

# Untersuchung des Makrozoobenthos an zwölf schleswig-holsteinischen Seen

Auftraggeber:

Land Schleswig-Holstein  
vertreten durch das  
Landesamt für Natur und Umwelt  
Hamburger Chaussee 25  
24220 Flintbek

Auftragnehmer:

Orendt Hydrobiologie  
WaterBioAssessment  
Arndtstr. 63  
04275 Leipzig  
orendt@hydro-bio.de

Bearbeiter:

Dr. Claus Orendt  
Dipl.-Ing. (FH) Stephan Fiedler  
Dr. Berthold Janecek  
Dipl.-Biol. Frank Krüger

---

November 2006



## Inhalt

	Seite
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>3</b>
<b>Kurzfassung</b>	<b>4</b>
<b>1. Einführung: Aufgabe, Ziel, Definition</b>	<b>7</b>
<b>2. Beschreibung der untersuchten Gewässer</b>	<b>9</b>
2.1 Überblick	9
2.2 Beschreibung der untersuchten See	10
<b>3. Methoden</b>	<b>25</b>
3.1 Probenahme	25
3.2 Probenaufbereitung und Bestimmung	28
3.3. Auswertung	29
<b>4 Ergebnisse</b>	<b>32</b>
4.1 Allgemeine Angaben	32
4.2 Biozönotische Ergebnisse und Bewertungen der Makrozoobenthosgemein- schaften an den einzelnen Seen	39
4.2.1 Ahrensee	39
4.2.2 Blankensee	42
4.2.3 Bordesholmer See	44
4.2.4 Bothkamper See	47
4.2.5 Hemmelmarker See	49
4.2.6 Hemmelsdorfer See	51
4.2.7 Großer Plöner See	54
4.2.8 Schwansener See	60
4.2.9 Sehlendorfer Binnensee	62
4.2.10 Stolper See	64
4.2.11 Wardersee	66
4.2.12 Westensee	69
4.3 Synopse	72
4.3.1 Transektbewertungsverfahren	72
4.3.2 Sublitoralbewertungsverfahren	72
4.4 Vergleich Sublitoralbewertungsverfahren – Transektbewertungsverfahren	75
4.5 Naturschutzfachliche Ergebnisse	80



---

<b>5 Diskussion</b>	<b>82</b>
5.1 Probenahme	82
5.2 Auswertung	83
5.3 Ergebnisse der Seencharakterisierung bzw. -bewertung	83
5.4 Vergleich der beiden Untersuchungs- und Auswertungsansätze und Verbesserungsvorschläge	85

---

<b>6. Literatur</b>	<b>89</b>
6.1 Bestimmungsliteratur	89
6.2 Weitere Literatur	91

---

<b>Anhang</b>	<b>93</b>
---------------	-----------

---

**Inhalt der beigelegten CD:**

- Bericht als pdf
- Bericht als Word-Dokument
- Geländedaten (Excel)
- Probenahmedokumentation (html) inkl. Fotos
- LACCESS-Datenbank (Sublitoral)
- Rohdaten (Tabelle 1-3; Excel)



## Abkürzungsverzeichnis

A	Ahrensee
Bl	Blankensee
Bo	Bordesholmer See
Bk	Bothkamper See
EU-WRRL	Wasserrahmenrichtlinie der europäischen Union
FIL	Filtrierer
Hd	Hemmelsdorfer See
Hm	Hemmelmarker See
H <sub>2</sub> S	Schwefelwasserstoff
k. A.	keine Angaben
Lit	Litoral
LIT	Lithal
PEL	Pelal
PHY	Phytal
Plö	Großer Plöner See
POM	partikuläres organisches Material
Pro	Profundal
PSA	Psammal
RAU	Räuber
S	Sublitoralstelle
S1	Sublitoralstelle 1 des jeweiligen Sees
S2	Sublitoralstelle 2 des jeweiligen Sees, S3 ...etc.
SED	Sedimentfresser
St	Stolper See
T	Transekt
T1	Transekt 1 des jeweiligen Sees
TII	Transekt 2 des jeweiligen Sees, TIII....etc.
Wa	Wardersee
WEI	Weidegänger
Wes	Westensee
ZKL	Zerkleinerer
ZST	Zellstecher



## Kurzfassung

Im Rahmen der Bewertung von Oberflächengewässern nach EU-WRRL sollte eine den spezifischen Gewässertypen angepasste Bewertung anhand der Biokomponente Makrozoobenthos erfolgen. Dazu wurden im Auftrag des Landesamtes für Natur und Landschaft (LANU Schleswig-Holstein) zwölf schleswig-holsteinische Seen hinsichtlich der Makroinvertebratenfauna des Benthals in einer einmaligen Kampagne im Mai 2006 quantitativ erfasst:

- Ahrensee (Typ 11)
- Blankensee (Typ 11)
- Bordesholmer See (Typ 11)
- Bothkamper See (Typ 11)
- Hemmelsdorfer See (Typ 14)
- Großer Plöner See (Typ 13)
- Stolper See (Typ 10)
- Wardersee (Typ 11)
- Westensee (Typ 11)

sowie drei elektrolythaltige Binneseen der Ostseeküste (Strandseen):

- Hemmelmarker See
- Schwansener See und
- Sehlendorfer Binnensee.

Die Seen liegen alle im Schleswig-Holsteinischen Hügelland (Jungmoränenlandschaft) (Osten bis Nordosten Schleswig-Holsteins).

Die Gewässer wurden sowohl an Transekten als auch im Sublitoral entsprechend der Vorgabe der „standardisierten Probenahmeverfahren“ in der „Feinabstimmung des Bewertungsverfahrens“ (Zenker et al. 2005) beprobt. Beide Bewertungsverfahren wurden an nahezu allen Seen angewendet. Ausnahmen stellen der Blankensee, Sehlendorfer Binnensee und der Schwanser See dar, an denen nur das Sublitoral untersucht wurde. Das Sublitoral oder auch Litoriprofundal ist die Übergangszone zwischen Litoral und Profundal.

Das Ziel der Untersuchung war der Vergleich beider Bewertungsverfahren anhand der Verteilung des Makrozoobenthos. Dabei wurden Bewertungsansätze von Thienemann 1925, 1954, Saether, 1979, Wiederholm, 1973, 1980, Fittkau et al., 1992, 1993, Moog et al., 2003, Schmedtje & Colling 1996 im Wesentlichen für das Transekt-Bewertungsverfahren sowie die Bewertungssoftware LACCESS für das Sublitoral-Bewertungsverfahren angewendet.

Vom 08.05.2006 bis 18.05. 2006 wurde an 164 Stellen der erwähnten Seen mittels Ekman-Birge-Greifer Proben genommen (jeweils drei Hols pro Probestelle). Die drei Parallelproben wurden zu einer Probe zusammengefasst, gesiebt (500  $\mu\text{m}$ ), konserviert und im



Labor aussortiert und bestimmt. Die erhaltenen Daten wurden anhand verschiedener Metrics und Indices (s.o.) ausgewertet.

Insgesamt wurden an 164 Probestellen 28977 Individuen erfasst, die sich auf 192 Taxa verteilen. Der mit Abstand artenreichste See war mit 113 Taxa der Große Plöner See. Demgegenüber wurde am Schwansener See mit nur 13 Taxa die geringste Taxazahl festgestellt. Die Familie der Chironomidae erreichte mit 96 Taxa die höchste Anzahl an Taxa, die damit die Hälfte aller nachgewiesenen Taxa repräsentieren. Weitere hohe Taxazahlen konnten noch für die Trichoptera (20 Taxa) und Mollusca (27 Taxa) gefunden werden, wobei die letztere Gruppe mehrere Brackwasser- bzw. Meeresmuscheln mit einschließt. Mit der Transektprobenahme wurden meistens mehr Taxa als mit der Sublitoralprobenahme erfasst. Im Vergleich aller Seen stellte das Litoral den Besiedlungsschwerpunkt dar, es überwogen die Vertreter der Sedimentfresser und des Pelals.

Die Bewertungen nach Wiederholm (1980), Saether (1979), Fittkau et al. (1992) Thiene- mann (1954) und Naumann (1932) zeigten für den Ahren-, Blanken-, Bordscholmer, Bothkamper, Warder- und Westensee einen überwiegend eutrophen Zustand bei benthos- ökologischen Zustandsklassen (nach LACCESS-Auswertung) von "gut" bis "sehr gut". Ausnahme stellten die litoralen Bereiche des Warder- und Westensees dar, an denen nach Fittkau et al. (1992) mesotrophe bis meso-eutrophe Zustände indiziert wurden. Für den Stolper See, den Großen Plöner See, den Hemmeldorfer und den Hemmelmarker See wurde eine "unbefriedigende" bis "schlechte" benthosökologische Zustandsklasse ermittelt. Die trophischen Zustände an diesen Seen wurden als mesotroph-eutroph bis eutroph indi- ziert. Im Sublitoral des Hemmeldorfer Sees wurde durch die Fauna ein mesotropher Zu- stand angezeigt. Der Hemmelmarker See – ursprünglich als elektrolytreicher Strandsee definiert – wies eine Fauna auf, die eine größere Nähe zu den Süßwasserseen als zu den Brackwasserseen zeigte und damit für eine Einordnung in einen der Tieflandseetypen (Typ 11 oder 14) vorgeschlagen werden konnte.

Die Wertung der Zustandsklasse ist mit dem (anhand des Transekt-Bewertungsverfahrens) indizierten Trophiezustand zunächst nicht vergleichbar. Ein grundsätzlicher Unterschied zwischen den beiden Ansätzen besteht darin, dass die Auswertung nach dem *Sublitoralbe- wertungsverfahren* eine qualitative Wertung beinhaltet, während die anderen Ansätze, die bei dem *Transektbewertungsverfahren* verwendet wurden, lediglich die trophischen Zu- stände der Seen oder Teilbecken angeben, also noch mit den Referenzzuständen der Seen verglichen bzw. kalibriert werden müssen.

Beide Ansätze (Transekt und Sublitoral) besitzen Vor- und Nachteile. Das *Sublitoralbe- wertungsverfahren* (unter Verwendung der Software LACCESS) hat den Vorteil, dass sie für die Qualitätskontrolle, die nach WRRL gefordert ist, direkt einsetzbar ist. Allerdings müssen die Robustheit noch überprüft werden bzw. die Ausschlusskriterien (z.B. Mindestanzahl an Taxa o.ä.) näher formuliert werden. Der Vorteil des *Transektbewertungsverfahrens* liegt darin, dass sie über jeden einzelnen See oder seine Teilbecken Informationen individuell darüber



liefert, wie der "schlechte" oder "unbefriedigende" Zustand aussieht, d.h. wie die Zönosen in den einzelnen Tiefenzonen und Seeteile charakterisiert sind. Diese Informationen geben also Aufschluss über Verlauf, Verteilungsmuster und Tempo einer eventuellen Regeneration.

Die Strandseen Sehlendorfer Binnensee und Schwansener See konnten weder mit LACCESS noch mit einer anderen der verwendeten Ansätze umfassend ausgewertet und bewertet werden, da hier Indikatortaxa fehlten oder der Seetyp nicht definiert war. Für diese Gewässer muss noch ein Bewertungssystem entwickelt werden oder die wenigen vorliegenden Ansätze für marine Gewässer oder Brackwässer auf eine Anpassung geprüft werden.



## 1 Einführung: Aufgabe, Ziel, Definitionen

Die vorliegende Untersuchung hatte die Aufgabe, die Makrozoobenthosfauna von zwölf Seen Schleswig-Holsteins quantitativ zu erfassen. Damit wurden Arbeiten aus den vergangenen Jahren 2003 (12 Seen) und 2005 (9 Seen) fortgeführt, die die Untersuchung der lakustrinen Wirbellosengemeinschaft zum Gegenstand hatten und die Grundlagen- und Bewertungsdaten für die Umsetzung der EU-WRRL für Seen (Biokomponente Makrozoobenthos) liefern sollten (s. Otto, 2003, 2005). Prinzipiell wurde in der vorliegenden Untersuchung 2006 der transektororientierte Beprobungsansatz beibehalten, jedoch - im Gegensatz zum Vorjahr - in weit größerem Ausmaß auch speziell die Sublitoralfauna der Seen erfasst. Dieser Schwerpunkt war durch die "standardisierte Probenahmevervorschrift" in der "Feinabstimmung des Bewertungsverfahrens" (Zenker et al., 2005) für die Seenbewertung des Makrozoobenthos in stehenden Gewässern vorgegeben. Transekt- und Sublitoral-Bewertungsverfahren kamen somit an der Mehrzahl der bearbeiteten Seen parallel zur Anwendung, auch um zur Klärung der Frage nach Vorteilen und Nachteilen der jeweiligen Bewertungsansätze für die Seenbewertung anhand des Makrozoobenthos zum Zweck der Umsetzung der EU-Richtlinie beizutragen. Eine weitere Neuerung gegenüber den vorigen Untersuchungen ist die Einbeziehung von elektrolytreichen Binnenseen der Ostseeküste (Strandseen).

Das Ziel der diesjährigen Untersuchungen war die Bewertung der betrachteten Seen,

- einerseits anhand der horizontalen und vertikalen Verteilung der Makrozoobenthosfauna (unter Bezug auf Bewertungsansätze von Thienemann, 1925, 1954, Saether, 1979, Wiederholm, 1973, 1980, Fittkau et al., 1992, 1993, Moog et al., 2003, Schmedtje & Colling, 1996) sowie
- andererseits unter Anwendung der Bewertungssoftware LACCESS unter ausschließlicher Verwendung der sublitoralen Fauna.

Als "Sublitoral" ist die Übergangszone zwischen Litoral und Profundal definiert und wird auch als "Litoriprofundal" bezeichnet (Schwoerbel, 1980). Diese Tiefenzone ist in der "Feinabstimmung des Bewertungsverfahrens" (Zenker et al., 2005) pragmatisch als "zwischen dem Schwimmblattgürtel und der Thermokline" lokalisiert. Die rasche praktische Ermittlung der Zone nach dieser Definition ist im Gelände häufig nicht möglich, z.B. wenn weder ein Schwimmblattgürtel ausgebildet ist noch die Thermokline ermittelt werden kann (wie in der vorliegenden Untersuchung). Daher orientierte sich die Festlegung einer "sublitoralen Tiefe" an der Erfahrung, d.h. die Zone wurde in einer Wassertiefe zwischen zwei



und sieben Meter angenommen. Aus biozönotischer Sicht konnte die spätere Auswertung der Tiefenverteilung der Organismen diese Faustregel bestätigen.

Dieser Bericht umfasst

- als Hardcopy
  - eine verbale Kurzbeschreibung der Seen
  - eine Beschreibung der Methodik (Probenahme, Auswertung)
  - die Dokumentation der faunistischen und ökologischen Ergebnisse für die einzelnen Seen
  - eine Bewertung der Seen anhand verschiedener Verfahren
  - einen Vergleich der Ergebnisse und der Bewertungen anhand des Transekt- und der Sublitoral-Bewertungsverfahrens
  - einen Anhang, bestehend aus detaillierten Daten zur Bewertung und der Fotodokumentation
- elektronisch (CD)
  - die detaillierten Daten (Tabellen 1-3) zu Vorkommen der nachgewiesenen Taxa an den einzelnen Probestellen sowie einer Anzahl von Metrics
  - das Hardcopy-Dokument als PDF-Datei
  - Probenahmedokumentation und -Protokoll als HTML- und Excel-Dokument.



## 2 Beschreibung der untersuchten Gewässer

### 2.1 Überblick

Die 12 untersuchten Gewässer befinden sich im Osten und Nordosten von Schleswig-Holstein (siehe Abb. 1) und somit im Schleswig-Holsteinischen Hügelland (Jungmoränenlandschaft).

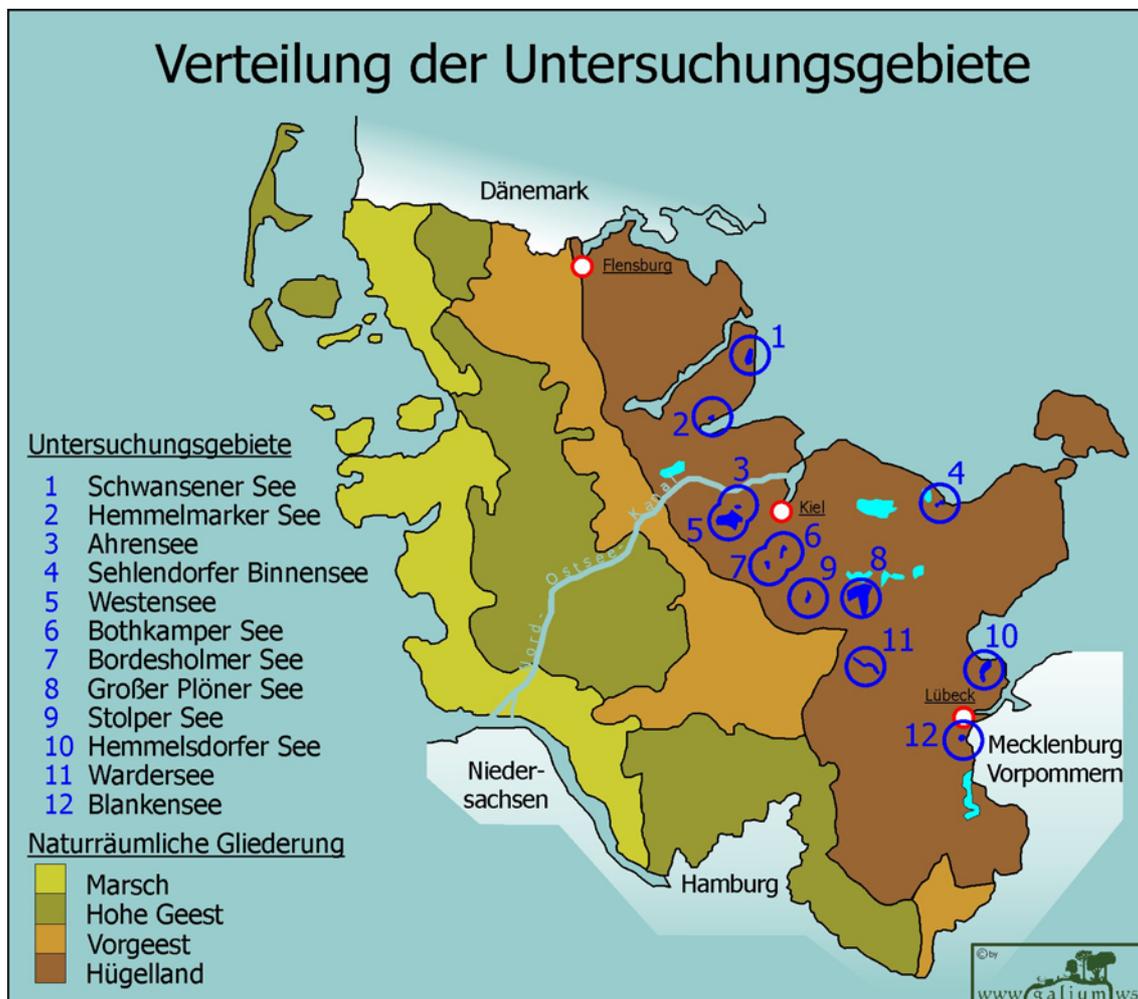


Abb. 1: Lage der untersuchten Seen



Die wichtigsten physikalischen und chemischen Eigenschaften der untersuchten Seen sind in Tab. 1 dargestellt. Detaillierte Daten, die bei während der Probenahme gemacht wurden (z.B. Sedimentqualität, Position der Probestellen etc.) sind auf der beigelegten CD ("Gelaendedaten.xls"), Fotos von der Lage der Transekte und den Sedimenten sind in Anhang A oder auch auf der CD als HTML-Dokument zu finden.

Tab. 1: Physikalische und chemische Eigenschaften der untersuchten Seen (aus LANU, 2006, Nixdorf et al. 2004). Alle angegebenen Werte wurden in 1 m Tiefe und im Februar 2003 erfasst, außer Bothkamper See (09/2001), Großer Plöner See (05/2005), Schwansener See (05/2001), Sehlendorfer Binnensee (05/2001). k. A. = keine Angaben

See	Fläche (km <sup>2</sup> )	mittlere Tiefe (m)	maximale Tiefe (m)	Chlorid (mg/l)	Phosphor (mg/l)	Stickstoff (mg/l)	Leitfähigkeit (mS/m)	Trophie
Ahrensee	0,56	4,2	10,2	20	0,011	1,7	40	eutroph 1
Blankensee	k. A.	k. A.	2,7	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
Bordesholmer See	0,7	3,3	8	22	0,16	3,7	41	polytroph 1
Bothkamper See	1,36	1,3	2,5	25	0,32	3,9	34,7	k. A.
Großer Plöner See	29,97	12,4	58	39	0,086	0,68	42,4	schwach eutroph
Hemmelmarker See	0,85	2,9	6,4	251	0,25	2,9	124	polytroph 2
Hemmelsdorfer See	4,48	5,3	39	139	0,072	2,1	82,8	E2 bis polytroph 1
Schwansener See	1,11	0,8	1,2	1380	0,097	2,5	494	polytroph 1
Sehlendorfer Binnensee	0,78	0,6	1,0	796	0,12	1,9	308	polytroph 1
Stolper See	1,4	6,9	14,6	31	0,14	2,3	46,8	eutroph 1
Wardersee	3,57	3,7	10,8	23	0,12	6,9	56,4	eutroph2 - polytroph2
Westensee	7,2	5,9	17,6	29	0,061	2,4	47,2	eutroph 2

## 2.2 Beschreibung der untersuchten Seen

### Ahrensee:

Der 0,56 km<sup>2</sup> große See (Abb. 3) ist ein wichtiger Teil des Westensee-Naturparks und Brutgebiet des Seeadlers. Bis auf die Fischwirtschaft und eine Badestelle im Osten des Sees ist der anthropogene Einfluss als gering einzuschätzen (LANU, 2006, Nixdorf et al., 2004). Zum Zeitpunkt der Untersuchung bestand das nördliche Ufer im westlichen Teilbecken zum großen Teil aus Schwingrasen. In diesem Teilbecken war auch ein Schwimmblattgürtel vorzufinden. Ferner war das Ufer fast durchgehend durch einen Schilfbestand (vgl. Abb. 2) gekennzeichnet, an die sich landwirtschaftlich genutzte Flächen, Waldabschnitte oder auch einzelne Gehölze anschlossen. Das am weitesten verbreitete Sediment bestand aus weichen dunkelbraunen Sand-, Schluff- und Tonfraktionen (an der tiefsten Stelle dunkelgrau)



mit hohem organischem Anteil. Teilweise war  $H_2S$ -Geruch wahrnehmbar. Am nördlichen Ufer des östlichen Beckens überwog der Sandanteil.



Abb. 2: Blick auf Transekt 2 - Ahrensee

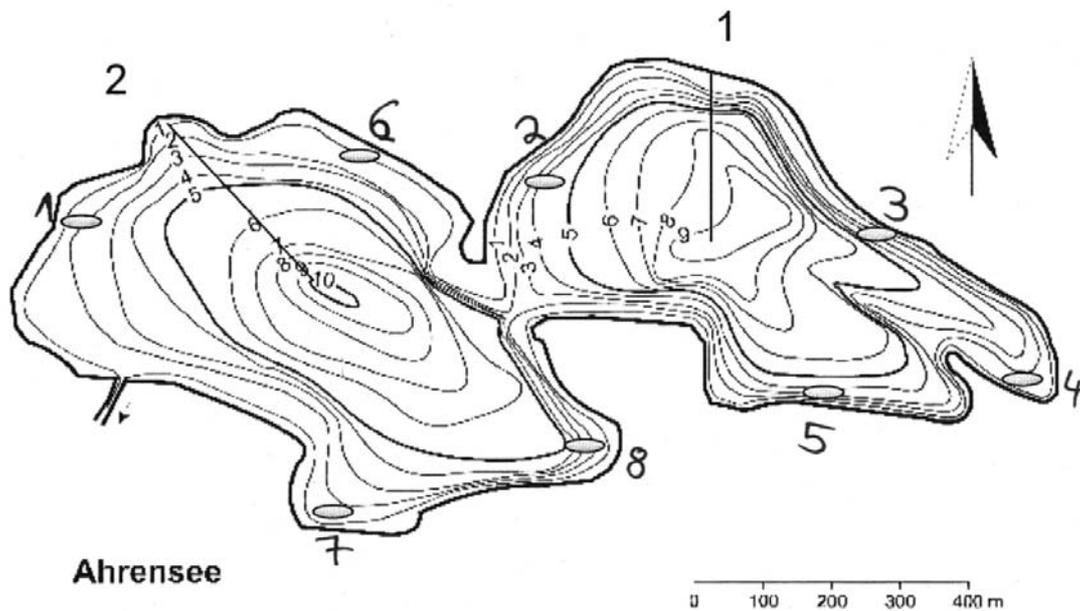


Abb. 3: Lage der Transekte und Probestellen des Sublitorals des Ahrensees



## Blankensee:

Der Blankensee (Abb. 5) ist der flächenmäßig kleinste aller 12 untersuchten Seen. Der ehemals für militärische Zwecke genutzte See hat heute eine begrenzte Erholungsfunktion (Haus am Ostufer des Sees; vgl. Abb. 4). Aus diesem Grund und durch die zwei angrenzenden Straßen sowie den etwas weiter entfernten Flughafen Lübeck-Blankensee ist der anthropogene Einfluss relativ hoch einzuschätzen.

Im Mai 2006 waren submerse Makrophyten (Characeen und *Potamogeton sp.*) in der maximalen Tiefe von 2,70 m zahlreich vertreten. Der Uferbereich zeichnete sich durch Schilfrohr, vereinzelte Gehölze (Erlen) und angrenzende Waldbereiche aus. Das Sediment bestand aus Schluff mit hohem organischem Anteil.



Abb. 4: Blick auf Einsatzstelle des Bootes und das Haus am Blankensee

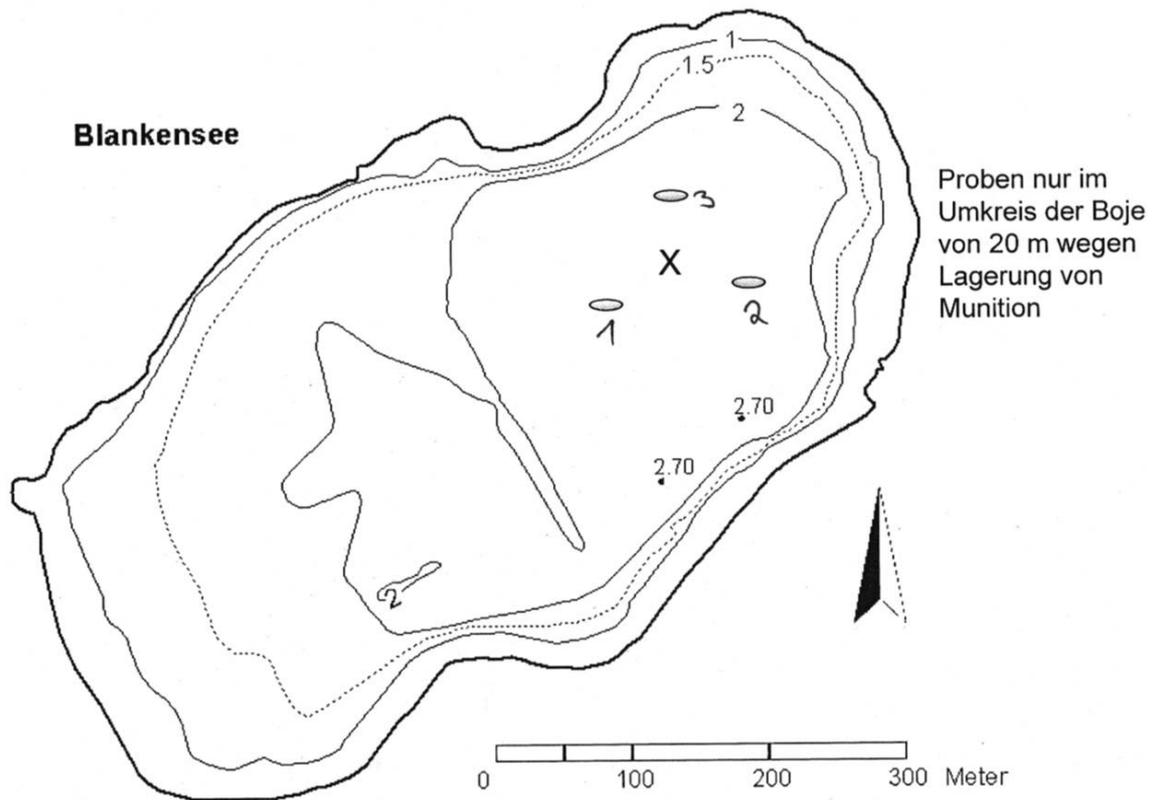


Abb. 5: Probestellen des Sublitorals des Blankensees

### Bordesholmer See:

Der 0,7km<sup>2</sup> kleine, polytrophe See (Abb. 6) grenzt an die Ortschaft Bordesholm und daher durch Naherholung (z.B. Baden, Segeln, Angeln, etc.) geprägt. Am nordöstlichen Ufer ist eine Badestelle gelegen (LANU, 2006, Nixdorf et al., 2004).

Dieser somit stark anthropogen beeinflusste See, wies zum Zeitpunkt der Untersuchung einen Schilfgürtel (mit u.a. *Glyceria maxima*) mit daran anschließenden Gehölzreihen auf. Am südlichen Uferbereich war *Nuphar lutea* bestandsbildend (Schwimmblattzone). Das überwiegend braune und stark anaerobe Sediment setzte sich aus tonigen Sand- und Schlufffraktionen mit sehr hohem organischem Anteil zusammen. In den tieferen Bereichen wurden Pflanzenreste (Blattreste) und Totholz vorgefunden.

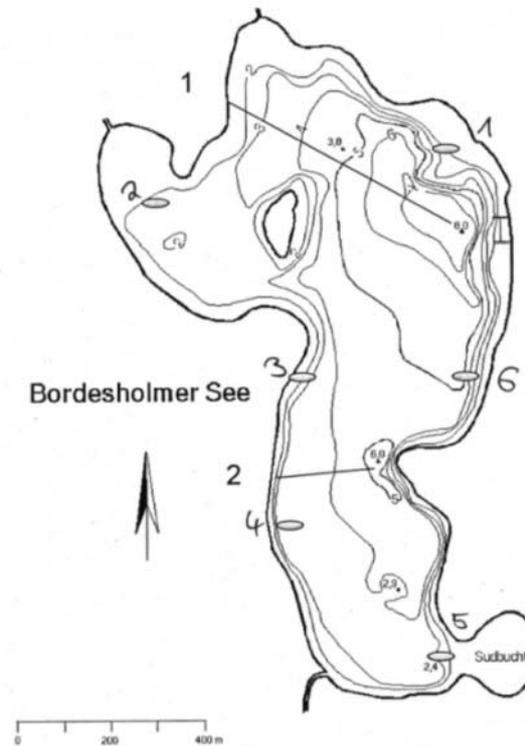


Abb. 6: Lage der Transekte und Probestellen des Sublitorals des Bordesholmer Sees

### Bothkamper See:

Der Bothkamper See (Abb. 7) hat eine Fläche von 1,36 km<sup>2</sup> und eine Badestelle in Bothkamp am nordöstlichen Ufer. Trotz der vorhandenen Fischwirtschaft und der fast überall angrenzenden landwirtschaftlich genutzten Flächen bleibt auf weiten Teilen der anthropogene Einfluss gering (LANU, 2006, Nixdorf et al., 2004).

Während der Probenahme war der überwiegende östliche und südöstliche Uferbereich mit Gehölzen wie *Fagus sylvatica*, *Quercus robur* etc. bewaldet. Am westlichen Ufer war ein Schwimmblattgürtel (*Nuphar lutea*) ausgebildet. Dahinter schlossen landwirtschaftlich genutzte Flächen (Viehwirtschaft) an. Der nördliche Uferbereich (Transektanfang) bestand zum großen Teil aus Schwingrasen mit merschen Makrophyten (*Iris pseudacorus*). Das Sediment bestand an allen beprobten Stellen aus grauem bis dunkelolivfarbenem, tonigem Schluff in sehr weicher Lagerungsdichte mit hohem organischem Anteil. Teilweise war H<sub>2</sub>S-Geruch wahrnehmbar.

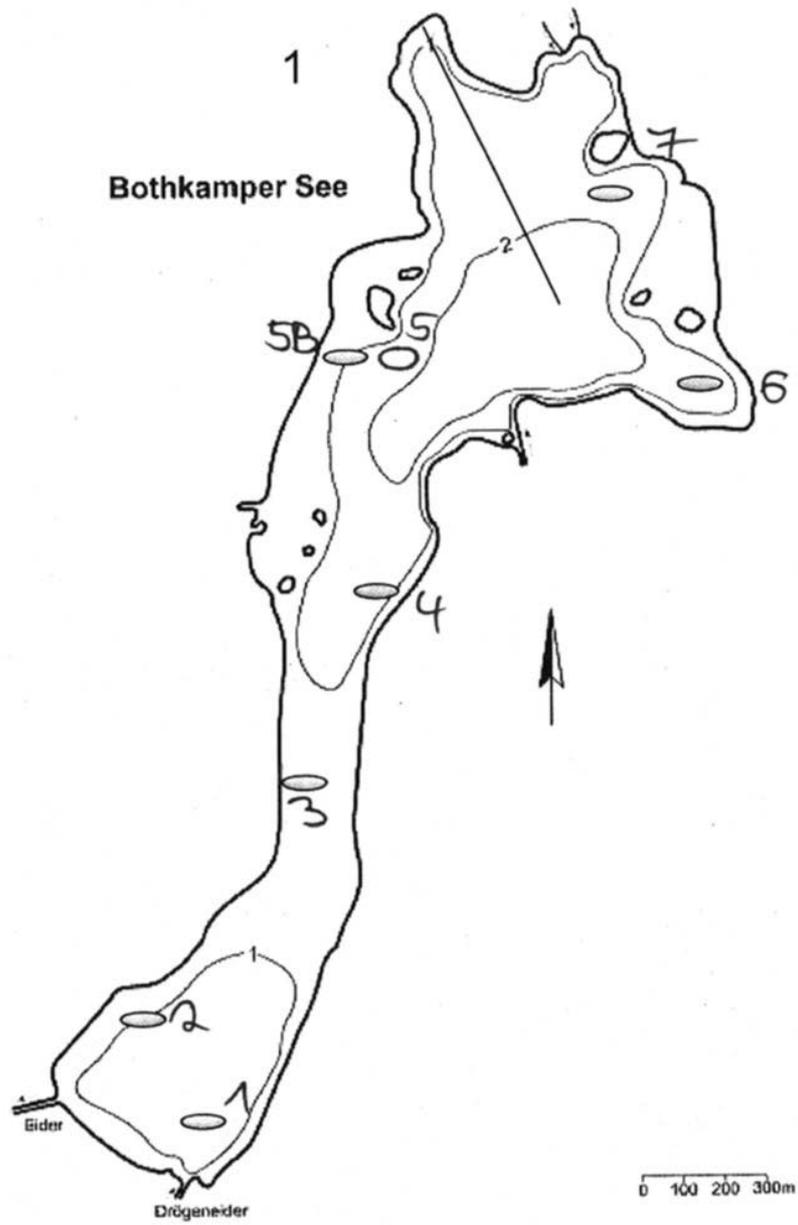


Abb. 7: Lage der Transekte und Probestellen des Sublitorals des Bothkamper Sees



## Hemmelmarker See:

Der 0,85 km<sup>2</sup> große und polytrophe See (Abb. 8) gilt als Strandsee und ist nach §30 BNatSchG gesetzlich geschützt (LANU, 2006, Nixdorf et al., 2004). Außer Erholungsnutzung (Gut Hemmelmark) sind keine anderen direkten Nutzungen erkennbar, so dass der anthropogene Einfluss gegenwärtig als gering einzuschätzen ist.

Im Untersuchungszeitraum war der gesamte See nahezu vollständig von einem Schilfgürtel umrandet, an welchen sich Gehölzreihen bzw. Wald anschlossen. Am westlichen Ufer war dem Röhrichtgürtel eine Schwimmblattzone mit *Nuphar lutea* vorgelagert. Eine Kolonie Kormorane und deren Ausscheidungen verursachten im nordöstlichen Bereich des Sees eine starke Schädigung der Ufervegetation (Abb. 9). Auffallend war außerdem, dass das Sediment an der tiefsten Stelle (5,9m) einen weißen pilzartigen Überzug aufwies.

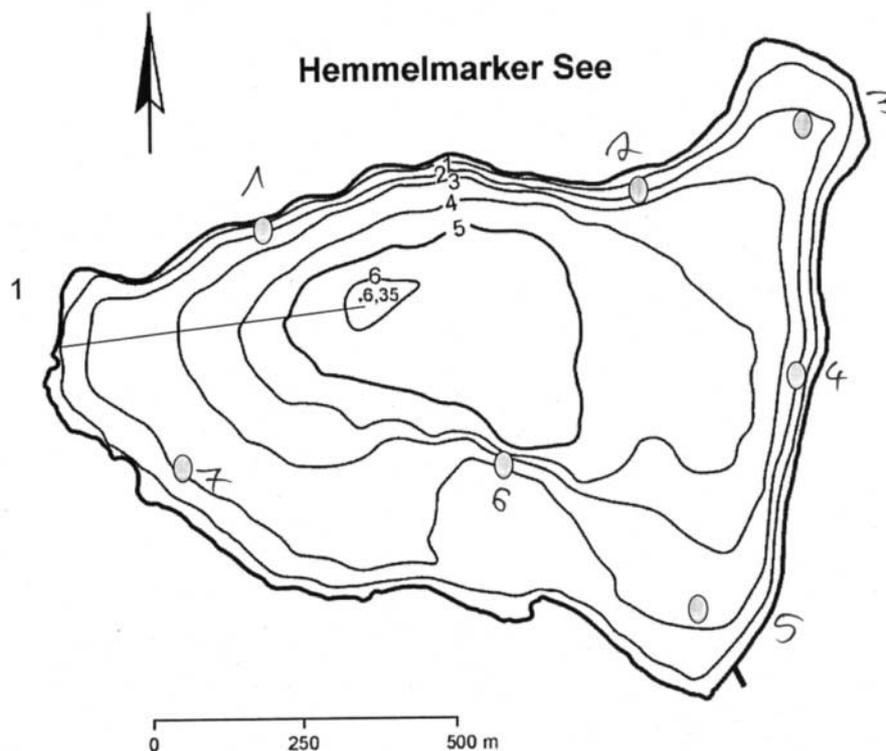


Abb 8: Lage der Transekte und Probestellen des Sublitorals des Hemmelmarker Sees



Abb: 9: Stark geschädigter Uferbereich (Kormorankolonie)

### Hemmelsdorfer See:

Der See besteht aus einem flachen nördlichen Becken (<4m) und einem tiefen, südlichen Becken (bis zu 38m) (vgl. Abb. 10) und hat eine Fläche von 4,48 km<sup>2</sup> (LANU, 2006, Nixdorf et al., 2004). Anthropogene Nutzungen wie Fischwirtschaft und Erholung (Segeln, Badestelle, Bebauungen etc. ) sind zahlreich zu beobachten.

Während der Beprobung im Frühjahr 2006 war ein ausgeprägter Schilfgürtel vorhanden, der nur im südlichsten Teil (Transekt 2) fehlte. Hier konnte als Uferbewuchs *Typha latifolia* und *Iris pseudacorus* festgestellt werden. Dahinter schlossen sich eine Gehölzreihe und landwirtschaftlich genutzte Flächen an. Der Uferbereich des Transektes 1 (nördlicher Teil) bildete ein Schwingrasen (stellenweise *Typha latifolia* etc.), an den ein Erlen-Weiden-Wald angrenzte. Das Sediment kann als sandig-tonig-schluffig mit sehr hohem organischem Anteil angesprochen werden. Zusätzlich war an fast allen Probestellen ein H<sub>2</sub>S-Geruch festzustellen. Ebenso fiel ein weißer, netzartiger und schleimiger Belag der Oberfläche (wie am Hemmelmarker See) des Sedimentes in einer Tiefe von 12 und 38m. Weiterhin zeigte das Sediment von 18m bis 32m Tiefe eine grünliche Färbung mit teilweiser Bläschenbildung.

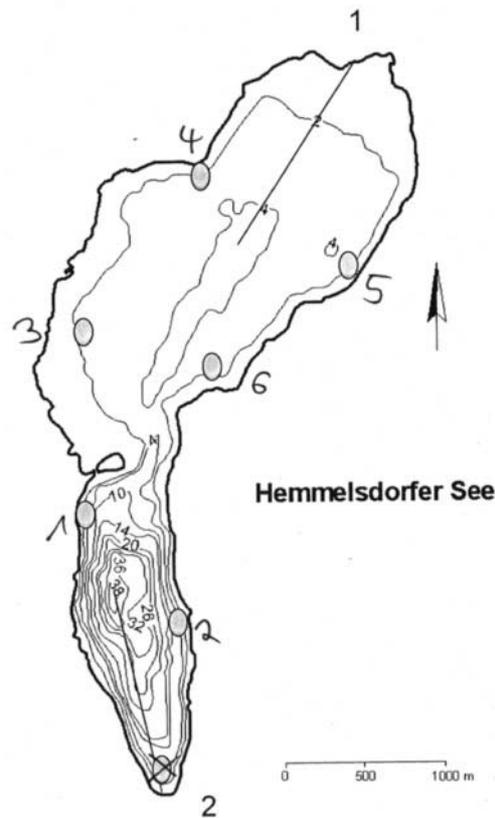


Abb. 10: Lage der Transekte und Probestellen des Sublitorals des Hemmeldorfer Sees

### Großer Plöner See:

Der größte Binnensee Schleswig-Holsteins mit einer Fläche von 29,97 km<sup>2</sup> ist der Große Plöner See (Abb. 11). Dieser schwach eutrophe See besitzt drei große Teilbecken und ist ein wichtiges Gebiet des Naturparks Holsteinische Schweiz (LANU, 2006, Nixdorf et al., 2004). Zahlreiche Erholungsnutzungen (z.B. Segeln, Schiffsverkehr, Baden etc.) sowie Fischwirtschaft und viele Ortschaften, die den See umgeben, lassen somit auf einen starken anthropogenen Einfluss schließen.

Die Uferbereiche waren zum Probenahmezeitpunkt nur vereinzelt mit einem Röhrichtgürtel bewachsen. Im Umland schließen Gehölzreihen, Siedlungs- und landwirtschaftliche Nutzflächen an das Ufer an. Entlang der Transekte war eine deutliche Veränderung des Sedimentes im Tiefenverlauf zu erkennen. Während die Uferbereiche der drei Transekte hauptsächlich durch Sand mit Steinen geprägt waren, verschob sich dies ab einer Tiefe von 5-10m von Sand mit geringem organischem Anteil zu schwarzem bis dunkelolivem, tonigem Schluff mit sehr hohem organischem Anteil. Im Tiefenverlauf nahm Sandanteil immer mehr ab und der H<sub>2</sub>S-Geruch zu. Bei den Sublitoralproben konnte ein teilweise nach H<sub>2</sub>S riechender Sand mit geringem organischem Anteil als Sediment festgestellt werden. Auffal-



lend war, das bei einer Tiefe von 4-10m in den meisten Proben vermehrt Leerschalen von Muscheln und Schnecken (Schill) vorgefunden worden. Vereinzelt waren in den Proben Totholz, Pflanzen- und Wurzelreste zu finden, ebenso vereinzelt ein Grünalgenüberzug im Uferbereich.

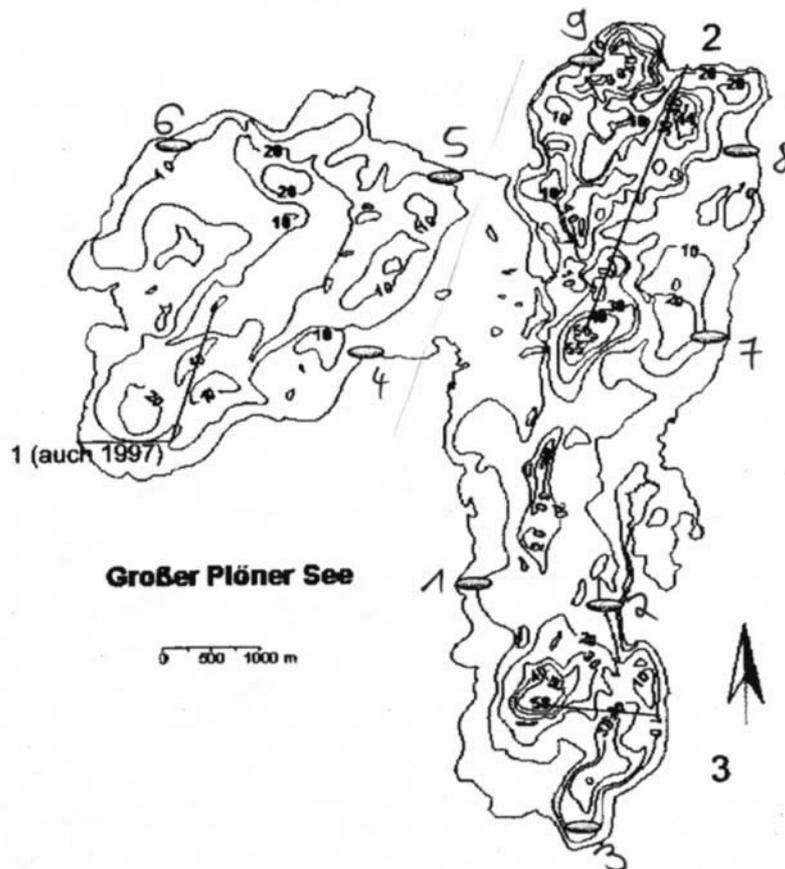


Abb. 11: Lage der Transekte und Probestellen des Sublitorals des Großen Plöner Sees

### Schwansener See

Dieser elektrolytreiche Binnensee (Abb. 12) der Ostseeküste hat eine Fläche von 1,11 km<sup>2</sup> und stellt eine wichtiges Gebiet für zahlreiche Zugvögel dar (LANU, 2006, Nixdorf et al., 2004). Daher ist dieser Strandsee Naturschutzgebiet und laut § 30 BNatschG ein gesetzlich geschütztes Biotop.



Im Mai 2006 war der See mit einem Schilfgürtel bewachsen. Das Umland wurde teilweise landwirtschaftlich genutzt, weitere Nutzungen waren jedoch nicht erkennbar. Als Sediment wurde braungrauer, lehmiger Sand und Schluff mit hohem organischem Anteil und geringen Anteilen Muschelschill vorgefunden.

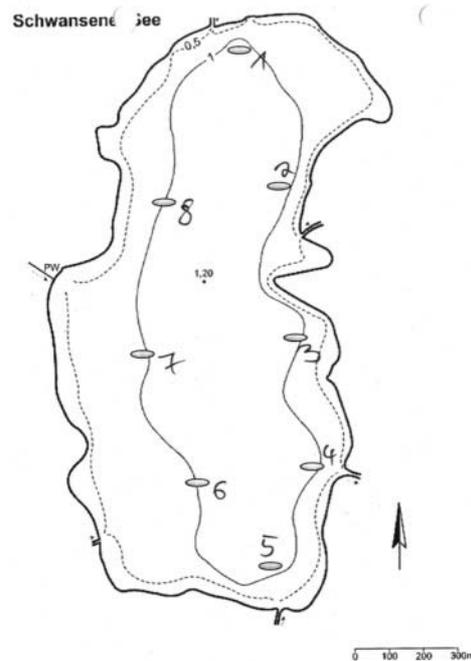


Abb. 12: Probestellen des Sublitorals des Schwansener Sees

### Sehlendorfer Binnensee

Der See (Abb. 13) hat eine Fläche von 0,78km<sup>2</sup> und ist - wie der Schwansener See - ein elektrolytreicher Binnensee der Ostseeküste mit demselben Schutzstatus (Naturschutzgebiet und gesetzlich geschütztes Biotop nach §30 BNatSchG) (LANU, 2006, Nixdorf et al., 2004). Im nördlichen Ufer befindet sich eine Beobachtungsplattform. Die Uferbereiche sind vorwiegend landwirtschaftlich genutzt (Viehhaltung).

Zum Zeitpunkt der Probenahme war ein Schilfgürtel vorhanden, der nur an wenigen Stellen durch Vietritt geschädigt war. An mehreren Stellen betrug die Wassertiefe unter 0,5m. Auch hier bestand das Sediment hauptsächlich aus Sand- und Schlufffraktionen mit hohem organischem Anteil. Die Färbung des Sedimentes war braunschwarz. Vereinzelt konnte H<sub>2</sub>S-Geruch und Muschelschill festgestellt werden.

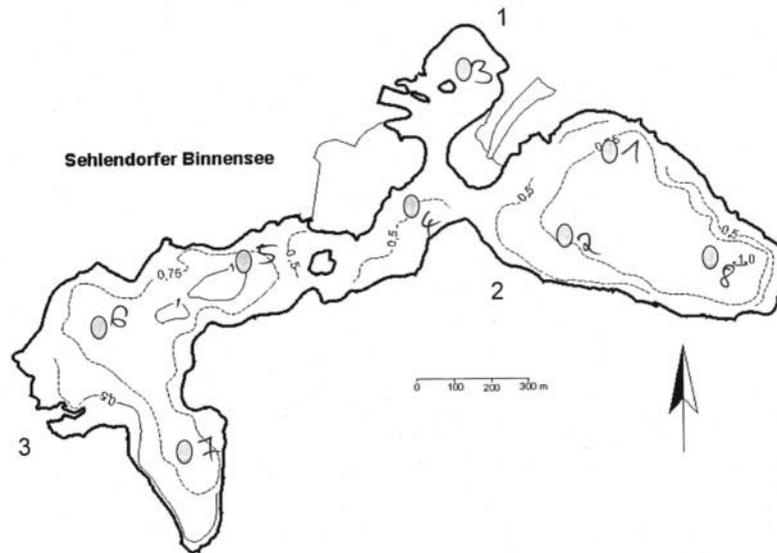


Abb. 13: Probestellen des Sublitorals des Sehlendorfer Binnensees

## Stolper See

Der See (Abb. 14) ist 1,4km<sup>2</sup> groß und wird durch den Fluss Stolpe durchflossen (LANU, 2006, Nixdorf et al., 2004). Zahlreiche Nutzungen wie Landwirtschaft und Erholung im und um den See (Angeln, Boot fahren etc.) stellen einen starken anthropogenen Einfluss dar.

Zum Zeitpunkt der Untersuchung wurde ein ausgeprägter Schilfgürtel am gesamten Uferbereich festgestellt. Im Umland herrschten landwirtschaftlich genutzte Flächen vor, südöstlich grenzte auch Wald an das Gewässer an. Im Uferbereich des Transektes waren emerse Makrophyten wie *Carex* sp. und *Mentha aquatica* vertreten. Das Sediment setzte sich aus Sand, Schluff und Ton mit hohem organischem Anteil zusammen. In den tieferen Bereichen (6m bis 14m) war eine dünne braune Sedimentauflage mit darunter liegender schwarzoliv gefärbter Schicht vorhanden. Vereinzelt traten Muschelschill und H<sub>2</sub>S-Geruch auf.

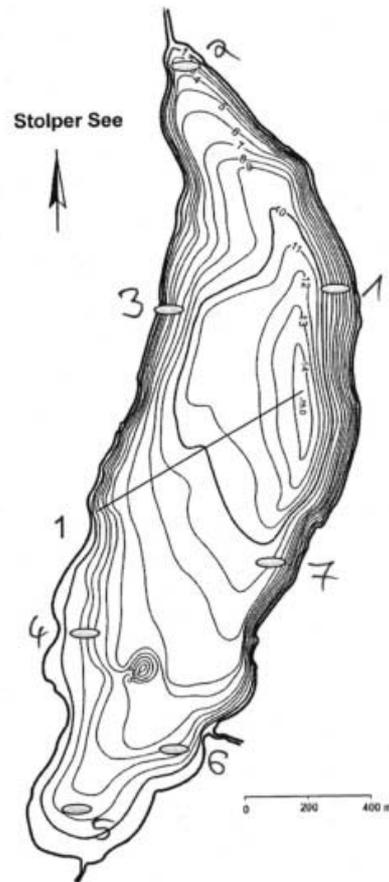


Abb. 14: Lage des Transektes und Probestellen des Sublitorals des Stolper Sees

## Wardersee

Dieser längliche und hypertrophe See (Abb. 15) weist eine Fläche von 3,57km<sup>2</sup> (LANU, 2006, Nixdorf et al., 2004) auf. Zahlreiche Nutzungen (Fischwirtschaft, Landwirtschaft, Erholung (z.B. Segeln, Baden etc.) führen hier zu einem erhöhten anthropogenen Einfluss. Anfang Mai 2006 war ein Schilfgürtel nur an den Uferbereichen der Transekte und im südlichen Bereich des östlichen Beckens ausgeprägt. Im Umland überwogen landwirtschaftlich genutzte Flächen und vereinzelte Wald- bzw. Gehölzbereiche. Vielfach erschwerten starkes Gefälle und „Dreissena-Bänke“ (lebend und Leerschalen) die Probenahme. Das Sediment setzt sich aus Sand, Schluff und Ton mit sehr hohem organischem Anteil zusammen, wobei im Uferbereich der Transekte (0-4m) der Sandanteil vorherrschte.

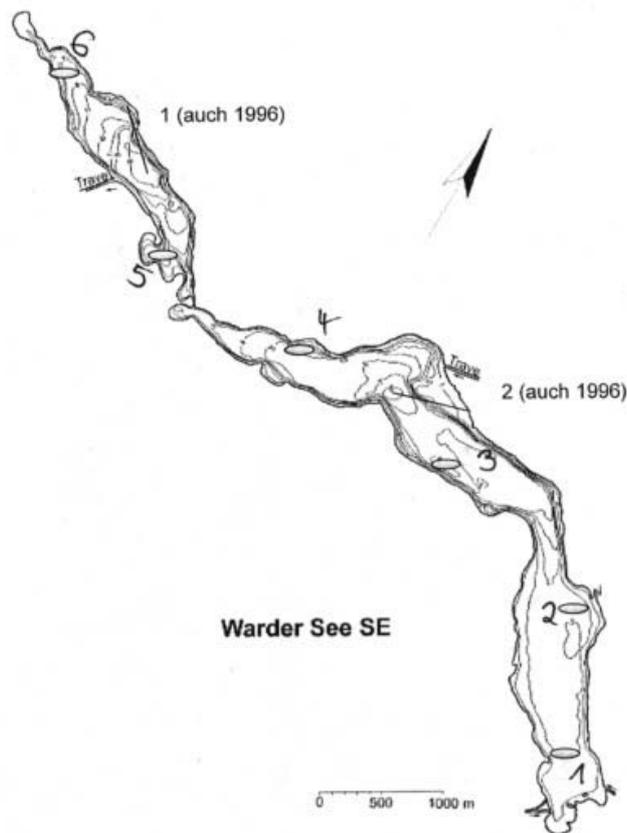


Abb. 15: Lage der Transekte und Probestellen des Sublitorals des Wardersees

## Westensee

Dieser See (Abb.16) bildet den Hauptteil des Naturparks Westensee und somit gleichermaßen bedeutend sowohl für den Erhalt der Arten- und Biotopvielfalt als auch für die Erholungserfordernisse. Eine weitere Nutzungsform auf dem 7,2km<sup>2</sup> großen See ist die Fischwirtschaft (LANU, 2006, Nixdorf et al., 2004).

Während der Probenahme war der See mit einem Schilfgürtel bewachsen. Den Uferbereichen der beiden Transekte war eine Schwimmblattzone mit *Nuphar lutea* vorgelagert. Sand, Schluff und Ton mit sehr hohem organischem Anteil stellten die hauptsächlichen Komponenten des Sediments dar. Daneben traten Muschelschill und Makrophytenreste auf. An den Uferbereichen der Transekte und am nördlichen Ufer des westlichen Beckens wurde Sand als vorherrschender Sedimentanteil erfasst.

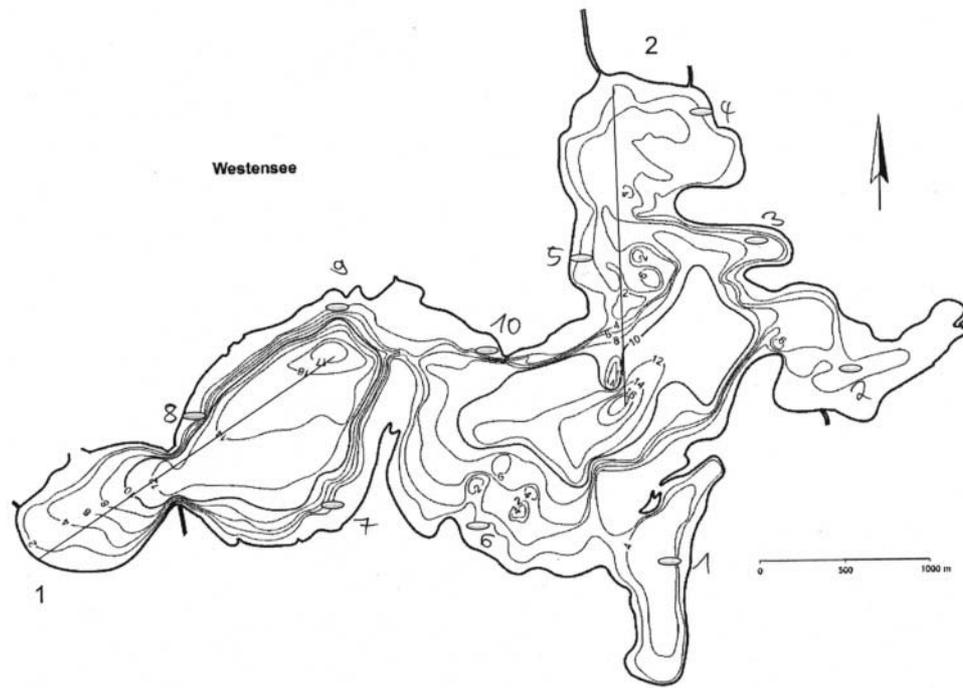


Abb. 16: Lage der Transekte und Probestellen des Sublitorals des Westensees



## 3 Methoden

### 3.1 Probenahme

Die Probenahme fand vom 08.05.2006 bis 18.05.2006 statt. An diesen Seen wurden die Proben im Sublitoral und entlang von Transekten mit dem Ekman-Birge-Greifer (Auflagefläche 225 m<sup>2</sup>) von einem hartschaligen Boot mit Außenbordmotor aus entnommen. Die Lage der Probestellen an den einzelnen Seen ist aus den Karten (Kap. 2) zu ersehen.

Mit der Transektprobenahme wurden 9 Seen entlang einer Linie in verschiedenen Tiefenstufen (genaue Auflistung der einzelnen Tiefenstufen in Tab. 2) beprobt. In jeder Tiefenstufe wurden 3 Parallelproben - möglichst im Umkreis von 2m - entnommen, die im Probenahmegefäß vereinigt wurden. Ebenso wurden je 3 Parallelproben pro Probestelle aus dem Sublitoral der 12 Seen genommen und vereinigt. In Einzelfällen (an ca. 10 Stellen) mussten als Kompromiss mehr Hols gezogen werden, wenn sich eine zu geringe Menge an Sediment im Greifer befand, um eine annähernd vergleichbare Sedimentmenge zu bekommen (s. "Gelaendedaten.xls" auf der beiliegenden CD). Laut Definition von Zenker et al. (2005) wurde dazu der Bereich zwischen Schwimmblattgürtel und Thermokline als "Sublitoral" gewählt, in der Regel jedoch aus praktischen Gründen in einer Tiefe zwischen 3 und 5m. Tab. 2 zeigt die beprobten Tiefenstufen der Transekte, die Anzahl der Sublitoralproben und der Gesamtprobestellen.

Tab. 2: Beprobte Tiefenstufen der Transekte, Anzahl der Sublitoralproben und Gesamtprobestellen

Ahrensee (Probenahmedatum 16.05.06): 16 Probestellen

Transekt	Oberes Litoral (Wassertiefe m)	Unteres Litoral (Wassertiefe m)	Litoriprofundal (Wassertiefe m)	Profundal (Wassertiefe m)
T1	0,5 – 1	2 – 4	5 – 7	9
T2	0,5 – 1	2 – 4	5 – 7	9 - 10
Anzahl Sublitoralproben: 8				

Blankensee (08.05.06): 3 Probestellen

Transekt	Oberes Litoral (Wassertiefe m)	Unteres Litoral (Wassertiefe m)	Litoriprofundal (Wassertiefe m)	Profundal (Wassertiefe m)
-	-	-	-	-
Anzahl Sublitoralproben: 3				

Bordesholmer See (15.05.06): 13 Probestellen

Transekt	Oberes Litoral (Wassertiefe m)	Unteres Litoral (Wassertiefe m)	Litoriprofundal (Wassertiefe m)	Profundal (Wassertiefe m)
T1	0,5 – 1	2 – 4	5 – 7	8
T2	0,5 – 1	2 – 4	5 – 6	
Anzahl Sublitoralproben: 6				



Bothkamper See (14.-15.05.06): 10 Probestellen

Transekt	Oberes Litoral (Wassertiefe m)	Unteres Litoral (Wassertiefe m)	Litoripfundal (Wassertiefe m)	Profundal (Wassertiefe m)
T1	0,5 – 1	2 – 4		
Anzahl Sublitoralproben: 8				

Großer Plöner See (11.-12.05.06): 34 Probestellen

Transekt	Oberes Litoral (Wassertiefe m)	Unteres Litoral (Wassertiefe m)	Litoripfundal (Wassertiefe m)	Profundal (Wassertiefe m)
T1	0,5 – 1	2 – 4	5 – 7	10-12, 17-19, 23-25, 28-30
T2	0,5 – 1	2 – 4	5 – 7	10-12, 17-19, 23-25, 28-30, 35-40
T3	0,5 – 1	2 – 4	5 – 6	10-12, 17-19, 23-25, 28-30, 35-40, 45-50, 53-58
Anzahl Sublitoralproben: 9				

Hemmelmarker See (17.05.06): 10 Probestellen

Transekt	Oberes Litoral (Wassertiefe m)	Unteres Litoral (Wassertiefe m)	Litoripfundal (Wassertiefe m)	Profundal (Wassertiefe m)
T1	0,5 – 1	2 – 4	5 – 6	
Anzahl Sublitoralproben: 7				

Hemmelsdorfer See (18.05.06): 16 Probestellen

Transekt	Oberes Litoral (Wassertiefe m)	Unteres Litoral (Wassertiefe m)	Litoripfundal (Wassertiefe m)	Profundal (Wassertiefe m)
T1	0,5 – 1	2 – 4		
T2	0,5 – 1	2 – 4	5 – 7	10-12, 17-19, 23-25, 31-33, 35-38
Anzahl Sublitoralproben: 6				

Sehlendorfer Binnensee (13.05.06): 8 Probestellen

Transekt	Oberes Litoral (Wassertiefe m)	Unteres Litoral (Wassertiefe m)	Litoripfundal (Wassertiefe m)	Profundal (Wassertiefe m)
-	-	-	-	-
Anzahl Sublitoralproben: 8				

Schwansener See (17.05.06): 8 Probestellen

Transekt	Oberes Litoral (Wassertiefe m)	Unteres Litoral (Wassertiefe m)	Litoripfundal (Wassertiefe m)	Profundal (Wassertiefe m)
-	-	-	-	-
Anzahl Sublitoralproben: 8				

Stolper See (14.05.06): 12 Probestellen

Transekt	Oberes Litoral (Wassertiefe m)	Unteres Litoral (Wassertiefe m)	Litoripfundal (Wassertiefe m)	Profundal (Wassertiefe m)
T1	0,5 – 1	2 – 4	5 – 7	9-10, 14-15
Anzahl Sublitoralproben: 7				

Wardersee (Kreis SE) (09.05.06): 14 Probestellen

Transekt	Oberes Litoral (Wassertiefe m)	Unteres Litoral (Wassertiefe m)	Litoripfundal (Wassertiefe m)	Profundal (Wassertiefe m)
T1	0,5 – 1	2 – 4	5 – 7	9-10
T2	0,5 – 1	2 – 4	5 – 7	8
Anzahl Sublitoralproben: 6				

Westensee (10.05.06): 20 Probestellen

Transekt	Oberes Litoral (Wassertiefe m)	Unteres Litoral (Wassertiefe m)	Litoripfundal (Wassertiefe m)	Profundal (Wassertiefe m)
T1	0,5 – 1	2 – 4	5 – 7	10-12, 15-17
T2	0,5 – 1	2 – 4	5 – 7	10-12, 14-16
Anzahl Sublitoralproben: 10				

Die zusammengefasste Probe wurde mit einem Handkescher (Maschenweite 500µm) vorsichtig gesiebt, in Probenahmegefäße überführt und mit 98 %igem Ethanol konserviert. An den Uferbereichen der Transekte wurden zusätzlich Luftkescherfänge zur Absicherung der



Larvenbestimmung durchgeführt und die gefangenen Imagines in 75%igem Ethanol konserviert. Des Weiteren erfolgte eine Sedimentanalyse einschließlich einer Schätzung der prozentualen Anteile der vorgefundenen organischen und mineralischen Bestandteile (Tab. 3), wobei zusätzlich Farbe, Geruch, Anteile sonstiger auffälliger Substrate, Veränderung im Tiefenverlauf, Festigkeit etc. festgehalten wurde.

Tab. 3: Kategorien bei der Ermittlung der Substratzusammensetzung

Anorganische Substrate	Organische Substrate
Steine	Wurzeln/Rhizome
Kies	Fallaub/(Litter)
Grob-, Mittel- und Feinsand (0,062-2mm)	Reste submerser und emerser Pflanzen
Schluff (< 0,064mm)	Totholz
Ton (<0,064mm)	Muschelschill (zerriebene Totschalen)
	sonstige Substrate (z.B. Torfreste)

Zu allen Probestellen wurde die Wassertiefe mit einem elektronischen Echolot (GARMIN-etrex) und die genaue geographische Position mittels GPS (LOWRANCE) gemessen. Die nachträgliche Bestimmung der Uferentfernung erfolgte mit dem Programm ArcMap 9.1. Ferner wurden Windexposition der Transekte, Ufervegetation und eventuelle Nutzungen und Bebauungen im Bereich der Transekte erfasst. Außerdem wurde eine Fotodokumentation der Transekte und deren Sedimente erstellt (s. Anhang A und HTML-Dokument Probedokumentation auf beiliegender CD).



### 3.2 Probenaufbereitung und Bestimmung

Die Aussortierung der benthischen Makroinvertebraten erfolgte im Labor mit dem freien Auge und unter Zuhilfenahme einer Lupe mit 4-8-facher Vergrößerung.

Unter Verwendung eines Binokulars der Firma Wild und eines Mikroskops der Firma Zeiss wurde das Makrozoobenthos je nach Möglichkeit auf Artniveau bestimmt. Ausnahmen hierbei bilden die Großgruppen Nematoda, Microcrustacea, Ceratopogonidae, Hydrachnidia und Oligochaeta, die nur ausnahmsweise auf Familienniveau bestimmt wurden. Das Makrozoobenthos (ohne Chironomiden) wurde von S. Fiedler und C. Orendt, die Chironomiden von B. Janecek determiniert.

Folgende Bestimmungsliteratur fand Verwendung:

#### Allgemeine Bestimmungsliteratur:

BROHMER (1979)  
DEHAAS & KNORR (1990)  
JANKE & KREMER (1988)  
SCHMEDTJE & KOHMANN (1992)  
STRESEMANN (1992)  
STRESEMANN (1994a)  
STRESEMANN (1994b)

#### Spezielle Bestimmungsliteratur:

Ceratopogonidae: Glukhova (1977)  
Chaoboridae: Martini (1931), Saether (1970, 1972 & 2002), Peus (1934)  
Chironomidae: Janecek (2003), Biro (1988), Langton (1991), Rivosecchi (1984), Schmid (1993), Wiederholm (1983), Wiederholm (1986), Cranston (1982), Geiger et al. (1978), Klink & Moller-Pillot (2003), Vallenduuk (1999), Vallenduuk & Moller-Pillot (1999)  
Coleoptera: Freude et al. (1979), Klausnitzer (1984)  
Crustacea: Eggers & Martens (2001), Eggers & Martens (2004), Gruner (1966)  
Ephemeroptera: Studemann et al. (1992), Elliot et al. (1988), Schoenemund (1930), Bauernfeind & Humpesch (2001)  
Heteroptera: Savage (1989), Stichel (1955)



Hirudinea:	Grosser (2000, 2003 & 2006), Elliott & Mann (1979), Ne-semann (1993)
Megaloptera:	Elliott (1977)
Mollusca:	Gloer & Meier-Brook (1998), Castagnolo et al. (1980)
Oligochaeta:	Brinkhurst (1971), Sauter (1995), Dahl (1971)
Trichoptera:	Waringer & Graf (1997), Waringer & Graf (2000), Edington & Hildrew (1981), Wallace et al. (1990), Pitsch (1993), Sedlak (1985), Edington & Hildrew (1995)
Tricladida:	Reynoldson (1978)

Als Grundlage für die nomenklatorische Referenz wurde die „Operationelle Taxaliste“ (It. AQEM, 2005) herangezogen.

### 3.3 Auswertung

Die WRRL-konforme Auswertung der *Sublitoralproben* erfolgte anhand des Tools LAC-CESS, das vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt wurde. Das Tool berechnet einen numerischen Wert, der den benthosökologischen Zustand des Sees angibt sowie einzelne dafür berechnete Metrics sowie eine verbale Bewertung (1="sehr gut" bis 5="schlecht") für den errechneten Wert. Dazu werden die Individuendichten jedes vorkommenden Taxon aus allen Sublitoralproben eines Sees arithmetisch gemittelt und zur Berechnung eingegeben oder importiert (s. auch Handbuch zu LACCESS). Proben der Transektbeprobung, die in der sublitoralen Tiefenzone (2 – 7 m) genommen wurden, konnten hierbei als Einzelproben in die Mittelung integriert werden.

Zur Auswertung der Transektprobenahmen wurden mehrere Ansätze verwendet:

- Berechnung des Diversitätsindex nach Shannon-Weaver (1949), der Taxazahl, der Individuendichte
- Berechnung von ökologischen Profilen für die einzelnen Probestellen nach Ernährungstypen, Habitattypen und Tiefenzonen (Litoral, Profundal) sowie der Verteilung der Profundalarten im Tiefenverlauf entsprechend den ökologischen Klassifizierungen von Schmedtje & Colling (1996) und Moog (1995, 2003), ergänzt durch Brinkmann & Reusch (1998). Entscheidend für die Auswahl der genannten Profiltypen war ein durchschnittlich genügend hoher Anteil an Einstufungen (i.d.R. >30%).



- Berechnung des Trophieindex anhand der Litoralfauna nach Fittkau et al. (1992) unter Verwendung der bei Mauch et al. (1985) vorgeschlagenen Formeln für die Indexberechnung und das Streuungsmaß von Pantle & Buck (1955).
- Berechnung des Benthic Quality Index (BQI) nach Wiederholm (1980) anhand profundaler Fauna. Details s. unten.
- Bestimmung des Seezustandes nach Saether (1979). Details s. unten.
- Erstellung der Tiefenprofile der oben genannten Metrics.
- Einstufung des jeweiligen Seentyps nach Thienemann (1925, 1954) und Naumann (1932).

Des Weiteren wurde die Rote Liste für Schleswig-Holstein für die naturschutzfachliche Auswertung herangezogen (Brinkmann & Speth, 1999, Wiese, 1990).

Im Folgenden sollen einige wichtige Kommentare zu den o.g. Auswertungsmethoden gegeben werden:

a) Zur Ansprache des trophischen Status nach der Berechnung des litoralen Trophieindex wurde folgende Skala nach Fittkau et al. (1992) verwendet:

<u>Trophieindex</u>		<u>Trophischer Status</u>
1,00 - 1,99	:	oligotroph
2,00 - 2,49	:	oligo- bis mesotroph
2,50 - 3,49	:	mesotroph
3,50 - 3,99	:	meso- bis eutroph
4,00 - 5,00	:	eutroph

Die Werte für den taxonspezifischen Index zur Berechnung orientierten sich an Orendt (1992), ergänzt durch Reiff (1992) für die Chironomiden. Werte für vereinzelt Mollusken wurden von Colling (1992) verwendet. In die Auswertung gingen fast ausschließlich benthische Chironomiden ein, da aus dieser Gruppe die meisten Taxa und Arten in der vorliegenden Untersuchung gefunden wurden und die ökologische Einstufung als einigermaßen abgesichert gelten kann, während die Einstufung der Taxa aus anderen Gruppen (außer den Mollusken) entweder unbekannt ist oder als fraglich bezeichnet werden muss. Die Einstufungen der Chironomiden wurden zwar an voralpinen Seen erarbeitet, die Bewertung mit ihnen wurde anhand von Daten anderer Seen validiert und erwies sich als plausibel. Sie sollte auch in der vorliegenden Untersuchung an Tieflandseen zielführend sein. Dieser Praxistest fehlt allerdings für die Makroinvertebraten aus anderen Gruppen. Die Erfordernisse für die Anwendung der Indexberechnung sind mit dem hier vorliegenden Zahlenmaterial zunächst nicht gegeben. V. Tümping (1962) nennt als Untergrenze des Probenumfangs 12 Taxa mit einer Abundanzsumme von mindestens 30. Da das erste Kri-



terium mit den Daten der vorliegenden Untersuchung nur selten erreicht wird, wenn man die Indexberechnung für die Tiefenstufen 0-1 m und 2-4 m getrennt durchführt, wurden die Abundanzdaten für diese beiden Tiefenstufen gepoolt ("Litoral" genannt). Danach werden für die allermeisten Litoralprobestellen die Kriterien erfüllt.

b) Die Berechnung des BQI nach Wiederholm (1980) erfolgt ähnlich dem Vorigen durch die Berechnung eines gewichteten Mittelwertes aus der Abundanz von indikativen Profundalarten (in diesem Fall lediglich *Chironomus plumosus* bzw. *plumosus* gr. und *Ch. anthracinus*). Das Ergebnis ist ein Wert zwischen 1 ("eutroph") und 5 ("oligotroph"). Im Übrigen kann der BQI auch anhand von Oligochaetenarten berechnet werden.

c) Der Seezustand nach Saether (1979) wird anhand eines dichotomen Bestimmungsschlüssels über das Vorkommen oder Fehlen und die Abundanz von indikativen profunden Chironomidengemeinschaften abgeleitet. Ausgangspunkt sind 15 verschiedene Gemeinschaften und deren Leitarten, die jeweils mit bestimmten Chlorophyllgehalten und Phosphorkonzentrationen korrespondieren. Exakter ausgedrückt indizieren die vorkommenden Chironomidengemeinschaften somit "Trophietypen", nicht den Trophiezustand. Sie werden mit griechischen Buchstaben bezeichnet ( $\alpha$  bis  $\sigma$ ). Die hier untersuchten Seen gehören alle zu den oligohumosen eutrophen Typen ( $\nu$ -,  $\xi$ -,  $\sigma$ -eutroph).

Die Strandseen Sehlendorfer Binnensee, Schwansener und Hemmelmarker See wurden zwar nach der Vorschrift des Sublitoral-Bewertungsverfahrens beprobt, konnten jedoch mit der Auswertungsroutine LACCESS nicht ausgewertet werden, da der Seentyp im Programm nicht anwählbar war. Es ist somit anzunehmen, dass für diese Seentypen, die nach Mathes et al. (2003) zusammen mit anderen Typen (z.B. Talsperren) in einer Kategorie zusammengefasst sind, noch keine Kalibrierung vorliegt. Daher erfolgte die Auswertung versuchsweise zunächst - wie für das Transekt-Bewertungsverfahren - nach Ernährungstypen, Habitattypen und Tiefenzonen (Litoral, Profundal) sowie der Verteilung der Profundalarten im Tiefenverlauf entsprechend den ökologischen Klassifizierungen von Schmedtje & Colling (1996) und Moog (1995, 2003) sowie nach Fittkau et al. (1992).



## 4 Ergebnisse

### 4.1 Allgemeine Ergebnisse

In den 12 untersuchten Seen wurde das Makrozoobenthos an 164 Probestellen beprobt und insgesamt 28977 Individuen (Tab. 4), die sich auf 192 Taxa (Tab. 5) verteilen, determiniert. Hierbei bildete v. a. das Litoral einen Besiedlungsschwerpunkt. Die mit Abstand höchste Taxazahl (113) wurde am Großen Plöner See (siehe Abb. 17) als größtem Gewässer (29,97km<sup>2</sup>) nachgewiesen. Danach folgen mit 72 Taxa der Wardersee und mit jeweils 66 Taxa der Stolper See und der Westensee. Die geringsten Taxazahlen (13 und 15) wiesen die vorwiegend mit halobionten Arten besiedelten Strandseen Schwansener See und Sehlendorfer Binnensee auf.

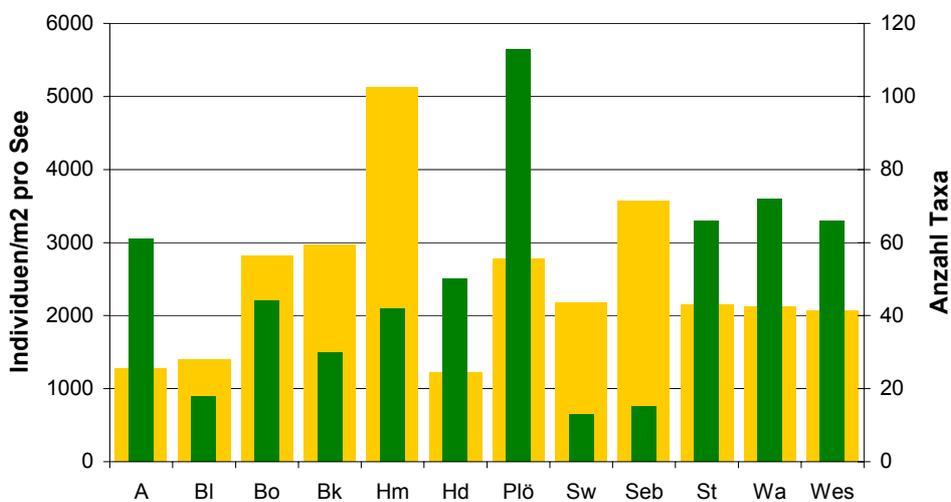


Abb. 17: Anzahl Taxa und Individuen pro m<sup>2</sup> pro Gewässer an allen untersuchten Seen



Tab. 4 zeigt im Überblick die Dichten (Individuenzahlen/m<sup>2</sup>) bezogen auf die jeweiligen Seen. An fast an allen Seen wurden sehr hohe Individuenzahlen der Chironomidae gefunden. Ebenso kamen die Oligochaeten in relativ hohen Individuenzahlen vor, wobei der größte Anteil den Tubificidae zuzuordnen ist. Bezüglich der Gesamtindividuenzahlen war der Hemmelmarker See der am dichtesten besiedelte See.

Tab. 4: Dichten (Individuenzahlen/m<sup>2</sup>) der Großgruppen bezogen auf die jeweiligen Seen

Taxon	A	Bl	Bo	Bk	Hm	Hd	Plö	Sw	Seb	St	Wa	Wes	gesamt
Coleoptera	1						4				2		7
Crustacea				1		17	1	4					23
Crustacea - Amphipoda			1				2	652	459				1114
Crustacea - Isopoda		316	144		18		432	8	47	90	20	5	1080
Diptera			2				2						4
Diptera - Ceratopogonidae	82	10	26	120	24	11	33			43	54	49	452
Diptera - Chaoboridae	106	760	283				46		2	44	36	230	1506
Diptera - Chironomidae	727	64	1435	1631	3908	1060	1392	444	1450	811	1294	888	15105
Ephemeroptera	74	5	92			36	271			281	76	53	887
Heteroptera	1					5				2		4	12
Hirudinea	10	15	37	2	19		42			20	32	14	191
Lepidoptera		44					5					2	52
Megaloptera	3												3
Mollusca - Bivalvia	23	163	195	1	3	5	265	20	46	306	86	265	1378
Mollusca - Gastropoda	8		152		41	2	59	2	27	143	83	332	849
Nematoda			1		1								2
Nematomorpha			2		7		1			5	23		38
Oligochaeta	207	20	409	1199	1096	79	197	2	446	396	393	213	4656
Pisces				4		1	1	2					8
Polychaeta								1043	1098				2141
Trichoptera	36	5	40		1	6	32			10	28	9	167
Turbellaria				1									1
<b>Gesamt</b>	<b>1278</b>	<b>1403</b>	<b>2818</b>	<b>2959</b>	<b>5120</b>	<b>1223</b>	<b>2785</b>	<b>2177</b>	<b>3575</b>	<b>2151</b>	<b>2126</b>	<b>2064</b>	<b>28977</b>



Bei der Artenzusammensetzung war die Familie der Chironomidae mit insgesamt 96 Taxa (vgl. Tab.5) und den häufigsten Gattungen *Chironomus sp.* und *Procladius sp.* die dominierende Gruppe. Von allen Gattungen wurden nur diese beiden an allen 12 untersuchten Seen nachgewiesen.

Vergleichsweise hohe Taxazahlen konnten noch für die Großgruppen Trichoptera (20) und Mollusca (27) gefunden werden, wobei die letztere Gruppe mehrere Brackwasser-, bzw. Meeresmuscheln mit einschließt.

Tab. 5: Taxzahlen der Großgruppen bezogen auf die jeweiligen Seen

Taxon	A	Bl	Bo	Bk	Hm	Hd	Plö	Sw	Seb	St	Wa	Wes	gesamt
Coleoptera	1						2				1		3
Crustacea indet.				1		1	1	1					2
Crustacea – Amphipoda			1				2	1	1				4
Crustacea – Isopoda		2	1		1		2	2	2	2	1	1	4
Diptera indet.			1				2						3
Diptera – Ceratopogonidae	2	1	1	2	1	2	2			1	1	1	2
Diptera – Chaoboridae	1	1	1				1		1	1	1	1	1
Diptera – Chironomidae	32	6	19	20	27	30	58	3	3	34	41	34	96
Ephemeroptera	6	1	2			3	6			3	2	3	7
Heteroptera	1					1				2		1	3
Hirudinea	3	2	3	2	3		6			2	4	2	8
Lepidoptera		1					1					1	1
Megaloptera	1												1
Mollusca – Bivalvia	2	1	2	1	3	4	6	1	4	5	5	6	11
Mollusca – Gastropoda	2		5		2	3	7	1	2	6	5	9	16
Nematoda			1		1								1
Nematomorpha			1		1		1			1	1		1
Oligochaeta	2	2	2	2	2	2	4	1	1	4	3	2	4
Pisces				1		1	1	1					1
Polychaeta								2	1				2
Trichoptera	8	1	4		1	3	11			5	7	5	20
Turbellaria				1									1
<b>Gesamt</b>	<b>61</b>	<b>18</b>	<b>44</b>	<b>30</b>	<b>42</b>	<b>50</b>	<b>113</b>	<b>13</b>	<b>15</b>	<b>66</b>	<b>72</b>	<b>66</b>	<b>192</b>
<b>Probestellen</b>	<b>16</b>	<b>3</b>	<b>13</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>16</b>	<b>34</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>20</b>	

In Tab. 6 werden alle vorgefundenen Arten der 12 untersuchten Seen im Mai 2006 dargestellt.



Tab. 6: Gesamtartenliste der untersuchten Seen 2006 (Ind./m<sup>2</sup>)

Taxon	Rote Liste S-H	A	BI	Bo	Bk	Hm	Hd	Plö	Sw	Seb	St	Wa	Wes
<b>Nematoda</b>													
Nematoda indet.				1		1							
<b>Turbellaria</b>													
Polycelis sp.					1								
<b>Nematomorpha</b>													
Gordius sp.				2		7		1			5	23	
<b>Mollusca - Bivalvia</b>													
Anodonta anatina	3				1	1	2	1			4	2	1
Anodonta sp.								1			2		1
Cerastoderma cf. edule									20	9			
Dreissena polymorpha		19				1	1	178			43	22	47
Macoma balthica										2			
Musculium lacustre													1
Mya arenaria										31			
Pisidium sp.		4	163	193		1	1	66			248	58	200
Scrobicularia cf. plana										4			
Sphaerium corneum				2				18			10	1	15
Unio pictorum	2						1	1				3	
<b>Mollusca - Gastropoda</b>													
Acroloxus lacustris	4										2		
Bithynia leachii	4			5		1		7			2		1
Bithynia tentaculata		3		7				43			33	8	223
Lymnaea stagnalis							1					2	1
Lymnaeidae Gen. sp.													1
Physa fontinalis													1
Planorbis carinatus	4												1
Planorbis planorbis											1		1
Potamopyrgus antipodarum				27					2	25			
P. a. forma carinata				8									
Radix auricularia							1	1				1	1
Radix sp.								1					
Theodoxus fluviatilis	2							3		2		18	
Valvata cristata											1		
Valvata piscinalis		5		105		40	1	3			103	53	103
Viviparus contectus								1					
<b>Oligochaeta</b>													
Lumbricidae Gen. sp.								5			1		
Lumbriculidae Gen. sp.								5			6	7	
Oligochaeta Gen. sp.		25	5	32	203	36	20	61	2		76	67	28
Tubificidae Gen. sp.		182	15	377	996	1061	59	126		446	313	319	185
<b>Hirudinea</b>													
Alboglossiphonia striata				2		3		2					
Erpobdella octoculata		3		24	1	13		27			6	19	9
Glossiphonia complanata								1				2	
Glossiphonia verrucata								1					
Helobdella stagnalis		6	10	11	1	3		10			14	9	5
Hirudinea Gen. sp.			5										
Piscicola geometra								1				2	
Theromyzon tessulatum		1											
<b>Polychaeta</b>													
Nereis diversicolor									1041	1098			
Scoloplos armiger									2				
<b>Crustacea</b>													
Cladocera							17		4				
Ostracoda indet.					1			1					



Taxon	Rote Liste S-H	A	Bl	Bo	Bk	Hm	Hd	Plö	Sw	Seb	St	Wa	Wes
<b>Crustacea - Amphipoda</b>													
Amphipoda Gen. sp.				1									
Corophium volutator									652	459			
Gammarus pulex								1					
Pontogammarus robustoides								1					
<b>Crustacea - Isopoda</b>													
Asellus aquaticus			262	144		18		407			89	20	5
Asellidae Gen. sp.			54					24			1		
Idothea chelipes									4	4			
Sphaeroma hookeri									4	43			
<b>Ephemeroptera</b>													
Baetidae Gen. sp.								1					
Caenis horaria		36		79			25	167			218	50	44
Caenis luctuosa		25					9	5					1
Caenis robusta		3					2	3			4		
Caenis sp.		6	5	14				93			59	25	7
Centroptilum luteolum		2											
Ephemera vulgata		2						1					
<b>Coleoptera</b>													
Cyphon cf. variabilis		1											
Haliplus sp.								3				2	
Stictotarsus duodecimpustulatus								1					
<b>Heteroptera</b>													
Corixidae Gen. sp.		1					5				1		
Gerris sp.													4
Hesperocorixa sahlbergi											1		
<b>Megaloptera</b>													
Sialis lutaria		3											
<b>Trichoptera</b>													
Anabolia furcata				13			3					5	
Athripsodes aterrimus		7											
Athripsodes cinereus		7						1			3	2	1
Athripsodes sp.		1						1					1
Cyrnus crenaticornis		2		5				1				6	
Cyrnus flavidus		6						1				3	
Cyrnus insolutus		3						1					
Cyrnus trimaculatus												3	
Ecnomus tenellus												4	
Holocentropus picicornis											2		
Leptoceridae Gen. sp.													1
Limnephilus binotatus				9									
Molanna angustata		6		16		1	3	9			3	3	4
Mystacides longicornis		3		2				12					2
Mystacides nigra								3			1		
Oecetis ochracea							1						
Polycentropodidae		1											
Polycentropus flavomaculatus								1					
Tinodes waeneri								1			1		
Trichoptera indet.		5						1					
<b>Lepidoptera</b>													
Lepidoptera Gen. sp.			44					5					2



Taxon	Rote Liste S-H	A	Bl	Bo	Bk	Hm	Hd	Plö	Sw	Seb	St	Wa	Wes
<b>Diptera</b>													
Bezzia sp.		63	10	26	116	24	8	31			43	54	49
Ceratopogonidae Gen. sp.		19			4		3	2					
Chaoborus flavicans		106	760	283				46		2	44	36	230
Chrysops sp.				2									
Thaumaleidae								1					
Tipulidae Gen. sp.								1					
<b>Diptera - Chironomidae</b>													
Ablabesmyia longistyla		1										2	
Ablabesmyia monilis		2						13			1	3	
Ablabesmyia phatta			10					1					
Ablabesmyia sp.								1					
Chironomidae Gen. sp.		8		2	3	16	6	3				3	5
Chironominae indet.				13	1	25	6	5			4	3	1
Chironomus anthracinus				1		1		142			1		
Chironomus balatonicus/plumosus						409	70						
Chironomus dissidens			5		409			2					4
Chironomus plumosus		280		296	468	40	2	77			300	89	101
Chironomus cf. plumosus		27			39		1	37			6	4	52
Chironomus salinarius									430	207			
Chironomus sp.		1				10		11			3	2	1
Chironomus cf. tentans							1	3			1		
Cladotanytarsus atridorsum						1						36	3
Cladotanytarsus atridorsum/wexionensis						28	6						
Cladotanytarsus lepidocalcar		1					1				1	15	4
Cladotanytarsus mancus-Gr.		5		24	3	579	316	20			75	710	9
Clinotanypus nervosus													1
Conchapelopia sp.												2	
Corynoneura scutellata							1						
Cricotopus cf. festivellus								1					
Cricotopus festivellus/cylindraceus-Gr.								1					
Cricotopus cf. fuscus								1					
Cricotopus intersectus					1			1					1
Cricotopus obnixus-Gr.													1
Cricotopus sp.								4					
Cricotopus sylvestris-Gr.						4	2						
Cryptochironomus cf. defectus		3		3			1	11			13	6	2
Cryptochironomus obreptans/supplicans		1		2	6	9	43	1	2		12	25	
Cryptochironomus psittacinus											1		
Cryptochironomus redekei								1				4	1
Cryptochironomus sp.					1	4	5	3			7	25	1
Cryptotendipes sp.												2	
Demicryptochironomus vulneratus		1						17			4		7
Dicrotendipes lobiger								38			4	2	1
Dicrotendipes nervosus		1		6		15	1					47	
Dicrotendipes pulsus								34				2	3
Dicrotendipes sp.								1					
Dicrotendipes tritonus		2											
Einfeldia pagana								5			1		
Endochironomus albipennis				8	4		6	18				2	8
Endochironomus tendens		1											
Epoicocladus epemerae								1					
Fleuria lacustris					101	1273	32						
Glyptotendipes pallens		3		269		110	5				5	3	1
Glyptotendipes paripes		1		262	1	33	3				5	8	15
Glyptotendipes sp.				8									



Taxon	Rote Liste S-H	A	Bl	Bo	Bk	Hm	Hd	Plö	Sw	Seb	St	Wa	Wes
Harnischia sp.												1	
Microchironomus deribae										4			
Microchironomus tener					9	33	1						
Micropsectra notescens-Gr.												2	
Microtendipes chloris				2				8					
Microtendipes pedellus-Gr.								2				2	3
Orthoclaadiinae indet.								1					
Orthocladius consobrinus								1					1
Orthocladius sp.								1					
Parachironomus arcuatus-Gr.		1	5		1	1		4			4	3	2
Parachironomus sp.							1				1	2	
Parachironomus vitiosus				1				3			9	1	4
Paracladius conversus												46	
Paracladopelma laminata-Agg.								1				2	
Paratanytarsus inopertus												2	
Paratanytarsus sp.								8			1	2	
Paratendipes cf. albimanus						1		1			1	2	1
Polypedilum cf. bicrenatum							321	1					
Polypedilum nubeculosum		4		19		24	8	115			39	18	12
Polypedilum sordens						1							
Procladius cf. choreus			5										
Procladius crassinervis								1					
Procladius rufovittatus		241	5	457	163	116	90	17			142	2	19
Procladius (H.) sp.		48	35	43	310	933	84	75	13	1239	36	75	119
Procladius (P.) sp.		20		1	9	30	25	22			28	67	446
Psectrocladius limbatellus/sordidellus-Gr.								1					
Psectrocladius oxyura								1					
Pseudochironomus prasinatus		40						26					
Stenochironomus sp.											1		
Stictochironomus sp.								4			14		
Stictochironomus sticticus							15	60					
Synorthocladius semivirens								1					
Tanypodinae		1									2		
Tanypus kraatzi		6			9						40		
Tanypus punctipennis		1			86	160		1					
Tanypus vilipennis		12					1	24			18		15
Tanytarsini indet.		1				3	3	17			4	6	5
Tanytarsus cf. bathophilus/lugens								58					
Tanytarsus cf. debilis		1											
Tanytarsus ejuncidus												2	
Tanytarsus medius		1											
Tanytarsus nemorosus		1											
Tanytarsus pallidicornis												2	
Tanytarsus sp.		13		16	6	47	4	404			29	66	38
Tanytarsus telmaticus		1											
Tanytarsus cf. usmaenis								77					
Tribelos intextus								1					1
Virgatanytarsus sp.								5					
<b>Pisces</b>													
Pisces Gen. sp.					4		1	1	2				



## 4.2 Biozönotische Ergebnisse und Bewertungen der Makrozoobenthosgemeinschaften an den einzelnen Seen

### 4.2.1 Ahrensee

Dieser See ist durch einen Kanal mit dem Westensee verbunden und wird dadurch bei Wasserstandschwankungen durch Wasserzustrom sicher von diesem beeinflusst. In der vorliegenden Untersuchung wurden hier 61 Taxa ermittelt (s. Tab. 5). Das ist eine etwas höhere Zahl als an den meisten anderen Seen. Die Chironomidae waren hier mit 32 Taxa eindeutig die formenreichste Gruppe. Die höchste Dichte (1185 Individuen/m<sup>2</sup>) konnte für *Procladius ruffovittatus* an S1 (3,1m Tiefe) festgestellt werden. *Chironomus plumosus* war mit 904 Individuen/m<sup>2</sup> an der Sublitoralprobenstelle S3 am häufigsten, wo auch die Tubificidae mit einer hohen Individuenzahl (1081 Individuen/m<sup>2</sup>) vertreten waren. *Chaoborus flavicans* erreichte nur an der tiefsten Stelle des ersten Transektes (9m) relativ hohe Individuendichten (593/m<sup>2</sup>). Diese beiden Profundalarten sind unterhalb 2-4m dominant (siehe Abb. 18). Von den Arten der Ephemeroptera waren alle bei dieser Untersuchung insgesamt belegten Taxa (6) im Ahrensee präsent. Fast alle Eintagsfliegen (bis auf *Centroptilum luteolum*) wurden an T1 in 0,6m Tiefe vorgefunden. *Centroptilum luteolum*, *Theromyzon tessulatum* und *Sialis lutaria* wurden ausschließlich an diesem See nachgewiesen. Die letztgenannte Art kommt laut Schwoerbel (1980) und Schmedtje & Colling (1996) in reiferen Stadien bis ins Profundal vor. Nach Fittkau et al. (1992) ist *Centroptilum luteolum* ein Mesotrophie-Zeiger. Die Trichoptera wurden mit 8 Taxa, der zweithäufigsten Taxazahl aller Seen vorgefunden. Auffallenderweise gab es keinen Vertreter der Crustacea. Als ausgesprochen artenreich kann hier nur der Litoralbereich (bis 2-4m) des ersten Transektes bezeichnet werden.

Bei den Ernährungspräferenzen (Abb.18) beider Transekte war festzustellen, dass die im Litoral typischen Weidegänger (0-4,3%) und Zerkleinerer (0-3,1%) zwar im Uferbereich meist bis 2-4m vorhanden waren, aber insgesamt analog zu den eindeutig vorherrschenden Sedimentfressern (33-56%) eine untergeordnete Rolle spielten. Maßgeblichen Anteil für die Dominanz der Sedimentfresser im Uferbereich (bis 2-4m) hatten hierbei *Procladius ruffovittatus* und *Pseudochironomus prasinatus*, sowie die Arten der Gattung *Caenis*. Ab einer Tiefe von 3m stieg der Anteil der Filtrierer und Räuber. Besonders *Chaoborus flavicans* bestimmte die hohen Anteile der Räuber an T1 9-10m und TII 5-7.

Die Verteilung der Habitattypen im Tiefenprofil (Abb. 18) zeigt am zweiten Transekt schon im Uferbereich einen hohen organischen Schlammanteil (siehe Tab. Gelaendedaten.xls, auf der beiliegenden CD), während im Uferbereich des ersten Transektes Sand als Substrat dominierte.

Bei der Auswertung nach Tiefenzonierungen (Abb. 18) ließ sich anhand des Litoralanteils im Tiefenprofil die Grenze oder der Übergang zwischen Litoral- und Profundalzone nicht



eindeutig feststellen. Dagegen waren die Profundalanteile besser geeignet, die Zonierung darzustellen, da ab 6m der Profundalanteil deutlich anstieg.

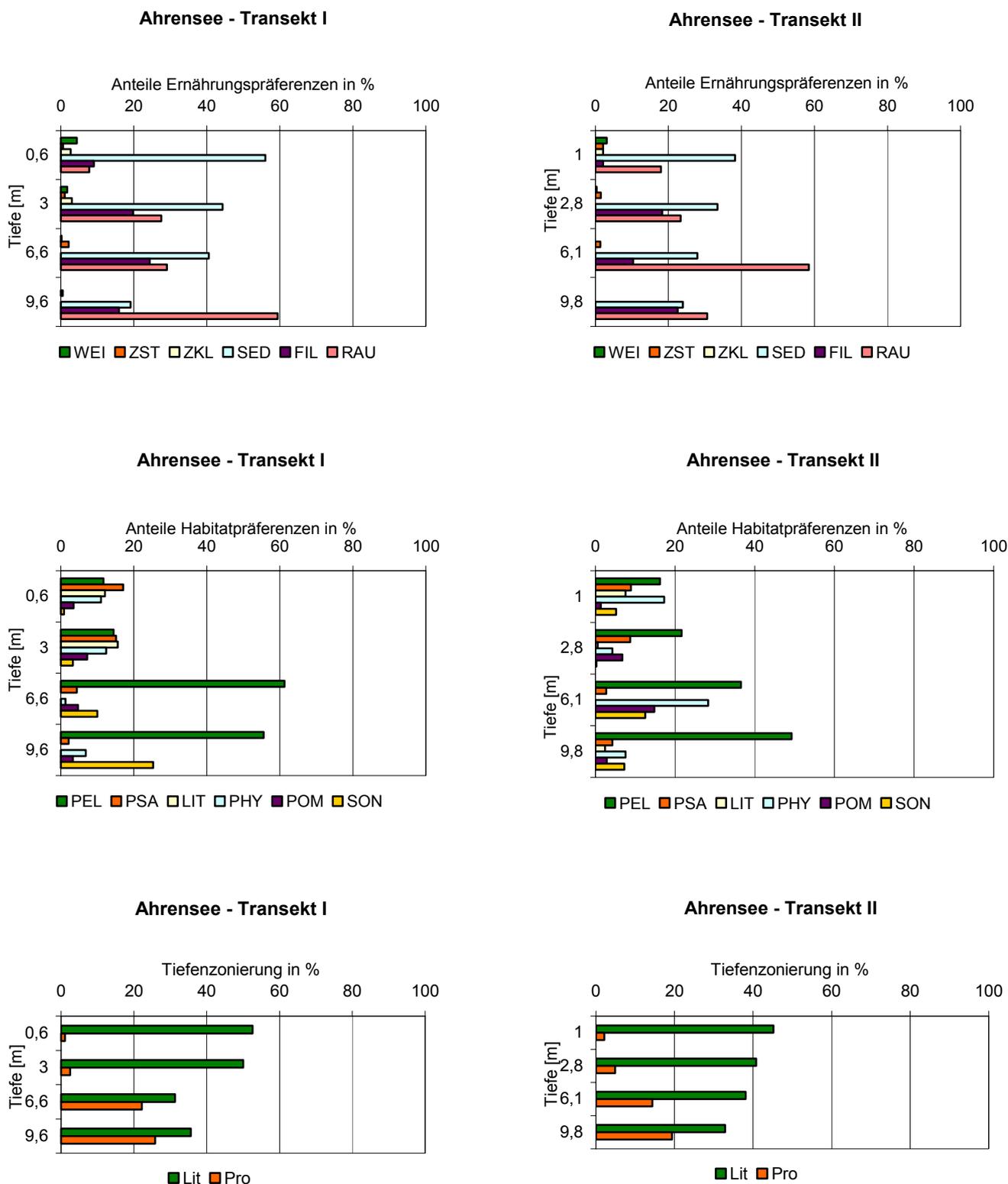
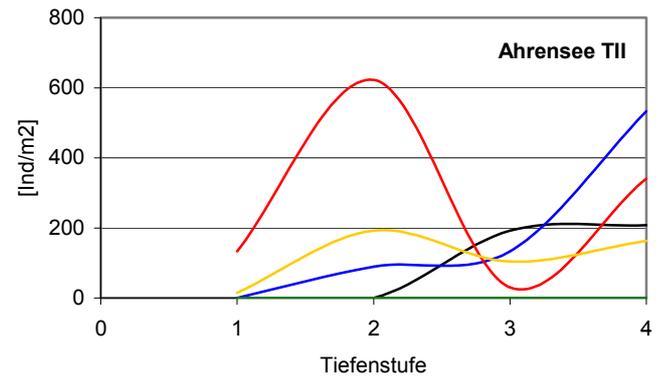
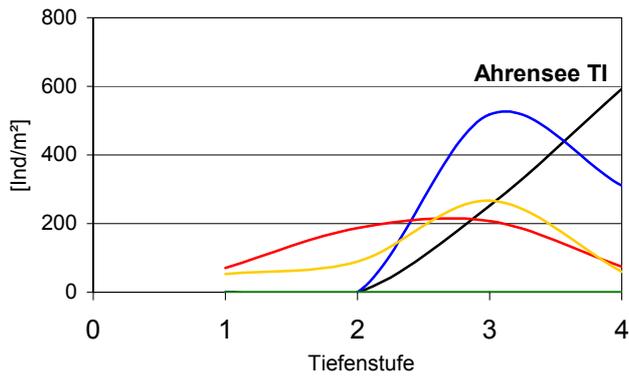


Abb. 18a: Verteilung der Ernährungs- und Habitatpräferenzen und des Litorals und Profundals im Tiefenverlauf der Transekte I und II des Ahrensees (Erklärungen nächste Seite)



— Chaoborus flavicans      — Chironomus plumosus  
— Chironomus anthracinus      — Procladius sp.  
— Oligochaeta Gen. sp.

— Chaoborus flavicans      — Chironomus plumosus  
— Chironomus anthracinus      — Procladius sp.  
— Oligochaeta Gen. sp.

Abb. 18b: Verteilung der Profundalarten im Tiefenverlauf der Transekte I und II des Ahrensees  
(WEI=Weidegänger, ZST=Zellstecher, ZKL=Zerkleinerer, SED=Sedimentfresser, FIL=Filtrierer,  
RAU=Räuber, PEL=Pelal, PSA=Psammal, LIT=Lithal, PHY=Phytal, POM=partikuläres organisches Material,  
SON=Sonstige, Lit=Litoral, Pro=Profundal; Tiefenstufen: 1=0,5-1m; 2=2-4m; 3=5-7m; 4=9m (TI) o. 9-  
10m (TII))



## 4.2.2 Blankensee

An diesem See wurden nur drei Sublitoralproben genommen, die dicht beieinander lagen. Es konnten 18 Taxa (vgl. Tab. 5) determiniert werden. Dies ist im Vergleich zu den anderen Seen (außer den Strandseen) die niedrigste Vielfalt. Unter den Artengruppen erreichten hier die Chironomiden die höchste Taxazahl (6). Hohe Individuendichten wurden an S1 für *Chaoborus flavicans* (2267) und *Asellus aquaticus* (652) festgestellt. Bemerkenswert war der Fund der Trichoptere *Cyrnus crenaticornis*, der laut Brinkmann & Speth (1999) in den Gefährdungsgrad 2 der Roten Liste eingestuft ist ("stark gefährdet"). Insgesamt zeichnete sich der See durch Formenarmut aus. Z.B. wurde hier (und am Bothkamper See) die niedrigste Taxazahl der Mollusca innerhalb der untersuchten Seen nachgewiesen.

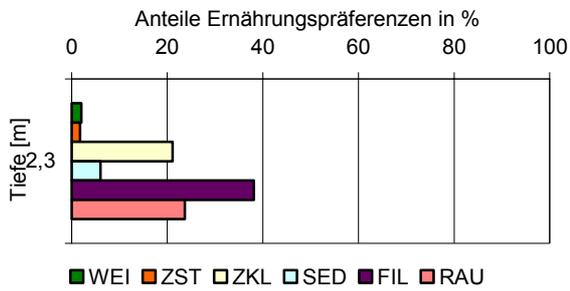
Da an diesem See keine Transektprobenahme erfolgte, wurde zur Bewertung der Ernährungs- und Habitatpräferenzen das arithmetische Mittel der Sublitoralproben herangezogen. In diesem Zusammenhang fällt auf, dass in der beprobten Tiefe (2,3m) mit knapp 40% die Filtrierer (Abb. 19) überwogen. Als Ursache hierfür ist das Vorkommen von *Pisidium* sp. anzuführen. Die für diese Tiefe typischen Zerkleinerer waren - wie die Räuber - mit über 20% der zweithäufigste Ernährungstyp.

Die Verteilung der Habitatpräferenzen (Abb. 19) stimmte mit den vor Ort angesprochenen Substraten (siehe Tab. Geländedaten.xls, auf der beiliegenden CD) überein. Bei der Beprobung des Sees wurde Schlamm mit sehr hohem feinem organischem Anteil und hohen Pflanzenanteilen dokumentiert. Dies spiegelte der hohe Anteil der Pelalvertreter (30%) und relativ hohe Anteile der Phytalarten (21%) wider.

Eine Auswertung nach Litoral- und Profundalanteilen wurde aufgrund des fehlenden Transektes hier nicht durchgeführt.



**Blankensee - Sublitoralproben**



**Blankensee - Sublitoralproben**

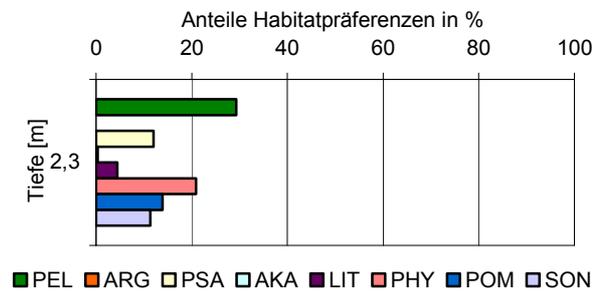


Abb. 19: Verteilung der Ernährungs- und Habitatpräferenzen des Blankensees (WEI=Weidegänger, ZST=Zellstecher, ZKL=Zerkleinerer, SED=Sedimentfresser, FIL=Filtrierer, RAU=Räuber, PEL=Pelal, PSA=Psammal, LIT=Lithal, PHY=Phytal, POM=partikuläres organisches Material, SON=Sonstige)



### 4.2.3 Bordesholmer See

Der Bordesholmer See hatte mit 44 Taxa (vgl. Tab. 5) im Vergleich zu den anderen Seen einen durchschnittlichen Formenreichtum. Die artenreichste Gruppe ist auch hier die Familie der Chironomidae (20 Taxa). Beide Transekte waren im oberen Litoral auffällig artenreich. Dort fand sich auch der einzige Nachweis von *Limnophilus binotatus* in allen 12 beprobten Seen. Im oberen Litoral der Transekte I und II konnten die litoraltypischen Arten *Glyptotendipes paripes*, *G. pallens* und *Asellus aquaticus* mit sehr hohen Individuenzahlen (2133, 2756 bzw. 1007 Indiv./m<sup>2</sup>) nachgewiesen werden. An den tiefsten Stellen war *Chironomus plumosus* deutlich unterrepräsentiert. Eine hohe Individuenzahl wurde nur an S1 (1481) festgestellt. Demgegenüber hatte *Chaoborus flavicans* seinen Verbreitungsschwerpunkt an den beiden tiefsten Stellen von T1 und TII (siehe Abb. 20). Die höchsten Individuendichten (3763 Indiv./m<sup>2</sup>) wurden für *Procladius ruffovittatus* an der Sublitoralstelle S1 ermittelt. Weitere hohe Individuenzahlen zeigten *Pisidium* sp. (1541) an S1 und Tubificidae (1496) an S2.

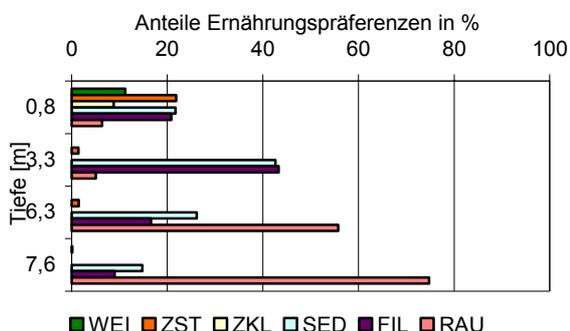
Unter den Ernährungstypen dominierten ab einer Tiefe von 5m eindeutig die Räuber (56-93%) (Abb. 20). Dies liegt im Wesentlichen an der Dominanz von *Chaoborus flavicans* in diesen Tiefen. Wie auch beim Ahrensee waren die litoraltypischen Zerkleinerer und Weidegänger im oberen Litoral vorhanden, hatten aber kein besonderes Gewicht (0-10%).

Die Verteilung der Habitatpräferenzen (Abb. 20) stimmte im Großen und Ganzen mit den tatsächlich vorgefundenen Substraten (siehe Tab. Geländedaten.xls, auf der beiliegenden CD) überein. Im oberen Litoral waren Phytal- (23-47%), aber auch Sand- (9-16%) und Lithalanteile (10%) häufig waren, während ab 2-4m die Schlammanteile dominierten. Der hohe Anteil des Habitattyps „Sonstige“ (27-45%) in den tieferen Bereichen resultiert aus der freischwebenden Lebensweise von *Chaoborus flavicans*.

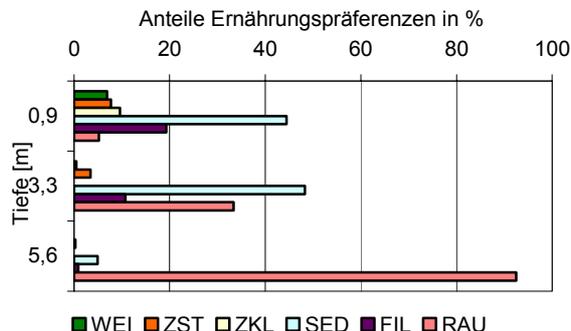
Da ab dem unteren Litoral Schlamm auftrat, konnte ab da auch der Anteil der Profundalarten zunehmen (siehe Abb. 20). So kam es zum Beispiel zur Dominanz der Profundalanteile (36%) an T1 2-4m, die dann aber mit zunehmender Tiefe wieder etwas zurückging.



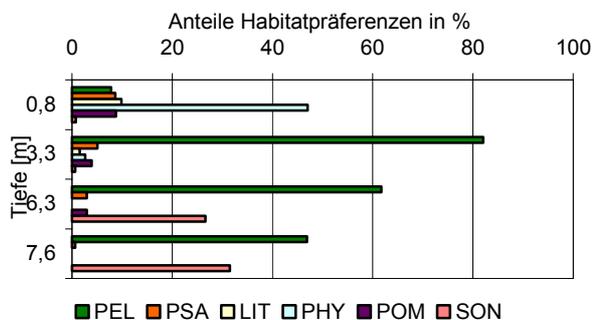
**Bordesholmer See - Transekt I**



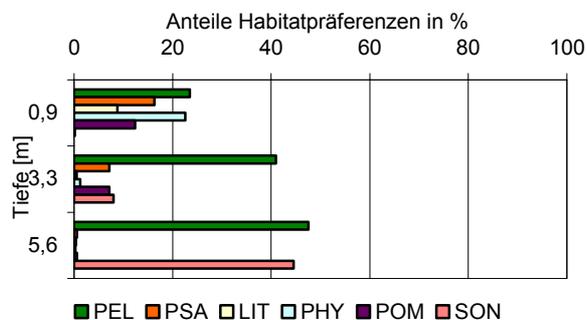
**Bordesholmer See - Transekt II**



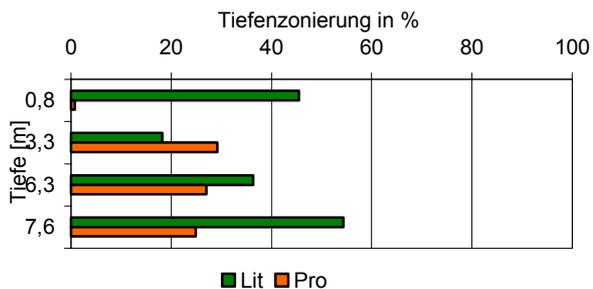
**Bordesholmer See - Transekt I**



**Bordesholmer See - Transekt II**



**Bordesholmer See - Transekt I**



**Bordesholmer See - Transekt II**

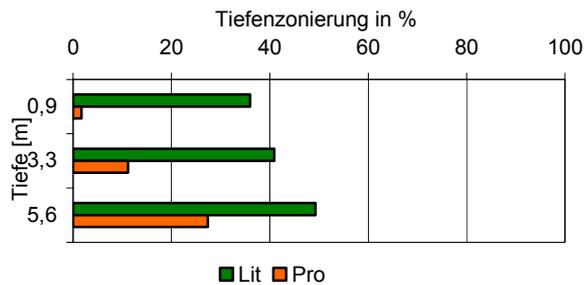
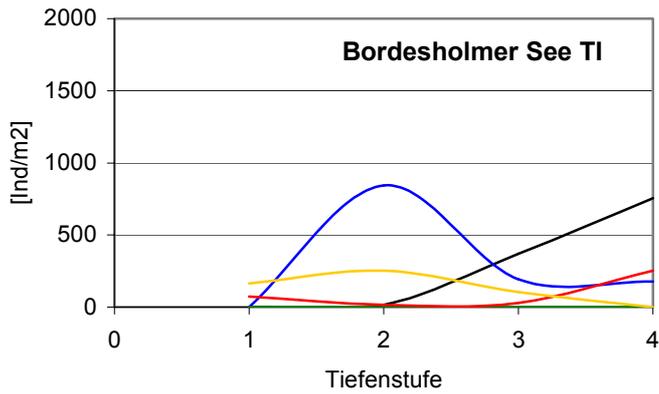
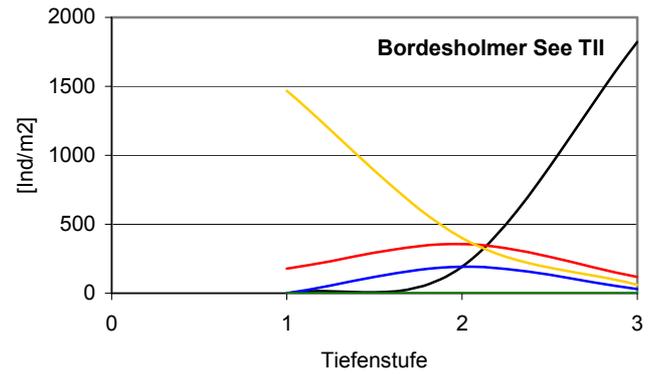


Abb. 20a: Verteilung der Ernährungs- und Habitatpräferenzen und des Litorals und Profundals im Tiefenverlauf der Transekte I und II des Bordesholmer Sees (Erklärungen nächste Seite)



— Chaoborus flavicans      — Chironomus plumosus  
— Chironomus anthracinus      — Procladius sp.  
— Oligochaeta Gen. sp.



— Chaoborus flavicans      — Chironomus plumosus  
— Chironomus anthracinus      — Procladius sp.  
— Oligochaeta Gen. sp.

Abb. 20b: Verteilung der Profundalarten im Tiefenverlauf der Transekte I und II des Bordesholmer Sees (WEI=Weidegänger, ZST=Zellstecher, ZKL=Zerkleinerer, SED=Sedimentfresser, FIL=Filtrierer, RAU=Räuber, PEL=Pelal, PSA=Psammal, LIT=Lithal, PHY=Phytal, POM=partikuläres organisches Material, SON=Sonstige, Lit=Litoral, Pro=Profundal; Tiefenstufen: 1=0,5-1m; 2=2-4m; 3=5-7m (TI) o. 5-6m (TII); 4=8m)



#### 4.2.4 Bothkamper See

Insgesamt wurden am Bothkamper See 30 Taxa (vgl. Tab. 5) nachgewiesen. Damit hatte der See einen unterdurchschnittlichen Formen- und Individuenreichtum innerhalb der untersuchten Gewässer. Zwei Drittel aller nachgewiesenen Taxa waren aus der Familie der Chironomidae. Für Mollusca und Trichoptera wurden die niedrigsten Taxazahlen (1 bzw. fehlend) aller beprobten Seen festgestellt.

An der Sublitoralstelle S5 (1,7m Tiefe) wurde eine Zusatzprobe (S5B) genommen, in der - obwohl in nur 1,2 m Tiefe gelegen - keine Makrophytenreste vorhanden waren und die sich 50m näher als S5 an der vorhandenen Schwimmblattzone befand. Unterschiede in der Artzusammensetzung waren durchaus vorhanden. So konnten in der näher am Makrophytengürtel gelegenen Zusatzprobe S5B eine höhere Taxazahl (12) und höhere Individuenzahlen festgestellt werden. Zur Bestimmung der benthosökologischen Zustandsklasse wurden beide Proben verwendet.

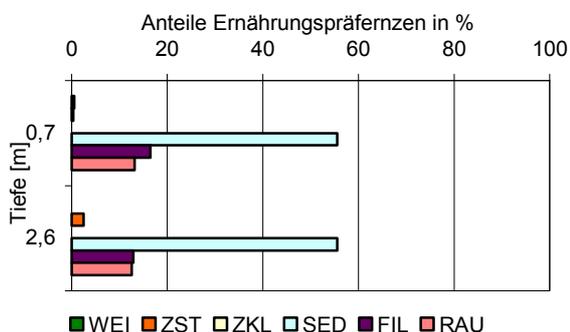
Die meisten Taxa (18) wurden im oberen Litoral erfasst. An der Sublitoralprobestelle S5(B) waren Tubificidae mit 3170 Ind./m<sup>2</sup> das vorherrschende Taxon. Die typische Litoralart *Chironomus dissidens* wies sehr hohe Individuenzahlen im Litoral auf (2681 Ind/m<sup>2</sup>).

Die Ernährungspräferenzen (Abb. 21) zeigten eine deutliche Dominanz der Sedimentfresser (56%; hohe Abundanzen von *Chironomus dissidens*). Die Anteile der im Litoral typischen Weidegänger und Zerkleinerer spielten hier eine vernachlässigbare Rolle.

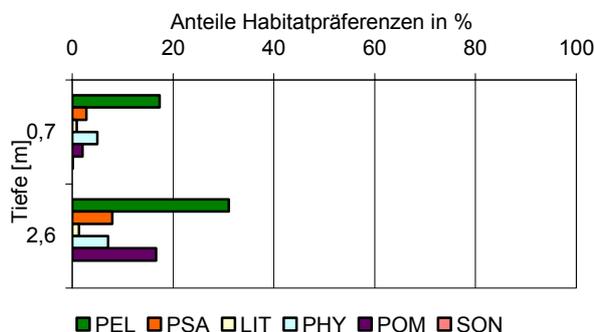
Bei den Habitatpräferenzen (Abb. 21) dominierte der Pelalanteil. Bei der Probenahme wurde am Bothkamper See an allen Probestellen ein homogenes Schlammsubstrat mit hohem organischem Anteil vorgefunden (siehe auch Tab. Geländedaten.xls, auf beiliegender CD).



**Bothkamper See - Transekt I**



**Bothkamper See - Transekt I**



**Bothkamper See - Transekt I**

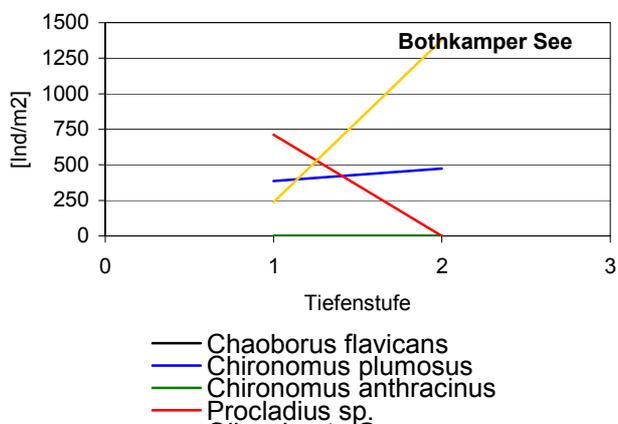
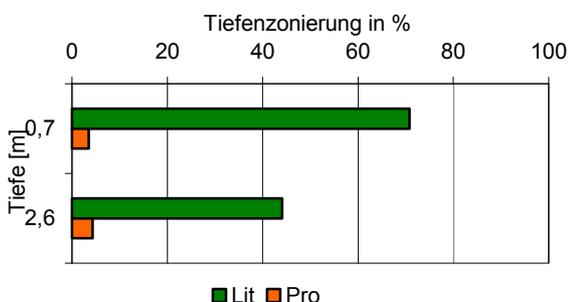


Abb. 21: Verteilung der Ernährungs- und Habitatpräferenzen, des Litorals und Profundals und der Profundaarten im Tiefenverlauf des Transektes I des Bothkamper Sees (WEI=Weidegänger, ZST=Zellstecher, ZKL=Zerkleinerer, SED=Sedimentfresser, FIL=Filtrierer, RAU=Räuber, PEL=Pelal, PSA=Psammal, LIT=Lithal, PHY=Phytal, POM=partikuläres organisches Material, SON=Sonstige, Lit=Litoral, Pro=Profundal; Tiefenstufen: 1=0,5-1m; 2=2-4m)



#### 4.2.5 Hemmelmarker See

Der dem Sondertyp "elektrolytreicher Binnensee der Ostseeküste (Strandsee)" zugeordnete Hemmelmarker See zeichnet sich durch zeitlich unterschiedliche Salinitätswerte aus (Nixdorf et al. 2004, LANU 2006). Gelegentlich fließt hier von der Ostsee Salzwasser ein. Dabei ist fraglich, ob sich dadurch auch tatsächlich eine halophile bzw. halobionte Makrozoobenthoszönose einstellt. Da bei den vorliegenden Untersuchungen jedoch eine den Süßwasserzönosen sehr ähnliche Artengemeinschaft ohne salzliebende Arten vorgefunden wurde, scheint sich langfristig der Salzwassereinfluss benthosökologisch nicht entscheidend auszuwirken (vergleiche Vorschläge zur Einstufung Kap. 5.2).

Insgesamt wurden 42 Taxa an diesem See determiniert (siehe Tab. 5), wovon 27 der Familie der Chironomidae zuzuordnen sind. Diese taxonomische Dominanz spiegelte sich auch in der Individuendichte wider. Mit sehr hohen Individuenzahlen sind hier *Fleuria lacustris* an S7 (7156 Individuen/m<sup>2</sup>) und *Cladotanytarsus mancus*-Gr. an S6 (4593 Ind/m<sup>2</sup>) zu nennen. Weitere nennenswerte Chironomiden mit hohen Individuenzahlen waren *Procladius (H.) sp.* (1778 Ind./m<sup>2</sup> an TI 2-4m), *Glyptotendipes pallens* (1081 Ind./m<sup>2</sup> an TI 0,5-1m) im Litoral und *Chironomus balatonicus/plumosus* im Sublitoral (933 Ind./m<sup>2</sup> an S1). Außerdem traten Tubificidae im Litoral mit hohen Individuenzahlen (max. 2296 Ind/m<sup>2</sup>) auf. Taxazahlen im Tiefenprofil zeigen, dass das obere Litoral vergleichsweise artenreich ist (32 Taxa). Eine deutliche Abnahme stellt sich bereits ab 2-4m ein (13 Taxa). An der tiefsten Stelle herrschten widrige Lebensbedingungen (ausschließlich *Procladius (H.) sp.* in geringen Dichten; vgl. Abb. 22), die auch durch einen weißen schleimig-netzartigen Belag angezeigt wurden. Aus diesem Grund konnte die Probestelle TI 6m bezüglich der Ernährungs- und Habitatpräferenzen und der Zonierung Litoral-Profundal mangels statistischer Masse nicht ausgewertet werden. Dafür wurden die Sublitoralprobestellen (arithmetisches Mittel der sieben vorhandenen Sublitoralstellen) in diese Auswertung mit einbezogen. Die Verteilung der Ernährungspräferenzen (Abb. 22) ist von den hohen Abundanzen der Tubificidae bestimmt (Dominanz der Sedimentfresser mit 21% bis 49% an allen drei Probestellen). Zwar traten im oberen Litoral die für das Litoral typischen Vertreter der Zerkleinerer und Weidegänger auf, nahmen aber nur eine untergeordnete Rolle ein (0-3,8%).

Bei den Habitattypen (Abb.22) dominierten die Pelal- (19-36%) und POM-Anteile (9-37%), aber auch Sandbewohner (10-17%) waren relativ häufig. Ab dem unteren Litoral stimmten die Habitattypen-Profile mit den vor Ort gefundenen Substraten überein. Jedoch war im oberen Litoral Sand als Substrat vorhanden, was durch die Dominanz der Pelal- und Phytalarten nicht deutlich angezeigt wurde.

Betreffend der Verteilung der Litoral- und Profundanteile (Abb. 22) war im Übergang vom oberen zum unteren Litoral eine auffällige Abnahme der Anteile beider Zonen festzustellen,



die durch die geringe Abundanz eingestuffer Taxa bedingt ist, also statistischen Gründen zuzuordnen ist.

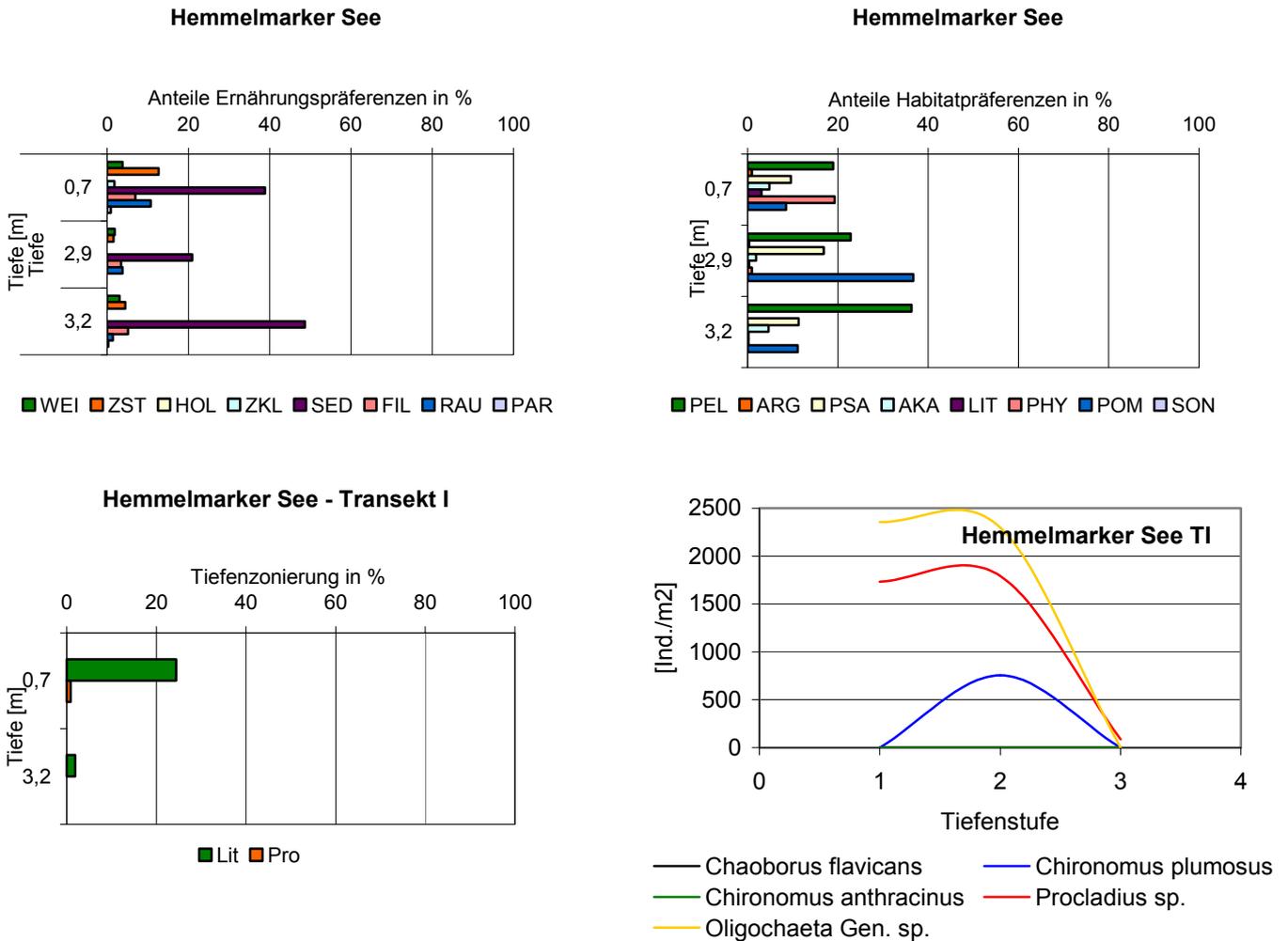


Abb. 22: Verteilung der Ernährungs- und Habitatpräferenzen, des Litorals und Profundals und der Profundalarten im Tiefenverlauf des Transektes I des Hemmelmarker Sees (WEI=Weidegänger, ZST=Zellstecher, ZKL=Zerkleinerer, SED=Sedimentfresser, FIL=Filtrierer, RAU=Räuber, PEL=Pelal, PSA=Psammal, LIT=Lithal, PHY=Phytaal, POM=partikuläres organisches Material, SON=Sonstige, Lit=Litoral, Pro=Profundal; Tiefenstufen: 1=0,5-1m; 2=2-4m; 3=5-6m)



#### 4.2.6 Hemmelsdorfer See

Der Hemmelsdorfer See war wie der Blanken- und Bothkamper See durch Arten- und Individuenarmut gekennzeichnet. Zwar konnten 50 Taxa und davon 30 Taxa aus der Familie der Chironomidae ermittelt werden (vgl. Tab. 5), diese beschränkten sich aber im Wesentlichen auf die beiden Untersuchungsstellen T1 0,5-1 m und S6. Ausnahmsweise ist hier eine Sublitoralstelle (S6) artenreicher als die untersuchten Stellen der Transekte. S6 war auch der einzige Standort, an dem hohe Individuenzahlen auftraten (*Polypedilum cf. bicrenatum* mit 3852 Individ./m<sup>2</sup> und *Cladotanytarsus mancus-Gr.* mit 2622 Individ./m<sup>2</sup>). Die Arten- und Individuenarmut ist am zweiten Transekt besonders deutlich: Ab einer Tiefe von 5-7 m traten nur noch *Procladius ruffovittatus* und *Chironomus balatonicus/plumosus* auf. In 11,8 m Tiefe hatte das Sediment - wie an der tiefsten Stelle des Hemmelmarker Sees - einen weißen und schleimigen Belag. Dasselbe Phänomen wurde auch noch einmal in der Tiefe von 38,3 m beobachtet, wobei hier gar kein benthischer Organismus mehr vorzufinden war. In 17-19 m Tiefe kamen nur noch einige Cladocera vor, während in den tieferen Bereichen offensichtlich lebensfeindliche Bedingungen für Makroinvertebraten vorherrschten. Somit ist die wesentliche Besiedlung dieses Sees auf die Zone bis 2-4 m beschränkt. Erwähnenswert ist noch das Einzelvorkommen (unter allen untersuchten Seen) von *Oecetis ochracea*, die auch an anderen eutrophen und polytrophen Seen Schleswig-Holsteins nachgewiesen wurde (laut Brinkmann et al., 1998). Des Weiteren wurde mit *Polypedilum cf. bicrenatum* eine nach Fittkau et al. (1992) typische Art mesotropher Seen festgestellt.

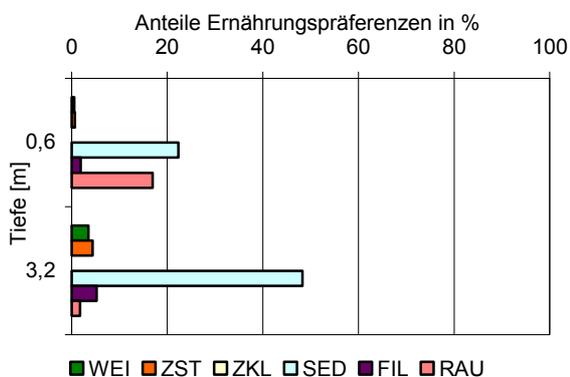
Die Verteilung der Ernährungstypen (Abb. 23) zeigte eine klare Dominanz der Sedimentfresser (22-48%). Der Anstieg des Räuberanteils an T11 2-4 m (49%) resultierte aus dem Auftreten von *Procladius ruffovittatus* (75% aller Individuen).

Hinsichtlich der Habitatpräferenzen (Abb. 23) ist festzustellen, dass auch hier die bei der Probenahme vorgefundenen Substrate (siehe Tab. Geländedaten.xls, auf beiliegender CD) mit der Verteilung der Habitattypen übereinstimmen. Der im oberen Litoral von T11 aufgefundene Sand mit Pflanzenresten deckt sich mit der Dominanz der Psammal- und Phytalarten. Ab dem unteren Litoral dominierte der Schlammanteil (7-26%).

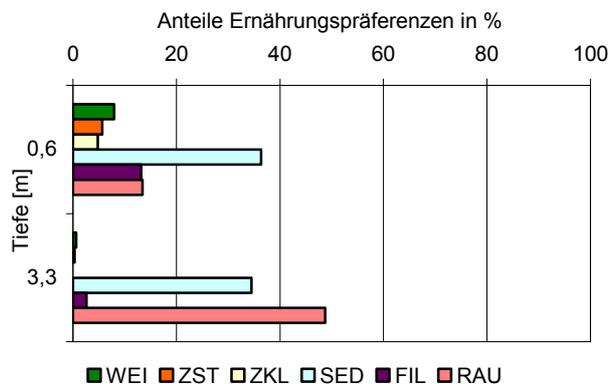
In größeren Tiefen wurden keine oder zu wenig Tiere für eine Auswertung nach Tiefenzonierungen gefunden. Daher konnten ausschließlich litorale Bereiche verwendet (Abb. 23) und kein Tiefenprofil zur Unterscheidung zwischen Litoral und Profundal erstellt werden.



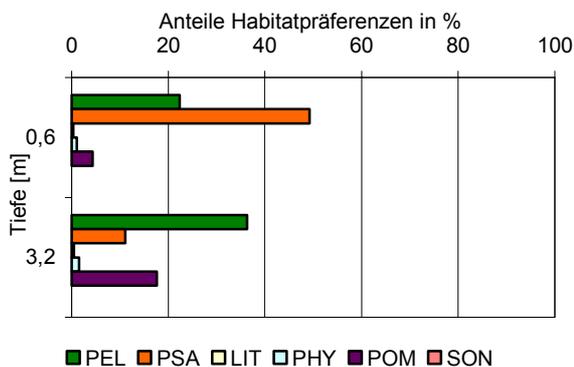
**Hemmelsdorfer See - Transekt I**



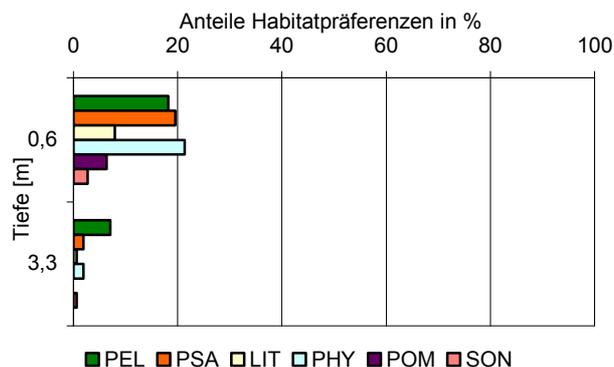
**Hemmelsdorfer See - Transekt II**



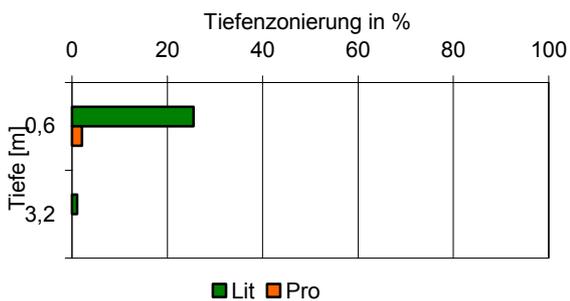
**Hemmelsdorfer See - Transekt I**



**Hemmelsdorfer See - Transekt II**



**Hemmelsdorfer See - Transekt I**



**Hemmelsdorfer See - Transekt II**

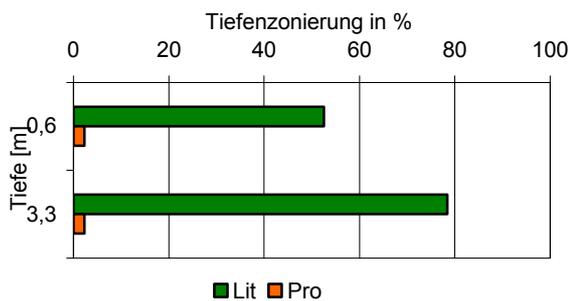


Abb. 23a: Verteilung der Ernährungs- und Habitatpräferenzen und des Litorals und Profundals im Tiefenverlauf der Transekte I und II des Hemmelsdorfer Sees (Erklärungen nächste Seite)

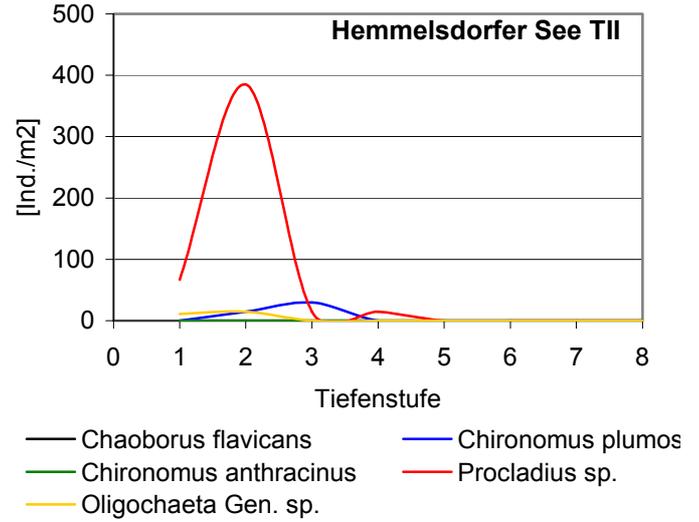
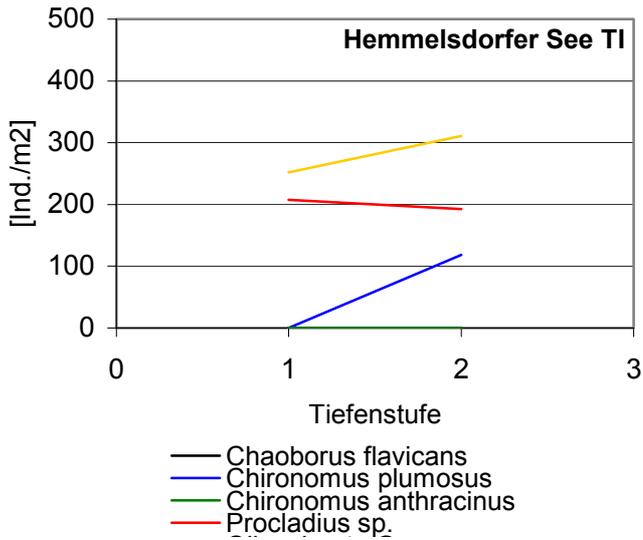


Abb. 23b: Verteilung der Profundalarten im Tiefenverlauf der Transekte I und II des Hemmelsdorfer Sees (WEI=Weidegänger, ZST=Zellstecher, ZKL=Zerkleinerer, SED=Sedimentfresser, FIL=Filtrierer, RAU=Räuber, PEL=Pelal, PSA=Psammal, LIT=Lithal, PHY=Phytal, POM=partikuläres organisches Material, SON=Sonstige, Lit=Litoral, Pro=Profundal; Tiefenstufen: 1=0,5-1m; 2=2-4m; 3=5-7m; 4=10-12m; 5=17-19m; 6=23-25m; 7=31-33m; 8=35-38m)



#### 4.2.7 Großer Plöner See

An diesem See konnte von insgesamt 34 Probestellen mit 113 Taxa (vgl. Tab. 5) die mit Abstand höchste Taxazahl ermittelt werden, fast doppelt so hoch wie an anderen artenreichsten Seen. Den größten Anteil hatten auch hier die Chironomiden mit 58 Taxa. Das entspricht mehr als einem Viertel sämtlicher in dieser Untersuchung gefundenen Taxa. Auch für Trichoptera (11 Taxa), Oligochaeta (4), Hirudinea (6), Crustacea (5) und Coleoptera (2) wurden die höchsten Taxazahlen festgestellt. Vergleicht man die Taxazahlen im Tiefenverlauf, zeigt sich, dass an T I und T II das untere Litoral (2-4m) mit 32 und 40 Taxa sowie an T III das obere Litoral (0,5-1m) mit 38 Taxa am artenreichsten ist. Unterhalb 5-7m war ein deutlicher Rückgang der Taxazahlen erkennbar (<11 Taxa). Ab 10-12m dominierten nur noch Profundalarten (an allen drei Transekten *Chironomus plumosus* und *C. anthracinus*; siehe Abb. 27). Während *C. plumosus* im Profundal von T I (1467 Ind./m<sup>2</sup>) dominierte, wies im Profundal an T II (1837 Ind./m<sup>2</sup>) und T III (400 Ind./m<sup>2</sup>) *C. anthracinus* höhere Abundanzen auf. Nach Thienemann (1954) sind durch das gleichzeitige Auftreten von *C. plumosus* und *C. anthracinus* alle drei Transekte und somit der gesamte See als *Bathophilus-Plumosus*-See zu klassifizieren. Das häufige und abundante Auftreten von *C. anthracinus* (vor allem im Teilbecken T II) deutet auf einen geringeren Trophiestatus als die anderen Seen hin. Die Vorkommen von *Ablabesmyia monilis*, *Dicrotendipes lobiger*, *Microtendipes pedellus*-Gr. und *Tribelos intextus* in der Plöner Bucht, die nach Fittkau et al. (1992) Mesotrophie indizieren, unterstützen diese Einschätzung. Ein weiterer Mesotrophiezeiger war *Gammarus pulex* in der Ascheberger Bucht (T I). Bemerkenswert war der Fund des neozoischen Amphipoden *Pontogammarus robustoides* an T II 0,5-1m und von *Glossiphonia verrucata* im an T I (siehe auch Kap. 4.5). Arten mit sehr hohen Individuenzahlen waren beispielsweise *Tanytarsus* sp. (5156 Ind./m<sup>2</sup>), *Asellus aquaticus* (1867 Ind./m<sup>2</sup>), *Dreissena polymorpha* (1259 Ind./m<sup>2</sup>) und *Caenis horaria* (1170 Ind./m<sup>2</sup>). An der tiefsten Stelle des dritten Transektes konnte kein Makrozoobenthos nachgewiesen werden. Hier wurden lediglich Dauereier von Cladocera, massenhaft *Melosira* sp. und andere Diatomeen gefunden.

An T I lässt sich die typische Verteilung der Ernährungspräferenzen im Tiefenverlauf (Abb. 24) erkennen. Ab 10,9 m dominierten die für das Profundal kennzeichnenden Filtrierer (34-47%) und Räuberanteile (41-78%). An T II überwogen in fast allen Tiefen (bis auf T II 5-7m) Sedimentfresseranteile. Ähnliches gilt auch für das dritte Transekt, wobei unterhalb 28-30m die räuberischen Anteile (80-100%) überwogen.

Bei den Habitatpräferenzen (Abb. 25) herrschten im Uferbereich die Psammalanteile (26-43%) und ab einer Tiefe von 10m die Pelalanteile (11-83%) vor. Damit stimmte der Wechsel zum schlammigen Substrat in dieser Tiefe mit dem Übergang zum Profundal weitestge-

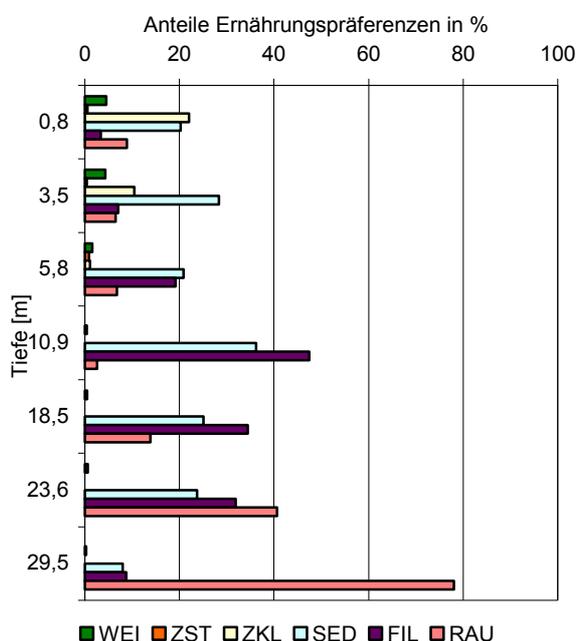


hend mit den Beobachtungen bei der Probenahme (siehe Tab. Geländedaten.xls, auf beiliegender CD) überein.

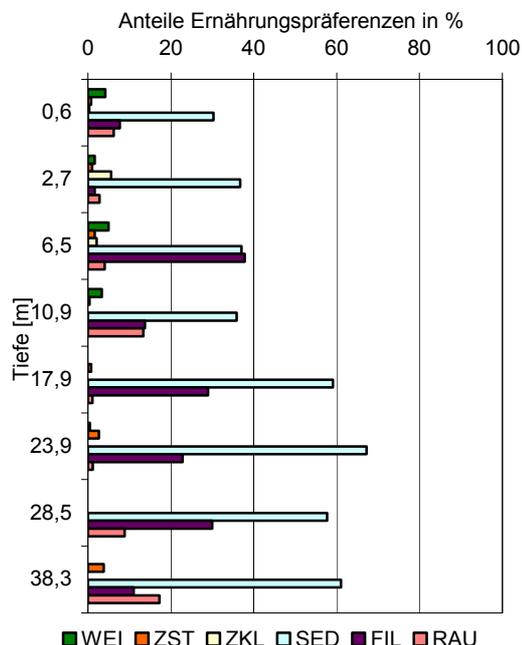
Der Übergang zum Profundal (Abb. 26) befindet sich nach der Auswertung der Tiefenzonierungen an Transekt T1 zwischen 6m und 10m und an den Transekten TII und TIII zwischen 11 m und 18 m.



### Großer Plöner See - Transekt I



### Großer Plöner See - Transekt II



### Großer Plöner See - Transekt III

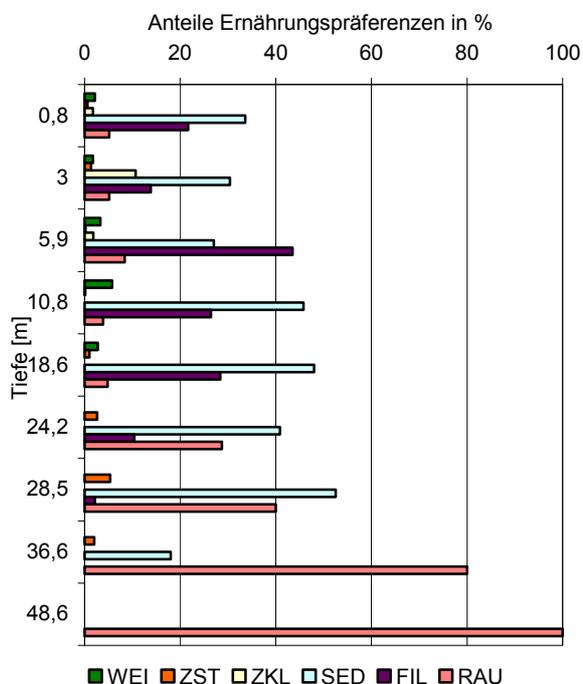
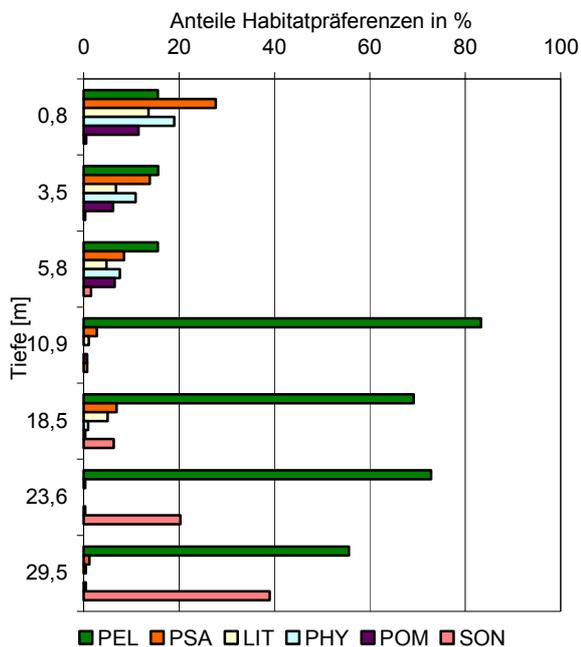


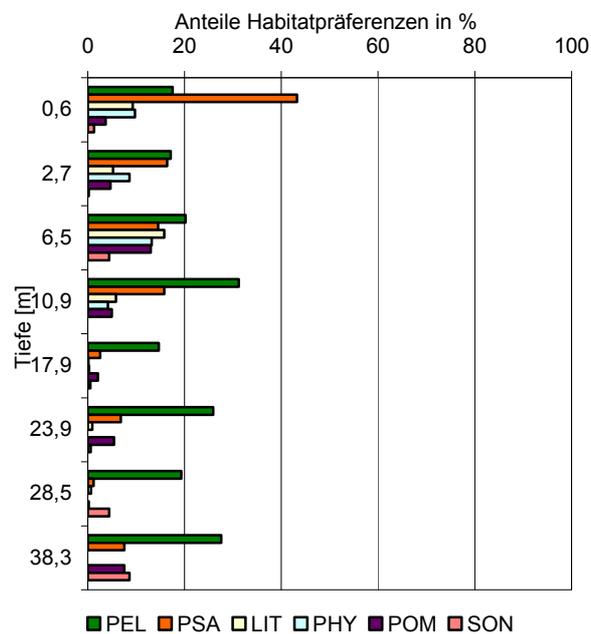
Abb. 24: Verteilung der Ernährungspräferenzen im Tiefenverlauf der Transekte I, II und III des Großen Plöner Sees (WEI=Weidegänger, ZST=Zellstecher, ZKL=Zerkleinerer, SED=Sedimentfresser, FIL=Filterierer, RAU=Räuber)



### Großer Plöner See - Transekt I



### Großer Plöner See - Transekt II



### Großer Plöner See - Transekt III

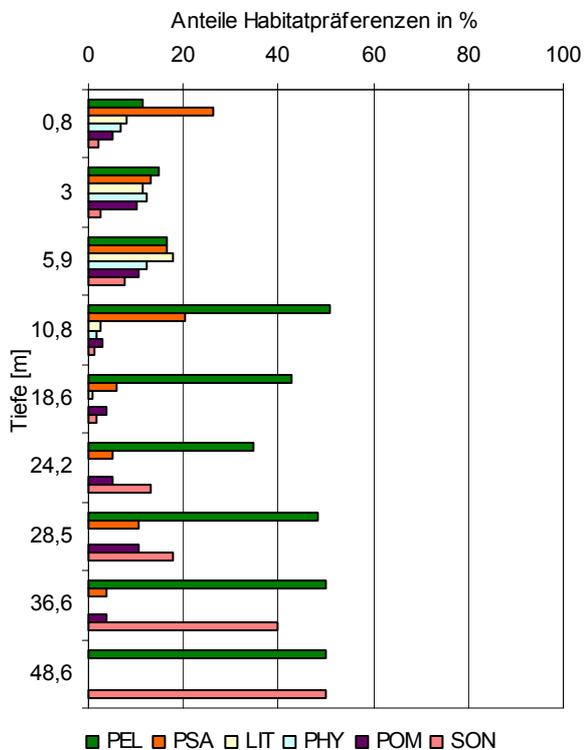
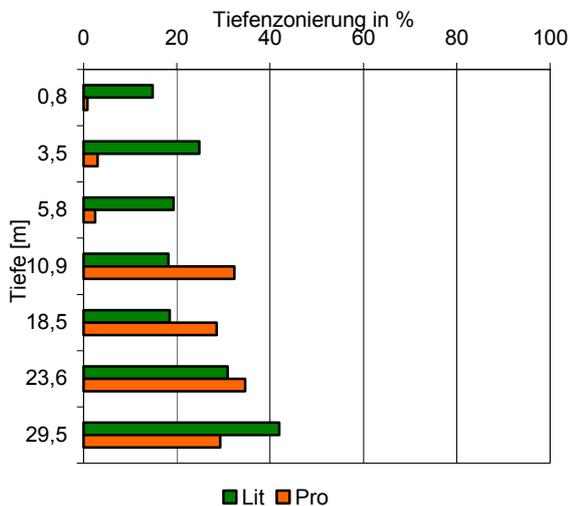


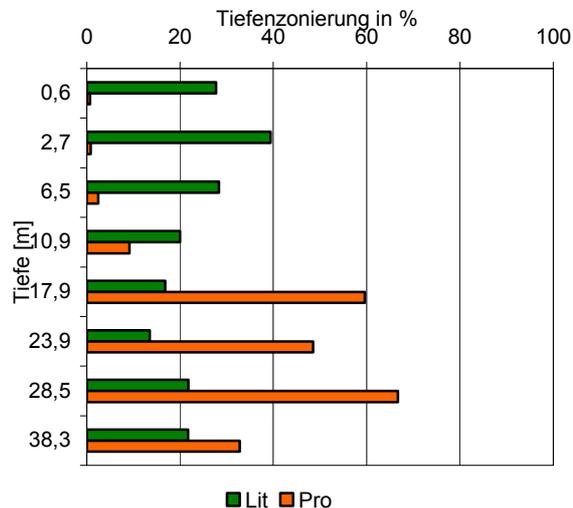
Abb. 25: Verteilung der Habitatpräferenzen im Tiefenverlauf der Transekte I, II und III des Großen Plöner Sees (PEL=Pelal, PSA=Psammal, LIT=Lithal, PHY=Phytal, POM=partikuläres organisches Material, SON=Sonstige)



### Großer Plöner See - Transekt I



### Großer Plöner See - Transekt II



### Großer Plöner See - Transekt III

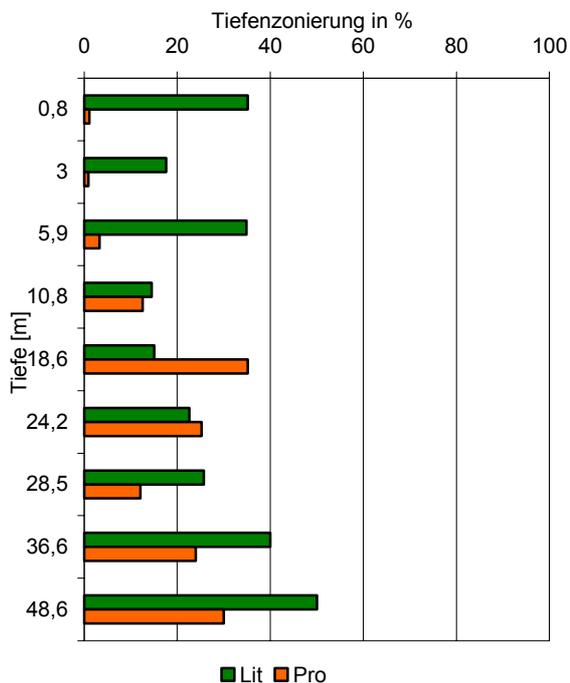
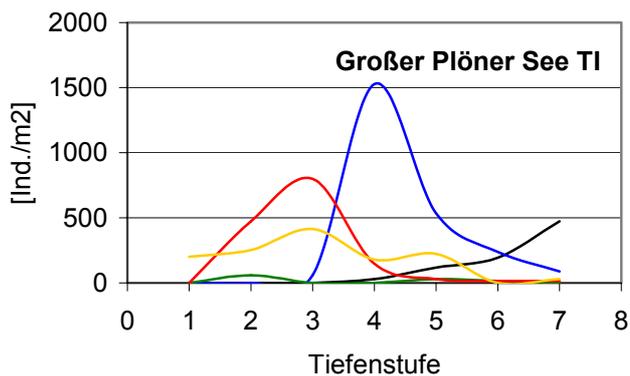
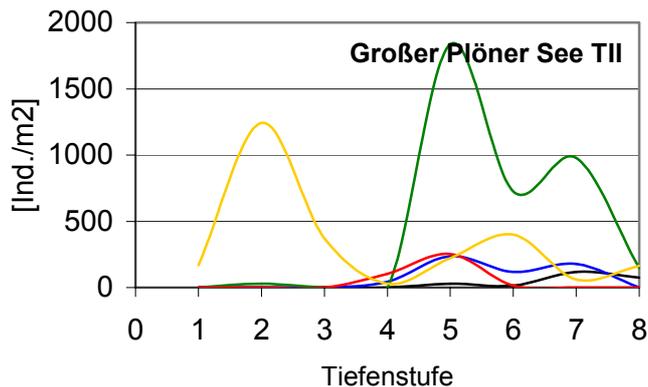


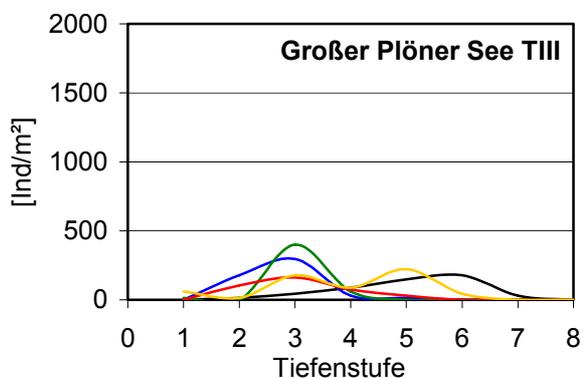
Abb. 26: Verteilung des Litorals und Profundals im Tiefenverlauf der Transekte I, II und III des Großen Plöner Sees (Lit=Litoral, Pro=Profundal)



— Chaoborus flavicans  
— Chironomus plumosus  
— Chironomus anthracinus  
— Procladius sp.



— Chaoborus flavicans  
— Chironomus plumosus  
— Chironomus anthracinus  
— Procladius sp.



— Chaoborus flavicans      — Chironomus plumos  
— Chironomus anthracinus      — Procladius sp.  
— Oligochaeta Gen. sp.

Abb. 27: Verteilung der Profundalarten im Tiefenverlauf der Transekte I,II und III des Großen Plöner Sees (Tiefenstufen: 1=0,5-1m; 2=2-4m; 3=5-7m; 4=10-12m; 5=17-19m; 6=23-25m; 7=28-30m; 8=35-40m)



#### 4.2.8 Schwansener See

An diesem See wurden insgesamt 13 Taxa (vgl. Tab.5) gefunden, was der niedrigsten Taxazahl aller Seen entspricht. Es handelt sich hierbei um eine von halophiler oder halobionter Fauna geprägte Zönose, zu der *Cerastoderma cf. edule*, *Idothea chelipes*, *Sphaeroma hookeri*, *Scoloplos armiger*, *Nereis diversicolor*, *Chironomus salinarius* und *Corophium volutator* gehören (DeHaas & Knorr 1990, Rödiger 2003, Schwarzbach & Günter 2000, Samietz 2001, Janke & Kremer 1988). Nur die drei Letztgenannten bildeten hohe bis sehr hohe Abundanzen aus (2489 Ind./m<sup>2</sup>, 667 Ind./m<sup>2</sup> bzw. 1304 Ind./m<sup>2</sup>). Unterschiede bezüglich der Taxazahlen an den einzelnen Sublitoralstellen schwankten von 3 bis 8 Taxa. *Potamopyrgus antipodarum*, eine Art, die sowohl im Brack- als auch im Süßwasser lebt, wurde mit 15 Ind./m<sup>2</sup> nachgewiesen.

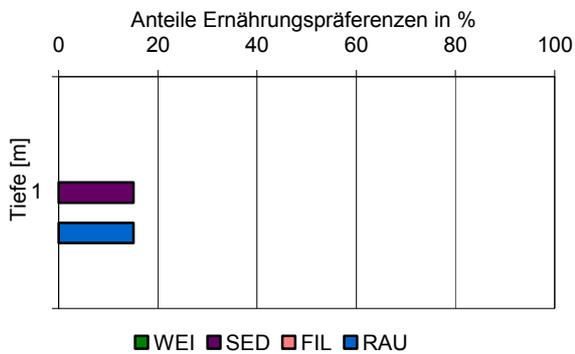
Zur folgenden versuchsweisen Auswertung nach den Ernährungs- und Habitatpräferenzen wurde das arithmetische Mittel sämtlicher Sublitoralstellen herangezogen. Danach waren bei den Ernährungstypen (Abb. 28) in 1m Tiefe die Anteile der Sedimentfresser und Räuber (15%) gleich groß. Allerdings war die Zahl eingestufte Arten gering, sodass die Auswertung nur geringe Aussagekraft hat. Die anderen Ernährungstypen wurden nicht oder nur in vernachlässigbar geringen Anteilen vorgefunden.

Bei den Habitattypen (Abb. 28) traten in gleich großen Anteilen Schlamm- und Sandbewohner (jeweils 19%) hervor, wobei *Corophium volutator* eine bedeutende Rolle spielte.

Eine profundale Zone war aufgrund der max. Tiefe von 1,1m biozönotisch nicht vorhanden.



### Schwansener See - Sublitoralproben



### Schwansener See - Sublitoralproben

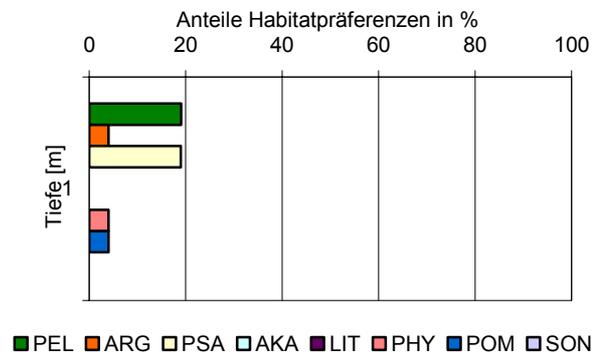


Abb. 28: Verteilung der Ernährungs- und Habitatpräferenzen der arithmetisch gemittelten Sublitoralstellen des Schwansener Sees (WEI=Weidegänger, ZST=Zellstecher, ZKL=Zerkleinerer, SED=Sedimentfresser, FIL=Filtrierer, RAU=Räuber, PEL=Pelal, PSA=Psammal, LIT=Lithal, PHY=Phytal, POM=partikuläres organisches Material)



#### 4.2.9 Sehlendorfer Binnensee

Wie der Schwansener und der Hemmelmarker See zählt auch der Sehlendorfer Binnensee zu den Strandseen, die Gemeinsamkeiten bezüglich z.B. hoher Chloridgehalt und die hohe Leitfähigkeit (vgl. Tab. 1) aufwiesen. Die Artenzusammensetzung wies allerdings nur mit dem Schwansener See größere Ähnlichkeiten auf.

Trotz einer geringen Anzahl der Taxazahl von 15 (Tab.5) konnte am Sehlendorfer Binnensee in der vorliegenden Untersuchung eine vergleichsweise hohe Gesamtindividuumdichte (3757 Individuen/m<sup>2</sup>) festgestellt werden. Das lag vor allem an den wenigen, in den Proben aber in immer gleich hohen Abundanzen vorkommenden Arten. Dabei dominierten in der Artenzusammensetzung überwogen die halobionten Arten (*Corophium volutator*, *Idothea chelipes*, *Sphaeroma hookerii*, *Chironomus salinarius* und die Muscheln *Cerastoderma cf. edule*, *Macoma balthica*, *Mya arenaria* und *Scrobicularia cf. plana* (DeHaas & Knorr 1990, Rödiger 2003, Schwarzbach & Günter 2000, Samietz 2001, Janke & Kremer 1988). *Microchironomus deribae*, der laut Janecek (2002) auch in salzhaltigen Lacken des ostösterreichischen Seewinkels vorkommt, zählt zu den halophilen Chironomiden und wurde an der Probestelle S5 in 1m Tiefe vorgefunden. Keine besondere Bindung an Salzgehalte zeigt dagegen der hier nachgewiesene *Theodoxus fluviatilis*, der sowohl im Süß- als auch im Brackwasser vorkommt (Schmedtje & Colling 1996). An fast allen Probestellen wurden bemerkenswert hohe Individuumdichten von Tubificidae (bis 2074 Ind./m<sup>2</sup>) und *Procladius (H.) sp.* (104 bis 3047 Ind./m<sup>2</sup>) festgestellt.

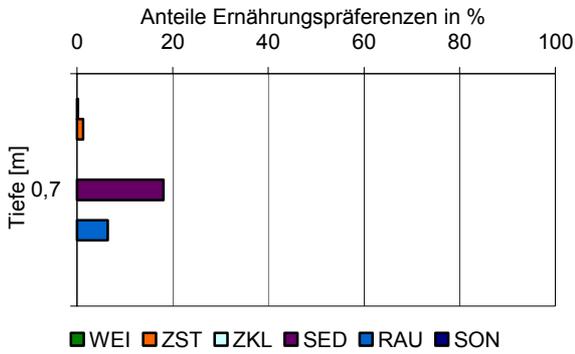
Für die Bewertung der Ernährungs- und Habitattypen wurde auch hier das arithmetische Mittel aller Sublitoralstellen herangezogen. Bei den Ernährungstypen (Abb.29) waren wegen des häufigen Auftretens der Tubificidae die Anteile der Sedimentfresser (18%) dominant. Die zweitgrößten Ernährungstypanteile bilden die Räuber (7%), die v.a. von *Corophium volutator* repräsentiert werden.

Bei den Habitattypen (Abb.29) zeigte sich eine Dominanz des Pelalanteils (14%) mit hohen Sandanteilen (10%). Die Verteilung der Habitattypen stimmt somit mit den vor Ort dokumentierten Substraten überein (siehe auch Tab. Geländedaten.xls, auf beiliegender CD).

Wegen der geringen Tiefe war das Profundal nicht vorhanden.



### Sehendorfer Binnensee - Sublitoralproben



### Sehendorfer Binnensee - Sublitoralproben

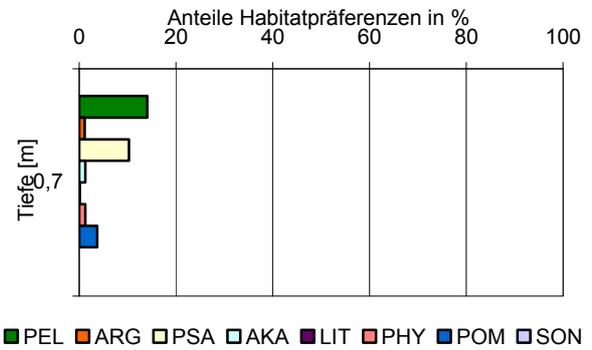


Abb. 29: Verteilung der Ernährungs- und Habitatpräferenzen der arithmetisch gemittelten Sublitoralstellen des Sehendorfer Binnensees (WEI=Weidegänger, ZST=Zellstecher, ZKL=Zerkleinerer, SED=Sedimentfresser, FIL=Filterierer, RAU=Räuber, PEL=Pelal, PSA=Psammal, LIT=Lithal, PHY=Phytal, POM=partikuläres organisches Material)



#### 4.2.10 Stolper See

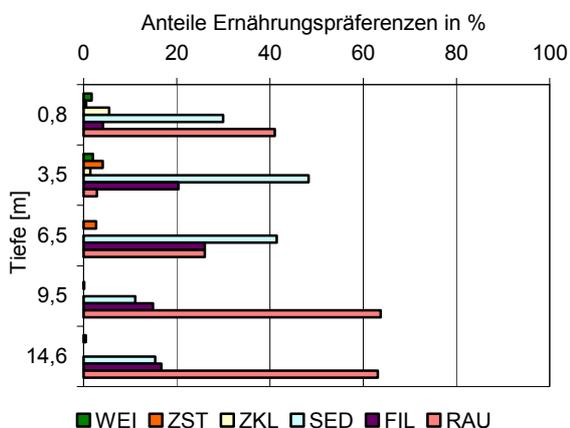
Mit 66 gefundenen Taxa (Tab. 5) liegt der Stolper See im Vergleich zu den anderen Seen über dem Durchschnitt. Die Chironomidae waren mit 34 Taxa hier die artenreichste Gruppe. Von den Heteroptera (2 Taxa) und den Oligochaeta (4 Taxa, wie am Großen Plöner See) wurden hier die meisten Taxa im Vergleich zu allen anderen Seen nachgewiesen. Hinsichtlich der Taxazahlen im Tiefenverlauf war das Litoral deutlich artenreicher (28-30 Taxa) als das Profundal (6-10 Taxa). Somit trat unterhalb des unteren Litorals eine deutliche Reduktion der Taxazahlen ein. Hier erreichten auch die Tubificidae sehr hohe Individuenzahlen (2119 Ind./m<sup>2</sup>). Ab 5-7m traten nur noch Profundalarten auf. Hier konnten v. a. *Chironomus plumosus* (933 Ind./m<sup>2</sup>) und *Chaoborus flavicans* (2963 Ind./m<sup>2</sup>) hohe Individuenzahlen ausbilden (Abb. 30). Nach Thienemann (1954) kann dieser See als *Bathophilus*-See angesprochen werden. Aber auch die Sublitoralstellen waren dicht besiedelt. So wiesen v. a. *Caenis horaria* (2119 Ind./m<sup>2</sup>) und *Pisidium sp.* (1052 Ind./m<sup>2</sup>) hohe Individuenzahlen an S1 auf. *Holocentropus picicornis* (nach Brinkmann et al. 1998 auch in mesotrophen, eutrophen und polytrophen Gewässern Schleswig-Holsteins), *Valvata cristata* und *Acroloxus lacustris* (RL 4, "potentiell gefährdet") wurden nur an diesem See gefunden.

Bei den Ernährungspräferenzen (Abb. 30) waren im unteren Litoral und an TI 5-7m die Sedimentfresseranteile (42-48%) dominant. Unterhalb 5-7m überwogen die Anteile der profundaltypischen Filtrierer (15-17%) und Räuber (63%).

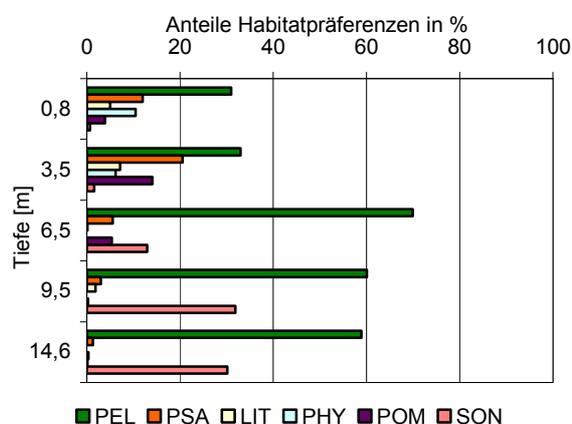
Hinsichtlich der Habitattypen (Abb. 30) fiel ab 5-7m ein deutliches Übergewicht der Pelalarten (31-70%) auf. Der Übergang zwischen Profundal und Litoral (Abb. 30) lag zwischen 4m und 6m.



**Stolper See - Transekt I**



**Stolper See - Transekt I**



**Stolper See - Transekt I**

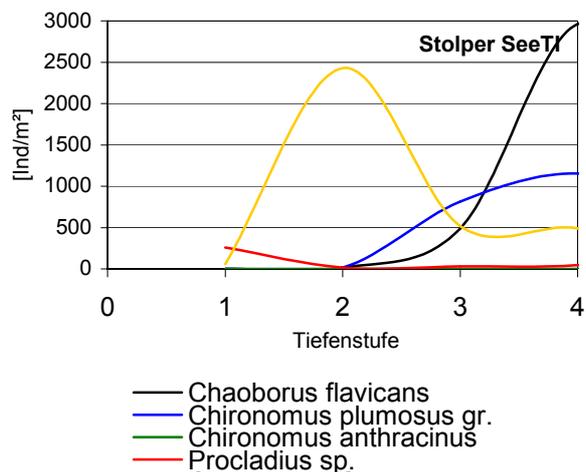
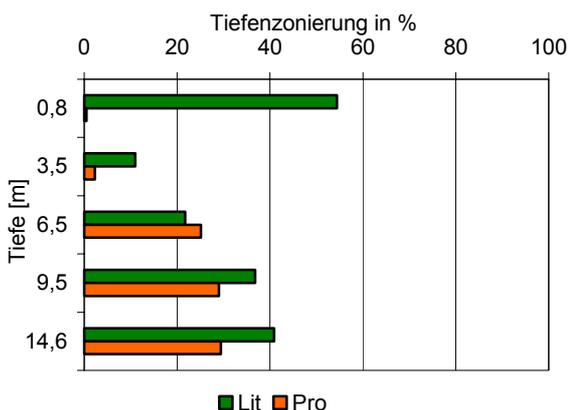


Abb. 30: Verteilung der Ernährungs- und Habitatpräferenzen, des Litorals und Profundals und der Profundaarten im Tiefenverlauf des Transektes I im Stolper See (WEI=Weidegänger, ZST=Zellstecher, ZKL=Zerkleinerer, SED=Sedimentfresser, FIL=Filterierer, RAU=Räuber, PEL=Pelal, PSA=Psammal, LIT=Lithal, PHY=Phytral, POM=partikuläres organisches Material, Lit=Litoral, Pro=Profundal; Tiefenstufen: 1=0,5-1m; 2=2-4m; 3=5-7m; 4=9-10m; 5=14-15m)



#### 4.2.11 Wardersee

Am Wardersee wurde die zweithöchste Gesamt-Taxazahl (72 Taxa, s. Tab. 5) aller untersuchten Seen festgestellt. Gleiches gilt für die Familie der Chironomidae, die mit 41 Taxa die zweithöchste Taxazahl aufwies. Generell zeichnete sich dieser See durch einen litoralen Arten- und Individuenreichtum aus. Dies ist besonders eindrücklich an den Taxazahlen im Tiefenverlauf zu beobachten:

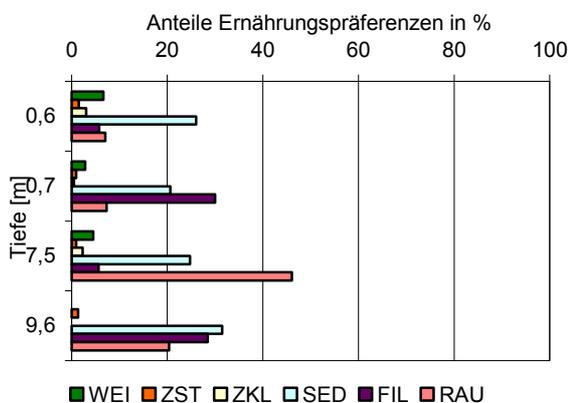
An T1 war das obere Litoral mit 42 Taxa die formenreichste Zone. Dagegen konnten an TII im unteren Litoral die meisten Taxa (36) nachgewiesen werden (Anmerkung: Für das untere Litoral wurde an T1 eine Alternativprobe in 0,7m Tiefe genommen, da ein zu starkes Gefälle in 2-4m die Probenahme unmöglich machte). Unterhalb 2-4m gingen die Taxazahlen zurück (8-14 Taxa). Dafür traten Profundalarten wie *Chironomus plumosus* und *Chaoborus flavicans* auf, wenn auch in geringen Abundanz (Abb. 31). Sehr hohe Abundanz (3822 Ind/m<sup>2</sup>) wurden dagegen im Litoral von *Cladotanytarsus mancus*-Gr. erreicht. Weiterhin wurden mit *Paracladius conversus* und *Microtendipes pedellus*-Gr. Vertreter mesotropher Gewässer gefunden (nach Fittkau et al., 1992). *Ecnomus tenellus* und *Cyrnus trimaculatus* wurden nur an diesem See gefunden (Einzelnachweise).

Bei den Ernährungspräferenzen (Abb. 31) dominierten im oberen Litoral die Anteile der Sedimentfresser (13-26%). An T1 0,7m konnten die Vertreter der Filtrierer Anteile von 30% erreichen, die durch die hohen Dichten von *Dreissena polymorpha* und *Pisidium* sp. erklärt werden können. In 7,5m Tiefe waren die Räuberanteile (46%) sowie an T1 9-10m die Sedimentfresseranteile (21-48%) dominierend. Hohe Anteile an der tiefsten Stelle von T1 hatten auch die profundaltypischen Vertreter der Filtrierer und Räuber (*Chironomus plumosus* und *Chaoborus flavicans*). Beim zweiten Transekt (TII) überwogen an allen Probestellen die Sedimentfresser, wobei unterhalb 2-4m der Räuber-Anteil anstieg.

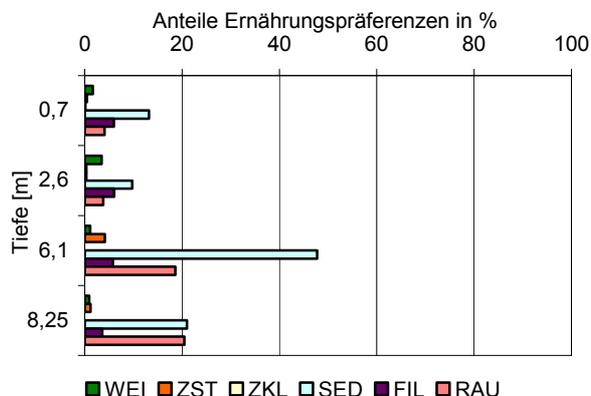
In Bezug auf die Verteilung der Habitatpräferenzen (Abb. 31) ist festzustellen, dass im Litoral der Sandanteil überwog (36-45%). Unterhalb 2-4m trat ein Wechsel zu hohen Schlammsubstratanteilen ein. Das entspricht dem Befund der Substratansprache bei der Probenahme (siehe Tab. Geländedaten.xls, auf beiliegender CD). Nimmt man den Übergang zwischen Litoral und Profundal beim Wechsel zum Schlammsubstrat an, so läßt sich die Lage des Sublitorals somit an T1 zwischen 0,7m und 7,5m daraus ableiten. Bei TII ist eine eindeutige Änderung im Tiefenprofil nicht erkennbar (vgl. Abb. 31).



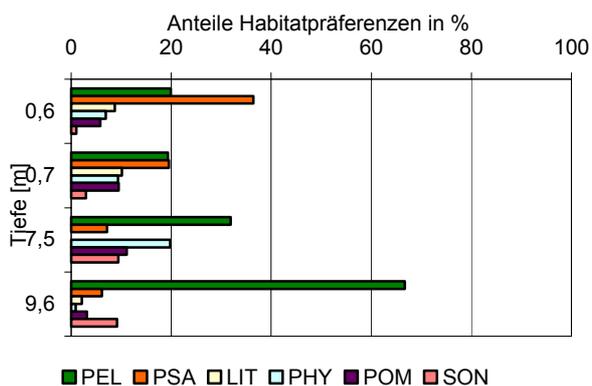
Wardersee - Transekt I



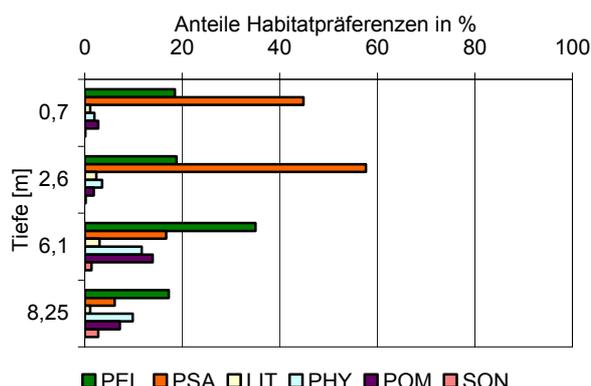
Wardersee - Transekt II



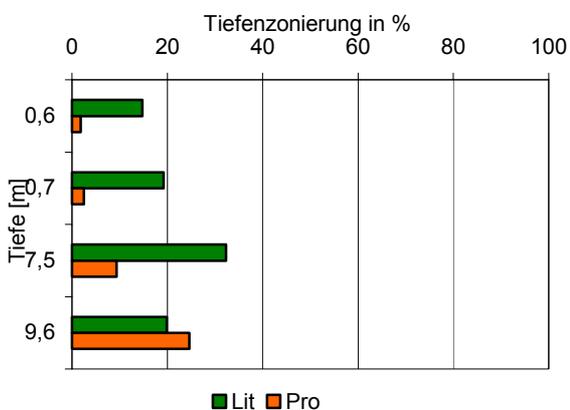
Wardersee - Transekt I



Wardersee - Transekt II



Wardersee - Transekt I



Wardersee - Transekt II

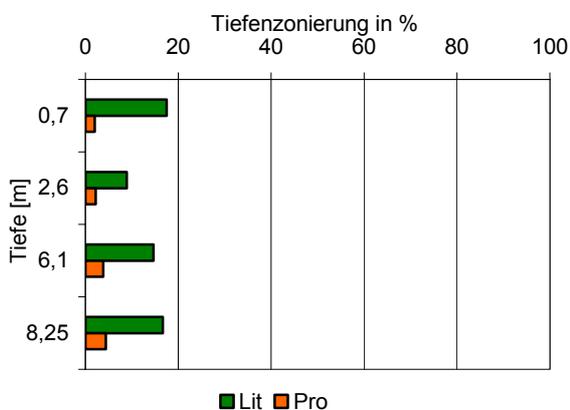


Abb. 31a: Verteilung der Ernährungs- und Habitatpräferenzen und des Litorals und Profundals im Tiefenverlauf der Transekte I und II im Wardersee (Erklärungen nächste Seite)

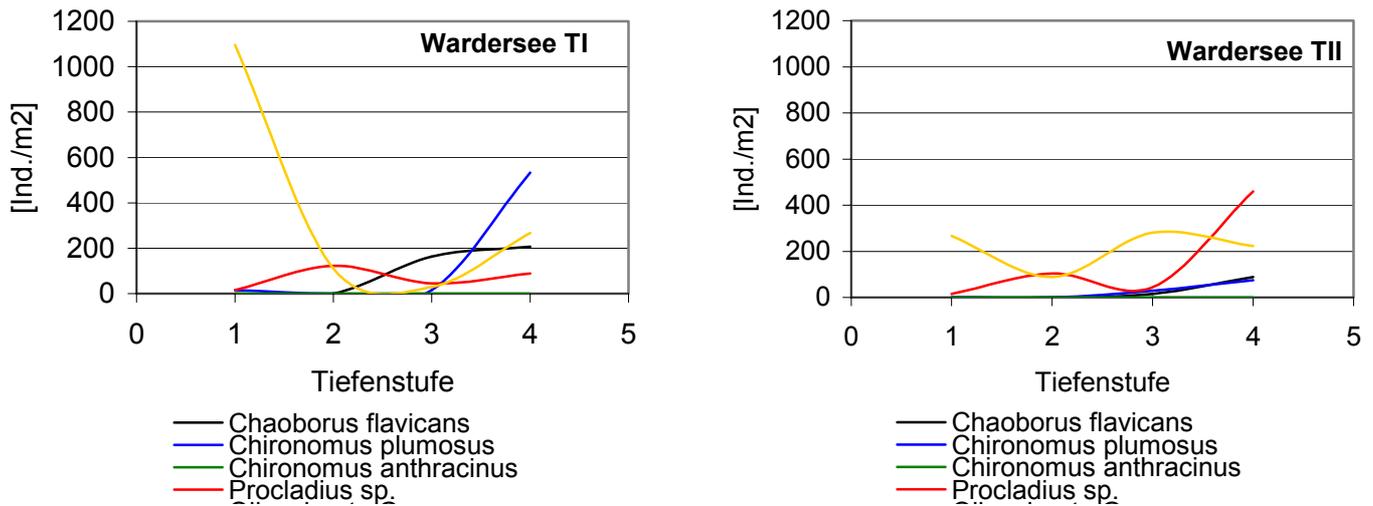


Abb. 31b: Verteilung der Profundalarten im Tiefenverlauf der Transekte I und II im Wardersee  
(WEI=Weidegänger, ZST=Zellstecher, ZKL=Zerkleinerer, SED=Sedimentfresser, FIL=Filtrierer,  
RAU=Räuber, PEL=Pelal, PSA=Psammal, LIT=Lithal, PHY=Phytal, POM=partikuläres organisches Material,  
Lit=Litoral, Pro=Profundal; Tiefenstufen: 1=0,5-1m; 2=2-4m; 3=5-7m; 4=9-10 (TI) o. 8m (TII))



#### 4.2.12 Westensee

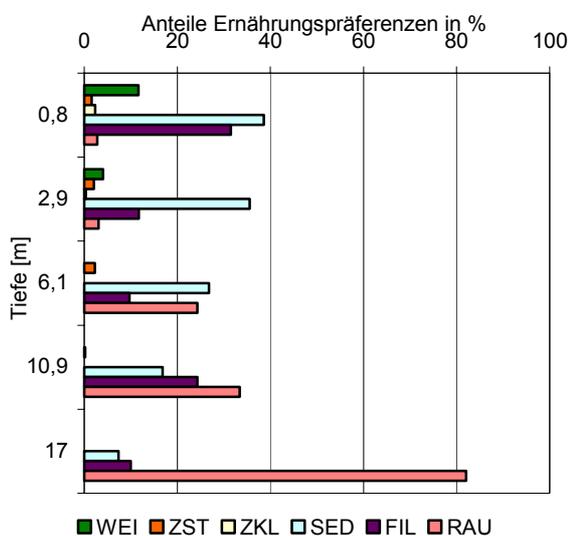
Am Westensee konnten 66 Taxa (Tab.5) determiniert werden, darunter die höchste Taxazahl der Mollusca (15) innerhalb der zwölf untersuchten Seen. Auch dieser See war, wie der vorhin besprochene Wardersee, im Litoral als artenreich anzusprechen. Das obere Litoral trat mit über 30 Taxa hervor. Unterhalb dieser Zone war ein deutlicher Rückgang der Taxazahlen (auf weniger als die Hälfte) erkennbar. Das Profundal war durch das Auftreten von *Chironomus plumosus* und *Chaoborus flavicans* charakterisiert (Abb. 33), wobei *C. flavicans* (2237 Ind./m<sup>2</sup>) an der tiefsten Probestelle beider Transekte höhere Individuenzahlen als *Chironomus plumosus* (1156 Ind./m<sup>2</sup>) aufwies. Weitere Taxa mit hohen Individuenzahlen waren *Procladius* (*P.*) sp. (1511 Ind./m<sup>2</sup>), *Cladotanytarsus mancus*-Gr. (1407 Ind./m<sup>2</sup>), *Tubificidae* (1067 Ind./m<sup>2</sup>) und *Bithynia tentaculata* (1444 Ind./m<sup>2</sup>). An diesem See wurden die einzigen Nachweise für *Physa fontinalis*, *Planorbis carinatus* (RL 4) und *Musculium lacustre* (alle als Einzelfunde) in dieser Untersuchung geführt. Die vorgefundenen Chironomiden *Tribelos intextus* und *Microtendipes pedellus*-Gr. sind nach Fittkau et al. (1992) Mesotrophie-Zeiger.

Bei den Ernährungstypen (Abb. 32) waren an beiden Transekten litoraltypischen Weidengänger (2-12%) und Zerkleinerer (0-2%) im Litoral vorhanden, spielten jedoch dort nur eine untergeordnete Rolle. Dafür dominierten an T1 die Sedimentfresser (27-39%) bis zu einer Tiefe von 6,1m und ab 10-12m die Räuber (33-82%) und Filtrierer (10-24%). An TII wiesen die beiden Letztgenannten schon ab 6,1m dominante Anteile auf.

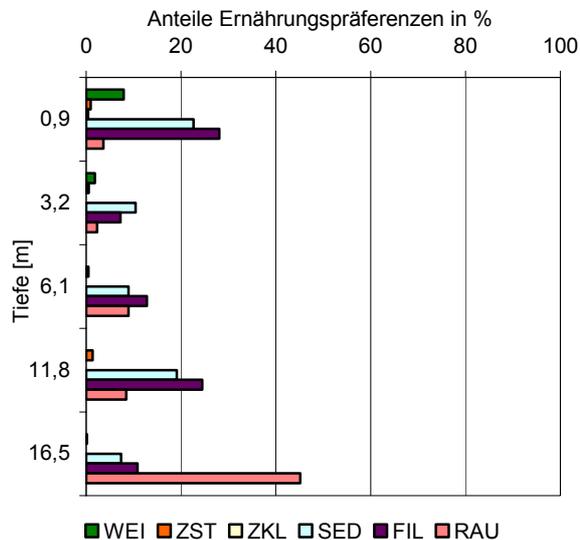
Bei den Habitattypen (Abb. 32) fielen an fast allen Stellen die dominante Pelalanteile auf. Als Ausnahme überwogen die Sandbewohneranteile (25%) an TII in 0,5-1m Tiefe. An beiden Transekten war eine deutliche Zunahme der profundalen Anteile (Abb. 33) unterhalb von 5-7m erkennbar.



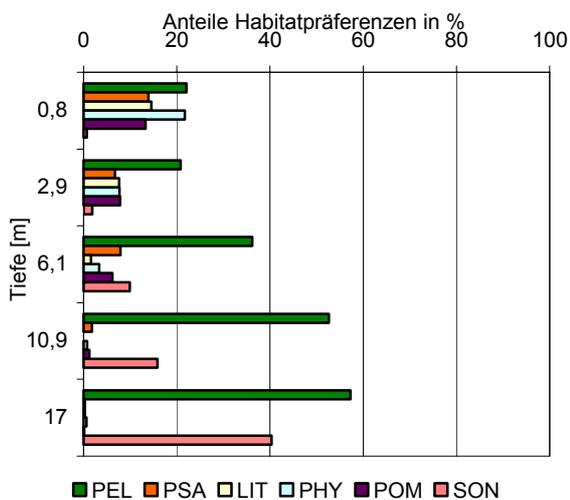
Westensee - Transekt I



Westensee - Transekt II



Westensee - Transekt I



Westensee - Transekt II

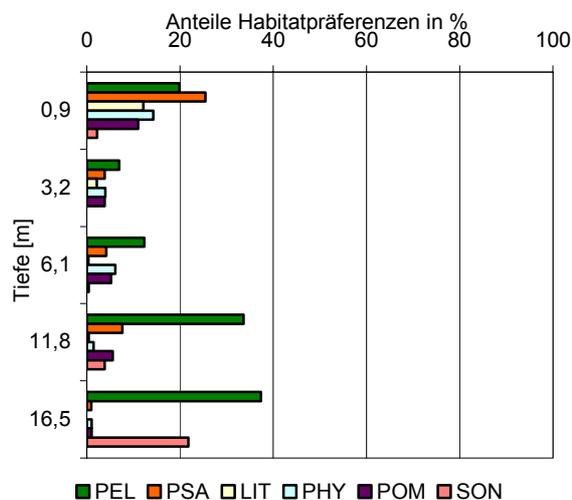


Abb. 32: Verteilung der Ernährungs- und Habitatpräferenzen im Tiefenverlauf der Transekte I und II im Westensee (WEI=Weidegänger, ZST=Zellstecher, ZKL=Zerkleinerer, SED=Sedimentfresser, FIL=Filterierer, RAU=Räuber, PEL=Pelal, PSA=Psammal, LIT=Lithal, PHY=Phythal, POM=partikuläres organisches Material)



### Westensee - Transekt I

### Westensee - Transekt II

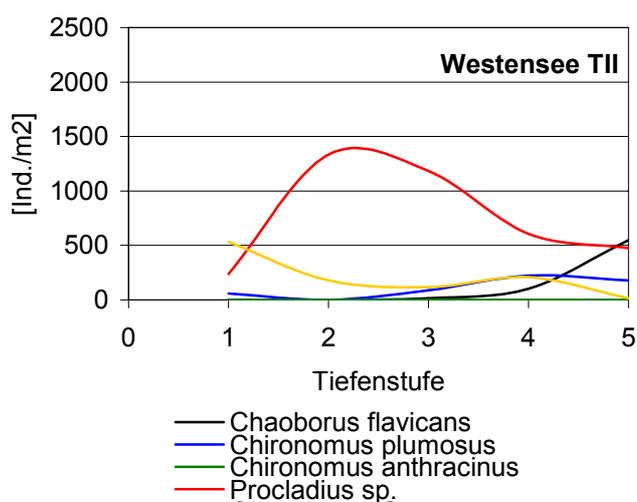
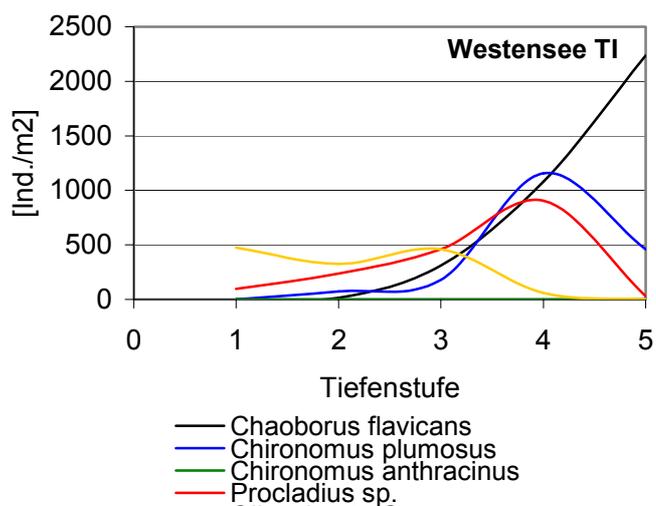
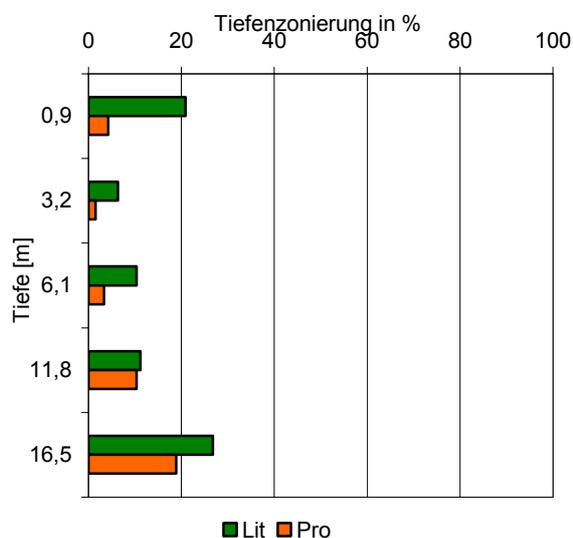
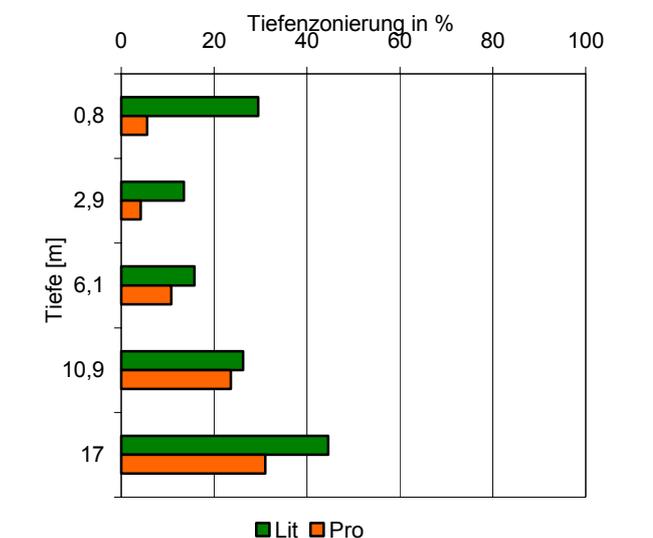


Abb. 33: Verteilung des Litorals und Profundals und der Profundalarten im Tiefenverlauf der Transekte I und II im Westensee (Lit=Litoral, Pro=Profundal; Tiefenstufen: 1=0,5-1m; 2=2-4m; 3=5-7m; 4=10-12m; 5=15-17m (TI) o. 14-16m (TII))



## 4.3. Synopse

### 4.3.1 Transektbewertungsverfahren

Die Bewertungen anhand der verschiedenen angewendeten Methoden (Tab. 9) wiesen die untersuchten Seen und ihre Teilbecken anhand der profundalen und litoralen Fauna meistens als "eutroph" aus, teils in unterschiedlichen Feinabstufungen (nach Saether, 1979).

Das Teilbecken II des Großen Plöner Sees (Plöner Bucht) nach Wiederholm (1980) durch die Profundalfauna aufgrund hoher Dichten von *Chironomus anthracinus* als "meso- bis eutroph" indiziert. Im Hemmeldorfer See war eine Bewertung nach den genannten Bewertungsverfahren nicht möglich, weil durch das dortige Fehlen jeglicher Wirbelloser auch keine Indikatortaxa vorhanden waren. Das Profundal des Hemmeldorfer Sees und das tiefe Profundal des Großen Plöner Sees (Transekt III, Bosauer Bucht) waren bezüglich Benthosbesiedlung azoisch, selbst *Chaoborus flavicans* fehlte.

Im Litoral zeigten die Biozönosen nach dem litoralen Trophieindex (Fittkau et al., 1992) mehrmals einen "meso- bis eutrophen Zustand" (Hemmeldorfer, Stolper See, Warder See, Großer Plöner See T III Bosauer Bucht).

Am Westensee (Transekt I, Nordbecken) wurde sogar ein "mesotropher" Zustand im Gegensatz zu einem eutrophen Zustand im Profundal angezeigt. Ansonsten wurden im Litoral durchweg eutrophe Zustände indiziert, die sich nur in feineren Abstufungen voneinander unterschieden. Die Bewertungen des litoralen Trophieindex ergaben an einzelnen Transekten nicht selten geringere Trophiezustände als die Bewertungen des Profundals. Diese Unterschiede waren jedoch nicht dramatisch und deuten möglicherweise auf eine fehlende Feinkalibrierung der unabhängig entworfenen Bewertungsmethoden. Die einzige auffällige Ausnahme am Westensee ist an Transekt I die „mesotrophe“ Bewertung anhand des litoralen Trophieindex im Gegensatz zum „eutroph“ bewerteten Zustand anhand der Profundalfauna. Dieser Unterschied wird weiter unten (Kap. 5) diskutiert.

### 4.3.2 Sublitoralbewertungsverfahren

Hinsichtlich der Ergebnisse der mit LACCESS aus Einzelmetrices errechneten benthosökologischen Zustandsklassen lassen sich deutlich zwei Gruppen unterscheiden (vgl. Tab. 7):

- Gewässer mit Zustandsklassen 1 („sehr gut“) und 2 („gut“) für die Seen des Typs 11 und
- Gewässer mit Zustandsklassen 4 („unbefriedigend“) und 5 („schlecht“) für die Seen der restlichen Typen (Typ 10, 13 und 14).



Für die Gewässer des Seetyps 11 wurde überwiegend eine „sehr gute“ Zustandsklasse (1), nur am Warder- und Blankensee wurde eine "gute" Zustandsklasse (2) ermittelt. Im Teilbecken 2 (B2) (Nummerierung eines Teilbeckens richtet sich nach der Bezeichnung des Transekts) des Bothkamper Sees und B1 des Wardersees war die Berechnung nicht möglich (Fehleranzeige durch LACCESS). Die Seen der Typen 10 (Stolper See) und 13 (Großer Plöner See) erreichten die Zustandsklasse 4 („unbefriedigend“), während für den Hemmeldorfer See (Type 14) die schlechteste Zustandsklasse ermittelt wurde. Beim Hemmelmarker See (Strandsee, Sondertyp) wurde zur versuchsweisen Berechnung der Einzelmetrics und der benthosökologischen Zustandsklasse der Typ 14 (Begründung für die Zuordnung zu diesen Typ: s. Kap. 3.3 und 5.2) verwendet, da die Kriterien für die Einteilung der Seen nach Typen (Mathes et al., 2005) am ehesten diesem entsprach. Theoretisch wäre auch eine Klassifizierung nach Typ 11 möglich. In diesem Fall wurde ein "sehr guter" Zustand ermittelt.

Die benthosökologische Zustandsklasse konnte bei den beiden anderen Strandseen (Sehlendorfer Binnensee, Schwansener See) mit LACCESS nicht berechnet werden (ein Sondertyp „elektrolythaltiger Binnensee“ der Ostseeküste war nicht anwählbar).



Tab. 7: Zusammenfassende Darstellung der Auswertung und Einzelmetrics des Sublitoral-Bewertungsverfahrens mittels LACCESS. \*) versuchsweise Einteilung (ursprünglich Strandsee). F = Fehlermeldung durch LACCESS; B1, B2 = Becken 1, Becken 2; ShW= Shannon-Weaver-Index; ges.=Gesamtsee (d.h. sämtliche Sublitoralproben eines Sees ohne Teilbeckenunterscheidung gemittelt)

Seotyp	See bzw. Teilbecken	Bentosökologische Zustandsklasse	Multimetrischer Index	Insecta	Limnobionte	Fortbew. Kriechend	Libellen	Orthoclaadiinae/ Chironomidae	Strömungsindifferente	Crustacea	Sedimentfresser	oligo+/xenosaprobe	poly-saprobe	ASPT	Anzahl ETO-Taxa	ShW
10	St	4 "unbefriedigend"	0,28	0	0,45	0,1								4,36	7	
11	A B1	1 "sehr gut"	0,93	0,68	0	0,33							0,01			
11	A B2	1 "sehr gut"	0,92	0,82	0	0,1							0			
11	A (ges.)	1 "sehr gut"	0,96	0,74	0	0,33							0,01			
11	Bl	2 "gut"	0,68	0,64	0	0,34							0,1			
11	Bo B1	1 "sehr gut"	0,92	0,6	0	0,31							0			
11	Bo B2	2 "gut"	0,72	0,72	0	0							0			
11	Bo (ges.)	1 "sehr gut"	0,93	0,63	0	0,23							0			
11	Bk B1	1 "sehr gut"	0,9	0,56	0	0,6							0			
11	Bk B2	F -	F	0,41	-	F							F			
11	Bk (ges.)	1 "sehr gut"	0,88	0,52	0	0,6							0			
11	Wa B1	F -	F	0,48	0	0,33							F			
11	Wa B2	2 "gut"	0,78	0,46	0	0,28							0,03			
11	Wa (ges.)	2 "gut"	0,78	0,47	0	0,36							0,03			
11	Wes B1	2 "gut"	0,73	0,34	0	0,45							0,03			
11	Wes B2	1 "sehr gut"	0,95	0,68	0	0,32							0			
11	Wes (ges.)	1 "sehr gut"	0,82	0,58	0	0,39							0,04			
14	Hd B1	5 "schlecht"	0,19							0	0,89	0,09				
14	Hd B2	5 "schlecht"	0,15							0	0,82	0,06				
14	Hd (ges.)	5 "schlecht"	0,18							0	0,87	0,08				
14*)	Hm*)	4*) "unbefriedigend**)	0,39							0	0,85	0,17				
13	Plö B1	4 "unbefriedigend"	0,25				0	0,01	0,54					2,98		2,39
13	Plö B2	4 "unbefriedigend"	0,22				0	0,01	0,57					3,26		2,25
13	Plö B3	5 "schlecht"	0,12				0	0,01	0,61					2,76		2,12
13	Plö (ges.)	4 "unbefriedigend"	0,26				0	0,01	0,51					2,95		2,33



#### 4.4 Vergleich Sublitoralbewertungsverfahren - Transektbewertungsverfahren

Zunächst sollen hier die Taxazahlen der beiden unterschiedlichen Bewertungsansätze gegenübergestellt werden, die auch mit der Anzahl der Probestellen an einem See zusammenhängen (Tab. 8).

Am Großen Plöner See fällt auf, dass die Anzahl der mittels der Sublitoralprobenahme nachgewiesenen Taxa ähnlich hoch war wie die mit der Transektprobenahme ermittelten, obwohl die Zahl der Probestellen (und damit die Probenmenge) mit der Transektprobenahme viel größer war. Dieses Ergebnis kann durch die vorgefundene Artenarmut im Profundal dieses Sees erklärt werden.

Ein deutlich anderes Ergebnis zeichnete sich am Wardersee ab. Dort konnten ungeachtet der fast gleichen Anzahl an Probestellen mit der Transektprobenahme annähernd 2,5 mal soviel Taxa nachgewiesen werden wie mit der Sublitoralprobenahme.

Insgesamt betrachtet, wurden mittels der Transektprobenahme immer mehr Taxa nachgewiesen als mit der Sublitoralprobenahme, bis auf eine Ausnahme (Stolper See). Am Stolper See wurden zwar mehr Proben im Sublitoral als am Transekt genommen. Das allein kann die höhere Anzahl der Taxa nicht erklären, da auch am Bothkamper und Hemmelmarker See mehr Sublitoral- als Transektproben gezogen wurden, jedoch eine geringere Taxazahl der Sublitoralproben im Vergleich zu den Transektproben festgestellt wurde. Es ist eher wahrscheinlich, dass schlichtweg der Schwerpunkt der Besiedlung im Sublitoral des Stolper Sees lag und dies ein besonderes Charakteristikum dieses Sees gegenüber den anderen war.

Tab. 8: Vergleich der Anzahl nach Transekt- und Sublitoralprobenahme gefundenen Taxa. "-" = keine Transektproben genommen.

See	Transekt		Sublitoral	
	Probestellen	Taxa	Taxa	Probestellen
Ahrenalsee	8	56	31	8
Blankensee	-	-	18	3
Bordesholmer See	7	40	16	6
Bothkamper See	2	24	19	8
Hemmelmarker See	3	35	28	7
Hemmelsdorfer See	10	37	35	6
Großer Plöner See	25	96	84	9
Schwansener See	-	-	13	8
Sehliendorfer Binnensee	-	-	15	8
Stolper See	5	50	51	7
Wardersee	8	70	18	6
Westensee	10	57	36	10



Vergleicht man die Bewertungen bzw. Einstufungen (siehe Tab. 9) durch die beiden angewandten Bewertungsverfahren (Transekt und Sublitoral) zeigten sich drei Gewässergruppen:

- Sämtliche Seen des **Seetyps 11** (Ahrensee, Blankensee, Bordesholmer See, Bothkamper See, Wardersee und Westensee) mit einer benthosökologischen Zustandsklasse nach LACCESS-Auswertung von "gut" und "sehr gut". Dies Gewässer wiesen einen überwiegend eutrophen Zustand auf. Ausnahmen stellten nur die litoralen Bereiche des Warder- und Westensees dar, an denen (nach Fittkau et al., 1992) mesotrophe bis mesoeutrophe Zustände indiziert wurden. Nach Thienemann (1954) sind diese Seen als *Plumosus*-Seen anzusprechen und der Trophiestufe III (eutroph) zuzuordnen.
- Die Seen der **Typen 10** (Stolper See), **13** (Großer Plöner See) und **14** (Hemmelsdorfer und Hemmelmarker See) mit einer benthosökologische Zustandsklasse mittels LACCESS von "unbefriedigend" und "schlecht". Die trophischen Einschätzungen waren nach Fittkau et al. (1992) "meso- bis eutroph" bis "eutroph". Teilweise wurden im Sublitoral des Hemmelsdorfer Sees sogar "mesotrophe" Zustände indiziert. Diese Tendenz zum "meso- bis eutrophen" und "eutrophen" Zustand wurde auch am Großen Plöner See, der nach Thieneman (1954) als „*Bathophilus-Plumosus*-See“ anzusprechen ist, festgestellt.
- Die elektrolythaltigen Binnenseen der Ostseeküste Sehlendorfer Binnensee und Schwansener See konnten weder mit der Sublitoral- noch mit einer Bewertung des Transekt-Bewertungsverfahrens eingestuft bzw. bewertet werden, da hier ein Fehlen von Indikatortaxa zu verzeichnen und der Seetyp nicht definiert war.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass zwar alle mit dem Sublitoralverfahren bewertbaren Seen als i.a. eutroph angesehen werden können, allerdings die benthosökologische Zustandsklasse nur bei den Seen des Typs 11 "gut" und "sehr gut" ist, während die Zustandsklassen bei den untersuchten Seen der anderen Typen 10, 13, 14 "unbefriedigend" und "schlecht" bewertet wurde. Die Taxazahl als allgemeiner Communityparameter war nicht geeignet, um signifikante Unterschiede zwischen den Bewertungsverfahren aufzuzeigen.









## 4.5 Naturschutzfachliche Ergebnisse

In der vorliegenden Untersuchung wurden acht Arten nachgewiesen, die in Schleswig-Holstein einen Gefährdungsgrad nach der Roten Liste aufweisen (Tab. 10); Wiese, 1990, Ziegler et al., 1994, Brinkmann & Speth, 1999).

Tab. 2: In der vorliegenden Untersuchung nachgewiesene Arten der Roten Liste Schleswig-Holsteins (Gefährdungskategorien: 2 – Stark gefährdet, 3 – Gefährdet, 4- potentiell gefährdet)

Taxon	Status Rote Liste Schleswig-Holstein
<i>Anodonta anatina</i>	3
<i>Unio pictorum</i>	2
<i>Acroloxus lacustris</i>	4
<i>Bithynia leachii</i>	4
<i>Planorbis carinatus</i>	4
<i>Theodoxus fluviatilis</i>	2
<i>Cymus crenaticornis</i>	2
<i>Cymus insolutus</i>	3

*Theodoxus fluviatilis*, *Unio pictorum* und *Cymus crenaticornis* sind am stärksten (RL 2) und in ihrem gesamten einheimischen Verbreitungsgebiet gefährdet (Wiese, 1990, Brinkmann & Speth, 1999).

Ein außergewöhnlicher Fund ist mit dem Egel *Glossiphonia verrucata* FR.MÜLLER 1844 gelungen. Hierbei handelt es sich um eine sehr seltene und somit als gefährdet anzusehende Art. Müller beschrieb sie erstmals 1844 am Tegeler See. 1964-65 konnten 4-5 Exemplare in der Berliner Gegend entdeckt werden. Nesemann wies Ende der 1990-iger Jahre ein Exemplar bei Donaustauf sowie in einem Donau-Altarm 5 bis 6 Individuen nach, die aber 14 Jahre später dort nicht mehr vorgefunden werden konnten. Weiterhin sind noch Einzelnachweise aus den Niederlanden, Litauen und Polen von Koperski (2006) bekannt (alle obigen Angaben von C. Grosser, mündl. Mitt., 24.10.2006). In Polen kommt diese Art laut Koperski (2006) als ökologischer Spezialist nur in Seen vor. Aus den eben erwähnten Gegebenheiten wird eine Einstufung dieser Art in die Rote Liste Schleswig-Holsteins und Deutschlands mit 1 (vom Aussterben bedroht) empfohlen.



Ein hohes Gefährdungspotential für einheimische Arten geht generell auch von neozoi-  
schen Makroinvertebraten aus. Folgende Neozoen wurden während der Untersuchungen  
im Mai 2006 ermittelt:

*Dreissena polymorpha*

*Potamopyrgus antipodarum*

*Pontogammarus robustoides*

*Dreissena polymorpha* wurde an sieben von zwölf Seen gefunden, teilweise in hohen Ab-  
undanz festgelegt, während an drei von zwölf Seen und in deutlich niedrigeren Abun-  
danzen *Potamopyrgus antipodarum* nachgewiesen wurde.

Der Flohkrebs *Pontogammarus robustoides* wurde mit 2 Exemplaren im oberen Litoral der  
Plöner Bucht vorgefunden. Bisher sind Funde aus Bundeswasserstrassen und umliegenden  
Seen in Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Sachsen-Anhalt und Niedersachsen  
bekannt (Tittizer et al., 2000, Eggers & Martens, 2001, 2004, Otto, 2005). Es bleibt zu  
überprüfen, ob dies der erste Nachweis von *Pontogammarus robustoides* in Schleswig-  
Holstein ist.



## 5 Diskussion

### 5.1 Probenahme

Der Ekman-Birge-Greifer hat sich als sehr geeignet erwiesen. Ergänzend sollte dieser in Flachwasserbereichen mit einer Führungsstange ausgerüstet werden, damit bei verfestigtem, sandigem Untergrund die Eindringtiefe erhöht werden kann.

Die Entnahme der Sublitoralproben war v.a. dann mit Schwierigkeiten verbunden, wenn die Lage der Probenahmestellen auf steilem Seegrund erfolgen sollte. Die ausgeprägte Topografie der Seegründe beinhaltet oft auf kurzen Distanzen Höhenunterschiede von mehr als 5 m. An diesen steilen Unterwasserhängen fanden sich oft nur Dreissena- und andere Muschelschillbänke, oft in Kombination mit sandigem Untergrund. Darüber hinaus konnte der Greifer an diesen Stellen nur unter großem Wiederholungsaufwand senkrecht im Sediment platziert werden.

Die umfangreiche Anmeldung bei Besitzern und Pächtern im Vorfeld der Exkursion sowie die wiederholte Kontaktierung zum Zeitpunkt der Probenahme war zwar zeitaufwändig, half jedoch sehr, Akzeptanzprobleme zu vermeiden. Im Gegenteil, die angesprochenen Personen (Fischer, Seeigentümer, Angler und Naturschutzbeauftragte) waren durchweg gegenüber den Arbeiten sehr aufgeschlossen. Wiederholt wurde geäußert, dass man an den Ergebnissen der Untersuchung sehr interessiert sei. Es wird deshalb vorgeschlagen, möglichst Email-Adressen der Pächter, Eigentümer usw. zu recherchieren, um ihnen den Ergebnisbericht, evtl. mit einer populärwissenschaftlichen Kurzzusammenfassung der Befunde zu den einzelnen Seen, zuzusenden.

Die Orientierung auf den Seen war teilweise schwierig, weil die bereitgestellten Karten (topografische Karte und Seegrundlinien) nicht in gleichen Maßstäben dargestellt waren. Optimal wäre, die Seekarten mit zusätzlichen Angaben zu Gebäuden, Vegetationseinheiten, Anlegern, Badestellen zu versehen. Wünschenswert wäre auch eine Angabe der Untiefen, die v.a. auf dem Westensee, Großen Plöner See, Ahrensee und Bothkamper See die Sicherheit auf dem Boot erhöhen würde. Darüber hinaus führte bei deren Kenntnis ein Umfahren zu einem zügigeren Arbeitsfortgang.

Sehlendorfer Binnensee und Schwansener See konnten aus Naturschutzgründen nur berudert werden. Insbesondere beim Schwansener See konnten größere Tiefen als 1,1 m nicht gefunden werden (die Seekarte weist noch Tiefen bis 1,2m aus). Beim Sehlendorfer Binnensee sind im Bereich der Verbindung zur Ostsee derartig seichte Flachwasserbereiche, dass die Besatzung aussteigen und das Boot ziehen musste.



## 5.2. Auswertung

Die Berechnung des Trophieindex anhand der Litoralfauna nach Fittkau et al. (1992) muss als Versuch angesehen werden, denn die Erfordernisse für die Anwendung der statistischen Methoden sind mit dem hier vorliegendem Zahlenmaterial nicht gegeben. V. Tümping (1962) nennt als Untergrenze des Probenumfangs 12 Taxa mit einer Abundanzsumme von mindestens 30. Diese Kriterien sind nur selten erreicht.

Bei den Auswertungen nach ökologischen Profilen (Schmedtje & Colling, 1996) fällt auf, dass bei der Auswertung nach Tiefenzonierungen bei den meisten Tiefenprofilen die litoralen Anteile mit der Tiefe nur gering abnahmen oder gar noch zunahmten. Dieses Ergebnis scheint wenig plausibel, da aus der Taxaliste eindeutig hervorgeht, dass Arten mit bekannten Präferenzen für profundale Habitats (*Chironomus plumosus*, *Chaoborus flavicans* etc.) auch ihre Hauptverbreitungen in den Tiefenzonen der untersuchten Seen haben (s. Tiefenverteilung der Arten in Kap. 4.2). Dieses Übergewicht der litoralen Anteile im Profundal ist auf die ökologische Einstufung von *Chaoborus flavicans* zurückzuführen, für den der Hauptschwerpunkt der Verbreitung im Litoral angegeben wird (Litoral 5, Profundal 3, sonstige Zonen 2). Die Berechtigung dieser Einstufung bzw. die Sinnhaftigkeit einer Auswertung für Seen anhand dieser Einstufungskonzeption muss überprüft werden. Der profundale Anteil nimmt dagegen mit größerer Tiefe – ungeachtet des litoralen Anteils – plausibel zu, sodass für die Interpretation der Auswertung letztlich ausschließlich der profundale Anteil zur Feststellung der Tiefenzonen verwendet wurde.

Zu den Probestellen Plö TIII 53-58m, Hd TII 5-7m, 10-12m, 17-19m, 23-25m, 31-33m, 35-38m wurde aufgrund fehlender Zeigertaxa eine Berechnung der ökologischen Profile nach Schmedtje und Colling, 1996) nicht durchgeführt. Die Besiedlungen der Probestellen Plö TII 10-12m, 35-40m, TIII 23-25m, 28-30m, 35-40m, 45-50m (Plöner See) und A TII0,5-1m (Ahrensee) wiesen die Abundanzsumme <30 auf, unterhalb dessen eine Auswertung wenig sinnvoll ist. Dennoch wurden sie versuchsweise in die Auswertung einbezogen, um ggf. plausible Tendenzen aufzuspüren. Die Auswertung war danach zwar wenig verlässlich, ergab jedoch plausible Ergebnisse.

## 5.3 Ergebnisse der Seencharakterisierungen bzw. –bewertungen

Bei der Transektbeprobung waren die Unterschiede zwischen den einzelnen Bewertungsmethoden (litoraler Trophieindex nach Fittkau et al., 1992, BQI nach Wiederholm, 1980, „Trophie-Typ“-Bestimmung nach Saether, 1979) i.a. gering (s. Tab. 9). Durchweg konnten



alle untersuchten Seen als eutroph angesehen werden, wobei der Große Plöner See (besonders Transekt II – Plöner Bucht) eine Tendenz zur Mesotrophie aufwies.

In einer Reihe von Seen (z.B. Westensee) wurde an einigen Transekten das Litoral als "meso- bis eutroph" bewertet, während die Profundalfauna einen eutrophen Zustand angab. Dieser Unterschied könnte einerseits darin begründet liegen, dass die Bewertungen mit unterschiedlichen Methoden ermittelt wurden, die noch feiner aufeinander abgestimmt werden müssen oder dass eine normale Schwankungsbreite der Daten auftrat. Im Übrigen wurden nur im Wardersee-Westbecken die empfohlene Mindestanzahl der verfügbaren Zeigerarten gefunden, wodurch die Sicherheit der Indikation verringert wird. Andererseits wäre auch möglich, dass schlichtweg weniger eutraphente Zeiger die litoralen Seekompartimente des jeweiligen Transektes besiedeln. In jedem Fall ist zu berücksichtigen, dass nur eine einmalige Probenahme durchgeführt wurde und die Auswertung also nur für die vorliegende Zönose gilt. Probenahmen von weiteren Kampagnen würden die Sicherheit erhöhen und die Schwankung der Ergebnisse verringern.

An den Strandseen wurde versuchsweise ebenfalls eine Bestimmung des litoralen Trophieindex nach Fittkau et al. (1992) durchgeführt, da die Berechnung anhand der LACCESS-Auswertungsroutine nicht möglich war (Seetyp ist nicht anwählbar). Während im Hemmelmarker See eine ausreichende Anzahl Zeigertaxa gefunden wurde, damit auch eine Bewertung möglich war und ein plausibles Ergebnis brachte, versagte dagegen am Sehlendorfer Binnensee und am Schwansener See auch diese Bewertungsmethode wegen fehlender eingestufte Zeigertaxa. Diese beiden letztgenannten Gewässer waren geprägt durch eine halobionte Fauna (*Nereis diversicolor*, *Corophium volutator*, *Chironomus salinarius*: s. Samietz, 2001), die in den für Süßwasserseen entwickelten Bewertungssystemen gegenwärtig keine Einstufung haben. In den Sublitoralproben des Hemmelmarker Sees hingegen fand sich eine Gemeinschaft, die fast ausschließlich von Chironomiden gebildet wurde und keine deutlichen Unterschiede zu den Litoralfaunen der bearbeiteten eutrophen Süßwasserseen erkennen ließen. Dieses Ergebnis legt den Schluss nahe, dass der gelegentliche Salzeinfluss aus der Ostsee in den Hemmelmarker See nicht ausreicht, um dort eine halophile Gemeinschaft, sondern vielmehr eine eutraphente Süßwasserzönose zu etablieren. Da die Literaturangaben über den Salzgehalt und die Leitfähigkeit im Wasser dieses Sees – teilweise innerhalb der Literaturreferenz (Nixdorf et al., 2004) – widersprüchlich sind bzw. auf unterschiedlichen momentanen Messungen beruhen (LANU, 2006), erscheint es sinnvoll, die Benthosgemeinschaft als Kriterium für die Seetypcharakterisierung mit einzubeziehen.

Nach den Kriterien der Seentypologie (entspr. Mathes et al., 2003) wird somit vorgeschlagen, den Hemmelmarker See als Typ 14 (kalkreich, relativ kleines Einzugsgebiet, ungeschichtet, Referenzzustand mesotroph nach Nixdorf et al., 2004) oder als Typ 11 (kalkreich, relativ großes Einzugsgebiet, ungeschichtet, Verweilzeit, >30 d, Referenzzustand eutroph nach Nixdorf et al., (2004), wobei in diesem Fall das Kriterium der Einzugsgebietsgröße nicht zuträfe) anzusprechen.



Beim Westensee (Transekt I Westbecken) wurde durch die Fauna im Litoral und Sublitoral ein mesotropher Zustand angezeigt, während die Profundalfauna einen eutrophen Zustand indizierte. Zwar könnte die Bewertung im Litoral auch durch die geringe Anzahl Indikator-taxa fehlerhaft sein, jedoch identifizierte die Berechnung anhand der Sublitoralproben (in denen eine ausreichende Anzahl an Indikator-taxa auftrat) ebenfalls "mesotroph". Die Bewertung ist somit plausibel. Die Benthosbesiedlung könnte auch eine vom Hauptsee unterschiedliche hydrochemische Dynamik der Flachwasserbereiche und Buchten, wie sie Nixdorf et al. (2004) vermuten, widerspiegeln, und zwar deutlicher ausgeprägt und dauerhafter als im Nordbecken. Dass der Unterschied in der Trophiebewertung im Nordbecken zwischen Litoral und Profundal weniger ausgeprägt ist, mag auch eine Folge der von Nixdorf et al. (2004) genannten Umwälzungen im Hauptsee während der eigentlichen Stagnationszeiten aufgrund der instabilen Schichtung sein.

#### 5.4 Vergleich der beiden Untersuchungs- und Auswertungsansätze, Verbesserungsvorschläge

Ein grundsätzlicher Unterschied zwischen den beiden Ansätzen besteht darin, dass das **Sublitoral-Bewertungsverfahren** eine qualitative Wertung beinhaltet, während die anderen Ansätze, die bei dem **Transekt-Bewertungsverfahren** verwendet wurden, - ungeachtet der reichhaltigen Informationen über die ökologischen Funktionen und Zonationen der jeweiligen Seen - lediglich die trophischen Zustände der Seen oder Teilbecken angeben. Das **Sublitoralbewertungsverfahren** (unter Verwendung der Software LACCESS) hat dadurch den Vorteil, dass sie für die Qualitätskontrolle, die nach WRRL gefordert ist, direkt einsetzbar ist. Das Ergebnis des **Sublitoral-Bewertungsverfahrens**, also die "benthosökologische Zustandsklasse" beinhaltet bereits den Vergleich mit dem Referenzzustand, während das Bewertungsverfahren der **Transekte** noch einen Vergleich mit einem Referenzzustand benötigt. D.h. sie müssen noch kalibriert werden, wenn daraus ein mögliches Defizit, eventueller Handlungsbedarf etc. abgeleitet werden soll.

Z.B. wurden sämtliche Seen des **Typs 11** nach dem Sublitoralbewertungsverfahren als benthosökologisch "gut" oder "sehr gut" bewertet, was in Anbetracht des durchweg hoch eutrophen Zustandes der Seen zunächst erstaunlich erscheint. Die morphometrischen Referenzzustände für diesen Typ sind allerdings ebenfalls "eutroph", für den Wardersee sogar "polytroph". Damit besteht keine wesentliche Abweichung vom potentiell natürlichen Zustand. Am Wardersee und Bothkamper See wurden durch die Berechnungsroutine LACCESS Fehlermeldungen ausgegeben, deren Ursachen nachgeprüft werden sollten. Möglicherweise war die Zahl der verwendbaren Taxa zu gering.



Die Seen und deren Becken der anderen **Typen 10, 13 und 14** wurden anhand der Erfassungen nach dem Transektbewertungsverfahren ebenfalls i.a. als eutroph angesprochen. Allerdings ist der morphologische Referenzzustand mesotroph oder oligotroph (z.B. Größer Plöner See). Damit ergaben sich mit der LACCESS-Auswertung benthosökologische Zustandsklassen von "schlecht" oder "unbefriedigend", die Handlungsbedarf andeuten.

Die Bewertung anhand des **Sublitoralverfahrens** brachte im allgemeinen plausible Ergebnisse. Allerdings wirft die nähere Betrachtung der Datengrundlage, also der verwendeten Metrics, Fragen auf:

- Bei Seetyp 13 ist der Anteil an Odonata ein Bestandteil für die Berechnung des multimetrischen Index. Allerdings wurde bei dieser Untersuchung keine einzige Libelle gefunden, weder im Großen Plöner See (Typ 13) noch in einem anderen See. Es ist aber unwahrscheinlich, dass in diesen Gewässern diese Organismengruppe keine Rolle spielen sollte. Wahrscheinlich ist die verwendete Sammelmethode (Bodenproben mittels eines Greifers) nicht dazu geeignet, die Odonatenfauna repräsentativ zu erfassen, da auch in den Litoralproben keine Libellenlarven gefangen wurden. Ebenso wurden in der Vorjahresuntersuchung nur zwei Exemplare gefunden (s. Otto, 1995). Vor diesem Hintergrund ist es somit zweifelhaft, ob dieser Metric zur Berechnung des multimetrischen Index herangezogen werden darf oder überhaupt als Metric einen Sinn macht, auch wenn er mit verschiedenen Belastungsarten korreliert war. Am Beispiel Großer Plöner See sollte geprüft werden, ob die Herausnahme des Odonata-Metric (aus probenahmetechnischen Gründe) zu einer wesentlichen Veränderung der benthosökologischen Zustandsklasse führen würde. Wäre dies der Fall, wäre auch die gegenwärtige Bewertung als unrichtig zu betrachten.
- Ein weiterer fraglicher Metric ist der Anteil "Strömungsindifferente". In der beprobten sublitoralen Wassertiefe spielen Wasserströmungen (im Vergleich zu Fließgewässern) keine Rolle, höchstens langsame Umwälzungs Vorgänge. Es erscheint somit sehr fraglich, ob die Einbeziehung dieses Metric sinnvoll ist, um die Benthosökologie und damit eine plausible Zustandsklasse zu beschreiben.

Zwar wurden lt. Zenker et al. (2005: 34) nach einer Expertendiskussion in ihrem Sinn zweifelhaft, wenn auch korrelierte Metrics von der Berechnung im multimetrischen Index ausgeschlossen. Doch sollten die gegenwärtig verwendeten Metrics noch einmal einer Prüfung nach sowohl inhaltlichen als auch methodischen Kriterien unterzogen werden. Insbesondere muss darauf geachtet werden, inwiefern die Sammelmethode selektiv bestimmte Organismengruppen, die unter Umständen für die Benthosökologie bezüglich Stoffumsatz und Struktur eine erhebliche Rolle spielen, erfasst oder auch ausschließt. So kann vermieden werden, dass Metrics, die anhand eines Datensatzes aus unterschiedlichen Sammlungsmethoden durch Korrelation mit Belastungen gefunden werden, zu möglicherweise irreführenden



Gewichtungen in den Bewertungsergebnissen führen, wenn nur eine spezielle, selektive Sammelmethode (hier Bodengreifer) angewendet wird.

Allgemein ist zu anzumerken, dass die Wertungen der Zustandsklassen mit dem (anhand des Transekt-Bewertungsverfahrens) indizierten Trophiezustand zunächst nicht zu vergleichen ist, denn die Seen des Typs 11 werden in ihren Referenzzuständen bereits als eutroph angesehen. Eine "Verbesserung" der benthosökologischen Zustandsklassen wäre somit gar nicht möglich. Dagegen wäre eine Entwicklung der Gewässer der anderen Typen zu mesotrophen oder oligotrophen (Großer Plöner See) Referenzzuständen möglich und müsste durch das Transekt-Bewertungsverfahren dann auch angezeigt werden. Das Ergebnis des Sublitoralbewertungsverfahrens, also die "benthosökologische Zustandsklasse" beinhaltet bereits den Vergleich mit dem Referenzzustand, während die Bewertungen des Transektbewertungsverfahrens noch einen Vergleich mit einem Referenzzustand benötigen. D.h. sie müssen noch kalibriert werden, wenn daraus ein mögliches Defizit, eventueller Handlungsbedarf etc. abgeleitet werden soll.

Der Vorteil des **Transektbewertungsverfahrens** liegt darin, dass sie über jeden einzelnen See oder seine Teilbecken Informationen individuell darüber liefert, wie der "schlechte" oder "unbefriedigende" Zustand aussieht, d.h. wie die Zönosen in den einzelnen Tiefenzonen und Seeteile charakterisiert sind. Diese Informationen sind bei der Seerestaurierung von besonderem Interesse. Sie zeigen, in welchem Kompartiment des Sees und in welcher Zone die Biozönose sich am deutlichsten und schnellsten verändert. Diese Information gibt also Aufschluss über Verlauf, Ort und Tempo der Regeneration. Z.B. kann durch ein Monitoring typischer Indikatorarten wie *Chironomus plumosus*, *Ch. anthracinus* oder *Chaoborus flavicans* entlang eines Transektes die Dynamik, Richtung und Nachhaltigkeit einer Veränderung (z.B. Restaurierungsmaßnahme) während der Regenerationsphase mit geringem Aufwand beobachtet werden. Dagegen ist das **Sublitoralbewertungsverfahren** vergleichsweise aufwändig und liefert diese Differenzierung nicht bzw. benutzt für die Berechnung der Zustandsklasse verschiedene Einzelmetrices für die jeweiligen Seetypen. Dies erschwert einen direkten Vergleich der Details.

Die Erfassung und Beobachtung der Fauna entlang eines Transektes wäre eine präzisere Methode des Monitorings, jedoch möglicherweise auf eine geeignete Tiergruppe zu beschränken, um den Bearbeitungsaufwand niedrig zu halten. Dazu bieten sich die Chironomiden und/oder die Oligochaeten an, da sie über alle Tiefenzonen verteilt sind. Die Bewertungsmethoden dafür wurden im Prinzip schon entwickelt. Allerdings fehlt noch eine regionale Validierung.

Die Bewertung der drei Strandseen war anhand der verwendeten und vorliegenden Auswertungsmethoden (Transekt- und Sublitoralansatz) mit Problemen behaftet. Deren Ergebnisse sollen im Folgenden diskutiert werden.



Für den Hemmelmarker See, der zunächst in der Aufgabenbeschreibung des Auftrags als Sondertyp (Strandsee) angegeben wurde, bot sich nach der Identifikation als Süßgewässer (s. oben, Kap. 5.3) eine versuchsweise Auswertung mit LACCESS an (Tab. 9). Unter Verwendung des Seentyps 14 als Referenz ergab sich für dieses Gewässer eine "schlechte" benthosökologische Zustandsklasse (5), dagegen unter Verwendung von Typ 11 als Referenz eine "sehr gute" benthosökologische Zustandsklasse (1). Somit muss der potentiell natürliche Referenzzustand vor einer endgültigen WRRL-konformen Bewertung noch ermittelt werden. Auf jeden Fall ist der Einfluss des gelegentlich einströmenden Ostseewassers auf die Benthoszönose so gering, dass der Hemmelmarker See ökologisch als Süßgewässer angesehen werden kann.

Für die beiden Salzseen Sehlendorfer Binnensee und Schwansener See waren die angewendeten Untersuchungsmethoden nicht geeignet, um Aussagen über Belastung und/oder Handlungsbedarf zu machen (Tab. 9). Einerseits war die Bewertung nach LACCESS nicht möglich, da kein Referenzzustand für diese Gewässer definiert ist und somit nicht eingegeben werden konnte. Andererseits fehlten zur Anwendung der anderen Bewertungsmethoden genügend Indikatorarten. Eine Literaturrecherche zur Bewertungspraxis von Strandseen erbrachte im gegebenen Rahmen keine zielführenden Ergebnisse. Offensichtlich ist darüber wenig bekannt. Es ist zu prüfen, inwieweit der Vorschlag für die Küstengewässerbewertung von Gosselck & Hübner (2005) und die dafür entwickelte Software BESO-BENTH auch für die schleswig-holsteinischen Strandseen zu verwenden ist und ggf. angepasst werden kann.

Andererseits konnten die erfassten Benthoszönosen eindeutig belegen, dass diese Strandseen im Unterschied zu den Binnenseen und der Hemmelmarker See eindeutig Meeres- oder Brackwassercharakter haben. Für eine detaillierte Auswertung kämen möglicherweise ähnliche Metrics wie bei LACCESS in Frage (z.B. Verhältnis Chironomidae/Tubificidae), die bei Untersuchungen mariner Habitats und Ästuare eingesetzt werden. Allerdings fehlt dafür wahrscheinlich ein Referenzzustand und eine Skalierung. Beides müsste in einer gesonderten Untersuchung erarbeitet werden.



## 6 Literatur

### 6.1 Bestimmungsliteratur

- Bauernfeind, E. & Humpesch, U. H. (2001): Die Eintagsfliegen Zentraleuropas (Insecta: Ephemeroptera): Bestimmung und Ökologie. - Wien, 239 pp.
- Biro, K. (1988): Kleiner Bestimmungsschlüssel für Zuckmückenlarven (Diptera: Chironomidae) - Wasser und Abwasser Suppl. 1/88: 329 pp.
- Brinkhurst, R. O. (1971): A guide for the identification of British Oligochaeta. - Freshwat. Biol. Ass. Sci. Publ. 22: 55 pp.
- Brohmer, P. (1979). Die Fauna von Deutschland. – Quelle & Meyer, Heidelberg, 14. A., 581 pp.
- Castagnolo, L., Franchini, D. & Giusti, F. (1980): Bivalvi (Bivlavia). – Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane, consiglio nazionale delle ricerche, 64 pp.
- Cranston, P.S. (1982): A key to the larvae of the British Orthocladiinae (Chironomidae). – Ambleside, Freshw. Biol. Ass. Sci. Publ. 45, 152 pp.
- Dahl, F. (1971): Annelida, Borstenwürmer, Polychaeta. In: Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile. 58. Teil. Fischer Verlag, Jena.
- DeHaas, W. & Knorr, F. (1990): Was lebt im Meer an Europas Küsten? – Müller Rüschklikon, Cham, 390 S.
- Edington, J.M. & Hildrew, A.G. (1981): Caseless caddis larvae of the British Isles. - Freshw. Biol. Ass. Scientif. Publ. No. 43, 86 pp.
- Edington, J.M. & Hildrew, A.G. (1995): A revised key to the Caseless Caddis larvae of the British Isles with notes on their ecology. - Freshwat. Biol. Ass. Sci. Publ. 53: 134 pp.
- Eggers, T.O. & Martens, A. (2001): Bestimmungsschlüssel der Süßwasser-Amphipoda (Crustacea) Deutschlands. – Dinkelscherben, Lauterbornia 42: 68 pp.
- Eggers, T.O. & Martens, A. (2004): Ergänzungen und Korrekturen zum „Bestimmungsschlüssel der Süßwasser-Amphipoda (Crustacea) Deutschlands“. – Dinkelscherben, Lauterbornia 50: 13 pp.
- Elliott, J.M. (1977): British Freshwater Megaloptera and Neuroptera: A key with ecological notes. – Ambleside, Freshwater Biological Association, Scientific Publication 54: 68 pp.
- Elliott, J.M., Humpesch, U.H. & Macan, T.T. (1988): Larvae of the British Ephemeroptera: A key with ecological notes. - Freshw. Biol. Ass. Sci. Publ. 49: 145 pp.
- Elliott, J.M., & Mann, K.H. (1979): A key to the larvae british freshwater LEECHES. - Freshwater Biology 40: 72 pp.
- Freude., H., Harde, K.W. & Lohse, G.A. (1979): Die Käfer Mitteleuropas. – Göcke & Evers Verlag, Krefeld, 367 pp.
- Geiger, H.J, Rysler, H.M. & Scholl, A. (1978): Bestimmungsschlüssel für Larven von 18 Zuckmückenarten der Gattung *Chironomus* Meig. (Diptera, Chironomidae). - Mitt. Natf. Ges. Bern N. F. 35: 89-106.
- Glöer P. & Meier-Brook, C. (1998): Süßwassermollusken. Ein Bestimmungsschlüssel für die Bundesrepublik Deutschland (12. Auflage). - Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtung (Hrsg.), Hamburg, 136 pp.
- Glukhova, V.M. (1977): Midge of the family Ceratopogonidae (synonym Heleidae). - In: KUTIKOVA, L.A. & STARABOGOTOV, Y.I. (eds.): Determination of the Freshwater Invertebrates of the European Regions of the USSR (Plankton and Benthos), Leningrad: "Hydrometeo" Publisher, 431-457.
- Grosser, C. (2000): Beschreibung von *Trocheta haskonis* n. sp. (Hirudinea – Erpobdellidae) aus Sachsen-Anhalt. – Lauterbornia 38, Dinkelscherben, S. 29-36.
- Grosser, C. (2003): Erstnachweis von *Dina apathyi* (Hirudinea – Erpobdellidae) in Deutschland. – Lauterbornia 47, Dinkelscherben, S. 59-63.
- Grosser, C. (2006): Bestimmung der Süßwasseregeln. – [www.hirudinea.de](http://www.hirudinea.de), 13.07.2006
- Gruner, H.E. (1966): Krebstiere oder Crustacea – 5. Isopoda Lgg. 2. - In: DAHL, F., SCHUMANN, H. (Hrsg.) & Blank, S.M. (Hrsg.): Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile nach ihren Merkmalen und nach ihrer Lebensweise. - Jena: Fischer, 151 - 380.
- Janecek, B. (2003): Kursunterlagen zu FAUNA AQUATICA AUSTRIACA - Taxonomie und Ökologie aquatischer wirbelloser Organismen: Teil V – Chironomidae (Zuckmücken) – Larven. Universität für Bo-



- denkultur, Abteilung Hydrobiologie im Auftrag des Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft Wien, 128 pp.
- Janke, K. & Kremer, B. (1988): Düne, Strand und Wattenmeer: Tiere und Pflanzen unserer Küsten. – Stuttgart, Franckh, 319 pp.
- Klausnitzer, B. (1984): Käfer im und am Wasser. – Die neue Brehm-Bücherei, A. Ziemsen Verlag, Wittenberg Lutherstadt, 148 pp.
- Klink, A.G. & Moller-Pillot, H.K.M. (2003): Chironomidae Larvae. Key to the higher taxa and species of lowlands of Northwestern Europe. – ETI CD.
- Langton, P.H. (1991): A key to Pupal Exuviae of West Palaearctic Chironomidae. - P.H. Langton, Cambridgeshire, 386 pp.
- Martini, E. (1931): Chaoboridae. - Fliegen der palaearkt. Reg. 3 (11/12): 398 pp.
- Moller-Pillot, H.K.M. (1984 a): De Larven der Nederlandse Chironomidae (Diptera) (Inleiding, Tanypodinae & Chironomini). - Nederl. faun. Meded., 1A: 277 pp.
- Moller-Pillot, H.K.M. (1984 b): De Larven der Nederlandse Chironomidae (Diptera) (Orthoclaadiinae sensu lato). - Nederl. faun. Meded. 1B: 175 pp.
- Nesemann, H. (1993): Bestimmungsschlüssel für mitteleuropäische Egel der Familie Erpobdellidae BLANCHARD 1894 (Hirudinea). In: Lauterbornia 13: 37-60. Dinkelscherben.
- Peus, F. (1934): Zur Kenntnis der Larven und Puppen der Chaoborinae (Corethrinae auct.). – Morphologie, Ökologie, Entwicklungsbiologie. – Arch. Hydrobiol. 27: 641-668.
- Pitsch, T. (1993): Zur Larvaltaxonomie, Faunistik und Ökologie mitteleuropäischer Fließwasser-Köcherfliegen (Insecta: Trichoptera). -Landschaftsentwicklung und Umweltforschung S 8: 316 pp.
- Reynoldson, T.B. (1978): A key to the British species of Freshwater Triclad. in: Scientific Publication No. 23, Freshwater Biological Association, FBA, Ambleside.
- Rivosecchi, L. (1984): Ditteri (Diptera). – Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane No. 28, Consiglio Nazionale delle Ricerche, 177 pp.
- Saether, O.A. (1970): Nearctic and Palaearctic Chaoborus (Diptera: Chaoboridae). - Bull. Fish. Res. Bd. Canada 174: 57 pp.
- Saether, O.A. (1972): VI. Chaoboridae. - Binnengewässer 26: 257-280.
- Saether, O.A. (2002): Insecta: Diptera: Chaoboridae. - In: SCHWOERBEL, J. & ZWICK, P. (Hrsg.): Süßwasserfauna von Mitteleuropa 21/10: 1-38.
- Sauter, G. (1995): Bestimmungsschlüssel für die in Deutschland verbreiteten Arten der Familie Tubificidae mit besonderer Berücksichtigung von nicht geschlechtsreifen Tieren. – Lauterbornia 23: 52 pp.
- Savage, A.A. (1989): Adults of British aquatic Hemiptera Heteroptera. - Freshw. Biol. Ass. Scientif. Publ. No. 50, 173 pp.
- Schmedtje, U. & Kohmann, F. (1992): Bestimmungsschlüssel für die Saprobier-DIN-Arten (Makroorganismen). 2., überarb. Auflage. - Informationsberichte d. Bayer. Landesamtes f. Wasserwirtschaft München, H. 2/88, 274 pp.
- Schmid, P.E. (1993): A key to the larval Chironomidae and their instars from the Danube Region streams and rivers with particular reference to a numerical taxonomic approach. Part I. Diamesinae, Prodiamesinae and Orthoclaadiinae. - Wasser und Abwasser, Suppl. 3: 514 pp.
- Schoenemund, E. (1930): Ephemeroptera. - In: Dahl, F. (Hrsg.) Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile 19: 106 pp.
- Sedlak, E. (1985): Bestimmungsschlüssel für mitteleuropäische Köcherfliegenlarven (Insecta, Trichoptera). Bundesanstalt für Wassergüte des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Wien.
- Stichel, W. (1955): Illustrierte Bestimmungstabellen der Wanzen. II. Europa (Hemiptera-Heteroptera Europae). 1. Heft. – Berlin, 168 pp.
- Stresemann, E. (Hrsg.) (1983-1994): Exkursionsfauna. Band 1, 2.1 und 2.2. Berlin.
- Studemann, D., Landolt, P., Sartori, M., Hefli, D. & Tomka, I. (1992): Ephemeroptera. - Insecta Helvetica Fauna 9: 175 pp.
- Vallenduuk, H.J. & Moller-Pillot, H.K.M. (1999): Key to the Larvae of *Chironomus* in Western Europe. - Lelystad, 18 pp.
- Vallenduuk, H.J. (1999): Key to the Larvae of *Glyptotendipes* Kieffer (Diptera, Chironomidae) in Western Europe. - Schijndel, 46 pp.
- Wallace, I. D., Wallace, B. & Philipson, G. N., (1990): Keys to the case-bearing caddis larvae of Britain and Ireland. - Freshwat. Biol. Ass. Publ., 61: 259 pp.
- Waringer, J. & Graf, W. (1997): Atlas der österreichischen Köcherfliegenlarven unter Einschluss der angrenzenden Gebiete. - Wien, 286 pp.
- Waringer, J. & Graf, W. (2000): Ergänzungen und Berichtigungen zum „Atlas der österreichischen Köcherfliegenlarven unter Einschluss der angrenzenden Gebiete“. - Wien, 18 pp.



- Wiederholm, T. (ed.) (1983): Chironomidae of the Holarctic region. Keys and diagnosis. Part 1. Larvae. - Ent. scand. Suppl. 19: 457 pp.
- Wiederholm, T. (Hrsg.) (1986): Chironomidae of the Holarctic region. Keys and diagnosis. Part 2 – Pupae. - Ent. scand. Suppl. 28: 482 pp.

## 6.2 Weitere Literatur

- AQEM (2005): Operationelle Taxaliste. – [www.fliessgewaesserbewertung.de](http://www.fliessgewaesserbewertung.de)
- Baier, B. & Zenker, A. (2004): Leitbildbezogenes Bewertungsverfahren für Makrozoobenthos in stehenden Gewässern. Abschlussbericht 2004. – Stuttgart.
- Brinkmann, R. & Reusch, H. (1998): Zur Verbreitung der aus dem norddeutschen Tiefland bekannten Ephemeroptera- und Plecoptera-Arten (Insecta) in verschiedenen Biotoptypen. - Braunschweiger Naturkundliche Mitteilungen 5 (3): 531-540
- Brinkmann, R. & Speth, S. (1999): Eintags-, Stein- und Köcherfliegen Schleswig-Holsteins und Hamburgs - Rote Liste. - Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig Holstein, Flintbek, 44 pp.
- Colling, M. & Schmedtje, U. (1996): Ökologische Typisierung der aquatischen Makrofauna. - Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft 4/96: 543pp.
- Fittkau, E.J., Colling, M., Hess, M., Hofmann, G., Orendt, C., Reiff, N. & Riss, H.W. (1992): Biologische Trophieindikation im Litoral von Seen, - Informationsber. Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft 7: 184 pp.
- Fittkau, E.J., Colling, M., Hess, M., Hofmann, G., Orendt, C., Reiff, N. & Riss, H.W. (1993): Biologische Trophieindikation im Litoral von Seen, - Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft Materialien 31: 173 pp.
- Gosselck, F & Hübner, J. (2005): Bewertung der biologischen Bewertungskomponente Makrozoobenthos in den Küstengewässern der Ostsee. – Limnologie aktuell Bd. 11: 164-175 (Stuttgart).
- Koperski, P. (2006): Relative importance of factors determining diversity and composition of freshwater leech assemblages (Hirudinea, Clitellata): a metaanalysis. – Stuttgart, Arch Hydrobiol. 166: 325-341.
- LANU (2006): Umweltbericht des Landes Schleswig-Holstein – Seen. – [www.umweltdaten.landsh.de](http://www.umweltdaten.landsh.de)
- Mathes, J., Plambeck, G. & Schaumburg, J. (2005): Die Typisierung der Seen in Deutschland zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie. – Stuttgart, Limnologie aktuell 11: 28-36.
- Mauch, E., Kohmann, F., Sanzin, W. (1985): Biologische Gewässeranalyse in Bayern. - Informationsberichte Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft 1/85, 254 pp.
- Moog, O. (ed.)(1995): Fauna Aquatica Austriaca. - Wasserwirtschaftskataster, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft Wien, lose Blattsammlung.
- Naumann, E. (1932): Grundzüge der regionalen Limnologie. - Binnengewässer 11: 1-176.
- Otto, C.-J. (2003): Benthosuntersuchungen zur Vorbereitung der Anwendung biozönotischer Bewertungen gemäß der Wasserrahmenrichtlinie an 12 Seen 2003. - unveröff. Gutachten, Flintbek.
- Otto, C.-J. (2005): Benthosuntersuchungen zur Vorbereitung der Anwendung biozönotischer Bewertungen gemäß der Wasserrahmenrichtlinie an 9 Seen 2005. - unveröff. Gutachten, Flintbek.
- Reiss, F. & Fittkau, E.J. (1971): Taxonomie und Ökologie europäisch verbreiteter *Tanytarsus*-Arten (Chironomidae, Diptera). - Arch. Hydrobiol. Suppl. 40, 75-200.
- Reusch, H. & Brinkmann, R. (1998): Zur Kenntnis der Präsenz der Trichoptera- Arten in limnischen Biotoptypen des norddeutschen Tieflandes. - Lauterbornia 34: 91-103.
- Rödiger, S. (2003): Untersuchung der Makrozoobenthosgemeinschaft des Stettiner Haffs (südliche Ostsee) vor dem Hintergrund der EU-Wasserrahmenrichtlinie. – Universität Duisburg-Essen, Diplomarbeit, 91 pp.
- Saether, O.A. (1979): Chironomid communities as water quality indicators. - Holarctic Ecology 2: 65-72.
- Samietz, R.(2001): Salzliebende Zuckmücken am Solgraben bei Artern (Thüringen). - Halophila (Mitt.bl. FG Faun.- u. Ökol., Staßfurt) 42: 14-15.
- Schwoerbel, J. (1980): Einführung in die Limnologie. – Gustav Fischer, Stuttgart, 196 S.
- Shannon, C.E. & Weaver, W. (1949): The mathematical theory of communication. - Urbana Ill. Univ. Illinois Press, 117 pp.
- Thienemann, A. (1922): Die beiden *Chironomus*-Arten im Tiefland der Norddeutschen Seen. - Arch. Hydrobiol. 13: 108-143.
- Thienemann, A. (1925): Die Binnengewässer Mitteleuropas. - Binnengewässer 1: 1-255.



- Thienemann, A. (1954): Chironomus. Leben, Verbreitung und wirtschaftliche Bedeutung der Chironomiden. - Binnengewässer 20: 834 pp.
- Tümping, W. v. (1962): Statistische Probleme der biologischen Gewässerüberwachung. – Wasserwirtschaft – Wassertechnik 12: 353-35
- Wiederholm, T. (1973): Bottom fauna as an indicator of water quality in Sweden`s lakes. - Ambio 2: 107-110.
- Wiederholm, T. (1980): Use of benthos in lake monitoring. - Journal of the water Pollution Control Federation 52: 537-547.
- Wiese, V. (1990): Rote Liste der in Schleswig-Holstein gefährdeten Land- und Süßwassermollusken. - Landesamt für Naturschutz und Landschaftspflege, Kiel, 32 pp.
- Wiese, V. (1991): Atlas der Land- und Süßwassermollusken in Schleswig-Holstein. - Landesamt für Naturschutz und Landschaftspflege, Kiel, 251 pp.
- Ziegler, W., SUIKAT, R. & GÜRLICH, S. (1994): Rote Liste der in Schleswig-Holstein gefährdeten Käferarten. - Kiel, 96 pp.
- Zöfel, P. (1985): Statistik in der Praxis. – UTB für Wissenschaft, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 427 pp.



## 7 Anhang

Anhang A – Tabelle: Trophiebewertung nach Saether (1979) - Profundal

Anhang B – Tabelle: Trophieindex nach Fittkau et al. (1992) - Litoral

Anhang C – Tabelle: Benthos Quality Index nach Wiederholm (1980) - Profundal

Anhang D – Fotos von Transekten und Sedimenten



## Anhang A – Trophiebewertung nach Saether (1979)

Tab. Anhang A: Trophiebewertung nach Saether (1979), Profundal, mit Fundzahlen der Indikatortaxa; Skala von alpha-oligotroph bis omikron-eutroph; () = Tiefenstufe kein echtes Profundal

Probestelle	Bewertung nach Saether (1979)	Indikatortaxon (Anzahl Funde)			Bemerkung
		<i>Chironomus plumosus</i> gr.	<i>Chironomus anthracinus</i>	<i>Procladius</i> sp.	
Bk_TI_2-4m	(o-eutroph)	32	0	0	kein Profundal
Hm_TI_6m	(o-eutroph)	0	0	6	kein echtes Profundal
Bo_TII_5-6m	(xi-eutroph)	2	0	8	kein echtes Profundal
Plö_TII_17-19m	ny-eutroph	16	124	17	
Plö_TII_23-25m	ny-eutroph	8	49	1	
Plö_TII_28-30m	ny-eutroph	12	66	0	
Plö_TIII_17-19m	ny-eutroph	20	27	11	
Plö_TIII_23-25m	ny-eutroph	2	4	5	
Plö_TIII_28-30m	ny-eutroph	1	0	2	
Plö_TII_35-40m	o-eutroph	0	10	0	
Plö_TIII_35-40m	o-eutroph	0	0	0	
Plö_TIII_45-50m	o-eutroph	0	0	0	
Plö_TIII_53-58m	o-eutroph	0	0	0	
Hd_TII_17-19m	o-eutroph	0	0	0	
Hd_TII_23-25m	o-eutroph	0	0	0	
Hd_TII_31-33m	o-eutroph	0	0	0	
Hd_TII_35-38m	o-eutroph	0	0	0	
A_TI_9m	xi-eutroph	21	0	5	
A_TII_9-10m	xi-eutroph	36	0	23	
Bo_TI_8m	xi-eutroph	12	0	17	
Plö_TI_17-19m	xi-eutroph	36	2	2	
Plö_TI_23-25m	xi-eutroph	16	1	1	
Plö_TI_28-30m	xi-eutroph	6	0	1	
Plö_TIII_10-12m	xi-eutroph	12	0	7	
St_TI_9-10m	xi-eutroph	78	0	3	
St_TI_14-15m	xi-eutroph	51	0	16	
Wa_TI_9-10m	xi-eutroph	36	0	6	
Wa_TII_8m	xi-eutroph	5	0	31	
Wes_TI_10-12m	xi-eutroph	78	0	61	
Wes_TI_15-17m	xi-eutroph	31	0	2	
Wes_TII_10-12m	xi-eutroph	15	0	41	
Wes_TII_14-16m	xi-eutroph	12	0	32	



## Anhang B – Trophieindex nach Fittkau et al. (1992)

Tab. Anhang B: Trophieindex TI (Litoral) nach Fittkau et al. (1992)

Sublitoral	TI (je Tiefenstufe)	Trophiestufe	Streuung einzelne Tiefenstufe	Anzahl eingestufte Taxa	Frequenzsumme eingestufte Funde
<b>A</b>	<b>4,38</b>	<b>eutroph</b>	<b>0,02</b>	<b>14</b>	<b>221,9</b>
A B1	4,40	eutroph	0,02	14	209,2
A B2	4,36	eutroph	0,02	8	232,7
<b>Bk</b>	<b>4,54</b>	<b>eutroph</b>	<b>0,01</b>	<b>3</b>	<b>195,4</b>
Bk B1	4,50	eutroph	0,01	3	226,4
Bk B2	4,59	eutroph	0,00	2	164,3
<b>Bl</b>	<b>4,30</b>	<b>eutroph</b>	<b>-</b>	<b>1</b>	<b>1,0</b>
<b>Bo</b>	<b>4,22</b>	<b>eutroph</b>	<b>0,03</b>	<b>7</b>	<b>401,3</b>
Bo B1	4,20	eutroph	0,02	7	677,1
Bo B2	4,37	eutroph	0,02	7	125,4
<b>Hd</b>	<b>3,41</b>	<b>mesotroph</b>	<b>0,04</b>	<b>13</b>	<b>354,4</b>
Hd B1	3,33	mesotroph	0,03	9	438,6
Hd B2	3,53	meso- bis eutroph	0,05	10	269,4
<b>Hm</b>	<b>4,14</b>	<b>eutroph</b>	<b>0,04</b>	<b>12</b>	<b>119,1</b>
<b>Plö</b>	<b>3,97</b>	<b>meso- bis eutroph</b>	<b>0,02</b>	<b>29</b>	<b>528,4</b>
Plö B1	3,99	meso- bis eutroph	0,02	24	375,2
Plö B2	3,80	meso- bis eutroph	0,04	22	197,6
Plö B3	4,02	eutroph	0,03	21	484,0
<b>SeB</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>St</b>	<b>3,91</b>	<b>meso- bis eutroph</b>	<b>0,04</b>	<b>18</b>	<b>243,0</b>
<b>Sw</b>	<b>3,40</b>	<b>mesotroph</b>	<b>-</b>	<b>1</b>	<b>0,1</b>
<b>Wa</b>	<b>4,18</b>	<b>eutroph</b>	<b>0,09</b>	<b>6</b>	<b>40,8</b>
Wa B1	4,29	eutroph	0,07	3	40,0
Wa B2	4,09	eutroph	0,11	7	42,6
<b>Wes</b>	<b>3,46</b>	<b>mesotroph</b>	<b>0,05</b>	<b>17</b>	<b>147,6</b>
Wes B1	3,29	mesotroph	0,03	14	193,1
Wes B2	3,76	meso- bis eutroph	0,07	14	102,1



## Anhang C – Benthos Quality Index nach Wiederholm (1980)

Tab. Anhang C: Benthos Quality Index nach Wiederholm (1980), Profundal; in den Profundalzonen anderer Seen war keines der Indikatortaxa zu finden => keine Berechnung möglich; Skala von 5 (oligotroph) bis 1 (eutroph)

Probestelle/Tiefenstufe	BQI nach Wiederholm (1980)	Anzahl Funde		Bemerkung
		<i>Chironomus anthracinus</i>	<i>Chironomus plumosus</i>	
A_TI_9m	1,0	0	21	
A_TII_9-10m	1,0	0	36	
Bo_TI_8m	1,0	0	12	schon echtes Profundal?
Bo_TII_5-6m	1,0	0	2	kein echtes Profundal
Bk_TI_2-4m	1,0	0	32	
Plö_TI_10-12m	1,0	0	103	
Plö_TI_17-19m	1,1	2	36	
Plö_TI_23-25m	1,1	1	16	
Plö_TI_28-30m	1,0	0	6	
<b>Plö TI Prof</b>	<b>1,0</b>	<b>3</b>	<b>161</b>	
Plö_TII_10-12m	1,0	0	3	
Plö_TII_17-19m	1,9	124	16	
Plö_TII_23-25m	1,9	49	8	
Plö_TII_28-30m	1,8	66	12	
Plö_TII_35-40m	2,0	10	0	
<b>Plö TII Prof</b>	<b>1,9</b>	<b>249</b>	<b>39</b>	
Plö_TIII_10-12m	1,0	0	12	
Plö_TIII_17-19m	1,6	27	20	
Plö_TIII_23-25m	1,7	4	2	
Plö_TIII_28-30m	1,0	0	1	
Plö_TIII_35-40m	-	0	0	
Plö_TIII_45-50m	-	0	0	
Plö_TIII_53-58m	-	0	0	
<b>Plö TIII Prof</b>	<b>1,5</b>	<b>31</b>	<b>35</b>	
Hm_TI_2-4m	1,0	0	51	
<b>Hm TI 6m</b>	-	0	0	
Hd_TI_2-4m	1,0	0	8	
Hd_TII_10-12m	-	0	0	
Hd_TII_17-19m	-	0	0	
Hd_TII_23-25m	-	0	0	
Hd_TII_31-33m	-	0	0	
Hd_TII_35-38m	-	0	0	
<b>HD II Prof.</b>	-	0	0	
St_TI_9-10m	1,0	0	78	
St_TI_14-15m	1,0	0	51	
<b>St I Prof.</b>	<b>1,0</b>	<b>0</b>	<b>129</b>	
Wa_TI_9-10m	1,0	0	36	
Wa_TII_8m	1,0	0	5	schon echtes Profundal?



Probestelle/Tiefenstufe	BQI nach Wiederholm (1980)	Anzahl Funde		Bemerkung
		<i>Chironomus anthracinus</i>	<i>Chironomus plumosus</i>	
Wes_TI_10-12m	1,0	0	78	
Wes_TI_15-17m	1,0	0	31	
<b>Wes I Prof</b>	<b>1,0</b>	0	109	
Wes_TII_10-12m	1,0	0	15	
Wes_TII_14-16m	1,0	0	12	
<b>Wes II Prof</b>	<b>1,0</b>	0	27	



## Anhang D – Transektfotos