

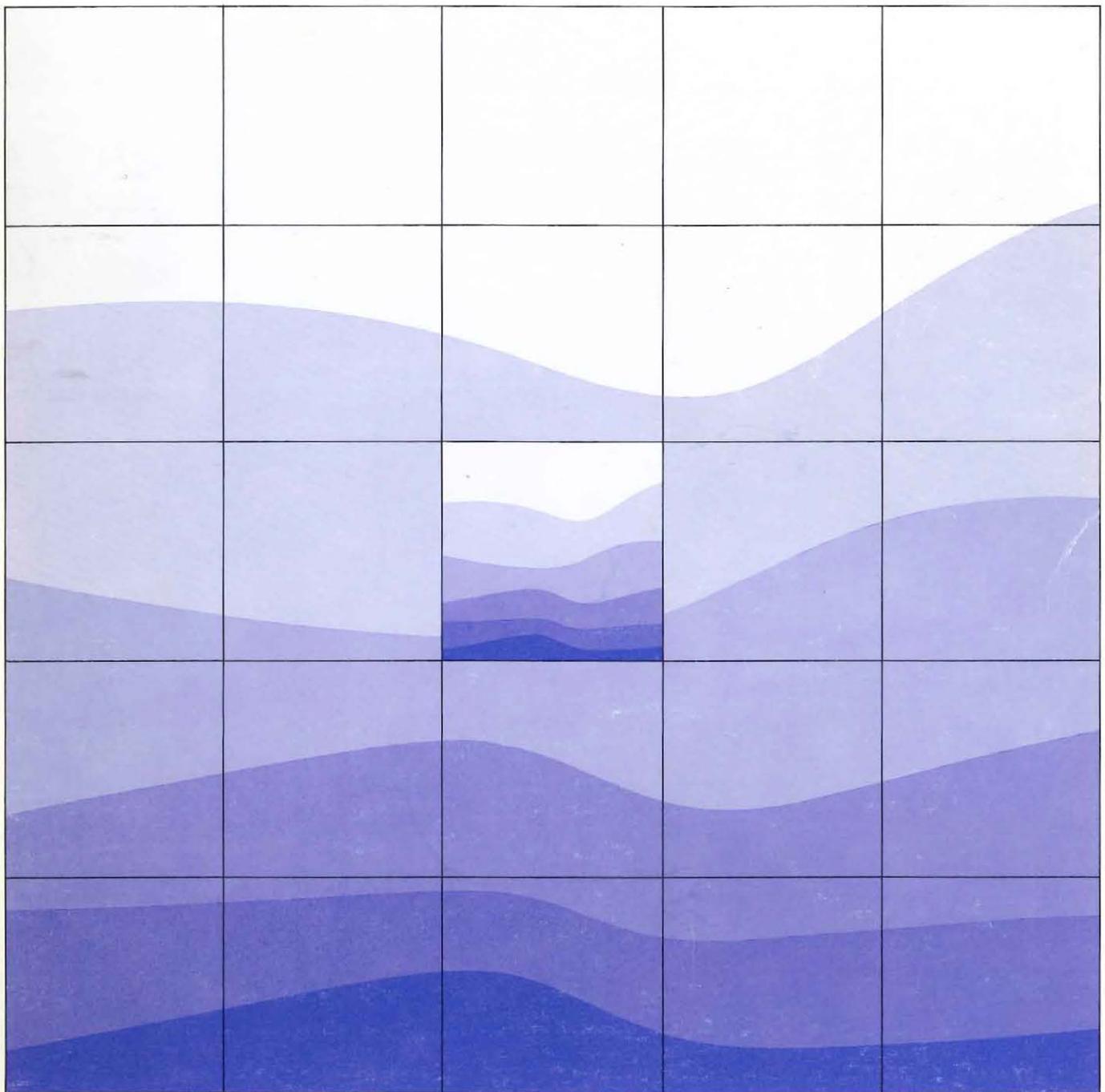
1987

B 24



Landesamt für  
Wasserhaushalt und Küsten  
Schleswig-Holstein

# Seenbericht Bordesholmer See



Landesamt für Wasserhaushalt  
und Küsten Schleswig-Holstein

LW 31 - 5203.71-21 Bordscholmer See

**B O R D E S H O L M E R S E E**

(Kreis Rendsburg-Eckernförde)

Bericht über die Untersuchung des  
Zustandes und der Benutzung  
des Sees von November 1984 bis Dezember 1985

Kiel 1987



Luftbild des Bordesholmer Sees  
Maßstab: 1 : 10.000  
Aufnahmedatum: 23. 6. 1986  
Freigegeben durch Reg. Präs. Münster  
Nr.: 11921/86

Ortslage  
Bordesholm



Tiefenplan  
Bordesholmer See  
Tiefenmessung vom 02.09.1985

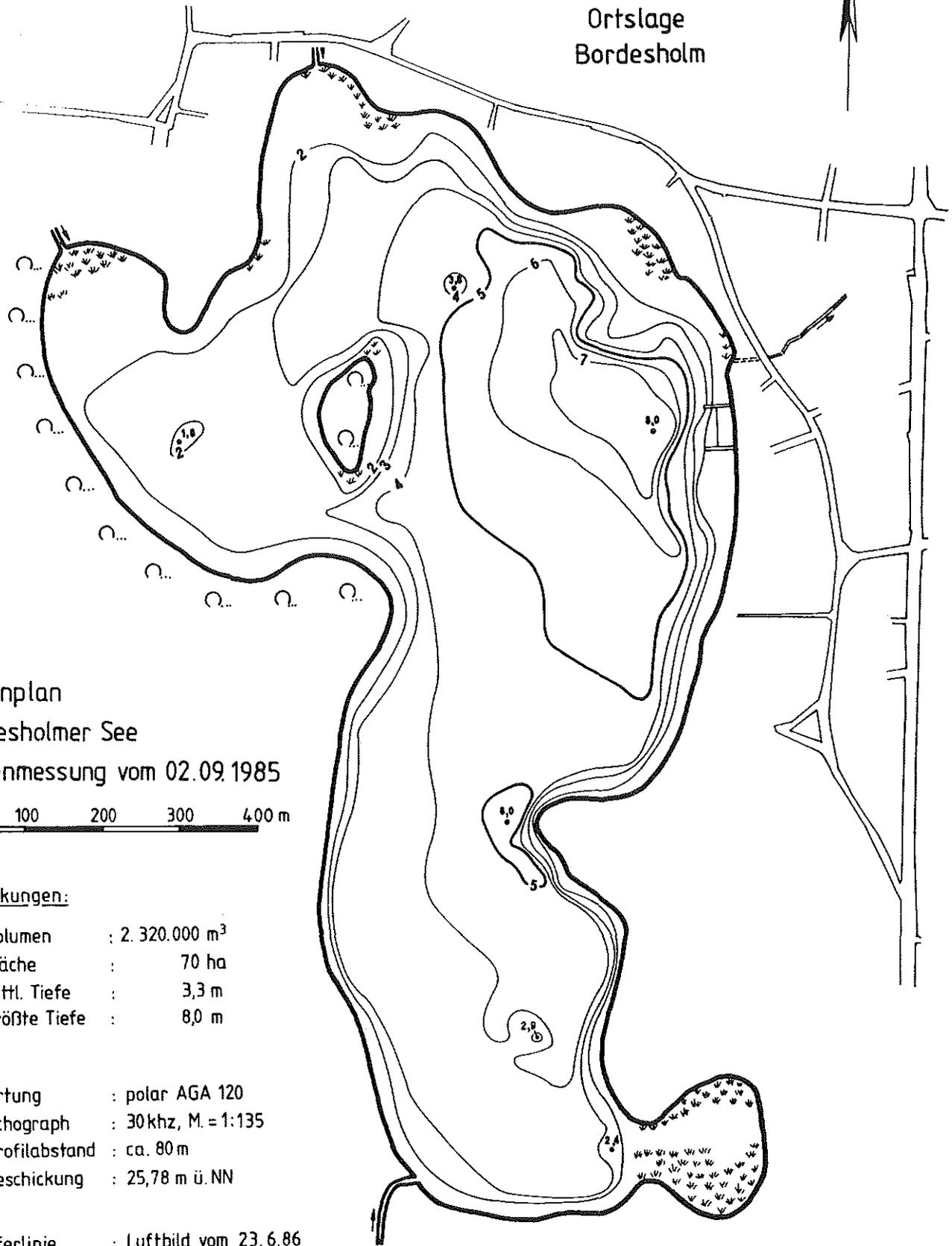
0 100 200 300 400 m

Bemerkungen:

Volumen : 2.320.000 m<sup>3</sup>  
Fläche : 70 ha  
mittl. Tiefe : 3,3 m  
größte Tiefe : 8,0 m

Ortung : polar AGA 120  
Echograph : 30 khz, M. = 1:135  
Profilabstand : ca. 80 m  
Beschickung : 25,78 m ü. NN

Uferlinie : Luftbild vom 23.6.86



## V o r w o r t

Der Minister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten des Landes Schleswig-Holstein hat das Landesamt für Wasserhaushalt und Küsten Schleswig-Holstein beauftragt, Untersuchungen über die Beschaffenheit der schleswig-holsteinischen Seen durchzuführen.

Zweck der Untersuchungen ist es, Aussagen über den Zustand der Seen zu erhalten und ihre ökologische Funktion in der schleswig-holsteinischen Landschaft darzustellen. Hierzu ist es notwendig, durch Untersuchungen der Morphologie, des Wassermengenhaushaltes und des Wassergütehaushaltes sowohl die natürlichen als auch die durch menschliche Einflüsse hervorgerufenen Einwirkungen auf die Gewässer zu erkennen.

Die Kenntnis dieser zusammenwirkenden Faktoren ist Voraussetzung für gezielte Erhaltungs- und Sanierungsmaßnahmen an den Seen.

Aus den dargelegten Gründen wurde im Jahre 1973 ein Programm aufgestellt, in dessen Verlauf bisher 58 Seen untersucht wurden.

Die Daten, die diesem Bericht über den Bordesholmer See zugrunde liegen, wurden in der Zeit von November 1984 bis Dezember 1985 ermittelt.

Landesamt für  
Wasserhaushalt und Küsten  
Schleswig-Holstein

Peter Petersen

<u>Inhaltsverzeichnis</u>	Seite
1. Einleitung, Art und Umfang der Untersuchungen, Lage der Meßstellen	1
2. Naturbeschreibung	3
2.1 Topographie	3
2.2 Morphogenese	5
3. Wassermengenhaushalt, Wasserhaushaltsgrößen	10
3.1 Niederschlag	10
3.2 Lufttemperaturen	11
3.3 Verdunstung	12
3.4 Wasserstände	13
3.5 Zufluß/Abfluß	14
4. Gewässerbeschaffenheit	15
4.1 Allgemeines	15
4.2 Physikalische und chemische Beschaffenheit	16
4.3 Biologische Beschaffenheit	25
4.3.1 Flora	25
4.3.2 Fauna	34
4.3.3 Plankton, Chlorophyll $\bar{a}$ , Sichttiefen	39
4.3.3.1 Phytoplankton	39
4.3.3.2 Zooplankton	43
4.3.3.3 Chlorophyll $\bar{a}$ -Konzentrationen und Sichttiefen	47
4.3.3.4 Wertung	47
4.3.3.5 Zusätzliche Untersuchungen	49
5. Sedimentuntersuchungen	53
6. Einmündende Gewässer, Seeauslauf	66
7. Zusammenfassende Beurteilung	68

	Seite
8. Einfluß des Kalbaches auf den Zustand des Bordes- holmer Sees	71
9. Sanierungs- und Restaurierungsmöglichkeiten	74
10. Charakteristische Daten des Bordscholmer Sees	76
11. Anlagenverzeichnis	77
12. Literaturverzeichnis	88
13. Bisher erschienene Seenberichte	91

## 1. Einleitung, Art und Umfang der Untersuchungen, Lage der Meßstellen

Der im Kreis Rendsburg-Eckernförde gelegene, 0,70 km<sup>2</sup> große Bordesholmer See, seine einmündenden Gewässer und der Seeauslauf wurden vom Landesamt für Wasserhaushalt und Küsten Schleswig-Holstein von November 1984 bis Dezember 1985 hinsichtlich des Wassermengenhaushaltes sowie der Gewässerbeschaffenheit untersucht. Direkte Abwässereinleitungen sind nicht vorhanden. Insgesamt wurden an folgenden Punkten Meßstellen eingerichtet:

Kennziffer	Meßstelle
58-022-5.7	Bordesholmer See, nördlicher Seeteil
58-022-5.8	Bordesholmer See, südlicher Seeteil
58-022-5.1	Vorfluter am Nordufer
58-022-5.2	Kalbach
58-022-5.3	Vorfluter am Wanderweg
58-022-5.4	Steingraben
58-022-5.5	Grenzgraben bei Tökshorst
58-022-5.6	Auslauf, Stintgraben

siehe Abb.: 1 und 2

In der Regel wurde jede Meßstelle einmal monatlich beprobt (Ausnahmen: bei einigen Zuläufen zeitweise Rückstau bzw. kein Abfluß; wegen Eisbedeckung Jan./Febr./März keine Seeproben). Die Beprobung der Seenmeßstellen erfolgte jeweils 1 m unterhalb der Oberfläche und 1 m oberhalb Grund. Bestimmt wurden:

Chemische Parameter: vor allem die den Sauerstoff-Haushalt beeinflussenden (organische Belastung, Stickstoff- und Phosphorverbindungen).

Biologische Parameter: Plankton, Benthos (tierische und pflanzliche Bodenorganismen), Chlorophyll, Vegetation des Uferbereichs.

Zur Erfassung der Maxima der Algenproduktion wurden zusätzlich zur monatlichen Beprobung häufige Sichttiefenmessungen (in Zusammenarbeit mit der örtlichen Bürgerinitiative) durchgeführt sowie Planktonproben untersucht.

Da vom Sediment eine entscheidende Beeinflussung der Gewässerbeschaffenheit ausgehen kann, wurde zusätzlich eine "grobrastrige" Schlammkartierung sowie Bewertung der entnommenen Proben durchgeführt. Mehrmalige Massenentwicklungen der Blaualge *Microcystis* sowie

die damit einhergehenden zeitweiligen Sauerstoffübersättigungen an der Oberfläche vor allem im Sommer 1985 sind untrügliches Zeichen eines übermäßig hohen Nährstoffgehalts. Die Sedimentuntersuchungen ergaben, daß ein Großteil des Seebodens, insbesondere in den tieferen Bereichen, aus lebensfeindlichen, schwefelwasserstoffhaltigen Zonen besteht. Makroorganismen befinden sich im wesentlichen nur im Bereich des Röhrichtsaums. Die Unterwasservegetation ist weitgehend erloschen. Unter Abwägung aller ermittelten Parameter ist der See als polytroph zu bezeichnen, näheres hierzu in Kapitel 7 ("Zusammenfassende Beurteilung"). Das oberirdische Einzugsgebiet des Bordesolmer Sees beträgt rd. 21 km<sup>2</sup>, davon entfallen rd. 15 km<sup>2</sup>, d.s. 71 % auf den Kalbach. Er hat den größten Anteil an der externen Nährstoffbelastung des Sees und beeinflusst daher ganz wesentlich dessen Gewässerbeschaffenheit.

Bezüglich der Möglichkeiten zur Sanierung und Restaurierung sei vor allem auf das Kapitel 9 verwiesen.

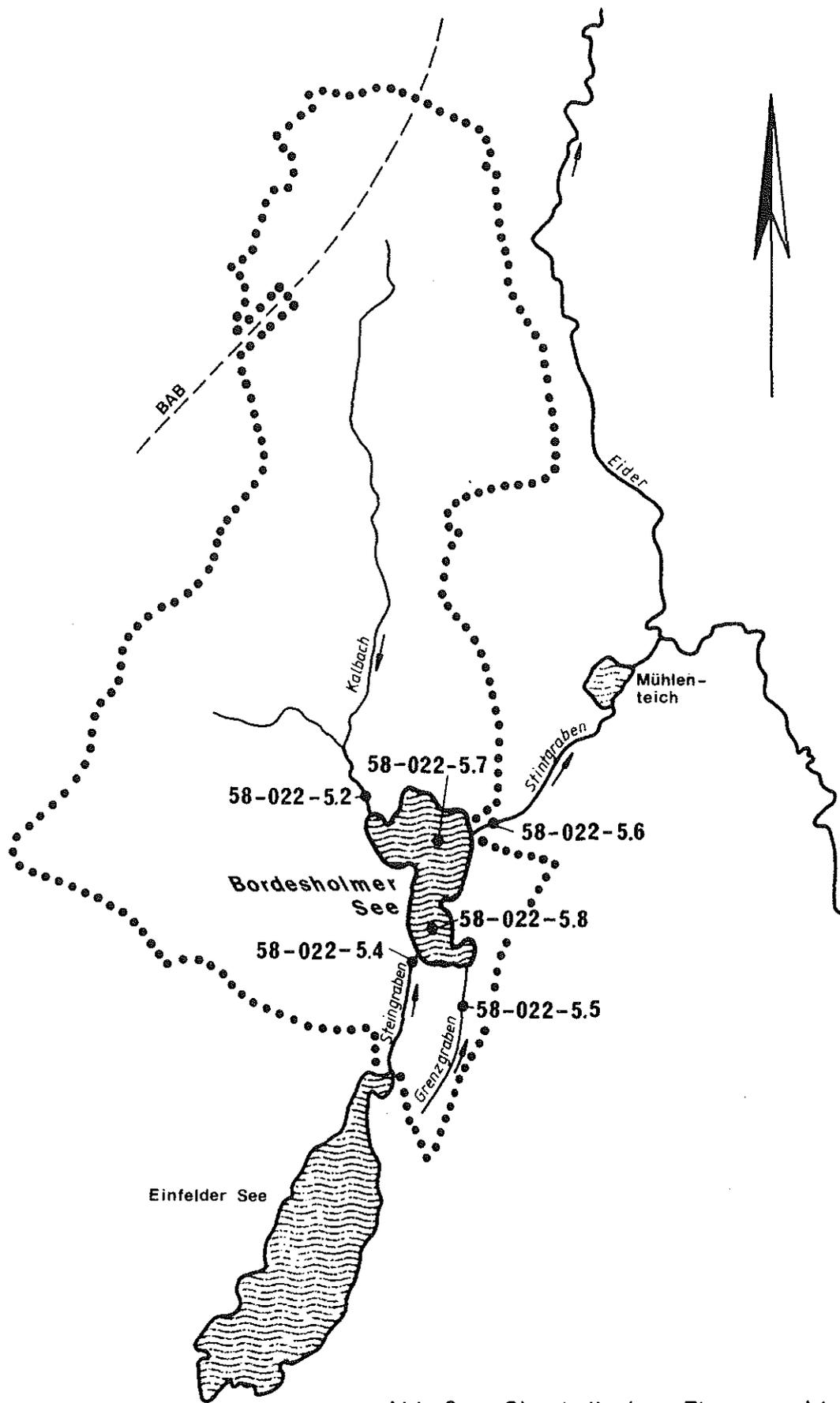


Abb. 2 : Oberirdisches Einzugsgebiet  
mit den Meßstellen  
am Bordesholmer See

M. 1:50 000

## 2. Naturbeschreibung

### 2.1 Topographie

Der Bordesholmer See liegt im Kreis Rendsburg-Eckernförde am westlichen Ortsrand Bordesholms in einem Jungmoränengebiet, in das zahlreiche Hohlformen eingelagert sind (Meßtischblatt 1826). (Abb.: 3) Eigentümer des Sees ist das Land Schleswig-Holstein.

Die höchste Erhebung im Einzugsgebiet des Gewässers befindet sich im nördlichen Teil mit 55,4 m ü. NN, im westlichen Bereich werden Höhen um 49 m erreicht. Der See selbst liegt in etwa 25,8 m Höhe (mittlerer Seewasserspiegel).

Seine längste Achse, die etwa in Nord-Südrichtung verläuft, mißt etwa 1,5 km. Die maximale Breite beträgt 850 m, die engste Stelle ist etwa 295 m breit.

Weitere Daten sind aus der folgenden Aufstellung zu ersehen:

Seevolumen	2.320.000 m <sup>3</sup>
Seeoberfläche	0,7 km <sup>2</sup>
mittl. Seetiefe	3,3 m
größte Seetiefe	8,0 m
Uferlänge	4,9 km
mittl. Wasserstand	25,78 m ü. NN

Aus dem Verhältnis Uferlänge (4,95 km) zum Umfang eines der See- fläche flächengleichen Kreises (2,97 km) ergibt sich die Uferent- wicklung  $E = 1,7$ . Je kleiner dieser Wert, desto weniger zerklüftet ist das Ufer.

Vergleichswerte von anderen Seen:

Sankelmarker See	1,6
Neversdorfer See	2,4
Hohner See	1,3
Wittensee	1,3

Der Umgebungsarealfaktor U, der sich durch das Verhältnis von topographischem Einzugsgebiet (ohne See) zur Seefläche errechnet, beträgt für den Bordesholmer See  $19,8 : 0,7 = 28,3$ .

Vergleichswerte von anderen Seen:

Sankelmarker See	33,7
Neversdorfer See	31,5
Hohner See	25,6
Wittensee	3,7

Der Bordesholmer See wird durch 5 Zuflüsse gespeist. Das größte Einzugsgebiet weist der im Norden einmündende Kalbach auf.

Der Ablauf erfolgt im Nordosten über den Stintgraben in den Mühlen-  
teich bei Schmalstede und von dort in die Eider. Im Südostteil ist  
der Bordesholmer See durch den Steingraben mit dem Einfelder See  
verbunden. Während des Untersuchungszeitraumes war der Grenzgraben  
ständig trocken, während im Stintgraben an einigen Tagen geringe  
Wassermengen zu verzeichnen waren.

Im Einzugsgebiet des Sees (Abb.: 3) überwiegen im Norden und Süden  
sandige, im Westen tonige Böden. Die Flächen werden überwiegend  
landwirtschaftlich genutzt, wobei im nördlichen Bereich große  
Flächen dem Kiesabbau dienen. Waldgebiete lassen sich nur vereinzelt  
und von geringer Größe am West- und Südufer, jedoch unmittelbar am  
See finden. Diese Ufer steigen verhältnismäßig rasch an, so daß hier  
die Ausbildung eines Erlenbruchwald-Saumes natürlicherweise ein-  
geschränkt ist. Das Nord- und Nordostufer ist in weiten Teilen  
bebaut bzw. die Flächen sind versiegelt. Hier finden sich auch ein  
Angelverein, ein Segelverein und die Badeanstalt der Stadt  
Bordesholm. Mehrere Einzelbootstege sind im nördlichen Teil und an  
den Seeufergrundstücken errichtet worden.

Im Südosten ist das Ufer flacher ausgebildet. Das Hinterland wird  
hier z.T. als Weideland genutzt. Der gesamte See ist durch einen  
Wanderweg in unmittelbarer Ufernähe touristisch erschlossen. Der Weg  
ist auch an Wochentagen von Spaziergängern und Radfahrern stark  
frequentiert.

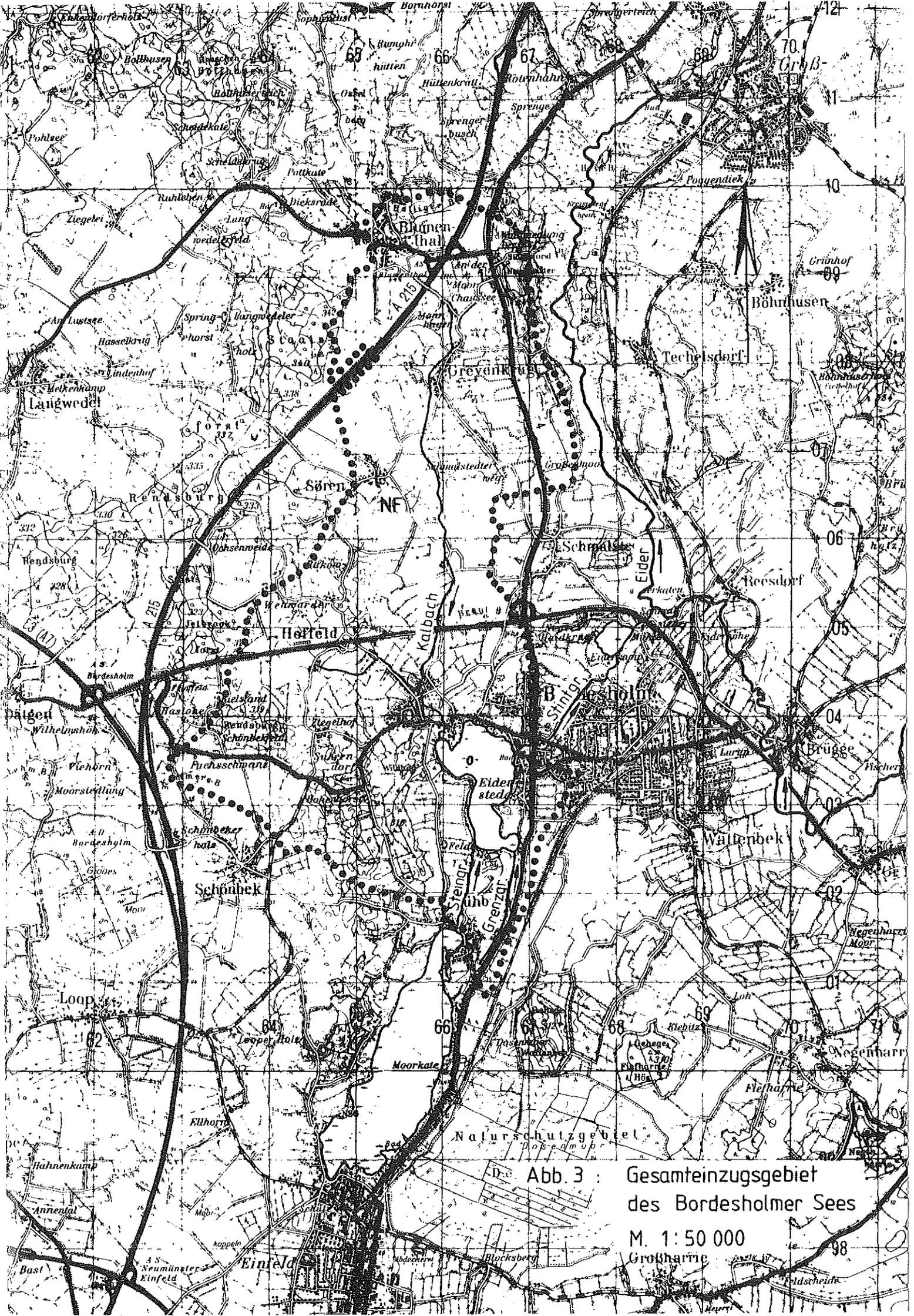


Abb. 3 : Gesamteinzugsgebiet  
 des Bordscholmer Sees  
 M. 1 : 50 000  
 Großharme

## 2.2 Morphogenese

Naturräumlich rechnet man das Untersuchungsgebiet zum Eider-Moränengebiet, die holsteinische Vorgeest schließt sich an, so daß im Umfeld des Gebietes Sander anzutreffen sind.

Die Bordscholmer Seerinne mit Mühlenteich, Bordscholmer- und Einfelder See entstand während der letzten Eiszeit (Weichsel-Kaltzeit) vor etwa 12.000 Jahren. Sie liegt im Bereich der Eisrandlage des letzten Eisvorstoßes (Pommersches Stadial). (Abb. 4 und 5)

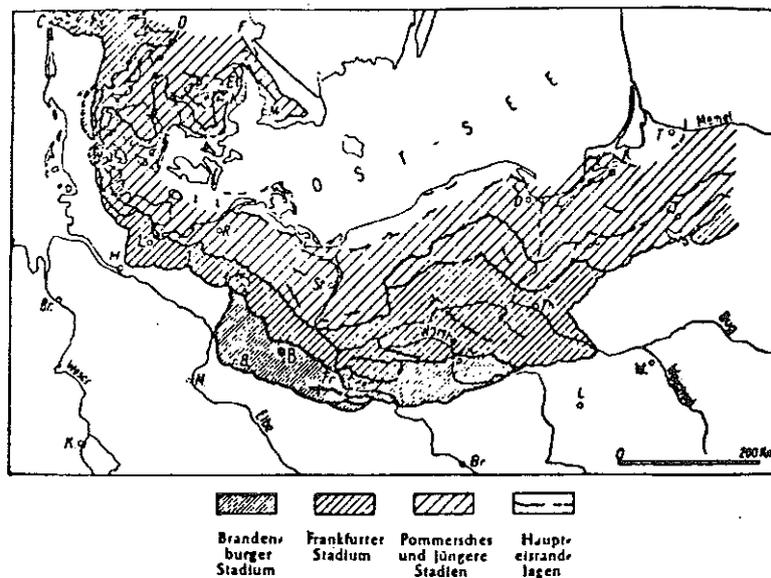


Abb.: 4 Die Hauptstadien der letzten Vereisung in Norddeutschland und den angrenzenden Gebieten.

(aus P. WOLDSTEDT: Norddeutschland und angrenzende Gebiete im Eiszeitalter, 1950)

aus: ATTMANNSPACHER (1967)



Abb.: 5      Randlagen der Riß-Würm-Vereisung in Schleswig-Holstein  
 (Würm-Sander gerastert) Maßstab 1 : 500.000  
 Stand: September 1963                      \* Bordesholmer See  
 aus: GRIPP 1964

Nach GRIPP befindet sich die Seenrinne in einem ehemaligen Tunneltal, durch welches das Schmelzwassermaterial der Kaltzeit nach Südwesten in die Stör und in die Elbe abfloß. (Abb. 6)

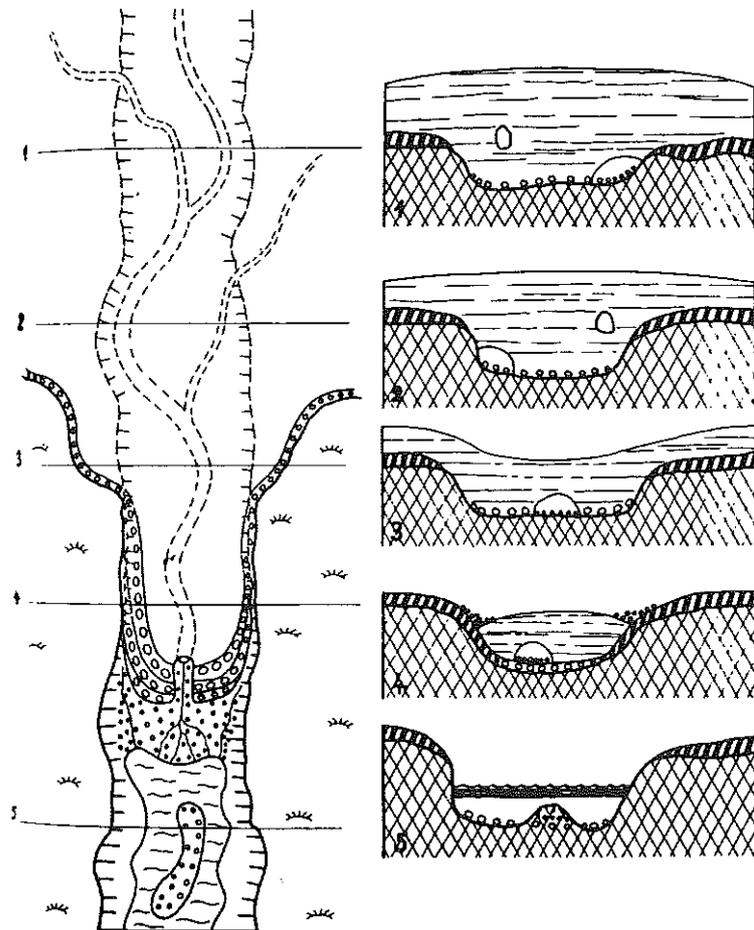


Abb. 6: Tunneltal in Karte und Schnitt

Auf Spalten und Gletscherorgeln gelangt Wasser erst in Eistunnel und in diesen schließlich auf den Grund des Eises (1 und 2). Hier erzeugt der untereisige Fluß unter Mäandrieren des Eistunnels ein Tal (1-4). Dies ermöglicht, wenn später der Eisrand hier verläuft, das Vordringen einer kleinen Eiszunge (4) und das Aufhäufen von Stirnmooränen (zwischen 4 und 5). Die sandigkiesigen Absätze vom Grunde des subglazialen Flusses hinterlassen nicht selten os-artige Rücken (5). Über dem schwindenden Toteis (weiß in Schnitt 5) sammeln sich Seen, an deren Grunde sich Gletschertrübe in tonig-feinsandigen Schichten (feine Linien) ablagert.

aus: GRIPP (1964)

Durch die erodierende Wirkung dieser subglazialen Schmelzwässer kam es zur Ausbildung der heutigen Bordscholmer Seerinne. (Abb. 7)

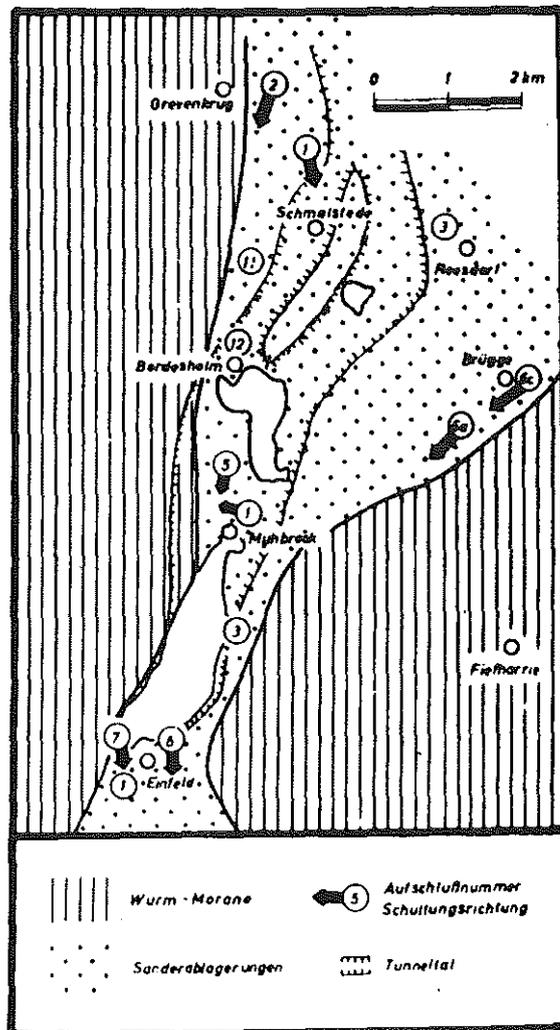


Abb.: 7 Die Bordscholmer Sandrinne (nach HÖLTING 1958)  
aus: ATTMANNSPACHER (1967)

Bei Rückzug des Eises waren einige Hohlformen wie die Seebecken noch mit Toteis ausgefüllt. Um diese herum und auf ihnen wurden Sande abgelagert, die ein frühzeitiges Auftauen der Toteismassen und somit ein Zuschotten der Hohlformen verhinderten. Erst beim sehr viel später einsetzenden Tieftauen wurden die heutigen Seebecken freigelegt.

Nach einer neueren Theorie von HORMANN ist die Entstehung der Bordesholmer Rinne nicht als "subglazial", sondern als "subaerisch" anzusehen. Demnach haben Schmelzwässer ein Tal in über Gletschereis befindlichen Sanden eingeschnitten. Durch Erosion und flächenhafte Abtragung ist demzufolge ein Sohlen- oder Kastental entstanden, das auch nach der Tieftauphase im wesentlichen erhalten blieb.

ATTMANNSPACHER (1967) konnte anhand trockengefallener Terrassen (Abb.: 8) einen in historischer Zeit höheren Wasserspiegel nachweisen. Mit ihm war auch eine Entwässerung verbunden, die der heutigen entgegengesetzt verlief - vom Bordesholmer See über den Steingraben in den Einfelder See. Heute entwässern diese Seen in nördliche Richtung zur Eider hin.

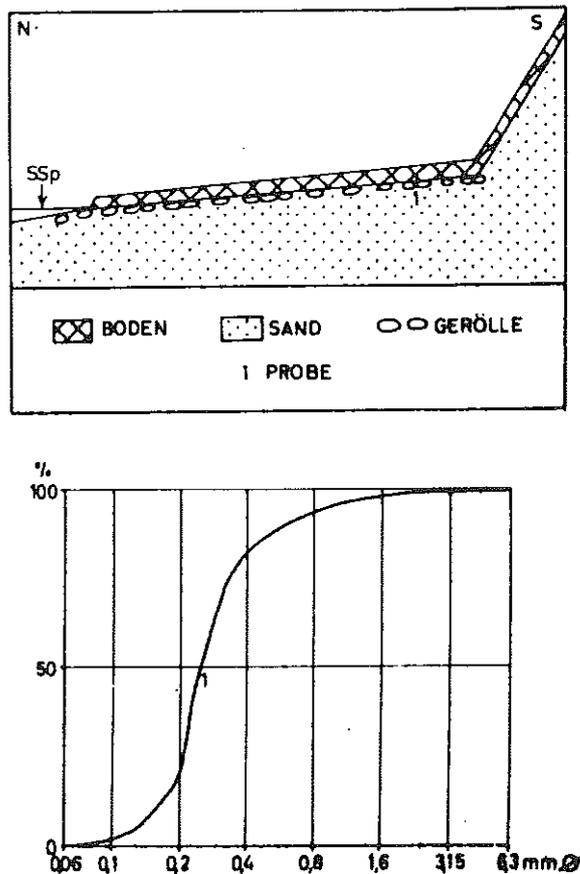


Abb.: 8 Schematisches Profil durch die Terrasse an der Westseite des Bordesholmer Sees  
aus: ATTMANNSPACHER (1967)

### 3. Wassermengenhaushalt, Wasserhaushaltsgrößen

#### 3.1 Niederschlag

Die für die Untersuchung benötigten Angaben zum Niederschlag wurden von der Station Bordesholm des DEUTSCHEN WETTERDIENSTES übernommen. In Tabelle 1 werden diese Angaben denen der Normalperiode 1951 - 80 gegenübergestellt.

Tab. 1

Monate	1985												Normalperiode			%
	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	Wi	So	Ja	
Abflußj. 1985	83	44	52	14	68	69	27	110	82	78	68	28	330	393	723	90
1951 - 1980	81	77	66	46	46	52	57	69	81	93	74	65	365	439	804	100

Das Abflußjahr 1985 war, sowohl im Vergleich der einzelnen Monate als auch im Vergleich der Halbjahre, meist trockener als die Normalperiode. Lediglich der Monat Juni fiel mit 110 mm (159%) Niederschlag auffallend feucht aus. An der folgenden graphischen Darstellung (Abb. 9) wird dieser Sachverhalt deutlich. Insgesamt ergibt sich für 1985 (Station Bordesholm) ein Niederschlagsdefizit von 81 mm und damit ein Jahresniederschlag von 90% der Normalperiode.

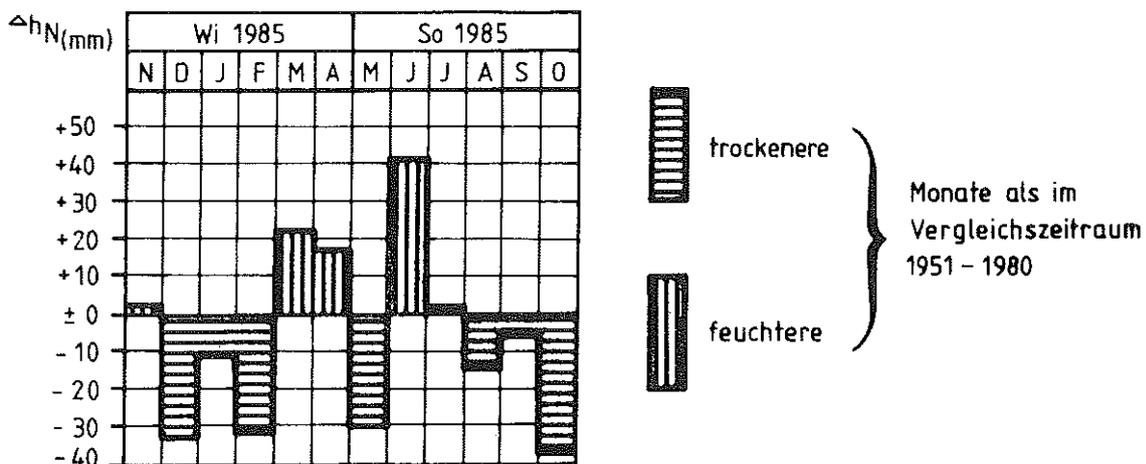


Abb. 9: Abweichungen der Monatsniederschläge des Abflußjahres 1985 vom langjährigen Mittel 1951 - 1980 der Station Bordesholm.

## 3.2 Lufttemperaturen

Da für die Station Bordesholm keine Temperaturangaben vorliegen, werden die Werte von der Klimahauptstation Neumünster (DWD) als repräsentativ angenommen. In Tabelle 2 sind die mittleren Monats-temperaturen dem langjährigen Mittel 1951 - 80 gegenübergestellt.

Tab. 2 : Mittlere Monatstemperaturen und langjähriges Mittel 1951 - 80 der Station Neumünster

Monate	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	Wi	So	Ja
1985	5,1	1,7	-4,3	-2,9	2,9	7,3	12,9	14,1	16,9	16,0	12,7	10,1	1,6	13,8	7,7
1951-1980	4,8	1,8	0,2	0,4	3,0	6,9	11,6	15,4	16,5	16,1	13,1	9,1	2,8	13,6	8,2

Ein Vergleich der mittleren Monatstemperaturen des Abflußjahres 1985 mit denen des langjährigen Mittels (1951 - 80) zeigt, daß das Winterhalbjahr um 1,2 °C kälter und das Sommerhalbjahr dagegen um 0,2 °C wärmer war.

Die Monate Januar und Februar waren wesentlich kälter als im langjährigen Mittel. Die mittlere Jahrestemperatur 1985 lag mit 7,7 °C um 0,5 °C unter dem langjährigen Mittelwert.

In Abbildung 10 sind die monatlichen Abweichungen zum langjährigen Mittel dargestellt.

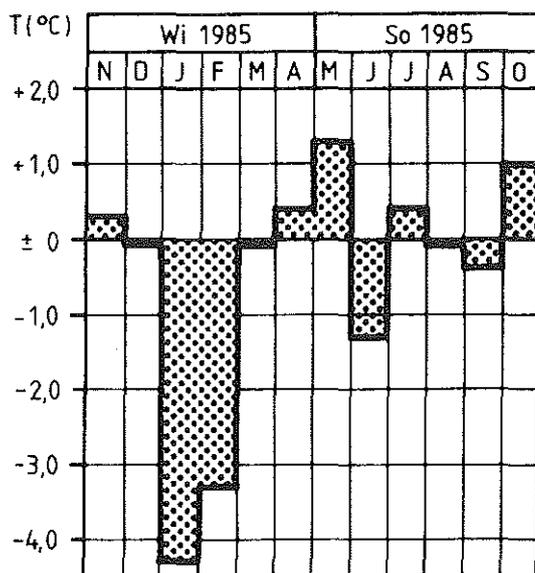


Abb. 10: Abweichung der mittleren Monatstemperatur zum langjährigen Mittel 1951 - 80 der Station Neumünster.

## 3.3 Verdunstung

Die mit Hilfe eines Class A Tanks gemessenen potentiellen Verdunstungswerte (Meßperiode April - Oktober), sowie die nach PENMAN errechneten sind für die Abflußjahre 1984 - 1986 in Tabelle 3 zusammengestellt.

Tab. 3: a) gemessene Verdunstungswerte der Station Mühbrook (Class A)  
b) errechnete Verdunstungswerte nach PENMAN aus meteorologischen Daten der Station Mühbrook

Monate Verdunstung	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	Wi	So	Ja
Class A 1984	/	/	/	/	/	52	72	56	53	75	29	17	/	302	/
PENMAN 1984	4	4	6	9	23	49	66	62	67	75	34	18	95	322	417
Class A 1985	/	/	/	/	/	41	79	75	82	69	37	17	/	359	/
PENMAN 1985	12	11	6	8	20	44	80	75	84	65	38	17	101	359	460
Class A 1986	/	/	/	/	/	36	69	100	82	67	29	18	/	365	/
PENMAN 1986	8	8	6	10	24	39	76	105	80	69	34	19	95	383	478

Die gemessenen und errechneten Verdunstungswerte der Station Mühbrook sind für das Einzugsgebiet des Bordscholmer Sees als repräsentativ anzusehen.

Die Abbildung 11 zeigt die Ganglinien der potentiellen Verdunstung jeweils für die Meßperiode von März bis Oktober sowie die berechneten Werte nach PENMAN durchgehend für den gesamten Zeitraum.

Der Abbildung ist zu entnehmen, daß sich die PENMAN-Werte gut an die gemessenen Class A Werte angleichen.

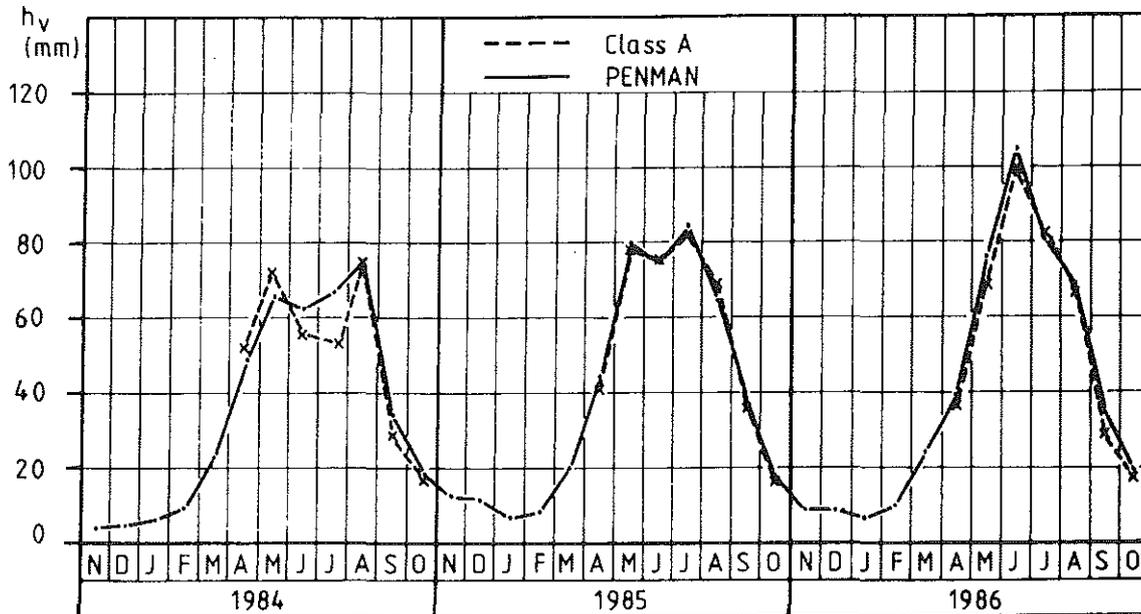


Abb. 11: Ganglinien der potentiellen Verdunstung

### 3.4 Wasserstände

Die Wasserstände des Bordesholmer Sees wurden von 1954 - August 1985 einmal täglich am Lattenpegel abgelesen, seit September 1985 werden sie mit Hilfe eines Schreibpegels kontinuierlich erfaßt.

Die mittleren Wasserstände während des Untersuchungszeitraumes sowie die des langjährigen Mittels sind in Tab. 4 zusammengestellt.

Tab. 4 Mittlere Monatswasserstände in m ü.NN des Bordesholmer Sees

Monate	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	Wi	So	Ja
W 1985	25,90	26,15	26,05	25,95	25,85	26,00	25,84	25,81	25,79	25,76	25,72	25,72	25,98	25,77	25,88
W 1956-1980	25,72	25,84	25,91	25,96	25,91	25,89	25,83	25,73	25,67	25,64	25,62	25,62	25,87	25,69	25,79

Aus Abbildung 12 ist der Schwankungsbereich des Seespiegels in der Zeit von 1984 - 1986 ersichtlich. Hieraus ist anschaulich zu erkennen, daß die hohe Verdunstung in den Sommermonaten des Jahres 1986 eine größere Absenkung des Wasserspiegels zur Folge hat als in den beiden Vorjahren.

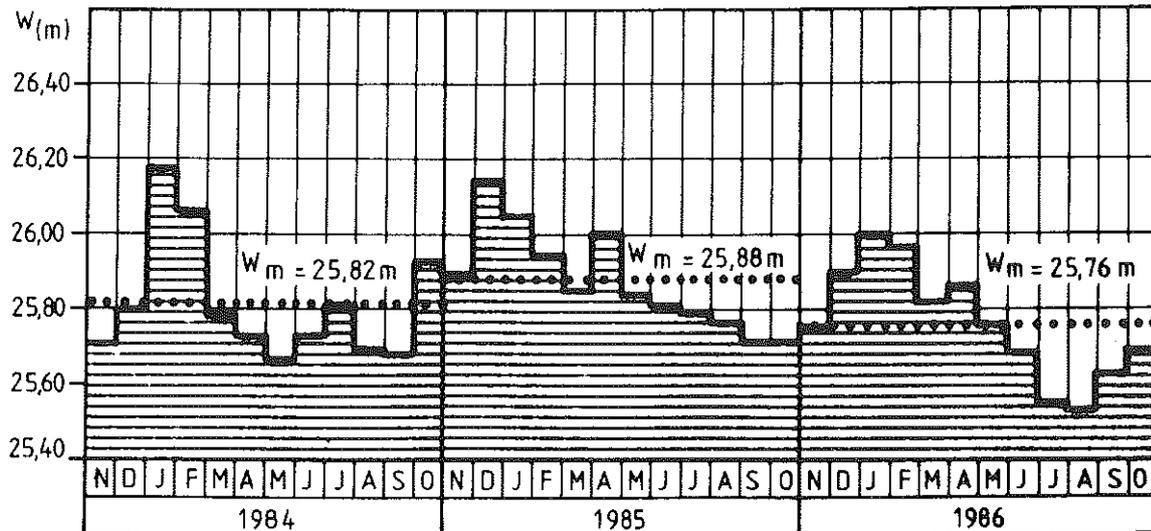


Abb. 12: Mittlere Monatswasserstände des Bordesholmer Sees in m ü. NW für die Abflußjahre 1984 - 1986

### 3.5 Zufluß/Abfluß

Der Bordesholmer See wird von den in Abschnitt 6 genannten Vorflutern gespeist. Messungen zur Aufstellung einer Abflußkurve konnten nicht durchgeführt werden, da in den Sommermonaten teilweise kein meßbarer Abfluß vorhanden war.

Bei vorhandenem Abfluß/Zufluß ist zeitgleich zur Probenahme für die chemischen Analysen jeweils eine Mengenmessung durchgeführt worden.

Die Abflußmengenwerte sind zwangsläufig nicht auf die jeweilige hydrologische Situation (z.B. witterungsbezogen) bezogen gewonnen worden und geben, wie vorher erwähnt, keine eindeutige Wasserstands-/Abflußbeziehung her, d.h. der Untersuchungszeitraum war zu kurz, um das für das Einzugsgebiet des Bordesholmer Sees charakteristische Abflußverhalten zu ermitteln. Damit erübrigt sich auch ein Bezug zu den anderen Wasserhaushaltsgrößen in Form einer Bilanzierung.

#### 4. Gewässerbeschaffenheit

##### 4.1 Allgemeines

Zur Beurteilung der Gewässergüte von Seen kann man sich bisher noch keiner einheitlichen Richtlinie bedienen. Sowohl der Chemismus als auch die Biologie sind in Bergseen völlig anders geartet als in Flachlandseen, so daß der Vergleich zwischen diesen Seen schwerlich an gleichen Kriterien erfolgen kann.

Die Gewässergüte wird im stehenden Gewässer überwiegend geprägt durch das Nährstoffangebot und durch die tierische und pflanzliche Besiedlung des freien Wassers. Für die Seen wird daher der Trophiegrad (Nährstoffangebot) als Ausdruck der Gewässergüte beschrieben und in Relation zum Sauerstoffhaushalt und zum Produktionsgeschehen gesetzt und bewertet.

Die Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) hat in einer Richtlinie zur Beurteilung der Gewässergüte im Jahre 1976 folgende noch nicht endgültige GüteEinstufung für Seen vorgeschlagen:

##### Trophiestufe der Seen

##### Oligotrophe Seen

Klare nährstoffarme Seen mit geringer Planktonproduktion, die am Ende der Stagnationsperiode auch in der Tiefe noch mit über 70 % Sauerstoff gesättigt sind.

##### Mesotrophe Seen

Seen mit geringem Nährstoffangebot, mäßiger Planktonproduktion und Sichttiefen von über 2 m, die im Tiefenwasser am Ende der Stagnationsperiode zu 30 bis 70 % mit Sauerstoff gesättigt sind.

### Eutrophe Seen

Nährstoffreiche, im Tiefenwasser am Ende der Stagnationsperiode sauerstoffarme (0 - 30 % Sättigung), im Oberflächenwasser zeitweise mit Sauerstoff übersättigte Seen mit Sichttiefen von meist unter 2 m und hoher Planktonproduktion.

### Polytrophe Seen

Seen mit sehr hohem, stets frei verfügbarem Nährstoffangebot; Tiefenwasser schon im Sommer sauerstofffrei mit zeitweiser Schwefelwasserstoffentwicklung; Oberflächenwasser zeitweise stark mit Sauerstoff übersättigt; Sichttiefe sehr gering; Massenentwicklung von Phytoplankton.

Kann man in Fließgewässern gewisse Leitparameter für die chemische und biologische Charakterisierung des Gewässers benutzen, so ist die Übertragung dieser Parameter auf die Gewässergüte eines Sees nicht ohne Vorbehalt möglich. Da die Stoffumsätze im See grundsätzlich durch den Stillstand des Wassers beeinflusst werden - also im Kreislaufmodell zu betrachten sind -, können die Vorgänge im Fließgewässer nicht vergleichend herangezogen werden.

Im Gegensatz zu einem Fließgewässer, in dem eine Verschlechterung der Gewässergüte stets durch die Einleitung belasteter Abwässer oder durch den Zufluß belasteter Vorfluter hervorgerufen und durch eine entsprechende tierische und pflanzliche Besiedlung treffend angezeigt wird, kann in stehenden Gewässern eine ähnliche Besiedlung allein durch die durch den See selbst produzierte organische Belastung hervorgerufen werden.

## 4.2 Physikalische und chemische Beschaffenheit

Die im Untersuchungszeitraum von November 1984 bis Dezember 1985 nachgewiesenen Nährstoffkonzentrationen und der Gehalt an organischen Inhaltsstoffen weisen den Bordscholmer See als ein stark eutrophiertes bis polytrophes Gewässer aus.

Die Tabelle 5 gibt einen Überblick über die Konzentrationen verschiedener Parameter im Gewässer. Die direkt verfügbaren Nährstoffparameter  $\text{NH}_4\text{-N}$ ,  $\text{NO}_2 + \text{NO}_3\text{-N}$  und  $\text{PO}_4\text{-P}$  weisen hohe Schwankungsbreiten auf, Mittelwertangaben sind hier nur eingeschränkt aussagefähig und daher in Klammern gesetzt.

Tab. 5: Konzentrationen physikalischer und chemischer Parameter des Bordesholmer Sees

Meßstelle 58-022-5.7

nördlicher Seeteil

Parameter	Einheit	1 m Tiefe			5 m Tiefe		
		Mittelwert	Minimum	Maximum	Mittelwert	Minimum	Maximum
Leitfähigkeit	$\mu\text{S} \times \text{cm}^{-1}$	409	360	440	412	380	440
organischer Kohlenstoff (unfiltriert)	mg/l	17	15	18	17	15	19
Gesamtstickstoff (unfiltriert)	mg/l	2,69	1,68	4,47	2,72	1,84	4,55
Ammonium-Stickstoff	mg/l	(0,28)	0,012	0,85	(0,32)	0,035	0,85
(Nitrat + Nitrit)-Stickstoff	mg/l	(0,70)	0,001	2,45	(0,78)	0,001	2,45
Gesamt-Phosphor (unfiltriert)	mg/l	0,26	0,15	0,33	0,29	0,16	0,40
Phosphat-Phosphor	mg/l	(0,16)	0,042	0,28	(0,17)	0,034	0,28

Meßstelle 58-022-5.8

südlicher Seeteil

Parameter	Einheit	1 m Tiefe			5 m Tiefe		
		Mittelwert	Minimum	Maximum	Mittelwert	Minimum	Maximum
Leitfähigkeit	$\mu\text{S c cm}^{-1}$	407	360	440	413	370	440
organischer Kohlenstoff (unfiltriert)	mg/l	17	15	18	17	15	19
Gesamtstickstoff (unfiltriert)	mg/l	2,64	1,69	4,51	2,65	1,70	4,26
Ammonium-Stickstoff	mg/l	(0,28)	0,013	0,86	(0,32)	0,011	0,87
(Nitrat + Nitrit)-Stickstoff	mg/l	(0,75)	0,002	2,33	(0,74)	0,001	2,34
Gesamt-Phosphor (unfiltriert)	mg/l	0,28	0,18	0,42	0,27	0,19	0,35
Phosphat-Phosphor	mg/l	(0,15)	0,063	0,28	(0,17)	0,039	0,28

Die Abb. 13, die die organische Belastung des Sees verdeutlicht, zeigt eine weitgehende Übereinstimmung der Kohlenstoffwerte im Oberflächen- und Tiefenwasser. Der Gehalt an organischem Kohlenstoff ist von der Größenordnung her typisch für hocheutrophe Gewässer.

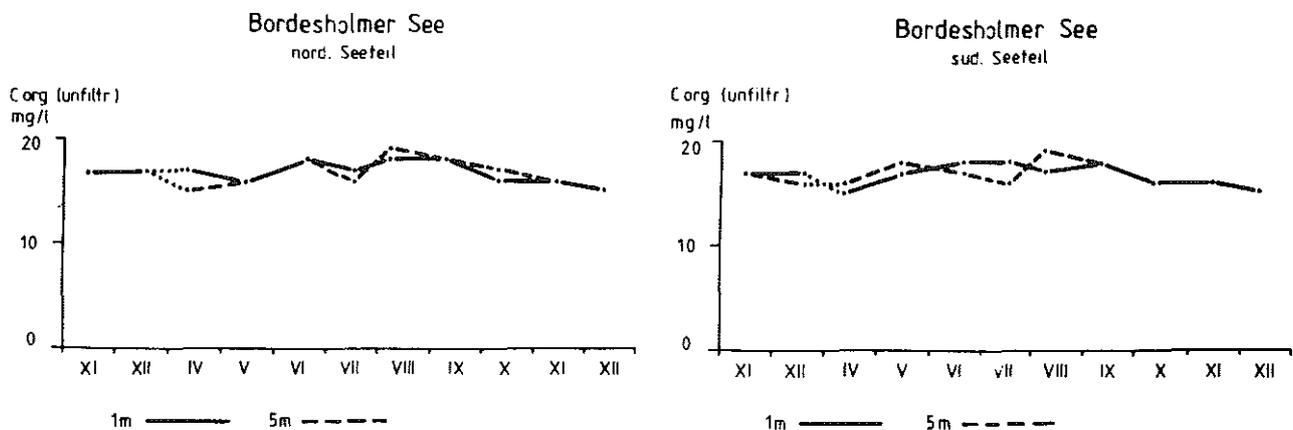


Abb. 13: Organische Belastung des Bordesolmer Sees

Die ermittelten Nährstoffkonzentrationen kennzeichnen den See als polytrophes Gewässer. Entscheidend für diese Aussage sind nicht in erster Linie die Mittelwerte der Stickstoff- und Phosphor-Parameter, die im eutroph bis polytrophen Bereich liegen, sondern die den jahreszeitlichen Verlauf der Nährstoffkonzentrationen aufzeigenden Ganglinien, die das Überangebot an Nährstoffen verdeutlichen.

Insbesondere die Frühjahrswerte geben Hinweise auf Phosphor als wachstumsbegrenzenden Faktor des Sees. Es muß in diesem Zusammenhang jedoch hervorgehoben werden, daß zur Jahresmitte hin, zu den Zeitpunkten der intensivsten Blaualgenblüten (ab Juli) der Nitrat- und Nitritstickstoff weitgehend verbraucht ist. Ammonium ist allerdings ganzjährig vorhanden.

Abb. 14: Stickstoffparameter Seite 20

Abb. 15: Phosphorparameter Seite 21

Eine Übersicht der Nährstoffkonzentrationen des Bordesholmer Sees im Vergleich zu anderen schleswig-holsteinischen Binnengewässern geben die Tab. 6 und 7 auf den Seiten 23 und 24.

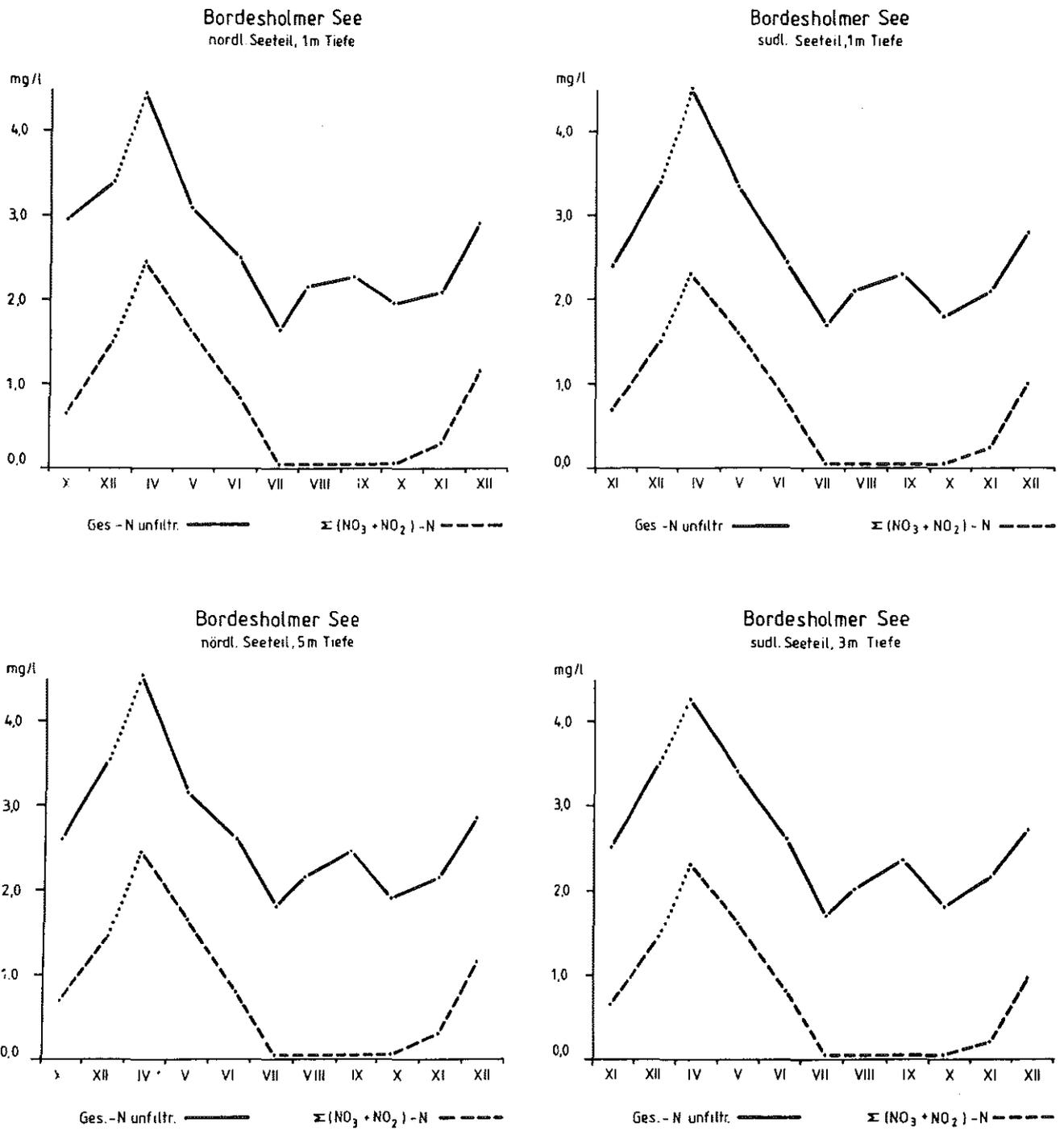


Abb. 14: Stickstoffparameter des Bodesholmer Sees

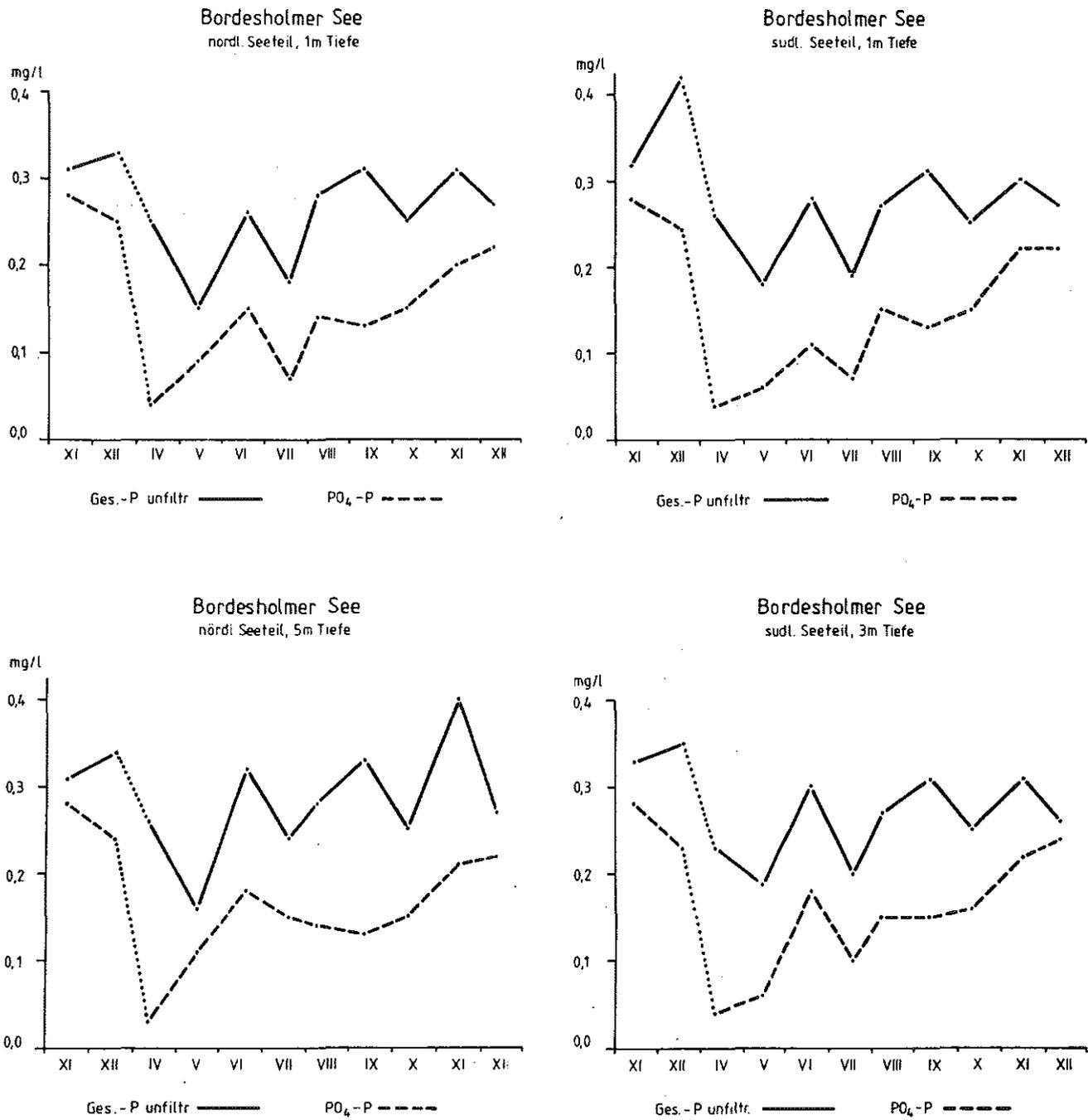


Abb. 15: Phosphorparameter des Bordesholmer Sees

Die Sauerstoffwerte zeigen das für sehr nährstoffreiche Seen typische Erscheinungsbild: Hohe Sauerstoffübersättigungen im Oberflächenwasser insbesondere im Sommerhalbjahr, deutliche Abnahme der Sättigung in den tieferen Bereichen zur gleichen Zeit. Eine völlige Sauerstofffreiheit der tieferen Wasserschichten konnte nicht nachgewiesen werden. Erklären läßt sich dies durch die ständige windinduzierte Durchmischung des Wasserkörpers, bei einer maximalen Seetiefe von 8,0 m kann sich eine beständige Sprungschicht nicht ausbilden. Die nachfolgenden Abbildungen belegen die hier gemachten Aussagen.

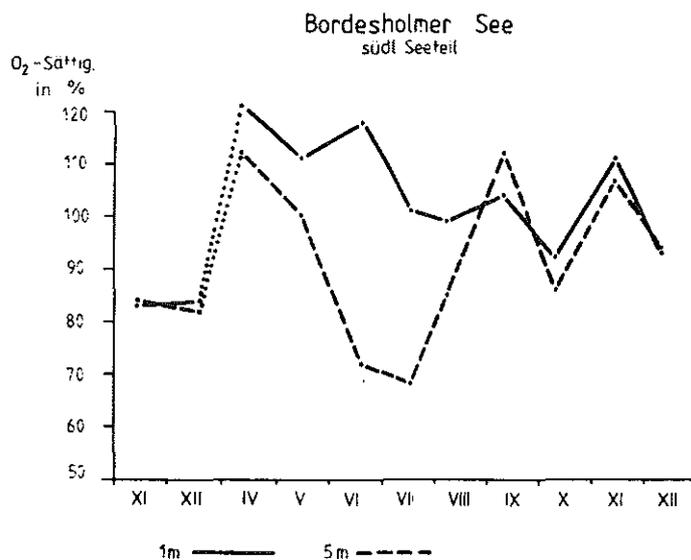
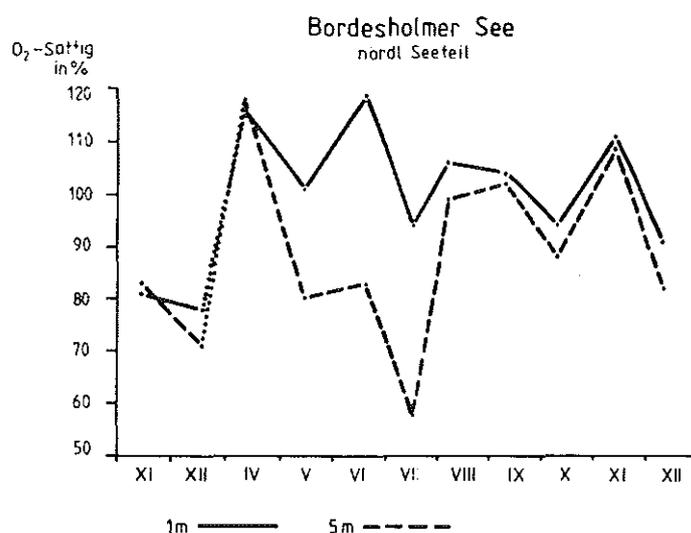


Abb. 16: Sauerstoffwerte des Bordesholmer Sees

Tab. 6: Mittlere Stickstoffkonzentrationen im Oberflächenbereich  
schleswig-holsteinischer Gewässer

See	Zeitraum	Gesamt-N	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N
Ihlsee	März 75 - Juni 76	0,9	0,05	0,23
Bültsee	Jan. 74 - Jan. 75	1,1	0,02	0,65
Domsee	Dez. 73 - Jan. 75	1,1	0,26	0,47
Küchensee	Dez. 73 - Jan. 75	1,2	0,15	0,50
Wittensee	Mai 75 - Juni 76	1,2	0,3	0,4
Ratzeburger See	Dez. 73 - Jan. 75	1,3	0,24	0,38
Bistensee	Apr. 75 - Mai 76	1,5	0,5	0,4
Garrensee	Apr. 77 - Mai 78	1,5	0,2 <sup>1)</sup>	0,3
Belauer See	Mai 79 - Juni 80	1,6	0,2	0,4
Großensee	Dez. 75 - März 77	1,6	0,2	0,4
Kl. Küchensee	Dez. 73 - Jan. 75	1,6	0,22	0,91
Langsee	Apr. 75 - Juni 76	1,8	0,6	0,5
Schmalensee	Mai 79 - Juni 80	2,1	0,3	0,4
Dieksee	Mai 78 - Juli 79	2,1	0,5	0,4
Einfeld der See	Juli 75 - Aug. 76	2,2	0,18	0,64
Westensee	Dez. 73 - Nov. 74	2,2	1,0	0,39
Bornhöveder See	Mai 79 - Juni 80	2,4	0,9	0,4
Bordesholmer See	Nov. 84 - Dez. 85	2,7	0,7	0,28
Stolper See	Mai 79 - Juni 80	2,8	1,1	0,5
Dobersdorfer See	Mai 80 - Mai 81	2,9	0,8	0,6
Bossee	Jan. 74 - Nov. 74	3,0	1,7	0,5
Schierensee	Mai 79 - Juni 80	3,3	1,5	0,5
Mözener See	Apr. 77 - Apr. 78	4,0	2,0 <sup>2)</sup>	0,7
Postsee	Juli 76 - Juli 77	4,0	2,0	0,7
Hemmelsdorfer See	Mai 77 - Mai 78	4,1	0,8 <sup>1)</sup>	0,9
Hohner See	März 81 - Apr. 82	4,2	0,3	1,1
Neversdorfer See	Mai 78 - Juli 79	4,4	2,1	0,6
Schwansener See	Mai 80 - Juli 81	4,7	1,1	1,1
Sankelmarker See	Apr. 80 - Mai 81	5,0	2,9	0,6
Bothkamper See	Apr. 76 - Mai 77	5,8	2,6	0,6
Redingsdorfer See	Sept. 77- Okt. 78	6,6	1,5	1,9

<sup>1)</sup> Mittelwert von Okt. 77 bis Mai 78

<sup>2)</sup> Mittelwert von Okt. 77 bis April 78

Tab. 7: Mittlere Phosphorkonzentrationen im Oberflächenbereich  
schleswig-holsteinischer Gewässer

See	Zeitraum	Gesamt-P mg/l	PO <sub>4</sub> -P mg/l
Ihlsee	März 75 - Juni 76	0,13	0,08
Einfeldler See	Juli 75 - Aug. 76	0,14	0,06
Großensee	Dez. 75 - März 77	0,14	0,06
Garrensee	Apr. 77 - Mai 78	0,15	0,10 <sup>1)</sup>
Dobersdorfer See	Apr. 80 - Mai 81	0,18	0,10
Schmalensee	Mai 79 - Juni 80	0,21	0,15
Sankelmarker See	Apr. 80 - Mai 81	0,21	0,16
Schierensee	Mai 79 - Juni 80	0,22	0,18
Stolper See	Mai 79 - Juni 80	0,27	0,16
Bordesholmer See	Nov. 84 - Dez. 85	0,27	0,16
Belauer See	Mai 79 - Juni 80	0,27	0,18
Bistensee	Apr. 75 - Mai 76	0,28	0,12
Küchensee	Dez. 73 - Jan. 75	0,30	0,09
Langsee	Apr. 75 - Juni 76	0,30	0,15
Bornhöveder See	Mai 79 - Juni 80	0,31	0,18
Domsee	Dez. 73 - Jan. 75	0,35	0,12
Bültsee	Jan. 74 - Jan. 75	0,37	0,06
Ratzeburger See	Dez. 73 - Jan. 75	0,37	0,16
Wittensee	Mai 75 - Juni 76	0,41	0,21
Dieksee	Mai 78 - Juni 79	0,41	0,29
Neversdorfer See	Mai 78 - Juli 79	0,42	0,21
Mözener See	Apr. 77 - Apr. 78	0,43	0,25 <sup>2)</sup>
Kl. Küchensee	Dez. 73 - Jan. 75	0,44	0,20
Bossee	Jan. 74 - Nov. 74	0,44	0,27
Bothkamper See	Apr. 76 - Mai 77	0,47	0,25
Westensee	Dez. 73 - Nov. 74	0,59	0,32
Postsee	Juli 76 - Juli 77	0,63	0,38
Hemmelsdorfer See	Mai 77 - Mai 78	0,87	0,83 <sup>1)</sup>
Hohner See	März 81 - Apr. 82	1,1	0,6
Redingsdorfer See	Sept. 77 - Okt. 78	1,8	1,2

1) Mittelwert von Okt. 77 - Mai 1978

2) Mittelwert von Okt. 77 - April 1978

### 4.3 Biologische Beschaffenheit

Im Jahre 1985 wurde am Bordesolmer See von PUCK eine floristische und faunistische Kartierung der Seeufer durchgeführt. Ziel der Untersuchungen war es, Artenlisten zu erstellen, um anhand des vorgefundenen Artenspektrums Aussagen über die Gewässerbeschaffenheit machen zu können.

Bei dieser Zielsetzung bieten sich besonders die höheren Wasserpflanzen an, da viele Arten Indikatoren für die Nährstoffverhältnisse eines Gewässers darstellen. Besonderes Augenmerk wurde daher auf die floristische Seite dieser Untersuchung gelegt, stichprobenartig wurde auch eine Erfassung der Makrofauna durchgeführt. Hier können erst längerfristige und zu verschiedenen Jahreszeiten, Tageszeiten und Witterungsverhältnissen durchgeführte Kartierungen eine angestrebte Vollständigkeit erzielen.

Die Bewertung der Gewässerbeschaffenheit stützt sich zu einem großen Teil auf die vorgefundenen Pflanzen und Pflanzengesellschaften, da diese recht gezielte Aussagen erlauben. Die Kartierung der Ufervegetation erfolgte sowohl von der Land- als auch von der Wasserseite her. Vom Boot aus wurde die Submersvegetation mit Hilfe eines Pflanzenrechen erfasst.

#### 4.3.1 Flora

##### Beschreibung der Ufervegetation

Die Uferbereiche des Bordesolmer Sees werden überwiegend von *Glyceria maxima*, dem Wasserschwaden, besiedelt. Diese Art wird bei sehr nährstoffreichem Wasser gefördert. Sie kommt in schmalen, 3 - 5 m breiten Säumen am Westufer vereinzelt und am Südostufer bestandsbildend vor. In diesen Bereichen ist kaum noch ein Schilfgürtel entwickelt, teilweise wachsen noch einzelne Halme im tieferen Wasser.

Im bebauten Nordteil des Sees findet sich ein breiterer, teilweise 9 m Ausdehnung erreichender Schilfgürtel, unterbrochen nur von den Bootsstegen der Seeanlieger. Im Bereich der Klosterkirche wurde die Uferkante für die Befestigung des Wanderweges aufgeschoben und z.T. mit Steinen befestigt. An einen sehr lückigen Schilfgürtel schließt sich hier ein Gebüsch aus Weiden und angepflanzten Ziersträuchern an. An den durch Freizeiteinrichtungen genutzten Uferpartien ist die Vegetation durch Ansaatrasen ersetzt. Die Uferkante wurde auch hier befestigt und wird von Pflanzenbewuchs freigehalten. Einen größeren Platzbedarf benötigt die Badeanstalt. Südlich davon schließen sich breitere Wasserschwadenriede an. Da das Ufer hier auch durch Badende genutzt wird, sind etwa 1 m breite Schneisen anzutreffen, deren Ränder oftmals durch das Rohrglanzgras, *Phalaris arundinacea*, und durch den Igelkolben, *Sparganium erectum*, besiedelt werden.

Den Südost-Zipfel des Bordesholmer Sees bildet eine kleine, in Verlandung begriffene Bucht. Ein ausgedehntes Wasserschwadenried, wasserwärts umsäumt von Schilfröhricht, konnte sich an dieser Stelle entwickeln. Zum Ufer hin schließt sich ein Erlenbruchwald an. Dieser reicht bis an den Wanderweg heran. Im Unterwuchs der Erlen gedeiht großflächig *Glyceria maxima*. Die typische Begleitflora eines Bruchwaldes fehlt weitgehend. Nur in einem schmalen Bereich ist die bultförmig wachsende *Carex elongata*, die Verlängerte Segge, angesiedelt. Wenige Pflanzen von *Carex elata*, der Steifsegge, wachsen im Südteil der verlandenden Bucht. Mächtige Algenwatten aus fädigen Formen trieben im Mai in den flachen Wasserlachen zwischen den Bulten und wurden im August durch einzellige Grünalgen ersetzt. Auch das Wasserschwadenried ist von Algenwatten durchsetzt, ansonsten wurde an diesem Standort nur noch *Lemna minor*, die Kleine Wasserlinse, angetroffen.

Durch die hohe Produktionsleistung des Wasserschwadens kommt es innerhalb der Bucht zur Faulschlamm-Bildung. Das abgestorbene Pflanzenmaterial bildet einen verfilzten Teppich zwischen den grünen Sprossen.

Am Süd- und Südostufer verläuft der Wanderweg teilweise in nur 1 - 2 m Abstand vom Seeufer. Das Gelände steigt hier rasch an und ist von Buchenwald besiedelt. Natürliche Zonationen über Erlenbruchwald und Erlen-Eschenwald kommen nicht vor. Durch den Baumbestand in Ufernähe wird das Schilf beschattet und gedeiht schlecht. Wie am Ostufer tritt auch hier *Glyceria maxima* saumartig auf; teilweise sind Streifen von Igelkolben und dem Schmalblättrigen Rohrkolben eingefügt. Im gesamten Uferbereich sind nur wenige Arten der typischen Röhrichtvegetation zu finden. Die Schwertlilie, *Iris pseudacorus*, ist im Erlenbruch in der Südost-Bucht anzutreffen. Die Rohrkolbenarten *Typha angustifolia* und *Typha latifolia* kommen vereinzelt vor, ebenso der Sumpfhhaarstrang, *Peucedanum palustre*. Nur *Rumex hydrolapathum*, der Riesen-Ampfer, ist besonders am Südufer recht häufig angesiedelt. Die Pflanze tritt meist in gestörten Bereichen des Röhrichtes auf.

Die Schwimmblatt-Zone des Bordesholmer Sees wird von See- und Teichrosen aufgebaut. Besonders *Nymphaea alba*, die Weiße Seerose, bildet einen größeren Bestand in einer windgeschützten Bucht südwestlich des Klosters. Hier ist die Gelbe Teichrose, *Nuphar lutea*, nur wenig beigemennt, kommt aber in der verlandenden Bucht zur Dominanz. Weitere Schwimmblattarten wurden nicht angetroffen.

Die Submersvegetation fehlt weitgehend. Die sonst typischen Laichkrautrasen mit verschiedenen *Potamogeton*-Arten sind wohl aufgrund zu hoher Nährstoffbelastung und des O<sub>2</sub>-Mangels nicht ausgebildet. Als einzige Art wurde der Teichfaden, *Zannichellia palustris*, in der Nähe der Badestelle gefunden. Die Art bildet dort einen kleinen Bestand unterhalb eines Steges und wurde teilweise an das Ufer getrieben. Sie gilt als Verschmutzungsanzeiger.

## Vegetationstabelle

Die Ufer des Bordesolmer Sees werden in großen Teilen durch das Wasserschwadenried, *Glycerietum maximae*, besiedelt. Diese Gesellschaft und ihre Zusammensetzung werden im folgenden - repräsentativ für den See - tabellarisch erfaßt. Die Kartierungsergebnisse wurden zur Erstellung der Vegetationskarte (siehe Abbildung 17) herangezogen.

Vegetationstabelle: *Glycerietum maximae*

Aufnahmenummer	1	2	3	4	5
Deckung %	100	100	100	100	100
Fläche m <sup>2</sup>	9	15	16	16	50
Artenzahl	5	5	7	5	3
<i>Glyceria maxima</i>	4.5	5.5	5.5	5.5	5.5
<i>Solanum dulcamara</i>	2a3	2a3	2b3	1.1	.
<i>Lemna minor</i>	2m1	2m3	2m3	.	.
<i>Agrostis stolonifera</i>	.	2m1	1.1	.	.
<i>Phragmites australis</i>	.	.	.	1.1	1.1
<i>Typha latifolia</i>	.	.	.	+1	+1
<i>Sparganium erectum</i>	1.1	.	.	.	.
<i>Galium aparine</i>	1.1	.	.	.	.
<i>Urtica dioica</i>	.	1.1	.	.	.
<i>Galium palustre</i>	.	.	2m1	.	.
<i>Rumex hydrolapathum</i>	.	.	r.1	.	.
<i>Sium latifolium</i>	.	.	1.1	.	.
<i>Convolvulus sepium</i>	.	.	.	1.1	.

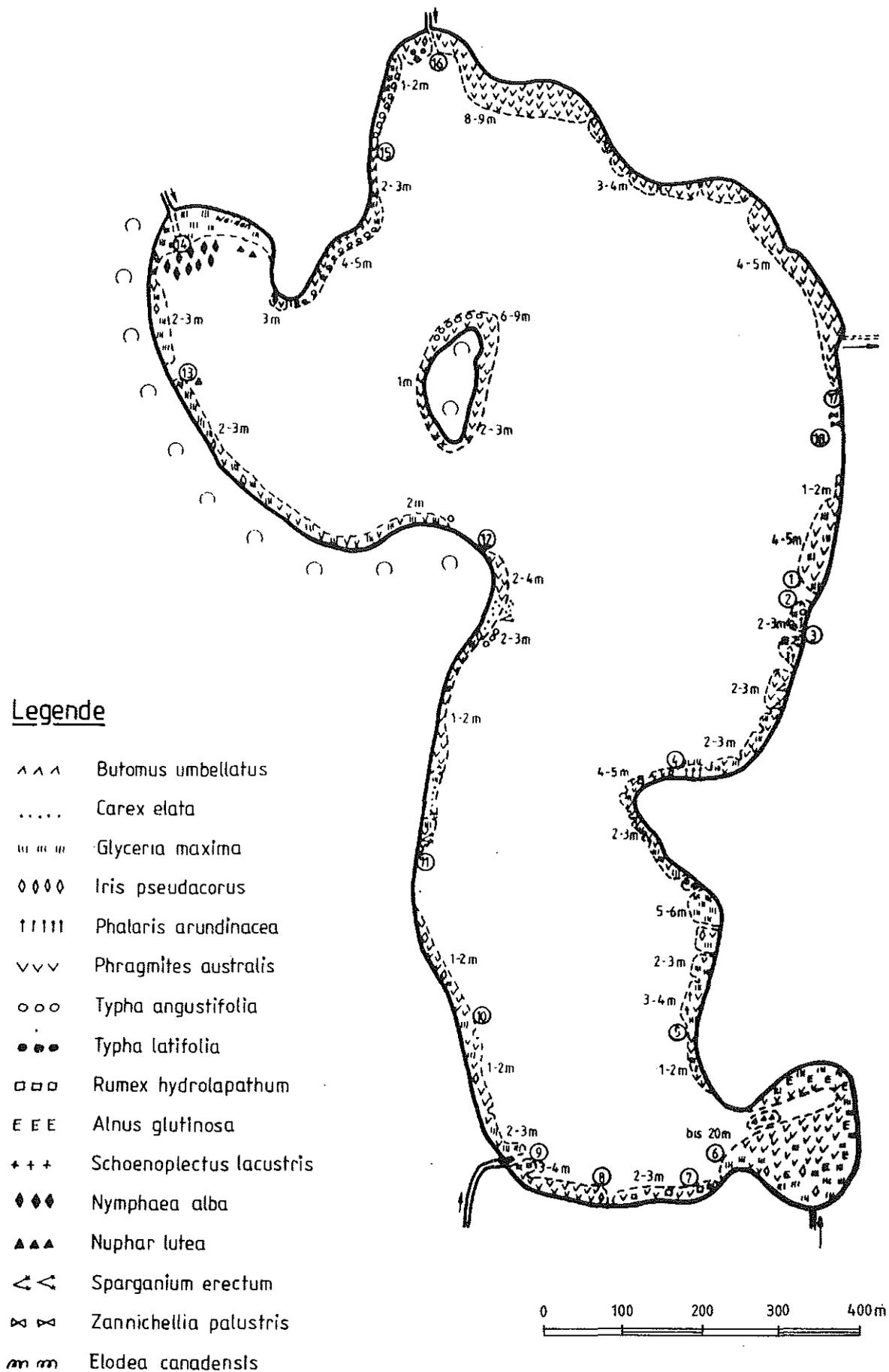


Abb. 17 : Vegetationskartierung des Bordscholmer Sees

Legende: International verwendete Aufnahme-Skalen bei der Methode nach BRAUN-BLANQUET

---

Schätzung der Artmächtigkeit (Menge):

- r: 1 Individuum in der Aufnahmefläche, auch außerhalb im Bestand nur sehr sporadisch
- +: 2-5 Individuen in der Aufnahmefläche, Deck.  $< 5\%$
- 1: 6-50 Individuen in der Aufnahmefläche, Deck.  $< 5\%$
- 2m:  $> 50$  Individuen in der Aufnahmefläche, Deck.  $< 5\%$
- 2a: Individuenzahl beliebig, Deck. 5 - 15 %
- 2b: Individuenzahl beliebig, Deck. 16 - 25 %
- 3: Individuenzahl beliebig, Deck. 26 - 50 %
- 4: Individuenzahl beliebig, Deck. 51 - 75 %
- 5: Individuenzahl beliebig, Deck. 76 - 100 %

Sozialität (Geselligkeit, Häufungsweise):

- 1: einzeln wachsend
- 2: gruppen- oder horstweise wachsend
- 3: truppweise wachsend (kleine Polster oder Flecken bildend)
- 4: in kleinen Kolonien wachsend oder größere Flecken oder Teppiche bildend
- 5: in großen Herden wachsend

## Artenliste

Die Artenliste ist alphabetisch geordnet, wobei die Moosflora gesondert behandelt wurde. Arten der "Roten Liste" Schleswig-Holstein wurden durch ein \* gekennzeichnet.

1. *Acer cissifolium* - angepflanzt, Heimat: Japan
2. *Acer platanoides* - Spitzahorn
3. *Acer pseudoplatanus* - Bergahorn
4. *Adoxa moschatellina* - Moschuskraut, Nährstoffzeiger
5. *Aegopodium podagraria* - Giersch, Nährstoffzeiger
6. *Aesculus hippocastaneum* - Gewöhnliche Roßkastanie
7. *Agrostis stolonifera* - Weißes Straußgras
8. *Alisma plantago-aquatica* - Gewöhnlicher Froschlöffel
9. *Alliaria petiolata* - Lauchhederich, Stickstoffliebend
10. *Alnus incana* - Grau-Erle
11. *Alnus glutinosa* - Schwarz-Erle
12. *Anemone nemorosa* - Buschwindröschen
13. *Angelica sylvestris* - Wald-Engelwurz
14. *Anthriscus sylvestris* - Wiesen-Kerbel, Nährstoffzeiger
15. *Butomus umbellatus*\* - Schwanenblume
16. *Calamagrostis canescens* - Sumpf-Reitgras, Staunässezeiger
17. *Caltha palustris* - Sumpfdotterblume
18. *Callitriche cophocarpa* - Stumpfkantiger Wasserstern
19. *Carex elata* - Steife Segge
20. *Carex elongata* - Verlängerte Segge
21. *Carex hirta* - Rauhe Segge
22. *Carex muricata* - Stachelsegge
23. *Carex pseudocyperus* - Schein-Zypergras-Segge
24. *Carex vesicaria* - Blasensegge
25. *Carpinus betulus* - Hain-Buche
26. *Cirsium palustre* - Sumpf-Kratzdistel
27. *Deschampsia cespitosa* - Rasen-Schmiele
28. *Dryopteris carthusiana* - Gewöhnlicher Dornfarn
29. *Dryopteris filix-mas* - Gemeiner Wurmfarne
30. *Eleocharis palustris* - Gewöhnliche Sumpfbirse

- |                                    |  |
|------------------------------------|--|
| 31. <i>Elodea canadensis</i>       | - Kanadische Wasserpest                  |
| 32. <i>Epilobium hirsutum</i>      | - Zottiges Weidenröschen                 |
| 33. <i>Epilobium palustre</i>      | - Sumpf-Weidenröschen                    |
| 34. <i>Equisetum arvense</i>       | - Acker-Schachtelhalm, Lehmzeiger        |
| 35. <i>Equisetum palustre</i>      | - Sumpf-Schachtelhalm                    |
| 36. <i>Eupatorium cannabinum</i>   | - Wasserdost, Nitrifizierungszeiger      |
| 37. <i>Fagus sylvatica</i>         | - Rotbuche                               |
| 38. <i>Ficaria verna</i>           | - Frühlings-Scharbockskraut              |
| 39. <i>Filipendula ulmaria</i>     | - Mädesüß, Gleybodenzeiger               |
| 40. <i>Frangula alnus</i>          | - Faulbaum                               |
| 41. <i>Galium aparine</i>          | - Kletten-Labkraut, Stickstoffzeiger     |
| 42. <i>Galium odoratum</i>         | - Waldmeister                            |
| 43. <i>Galium palustre</i>         | - Sumpf-Labkraut                         |
| 44. <i>Geum urbanum</i>            | - Echter Nelkenwurz, Nährstoffzeiger     |
| 45. <i>Geranium robertianum</i>    | - Stinkender Storchschnabel              |
| 46. <i>Glechoma hederacea</i>      | - Gundelrebe, Nährstoffzeiger            |
| 47. <i>Glyceria maxima</i>         | - Wasserschwaden, Nährstoffzeiger        |
| 48. <i>Humulus lupulus</i>         | - Hopfen, Stickstoffliebend              |
| 49. <i>Iris pseudacorus</i>        | - Gelbe Schwertlilie                     |
| 50. <i>Lamium galeobdolon</i>      | - Goldnessel                             |
| 51. <i>Lemna minor</i>             | - Kleine Wasserlinse                     |
| 52. <i>Lonicera periclymenum</i>   | - Wald-Geißblatt                         |
| 53. <i>Lycopus europaeus</i>       | - Ufer-Wolfstrapp                        |
| 54. <i>Lysimachia nummularia</i>   | - Pfennigkraut                           |
| 55. <i>Lysimachia thyrsoiflora</i> | - Strauß-Gilbweiderich                   |
| 56. <i>Lysimachia vulgaris</i>     | - Gewöhnlicher Gilbweiderich             |
| 57. <i>Lythrum salicaria</i>       | - Blut-Weiderich                         |
| 58. <i>Maianthemum bifolium</i>    | - Schattenblümchen                       |
| 59. <i>Melica uniflora</i>         | - Einblütiges Perlgras, Lehmzeiger       |
| 60. <i>Mentha aquatica</i>         | - Wasser-Minze                           |
| 61. <i>Mycelis muralis</i>         | - Mauerlattich, Nitrifizierungszeiger    |
| 62. <i>Myosotis palustris</i>      | - Sumpf-Vergißmeinnicht, Nährstoffzeiger |
| 63. <i>Nuphar lutea</i>            | - Gelbe Teichrose                        |
| 64. <i>Nymphaea alba</i>           | - Weiße Seerose                          |
| 65. <i>Oenanthe aquatica</i>       | - Großer Wasserfenchel                   |

66. *Oxalis acetosella* - Wald-Sauerklee
67. *Peucedanum palustre* - Sumpf-Haarstrang
68. *Phalaris arundinacea* - Rohr-Glanzgras
69. *Phalaris* var. *picta* - Zierpflanze, verwildert
70. *Phragmites australis* - Schilfrohr
71. *Polygonatum multiflorum* - Vielblütiger Weißwurz
72. *Polygonum amphibium* v. - Wasserknöterich, Wasserform  
aquat.
73. *Polygonum amphibium* v. - Wasserknöterich, Landform  
terre.
74. *Populus nigra* - Schwarz-Pappel, angepflanzt
75. *Prunus avium* - Vogelkirsche
76. *Prunus padus* - Traubenkirsche
77. *Ranunculus repens* - Kriechender Hahnenfuß, Lehmzeiger
78. *Ranunculus sceleratus* - Gift-Hahnenfuß, Störzeiger
79. *Ribes nigrum* - Schwarze Johannisbeere
80. *Ribes rubrum* - Rote Johannisbeere
81. *Rorippa amphibia* - Wasserkresse
82. *Rubus idaeus* - Himbeere, Nitrifizierungszeiger
83. *Rumex acetosa* - Wiesen-Sauer-Ampfer, Stickstoffzeiger
84. *Rumex hydrolapathum* - Riesen-Ampfer
85. *Salix cinerea* - Grau-Weide
86. *Salix multinervis* - Vielnervige Weide
87. *Schoenoplectus lacustris* - Seebirse
88. *Scirpus sylvaticus* - Wald-Simse
89. *Scutellaria galericulata* - Sumpf-Helmkraut
90. *Sium latifolium* - Großer Merk
91. *Solanum dulcamara* - Bittersüßer Nachtschatten, Stickst.
92. *Sorbus aucuparia* - Eberesche
93. *Sparganium erectum* - Ästiger Igelkolben
94. *Spirodela polyrrhiza* - Teichlinse
95. *Stellaria holostea* - Große Sternmiere
96. *Stellaria media* - Vogelmiere, Stickstoffzeiger
97. *Stellaria palustris* - Sumpf-Sternmiere
98. *Symphoricarpos rivularis* - Schneebeere
99. *Symphytum asperum* - Rauher Beinwell

100. *Typha angustifolia* - Schmalblättriger Rohrkolben  
 101. *Typha latifolia* - Breitblättriger Rohrkolben  
 102. *Urtica dioica* - Große Brennnessel, Stickstoffzeiger  
 103. *Valeriana procurrens* - Arznei-Baldrian  
 104. *Viburnum opulus* - Gewöhnlicher Schneeball  
 105. *Viola palustris* - Sumpf-Veilchen  
 106. *Viola riviniana* - Hain-Veilchen  
 107. *Zannichellia palustris*\* - Sumpf-Teichfaden, Verschmutzungszeiger

## Moose

108. *Amblystegium serpens*  
 109. *Brachythecium rivulare*  
 110. *Brachythecium rutabulum*  
 111. *Dicranoweisia cirrata*  
 112. *Eurhynchium stockesii*  
 113. *Hypnum cupressiforme*  
 114. *Lophocolea heterophylla*  
 115. *Mnium affine* agg.  
 116. *Mnium hornum*

## Liste der Pflanzengesellschaften

1. *Lemna minor*-Gesellschaft  
 2. *Zannichellietum palustris* Koch 26  
 3. *Myriophyllo-Nupharetum* Koch 26  
 4. *Schoenoplecto-Phragmitetum australis* Koch 26  
     Fazies von *Typha latifolia*  
     Fazies von *Typha angustifolia*  
     Fazies von *Schoenoplectus lacustris*  
 5. *Glycerietum maximae* Hueck 31  
 6. *Eleocharis palustris*-Gesellschaft  
 7. *Carici elongatae-Alnetum glutinosae* Koch 26  
 8. *Melico-Fagetum* Lohm. ap. Seib. 54

Die angegebene Reihenfolge der Pflanzengesellschaften richtet sich nach der Stellung im pflanzensoziologischen System. Die Ausbildungen sind meist nur fragmentarisch und mit Nährstoffzeigern angereichert.

#### 4.3.2 Fauna

##### Beschreibung

Die Untersuchung der Fauna erfolgte in verschiedenen Substratbereichen: Röhrlichtzone, Hartsubstrate und offenes Seeufer/freies Wasser. Die Probenahme erfolgte an 18 durch die Vegetations- und Nutzungsverhältnisse unterschiedenen Standorten, so daß ein breites Spektrum von Umweltbedingungen abgedeckt werden konnte. Die Probenahmestellen sind in der Vegetationskarte verzeichnet.

Das Nahrungsangebot ist im Bordesholmer See recht vielfältig und reichhaltig. Der Nährstoffreichtum des Sees begünstigt die Entwicklung vieler Kleinlebewesen, die besonders im Röhrlichtgürtel und in den Stillwasserbereichen große Populationen aufbauen können. Durch die unterschiedliche Ausprägung des Röhrlichtgürtels (Westufer: schmal, Ostufer: einige Meter breit) wurden die meisten Arten am Ostufer gefunden. Auch die Individuendichte war hier erwartungsgemäß größer als am Westufer.

Das Artenspektrum war zum Zeitpunkt der 1. Probenahme Anfang Mai sehr vielfältig. Es nahm im Laufe des Sommers ab. Nur wenig "neue" Arten traten im Jahresverlauf hinzu. Dies mag an den sich verschlechternden Lebensbedingungen liegen. Im Sommer wird das Wasser sauerstoffärmer - im Bordesholmer See durch die Algenblüten ein sehr belastender Umweltfaktor - so daß viele Arten nicht mehr zur Entwicklung kommen bzw. auch vorzeitig absterben.

Die angetroffenen Arten sind allgemein in schleswig-holsteinischen Seen verbreitete Arten, einige von ihnen wurden jedoch in die "Rote Liste" als potentiell gefährdete Arten aufgenommen. Seltener und an sauberes Wasser gebundene Formen fehlen im Bordesholmer See.

Einige Arten sind in großer Dichte vertreten. Dazu gehören vor allem die verschiedenen Süßwasserschneckenarten, die vorwiegend als Weidegänger Algenüberzüge von Steinen und Wasserpflanzen abraspeln. Die häufigste Süßwasserschnecke des Sees ist *Bithynia tentaculata*, ein Detritusfresser. Daneben kommen *Lymnaea* (= *Radix*) *auricularia*, *Planorbis planorbis* und *Physa fontinalis* recht häufig vor.

In Massen treten auch *Polycelis tenuis*, ein Turbellar, und *Herpobdella octoculata*, eine Hirudinee, auf. Beides sind lichtscheue Tiere, die sich vorwiegend unter Steinen und anderen Hartsubstraten aufhalten. Beide Arten leben räuberisch. Sie ernähren sich von Plankton- und Kleinlebewesen.

*Tubifex tubifex*, ein Oligochaet, ist eine Art, die bei Massenvorkommen verschmutztes Wasser anzeigt. Sie wurde häufig im Bordesholmer See angetroffen, die Populationsdichte war jedoch nicht extrem hoch.

28 Insektenarten konnten im Untersuchungsgebiet registriert werden. Besonders die Ruderwanze *Corixa punctata* war in großer Fülle im offenen Wasser und zwischen Röhrichtpflanzen vertreten. Auch viele Köcherfliegenlarven wurden gefunden. Die Arten lassen sich z.T. nur von Spezialisten unterscheiden, so daß in 2 Fällen nur die Gattung angegeben wurde.

Auffällig im Artenbestand des Bordesholmer Sees ist die geringe Anzahl verschiedener Wasserkäfer. Meist wurden nur wenige Exemplare einer Art in den Kescherfängen gesammelt.

Die häufigste Libelle am Bordesholmer See ist *Ischnura elegans*. Sie hält sich im Adultstadium hier besonders gern auf *Glyceria maxima* auf. Weitere Kleinlibellen sind *Coenagrion puella* und *Sympecma fusca*. Beide Arten wurden nur wenige Male beobachtet. Die einzige Großlibelle, die angetroffen wurde, ist der Blaupfeil, *Orthetrum cancellatum*. Diese Art wurde nur ein einziges Mal gesehen.

## Artenliste

Die Arten wurden alphabetisch und nach ihrer systematischen Stellung aufgelistet. Arten der "Roten Liste" Schleswig-Holstein sind wiederum durch ein \* gekennzeichnet. Eine Reihe von Spezies wurde bis zum Gattungsniveau bestimmt. Eine Zahlenskala nach KNÖPP (1955) gibt Aufschluß über die ungefähren Mengenanteile der Arten (Einteilung der Häufigkeitsstufen).

Es bedeuten: 1 Einzelfund  
 2 wenig  
 3 wenig-mittel  
 4 mittel  
 5 mittel-viel  
 6 viel  
 7 massenhaft

		Röh-	Sand-	Hart-
		richt	boden	substrat
<u>Protozoa</u>				
Ciliata	-Vorticella spec.	7	-	-
<u>Cnidaria</u>				
Hydrozoa	-Hydra spec.	3	-	2
<u>Scolecida</u>				
Turbellaria	-Polycelis tenuis	3	-	6
<u>Mollusca</u>				
Gastropoda	-Anisus vortex	2	-	-
	-Bithynia tentaculata	7	5	3
	-Lymnaea auricularia*	5	-	3
	-Lymnaea palustris	3	-	2
	-Lymnaea stagnalis	2	-	2
	-Physa fontinalis	4	-	2
	-Planorbis planorbis*	4	3	-
	-Valvata piscinalis	3	2	-
Bivalvia	-Anodonta cygnea*	-	2	-

Annelida

Oligochaeta	-Chaetogaster diaphanus	2	-	-
	-Limnodrilus hoffmeisteri	2	-	-
	-Nais variabilis	2	2	-
	-Stylaria lacustris	4	4	-
	-Tubifex tubifex	-	5	-
	-Hydrochilus hammoniensis	-	2	-
Hirudinea	-Herpobdella octoculata	3	-	6
	-Piscicola geometra	-	2	-

Arachnida

Hydracarina	-Limnesia maculata	3	-	-
	-Piona spec.	-	2	-
	-Unionicola crassipes	2	4	-

Crustacea

Ostracoda	-Herpetocypris reptans	2	2	-
Phyllopoda	-Ceriodaphnia quadrangula	2	2	-
	-Chydorus sphaericus	6	4	4
	-Daphnia pulex	2	2	-
Copepoda	-Canthocamptus spec.	3	3	3
	-Eucyclops macrurus	7	7	5
	-Macrocyclops albidus	7	4	3
	-Thermocyclops olthonoides	5	5	2
Malacostraka	-Asellus aquaticus	4	2	6

Insecta

Ephemeroptera	-Caenis lactea	-	2	3
	-Cloeon spec.	3	-	-
Odonata	-Coenagrion puella*	3	-	2
	-Ischnura elegans*	5	-	-
	-Orthetrum cancellatum*	1	-	-
	-Sympecma fusca*	2	-	-

Rhynchota	-Corixa punctata	7	4	-
	-Gerris najas	4	-	-
	-Hydrometra stagnorum	-	2	-
	-Nepa rubra	1	-	-
Megaloptera	-Sialis spec.	4	-	-
Coleoptera	-Hygrotus inaequalis	2	-	2
	-Noterus crassicornis	2	-	-
	-Gyrinus spec.*	3	-	-
	-Haliphus fulvus	2	-	-
	-Laccobius bipunctatus	2	-	-
Trichoptera	-Anabolia spec.	2	2	-
	-Athripsodes spec.	2	-	-
	-Limnephilus flavicornis	4	-	2
	-Molanna angustata	2	-	5
	-Tinodes waeneri	-	-	6
Mecoptera	-Panorpa communis	5	-	-
Diptera	-Tipulidae	2	-	-
	-Culex spec.	4	3	3
	-Chironomidae	5	4	-
	-Bezzia spec.	2	-	-
	-Simuliidae	7	-	-
	-Hilara maura	6	-	-

#### Vögel

Bleßhuhn	- Fulica atra
Flußseeschwalbe	- Sterna hirundo
Haubentaucher	- Podiceps cristatus
Lachmöwe	- Larus ridibundus
Rohrammer	- Emberiza scheoniclus
Stockente	- Anas platyrhynchos

#### 4.3.3 Plankton, Chlorophyll $\bar{a}$ , Sichttiefen

Die nachfolgend dargestellte Bestimmung und systematische Zuordnung der Planktonbefunde wurde vom Max-Planck-Institut Plön (Herr Dr. Hofmann und Herr Dr. Sommer) vorgenommen.

Die Probenahme durch das Landesamt erfolgte zum einen an den "Routinemeßstellen" im See, zum anderen im Rahmen von "Sonderuntersuchungen" an anderen Stellen, z.B. im Bereich des Badesteges.

Auf eine getrennte Darstellung der ermittelten Befunde der Sonderuntersuchungen wurde beim Phytoplankton verzichtet. Zeitpunkte der Probenentnahmen der Sonderuntersuchungen:

25.4.85

29.5.85

26.6.85

Zusätzlich wurden zwei Proben aus dem Vorjahr untersucht, vom 26. und 29.4.83.

Die Beprobung und Auswertung der Zooplanktonproben wurde bis in das Jahr 1986 hinein fortgeführt.

##### 4.3.3.1 Phytoplankton

Die Häufigkeit der Arten in den Proben wurde durch folgende Symbole charakterisiert:

D                    extrem dominant

d                    dominant

h                    häufig

s                    selten

.                    vereinzelt

kein Symbol: in der Probe nicht gefunden.



	26.4.	29.4.	13.11.	18.12.	10.4.	25.4.	14.5.	29.5.
	83	83	84	84	85	85	85	85
<i>Closterium acutum</i>								
<i>Closterium aciculare</i>								
<i>Closterium venus</i>								
<i>Cosmarium botrytis</i>		.						
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>								
<i>Melosira granulata</i>						s		
<i>Melosira italica</i>				s	s	s	.	
<i>Stephanodiscus hantzschii</i>		s		.	.	h		
<i>Stephanodiscus rotula</i>	.	.	.			s		.
<i>Stephanodiscus binderanus</i>				.				
<i>Fragilaria capucina</i>	h	s			s	s	.	s
<i>Asterionella formosa</i>					h			
<i>Synedra acus</i>		.				.		
<i>Synedra ulna</i>					.			
<i>Nitzschia linearis</i>	.			.	.			
<i>Nitzschia perminuta</i>								
<b>CRYPTOPHYTA</b>								
<i>Cryptomonas reflexa*</i>	.	.						
<i>Cryptomonas ovata*</i>		.						
<i>Rhodomonas minuta*</i>					.			

\* vermutlich unterrepräsentiert, da mit Formol fixiert

	29.5.	19.6.	26.6.	17.7.	7.8.	10.9.	10.10.
	85	85	85	85	85	85	85
<b>CYANOPHYTA</b>							
<i>Microcystis wesenbergii</i>	h	d	h	d	d	d	d
<i>Microcystis aeruginosa</i>	.	s	.	s		s	d
<i>Microcystis viridis</i>			.				
<i>Chroococcus limneticus</i>	s	s					
<i>Phormidium mucicola</i>							
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>		s	.	h		s	h
<i>Anabaena flos-aquae</i>	d	.			.	s	s
<i>Anabaena solitaria</i>					s		

	29.5.	19.6.	26.6.	17.7.	7.8.	10.9.	10.10.
	85	85	85	85	85	85	85
<b>DINOPHYCEAE</b>							
<i>Ceratium hirundinella</i>		s	s	h	d	d	s
<i>Ceratium furcoides</i>					.	s	
<i>Gymnodinium lantzschii</i>							
<i>Gymnodinium ordinatum</i>						.	
<b>CHLOROPHYCEAE</b>							
<i>Chlamydomonas reinhardtii</i>							
<i>Chlamydomonas perpusilla</i>							
<i>Phacotus lenticularis</i>	s		s				.
<i>Pandorina morum</i>	.	h	h	s			
<i>Eudorina unicocca</i>							
<i>Monoraphidium nanum</i>	.	.	.			.	
<i>Scenedesmus armatus</i>	.				.		
<i>Oocystis marssonii</i>	.	.	s				
<i>Kirchneriella lunaris</i>		s	s	s			
<i>Crucigenia rectangularis</i>	s	.			.	.	.
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	.	h	h	.	h	s	s
<i>Pediastrum duplex</i>	.	d	.	s	s	s	s
<i>Pediastrum boryanum</i>	s	s	s				
<i>Coelastrum microporum</i>	s	s	d	s	.		
<b>CONJUGATOPHYCEAE</b>							
<i>Staurastrum pingue</i>							
<i>Staurastrum cingulum</i>	.	s	s	.			
<i>Staurastrum chaetoceros</i>		s			.	.	.
<i>Closterium acutum</i>							s
<i>Closterium aciculare</i>							.
<i>Closterium venus</i>			s				
<i>Cosmarium botrytis</i>							
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>							
<i>Melosira granulata</i>			.	d	h	h	h
<i>Melosira italica</i>							
<i>Stephanodiscus hantzschii</i>						s	
<i>Stephanodiscus rotula</i>	.	s					
<i>Stephanodiscus binderanus</i>							

	29.5.	19.6.	26.6.	17.7.	7.8.	10.9.	10.10.
	85	85	85	85	85	85	85
<i>Fragilaria capucina</i>	s						
<i>Asterionella formosa</i>		.	.		.	s	h
<i>Synedra acus</i>							
<i>Synedra ulna</i>							
<i>Nitzschia linearis</i>							
<i>Nitzschia perminuta</i>					.		
CRYPTOPHYTA							
<i>Cryptomonas reflexa*</i>							
<i>Cryptomonas ovata*</i>							
<i>Rhodomonas minuta*</i>							

#### 4.3.3.2 Zooplankton

##### Rotatorien

Probenentnahme an der Meßstelle 58-022-5.7. Dargestellt sind der Prozentanteil der Rotatorien am Zooplankton sowie die Prozentanteile der Arten am Rotatorien-Plankton (bezogen auf Individuenzahlen).

	1984		1985			
	13.11.	18.12.	10.4.	14.5.	19.6.	17.7.
<b>ROTATORIEN (%)</b>	59	39	80	78	37	91
<i>Keratella cochlearis</i>	93	54	43	90	76	60
<i>Keratella tecta</i>	1	2			8	5
<i>Keratella quadrata</i>	2	1	25	6	14	17
<i>Keratella hiemalis</i>			3			
<i>Brachionus angularis</i>	3			1		8
<i>Conochilus unicornis</i>			1			
<i>Conochilus natans</i>			1			
<i>Asplanchna priodonta</i>			2	1		
<i>Filinia terminalis</i>			4	1		
<i>Filinia longiseta</i>						
f. <i>limnetica</i>						9

ROTATORIEN (%)	1984		1985			
	13.11.	18.12.	10.4.	14.5.	19.6.	17.7.
	59	39	80	78	37	91
<i>Synchaeta tremula/</i>						
<i>oblonga</i>	1	43	13		1	
<i>Polyarthra vulgaris</i>			10	2		
<i>Pompholyx sulcata</i>						
<i>Trichocerca cylindrica</i>					1	
<i>Trichocerca similis</i>						

ROTATORIEN (%)	1985					1986
	7.8.	10.9.	10.10.	14.11.	11.12.	17.4.
	89	24	44	61	66	72
<i>Keratella cochlearis</i>	36	15	32	81	86	36
<i>Keratella tecta</i>	44	36	4	2	1	
<i>Keratella quadrata</i>	3	19	20	11	2	9
<i>Keratella hiemalis</i>						4
<i>Brachionus angularis</i>	13				1	
<i>Conochilus unicornis</i>						
<i>Conochilus natans</i>						
<i>Asplanchna priodonta</i>			17	2	4	
<i>Filinia terminalis</i>					1	3
<i>Filinia tongiseta</i>						
<i>f. limnetica</i>	2	19	17			
<i>Synchaeta tremula/</i>						
<i>oblonga</i>						44
<i>Polyarthra vulgaris</i>					1	2
<i>Pompholyx sulcata</i>	2	11	9	2		
<i>Trichocerca cylindrica</i>						
<i>Trichocerca similis</i>			1			

#### Crustaceen

Probenentnahme an der Meßstelle 58-022-5.7. Dargestellt sind der Prozentanteil der Crustaceen am Zooplankton sowie die Prozentanteile der Arten am Crustaceen-Plankton (bezogen auf Individuenzahlen; ohne Nauplien).

CRUSTACEEN (%)	1984		1985			
	13.11.	18.12.	10.4.	14.5.	19.6.	17.7.
Diaphanosoma brachyurum	41	61	20	22	63	9
Daphnia cucullata	5				5	2
Daphnia hylina	7	33		2	4	
Daphnia galeata	49	21	1	1	21	3
Ceriodaphnia quadrangula	1					
Bosmina longirostris			2	2		
Chydorus sphaericus	10		2	2	4	
Leptodora kindtii						
Eudiaptomus graciloides	14	38	30	19	66	93
Mesocyclops leuckarti	5		28	1	1	1
Acanthocyclops sp.						
Cyclops sp.	9	8	37	73		1

CRUSTACEEN (%)	7.8.	10.9.	10.10.	14.11.	11.12.	17.4.
	Diaphanosoma brachyurum	11	76	56	39	34
Daphnia cucullata	24	60	10			
Daphnia hylina				10	2	
Daphnia galeata				4	3	1
Ceriodaphnia quadrangula		5	12	21	34	1
Bosmina longirostris				1	1	2
Chydorus sphaericus		5	13	38	15	5
Leptodora kindtii	1					
Eudiaptomus graciloides	69	27	29	21	39	48
Mesocyclops leuckarti	3		13	2	1	4
Acanthocyclops sp.			18	2	1	
Cyclops sp.	4	3	5	3	5	41

Rotatorien und Crustaceen, Probenentnahmen im Rahmen zusätzlicher Untersuchungen des Sonderprogramms (Badesteg: 25.4.85). In der Probe vom 26. Juni 1985 wurden wegen zu geringer Anzahl keine Prozentanteile berechnet.

Darstellungsweise wie oben.

	1983		1985		8.45 h	7.45 h	
	26.4.	29.4.	25.4.	29.5.	29.5.	26.6.	
<u>ROTATORIEN (%)</u>	88	78	69	9	13		
<i>Keratella cochlearis</i>	40	46	26	55	52		+
<i>Keratella tecta</i>			1				
<i>Keratella quadrata</i>	6	14	11	40	44		
<i>Keratella hiemalis</i>			1				
<i>Brachionus angularis</i>		1					
<i>Conochilus unicornis</i>				5			
<i>Asplanchna priodonta</i>	1		2		4		
<i>Filinia terminalis</i>	3	3					
<i>Synchaeta tremula/</i>							
<i>oblonga</i>	46	23	29				
<i>Polyarthra vulgaris</i>	4	13	30				

	1983		1985		8.45 h	7.45 h	
	26.4.	29.4.	25.4.	29.5.	29.5.	26.6.	
<u>CRUSTACEEN (%)</u>	12	22	31	81	87		
<i>Daphnia cucullata</i>				4	4		+
<i>Daphnia hyalina</i>			1		1		
<i>Daphnia galeata</i>		2	1	55	49		+
<i>Bosmina longirostris</i>		2	1	3	4		
<i>Bosmina coregoni</i>					3		+
<i>Chydorus sphaericus</i>	19	3	4		5		+
<i>Eudiaptomus graciloides</i>	12	24	19	23	25		+
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	8	2	4	2	1		
<i>Acanthocyclops sp.</i>			1				
<i>Cyclops sp.</i>	62	66	68	10	9		

#### 4.3.3.3 Chlorophyll $\bar{a}$ -Konzentrationen in 1 m Tiefe und Sichttiefen des Bordesholmer Sees

Datum	Chlorophyll ( $\mu\text{g/l}$ )	Sichttiefe (m)	Chlorophyll ( $\mu\text{g/l}$ )	Sichttiefe (m)
13.11.84	8,1	2	7,4	2
18.12.84	7,0	3	8,8	3
10.04.85	74,0	1	49,6	1
14.05.85	57,0	1	82,9	1
19.06.85	63,6	1	62,2	1
17.07.85	41,4	0,75	37,0	0,75
07.08.85	115,4	0,5	106,6	0,5
10.09.85	71,9	0,75	72,5	0,75
10.10.85	63,6	0,75	51,8	0,75
14.11.85	22,9	1,5	20,0	1,5
11.12.85	9,6	1,75	7,4	1,75
	$\bar{x}$ 48,6	$\bar{x}$ 1,3	$\bar{x}$ 46,0	$\bar{x}$ 1,3

#### 4.3.3.4 Wertung

Im Bordesholmer See sind vor allem die Blaualgen, Grünalgen und Kieselalgen mit einem relativ breiten Artenspektrum vertreten. Hinsichtlich ihrer Individuenzahl sowie ihrer zum Teil explosivartigen Massenentwicklung dominiert bei weitem die Blaualge *Microcystis*. Im Laufe der Untersuchungsperiode konnten mehrere Blüten dieser Algenart festgestellt werden. Insbesondere Ende Juli trieben dichte Algenteppiche am windexponierten Ostufer an. Die Ablagerungen erreichten hier teilweise 15 cm Mächtigkeit. Die Massenentwicklung dieser Art ist kennzeichnend für stark eutrophierte und polytrophe Seen.

Diese Entwicklung hat im Bordesholmer See zu einer deutlichen Abnahme der Sichttiefen geführt. Im vorliegenden Untersuchungszeitraum betrug die geringste Sichttiefe 0,5 m ("Sommer"), die höchste 3,0 m ("Winter").

Die Menge pflanzlichen Planktons übersteigt die Werte stark eutrophierter Gewässer. So wurde für die Chlorophyll-Konzentrationen ein Mittelwert von 47 µg/l, ein Maximalwert von 115 µg/l analysiert. Diese Befunde kennzeichnen den Bordesholmer See als polytrophes Gewässer.

Mittlere Chlorophyll-a-Konzentrationen und Sichttiefen an der Oberfläche schleswig-holsteinischer Gewässer

Gewässer	Zeitraum	Chlorophyll $\bar{a}$	Sichttiefe
		µg/l	m
Ihlsee	März 75 - Juni 76	2	5,5
Wittensee	Mai 75 - Juni 76	6	4,5
Blunker See	Mai 75 - Juli 76	9	3,5
Großensee	Dez. 75 - März 77	11	2,5
Garrensee	Apr. 77 - Apr. 80	12	4,0
Bistensee	Apr. 75 - Mai 76	15	2,0
Sankelmarker See	Apr. 80 - Mai 81	16	1,6
Belauer See	Mai 79 - Juni 80	21	1,8
Redingsdorfer See	Sept. 77 - Okt. 78	25	0,5-0,75 <sup>1)</sup>
Dobersdorfer See	Apr. 80 - Mai 81	29	1,7
Dieksee	Mai 78 - Juli 79	29	2,7
Stolper See	Mai 79 - Juni 80	30	1,7
Langsee	Apr. 75 - Juni 76	37	1,5
Einfeld der See	Juli 75 - Aug. 76	38	1,5
Schierensee	Mai 79 - Juni 80	39	1,5
Postsee	Juli 76 - Juli 77	45	1,5
Bordesholmer See	Nov. 84 - Dez. 85	47	1,3
Bornhöveder See	Mai 79 - Juni 80	55	1,2
Schmalensee	Mai 79 - Juni 80	67	1,0
Neversdorfer See	Mai 78 - Juli 79	76	0,9
Hemmelsdorfer See	Mai 77 - Mai 78	77	1,0
Schwansener See	Mai 80 - Juli 81	108	0,5
Mözener See	Apr. 77 - Apr. 78	110	1,0
Hohner See	März 81 - Apr. 82	119	0,5
Schlei - Kl. Breite	Jan. 75 - Dez. 77	147	0,6
Bothkamper See	Apr. 76 - Mai 77	147	0,3

<sup>1)</sup> Grundsicht

## 4.3.3.5 Zusätzliche Untersuchungen

Die Bürgerinitiative "Verein zur Rettung des Bordesholmer Sees" führte im Zeitraum vom 1.4.1985 bis 22.8.1985 ebenfalls Messungen der Sichttiefe des Sees durch, die gleichermaßen die starke Algenentwicklung und die damit verbundene Abnahme der Sichttiefe dokumentieren. Die Ergebnisse sind im folgenden wiedergegeben.

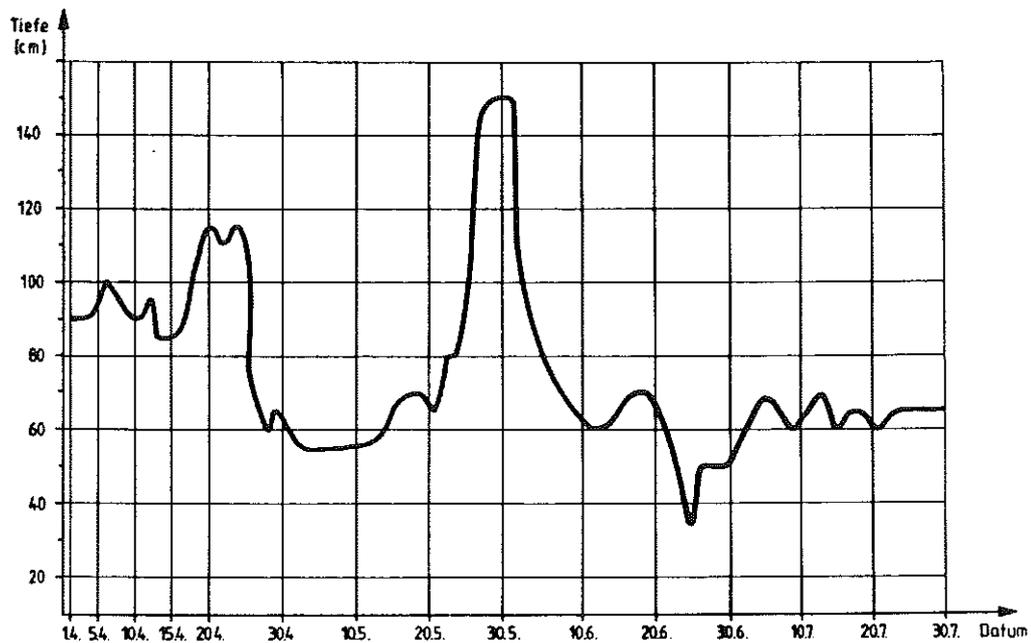


Abb. 18: Sichttiefen des Bordesholmer Sees

Datum	Uhrzeit	Sicht- tiefe cm	Temp. °C	Ort	Wetter	Wasser- färbung
01.04.85	19.00	90	6	Bade- anstalt	bew., leicht w.	braun
02.04.	"	90	7	"	"	"
03.04.	"	90	7	"	"	"
04.04.	"	90	8	"	"	"
06.04.	"	100	8	"	"	"
08.04.	"	95	8	"	"	"
10.04.	"	90	8	"	"	"
11.04.	"	90	8	"	"	"

Datum	Uhrzeit	Sicht- tiefe cm	Temp. °C	Ort	Wetter	Wasser- färbung
12.04.	18.00	95	8,5	"	"	"
13.04.	19.00	85	8,5	"	sonnig, leicht w.	"
15.04.	"	85	8,5	"	"	"
17.04.	"	90	9	"	bew., leicht w.	"
19.04.	"	110	9,5	"	sonnig, leicht w.	leicht braun
20.04.	"	115	10	"	sonnig, windst.	"
22.04.	"	110	10,5	"	sonnig, windig	"
24.04.	"	115	8	"	bew., windig	"
25.04.	"	110	8	"	"	braun/grau
26.04.	"	70	9	"	aufge., windig	"
28.04.	"	60	9	"	sonnig, leicht w.	"
29.04.	8.30	65	8	"	bewölkt, leicht w.	"
01.05.85	19.00	60	8,5	Meßst.8	bewölkt	braun/grün
03.05.	"	55	8,5	"	"	"
05.05.	"	55	9	"	"	"
07.05.	"	55	10	"	sonnig	"
09.05.	"	55	11	"	bewölkt	"
11.05.	"	55	11	"	"	"
12.05.	-	-	-	"	Sturm	"
13.05.	-	-	-	"	"	"
14.05.	"	60	12	"	sonnig	"
17.05.	"	70	12,5	"	"	"

Datum	Uhrzeit	Sicht- tiefe cm	Temp. °C	Ort	Wetter	Wasser- färbung
19.05.	"	70	14	"	"	"
21.05.	"	65	16	"	"	"
22.05.	"	70	18	"	"	"
23.05.	19.45	80	16,5	"	bewölkt	"
24.05.	19.00	80	17	"	"	grün
26.05.	"	110	18	"	sonnig	"
27.05.	"	140	19,5	"	"	"
29.05.	"	150	19	"	"	"
31.05.	"	150	19	"	"	"
01.06.	19.00	110	19	Meßst.8	bewölkt	grün
03.06.	"	90	19	"	"	"
05.06.	19.45	80	19	"	"	"
07.06.	19.00	70	19	"	"	"
09.06.	"	65	18	"	"	"
11.06.	19.45	60	16,5	"	"	"
13.06.	"	60	16	"	"	"
15.06.	19.00	65	16,5	"	"	"
17.06.	"	70	16,5	"	sonnig	"
19.06.	"	70	17	"	"	"
21.06.	"	60	17	"	"	"
23.06.	"	50	18	"	bewölkt	"
25.06.	18.15	35	18	Meßst.8	bewölkt	grün
26.06.	12.30	50	19	"	sonnig	"
28.06.	19.00	50	19	"	"	"
30.06.	"	50	18	"	"	"
01.07.	"	55	19	Meßst.8	bewölkt	grün
03.07.	"	60	19	"	"	"
05.07.	"	70	19	"	"	"
07.07.	"	65	19	"	"	"
09.07.	15.00	60	19	"	"	"

Datum	Uhrzeit	Sicht- tiefe cm	Temp. °C	Ort	Wetter	Wasser- färbung
11.07.	19.15	65	19	"	"	"
13.07.	19.00	70	19	"	sonnig	"
15.07.	"	60	19	"	"	"
17.07.	"	65	19	"	"	"
19.07.	"	65	19	"	bewölkt	"
21.07.	10.00	60	19	"	sonnig	"
23.07.	19.00	65	19	"	"	"
30.07.	18.00	65	18	"	l. bewölkt bewölkt	grün
01.08.	18.00	70	18	Meßst.8	l. bewölkt	grün
03.08.	19.30	65	18	"	"	"
05.08.	19.00	65	18	"	"	"
07.08.	18.30	55	18	"	"	"
09.08.	18.00	40	18	"	sonnig	"
12.08.	"	45	19	"	"	"
14.08.	7.00	45	19	"	"	"
17.08.	18.00	40	19	"	"	"
22.08.	17.00	65	18	"	"	"

## 5. Sedimentuntersuchungen

Am 3.9.1985 wurden an 13 Stellen im Bordscholmer See Sedimentproben entnommen (Abb. 19). Ziel der Untersuchungen war dabei in erster Linie, Aussagen über Verteilung und Beschaffenheit von Faulschlammzonen zu erhalten. Die hierfür zugrundegelegten chemischen Parameter und ermittelten Daten zeigt Tab. 8.

Tabelle 8:

Probe- Nr.	Entnahme- tiefe in m	Trocken- masse %	Glührück- stand %	Glühver- lust %	Ges.-N mg/kg	Ges.-P mg/kg
1	2,50	30,8	98,4	1,6	915	139
2	4,50	75,1	17,8	82,2	17555	2000
3	4,00	-	-	-	-	-
4	3,00	24,9	98,8	1,2	855	248
5	7,00	72,5	12,0	88,0	19445	2215
6	7,80	68,0	36,7	63,3	11610	1520
7	5,00	68,2	9,6	90,4	21400	2168
8	4,75	72,3	11,7	88,3	20100	2552
9	5,00	30,9	13,8	86,2	24300	2282
10	4,50	67,9	9,0	91,0	22565	2516
11	3,20	68,6	13,0	87,0	17420	1604
12	1,80	75,4	23,0	77,0	13875	1558
13	2,00	45,1	96,7	3,3	1880	270

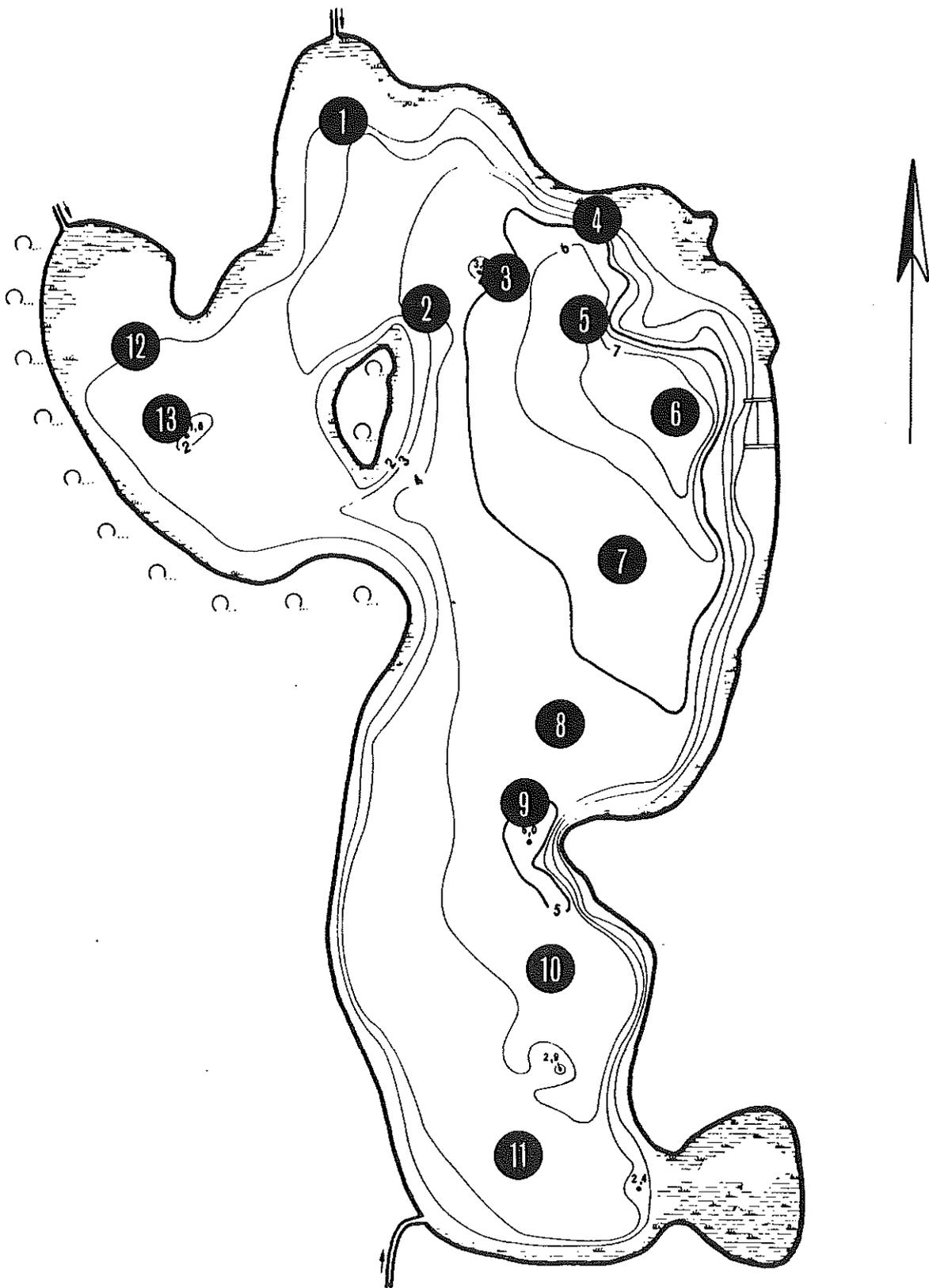


Abb. 19 : Sedimentprobenentnahmestellen

## Äußere Beschaffenheit und biologische Befunde der Proben.

## Probe-Nr.

- 1 Sediment grob- bis feinmineralisch  
Färbung grau-braun  
kein H<sub>2</sub>S-Geruch  
teilweise zersetzte Pflanzenreste  
Überreste abgestorbener Tiere (Schill, Trichopterengehäuse)  
vereinzelt lebende Chironomus- und Chaoborus-Larven
- 2 Sediment schlammig, einige wenige größere mineralische Bestandteile  
Färbung: grau-braun bis schwarz  
H<sub>2</sub>S-Geruch  
wenige teilzersetzte Pflanzenreste  
keine Organismen
- 3 Sediment schlammig, zersetzt mit zahlreichen grob- bis feinmineralischen Bestandteilen, einige Steine  
Färbung: grau-braun bis schwarz  
leichter H<sub>2</sub>S-Geruch  
wenige Überreste abgestorbener Tiere (Schill)
- 4 Sediment grob- bis feinmineralisch, einige Steine  
Färbung: grau-braun bis schwarz  
kaum H<sub>2</sub>S-Geruch  
teilzersetzte Pflanzenreste  
zahlreiche Überreste abgestorbener Tiere (Schill)  
Chironomuslarve
- 5 Sediment schlammig  
Färbung: grau-braun bis schwarz  
starker H<sub>2</sub>S-Geruch  
keine Organismen

- 6 Sediment schlammig  
Färbung: grau-braun bis schwarz  
starker H<sub>2</sub>S-Geruch  
wenige teilzersetzte Pflanzenreste  
keine Organismen
- 7 Sediment schlammig  
Färbung: grau-braun bis schwarz  
starker H<sub>2</sub>S-Geruch  
wenige teilzersetzte Pflanzenreste  
keine Organismen
- 8 Sediment schlammig  
Färbung: grau-braun bis schwarz  
starker H<sub>2</sub>S-Geruch  
wenige teilzersetzte Pflanzenreste  
keine Organismen
- 9 Sediment schlammig  
Färbung: grau-braun bis schwarz  
starker H<sub>2</sub>S-Geruch  
wenige teilzersetzte Pflanzenreste  
keine Organismen
- 10 Sediment schlammig  
Färbung: grau-braun bis schwarz  
starker H<sub>2</sub>S-Geruch  
wenige teilzersetzte Pflanzenreste  
keine Organismen
- 11 Sediment schlammig  
Färbung: grau-braun bis schwarz  
starker H<sub>2</sub>S-Geruch  
wenige teilzersetzte Pflanzenreste  
keine Organismen

- 12     Sediment schlammig  
Färbung: grau-braun bis schwarz  
starker H<sub>2</sub>S-Geruch  
wenige teilzersetzte Pflanzenreste  
keine Organismen  
Überreste abgestorbener Tiere (Schill)
- 13     Sediment grob- bis feinmineralisch, Steine  
Färbung: grau-braun  
kein H<sub>2</sub>S-Geruch  
Überreste abgestorbener Tiere (Schill)  
Chironomuslarve

Mit Ausnahme der Probenahmestellen 1, 4 und 13 weisen alle anderen Entnahmepunkte eindeutige Faulschlammanteile auf (entsprechende Färbung, Konsistenz, Geruch, hohe Ges.-N und Ges.-P-Werte, hoher Glühverlust). Lebende Organismen (z.B. Insektenlarven) wurden an diesen Stellen nicht aufgefunden, stellenweise lediglich Überreste von Muscheln und Schnecken.

Die Entstehungszonen von Faulschlamm liegen nach den vorliegenden Ergebnissen unterhalb von ca. 3,20 m (Ausnahme Entnahmestelle 12). Die Probenahmestellen 1, 4 und 13 (2,50 m; 3,00 m; 2,00 m) weisen keine eindeutig feststellbaren Faulschlammanteile auf (H<sub>2</sub>S-Geruch unbedeutend, Sediment grobmineralisch, Färbung heller). Diese Stellen waren die einzigen, an denen lebende Tiere gefunden wurden (Chironomus- und Chaoborus-Larven). Allerdings sind auch diese Organismen kennzeichnend für geringen oder bisweilen völlig fehlenden O<sub>2</sub>-Gehalt.

Vom Max-Planck-Institut für Limnologie, Plön (Herr Dr. Hofmann) wurden ebenfalls Sedimentuntersuchungen durchgeführt. Die Ergebnisse sind im folgenden wiedergegeben.

Meßstelle 58-022-5.7

Entnahmedatum: 10.4.85

1. Sedimenttiefe (cm)
2. Wassergehalt (% Frischgewicht)
3. Glühverlust (% Trockengewicht)
4. HCl-lösliches (% Trockengewicht)
5. HCl-lösliches (% Asche)

	1	2	3	4	5
0 - 1.6	96.6	43.6	33.8	59.8	
1.6 - 3.2	95.9	40.9	26.8	45.2	
3.2 - 4.8	95.6	40.7	27.8	46.9	
4.8 - 6.4	95.4	42.5	27.9	48.5	
6.4 - 8.0	95.1	43.5	26.7	47.3	
8.0 - 9.6	94.7	42.5	26.3	45.7	
9.6 - 11.2	94.9	43.6	24.0	42.5	
11.2 - 12.8	94.8	42.8	23.2	40.6	
12.8 - 14.4	94.7	42.1	20.3	35.1	
14.4 - 16.0	94.5	44.8	15.5	28.1	
16 - 20	93.9	44.7	15.8	28.6	
20 - 24	92.8	43.3	15.8	27.9	
24 - 28	92.2	40.9	16.4	27.8	
28 - 32	91.4	39.6	14.5	24.0	
32 - 36	89.4	33.2	14.3	21.4	
36 - 40	89.2	34.8	13.9	21.4	
40 - 44	88.4	33.4	11.5	17.3	
44 - 48	90.4	50.6	8.5	17.3	

Meßstelle 58-022-5.8

Entnahmedatum: 10.4.85

1. Sedimenttiefe (cm)
2. Wassergehalt (% Frischgewicht)
3. Glühverlust (% Trockengewicht)
4. HCl-lösliches (% Trockengewicht)
5. HCl-lösliches (% Asche)

	1	2	3	4	5
0 - 1.6	96.3	65.6	13.3	38.7	
1.6 - 3.2	95.4	49.1	17.9	35.2	
3.2 - 4.8	93.6	46.8	17.0	31.9	
4.8 - 6.4	93.3	39.6	15.3	25.3	
6.4 - 8.0	93.7	47.4	13.9	26.4	
8.0 - 9.6	94.4	53.4	14.2	30.4	
9.6 - 11.2	94.5	55.6	13.3	29.9	
11.2 - 12.8	93.8	56.4	13.1	30.1	
12.8 - 14.4	93.5	57.6	13.7	32.2	
14.4 - 16.0	93.3	56.6	12.8	29.4	
16 - 20	93.1	58.0	10.3	24.4	
20 - 24	92.8	56.8	11.6	26.8	
24 - 28	92.4	55.4	11.9	26.8	
28 - 32	92.3	62.3	9.1	24.2	

## Bodenfauna (Anzahl pro Probe)

- 1 Chironomus gr. plumosus
- 2 Chaoborus flavicans
- 3 Tubificidae

	1	2	3
13.11.1984			
58-022-5.8	1	9	1
13.11.1984			
58-022-5.7	4	-	-
10.4.1985			
58-022-5.8	5	9	-
10.4.1985			
58-022-5.7	5	8	3

Die an den gleichen Meßstellen vorgefundenen Bodenorganismen weisen auch hier auf geringen oder bisweilen völlig fehlenden O<sub>2</sub>-Gehalt hin.

Es wurden darüber hinaus durch das Max-Planck-Institut weitergehende chemische und biologische Sedimentuntersuchungen durchgeführt, die eine differenziertere Beurteilung des Sedimentes bzw. des "Faulschlammes" ermöglichen. Die Ergebnisse sind im folgenden wiedergegeben.

#### Sediment: Glühverlust und HCl-lösliches

Mit Glühverlust-Werten von 40 - 44 % und HCl-löslichem von mehr als 20 % kann das Sediment im oberen Teil des Sedimentkerns von der Probenstelle 5.7 als Gytjtja mit einem besonders hohen Anteil an organischer Substanz bezeichnet werden. Unterhalb 14 cm Sedimenttiefe wird das Sediment deutlich kalkärmer.

An der Probenstelle 5.8 betragen die Glühverluste mehr, häufig deutlich mehr als 45 % und der Prozentanteil des HCl-löslichen lag immer unter 20 %. Diese Eigenschaften charakterisieren das Sediment als Humussediment. Darauf weisen auch die signifikant höheren Extinktionswerte des Alkaliauszuges bei 380 nm hin (meist deutlich über 500; bei 5.7 im oberen Abschnitt zwischen 300 und 400, im unteren zwischen 400 und 500).

Im Bordesholmer See sind also sehr unterschiedliche Sedimente vorhanden. Nach den chemischen Daten müßte die Probenstelle 5.8 im Südtteil liegen und von dem Zufluß vom Einfeld Moor beeinflusst sein (Humusstoffe). An beiden Probenstellen nahm in den Sedimentkernen nach unten hin der Kalkgehalt ab und die Extinktionswerte bei 380 nm nahmen zu.

#### Sediment: Cladoceren

Bei den im Sediment erhaltenen Cladoceren-Resten dominieren an beiden Probenstellen (5.7, 5.8) *Bosmina longirostris* und *Chydorus sphaericus*. Besonders die hohen Prozentanteile von *Chydorus* sind kennzeichnend für hypertrophe Gewässer. Der Anteil dieser Art nimmt im Sediment nach oben hin zu und der von *Bosmina coregoni* ab, was auf zunehmende Belastung des Sees hindeutet. Dafür spricht auch die Tatsache, daß in der untersten Probe des Kerns von 5.7 Exemplare der *kessleri*-Form von *Bosmina coregoni* gefunden wurden, während oberhalb nur *coregoni*-, *gibbera*- und *thersites*-Formen vertreten waren. Die *kessleri*-Form gilt als typisch für mesotrophe Seen, *gibbera* und *thersites* dagegen kommen vor allem in hypertrophen Gewässern vor.

Die Chydoriden-Gesellschaft ist über den ganzen Kern 5.7 recht einheitlich: es dominieren die Arten *Alona rectangula* und *Alona quadrangularis*, außerdem sind noch zwei *Pleuroxus*-Arten etwas häufiger als die übrigen Taxa, die alle nur mit sehr geringen Prozentanteilen vertreten sind.

Im Vergleich dazu zeigt die Chydoriden-Gesellschaft des Kerns 5.8 einen deutlichen Unterschied durch die signifikant höheren Prozentanteile der Art *Alonella excisa*. Im Kern 5.7 hat sie oberhalb 40 cm maximal 1 %, in den drei Proben von 5.8 dagegen Werte von 9 - 19 %. Hier zeigt sich offensichtlich wieder der höhere Humusgehalt, denn diese Art ist zwar nicht im eigentlichen Sinne acidophil, ist aber eine typische Cladocere von Moorgewässern.

Im Kern 5.7 dominieren Arten, die typisch für "belastete Seen" sind, und Schlammbewohner. Dagegen sind Makrophytenbewohner und Arten, die besonders häufig in unbelasteten Seen vorkommen, wesentlich seltener. Kaum vertreten sind Elemente der Sand- und Schlammfauna oligotropher Seen.

Etwas andere Verhältnisse zeigt die unterste Probe an, in der Makrophytenbewohner, die Arten "unbelasteter Seen" und die Arten oligotropher Seen deutlich häufiger sind als oberhalb.

Vor allem durch die höheren Anteile der beiden *Alonella*-Arten ist die Relation zwischen Arten der "belasteten Seen" und Schlammbewohnern auf der einen Seite und den Arten der "unbelasteten Seen" und Makrophytenbewohnern auf der anderen an der Probenstelle 5.8 etwas ausgeglichener, und das Bild, das die Chydoriden-Gesellschaft von ihrem Lebensraum vermittelt, ist daher etwas günstiger.

Sed.-Tiefe cm	Wellenlänge (nm)							
	750	665	465	380	365	280	260	250
0-1.6	0.014	0.041	0.303	0.832	0.979	2.064	2.349	2.597
1.6-3.2	0.010	0.031	0.195	0.569	0.662	1.474	1.697	1.900
3.2-4.8	0.007	0.021	0.150	0.431	0.503	1.113	1.283	1.429
4.8-6.4	0.008	0.026	0.202	0.566	0.660	1.453	1.671	1.839
6.4-8	0.009	0.025	0.197	0.543	0.635	1.373	1.574	1.740
8-9.6	0.011	0.028	0.209	0.572	0.670	1.435	1.643	1.823
9.6-11.2	0.007	0.020	0.158	0.437	0.511	1.093	1.254	1.395
11.2-12.8	0.011	0.028	0.207	0.551	0.643	1.361	1.560	1.733
12.8-14.4	0.013	0.034	0.245	0.674	0.786	1.669	1.907	2.113
14.4-16	0.009	0.026	0.209	0.577	0.675	1.437	1.644	1.819
16-20	0.015	0.043	0.312	0.842	0.982	2.089	2.380	2.614
20-24	0.016	0.044	0.310	0.830	0.970	2.060	2.347	2.576
24-28	0.013	0.037	0.270	0.706	0.822	1.730	1.972	2.163
28-32	0.017	0.047	0.336	0.861	1.003	2.097	2.385	2.601

Bordesholmer See, 58-022-5.8, 10.4.85, Huminsäuren:

Extinktionswerte

Sedimenttiefe (cm)	Bosmina	Bosmina	Chydorus	übrige
	longirostris	coregoni	sphaericus	Chydoridae
0 - 2	40.3	2.6	48.1	9.0
5 - 6	46.2	8.3	34.4	11.1
10 - 11	45.8	6.5	35.6	12.0
16 - 20	40.1	14.9	31.6	13.4
28 - 32	33.0	27.1	23.0	17.0
36 - 40	23.6	24.8	28.1	23.5
44 - 48	47.3	9.6	24.6	18.5

Bordesholmer See 10.4.85

58-022-5.7, Sediment, Cladoceren-Reste: Prozentanteile der häufigsten Taxa.

Sedimenttiefe (cm)	Bosmina longirostris	Bosmina coregoni	Chydorus sphaericus	Übrige Chydoridae
0 - 2	49.4	3.9	31.3	15.5
14 - 16	38.4	19.2	22.0	20.3
28 - 32	41.3	4.7	36.7	17.3

Bordesholmer See 10.4.85

58-022-5.8, Sediment, Cladoceren-Reste: Prozentanteile der häufigsten Taxa.

Sediment- tiefe (cm)	1. %	2. %	3. %	4. %	5. %
0 - 2	80.5	4.8	1.2	2.4	37.8
5 - 6	78.9	8.1	0.9	2.7	53.1
10 - 11	76.0	14.1	0.8	6.6	40.5
16 - 20	58.4	21.2	3.2	12.9	40.5
28 - 32	73.8	16.9	1.2	7.9	43.8
36 - 40	75.3	15.6	3.1	4.3	52.8
44 - 48	49.5	30.5	6.6	12.7	31.7

58-022-5.7

Sediment- tiefe (cm)	1. %	2. %	3. %	4. %	5. %
0 - 2	30.6	57.3	3.7	10.0	25.7
14 - 16	66.5	24.0	3.6	7.1	29.1
28 - 32	43.3	43.5	6.5	9.7	28.2

55-022-5.8

Bordesholmer See 10.4.85

58-022-5.7 und 58-022-5.8, Sediment, Cladoceren-Reste, Chydoridae: Prozentanteile (bezogen auf die Individuenzahl)

1. Taxa, die typisch für "belastete Seen" sind,
2. Taxa, die typisch für "unbelastete Seen" sind,
3. Taxa, die typisch für Sand-, Schlammflächen oligotropher Seen sind,
4. Makrophytenbewohner,
5. Schlammbewohner.

	Sedimenttiefe (cm)						
	44-48	36-40	28-32	16-20	10-11	5-6	0-2
<i>Eurycercus lammellatus</i>	2	1	1	6	3		1
<i>Camptocerus rectirostris</i>	3	1	2	1		1	
<i>Acroperus harpae</i>	2	2	3	3	1	2	
<i>Acroperus elongatus</i>	1	1					
<i>Alona guttata</i>	1	1	1			1	
<i>Alona rectangula</i>	38	30	39	29	45	29	51
<i>Alona quadrangularis</i>	5	31	24	24	24	39	18
<i>Alona affinis</i>	2	3	4	8	5	10	7
<i>Pleuroxus aduncus</i>	1	1		3	1		
<i>Rhynchotalona falcata</i>	3	3	4	3		4	5
<i>Leydigia quadrangularis</i>	1	1	1				1
<i>Leydigia acanthocercoides</i>		1					
<i>Leydigia sp.</i>	7	1	2	1	2		1

	Sedimenttiefe (cm)						
	44-48	36-40	28-32	16-20	10-11	5-6	0-2
<i>Graptoleberis testudin.</i>	8	6	4	8	3	2	1
<i>Alonella nana</i>	6	1	1			1	
<i>Alonella excisa</i>		1					
<i>Alonella exigua</i>	1	1		1		1	
<i>Peracantha truncata</i>	3	10	6	3	7	7	5
<i>Pleuroxus uncinatus</i>	11	3	4	8	3	1	6
<i>Pleuroxus trigonellus</i>							
<i>Chydorus piger</i>				1			
<i>Monospilus dispar</i>	6	1	1	1	1	1	1
<i>Disparalona rostrata</i>	4	3	4	1	5	2	1

Bordesholmer See 10.4.85

58-022-5.7, Sediment, Cladoceren-Reste, Chydoridae: Prozentanteile der Taxa (bezogen auf Individuenzahlen).

	Sedimenttiefe (cm)		
	28 - 32	14 - 18	0 - 2
<i>Eurycercus lamellatus</i>	1	1	1
<i>Camptocercus rectirostris</i>	3	4	5
<i>Acroperus harpae</i>	1	1	2
<i>Acroperus elongatus</i>		1	
<i>Alona guttata</i>	1	1	2
<i>Alona rustica</i>		1	1
<i>Alona rectangula</i>	37	49	19
<i>Alona quadrangularis</i>	4	7	6
<i>Alona affinis</i>	1	1	1
<i>Rhynchotalona falcata</i>	2	1	1
<i>Leydigia quadrangularis</i>	1	3	2
<i>Leydigia acanthocercoides</i>		1	
<i>Leydigia sp.</i>		1	
<i>Graptoleberis testudin.</i>	4	1	1
<i>Alonella nana</i>	8	4	21

	Sedimenttiefe (cm)		
	28 - 32	14 - 18	0 - 2
<i>Alonella excisa</i>	13	9	19
<i>Alonella exigua</i>	1	1	
<i>Peracantha truncata</i>	1		1
<i>Pleuroxus uncinatus</i>	1	8	3
<i>Pleuroxus trigonellus</i>	8	5	5
<i>Pleuroxus aduncus</i>	1	1	2
<i>Chydorus piger</i>			
<i>Pseudochydorus globosus</i>		1	
<i>Monospilus dispar</i>	4	3	3
<i>Disparalona rostrata</i>	10	4	6

Bordesholmer See 10.4.85

58-022-5.8, Sediment, Cladoceren-Reste, Chydoridae:

Prozentanteile der Taxa (bezogen auf Individuenzahlen).

## 6. Einmündende Gewässer, Seeauslauf

Insgesamt wurden 5 einmündende Gewässer und der Seeauslauf chemisch untersucht.

Der chemische Güteindex als Maß der Belastung eines Gewässers mit organischen Stoffen und Nährsalzen ergibt für die untersuchten Vorfluter die in der Tab. 9 aufgeführten Belastungen.

Tab. 9 Chemische Güteindizes der einmündenden Gewässer und des Seeauslaufs (Mittelwerte ab Untersuchungszeitraum Januar 1985)

Kennziffer	Meßstelle	Werte	chemischer Güteindex	Belastung
58-022-5.1	Vorfluter am Nordufer	2	2,0	mäßig belastet
58.022-5.2	Kalbach	10	2,5	deutlich belastet
58-022-5.3	Vorfluter am Wanderweg	9	1,7	kaum belastet
58-022-5.4	Steingraben	10	1,8	mäßig belastet
58-022-5.5	Grenzgraben bei Tökshorst	1	2,9	stark belastet
58-022-5.6	Auslauf, Stintgraben	10	2,0	mäßig belastet

Zu obiger Tabelle ist anzumerken, daß teilweise durch Rückstau oder nicht vorhandenen Abfluß Beprobungen nicht durchgeführt werden konnten und daher stellenweise nur eine eingeschränkte Zahl von Meßwerten zur Berechnung des Güteindex herangezogen werden konnte (z.B. beim Vorfluter am Nordufer und beim Grenzgraben bei Tökshorst).

Die Berechnung des chemischen Güteindex ist daher - bei letztgenanntem Vorfluter - mit Einschränkung zu betrachten.

Es geht aus der Tabelle jedoch zweifelsfrei hervor, daß der Kalbach als mengenmäßig bedeutendster Vorfluter mit deutlicher Belastung den Belastungsschwerpunkt für den Bordesholmer See bildet.

Die Beprobung eines Regenwasserzulaufes (58-022-8.1) war durch Rückstau oder nicht vorhandenen Abfluß nicht möglich.

## 7. Zusammenfassende Beurteilung

Im Uferbereich des Bordesholmer Sees wurden insgesamt 116 Pflanzenarten (einschließlich 9 Moosarten) und 60 Invertebratenarten gefunden.

Die Arten der Wirbellosenfauna sind allgemein häufige Arten. Das Hauptverbreitungsgebiet ist der Röhrichtsaum mit seinen entsprechend strukturierten Wohn- und Nahrungsnischen. Nur wenige Arten wurden im Brandungsbereich und im offenen Wasser angetroffen. Hier handelt es sich zumeist um Arten, die ihren Verbreitungsschwerpunkt in den Stillwasserbereichen haben, jedoch nicht so eng eingemischt sind. Formen des Fließwassers, die in der Brandungszone eines Sees zu erwarten wären, treten nicht auf.

Arten, die als Weidegänger Algenbeläge fressen oder sich von Detritus ernähren, überwiegen im Artenspektrum des Bordesholmer Sees. Sie finden ein reichhaltiges Nahrungsangebot vor und kommen teilweise zu einer Massentfaltung (Turbellarien, Gastropoden und Corixiden).

Aufgrund dieser Befunde ist der Bordesholmer See als sehr nährstoffreicher, stark eutrophierter See einzustufen.

Eine gute Bewertung kann mit Hilfe der Häufigkeit von Indikatorpflanzen erreicht werden. Am Bordesholmer See fällt auf, daß das Schilfrohr, *Phragmites australis*, an vielen Stellen des Ufers nur sehr lückige und niedrigwüchsige Bestände aufbaut. Durch die Schneisenbildung im Schilf wird die Art sehr in ihrer Konkurrenzkraft geschwächt. Sind die Rhizome erst einmal zerstört und bleibt die Trittbelastung erhalten, kann sich das Schilf nur sehr schwer wieder ausbreiten, da die Fortpflanzung hauptsächlich über das Rhizomwachstum und nicht über eine Samenkeimung erfolgt. Konkurrenzkräftigere Arten verdrängen die Pflanze. Am Bordesholmer See sind dies *Sparganium erectum*, der Ästige Igelkolben und die beiden Rohr-

kolbenartigen *Typha angustifolia* und *Typha latifolia*. Letztere erträgt gegenüber *Typha angustifolia* nährstoffreicheres Wasser. Der Breitblättrige Rohrkolben tritt besonders an der Mündung eines Grabens nahe des Angelvereins auf und zeigt damit an, daß hier recht hohe Nährstoffgehalte vorliegen. Eine weitere Art, die als Störungszeiger zu werten ist, tritt recht häufig auf, der Riesenampfer *Rumex hydro-lapathum*. Die Pflanzen siedeln bevorzugt auf trittzerstörten, offenen Flächen innerhalb des Röhrichtgürtels.

Die Schwanenblume *Butomus umbellatus* wächst häufig an der Ostseite des Sees im Röhricht. Sie gedeiht in der Regel im Bereich stark belasteter, nährstoffreicher Uferzonen und erträgt auch häufige Wasserspiegelschwankungen.

Das Ostufer des Bordesholmer Sees wird in vielen Bereichen vom Wasserschwaden besiedelt. Diese Art weist auf den sehr großen Nährstoffeintrag hin. Die windexponierte Uferseite weist aufgewirbelten Detritus auf, daher ist das *Glycerietum maximae* besonders an dieser Uferseite entwickelt. Da die Bestände das typische Vegetationsmuster am Bordesholmer See repräsentieren, wurde eine Vegetationstabelle angefertigt. So können gegebenenfalls bei einer Nachkartierung Vegetationsveränderungen dokumentiert werden.

Insgesamt kann festgestellt werden, daß die Zusammensetzung der Pflanzenbestände im Uferbereich nicht mehr naturnah und durch stickstoffliebende Pflanzen gekennzeichnet ist. Der Röhrichtsaum ist an vielen Stellen zerstört und in Parzellen zerteilt.

Die Schwimmblattflora ist im Untersuchungsgebiet durch See- und Teichrosen vertreten. Ein größerer Seerosen-Bestand findet sich in einer Bucht südlich des Klosters.

Die Unterwasservegetation fehlt weitgehend. Laichkrautarten wurden gar nicht gefunden. Nur der Teichfaden *Zannichellia palustris* bildet einen kleinen Bestand an der Badestelle des Sees. Die Art gilt als ausgesprochener "Verschmutzungsanzeiger" (Nährstoffreichtum).

Sedimentuntersuchungen zeigten auf, daß der Bordesholmer See in weiten Bereichen schwefelwasserstoffhaltiges, faulschlammartiges Sediment aufweist, dessen Lebensfeindlichkeit die Existenz von Makroorganismen begrenzt. Auch in solchen Bereichen, in denen nur eine schwache Schwefelwasserstoffentwicklung nachgewiesen werden konnte, sind viele Arten der Wirbellosenfauna durch die hohe Sauerstoffzehrung in den unteren Wasserschichten bedroht. Bisweilen größere Ansammlungen von Chironomiden (Zuckmückenlarven) und Tubificiden (Röhrenwürmer) vor allem im Bereich des Röhrichtsaaumes weisen auf die hohe Belastung hin.

Aufgrund der die Nährstoffverhältnisse und organische Belastung des Sees aufzeigenden chemischen Befunde, aufgrund der zeitweise starken Sauerstoffübersättigungen an der Oberfläche, der hohen Produktivität des Sees (Chlorophyll- $\bar{a}$ -Konzentrationen), der mehrmaligen Massenerentwicklungen der Blaualge *Microcystis* im Laufe des Untersuchungszeitraumes, der sehr geringen Sichttiefe vor allem im Sommerhalbjahr, der Sedimentbeschaffenheit ( $H_2S$ -Entwicklung, weitgehendes Erlöschen der Unterwasservegetation) sowie aufgrund der floristischen und faunistischen Untersuchungen ist festzustellen, daß der Bordesholmer See - auch im Vergleich zu den bisher vom Landesamt untersuchten Seen - ein hochbelastetes Gewässer ist, das polytrophe Verhältnisse aufweist.

## 8. Einfluß des Kalbaches auf den Zustand des Bordsesholmer Sees

Von den beiden die Trophie eines Sees beeinflussenden Nährstoffen Stickstoff und Phosphor kann der Eintrag an Phosphor am ehesten verringert werden, da er überwiegend aus punktuellen Einleitungen und auch von Abschwemmungen stammt, während der Stickstoff zu einem nennenswerten Teil durch Auswaschungen aus der Fläche über das Grundwasser in die Gewässer gelangt. Unter diesem Gesichtspunkt wurde versucht, den Eintrag von Phosphor durch den Kalbach und Möglichkeiten zur Verringerung dieses Eintrages abzuschätzen.

Hinsichtlich der Aussagekraft einer solchen Abschätzung sind folgende Einschränkungen zu machen:

- An der Einmündung des Kalbachs in den See konnte wegen der örtlichen Gegebenheiten (z.B. Rückstau aus dem See) eine Meßstelle für kontinuierliche Abflußermittlungen nicht eingerichtet werden. Es wurden lediglich anlässlich der monatlichen Probenahmen Abflußmessungen durchgeführt. Da hohe Abflüsse seltener als niedrige Abflüsse sind, kann aus diesen Einzelmessungen nicht der Gesamtjahresabfluß errechnet werden, er muß vielmehr anhand anderer etwa vergleichbarer Abflußmeßstellen hochgerechnet werden.
- Das Datenmaterial aus 12 Messungen reicht nicht aus, um eine Beziehung zwischen P-Konzentration und Abfluß herzustellen.
- Für die Abschätzung wurden die Analysenwerte für P-Gesamt verwendet, weil davon ausgegangen wurde, daß der nicht gelöste Phosphor überwiegend in organischem Material gebunden ist und über den Weg des mikrobiellen Abbaus für die Aufnahme durch Algen verfügbar gemacht wird. Insbesondere bei starken Abflüssen ist aber sicher auch ein Teil des Phosphors an Mineralkörnern adsorbiert und möglicherweise nicht bioverfügbar. Nähere Kenntnisse hierüber liegen nicht vor, eine exakte analytische Trennung ist nicht möglich.

Durch einfache Multiplikation der monatlichen Einzelwerte für Abfluß und P-Gesamt-Konzentration und anschließende Addition ergibt sich ein Jahreseintrag an P-Gesamt durch den Kalbach in Höhe von 783 kg. Durch Vergleich mit anderen Abflußmeßstellen erscheint es gerechtfertigt, die Abflüsse des Winterhalbjahres mit 3 und die des Sommerhalbjahres mit 2 zu multiplizieren, woraus sich eine Gesamtjahresfracht von rd. 2.000 kg ergibt.

Die Zahl der im Einzugsgebiet des Kalbachs lebenden Einwohner wird mit 1.635 angegeben. Bei mechanischer und teilbiologischer Reinigung des Abwassers wäre mit einem Eintrag von Gesamt-P in Höhe von  $3 \text{ g/d} \times E$  zu rechnen, woraus 1.790 kg/a resultieren. Allerdings ist davon auszugehen, daß das z.Zt. der Untersuchung überwiegend in Hauskläranlagen gereinigte Abwasser z.T. nicht in die oberirdischen Gewässer eingeleitet wird. Andererseits kommt betriebliches Abwasser hinzu.

In den Zuflüssen zum Bordesholmer See findet eine P-Elimination durch Sedimentation und Aufnahme durch Pflanzen im Gewässer statt. Der Anteil kann nicht generell angegeben werden. Interessant ist jedoch, daß z.B. die Meßwerte von Mai, Juni und Juli durchschnittlich einen Eintrag von nur 1,4 kg/d ergeben, nach der theoretischen Rechnung jedoch 4,9 kg/d eingetragen werden. Die Retention im Gewässer ist also bei sehr geringen Abflüssen offensichtlich erheblich. Ein Teil des sedimentierten Materials wird allerdings bei hohen Abflüssen ~~erodiert~~ und zusätzlich in den See transportiert. Hierfür sprechen auch die vereinzelt bei höheren Abflüssen gemessenen höheren Konzentrationen an P-Gesamt.

Es erscheint jedoch die Schlußfolgerung zulässig, daß während der Monate mit in der Regel geringen Abflüssen, während der Hauptvegetationsperiode, der P-Eintrag weit überwiegend durch Einleitungen erfolgt. Gerade in dieser Zeit ist der Eintrag, soweit bei ausreichender Sauerstoffversorgung im Bordesholmer See eine Rücklösung aus dem Sediment nicht stattfindet, von erheblicher

Bedeutung für die Entwicklung des Phytoplanktons. Zwar beträgt die Flächenbelastung des Sees mit P-Gesamt, unter Berücksichtigung eines gewissen Anteils aus dem übrigen Einzugsgebiet, z.Zt. mehr als  $3 \text{ g/m}^2 \times \text{a}$ , sie ist damit um größenordnungsmäßig eine Zehnerpotenz zu hoch. Jedoch beträgt der Eintrag nach der vorstehend beschriebenen mit Vorbehalt anzuwendenden Rechnung in der Zeit von April bis September nur etwa 400 kg, von Mai bis August nur etwa 200 kg. Da für diese Zeit davon ausgegangen werden kann, daß der Eintrag durch punktuelle Einleitungen weit überwiegt, müßte durch eine möglichst vollständige Reinigung des Abwassers mit Phosphatfällung im Einzugsgebiet des Kalbachs eine erhebliche positive Wirkung auf die Trophie des Sees zu erreichen sein. Durch chemische Fällung kann der Phosphatgehalt im häuslichen Abwasser auf weniger als  $1/10$  des Wertes bei biologischer Reinigung herabgesetzt werden. Darüber hinaus wäre bei der Bewirtschaftung der Flächen darauf zu achten, daß im Frühjahr, wenn noch mit hohen Abflußspenden zu rechnen ist, keine Nährstoffe von den Feldern in die Gewässer geschwemmt werden.

## 9. Sanierungs- und Restaurierungsmöglichkeiten

Hauptverursacher der starken Eutrophierung des Bordesholmer Sees, sowohl bezüglich der Phosphor- als auch der Stickstoffverbindungen, ist der Kalbach, durch den der größte Teil der Nährstofffracht aus dem Einzugsgebiet in den See eingetragen wird. Alle Möglichkeiten einer Sanierung sollten daher zunächst an diesem Gewässer ansetzen. Die durchgeführten abwassertechnischen Maßnahmen, wie z. B. der Bau der Abwasseranlage der Gemeinde Sören (Ortskanalisation mit unbelüfteten Klärteichen) sowie die im Bau befindliche Anlage der Gemeinde Blumenthal (mit P-Elimination durch Fällungs-Flockungsreinigung; Anschluß der Gemeinde Grevenkrug an Blumenthal ist vorgesehen) werden zu einer Teilentlastung des Bordesholmer Sees beitragen. Wichtig ist darüber hinaus, wie bereits im vorhergehenden Kapitel erwähnt, die Minimierung der Phosphor- und Stickstoffeinträge aus häuslichen und landwirtschaftlichen Abwässern und durch Bodenerosionen sowie eine Verhinderung ungewollter Gülle- oder Jaucheeinleitungen in den Kalbach. Es sei hier noch einmal daran erinnert, daß 86% des Einzugsgebietes dieses Fließgewässers landwirtschaftlich genutzt werden und eine biologisch-chemische Reinigung des hier entstehenden Abwassers letztendlich von Nutzen für den Bordesholmer See ist.

Die Nachrüstung der noch verbleibenden Hauskläranlagen, insbesondere im Bereich der Gemeinde Hoffeld, sollte baldmöglichst erfolgen.

Über die Abwasserbeseitigungsmaßnahmen hinaus sollten Möglichkeiten zur Renaturierung des Kalbaches diskutiert werden.

Solche wären z. B. Bepflanzung der Uferstreifen, Schaffung von Pufferzonen zur Verringerung des diffusen Nährstoffeintrags, Abflachung der Uferböschungen und damit Wiederherstellung eines aquatischen Wasserwechselbereichs. Auch die Möglichkeiten der Anlage von Sumpfbeeten - Voraussetzung sind ausreichende Bemessungsberechnungen für den Flächenbedarf - sollten diskutiert werden, allerdings unter Berücksichtigung von eventuell hierdurch auftretenden negativen Auswirkungen auf die Gewässerökologie, wie mögliche Behinderung des Faunenaustausches (z. B. Wanderbewegungen von Fischen und Kleinlebewesen).

Die genannten Renaturierungsmaßnahmen sind auch im Hinblick auf die Verbesserung der Selbstreinigung des Fließgewässers zu bewerten.

Erst nach Durchführung dieser Sanierungs- und Renaturierungsmaßnahmen im Einzugsgebiet könnten auch Restaurierungsmaßnahmen im See selbst erfolgreich sein.

Denkbar wäre hier eine Tiefenwasserbelüftung, die im vorliegenden Fall jedoch wenig erfolgversprechend sein dürfte, da der See relativ flach ist (im Mittel rd. 4 - 5 m, tiefste Stelle 8 m) und ein Sauerstoffmangel im "Tiefenwasser" daher nicht ausgeprägt in Erscheinung tritt.

Weiterhin kann versucht werden, durch Eingriff in die Nahrungskette, d. h. durch Dezimierung der das tierische Plankton fressenden Kleinfische, einer Massenentwicklung des Phytoplanktons entgegenzusteuern. Näheres über die naturwissenschaftlichen Grundlagen dieser auch als "Biomaniplulation" bezeichneten Möglichkeit der Seentherapie ist in dem im Jahre 1986 vom Landesamt erstellten Bericht D7 - Bewertung des Zustandes von Seen - nachzulesen.

Derartige gezielte Weißfischabfischungen wurden bereits durchgeführt, zuletzt im November 1986. Diese Möglichkeit der Steuerung der Nahrungskette besteht allerdings nur dann, wenn nicht ohnehin, etwa durch laufende externe Zufuhr, Nährstoffe im Übermaß vorhanden sind. Insofern ist es fraglich, ob bei der gegenwärtigen Belastung des Sees vor allem durch den Kalbach dem Abfischen Erfolg beschieden sein wird. Um so wichtiger ist es, daß, wie oben ausgeführt, zunächst die Nährstoffzufuhr insbesondere durch dieses Fließgewässer verringert wird.

An Möglichkeiten einer Entfernung des faulschlammartigen Sediments aus dem See sollte erst zuletzt gedacht werden. Voraussetzung für diese Art einer Entlastungsmaßnahme wäre die nachweisliche Beendigung der externen Nährstoffzufuhr. Die noch verbleibenden Unwägbarkeiten wie z. B. Verbleib und Lagerung des Schlammes sowie dessen Beschaffenheit (Schadstoffe, z. B. Schwermetalle im Sediment?) sind Grund genug, eine solche Maßnahme an das Ende der Ausführungen zu Therapiemöglichkeiten für den Bordscholmer See zu stellen.

## 10. Charakteristische Daten des Bordesholmer Sees

Top. Karte (1: 25000)	1826
Flußsystem	Eider
Kreis	Rendsburg-Eckernförde
Gemeinde	Bordesholm
Lage des Einzugsgebietes	
Rechtswert:	35 66 52
Hochwert :	60 05 62
Größe des oberirdischen Einzugsgebietes	<del>20,50</del> km <sup>2</sup> 18,8
Größe des Sees	0,70 km <sup>2</sup>
Mittlere Tiefe	3,3 m
Max. Tiefe	8,0 m
Extremwasserstände 1985	
NW 16. Sept. u. 31. Okt.	25,70 m
MW	25,88 m
HW 27. Nov.	26,17 m
Extremwasserstände 1956 - 80	
NW mehrmals im Dez. 1959	25,25 m
MW	25,78 m
HW 25. Dez. 1965	26,63 m
Seevolumen	2.320.000 m <sup>3</sup>
Gesamtlänge der Uferlinie	4,9 km
Uferentwicklung	1,7
Umgebungsarealfaktor	28,3
Elektrische Leitfähigkeit <sup>1)</sup>	409 $\mu\text{s} \times \text{cm}^{-1}$
Gesamtstickstoff <sup>1)</sup>	2,69 mg/l
Nitratstickstoff <sup>1)</sup>	0,70 mg/l
Ammoniumstickstoff <sup>1)</sup>	0,28 mg/l
Gesamtphosphor <sup>1)</sup>	0,26 mg/l
Phosphatphosphor <sup>1)</sup>	0,16 mg/l
Organischer Kohlenstoff <sup>1)</sup>	17 mg/l
Trophie	polytroph

1) Mittelwerte des nördlichen Seeteiles im Oberflächenbereich

## 11. Anlagenverzeichnis

### 11.1 Erläuterungen zum Ergebnisteil

11.1.1 Umrechnungsfaktoren und Methodik

11.1.2 Kennziffer

11.1.3 Wetter

11.1.4 Farbe

11.1.5 Geruch

11.1.6 Trübung

11.1.7 Gewässergüteindex chemisch

11.1.8 Berechnung des Güteindex chemisch

### 11.2 Ergebnisteil

11.2.1 Befunde der Seemeßstellen

11.2.2 Befunde der einmündenden Gewässer

11.2.3 Befunde des Auslaufs

## 11.1 Erläuterungen zum Ergebnisteil

### 11.1.1 Umrechnungsfaktoren und Methodik

Parameter	angeg.		Umrechnung	Methode
	Einheit			
Temperatur	°C		+ 273,15 = K	DEV C 4
pH-Wert	-		-	DEV C 5.2
Leitfähigkeit	µS x cm <sup>-1</sup>		· 0,1 = mS/m	DEV C 8
Ungel. Stoffe/				
Glühverl.	mg/l		· 1 = g/m <sup>3</sup>	DEV H 2
Sauerstoff (O <sub>2</sub> )	mg/l		· 31,3 = mmol/m <sup>3</sup>	DEV G 2.1
BSB (O <sub>2</sub> )	mg/l		· 31,3 = mmol/m <sup>3</sup>	DEV H 5
KMnO <sub>4</sub> -Verbr.	mg/l		· 6,3 = mmol/m <sup>3</sup>	DEV H 4.1
Fäulnisfähigkeit	Stunden		-	DEV H 22.2
Gesamt-N (N)	mg/l		· 71,4 = mmol/m <sup>3</sup>	Eisenreduktionsverf. n. Wagner
NH <sub>4</sub> -N (N)	mg/l		· 71,4 = mmol/m <sup>3</sup>	DEV E 5
NO <sub>3</sub> -N (N)	mg/l		· 71,4 = mmol/m <sup>3</sup>	DEV D 9
NO <sub>2</sub> -N (N)	mg/l		· 71,4 = mmol/m <sup>3</sup>	DEV D 10
PO <sub>4</sub> -P (P)	mg/l		· 32,3 = mmol/m <sup>3</sup>	DEV D 11
Ges. P (P)	mg/l		· 32,3 = mmol/m <sup>3</sup>	DEV D 11
Kohlenstoff (C)	mg/l		· 83,3 = mmol/m <sup>3</sup>	Carbon Analyzer
Chlorid (Cl <sup>-</sup> )	mg/l		· 28,2 = mmol/m <sup>3</sup>	DEV D 1
Chlorophyll <i>a</i>	µg/l		-	UNESCO-Methode

### 11.1.2 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.

### 11.1.3 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.

### 11.1.4 Farbe (filtrierte Probe):

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

11.1.5 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

11.1.6 Trübung:

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

11.1.7 Gewässergüteindex chemisch

Der Gewässergüteindex chemisch zeigt die Belastung eines Gewässers mit Nährstoffen und organischen Inhaltsstoffen an.

Die Berechnung erfolgt durch Mittelwertbildung aus den Indizes nachfolgend aufgeführter Parameter:

organisch gebundener Kohlenstoff, unfiltriert, filtriert  
 Gesamtstickstoff unfiltriert, filtriert  
 Ammoniumstickstoff  
 Gesamtphosphor unfiltriert, filtriert  
 Phosphatphosphor  
 (CSB unfiltriert)

Sofern C, N und P-Werte von unfiltrierten und filtrierten Proben vorliegen, werden diese jeweils mit dem arithmetischen Mittel beider Indizes in den Güteindex chemisch einbezogen.

Der Gewässergüteindex chemisch als Maß der Belastung eines Gewässers mit organischen Stoffen sowie mit Nährsalzen kann wie folgt interpretiert werden:

1,0 - 1,4 nicht belastet bis sehr gering belastet  
 1,5 - 1,7 kaum belastet  
 1,8 - 2,2 mäßig belastet  
 2,3 - 2,6 deutlich belastet  
 2,7 - 3,1 stark belastet  
 3,2 - 3,4 sehr stark belastet  
 3,5 - 4,0 außerordentlich stark belastet.

#### 11.1.8 Berechnung des Güteindex chemisch

organ. C (TOC)

unfiltriert

<u>C mg/l</u>	<u>Index</u>
0 - 4	1,0 - 1,6
4 - 10	1,6 - 2,2
10 - 15	2,2 - 2,6
15 - 20	2,6 - 2,9
20 - 45	2,9 - 4,0
> 45	4,0

organ. C (DOC)

filtriert

<u>C mg/l</u>	<u>Index</u>
0 - 4	1,0 - 1,8
4 - 10	1,8 - 2,4
10 - 15	2,4 - 2,8
15 - 22	2,8 - 3,2
22 - 40	3,2 - 4,0
> 40	4,0

Gesamtstickstoff

unfiltriert

<u>N mg/l</u>	<u>Index</u>
0 - 2	1,0 - 1,5
2 - 5	1,5 - 2,0
5 - 10	2,0 - 2,5
10 - 15	2,5 - 3,0
15 - 25	3,0 - 4,0
> 25	4,0

filtriert:

<u>N mg/l</u>	<u>Index</u>
0 - 2	1,0 - 1,6
2 - 5	1,6 - 2,2
5 - 10	2,2 - 2,8
10 - 21	2,8 - 4,0
> 21	4,0

Ammonium-Stickstoff

<u>N mg/l</u>	<u>Index</u>
0 - 0,4	1,0 - 2,2
0,4 - 0,8	2,2 - 2,7
0,8 - 1,6	2,7 - 2,9
1,6 - 3,1	2,9 - 3,2
3,1 - 6,2	3,2 - 3,5
6,2 - 12,4	3,5 - 4,0
> 12,4	4,0

Gesamt-Phosphor

unfiltriert

<u>P mg/l</u>	<u>Index</u>
0 - 0,4	1,0 - 2,0
0,4 - 1,0	2,0 - 2,8
1,0 - 1,5	2,8 - 3,2
1,5 - 2,0	3,2 - 3,6
2,0 - 2,5	3,6 - 4,0
> 2,5	4,0

filtriert:

<u>P mg/l</u>	<u>Index</u>
0 - 0,2	1,0 - 2,0
0,2 - 0,6	2,0 - 2,7
0,6 - 1,2	2,7 - 3,3
1,2 - 2,2	3,3 - 4,0
> 2,2	4,0

Phosphat-Phosphor

<u>P mg/l</u>	<u>Index</u>
0 - 0,1	1,0 - 2,0
0,1 - 0,5	2,0 - 2,8
0,5 - 1,0	2,8 - 3,3
1,0 - 2,0	3,3 - 4,0
> 2,0	4,0

<u>O<sub>2</sub> mg/l</u>	<u>Index</u>
0 - 10	1,0 - 1,6
10 - 30	1,6 - 2,3
30 - 50	2,3 - 2,8
50 - 90	2,8 - 3,5
90 - 120	3,5 - 4,0
> 120	4,0

CSB unfiltriert, wird nur alternativ für den TOC verwendet,  
wenn der TOC fehlt

## 11.2 Ergebnisteil

11.2.1 Befunde der Seemeßstellen

<u>Kennziffer</u>	<u>Meßstelle</u>	<u>Zeitraum</u>
58-022-5.7	Bordesholmer See, nördlicher Seeteil	1984/85
58-022-5.8	Bordesholmer See, südlicher Seeteil	1984/85









11.2.2 Befunde der einmündenden Gewässer

<u>Kennziffer</u>	<u>Meßstelle</u>	<u>Zeitraum</u>
58-022-5.1	Vorfluter am Nordufer	1985
58-022-5.2	Kalbach	1984/85
58-022-5.3	Vorfluter am Wanderweg	1984/85
58-022-5.4	Steingraben	1984/85
58-022-5.5	Grenzgraben bei Tökshorst	1985











## 11.2.3 Befunde des Auslaufs

<u>Kennziffer</u>	<u>Meßstelle</u>	<u>Zeitraum</u>
58-022-5.6	Stintgraben	1984/85



Literatur

ATTMANNSPACHER, H.:

Die Entwicklung von Seeterrassen an ausgewählten Beispielen in Ostholstein, Kiel 1967

GRIPP, K:

Erdgeschichte von Schleswig-Holstein, Neumünster 1964

MÜLLER, H.E.:

Zur Morphogenese pleistozäner Seebecken im westlichen schleswig-holsteinischen Jungmoränengebiet

in: Zeitschr. f. Geomorphologie, Stuttgart 1976

PUCK, S.:

Untersuchung des Zustandes des Bordesholmer Sees 1985

Im Auftrage des Landesamtes für Wasserhaushalt und Küsten Schleswig-Holstein, Kiel

SCHLENGER, H.; PAFFEN, K. H.; STENIG, R. (Hrsg.):

Schleswig-Holstein Schriften des Geographischen Instituts der Universität Kiel, 1969, Bd. 30

TRETER, U.:

Zum Wasserhaushalt schleswig-holsteinischer Seengebiete, Berlin 1981

WEGEMANN, G.:

Die Seen des Eidergebietes, Petermanns Geographische Mitteilungen 1912, Aprilheft 197 - 201

Die Seen Mittelholsteins, Abhandlungen d. königl. Preuß. Geologischen Landesanstalt, H. 64: 108 - 116; Berlin 1915

## Weiterführende Literatur

Fachgruppe Wasserchemie der GDCH, 1971

Deutsche Einheitsverfahren zur Wasseruntersuchung,

Verlag Chemie, Weinheim / Bergstraße

HAMM, A. 1969

Münchner Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flußbiologie,

Band 15, S. 46, Verlag Oldenbourg München

KLEE, O. 1985

Angewandte Hydrobiologie

Georg Thieme Verlag Stuttgart

LIEBMANN, H.:

Handbuch der Frischwasser- und Abwasserbiologie, Bd. I 1962;

Bd. II 1960

Verlag Oldenbourg München

Der Minister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten des Landes

Schleswig-Holstein

Kiel 1971

Generalplan Abwasser und Gewässerschutz in Schleswig-Holstein

SCHMIDT, E. 1978

Ökosystem See

Quelle und Meyer, Heidelberg (Biolog. Arbeitsbücher; 12)

SCHWOERBEL, J. 1966

Methoden der Hydrobiologie

Frankh'sche Verlagshandlung Stuttgart

AKADEMIE FÜR RAUMFORSCHUNG UND LANDESPLANUNG HANNOVER; BREMEN:

1960

Deutscher Planungsatlas, Bd. 3

STATISTISCHES BUNDESAMT WIESBADEN

Umwelt in Zahlen (1985)

BREITIG, G. und TUMPLING, W.

Ausgewählte Methoden der Wasseruntersuchung, Bd. II

- Biol., mikrobiol. und toxikologische Methoden -

VEB Gustav Fischer Verlag Jena / 1982

## 13. Bisher erschienene Seenberichte

	T i t e l	Preis (DM)
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*	Einfeldler 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,--

\* Berichte vergriffen