	3	4	2	2	3	2	2	3	3	3	2	2
Bosmina coregoni	-	-	2	4	4	4	4	3	3	3	3	2	1	-	1	2
Ceriodaphnia sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
Chydorus sphaericus	-	-	-	-	-	-	5	5	3	2	1	2	-	-	-	-
Daphnia sp.	-	-	1	3	-	2	3	-	-	3	2	3	4	3	-	-
Daphnia cucullata	-	-	-	-	3	2	2	2	2	1	2	2	3	2	-	-
Rotatoria:																
Brachionus angularisbidens	1	1	-	2	-	3	2	2	4	4	2	2	2	2	-	-
Keratella cochlearis	-	4	5	5	3	3	3	-	2	2	2	4	5	5	3	2
Keratella ticinensis	-	-	-	-	4	6	5	1	2	2	2	2	2	-	-	1
Keratella quadrata	-	4	4	3	3	4	3	1	3	3	2	3	3	1	1	2
Notholca longispina	1	1	1	1	2	3	2	2	-	-	2	2	2	2	1	2
Polyarthra sp.	-	2	2	-	1	2	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Polyarthra remata	-	3	1	2	2	3	2	-	1	1	2	-	-	-	-	-
Ciliata:																
Epistylis rotans	2	3	3	3	3	4	3	3	2	1	1	2	-	-	-	-

5.2.3 Ufer- und Unterwasservegetation

Der Gudower See ist am Süd- und Ostufer von einer Erlen- und Mischwaldzone umgeben. Am Nordufer befindet sich die Ortschaft Gudow, eine Badestelle und ein Campingplatz.

Der Gudower See weist nur noch am Ost- und Südufer einen geschlossenen Bewuchsgürtel auf, der sich an einigen Stellen bis zu 25 m ausweitet. Am Nordufer und zum Teil auch am Westufer ist der Röhrichtsaum dagegen durch anthropogene Eingriffe stark zergliedert und nur noch bruchstückhaft erhalten (siehe Abb. 25). Im Bereich der Badestelle ist das Ufer frei von Bewuchs. Östlich und westlich davon ist der Gelegegürtel von sehr vielen Brücken zergliedert, die von festen Campingplätzen in den See gebaut wurden. Auch in Höhe des Gutes bildet der Bewuchs keinen einheitlich geschlossenen Röhrichtgürtel, da die Beschattung durch Weiden in diesem Bereich eine weite Ausbildung verhindert.

Der Bewuchsgürtel wird weitgehend von *Phragmites australis* (Gemeines Schilf) dominiert (siehe Tabelle 11). An einigen Stellen werden *Phragmites*bestände zum Wasser hin von *Schoenoplectus lacustris* (Gemeine Teichsimse) begleitet. Vertreter der Röhrichtsgesellschaft wie *Acorus calamus* (Kalmus), *Sparganium erectum* (Ästiger Igelkolben) und *Glyceria maxima* (Großer Schwaden) sind nur vereinzelt zu finden.

An der Einmündung des Stichelbaches löst *Glyceria maxima* *Phragmites australis* ab, was auf eine mögliche höhere Nährstoffzufuhr hinweist.

Auf der Landseite ist der Schilfgürtel in den im Sommer mehr oder weniger trockenfallenden Bereichen mit verschiedenen Großstauden durchsetzt. Seggenarten fehlen fast gänzlich. Nur im Verlandungsbereich der kleinen Bucht im Südwesten und am Abfluß zum Sarnekower See hin hat sich ein kleinerer Bestand von *Carex vesicaria* (Blasensegge) ausgebildet. In geringer Dichte findet sich in dieser kleinen flachen Bucht auch *Juncus effusus* (Flatterbinse).

Eine Schwimmblattzone schließt sich nur am Nord- und Westufer in windgeschützten Buchten an die Röhrlichtzone an. Als einziger Vertreter kann *Nuphar luteum* (Gelbe Teichrose) genannt werden.

Eine submerse Vegetation konnte aufgrund des dystrophen Charakters des Gudower Sees mit seinen sehr geringen Sichttiefen bis auf einen kleinen Bestand von *Potamogeton crispus* bei der Tauchkartierung nicht festgestellt werden.

Tab. 11: Artenliste der Makrophytenvegetation des Gudower Sees

Gudower See
Besiedlungstabelle (Flora)

Acorus calamus (Kalmus)
Carex vesicaria (Schmalblättrige Blasensegge)
Glyceria maxima (Großer Schwaden)
Iris pseudacorus (Sumpf-Schwertlilie)
Juncus effusus (Flatter-Binse)
Lycopus europaeus (Gemeiner Wolfstrapp)
Mentha aquatica (Wasser-Minze)
Myosotis palustris (Sumpf-Vergißmeinnicht)
Nuphar luteum (Gelbe Teichrose)
Phragmites australis (Gemeines Schilfrohr)
Rorippa amphibia (Wasser-Sumpfkresse)
Rumex hydrolapathum (Fluß-Ampfer)
Schoenoplectus lacustris (Sumpf-Binse)
Solanum dulcamara (Bittersüß)
Sparganium emersum (Ästiger Igelkolben)
Stachys palustris (Sumpf-Ziest)
Typha angustifolia (Schmalblättriger Rohrkolben)

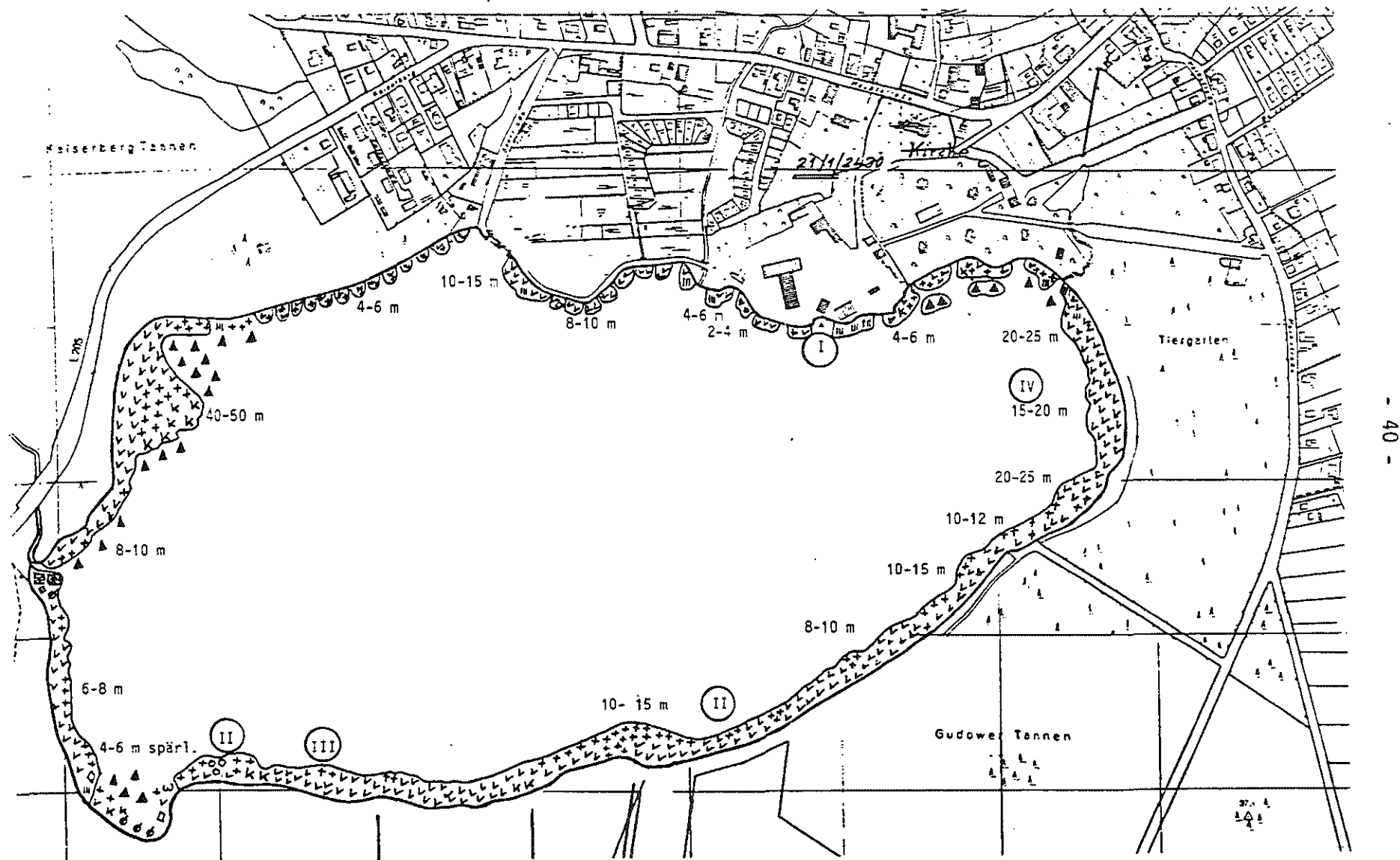


Abb. 25: Kartierung der Ufervegetation des Gudower Sees

Symbole für die Vegetationskartierung

Acorus calamus	K K
Bolboscheunus maritimus	π π
Carex spsp.	ø ø
Chara vulgaris	Λ Λ
Glyceria maxima	III III
Iris pseudacorus	◇ ◇
Juncus spsp.	ω ω
Myriophyllum spicatum	X X
Nuphar luteum	▲ ▲
Phalaris arundinacea	† †
Phragmites australis	v v
Polygonum amphibium	h h
Potamogeton x nitens	xx xx
P. pectinatus	# #
P. perfoliatus	≡ ≡
Schoenoplectus lacustris	+ +
S. tabernaemontani	⊕ ⊕
Sparganium erectum	⊞ ⊞
Typha angustifolia	○ ○
T. latifolia	● ●

"Legende" zu Abb. 25

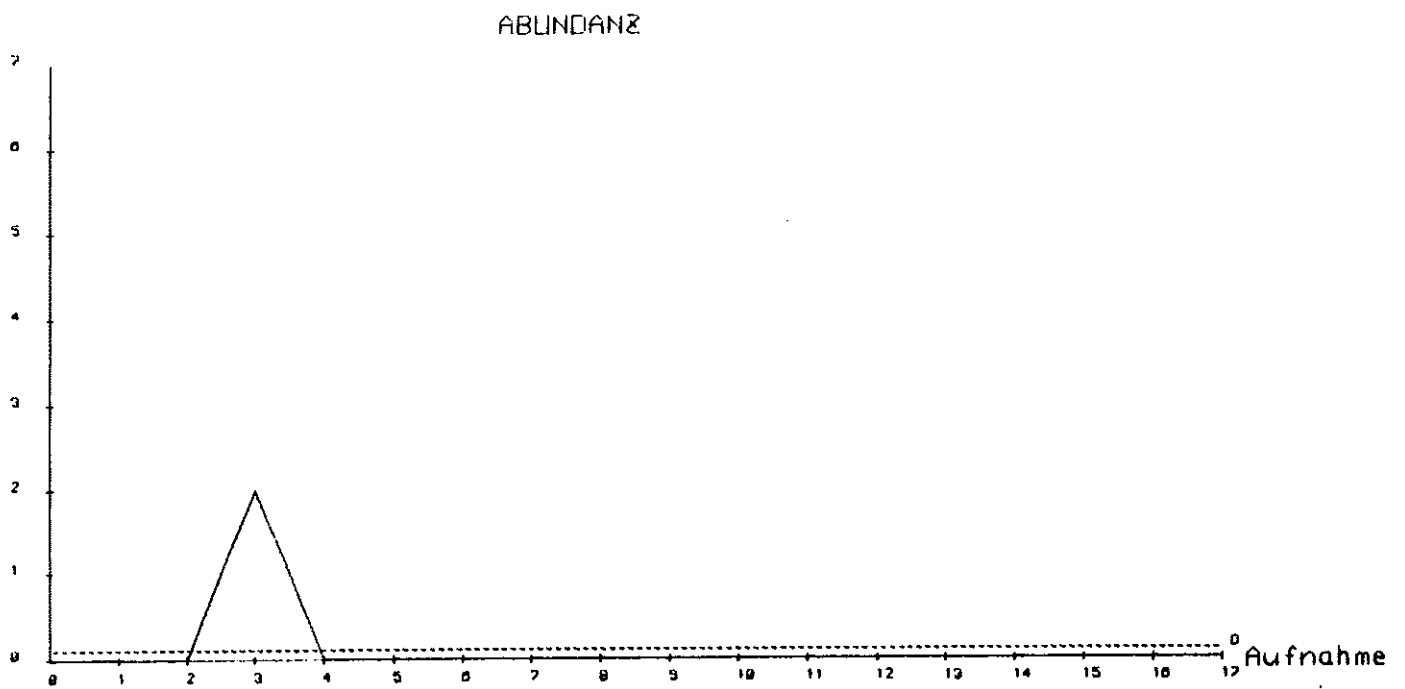
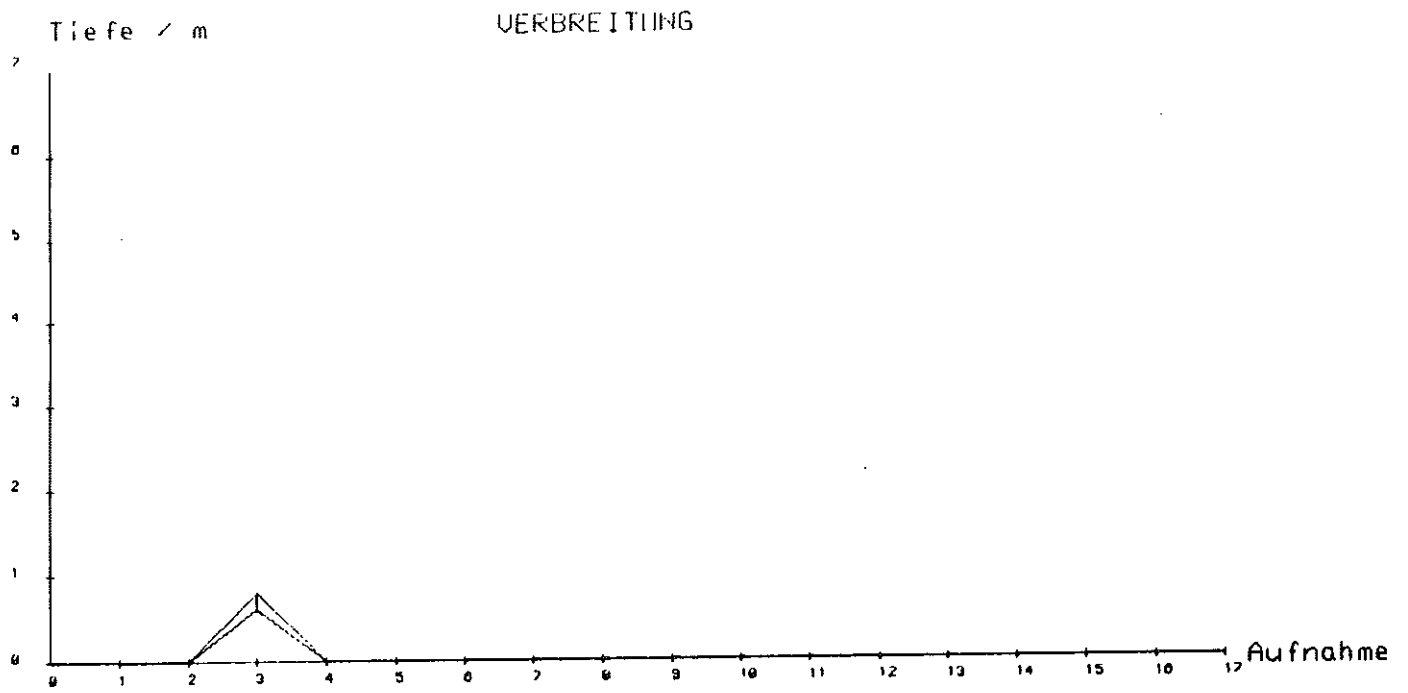


Abb. 26: Verbreitung und Abundanz von *Potamogeton crispus*

5.2.4 Litoral- und Profundalfauna

Für die faunistische Bestandsaufnahme des Gudower Sees waren vier Substratbereiche zu erfassen (siehe Tabelle 12).

Der sandig-kiesige Uferbereich mit geringem Schlammanteil, der sich am Nordufer vor dem spärlich ausgebildeten Röhrichtgürtel erstreckt, war Lebensraum vor allem für Muscheln und Trichopteren (Köcherfliegen). Alle dort erfaßten Arten siedelten mit Ausnahme der Schnecke *Potamopyrgus jenkinsi* in geringer Individuendichte.

Die größte Artenvielfalt und Populationsdichte ergab sich im Gelegegürtel. Vor allem kleinere Schnecken- und Muschelarten waren in jeder Probe enthalten. Auch verschiedene Insektenarten und deren Larven, Hirudineen (Egel) und Hydracarinaarten (Wassermilben) besiedelten diesen Lebensraum. Die höchsten Individuendichten erreichte allerdings auch hier *Potamopyrgus jenkinsi* sowie eine Trichopterenlarve.

Die am Südufer auf Hartsubstrat wachsenden Aufwuchsalgen - es waren überwiegend *Cladophora*-Arten (Aalgen) - boten Lebensraum für einige kleine Gastropoden (Schnecken), Ephemeropterenlarven (Eintagsfliegen), Coleopteren (Käfer) und Chironomidenlarven (Zuckermückenlarven). Aber auch hier war die Besiedlungsdichte relativ gering.

Das feinere Sediment in 2 m Wassertiefe belebten Chironomidenlarven und Tubificiden (Schlammröhrenwürmer).

Auf Hartsubstanz, das sich hier in Form größerer Steine und großer Muschelschalen bot, siedelten Mollusken und Hirudineen.

Insgesamt traten die meisten erfaßten Faunenelemente in geringer bis mäßiger Individuendichte auf. Einige Gattungen, die bewegteres Wasser bevorzugten, wie z. B. Gammariden (Bachflohkrebse) fehlten ganz. Der Gudower See weist kein echtes Brandungsufer auf. Das der Hauptwindrichtung ausgesetzte Ostufer wird von einem breiten Schilfgürtel gesäumt.

Da eine submerse Vegetation (Unterwasserpflanzen) im Gudower See nur in Spuren angetroffen wird, ist die faunistische Artenvielfalt gegenüber anderen Seen vermindert.

Die Besiedlung mit Benthosorganismen weist keine Besonderheiten auf, es wurden die für Seen dieses Typs charakteristischen Arten angetroffen. Die meisten der erfaßten Faunenelemente sind zur Gruppe der Mollusken zu rechnen.

Organismen/Substratbereich	I	II	III	IV
P l a t h e l m i n t h e s				
Turbellaria				
Dendrocoelum lacteum	2	3		
Planaria lugubris		2		
P. torva	2			
Polycelis nigra	2	2		
M o l l u s c a				
Gastropoda				
Acroloxus lacustris				3
Armiger crista			3	
Bithynia tentaculata		5	2	
Gyraulus albus		5		
G. laevis		3		
Lymnaea balthica f. ovata		3		
L. stagnalis		3		
Physa fontinalis		5		
Planorbis carinatus		3		
P. planorbis		3		
Potamopyrgus aculeatus	2			
P. jenkinsi	6	7	4	3
Stagnicola turricula		3		
Valvata cristata		4		
Valcata piscinalis		3		2

Organismen/Substratbereich	I	II	III	IV
Bivalvia				
Anodonta anatina	2			
Anodonta cygnaea	3			
Dreissena polymorpha	4		4	
Pisidium henslowanum	2	3		3
P. lilljeborgii		3		
Pseudanodonta complanata	2			
Sphaerium corneum		3		
Unio pictorum	3			2
A n n e l i d a				
Oligochaeta				
Nais variabilis	4			
Stylaria lacustris	2			
Tubifex tubifex				4
Hirudinea				
Glossiphonia complanata		2		
G. heteroclita		3		
Helobdella stagnalis		2		3
Herpobdella octoculata		2		
Hemiclepsis marginata		3		
Pisicola geometra		2		
A r a c h n i d a				
Hydracarina				
Arrhenurus sp.		3		
Hydrachna sp.		4		
Hydrodroma sp.		4		
Limnochares aquatica		2		

Organismen/Substratbereich	I	II	III	IV
C r u s t a c e a				
Malacostraca				
Isopoda				
Asellus aquaticus		3		
Decapoda				
Cambarus affinis		1		
I n s e c t a				
Ephemeroptera				
Caenis horaria	4		4	
C. spsp.		2		
Hemiptera				
Corixa punctatata		3		
Gerris lacustris		4		
Microvelia minutissima		2		
Notonecta glauca		3		
Coleoptera				
Agabus sp.	3		3	
Enochrus sp.		4		
Gyrinus sp.		2		
Haliphus ruficollis	3			
Laccobius sp.		3		
Versch. Käferlarven		4		
Trichoptera				
Goera pilosa		6		
Leptocerus sp.	3			
Limnephilus sp.		2		
Molanna angustata	2	4		
Neuronia sp.	2			
Orthotrichia costalis	2			
Polycentropus flavomaculatus		3		
versch. Larven		5		

Organismen/Substratbereich	I	II	III	IV
Diptera				
Bezzia sp.		2		
Chironomidae	3	4	3	3

Häufigkeitsstufen: 1 = Einzelfund, 2 = wenig, 3 = wenig-mittel,
4 = mittel, 5 = mittel-viel, 6 = viele,
7 = massenhaft

Substratbereiche: I = sandige Uferbank
II = Schilfgürtel
III = Algenwatten
IV = Sediment in 2 m Tiefe

5.2.5 Bodenbeschaffenheit des Gudower Sees

Die relativ breite, flach abfallende Uferbank des Gudower Sees wird bis auf die schlammige Bucht im Südwesten aus kiesig-sandigem Sediment gebildet. Es waren keine Unterschiede zwischen Lee- und Luvufer zu beobachten.

Bis in 2 m Wassertiefe bestand das Sediment aus Hartsubstrat, das von verschiedenen Hirudineen- sowie Dreissena- und Ancyclusarten besiedelt wurde. In etwa 2,5 m Tiefe ging das grobe Sediment in grau-braunen Sand über, der Schlammanteile aufwies. Es war kein fauliger Geruch wahrnehmbar.

In 6 m Wassertiefe überwog noch der Sandanteil und ab 8 m lagerte schließlich grau-brauner, dunkler, weicher Schlamm auf dem Seeboden, der nicht als Faulschlamm angesprochen werden konnte. Trotz der hohen Produktivität des Gewässers führte der Biomasseabbau im Tiefenwasser nicht zu anerenen Verhältnissen mit Faulschlamm Bildung.

6. Gewässerbeschaffenheit des Sarnekower Sees

6.1 Chemische und physikalische Charakterisierung

6.1.1 Temperatur

Der Sarnekower See bildete aufgrund seiner großen Tiefe und vor allem wegen seiner im Verhältnis zum Seevolumen kleinen Wasseroberfläche eine ausgeprägte stabile Temperaturschichtung aus, mit einem thermisch mehr oder weniger homogenen Epilimnion, einem durch großen Temperaturgradienten charakterisierten Metalimnion (Sprungschicht) und einem Hypolimnion mit relativ gleichbleibenden niedrigen Temperaturen zwischen 3° und 4°C (siehe Abb. 27).

Der See war bereits Ende April stark geschichtet, mit dem größten Temperaturprung von 6,9°C zwischen 3 m und 4 m Wassertiefe. Während der Sommermonate stabilisierte sich die Sprungschicht zwischen 4 m und 5 m. Die größten Temperaturunterschiede zwischen Epi- und Hypolimnion waren im Juli während einer Schönwetterperiode mit maximal 22,9°C in 0 m und 3,6°C in 16 m Wassertiefe.

Mit zunehmender Abkühlung der oberen Wasserschichten wanderte die Sprungschicht zwar tiefer auf 6 m - 8 m, eine Durchmischung des gesamten Wasserkörpers mit annähernd homothermen Verhältnissen setzte allerdings erst Mitte November ein. Im Gegensatz zum Gudower See, der im Oktober bereits vollständig durchmischt war, reichte aufgrund des kleinen Verhältnisses von Seeoberfläche zu -volumen die Windeinwirkung zu diesem Zeitpunkt nicht aus, den Sarnekower See zu durchmischen.

Im Februar und März 1988 herrschten mit 2,0°C bzw. 3,1°C - 3,3°C in der gesamten Wassersäule ausgeglichene Temperaturverhältnisse.

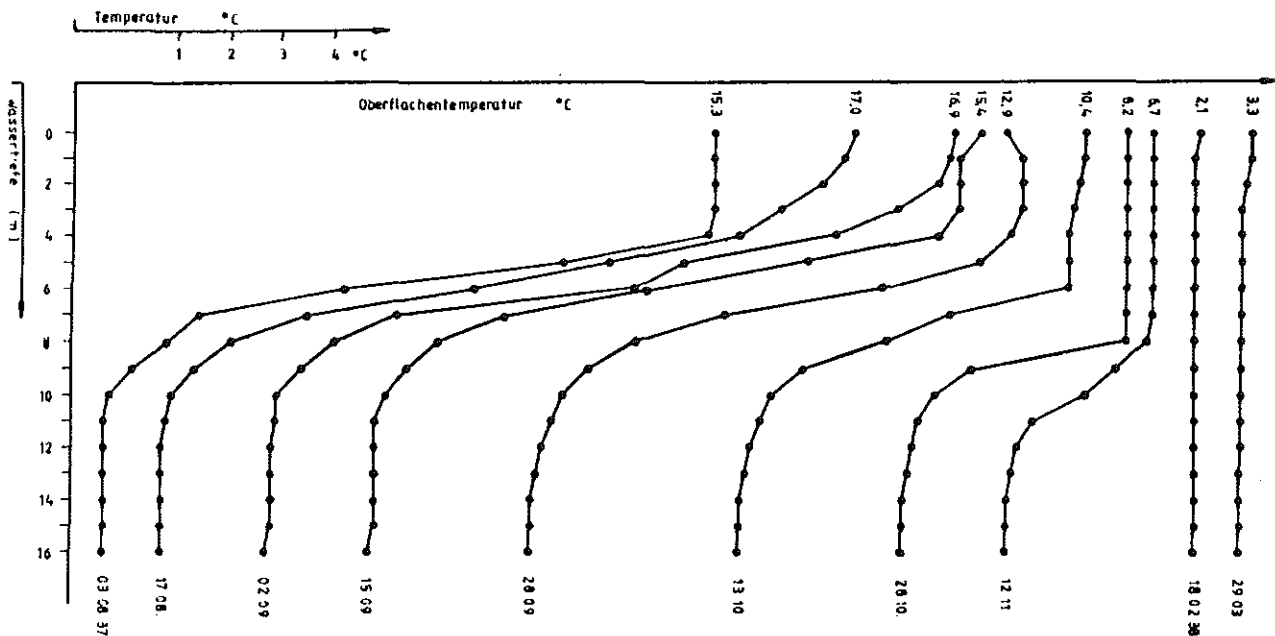
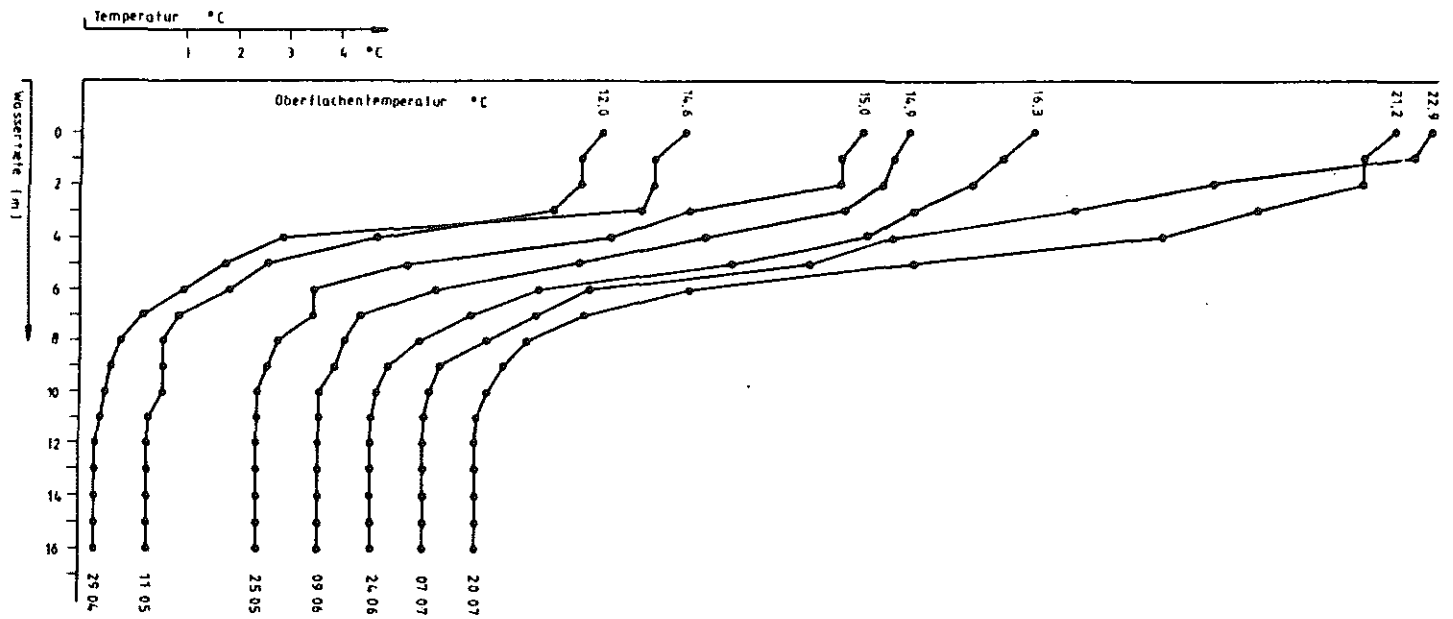


Abb. 27: Temperaturprofile (°C) 1987/88 im Sarnekower See

6.1.2 pH-Wert

Während der Vegetationsperiode (April - Oktober) waren deutliche pH-Wertgradienten zwischen Epi- und Hypolimnion zu beobachten, die auf CO_2 -Verbrauch (Photosynthese) in der trophogenen, bzw. CO_2 -Freisetzung (Respiration) in der tropholytischen Zone zurückzuführen sind (siehe Abb. 28). So stieg der pH-Wert im Epilimnion während der Frühjahrs- und Sommeralgenentwicklung bis auf maximal pH 9,1 an. Im Hypolimnion dagegen sank der pH-Wert von 8,1 Ende April bis 6,1 Anfang August ab.

Während der Volldurchmischung im Februar und März 1988 herrschten im gesamten Wasserkörper ausgeglichene pH-Werte vor.

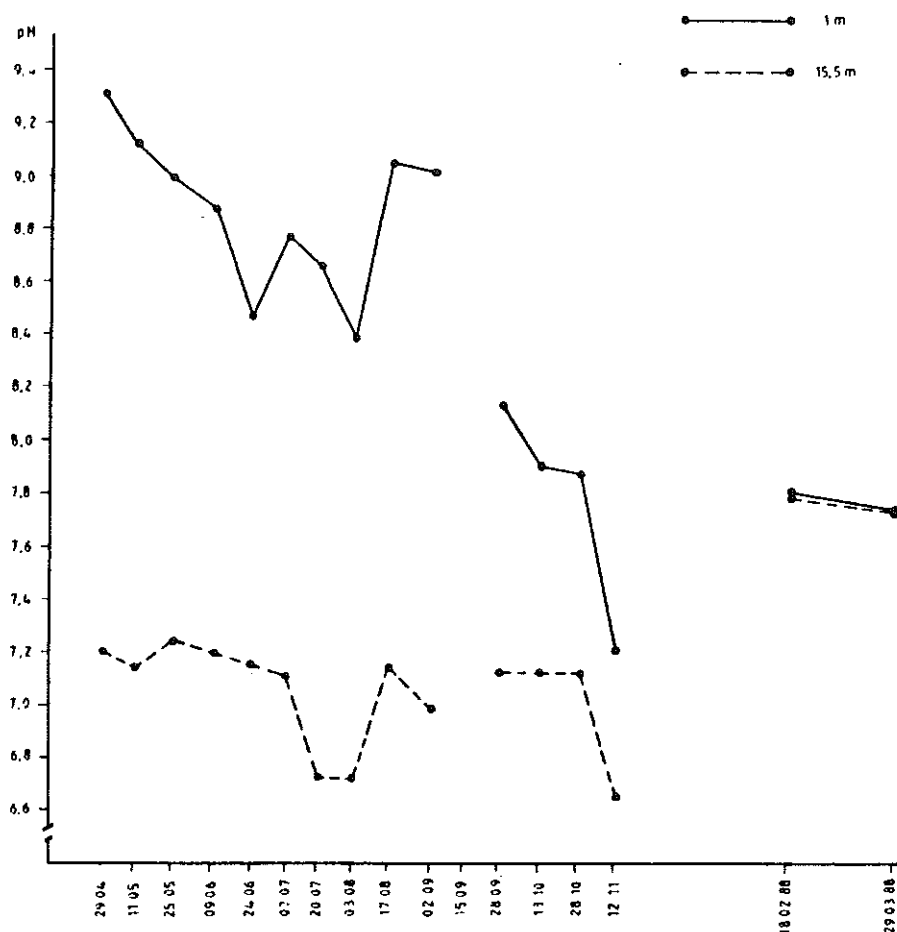


Abb. 28: pH-Werte des Sarnekower Sees, 1987/88

6.1.3 Elektrische Leitfähigkeit

Auch im Sarnekower See waren die Leitfähigkeitswerte während der Stagnationsperiode im Epilimnion durchschnittlich geringer. Die freigesetzten Nährsalze werden im Hypolimnion während der Temperaturschichtung angereichert und führen zu höheren Leitfähigkeitswerten (siehe Datenanhang).

6.1.4 Sauerstoffverhältnisse

Der Beprobungszeitraum April - November 1987 ist gekennzeichnet durch anhaltende ausgeprägte Sauerstoffgradienten zwischen Epi- und Hypolimnion (siehe Abb. 29 und 30). Ausgeglichene Sauerstoffverhältnisse herrschten nur im Februar und März 1988 in der homothermen Wassersäule vor.

Während der Frühjahrsalgenentwicklung traten aufgrund der hohen Photosyntheseaktivität (maximale Chlorophyllkonzentrationen) starke Sauerstoffübersättigungen bis zu 197 % (19,7 mg O₂/l) im Epilimnion auf. Anschließend folgte eine sauerstoffärmere Phase mit Konzentrationen zwischen 8,9 und 10,7 mg O₂/l in 1 m Wassertiefe, die sehr gut mit den niedrigen Chlorophyllwerten und höheren Sichttiefen übereinstimmt. Deutliche Übersättigungen infolge einer intensiven Phytoplanktonentwicklung traten erneut Mitte August - Anfang September auf.

Im Hypolimnion war bereits Ende April ein deutliches Sauerstoffdefizit infolge intensiver Zehrungsprozesse vorhanden. Die Sauerstoffgehalte schwankten bis Ende November zwischen 0,2 und 2,0 mg O₂/l. Anaerobe Verhältnisse und Bildung von H₂S wurden allerdings nicht festgestellt. Da die Überlebensgrenze bei Sauerstoffdefizit im Wasser für Organismen bei 2 mg gelöstem Sauerstoff pro Liter liegt (WETZEL 1975), stand somit von April bis November den Fischen und Planktonorganismen dieser Lebensraum nicht zur Verfügung.

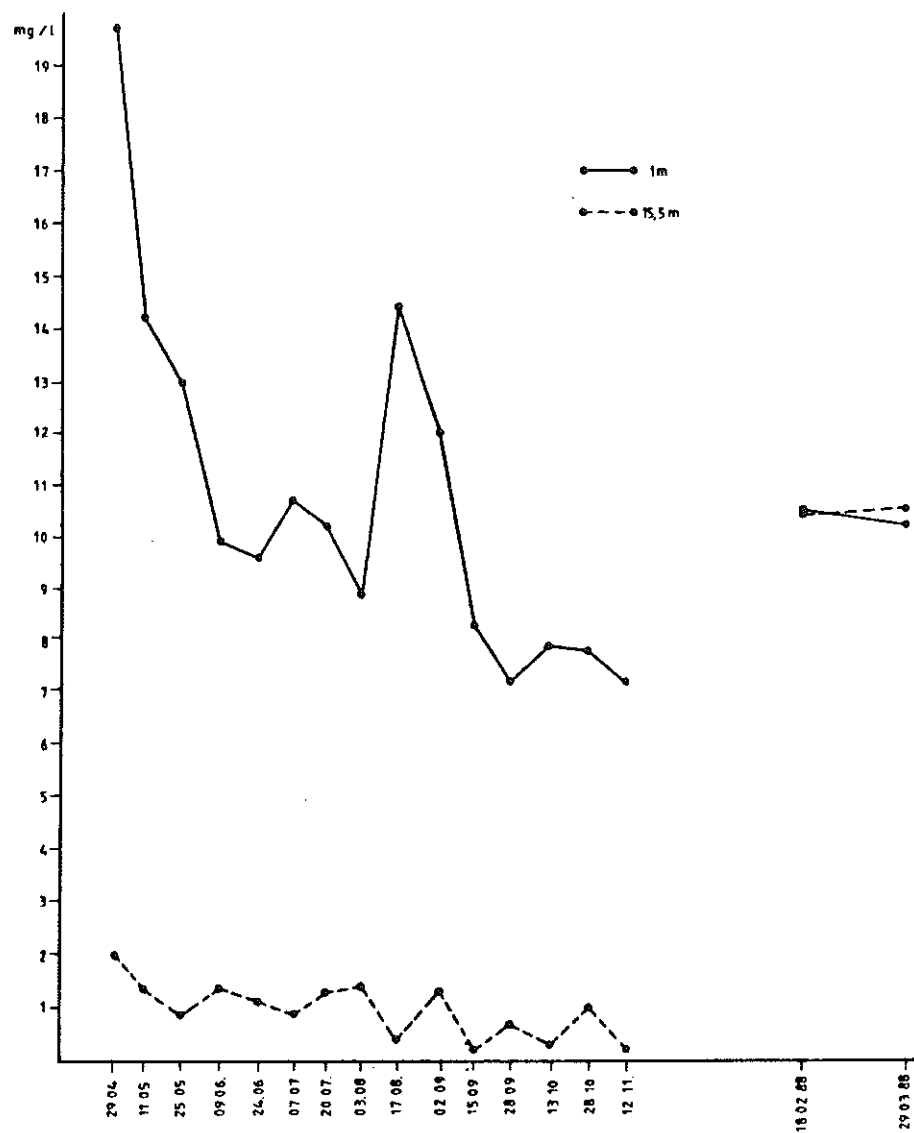


Abb. 29: Sauerstoffgehalt im Sarnekower See, 1987/88

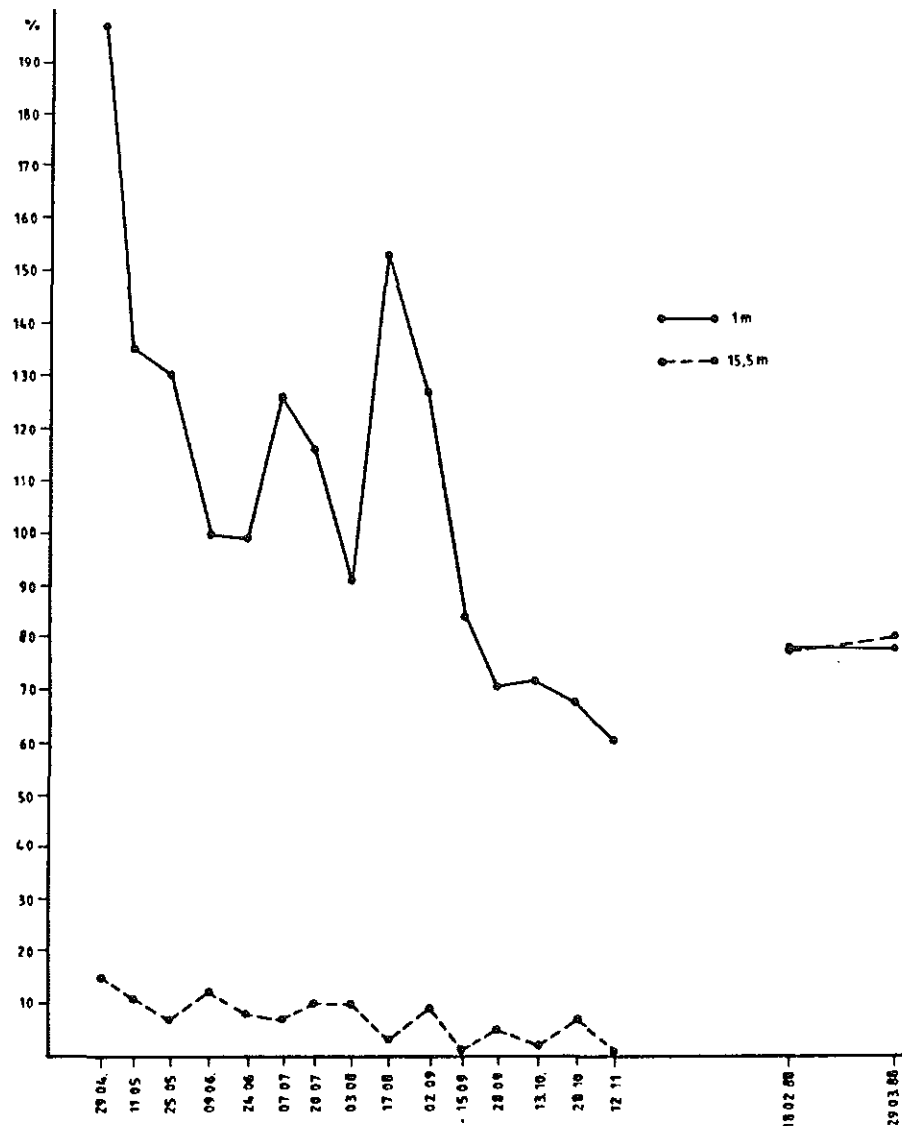


Abb. 30: Sauerstoffsättigung (%) 1987/88 im Sarnekower See

6.1.5 Stickstoffhaushalt

Ähnlich wie der Gudower See zeichnete sich der Sarnekower See durch eine ganzjährig hohe Stickstoffbelastung aus (Siehe Abb. 31, 32 und 33).

Im Frühjahr traten im Epilimnion sehr hohe Gesamtstickstoff- und Nitratstickstoffkonzentrationen auf. Mit zunehmender Ausprägung der Schichtungsverhältnisse kam es zwar zu einem deutlichen Rückgang der Stickstoffwerte im Oberflächenwasser - die Konzentrationen waren jedoch mit minimal 1,84 mg N/l nach wie vor hoch. Nitratstickstoff stand während der gesamten Vegetationsperiode den Algen als Nährstoff in ausreichender Menge zur Verfügung.

Im Hypolimnion reicherte sich Ammoniumstickstoff während der Stagnationsphase bis maximal 2,57 mg $\text{NH}_4\text{-N/l}$ an. Im Epilimnion war Ammoniumstickstoff erst im Herbst nachweisbar.

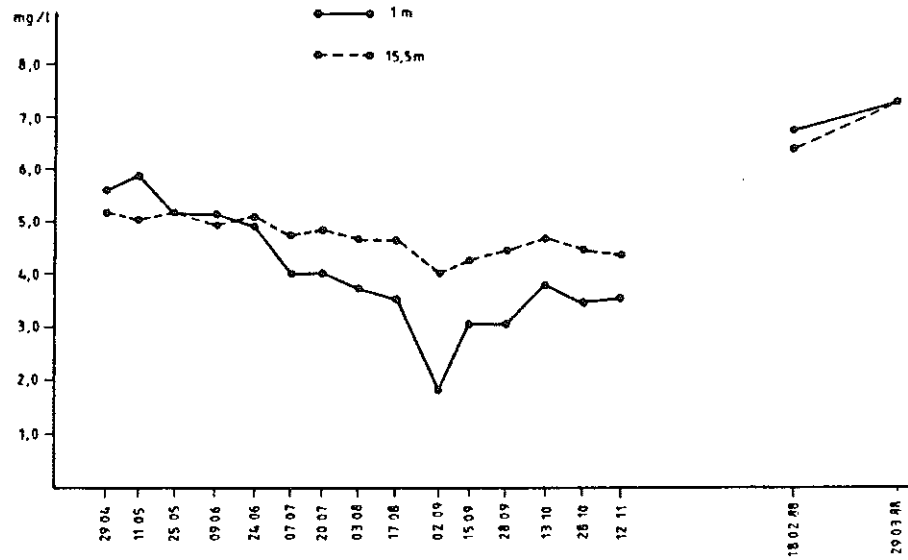


Abb. 31: Gesamtstickstoffgehalte im Sarnekower See, 1987/88

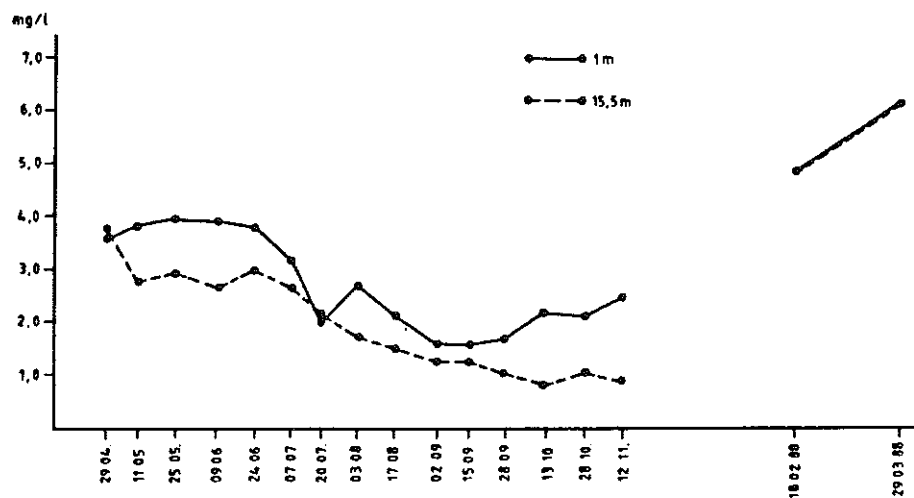


Abb. 32: Nitrat-/Nitritstickstoffgehalte im Sarnekower See, 1987/88

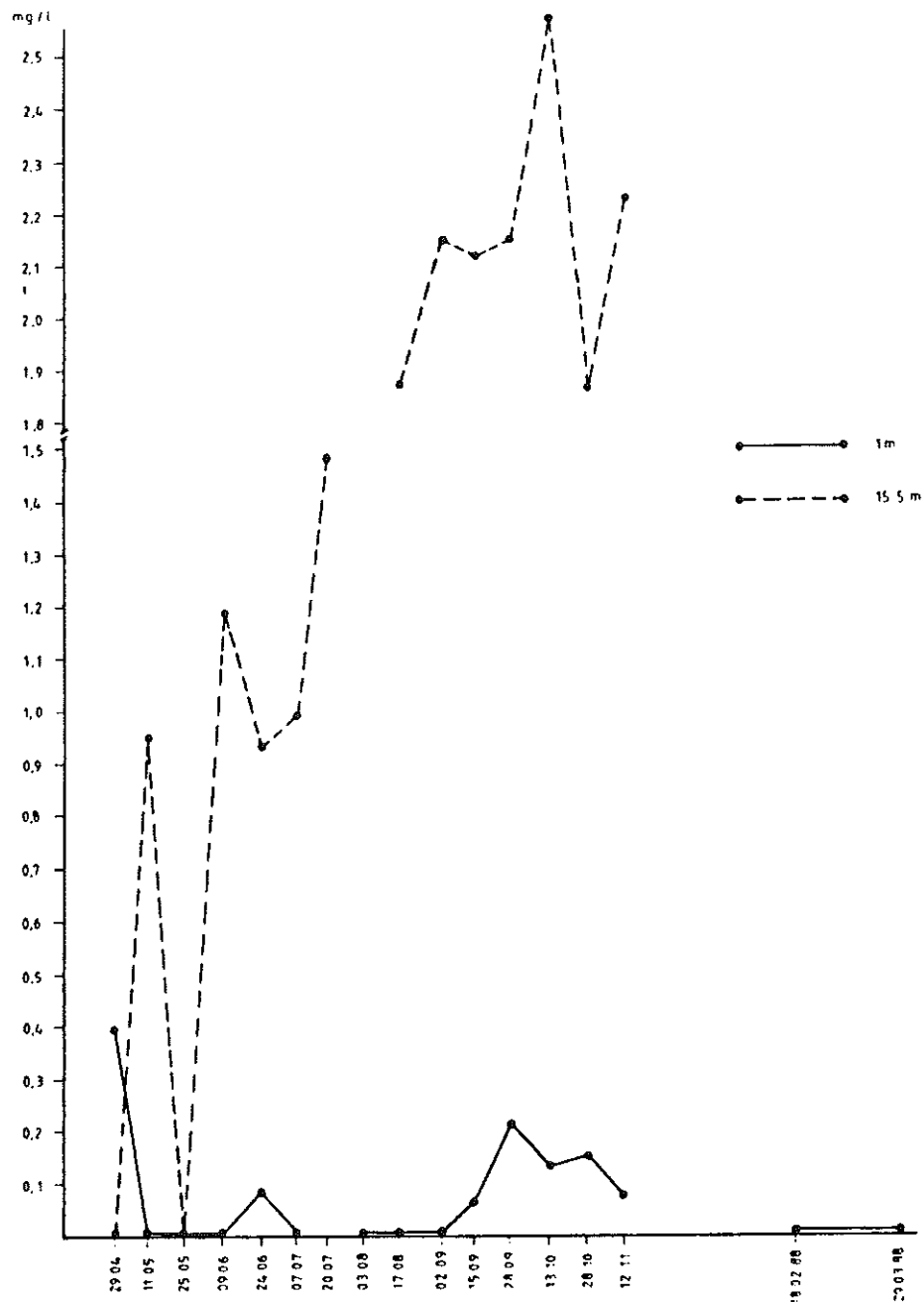


Abb. 33: Ammoniumstickstoffgehalte im Sarnekower See, 1987/88

6.1.6 Phosphorhaushalt

Der Verlauf der Phosphorgehalte im Sarnekower See ist in Abb. 34 und 35 dargestellt.

Die Gesamtphosphorkonzentrationen schwankten im Epilimnion 1987 zwischen 20 und 240 $\mu\text{g P/l}$.

Im Frühjahr und Sommer war der gelöste reaktive Phosphor im Epilimnion vollständig aufgebraucht - die Konzentrationen lagen unterhalb der Nachweisgrenze. Erst Ende September bei geringerer Phytoplanktonentwicklung stiegen die gelösten reaktiven Phosphorgehalte langsam an.

Im Zuge der Temperaturschichtung des Wasserkörpers kam es im Hypolimnion zu einer Anreicherung des Phosphors, wobei der größte Teil des Gesamtphosphors in anorganischer Form als gelöster reaktiver Phosphor vorlag. Die höchste Gesamtphosphorkonzentration mit 1,39 mg P/l wurde Mitte Oktober beobachtet, mit einem Anteil an gelöstem reaktivem Phosphor von 1,14 mg PO_4 /l.

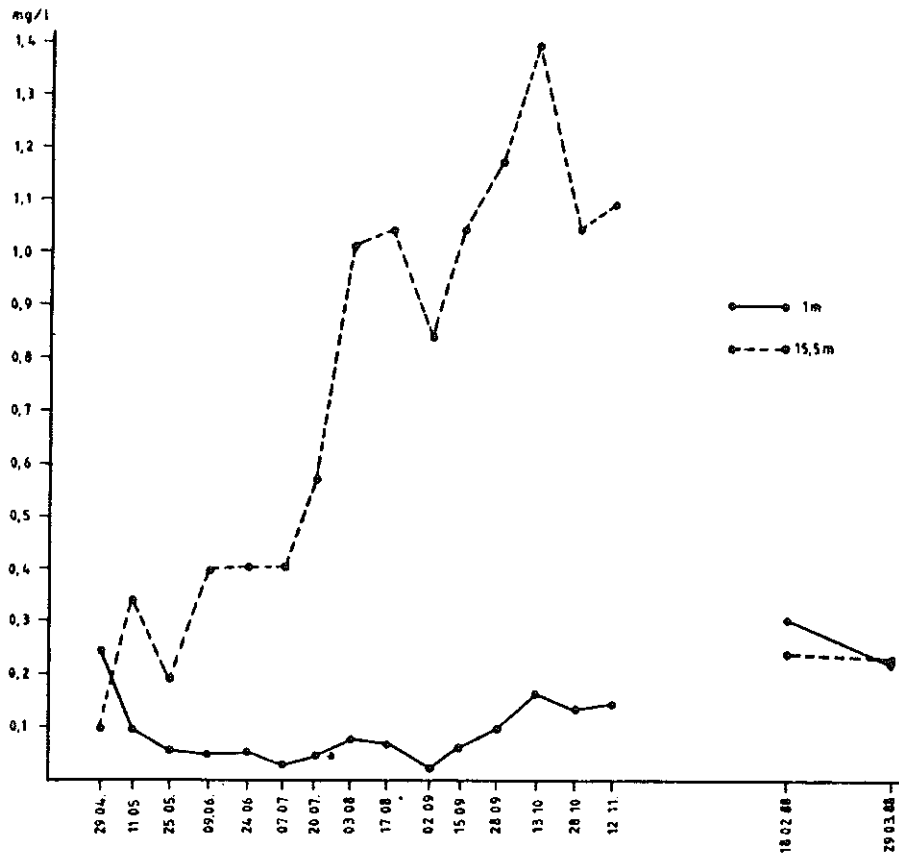


Abb. 34: Gesamtphosphorgehalte im Sarnekower See, 1987/88

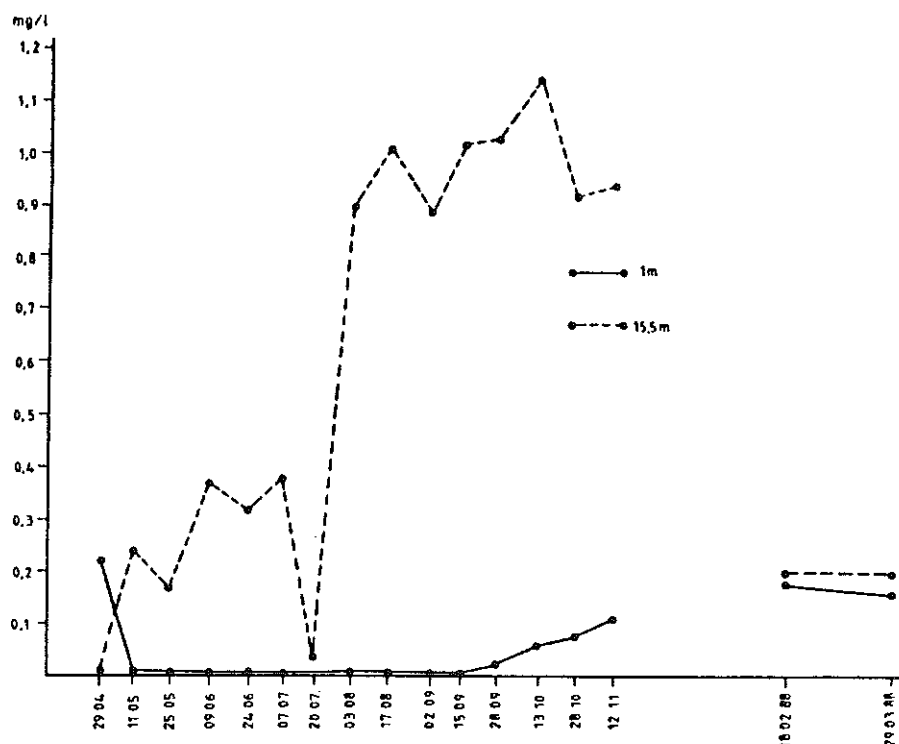


Abb. 35: Gelöster reaktiver Phosphor im Sarnekower See, 1987/88

6.2 Biologische Charakterisierung

6.2.1 Sichttiefe und Chlorophyll

Der Verlauf der Sichttiefe und des unkorrigierten Chlorophyllgehaltes, d.h. der Summe aus Chlorophyll a und Phaeophytin a, während des Untersuchungszeitraumes sind in Abbildung 36 gegeneinander aufgetragen.

Der Sarnekower See wies im Durchschnitt (1,39 m) etwas höhere Sichttiefen auf als der Gudower See, die in erster Linie auf die geringere Eigenfärbung des Sarnekower Seewassers zurückzuführen sind. Eine deutliche Beziehung zwischen Chlorophyllgehalt und Sichttiefe ist allerdings auch im Sarnekower See aufgrund des allochthonen Eintrages von Huminstoffen kaum zu erkennen. Der Verlauf der Chlorophyllentwicklung zeichnet sich durch zwei Chlorophyllmaxima während der Frühjahrsalgenblüte Ende April mit $95,68 \text{ mg Chl a/m}^3$ in 1 m Wassertiefe, und einer Spätsommermassenentwicklung Anfang September mit $92,04 \text{ mg Chl a/m}^3$ aus. Ein ausgeprägtes Klarwasserstadium, wie es für viele Seen Anfang Juni charakteristisch ist, ließ sich im Sarnekower See nicht beobachten. Im Juli gingen die Chlorophyllkonzentrationen deutlich zurück. Das anschließende Spätsommermaximum wurde hauptsächlich durch Blaualgen, wie *Oscillatoria* sp. und *Microcystis* spp. gebildet. Mit Abnahme der Wassertemperaturen nahmen auch die Chlorophyllgehalte ab und blieben ab Ende Oktober auf einem niedrigen winterlichen Niveau (Abb. 37).

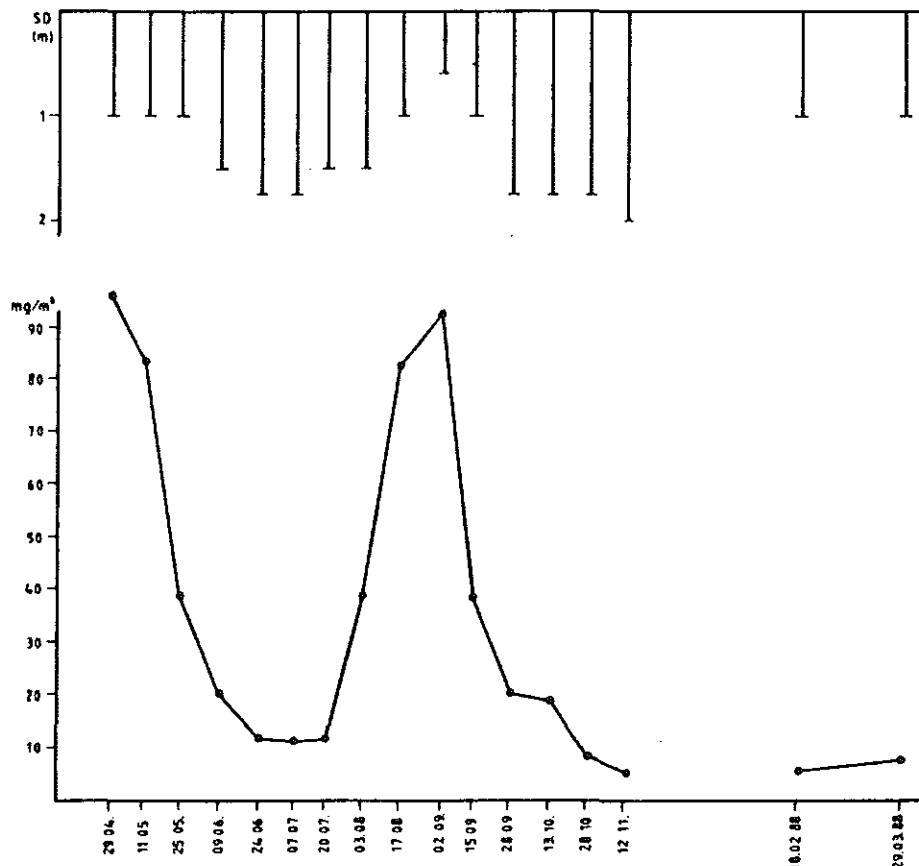
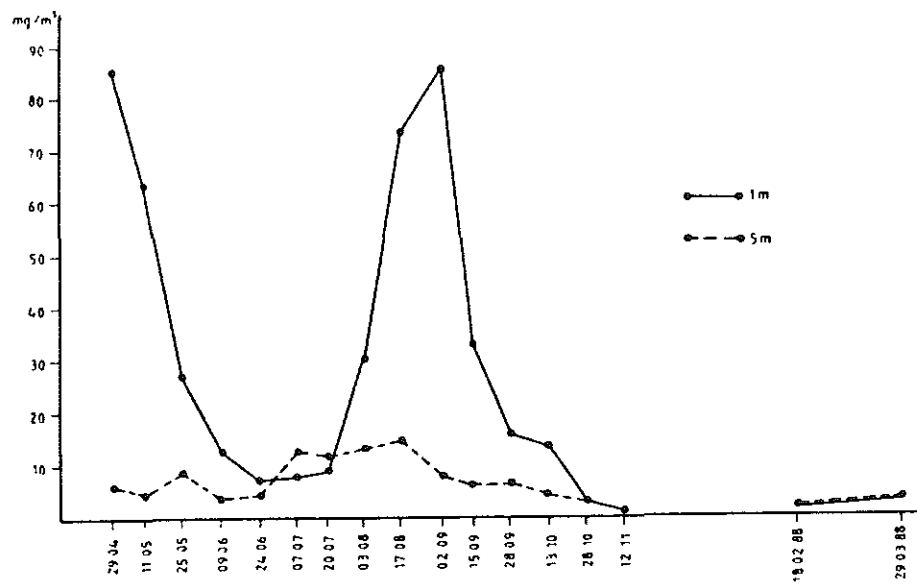
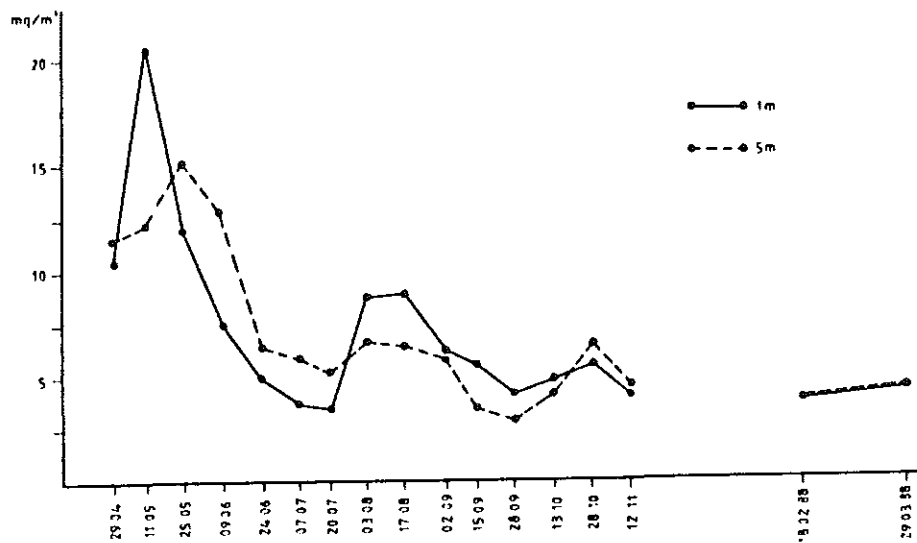


Abb. 36: Sichttiefen und Chlorophyllgehalte (unkorrigiert) 1987/88 im Sarnekower See



Chlorophyll



Phaeophytin

Abb. 37: Chlorophyll- und Phaeophytinergehalte ($\mu\text{g/l}$) 1987/88 im Sarnekower See

6.2.2 Phyto- und Zooplankton

Phytoplankton

Das Phytoplankton im Sarnekower See war etwas artenreicher als im Gudower See. Folgende Arten wurden im Sarnekower See zusätzlich beobachtet: *Lyngbya* sp., *Phormidium retzii*, *Peridinium cinctum*, *Tabellaria fenestrata*, *Navicula* sp., *N. radiosa*, *Stephanodiscus astrea*, *Cymatopleura solea*, *Scenedesmus tenuispina*, *Pediastrum angulosum* und *Closterium* sp. Bis auf *Tabellaria fenestrata* traten diese Arten allerdings in sehr geringen Dichten auf. Phytoplanktonarten wie *Merismopedia* sp., *Diatoma vulgare*, *Rhoicosphenia curvata*, *Fragilaria construens* und *Nitzschia acicularis*, die im Gudower See beobachtet wurden, wurden in Sarnekower See nicht gefunden (siehe Tab. 13).

Die Phytoplanktonentwicklung verlief im Sarnekower See ähnlich wie im Gudower See. Im Frühjahr dominierten Diatomeen, insbesondere *Asterionella formosa*, *Fragilaria crotonensis* und *Melosira varians*. *Tabellaria fenestrata* trat Ende April in höheren Dichten auf - im Gudower See kam diese Art nicht vor. Begleitend zur Frühjahrsdiatomeenentwicklung traten bereits Vertreter der Grünalgen auf. Nach dem Rückgang der Diatomeen im Frühsommer waren Grünalgen wie *Scenedesmus quadricauda*, *Pediastrum duplex*, *Coelastrum microporum* sowie der Dinoflagellat *Ceratium hirundinella* vorherrschend. Wie auch im Gudower See waren bereits Anfang Juni Blaualgenarten, im Sarnekower See *Microcystis flos-aquae*, in nennenswerter Dichte zu beobachten. Die anschließende Spätsommeralgenblüte wurde fast ausschließlich durch Massenentwicklungen verschiedener Blaualgenarten, wie *Oscillatoria* sp., *Microcystis* sp., *M. flos-aquae* und *Gomphosphaeria naegeliana* gebildet. Ab Oktober traten wieder verstärkt Kieselalgen, hauptsächlich *Asterionella formosa* sowie die Grünalge *Pandorina morum* auf.

Zooplankton

Die Entwicklung des Zooplanktons im Sarnekower See war weitgehend identisch mit der des Gudower Sees.

Bei den Crustaceen waren Cyclopiden während der gesamten Beprobungszeit vorherrschend. Bei den kleinen filtrierenden Cladocerenarten trat außer *Eubosmia coregoni* und *Chydorus sphaericus* noch *Bosmina longirostris* in geringen Individuendichten auf. Die Daphnien waren im Sarnekower See im Frühsommer und Herbst etwas häufiger als im Gudower See.

Das Rotatorienplankton zeichnete sich wie im Gudower See durch eine auffällige Artenarmut aus. Während der gesamten Beprobungszeit waren Keratella-Arten vorherrschend.

Tabelle 13: Artenliste des Phyto- und Zooplanktons und seine geschätzten Häufigkeiten im Sarnekower See

	29. IV 87	11. V 87	25. V 87	09. VI 87	24. VI 87	07. VII 87	20. VII 87	03. VIII 87	17. VIII 87	02. IX 87	15. IX 87	28. IX 87	13. X 87	28. X 87	12. XI 87	18. II 88	29. III 88
Cyanophyceae:																	
Anabaena sp.	2	-	-	-	-	-	1	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-
Gomphosphaeria naegeliana	-	-	-	-	-	-	3	1	-	3	5	4	2	-	3	-	-
Microcystis flos-aquae	2	-	-	4	4	5	5	4	6	5	7	6	3	2	3	2	2
Microcystis sp.	-	2	1	2	2	3	3	4	7	6	6	6	4	3	3	3	3
Lyngbya sp.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oscillatoria sp.	2	2	1	-	1	-	1	3	3	5	5	3	2	2	1	-	-
Phormidium retzii	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chrysophyceae:																	
Tribonema sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Dinophyceae:																	
Ceratium hirundinella	3	3	2	4	6	6	7	7	5	-	4	4	1	2	2	-	-
Peridinium cinctum	-	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Diatomeae:																	
Asterionella formosa	5	3	-	2	1	3	2	3	2	1	1	3	5	6	3	-	2
Cyclotella sp.	2	4	2	2	-	1	2	4	2	2	-	-	-	2	3	2	-
Cymatopleura elliptica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	
Cymatopleura solea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2		
Cymbella ventricosa	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-
Diatoma elongatum	3	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fragilaria crotonensis	5	4	2	-	-	3	1	3	3	2	1	1	2	3	3	-	-
Fragilaria capucina	-	2	-	-	-	3	1	2	2	-	-	-	2	2	2	-	-

Tabelle 13: Fortsetzung

	29.	11.	25.	09.	24.	07.	20.	03.	17.	02.	15.	28.	13.	28.	12.	18.	29.
	IV	V	V	VI	VI	VII	VII	VIII	VIII	IX	IX	IX	X	X	XI	II	III
	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	88	88
Diatomeae:																	
Gyrosigma attenuatum	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	1	
Melosira varians	4	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2	2	2	2	2
Melosira granulata	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		2	2	2	2
Navicula sp.	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1	-	2
Navicula radiosa	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitzschia sp.	-	2	1	2	-	2	-	-	-	-	-	1	1	1	2	-	2
Nitzschia palea	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitzschia sigmaidea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2
Stephanodiscus astraea	-	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Surirella robusta spl.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Synedra sp.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Synedra acus	2	3	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Synedra ulna	1	4	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	2
Tabellaria fenestrata	5	-	1	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chlorophyceae:																	
Closterium sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Coelastrum microporum	-	-	-	-	5	4	3	2	2	2	-	-	3	-	-	-	1
Eudorina elegans	2	-	-	1	2	1	3	2	1	1	2	3	3	3	3	1	-
Pandorina morum	-	1	-	-	-	2	-	4	4	2	1	2	5	5	1	-	-
Pediastrum duplex	2	3	-	3	3	4	5	5	4	4	3	3	2	3	4	1	2
Pediastrum boryanum	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	-	1	1	-	-	1
Pediastrum angulosum	-	1	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Scenedesmus quadricauda	3	4	3	4	3	3	4	3	2	2	1	-	2	1	1	-	-
Scenedesmus longispina	-	-	2	2	-	1	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Scenedesmus tenuispina	-	2	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Scenedesmus acuminatus	-	2	2	1	-	1	-	-	-	2	-	-	-	-	1	-	-
Staurastrum paradoxum	-	1	-	1	3	3	1	-	1	-	-	-	-	1	2	-	-

Tabelle 13: Fortsetzung

	29. IV 87	11. V 87	25. V 87	09. VI 87	24. VI 87	07. VII 87	20. VII 87	03. VIII 87	17. VIII 87	02. IX 87	15. IX 87	28. IX 87	13. X 87	28. X 87	12. XI 87	18. II 88	29. III 88
Crustacea:																	
Cyclopidae	3	6	7	5	4	5	4	3	3	3	2	3	5	5	5	5	5
Diaptomidae	-	3	2	2	3	3	3	4	2	3	3	3	3	5	5	2	2
Nauplius Larven	4	5	4	3	2	4	2	2	3	2	3	2	3	3	4	-	2
Bosmina longirostris	-	2	1	-	2	1	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Bosmina coregoni	-	2	1	2	3	3	4	3	4	4	3	1	-	1	1	1	1
Chydorus sphaericus	-	-	-	-	-	-	4	4	4	2	-	1	-	-	-	-	-
Daphnia sp.	-	2	2	3	3	3	2	2	3	2	3	3	5	4	4	-	1
Daphnia cucullata	-	-	-	3	4	4	4	2	2	-	3	3	3	3	-	-	-
Rotatoria:																	
Brachionus sp.	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Brachionus angularis-bidens	-	2	-	-	-	-	2	2	4	4	3	3	2	2	-	-	-
Keratella quadrata	1	5	5	2	2	3	3	2	3	3	2	3	2	1	2	2	3
Keratella ticinensis	1	2	-	2	1	5	1	1	2	2	3	2	-	-	2	-	-
Keratella cochlearis	2	4	4	4	-	3	-	2	2	4	5	4	4	4	5	3	3
Notholca longispina	1	1	-	2	2	2	1	1	1	1	1	2	1	3	3	-	1
Polyarthra sp.	1	2	-	-	-	2	2	-	1	-	2	2	2	2	-	-	-
Polyarthra remata	-	4	2	-	2	2	2	1	1	2	2	-	1	3	-	-	-
Ciliata:																	
Epistylis rotans	1	4	2	2	2	4	2	2	2	-	1	3	2	2	1	-	-
Vorticella sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	2	2	-	-
Protozoa:																	
Acanthocystis sp.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Diffflugia sp.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

6.2.3 Ufer- und Unterwasservegetation

Da der Sarnekower See fast gänzlich von Mischwald umgeben ist, abgesehen von einem Rundwanderweg, der das Ufer unbeeinflusst läßt, bietet sich ein ungestörtes Landschaftsbild.

Ein fast geschlossener Gelegegürtel säumt das gesamte Ufer, wobei an schattenreicheren Teilen des Westufers die Schilfzone schmaler entwickelt ist (siehe Abb. 38).

Die Röhrrichtgesellschaft enthält neben dem Schilfrohr (*Phragmites australis*) als weitere Charakterart zum Wasser hin die Seebinse (*Schoenoplectus lacustris*). Am Auslauf des Hellbaches im Süden und in der flachen NW-Bucht wächst in kleineren Beständen der Schmalblättrige Rohrkolben (*Typha angustifolia*). Als weitere Begleitformen kommen vereinzelt Igelkolben (*Sparganium erectum*), die Schwanenblume (*Butomus umbellatus*) und Kalmus (*Acorus calamus*) vor.

Großseggen kommen am Sarnekower See zu keiner größeren Entfaltung. Es konnte lediglich eine Art in ganz geringer Ausdehnung in der NW-Bucht aufgenommen werden.

Äußerst spärlich zeigt sich auch die Zone der Schwimmblattpflanzen. Im Südwesten breiten sich wenige Exemplare der Gelben Teichrose (*Nuphar luteum*) aus, im Nordwesten wachsen in geringer Ausdehnung einige Pflanzen des Wasserknöteriches (*Polygonum amphibium*). Die vorkommenden Arten sind in Tabelle 14 aufgelistet.

An submersen Makrophyten konnte nur *Potamogeton pectinatus* (Kamm-Laichkraut) festgestellt werden (siehe Abb. 39). Der Sarnekower See weist im Vergleich zum Gudower See einen etwas höheren Laichkrautbestand auf. Das Vorkommen ist jedoch aufgrund der geringen Lichtdurchlässigkeit auf die Tiefenzone bis maximal 1,5 m begrenzt.

Tabelle 14: Artenliste der Makrophytenvegetation am Sarnekower See

Acorus calamus (Kalmus)
Butomus umbellatus (Schwanenblume)
Carex acuta (Scharfe Segge)
Glyceria maxima (Großer Schwaden)
Iris pseudacorus (Sumpf-Schwertlilie)
Juncus spsp. (Binsen)
Myosotis palustris (Sumpf-Vergißmeinnicht)
Nuphar luteum (Gelbe Teichrose)
Phragmites australis (Gemeines Schilfrohr)
Polygonum amphibium (Wasserknöterich)
Potamogeton pectinatus (Kamm-Laichkraut)
Rorippa amphibia (Wasser-Sumpfkresse)
Rumex hydrolapathum (Fluß-Ampfer)
Schoenoplectus lacustris (Sumpf-Binse)
Solanum dulcamara (Bittersüß)
Sparganium erectum (Ästiger Igelkolben)
Stachys palustris (Sumpf-Ziest)
Typha angustifolia (Schmalblättriger Rohrkolben)

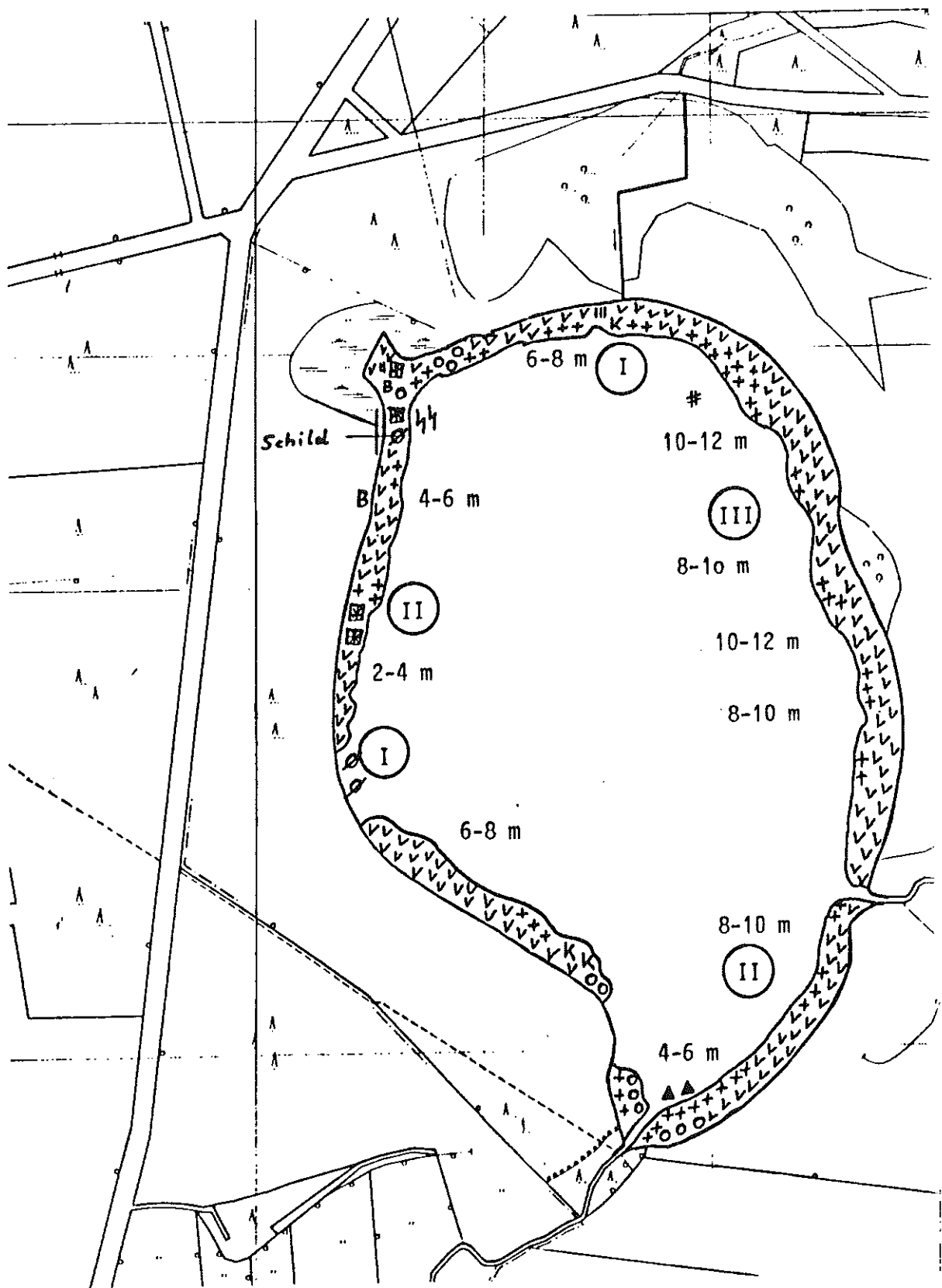


Abb. 38: Uferkartierung der Makrophytenvegetation des Sarnekower Sees

Symbole für die Vegetationskartierung

Acorus calamus	K K
Bolboscheunus maritimus	π π
Carex spsp.	ø ø
Chara vulgaris	⋈ ⋈
Glyceria maxima	III III
Iris pseudacorus	◇ ◇
Juncus spsp.	ω ω
Myriophyllum spicatum	λ λ
Nuphar luteum	▲ ▲
Phalaris arundinacea	† †
Phragmites australis	v v
Polygonum amphibium	‡ ‡
Potamogeton x nitens	xx xx
P. pectinatus	± ±
P. perfoliatus	≡ ≡
Schoenoplectus lacustris	+ +
S. tabernaemontani	⊕ ⊕
Sparganium erectum	⊞ ⊞
Typha angustifolia	○ ○
T. latifolia	● ●

"Legende" zu Abb. 38

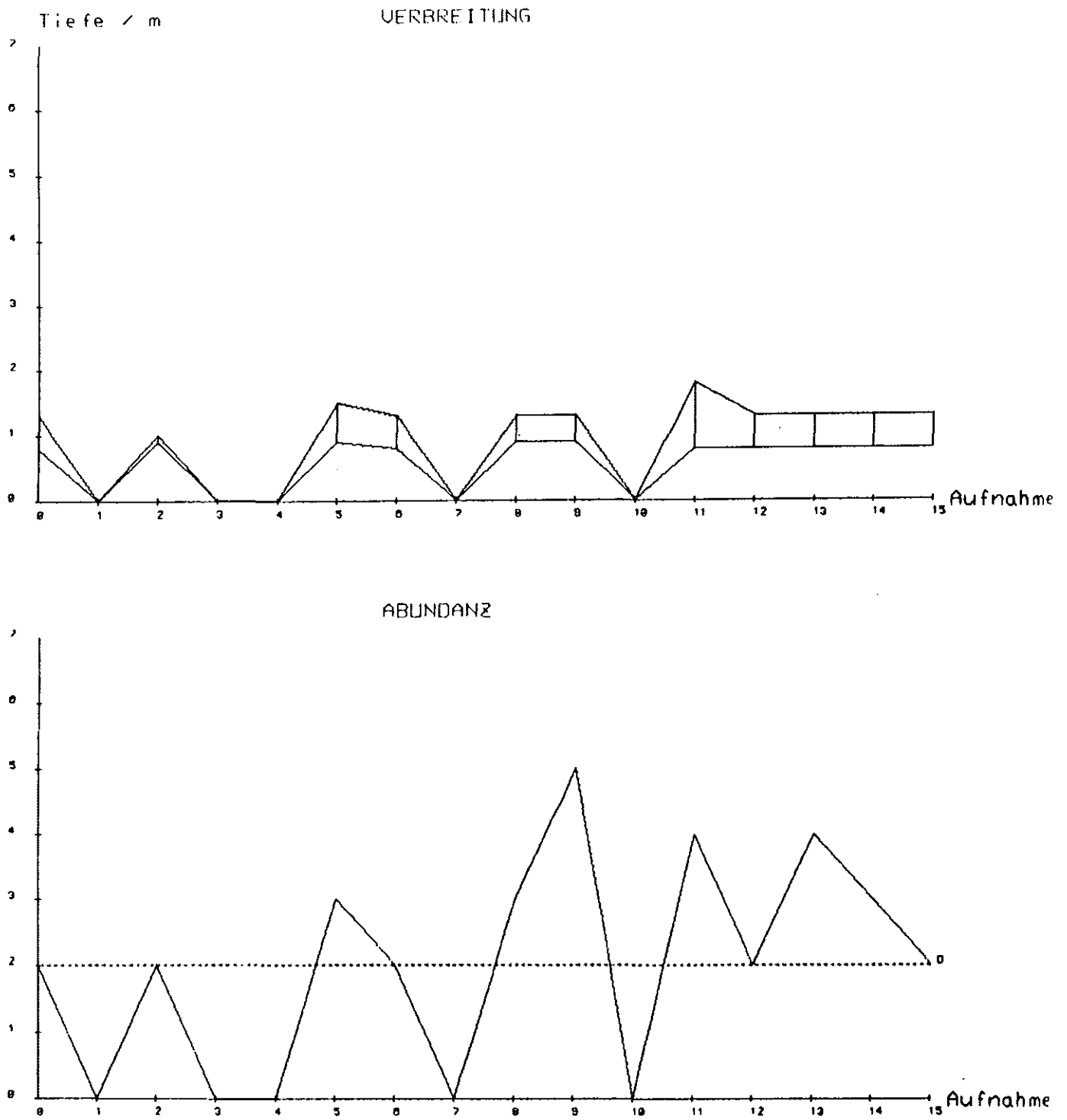


Abb. 39: Vorkommen und Abundanz vom *Potamogeton pectinatus* im Sarnekower See

6.2.4 Litoral- und Profundalfauna

Die sandig-kiesige Uferbank, die im Sarnekower See nicht sehr breit ausgebildet ist, bietet vor allem größeren Muscheln und einigen Insektenlarven Siedlungsmöglichkeiten. An größeren Steinen u. ä. weiden Schnecken den Algenrasen ab. Auf abgestorbenen Baumstämmen und Ästen, die im Wasser liegen, haben sich Schwämme ausgebreitet. Die Individuendichte ist allgemein nur mäßig.

Im Röhrichtgürtel zwischen dem groben Detritus aus abgestorbenen Schilfstengeln sind artenreich Schnecken, Egel, Käfer, Köcherfliegen- und Eintagsfliegenlarven vertreten.

In 1,5 m Wassertiefe leben im und auf dem Sediment neben Chironomidenlarven und Oligochaeten Gnitzten (*Bezzia* sp.), verschiedene Käfer- und Ephemeropterenlarven. Von Hartsubstrat konnten einige Mollusken abgesammelt werden. Die einzelnen Taxa sind in Tabelle 15 aufgelistet.

Der Sarnekower See weist im Vergleich zum Gudower See eine größere Artenvielfalt auf. Dies ist sicherlich auf den geringeren anthropogenen Einfluß und den intakten Schilfbereich zurückzuführen, der für viele Litoralbewohner einen idealen Lebensraum bietet.

Tabelle 15: Artenliste der Litoral- und Profundalfauna des Sarnekower Sees

Organismen/Substratbereich	I	II	III
S p o n g i a e			
Spongilla lacustris	4		
P l a t h e l m i n t h e s			
Turbellaria			
Planaria lugubris		3	

Organismen/Substratbereich	I	II	III
N e m a t h e l m i n t h e s			
Nematomorpha			
Gordius aquaticus			2
M o l l u s c a			
Gastropoda			
Anisus vortex	3	5	
Bithynia leachi		2	
B. tentaculata	4	4	
Galba truncatula	3		
Gyraulus albus		3	
Lymnaea balthica f. ovata		3	
L. stagnalis		2	
Physa fontinalis	4	3	
Planorbis carinatus	3	3	
Potamopyrgus jenkinsi		3	4
Stagnicola turricula		3	
Valvata cristata	3		
Valvata piscinalis	3	3	
Bivalvia			
Anodonta anatina	1		
Anodonta cygnaea	3		
Dreissena polymorpha		4	2
Pisidium henslowanum			2
P. lilljeborgii		2	
Unio pictorum	3		
A n n e l i d a			
Oligochaeta			
Nais variabilis			2
Stylaria lacustris			2
Tubifex tubifex			3

Organismen/Substratbereich	I	II	III
Hirudinea			
Glossiphonia complanata		4	
G. heteroclita		3	
Haemopsis sanguisuga	2	3	
Helobdella stagnalis		2	
Herpobdella octoculata	2	4	
Pisciola geometra		2	
A r a c h n i d a			
Hydracarina			
verschiedene Formen	3	3	
C r u s t a c e a			
Branchiura			
Argulus foliaceus	1	1	
Isopoda			
Asellus aquaticus	2	2	
I n s e c t a			
Ephemeroptera			
Caenis horaria			4
C. spsp.	4	5	
Odonata			
versch. Larven		4	
Hemiptera			
Corixa punctata		3	
Notonecta glauca		2	
Gerris lacustris		2	
Coleoptera			
Dytiscus marginalis		2	
Enochrus sp.		6	
Gyrinus sp.	2	3	
versch. Käferlarven		3	3

Organismen/Substratbereich	I	II	III
Trichoptera			
Goera pilosa	2	2	
Limnephilus sp.		2	
Noterus crassicornis	3		
versch. Larven	2	4	
Diptera			
Bezzia sp.	2	2	4
Chironomidae			5

Häufigkeitsstufen: 1 = Einzelfund, 2 = wenig, 3 = wenig-mittel,
4 = mittel, 5 = mittel-viel, 6 = viel,
7 = massenhaft

Substratbereiche: I = sandig-kiesige Uferbank
II = Schilfgürtel
III = Sediment in 1,5 m Tiefe

6.2.5 Bodenbeschaffenheit des Sarnekower Sees

Bei der Untersuchung der Bodenverhältnisse wurde ein Querschnitt von Osten nach Westen etwa im mittleren Bereich gefahren. Im Uferbereich des Sarnekower Sees lag kiesig-sandiges Sediment vor. Durch den steilen Uferabfall ließ sich eine genaue Tiefenangabe über den Übergangsbereich des rein sandigen zum sandig-schlammigen Sediment nicht machen. Bis zu einer Tiefe von 5 m konnte jedoch noch reiner Sand mit dem Kastengreifer entnommen werden. In 10 m Tiefe war das Sediment sandig-schlammig, von graubrauner Farbe und ohne Schwefelwasserstoffgeruch, also eine typische Gytja. Auch eine aus 14 m Tiefe entnommene Probe enthielt nur einen geringen Anteil an weichem, organischem Schlamm. Ausgesprochene Faulschlammablagerungen konnten nicht nachgewiesen werden.

7. Gewässerbeschaffenheit der Zu- und Abflüsse

In den Gudower See mündet der Stichelsbach ein. Der einzige Abfluß des Gudower Sees ist der kurze Verbindungsgraben zum Sarnekower See. Aus dem Sarnekower See fließt der Mühlenbach, später Hellbach genannt. In seinem weiteren Verlauf durchläuft der Hellbach die Möllner Seenkette und mündet schließlich in den Elbe-Lübeck-Kanal.

Der Sarnekower See hat neben dem Verbindungsgraben einen kleinen Waldbach als weiteren Zufluß.

7.1 Chemische Beschaffenheit

Die Zu- und Abflüsse beider Seen wurden einmal monatlich beprobt (siehe Abb. 6; Meßstellen). Folgende chemisch-physikalischen Parameter wurden untersucht: Temperatur, pH, Leitfähigkeit, Chloridgehalt, Sauerstoff, anorganischer und organischer Kohlenstoff, Gesamtstickstoff, anorganische Stickstofffraktionen, Gesamtphosphor und gelöster reaktiver Phosphor.

Die Sauerstoffgehalte sowie die Nährstoffkonzentrationen sind in den folgenden Abbildungen für den Untersuchungszeitraum graphisch dargestellt.

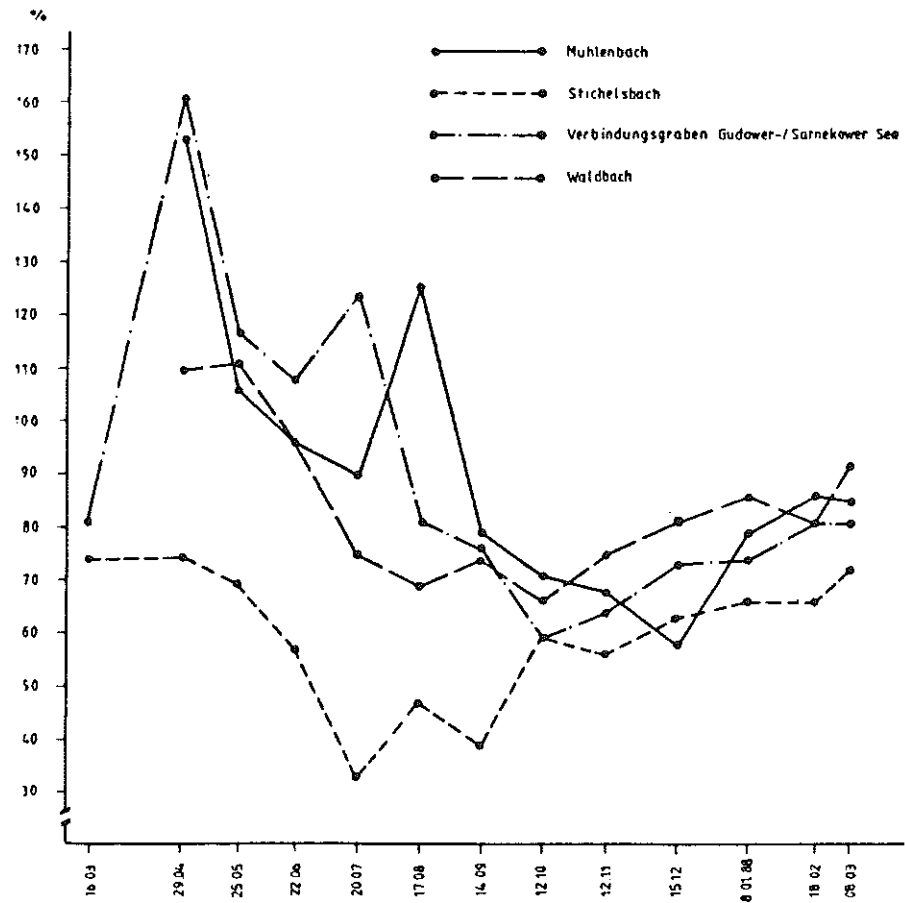
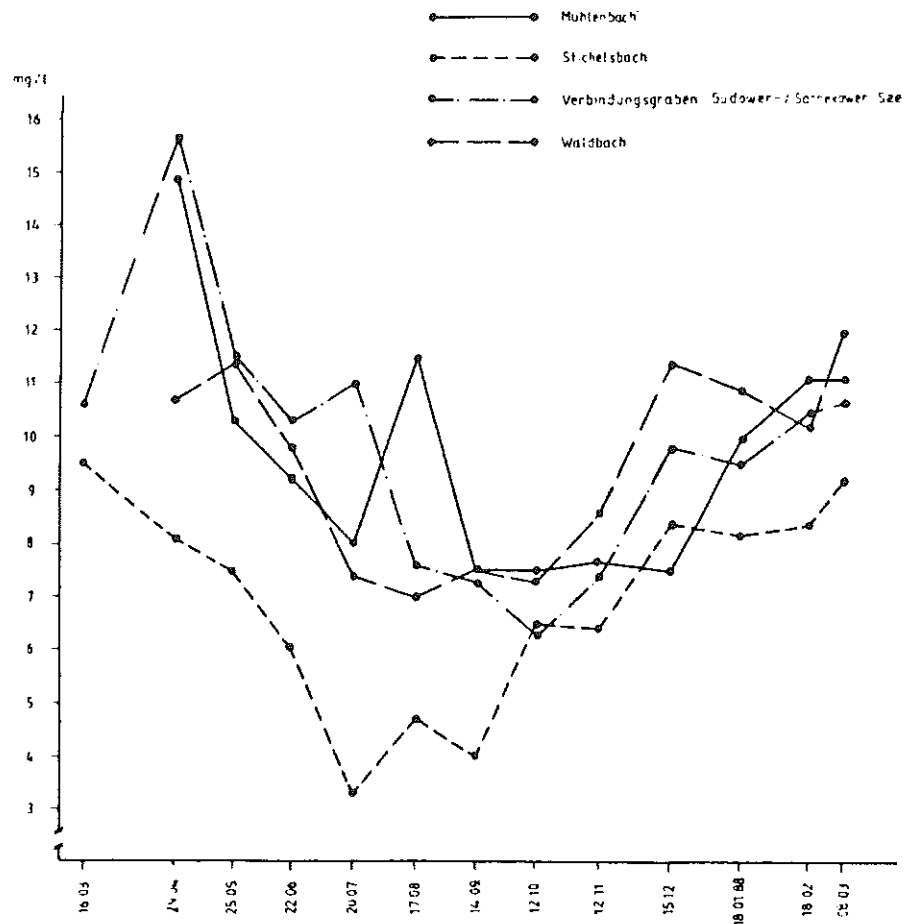


Abb. 40: Sauerstoffgehalt und -sättigung der Zu- und Abflüsse des Gudower und Sarnekower Sees, 1987/88

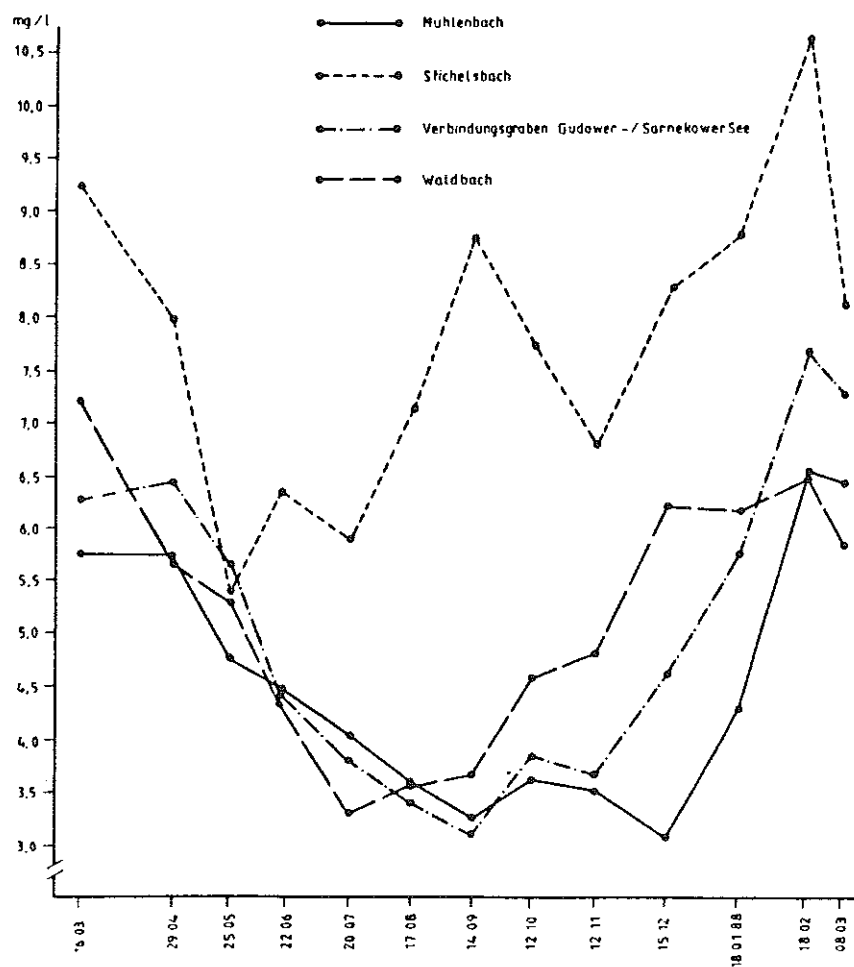


Abb. 41: Gesamtstickstoffgehalte der Zu- und Abflüsse des Gudower und des Sarnekower Sees, 1987/88

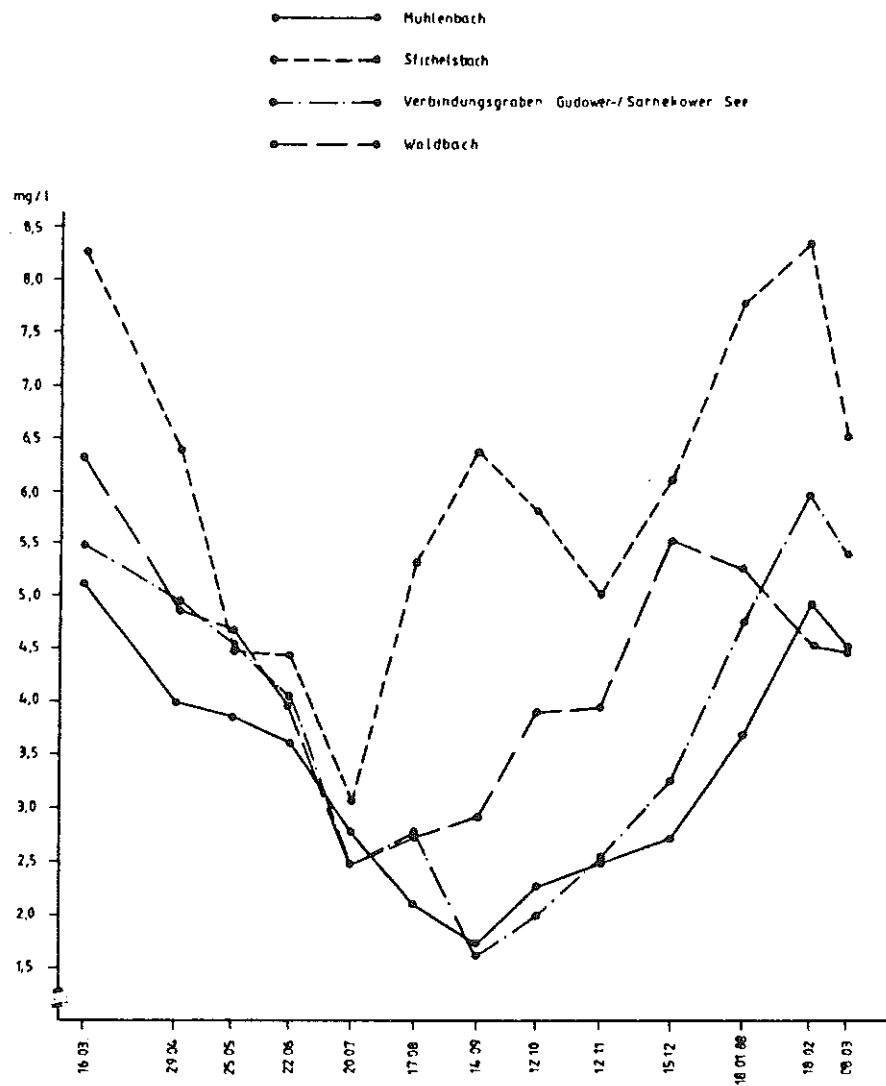


Abb. 42: Nitrat-/Nitritstickstoffgehalte der Zu- und Abflüsse des Gudower und des Sarnekower Sees, 1987/88

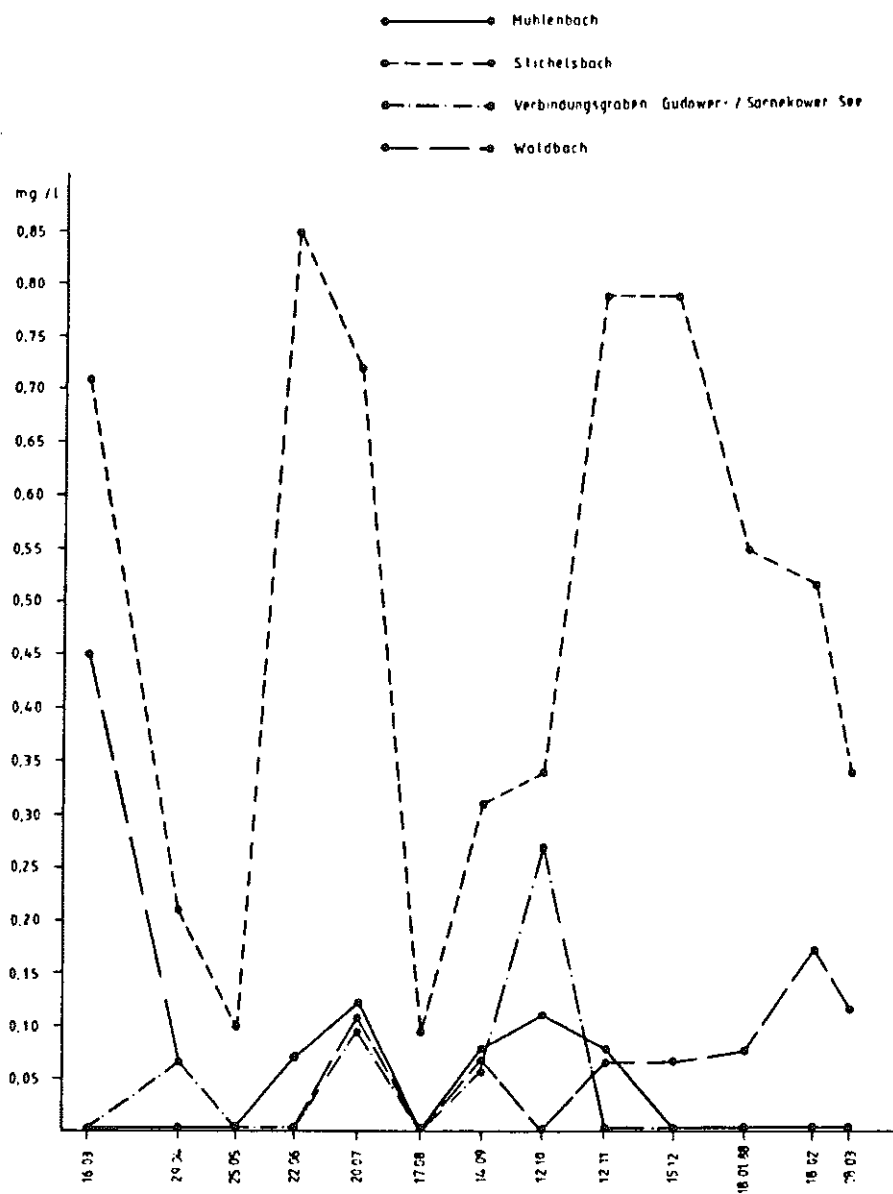


Abb. 43: Ammoniumstickstoffgehalte der Zu- und Abflüsse des Gudower und des Sarnekower Sees, 1987/88

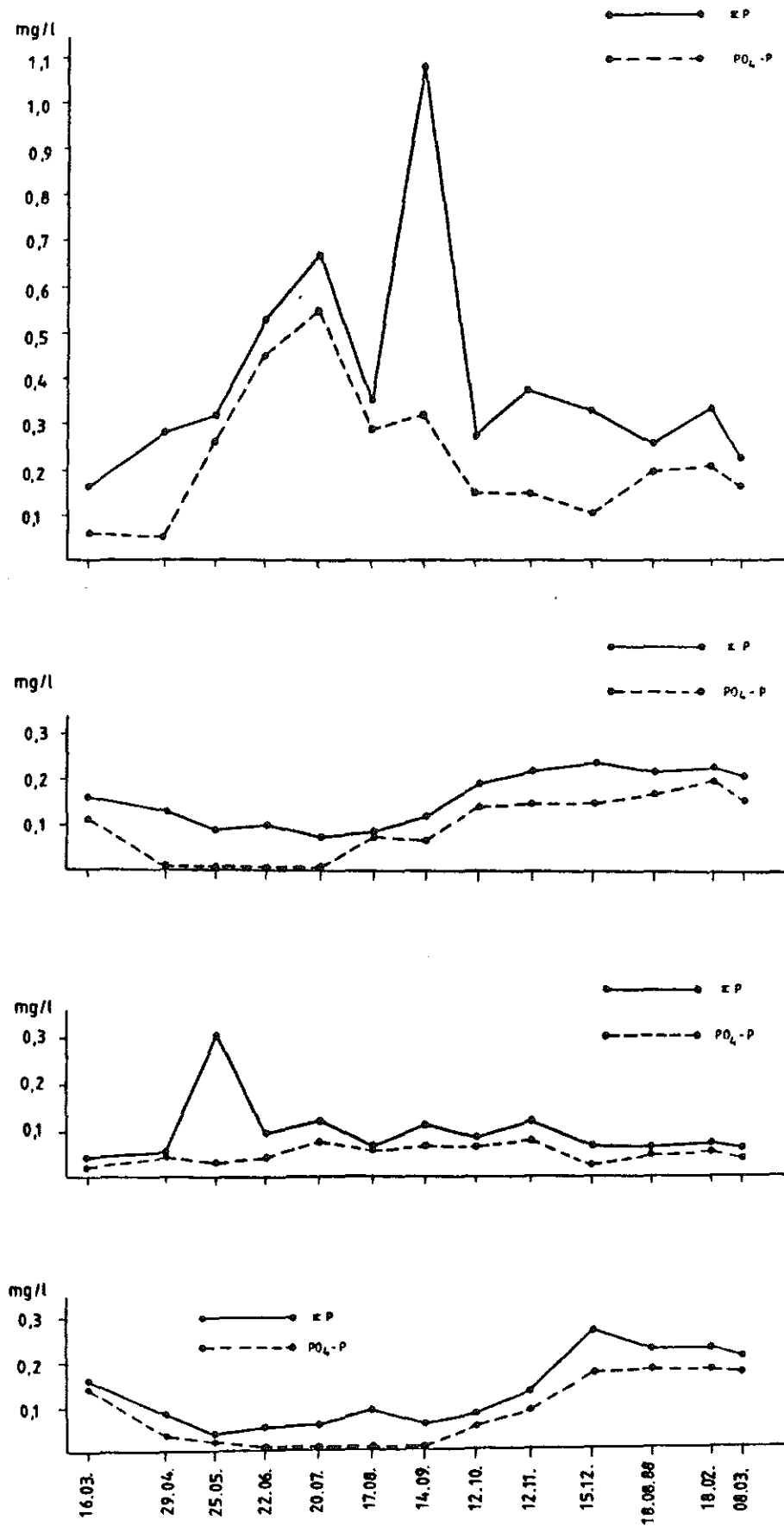


Abb. 44: Gesamtphosphor- und gelöste reaktive Phosphorgehalte der Zu- und Abflüsse des Gudower und des Sarnekower Sees, 1987/88

Die Ergebnisse zeigen, daß der Stichelsbach den höchsten Belastungsgrad aufweist. Der Stichelsbach zeichnete sich kurz vor der Einmündung in den Gudower See durch erstaunlich niedrige Sauerstoffsättigungswerte aus, die auf eine hohe organische Belastung schließen lassen. Dies verdeutlichen des weiteren die im Vergleich zu den anderen Zu- und Abflüssen hohen Nährstoffkonzentrationen. Insbesondere die Gesamtstickstofffracht war mit durchschnittlich 7,26 mg/l sehr hoch, wobei der größte Teil des Gesamtstickstoffs in anorganischer Form als Nitratstickstoff vorlag und unmittelbar pflanzenverfügbar war. Aber auch die Ammoniumkonzentrationen waren im Stichelsbach im Vergleich zum Wald- und Mühlenbach wesentlich höher.

Entscheidender für das Eutrophierungsgeschehen in Oberflächengewässern ist jedoch nach wie vor der Phosphor. Nach HAMM (1976) besteht die Hauptgefahr bei hoher Stickstoffbelastung in der Nitratanreicherung im Grund- und Trinkwasser durch Auswaschungsprozesse.

Auch beim Phosphor wies der Stichelsbach die höchsten Konzentrationen auf. Die durchschnittliche Gesamtphosphorkonzentration ist mit 0,45 mg P/l mehr als dreimal so hoch wie im Verbindungskanal. Ein großer Teil des Phosphors lag bereits als gelöster reaktiver Phosphor vor, kann also von den Pflanzen unmittelbar aufgenommen werden. Die im Vergleich zum Stichelsbach niedrigeren Nährstoffkonzentrationen im Verbindungskanal zwischen Gudower und Sarnekower See zeigen, daß ein großer Teil der Nährstofffracht des Stichelsbaches im Gudower See verbleibt.

7.2 Biologische Beschaffenheit

Im Rahmen eines Gütelängsschnitt wurde 1987 die gesamte Fließstrecke des Hellbaches mit insgesamt 25 Meßstellen beprobt. Die biologische Beschaffenheit wurde mit Hilfe des Saprobiensystems beurteilt. Diese Untersuchung wird in Kürze beim Landesamt für Wasserhaushalt und Küsten erscheinen und soll deshalb in diesem Zusammenhang nur kurz umrissen werden.

Der nördliche Abschnitt des Hellbaches, d.h. vor seiner Einmündung in den Gudower See, ist der Stichelsbach. Dieser Bachabschnitt verläuft durch eine Niedertaulandschaft und stellt den Abfluß mehr oder weniger großer Moore dar. Sein Wasser ist deshalb auf seiner gesamten Fließstrecke bis zum Gudower See durch Huminsubstanzen stark bräunlich gefärbt. Diese Färbung setzt sich anschließend im Gudower See fort und trägt maßgeblich zu den geringen Sichttiefen und dem moorigen Charakter (dystrophen Charakter) des Gudower Sees bei.

Aus dem Gudower See fließt der Hellbach (kurzer Verbindungskanal) in den Sarnekower See. Kennzeichnend ist die deutlich geringere Eigenfärbung des Wassers.

Aus dem Sarnekower See fließt der Hellbach in einem naturnahen Verlauf in den Drüsensee.

Der nördliche Abschnitt des Hellbaches, der Stichelsbach, ist stark ausgebaut und naturfern. Über lange Strecken stellen er und seine Vorfluter begradigte, tief eingeschnittene Abflußgräben dar. Die angrenzenden Flächen werden intensiv als Acker- und Grünland genutzt.

Die starke Nährstofffracht, die der Stichelsbach in diesem Abschnitt mit sich bringt und letztendlich in den Gudower See einträgt, ist sicherlich eine Folge der intensiven landwirtschaftlichen Nutzung und seines naturfernen Ausbaus, der nur eine ungenügende Selbstreinigung auf der Fließstrecke ermöglicht. Der hohe organische Anteil in Böden im Einzugsgebiet kann im Zusammenhang mit der landwirtschaftlichen Nutzung und Entwässerung den Nährstoffaustrag verstärken.

Nach dem Saprobiensystem ist der nördliche Teil des Hellbaches (Stichelsbach) und seiner Vorfluter als kritisch belastet einzustufen (Güteklasse II - III). Der Stichelsbach zeichnet sich durch eine geringe Artenvielfalt aus. Zu seinen charakteristischen Arten gehören Vertreter der Tubificiden, der Chironomiden und *Assellus aquaticus*, die biologische Anzeiger für stark verschmutztes Wasser sind.

Zwischen Gudower Mühle und Drüsensee ist der Lauf des Hellbaches natürlich, die angrenzenden Flächen werden als Mähweiden und Wiesen genutzt. Die zum Teil steil aufragenden Talhänge sind beiderseits bewaldet. Dieser Fließgewässerabschnitt ist vom Artbestand her vielfältiger und in die Güteklasse II, mäßig belastet, einzustufen.

8. Bewertung des Trophiegrades nach verschiedenen Trophiemodellen

8.1 Einstufung nach FORSBERG & RYDING

In mehrjährigen Untersuchungen haben FORSBERG & RYDING (1980) an insgesamt 30 verschiedenen Seen unterschiedlichen Belastungsgrades Korrelationen der wichtigsten Eutrophierungsparameter - Stickstoff, Phosphor, Chlorophyll a und Sichttiefe - berechnet. Zugrundegelegt wurden dabei Sommerwerte von Juni - September aus dem Oberflächenwasser. Sie haben weiterhin N:P-Verhältnisse betrachtet, um den limitierenden Nährstoff in Abhängigkeit vom Trophiegrad bestimmen zu können. Auf dieser Grundlage wurde eine Trophieeinstufung vorgenommen (siehe Tab. 16).

Für den Gudower See und den Sarnekower See wurden Durchschnittswerte von Juni - September 1987 aus 1 m Wassertiefe berechnet (siehe Tabelle 17). Diese Durchschnittswerte wurden in den Korrelationsbetrachtungen von FORSBERG & RYDING (1980) für die jeweiligen Parameter im Vergleich eingetragen (siehe Abb. 46 und 47).

Tabelle 16: Einstufung der Trophie von Seen nach FORSBERG & RYDING (1980)
(Sommerdurchschnittswerte Juni - September an der Oberfläche)

Trophie	Gesamt-N (mg/m ³)	Gesamt-P (mg/m ³)	Chlorophyll a (mg/m ³)	Sichttiefe (m)
Oligotroph	400	15	3	4,0
mesotroph	400-600	15-25	3-7	2,5-4,0
eutroph	600-1.500	25-100	7-40	1,0-2,5
hypertroph	1.500	100	40	1,0

Tabelle 17: Einstufung der Daten des Gudower und Sarnekower Sees nach FORSBERG & RYDING (1980), Sommerdurchschnittswerte aus 1 m Wassertiefe

	Gesamt-N mg/m ³	Gesamt-P mg/m ³	Chlorophyll a mg/m ³	Sichttiefe (m)
Gudower See	3792	99	36,87	0,83
Sarnkower See	3697	53,1	30,40	1,37

Nach der Trophietabelle und den Korrelationsbetrachtungen wäre der Gudower See bei den Parametern Gesamtstickstoff und Sichttiefe als hypertroph einzustufen, während er beim Phosphor und beim Chlorophyll noch knapp im eutrophen Bereich angesiedelt ist.

Stickstoff (N) und Phosphor (P) werden durch die Pflanzen im Wasser in einem bestimmten Verhältnis (7,2 : 1) aufgenommen. Weicht dieses Verhältnis in einem Gewässer ab, so wirkt einer der beiden Nährstoffparameter als wachstumsbegrenzend.

Das kritische N:P-Verhältnis wird als 10:1 angegeben (errechnet aus dem Nährstoffanteil des Trockengewichts von Wasserpflanzen).

Deutlich wird die extrem hohe Stickstoffbelastung im Gudower See. Das N:P-Verhältnis ist mit durchschnittlich 46,86 sehr hoch.

Nach der Tabelle 18 wäre bei einem Verhältnis von N:P größer 17 Phosphor wachstumslimitierend. Eine Begrenzung des Algenwachstums scheint jedoch beim Gudower See eher durch den Faktor Licht stattzufinden, da durch die hohe Eigenfärbung des Wassers durch Huminstoffe die Lichtdurchlässigkeit sehr gering ist.

Der Gudower See ist aufgrund seiner starken Eigenfärbung dem dystrophen Seentypus zuzuordnen. Eine Bewertung des Trophiegrades anhand der Sichttiefe ist deshalb beim Gudower See nicht sinnvoll.

Tabelle 18: Einstufung der Nährstofflimitierung aufgrund des N:P-Verhältnisses nach FORSBERG & RYDING (1980)

Ges.-N : Ges. P	wachstumsbegrenzender Faktor	Chla (mg/m³)
17	P	20
10-17	N und/oder P	20-70
10	N	70
46,86	Gudower See	36,68
69,62	Sarnekwower See	30,40

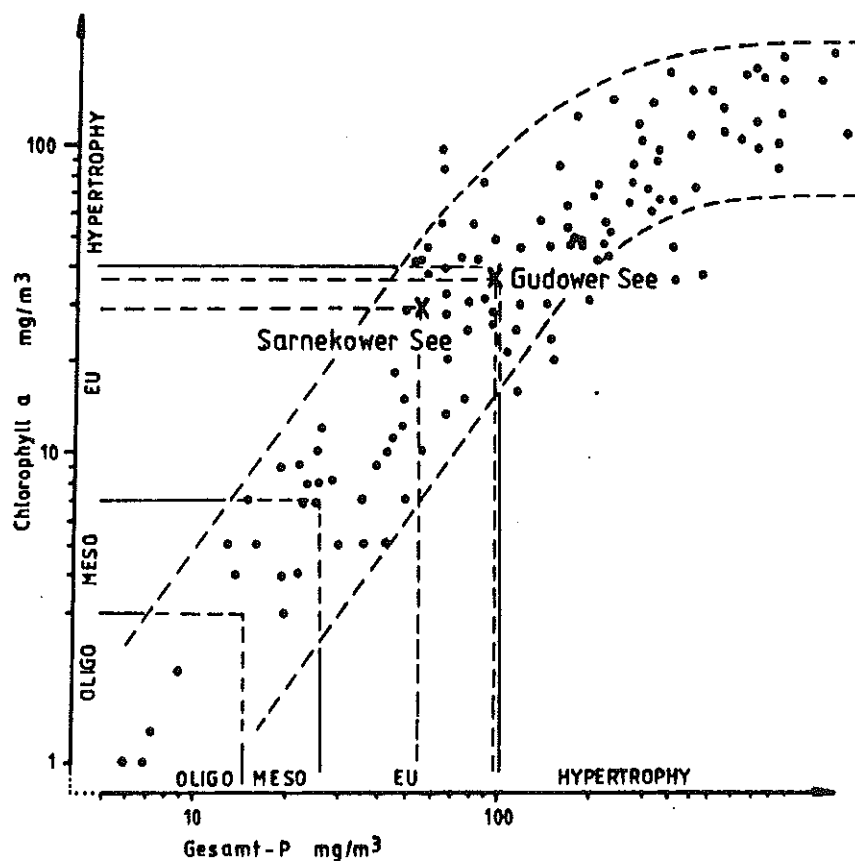
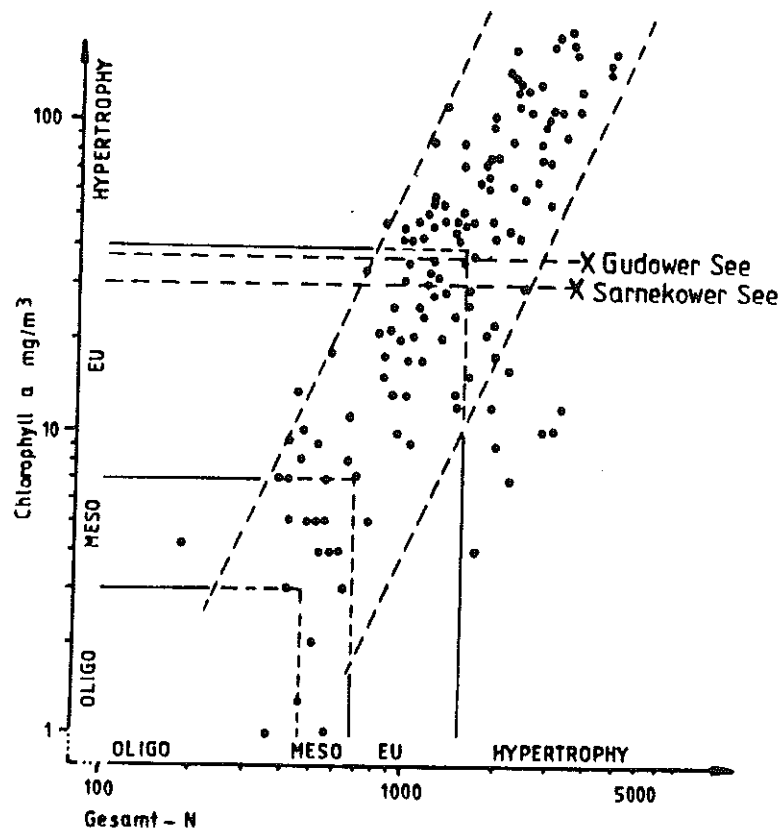


Abb. 46: Beziehung zwischen Chlorophyll a und Gesamtphosphor im Oberflächenwasser nach FORSBERG & RYDING (1980). Die Sommerdurchschnittswerte für den Gudower und den Sarnekower See sind in der Abb. eingetragen

Abb. 47: Beziehung zwischen Chlorophyll a und Gesamtstickstoff im Oberflächenwasser nach FORSBERG & RYDING (1980). Die Sommerdurchschnittswerte für den Gudower und den Sarnekower See sind in der Abb. eingetragen



Auch der Sarnekower See weist sehr hohe Gesamtstickstoffwerte auf, die nach FORSBERG & RYDING (1980) deutlich im hypertrophen Bereich anzusiedeln sind. Nach den Parametern Gesamtphosphor, Chlorophyll a und Sichttiefe ist der Sarnekower See dem eutrophen Seentypus zuzuordnen, wobei auch hier aufgrund der Eigenfärbung des Wassers eine Bewertung der Trophie anhand der Sichttiefe nicht erfolgen sollte.

Die Bandbreite des eutrophen Bereichs bei der Trophieskalierung nach FORSBERG & RYDING (1980) ist verhältnismäßig groß, so daß beide Seen als eutroph eingestuft werden (Gesamtphosphor und Chlorophyll), obwohl der Gudower See beispielsweise beim Phosphor deutlich höher belastet ist.

8.2 Einstufung nach OECD

Aufbauend auf Datenmaterial von 115 Seen wurde von der OECD (1982) eine vorläufige Einteilung zur Abschätzung des Trophiegrades vorgenommen, die in Tabelle 19 dargestellt ist.

In dieser Tabelle sind Jahresmittelwerte, berechnet als geometrisches Mittel der Parameter Gesamtphosphor, Gesamtstickstoff, Chlorophyll a und Sichttiefe zugrundegelegt. Die quantitativen Daten wurden dann von den einzelnen Limnologen, die am OECD-Programm beteiligt waren, den qualitativen Kategorien oligo-, meso-, eu- oder hypertroph zugeordnet. Wichtigstes Ziel dieser Einteilung ist es, Toleranzgrenzen anzugeben, die nicht überschritten werden dürfen, wenn ein bestimmter Produktionsbereich eingehalten werden soll.

Tabelle 19: Vorläufige Einteilung zur Abschätzung des Trophiegrades der im Rahmen des OECD-Programmes untersuchten Gewässer (OECD 1982, vereinfacht)

Parameter*)	Oligotroph	Mesotroph	Eutroph	Hypertroph
Gesamt-P x	8,0	26,7	84,4	
b	3,0-17,7	10,9-95,6	16,2-386	750-1200
Gesamt-N x	661	753	1875	
b	307-1630	361-1387	393-6100	
Chloro- x	1,7	4,7	14,3	
phyll a b	0,3-4,5	3,0-11	2,7-78	100-150
Sicht- x	9,9	4,2	2,45	
tiefe b	5,4-28,3	1,5-8,1	0,8-7,0	0,4-0,5

*) x = geometrisches Mittel, b = Bereich. Angaben in mg/m³ bzw. m, Jahresmittelwerte.

Die geometrischen Jahresmittelwerte des Gudower und des Sarnekower Sees aus 1 m Wassertiefe sind in der Tabelle 20 aufgelistet.

Die Werte des Gudower Sees liegen für alle Parameter weit über dem Grenzwert für den eutrophen Bereich, während der Sarnekower See eine Gesamtposphorbelastung aufweist, die noch der eutrophen Kategorie zuzuordnen ist. Die Chlorophyll- bzw. Gesamtstickstoffwerte weisen ihn allerdings auch als hypertrophen See aus.

Tabelle 20: Geometrische Jahresmittelwerte des Gudower und Sarnekower Sees (1 m Tiefe)

Parameter/Seen	Gesamt-P mg/m ³	Gesamt-N mg/m ³	Chlorophyll a mg/m ³	Sichttiefe m
Gudower See	143,0	4110	22,14	0,85
Sarnekower See	70,0	3898	17,24	1,32

9. Einfluß des Stichelsbaches auf die Trophie des Gudower Sees

Die Nährstoffe, die durch Zuflüsse in einen See eingetragen werden und die Größe seines Einzugsgebietes sind neben klimatischen, morphometrischen und geochemischen Faktoren von maßgeblicher Bedeutung für den trophischen Zustand eines Gewässers (VOLLENWEIDER 1976). Es ist daher wichtig, diese Einflußgrößen zu ermitteln, um einerseits den Belastungsgrad eines Gewässers abschätzen zu können, und um andererseits daraus abgeleitet Sanierungsvorschläge erarbeiten zu können.

Es gibt grundsätzlich zwei Möglichkeiten, die externe Nährstoffbelastung eines Gewässers zu ermitteln (HENNING, 1986):

1. Die Wasserinhaltsstoffe und die Wassermengenführung aller Zu- und Abflüsse werden regelmäßig erfaßt. Aus diesen Daten können die Nährstofffrachten ermittelt werden.
2. Aus der Fläche und der Nutzungsart des Einzugsgebietes wird die Nährstoffbelastung mittels Exportkoeffizienten aus der Literatur abgeschätzt.

Im folgenden soll mit diesen beiden Vorgehensweisen eine grobe Abschätzung der externen Nährstoffbelastung (Stichelsbach und Einzugsgebiet) des Gudower und des sich anschließenden Sarnekower Sees versucht werden.

Diese Abschätzung wird sich in diesem Rahmen nur auf den Phosphor beschränken. Phosphor kommt, wie vorher gezeigt, bei Gudower und Sarnekower See eher als wachstumlimitierender Faktor in Frage. Außerdem ist seine Minimierung aus punktförmigen Belastungsquellen wie Kläranlagen verfahrenstechnisch (Phosphatfällung) gut durchführbar.

Phosphorbelastung aus den Zuflüssen:

Für die Berechnung der Phosphorfrachten aus dem Stichelsbach und der zu erwartenden Phosphorbelastung im Gudower See sind folgende Daten erforderlich, die in Tabelle 21 und 22 zusammengefaßt sind:

Tabelle 21: Mittlere jährliche Gesamtposphorkonzentrationen der Zu- und Abflüsse und mittlere jährliche Abflußspenden

	Ges-P (mg/l)	jährliche Abflußspende l/sec . km ²
Stichelsbach	0,400	5,0
Verbindungsgraben	0,160	-
Waldbach	0,097	-
Mühlenbach	0,128	4,8
(Auslauf Sarnekower See)		

Tab. 22: Morphometrische Daten des Gudower und Sarnekower Sees

	Seevolumen $\times 10^6 \text{ m}^3$	Abfluß $\times 10^6 \text{ m}^3$	theoret. Wasserauf- enthaltszeit $T_w \text{ (a)}$	mittlere Tiefe Z m	hydraulische Belastung $q_s = z$
Gudower See	3,4	7,25	0,47	4,9	10,44
Sarnekower See	1,9	8,66	0,22	7,9	35,91

Der Sarnekower See hat zwei Zuflüsse, den Waldbach und den Abfluß aus dem Gudower See (Verbindungsgraben). Die jährliche mittlere Phosphorkonzentration der beiden Zuflüsse und des Abflusses aus dem Sarnekower See (Mühlenbach = späterer Hellbach) sind in Tabelle 21 dargestellt. Regelmäßige Abflußspenden, die eine Frachtberechnung ermöglichen würden, konnten am Zulauf des Sarnekower Sees (Verbindungsgraben) wegen Rückstau nicht durchgeführt werden. Die Abflußspende des Waldbaches war zu gering, so daß für eine Frachtberechnung keine ausreichenden Daten zur Verfügung standen.

Ausreichendes Datenmaterial liegt nur für den Ablauf des Sarnekower Sees (Mühlenbach) vor. Anhand dieser Daten wurden die Phosphorfrachten berechnet, die aus dem Sarnekower See ausgetragen werden. Dies ist insofern von Interesse, als daraus die Auffangfähigkeit beider Seen bzw. das Phosphorrücklösepotential aus dem Sediment abgeschätzt werden kann.

Die mittlere Wassertiefe, die Größe des Einzugsgebietes und die theoretische Wasseraufenthaltszeit des Sarnekower Sees sind in Tabelle 22 zusammengefaßt.

Die Phosphorfrachten aus den Zuflüssen werden nach Gleichung I ermittelt:

Gleichung 1:

$$P \text{ (t/a)} = P_z \text{ (mg/l)} \times \text{Abflußspende (l/sec km}^2\text{)} \times \text{Einzugsgebiet (km}^2\text{)}$$

P_z = P-Konzentration des Zuflusses

Als Einzugsgebiete für den Stichelsbach wurde das Einzugsgebiet am Pegel Gudow, bzw. für den Ablauf aus dem Sarnekower See am Pegel Mühlenbach zugrundegelegt, da sich die Abflußspendenberechnung auf dieses Gebiet beziehen.

Im zweiten Schritt wird mit Hilfe des stark vereinfachten Nährstoffbelastungsmodells von VOLLENWEIDER & KEREKES (1980) die zu erwartende Phosphorbelastung aufgrund der berechneten zugeführten Phosphorfracht abgeschätzt. Dabei wird die Morphologie des Gewässers (mittlere Tiefe z) und die hydraulische Belastung (Quotient aus mittlerer Tiefe und theoretischer Wasseraufenthaltszeit) berücksichtigt (Daten siehe Tabelle 22).

Berechnung nach dem Modell von VOLLENWEIDER (1976):

Gleichung 2:

$$P_E = \frac{L \cdot T_w}{z (1 + T_w^{1/2})}$$

L = jährliche P-Belastung
pro Fläche (g/m² x a)

Z = mittlere Tiefe

T_w = theoretische Wasserauf-
enthaltszeit

P_E = erwartete seeinterne
Phosphorkonzentration

Eine ausführliche Beschreibung und kritische Diskussion des Nährstoffbelastungsmodells von VOLLENWEIDER & KERÉKES (1980) findet sich bei HENNING (1986).

Durch den Stichelsbach wird dem Gudower See eine jährliche Gesamtposphorfracht von 3,19 t/a zugeführt. Umgerechnet auf die Seeoberfläche und unter Einbeziehung der mittleren Wassertiefe sowie der hydraulischen Belastung wäre demzufolge eine seeinterne Phosphorbelastung von 0,26 mg P/l zu erwarten. Die tatsächliche durchschnittliche Phosphorkonzentration betrug 0,182 mg P/l; sie liegt also in derselben Größenordnung (siehe Tabelle 23).

Tabelle 23: Jährliche Phosphorfracht und die zu erwartende seeinterne Phosphorbelastung

	Ges-P-Fracht t/a	Ges-P _E seeintern mg/l
Stichelsbach	3,15	0,260
Mühlenbach	1,22	-

Phosphorbelastung durch das Einzugsgebiet:

Neben der Ermittlung der Nährstofffrachten aus den Meßdaten der Zuflüsse läßt sich, wie oben erwähnt, die externe Nährstoffbelastung durch differenzierte Betrachtung des Einzugsgebietes nach Flächennutzung mittels Exportkoeffizienten abschätzen. Dabei sind Punktquellen (Kläranlagen, Hauskläranlagen, Nutztierhaltung) sowie diffuse Quellen, wie Austragung von Nährstoffen aus der Landwirtschaft und Niederschläge zu unterscheiden. In der Literatur sind für die verschiedenen Flächennutzungen bzw. Belastungsquellen spezifische Exportkoeffizienten angegeben, die in Tabelle 24 dargestellt sind. Der Austrag von Phosphor aus verschiedenen genutzten Flächen wird meistens in einem bestimmten Größenbereich von wenig, mittel bis hoch angegeben. Im folgenden wurde hier mit den mittleren Exportkoeffizienten in Tabelle 24 gerechnet.

Tabelle 24: Exportkoeffizienten (kg/ha x a) verschiedener Flächennutzungsarten

Nutzungsart	niedrig	mittel	hoch	
Wald (E_w)	0,01	0,067	0,183	DILLON u. RIGLER (1975)
Ackerbau (E_A)	0,067	0,46	0,8	(SCHWERTMANN 1973) OECD-Report 1973
Grünland (E_G)	0,18	0,5	0,8	ALLEN, KRAMER 1972 BUCKSTEEG, KOLL-FELD 1975
Siedlungen (E_S)	0,50	1,6	4,8	IGU, Trittau
Niederschlag (E_N)	0,32	0,8	1,5	Meßprogr. LW 1985
(Regen + Staub)				
andere Flächen	0,2			

Die Nutzungsarten der Bodenflächen der Gemeinden, die im Einzugsgebiet liegen, wurden aus den Berichten des Statistischen Landesamtes Schleswig-Holstein (1985) entnommen.

Die Einwohnergesamtzahl sowie die Anzahl der Großvieheinheiten (getrennt nach Schweinen und Rindern) in den betreffenden Gemeinden wurden dem Erlaß des Ministers f. Ernährung, Landwirtschaft und Forsten vom 23.11.1988 entommen.

Da nicht alle Gemeinden mit ihrer gesamten Gebietsfläche im Einzugsgebiet liegen, wurden die anteiligen Flächen planimetriert und der prozentuale Anteil der Einzugsgebietsflächen nach Bodennutzungsart, Einwohnerdichte und Viehbestand unterteilt, berechnet (siehe Tab. 25).

Eine solche Berechnung ist allerdings mit Ungenauigkeiten behaftet, da bei den planimetrierten Flächen keine genaue Differenzierung nach Nutzungsart möglich war. So könnte der tatsächliche Anteil, beispielsweise von Ackerflächen, gerade im Einzugsgebiet höher oder niedriger liegen als in der übrigen Gemeindefläche.

Tabelle 25: Flächennutzung, Einwohnerzahlen und Viehbestand des Einzugsgebietes des Gudower und Sarnekower Sees

		Gudower See	Sarnekower See
Acker	(km ²)	16,32	17,32
Grünland	"	9,25	9,75
Wald	"	15,64	17,41
Wasser	"	-	0,70
Versiegelte Fläche	"	3,29	3,29
Einwohner mit Hauskläranlagen		423	423
Einwohner mit zentraler Kläranlage		1.850	1.850
GVE Rind		3.033,2	3.033,2
GVE Schwein		1.353,5	1.353,5

Im Einzugsgebiet des Gudower und Sarnekower Sees sind insgesamt ca. 2.270 Einwohner ansässig. Ca. 1.850 Einwohner sind an Kläranlagen angeschlossen und ca. 423 Einwohner verfügen über Hauskläranlagen. Bei den Kläranlagen handelt es sich um Teichkläranlagen, die keine P-Fällung nachgeschaltet haben. Für Kläranlagen ohne Phosphatelimination wird ein Exportkoeffizient von 0,7 kg P/E a, für Hauskläranlagen ein Wert von 0,5 kg P/E a zugrundegelegt.

Für beide Einzugsgebiete ergibt sich ein Viehbestand von ca. 3033 Rinder- und 1353 Schweinegroßvieheinheiten. Nach HAMM (1976) fallen dabei pro GVE-Rind 15 kg P/a und 5 kg P/a pro GVE-Schwein an. Davon gelangen durchschnittlich zwischen 0,5 und 2 % in die Gewässer. Es ergeben sich demzufolge Phosphateinträge zwischen 0,261 und 1,046 t P/a (siehe Tabelle 26).

Bei der Abschätzung der Phosphorbelastung aus diffusen Quellen wurde im Einzugsgebiet zwischen Acker-, Grün-, Wald- und bebauter Fläche (versiegelte Fläche) differenziert. Mittels des für jede Bodennutzungsart spezifischen Exportkoeffizienten wurden die jährlichen Phosphorausträge berechnet.

In Tabelle 26 sind die abgeschätzten Phosphorfrachten der verschiedenen Nutzungsflächen, des Niederschlages sowie der punktförmigen Quellen für das Einzugsgebiet des Gudower Sees und des Sarnekower Sees zusammengefaßt. Beim Einzugsgebiet des Gudower Sees wurde die Fläche des Sarnekower Sees und die unmittelbar umgebende Fläche abgezogen. Da es sich bei diesem Gebiet überwiegend um Wald- und landwirtschaftliche Flächen handelt, wurden nur diese Flächenanteile korrigiert

Tabelle 26: Gesamt-P-Frachten (kg/a)

	Gudower See	Sarnekower See
Hauskläranlagen	211,5	211,5
Kläranlagen	1295	1295
Nutzvieh	523	523
Wald	104,8	116,6
Acker	773,7	796,7
Grünland	462,5	487,5
versiegelte Fläche	526,4	526,4
Niederschlag	7,1	7,1
Gesamt	3904	3963,8

Der Gudower See erhielt nach diesen Berechnungen aus dem Einzugsgebiet eine Gesamtphosphorfracht von 3.904 kg P/a während aus dem Einzugsgebiet des Sarnekower Sees insgesamt 3.396 kg P/a ausgetragen werden.

Zur Berechnung der Belastung beider Seen müssen die Frachtschätzungen auf die Seefläche bezogen werden:

Gleichung 3:

$$L = M / F_{\text{See}} \text{ (kg/m}^2 \times \text{a)}$$

Die Phosphorbelastung (L) wurde in die Modellfunktion von VOLLENWEIDER & KEREKES (1980) eingesetzt, um die zu erwartende seeinterne Phosphorkonzentration zu erhalten.

Es ergaben sich folgende seeinterne Gesamtphosphorkonzentrationen, die mit den tatsächlich gemessenen Werten und den aus der Frachtberechnung der Zuflüsse ermittelten Werten vergleichend in Tabelle 27 gegenübergestellt sind.

Tabelle 27: Vergleich der abgeschätzten Phosphorkonzentrationen mit den durchschnittlichen TP-Seekonzentrationen

Seen/ Ges-P (mg/l)	P 1 m tatsächl.	P 85/15,5 m tatsächl.	P 1 m + 85/15,5 m tatsächlich	P _i ¹ Einzugs- gebiet	P _i ² Zufluß
Gudower See	0,154	0,209	0,182	0,317	0,260
Sarnekower See	0,107	0,681	0,394	0,310	0,096*

* nach P-Fracht am Auslauf berechnet

1: P_i-Abschätzung anhand des Einzugsgebietes

2: P_i-Abschätzung nach Frachtberechnung der Zu- und Abflüsse

Die Werte bewegen sich in derselben Größenordnung und stimmen relativ gut überein. Es ist allerdings einschränkend hinzuzufügen, daß sowohl die aufgrund der zugeführten Phosphorfrachten als auch die anhand der unterschiedlichen Nutzung des Einzugsgebietes berechneten Phosphorkonzentrationen nur abgeschätzte Werte darstellen und der Schätzfehler 50 - 100 % betragen kann.

Es lassen sich jedoch einige Schlußfolgerungen aus diesen Abschätzungen ziehen:

1. Durch die differenzierte Betrachtung der Nutzungsflächen des Einzugsgebietes können die Hauptbelastungsquellen aufgezeigt werden.
2. Aus dem Vergleich zwischen abgeschätzten und tatsächlich gemessenen Phosphorkonzentrationen sind Rückschlüsse über das Phosphorbindevermögen des Sees möglich.
3. Für eine Sanierung lassen sich maximale zulässige Belastungsfrachten berechnen.

zu 1: Ein großer Teil der Phosphorbelastung stammt aus den häuslichen Abwässern. Über 1,5 Tonnen Phosphor werden aus zentralen Kläranlagen und Hauskläranlagen in den Gudower und Sarnekower See eingetragen. Des weiteren kommen hohe Phosphorfrachten aus diffusen landwirtschaftlichen Quellen wie Acker- und Gründlandflächen und aus der Nutztviehhaltung.

zu 2: Die tatsächliche mittlere Phosphorkonzentration im Gudower See ist etwas geringer als nach den Abschätzungen zu erwarten gewesen wäre. Da im Gudower See während der Sommermonate keine anaeroben Verhältnisse im Tiefenwasser auftraten, ist zu vermuten, daß ein Teil des zugeführten Phosphors im Sediment gebunden wird. Dies zeigt sich auch an der geringeren durchschnittlichen Phosphorkonzentration im Ablauf des Gudower Sees im Vergleich zu den Werten des Stichelsbaches (siehe Tabelle 24). Dagegen deuten die vergleichsweise hohen durchschnittlichen Phosphorwerte im Tiefenwasser des Sarnekower Sees auf eine interne Phosphorrücklösung hin.

Im Ablauf des Sees (Mühlenbach) waren die Phosphorwerte deutlich niedriger. Durch die im Verhältnis zur kleinen Wasseroberfläche relativ große Seetiefe findet wahrscheinlich ein Wasseraustausch nur in der Oberflächenschicht statt.

zu 3: Geht man für den Gudower See von einer kritischen Phosphorkonzentration von 0,05 mg P/l aus, die im eutrophen Bereich liegt, so errechnet sich eine zulässige Phosphorfracht von 424,20 kg P/a. Diese zulässige Fracht wird von der Nährstoffzufuhr aus dem Einzugsgebiet um das 9,2fache übertroffen.

10. Sanierungsvorschläge

Hauptverursacher der starken Nährstoffbelastung des Gudower und Sarnekower Sees und der daraus resultierenden hohen Trophie ist der Stichelsbach. Durch ihn wird der größte Teil der Nährstofffracht des Einzugsgebietes in den Gudower See eingetragen.

Maßnahmen zur Verbesserung der Trophie beider Seen sollten daher an diesem Gewässer ansetzen.

Wie in Kapitel 9 bereits näher ausgeführt, sind zumindest beim Phosphor die Hauptbelastungsquellen häusliche Abwässer und diffuse Einträge aus der landwirtschaftlichen Nutzung.

Da es sich bei häuslichen Abwässern um punktförmige Belastungsquellen handelt, ist eine effektive Reduzierung dieser Phosphoreinträge technisch gut durchführbar.

Es sollte deshalb zuerst eine Nachrüstung der bisher bestehenden Kläranlagen im Einzugsgebiet mit der dritten Reinigungsstufe (Phosphorfällung) erfolgen. Des weiteren sollten die noch bestehenden Hauskläranlagen an die zentrale Kanalisation angeschlossen werden oder in Einzelfällung eine Nachrüstung mit gleichwertiger Reinigungsleistung erhalten.

Weitaus schwieriger ist eine Minimierung der Phosphorbelastung aus diffusen Quellen zu erreichen. Das Einzugsgebiet des Gudower und Sarnekower Sees wird über weite Flächen intensiv landwirtschaftlich genutzt. Der gesamte Verlauf des Stichelsbaches ist bis zur Einmündung in den Gudower See als naturferner Graben mit steilen Uferböschungen ausgebaut. Das gilt auch für seine einmündenden Vorfluter.

Als sinnvolle Maßnahme zur Reduzierung der diffusen Phosphoreinträge wäre deshalb die Schaffung eines Gewässerschutzstreifens entlang des Stichelsbaches und seiner Vorfluter zu nennen, der oberirdische Abschwemmungen vermindern soll. Die Schutzstreifen sollten an beiden Uferseiten eine Mindestbreite von 5 - 10 m haben, auf denen sich eine natürliche Vegetation entwickeln kann.

Darüberhinaus würde eine Renaturierung des Stichelsbaches zur Verbesserung der Selbstreinigung und zu einer weiteren Minimierung der Nährstoffbelastung

der Seen führen. Durch Abflachen und Bepflanzen der Uferböschungen des Stichelsbaches und seiner Vorfluter ließe sich der diffuse Nährstoffeintrag aus den umliegenden landwirtschaftlich genutzten Flächen verringern.

Eine Restaurierung der Seen durch direkte seeinterne Maßnahmen wird nicht für erforderlich und sinnvoll gehalten, da der gegenwärtige Seezustand vorwiegend durch die äußere Belastung geprägt sein dürfte. Der dystrophe Charakter des Gudower Sees und in schwächerem Maße auch des Sarnekower Sees wird durch die starke Eigenfärbung des Wasser nach wie vor beibehalten und ist ein natürliches Phänomen, das BÄRTLING bereits 1922 in seiner Arbeit beschrieben hat. Wieweit durch fischereiliche Maßnahmen hier günstig auf die Nahrungskette eingewirkt werden kann, konnte im Rahmen der Seeuntersuchung nicht geprüft werden.

11. Literaturverzeichnis

- BÄRTLING, R. (1922): Die Seen des Kreises Herzogtum Lauenburg mit besonderer Berücksichtigung ihrer organogenen Schlammabsätze.
Abh. d. Preus. Geol. Landesanstalt, Neue Folge, 88:1-66
- BROOKS, J.L. & DODSON, S.I. (1965): Predation, bodysize and composition of plankton. Science 150:28-35.
- FLÖßNER, D. (1972): Krebstiere, Crustacea, Kiemen- und Blattfüßer, Branchiopoda, Fischläuse, Branchiura. Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile, Bd. 60
- FORSBERG, C. & RYDING, S.O. (1980): Eutrophication parameters and trophic state indices in 30 waste -receiving Swedish lakes. Arch. Hydrobiol. 89:189-207
- GULSKI, M. (1985): Landschaftsökologische Untersuchungen im Hellbachtal. Mittlg. d. Arbeitsgem. Geobotanik in S-H und HH, Heft 35.
- HAMM, A. (1976): Zur Nährstoffbelastung von Gewässern aus diffusen Quellen: Flächenbezogene P-Abgaben - eine Ergebnis- und Literaturzusammenstellung. 9. Jhg./1:4-10
- HENNING, E. (1986): Bewertung des Zustandes von Seen - Literaturstudie, Hrsg.: Landesamt für Wasserhaushalt und Küsten Schleswig-Holstein:143pp.
- LAMPERT, W. (1983): Biomanipulation - eine neue Chance zur Seesanieung. Biologie in unserer Zeit 13:79-86
- OECD (1982): Eutrophication of waters - Monitoring assessment and control, Paris:154pp.
- RIGLER, F.H. (1974): A dynamic view of the phosphorus cycle in lakes. In: Griffith, E.J. ed: Environmental Phosphorus Handbook. John Wiley & Sons, New York.

VOLLENWEIDER, R.A. (1976): Advances in defining critical loading levels for phosphorus in lake eutrophication. Mem. Ist. Idrobiol. 33:53-83.

VOLLENWEIDER, R.A. & KEREKES, J. (1980): The loading concept as a basis for controlling eutrophication. Progress in Water Technol. 12:5-39

WETZEL, R.G. (1975): Limnology. W.B. Saunders Company.
Philadelphia, London, Toronto.

12.	Datenanhang
12.1	Erläuterungen
12.1.1	Umrechnungsfaktoren und Methodik
12.1.2	Kennziffer
12.1.3	Wetter
12.1.4	Farbe, Trübung, Geruch
12.2	Ergebnisse der Seemeßstellen
12.2.1	Allgemeine Daten
12.2.2	Farbe, Trübung, Geruch
12.2.3	Sichttiefe in m
12.2.4	Wassertemperatur in °C
12.2.5	pH-Wert
12.2.6	Leitfähigkeit (µS)
12.2.7	Chlorid (mg/l)
12.2.8	Sauerstoffgehalt (mg/l) und Sauerstoffsättigung (%)
12.2.9	Kohlenstoff (organ. filtriert) (mg/l)
12.2.10	Kohlenstoff (anorgan.)
12.2.11	Ammoniumstickstoff
12.2.12	Summe Nitrit-Nitrat-Stickstoff
12.2.13	Gesamtstickstoff
12.2.14	Gelöster reaktiver Phosphor (SRP)
12.2.15	Gesamtphosphor
12.2.16	Chlorophyll und Phaeophytin
12.3	Ergebnisse der Zu- und Abläufe
12.3.1	Allgemeine Daten
12.3.3	Wassertemperatur
12.3.4	pH-Wert
12.3.5	Leitfähigkeit
12.3.6	Chlorid
12.3.7	Sauerstoffgehalt und -sättigung
12.3.8	Kohlenstoff (anorgan. und organ.)
12.3.9	Stickstoffverbindungen
12.3.10	Phosphor

12.

12. Datenanhang

12.1 Erläuterungen

12.1.1 Umrechnungsfaktoren und Methodik

Parameter		angeg. Einheit	Umrechnung	Methoden
Temperatur		°C	+ 273,15 = K	DIN 38404-C4
pH-Wert		-	-	DIN 38404-C5
Leitfähigkeit		uS/cm	. 0,1 = mS/m	DIN 38404-C8
Sauerstoff	(O ₂)	mg/l	. 31,3 = mmol/m ³	DIN 38408-G21
Sättigungsindex %	(O ₂)	%		
Gesamt-N	(N)	mg/l	. 71,4 = mmol/m ³	1)
NH ₄ -N	(N)	mg/l	. 71,4 = mmol/m ³	DIN 38406-E5 mit CFA ²⁾
NO ₃ -N	(N)	mg/l	. 71,4 = mmol/m ³	mit Nitrat nach Reduktion mit Cadmium-Reduktor
NO ₂ -N	(N)	mg/l	. 71,4 = mmol/m ³	DIN 38405-D10 mit CFA
Gesamt-P	(P)	mg/l	. 32,2 = mmol/m ³	1)
PO ₄ -P	(P)	mg/l	. 32,3 = mmol/m ³	DIN 38405-D11 mit CFA
Chlorid	(Cl)	mg/l	. 28,2 = mmol/m ³	DIN 38405-D1-1
Chlorophyll a		ug/l	-	
Kohlenstoff	(C)	mg/l	. 83,3 = mmol/m ³	DIN 38409-H3-1

1) oxidierender Druckaufschluß mit K₂S₂O₈ nach Koroleff (in Grasshoff 1983: Seawater Analysis), weiter wie NO₃ bzw. PO₄³ mit LFA

2)

CFA = Continuous Flow Analyzer

12.1.2 Kennziffer

Gekennzeichnet werden die Meßstellen durch die statistischen Kennziffern der Gemeinden Schleswig-Holstein, einer Schlüsselnummer der Art der Probe und einer laufenden Nummer.

Daraus ergibt sich:

Ziffer 1 - 2 : zweistellige Kennziffer des Kreises oder
der kreisfreien Stadt

Ziffer 3 - 4 - 5 : dreistellige Kennziffer der Gemeinde oder
des Ortsteiles

Ziffer 6 : Art der Probe, die wie folgt verschlüsselt ist:
5 = oberirdisches Gewässer
8 = Abwassereinleitung

Wetter, Farbe, Geruch und Trübung werden im Ergebnisteil ebenfalls verschlüsselt eingetragen.

Im Datenanhang sind Meßstellen mit MS1 - MS6 gekennzeichnet.

53-046-5.5	Gudower See, tiefste Stelle	= <u>MS1</u>
53-046-5.6	Sarnekwower See, tiefste Stelle	= <u>MS2</u>
53-046-5.1	Stichelsbach	= <u>MS3</u>
53-046-5.2	Ablauf Gudower See (Verbindungsgraben)	= <u>MS4</u>
53-046-5.3	Waldbach	= <u>MS5</u>
53-046-5.4	Ablauf Sarnekwower See (Mühlenbach)	= <u>MS6</u>

12.1.3 Wetter

Die erste Zahl gibt das Wetter in der Stunde der Probeentnahme, die zweite Zahl das Wetter in den 12 Stunden vor der Probeentnahme an.

Dabei bedeutet: 1 = kein-, 2 = leichter-, 3 = mittlerer-,
4 = starker Niederschlag, 5 = Schneeschmelze.

12.1.4 Farbe (filtrierte Probe). Trübung, Geruch

Farbe

Die Ergebnisse werden in einer zweistelligen Zahl angegeben, dabei entspricht die erste Zahl der Farbstärke und die zweite dem Farbton:

<u>Stärke:</u>	1 farblos	<u>Farbton:</u>	1 weiß
	3 sehr schwach		2 gelb
	5 schwach		3 orange
	7 mittel		4 rot
	9 stark		5 violett
	0 sonstige		6 blau
			7 grün
			8 braun
			9 schwarz
			0 sonstige

Geruch:

<u>Stärke:</u>	1 ohne	<u>Art:</u>	1 Gewürze
	3 sehr schwach		2 Erde, Torf, Moder
	5 schwach		3 Jauche, Silage
	7 mittel		4 Fisch, Tran
	9 stark		5 Urin, Fäkalien
	0 sonstige		6 org. Säuren
			7 Mineralöl-Produkte
			8 Chlor
			9 Schwefelwasserstoff, Mercaptan

Trübung:

<u>Stärke:</u>	1 ohne
	3 sehr schwach (fast klar)
	5 schwach
	7 mittel
	9 stark (undurchsichtig)
	0 sonstige

12.2 Ergebnisse der Seemeßstellen

12.2.1 Allgemeine Daten

Gudower See (MS1)

Datum	Uhrzeit	Niederschlag	Lufttemperatur	Bewölkung	Windrichtung	Windstärke
29.04.87	11.30	1/1	21,3	-	SO	3 - 4
11.05.87	10.15	1/2	7,9	-	SW	3 - 4
25.05.87	11.00	1/1	13,3	-	NO	3 - 4
09.06.87	10.30	1/1	15,7	-	SW	4 - 5
24.06.87	10.00	1/1	12,2	-	S	1 - 2
07.07.87	10.00	1/1	24,3	heiter	SW	1 - 2
20.07.87	10.00	1/1	19,0	aufgelockert	NO	2 - 3
03.08.87	10.00	1/2	15,4	stark	SW	3 - 4
17.08.87	10.00	2/2	19,2	stark	SW	2 - 3
02.09.87	10.00	1/1	16,2	stark	NW	3 - 4
15.09.87	10.00	1/2	15,3	aufgelockert	SW	5 - 6
28.09.87	11.45	1/2	12,2	aufgelockert	W	-
13.10.87	9.30	1/2	8,8	aufgelockert	S-W	2 - 3
28.10.87	14.15	1/1	10,5	stark	SO	5 - 6
18.02.88	10.00	1/1	3,9	stark	NW	3 - 4
29.03.88	11.00	1/2	5,8	stark	SW	2 - 3

12.2.1 Allgemeine Daten
 Sarnekower See (MS2)

Datum	Uhrzeit	Niederschlag	Lufttemperatur	Bewölkung	Windrichtung	Windstärke
29.04.87	14.45	1/1	24,2	-	S	3 - 4
11.05.87	13.30	2/2	7,6	-	SW	4 - 5
25.05.87	14.00	1/1	15,4	-	NO	3 - 4
09.06.87	14.00	2/1	16,7	-	SW	3 - 4
24.06.87	13.00	1/1	17,2	-	O	1 - 2
07.07.87	12.45	1/1	29,5	heiter-wolkig	SW	1 - 2
20.07.87	13.00	1/2	25,0	stark aufgelockert	NO	2 - 3
03.08.87	13.00	2/2	15,3	stark	SW	3 - 4
17.08.87	13.30	1/2	18,8	stark	NW	3 - 4
02.09.87	13.00	1/1	16,9	stark	NW	3 - 4
15.09.87	13.00	2/2	14,8	stark	SW	4 - 5
28.09.87	14.15	2/2	10,3	aufgelockert	W	3 - 4
13.10.87	12.30	1/2	12,3	aufgelockert	SW	3 - 4
28.10.87	10.15	1/1	7,9	aufgelockert	SO	5 - 6
12.11.87	12.00	3/2	7,9	stark	SW	4 - 5
18.02.88	13.30	2/1	3,7	stark	NW	3 - 4
29.03.88	14.00	1/2	7,1	stark	SO	3 - 4

12.2.2 Farbe, Trübung, Geruch

Datum	MS1		MS2	
	Gudower See 1 m	Gudower See 8,5 m	Sarnekwower See 1 m	Sarnekwower See 15,5 m
29.04.87	32/3/1	32/3/1	32/1/1	32/3/1
11.05.87	52/3/1	52/3/1	52/3/1	32/3/1
25.05.87	32/3/1	32/3/1	32/3/1	32/3/1
09.06.87	52/5/1	52/5/1	52/5/1	52/5/1
24.06.87	52/5/1	52/5/1	52/5/1	52/5/1
07.07.87	32/5/1	32/5/1	32/3/1	32/3/1
20.07.87	52/5/1	52/5/1	32/3/1	32/3/1
03.08.87	52/5/1	52/5/1	32/5/1	32/5/1
17.08.87	52/5/1	52/5/1	52/5/1	52/5/1
02.09.87	52/5/1	52/5/1	52/5/1	52/5/1
15.09.87	52/5/1	52/5/1	52/5/1	52/5/1
28.09.87	52/5/1	52/5/1	52/3/1	52/3/1
13.10.87	52/5/1	52/5/1	32/3/1	32/3/1
28.10.87	52/5/1	52/5/1	52/5/1	52/5/1
12.11.87	-	-	52/5/1	52/5/1
18.02.88	72/5/1	72/5/1	52/5/1	52/5/1
29.03.88	52/5/1	52/5/1	52/5/1	52/5/1

12.2.3 Sichttiefe in m

Datum	MS1	MS2
	Gudower See	Sarnekower See
29.04.87	1,0	1,0
11.05.87	1,0	1,0
25.05.87	1,0	1,0
09.06.87	1,0	1,5
24.06.87	1,0	1,75
07.07.87	0,75	1,75
20.07.87	0,75	1,5
03.08.87	0,75	1,5
17.08.87	0,75	1,0
02.09.87	0,75	0,6
15.09.87	0,75	1,0
28.09.87	1,0	1,75
13.10.87	1,0	1,75
28.10.87	0,75	1,75
12.11.87	-	2,0
18.02.88	0,75	1,0
29.03.88	0,75	1,0

12.2.4 Wassertemperatur °C

Gudower See (MS1)

[illegible]

Sarneower See (MS2)

[illegible]

12.2.5

pH-Werte (1)

	(MS1) Gudower See		(MS2) Sarnekower See	
	1 m	8,5 m	1 m	15,5 m
29.04.87	8,59	7,49	9,31	7,20
11.05.87	8,83	7,29	9,12	7,14
25.05.87	8,61	7,83	8,00	7,24
09.06.87	8,56	7,38	8,87	7,19
24.06.87	8,74	7,50	8,47	7,15
07.07.87	9,19	7,43	8,77	7,10
20.07.87	8,72	7,43	8,66	6,72
03.08.87	7,98	7,45	8,38	6,71
17.08.87	8,28	7,40	9,05	7,14
21.09.87	8,51	7,41	9,02	6,93
15.09.87	-	-	-	-
28.09.87	7,75	7,73	8,13	7,12
13.10.87	7,7	7,75	7,90	7,13
28.10.87	7,81	7,78	7,87	7,13
12.11.87	-	-	7,21	6,65
18.02.88	7,84	7,77	7,81	7,79
29.03.88	7,51	7,51	7,74	7,73

1) pH-Werte vor Ort bestimmt

12.2.6 Leitfähigkeit ($\mu\text{S/cm}$)

Datum	Gudower See 1 m	Gudower See 8,5 m	Sarnekower See 1 m	Sarnekower See 15,5 m
-------	-----------------	-------------------	--------------------	--------------------------

	(MS1)		(MS2)	
29.04.87	575	583	551	531
11.05.87	534	550	488	533
25.05.87	533	549	506	532
09.06.87	573	587	546	571
24.06.87	519	545	512	531
07.07.87	543	595	561	587
20.07.87	521	571	523	561
03.08.87	489	543	485	524
17.08.87	490	521	467	529
02.09.87	503	531	472	541
15.09.87	512	529	486	538
28.09.87	523	523	502	543
13.10.87	525	525	516	544
28.10.87	530	529	521	541
12.11.87	-	-	520	542
18.02.88	518	521	515	516
29.03.88	501	500	511	500

12.2.7 Chlorid (mg/l)

Datum	(MS1)		(MS2)	
	Gudower See 1 m	Gudower See 8,5 m	Sarnebower See 1 m	Sarnebower See 15,5 m
29.04.87	39	39	38	39
11.05.87	42	41	41	42
25.05.87	39	38	39	37
09.06.87	39	38	37	36
24.06.87	41	38	37	36
07.07.87	39	40	39	38
20.07.87	36	38	36	37
03.08.87	35	38	37	37
17.08.87	35	36	34	38
02.09.87	39	40	37	41
15.09.87	37	37	36	36
28.09.87	37	37	36	38
13.10.87	36	35	36	38
28.10.87	38	37	37	38
12.11.87	-	-	36	38
18.02.88	37	37	34	33
29.03.88	29	29	30	30

12.2.8 Sauerstoffgehalt G (mg/l) und Sauerstoffsättigung S (%)

Datum	(MS1)		(MS2)		(MS2)		(MS2)	
	Gudower See 1 m		Gudower See 8,5 m		Sarnekwower See 1 m		Sarnekwower See 15,5 m	
	G	S	G	S	G	S	G	S
29.04.87	13,8	130	8,9	7	19,7	197	2,0	15
11.05.87	12,8	121	2,5	20	14,2	135	1,4	11
25.05.87	11,2	109	3,1	27	12,9	130	0,9	7
09.06.87	9,2	91	0,7	5	9,9	100	1,4	12
24.06.87	12,6	129	3,2	38	9,6	99	1,1	8
07.07.87	10,1	107	2,6	24	10,7	126	0,9	7
20.07.87	10,4	117	1,3	12	10,2	116	1,3	10
03.08.87	8,0	82	0,8	7	8,9	91	1,4	10
17.08.87	8,7	90	1,7	16	14,4	153	0,4	3
02.09.87	9,4	99	0,8	8	12,0	127	1,3	9
15.09.87	8,7	88	3,1	31	8,3	84	0,2	1
28.09.87	6,2	60	6,0	58	7,2	71	0,7	5
13.10.87	7,1	65	7,0	64	7,9	72	0,3	2
28.10.87	7,5	66	7,4	65	7,8	68	1,0	7
12.11.87	-	-	-	-	7,2	61	0,2	1
18.02.88	11,6	86	11,0	81	10,5	78	10,4	77
29.03.88	10,0	78	10,0	77	10,2	78	10,5	80

12.2.9 Kohlenstoff, organisch, filtriert (mg/l)

(MS1)

(MS2)

Datum	Gudower See 1 m	Gudower See 8,5 m	Sarnkower See 1 m	Sarnebower
29.04.87	20	19	17	19
11.05.87	20	18	19	19
25.05.87	20	20	20	
09.06.87	18	17	17	17
24.06.87	18	18	18	
07.07.87	19	17	18	17
20.07.87	20	18	17	18
03.08.87	22	19	18	18
17.08.87	21	22	20	18
02.09.87	21	21	21	18
15.09.87	21	21	18	18
28.09.87	22	22	19	18
13.10.87	22	23	20	18
28.10.87	23	23	20	18
12.11.87	-	-	19	18
18.02.88	27	28	25	25
29.03.88	25	25	24	25

12.2.10 Kohlenstoff, anorganisch, unfiltriert (mg/l)

Datum	(MS1)		(MS2)	
	Gudower See 1 m	Gudower See 8,5 m	Sarneower See 1 m	Sarneower See 15,5 m
29.04.87	29	33	34	26
11.05.87	31	36	28	38
25.05.87	35	37	31	37
09.06.87	35	38	31	40
24.06.87	34	38	31	38
07.07.87	50	55	50	57
20.07.87	31	40	31	43
03.08.87	34	43	30	44
17.08.87	32	38	28	41
02.09.87	33	4	27	41
15.09.87	39	42	33	48
28.09.87	41	43	36	47
13.10.87	38	39	35	42
28.10.87	40	40	37	43
12.11.87	-	-	35	39
18.02.88	38	37	38	38
29.03.88	35	35	35	35

12.2.11 Ammoniumstickstoff $\text{NH}_4\text{-N}$ (mg/l)

Datum	(MS 1)		(MS 2)	
	Gudower	Gudower	Sarnekwower	Sarnekwower
	See 1 m	See 8,5 m	See 1 m	See 15,5 m
29.04.87	0,086	0,13	0,39	0,05
11.05.87	0,05	0,05	0,05	0,95
25.05.87	0,05	0,05	0,05	0,05
09.06.87	0,05	0,05	0,05	1,18
24.06.87	0,051	0,28	0,082	0,93
07.07.87	0,05	0,15	0,05	0,99
20.07.87	0,063	0,15	-	1,48
03.08.87	0,05	0,69	0,05	-
17.08.87	0,05	0,59	0,05	1,88
02.09.87	0,05	0,90	0,05	2,15
15.09.87	0,05	0,47	0,066	2,12
28.09.87	0,30	0,32	0,21	2,15
13.10.87	0,45	0,45	0,13	2,57
28.10.87	0,37	0,37	0,15	1,97
12.11.87	-	-	0,075	2,23
18.02.88	0,05	0,05	0,05	0,05
29.03.88	0,057	0,050	0,05	0,05

12.2.12 Nitrat-/Nitritstickstoff ($\text{NO}_3 + \text{NO}_2$)-N (mg/l)

Datum	(MS 1)		(MS 2)	
	Gudower	Gudower	Sarnebower	Sarnebower
	See 1 m	See 8,5 m	See 1 m	See 15,5 m
29.04.87	4,95	5,25	3,58	3,74
11.05.87	4,56	4,87	3,80	2,78
25.05.87	4,64	4,88	3,95	2,92
09.06.87	4,12	4,45	3,90	2,66
24.06.87	3,46	3,35	3,79	2,98
07.07.87	2,76	3,15	3,14	2,66
20.07.87	2,47	2,58	2,01	2,14
03.08.87	2,57	1,53	2,70	1,72
17.08.87	3,23	1,69	2,11	1,50
02.09.87	1,81	1,03	1,56	1,27
15.09.87	1,66	1,40	1,57	1,26
28.09.87	1,99	2,01	2,17	0,82
28.10.87	2,01	1,99	2,13	1,06
12.11.87	-	-	2,49	0,91
18.02.88	6,05	6,07	4,85	4,87
29.03.88	6,67	6,75	6,19	6,16

12.2.13 Gesamtstickstoff, unfiltriert (mg/l)

Datum	(MS 1)		(MS 2)	
	Gudower	Gudower	Sarnekwower	Sarnekwower
	See 1 m	See 8,5 m	See 1 m	See 15,5 m
29.04.87	6,50	6,63	5,58	5,18
11.05.87	6,37	6,42	5,92	5,04
25.05.87	5,51	6,08	5,18	5,16
09.06.87	5,37	4,50	5,13	4,95
24.06.87	4,97	4,74	4,94	5,09
07.07.87	4,05	3,94	4,00	4,72
20.07.87	3,88	3,98	4,02	4,86
03.08.87	3,38	3,36	3,72	4,63
17.08.87	3,66	3,55	3,53	4,62
02.09.87	2,04	2,98	1,84	4,01
15.09.87	3,39	3,88	3,03	4,24
28.09.87	3,39	3,42	3,06	4,44
13.10.87	3,97	4,03	3,80	4,69
28.10.87	3,81	3,83	3,46	4,47
12.11.87	-	-	3,56	4,37
18.02.88	7,81	7,93	6,74	6,40
29.03.88	8,28	7,85	7,30	7,30

12.2.14 Gelöster reaktiver Phosphor (SRP), $\text{PO}_4\text{-P}$ (mg/l)

Datum	(MS 1)		(MS 2)	
	Gudower	Gudower	Sarnekwower	Sarnekwower
	See 1 m	See 8,5 m	See 1 m	See 15,5 m
29.04.87	0,035	0,11	0,22	0,005
11.05.87	0,005	0,10	0,005	0,24
25.05.87	0,005	0,069	0,005	0,17
09.06.87	0,005	0,068	0,005	0,037
24.06.87	0,005	0,057	0,005	0,32
07.07.87	0,005	0,090	0,005	0,38
20.07.87	0,005	0,079	-	0,33
03.08.87	0,058	0,12	0,005	0,90
17.08.87	0,055	0,18	0,005	1,01
02.09.87	0,037	0,13	0,005	0,89
15.09.87	0,046	0,11	0,005	1,02
28.09.87	0,088	0,094	0,021	1,03
13.10.87	0,26	0,15	0,055	1,14
28.10.87	0,18	0,15	0,074	0,92
12.11.87	-	-	0,11	0,94
18.02.88	0,20	0,20	0,18	0,20
29.03.88	0,07	0,15	0,15	0,16

12.2.15 Gesamtphosphor P unfiltriert (mg/l)

Datum	(MS 1)		(MS 2)	
	Gudower	Gudower	Sarnekwower	Sarnekwower
	See 1 m	See 8,5 m	See 1 m	See 15,5 m
29.04.87	0,11	0,15	0,24	0,093
11.05.87	0,11	0,18	0,094	0,34
25.05.87	0,13	0,12	0,051	0,19
09.06.87	0,066	0,11	0,047	0,39
24.06.87	0,078	0,15	0,050	0,40
07.07.87	0,053	0,12	0,027	0,40
20.07.87	0,073	0,15	0,042	0,57
03.08.87	0,13	0,29	0,074	1,01
17.08.87	0,099	0,30	0,068	1,04
02.09.87	0,045	0,29	0,020	0,94
15.09.87	0,17	0,31	0,058	1,04
28.09.87	0,18	0,20	0,092	1,17
13.10.87	0,48	0,23	0,16	1,39
28.10.87	0,28	0,27	0,13	1,04
12.11.87	-	-	0,14	1,09
18.02.88	0,23	0,24	0,30	0,24
29.03.88	0,23	0,24	0,22	0,23

12.2.16 Chlorophyll (Chl a) und Phaeophytin (Pha) ($\mu\text{g/l}$)

Gudower See (MS 1)						
Datum	1 m			5 m		
	Chl a	Pha	Chl a + Pha	Chl a	Pha	Chl a + Pha
29.04.87	42,55	14,12	56,67	10,36	13,04	23,40
11.05.87	71,41	21,41	92,82	25,16	22,16	47,32
25.05.87	31,45	18,99	50,44	21,09	20,51	41,60
09.06.87	22,57	15,65	38,22	22,94	17,1	40,04
24.06.87	33,67	12,09	45,76	11,84	12,86	24,70
07.07.87	37,74	8,02	45,76	7,4	11,06	18,46
20.07.87	30,34	10,48	40,82	13,32	11,38	24,70
03.08.87	35,15	10,87	46,02	33,30	12,46	45,76
17.08.87	41,44	9,18	50,62	17,76	8,59	26,35
02.09.87	60,68	15,24	75,92	20,72	7,88	28,6
15.09.87	56,61	28,67	85,28	76,22	10,1	86,32
28.09.87	13,69	7,11	20,80	13,32	7,48	20,80
13.10.87	7,05	8,31	15,36	7,77	8,35	16,12
28.10.87	4,81	17,55	11,18	5,55	16,03	21,58
18.02.88	2,59	4,43	7,02	2,22	5,32	7,54
29.03.88	5,18	4,96	10,14	2,96	7,96	10,92

12.2.16 Chlorophyll a (Chla) und Phaeophytin a in (Pha) µg/l

Sarnekower See (MS 2)						
Datum	1 m			5 m		
	Chla	Ph.a	Chla + Ph.a	Chla	Ph.a	Chla + Ph.a
29.04.87	85,10	10,58	95,68	5,92	11,5	17,42
11.05.87	62,90	20,50	83,40	4,44	12,2	16,64
25.05.87	26,64	12,1	38,74	8,14	15,0	23,14
09.06.87	12,58	7,44	20,02	3,7	12,94	16,64
24.06.87	7,03	4,93	11,96	4,07	6,33	10,40
07.07.87	7,40	3,78	11,18	12,58	5,88	18,46
20.07.87	8,51	3,45	11,96	11,47	5,17	16,64
03.08.87	30,09	8,73	38,82	12,95	6,55	19,50
17.08.87	73,26	8,90	82,16	14,43	6,37	20,80
02.09.87	85,84	6,2	92,04	7,77	5,75	13,52
15.09.87	32,93	5,55	38,48	5,92	3,44	9,36
28.09.87	15,91	4,11	20,02	6,29	2,81	9,10
13.10.87	13,69	4,77	18,46	3,70	4,10	7,80
28.10.87	2,96	5,62	8,58	2,59	6,51	9,10
12.11.87	1,11	4,09	5,20	0,74	4,46	5,20
18.02.88	1,85	3,87	5,72	1,85	3,61	5,46
29.03.88	3,33	4,21	7,54	3,7	4,1	7,8

12.3 Ergebnisse der Zu- und Abläufe

12.3.1 Allgemeine Daten

Stichelsbach 1987/88 (MS 3)

Datum	Uhrzeit	Niederschlag	Lufttemperatur °C	Bewölkung	Windrichtung	Windstärke
16.03.87	10.50	2/2	0,5	-	NO	frisch
29.04.87	10.20	1/1	18,0	-	SO	4
25.05.87	10.40	1/1	13,0	-	NO	3-4
22.06.87	10.40	1/1	16,0	-	wechselnd	schwach
20.07.87	12.00	1/2	18,5	schwach	O	2
17.08.87	10.40	1/1	19,0	-	-	schwach
14.09.87	10.45	1/1	16,0	bewölkt	W	schwach
12.10.87	10.45	2/1	11,0	bedeckt	NO	6
12.11.87	10.45	2/1	8,0	bedeckt	SW	6
15.12.87	10.50	1/1	- 4,0	bedeckt	SW	3
18.01.88	11.10	1/1	4,5	bedeckt	S	schwach
18.02.88	11.40	1/1	5,5	bewölkt	W	mäßig
08.03.88	11.35	1/1	1,5	bewölkt	N	frisch

12.3.1 Allgemeine Daten

Verbindungsgraben zw. Gudower- u. Sarnekower See 1987/88 (MS 4)

Datum	Uhrzeit	Niederschlag	Lufttemperatur °C	Bewölkung	Windrichtung	Windstärke
16.03.87	13.30	1/2	0,5	-	NO	frisch
29.04.87	11.15	1/1	19,0	-	SO	4
25.05.87	11.15	1/1	13,0	-	NO	3-4
22.06.87	11.15	1/1	16,0	-	wechselnd	schwach
20.07.87	11.00	1/2	17,5	schwach	NO	3
17.08.87	11.20	1/1	19,0	bedeckt	-	schwach
14.09.87	11.20	1/1	16,0	bewölkt	W	schwach
12.10.87	11.25	2/1	11,0	bedeckt	NO	6
12.11.87	11.20	2/1	8,0	bedeckt	SW	6
15.12.87	11.35	1/1	- 4,0	bedeckt	SW	3
18.01.88	11.40	1/1	4,8	bedeckt	S	schwach
18.02.88	11.40	1/1	5,0	bewölkt	W	mäßig
08.03.88	11.00	1/1	1,5	bewölkt	N	frisch

12.3.1 Allgemeine Daten

Waldbach 1987/88 (MS 5)

Datum	Uhrzeit	Niederschlag	Lufttemperatur °C	Bewölkung	Windrichtung	Windstärke
16.03.87	11.40	2/2	0,5	-	NO	frisch
29.04.87	13.00	1/1	22,0	-	SO	4
25.05.87	13.20	1/1	14,0	-	NO	3-4
22.06.87	12.20	1/1	17,5	-	wechselnd	schwach
20.07.87	13.00	2/2	18,0	mittel	O	2
17.08.87	12.00	1/1	19,0	bedeckt	-	schwach
14.09.87	13.10	1/1	16,5	bewölkt	W	schwach
12.12.87	12.15	2/1	11,0	bedeckt	NO	6
12.11.87	12.15	2/1	8,0	bedeckt	SW	6
15.12.87	11.45	1/1	-4,0	bedeckt	SW	3
18.01.88	13.30	1/1	5,2	bewölkt	S	schwach
18.02.88	13.15	1/1	6,5	bewölkt	W	mäßig
08.03.88	13.50	1/1	2,0	bewölkt	N	frisch

12.3.1 Allgemeine Daten
Mühlenbach 1987/88 (MS 6)

Datum	Uhrzeit	Niederschlag	Lufttemperatur °C	Bewölkung	Windrichtung	Windstärke
16.03.87	14.00	1/2	0,5	-	NO	frisch
29.04.87	14.45	1/1	23,5	-	SO	4
25.05.87	14.00	1/1	14,0	-	NO	3-4
22.06.87	14.30	1/1	17,5	-	wechselnd	schwach
20.07.87	10.30	1/2	17,5	schwach	SO	2
17.08.87	14.30	1/1	19,0	bedeckt	-	schwach
14.09.87	14.00	1/1	16,5	bewölkt	W	schwach
12.10.87	13.15	2/1	11,0	bedeckt	NO	6
12.11.87	13.10	2/1	8,5	bedeckt	SW	6
15.12.87	12.10	1/1	-4,0	bedeckt	SW	3
18.01.88	14.15	1/1	5,5	bewölkt	S	schwach
18.02.88	14.10	1/1	6,5	bewölkt	W	mäßig
08.03.88	14.30	1/1	2,0	bewölkt	N	frisch

12.3.2 Farbe/Trübung/Geruch 1987/88

	MS 3	MS 4	MS 5	MS 6
	Verbindungsgraben			
Datum	Stichelsbach	Gudower-/Sarnekower See	Waldbach	Mühlenbach
16.03.87	52/5/1	52/5/1	1/5/1	52/5/1
29.04.87	52/5/1	52/5/1	1/5/1	52/5/1
25.05.87	58/5/1	52/5/1	1/5/1	32/5/1
22.06.87	98/7/1	52/5/1	1/5/1	32/5/1
20.07.87	98/5/1	72/3/1	1/1/1	72/1/1
17.08.87	78/7/1	58/5/1	1/5/1	32/5/1
14.09.87	78/9/1	52/5/1	32/5/1	32/5/1
12.10.87	58/5/1	58/5/1	1/5/1	38/5/1
12.11.87	52/5/1	72/5/1	1/5/1	32/5/1
15.12.87	58/5/1	58/5/1	1/5/1	58/7/1
18.01.88	58/7/1	58/7/1	1/5/1	38/5/1
18.02.88	58/7/1	58/7/1	1/3/1	58/7/1
08.03.88	58/5/1	58/5/1	32/3/1	58/5/1

12.3.3 Wasser-Temperatur (°C) 1987/88

	MS 3	MS 4	MS 5	MS 6
	Verbindungsgraben			
Datum	Stichelsbach	Gudower-/Sarnekower See	Waldbach	Mühlenbach
16.03.87	3,7	3,0	2,1	2,6
29.04.87	10,0	15,3	15,3	15,3
25.05.87	10,3	14,8	12,5	15,6
22.06.87	12,2	16,4	11,9	16,0
20.07.87	15,6	19,9	14,9	19,9
17.08.87	14,0	17,2	13,5	18,5
14.09.87	13,9	16,2	13,6	16,3
12.10.87	10,1	11,5	10,2	11,5
12.11.87	8,2	8,1	7,8	8,3
15.12.87	2,4	2,2	0,4	3,3
18.01.88	4,9	4,1	4,6	4,2
18.02.87	4,1	3,3	4,5	3,6
08.03.88	3,0	2,4	3,1	2,9

12.3.4 pH-Wert 1987/88

	(MS 3)	(MS 4)	(MS 5)	(MS 6)
	Verbindungsgraben			
Datum	Stichelsbach	Gudower-/Sarnekower See	Waldbach	Mühlenbach
16.03.87	7,4	7,2	7,5	7,2
29.04.87	7,6	8,7	8,0	8,9
25.05.87	7,7	8,6	7,9	8,7
22.06.87	7,3	8,3	7,7	8,1
20.07.87	7,5	8,7	7,9	8,3
17.08.87	7,0	7,8	7,4	8,8
14.09.87	7,1	8,0	7,5	8,1
12.10.87	7,4	7,5	7,4	7,7
12.11.87	7,4	7,6	7,5	7,5
15.12.87	7,3	7,6	7,5	7,4
18.01.88	7,1	7,6	7,6	7,7
18.02.88	7,0	7,6	7,5	7,7
08.03.88	7,0	7,6	7,5	7,7

12.3.5 Leitfähigkeit (uS/cm) 1987/88

	(MS 3)	(MS 4)	(MS 5)	(MS 6)
	Verbindungsgraben			
Datum	Stichelsbach	Gudower-/Sarnekower See	Waldbach	Mühlenbach
16.03.87	635	502	560	483
29.04.87	621	543	592	543
25.05.87	578	522	576	503
22.06.87	501	529	579	514
20.07.87	533	515	595	528
17.08.87	592	491	592	472
14.09.87	643	513	565	491
12.10.87	659	521	573	516
12.11.87	698	530	565	517
15.12.87	675	552	611	528
18.01.88	579	533	581	525
18.02.88	535	513	526	515
08.03.88	506	509	543	517

12.3.6 Chlorid (mg/l) 1987/88

	(MS 3)	(MS 4)	(MS 5)	(MS 6)
	Verbindungsgraben			
Datum	Stichelsbach	Gudower-/Sarnekower See	Waldbach	Mühlenbach
16.03.87	49	42	41	42
29.04.87	42	42	40	41
25.05.87	37	38	38	38
22.06.87	30	38	38	41
20.07.87	29	37	38	38
17.08.87	34	35	38	37
14.09.87	14	37	38	37
12.10.87	40	36	39	37
12.11.87	45	35	39	36
15.12.87	40	37	41	36
18.01.88	35	35	39	36
18.02.88	31	33	34	32
08.03.88	31	35	36	34

12.3.7 Sauerstoffgehalt (G) und -sättigung (S) 1987/88

Datum	(MS 3)		(MS 4)		(MS 5)		(MS 6)	
	Stichelsbach		Verbindungsgraben		Waldbach		Mühlenbach	
	G	S	Gudower-/Sarnekower See		G	S	G	S
	mg/l	%	mg/l	%	mg/l	%	mg/l	%
16.03.87	9,5	74	10,6	81	-	-	-	-
29.04.87	8,1	74	15,7	161	10,7	110	14,9	153
25.05.87	7,5	69	11,5	117	11,4	111	10,3	106
22.06.87	6,0	57	10,3	108	9,8	94	9,2	96
20.07.87	3,3	33	11,0	124	7,4	75	8,0	90
17.08.87	4,7	47	7,6	81	7,0	69	11,5	126
14.09.87	4,0	39	7,3	76	7,5	74	7,5	79
12.10.87	6,5	59	6,3	59	7,3	66	7,5	71
12.11.87	6,4	56	7,4	64	8,6	75	7,7	68
15.12.87	8,4	63	9,8	73	11,4	81	7,5	58
18.01.88	8,2	66	9,5	74	10,9	86	10,0	79
18.02.88	8,4	66	10,5	81	10,2	81	11,1	86
08.03.88	9,2	72	10,7	81	12,0	92	11,1	85

12.3.8 Kohlenstoff (anorg. + org.) (mg/l) 1987/88

Datum	(MS 3)		(MS 4)		(MS 5)		(MS 6)	
	Stichelsbach		Verbindungsgraben		Waldbach		Mühlenbach	
			Gudower-/Sarnekower See					
	anorg.	org.	anorg.	org.	anorg.	org.	anorg.	org.
16.03.87	54	13	36	20	39	8	32	20
29.04.87	45	24	36	19	34	8	28	18
25.05.87	44	31	35	21	40	8	32	19
22.06.87	40	41	35	18	39	13	33	17
20.07.87	39	43	31	19	40	12	32	16
17.08.87	47	33	33	21	38	14	27	18
14.09.87	60	30	39	20	44	16	34	19
12.10.87	50	23	43	24	36	10	31	19
12.11.87	56	16	39	21	38	9	36	18
15.12.87	55	23	42	26	41	8	39	20
18.01.88	41	33	37	27	37	11	36	24
18.02.88	41	28	36	27	37	15	38	25
08.03.88	36	29	35	26	35	13	36	25

12.3.9 Stickstoffverbindungen (mg/l) 1987/88

Datum	(MS 3)			(MS 4)		
	Stichelsbach			Verbindungsgraben Gudower-/Sarnekower See		
	N	NH ₄ -N	(NO ₃ + NO ₂)-N	N	NH ₄ -N	(NO ₃ + NO ₂)-N
16.03.87	9,32	0,71	8,27	6,27	0,05	5,47
29.04.87	7,95	0,21	6,38	6,47	0,064	4,95
25.05.87	5,40	0,098	4,48	5,65	0,05	4,52
22.06.87	6,36	0,85	4,44	4,41	0,05	4,03
20.07.87	5,89	0,72	3,06	3,80	0,095	2,49
17.08.87	7,14	0,093	5,30	3,40	0,05	2,78
14.09.87	8,74	0,31	6,38	3,11	0,056	1,61
12.10.87	7,75	0,34	5,80	3,83	0,27	1,99
12.11.87	6,81	0,79	5,01	3,68	0,05	2,52
15.12.87	8,31	0,79	6,10	4,63	0,05	3,27
18.01.88	8,75	0,55	7,77	5,79	0,05	4,76
18.02.88	10,64	0,52	8,35	7,70	0,05	5,96
08.03.88	8,13	0,34	6,52	7,32	0,05	5,38

12.3.9 Stickstoffverbindungen (mg/l) 1987/88

Datum	(MS 5)			(MS 6)		
	Waldbach			Mühlenbach		
	N	NH ₄ -N	(NO ₃ + NO ₂)-N	N	NH ₄ -N	(NO ₃ + NO ₂)-N
16.03.87	7,19	0,45	6,33	5,75	0,05	5,11
29.04.87	5,67	0,064	4,87	5,73	0,05	3,98
25.05.87	5,27	0,05	4,67	4,77	0,05	3,85
22.06.87	4,31	0,05	3,94	4,47	0,068	3,62
20.07.87	3,30	0,105	2,48	4,04	0,12	2,78
17.08.87	3,56	0,05	2,73	3,59	0,05	2,17
14.09.87	3,67	0,067	2,91	3,24	0,078	1,71
12.10.87	4,59	0,05	3,90	3,62	0,11	2,25
12.11.87	4,80	0,061	3,94	3,52	0,079	2,49
15.12.87	6,22	0,064	5,52	3,10	0,05	2,71
18.01.88	6,17	0,075	5,25	4,31	0,05	3,67
18.02.88	6,51	0,172	4,53	6,57	0,05	4,91
08.03.87	5,37	0,116	4,48	6,46	0,05	4,50

12.3.10 Gesamtphosphor und reaktiver Phosphor 1987/88 (mg/l)

Datum	(MS 3)		(MS 4)		(MS 5)		(MS 6)	
	Stichelsbach		Verbindungsgraben		Waldbach		Mühlenbach	
			Gudower-/Sarnekower See					
	P	PO ₄ -P	P	PO ₄ -P	P	PO ₄ -P	P	PO ₄ -P
16.03.87	0,16	0,060	0,16	0,110	0,043	0,020	0,16	0,14
29.04.87	0,28	0,051	0,13	0,005	0,054	0,047	0,085	0,035
25.05.87	0,32	0,26	0,092	0,005	0,31	0,031	0,035	0,020
22.06.87	0,53	0,45	0,10	0,005	0,094	0,042	0,051	0,005
20.07.87	0,67	0,55	0,077	0,005	0,12	0,078	0,056	0,005
17.08.87	0,35	0,29	0,086	0,076	0,068	0,056	0,089	0,005
14.09.87	1,08	0,32	0,12	0,064	0,11	0,067	0,059	0,005
12.10.87	0,28	0,15	0,19	0,14	0,084	0,063	0,081	0,053
12.11.87	0,38	0,15	0,22	0,15	0,12	0,077	0,13	0,089
15.12.87	0,33	0,11	0,24	0,15	0,066	0,022	0,264	0,171
18.01.88	0,26	0,20	0,22	0,17	0,062	0,045	0,221	0,174
18.02.87	0,34	0,21	0,23	0,20	0,07	0,05	0,225	0,175
08.03.87	0,23	0,17	0,21	0,16	0,06	0,035	0,205	0,173

13. Bisher erschienene Seenberichte

B 1*	Untersuchung des Zustandes und der Benutzung des Bültsees; Dezember 1975	3,--
B 2*	Untersuchung über den Zustand des Westensees, Bossees und Ahrensees; September 1977	10,--
B 3*	Untersuchung über den Zustand des Ratzeburger Sees, Domsees, Kückensees; Dezember 1977	10,--
B 4*	Ihlsee; Oktober 1978	11,--
B 5*	Einfeld der See; Juli 1979	11,--
B 6	Redingsdorfer See; November 1979	10,--
B 7	Blunker See; Dezember 1979	11,--
B 8*	Neversdorfer See; 1980	12,--
B 9*	Bistensee; 1981	10,--
B 10*	Wittensee; 1981	10,--
B 11*	Langsee; 1981	10,--
B 12	Garrensee; 1981	10,--
B 13*	Hemmelsdorfer See; 1981	10,--
B 14*	Mözener See; 1982	12,--
B 15*	Postsee; 1982	10,--
B 16	Bornhöveder Seenkette; 1982	20,--
B 17	Bothkamper See; 1982	10,--
B 18*	Dobersdorfer See; 1982	12,--
B 19*	Schwansener See; 1983	12,--
B 20*	Sankelmarker See; 1983	12,--
B 21	Nortorfer Seenkette; 1984	21,--
B 22	Dieksee; 1984	19,--
B 23	Hohner See; 1985	19,--
B 24	Bordesholmer See; 1987	20,--
B 25	Passader See; 1988	20,--
B 26	Kronsee und Fuhlensee; 1988	20,--
B 27	Südensee; 1989	20,--
B 28	Lanker See; 1989	20,--
B 29	Gudower See, Sarnekower See; 1989	20,--

* Berichte vergriffen