

**Bericht über Zustand und Belastungsquellen**

# **Der Ihlsee**



Herausgeber:  
Landesamt für  
Natur und Umwelt  
des Landes  
Schleswig-Holstein  
Hamburger Chaussee 25  
24220 Flintbek  
Telefon: (0 43 47) 70 40  
Telefax: (0 43 47) 70 44 02

B 37  
Der Ihsee  
Bericht über Zustand  
und Belastungsquellen

Alle Rechte beim  
Landesamt für  
Natur und Umwelt  
des Landes  
Schleswig-Holstein

Titelbild:  
Gudrun Plamböck

Herstellung:  
Rolf Fette, Druckagentur

April 1996

Diese Broschüre wurde  
aus Recyclingpapier  
hergestellt.

Diese Druckschrift wird im  
Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit  
der schleswig-holsteinischen  
Landesregierung herausgegeben.  
Sie darf weder von Parteien  
noch von Personen, die Wahl-  
werbung oder Wahlhilfe betreiben,  
im Wahlkampf zum Zwecke der  
Wahlwerbung verwendet werden.  
Auch ohne zeitlichen Bezug zu  
einer bevorstehenden Wahl  
darf die Druckschrift nicht in  
einer Weise verwendet werden,  
die als Parteinahme der Landes-  
regierung zugunsten einzelner  
Gruppen verstanden werden könnte.  
Den Parteien ist es gestattet, die  
Druckschrift zur Unterrichtung ihrer  
eigenen Mitglieder zu verwenden.

## Inhaltsverzeichnis

<b>Einführung</b>	<b>3</b>
<b>Kurzfassung</b>	<b>4</b>
<b>Charakteristische Daten</b>	<b>6</b>
<b>1. Einleitung</b>	<b>7</b>
<b>2. Geologie und Topographie des Untersuchungsgebietes</b>	<b>7</b>
<b>3. Art und Umfang der Untersuchungen</b>	<b>10</b>
<b>4. Wassermengenhaushalt</b>	<b>11</b>
4.1 Das oberirdische Einzugsgebiet	11
4.2 Das unterirdische Einzugsgebiet	12
4.3 Die Wasserhaushaltsgrößen	15
4.4 Die Wasserbilanz	19
4.5 Die hydrologischen Verhältnisse im südlichen Bruchwald	21
<b>5. Chemische Parameter des Grundwassers im Einzugsgebiet des Ihlsees</b>	<b>24</b>
<b>6. Physikalische und chemische Parameter des Ihlsees</b>	<b>25</b>
6.1 Temperatur	25
6.2 Sauerstoff-Haushalt	25
6.3 Leitfähigkeit, pH und Säurebindungsvermögen	25
6.4 Sichttiefe	28
6.5 Stickstoff-Haushalt	29
6.6 Phosphor-Haushalt	31
<b>7. Lebensgemeinschaften im und am Ihlsee</b>	<b>33</b>
7.1 Plankton	33
7.1.1 Phytoplankton und Chlorophyll a	33
7.1.2 Zooplankton	35
7.2 Höhere Vegetation	36
7.2.1 Ufervegetation	36
7.2.2 Unterwasservegetation	38
7.3 Makrozoobenthon	40
7.4 Fische	42
7.4.1 Artenspektrum	42
7.4.2 Fang- und Besatzdaten des Angelvereins	44
7.4.3 Bewertung	46

---

<b>8.</b>	<b>Bewertung des Zustandes des Ihlsees</b>	<b>48</b>
<b>9.</b>	<b>Abfluß und Stofftransport</b>	<b>51</b>
<b>10.</b>	<b>Analyse der Belastungssituation des Sees und daraus abzuleitende Sanierungsmaßnahmen</b>	<b>52</b>
10.1	Abschätzung der Stoffeinträge aus dem Einzugsgebiet und aus den direkten Niederschlägen in den See	52
10.2	Weitere Gefährdungseinflüsse	56
10.3	Nährstoffbelastungskonzept nach VOLLENWEIDER & KEREKES	56
10.4	Bewertung der Belastungssituation des Ihlsees	57
10.5	Vorschläge zum Schutz und zur Erhaltung des Ihlsees	58
<b>11.</b>	<b>Literatur</b>	<b>60</b>
<b>12.</b>	<b>Anhang</b>	<b>63</b>

## Einführung

Der im Kreis Segeberg gelegene 28 Hektar große Ihlsee gehört aufgrund seiner Entstehungsgeschichte zu den in Schleswig-Holstein sehr seltenen kalkarmen und nährstoffarmen Gewässern. Sein Untergrund und seine Umgebung wurden in einer frühen Phase der Weichselvereisung durch eiszeitliche Sande gebildet, die stark ausgewaschen und somit nährstoffarm waren. Die meisten Seen in Schleswig-Holstein liegen hingegen in nährstoffreichen Gebieten und haben damit schon von Natur aus einen mittleren bis hohen Nährstoffgehalt - sie sind meso- bis eutroph.

Deshalb wurde der Ihlsee bereits 1950 unter Naturschutz gestellt. Das Schutzgebiet umfaßt die gesamte Wasserfläche, sowie einen am Südufer gelegenen Waldstreifen. Mit der Unterschutzstellung sollte die Nährstoffarmut und damit die an diese Verhältnisse angepaßten Pflanzen- und Tierarten des Sees sowie die Lebensgemeinschaften des Bruchwaldes erhalten werden. Leider wurde dieses Ziel nicht erreicht.

Schon 1975 zeigte sich, daß sich der Zustand des Ihlsees gegenüber älteren Untersuchungen verschlechtert hatte. Bereits damals wurde der See als mesotroph (mittlerer Nährstoffgehalt) eingestuft. 1994 wurde der See erneut untersucht. Dabei ging es insbesondere um eine Analyse der Belastungssituation. Hauptbelastungsquellen waren danach der Niederschlag, die übermäßige Freizeitnutzung durch Baden und Angeln sowie Einträge über die Straßenentwässerung. Die Gesamtzufuhr an Phosphor beträgt etwa 33 Kilogramm im Jahr. Insgesamt ist der Ihlsee weiterhin weit von seinem ursprünglich nährstoffarmen Zustand entfernt.

Um den Zustand des Sees wenigstens zu stabilisieren oder ihn sogar wieder in Richtung auf einen nährstoffärmeren Zustand zurückzuführen, müßte der Phosphoreintrag um etwa die Hälfte reduziert werden. Dies erfordert vor allem auch Einschränkungen bei der Freizeitnutzung. Dazu macht der Bericht eine Reihe sehr realistischer Vorschläge, die jetzt vor Ort mit allen Beteiligten diskutiert und dann schrittweise umgesetzt werden müssen. Dabei sollte die Stadt Bad Segeberg als Eigentümerin des Ihlsees die Initiative ergreifen, nachdem das Landesamt für Wasserhaushalt und Küsten mit der Vorlage dieses Berichtes die Grundlagen für ein Sanierungskonzept geliefert hat. Nur wenn die Nährstoffbelastung des Ihlsees deutlich verringert wird, kann eine weitere Verschlechterung der Wasserqualität verhindert werden - auch wenn ein geringer Nährstoffgehalt (oligotropher Zustand) nicht wieder zu erreichen ist.

## Kurzfassung

1994 untersuchte das Landesamt für Wasserhaushalt und Küsten den in Kreis Segeberg gelegenen Ihlsee. Im Mittelpunkt standen dabei der Wassermengen- und Stoffhaushalt, die Lebensgemeinschaften sowie vor allen Dingen die Belastungssituation des Sees.

Der Ihlsee ist 28 ha groß und hat eine mittlere Tiefe von 7,7 m. In den See münden keine direkten Zuflüsse. Der Ablauf ist künstlich und dient der Wasserstandsregulierung. Das oberirdische Einzugsgebiet hat eine Größe von 81,2 ha und ist somit recht klein. Das unterirdische Einzugsgebiet ist ca. 91 ha groß.

Der Ihlsee liegt im Stadtgebiet von Bad Segeberg. Deshalb ist dieser See einer starken Freizeitnutzung ausgesetzt, obwohl er schon 1950 unter Naturschutz gestellt wurde. Schon die erste Untersuchung vom Landesamt für Wasserhaushalt und Küsten 1975 ergab, daß sich der Ihlsee in einem Übergangsstadium zu einem nährstoffreichen Gewässer befindet. 1994 galt es nun, den heutigen Zustand zu untersuchen, die Belastungsquellen im Einzugsgebiet zu lokalisieren und zu quantifizieren sowie Sanierungsmaßnahmen zu entwickeln.

Da viele kleine Nährstoffquellen den See belasten, wurde bei dieser Untersuchung auch das Grundwasser als potentielle Nährstoffquelle miteinbezogen. Die Wasserbilanz konnte somit beim Ihlsee differenzierter behandelt werden. Aufgrund der berechneten bzw. modellierten Zu- und Abflüssen ergab sich eine theoretische Wasseraufenthaltszeit von ca. 3,8 Jahren.

Der natürlicherweise oligotrophe (nährstoffarme) See mittlerweile mesotroph (mittlerer Nährstoffgehalt). Die Phosphor- und Stickstoffkonzentrationen sind zwar noch relativ gering, trotzdem bilden sich Algenwatten am Boden, die die Nährstoffe in kleinen Kreisläufen effektiv nutzen. Bei der Betrachtung der Sauerstoffverhältnisse ist eine Tendenz zur eutrophen Stufe zu erkennen. Im Juli bis September herrscht in der Tiefe Sauerstoffknappheit, die sich schon auf die Zusammensetzung der Tiefenfauna ausgewirkt hat. Empfindliche Wasserpflanzen wie die Wasserlobelie und das Seebrachsenkraut werden langsam von weniger empfindlichen Arten verdrängt.

Die Untersuchung der Fischfauna ergab, daß sich der Besatz von Karpfen und Aal negativ auf die übrige Fischpopulation auswirkt. Beide Arten sind sehr konkurrenzstark und verdrängen vor allem vorhandene Kleinfischarten durch Wegfraß bzw. Nahrungskonkurrenz. Möglicherweise ist die zu hohe Dichte an Aalen und Karpfen der Grund für die bei der Elektrofischung festgestellte Artenarmut des Ihlsees.

Bei der Bilanzierung der Nährstoffeinträge ergab sich folgendes Bild: Die größte Phosphorquelle ist der Niederschlag, der direkt auf den See fällt. Er macht ca. ein Drittel des Gesamteintrages aus. Weitere bedeutende Quellen sind der Badebetrieb mit 22 %, das Grundwasser mit 17 % und die Abschwemmungen von versiegelten Flächen mit 14 % der Gesamtbelastung von ca. 33 kg/a P.

Um den See wieder in einen nährstoffarmen See zurückzuführen, müßte man die Einträge um knapp die Hälfte reduzieren. Dieses wäre nur mit drastischen Änderungen der momentanen Nutzung möglich. Es sollte jedoch angestrebt werden, den Zustand des Gewässers zu stabilisieren. Vorgeschlagene Maßnahmen, wie die Reduzierung des Badebetriebes, die Gestaltung eines Feuchtgebietes im Bruchwald, Uferrandstreifen entlang der Gärten, Verzicht auf Besatz und Füttern der Fische können dazu beitragen.

## Charakteristische Daten

Top. Karte (1:25000)	2027
Flußsystem	Trave/Ostsee
Kreis	Segeberg
Gemeinde	Bad Segeberg
Lage des oberirdischen Einzugsgebietes	
Rechtswerte	358460 - 358595
Hochwerte	598126 - 598230
Größe des oberirdischen Einzugsgebietes	0,812 km <sup>2</sup>
Größe des Sees	28 ha
Niedrigster Wasserstand 1994	27,72 m ü. NN
Mittlerer Wasserstand 1994	27,98 m ü. NN
Höchster Wasserstand 1994	28,22 m ü. NN
Mittlere Tiefe	7,7*
Maximale Tiefe	21,5*
Volumen bei Wasserstand 27,70 ü. NN	2.150.000 m <sup>3</sup> *
Gesamtlänge des Ufers	2,25 km
Uferentwicklung	1,2
Umgebungsarealfaktor	1,9
Theoretische Wasseraufenthaltszeit	3,8 Jahre

## Volumengewichtete Jahresmittelwerte 1994

Sichttiefe (m)	5,1
Gesamt-Stickstoff (mg/l N)	0,55
Gesamt-Phosphor (mg/l P)	0,019
Gesamt- Organischer Kohlenstoff (mg/l TOC)	6,8
Chlorophyll a (µg/l)	5,2
Trophie	mesotroph

\* : Angaben von 1972

## 1. Einleitung

Wegen der nährstoffreichen Böden Schleswig-Holsteins gehören viele Seen dem nährstoffreichen oder eutrophen Seetypus an. Die Bedeutung des Ihlsees als einer der wenigen nährstoffarmen Seen Schleswig-Holsteins und einer daraus resultierenden besonderen Flora und Fauna ist daher besonders hervorzuheben. Um diese wertvolle Lebensgemeinschaft zu schützen, wurde der See und die angrenzenden, naturnahen Feuchtwälder 1950 unter Naturschutz gestellt. Doch schon 1957 beklagt KUBITZKI in seiner kleinen Abhandlung über den Ihlsee die zunehmende Eutrophierung des Sees und die intensiven Ufernutzungen besonders im Nordteil. Auch die Untersuchung des Landesamtes für Wasserhaushalt und Küsten 1975 ergab, daß sich der See bereits in einem Übergangsstadium zu einem nährstoffreichen Gewässer befindet.

Die Untere Naturschutzbehörde des Kreises Segeberg kam zu dem Schluß, daß die derzeitige Naturschutzverordnung nicht ausreicht, den Schutz des Sees zu gewährleisten. Der heutige intensive Freizeitnutzung konnte 1950 nicht vorhergesehen werden. Um den Schutz des Sees sicherzustellen, wird daher die Novellierung der Naturschutzverordnung angestrebt. Aus diesem Grunde wurde der See durch das Landesamt für Wasserhaushalt und Küsten zum zweiten Mal im Rahmen des Seenuntersuchungsprogrammes untersucht. Der Schwerpunkt lag dabei neben einer umfangreichen Analyse der Wasserbeschaffenheit und der Lebensgemeinschaften im See besonders bei der umfassenden Bilanzierung der einzelnen Nährstoffquellen im Einzugsgebiet. Auch das Grundwasser wurde in dieser Untersuchung als mögliche Nährstoffquelle mit einbezogen.

## 2. Geologie und Topographie des Untersuchungsgebietes

Der 28 ha große Ihlsee liegt im Kreis Segeberg nordwestlich der Stadt Bad Segeberg, in deren Besitz er sich befindet. Der kleine See besitzt eine Uferlänge von 2,25 km, er ist maximal 21,5 m tief und weist eine mittlere Tiefe von 7,7 m auf (s. Abb. 1). Entstanden ist der Ihlsee wie alle Seen des schleswig-holsteinischen Hügellandes während bzw. nach der letzten Eiszeit vor etwa 5000 Jahren. Ein Eisvorstoß aus dem Lübecker Becken stieß in westliche Richtung bis über das Segeberger Gebiet vor. Beim langsamen Abschmelzen der Eismassen zum Ende der Weichsel-Vereisung wurden vereinzelt tiefer eingeschrufte Teile des Gletschereises durch darüber hinwegfließende Schmelzwässer und dabei abgelagerte Sand- und Schuttmassen bedeckt. Dieses begrabene Eis (Toteis) taute sehr langsam während der Nacheiszeit ab. Die auf diese Weise entstandenen Hohlformen füllten sich mit Wasser. Der darüber liegende Schutt sank zu Boden und bildete den Seegrund.

WEGEMANN (1916) hingegen hält den Ihlsee aufgrund seiner Tiefe für einen Einsturzsee, der infolge von Auslaugungsprozessen im Untergrund entstanden ist. Im Raum rund um den Segeberger Salzstock finden sich eine Reihe von Erdfällen, verursacht durch Lösungsvorgänge durch das Grundwasser in salz- oder gipshaltigen Gesteinsschichten des Salzstockes.



Abb. 1: Tiefenplan des Ihlsees

Der Ihlsee ist vollständig mit einem Sandbett ausgefüllt, daher konnte sich hier inmitten der sonst eher nährstoffreicher Bodenverhältnisse ein nährstoff- und kalkarmer See entwickeln. Der Ihlsee liegt im Seengebiet der oberen Trave, eingebettet in eine recht flachwellige Landschaft. So steigen die Ufer im Norden langsam an, während das gesamte Südufer ausgesprochen flach verläuft. Auffallende Buchten weist der See nicht auf, im südwestlichen Teil liegt ufernah eine kleine Insel. Der Untergrund läßt ein tieferes Becken im nördlichen Teilbereich und einen recht flachen, 2 bis 4 m tiefen Abschnitt im Südteil erkennen. In den See münden keine direkten Zuflüsse, auch hat er keinen natürlichen Abfluß. Ein künstlich geschaffener Abfluß am Ostufer dient der Wasserstandsregulierung.

Das Einzugsgebiet hat einschließlich der Seefläche eine Größe von 81,2 ha und ist somit recht klein. 12 % bestehen aus bebauter Fläche, 70 % sind bewaldet und 18 % werden landwirtschaftlich genutzt. Gut zwei Drittel der Ufer sind bebaut und nicht öffentlich zugänglich. Die zumeist großen, älteren Häuser und Villen ziehen sich am gesamten Nordufer und am südöstlichen Teil entlang. Dazwischen liegt am Ostufer das weitläufige Strandbad mit angrenzendem Restaurantbetrieb und Bootsverleih. Nur etwa ein Drittel der Uferlänge ist noch naturnah erhalten. Am Südwest- und Westufer befinden sich ausgedehnte Bruchwälder. Es ist dabei zu erwähnen, daß die Bezeichnung „Bruchwald“ nicht mit den Untergrundverhältnissen oder dem Arteninventar übereinstimmt, da weder Bruchwaldtorfe noch überwiegend Erlen oder Weiden vorhanden sind. Da sich die Bezeichnung jedoch eingebürgert hat, wird sie im folgenden Text beibehalten.

Der Wasserspiegel des Sees wurde im vorigen Jahrhundert durch einen künstlichen Abfluß gesenkt und die trockenfallenden Bereiche durch zahlreiche Gruppen weiter entwässert. Auf einer Karte von 1878 ist zu erkennen, daß der Bruchwald und die nördliche Bebauung noch zum See gehörten. 1916 gab WEGMANN die Größe des Sees mit 42,6 ha. an.

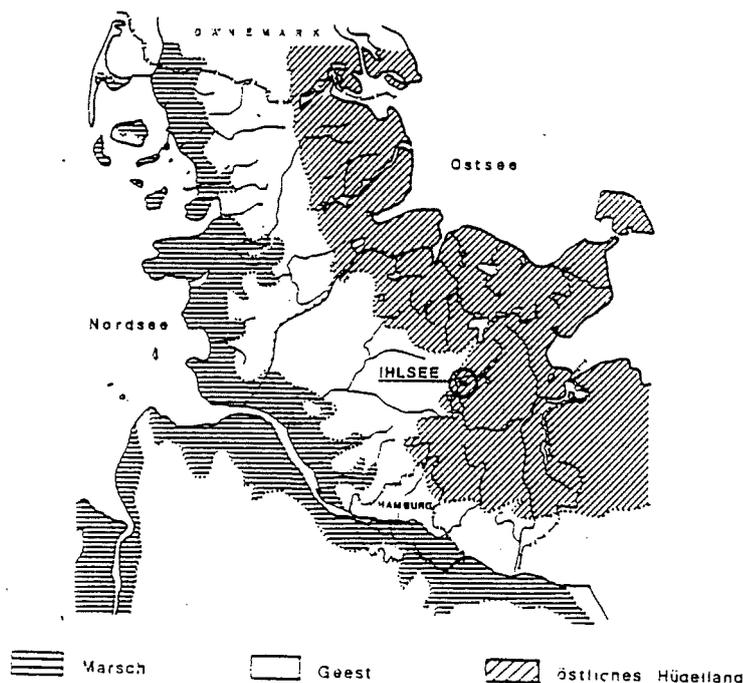


Abb. 2: Naturräume in Schleswig-Holstein

### 3. Art und Umfang der Untersuchung

Die Untersuchung des Wassermengenhaushaltes, der Wasserbeschaffenheit sowie der Lebensgemeinschaften des Ihlsee fand in der Zeit vom Januar bis Dezember 1994 statt. Folgende Meßstellen wurden dafür eingerichtet:

Tab. 1: See- und Landmeßstellen am Ihlsee

Kreis-Gemeinde Kennziffer	Ort der Meßstelle	Tiefe (m)
60-005-5.3	tiefste Stelle des Ihlsees	1, 5, 10, 15, 17, 20
60-005-5.1	Ablauf des Ihlsees	
s. Tab. 2	10 Grundwassermeßstellen im EZG	

Der Wasserstand am Ablauf des Sees wurde mit Hilfe eines Datensammlers alle 60 Minuten registriert. Dazu wurde der Abfluß durch Einzelmessungen am Wehr ermittelt.

Beide Meßstellen wurden im Winter einmal monatlich, in der Vegetationsperiode zweimal im Monat beprobt. Folgende physikalisch-chemischen Parameter wurden untersucht:

Sichttiefe, Farbe, Trübung, Geruch, Temperatur, Sauerstoffkonzentration und -sättigung, pH-Wert, Leitfähigkeit, Säure- Basekapazität, Chlorid, gelöster und gesamter organischer und anorganischer Kohlenstoff, Gesamt-Stickstoff, gelöste anorganische Stickstoffverbindungen (Nitrat, Nitrit, Ammonium), Gesamt-Phosphor, Orthophosphat, Silikat, Magnesium, Kalzium.

Weiter wurden verschiedene Lebensgemeinschaften des Freiwassers, des Ufers und des Seegrundes untersucht:

- Aus den Oberflächenproben wurden die Chlorophyll a-Konzentration sowie die Artenzusammensetzung und Zellzahlen des pflanzlichen bzw. die Individuendichte des tierischen Planktons erfaßt (HEISIG-GUNKEL).
- Die Ufervegetation wurde von PUCK kartiert.
- Die Unterwasservegetation wurde schon 1992 im Rahmen einer Diplomarbeit von MARTENSEN kartiert.
- Die Untersuchung der tierischen Besiedlung des Seegrundes erfolgte durch OTTO.
- NEUMANN führte schon 1993 im Auftrag des Kreises Segeberg eine fischereiliche Untersuchung durch.
- KLUGE & JELINEK führten hydrologische Untersuchungen und Modellierungen zum Grundwassereinfluß auf den Ihlsee durch.

Da auch das Grundwasser als potentielle Nährstoffquelle für den See in Frage kommt, wurde versucht, das unterirdische Einzugsgebiet zu ermitteln. Dazu wurden zusätzlich 10 Grundwassermeßstellen eingerichtet (s. Abb. 4). Die Probenahme fand dort viermal im Jahr statt.

## 4. Wassermengenhaushalt

Eine maßgebliche Größe für den Wassermengenhaushalt eines Sees ist sein Einzugsgebiet. Man unterscheidet zwischen dem oberirdischen Einzugsgebiet, das durch oberirdische Wasserscheiden begrenzt ist, welche sich aufgrund der Geländetopographie recht gut bestimmen lassen, und dem unterirdischen Einzugsgebiet, dessen Ausformung durch unterirdische Grundwasserscheiden festgelegt ist. Das unterirdische Einzugsgebiet ist nur mit höherem Aufwand ermittelbar. Da der Ihlsee jedoch keinen andauernden oberirdischen Zufluß besitzt, erlangen Aussagen zum Grundwasserzustrom zentrale Bedeutung. In die Wasserbilanz des Ihlsees gehen daher folgende Größen ein: Niederschlag  $P$ , Verdunstung der freien Wasseroberfläche  $EP$ , Grundwasserzustrom  $ZuGw$  und unterirdischer Abstrom des Seewassers ins Grundwasser  $Au$ , oberirdischer Abfluß  $Ao$ , periodischer Zustrom aus den Entwässerungsgräben im südlichen Bruchwald  $ZoG$  und die Änderung des im See gespeicherten Wassers in Abhängigkeit vom Wasserstand  $\Delta S$ .

### 4.1 Das oberirdische Einzugsgebiet

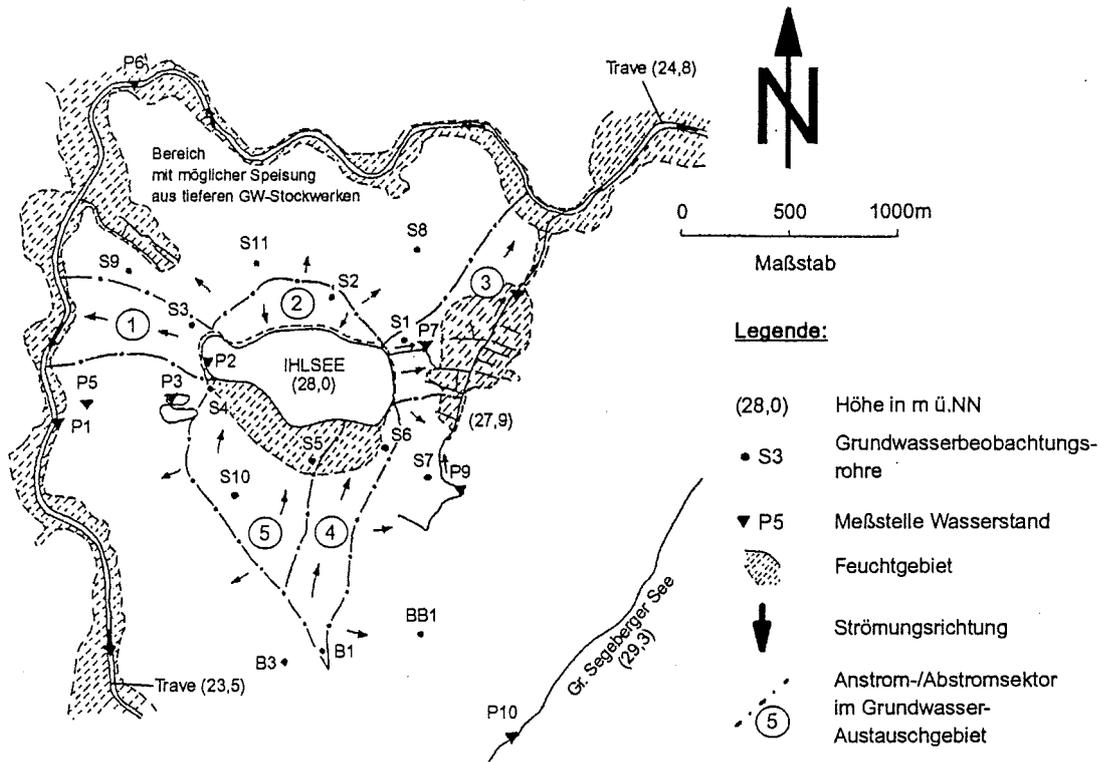
Das oberirdische Einzugsgebiet hat einschließlich der Seefläche eine Größe von 81,2 ha (s. Abb. 3). 1975, zur Zeit der ersten Untersuchung des Ihlsees, war das Einzugsgebiet 100 ha groß. In der Zwischenzeit sind jedoch zwei Regenrückhaltebecken gebaut worden, die das Niederschlagswasser von Kleinniendorf aufnehmen. Diese haben keine oberirdische Verbindung zum Ihlsee.

### 4.2 Das unterirdische Einzugsgebiet

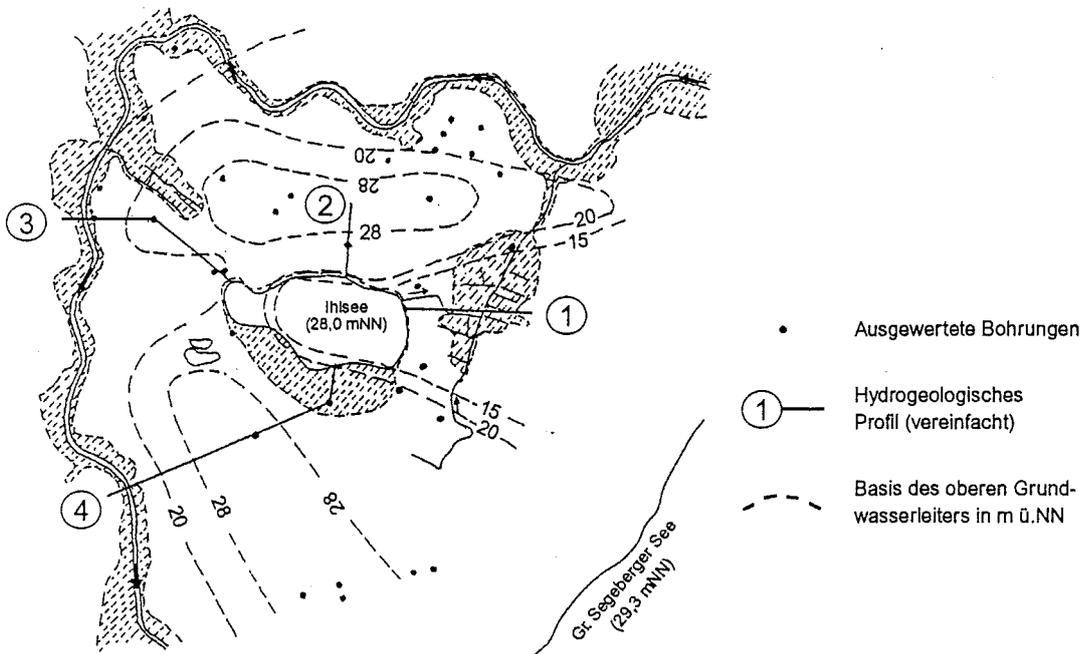
Das Seebecken ist in kuppige Moränenlandschaft der Weichselvereisung eingebettet. Der Untergrund wird hauptsächlich aus pleistozänen Sanden in Wechsellagerung mit Geschiebemergelabfolgen gebildet. Um den Grundwasserzu- und -abstrom zu erfassen, waren Untersuchungen über den üblichen Rahmen hinaus erforderlich. In Zusammenarbeit mit dem Projektzentrum Ökosystemforschung der Universität Kiel wurden vorhandene Daten des aus dem Betrieb genommenen Wasserwerks Ihlsee, über Hauswasserbrunnen in der Umgebung des Sees sowie von mehreren Untersuchungen über Grundwasserschadensfälle zusammengetragen und ausgewertet. Basierend auf dieser Datengrundlage wurden in der Zeit vom 6. bis 13. Dezember 1993 insgesamt 11 Sondierbohrungen niedergebracht, wovon 10 zu Grundwassermeßstellen ausgebaut wurden (s. Tab. 2). Zusammen mit 10 weiteren Meßmarken an Oberflächengewässern wurden die Meßstellen zu NN eingemessen. Am 18. Januar 1994 fand die erste Stichtagmessung statt. Anhand dieser Daten wurde ein Grundwassergleichenplan für das oberflächennahe Grundwasser in der Umgebung des Ihlsees unter Einbeziehung der Oberflächengewässer bis zur Trave bzw. zum Großen Segeberger See konstruiert.



Abb. 3: Das oberirdische und unterirdische Einzugsgebiet des Ihlsees



Das Grundwasser-Einzugsgebiet des Ihlsees (Bad Segeberg)



Hydrogeologische Verhältnisse im oberen Grundwasserleiter

Abb. 4: Das unterirdische Einzugsgebiet des Ihlsees

Mit Hilfe des analytischen Grundwassermodells TWODAN (Two-Dimensional Analytic Groundwater Flow Model der SCIENTIFIC SOFTWARE GROUP (1994)) der Universität Kiel wurde dann Lage und Fläche des unterirdischen Einzugsgebietes ermittelt (s. Abb. 4).

Als Randbedingungen fungieren im Modell der mittlere Wasserstand der Trave (+ 23,50 m NN), der Ablauf des Ihlseees, der von seinem südlichsten Punkt mit + 28,00 m NN linear zur Trave hin abfällt, der Große Segeberger See mit einem mittleren Wasserstand von + 29,20 m NN, die Regenrückhaltebecken im Südwesten des Ihlseees mit + 28,50 m NN und der Ihlsee mit einem mittleren Wasserstand von + 28,00 m NN.

Die mittlere Grundwasserneubildung der Sektoren 2 und 5 wurde auf 360 mm/a geschätzt. Wegen einer anteiligen Versiegelung der Flächen im Bereich Kleinniendorf (Sektor 4) wurde die mittlere Grundwasserneubildung dort mit 180 mm/a eingegeben. Infolge einer erhöhten aktuellen Verdunstung und eines erhöhten Abflußbeiwertes wurde für das südliche Feuchtgebiet in Sektor 5 ebenfalls mit diesem Wert gerechnet. Damit ergibt sich eine mittlere Grundwasserneubildung im 63 ha großen unterirdischen Einzugsgebiet (ohne Seefläche) von ca. 175000 m<sup>3</sup>/a.

Aus geologischen Bohraufschlüssen und Siebanalysen wurden folgende hydrogeologische Parameter abgeleitet: die Basis des zwischen Trave und Ihlsee verbreiteten, nicht abgedeckten oberen Grundwasserleiters befindet sich bei + 15 m NN. Eine Ausnahme bilden die in Abb. 4 eingetragenen Aufwölbungen des Geschiebemergels im Norden und Süden des Ihlseees, wo die grundwasserführende Mächtigkeit auf bis zu 80 % reduziert eingegeben wurde. Mit einem mittleren  $k_f$ -Wert von  $1,2 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$  entspricht die Durchlässigkeit im Grundwasserleiter einem für glazifluviale Schmelzwassersande üblichen Wert. Die Simulation ergab, daß das mittlere unterirdische Einzugsgebiet eine Größe von ca. 63 ha (ohne Seefläche) erreicht und ein Abstrom von Grundwasser sowohl in westlicher als auch in östlicher Richtung erfolgt. Die Auswertung von Simulationsergebnissen sowie Berechnungen zu hydrogeologischen Durchflußprofilen mit den aus Grundwasserständen ermittelten Gradienten ergaben, daß sich die im westlichen Sektor 1 und im östlichen Sektor 3 unterirdisch abströmenden Wassermengen wie 1:3 verhalten.

Im nördlichen Sektor 2 und in den südlichen Sektoren 4 und 5 speist das Grundwasser den Ihlsee. Die in Abb. 4 dargestellte Aufteilung des unterirdischen Einzugsgebiets in Sektoren wurde gewählt, um den innerjährlichen Gang der Wasserbilanzen mit den dazugehörigen diffusen Stoffeinträgen über die Uferzone in den Ihlsee abschätzen zu können. Hierbei muß betont werden, daß in der Natur sowohl die Grundwasserneubildung als auch die Grenzen der unterirdischen Teileinzugsgebiete saisonalen Veränderungen unterliegen werden.

Tab. 2: Grundwassermeßstellen am Ihlsee

Sondierung	Ort	Rechts	Hoch	Basis 1.	Filter	Meßpunkt
				Wasserleiter		
				[m u. Gel]	[m u. Gel]	[NN+m]
S1	nähe Ablauf	358584	598196	16,3	3,2-4,2 9,2-10,2 15,2-16,2	31,70
S2	Straße nördlich See	358549	598214	5,1	3-5	31,44
S3	Nordwest-Ecke	358485	598202	16,7	6,7-7,7 10,7-11,7 15,7-16,7	35,02
S4	an den Regenrückhaltebecken	358494	598172	3,8	1-2 3-4	30,10
S5	Wanderweg süd. See	358541	598137	1,9	1-2	29,74
S6	Straße am Strandbad	35871	598143	4,5 / 13,3	0,5-1,5 3,5-4,5	29,91
S7	Siedlung südöstlich See	358594	598130	9,2	2,7-3,7 8,2-9,2	33,23
S8	im Wald nordöstlich	358588	598239	12,9	10,2-11,2 12,2-13,2	36,53
S9	Niederung nordwestlich	358456	598229	5,4 trocken	8,2-10	32,28
S10	Haltestelle Kleinniendorf	358504	598124	4,5	3,5-4,5	33,77
S11	höchster Punkt nördlich	358513	598233	11,1 trocken	kein Ausb.	41,57

### 4.3 Die Wasserhaushaltsgrößen

#### Niederschlag

Der an der Klimahauptstation in Wahlstedt gemessene Niederschlag wird für das Einzugsgebiet des Ihlsees als repräsentativ angesehen. Aus der folgenden Tabelle sind die Niederschlagsmengen ersichtlich.

Tab. 3: Niederschlagsmengen der Station Wahlstedt des Abflußjahres 1994 - 1995 und langjähriges Mittel von 1961 - 90 in mm

Monate	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	Wi	So	Ja	%
1994	44	182	133	34	142	58	43	66	55	159	114	58	593	495	1088	136
1995	68	170	149	126	78	48							639			
1961/90	83	79	70	45	58	50	51	70	83	70	70	69	385	413	798	100

Trotz des heißen Sommers im Juli und Anfang August muß 1994 mit einem Jahresniederschlag von 1088 mm den feuchten Jahren zugeordnet werden (s. Tab. 3). Der Jahresnie-

erschlag betrug 136 % des langjährigen Mittels. In Abb. 5 sind die monatlichen Abweichungen des Niederschlags vom langjährigen Mittel ersichtlich.

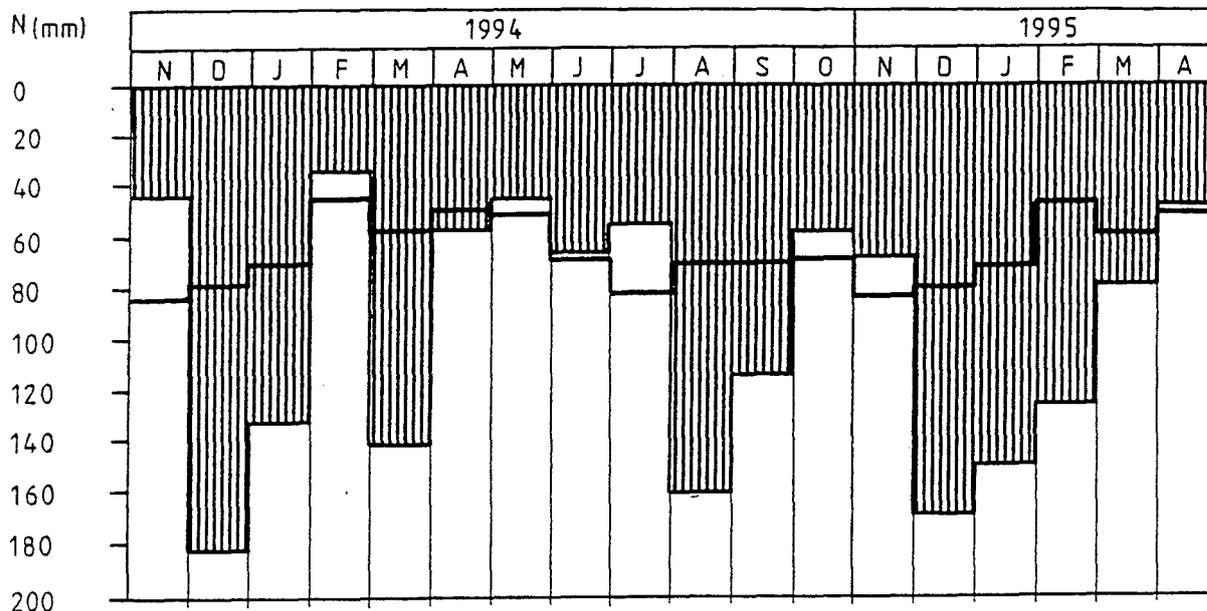


Abb. 5: Abweichung des monatlichen Niederschlages 1994/95 vom langjährigem Mittel 1961-1990 der Station Wahlstedt

### Lufttemperatur

Aus den mehrmals täglich in Wahlstedt gemessenen Lufttemperaturen wurde die mittlere Monatstemperatur errechnet und in Tab. 4 dem langjährigen Mittel gegenüber gestellt.

Tab. 4: Mittlere Monatstemperaturen der Station Wahlstedt und das langjährige Mittel 1961-90

Monate Jahre	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	Wi	So	Ja
1994	0,7	3,0	3,4	-1,4	4,8	8,4	12,1	14,4	21,1	17,2	12,8	7,4	3,2	14,2	8,7
1995	7,0	3,8	0,8	4,6	3,3	7,7							4,5		
1961/90	4,7	1,4	0,0	0,5	3,1	6,8	11,7	15,2	16,4	16,2	13,0	9,3	2,8	13,6	8,2

Die drei Halbjahre waren im Vergleich überdurchschnittlich warm. Der Monat Juli 1994 erreichte mit 21,1 °C einen um 4,7 °C höheren Wert als das langjährige Mittel.

### Verdunstung

Die mit Hilfe eines CLASS A Tanks gemessene potentielle Verdunstung der Station Quaal, sowie die nach PENMAN errechneten Werte sind in Tab. 5 zusammengestellt.

Tab 5: Die gemessenen Verdunstungswerte der Station Quaal (CLASS A) und die errechneten Verdunstungswerte nach PENMAN sowie deren langjährige Mittel 1977/1994

Monate Jahre	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	Wi	So	Ja
Class A 94	-	-	-	-	-	59	89	88	137	92	35	26	-	467	-
Class A 95	-	-	-	-	-	54	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PENMAN 94	6	5	9	14	32	56	83	89	129	78	36	25	122	440	562
PENMAN 95	11	7	11	19	38	59	-	-	-	-	-	-	145	-	-
PEMNAV 77/94	10	6	7	13	30	50	85	83	89	71	41	22	115	392	507
CLASS A 77/94	-	-	-	-	-	49	85	85	98	79	39	21	-	406	-

Aufgrund der hohen Temperaturen im Sommer 1994 lag auch die Verdunstung im Untersuchungsjahr überdurchschnittlich hoch.

### Wasserstände

Die Wasserstände des Ihlsees werden seit 1972 kontinuierlich beobachtet. Während des Untersuchungszeitraumes wurden diese durch ein am Ablauf befindliches Wehr künstlich beeinflusst. Dieses Wehr war auf eine Höhe von 27,91 m ü. NN eingestellt.

Der niedrigste Wasserstand im Abflußjahr 1994 wurde mit 27,72 m und der höchste mit 28,22 m ü. NN gemessen. Der mittlere Wasserstand betrug 27,98 m ü. NN. Der niedrigste Wasserstand in der langjährigen Reihe von 1972 bis 1990 betrug 27,13 und der höchste Wert wurde mit 28,18 m ü. NN registriert. Daraus ergibt sich eine Wasserstandsschwankung von 105 cm.

Tab. 6: Mittlere Monatswasserstände im Abflußjahr 1994 und 1995 und das langjährige Mittel 1972-1990

Jahre	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	Wi	So	Ja
1994	27,99	28,09	28,20	28,08	28,07	28,09	27,99	27,94	27,85	27,75	27,86	27,85	28,09	27,87	27,98
1995	27,90	28,02	28,11	28,14	28,00	27,95							28,02		
1972-90	27,65	27,71	27,77	27,78	27,83	27,85	27,83	27,78	27,74	27,69	27,64	27,65	27,76	27,72	27,74

Aus der folgenden Abbildung sind die Wasserspiegelschwankungen aus den mittleren Tageswasserständen ersichtlich. Die Abbildung zeigt sehr deutlich, wie sehr der See mit seinen Wasserständen trotz Beeinflussung am Ablauf niederschlagsabhängig reagiert. Weiterhin ist die enge Wechselbeziehung zwischen Grundwasser- und Seewasserstand zu erkennen.

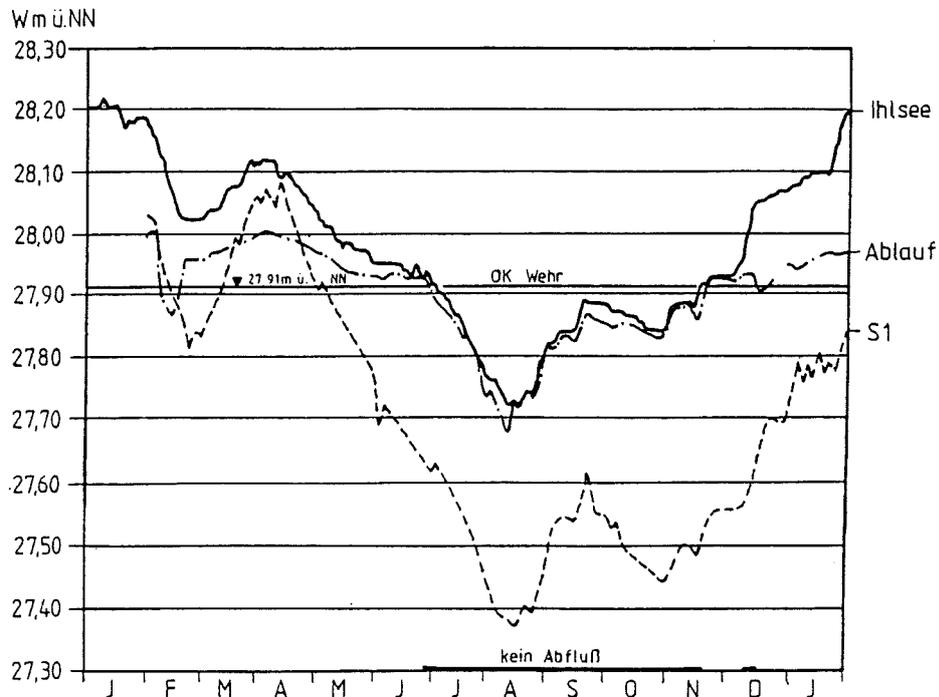


Abb. 6: Mittlere Tageswasserstände des Ihlsees, des Abflusses und der Grundwassermeßstelle S1 1994 in m ü. NN

### Zu- und Abflüsse

Der Ihlsee hat keine nennenswerten oberirdischen Zuflüsse, lediglich die im Sommer und Herbst trockenfallenden Entwässerungsgräben im südlichen Bruchwald. Diese wurden mengenmäßig nicht erfaßt.

Am künstlich beeinflussten Ablauf wurde mit Hilfe von Einzelmessungen der Abfluß ermittelt. In den Sommermonaten Juli bis Oktober erreichte der Wasserstand nicht die Wehrhöhe und es kam somit zu keinem Abfluß. In Tab. 7 sind die Abflußmengen für 1994 zusammengestellt.

Tab. 7: Monatliche Abflußmengen des Ihlsees gemessen ab Ablauf (\* errechnet durch  $\Delta W_{\text{see}}$ )

Monate 1994	J*	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Wi	So	Ja
10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	33,6	59,0	61,6	65,4	23,3	5,9	0	0	0	0	0,4	10,5			259,7
A mm	41	73	76	81	29	7	07	0	0	0	1	13			321

#### 4.4 Die Wasserbilanz

Trotz der stark eingeschränkten Datengrundlage wurde versucht, die Wasserbilanz für den Ihlsee nach Monaten aufzuschlüsseln. Da die unterirdischen Zu- und Abflüsse nur mit Hilfe eines Modells abgeschätzt werden können, die Zuflüsse über die Entwässerungsgräben nicht vorliegen und die Registrierung des Oberflächenabflusses über mehrere Wochen Lücken aufweist, waren umfangreiche Auswertungen für einzelne Witterungsperioden sowie ein Abgleich mit mittleren Bilanzwerten notwendig, um den innerjährlichen Gang der einzelnen hydrologischen Komponenten zu erfassen. In Anbetracht der Unsicherheit der Eingangsdaten wurde beim Ausgleich der monatlichen Bilanzen ein mittlerer Fehler von +/- 20 mm zugelassen.

Die Ergebnisse der monatlichen Bilanzierung sind in Tab. 8 und Abb. 7 zusammengestellt. Ausgeprägte saisonale Abhängigkeiten zeigen die Verdunstung (Evaporation) des Sees mit deutlichem Maximum im Juli, der oberirdische Abfluß vom Winter bis in das späte Frühjahr in Abhängigkeit vom Seewasserstand, der Zufluß von Grundwasser zum See mit einem Maximum im März und April und der Zufluß der im Sommer trockenfallenden Entwässerungsgräben im südlichen Bruchwald. Der Abstrom von Seewasser ins Grundwasser ist, wie Wasserstandsmessungen und Simulationsergebnisse belegen, dagegen relativ ausgeglichen.

Tab. 8: Wasserbilanz des Ihlsees für das Jahr 1994 (alle Angaben in mm für eine Seefläche von 28 ha)

Monat	P	$\Delta S$	EP	Ao	ZuGw	ZoGwG	ZoPG	Au
Zu-/Abfluß	(+)	(-/+)	(-)	(-)	(+)	(+)	(+)	(-)
Januar	132	-20	3	155	50	10	6	55
Februar	34	-170	3	233	80	30	2	55
März	142	90	8	188	115	75	15	50
April	58	-70	48	233	115	70	4	60
Mai	43	-90	56	84	75	10	0	50
Juni	66	-20	61	30	30	0	0	45
Juli	55	-170	138	0	10	0	1	70
August	159	70	78	0	10	0	2	45
September	114	50	34	0	10	0	2	40
Oktober	58	-10	28	0	10	0	0	45
November	68	60	6	9	25	5	1	45
Dezember	170	150	3	42	40	10	4	45
<b>Summe</b>	<b>1099</b>	<b>-130</b>	<b>467</b>	<b>974</b>	<b>570</b>	<b>210</b>	<b>37</b>	<b>605</b>

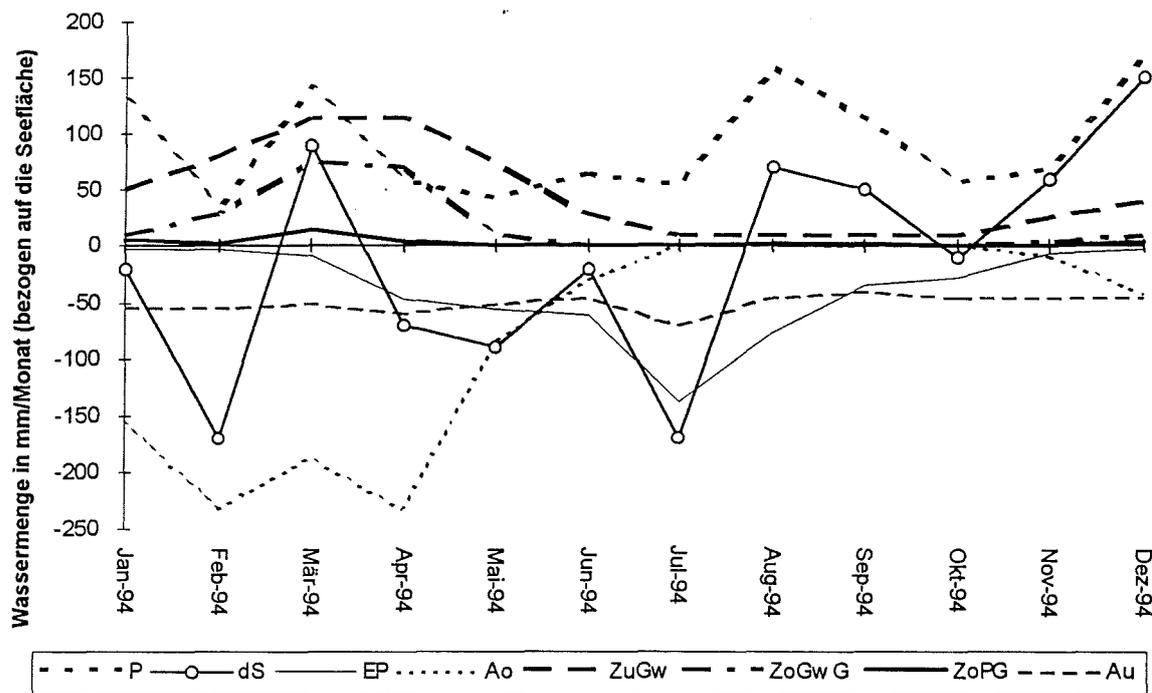
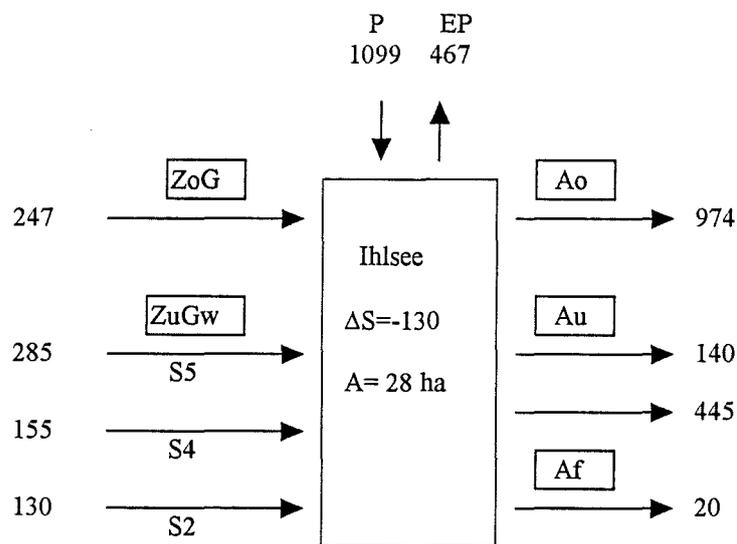


Abb. 7: Monatsmittel der Wasserhaushaltskomponenten des Ihlsees 1994 (Datenquellen sind: Niederschlag vom Deutschen Wetterdienst (DWD Station Wahlstedt), Seewasserstand, oberirdischer Abfluß und Grundwasserstände vom LW, Evaporation (Übernahme vom Belauer See), Grundwasserstände im südlichen Bruchwald und simulierte Grundwasserstände vom Projektzentrum Ökosystemforschung der Universität Kiel)



**Legende:** Ao = oberird. Abfluß; Au = unterird. Abfluß; Af = nicht erf. Abfluß; EP = Evapotranspiration der Seeoberfläche; P = Niederschlag; ZoG = oberird. Speisung aus Entwässerungsgräben; ZuGw = unterird. Grundwasserspeisung;  $\Delta S$  = Differenz des Seewasserstandes zwischen 1.1.1994 und 31.12.1994, S2; S4, S5 = Sektoren des unterirdischen Einzugsgebietes, ZoGwG = GW-speisung über die Entwässerungsgräben; ZoPG = Zufluß von Niederschlagswasser aus den Entwässerungsgräben

Abb. 8: Jahreswasserbilanz für den Ihlsee 1994 (alle Angaben in mm für eine Seefläche von 28 ha)

In Abb. 8 sind die Jahressummen der einzelnen Komponenten der Wasserbilanz vom Niederschlag bis zum Abfluß dargestellt. 1994 sind 247 mm über die Entwässerungsgräben und 570 mm über das Grundwasser zugeflossen. 1099 mm Niederschlag sind auf die Seefläche gefallen. Abgeflossen sind 974 mm oberirdisch und 585 mm unterirdisch. 20 mm wurden nicht erfaßt. Verdunstet sind 467 mm. Zusammengerechnet sind also 1916 mm oder 536.480 m<sup>3</sup> zugeflossen und 2046 mm oder 572.880 m<sup>3</sup> abgeflossen. Bei einem Seevolumen von ca. 2.150.000 m<sup>3</sup> beträgt die theoretische Aufenthaltszeit also ca. 3,8 Jahre.

#### 4.5 Die hydrologischen Verhältnisse im südlichen Bruchwald

Um die hydrologische Situation des Bruchwaldes auch in seinem ufernahen Bereich beschreiben zu können, wurden zusätzlich zu den drei Grundwassermeßstellen S4 - S6 fünf Beobachtungsrohre I 1 - 5 im zentralen Bruchwald zwischen der Uferlinie und den Entwässerungsgräben eingebracht (s. Abb. 9).

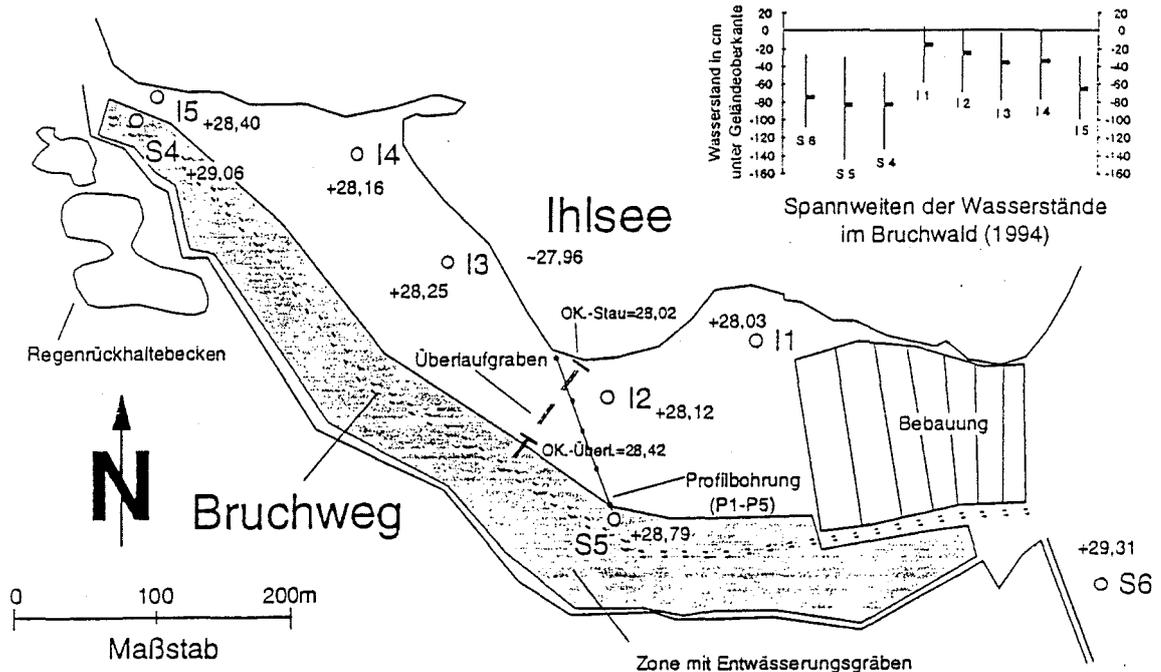


Abb. 9: Lage der Grundwasser-Beobachtungsrohre im Bruchwald (Höhe der Geländeoberfläche in m ü. NN)

Den gesamten südlichen Teil des Bruchwaldes durchziehen 104 Entwässerungsgräben (MARTENSEN 1994), die um 1905 angelegt wurden. Diese Gräben führen nur im Winterhalbjahr oder bei intensiven Sommerniederschlägen kurzfristig Wasser.

In Abb. 10 sind die wenigen im Bruchwald gemessenen Wasserstände im Vergleich zum Seewasserstand dargestellt. Es ist zu erkennen, daß die Wasserstände im zentralen Bruchwald im Sommer deutlich unter dem Seespiegel liegen und nur im Winter, bei hohen Wasserständen, der Bruchwald direkt über die Gruppen in den See entwässert wird, da die Gruppen an ihrer tiefsten Stelle nur knapp unter + 28 m NN liegen.

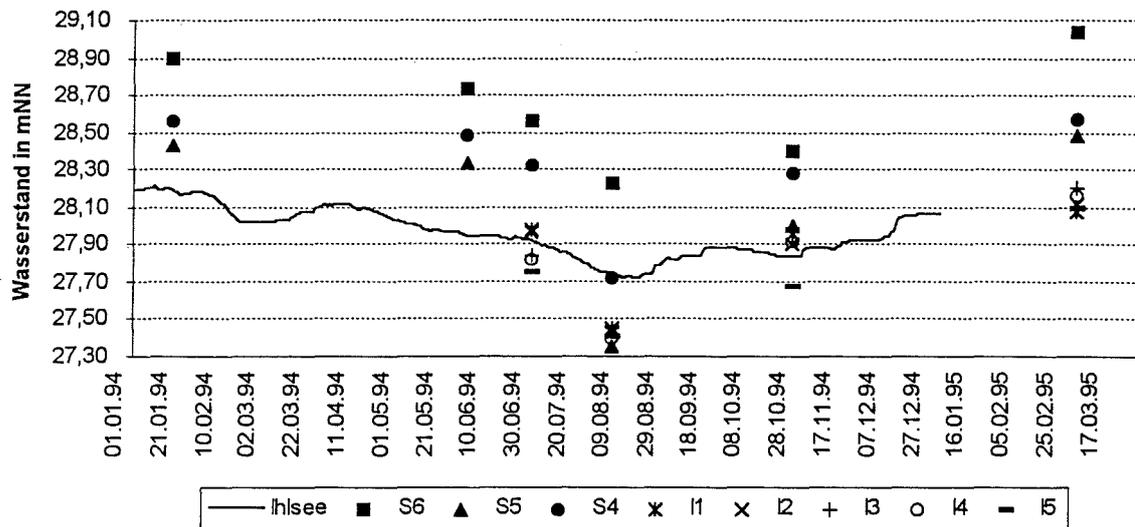


Abb. 10 : Grundwasserstände im Bruchwald

Um Aussagen über die Wirkung der Gräben bzw. über die Auswirkungen eines eventuellen Verfüllens der Gräben treffen zu können, wurden die Grundwasserströmungsverhältnisse im Bruchwald mit dem Finite-Differenzen-Modell FLONET (Two-Dimensional Steady-State Groundwater Model der SCIENTIFIC SOFTWARE GROUP (1994)) als Vertikalschnitt simuliert. Grundlage dieser Simulation bilden die aus TWODAN errechneten mittleren Zustrommengen, Wasserstandsmessungen im Bruchwald und einige Bohrungen entlang eines Transektes im Bruchwald zwecks Bestimmung der geologischen Verhältnisse.

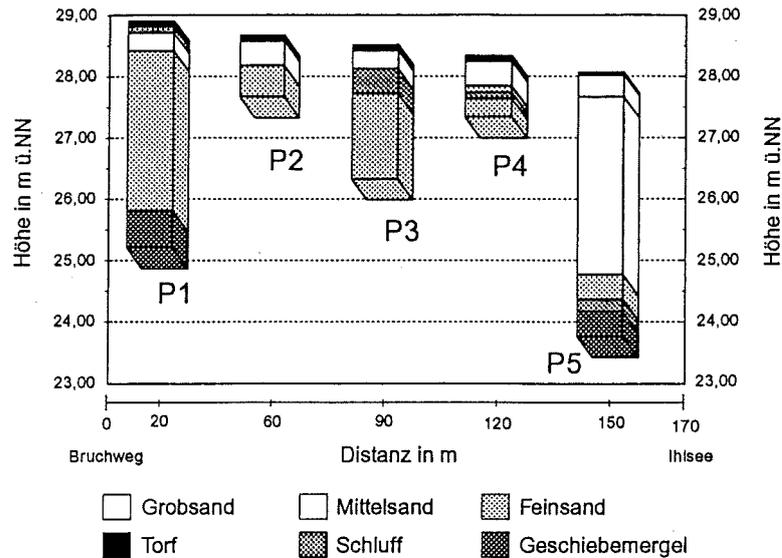


Abb. 11: Die geologischen Lagerungsverhältnisse an einem Transekt durch den südlichen Bruchwald des Ihlsees

Abb. 11 zeigt die variablen Lagerungsverhältnisse im Bruchwald. Gut durchlässige Sande, von lokalen Stauhorizonten unterbrochen, bilden den oberen Grundwasserleiter, der im Mittel ca. 2,5 m mächtig ist. Darunter folgen Schluffe und Horizonte aus Geschiebemergel mit geringen Durchlässigkeiten.

Wie schon erwähnt, sind die Verhältnisse im Bruchwald durch Gegensätze zwischen Sommer und Winter bestimmt. Ein Verfüllen der Gräben, um den Stoffrückhalt zu erhöhen, hätte im Sommer nur geringe Auswirkungen auf die Wasserstände des Bruchwaldes, da die Grundwasserstände unterhalb der Grabensohle liegen. Bei hohen Grundwasserständen sieht die Situation etwas anders aus. Das südlich des Bruchwaldweges aus dem Hang der Einzugsgebietssektoren 4 und 5 (Abb. 4) austretende Grundwasser wird nur teilweise vom Grabensystem abgeführt. Der Zustand der kaum instandgehaltenen Gräben und die lokalen Senken führen besonders im Frühjahr zu starken Vernässungserscheinungen mit Überstau von Teilflächen. Ein Verfüllen der Gräben hätte zu Folge, daß der Grad der Vernässungen mit Überstau besonders im südlichen und zentralen Teil des Bruchwaldes sowohl bezüglich der Fläche als auch der zeitlichen Dauer ansteigen würde. Der Bruchweg würde an vielen Stellen unter Wasser stehen. Mit Ausnahme von möglichem kurzfristigen Überstau-Abfluß in den See, würde der Landoberflächenabfluß gegenüber dem oberflächennahen Grundwasserabfluß reduziert werden.

## 5. Chemische Parameter des Grundwassers im Einzugsgebiet des Ihlsees

Um abzuschätzen, inwieweit das Grundwasser als mögliche Nährstoffquelle für den Ihlsee eine Rolle spielt, wurde die chemische Zusammensetzung des Grundwassers untersucht (s. Tabellen im Anhang). Dazu wurden viermal im Jahr Wasserproben aus dem oberen Grundwasserleiter entnommen. Mit Hilfe der gemittelten Konzentrationen und der berechneten Wassermengen wurde der Nährstofftransport in den Ihlsee ermittelt (s. Kap. 4.4 und 10.1).

Es stellte sich heraus, daß die Leitfähigkeit gegenüber dem See erhöht war. Es wurden je nach Meßstelle Werte von 300 bis 600  $\mu\text{S}/\text{cm}$  gemessen. Im See hingegen herrschte eine Leitfähigkeit von ca. 150  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (s. Kap. 5.3). Die Phosphorkonzentrationen waren jedoch sehr gering. Sie schwankten zwischen 0,015 und der Bestimmungsgrenze von  $< 0,005 \text{ mg/l P}$  und waren somit ähnlich niedrig oder sogar niedriger als im Seewasser.

Die Stickstoffkonzentrationen waren besonders nördlich und nordöstlich des Sees erhöht. An der Meßstelle S2 (s. Abb. 4) wurden sogar Werte bis zu 19  $\text{mg/l N}$  erreicht. Der Hauptanteil lag davon als Nitrat vor. Die Stickstoffkonzentrationen von den südlich gelegenen Meßstellen S4, S5 und S10 waren sehr viel niedriger. Ob die Bebauung (z.B. Düngung der Gärten) oder Punktquellen wie z.B. ein Misthaufen Einfluß auf das Grundwasser nehmen, ist so nicht zu klären und müßte gegebenenfalls näher untersucht werden.

## 6. Die physikalischen und chemischen Bedingungen im See

### 6.1 Temperatur

Aufgrund seiner Morphologie ist der Ihlsee im Sommer thermisch geschichtet. Im Januar betrug die Temperatur in der gesamten Wassersäule 2 °C. Diese erwärmte sich allmählich, und im Mai war eine Sprungschicht in 5 m Tiefe zu erkennen (s. Abb. 12 ). Das wärmere und somit leichtere Oberflächenwasser schichtet sich über das kältere und schwerer Tiefenwasser. Austauschprozesse zwischen Epi- und Hypolimnion waren somit nicht mehr möglich. Das Oberflächenwasser im Epilimnion erwärmte sich bis Juli aufgrund des heißen Sommers auf 26 °C. Das Tiefenwasser im Hypolimnion blieb bei 8 °C. Durch die Abkühlung der Wassertemperatur zum Herbst wurde die thermische Schichtung zerstört, und im November war die Wassersäule wieder voll durchmischt.

### 6.2 Sauerstoff-Haushalt

Der Verlauf der Sauerstoffkonzentration im Tiefenprofil über das Jahr steht im engen Zusammenhang mit dem thermischen Schichtungsverhalten des Sees. In geschichteten Seen macht sich die Sauerstoffzehrung besonders in den tiefen Wasserschichten bemerkbar, da das Plankton nach dem Absterben absinkt und in der Tiefe abgebaut wird. Da diese Zone während der Schichtungsperiode weder Kontakt mit der Atmosphäre hat, noch sich mit dem sauerstoffreichen Oberflächenwasser mischt, kommt es dort zunehmend zur Sauerstoffverarmung. Sauerstoffproduktion durch Photosynthese ist dort aufgrund von Lichtmangel nicht möglich.

Im Ihlsee war die Zeit der Sauerstoffverarmung im Tiefenwasser relativ lang (s. Abb. 13). Es ist jedoch dabei zu bedenken, daß der Sommer 1994 überdurchschnittlich warm und die Primärproduktion entsprechend erhöht war. Ende Juli konnte in 20 m Tiefe kein Sauerstoff mehr nachgewiesen werden. Diese sauerstofffreie Zone breitete sich bis Ende September bis in eine Höhe von 12 m aus. Danach verlagerte sich die Sprungschicht durch Abkühlung der Wassersäule nach unten und sauerstoffreiches Wasser gelangte in die Tiefe. Ende November waren über die ganze Tiefe fast wieder 90 % Sauerstoff vorhanden.

### 6.3. Leitfähigkeit, pH und Säurebindungsvermögen

Die Leitfähigkeit ist ein Anhaltspunkt für die Menge an gelösten Stoffen im Wasser. Im Ihlsee lag diese im Jahresverlauf im Durchschnitt unter 150  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , also sehr niedrig. Nur im September, am Ende der Schichtungsperiode wurden 190  $\mu\text{S}/\text{cm}$  aufgrund von Remineralisationsprozessen in der Tiefe gemessen. OHLE gab 1959 für den Ihlsee eine mittlere Leitfähigkeit von 111  $\mu\text{S}/\text{cm}$  an. Somit ist eine leichte Anreicherung mit Salzen in den vergangenen 35 Jahren zu erkennen.

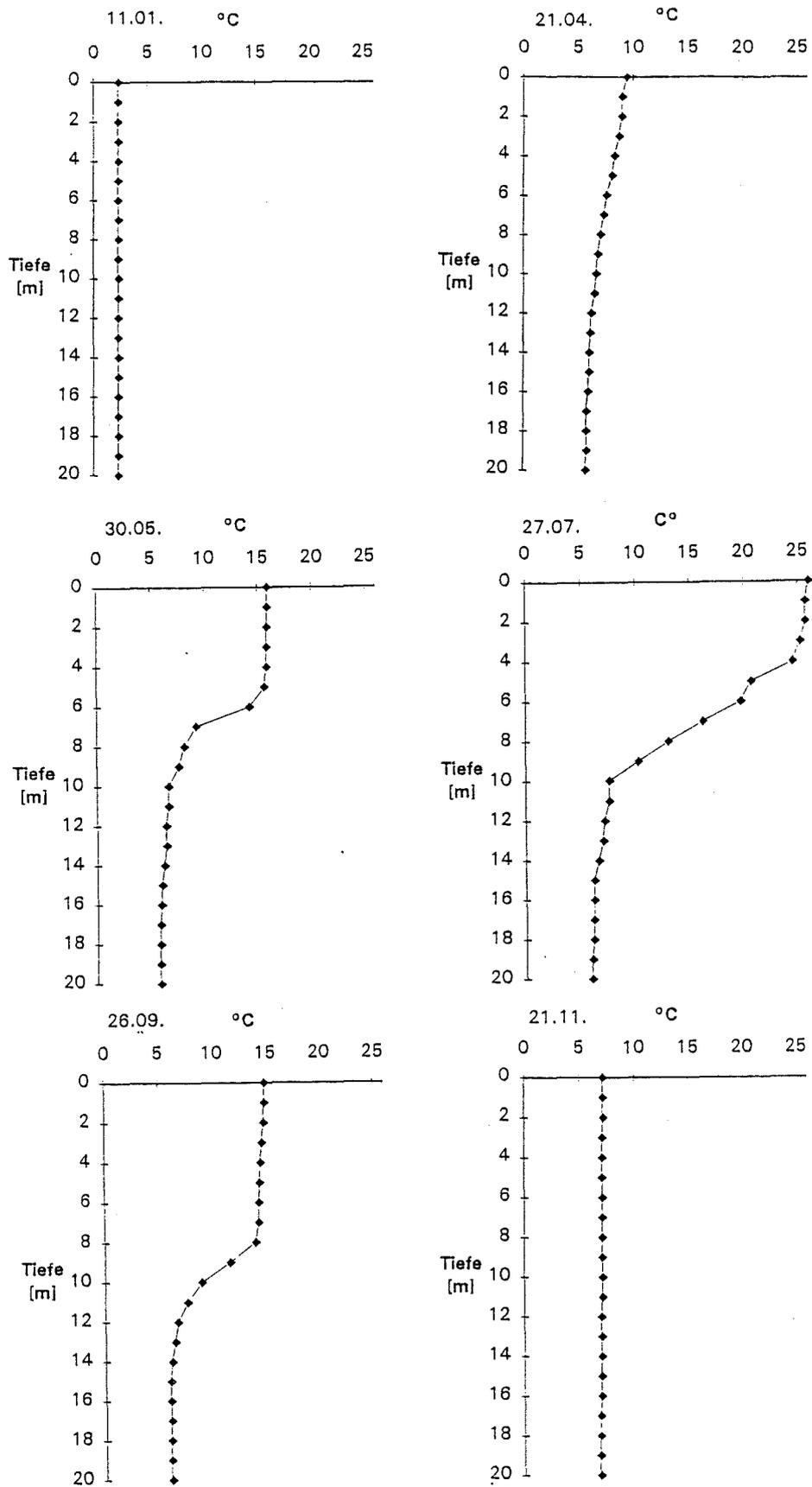


Abb. 12: Vertikalprofile der Temperatur [°C] im Ihsee an der tiefsten Stelle 1994

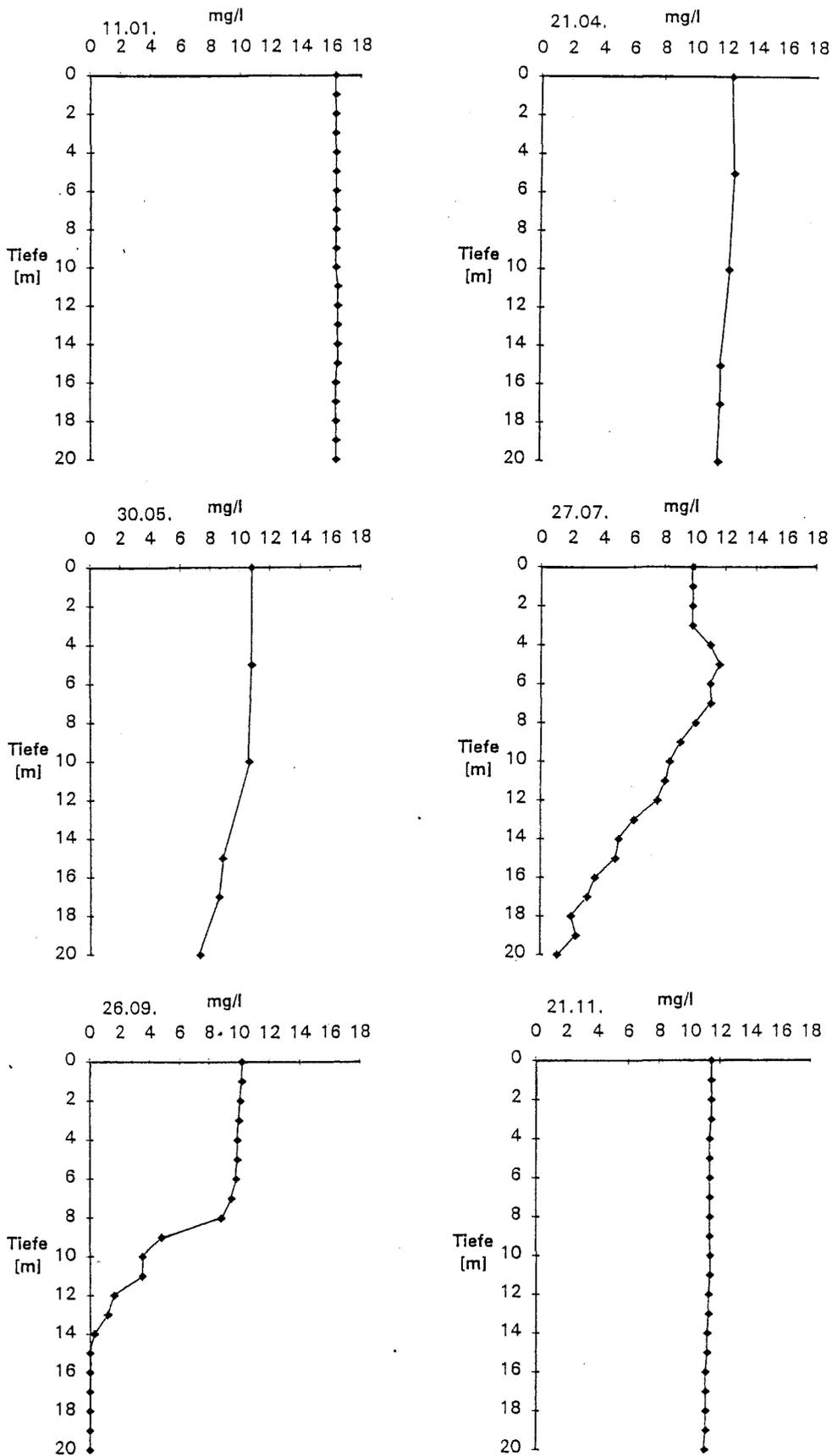


Abb. 13: Vertikalprofile der Sauerstoffkonzentrationen [ mg/l] in der tiefsten Stelle im Ihlsee 1994

Der pH-Wert des Ihlsees schwankt an der Oberfläche zwischen 7,3 im Winter und 8,4 im Juli. Diese niedrigen Werten zeigen die geringe Produktivität des Gewässers. Entzug von Kohlendioxid aus dem Wasser durch pflanzliche Produktion hat eine pH-Wert-Steigerung zur Folge. Der See ist schwach gepuffert. Die Menge an gebundener Kohlensäure wird als Alkalinität oder Säurebindungsvermögen gemessen. Es handelt sich dabei also um die Fähigkeit, Säuren ohne pH-Wert-Änderung zu binden (Pufferungsvermögen). Im Ihlsee wurde im Frühjahr 1994 ein Säurebindungsvermögen von 0,59 mmol/l festgestellt. OHLE stellte 1959 noch 0,32 mmol/l fest.

Der Ihlsee ist aufgrund des kalkarmen Sandbodens im Einzugsgebiet ein elektrolytarmes und auch kalkarmes Gewässer (15 mg/l Calcium). Beim Vergleich mit älteren Daten zeigt sich jedoch, daß die anthropogene Belastung im Laufe der Zeit eine Veränderung dieser chemischen Parameter bewirkt hat.

## 6.4 Sichttiefe

Die Sichttiefe ist ein Maß für die Transparenz des Wassers und verläuft somit gegenläufig zur Planktonentwicklung (s. Kap. 7.1). Die Sichttiefe steht deshalb eng mit den abiotischen Faktoren wie Temperatur, Sauerstoffgehalt und Nährstoffkonzentration in Zusammenhang.

Im Januar war die Sichttiefe im Ihlsee mit 7 m sehr hoch (s. Abb. 14). Ab März (im Februar war der See zugefroren) nahm sie aufgrund der Frühjahrsalgenblüte bis auf 4 m ab. Im Juni stellte sich ein Klarwasserstadium von wiederum 7 m ein. Danach nahm die Transparenz aufgrund der Sommeralgenblüte wieder ab. Doch obwohl der Sommer überdurchschnittlich warm und sonnig war, hielt sich die Phytoplanktonvermehrung in Grenzen.

Im Jahresmittel lag die Sichttiefe im Ihlsee bei 5 m. Diese Größenordnung ist typisch für einen nährstoffarmen See, wie z.B. auch den Selenter See.

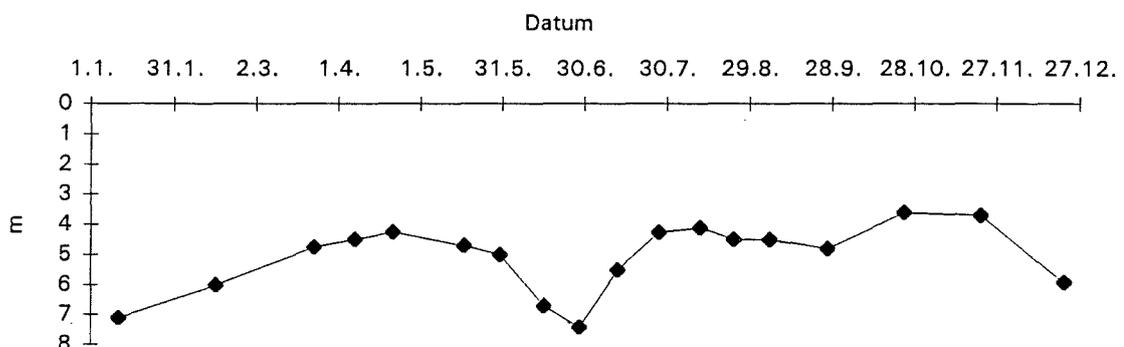


Abb. 14: Der Verlauf der Sichttiefe [m] im Ihlsee 1994

## 6.5 Stickstoff-Haushalt

Stickstoff ist wie Phosphor ein wichtiger Pflanzennährstoff. Da alle Stickstoffverbindungen intensiven biologischen Umsetzungen im See unterworfen sind, zeigen sie einen ausgeprägten Jahresgang. Außerdem werden die beiden wichtigsten mikrobiologischen Umsetzungsprozesse, Nitrifikation und Denitrifikation, von der Sauerstoffkonzentration gesteuert, so daß sich grundsätzliche Unterschiede zwischen Epi- und Hypolimnion ergeben.

Der **Gesamt-Stickstoff** lag zu Beginn des Jahres 1994 in der gesamten Wassersäule bei 0,55 mg/l N. In den Sommermonaten, zur Zeit der Schichtung, nahm dieser in 1 m Tiefe durch Sedimentation des organischen Materials um 0,1 mg/l N ab und lag bei 0,45 mg/l N. Im Hypolimnion hingegen lagen die Konzentrationen in der Zeit um 0,7 mg/l N und etwas darüber. Am 24.10., am Ende der Schichtungsperiode wurde in 20 m Tiefe der Höchstwert von 0,98 mg/l N gemessen. Im November, zur Zeit der Herbstzirkulation waren in der ganzen Wassersäule wieder 0,6 mg/l N vorhanden.

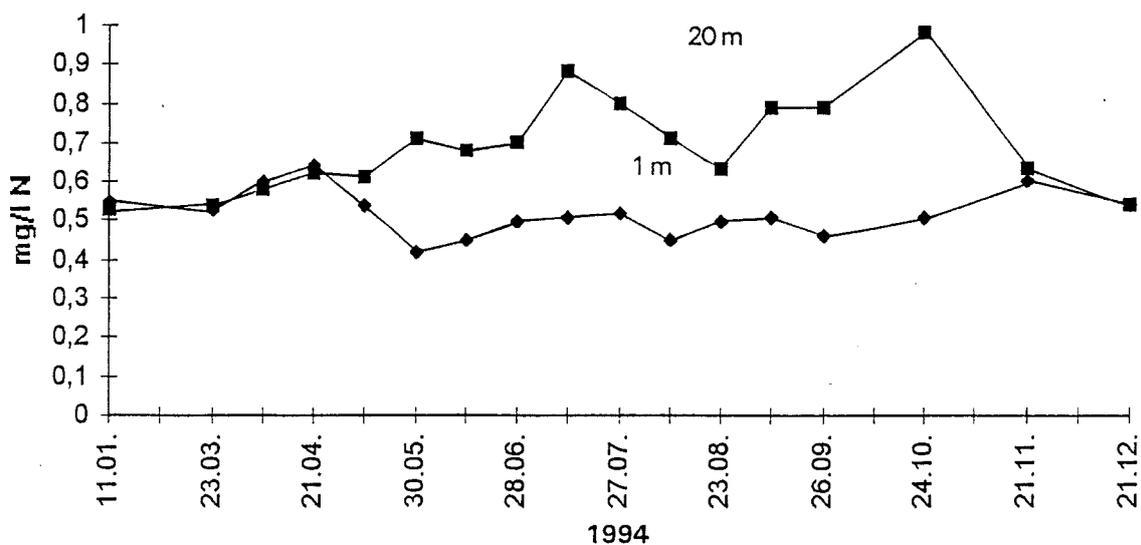


Abb. 15: Jahresgang der Gesamt-Stickstoffkonzentration [mg/l] in 1 und 20 m Tiefe im Ihsee 1994

**Nitrat**, die sauerstoffreiche Form des anorganischen Stickstoffes, ist, wie auch Ammonium, ein wichtiger Stickstofflieferant für die photoautotrophen Pflanzen. Im Ihsee lag Nitrat im Frühjahr in geringen Konzentrationen vor (Abb. 16). Im Januar wurden in allen Tiefenstufen 0,09 mg/l N gemessen. Bis April stieg die Konzentration auf 0,15 mg/l N an. Ab Ende Mai bis zum Ende des Jahres war Nitrat bis 5 m vom Phytoplankton bis unter die Bestimmungsgrenze von 0,05 mg/l N aufgezehrt. Eine zeitweilige Stickstofflimitierung kann deshalb nicht ausgeschlossen werden. In der Tiefe jedoch kam es aufgrund von Remineralisationsprozessen (Ammonifikation und Nitrifikation) zu einer Nitrat-Anreicherung. Im Juli wurden dort bis 0,35 mg/l N gemessen. Die dann anschließende Abnahme der Nitrat-Konzentration

im September beruhte auf Denitrifikationsprozessen, also der bakteriellen Reduktion von Nitrat zu  $N_2O$  bzw.  $N_2$ . Ab Oktober war Nitrat über alle Tiefen wieder unter der Bestimmungsgrenze.

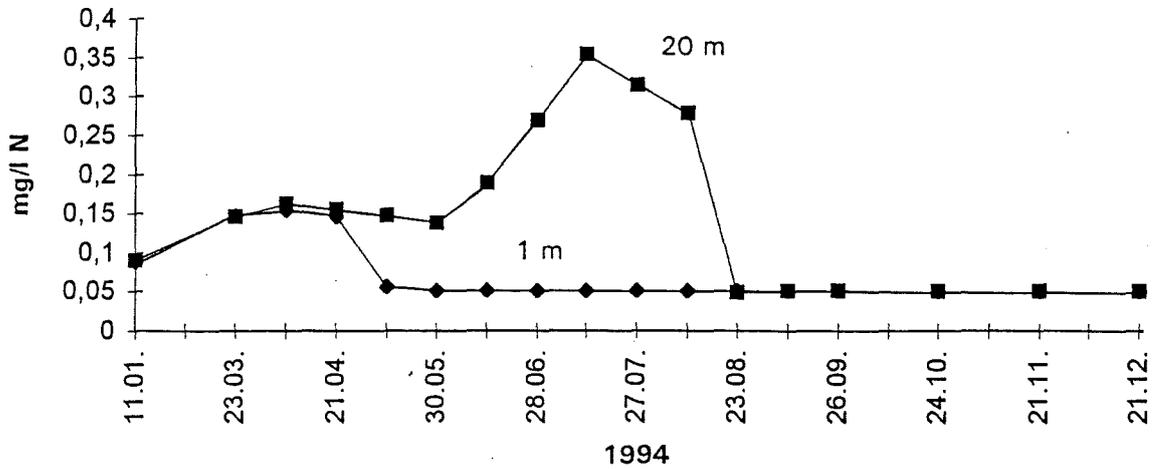


Abb. 16: Jahresgang der Nitratkonzentration [mg/l N] in 1 und 20 m Tiefe im Ihsee 1994

Der Pflanzennährstoff Ammonium ist ein Zerfallsprodukt von organischer Substanz, speziell von Eiweißen. Bei guten Sauerstoffbedingungen liegt Ammonium nur in geringen Konzentrationen vor.

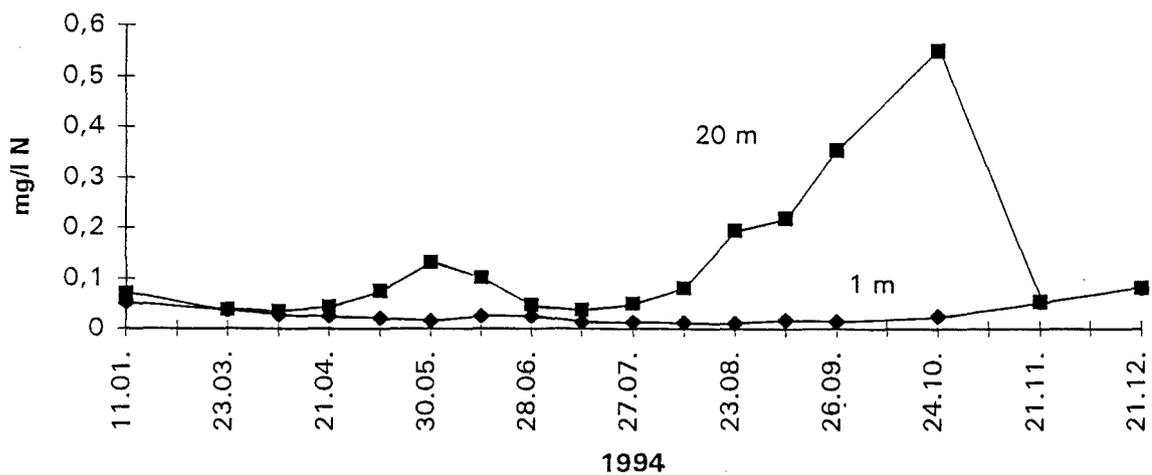


Abb. 17: Jahresgang der Ammoniumkonzentration [mg/l] in 1 und 20 m Tiefe im Ihsee 1994

Im Ihsee wurden im Januar über die ganze Tiefe um 0,06 mg/l  $NH_4-N$  gemessen (Abb. 17). Diese wurde bis zu einer Tiefe von 5 m am Ende der Vegetationsperiode fast bis zur Be-

stimmungsgrenze von 0,01 mg/l N aufgezehrt. Im Hypolimnion stieg die Konzentration von Ammonium hingegen an. Der Anstieg erfolgte bis Juli nur zögerlich, da die noch verhältnismäßig guten Sauerstoffbedingungen die Nitrifikation von Ammonium zu Nitrat zuließen. Im September und Oktober reicherte sich jedoch Ammonium aufgrund von Sauerstoffmangel in der Tiefe bis zu einer Konzentration von 0,55 mg/l N an. Nach der Herbstzirkulation war die Konzentration wieder in der gesamten Wassersäule bei 0,05 mg/l N.

## 6.6 Phosphor-Haushalt

Anorganische Phosphorverbindungen kommen im See natürlicherweise nur in geringen Mengen vor. Daher ist Phosphor als essentieller Pflanzennährstoff häufiger Minimumfaktor für das Algenwachstum als Stickstoff und die Eutrophierung der Seen beruht in erster Linie auf der Zunahme der Phosphate.

Im Januar war im Ihlsee über die ganze Tiefe um die 0,014 mg/l **Gesamtposphor** zu finden (s. Abb. 18). Bis Ende Mai stieg die Konzentration auf 0,048 mg/l P an. Verantwortlich könnten dafür erhöhte Nährstoffeinträge aus dem Einzugsgebiet des Sees sein. Jedoch ist dieser Anstieg beim nächsten Beprobungstermin nicht mehr nachweisbar. Im Juni, zur Zeit des Klarwasserstadiums, sank die Konzentration in der gesamten Wassersäule wieder auf Werte um 0,02 mg/l P. Eine Erklärung dafür könnte eine verstärkte Sedimentation von Biomasse (hauptsächlich Zooplankton) sein. In den nachfolgenden Monaten schwankte die Konzentration in 1 m Tiefe nur noch um wenige Mikrogramm.

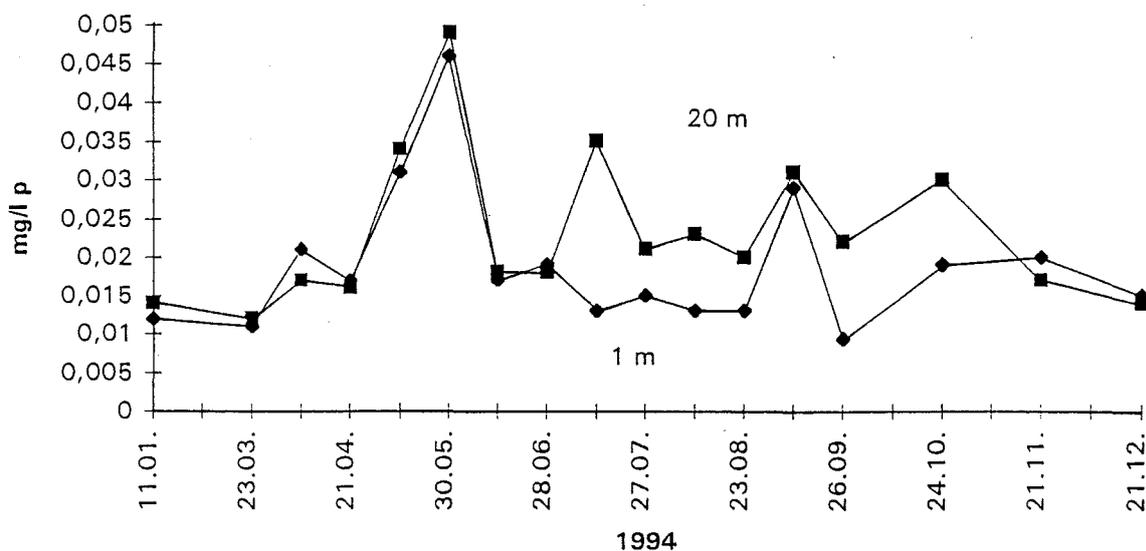


Abb. 18: Jahresgang der Gesamtposphorkonzentrationen [mg/l P] in 1 und 20 m Tiefe im Ihlsee 1994

Zu einer meßbaren Anreicherung von Phosphor in der Tiefe kam es jedoch kaum. Es ist also eher davon auszugehen, daß Phosphat in kurzgeschlossenen Kreisläufen schon in den oberen Wasserschichten mineralisiert und wieder vom Phytoplankton aufgenommen wird. Es wurde keine Phosphor-Rücklösung aus dem Sediment beobachtet, obwohl im August und September über Grund kein Sauerstoff zu messen war.

**Orthophosphat** lag fast das ganze Jahr hindurch unter der Bestimmungsgrenze von 0,005 mg/l P, d.h. bei diesen geringen Konzentrationen wird das freigesetzte Phosphat sofort wieder von den Algen und Bakterien aufgenommen. Dieser Umsatz des Phosphors erfolgt oft innerhalb weniger Minuten, so daß es im Wasser analytisch nicht nachzuweisen ist.

## 7. Lebensgemeinschaften im und am Ihlsee

### 7.1 Plankton

Das Plankton wurde im Auftrag des Landesamtes von Frau Dr. Heisig-Gunkel untersucht. Folgende Ausführungen stammen aus ihrem Bericht.

#### 7.1.1 Phytoplankton und Chlorophyll a

Die Phytoplanktonzusammensetzung des Ihlsees zeichnet sich im Untersuchungsjahr durch einen hohen Anteil an Blaualgen (Cyanobakterien) aus (s. Abb. 20). Im Januar spielten noch die Grünalgen (Chlorophyceen) eine Rolle, die überwiegend mit kokkalen und volvocalen Formen vertreten waren. Daneben fanden sich zu Jahresbeginn einige pennate Kieselalgen (Diatomeen) und Goldalgen (Chrysophyceen).

Ende März war das typische Planktonbild des Ihlsees bereits ausgebildet, das bis auf einige wenige Ereignisse während der gesamten Vegetationsperiode erhalten bleibt: die Cyanobakterien bilden den Hauptteil am Gesamtphytoplankton. Auffallend ist die qualitative Zusammensetzung der Blaualgenpopulation. Zu den Hauptvertretern gehören vier Arten von *Gomphosphaeria*. Daneben treten *Aphanothece clathrata*, *Microcystis incerta*, *M. aeruginosa* und *Chroococcus limneticus* auf. Diese kleinzelligen, chroococcalen Cyanobakterien haben bei knapper Phosphorversorgung aufgrund ihres günstigen Oberflächen/Volumenverhältnisses Konkurrenzvorteile gegenüber großzelligen Algenarten (STOCKNER & SHORTREED 1988).

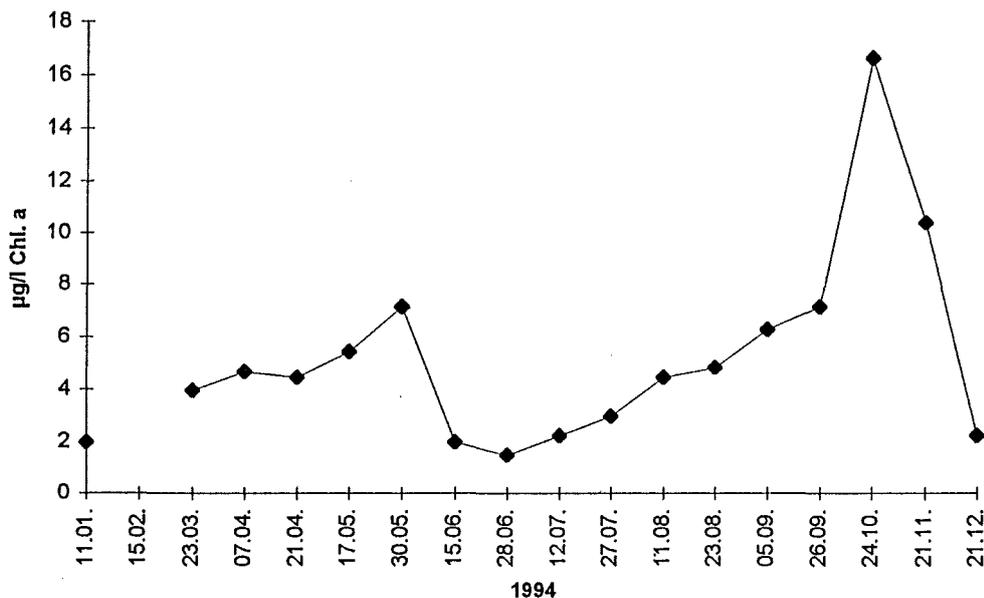


Abb. 19: Jahrgang der Chlorophyll a - Konzentration [µg/l] im Ihlsee in 1 m Tiefe 1994

Das Maximum der Frühjahrsalgenblüte fand sich Ende April mit einem 90 %igen Anteil an Blaualgen. Ende Mai brach die Population zusammen. Die Planktondichte blieb bis Ende September gering. Die Feualgen (Dinophyceen) mit *Ceratium hirundinella* wurden im Juli kurzzeitig dominant.

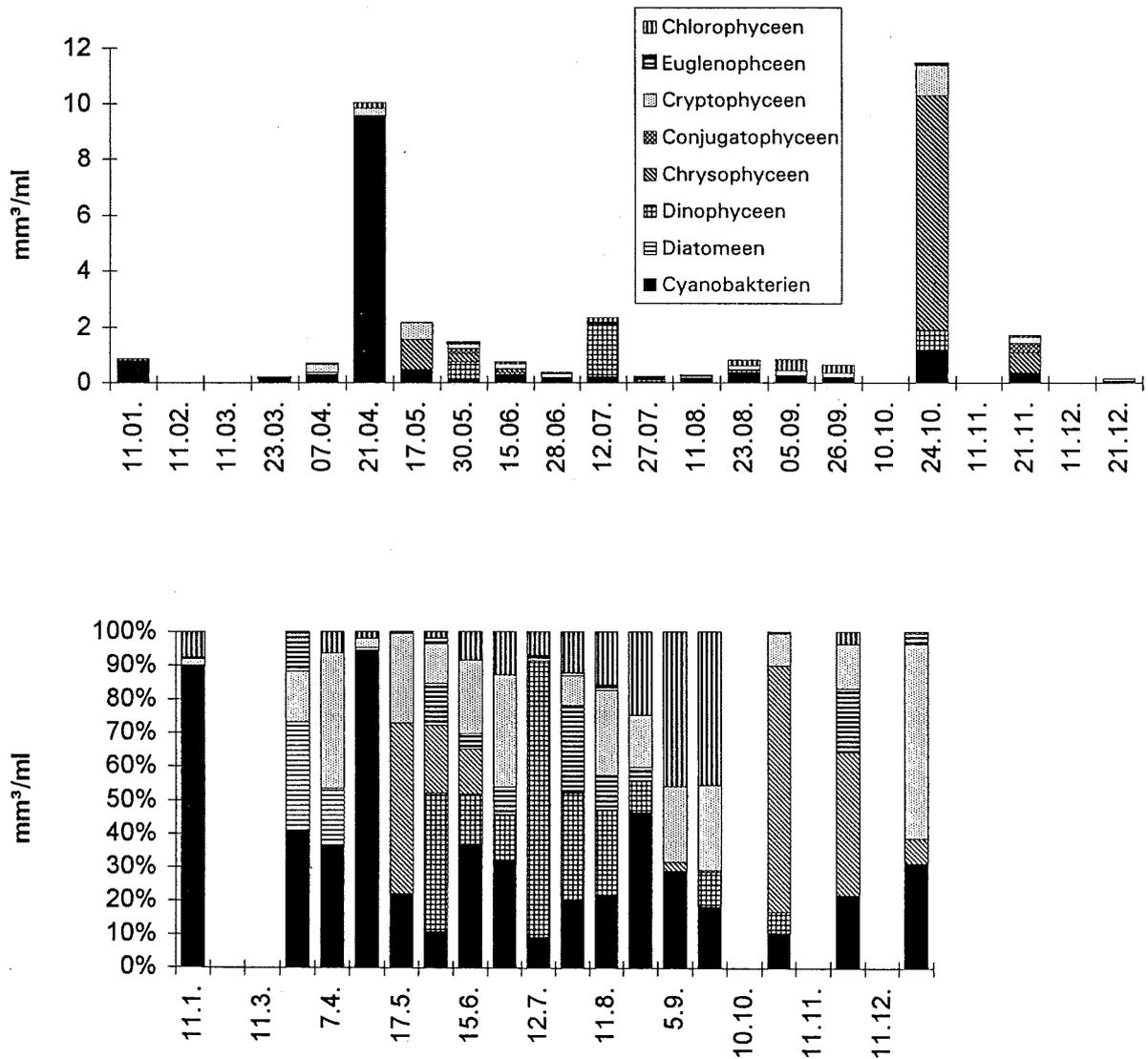


Abb. 20: Die Phytoplanktonentwicklung [ $\text{mm}^3/\text{l}$ ] im Jahresgang im Ihsee 1994 und in %- Anteilen

Im Oktober, zur Zeit der Herbstzirkulation, wies das Phytoplankton ein erhebliches Maximum auf. Dieses bestand neben Blaualgen hauptsächlich aus Chrysophyceen, vertreten mit der Gattung *Uroglena sp.*. Auch diese Art ist an geringe Phosphatkonzentrationen angepasst (LEHMAN 1976).

Ein Maß für die Biomasse des Phytoplanktons ist der Gehalt an Chlorophyll a. Am Anfang des Jahres war die Konzentration mit 2 µg/l sehr gering (s. Abb. 19). Sie stieg kontinuierlich bis Ende Mai auf 8 µg/l an. Im Vergleich zu anderen schleswig-holsteinischen Seen ist die Frühjahrsplanktonentwicklung im Ihlsee somit ähnlich niedrig wie im Selenter See. Zur Zeit des Klarwasserstadiums im Juni fiel die Chlorophyll-Konzentration wieder auf 2 µg/l. Das Phytoplankton vermehrte sich danach kontinuierlich bis zum Oktober. Am 24.10.1994, während der Herbstzirkulation, wurde eine Chlorophyll a-Konzentration von 18 µg/l gemessen. Im Dezember lagen die Werte wiederum bei 2 µg/l.

### 7.1.2 Zooplankton

Das Phytoplankton bildet zusammen mit dem Bakterienplankton die Nahrungsgrundlage für das filtrierende Zooplankton. Die kleinen Filtrierer begannen als erste im Jahr mit deutlichen Populationsanstiegen, dazu gehören die Rotatorien (Rädertiere) und die Nauplien der Copepoden (Hüpfelinge). Als Nahrung dient diesen Arten besonders das Bakterienplankton. Das Maximum im Mai wurde überwiegend durch einen enormen Populationsanstieg von *Kellikottia longispina* bewirkt, wobei 50 % der Population zu diesem Zeitpunkt Eier trugen. Die häufigsten Vertreter im Rotatorienplankton sind Arten aus verschiedenen Trophiestufen: von eher oligotrophe Verhältnisse liebend (*Kellikottia longispina*) bis in eutrophen Seen häufig zu findenden Formen (*Keratella cochlearis*).

Die Phyllopoden (Blattfußkrebse) entwickelten sich erst im April, am häufigsten fanden sie sich Mitte Juni mit einer Individuendichte von 13 Tieren/l. Die dominierenden Arten im Ihlsee sind *Daphnia longispina* und *Bosmina coregoni*, typische Vertreter nährstoffreicher Gewässer.

Bei der Populationsentwicklung der calanoiden Copepoden (filtrierende Hüpfelinge) ist auffallend, daß die Hauptentwicklungszeit in der ersten Jahreshälfte liegt. Die Entwicklung der cyclopoiden Copepoden (räuberische Hüpfelinge) verlief hingegen über vier Maxima im Jahresverlauf. Eine Abnahme der Dichte erfolgte wie auch bei den Calanoiden und den Phyllopoden nach dem Klarwasserstadium Mitte Juli.

Ciliaten (Wimperntierchen) und Thekamöben spielten im Ihlsee nur eine untergeordnete Rolle.

Die Individuendichte der Zooplankter war relativ niedrig. Grund dafür könnten die schlecht verzehrbaren koloniebildenden Blaualgen sein. Weiterhin könnte auch ein hoher Fischbestand und somit ein hoher Fraßdruck die geringe Häufigkeit der Plankter erklären.

## 7.2 Höhere Vegetation

### 7.2.1 Ufervegetation

Die Ufervegetation wurde im Auftrag des Landesamtes von Frau Susann Puck kartiert. Folgende Ausführungen stammen aus ihrem Bericht. Die vollständige Artenliste ist im Anhang zu finden.

Die heutige Situation der Ihlseeufer stellt sich folgendermaßen dar: Gut zwei Drittel der Ufer sind bebaut und nicht öffentlich zugänglich. Die zumeist großen, älteren Häuser und Villen ziehen sich am gesamten Nordufer und am südöstlichen Teil entlang. Dazwischen liegt am Ostufer das weitläufige Strandbad mit angrenzendem Restaurantbetrieb und Bootsverleih. Nur etwa ein Drittel der Uferlänge sind noch naturnah erhalten. Hier am Südwest- und Westufer finden sich ausgedehnte Bruchwälder, die schwer von Land aus zugänglich und außerdem abgezäunt sind.

Der Ihlsee kann aufgrund der angetroffenen Arten nicht mehr als oligotropher See eingestuft werden. Es scheint sich vielmehr in den vergangenen Jahren in einen mäßig eutrophen See verwandelt zu haben. Dies zeigt sich besonders innerhalb des Röhrichtgürtels, welcher vom Schilfrohr geprägt ist. Das Schilf erreicht zwar keine hohe Wachsrates und -dichte, es scheint jedoch in den letzten Jahrzehnten stetig in Ausbreitung begriffen zu sein. So sind am gesamten Ihlsee weitgehend geschlossene Röhrichtsäume entwickelt, die meist 3 bis 4 Meter breite, sehr häufig aber auch ausgedehntere Wuchszonen besetzen. Mit dem Schilf sind stellenweise Arten wie die Gelbe Schwertlilie, der Schmalblättrige Rohrkolben oder die Sumpfschilf vergesellschaftet. Diese Arten wären unter einem oligotrophen Nährstoffangebot vermutlich nicht am Ihlsee anzutreffen. Die ursprünglich wahrscheinlich weit verbreiteten Vorkommen des Schnabelseggen-Riedes anstelle der Schilfröhrichte sind heute auf Restbestände zusammengeschrumpft.

Auch der Schmalblättrige Rohrkolben, 1976 im Aufnahmejahr des ersten Seenberichtes des Landesamtes über den Ihlsee nur an einer Stelle am Nordufer angetroffen, scheint mittlerweile gute Wuchsbedingungen vorgefunden zu haben: Ein gut entwickeltes Rohrkolben-Ried erstreckt sich heute über längere Uferabschnitte und zeugt von einer guten Nährstoffversorgung des Seewassers bzw. des Sedimentes. Ein Schilfsaum ist am gesamten Nordufer in unterschiedlicher Breite erhalten geblieben, jedoch werden die Bestände zumeist stellenweise beschnitten bzw. entfernt, um auf jedem Privatgrundstück einen offenen Seezutritt zu ermöglichen. Einzelne Erlen, Moorbirken und Öhrchenweiden bilden zusammen mit den Ziergehölzen der Gärten den Baumbewuchs am Ufer. Eine Vielzahl kleinerer und größerer privater Bootsstege sind entlang des gesamten Nordufers vorhanden. Uferverbauungen sind in begrenztem Umfang durchgeführt worden.

Das Ostufer ist durch Privatgrundstücke und das Strandbad geprägt. Entlang des Bades fehlt jegliche natürliche Ufervegetation. Sowohl die Röhrichtzone wie auch die Unterwasser-

rasen sind verschwunden. Der als Liegewiese gepflegte Rasen ist ufernah im Überschwemmungsbereich durch Flutrasengesellschaften gekennzeichnet. Arten wie das Kriechende Straußgras, der Weißklee, das Niederliegende Mastkraut, die Glieder-Binse und die Zarte Binse sind dort häufig.

Im Süden ist ein größerer Bootssteg in den See hinaus gebaut worden. Hier sind private Ruderboote und Ruder-, Paddel- und Tretboote des Bootsverleihs festgemacht. In dieser Bucht finden sich Seggenarten als Röhrichtbildner. Vermutlich werden die Seggenbestände hier gemäht, um vom Restaurant einen freien Blick auf den See genießen zu können. Das Mähgut wird ufernah aufgeschichtet und verrottet dort.

Der anschließende Uferbereich ist wiederum gekennzeichnet durch bebaute, schmale Grundstücke. Jedes Grundstück hat einen Seezugang, teilweise sind kleine Einzelstege vorhanden. Der Bruchwald ist hier zu Gunsten von Rasen und Ziergehölzen verloren gegangen. Stellenweise säumen noch einzelne Schwarzerlen und Öhrchenweiden das Ufer. Der Schilfsaum beschränkt sich auf wenige Meter, stellenweise finden sich Gelbe Schwertlilie und Sumpf-Segge, Arten, die am Ihlsee als weitere Störungszeiger zu werten sind.

Innerhalb der Bruchwaldzone am Südufer haben sich noch am ehesten nährstoffarme Verhältnisse mit den hierfür charakteristischen Pflanzengesellschaften und Arten erhalten können. Der Birkenbruchwald ist noch in weiten Teilen von Arten, die nährstoffärmere Verhältnisse bevorzugen, geprägt. So wachsen hier noch üppig Torfmoospolster mit Arten, die für mesotrophe Standorte charakteristisch sind. Daneben finden sich Pfeifengras, Hundsquecke, Igel-Segge, Schnabel-Segge oder Wiesen-Segge im Unterwuchs der Moorbirken. Die Schwarzerle, eine Art mit einem höheren Nährstoffbedarf als die Moorbirke, scheint aber auch hier in die Bestände einzudringen. Der Schilfgürtel erreicht hier maximal 20 m Breitenausdehnung. Die Bestände sind jedoch nicht sehr dichtwüchsig und bleiben niedrig, scheinen aber, vergleicht man die Aussagen von KUBITZKI (1957) von vor knapp 40 Jahren, in Ausdehnung begriffen zu sein.

Besonders das Westufer ist von einem typischen eutrophen Erlen-, bzw. Erlen-Eschenwald geprägt. Das massenhafte Auftreten der Brennessel deutet auf sehr nährstoffreiche Verhältnisse hin. An dem ursprünglich oligotrophen See fanden sich vermutlich keine Erlenbruchwälder, sondern ausschließlich Birkenbrücher. Der Schilfgürtel ist sehr schmal. Er zieht sich als 2 bis 3 m breiter geschlossener Saum am Ufer entlang und zeigt keine gute Vitalität.

#### **Vergleich der Vegetationsverhältnisse von 1957 und 1994**

1957 war das Nordufer bereits bebaut und das Strandbad vorhanden. KUBITZKI (1957) erwähnt einen schmalen Schilfsaum für das Nordufer. Bestände des Schmalblättrigen Rohrkolben wurden nicht beschrieben, daher ist anzunehmen, daß diese Art am Nordufer vor 40 Jahren zumindest noch nicht in Reinbeständen vorkam.

Am Südufer haben sich prägende Veränderungen sowohl im Landschaftsbild als auch in der Artenzusammensetzung vollzogen. 1957 muß ein Großteil der heute von Birkenbruch besiedelten, ufernahen Flächen noch baumfrei gewesen sein. Diese Bereiche wurden von Feuchtheiden und Streuwiesen eingenommen und vermutlich extensiv beweidet oder gemäht. Die Zäune im Bruchwald sind wahrscheinlich alte Weidebegrenzungen, die heute den Zutritt der Feuchtwälder vom Wanderweg aus erschweren. KUBITZKI zählt eine Reihe von Arten auf, die heute nicht mehr im Gebiet nachzuweisen sind (s. Anhang).

Vor diesen von Feuchtheide und Pfeifengraswiese geprägten Uferabschnitten haben sich damals wasserwärts Kleinseggenrasen mit Wiesen-Segge, Schmalblättrigem Wollgras und Flammendem Hahnenfuß befunden, die während der Sommermonate austrocknen, im Winter aber überflutet wurden. In den Lücken, in denen der nackte Sandboden zu Tage trat, fanden sich die bevorzugten Wuchsorte des Mittleren Sonnentaus und vermutlich auch der beiden Bärlapp-Arten.

Kleinseggenrasen sind heute ebenso wie Feuchtheiden nicht mehr anzutreffen. Diese Vegetationstypen waren an eine extensive Nutzung der Ufer gebunden und wurden nach Nutzungsaufgabe nach und nach verdrängt. Schilfrohr und Baumjungwuchs konnten nun ungestört in die Bestände einwandern.

Im Bezug auf die Nährstoffverhältnisse stellte KUBITZKI bereits 1957 fest, „ daß der Ihsee und die Erhaltung seiner Eigenart heute mehr denn je gefährdet ist und daß auf jeden Fall damit gerechnet werden muß, daß sich dieser See im Laufe der nächsten Zeit stärker verändern wird.“ Dies hat sich 1994, verursacht durch Nährstoffanreicherung im See, intensive Freizeitnutzung und durch die Einstellung der Nutzungen des Südufers, bewahrheitet.

## 7.2.2 Unterwasservegetation

Folgende Ausführungen stammen aus der Diplomarbeit von MARTENSEN (1992). Es wird die Ausbreitung der bedeutendsten Arten seewärts der Röhrlichtzone des Sees beschrieben. Die vollständige Artenliste ist im Anhang zu finden.

Der Ihsee ist Lebensraum typischer Pflanzenarten oligotropher Weichwasserseen. Er ist einer der letzten Standorte für die Wasserlobelie, das Brachsenkraut, das Wechselblütige Tausendblatt, den Wasser-Pfeffer-Tännel, den Pillenfarn und der letzte aktuelle Standort für den Uferhahnenfuß. Diese Pflanzen und ihre Gesellschaften sind in Schleswig-Holstein vom Aussterben bedroht.

Der **Strandling**, *Littorella uniflora*, bestimmt das Bild des Litorals am Ihsee. Er bildet aufgrund seiner ausgeprägten Ausläufer ausgedehnte, dichte Unterwasserwiesen. Sein tiefstes Vorkommen hat er in 2,95 m Wassertiefe. Im Vergleich zu den beiden folgenden Arten ist der Strandling resistenter gegenüber Eutrophierungserscheinungen.

Das **Seebrachsenkraut**, *Isoetes lacustris*, ist am Nordufer ab 1 m Wassertiefe in den Littorella-Beständen zu finden. Es baut ab 3 m Wassertiefe mehr oder weniger dichte Wiesen auf, die nach unten hin ausdünnen. Am West- und Südufer ist das Seebrachsenkraut nicht häufig. Es steht dort ausschließlich zwischen Littorella. Die tiefsten Vorkommen befinden sich am Nordufer in 3,95 m Tiefe. Als Ausnahme ist ein Fund in 20 cm Tiefe bei der Insel zu werten. Diese Pflanze befindet sich direkt an der Grenze zu unbesiedeltem Sand. Bei Absinken des Wasserstandes hat *Isoetes* dort schlechte Überlebenschancen, da diese Art sehr schnell an der Luft vertrocknet.

Die **Wasserlobelie**, *Lobelia dortmanna*, besiedelt ebenfalls das gesamte Litoral des Sees. Am Nordufer wurde sie bis 1,90 m Tiefe gefunden. Die Hauptverbreitung findet sich im Flachwasserbereich bis zu 1 m Tiefe. Im Juli blüht die Wasserlobelie. Der schönste Bestand befindet sich am westlichen Ausgang der Südbucht. Das Schilf ist dort schon weit in den Littorella-Lobelia-Rasen vorgedrungen. Größere Flächen liegen jedoch noch frei und erlauben einen ungehinderten Blick auf den Bestand. 1990 waren auch am Nordufer ganze Blütenteppiche zu erkennen. Diese fielen 1991 spärlicher aus. Die Rosetten von *Lobelia* lagen bis Mitte Juli unter einem dichten Algenteppich. Viele Pflanzen starben ab oder blieben steril. Lobelienbestände sind außerdem gürtelartig rund um die kleine Insel zu finden, dort aber durch den Bootsverkehr gefährdet. Die Blütenstände schauen zwar aus dem Wasser, werden aber von den Bootsmietern übersehen oder aus Unwissenheit nicht beachtet und überfahren. In der Westbucht und am östlichen Südufer ist die Lobelie weniger häufig.

Das **Wechselblütige Tausendblatt**, *Myriophyllum alterniflorum*, kommt vom Flachwasserbereich bis zu einer Tiefe von 4,15 m vor und kann bis dorthin dichte Bestände aufbauen. An einigen Stellen nimmt *Myriophyllum* zwischen 1,85 m und 2,65 m Tiefe nur einen schmalen Saum ein. Tiefenwärts schließen sich dichte Bestände von Littorella an. *Myriophyllum* bildet zum Teil Reinbestände aus. Die Art vermittelt den Eindruck undurchdringlicher Unterwasserwälder. Hier halten sich ganze Schwärme von Jungfischen auf. Die Blütenstände werden über die Wasseroberfläche gehoben und sehen aus wie schwimmende Teppiche. Wie die drei zuvor genannten Arten kommt auch *Myriophyllum* im gesamten Litoral des Sees vor. An vielen Stellen lag die Vermutung nahe, daß diese Art die Isoetiden verdrängt hat. In der Westbucht ist das Tausendblatt seltener zu finden.

Die **Armluchteralge**, *Chara delicatula*, ist mit dem Strandling und dem Tausendblatt vergesellschaftet. Ab 3 m Wassertiefe bilden sie dichte Bestände. Interessant wäre die Tiefenverbreitung der Characeen. Diese ist jedoch im Rahmen dieser Diplomarbeit nicht ermittelt worden.

Der **Uferhahnenfuß**, *Ranunculus reptans*, hat in Schleswig-Holstein sein einziges aktuelles Vorkommen im Ihlsee. Zu finden ist er an flachen sandigen Stellen am Nordufer, aber auch bei der Insel ist er in größerer Individuenzahl zu finden. In der Westbucht fehlt er.

Der **Wasserhahnenfuß**, *Ranunculus aquatilis*, wächst besonders am südwestlichen Ufer in ausgedehnten Beständen vor dem Schilfgürtel.

**Berchtolds Laichkraut**, *Potamogeton berchtoldii*, ist mit seinem niedrigen Wuchs auf hellen, sandigen Böden im Flachwasser besonders um die Insel zu finden. Am Nordufer und in der Westbucht fehlt es. Erstaunlich ist ein Standort in der Südbucht. Dort befindet sich ein großes Feld mit Laichkraut. Nur sind die Pflanzen dort nicht so klein wie in anderen Bereichen, sondern werden bis 1,40 m hoch. Die Pflanzen wachsen dort auf einer 20 cm dicken, grauen Muddeschicht.

Der **Pillenfarn**, *Pilularia globulifera*, besiedelt Teile des Nord- und Südufers. In der Westbucht ist er nicht zu finden. Er kommt bis zu einer Tiefe von 1 m vor.

Bei Betrachtung der Entwicklung der Unterwasservegetation in den letzten Jahren ist zu erkennen, daß sich eine Veränderung der Pflanzengesellschaften vollzogen hat. Die Artenzusammensetzung hat sich zwar in den letzten Jahren kaum verändert, die Dominanzen haben sich jedoch zugunsten der Arten verschoben, die mit höheren Nährstoffkonzentrationen zurechtkommen. Empfindlichere Arten wie die Wasserlobelie und das Seebrachsenkraut werden von dem Strandling und dem Tausendblatt verdrängt. Schon 1974 stellte WENSKE einen starken Besatz der Wasserpflanzen mit Algen fest. Ca. 2 Jahrzehnte später sind nicht nur die Wasserpflanzen selbst mit Algen bewachsen, es sind die unterseeischen Wiesen von dichten Algenteppichen bedeckt. Der Uferhahnenfuß, der in Schleswig-Holstein nur am Ihlsee zu finden ist, ist auf flache, sandige Ufer angewiesen. 1974 war diese Art noch reichlich und in guter Ausprägung vorhanden, 1991 war er nur noch an wenigen Stellen zu finden.

### 7.3 Makrozoobenthon

Herr Dr. C.-J. Otto untersuchte im Auftrag des Landesamtes für Wasserhaushalt und Küsten die Bodenfauna des Ihlsees. Folgende Ausführungen stammen aus seinem Bericht. Die vollständige Artenliste ist im Anhang zu finden.

Schon THIENEMANN (1925) beobachtete, daß sich besonders die Profundalfauna, also die Bodentiere im tiefen Bereich des Sees, mit zunehmendem Nährstoffgehalt verändert. Hintergrund ist die damit einhergehende Reduktion des Sauerstoffs in der Tiefe und die Bildung von Faulschlamm. Der Autor zog die Zuckmücken (Chironomidae) für die Bewertung des Sees heran. Er unterschied in seiner Seentypenlehre die oligotrophen „Tanytarsus-Seen“ von den eutrophen „Chironomus-Seen“. An dieser Beurteilung hat sich auch nach jüngeren Veröffentlichungen nichts wesentliches geändert.

Im Mai 1994 wurden jeweils zwei Parallelproben aus fünf verschiedenen Tiefen mit einem Bodengreifer entlang eines Transektes genommen. Ergänzend wurden Fänge mit dem Luftkescher durchgeführt. Bei diesen Untersuchungen wurden 40 verschiedene Arten bestimmt, wobei gut die Hälfte nur durch Luftkescherfänge nachgewiesen werden konnten. Hinsichtlich der Zahl zeigten sich die Zuckmücken mit über 50% als überaus wichtige Gruppe. Die meisten Arten kamen, wie nicht anders zu erwarten, im Litoral vor. Dieser Bereich reicht im Ihlsee bis ca. 10 m Wassertiefe. Das wird durch das Fehlen von litoralen Arten im Tiefenbereich unter 10 m belegt. Außerdem wurden in den Bodenproben der Tiefen 8 und 10 m Armleuchteralgen (Characeen) gefunden. Die wichtigsten Vertreter im Litoral sind neben den Oligochaeten (Wenigborstern) die Chironomiden (Zuckmücken) *Chironomus anthracinus* und *Pagastiella orophila*, ein typischer Litoralvertreter von nährstoffarmen Seen. *C. anthracinus* ist eigentlich eine Profundalform von leicht eutrophen Seen. Möglicherweise dringt dieser aufgrund der Sauerstoffverhältnisse im Tiefenwasser des Ihlsees ins Sublitoral vor.

Im Profundal kommt es zu einer drastischen Reduktion der Artenzahl. In 14 m Tiefe wurden nur noch 5 Arten gefunden, und in 21 m Tiefe kamen nur noch *Chaoborus flavicans* und die Oligochaeten in geringer Zahl vor. Diese beiden Vertreter und die *Chironomus anthracinus*-Gruppe sind die wichtigsten Bestandsbildner im Profundal des Ihlsees. Der See hat in Tiefen unter 14 m in den Sommermonaten nahezu keinen Sauerstoff mehr, zeigt also eine Tendenz zu einem eutrophen See. Trotzdem sind in diesem Bereich keine Arten zu finden, die Sauerstoffmangel ertragen wie z. B. *Chironomus plumosus*. Offensichtlich kommt es zur Zeit zu einem Ausfall der Taxa, aber nicht zu einem Ersatz.

Nach der Seentypenlehre von THIENEMANN (1925) ist der Ihlsee als eutropher Chironomus-See einzustufen. LUNDBECK (1926) differenziert die Trophiestufen etwas stärker. Danach handelt es sich um einen Bathophilus-See (synonym mit *C. anthracinus*). Derartige Seen sind als schwach eutroph anzusehen. Es ist jedoch zu beobachten, daß die profundale Art *C. anthracinus* im Ihlsee aufgrund der sauerstoffarmen Verhältnisse in der Tiefe ins Litoral vordringt. Dieses Phänomen beschreibt auch JONASSON (1969). Eine Eutrophierung führt nach seiner Auffassung dazu, daß die Litoralfauna stärkere Aspekte einer Profundalfauna enthält. Insofern könnte der Ihlsee auf einer Schwelle zur nächst höheren Trophiestufe stehen. Auf eine Eutrophierung deutet auch das Auftreten der Büschelmücke *Chaoborus flavicans* im Profundal in hohen Abundanzen hin.

Die Eutrophierung des Ihlsees hat sich also in der Vergangenheit im wesentlichen auf das Profundal, also den tiefen Bereich des Sees ausgewirkt. Im Litoral ist die Art mit den häufigsten Individuenzahlen *Pagastiella orophila*. Sie ist, wie schon beschrieben, ein typischer Vertreter oligotropher Seen. Bewertet man den Ihlsee anhand des Benthon jedoch in seiner Gesamtheit, so ist er als mesotroph mit einer starken Tendenz zum eutrophen Zustand zu bezeichnen. Nimmt die Eutrophierung und damit der Sauerstoffmangel in der Tiefe zu, so wird sich in Zukunft vermutlich die Fauna weiter verändern. Dabei besteht auch Gefahr für die noch vorhandenen oligotrophen Litoralformen.

## 7.4 Fische

Um Informationen über den Fischbestand im Ihlsee zu bekommen, wurden von SCHUBERT und NEUMANN im Juni 1993 die gesamte Uferlinie elektrobefischt, Untersuchungen des Arten- und Längenspektrums und des Ernährungszustandes der Fische durchgeführt, sowie die vorhandenen Besatzdaten und Fangstatistiken des Angelsportvereins ausgewertet. Folgende Ausführungen stammen aus ihrem Bericht.

### 7.4.1 Artenspektrum

Im Ihlsee konnten am 05.06.1993 insgesamt 6 Fischarten (s. Abb. 21) sowie der Amerikanische Flußkrebis nachgewiesen werden. Von diesen steht nur der Hecht auf der Roten Liste der gefährdeten Fischarten Schleswig-Holsteins (DEHUS 1990).

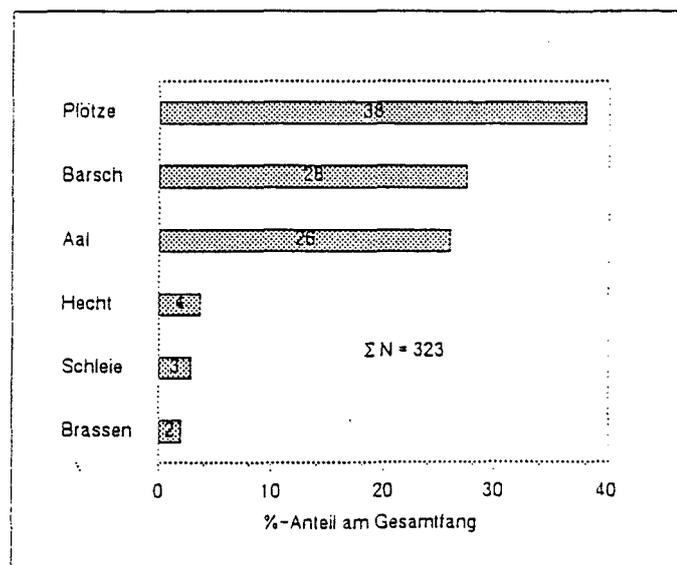


Abb. 21: Anteil [%] der einzelnen Fischarten am Gesamtfang der Elektrofischerei im Ihlsee am 05.06.1993

Die häufigste Art im Ihlsee ist die Plötze (*Rutilus rutilus*). Neben diesjährigen Jungfischen (< 2 cm), von denen größere Schwärme im Flachwasserbereich der Insel zu beobachten waren, waren vor allem mehrsömmerige Tiere mit einer Körperlänge von 8 - 17 cm im Fang (s. Abb. 22).

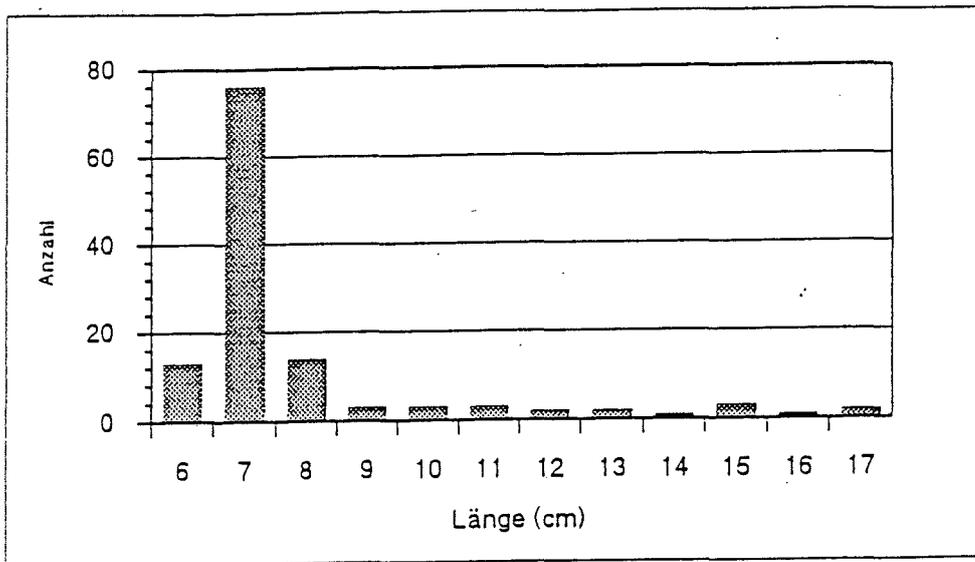


Abb. 22: Längenhäufigkeit der Plötze am 05.06.1993 aus dem Ihlsee

Außer Plötzen wurden vor allem Barsche (*Perca fluviatilis*) und Aale (*Anguilla anguilla*) gefangen. Bei den Barschen handelte es sich vorwiegend um einsömmerige Tiere mit einer Körperlänge von 5 - 8 cm (s. Abb. 23).

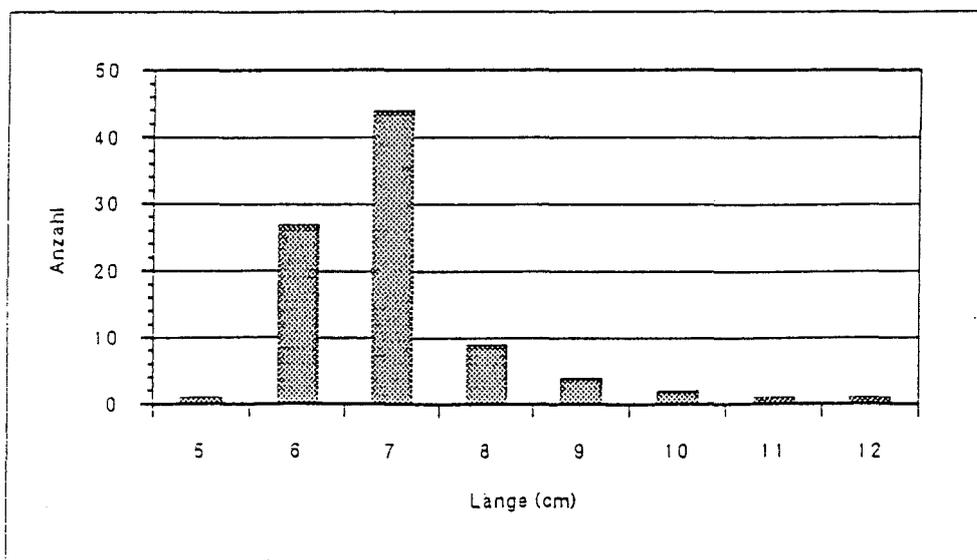


Abb. 23: Längenhäufigkeit des Barsches aus dem Ihlsee am 05.06.1993

Hohe Aaldichten fanden sich insbesondere im Bereich des Westufers (schlammiger Untergrund). Die Aale scheinen im Ihlsee gute Lebensbedingungen vorzufinden, denn neben wenigen kleinen Aalen waren hauptsächlich große Aale (> 40 cm) im Fang vertreten (s. Abb. 24).

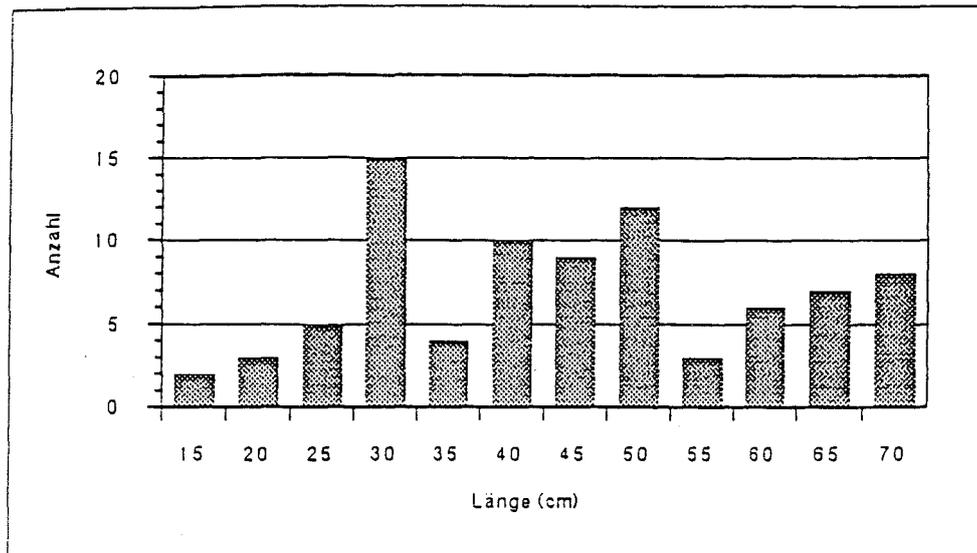


Abb. 24: Längenhäufigkeitsverteilung der Aale aus dem Ihlsee

Neben den relativ häufig vorkommenden Plötzen, Barschen und Aalen wurden nur noch drei weitere Arten mit geringen Bestandsdichten nachgewiesen. Diese waren die beiden Friedfischarten Brassen (*Abramis brama*) und Schleie (*Tinca tinca*) sowie der Hecht (*Esox lucius*), eine reine Raubfischart. Die Brassen (6 Individuen, 12 - 14 cm lang) hielten sich ausnahmslos innerhalb der Plötzenschwärme auf. Schleien hingegen wurden vereinzelt in den Flachwasserbereichen gefangen. Insgesamt waren es 9 Individuen, darunter Jungfische (4 cm), aber auch mehrjährige Tiere (30 - 35 cm). Die Hechte hielten sich bevorzugt im Bereich der Schilfbestanden Uferpartien auf. Insgesamt konnten 12 Individuen dieser Art gefangen werden. Mit Ausnahme von 2 Junghechten (5 - 6 cm) handelte es sich dabei um mehrsömmerige Hechte von 20 - 52 cm Körperlänge.

Plötzen, Barsche und einige Brassen wurden auf ihren Ernährungszustand (Konditions- oder Korpulenzfaktor) hin untersucht. Die Fische zeigten keinen extremen Minderwuchs infolge von Nahrungsmangel oder zu hoher Bestandsdichte.

#### 7.4.2 Fang- und Besatzdaten des Angelsportvereins

Der Ihlsee ist gegenwärtig vom Segeberger Angelsportverein e.V. gepachtet. Beangelt wird der See von 11 Anglern und zwar ausschließlich vom Boot aus (KITTLAS, pers. Mitt. 1993). Nach den Fangstatistiken des Angelsportvereins aus den Jahren 1988 - 1992 wurden folgende Fischarten und Mengen gefangen:

Tab. 9: Fangergebnis des Segeberger Angelsportvereins 1988 bis 1992 im Ihlsee (Mengenangaben in kg) nach KITTLAS 1993

	1988	1989	1990	1991	1992	Summe	Mittelwert
Hecht	45,1	46,5	43,7	84	60,5	279,8	56
Plötze	82,2	72	129,6	205,8	130,5	620,4	124,1
Schleie	9,9	16,5	15,8	31,8	29,3	103,3	20,7
Brassen	10	16,1	30,9	30,3	38,5	125,8	25,2
Aal	0,7	4	3,9	2,5	1,2	12,3	2,5
Barsch	15,5	14,8	21,8	34,8	14,8	101,7	20,3
Karpfen	52	97,5	27,6	14,2	47,6	238,9	47,8
Gesamt	215,7	167,4	273,3	403,4	322,4	1482,2	296,4
kg/ha	7,7	9,55	9,76	14,41	11,51		10,6

Aus Tab. 9 läßt sich entnehmen, daß vorwiegend Plötzen, Hechte und Karpfen gefangen werden. Danach folgen Brassen, Schleie und Barsch. Aal hingegen spielt in den Fängen der Angler fast keine Rolle. Der Hektarertrag des Ihlsees schwankte in den letzten 5 Jahren zwischen 8 und 14 kg/ha bzw. 10 und 17 kg/ha (plus 20 % Anliegerfänge). Die Fänge liegen damit in der Größenordnung des von JENS (1980) für oligotrophe Seen angegebenen jährlichen Ertrages von ca. 15 kg/ha. Die Schwankungen des Hektarertrages sind vermutlich auf unterschiedliche Befischungintensitäten und nicht auf Bestandsschwankungen der einzelnen Arten zurückzuführen.

Um einen Eindruck über die Anzahl der Fische zu bekommen, wurden Durchschnittsgewichte zugrunde gelegt und so die Stückzahl berechnet. Danach werden jährlich ca. 70 Barsche, 40 Hechte, 20 Schleie, 15 Karpfen, 10 Brassen, 7 Aale und eine unbestimmte Anzahl von Plötzen gefangen. Hinzu kommt ein schwer quantifizierbarer Anteil von Fängen der Anlieger.

Der Segeberger Angelverein setzt jährlich folgende Arten und Mengen in den Ihlsee ein:

Tab. 10: Besatzangaben für den Ihlsee (nach KITTLAS 1993)

Fischart	kg/Jahr	kg/ha	Länge (cm)	Stückzahlen	Stückgewicht (g)
Aal	15 - 20	0,5 - 0,7	15 - 30	460 - 615	15 - 50
Karpfen	50 - 60	1,8 - 2,1	?	(200 - 240)	K <sub>2</sub> (250)
				50-60	1000

Die Stückzahlen wurden wiederum anhand von Durchschnittsgewichten ermittelt. Bei den Angaben zum Gewicht der eingesetzten Karpfen bestehen allerdings Unklarheiten. Vom Angelverein wurden K<sub>2</sub>-Karpfen mit einem Stückgewicht von 1 kg angegeben. K<sub>2</sub>-Karpfen haben aber üblicherweise ein Stückgewicht von 0,2 - 0,3 kg (STEFFENS 1981). In Tab. 10

wurden deshalb auch die Stückzahlen (in Klammern) angegeben, die auf der Annahme, daß tatsächlich  $K_2$  mit einem mittleren Gewicht von 0,25 kg eingesetzt wurden, beruhen.

### 7.4.3 Bewertung

Die beiden häufigsten Arten sind nach den Ergebnissen der Befischung Plötze und Barsch. Anhand ihrer Korpulenzfaktoren läßt sich relativ gut ablesen, ob die Arten im See ausreichend Nahrung finden, um „normal“ abzuwachsen. Ein Vergleich der „Ihlsee-Werte“ mit den „Normalwerten“ von JENS (1980) zeigt zwar, daß die Konditionsfaktoren niedrig sind, doch liegen sie noch im normalen Schwankungsbereich dieser Fischarten. Das bedeutet, daß die Bestandsdichte dieser beiden Arten nicht so hoch ist, daß sie aufgrund von Nahrungsmangel vorwiegend Zooplankton fressen. Ein solcher Wechsel des Beutespektrums von Bodennahrung zu Plankton führt häufig zu einer Veränderung der Algendichte eines Sees.

Der Brassen, eine vor allem in eutrophen Gewässern zur Massenvermehrung neigende Art, scheint im Ihlsee einen verhältnismäßig kleinen Bestand auszubilden. Hierfür sind die wenigen Jungfische im Uferbereich und die durchweg großen Brassen (gutes Wachstum) im Fang der Angler ein Indiz.

Neben diesen drei Arten scheinen nur noch Hechte und Schleie natürliche Bestände im Ihlsee auszubilden. Der Bestand des Aales (es ist unbekannt, ob eine natürliche Zuwanderung über den künstlichen Ablauf zur Trave möglich ist) und des Karpfens hingegen begründen sich ausschließlich auf Besatz. Der Aalbestand ist, nach dem bei der Elektrofischung gewonnenen Eindruck, als dicht zu bezeichnen. Dieses ist nicht verwunderlich, da der hohe Aalbesatz in keinem Verhältnis zum geringen Fang steht. Aale werden nach Angaben der Angler nur wenige gefangen, so daß durch den Besatz der Bestand laufend unnatürlich erhöht wird.

Ähnliches gilt für den Karpfen. So werden pro Jahr mindestens 50 Tiere besetzt. Der Fang liegt aber unter 20 Stück pro Jahr, so daß auch hier von einem jährlich ansteigenden Bestand auszugehen ist, zumal der Karpfen langlebig ist und natürliche Verluste bei den eingesetzten Größen kaum eine Rolle spielen dürften.

Diese Besatzmaßnahmen wirken sich negativ auf die Fischfauna des Ihlsees aus. Beide Arten sind sehr konkurrenzstark und verdrängen vor allem vorhandene Kleinfischarten durch Wegfraß bzw. Nahrungskonkurrenz (s. PLEYER 1981). Möglicherweise ist der Überbestand an Aalen und Karpfen der Grund für die bei der Elektrofischung festgestellte Artenarmut des Ihlsees.

Neben der Verdrängung von Fischarten haben Karpfen und größere Brassen einen weiteren negativen Effekt. Beide Arten suchen ihre Nahrung hauptsächlich im Gewässergrund. Durch ihre starke Wühltätigkeit kommt es zu einer nicht unerheblichen Rücklösung von im Sediment gebundenen Nährstoffen, die die Eutrophierung des Gewässers beschleunigen (TARTAI et al. 1985, BJÖRK et al. 1975, SHAPIRO et al. 1982, zit. in ZINTZ 1986). Außerdem trüben die aufgewühlten Schlammartikel das Wasser. Für den Ihlsee bedeutet das, daß vor allem der sich wahrscheinlich jährlich vergrößernde Karpfenbestand die Nährstoffrücklösung aus dem Sediment und damit die Algenproduktion anheizen wird.

## 8. Bewertung des Zustandes des Ihlsee

Eine Möglichkeit, den Zustand von Seen zu bewerten, basiert auf der Trophie. Als Trophie bezeichnet man die Intensität der aufbauenden Stoffwechsellleistungen der im Gewässer lebenden Organismen. Sie wird im wesentlichen bestimmt durch die Menge und Verfügbarkeit der Pflanzennährstoffe, von geographischen, geologischen, klimatischen und gewässermorphologischen Faktoren.

Die OECD (1982) erstellte eine Tabelle zur Einstufung in Trophiegrade. Diese basiert auf Datenmaterial von 115 Seen und der Einschätzung der Trophiestufe der jeweiligen Autoren.

Tab. 11: OECD-Tabelle zur Einstufung von Seen, basierend auf volumengewichteten Jahresmittelwerten

	Gesamt-P. mg/m <sup>3</sup>	Gesamt-N mg/m <sup>3</sup>	Chl. a mg/m <sup>3</sup>	Sichttiefe m
Oligotroph	3 - 17,7 8	307 - 1630 661	0,3 - 4,5 1,7	4 - 28,3 9,9
Mesotroph	10,9 - 95,6 26,7	361 - 1387 753	3 - 11 4,7	1,5 - 8,1 4,2
Eutroph	16,2 - 386 84,4	393 - 6100 1875	2,7 - 78 14,3	0,8 - 7 2,45
Hypertroph	750 - 1200		100 - 150	0,4 - 0,5
<b>Ihlsee</b>	<b>19</b>	<b>550</b>	<b>5,2</b>	<b>5,1</b>

Nimmt man die geometrischen Mittel dieser weitgefaßten Konzentrationsbereiche zur Orientierung, liegt der Ihlsee im mesotrophen Bereich, wobei die Stickstoffkonzentration in die oligotrophe Stufe fällt. Möglicherweise ist deshalb zu bestimmten Zeiten nicht Phosphor, sondern Stickstoff der limitierende Faktor.

FORSBERG & RYDING (1980) entwickelten anhand einer Untersuchung von 30 schwedischen Seen unterschiedlicher Tiefe ein Bewertungssystem. Herangezogen wurden dabei nur Oberflächenproben aus den Sommermonaten Juni bis September. Diese Beziehungen sind aufgrund des ähnlichen Nährstoffspektrums der untersuchten Seen gut auf schleswig-holsteinische Verhältnisse übertragbar.

Tab. 12: Einstufung von Seen nach FORSBERG &amp; RYDING (1980)

	Gesamt-P mg/l	Gesamt-N mg/l	Chl. a mg/m <sup>3</sup>	Sichttiefe m
Oligotroph	< 0,015	< 0,4	< 3	> 4
Mesotroph	0,015 - 0,025	0,4 - 0,6	3 - 7	2,5 - 4
Eutroph	0,025 - 0,1	0,6 - 1,5	7 - 40	1 - 2,5
Hypertroph	> 0,1	> 1,5	> 40	< 1
<b>Ihlsee</b>	<b>0,016</b>	<b>0,49</b>	<b>3,9</b>	<b>5,2</b>

Nach dieser Einteilung der Trophiestufen fällt die Bewertung für den Ihlsee etwas günstiger aus. Nach FORSBERG & RYDING (1980) ist er als schwach mesotroph einzustufen. Die Sichttiefe liegt sogar im oligotrophen Bereich.

Abb. 25 zeigt die Beziehung zwischen der Chlorophyll a-Konzentration und der Gesamt-Phosphor-Konzentration. Der Ihlsee liegt im linearen Bereich der Kurve; das heißt, daß eine Minderung der Nährstoffkonzentration auch zu einer Reduzierung der Biomasse und somit zu einer Verbesserung des trophischen Zustandes führen würde. Vergleicht man die Stellung des Ihlsees mit den anderen schleswig-holsteinischen Seen, zeigt sich, daß dieser noch einer der wenigen nährstoffarmen Seen des Landes ist.

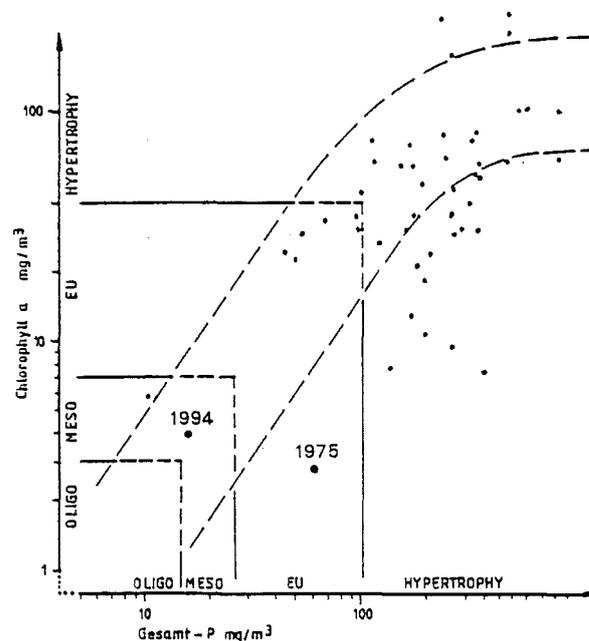


Abb. 25: Beziehung zwischen Chlorophyll a - und der Gesamt-Phosphor-Konzentration im Oberflächenwasser zwischen Juni und September nach FORSBERG & RYDING (1980)

- : Lage der bisher vom Landesamt untersuchten schleswig-holsteinischen Seen
- : Lage des Ihlsees 1975 und 1994

Bei der ersten Untersuchung 1975 lag der Ihlsee aufgrund erhöhter Phosphorkonzentrationen mehr im eutrophen Bereich. Die Chlorophyll-Konzentrationen waren hingegen niedriger. Es ist dabei zu bedenken, daß sich die Methoden bei der Nährstoffanalyse verändert haben. Es ist anzunehmen, daß die Konzentrationen niedriger waren. Eine Veränderung der trophischen Verhältnisse kann somit nicht eindeutig nachgewiesen werden.

Zusammenfassend ist zu sagen, daß sich der natürlicherweise oligotrophe Ihlsee mittlerweile in einem mesotrophen Zustand befindet. Die Phosphor- und Stickstoffkonzentrationen sind noch relativ gering. Trotzdem bilden sich Algenwatten am Boden, die die Nährstoffe in kleinen Kreisläufen effektiv nutzen. Bei der Messung der Sichttiefe und der Chlorophyllbestimmung des Freiwassers werden diese Algen nicht berücksichtigt. Deshalb täuscht die Bewertung durch die beiden Parameter ein falsches Bild vor.

Bei Betrachtung der Sauerstoffverhältnisse erkennt man eine Tendenz zur eutrophen Stufe, denn von Juli bis September herrscht in der Tiefe Sauerstoffmangel, der sich schon auf die Zusammensetzung des Benthon ausgewirkt hat (s. Kap. 7.3). Empfindliche Wasserpflanzen wie die Wasserlobelie und das Seebrachsenkraut werden langsam von anderen, nicht so empfindlichen Arten, verdrängt (s. Kap. 7.2.2).

## 9. Abfluß und Stofftransport

Der Ihlsee hat außer den Entwässerungsgräben des Bruchwaldes keine oberirdischen Zuflüsse. Um die hydrologische Situation des Bruchwaldes beschreiben zu können, wurden neben drei Grundwassermeßstellen fünf weitere Beobachtungsrohre zwischen der Uferlinie und den Entwässerungsgräben eingebracht. Den gesamten südlichen Teil des Bruchwaldes durchziehen 104 Entwässerungsgräben (MARTENSEN 1994), die um 1905 angelegt wurden. Diese Gräben führen nur im Winterhalbjahr oder bei intensiven Sommerniederschlägen kurzfristig Wasser. Der einzige Überlaufgraben, der direkt in den Ihlsee entwässert und der restliche Bruchwald waren bis auf eine längere Periode im Winter und im zeitigen Frühjahr des Jahres 1994 trocken gefallen (vgl. auch HANSEN & GREUNER-PÖNICKE 1991). Die Nährstoffkonzentrationen lagen im Mündungsbereich des Sees bei 0,25 mg/l  $\text{NO}_3\text{-N}$ , 0,3 mg/l  $\text{NH}_4\text{-N}$  und 0,05 mg/l  $\text{PO}_4\text{-P}$  (KLUGE & JELINEK 1995). Die zufließenden Wassermengen wurden anhand der Grundwasserstände und monatlichen Wasserbilanzen abgeschätzt (s. Kap. 4). Wegen der wenigen Meßtermine und der geringen Probenzahl beschreiben die so errechneten Frachten lediglich die zu erwartenden Größenordnungen. Sie betragen ca. 18 kg/a  $\text{NO}_3\text{-N}$ , 21 kg/a  $\text{NH}_4\text{-N}$  und 3,5 kg/a  $\text{PO}_4\text{-P}$ .

Ein künstlicher Ablauf existiert im Osten des Sees. Dieser führt jedoch nur von Dezember bis April Wasser. Die Nährstoffkonzentrationen glichen denen des Sees. Bei einer oberirdisch abfließenden Wassermenge von ca. 273000 m<sup>3</sup> (s. Kap. 4) verlassen ca. 158 kg/a N und 5 kg/a P den See.

Unterirdisch verlassen ca. 164000 m<sup>3</sup> den See (s. Kap. 4). Geht man von den gelösten Seewasserkonzentrationen aus, gehen dem Ihlsee auf diesem Weg ca. 30 kg/a Stickstoff und 3 kg/a Phosphor verloren.

## 10. Analyse der Belastungssituation durch das Einzugsgebiet sowie des Sees und daraus resultierende Sanierungsmaßnahmen

Im folgenden Kapitel soll die Gesamtbelastung aus dem Einzugsgebiet abgeschätzt und dessen Wirkung auf den See untersucht werden. Eine anschließende Bewertung der Belastungssituation soll Aufschluß geben, welche Sanierungsmaßnahmen im Einzugsgebiet für die Regeneration des Sees sinnvoll sind.

### 10.1 Abschätzung der Stoffeinträge aus dem Einzugsgebiet und aus den direkten Niederschlägen auf den See

Aufgrund fehlender oberirdischer Zuflüsse kann der Nährstoffeintrag in den See nur grob abgeschätzt werden. Es wurden folgende Pfade berücksichtigt: diffuse Einträge aus dem oberirdischen Einzugsgebiet, aus dem Grundwasser, dem Niederschlag und aufgrund von direkter Nutzung des Sees.

Der Eintrag aus der Fläche wurde nach den in der Literatur für verschiedene Nutzungsarten angegebenen Stoff-Exportkoeffizienten abgeschätzt (s. Tab. 13). Dieser ist beim Ihsee recht gering (s. Tab. 14), da 70 % des Einzugsgebietes bewaldet sind.

Tab. 13: Phosphor- und Stickstoffexportkoeffizienten für verschiedene Flächennutzungen (kg/ha a)

Nutzungsart		Exportkoeffizient (kg/ha a)		Quelle
		mittel	Bereich	
Acker	P	0,5	0,07-2	SCHWERTMANN LW 1991
	N	20	20-70	LW 1991
Grünland	P	0,2	0,1-0,8	ALLEN & KRAMER 1972 BUCKSTEEG & HOLLENFELDER 1975 LW 1991
	N	10	5-15	LW 1991
Wald	P	0,05	0,01-0,183 5-10	DILLON & KIRCHNER 1975 LW 1991
	N	7		LW 1991
Gewässer	P	0		
	N	0		
versiegelte Flächen	P	2	2-12	LW 1991
	N	20	17-35	LW 1991
Niederschlag	P	0,35		Meßprogramm LW 1994
	N	15,5		Meßprogramm LW 1994

Ein größerer Phosphor-Anteil kommt aus der versiegelten Fläche, obwohl der zur Berechnung herangezogene Exportkoeffizient aufgrund der örtlichen Gegebenheiten (keine landwirtschaftlichen oder gewerbliche Betriebe) auf ein Drittel gesenkt wurde. Schwer abzuschätzen ist der Einfluß der Gärten, die größtenteils direkt an den See grenzen. Diese gingen je nach Gestaltung als Grünland oder als Wald in die Bilanz ein. Die Gärten, die direkt an den See grenzen, wurden mit einem höheren Exportkoeffizienten belegt.

Die größte Phosphorquelle ist der Niederschlag, der direkt auf den Ihlsee fällt. Er macht ca. ein Drittel des Gesamteintrages aus. Weitere bedeutende Quellen sind die Badegäste und das Grundwasser. Das beim Friedfischangeln „übliche Anfüttern“ der Fische ist nicht zu quantifizieren und geht deshalb in die Bilanz nicht mit ein. Der Gesamtphosphoreintrag in den Ihlsee beträgt ca. 33 kg/a P.

Die größten Stickstoffquellen sind ebenfalls der Niederschlag, das Grundwasser und der Badebetrieb. Die diffuse oberirdische Belastung ist sehr viel geringer. Der Gesamt-Stickstoffeintrag beläuft sich auf ca. 1500 kg/a N.

Tab. 14: Abschätzung der Phosphor- und Stickstoffeinträge aus dem Einzugsgebiet in den See anhand der Flächennutzung und der Punktquellen 1994

	[ha]	Exportkoeff. Phosphor [kg/ha]	Phosphor- Eintrag [kg/a]	Exportkoeff. Stickstoff [kg/ha]	Stickstoff- Eintrag kg/a
EZG	81,2				
Acker	0	0,5	0	20	0
Grünland	4,5	0,2	0,9	10	45,0
Gärten am See	2,0	0,8	1,6	15	30
Wald	23,1	0,05	1,16	7	161,7
Bruchwald	14,4	0,1	1,44	7	100,8
versiegelte Flächen	6,5	0,7	4,55	20	130,0
Sandflächen	2,7	0,05	0,14	7	18,9
Seefläche	28,0	0	0	0	0
Niederschlag		0,35	9,8		434,0
Grundwasser			5,5		420,0
Badebetrieb			7,0		218,0
Fischfutter			?		?
Gesamt			32,83		1548,4
kg/ha		0,35		19,1	

Der Eintrag über den Niederschlag wurde anhand von Dauermeßstellen des LW ermittelt. Es wurde ein Mittelwert von den Stationen Eutin, Hahnheide und Rantzau gebildet. 1994 kamen auf diesem Wege 9,8 kg Phosphor und 434 kg Stickstoff in den See.

Im Grundwasser ist der Anteil an gelöstem anorganischen Stickstoff im Gegensatz zum Phosphor recht hoch. Nitrat gelangt durch Auswaschung aus landwirtschaftlich genutzten Flächen ins Grundwasser (WENDLAND 1992). Die Existenz von Ammonium ist auf sauerstoffarmes Wasser der Feuchtgebiete und auf das fast stehende und mit organischer Substanz angereicherte Wasser der Entwässerungsgräben beschränkt (KLUGE et al. 1994). Die niedrigen Phosphorgehalte im Grundwasser sind auf die geringe Wasserlöslichkeit von phosphorhaltigen Mineralien und die Filterwirkung des Bodens sowie die biotischen Umwandlungsprozesse in der oberen Bodenzone zurückzuführen (WETZEL 1975).

Die im Anhang zusammengestellten Daten zu den Grundwasseranalysen der Universität Kiel und des LW ergaben wie erwartet insbesondere beim Phosphor überwiegend geringe Nährstoffgehalte. Mit Hilfe der gemittelten Werte der wenigen Beprobungstage und der berechneten Wassermengen aus den einzelnen Sektoren wurden Frachten abgeschätzt. Diese liegen bei 5,5 kg/a Phosphor, 355 kg/a Nitrat-N und 65 kg/a Ammonium-N.

Nach dem Gutachten von KLUGE & JELINEK (1995) kommt der Hauptanteil des grundwasserbürtigen Phosphors über die Bruchwald-Gräben, da sich das unterirdische Einzugsgebiet nach Süden hin ausdehnt (s. Kap. 4). Der Eintrag beläuft sich auf ca. 3,5 kg/a P. Diese Zahl ist aber mit Vorsicht zu betrachten, da sie nur anhand von wenigen Meßergebnissen abgeschätzt wurde. Hervorzuheben ist jedoch, daß es durch Schwankungen des Wasserstandes zu diffusen Nährstoffeinträgen aus dem Bruchwald in den Ihlsee kommt. Der Bereich des südlichen Bruchwaldes ist durch einen fließenden Übergangsbereich zwischen Land und See gekennzeichnet. Bei einem maximalen Schwankungsbereich des Seewasserspiegels von 63 cm in den letzten 10 Jahren und von 50 cm im Jahre 1994 kann im Prinzip mit jeder Überflutung auch eine Freisetzung von Nährstoffen verbunden sein. Die Intensität der Rücklösung von Ammonium und Phosphat hängt vom Anteil der organischen Substanz des überfluteten Bodens, dem hydrochemischen Milieu des Überflutungswassers und der Dauer der Überflutung ab (MITSCH & GOSSELINK 1993). Für zuverlässige Schätzungen fehlt die Datenbasis. Die folgenden Abschätzungen erlauben jedoch eine erste Orientierung.

Unter der Annahme, daß von der bei Wasseranstieg jeweils neu überfluteten Fläche für die Dauer von 10 Tagen (geschätzter Wert) eine Phosphormenge von 10 mg P/m<sup>2</sup> freigesetzt wird (REDDY & RAO 1983), ergibt sich für den Ihlsee im Jahre 1994 die potentiell rückgelöste Menge von zusätzlich 4,4 kg/a P. Dabei wird weiterhin vorausgesetzt, daß der Bruchwald im Bereich der Uferlinie über eine Länge von 700 m ein Gefälle von nur 1 % aufweist. Der diffuse Eintrag von 4,4 kg/a P, dessen Validität nicht überprüft werden kann, liegt damit in der Größenordnung der diffusen Einträge, die über das Grundwasser einschließlich der Gräben zu erwarten sind.

Ein großer Anteil der Belastung hat seinen Ursprung im Badebetrieb des Ihseebades. 1994 badeten dort ca. 70.000 Menschen. Die Berechnung des dadurch entstehenden Nährstoffeintrages ist jedoch problematisch. In Untersuchungen von SCHULZ (1981) wurden 94 mg P und 3115 mg N als Nährstoffeintrag eines Badegastes pro Tag ermittelt. Dieser setzt sich zusammen aus Sonnencreme- und Hautabrieb und Harnabgabe. Dadurch ergibt sich für 1994 ein Nährstoffeintrag von 7 kg/a P und 218 kg/a N. Es ist dabei zu bedenken, daß der Nährstoffeintrag durch Badende während der produktiven Zeit des Sees erfolgt. Die eingetragenen Nährstoffe werden sofort von den Algen aufgenommen und beschleunigen ihre Entwicklung. Algenblüten sind die Folge, die wiederum aufgrund der erhöhten Abbauprozesse einen Sauerstoffschwund in der Tiefe des Sees verursachen.

Durch das beim Friedfischangeln übliche „Anfüttern“ gelangen erhebliche Nährstoffmengen in den Ihsee. Es wurde beobachtet, daß dies zum Teil eimerweise geschieht. Bei der bakteriellen Zersetzung von 1 kg Brot wird außerdem der Sauerstoffgehalt von rund 100 m<sup>3</sup> Wasser aufgezehrt (SCHARF & SCHMIDT-LÜTTMANN 1990).

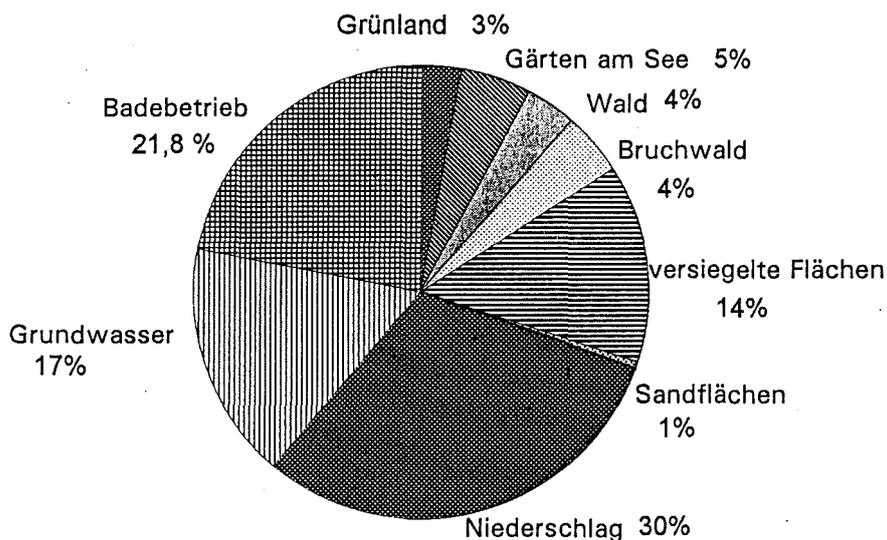


Abb. 26: Anteile der Phosphorbelastung an der Gesamtbelastung des Ihsees

Der oberirdische Nährstoffaustrag aus dem See über den Ablauf beträgt ca. 5 kg/a P und 158 kg/a N, der unterirdische 3 kg/a P und 30 kg/a N. Es verlassen also ca. 8 kg P und 188 kg N jährlich den See. Der Gesamteintrag beläuft sich auf ca 33 kg/a Phosphor und 1548 kg/a Stickstoff. Der See fungiert also als Nährstoffsенке. Die Retention beträgt 75 % beim Phosphor und 88 % beim Stickstoff. Das bedeutet, daß 75 % des eingetragenen Phosphors im See bleiben und sich dort anreichern. Beim Stickstoff verläßt durch Denitrifikation ein großer Anteil den See.

## 10.2 Weitere Gefährdungseinflüsse

Der Ihlsee wird durch eine intensive Freizeitnutzung gefährdet. Der See wird von Mietbooten, von Booten der Anlieger und mit Booten der Badegäste befahren. Häufig wird dabei die Naturschutzverordnung unterlaufen. Sehr oft wird zu dicht an den Schilfsaum herangefahren und durch Ruderschlag die Unterwasserpflanzen im seichten Wasser am Südufer direkt geschädigt. Dabei kommt es zu Sedimentaufwirbelung, was zu Freisetzung von Nährstoffen und zu Ablagerungen aufgewirbelten Materials auf den Pflanzen führen kann. Außerdem werden die Brutvögel gestört. Die kleine Insel dient häufig als Picknickplatz, obwohl sie nicht betreten werden darf. Es kommt zu Verunreinigungen durch die Reste von Grillfeiern und zu Vertritt der Flachwasserbereiche rund um die Insel.

Außerdem wurden stellenweise Uferverbauungen im nördlichen Teil des Strandbades vorgenommen und somit massiv in die Ufer- und Unterwasservegetation eingegriffen. Das Ufer vor dem Bad ist praktisch vegetationsfrei.

## 10.3 Nährstoffbelastungsmodell nach VOLLENWEIDER & KERESKES (1980)

Da Phosphor in vielen Seen der limitierende Faktor für das Algenwachstum ist, wurde in Modellen versucht, die seeinterne Phosphorkonzentration zur Gesamtbelastung aus dem Einzugsgebiet in Beziehung zu setzen. In einem stark vereinfachten Nährstoffbelastungsmodell von VOLLENWEIDER & KERESKES (1980) werden dabei die Morphologie des Gewässers (mittlere Tiefe  $z$ ) sowie die hydraulische Belastung (theoretische Wasseraufenthaltszeit  $T_w$ ) mit berücksichtigt. Beide Größen haben einen großen Einfluß auf die Stoffumsetzungen in dem See.

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

$L$  = jährliche P-Belastung pro Seefläche ( $\text{g/m}^2 \text{ a}$ )

$z$  = mittlere Tiefe (m)

$T_w$  = theoretische Wasseraufenthaltszeit (a)

$P_E$  = erwartete seeinterne Phosphorkonzentration ( $\text{mg/l P}$ )

Für den Ihlsee ergaben sich folgende Werte:

$T_w$  = 4 a

$z$  = 7,7 m

$L$  = 0,11  $\text{g/m}^2 \text{ a}$

$$P_E = \frac{L \times T_w}{z (1 + T_w^{1/2})} = 0,020 \text{ mg/l P}$$

Der tatsächliche gemessene volumengewichtete Mittelwert liegt in diesem Bereich, nämlich bei 0,019 mg/l P. Wenn man davon ausgeht, daß das VOLLENWEIDER-Modell die realen Verhältnisse widerspiegelt, liegt die ermittelte Nährstoffbelastung auch in der richtigen Größenordnung.

### 10.4 Bewertung der Belastungssituation des Ihlsees

Der Ihlsee ist einer der wenigen nährstoffarmen Seen in Schleswig-Holstein. Er hat im Verhältnis zu seinem Volumen ein sehr kleines Einzugsgebiet (s. Abb. 27) und somit natürliche Voraussetzungen, geringe Nährstoffmengen aus der Umgebung zu erhalten.

Die Nährstoffbelastung aus dem Einzugsgebiet wirkt auf den ersten Blick auch klein. Wenn man jedoch davon ausgeht, daß der Ihlsee natürlicherweise oligotroph ist und somit die Phosphorkonzentration nur bei ca. 0,010 mg/l P liegen dürfte, wird der Handlungsbedarf deutlich. Bei Einsetzen von 0,010 mg/l P (akzeptable Konzentration eines oligotrophen Gewässers, s. Tab. 11) in die VOLLENWEIDER-Gleichung erhält man eine tolerierbare Belastung von 0,06 g/m<sup>2</sup> a. Der ermittelte Wert lag jedoch bei 0,11 g/m<sup>2</sup> a, also fast doppelt so hoch. Das bedeutet, daß der Phosphoreintrag um ca. 15 kg/a P reduziert werden müßte, um den See in einem nährstoffarmen Zustand zurückzuführen.

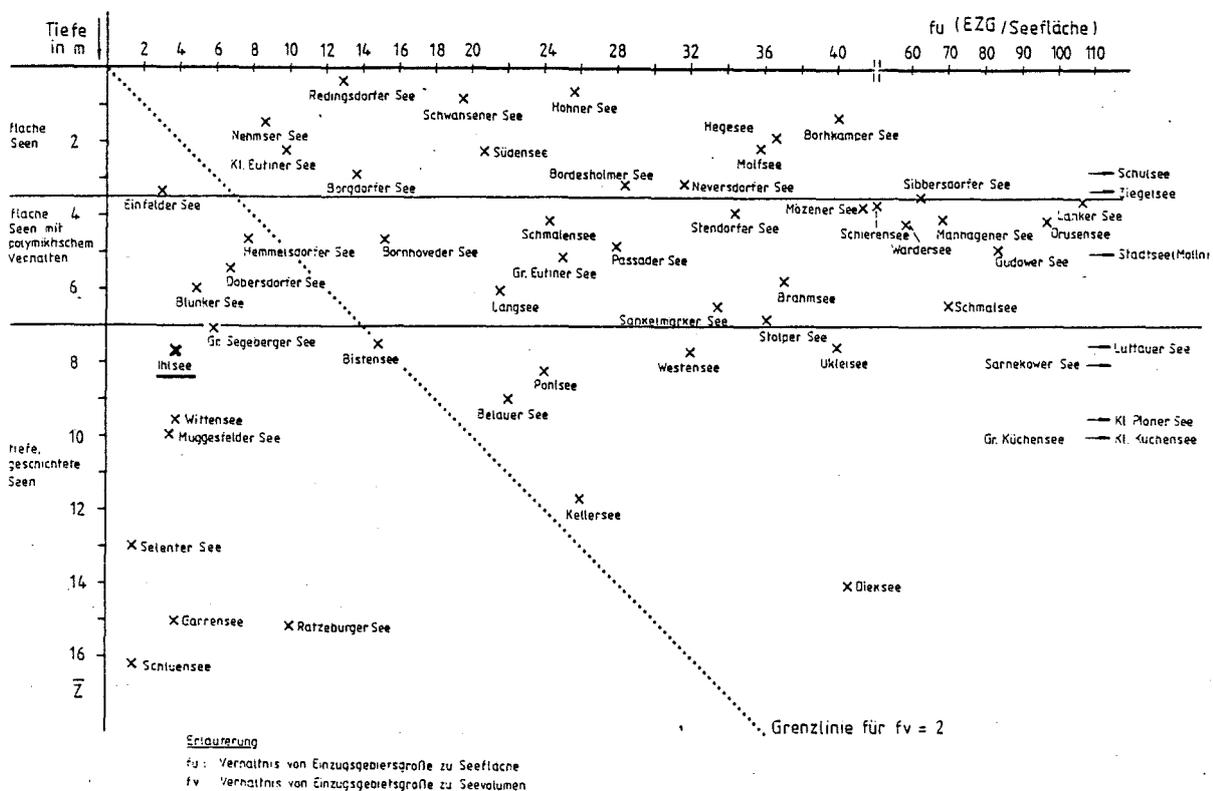


Abb. 27: Darstellung einiger Seen Schleswig-Holsteins nach ihrer Tiefe und dem Verhältnis des Einzugsgebietes zur Seefläche.

Es ist außerdem zu bedenken, daß auch noch „Altlasten“ den See beeinflussen. Mit der Bebauung des nördlichen Ufers in den dreißiger Jahren bekam der See Nährstoffe zugeführt. Das anfallende Abwasser wurde bis zum Anschluß der Häuser an die städtische Kläranlage im Jahre 1979 in Klärgruben gesammelt. Ein Teil davon wurde ufernah versickert. Weiterhin wurde vom Baugebiet Bruchweg das gesammelte Niederschlagswasser von 1972 bis 1978 zu einem Drittel in den See geleitet. Auch wenn die Nährstoffeinträge in diesem Bereich drastisch reduziert worden sind, ist der Schlamm am Seegrund entsprechend belastet und beeinflusst noch heute den See.

## 10.5 Vorschläge zum Schutz und zur Erhaltung des Ihlsees

Der Ihlsee ist mittlerweile ein mesotropher See. Die Sauerstoffverhältnisse deuten sogar auf eine eutrophe Tendenz hin. Um den Zustand wenigstens zu stabilisieren, müßte die Belastung aus dem Einzugsgebiet halbiert werden.

Die Nährstoffzufuhr über die Atmosphäre ist aufgrund des kleinen Einzugsgebietes verhältnismäßig groß. Eine Änderung ist durch Maßnahmen vor Ort nicht zu erreichen, sondern verlangt übergreifende Konzepte hinsichtlich Landwirtschaft und Verkehr.

Durch den Badebetrieb kommen ca. 7 kg/a Phosphor im Sommer in den Ihlsee. Das sind über 20 % der Gesamtbelastung. Diese sind nur zu reduzieren, indem die Zahl der Badegäste verringert wird. Eine kleine Chance besteht noch in der Verbesserung der sanitären Anlagen. Trotzdem muß gesagt werden, daß 70.000 Badegäste pro Saison zu viel für einen 28 ha großen See sind. Es sollte daher geprüft werden, ob der Großen Segeberger See zum Baden attraktiver gestaltet werden kann.

Der Hauptanteil des grundwasserbürtigen Phosphors kommt über die Entwässerungsgräben des Bruchwaldes. Eine mögliche Sanierungsmaßnahme wäre also das Verfüllen der Gräben. Die Modellierung der Strömungsverhältnisse im Bruchwald hat gezeigt, daß dann im Winter und Frühjahr der zu dieser Zeit ohnehin deutlich vernäßte Bruchwald in einigen Bereichen völlig überschwemmt wäre. Im Sommer liegen die Wasserstände so tief, daß die Gräben weitgehend trocken fallen. In diesen Perioden kann der Seespiegel sogar über den Grundwasserständen im Bruchwald liegen. Eine wirkungsvolle dauerhafte Vernässung könnte nur durch eine Erhöhung des Seespiegels durch Veränderung des künstlichen Ablaufes bei gleichzeitiger Verfüllung der Gräben erreicht werden. Das ist jedoch aufgrund der Bebauung rund um den See nicht möglich.

Ohne Anhebung des Seespiegels wäre also nur eine Teilvernässung im Winter und Frühjahr möglich. Um den Eintrag von in vernäßten Senken des Bruchwaldes rückgelöstem Phosphor in den See auszuschließen, sollte bei allen baulichen Maßnahmen darauf geachtet werden, daß das Standwasser im Bruchwald vor dem Abfluß in den See entweder durch die Anlage einer Uferbarriere wiederum versickern muß oder durch ein eigens dafür ange-

legtes Feuchtgebiet zu filtern wäre. Diese als Nährstoff-Retentionsraum wirkenden Bereiche verhindern gleichfalls eine unkontrollierte Vermischung von Seewasser und zeitweise im Bruchwald gestautem, potentiell mit Phosphor und Ammonium angereicherterem Standwasser. An welchen Stellen eine Verfüllung der Gräben und eine Errichtung solcher Feuchtgebiete sinnvoll ist, müßte durch eine detaillierte hydrologische Untersuchung ermittelt werden. Außerdem ist zu erwähnen, daß sich der Baumbestand des sogenannten Bruchwaldes durch die Vernässung verändern wird.

Der Einfluß der Gärten direkt am Seeufer ist schwer abzuschätzen. Sollten diese gedüngt werden, ist der Nährstoffeintrag bedeutend für den See. Deshalb hat ein Düngereinsatz in diesem empfindlichen Bereich des Einzugsgebietes zu unterbleiben.

Weiterhin wirken sich die Gärten und die zahlreichen Stege der Privatgrundstücke negativ auf die Ufervegetation aus. Der Bruchwald ist dort zu gunsten von Rasen und Ziergehölzen verloren gegangen. Stellenweise säumen noch einige Schwarzerlen und Öhrchen-Weiden das Ufer. Der Schilfsaum beschränkt sich auf wenige Meter. Es finden sich dort die Gelbe Schwertlilie und die Sumpf-Segge, Arten, die am Ihlsee als Störungsanzeiger zu werten sind. Deshalb ist dort ein Uferrandstreifen anzulegen, der der natürlichen Sukzession überlassen wird. Die Steganlagen sollten reduziert werden.

Eine Belastungsquelle des Sees ist die Nutzung des Sees durch den Angelsportverein. Die Bewirtschaftung des Sees darf sich deshalb in Zukunft nicht an wirtschaftlichen oder angelsportlichen, sondern am Schutzziel des Naturschutzgebietes orientieren. Für die fischereiliche Nutzung des Ihlsees bedeutet dieses, daß lediglich eine extensive Angelfischerei weiterhin betrieben werden könnte, da sie zu keiner Beeinträchtigung des Sees führt. Dazu sind jedoch zwei Einschränkungen gegenüber der bisherigen Nutzung notwendig. Erstens muß auf den Besatz verzichtet werden. Der Besatz mit Karpfen und Aalen ist aus schon genannten Gründen (s. Kap.7.4) als schädlich für den Fischbestand und den Trophiezustand des Sees anzusehen. Zweitens muß das beim Friedfischangeln übliche „Anfüttern“ unterbleiben, da hierdurch z.T. erhebliche Nährstoffmengen ins Gewässer gelangen.

Da es jedoch im Interesse eines Angelsportvereins liegt, den Fischertrag eines Gewässers zu erhöhen, wird die Versuchung bestehen bleiben, dieses durch Besatz zu erreichen. Eine Kontrolle ist nur schwer möglich. Die sicherste Möglichkeit besteht langfristig daher nur in einem Verzicht auf eine fischereiliche Nutzung. Bis dahin sollte, unter Verzicht auf weiteren Besatz, der offensichtliche Überbestand an Aalen und Karpfen gezielt durch Beangeln abgebaut werden. Eine Befischung mit professionellen Fischereigeräten (z.B. Zugnetz) sollte unterbleiben, da dieses ein nicht unerhebliches Risiko für die wertvollen Pflanzenbestände darstellt.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß die vorgeschlagenen Maßnahmen zum Schutz des Ihlsees dieses Gewässer nicht wieder in seinen oligotrophen Zustand zurückversetzen. Jedoch kann durch drastische Veränderungen der momentanen Nutzungen versucht werden, wenigstens den Status Quo zu halten. Für ein Naturschutzgebiet wie der Ihlsee sind 70.000

Badegäste pro Saison, Bootsverkehr und Fischfütterung eine zu hohe Belastung. Um den See nachhaltig zu schützen, müssen all diese Nutzungen eingestellt werden. Daß dies auf Widerstand stoßen wird, ist verständlich. Andererseits aber wird sich auch der Ihlsee, einer der letzten nährstoffarmen Seen Schleswig-Holsteins mit seiner schützenswerten Unterwasservegetation, auf absehbare Zeit in einen nährstoffreichen See verwandeln.

## 11. Literatur

- DEHUS, P. (1990): Rote Liste der in Schleswig-Holstein gefährdeten Süßwasserfische und Neunaugen. - Hrsg.: Landesamt für Naturschutz und Landschaftspflege Schlesw.-Holst.
- FORSBERG, C. & RYDING, S.O. (1980): Eutrophication parameters and trophic state indices in 30 waste-receiving Swedish lakes. - Arch. Hydrob. 89: 189-207
- HANSEN, P. & GREUNER-PÖNICKE, S (1991): Untersuchung Bruchwaldgebiet südwestlich des Ihlsees, Sanierungsvorschläge - Bericht im Auftrag des Umweltamtes des Kreises Segeberg, unveröffentl..
- HEISIG-GUNKEL, G. (1995): Untersuchungen zum Phyto- und Zooplankton des Ihlsees. - Bericht im Auftrag des Landesamtes für Wasserhaushalt und Küsten, unveröffentl.
- JENS, G. (1980): Die Bewertung von Fischgewässern. - Verlag Paul Parey
- JONASSON, P.M. (1978): Zoobenthos of lakes.- Verh. int. Ver. Limnol. 20: 13-17
- KITTLAS (1993): pers. Mitteilung (Fangstatistiken des Segeberger Angelvereins und Durchschnittsgewichte der Fischarten.)
- KLUGE, W., JELINEK, S., REICHE, E.-W. & SCHEYTT, T. (1994): Diffuse Stoffeinträge in Seen: Bilanzmethode zur Quantifizierung des Eintrages über das Grundwasser.- Erweiterte Zusammenf. der Jahrestagung Dt. Ges. Limnol: 59-63.
- KLUGE, W. & JELINEK, S. (1995): Wasserhaushalt und diffuser Stoffhaushalt des Ihlsees, - Zuarbeit des Projektzentrums Ökosystemforschung der Universität Kiel zum Seenbericht Ihlsee des Landesamtes für Wasserhaushalt und Küsten Schleswig-Holstein, 26 S. unveröffentl.
- KUBITZKI, K. (1957): Der Ihlsee bei Bad Segeberg, ein schleswig-holsteinisches Naturschutzgebiet. - Heimatkundl. Jb. Kreis Segeberg: 177-186
- LEHMANN, J.T. (1976): Ecological and nutritional studies on Dinobryon Ehrenb.: Seasonal periodicity and the phosphate toxicity problem. - Limnol. Oceanogr. 21: 646-658
- LUNDBECK, J. (1926): Die Bodentierwelt norddeutscher Seen.- Arch. Hydrobiol. Suppl. 7: 471 S.

- LW (Landesamt für Wasserhaushalt und Küsten) (1978): Ihlsee; Bericht über die Untersuchung des Zustandes und der Benutzung des Sees von März 1975 bis Juni 1976. - Bericht B4, 60 S.
- LW (Landesamt für Wasserhaushalt und Küsten) (1995): Ein Jahrzehnt Beobachtung der Niederschlagsbeschaffenheit in Schleswig-Holstein 1985 - 1994. - Bericht N 2: 66 S.
- LW (Landesamt für Wasserhaushalt und Küsten) (1991): Grundsätze zum Schutz und zur Regeneration von Gewässern.- Bericht D11, 189 S.
- MARTENSEN, S. (1992): Untersuchungen an Littorella-Gesellschaften des Ihlsees bei Bad Segeberg.- Diplomarbeit CAU. Kiel.
- MARTENSEN, S. (1994): Naturschutzgebiet Ihlsee und Ihlwald; Literaturrecherche. - Bericht im Auftrag der Unteren Naturschutzbehörde des Kreises Segeberg, unveröff.
- MITSCH, W.J. & GOSSELINK, J.G. (1993): Wetlands (2nd ed). - Van Nostrand Reinhold, New York.
- OECD (1982): Eutrophication of waters - Monitoring assessment and control. - Paris
- OHLE, W. (1959): Die Seen Schleswig-Holsteins, ein Überblick nach regionalen, zivilisatorischen und produktionsbiologischen Gesichtspunkten. - Vom Wasser 26: 16-41.
- OTTO, C.-J. (1994): Die Benthonfauna des Ihlsees. - Bericht im Auftrag des Landesamtes für Wasserhaushalt und Küsten. unveröffentl.
- PLEYER, G. (1981): Artenschutz bei Fischen. - ANL- Tagungsberichte 9/81: 33-37
- PUCK, S. (1994): Floristische und faunistische Bestandsaufnahme im Uferbereich des Ihlsees, Kreis Segeberg. - Bericht im Auftrag des Landesamtes für Wasserhaushalt und Küsten, unveröffentl.
- REDDY, K.R. & RAO, P.S.C. (1983): Nitrogen and phosphorus fluxes from a flooded organic soil. - Soil Science 136: 300-307
- SCHARF, B.W. & SCHMIDT-LÜTTMANN, M. (1990): Umweltverträglichkeit bei der Bewirtschaftung stehender Gewässer. - Wasserbau-Mitteilungen der Techn. Hochschule Darmstadt 34: 93-108 (30. Darmstädt. wasserbaul. Kolloquium, Okt. 1990)
- SCHUBERT, C. & NEUMANN, M. (1993): Fischereibiologische Untersuchung im Ihlsee (Kreis Segeberg). - Bericht im Auftrag des Kreises Segeberg, unveröffentl.

- SCHULZ, L. (1981): Nährstoffeintrag in Seen durch Badegäste. - Zbl. Bakt. Hyg. I Abt. Orig. B 173: 528-548
- STEFFENS, W. (1981): Moderne Fischwirtschaft. - Verlag Neumann-Neudamm
- STOCKNER, J.G. & SHORTREED, K.S. (1988): Response of Anabaena and Synechococcus to manipulation of nitrogen/phosphorus ratios in a lake fertilization experiment. - Limnol. Oceanogr. 33: 1348-1361
- THIENEMANN, A. (1925): Die Binnengewässer Mitteleuropas.- Binnengewässer 1: 1-255
- VOLLENWEIDER, R.A. & KERÉKES, J. (1980): The loading concept as a basis for controlling eutrophication.- Progress in Water Technol. 12: 5-39.
- WEGEMANN G. (1916): Die Seen Mittelholsteins.- Abhdl. d. Königl. Preuß. geol. Landesamtes Berlin. - 64.,: 108-116
- WENDLAND, F. (1992): Nitrat im Grundwasser der „alten“ Bundesländer. - Berichte aus der ökologischen Forschung, Bd. 8, Jülich
- WETZEL, R.G. (1975): Limnology.-W.B. Saunders Company, Philadelphia
- ZINTZ, K. (1986): Fischereiliche Nutzung von Stillgewässern in Naturschutzgebieten. - In: Ökologie aktuell 4. Verlag Josef Margraf



## 12. Anhang

12.1	Methodenverzeichnis	65
12.2	Ergebnisse der Seemeßstelle und der Kartierungen	71
12.3	Ergebnisse der Ablaufmeßstelle	95
12.4	Ergebnisse der Grundwassermeßstellen	96

## 12. Anhang

### 12.1 Methodenverzeichnis

Die Probenahme für die chemischen und biologischen Analysen im Ihlsee erfolgte von Januar bis Dezember 1994 in monatlichen bzw. 14-tägigem Abstand. Für die Wasserchemie wurden Proben aus 1, 5, 10, 15, 17 und 20 m Tiefe entnommen. Die Probenahme erfolgte an der tiefsten Stelle des Sees und am Ablauf. Die Sauerstoff- und Temperaturprofile wurden in Abständen von 1 m erstellt. Vor Ort wurden folgende Parameter bestimmt:

Wassertemperatur

Lufttemperatur

Wetter (LW-Code)

Windrichtung

Windstärke

Farbe der abgesetzten Probe nach Stärke und Art

Trübung der Probe (Stärke)

Geruch der Probe nach Stärke und Art

pH

Leitfähigkeit (Temperaturkompensation auf 25 °C)

Secchi-Sichttiefe

Sauerstoffprofil (WTW-Oxi-196)

Temperaturprofil (WTW-Sonde)

Im Labor wurden folgende Parameter gemessen:

pH  
 Leitfähigkeit bei 25 °C  
 Chlorid, Cl<sup>-</sup>  
 TIC  
 TOC/DOC  
 Ammonium, NH<sub>4</sub>-N  
 Nitrit, NO<sub>2</sub>-N  
 Nitrat, NO<sub>3</sub>-N  
 Gesamt-N, unfiltriert  
 Orthosphosphat, PO<sub>4</sub>-P  
 Gesamt-P unfiltriert  
 Absorption bei 254 nm und 436 nm  
 Schwefelwasserstoff H<sub>2</sub>S  
 Sulfat, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>  
 Silizium, SiO<sub>2</sub>  
 Sauerstoff (Winkler)  
 Säure-Base-Kapazität  
 Kalzium und Magnesium  
 Chlorophyll a und Phaephytingehalt

Die angegebenen Parameter wurden nach folgenden Methoden bestimmt:

Parameter			Einheit/Umwandlung	Methode
Temperatur		°C	+273,15=K	DIN 38404-C4
pH-Wert		-	-	DIN 38404-C5
Leitfähigkeit		µS/cm	0,1=mS/m	DIN 38404-C8
Sauerstoff	(O <sub>2</sub> )	mg/l	*31,3=mmol/m <sup>3</sup>	DIN 38408-G21
Sättig.index	(O <sub>2</sub> )	%		
Gesamt-N	(N)	mg/l	*71,4=mmol/m <sup>3</sup>	1)
NH <sub>4</sub> -N	(N)	mg/l		DIN 38406-E5 mit Nitrat nach Reduktion mit Cadmium Reduktor
CFA*				
NO <sub>3</sub> -N	(N)	mg/l	*71,4=mmol/m <sup>3</sup>	
NO <sub>2</sub> -N	(N)	mg/l	*71,4=mmol/m <sup>3</sup>	DIN 38405-D10 mit CFA
Gesamt-P	(P)	mg/l	*32,2=mmol/m <sup>3</sup>	1)
PO <sub>4</sub> -P	(P)	mg/l	*732,3=mmol/m <sup>3</sup>	DIN 38405-D11 mit CFA
Chlorid	(Cl)	mg/l	*28,2=mmol/m <sup>3</sup>	DIN 38405-D1-1
Chlorophyll a		µg/l	-	
Kohlenstoff	(C)	mg/l	*83,3=mmol/m <sup>3</sup>	DIN 38409-H3-1

1)= oxidierender Druckaufschluß mit  $K_2S_2O_8$  nach Koroleff (in Grashoff 1983):  
Seawater analysis), weiter wie  $NO_3^-$ - bzw.  $PO_4^{3-}$  mit LFA

\*=CFA= Continuous Flow Analyzer

Die Kennziffern für das **Wetter** setzen sich wie folgt zusammen:

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

Die Kennziffer bedeuten:

1= kein, 2= leichter, 3= mittlerer, 4= starker Niederschlag, 5= Schneeschmelze.

Die Kennziffern für die **Farbe** der filtrierten Probe werden als zweistellige Zahlen angegeben; die erste Ziffer entspricht der Farbstärke, die zweite dem Farbton:

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

Die Kennziffern für den **Geruch** der Probe bedeuten:

<b>Stärke:</b>	1: ohne	<b>Art:</b>	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

Die Kennziffer für die **Trübung** gibt an:

- Stärke:** 1: ohne  
3: sehr schwach (fast klar)  
5: schwach  
7: mittel  
9: stark (undurchsichtig)  
0: sonstige

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 Kennzahl des Kreises oder der kreisfreien Stadt  
Ziffer 2-4-5    dreistellige Kennzahl der Gemeinde oder des Ortsteiles  
Ziffer 6        Art der Probe, die wie folgt verschlüsselt ist:  
5= oberirdisches Gewässer, roh  
8= Abwassereinleitung

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

Kreis-Gemeinde-Kennzahl

- 60-005-5.3    tiefste Stelle des Sees  
60-005-5.1    Ablauf des Ihlsees

Die in der Berechnung des Wasserhaushaltes eingehende Größe der **Verdunstung** wurde mit einem Evaporimeter durch Messung des durch die Verdunstung bewirkten Wasserverbrauchs bestimmt. Hier wurde die Class A Pan Methode angewandt, ein zylindrischer Behälter mit 1,2 m<sup>2</sup> Oberfläche und einer Tiefe von 25 cm. Dieses Gerät ist auf einem Holzrost etwa 15 cm über der Bodenoberfläche installiert, so daß sich die Wasseroberfläche in etwa 0,5 m Höhe befindet. Die Verdunstungsmenge ergibt sich aus der Niveauänderung des Wasserspiegels.

Weitere Parameter (Niederschlag, Windgeschwindigkeit, Sonnenscheindauer) werden kontinuierlich erfaßt und gehen in die weiteren Berechnungen nach der PENMAN-Formel mit ein.

Zur Ermittlung des **unterirdischen Einzugsgebietes** wurden 11 Sondierbohrungen niedergebracht, wovon 10 zu Grundwassermeßstellen im obersten Grundwasserleiter ausgebaut wurden. Zusammen mit 10 weiteren Meßmarken an Oberflächengewässern wurden die Meßstellen zu NN eingemessen, und am 18.01.1994 fand die erste Stichtagsmessung an allen Meßstellen statt. Anhand dieser Daten wurde ein Grundwassergleichenplan für das oberflächennahe Grundwasser in der Umgebung des Ihlsees konstruiert.

Für die Bestimmungen des **Phytoplanktons** wurde ein Netzzug aus 0-5 m durchgeführt, die Maschenweite betrug 10  $\mu\text{m}$ . Die Fixierung erfolgte mit 10 ml Formaldehyd auf 100 ml. Die quantitativen Proben wurden aus 1 und 5 m Tiefe entnommen und mit Lugol'scher Lösung fixiert.

Die spätere Bestimmung der Phytoplanktonarten erfolgte im Lichtmikroskop. Die quantitativen Proben wurden in Absetzkammern überführt und im Inversmikroskop nach UTER-MÖHL ausgezählt und vermessen (alle dominanten Arten).

Für die Bestimmung des **Zooplanktons** wurde ein Netzzug aus 0-5 m durchgeführt, die Maschenweite betrug 55  $\mu\text{m}$ . Die Fixierung erfolgte nach Betäubung durch Mineralwasser mit 4 %iger Formaldehydlösung. Für die quantitative Analyse wurden mit dem Ruttner-Schöpfer Probefänge aus 1 und 5 m Tiefe entnommen, durch 55  $\mu\text{m}$  Gaze filtriert und wie oben angegeben fixiert.

Die qualitativen Zooplanktonproben wurden im Binokular durchgemustert, nach Bestimmung der Arten wurden die quantitativen Proben als Ganzes oder - bei hohen Individuendichten - als Aliquot, mit der Stempelpipette entnommen, ausgezählt.

Die Makrozoobenthosproben wurden im Herbst 1991 entnommen. Das Litoral wurde dabei nicht untersucht. Es wurden je zwei Proben aus den Tiefen 5, 8, 10, 14 und 21 m genommen. Die Mittelwerte der Parallelproben wurden auf Häufigkeiten (Abundanzen je  $\text{m}^2$ ) berechnet und gerundet.

Die Kartierung der emersen **Ufervegetation** erfolgte im Mai 1994 vom Schilfgürtel landeinwärts bis zum Erlensaum, sowohl von der Landseite als auch von der Wasserseite aus.

Die **Tiefenmessung** erfolgte mit einem kalibrierbaren elektronischen Tiefenmesser mit einer Auflösung von weniger als 10 cm.

## 12.2 Ergebnisse der Seemeßstelle und der Kartierungen

### Ihlsee 1994

#### Allgemeine Daten

Datum	Wetter	Windrichtung	Windstärke	Lufttemperatur		Farbe	Trübung	Geruch
11.01.	2/2	SO	2-3	1,90		1	3	1
15.02.								
23.03.	2/2	SW	3-4	8,50		1	3	1
07.04.	1/1	N	1-2	6,90		1	3	1
21.04.	1/1	SW	2-3	11,50		1	3	1
17.05.	1/1	SO	2-3	13,40		1	3	1
30.05.	1/1	NW	3-4	12,50		1	3	1
15.06.	1/1	W	3-4	14,80		1	3	1
28.06.	1/1		2-3	22,80		1	3	1
12.07.	1/1	SO	2-3	27,70		1	3	1
27.07.	1/1	SO	1-2	28,80		1	3	1
11.08.	3/3	O	1-2	18,20		1	3	1
23.08.	1/1	SO	3-4	20,50		1	3	1
05.09.	2/2	SW	1-2	15,30		1	3	1
26.09.	1/1	NW	2-3	13,80		1	3	1
24.10.	1/1	SW	3-4	10,90		1	3	1
21.11.	1/3	W	3-4	8,70		1	3	1
21.12.	1/1	W	2-3	2,50		1	3	1





Ihsee 1994  
Leitfähigkeit [ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ]

	Datum										
Tiefe [m]	11.01.	15.02.	23.03.	07.04.	21.04.	17.05.	31.05.	15.06.	28.06.	12.07.	27.07.
0											
1	146		146	145	146	148	147	148	146	148	150
2											
3											
4											
5	147		146	145	146	146	148	148	146	146	147
6											
7											
8											
9											
10	147		146	145	146	145	146	146	146	146	145
11											
12											
13											
14											
15	148		146	145	146	145	146	146	146	146	145
16											
17	149		147	148	146	145	147	147	148	148	146
18											
19											
20	152		148	148	147	146	148	149	148	148	150
Tiefe [m]	11.08.	23.08.	05.09.	26.09.	24.10.	21.11.	21.12.				
0											
1	152	150	149	150	148	148	147				
2											
3											
4											
5	153	150	149	150	148	148	147				
6											
7											
8											
9											
10	147	147	148	150	148	148	147				
11											
12											
13											
14											
15	147	147	149	150	152	148	148				
16											
17	150	150	152	150	154	149	148				
18											
19											
20	154	153	155	190	156	159	157				

## Ihsee 1994

## Sauerstoff [mg/l]

	Datum										
Tiefe [m]	11.01.	15.02.	23.03.	07.04.	21.04.	17.05.	30.05.	15.06.	28.06.	12.07.	27.07.
0	16,3		13,1	12,8	12,4	10,4	10,8	10,5	12,2	9,6	9,8
1	16,3		13					10,5	12,1	9,6	
2	16,3		12,9					10,5	12,7	9,6	
3	16,3		12,9					10,5	13	9,9	
4	16,3		12,8					12,8	13,2	11,6	
5	16,3		12,8	12,8	12,5	12,2	10,8	10,9	12,9	11,5	11,6
6	16,3		12,8					10,7	12,9	11,2	
7	16,3		12,8					12	13,5	11,2	
8	16,3		12,8					10,9	13,2	10,8	
9	16,3		12,8					10,8	12,7	9,6	
10	16,3		12,7	12,7	12,2	11	10,6	10,7	11,4	8,9	8,3
11	16,4		12,7					10	10,6	7,9	
12	16,4		12,7					9,4	9,9	7,5	
13	16,4		12,7					9,2	9,9	7,4	
14	16,4		12,7					8,8	10,4	7	
15	16,4		12,6	12,7	11,7	10	8,8	8,8	8,9	6,1	4,8
16	16,3		12,6					8,8	8,2	5,7	
17	16,3		12,6	12,7	11,7	9,4	8,6	7,4	7,3	5,2	3
18	16,3		12,6					7,4	6,8	5,2	
19	16,3		12,6					7,1	5,8	3,6	
20	16,3		12,6	12,7	11,6	9,4	7,3	6,4	4,5	2,6	1,1
Tiefe [m]	11.08.	23.08.	05.09.	26.09.	24.10.	21.11.	21.12.				
0	9,1	10,6	10,1	10,2		11,4	11,9				
1	9,1	10,7	10,2	10,2		11,4	11,8				
2	9	10,8	10,2	10,1		11,4	11,9				
3	9	10,7	10,2	10		11,4	11,9				
4	9	10,7	10,2	9,9		11,3	11,9				
5	9,1	10,1	10,3	9,9		11,3	12				
6	11,6	9,9	10,2	9,8		11,3	12				
7	12,5	9,6	9,5	9,5		11,3	12,4				
8	10,3	9,6	8,4	8,8		11,3	12,4				
9	8,3	8,3	6,8	4,8		11,3	12,6				
10	6,9	6,2	5,5	3,5		11,3	12,6				
11	6,1	5,2	4,7	3,5		11,3	12,6				
12	5,1	4,4	3,5	1,6		11,2	12,7				
13	4,7	4,4	2,7	1,2		11,2	12,7				
14	4,2	4,4	2	0,3		11,1	12,9				
15	3,8	2,2	0,9	0		11,1	12,9				
16	2,5	0,4	0,2	0		11	13				
17	1,8	0,1	0	0		11	13				
18	0,6	0	0	0		11	13,1				
19	0,1	0	0	0		11	13,1				
20	0	0	0	0		10,9	13,1				

Ihsee 1994  
Sauerstoff [%]

	Datum										
Tiefe [m]	11.01.	15.02.	23.03.	07.04.	21.04.	17.05.	30.05.	15.06.	28.06.	12.07.	27.07.
0	118		99	105		107	108	107	137	110	119
1	118		98					107	134	110	
2	118		97					107	136	110	
3	118		97					107	135	112	
4	118		96					109	133	126	
5	118		96	103		126	107	110	130	117	128
6	118		96					107	126	112	
7	118		96					112	124	105	
8	118		96					90	111	92	
9	118		96					88	104	79	
10	119		96	102		113	85	86	92	72	69
11	119		96					79	85	64	
12	119		95					75	78	60	
13	119		96					73	78	59	
14	119		95					70	82	55	
15	119		95	102		103	70	70	69	48	38
16	118		95					70	63	46	
17	118		95	102		97	68	59	57	42	24
18	118		95					59	53	41	
19	118		95					55	45	28	
20	118		95	102		97	58	50	35	20	9
Tiefe [m]	11.08.	23.08.	05.09.	26.09.	24.10.	21.11.	21.12.				
0	106	113	105	100		93	92				
1	106	113	106	100		93	91				
2	105	114	105	99		93	92				
3	105	113	105	97		93	92				
4	105	113	106	96		92	93				
5	106	105	106	95		92	93				
6	120	103	105	95		92	95				
7	119	96	96	92		92	95				
8	91	85	77	84		92	97				
9	71	70	59	42		92	97				
10	57	51	48	30		92	97				
11	50	43	39	30		92	98				
12	42	36	28	13		92	98				
13	38	36	21	10		91	99				
14	33	36	16	2		91	99				
15	30	17	7	0		90	100				
16	21	3	1	0		90	100				
17	14	1	0	0		89	101				
18	6	0	0	0		89	101				
19	1	0	0	0		89	100				
20	0	0	0	0		88	100				

## Ihlsee 1994

## Ammonium [mg/l N]

	Datum								
Tiefe [m]	11.01.	15.02.	23.03.	07.04.	21.04.	17.05.	30.05.	15.06.	28.06.
1	0,051		0,035	0,026	0,023	0,02	0,015	0,024	0,023
5	0,063		0,035	0,029	0,014	0,017	0,013	0,032	0,036
10	0,062		0,035	0,03	0,028	0,034	0,047	0,05	0,048
15	0,066		0,035	0,034	0,046	0,053	0,072	0,056	0,046
17	0,054		0,039	0,32	0,043	0,072	0,075	0,093	0,039
20	0,068		0,037	0,033	0,042	0,073	0,131	0,1	0,046
Tiefe [m]	12.07.	27.07.	11.08.	23.08.	05.09.	26.09.	24.10.	21.11.	21.12.
1	0,013	0,012	0,011	0,01	0,016	0,014	0,024	0,052	0,078
5	0,014	0,017	0,012	<0,01	0,016	0,016	0,015	0,049	0,073
10	0,037	0,015	0,011	0,021	0,045	0,057	0,017	0,049	0,087
15	0,029	0,016	0,011	0,018	0,035	0,053	0,144	0,05	0,08
17	0,035	0,023	0,017	0,047	0,11	0,203	0,285	0,047	0,072
20	0,036	0,048	0,079	0,193	0,218	0,353	0,548	0,052	0,08

## Nitrat [N mg/l]

	Datum								
Tiefe [m]	11.01.	15.02.	23.03.	07.04.	21.04.	17.05.	30.05.	15.06.	28.06.
1	0,088		0,147	0,153	0,145	0,055	0,05	0,05	0,05
5	0,089		0,146	0,152	0,146	0,081	<0,05	<0,05	<0,05
10	0,09		0,147	0,155	0,15	0,15	0,15	0,151	0,149
15	0,088		0,15	0,154	0,152	0,152	0,146	0,169	0,227
17	0,09		0,148	0,161	0,157	0,149	0,149	0,093	0,252
20	0,09		0,145	0,162	0,154	0,147	0,137	0,188	0,268
Tiefe [m]	12.07.	27.07.	11.08.	23.08.	05.09.	26.09.	24.10.	21.11.	21.12.
1	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
5	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
10	0,173	0,191	0,186	0,191	0,175	0,173	<0,05	<0,05	<0,05
15	0,262	0,287	0,304	0,286	0,272	0,181	<0,05	<0,05	<0,05
17	0,292	0,313	0,324	0,266	0,091	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
20	0,353	0,313	0,278	0,048	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

Ihsee 1994  
Nitrit [N mg/l]

	Datum								
Tiefe [m]	11.01.	15.02.	23.03.	07.04.	21.04.	17.05.	30.05.	15.06.	28.06.
1	0,0021		0,0029	0,0034	0,0024	0,0028	0,0036	0,0021	0,0021
5	0,0019		0,0034	0,0033	0,0024	0,0034	0,0036	0,0019	0,0021
10	0,0023		0,0028	0,031	0,0025	0,0029	0,0037	0,0033	0,0049
15	0,0018		0,0033	0,0025	0,0026	0,0034	0,0042	0,003	0,0081
17	0,0017		0,0028	0,0044	0,0026	0,0034	0,0032	0,0024	0,0017
20	0,0023		0,003	0,005	0,0028	0,0033	0,0031	0,0025	0,0028
Tiefe [m]	12.07.	27.07.	11.08.	23.08.	05.09.	26.09.	24.10.	21.11.	21.12.
1	0,001	<0,001	0,0012	<0,001	<0,001	<0,001	0,0026	0,0023	0,0028
5	<0,001	0,0022	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,0026	0,0021	0,0029
10	0,0022	<0,001	0,0021	0,002	0,0028	0,027	0,0029	0,0021	0,0032
15	0,0014	<0,001	0,0019	0,0019	0,0024	0,034	0,022	0,0022	0,0028
17	0,0016	0,0012	0,0024	0,0043	0,0096	<0,001	0,0011	0,0023	0,0028
20	0,0032	0,0018	0,0052	0,0099	0,0017	<0,001	0,0012	0,0021	0,003

Gesamt-Stickstoff [N mg/l]

	Datum								
Tiefe [m]	11.01.	15.02.	23.03.	07.04.	21.04.	17.05.	30.05.	15.06.	28.06.
1	0,55		0,53	0,6	0,64	0,54	0,42	0,45	0,5
5	0,54		0,152	0,56	0,61	0,55	0,43	0,53	0,44
10	0,51		0,16	0,59	0,62	0,6	0,61	0,62	0,6
15	0,53		0,59	0,6	0,62	0,59	0,61	0,64	0,64
17	0,56		0,63	0,56	0,65	0,61	0,63	0,64	0,72
20	0,53		0,54	0,58	0,62	0,61	0,71	0,68	0,7
Tiefe [m]	12.07.	27.07.	11.08.	23.08.	05.09.	26.09.	24.10.	21.11.	21.12.
1	0,51	0,52	0,45	0,5	0,51	0,46	0,51	0,6	0,54
5	0,48	0,46	0,41	0,5	0,52	0,48	0,52	0,62	0,55
10	0,59	0,58	0,61	0,57	0,64	0,52	0,49	0,61	0,53
15	0,63	0,68	0,66	0,65	0,73	0,55	0,58	0,56	0,55
17	0,73	0,74	0,73	0,68	0,64	0,52	0,67	0,56	0,54
20	0,88	0,8	0,71	0,63	0,79	0,79	0,98	0,63	0,54

Ihsee 1994

## Ortho-Phosphat [P mg/l]

	Datum								
Tiefe [m]	11.01.	15.02.	23.03.	07.04.	21.04.	17.05.	30.05.	15.06.	28.06.
1	<0,005	Eis	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
5	<0,005		<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
10	<0,005		<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
15	<0,005		<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
17	<0,005		<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
20	<0,005		<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Tiefe [m]	12.07.	27.07.	11.08.	23.08.	05.09.	26.09.	24.10.	21.11.	21.12.
1	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
5	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
10	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
15	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
17	0,006	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
20	0,008	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,015	<0,005	<0,005

## Gesamt-Phosphor [P mg/l]

	Datum								
Tiefe [m]	11.01.	15.02.	23.03.	07.04.	21.04.	17.05.	30.05.	15.06.	28.06.
1	0,012		0,011	0,021	0,017	0,031	0,046	0,02	0,019
5	0,016		0,012	0,022	0,015	0,032	0,048	0,02	0,018
10	0,013		0,012	0,02	0,015	0,031	0,048	0,02	0,014
15	0,014		0,013	0,023	0,016	0,033	0,048	0,02	0,018
17	0,013		0,013	0,017	0,019	0,035	0,049	0,02	0,018
20	0,014		0,012	0,017	0,016	0,034	0,049	0,02	0,018
Tiefe [m]	12.07.	27.07.	11.08.	23.08.	05.09.	26.09.	24.10.	21.11.	21.12.
1	0,013	0,015	0,013	0,013	0,029	0,009	0,019	0,02	0,015
5	0,012	0,0094	0,012	0,013	0,019	0,001	0,018	0,02	0,013
10	0,015	0,012	0,017	0,013	0,025	0,009	0,015	0,017	0,015
15	0,014	0,011	0,02	0,015	0,021	0,013	0,019	0,017	0,014
17	0,014	0,013	0,016	0,015	0,023	0,015	0,02	0,016	0,016
20	0,035	0,021	0,023	0,02	0,031	0,022	0,03	0,017	0,014

Ihlsee 1994  
TOC [mg/l]

	Datum								
Tiefe [m]	11.01.	15.02.	23.03.	07.04.	21.04.	17.05.	30.05.	15.06.	28.06.
1	6,4		6,3	6	6,8	6,4	5,9	7	7
5	6,4		6,3	5,8	6,8	6,3	7,1	7,2	6,8
10	6,6		6,4	5,9	6,7	5,8	6	7,3	6,2
15	6,6		6,3	6,1	6,7	5,7	7,1	5,8	5,6
17	6,7		6,4	6	6,4	5,7	6	5,8	5,7
20	6,8		6,3	6,1	6,2	5,9	6	6	6,1
Tiefe [m]	12.07.	27.07.	11.08.	23.08.	05.09.	26.09.	24.10.	21.11.	21.12.
1	7,7	8	7,3	8,1	7,9	7,2	7	6,9	6,7
5	7,3	7,7	7,3	7,9	7,8	7,1	6,9	7	6,7
10	6,6	6,9	6,3	6,5	6,5	6,3	6,7	6,9	6,6
15	6,1	6,5	6	6,4	6,6	6,2	6,2	6,7	6,7
17	6,3	6,5	6	6,6	6,7	6,4	6,2	7,1	6,6
20	6,8	7	6,2	6,8	7,6	6,6	6,9	6,9	6,6

## DOC [mg/l]

	Datum								
Tiefe [m]	11.01.	15.02.	23.03.	07.04.	21.04.	17.05.	30.05.	15.06.	28.06.
1	6,3		6,3	6	6,7	6,2	6,8	7	7
5	6,2		6,2	5,7	6,5	5,9	6,9	7	5,3
10	6,3		6,3	5,8	6,5	5,6	6	6,2	6,1
15	6,3		6,2	5,7	6,5	5,6	5,8	5,8	5,6
17	6,5		6,3	6	6,3	5,6	5,6	5,8	5,7
20	6,7		6,3	6	6	5,3	6	6	5,9
Tiefe [m]	12.07.	27.07.	11.08.	23.08.	05.09.	26.09.	24.10.	21.11.	21.12.
1	7,1	7,4	7,3	7,3	7,5	7,2	6,7	6,3	6,7
5	6,7	7,2	7,2	7,2	7,5	7	6,8	6,4	6,6
10	6,1	6,5	6,3	6,3	6,3	6,2	6,6	6,4	6,5
15	6,1	6,4	6	6,3	6,3	6	6,2	6,3	6,5
17	6,3	6,5	5,9	6,3	6,3	5,9	6,2	6,3	6,6
20	6	6,6	6,2	6,3	6,3	5,9	6,5	6,3	6,5

Ihsee  
TIC [mg/l]

Datum

Tiefe [m]	11.01.	15.02.	23.03.	07.04.	21.04.	17.05.	30.05.	15.06.	26.06.
1	6,3		5,4	5,3	4,4	4,8	4	5	2,8
5	6,2		5,4	5,2	4,5	4,8	4	5,1	3,4
10	6		5,1	5,2	4,4	4,9	3,9	5,3	3,3
15	5,9		5,1	5,2	4,4	5	3,8	5,4	3,1
17	5,8		5,1	6	4,4	5,2	3,6	5,6	3,6
20	5,7		5,1	5,2	4,5	5,1	3,7	5,8	3,4
Tiefe [m]	12.07.	27.07.	11.08.	23.08.	05.09.	26.09.	24.10.	21.11.	21.12.
1	4,1	4,5	3,9	4,3	4,6	4,1	4,9	5	5,4
5	3,9	4,2	3,8	4,3	4,3	4,1	4,8	5	5,4
10	4,4	4,3	3,9	4,5	4,4	4,8	5,7	5	5,3
15	4,4	4,6	3,8	4,8	4,5	5,1	5,7	4,9	5,3
17	4,5	5	4	5	5	5,7	6,2	5	5,3
20	5,1	5,4	4,3	5,8	5,5	6	7	5	5,3

## 1 m Tiefe

Datum	Absorptionskoeffizient (1/m)		Säurekapazität		Hydrogencarbonat	
	436 nm	254 nm	pH 4,3 [mmol/l]		[mg/l]	
11.01.	0,1	7,3				
15.02.						
23.03.	0,3	9,3				
07.04.	0,1	8,9	0,59		36	
21.04.	0,4	9,7	0,53		32,3	
17.05.	0,3	9,8				
30.05.	0,8	10,3				
15.06.	0,3	9,4				
28.06.	0,3	9,3				
12.07.	0,4	9,2				
27.07.	0,3	9				
11.08.	0,1	9				
23.08.	0,2	8,8				
05.09.	0,1	8,6	0,54		33	
26.09.	0,2	8,6	0,52		31,7	
24.10.	0,2	8,6				
21.11.	0,2	8,3				
21.12.	0,1	8,6				

Ihlsee 1994  
Chlorid [mg/l]

	Datum								
Tiefe [m]	11.01.	15.02.	23.03.	07.04.	21.04.	17.05.	30.05.	15.06.	28.06.
1	15	Eis	15	15	15	15	15	15	15
5	15		15	15	15	15	15	15	15
10	16		15	15	15	15	15	15	15
15	16		15	15	15	15	15	15	15
17	15		16	15	15	15	15	15	15
20	15		15	15	15	15	15	15	15
Tiefe [m]	12.07.	27.07.	11.08.	23.08.	05.09.	26.09.	24.10.	21.11.	21.12.
1	16	16	16	16	15	15	15	15	15
5	15	15	16	16	15	15	16	15	15
10	15	15	15	15	15	15	15	15	15
15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
17	15	15	15	15	15	15	15	15	15
20	15	15	15	15	15	15	15	16	16

Magnesium [mg/l]

	Datum								
Tiefe [m]	11.01.	15.02.	23.03.	07.04.	21.04.	17.05.	30.05.	15.06.	28.06.
1	1,8		1,9	1,9	1,8	1,7	1,7	1,7	1,6
5	1,8		1,9	1,9	1,8	1,7	1,7	1,6	1,7
10	1,8		1,9	1,8	1,8	1,7	1,7	1,7	1,7
15	1,8		1,9	1,9	1,8	1,7	1,7	1,7	1,7
17	1,8		1,9	1,9	1,8	1,7	1,7	1,7	1,7
20	1,8		1,9	1,9	1,8	1,7	1,8	1,7	1,6
Tiefe [m]	12.07.	27.07.	11.08.	23.08.	05.09.	26.09.	24.10.	21.11.	21.12.
1	1,7	1,9	1,7	1,8	1,8	1,6	1,6	1,8	1,8
5	1,7	1,8	1,7	1,8	1,8	1,6	1,6	1,8	1,8
10	1,7	1,8	1,6	1,7	1,7	1,6	1,6	1,8	1,8
15	1,7	1,8	1,6	1,7	1,8	1,6	1,6	1,8	1,8
17	1,8	1,8	1,6	1,8	1,8	1,6	1,7	1,8	1,8
20	1,7	2	1,6	1,8	1,8	1,6	1,5	1,8	1,9



## Gefundene Phytoplankton-Arten im Ihlsee 1994

**Kl. Cyanophyceae**

Pseudanabaena catenata  
 Picoplankton  
 Anabaena flos-aquae  
 Anabaena sp.  
 Aphanothece clathrata  
 Chroococcus limneticus  
 Gomphosphaeria aponina  
 Gomp. compacta  
 Gomp. lacustris  
 Gomp. naegeliana  
 Microcystis aeruginosa  
 Micr. incerta  
 Merismopedia tenuissima  
 Planktothrix agardhii

**Kl. Diatomeae****Ord. Pennales**

Achnanthes sp.  
 Asterionella formosa  
 Fragilaria crotonensis  
 Gyrosigma c.f. attenuatum  
 Synedra acus  
 Navicula sp.  
 Nitzschia spp.

**Ord. Centrales**

Stephanodiscus astraea  
 St. hantzschii

**Kl. Dinophyceae**

Ceratium hirundinella  
 Peridinium bipes  
 P. cinctum  
 P. sp.

**Kl. Chrysophyceae**

Dinobryon divergens  
 Mallomonas sp.  
 Uroglena sp.

**Kl. Conjugatophyceae**

Cosmarium sp.  
 Closterium kützingii  
 Clost. sp.  
 Mougeotia sp.  
 Staurastrum sp.  
 Xanthidium sp.

**Kl. Cryptophyceae**

Chroomonas acuta  
 Cryptomonas spp.  
 Rhodomonas sp.  
 kl. Monaden

**Kl. Euglenophyceae**

Trachelomonas volvocina  
 Tr. verrucosa  
 Euglena sp.

**Kl. Chlorophyceae****Ord. Volvocales**

Chlamydomonas spp.  
 Eudorina elegans  
 Gonium pectorale  
 Pandorina morum

**Ord. Ulotrichales**

Elakatothrix gelatinosa

**Ord. Chlorococcales**

Ankistrodesmus fusiformis  
 Ankyra judai  
 Coelastrum microporum  
 C. pseudomicroporum  
 Crucigenia tetrapedia  
 Crucigeniella rectangularis  
 Dictyosphaerium tetrachotomum  
 Didymocystis planctonica  
 Hofmannia lauterbornii  
 Monoraphidium setiforme  
 Oocystis marssonii  
 Ooc. lacustris  
 Pediastrum boryanum  
 P. duplex  
 P. tetras  
 Quadrigula c.f. pfitzeri  
 Scenedesmus abundans  
 Sc. acuminatus  
 Sc. alternans  
 Sc. ecornis  
 Sc. quadricauda  
 Summe Scenedesmus spp.  
 Schroederia setigera  
 Sphaerocystis schroeteri  
 Tetrastrum staurogeniaeforme  
 Tetraedon minimum  
 Treubaria schmidlei

Ihsee Phytoplankton								
mm <sup>3</sup> /l								
Datum	Cyanobakterien	Diatomeen	Dinophyceen	Chrysophyceen	Conjugatophyceen	Cryptophyceen	Euglenophceen	Chlorophyceen
11.01.	0,767	0,002		0,003		0,017	0,005	0,064
11.02.								
11.03.								
23.03.	0,073	0,058				0,027	0,021	
07.04.	0,259	0,117				0,284		0,045
21.04.	9,477	0,072				0,27		0,203
17.05.	0,479			1,098		0,58		0,011
30.05.	0,16		0,601	0,293	0,182	0,174	0,025	0,028
15.06.	0,273		0,112	0,098	0,034	0,163		0,063
28.06.	0,118		0,05	0,001	0,03	0,123		0,048
12.07.	0,214		1,912	0,012	0,03	0,01		0,162
27.07.	0,047		0,076	0,001	0,061	0,021	0,002	0,029
11.08.	0,064		0,076		0,03	0,075	0,005	0,047
23.08.	0,377		0,076		0,034	0,126		0,203
05.09.	0,241			0,02		0,187		0,383
26.09.	0,118		0,066	0,004		0,163		0,294
10.10.								
24.10.	1,196	0,004	0,708	8,37		1,095	0,02	0,05
11.11.								
21.11.	0,373			0,732	0,326	0,229		0,063
11.12.								
21.12.	0,051			0,012		0,095	0,005	0,001

**Gefundene Zooplankton-Arten im Ihlsee 1994*****Ciliata***

Ciliata spp.  
Coleps sp.  
Vorticella sp.

***Thekamoeba***

Arcella sp.

***Rotatoria***

Ascomorpha ecaudis  
Asplanchna priodonta

Conochilus unicornis  
Filinia longiseta  
Gastropus stylifer  
Kellikottia longispina  
Keratella cochlearis  
Keratella cochl. fa. tecta  
Keratella quadrata  
Lepadella ovalis  
Polyarthra dolichoptera  
Pompholyx sulcata  
Trichocerca pusilla  
Trichocerca similis

***Phyllopoda***

Alonella nana  
Bosmina coregoni  
Ceriodaphnia quadrangula  
Daphnia longispina  
Diaphanosoma brachyurum  
Eurycercus lamellatus  
Leptodora kindtii  
Sida cristallina

***Copepoda******Calanoidea***

Nauplien  
Copepodite  
Eudiaptomus graciloides

***Cyclopoidea***

Nauplien  
Copepodite  
Cyclops abyssorum  
Mesocyclops leuckarti  
Thermocyclops  
oithinoides

***Sonstige***

Chaoboruslarven  
Acari

Ihsee 1994

## Sichttiefe, Chlorophyll a und Phaeopigmente

Datum	Sichttiefe [m]	1m		5m	
		Chl a [ $\mu\text{g/l}$ ]	Phaeo. [ $\mu\text{g/l}$ ]	Chl a [ $\mu\text{g/l}$ ]	Phaeo. [ $\mu\text{g/l}$ ]
11.01.	7,1	1,97	1,3	2,3	0,5
15.02.	6				
23.03.	4,75	3,95	0,1	3,45	0,8
07.04.	4,5	4,68	0,2	5,43	0,12
21.04.	4,25	4,44	0,1	5,18	0,3
17.05.	4,7	5,43	0,23	5,15	0,35
30.05.	5	7,15	0,2	5,43	0,25
15.06.	6,7	1,97	0,1	1,97	0,11
28.06.	7,4	1,48	0,25	1,48	0,5
12.07.	5,5	2,22	1	4,19	0,7
27.07.	4,25	2,96	0,2	3,7	0,46
11.08.	4,1	4,44	0,8	4,44	0,24
23.08.	4,5	4,81	0,5	5,92	0,7
05.09.	4,5	6,29	1,1	6,66	0,1
26.09.	4,8	7,15	0,2	4,44	0,41
24.10.	3,6	16,65	0,9	14,43	0,1
21.11.	3,7	10,36	1,1	8,88	2,6
21.12.	5,9	2,22	1,1	1,97	1,15
Mittelwert		5,19		5,00	
	5,07				
Juni-Sept.	5,22	3,92		4,10	

## Artenliste der Blütenpflanzen und Farne

Die geschützten Arten Schleswig-Holsteins wurden gemäß ihres Gefährdungsgrades in der Roten Liste von 1990 mit RL \* gekennzeichnet und durch Fettdruck hervorgehoben.

Dabei bedeuten:

1 vom Aussterben bedroht

2 stark gefährdet

3 gefährdet

4 potentiell gefährdet

*Acer pseudoplatanus*

- Berg-Ahorn

*Achillea millefolium*

- Schafgarbe

*Adoxa moschatellina*

- Moschuskraut

*Aegopodium podagraria*

- Giersch

*Agropyron caninum*

- Hunds-Quecke

*Agropyron repens*

- Gemeine Quecke

*Agrostis stolonifera*

- Kriechendes Straußgras

<i>Alnus glutinosa</i>	- Schwarz-Erle
<i>Alopecurus geniculatus</i>	- Knick-Fuchsschwanz
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	- Ruchgras
<i>Bellis perennis</i>	- Gänselblümchen
<i>Betula pendula</i>	- Hänge-Birke
<i>Betula pubescens</i>	- Moor-Birke
<i>Calamagrostis canescens</i>	- Sumpf-Reitgras
<i>Cardamine pratensis</i>	- Wiesen-Schaumkraut
<i>Carex acutiformis</i>	- Sumpf-Segge
<i>Carex canescens</i>	- Grau-Segge
<i>Carex cf. lasiocarpa</i> RL 3	- Faden-Segge
<i>Carex echinata</i> RL 3	- Igel-Segge
<i>Carex elongata</i>	- Verlängerte Segge
<i>Carex gracilis</i>	- Schlank-Segge
<i>Carex nigra</i>	- Wiesen-Segge
<i>Carex riparia</i>	- Ufer-Segge
<i>Carex rostrata</i>	- Schnabel-Segge
<i>Cerastium holosteoides</i>	- Gemeines Hornkraut
<i>Cirsium arvense</i>	- Acker-Kratzdistel
<i>Cirsium oleraceum</i>	- Kohl-Kratzdistel
<i>Cirsium vulgare</i>	- Gemeine Kratzdistel
<i>Comarum palustre</i>	- Sumpf-Blutauge
<i>Corydalis avellana</i>	- Haselstrauch
<i>Deschampsia flexuosa</i>	- Draht-Schmiele
<i>Dryopteris carthusiana</i>	- Dorniger Wurmfarne
<i>Dryopteris dilatata</i>	- Breitblättriger Dornfarne
<i>Elecharis palustris</i>	- Gemeine Sumpfsimse
<i>Eleocharis acicularis</i> RL 3	- Nadel-Sumpfsimse
<i>Elodea canadensis</i>	- Kanadische Wasserpest
<i>Epilobium angustifolium</i>	- Schmalblättriges Weidenröschen
<i>Epilobium hirsutum</i>	- Behaartes Weidenröschen
<i>Equisetum palustre</i>	- Sumpf-Schachtelhalm
<i>Eriophorum angustifolium</i>	- Schmalblättriges Wollgras
<i>Eupatorium cannabinum</i>	- Wasserdost
<i>Festuca rubra</i>	- Rot-Schwingel
<i>Frangula alnus</i>	- Faulbaum
<i>Fraxinus excelsior</i>	- Gemeine Esche
<i>Galium aparine</i>	- Kletten-Labkraut
<i>Galium palustre</i>	- Sumpf-Labkraut

<i>Galium uliginosum</i> RL 3	- Moor-Labkraut
<i>Geranium molle</i>	- Weicher Storchschnabel
<i>Geum rivale</i>	- Bach-Nelkenwurz
<i>Geum urbanum</i>	- Echte Nelkenwurz
<i>Glyceria maxima</i>	- Riesen-Schwaden
<i>Holcus lanatus</i>	- Wolliges Honiggras
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	- Gemeiner Wassernabel
<i>Hypochoeris radicata</i>	- Gemeines Ferkelkraut
<i>Impatiens noli-tangere</i>	- Echtes Springkraut
<i>Iris pseudacorus</i>	- Gelbe Schwertlilie
<i>Isoetes lacustris</i> RL 1	- See-Brachsenkraut
<i>Juncus articulatus</i>	- Glieder-Binse
<i>Juncus bufonius</i>	- Kröten-Binse
<i>Juncus bulbosus</i>	- Zwiebel-Binse
<i>Juncus effusus</i>	- Flatter-Binse
<i>Leontodon autumnalis</i>	- Herbst-Löwenzahn
<i>Littorella uniflora</i> RL 2	- See-Strandling
<i>Lobelia dortmanna</i> RL 1	- Wasser-Lobelia
<i>Lonicera periclymenum</i>	- Wald-Geißblatt
<i>Lotus corniculatus</i>	- Gemeiner Hornklee
<i>Lotus uliginosus</i>	- Sumpf-Hornklee
<i>Luzula campestris</i>	- Gemeine Hainsimse
<i>Lycopus europaeus</i>	- Ufer-Wolfstrapp
<i>Lysimachia thyrsoiflora</i> RL 3	- Strauß-Gilbweiderich
<i>Lysimachia vulgaris</i>	- Gemeiner Gilbweiderich
<i>Mentha aquatica</i>	- Wasser-Minze
<i>Molinia caerulea</i>	- Pfeifengras
<i>Myosotis palustris</i>	- Sumpf-Vergißmeinnicht
<i>Myriophyllum alterniflorum</i> RL 1	- Wechselblütiges Tausendblatt
<i>Myriophyllum verticillatum</i> RL 3	- Quirlblättriges Tausendblatt
<i>Ornithopus perpusillus</i>	- Vogelfuß-Klee
<i>Osmunda regalis</i> RL 3	- Königsfarn
<i>Peucedanum palustre</i>	- Sumpf-Haarstrang
<i>Phragmites australis</i>	- Gemeines Schilfrohr
<i>Pilularia globulifera</i> RL 1	- Pillenfarn
<i>Plantago lanceolata</i>	- Spitzwegerich
<i>Plantago major</i>	- Breitwegerich
<i>Poa annua</i>	- Einjähriges Rispengras
<i>Poa trivialis</i>	- Gewöhnliches Rispengras

<i>Polygonum amphibium</i>	- Wasser-Knöterich
<i>Potentilla anserina</i>	- Gänse-Fingerkraut
<i>Prunella vulgaris</i>	- Große Bibernelle
<i>Prunus avium</i>	- Vogel-Kirsche
<i>Prunus padus</i>	- Traubenkirsche
<i>Quercus robur</i>	- Stiel-Eiche
<i>Ranunculus flammula</i>	- Flammender Hahnenfuß
<i>Ranunculus repens</i>	- Kriechender Hahnenfuß
<i>Ranunculus reptans</i> RL 1	- Ufer-Hahnenfuß
<i>Ribes nigrum</i>	- Schwarze Johannisbeere
<i>Rubus fruticosus</i> agg.	- Brombeere
<i>Rubus idaeus</i>	- Himbeere
<i>Rumex acetosella</i>	- Kleiner Sauerampfer
<i>Rumex crispus</i>	- Krauser Ampfer
<i>Sagina procumbens</i>	- Niederliegendes Mastkraut
<i>Salix alba</i>	- Silber-Weide
<i>Salix aurita</i>	- Öhrchen-Weide
<i>Salix viminalis</i>	- Korb-Weide
<i>Sambucus nigra</i>	- Schwarzer Holunder
<i>Scutellaria galericulata</i>	- Sumpf-Helmkraut
<i>Sorbus aucuparia</i>	- Eberesche
<i>Stellaria alsine</i>	- Quell-Sternmiere
<i>Taraxacum officinale</i>	- Gemeiner Löwenzahn
<i>Teesdalia nudicaulis</i>	- Bauernsenf
<i>Typha angustifolia</i>	- Schmalblättriger Rohrkolben
<i>Torilis japonica</i>	- Gemeiner Klettenkerbel
<i>Trifolium repens</i>	- Weiß-Klee
<i>Urtica dioica</i>	- Große Brennnessel
<i>Vicia cracca</i>	- Vogel-Wicke
<i>Viola palustris</i> RL 3	- Sumpf-Veilchen

## Artenliste der Moose

Die gefährdeten Arten Schleswig-Holsteins wurden gemäß ihres Gefährdungsgrades in der Roten Liste von 1982 mit RL \* gekennzeichnet und durch Fettdruck hervorgehoben.

Dabei bedeutet: 3 gefährdet, allgemein zurückgehend

*Amblystegium serpens*  
*Aulacomnium palustre*  
*Brachythecium rutabulum*  
*Calliergonella cuspidata*  
*Dicranum scoparium*  
*Drepanocladus aduncus*  
**Fontinalis antipyretica RL 3**  
*Funaria hygrometrica*  
*Plagiomnium affine*  
*Plagiomnium undulatum*  
*Polytrichum commune*  
*Polytrichum formosum*  
*Rhytidiadelphus squarrosus*  
*Scleropodium purum*  
**Sphagnum auriculatum RL 3**  
*Sphagnum fallax*  
*Sphagnum fimbriatum*  
*Sphagnum palustre*  
*Sphagnum squarrosum*

## Liste der Pflanzengesellschaften

Die geschützten Gesellschaften Schleswig-Holsteins wurden gemäß ihres Gefährdungsgrades in der Roten Liste von 1988 mit RL \* gekennzeichnet und durch Fettdruck hervorgehoben.

Dabei bedeuten:

- 1 Vom Aussterben bedroht
- 2 stark gefährdet
- 3 gefährdet
- 4 derzeit noch nicht erkennbar gefährdet

Littorelletea: Strandlingsgesellschaften

- *Juncus bulbosus*-Basalgesellschaft RL 3  
(Gesellschaft der Zwiebel-Binse)

Phragmitetea australis: Röhrichte und Großseggenrieder

- *Schoenoplecto-Phragmitetum australis* RL 3  
(Schilf-Röhricht)
- *Eleocharis palustris*-Gesellschaft  
(Ges. der Gewöhnlichen Sumpfsimse)
- *Caricetum ripariae* RL 3  
(Uferseggen-Ried)
- *Caricetum gracilis* RL 3  
(Schlankseggen-Ried)
- *Caricetum acutiformis* RL 3  
(Ges. der Sumpfsegge)
- *Peucedano-Calamagrostietum canescentis* RL 3  
(Sumpfreitgras-Ried)

Scheuchzerio-Caricetea fuscae: Niedermoor-Gesellschaften und Hochmoor-Schlenkengesellschaften

- *Caricetum rostratae* RL 2  
(Schnabelseggen-Ried)
- *Caricetum nigrae* RL 2  
(Wiesenseggen-Ried)

Molinio-Arrhenatheretea: Gesellschaften des Wirtschaftsgrünlandes

- *Lolio-Cynosuretum* RL 3-4  
(Weidelgras-Weißklee-Weide)

- *Agrostis stolonifera*-Basalgesellschaft  
(Straußgras-Gänsefingerkraut-Flur)

- *Molinietalia*-Basalgesellschaft RL 1  
(Binsen-Pfeifengras-Streuweise)

*Alnetea glutinosae*: Erlen- und Weidenbruchwälder

- *Carici elongatae-Alnetum glutinosae* RL 3  
(Erlenbruchwald)

- *Betulo-Salicetum auritae* RL 3  
(Moorbirken-Ohrweiden-Gebüsch)

*Vaccinio-Piceetea*: Nadelwald-Gesellschaften

- *Betuletum pubescentis* RL 1  
(Moorbirken-Bruchwald)

*Quercu-Fagetea*: Laubwaldgesellschaften

- *Fraxino-Alnetum glutinosae* RL 3  
(Eschen-Erlen-Wald)

## Gefundene Arten im Benthon des Ihsees Im = Imago

Taxon	Im	5 m		8 m		10 m		14 m		21 m	
		Anzahl/ 225 cm <sup>2</sup>	Anzahl/ m <sup>2</sup>	Anzahl/ 225 cm <sup>2</sup>	Anzahl/ m <sup>2</sup>	Anzahl/ 225 m <sup>2</sup>	Anzahl/ m <sup>2</sup>	Anzahl/ 225 m <sup>2</sup>	Anzahl/ m <sup>2</sup>	Anzahl/ 225 cm <sup>2</sup>	Anzahl/ m <sup>2</sup>
Mollusca											
Gastropoda											
Potamopyrgus antipodarum		1,0	44,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bivalvia											
Pisidium sp.		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	66,5	0,0	0,0
Oligochaeta		20,5	910,1	6,0	266,4	25,5	1132,2	50,0	2220,0	0,5	22,2
Isopoda											
Asellus aquaticus		1,5	66,5	9,5	421,8	1,5	66,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Ephemeroptera											
Caenis horaria		1,5	66,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Caenis luctuosa		0,0		0,0	0,05	22,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Megaloptera											
Sialis lutaria		0,5	22,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Trichoptera											
Athripsodes aterrimus	+	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Glyphotaenius pellucidus	+	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Lype phaeopa	+	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Molanna angustata	+	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mystacides azurea	+	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mystacides longicornis		0,0	22,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Oecetis ochracea	+	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Oxyethira sp.		0,0	22,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Triatzenodes bicolor	+	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Diptera											
Chaboridae	+										
Chaoborus flavicans		0,5	22,2	1,5	66,5	3,0	133,2	26,5	1176,6	6,0	266,4
Chironomidae											
Tanypodinae											
Ablabesmya longistyla	+	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Procladius sp.		0,5	22,2	1,5	66,5	1,5	66,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Orthoclaadiinae											
Corynoneura sp.	+	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Limnophyes minimus	+	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Metriocnemus hirticollis	+	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Psectrocladius cf. sordidellus		0,0	0,0	0,5	22,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Chironomus sp.	+	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Chironomu cf. dorsalis	+	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Chironomus anthracinus-gr.		0,0	0,0	0,5	22,2	11,5	510,6	3,0	133,2	0,0	0,0
Cladopelma cf. virescens		0,5	22,2	2,2	88,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Demicryptochironomus cf. vulneratus		0,0	0,0	0,5	22,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Microtendipes pedellus	+	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pagastiella orophila		6,0	266,4	10,0	444,0	0,5	22,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Parachironomus arcuatus-gr.		0,5	22,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
paratanytarsus intricatus	+	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Polypedilum nubeculosum	+	0,0	0,0	0,5	22,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Polypedilum scalaenum	+	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Stenochironomus gibbus	+	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tanytarsus debilis	+	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tanytarsus lestagei-Aggr.	+	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tanytarsus sp.		1,5	66,5	8,0	355,2	4,0	177,6	0,0	0,0	0,0	0,0
Tribelos intextus		3,5	155,4	0,0	0,0	0,5	22,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Ceratopogonidae		1,5	66,5	2,0	88,8	0,0	0,0	0,5	22,2	0,0	0,0

## 12.3 Ergebnisse der Ablaufmeßstelle

### Ihlsee, Abflußgraben 1994

	Temp.	pH	Leitfähigkeit	Chlorid	TOC	DOC	NH4-N	NO3-N
Datum	°C		µS/cm	mg/l	mg/l	mg/l	N mg/l	N mg/l
11.01.1994								
21.02.1994	0,7	7,06	167	16	7,2	7	0,035	0,14
21.03.1994	3,8	7,16	145	15	6,3	5,6	0,028	0,165
21.04.1994	8,5	7,38	145	15	6,6	6,6	0,013	0,139
18.05.1994	16,2	8,62	148		6,6	6,6	0,041	0,049
16.06.1994	kein Abfluß							
13.07.1994	kein Abfluß							
09.08.1994	kein Abfluß							
06.09.1994	kein Abfluß							
05.10.1994	kein Abfluß							
29.11.1994	kein Abfluß							
21.12.1994	5,1	7,26	152	15	6,7	6,6	0,071	0,048
					436nm	254 nm		
	NO2-N	TN	PO4-P	TP	Abs.Koeff. f.	Abs.Koeff.		
Datum	N mg/l	N mg/l	P mg/l	P mg/l	1/m	1/m		
11.01.1994								
21.02.1994	0,003	0,58	<0,005	0,016	0,5	9,9		
21.03.1994	0,0047	0,56	<0,005	0,017	0,5	10,4		
21.04.1994	0,0027	0,59	<0,005	0,019	0,4	10		
18.05.1994	0,0037	0,45	<0,005	0,036	0,3	9,7		
16.06.1994	kein Abfluß							
13.07.1994	kein Abfluß							
09.08.1994	kein Abfluß							
06.09.1994	kein Abfluß							
05.10.1994	kein Abfluß							
29.11.1994	kein Abfluß							
21.12.1994	0,003	0,531	<0,005	0,013				

## 12.4 Ergebnisse der Grundwassermeßstellen

## Grundwasser am Ihsee 1994

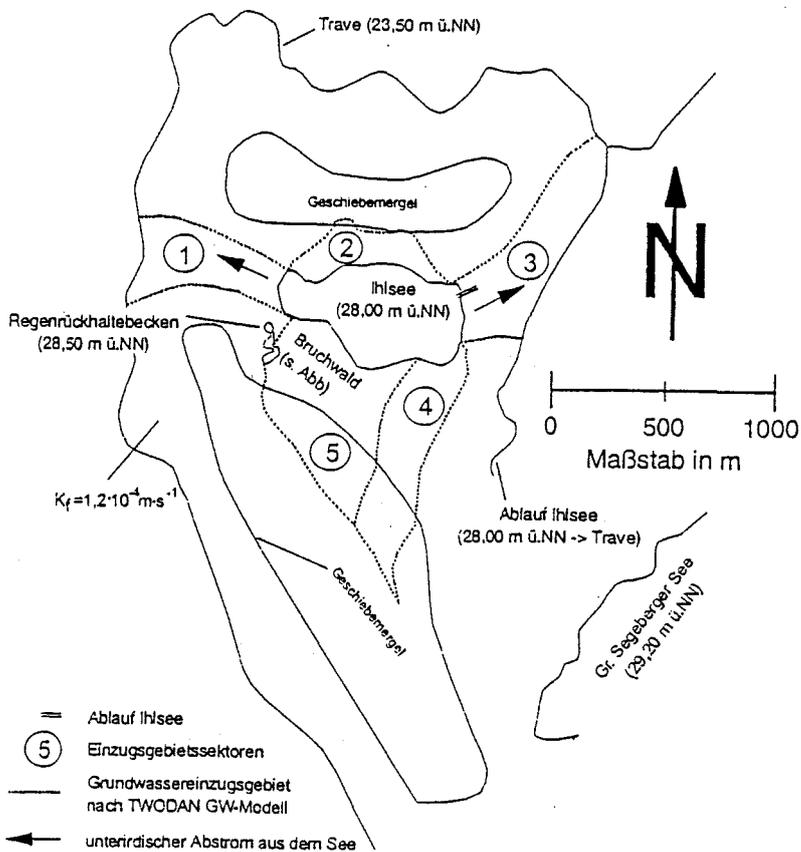
	S2 rein				S4 rein			
	5,5 m				3m			
	21.02.	31.05.	21.09.	12.12.	22.02.	01.06.	22.09.	12.12.
Leitfähigkeit[ $\mu$ S/cm]	600	560	520	580	286		310	
DOC [mg/l]	7,8	3,7	4,3	4,7	15		13	
Cl [mg/l]	44	20	24	21	7		12	
NH4-N [mg/l]	0,071	0,025	0,034	0,011	0,299		0,279	
NO3-N [mg/l]	10,1	17,6	15,5	12,1	<0,05		<0,05	
NO2-N [mg/l]	0,188	0,037	0,0074	0,01	0,0032		0,0028	
Ges.N [mg/l]	11	19	16	13	0,84		0,69	
PO4-P [mg/l]	<0,005	0,0069	0,0083	0,0084	0,026		0,0064	
Ges.P [mg/l]	0,0074	0,015	0,0093	0,015				
O2 [mg/l]	2	5,1	6,2	4	2		1,6	
					5m			
Leitfähigkeit[ $\mu$ S/cm]					294	340		360
DOC [mg/l]					14	13		11
Cl [mg/l]					7	6,7		14
NH4-N [mg/l]					0,329	0,377		0,294
NO3-N [mg/l]					<0,05	<0,05		<0,05
NO2-N [mg/l]					0,0041	0,0037		0,0026
Ges.N [mg/l]					0,87	0,81		0,76
PO4-P [mg/l]					0,04	0,0055		0,01
Ges.P [mg/l]						0,011		0,017
O2 [mg/l]								6,9

	S5 rein				S10 rein			
	3m				5m			
	22.02.	31.05.	22.09.	12.12.	21.02.	31.05.	21.09.	12.12.
Leitfähigkeit[ $\mu$ S/cm]		360	440		263	350	261	kein Wasser
DOC [mg/l]		21	28		4,1	3,5	3,9	
Cl [mg/l]		28	34		22	55	18	
NH4-N [mg/l]		0,031	0,029		0,103	0,104	0,131	
NO3-N [mg/l]		<0,05	<0,05		0,874	1,18	0,489	
NO2-N [mg/l]		0,0012	0,0043		0,075	0,117	0,0057	
Ges.N [mg/l]		0,33	0,72		1,9	1,7	1	
PO4-P [mg/l]		<0,005	<0,005		<0,005	<0,005	<0,005	
Ges.P [mg/l]		0,0057	<0,005		<0,005	0,0067		
O2 [mg/l]		5	1,2		6,4	7,4	5,5	



Grundwasser am Ihsee 1994

	S6 vorbei				S7 vorbei			
	5 m		10 m		10 m		10 m	
	22.02.	31.05.	21.09.	12.12.	22.02.	01.06.	21.09.	12.12.
Leitfähigkeit[ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ]	570	630	700	850	200	370	240	480
DOC [mg/l]	19	8,9	8,6	18	4,3	3,8	3,1	2,9
Cl [mg/l]	35	45	53	105	8	22	8	32
NH4-N [mg/l]	0,247	0,186	0,092	0,144	0,299	0,084	0,374	0,06
NO3-N [mg/l]	5,16	5,24	6,42	3,95	3,37	6,08	3,63	4,48
NO2-N [mg/l]	0,01	0,0033	0,011	0,024	0,479	0,095	0,246	0,021
Ges.N [mg/l]	5,4	6,1	6,8	4,4	4,4	7,7	4,3	5,3
PO4-P [mg/l]	0,024	<0,005	0,015	0,0097	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Ges.P [mg/l]		0,0092	0,017	0,01	<0,005	0,01	<0,005	0,0093
O2 [mg/l]	4,1	2,6	3,8	2,5	6,1	8,4	6,8	7,6



## Ergebnisse der Grundwasserbrunnen am Ihlsee vom Projektzentrum Ökosystemforschung Kiel

S6 ROK= 59.8cm	ROKm ü.NN = 29,91
S5 ROK= 95.0cm	ROKm ü.NN = 29,74
S4 ROK= 104.5cm	ROKm ü.NN = 30,10
I 1 steht im Mittel - Feinsand; ROK= 9cm ü. GOK	ROKm ü.NN = 28,12
I 2 steht in Mittelsand, wird nach unten Feinsand fast Schluff; ROK= 67cm ü. GOK	ROKm ü.NN = 28,79
I 3 steht in Mittelsand, wird nach unten feiner; ROK= 51cm ü. GOK	ROKm ü.NN = 28,76
I 4 steht in Mittelsand, ab 1,10m (GOG) Feinsand; ROK= 37cm ü. GOK	ROKm ü.NN = 28,53
I 5 steht im Mittelsand, ab 1m (GOK) Feinsand; ROK= 15cm ü. GOK	ROKm ü.NN = 28,55

### Standort

NO3-N [mg/	30.06.1994	05.08.1994	26.10.1994	03.03.1995
I1	0,0158	0,064285	0,02338	0,13845
I2	0,02809	0,06858	0,03294	0,015295
I3	0,027815	0,026475	0,03632	0,01004
I4	0,03003	0,1242	0,03517	0,009705
I5	0,018495	0,044175	0,03697	0,01514
S4	0,044855	0,01794	0,6725	0,02408
S5	0,01567	0,015035	0,07064	0,01658
S6	1,947	3,4735	2,045	0,0375
I-See	0,02399	0,015955	0,05365	0,1351

NH4 [mg/l]	30.06.1994	05.08.1994	26.10.1994	03.03.1995
I1	1,139	0,48685	1,215	2,3295
I2	0,027305	0,1569	0,1108	0,046625
I3	0,12185	0,40005	0,1118	0,095725
I4	0,046445	0,15585	0,1544	0,066765
I5	0,25455	0,49225	0,3045	0,30195
S4	0,32885	0,47785	0,3273	0,39395
S5	0,03639	0,07296	0,01438	0,066205
S6	0,3429	0,098685	0,1516	0,3012
I-See	0,01294	0,045635	0,01726	0,1063

PO4-P [mg/l]	30.06.1994	05.08.1994	26.10.1994	03.03.1995
I1	0,012	-	-	0,007
I2	0,011	-	0,011	0,029
I3	0,011	-	0,012	0,007
I4	0,029	-	0,011	0,012
I5	0,026	-	-	0,049
S4	0,012	-	-	0,017
S5	0,011	-	-	0,005
S6	0,011	-	-	0,008
I-See	0,033	-	0,014	0,028

Standort	NH4-N 117/94	NO3-N 117/94	NH4-N 62/95	NO3-N 62/95	PO4 62/95
TNS6			0,04411	0,009335	0,089
ESW	0,113	0,021425	0,16125	0,091905	0,067
WAE	0,10225	0,03212	0,11615	0,4259	0,055
ME	0,5054	0,037045	0,1116	0,467	0,025
See-E	0,00852	0,09711	0,1063	0,1351	0,028

ME= Mündung Entwässerungsgraben

ESW= Entwässerungsgraben südlich des Weges

WAE= Wehr am Entwässerungsgraben

See-E= Seewasser beim Entwässerungsgraben

TNS6=Tümpel bei S6

GW [mNN]	30.06.1994	05.08.1994	26.10.1994	03.03.1995
S 6	28,56	28,23	28,395	29,03
S 5		27,35	27,998	28,485
S 4	28,328	27,722	28,28	28,567
I 1	27,975	27,45	27,955	28,08
I 2	27,968	27,43	27,9	28,12
I 3	27,84	27,452	27,992	28,208
I 4	27,815	27,395	27,912	28,158
I 5	27,755	27,407	27,675	28,1
See	27,93	27,75	27,84	28,07

pH-Wert	30.06.1994	05.08.1994	26.10.1994	03.03.1995
S 6	6,49	6,44	6,95	5,86
S 5	6,59	6,34	7,3	5,82
S 4	6,18	7,3	7,17	5,87
I 1	5,41	6,57	5,95	6,06
I 2	6,36	6,37	6,81	6,4
I 3	5,68	6,18	5,91	5,83
I 4	6,15	6,75	5,85	5,84
I 5	6,69	6,79	6	5,82
I See	7,83	6,91	6,76	6,19

Lf [ $\mu$ S]	30.06.1994	05.08.1994	26.10.1994	03.03.1995
S 6	741	722	808	203
S 5	413	363	431	160
S 4	277	292	307	105
I 1	166	189	186	104
I 2	495	502	504	141
I 3	265	310	295	111
I 4	418	432	314	130
I 5	111	117	201	88
I See	149	149	151	75

T [°C]	30.06.1994	05.08.1994	26.10.1994	03.03.1995
S 6	14,6	18,4	14,1	6,8
S 5	13,9	18,7	10	6,3
S 4	14,5	18,8	9,3	6,2
I 1	15,3	22,1	9,3	6,3
I 2	12,9	18	9,4	5,9
I 3	13,4	18,5	9,3	5,6
I 4	12,7	17,8	9,2	5,8
I 5	12,1	17,2	9,3	5,7
I See	21	25,5	8,7	4,6

O2 [mg/l]	30.06.1994	05.08.1994	26.10.1994	03.03.1995
S 6	8,3	3,6	3	3,3
S 5	8,4	4,2	2,1	5,2
S 4	10,4	2,9	2,1	2,8
I 1	7,5	6,2	3	4,1
I 2	6,3	3,5	2,8	4,3
I 3	7,7	5,1	2,2	5,2
I 4	7,5	3,1	3	4,7
I 5	10	5,9	4,7	9,2
I See	10,3	7	7,5	9,9

### Die diffusen Stoffeinträge aus dem Grundwasser-Einzugsgebiet

Die Berechnung ergab folgende diffusen Einträge von Nährstoffen in den Ihlsee:

<b>Konzentration [mg/l]</b>	<b>NO<sub>3</sub>-N</b>	<b>NH<sub>4</sub>-N</b>	<b>PO<sub>4</sub>-P</b>
Zufluß über die Gräben Sektor 4/5	0,25	0,3	0,05
Zufluß Grundwasser Sektor 5	0,05	0,3	0,015
Zufluß Grundwasser Sektor 4	3,5	0,2	0,012
Zufluß Grundwasser Sektor 2	5	0,3	0,007
<b>Stoffmenge [kg/a]</b>	<b>NO<sub>3</sub>-N</b>	<b>NH<sub>4</sub>-N</b>	<b>PO<sub>4</sub>-P</b>
Zufluß über die Gräben Sektor 4/5	18	21	3,5
Zufluß Grundwasser Sektor 5	4	24	1,2
Zufluß Grundwasser Sektor 4	152	9	0,5
Zufluß Grundwasser Sektor 2	181	11	0,3
<b>Summe [kg/a]</b>	<b>355</b>	<b>65</b>	<b>5,5</b>

## LISTE DER BISHER ERSCHIENENEN SEENBERICHTE

NR.	BEZEICHNUNG	AUSGABE	PREIS DM
B 1**	Untersuchung des Zustands und der Benutzung des Bültsees	1975	3,--
B 2**	Untersuchung über den Zustand des Westensees, Bossees und Ahrenssees	1977	10,--
B 3**	Untersuchung über den Zustand des Ratzeburger Sees, Domsees, Küchensees	1977	10,--
B 4**	Ihlsee	1978	11,--
B 5**	Einfeld See	1979	11,--
B 6**	Redingsdorfer See	1979	10,--
B 7**	Blunker See	1979	11,--
B 8**	Neversdorfer See	1980	12,--
B 9**	Bistensee	1981	10,--
B 10**	Wittensee	1981	10,--
B 11**	Langsee	1981	10,--
B 12**	Garrensee	1981	10,--
B 13**	Hemmelsdorfer See	1981	10,--
B 14**	Mözener See	1982	12,--
B 15**	Postsee	1982	10,--
B 16**	Bornhöveder Seenkette	1982	20,--
B 17**	Bothkamper See	1982	10,--
B 18**	Dobersdorfer See	1982	12,--
B 19**	Schwansener See	1983	12,--
B 20**	Sankelmarker See	1983	12,--
B 21**	Nortorfer Seenkette	1984	21,--
B 22**	Dieksee	1984	19,--
B 23	Hohner See	1985	19,--
B 24	Bordesholmer See	1987	20,--
B 25**	Passader See	1988	20,--
B 26	Kronsee und Fuhlensee	1988	20,--
B 27	Südensee	1989	20,--
B 28	Lanker See	1989	20,--
B 29	Gudower See/Sarneower See	1989	20,--
B 30	Schluensee	1993	20,--
B 31	Selenter See	1993	20,--
B 32	Die Seen der oberen Schwentine	1993	25,--
B 33	Schaalsee	1994	30,--
B 34	Dobersdorfer See	1995	20,--
B 35	Großer Segeberger See	1995	20,--
B 36	Die Möllner Seenkette	1995	20,--
B 37	Seenkurzprogramm 1991 - 1992	1995	25,--
B 38	Ihlsee	1996	20,--

\*\* Bericht vergriffen