

Typisierung und Leitbildentwicklung von Seen des Landes Brandenburg anhand des Makrozoobenthos



Projekt- Endbericht



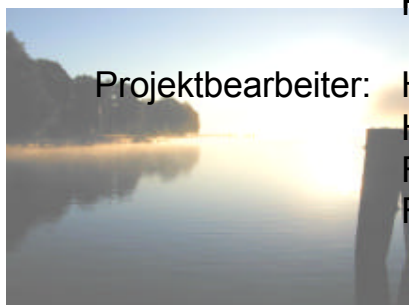
Auftraggeber: Landesumweltamt Brandenburg, Ref. W5
Fachl. Betreuung: Herr Dipl. Päd. Jörg Schönfelder



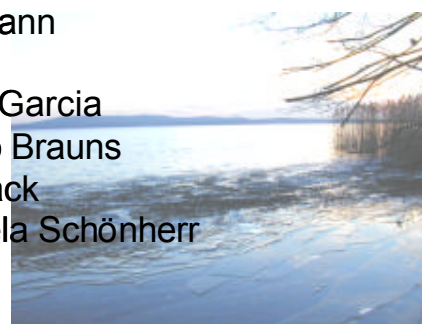
Auftragnehmer: Leibniz-Institut für Gewässerökologie und
Binnenfischerei im Forschungsverbund Berlin e. V.
Müggelseedamm 301, 12587 Berlin
Abt. Limnologie von Flusseen



Projektleiter: Herr Prof. Dr. Norbert Walz
Herr Dr. Martin Pusch
Herr Dr. Rainer Brüggemann



Projektbearbeiter: Herr Dr. Xavier-François Garcia
Herr Dipl.-Ing. (FH) Mario Brauns
Frau Dipl. Biol. Steffi Noack
Frau Dipl. Geogr. Michaela Schönherr



Berlin, den 30. November 2002

Inhalt

	Seite
1. Einleitung	1
1.1 Veranlassung	1
1.2 Grundsätzliche Vorgehensweise	2
1.3 Geologisch bedingte Seentypen Brandenburgs	2
2. Methoden	5
2.1 Probenahme	5
2.2 Probenaufarbeitung	9
2.3 Datenanalyse	11
3. Ergebnisse	13
3.1 Faunistische Ergebnisse	13
3.1.1 Überblick	13
3.1.2 Bemerkenswerte Artnachweise	15
3.1.3 Vergleich der Fauna der einzelnen Seen	16
3.2 Definition der Seentypen	21
3.3 Multivariate Analyse	24
3.3.1. Korrespondenzanalyse der faunistischen Datenreihe	24
3.3.2. Hauptkomponentenanalyse (PCA) der Umweltfaktoren	25
3.3.3. Co–Inertia–Analyse	27
4. Schlussfolgerungen	32
5. Literatur	35

Anhang

1. Einleitung

1.1. Veranlassung

Gemäß der im Dezember 2000 erlassenen EU-Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL, EUROPÄISCHES PARLAMENT UND EUROP. RAT 2000) wird von den Mitgliedstaaten im Rahmen des Gewässermanagements eine ökologische Beurteilung der Seen gefordert, auf deren Grundlage Schritte zur Verbesserung der Situation eingeleitet werden sollen. In Anbetracht eines 20-jährigen Zeithorizontes zur völligen Restauration der Gewässer ergibt sich ein enger Zeitplan für dieses ambitionierte Ziel. In Deutschland sind für die Durchführung die Bundesländer verantwortlich.

Nach der EU-WRRL wird folgendes schrittweises Vorgehen gefordert:

1. Für jede Ökoregion (Annex XI der EU-WRRL) müssen Gewässertypen nach den geographischen und morphologischen Eigenheiten der aquatischen Ökosysteme definiert werden. Die Definition muss mit den spezifischen Eigenschaften verschiedener Organismengruppen begründet werden.
2. Für jeden Typ müssen typ-spezifische Referenzbedingungen definiert werden. Das schließt die Beschreibung der Referenzbiozönose und der Diversität, aber auch hydro-morphologische und physikalisch-chemische Referenzbedingungen ein, die die biologischen Faktoren bei der Ermittlung des ökologischen Zustandes ergänzen.
3. Für jeden Wasserkörper muss der ökologische Zustand mit Bezug auf den typ-spezifischen Referenzzustand ermittelt werden.

Die EU-WRRL verlangt ausdrücklich einen Bezug zu strukturellen Komponenten wie die Struktur der Uferzone und "Menge, Struktur und Substrat des Bodens". Damit geht der Bewertungsansatz über das Trophiekriterium hinaus. Es hat sich gezeigt, dass zumindest in Flachseen unterhalb einer gewissen Nährstoffkonzentration ein klares oder ein trübes Erscheinungsbild eines Sees unabhängig von der Nährstoffkonzentration auftreten kann (JEPPESEN et al. 1990, SCHEFFER et al. 1993). Der entscheidende Faktor ist hierbei ein struktureller: das Vorhandensein von Makrophyten.

Die Typisierung verlangt eine Definition von Referenzzuständen und die Ableitung von Degradationsstufen. Aufgrund der hohen menschlichen Besiedlungsdichte ist das Vorhandensein eines anthropogen unbeeinflussten Zustandes nur für eine Minderzahl der Gewässertypen zu erwarten. Für die anderen Gewässertypen müssen die jeweiligen Referenzzustände auf der Basis größer angelegter vergleichender Untersuchungen rekonstruiert werden. Außerdem müssen Degradationsstufen definiert und gegebenenfalls den jeweiligen Typen zugeordnet werden.

1.2. Grundsätzliche Vorgehensweise

In dieser Studie sollen die Kriterien für die Beschreibung des guten ökologischen Zustandes von Seen Brandenburgs auf der Grundlage des Makrozoobenthos erarbeitet werden. Im ökologisch guten Zustand treten die zu untersuchenden Organismen in hoher Diversität auf. Oligotrophe Ökosysteme beherbergen allerdings eine weniger diverse Fauna, die jedoch in hohem Maße systemspezifisch ist. Hilfsweise ist gemäß EU-WRRL noch das Verhältnis störungssensitiver Arten zu nicht empfindlichen Arten zu ermitteln.

Hauptsächlich werden mit dieser Studie folgende Ziele verfolgt:

- Beschreibung und Bewertung der Makrozoobenthoszönose in 31 Seen Brandenburgs
- Beschreibung des Degradationszustandes dieser 31 Seen hinsichtlich des Makrozoobenthos

Weiterhin wird auch die Frage erörtert werden, ob eine gemäß EU-WRRL zuvor auf rein abiotischer Basis begründete Typologie insofern zielführend ist, um auch die biologischen Referenzbedingungen zu beschreiben. Diese Frage wird derzeit intensiv debattiert. Der Beitrag dieser Untersuchung besteht darin, mit den faunistischen Ergebnissen aus 31 Seen die abiotische Typologie zu überprüfen, die auf folgenden Faktoren basiert: Seefläche, mittlere Tiefe, geologische Eigenschaft des Einzugsgebietes und hydrologischer Typ des Sees. Diese 4 Parameter gehören zu den Faktoren nach System A und B der EU-WRRL (Annex II WRRRL) und sind in der Ökoregion 14 "Zentrales Tiefland" (Annex XI WRRL) bedeutend.

1.3. Geologisch bedingte Seentypen Brandenburgs

Brandenburg beherbergt ein Drittel aller deutschen Seen und ist nach Mecklenburg-Vorpommern das seenreichste Bundesland Deutschlands. Es enthält 975 km² Wasserfläche, was 3,3 % der Landesfläche entspricht. Diese Wasserfläche verteilt sich auf 2 800 Seen mit einer Seefläche von mehr als 1 ha, davon 1600 Seen mit einer Seefläche zwischen 1 ha und 5 ha (MIETZ 1996, MARCINEK 1997).

Die meisten Seen sind in geologischen Zeiträumen kurzlebige Gebilde. Nordostdeutschland verdankt seinen Seenreichtum den wiederholten Vorstößen der skandinavischen Gletscher während des Pleistozäns. In Brandenburg sind hierbei die beiden letzten Vereisungen von Bedeutung.

Die Saale-Vereisung (vor ca. 390 000 – 125 000 Jahren) formte das heutige Altmoränengebiet im Süden und Westen Brandenburgs (südlich des Baruther Urstromtals), wobei z. B. der Fläming und der Lausitzer Landrücken markante Eisrandlagen des Warthe-Stadiums dieser Eiszeit darstellen (MARCINEK & NITZ 1973). Das Altmoränengebiet ist heute seenarm, weil die während der Saale-Vereisung ursprünglich entstandenen Seen durch Verlandung sowie periglaziale Vorgänge während der nachfolgenden Vereisung zumeist verschwunden sind (MARCINEK 1966). Die Weichsel-Vereisung, die von ca. 73 000 – 10 000 Jahre B.P. dauerte, hat erst vor etwa 20 000 Jahren ihre

südlichste Eisrandlage erreicht (Brandenburger Stadium, Linie westl. Wittstock – Havelberg – östl. Genthin – südl. Brandenburg, Beelitz, Luckenwalde, Baruth, nördl. Spreewald, Guben) und das sogenannte Jungmoränengebiet geformt (MARCINEK & NITZ 1973). Nach Abtrennung bis zu 50 km breiter Toteisgürtel und erneuten Vorstößen ist das Eis dann in wenigen Jahrtausenden abgeschmolzen. Es hinterließ eine reich gegliederte, seenreiche Jungmoränenlandschaft mit mehreren Endmoränenzügen, die während des Abschmelzvorgangs bei zeitweisen Vorstößen (Stadium = Stillstandslage) entstanden. Hierbei sind vor allem das „Frankfurter Stadium“ (vor ca. 18500 Jahren, Linie Frankfurt/O. – Buckow/Märk. Schweiz – Wandlitz) und das „Pommersche Stadium“ (ca. 16 000 – 14 000 Jahre, nahe der nördlichen Grenze Brandenburgs, z. B. Rheinsberg – Fürstenberg – Templin) zu nennen, zwischen denen sich die Toteiszone der Mecklenburger Seenplatte bis weit in das Land Brandenburg hinein erstreckt. Das Jungmoränengebiet lässt sich somit in einen brandenburgischen (älteren weichselzeitlichen) Gürtel und einen pommerschen (jüngeren weichselzeitlichen) Gürtel gliedern. In dieser dynamischen Landschaft entstanden typische glaziale und periglaziale Seentypen (Abb. 1).

Hinter diesen Endmoränen entstanden langgestreckte, tiefe **Gletscherzungenbecken-Seen**, wie z. B. der Scharmützelsee, der mit 12,8 km² zweitgrößte See Brandenburgs, der Grimnitzsee, der Gr. Müggelsee und der Stolpsee. Das Schmelzwasser des Gletschers sammelte sich in Gletscherspalten und floss teilweise unter dem Gletscher ab, wobei es tiefe, schmale Rinnen erodierte, aus denen sich später **Rinnenseen** bildeten. Daneben gibt es noch den Typus des **breiten Rinnensees**, zu dem z. B. der Werbellinsee zählt (MARCINEK 1966).

Hinter den Endmoränen aufgestaute **Moränen-Stauseen** kommen in Nordostdeutschland nicht vor (MARCINEK 1966). Vor den Endmoränen wurden Toteisschollen vom Geschiebe der Schmelzwasserströme überschüttet, so dass sich nach deren Abschmelzen in den Sanderflächen rundliche **Toteisseen** mit steilen Ufern formten (Sölle). Im Werbellinsee taute ein riesiger Toteisblock erst nach der Pommerschen Eisrandlage ab und wurde in ein breites Abflussrinnensystem einbezogen. Beim Abschmelzen größerer überschütteter Toteismassen bildeten sich **kombinierte Beckenseen** (z. B. Stechlinsee, Fährsee, Parsteiner See, Schwielochsee). Diese geologisch bedingte Seentypologie setzt den Rahmen für die im vorliegenden Projekt zu erarbeitende Seentypologie anhand des Makrozoobenthos.

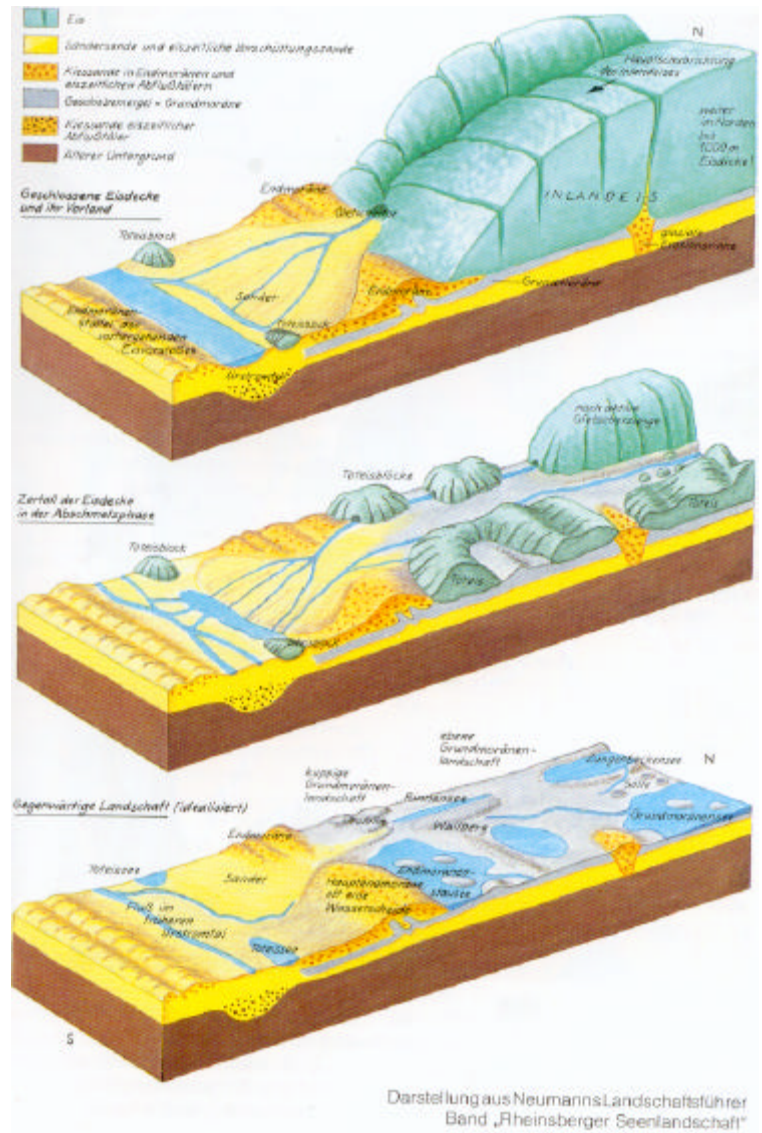


Abb. 1: Schematische Darstellung der Entstehung der glazialen und periglazialen Seentypen Nordostdeutschlands

2. Methoden

2.1. Probenahme

Im Zeitraum vom 15. September 2001 bis 06. Februar 2002 (Herbstkampagne) und vom 15. April 2002 bis 05. Juli 2002 (Frühjahrskampagne) wurden durch die Projektmitarbeiter (Anhang I) die vom Auftraggeber geforderten 31 Seen beprobt (vgl. Anhang II). Diese gruppieren sich nach ihrer geographischen Lage im Land Brandenburg wie folgt: 14 Seen im Norden Brandenburgs (Gr. Wummsee, Gr. Zechliner See, Wittwese, Stechlinsee, Stolpsee, Gr. Küstrinsee, Röddelinsee, Lübbese, Fährsee, Grimnitzsee, Parsteiner See, Werbellinsee, Unteruckersee, Ruppiner See), 5 Seen im Osten Brandenburgs (Gr. Schauener See, Neuendorfer See, Scharmützelsee, Schwielochsee, Wolziger See), 4 Seen im südlichen Brandenburg (Gr. Müggelsee, Mellensee, Blankensee, Rangsdorfer See, Gr. Glienicker See) und 7 Seen im Westen Brandenburgs (Sacrower See, Schwielowsee, Plauer See, Breitlingsee, Hohennauener See, Gülper See, Beetzsee). Unter Verwendung der topographischen Karten TK 25 und der vom INSTITUT FÜR ANGEWANDTE GEWÄSSERÖKOLOGIE (IaG) Seddin bereitgestellten Tiefenlinienkarten wurden zu Beginn die zu beprobenden Seen in morphologische Teilbecken unterteilt. Gemäß dieser Vorgehensweise wurden der Beetzsee in drei Becken, der Lübbese, der Ruppiner See sowie der Scharmützelsee in zwei Teilbecken unterteilt. Ferner wurden der Plauer See und der Breitlingsee als morphologisch eigenständig betrachtet und daher getrennt beprobt und ausgewertet. Da alle so abgetrennten morphologischen Teilbecken separat beprobt werden sollten, betrug die Gesamtzahl der zu beprobenden Seen 34.

Die Erfassung des Makrozoobenthos sollte in zwei verschiedenen Zonen des Litorals stattfinden und zwar im unteren Litoral und im oberen Litoral.

Proben aus dem unteren Litoral

Die Probenahme wurde in Anlehnung an die Richtlinie von BÖHMER & BAIER (2001) durchgeführt. Im Gegensatz zu der dort geforderten Unterteilung des Sees in 12 Sektoren wurde entsprechend des vom Auftraggeber vorgegebenen Leistungsumfangs 6 Sektoren je Seebecken beprobt. Die Reduzierung wurde aus Zeitgründen notwendig, da sich bei einer Unterteilung der 34 Seen in jeweils 12 Sektoren 408 zu beprobende Sektoren ergeben hätten. Allerdings wurde mit 3-8 Replikaten die Anzahl der Parallelproben erhöht. In jedem Sektor wurde mit einem BIRGE-EKMANN-Greifer eine quantitative Probe aus der Tiefenzone 1,5 – 6 m des unteren Litorals (Zone der submersen Makrophyten) bis hin zum Litoriprofundal (Schalenzone) genommen (im Folgenden als „Proben des unteren Litorals“ bezeichnet). Dabei wurde die Probestelle innerhalb der Sektoren so gewählt, dass sich eine flachgründige Probe (1,5 – 2,5 m) mit einer tiefgründigen Probe (4,0 – 6,0 m) abwechselte. Die Zahl der Replikate wurde während der Beprobung in Abhängigkeit von der makroskopischen Diversität und Konstanz der ersten erhaltenen Wiederholungsproben festgelegt. Es wurden dazu jeweils 3 Replikate genommen, im Boot gesiebt und die makroskopische Diversität bzw. Konstanz visuell beurteilt und dann weitere 1 – 5 Wiederholungsproben genommen.

Mit der erhöhten Anzahl an Replikaten wurde somit die Wahrscheinlichkeit der Erfassung auch subdominanter Arten erhöht. Wie die Artsättigungskurven („rarefaction-curves“ nach HURLBERT 1971) in Abb. 2 zeigen, war diese Vorgehensweise geeignet, nahezu alle an der Probestelle vorkommenden Arten zu erfassen (siehe auch Anhang VIII).

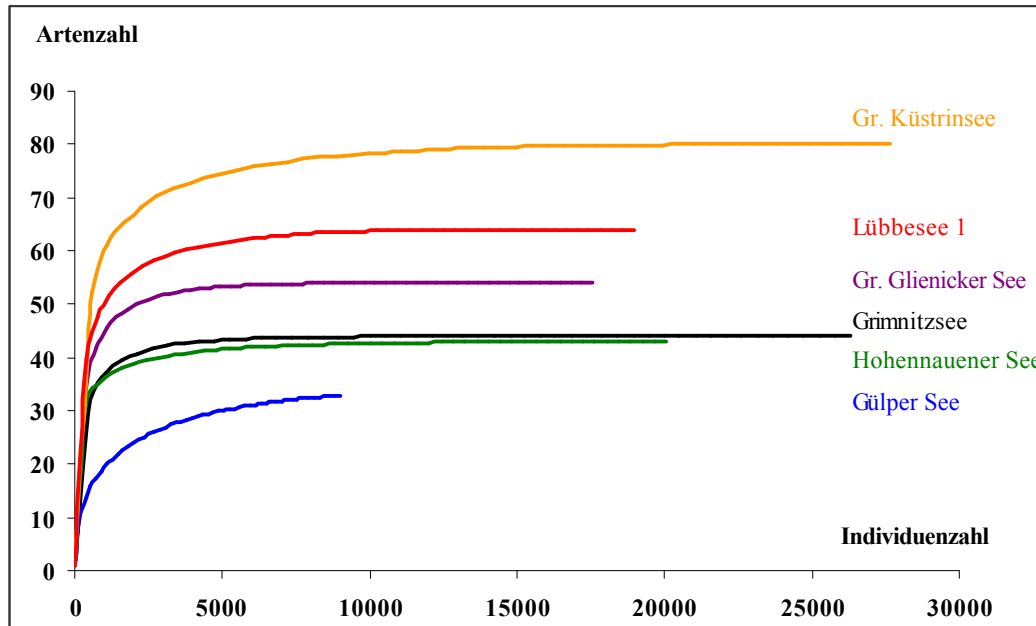


Abb. 2: Artsättigungskurven der Proben des unteren Litorals für den Gülper See, Hohennauener See, Grimnitzsee, Gr. Glienicker See, Lübbesee Becken I, Gr. Küstrinsee

Bei der Aussiebung der Sedimentproben, die noch im Boot mit einem Kastensieb durchgeführt wurde, sind in der Herbstkampagne Siebe mit einer Maschenweite von 200 µm verwendet worden. Diese Maschenweite erwies sich aber gerade bei den häufig vorkommenden organischen Feinsedimenten als ungeeignet, die Fein- und Feinstfraktionen aus der Probe herauszuwaschen und die in der Probe enthaltenen Organismen zu konzentrieren. Ein unverhältnismäßig großer Kraft- und Zeitaufwand stand einem fast unverringerten Probevolumen gegenüber. Daher wurden zur Effektivierung der Geländearbeiten in der Frühjahrskampagne Siebe mit einer Maschenweite von 355 µm eingesetzt. Zur Überprüfung, ob und wie viele Individuen durch diese Vorgehensweise verloren gingen, wurden an 10 Seen in der Frühjahrskampagne zusätzlich in jedem Sektor Teilproben mit 200 µm gesiebt und im Labor getrennt ausgewertet. Ferner wurden die Proben der Herbstkampagne über einer Siebkaskade, bestehend aus einem 355 µm und einem 200 µm Sieb, aufbereitet, so dass auch dort der Individuenverlust quantifiziert werden konnte. Der aus allen so untersuchten Proben errechnete Individuenverlust betrug bei n = 153 Proben im Mittel 1,1% und ist somit vernachlässigbar gering. Bei einigen Proben bestanden die Sedimente aus subfossilen *Dreissena polymorpha*-Schalen, die im Gelände mit einem Kastensieb (Maschenweite 4 mm) gesiebt wurden, um die später aufzubereitende Substratmenge zu reduzieren.

Die so aufbereiteten Proben wurden in Abweichung von der Vorschrift von BÖHMER & BAIER (2001) nach Sektoren getrennt konserviert, um später den Einfluss der unterschiedlichen Charakteristika der Sektoren auf das Makrozoobenthos klären zu können. Der Siebrückstand wurde im Anschluss in 1 l Polyethylengefäße gefüllt und mit 96 % igem Alkohol fixiert.

Zusätzlich zur Erfassung des Makrozoobenthos wurden in jedem Sektor mit einer SECCHI-Scheibe die Sichttiefe und mit einer Multiparametersonde (Fa. HYDROLAB) der gelöster Sauerstoff (Sättigung und Konzentration), die elektrische Leitfähigkeit, die Wassertemperatur und der pH-Wert gemessen. Diese Messungen wurden sowohl direkt unter der Wasseroberfläche als auch ca. 10 cm über dem Seeboden durchgeführt. Zur Ermittlung der Korngrößenzusammensetzung des Substrates wurden aus jedem Sektor zusätzlich ungestörte Sedimentproben entnommen, die in 0,5 l Polyethylengefäße abgefüllt und im Labor bis zur Analyse gekühlt gelagert wurden.

Proben aus dem oberen Litoral

An jedem Sektor wurde zusätzlich eine semiquantitative Probe des oberen Litorals (Zone der emersen Makrophyten) und des mittleren Litorals (Zone der natanten Makrophyten) mit einem Wasserkescher (Maschenweite 200 µm) genommen (im Folgenden als „Proben des oberen Litorals“ bezeichnet). Die einzelnen Replikate wurden dabei so gelegt, dass das Makrozoobenthos aller im Untersuchungsabschnitt vorkommender Mesohabitate erfasst wurde. Steine und Totholz wurden zusätzlich mit einer Pinzette abgesammelt, um die dort vorkommenden adhäsiven Arten zu erfassen. Zusätzlich wurden mit einem Handnetz an das Ufer gedriftete Pupalexuvien der Chironomidae erfasst, um die Ergebnisse der Larvaldetermination zu ergänzen bzw. abzusichern. Die folgenden Artsättigungskurven (siehe auch Anhang IX) zeigen auch hier, dass die Vorgehensweise geeignet ist, nahezu alle in den untersuchten Abschnitten vorkommenden Taxa zu erfassen.

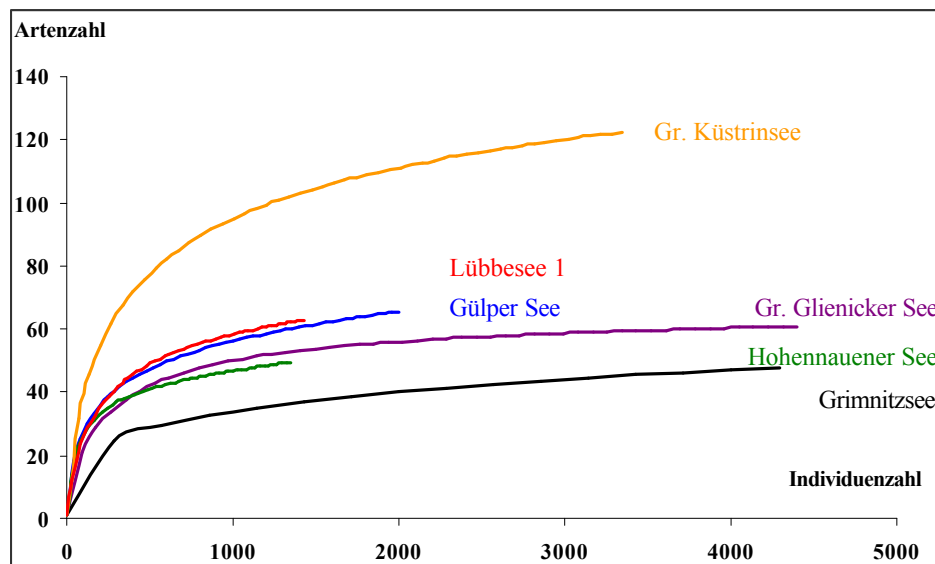


Abb. 3: Artsättigungskurven der Proben des oberen Litorals für den Gülper See, Hohennauener See, Grimnitzsee, Gr. Glienicker See, Lübbesee-Becken I und Gr. Küstrinsee

Fang von Insekten-Imagines

Im Zuge einer vorbereitenden Begehung der Seen und während der Beprobung der Fauna des oberen Litorals wurden mit einem Streifkescher Imagines von Chironomidae, Trichoptera und Ephemeroptera gefangen. Weiterhin wurde an ausgewählten Seen eine mit einer Autobatterie betriebene, transportable Lichtfalle (Kombination aus Schwarzlicht- und superaktinischer Leuchtstoffröhre) eingesetzt. Die mit beiden Methoden besammelten Seen sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.

Tab. 1: Übersicht über die mit Handnetz und Lichtfang beprobten Seen

See	Handnetzfang (14. – 23.08.01)	Lichtfang (25.06.02 – 22.08.02)
Beetzsee	15.08.2001	20.08.2002
Blankensee	-	25.06.2002
Fährsee	21.08.2001	18.07.2002
Grimnitzsee	21.08.2001	-
Großer Glienicker See	-	06.07.2002
Großer Küstrinsee	-	17.07.2002
Großer Müggelsee	23.08 / 19.09.2001	-
Großer Schauener See	14.08.2001	-
Großer Wummsee	-	16.07.2002
Großer Zechliner See	22.08 / 11.10.2001	16.07.2002
Hohennauener See	15.08.2001	22.08.2002
Lübbesee	21.08.2001	17.07.2002
Mellensee	-	01.07.2002
Neuendorfer See	14.08 / 04.10.2001	-
Plauer See	16.08.2001	-
Breitlingsee	17.08.2001	19.08.2002
Rangsdorfer See	16.08.2001	01.07.2002
Ruppiner See	22.08.2001	-
Röddelinsee	-	18.07.2002
Sacrower See	-	06.07.2002
Scharmützelsee	14.08 / 24.10.2001	-
Schwiellochsee	14.08.2001	04.07.2002
Schwielowsee	14.08.2001	25.06.2002
Stechlinsee	22.08.2001	16.07.2002
Stolpsee	22.08.2001	18.07.2002
Unteruckersee	21.08.2001	-
Werbellinsee	21.08.2001	-
Wittwese	-	15.07.2002
Wolziger See	14.08.2001	04.07.2002

2.2. Probenaufarbeitung

Korngrößenanalyse

Das zur Korngrößenanalyse herangezogene Sediment wurde in ausreichender Menge (50 – 200 g) jeweils in einen Alubecher gefüllt und im Trockenschrank bei 60 °C für 2 – 3 Tage getrocknet. Da es während des Trockenvorgangs oft zu Klumpenbildung bei Feinsedimenten kam, wurde dieses Material anschließend mit einem Handmörser zerkleinert. Für die Korngrößenanalyse wurde eine Siebmaschine (ANALYSETTE 3 PRO, Fa. FRITSCH) verwendet. Nach dem Aussieben wurde der Inhalt jedes Siebs gewogen und daraus der jeweilige Korngrößenanteil in Prozent berechnet. Die Ergebnisse sind in Anhang IV aufgeführt.

Imagines-Fang

Die bei Lichtfang und Handnetzfang gesammelten Imagines wurden nach Großgruppen vorsortiert und im Anschluss bestimmt. Dabei konnten allerdings nur Coleoptera, Ephemeroptera und Trichoptera ausgewertet werden, während Diptera, hauptsächlich durch Chironomidae vertreten, aus Zeitgründen noch nicht bearbeitet wurden. Diese konservierten Fänge sowie die bei der Uferprobenahme erfassten Chironomidae-Exuvien sollen zu einem späteren Zeitpunkt bestimmt werden.

Proben des oberen Litorals

Da die semiquantitativen Uferproben von verschiedenen Substrattypen genommen wurden (z.B. Totholz, Makrophyten, Sand), wurden mehrere Methoden zur Trennung von Substrat und Organismen verwendet. Bei sandig – kiesigen Substraten wurde eine Flotationstechnik eingesetzt. Dazu wurde der Gesamthalt einer Probe in vier Teilproben zerlegt, und jeweils eine Teilprobe auf eine weiße Fotoschale gegeben und mit Wasser aufgefüllt. Dann wurden unter ständigem Schütteln das organische Material sowie die in der Probe befindlichen Organismen vom Sediment gelöst und zusammen mit dem Überstand in ein feinmaschiges Sieb (200 µm) gegossen. Dieser Vorgang wurde für jede Teilprobe fünfmal wiederholt. Im Anschluss daran wurde das verbleibende Substrat auf Organismen kontrolliert, die aufgrund ihres Gewichtes in der Probe verblieben waren (Mollusca, köchertragende Trichoptera). Ferner wurden größere Steine separat nach festsitzenden Taxa abgesucht. Totholz wurde mit einem weichen Pinsel unter fließendem Wasser über einem Sieb gleicher Maschenweite abgebürstet. Außerdem wurde, sofern möglich, die Borke größerer Totholzstücke abgelöst und darunter befindliche Organismen mit einer Pinzette abgesammelt. Ebenso wurde bei der Aufarbeitung von Falllaub sowie Makrophyten vorgegangen. Insbesondere größere Stängel von *Typha* spp. wurden aufgeschnitten und nach Minerieren untersucht. Ferner wurde zu jeder Probe die Substratzusammensetzung notiert, um eine spätere Zuordnung der Taxa zum vorgefundenen Sediment zu ermöglichen.

Im Anschluss an die Aufarbeitung wurde der Siebinhalt portionsweise unter einem Binokular mit 10 bis 15-facher Vergrößerung durchgemustert. Die in der Probe enthaltenden Organismen wurden nach systematischen Großgruppen getrennt und ausgezählt. Die anschließende taxonomische Bestimmung erfolgte unter Verwendung der im Anhang XI aufgeführten Literatur. Nach erfolgter Bestimmung wurde von jeder Art ein Beleg in einem Schnappdeckelglas mit 70%igem Alkohol angefertigt und mit einem Etikett versehen, das Artname, Fundort, Datum und Name des Bestimmers enthält.

Proben des unteren Litorals

Im Gegensatz zum oberen Litoral waren die Sedimente der quantitativen Benthosproben des unteren Litorals relativ homogen zusammengesetzt. Der überwiegende Teil der Proben bestand aus organischen Feinsedimenten, nur ein geringer Anteil bestand aus anderen Substrattypen wie Sand und Makrophyten, die wie im vorherigen Kapitel besprochen, aufgearbeitet wurden. Aufgrund der Dominanz von organischen Feinsedimenten wurden einzelne Sektoren eines Sees mit gleichem Substrat zusammengefasst und ausgewertet. Dadurch wurde die Probeaufbereitung zeitlich effektiviert, ohne jedoch Einzelinformationen zu verlieren. Bei der Aufbereitung der Feinkorn-dominierten Proben wurde die Probe zuerst über die bereits erwähnte Siebkaskade gegeben und so in die 250 und 355 μm Fraktionen getrennt. Diese wurden anschließend einzeln mit einer gesättigten Glucoselösung (750 gr. Zucker auf 2,5 l Wasser) versetzt. Durch Zugabe der Glucoselösung wird die Dichte des Wassers so weit erhöht, dass die im Sediment befindlichen Organismen aufgrund des Dichteunterschiedes aufsteigen und anschließend unter einem Binokular bei 10 facher Vergrößerung abgesammelt werden konnten. BÖHMER & BAIER schlagen in ihrer Richtlinie vor, alle Proben in Teilproben zu zerlegen, wobei die Auszählung der Teilproben solange fortgeführt werden soll, bis 200 Organismen gezählt worden sind. Im Rahmen dieses Projektes wurden aber nur diejenigen Proben in Teilproben zerlegt, die aus sehr großen Sedimentmengen bestanden. Beim Auszählen dieser Teilproben wurde ein Abbruch der Zählung bei einer Individuenzahl von 200 nicht berücksichtigt. Statt dessen wurde nur eine der Teilproben komplett ausgezählt und die Abundanzen der gezählten Organismen mit dem Teilungsfaktor multipliziert. Gerade bei Schlamm bzw. Faulschlammproben betrug die Gesamtindividuenzahl selten mehr als 100 Individuen, so dass alle verbleibenden Teilproben ebenfalls untersucht werden müssten. Damit wäre die Zeitersparnis, die durch das Subsampling erreicht werden sollte, wieder kompensiert worden. Im Anschluss an die Vorsortierung erfolgte die Bestimmung. Die Determination der Sphaeriidae (Bivalvia) wurde von Herrn Dr. RAINER BRINKMANN, D-24256 Schlesien, die Determination der Oligochaeta von Frau Dr. RUT COLLADO, La Coruña, Spanien durchgeführt. Bei einigen anderen Tiergruppen wurde die Bestimmung kritischer Taxa von Frau Dipl.-Biol. EVA HACKENBERG, BERLIN (Gastropoda), Herrn Dr. STEFAN SPETH, D-24647 WASBEK (Coleoptera), Herrn Dr. HERBERT REUSCH, D-29562 Suhlendorf (Trichoptera), Herrn TORSTEN BERGER, D-14482 Potsdam (Trichoptera), und Herrn Dr. PETER LANGTON, Universität Cambridge, England (Chironomidae) abgesichert.

2.3. Datenanalyse

Biodiversität

Zur Biodiversität wurden folgende Indikatoren berechnet: die Artenzahl (R) als die Zahl der in einem bestimmten See gefundenen Arten, der SHANNON-Index (SHANNON 1948) und der Diversitätsindex "Log series α " (FISHER et al. 1943). Der Index „Log series α “ wurde hier zusätzlich zum bekannten Shannon-Index berechnet, da ersterer unabhängig von der Probengröße ist und daher beim Vergleich von Zoobenthos-Proben mit sehr unterschiedlicher Individuenzahl aussagekräftigere Werte zur Biodiversität liefert (TAYLOR 1978). Die Berechnung wurde mit der DOS-Software BIODIV (BAEV & PENEV 1990-93) durchgeführt. Mit dieser Software wurden auch die Artsättigungskurven ("Rarefaction"-Kurven), in denen die Artenzahl gegen die Anzahl der mit ansteigender Probenzahl gefundenen Individuen aufgetragen wird, berechnet (siehe auch Kap. 2.1).

Co-Inertia - Ordination

Der Einfluss der abiotischen Variablen (Seefläche, mittlere Tiefe, geographischer und hydrologischer Seetyp) auf die Makrozoobenthoszönose wurde mit der mit zwei Tabellen arbeitenden Ordinationsmethode „Co-Inertia“ (Kovarianzanalyse) unter Verwendung des Programmpakets ADE-4 berechnet (<http://pbil.univ-lyon1.fr/ADE-4>). Diese Methode, die durch DOLEDEC & CHESSEL (1994) in die aquatische Ökologie eingeführt wurde, ist hier als Alternative zur bekannteren kanonischen Korrespondenzanalyse (CCA nach TER BRAAK 1986) eingesetzt worden. Das Ziel beider Methoden ist vergleichbar, da sie Strukturen beschreiben und die Bedeutung erklärender Parameter testen. Während die CCA auf multiplen Regressionen basiert, untersucht die Co-Inertia – Ordinationsmethode die Struktur zwischen abhängigen und beeinflussenden Variablen. Sie benutzt dabei Korrelationen zwischen den Faktoren maximaler Varianz der beiden Tabellen (Korrelation der beiden F1-Faktoren beider Tabellen, dann die F2-Faktoren etc.). Die damit festgestellte Kovarianz zeigt auf, ob die gleichen Faktoren für die Organisation bzw. Polarisierung der Objekte auf den beiden Tabellen verantwortlich sind. Daher wird diese Methode auch Kovarianzanalyse genannt. Wie bei der CCA muss auch für die Co-Inertia – Ordinationsmethode zuvor eine Hauptkomponenten-Analyse der Einflussfaktoren und eine Korrespondenz-Analyse der abhängigen Variablen erfolgen.

Hauptkomponenten-Analyse (PCA) und Korrespondenz-Analyse (CA)

Beide Verfahren der Datenauswertung stellen auf multivariater linearer Analyse beruhende Ordinationstechniken dar. Sie werden oft auch „Faktorenanalyse“ genannt, da sie neue, künstliche Variablen („Faktoren“) berechnen, die die größten Anteile der Varianz einer Gruppe von gemessenen Variablen erklären. Bei der Hauptkomponentenanalyse wird versucht, einen möglichst großen Anteil der Gesamtvarianz durch neue Faktoren (F1, F2, ..) zu erklären. Bei der Korrespondenzanalyse wird versucht, einen möglichst großen Anteil der Kovarianz der untersuchten Variablen zu erklären, indem ebenfalls neue Achsen generiert werden..

In der Ökologie wird die PCA üblicherweise zur Auswertung numerischer Daten benutzt, wie etwa physikalischer und chemischer Daten. Wegen der verschiedenen Einheiten der auftretenden Variablen wird hier die normalisierte PCA angewandt. Die CA wird überwiegend zur Auswertung qualitativer und nicht normal verteilter quantitativer Daten eingesetzt, in der Ökologie etwa für eine aus Proben und Taxa aufgebaute Matrix. Als weiteres Ergebnis der CA wird der „Total Inertia test“ durchgeführt, mit dem der Faktorenplan geprüft werden kann. Dabei werden Arten mit zöologischer Affinität nahe beieinander geordnet, so dass soziologisch abgrenzbare Artengruppen als Punkthaufen-Cluster hervortreten. Außerdem werden die Eigenwerte und Faktorenladungen berechnet, die die statistische Signifikanz der Achsen repräsentieren.

3. Ergebnisse

3.1. Faunistische Ergebnisse

3.1.1. Überblick

Im Rahmen der während des Projektes durchgeführten Aufsammlungen wurden insgesamt 289 438 Individuen benthischer wirbelloser Tiere erfasst und gezählt. Dabei wurden insgesamt 463 Arten bzw. höhere Taxa nachgewiesen, davon allein 356 (excl. Chironomidae) im oberen Litoral. Bei den quantitativen Proben im unteren Litoral wurde in beiden Kampagnen zusammen eine Gesamtfläche von 45,5 m² besammelt (Tab. 2).

Tab. 2: Überblick über die während des Projekts erfassten Individuenzahlen und systematischen Gruppen

	Unteres Litoral	<i>Oberes Litoral</i>	Imagines-Proben	Gesamt
Arten	261	356 *	72	463
Gattungen	131	176	41	219
Familien	58	70	16	102
Großgruppen	13	14	4*	20
Individuenzahl	193 234	93 906	2 298	289 438

* excl. Chironomidae

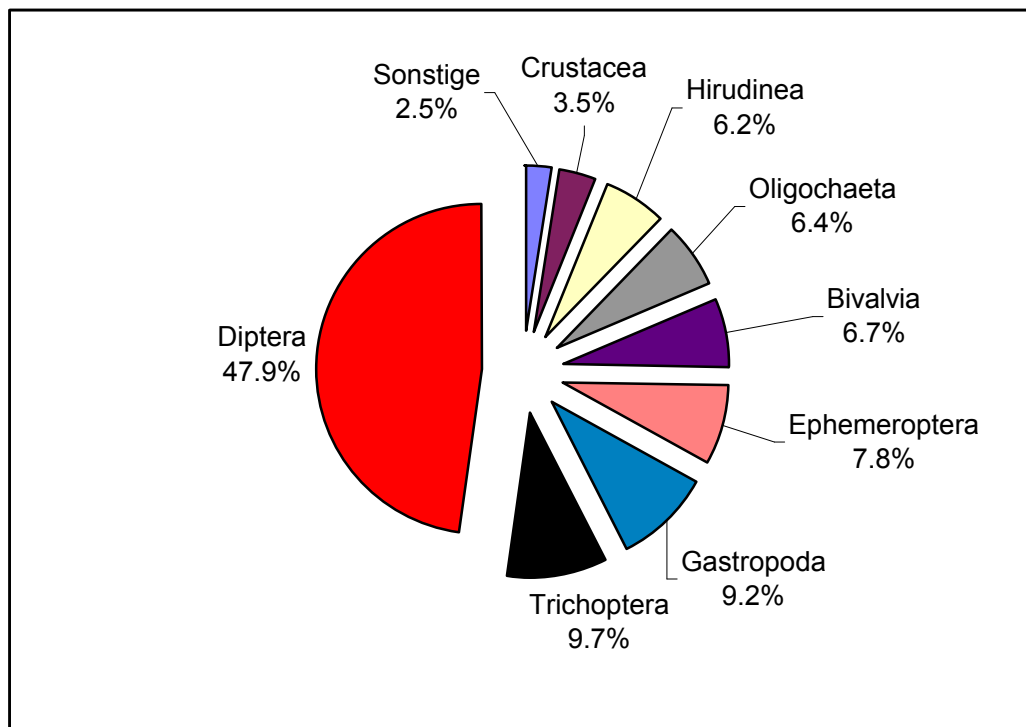


Abb. 4: Verteilung der 289 438 Individuen benthischer wirbelloser Tiere auf die systematischen Großgruppen im unteren Litoral der untersuchten Seen

Im unteren Litoral dominieren individuenbezogen die Diptera, darunter zum überwiegenden Teil Chironomidae (Abb. 4). Ursache dafür ist der hohe Anteil von Proben mit organischen Feinsedimenten (Schlamm), die überwiegend von Chironomidae besiedelt werden. Erstaunlich ist der geringe Anteil an Oligochaeta, die mit knapp 7 % nur einen geringen Anteil an der gesamten sublitoralen Zoozönose haben. Im Zuge der Probenaufbereitung war auffallend, dass ein Großteil der Oligochaeta offenbar auf sandigen Substraten häufiger auftrat als auf schlammigen Substraten. Im Pelal wurden neben den Chironomidae aber zumindest Tubificidae erwartet. Die Ursachen für die geringe Oligochaeta Abundanz auf Schlammsubstraten konnten im Zuge der Datenauswertung bislang noch nicht ermittelt werden.

Im oberen Litoral erscheint das Makrozoobenthos gleichmäßiger auf die systematischen Großgruppen verteilt (Abb. 5). Den größten Anteil nehmen die Trichoptera ein, gefolgt von den Diptera. Letztere sind dort allerdings unterrepräsentiert, da ein Großteil der Chironomidae–Exuvien aus den Handnetzfängen noch nicht ausgewertet ist. Die Ergebnisse der Untersuchungen des oberen Litorals zeigen deutlich, dass sich Seeufer in Bezug auf ihre Biotopfunktion für das Makrozoobenthos deutlich vom unteren Litoral unterscheiden.

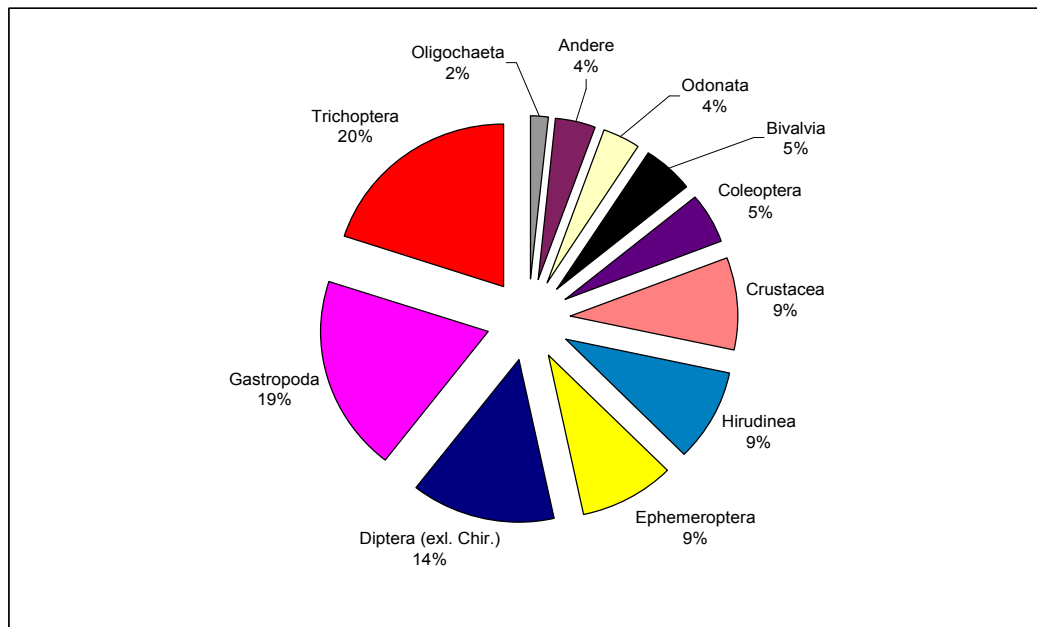


Abb. 5: Verteilung der 289 438 Individuen benthischer wirbelloser Tiere auf die systematischen Großgruppen im oberen Litoral der untersuchten Seen

3.1.2. Bemerkenswerte Artnachweise

Unteres Litoral

Die am Gülper See nachgewiesene *Sphaerium solidum* (NORMAND, 1844) (Bivalvia) zählt zu den in Deutschland seltenen Arten und ist vom Aussterben bedroht. Sie ist streng an Feinsand gebunden und zählt zu den Leitarten sandgeprägter großer Flüsse (ZETTLER 2000). Auch *Pisidium supinum* A. SCHMIDT, 1851 (Bivalvia) gilt als Leitart von sand- bis kiesgeprägten Flüssen und wurde im Stechlinsee, Stolpsee und Scharmützelsee nachgewiesen. Diese Art besitzt eine sehr ausgeprägte Präferenz für bewegtes, sauerstoffreiches Wasser, das die unteren litoralen Zonen der erwähnten Seen kennzeichnet. Mit *P. moitessierianum* (PALADILHE, 1866) am Werbellinsee und Neuendorfer See wurde eine nach ZETTLER (2000) typische Leitart für β -mesosaprobe Zustände gefunden. Diese Art besitzt einen hohen ökologischen Anspruch bei einer gleichzeitig geringen Toleranzgrenze gegenüber Verschmutzungen. Von *Micropsectra aristata* PINDER, 1976 (Chironomidae) fehlen nach SAMIETZ (1999) bislang publizierte Nachweise aus Deutschland. Die Vertreter der Gattung bewohnen neben dem Rhithral kleiner Flüsse auch das Profundal oligo- bis mesotropher Seen (PINDER & REISS 1983). Unsere Nachweise stammen aus dem Neuendorfer See und dem Wittwese, wobei nur der Wittwese als mesotroph bezeichnet werden kann. Bei dem Fund aus dem ansonsten eutrophen Neuendorfer See könnte es sich eventuell um aus der Spree verdriftete Individuen handeln.

Oberes Litoral

Die untersuchten Seeufer beherbergen neben Ubiquisten auch einen großen Teil stenotoper und damit meist auch seltener bzw. gefährdeter Arten (siehe Anhang VI). Insbesondere die Seen im Jungmoränengebiet im Norden Brandenburgs weisen noch eine Vielzahl von strukturell unbeeinträchtigten Seeufern auf, so dass dort ein Großteil der gefährdeten Arten nachgewiesen werden konnte. Mit *Hydraena britteni* (JOY, 1907) (Coleoptera) am Lübbesee gelang der Wiedernachweis eines Wasserkäfers, der für Brandenburg letztmalig im Jahr 1920 in der Nähe von Stahnsdorf (LK Potsdam-Mittelmark) nachgewiesen wurde (BRAASCH et al. 2000). Auch *Hydroglyphus hamulatus* (GYLLENHAL, 1813) (Coleoptera) als ein typischer Besiedler großer Seen ist seit 1922 in Brandenburg verschollen und konnte aktuell u.a. am Küstrinsee, Ruppiner See und Stechlinsee nachgewiesen werden. *Oulimnius troglodytes* (GYLLENHALL, 1808) (Coleoptera), der u.a. im Parsteiner See, Röddelinsee und Stechlinsee gefunden wurde, ist streng an gut strukturierte Flachwasserzonen von Seen gebunden. Rezente Nachweise dieser Art existieren nicht, der letzte Nachweis stammt von FLOESSNER et al. (1984) aus dem Stechlinseegebiet. An den Brandungsufeln des Stechlinsees wurde *Apatania auricula* (Forsslund, 1930) (Trichoptera) nachgewiesen, die als einzige Vertreterin der Apataniidae eine ausgeprägte Präferenz für das Litoral von Seen besitzt. Der Fund ist insofern interessant, da der Stechlinsee bislang der einzige Fundort von *A. auricula* in Brandenburg ist (s. a. MOTHEs 1969) und diese Art aus Deutschland rezent nur noch aus Seen bzw. Seeausflüssen in Schleswig-Holstein bekannt ist (BRINKMANN et al. 1998, OTTO 1998).

3.1.3. Vergleich der Fauna der einzelnen Seen

Oberes Litoral

Der Gr. Wummsee besitzt im oberen Litoral die höchste Taxadiversität aller untersuchten Seen (Abb. 6). Gründe dafür sind einerseits ein unbeeinträchtigtes Ufer, das nahezu vollständig mit Rotbuche (*Fagus sylvatica*) bestanden ist. Die daraus resultierende Beschattung und der allochthone Falllaubeintrag wirken sich günstig auf die Zusammensetzung der Ufer-Zoozönose aus. Andererseits unterliegt der Gr. Wummsee aufgrund seiner Abgeschlossenheit nur einem sehr geringen anthropogenen Nutzungsdruck. Der Anteil an See-spezifischen Taxa im oberen Litoral von 4 % (Abb. 8) unterstreicht diese Einschätzung.

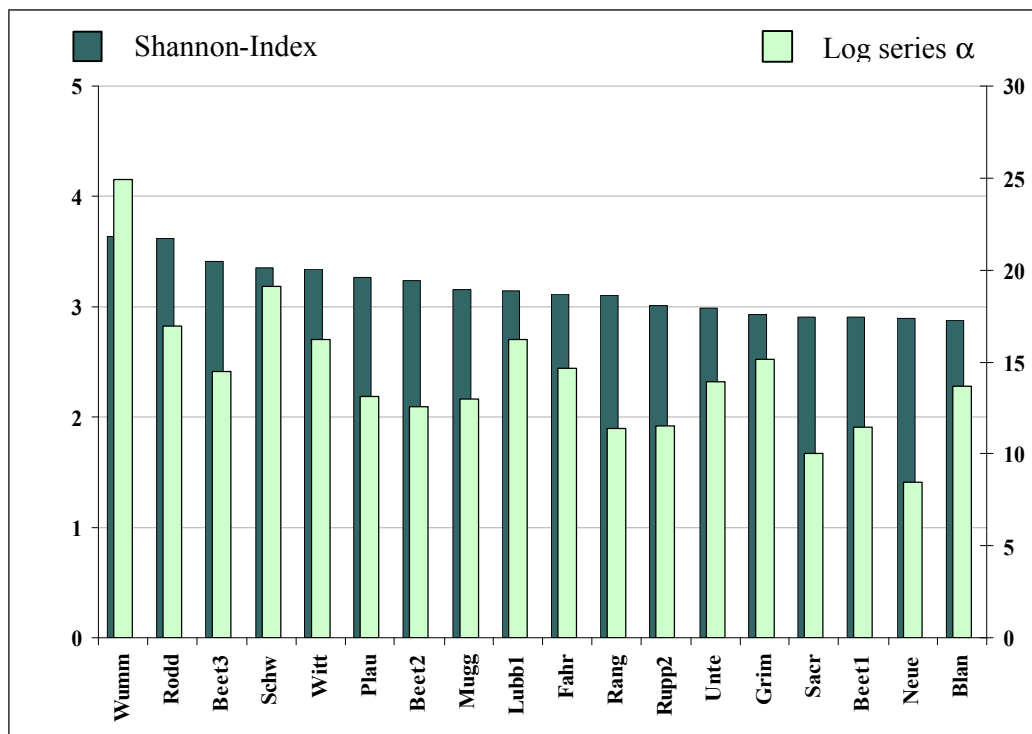


Abb. 6: Taxa-Diversität im oberen Litoral der untersuchten Seen (Erläuterung der See-Kürzel in Anhang II)

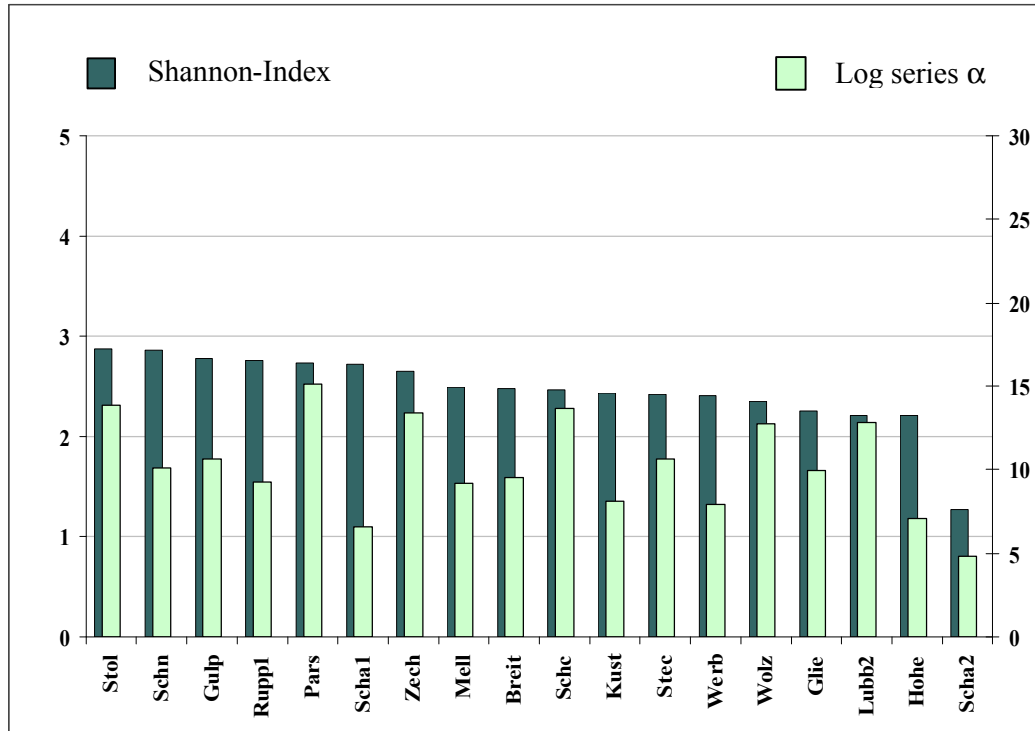


Abb. 7: Taxa-Diversität im oberen Litoral der untersuchten Seen, Fortsetzung

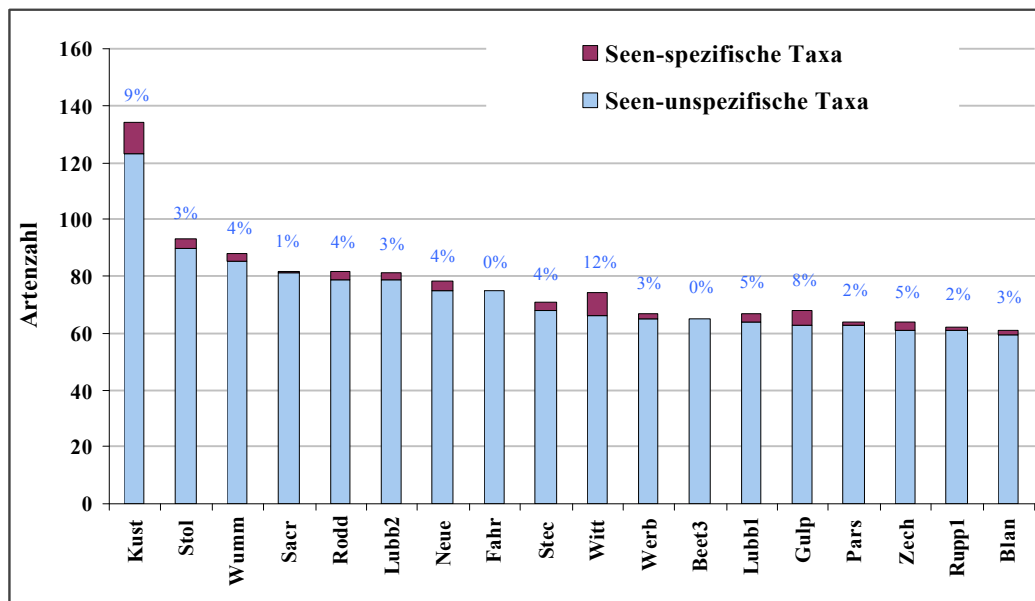


Abb. 8: Artenzahl und relativer Anteil seespezifischer benthischer wirbelloser Tierarten im oberen Litoral

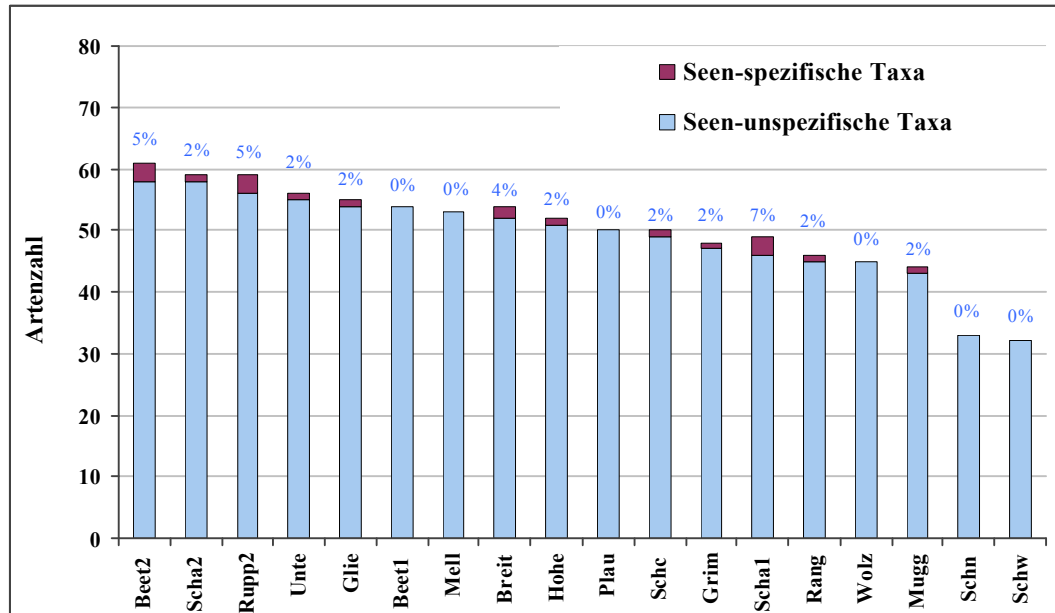


Abb. 9: Artenzahl und relativer Anteil seespezifischer benthischer wirbelloser Tierarten im oberen Litoral, Fortsetzung

Die höchsten Anteile See-spezifischer Taxa weisen der Wittwesee und der Küstrinsee auf, die in Bezug auf die natürliche Ufermorphologie und den geringen Beeinträchtigungsgrad dem Gr. Wummsee sehr ähnlich sind. Generell ist ein starkes Nord-Südgefälle bezüglich der Artenzahl, der Artenzusammensetzung und der Biodiversität festzustellen. Die Gründe sind wohl vor allem in der geringeren Siedlungsdichte und dem daraus resultierenden geringeren anthropogenen Nutzungsdruck zu suchen.

Die geringsten Taxa-Diversitäten im oberen Litoral weisen der Hohennauener See und der Scharmützelsee Becken II auf. Beide unterliegen einem hohen Nutzungsdruck u.a. durch Schiffsverkehr und Badegäste. Auch die Ufermorphologie beider Seen kann im Vergleich mit den Seen im Norden Brandenburgs nur als stark beeinträchtigt bezeichnet werden.

Unteres Litoral

Der hohe Anteil der im unteren Litoral exklusiv im Stechlinsee (8 %), im Gr. Wummsee und Parsteiner See (beide 7 %) vorkommenden Arten ist vor allem mit der hohen Substratdiversität in diesen Seen zu erklären (Abb. 10, 11). Neben überwiegend grobkörnigen Substraten an den windexponierten Abschnitten wachsen flächenhaft auch dichte Characeenrasen, die vor allem den Weidegängern bzw. Zerkleinerern Nahrungsgrundlage bieten. Bestätigt wird diese Vermutung durch den geringen Anteil exklusiver Taxa im Blankensee und dem Rangsdorfer See. In beiden Seen herrschen Schlamm und Faulschlamm vor, so dass eine stark eingeschränkte Habitatvielfalt zur Verfügung steht. Diese homogen zusammengesetzten Substrate werden nur von sehr wenigen Spezialisten z.B. *Chironomus plumosus*-Gr., *Einfeldia* sp.-Gr. B (beide Chironomidae) und *Sphaeromias* sp. (Ceratopogonidae) besiedelt (siehe auch Anhang X), die in der Lage sind, durch Zehrungsprozesse hervorgerufenen anoxisches Milieu zu ertragen. Auch aus den Ergebnissen der Berechnung der Taxa-Diversität (Abb. 12, 13) wird deutlich, dass die Fauna des Blankensees und Rangsdorfer Sees im Vergleich mit den anderen Seen als verarmt bezeichnet werden muss.

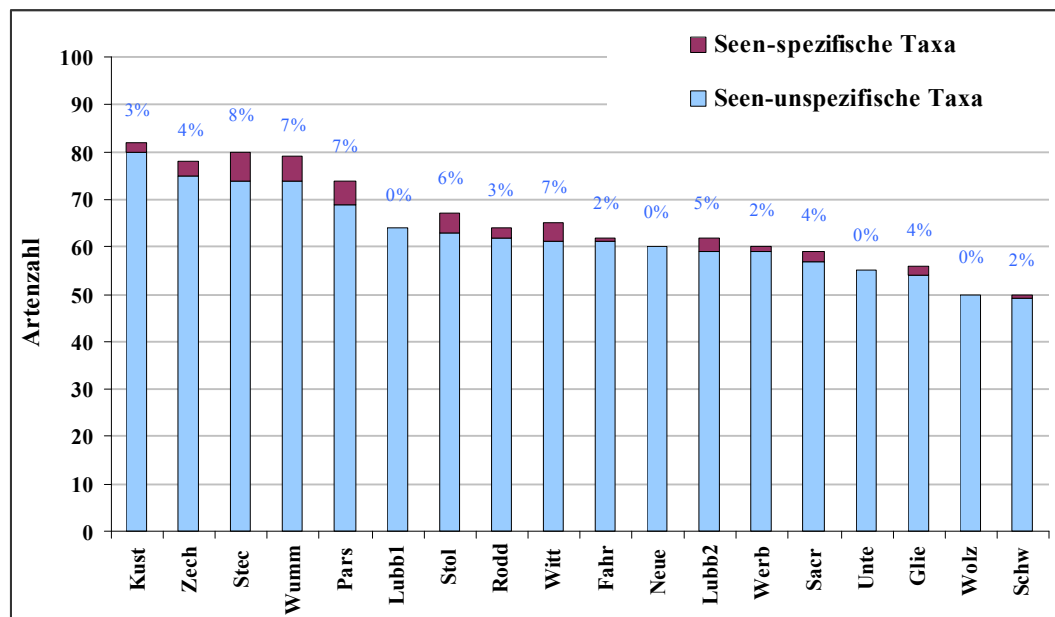


Abb. 10: Artenzahl und relativer Anteil seespezifischer benthischer wirbelloser Tierarten im unteren Litoral

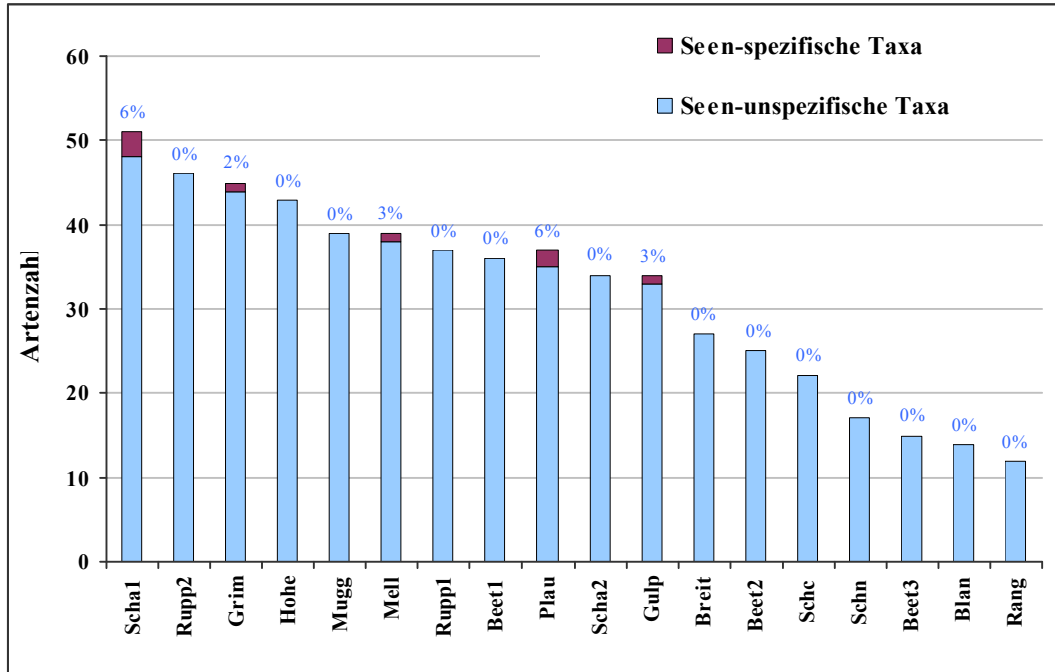


Abb. 11: Artenzahl und relativer Anteil seespezifischer benthischer wirbelloser Tierarten im unteren Litoral, Fortsetzung

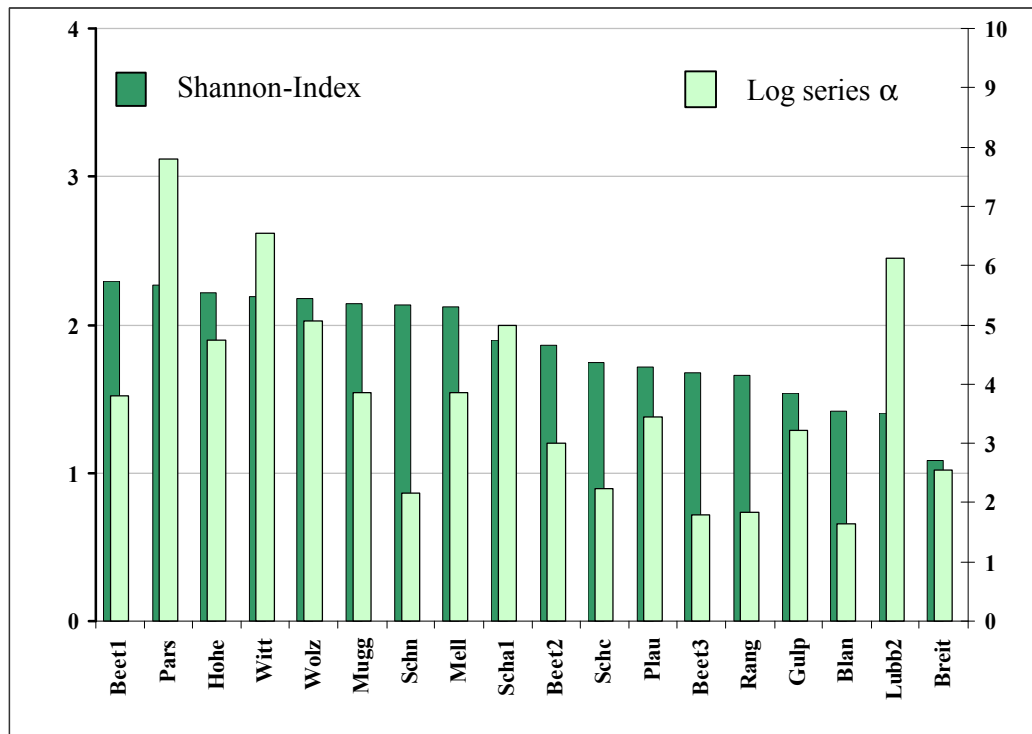


Abb. 12: Taxa-Diversität im unteren Litoral der untersuchten Seen

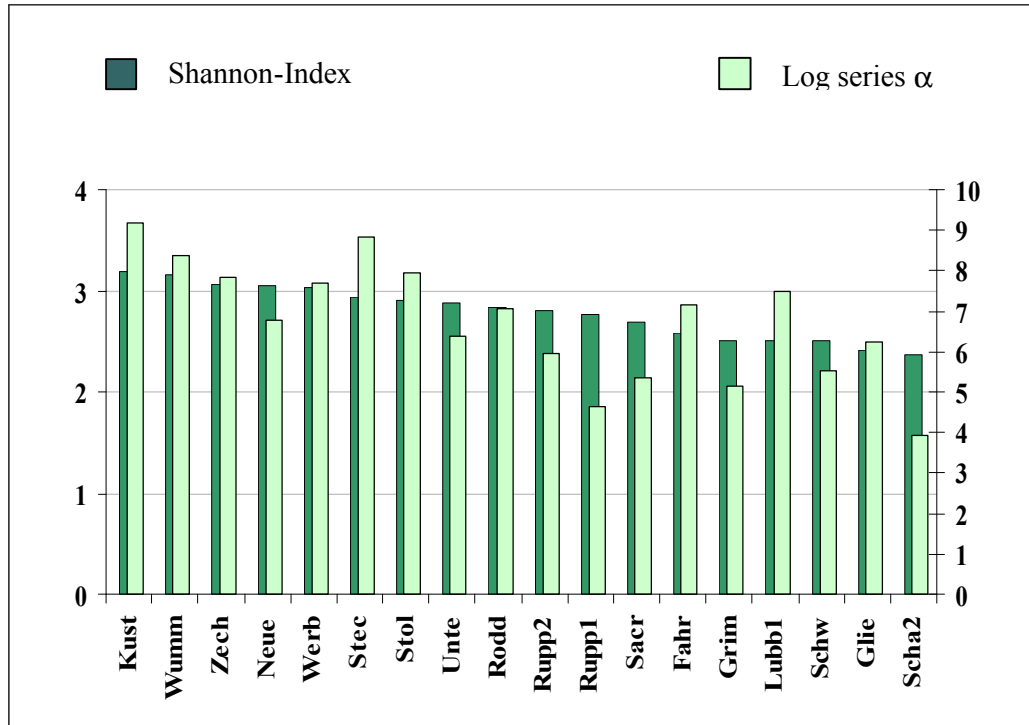


Abb. 13: Taxa-Diversität im unteren Litoral der untersuchten Seen, Fortsetzung

3.2. Definition der Seetypen

Auf der Grundlage der abiotischen Variablen mittlere Seetiefe und hydrologischer Typ können 5 Seentypen unterschieden werden (Tab. 3). Dabei wurden die Empfehlungen der EU-WRRL (Anhang II, § 1.2.2) bezüglich der mittleren Seetiefe berücksichtigt. Wir unterteilen die Seen in Gruppen mit den mittleren Tiefen < 3 m, 3 - 15 m und > 15 m.

Der hydrologische Typ bezieht sich auf die Verbindung des Sees mit einem Fließgewässersystem. Hierbei werden Seen in "Flussseen", d.h. Seen, die von einem Fließgewässer durchflossen werden, und "Isolierte Seen", d.h. von Grundwasser gespeiste Seen, unterteilt. Während der Auswertung hat es sich jedoch als zielführender erwiesen, den hydrologischen Typ durch die theoretische Wasseraufenthaltszeit zu definieren (vgl. MATHES et al. 2002). Diese Variable erscheint gut geeignet, um Flussseen zu beschreiben, da hier gewöhnlich die Aufenthaltszeit wesentlich geringer ist. So ist bei allen untersuchten Seen die Aufenthaltszeit des Wassers mit 32 Tagen im Schwielowsee am geringsten und im grundwassergespeisten Stechlinsee mit max. 58 Jahren am höchsten.

Diese beiden Variablen wurden nach vorläufigen Ergebnissen (GARCIA et al. 2002) und nach intensiver Diskussion gewählt, da angenommen werden kann, dass sie großen Einfluss auf die Struktur der Makrozoobenthoszönosen haben könnten. Bei der Auswertung der Daten mit der Co-Inertia-Analyse wurden folgende ergänzende sechs Variablen berücksichtigt:

1. Eine Gruppe von 4 Variablen (Phosphorkonzentration, elektr. Leitfähigkeit, pH an der Wasseroberfläche und Secchi-Tiefe) wurde hinzugezogen, um den Trophiezustand der Seen zu charakterisieren, und um unbeeinträchtigte Seen von degradierten Seen zu trennen. Die Phosphorkonzentrationen der Seen werden durch die Mittelwerte der Jahre 1990 bis 2001 repräsentiert (Umweltbundesamt-Datenbank, zur Verfügung gestellt von Herrn M. HEMM, BTU Cottbus). Die Werte für elektrische Leitfähigkeit, pH-Wert und Sichttiefe sind Mittelwerte aus den Feldmessungen beider Kampagnen (Anhang III).
2. Die Wasserspiegelfläche, als obligatorischer Faktor gemäß EU-WRRL, wurde weiterhin einbezogen.
3. Mit der Alkalinität, einem weiteren obligatorischen Faktor, sollte der Einfluss der Geologie des Einzugsgebiets untersucht werden. Jedoch muss die Eignung dieses Faktors als natürliche abiotische Variable noch weiter untersucht werden, da der Calciumgehalt bei anthropogen bedingter Degradation des Sees ansteigen kann (Umweltbundesamt-Datenbank, zur Verfügung gestellt von Herrn M. HEMM, BTU Cottbus).

Mit diesen Variablen wurden fünf Seetypen definiert. Es war für die Typen I, II und IV nicht möglich, einen ungestörten Referenzsee zu finden. Für die Gruppe III kann der Gr. Wummsee als Referenzsee herangezogen werden, da er einer der wenigen oligotrophen Seen ist. Er liegt relativ abgeschieden und ist damit seit langer Zeit vor menschlichen Einflüssen geschützt. Für die Gruppe V kann der oligotrophe Stechlinsee als Referenzgewässer herangezogen werden, da er komplett von Wald umgeben ist, sich in einem Naturschutzgebiet befindet und somit von anthropogenen Einflüssen geschützt ist. Eine Diskussion der Identifikation von Referenzseen ist an dieser Stelle notwendig. Als eine logische Voraussetzung für die zukünftige Bewertung des ökologischen Zustandes müssen die typspezifischen Referenzseen frei von menschlichen Störungen sein. Eine geringe Nährstoffkonzentration kann allerdings nicht immer als Indiz für den ungestörten Zustand gelten, da Seen ohne menschliche Störungen nicht zwangsläufig auch oligotroph sein müssen. Da die Verlandung ein Sukzessionsstadium der natürlichen Entwicklung von Seen darstellt, wechseln die Seen natürlicherweise vom oligotrophen zum mesotrophen, eventuell zum eutrophen und schließlich zum dystrophen Zustand. Typ-spezifische Referenzseen werden daher auch natürliche oligotrophe bis dystrophe Seen beinhalten. Unter besonderen Bedingungen können Seen z. B. flache Seen mit großem Einzugsgebiet, auch natürlicherweise in ungestörten Landschaften eutroph sein (SCHÖNFELDER et al. 2000). Das Problem dabei ist, dass die Variablen des Systems A die Unterscheidung zwischen der natürlichen Entwicklung und den anthropogenen Beeinflussungen nicht ermöglichen. Folglich können Fehler bei der Identifikation der typspezifischen Referenzseen auftreten. Es ist daher ratsam, für jeden See die Ursache seiner Eutrophierung (natürlich oder

anthropogen) zu untersuchen. Ebenso müssen andere Formen der menschlichen Beeinflussung (z.B. Kraftwerke, Schifffahrt, Verschleppung von Neozoen, Veränderung der Uferstruktur), die nicht zur Eutrophierung zählen aber die Biozönose beeinflussen, geprüft werden. Unter diesen Bedingungen wird die Anwendung des Systems B der EU-WRRL sehr sinnvoll oder gar notwendig sein.

Tab. 3: Abiotische Eigenschaften der untersuchten Seen und ihre darauf beruhende Einteilung in Seentypen. Unterstrichene Seen = Referenzseen

	Oberfläche (km ²)	Mittlere Tiefe (m)	Trophiestatus	Alkalinität (mmol l ⁻¹)	TP-Konz. (mg l ⁻¹)	Hydrologischer Typ (1=Flusssee)	Typ
Beetzsee 1	4,0	2,0	Poly	2,88	89,0	0	I
Beetzsee 2	1,9	2,0	Poly	3,10	91,0	0	I
Beetzsee 3	2,7	2,0	Poly	2,52	112,0	0	I
Gr. Schauener See	1,5	2,0		2,11	159,0	0	I
Blankensee	2,9	1,2	Poly	2,36	366,0	1	II
Breitlingsee	5,1	2,0	Poly	2,52	120,7	1	II
Gülper See	4,4	0,8		3,10	278,0	1	II
Neuendorfer See	3,0	2,8	Poly	1,53	86,3	1	II
Plauer See	6,7	2,0	Poly	2,57	120,7	1	II
Rangsdorfer See	2,5	1,5	Poly	1,84	112,5	1	II
Schwielochsee	11,5	3,1	Poly	1,9	222,3	1	II
Schwielowsee	7,9	2,8	Poly	2,27	157,0	1	II
Fährsee	2,1	6,0		2,16	43,0	0	III
Gr. Glienicker See	0,3	6,8		2,00	28,5	0	III
Gr. Küstrinsee	2,2	8,0	Meso	3,42	27,0	0	III
Gr. Wummsee	1,5	11,8	Oligo	1,71	13,2	0	III
Gr. Zechliner See	1,8	11,3		2,28	26,0	0	III
Grimnitzsee	7,8	3,8	Eu	2,15	50,0	0	III
Lübbesee Becken 1	3,1	6,0		2,62	22,0	0	III
Lübbesee Becken 2	3,1	6,0		2,62	22,0	0	III
Parsteiner See	8,9	7,7	Meso	2,02	16,3	0	III
Ruppiner See Beck.1	8,1	8,2		2,73	108,0	0	III
Ruppiner See Beck.2	8,1	8,2		2,73	108,0	0	III
Scharmützelsee Beck.1	12,1	9,0	Eu	2,04	64,1	0	III
Scharmützelsee Beck.2	12,1	9,0	Eu	2,04	64,1	0	III
Unteruckersee	10,4	8,6	Meso	2,54	25,0	0	III
Wittwese	1,6	5,5	Meso	1,63	13,9	0	III
Gr. Müggelsee	7,7	4,9	Eu	2,50	107,3	1	IV
Hohennauener See	3,6	4,0		2,46	104,0	1	IV
Mellensee	2,2	3,3	Poly	2,94	96,0	1	IV
Röddelinsee	1,8	9,0	Eu	2,61	52,0	1	IV
Stolpsee	3,8	5,0	Eu	2,66	27,0	1	IV
Wolziger See	5,6	5,5	Eu	2,29	101,8	1	IV
Sacrower See	1,1	18,0	Eu	1,52	121,8	0	V
Stechlinsee	4,3	22,8	Oligo	1,91	12,9	0	V
Werbellinsee	7,8	22,1	Meso	2,21	26,0	0	V

3.3. Multivariate Analyse

3.3.1. Korrespondenzanalyse der faunistischen Datenreihe

Zur Datenanalyse wurde die Dichte jedes Taxons in Bezug auf seine maximale Dichte normiert. Arten die mit einer Frequenz < 2 oder einer Abundanz < 5 Individuen/m² vorkamen, wurden aus der Datengrundlage entfernt, bevor die Korrespondenzanalyse (CoA) durchgeführt wurde.

```

*-----*
| WinADE-4 * Metrowerks CodeWarrior C * CNRS-Lyon1 * JT & DC |
| COA: Total inertia test          29/11/02 09/55 |
*-----*

number of random matching: 1000  Observed: 6.209706
Histogramm: Minimum = 0.117826, Maximum = 6.209706
number of simulation X<Obs: 1000 (frequency: 1.000000)
number of simulation X>=Obs: 0 (frequency: 0.000000)
*-----*

```

Abb. 14: Total-Inertia-Test der CoA

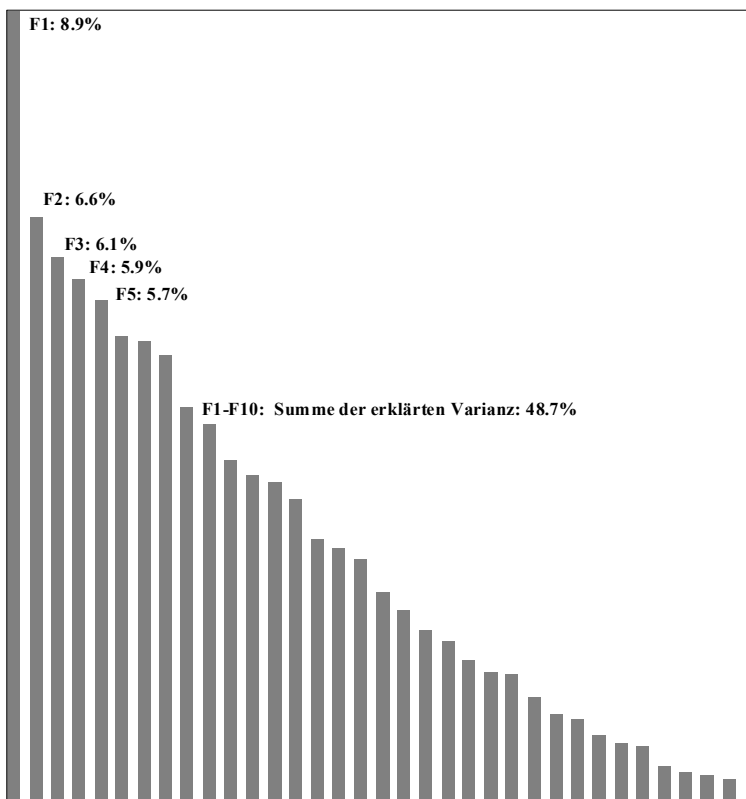


Abb. 15: Eigenwerte der Korrespondenzanalyse (CoA)

Das Ergebnis der Co-Analyse zeigt, dass die Struktur der Zoozönose nicht sehr deutlich erkennbar wird. Die erste Achse beschreibt nur 8,9 % der gesamten Varianz, und erst mit 10 Faktoren können 48,7 % der gesamten Varianz der faunistischen Tabelle (Abb. 15) erklärt werden. Dennoch ist die Signifikanz der erklärten Varianz ausreichend, da 1000 zufällige Permutationen mit der Datenreihe

durchgeführt wurden. Keine Simulationen kommen zu einem besseren oder gleichen Ergebnis als die realen Beobachtungen.

Dieses Ergebnis bedeutet nicht, dass die Invertebraten lediglich zufällig im See verteilt sind, sondern zeigt im Gegenteil, dass die Artenzusammensetzung von einer Vielzahl von abiotischen und biotischen Faktoren abhängig ist und dass die Verteilung des Makrozoobenthos entlang von Umweltgradienten ausgerichtet ist.

3.3.2. Hauptkomponentenanalyse (PCA) der Umweltfaktoren

Die Hauptkomponentenanalyse wurde mit normalisierten Werten durchgeführt. Dabei wurde die Gewichtung der Zeilen (entsprechend den Seen) aus der Korrespondenzanalyse benutzt. Diese Voraussetzung ist sehr wichtig, um die Co–Inertia–Analyse (Kovarianzanalyse) richtig durchzuführen, da nur so die gemeinsame Struktur der Objekte auf den statistischen Untereinheiten zu Tage tritt.

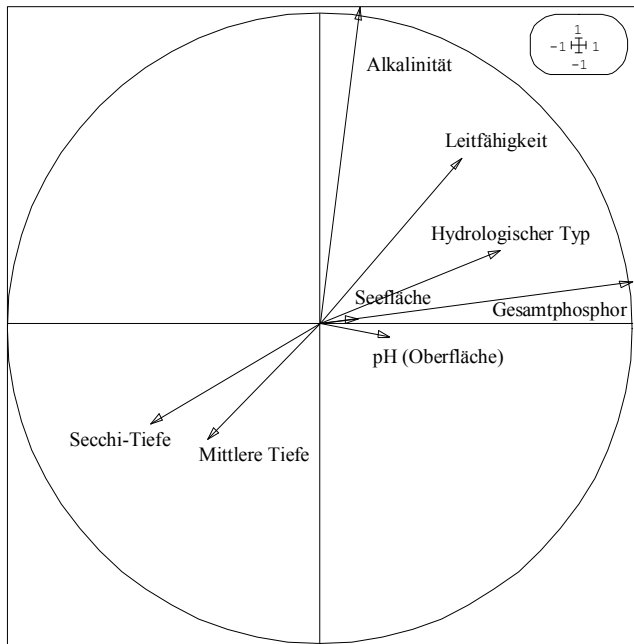
Die Tabelle der Eigenwerte aus der Co–Inertia–Analyse (Abb. 16) zeigt, dass die beiden ersten Achsen zusammen 52,9 % der gesamten Varianz erklären, mit einem starken Schwerpunkt auf der ersten Achse, die 43,7 % der gesamten Varianz erklärt.

Total inertia:		8						

Num.	Eigenval.	R.Iner.	R.Sum		Num.	Eigenval.	R.Iner.	R.Sum
01	+3.5002	+0.4375	+0.4375		02	+1.2371	+0.1546	+0.5922
03	+0.9786	+0.1223	+0.7145		04	+0.7524	+0.0941	+0.8086
05	+0.6079	+0.0760	+0.8845		06	+0.4798	+0.0600	+0.9445
07	+0.2633	+0.0329	+0.9774		08	+0.1804	+0.0226	+1.0000

Abb. 16: Eigenwerte der Co–Inertia–Analyse

Der Korrelationskreis zeigt, dass die erste Achse der Co–Inertia–Analyse hauptsächlich durch die Variablen Phosphorgehalt, Aufenthaltszeit des Wassers (hydrologischer Typ) und elektrischer Leitfähigkeit beschrieben wird (Abb. 17). Diese drei Variablen sind auf der F1-Achse negativ mit der mittleren Tiefe und der Sichttiefe korreliert (Abb. 18). Dieses Ergebnis kann dahingehend interpretiert werden, dass oligotrophe Seen aufgrund des geringen Nährstoffangebotes eine geringere Phytoplanktondichte und damit eine höhere Sichttiefe haben. Weniger zwingend ist die Tatsache, dass tiefe Seen zwangsläufig eine längere Aufenthaltszeiten haben, da auch diese einen starken Durchfluss besitzen können, so dass sich die Aufenthaltszeit des Wasser verkürzt. Dieser Seentyp ist im Untersuchungsgebiet allerdings nicht vorhanden, da alle hier gelegenen tiefen Seen grundwassergespeist sind. Die Variablen Sichttiefe und mittlere Tiefe sind hoch korreliert und zeigen, dass alle untersuchten primär oligotrophen Seen tief sind (Gr. Wummsee, Stechlinsee, Parsteiner See, Werbellinsee).



Aufgrund der starken Korrelation der Variablen Phosphorgehalt, hydrologischer Typ und elektrische Leitfähigkeit können Seen mit ähnlichen abiotischen Bedingungen in Gruppen eingeteilt werden. Die zwei Hauptkategorien werden einerseits durch eutrophe Seen im Gegensatz zu oligotrophen Seen und andererseits durch Flusseen im Gegensatz zu grundwassergespeisten Seen gebildet.

Abb. 17: Korrelationskreis der Co-Inertia-Analyse

Die elektrische Leitfähigkeit an der Seeoberfläche korreliert (Abb. 18) teilweise mit den Variablen Aufenthaltsdauer und Phosphorkonzentration, da mit der Degradation eines Sees oft die elektr. Leitfähigkeit zunimmt (siehe die Ergebnisse der Hauptkomponentenanalyse im Zwischenbericht). Die positive Korrelation der Variable Aufenthaltszeit mit den beiden Variablen, die die Degradation der Seen anzeigen (Phosphorkonzentration, elektrische Leitfähigkeit), unterstreicht, dass Flusseen wegen Ihrer Verbindung zu einem großen Einzugsgebiet eher zur Eutrophierung neigen. Daher wird wohl kein Flussee im norddeutschen Tiefland ursprüngliche Bedingungen aufweisen und als Referenzsee in Frage kommen.

Die Variable Alkalinität ist keinen anderen Faktoren korreliert und bestimmt als einzige wesentlich die zweite Achse.

----- Korrelation Matrix -----

[P]	1							
[Alk]	0.128	1						
[pH-Oberfl.]	0.225	-0.045	1					
[Leitf.]	0.453	0.521	0.038	1				
[Secchi T.]	-0.542	-0.319	-0.122	-0.542	1			
[A.-Dauer]	0.579	0.228	0.126	0.649	-0.524	1		
[Oberfläche]	0.121	0.014	0.213	0.295	-0.158	0.061	1	
[M. Tiefe]	-0.360	-0.367	-0.084	-0.653	0.702	-0.520	-0.134	1

Abb. 18: Korrelationsmatrix der Co-Inertia-Analyse

3.3.3. Co–Inertia–Analyse

Als Ergebnis der Co–Inertia–Analyse wird die hohe Bedeutung der ersten Achse für die Erklärung sowohl der Zoozönosen als auch der abiotischen Faktoren ersichtlich. Der Anteil der Kovarianz, der durch die erste Achse erklärt wird, beträgt 62,1 % (Abb. 19A).

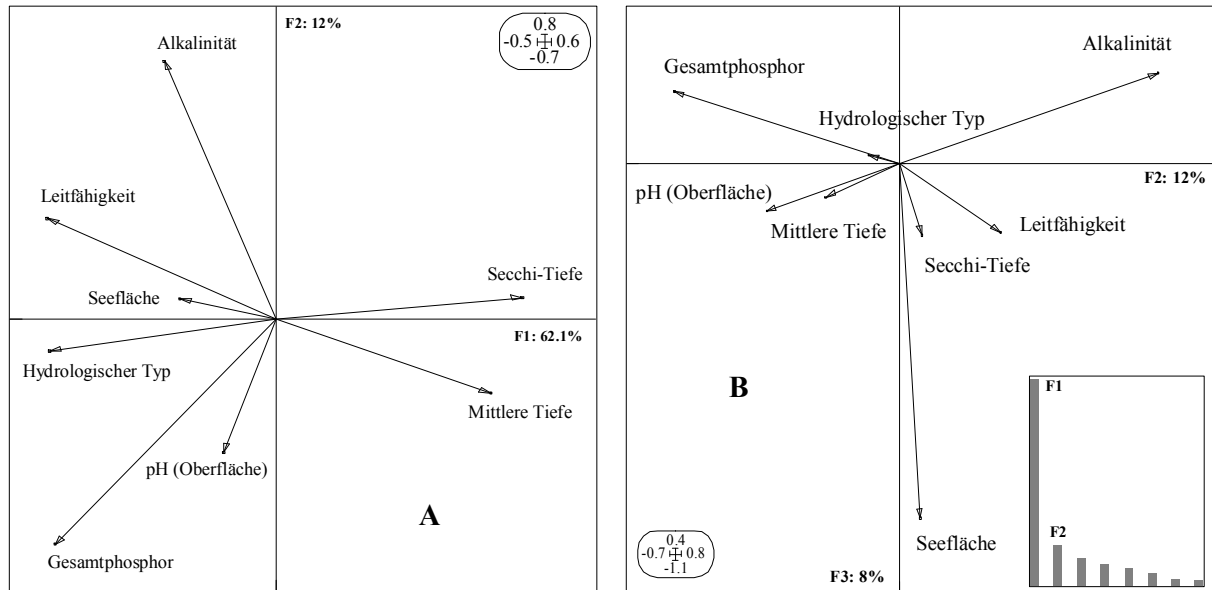


Abb. 19: Projektion der Faktorenladung der erklärenden Variablen auf die F1x2 Faktorebene (A) und F2x3 Faktorebene (B) der Co–Inertia–Analyse.

Die drei wichtigsten Variablen, die diese Achse erklären, sind in der Reihenfolge ihrer Bedeutung: die Sichttiefe, der hydrologische Typ und die mittlere Tiefe (Abb. 19B). Diese drei Variablen sind von zentraler Bedeutung bei der Erklärung der Zusammensetzung der Zoozönosen und bei der Beschreibung der Seetypen. In geringerem Umfang erklären auch die elektrische Leitfähigkeit und die Phosphorkonzentration die erste Achse. Dieser Sachverhalt beweist, dass das Makrozoobenthos für eine Bewertung der ökologischen Qualität von Seen hervorragend geeignet ist.

Die Variable Alkalinität ist implizit in die Erklärung der zweiten Achse eingeschlossen (Abb. 19A), ebenso wie die Seeoberfläche bei der dritten Achse (Abb. 19B). Wegen des geringen Prozentsatzes der Kovarianz, der durch die jeweiligen Achsen erklärt wird (11,9 bzw. 8 %), erscheint der Einfluss der Geologie des Einzugsgebietes oder der Seeoberfläche auf die Struktur der Makrozoobenthoszönose gering. Das Ergebnis bezieht sich allerdings nur auf die 31 untersuchten Seen und kann daher nicht generalisiert werden. In größerem Maßstab wurde die Bedeutung der regionalen Geologie, über die Zusammensetzung des Wassers, für die Organismen seit langem gezeigt und bildet die Basis für die Gliederung in Ökoregionen im Konzept der EU-WRRL (WASSON, 2002).

Allerdings ist die Wirkung der Geologie des Einzugsgebietes über die Zusammensetzung des Wassers auf das Makrozoobenthos seit längerem bekannt und bildet eine der Grundlagen für die Typisierung von Seen unter Verwendung des Konzeptes der Ökoregionen. (WASSON, 2002).

Die starke Korrelation zwischen der Variablen „hydrologischer Typ“ und den Variablen, die den Eutrophierungszustand beschreiben, lassen die Bedeutung des hydrologischen Typs für die Seentypologie etwas zweifelhaft erscheinen. Die Verbindung mit Flusssystemen hat Auswirkungen auf die Zoozönose über das Auftreten von Fließgewässerarten, die in dieser Studie nachgewiesen werden konnten z. B. *Hemerodromia* sp. (Empididae, Diptera) im Neuendorfer See oder *Rheotanytarsus photophilus* (GOETGHEBUER, 1921) (Chironomidae, Diptera) im Blankensee. Jedoch handelt es sich hier um Ausnahmerscheinungen wobei die eingewanderten bzw. verschleppten Arten die lokale Faunenzusammensetzung nicht nachhaltig beeinflussen konnten. Die zweite Möglichkeit ist die Einwanderung invasiver Neozoen wie *Dikerogammarus villosus* (SOVINSKI, 1894) (Gammaridae, Crustacea) im Breitlingsee, Müggelsee und Wolziger See, *Pontogammarus robustoides* (SARS, 1894) (Pontogammaridae, Crustacea) im Müggelsee und Schwielowsee, *Corophium curvispinum* SARS, 1895 (Corophiidae, Crustacea) im Breitlingsee, Plauer See, Neuendorfer See und Schwielochsee oder *Echinogammarus ischnus* (STEBBING, 1899) (Gammaridae, Crustacea) im Plauer See. Deren Auftreten kann bereits als ein Zeichen für eine Degradation der ökologischen Integrität angesehen werden und grenzt damit Flusseen von Seen mit ungestörten Zoozönosen ab.

Stimmt die Biotypologie mit den abiotisch definierten Seentypen überein?

Die Projektion der Faktorenladungen für die Seen auf die F1*F2 Faktorebene zeigt, dass die Seentypen entlang der ersten Achse aufgeteilt werden konnten (Abb. 20). Von der negativen zur positiven Seite sind die Typen II, IV, I, III und V sukzessiv angeordnet. Seen des Typs II (flache Flusseen) stehen Seen des Typs V (tiefe Grundwasserseen) gegenüber. Seen geringer Tiefe (3–5 m) sind dadurch getrennt, dass sie eine Verbindung zu einem Fluss aufweisen (Typ IV) oder nicht (Typ III). Flache Grundwasserseen (Typ I) stehen dazwischen.

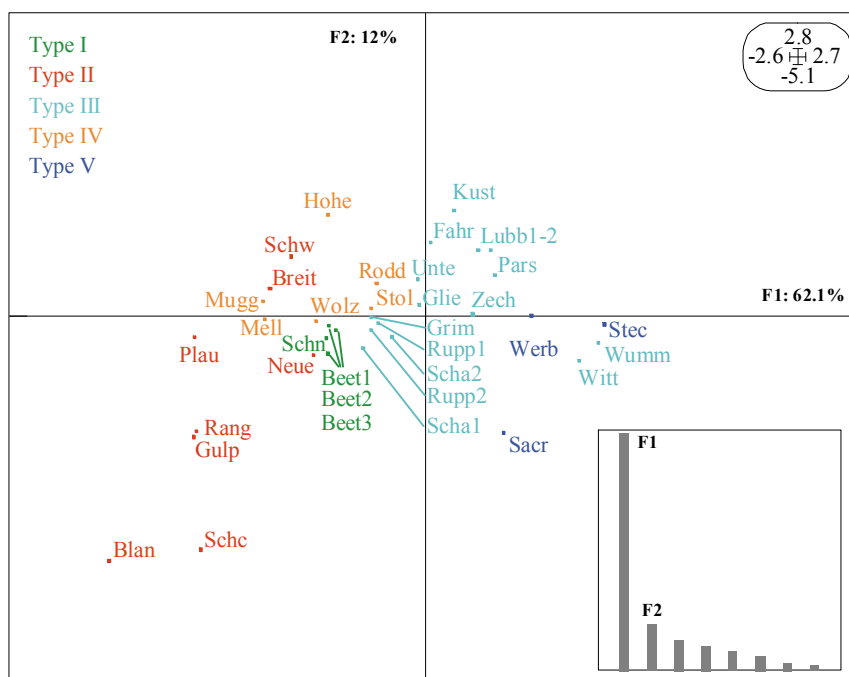


Abb. 20: Projektion der Faktorenladung der Seen auf die F1x2 Faktorebene der CoI-Analyse

Es zeigt sich ebenfalls, dass es in geringem Maße auch zu Überlappung der Typen auf der Ebene kommt. Das liegt in erster Linie daran, dass der hauptsächlich strukturierende Faktor für die Zoozöosen die Eutrophierung der Seen ist. Zum Beispiel liegen der Wummsee und der Wittwensee, beides oligotrophe Seen des Typs III, extrem rechts auf der F1-Achse zwischen Seen des Typs V, da auch diese eine hohe Qualität aufweisen.

Es zeigt sich jedoch auch, dass die mittlere Seetiefe die Struktur der Invertebraten beeinflusst, da der Sacrower See, ein eutropher See, sich zwischen den tiefen Seen auf der rechten Seite der F1-Achse befindet.

Der zweite Grund für die Überlappung der verschiedenen Typen ist die hohe Varianz der Variablen und die Komplexität ihres Einflusses auf die Biozöosen. Darüber hinaus reagieren die Biozöosen eher auf Gradienten der Umweltbedingungen und ändern ihre Struktur kontinuierlich durch Abnahme von Arten, die sich weniger gut an neue Bedingungen anpassen können und Zunahme solcher, die sich besser anpassen können. Diese Reaktionsweise erlaubt es auch, sie als sehr sensible Indikatoren für sich ändernde Umweltfaktoren heranzuziehen.

Können Referenz-Zoozöosen für jeden Seentyp festgelegt werden?

Wenn die Faktorenladungen für jedes Taxon auf die F1*F2 Faktorenebene der Kovarianzanalyse projiziert werden, ist zu erkennen, welche Art zu welchem Seentyp gehört (Abb. 21). Jedoch müssen folgende Punkte beachtet werden:

1. Die von der CoI-Analyse dargestellte Struktur ist wegen der Einbeziehung von sowohl Umwelt- als auch Populationsparameter komplex.
2. Die Seentypen werden durch diskrete Abstufungen festgelegt (z. B. Seen flacher als 3 m oder tiefer als 15 m, Wasseraufenthaltsdauer < oder > 30 Tage). In der Realität zeigen diese Variablen fließende Übergänge und die Fauna reagiert auch auf diese Gradienten.
3. Der Hauptfaktor, der die Makrozoobenthoszönose im Untersuchungsgebiet steuert, ist die Eutrophierung. Es ist daher relativ einfach, Indikatorarten für oligotrophe Gewässer z. B. *Tribelos intextus* (WALKER, 1856), *Arctopelopia griseipennis* (VAN DER WULP, 1858), *Orectochilus villosus* (MÜLLER, 1776), *Oulimnius troglodytes* (GYLLENHALL, 1808), *Leptophlebia marginata* (LINNE, 1767) und *Pisidium supinum* SCHMIDT, 1851 (Abb. 21) von Arten typisch für den eutrophen und dystrophen Zustand wie *Glyptotendipes pallens* (MEIGEN, 1804) oder *Chironomus plumosus*-Gr. zu unterscheiden. Die Vorherrschaft dieses Faktors maskiert zum Teil andere Faktoren, die bei der Unterscheidung der Biozöosen Einfluss nehmen. Daher schlagen wir als zusätzlichen Schritt vor, die gleiche Analyse nur mit oligotrophen und mesotrophen Seen durchzuführen. Dies erscheint der einzige Weg zu sein, um die geomorphologischen Variablen zur Geltung bringen zu können.

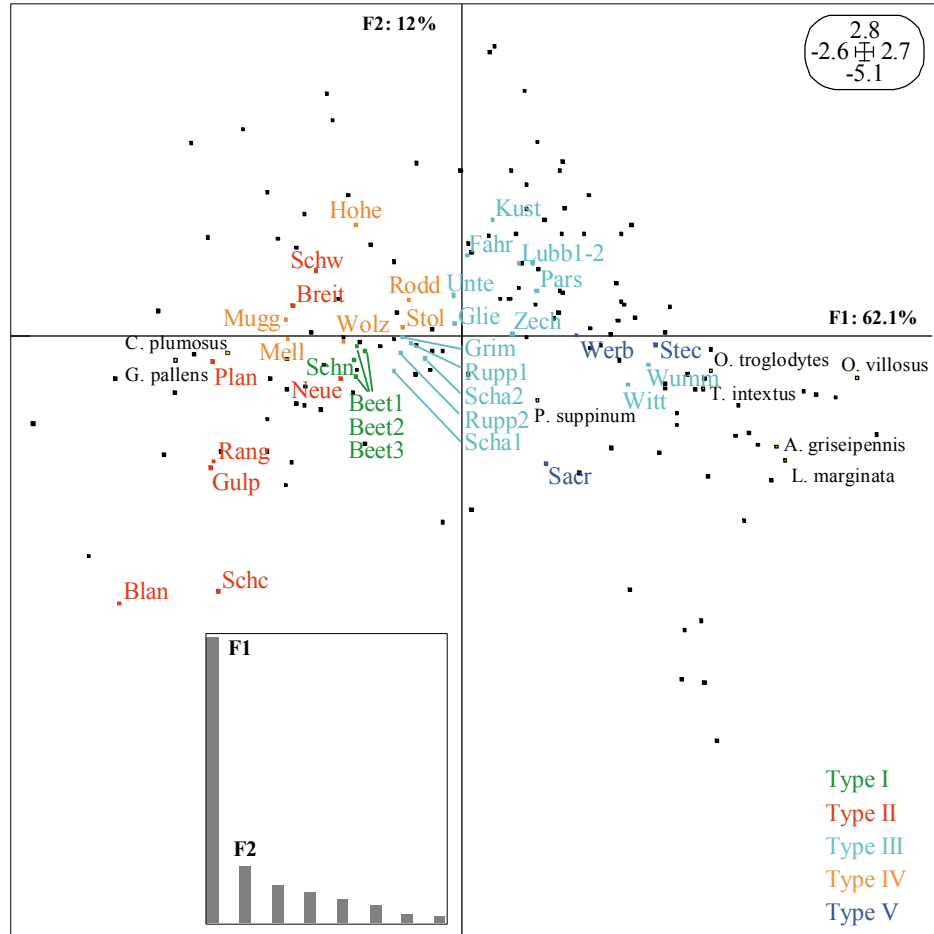


Abb. 21: Projektion der Faktorenladung von Seen (farbige Punkte) und Arten (schwarze Punkte) auf die F1x2 Faktorebene der CoI-Analyse. (für die vollständige Artenprojektion siehe auch Anhang X)

Es muss hier auch diskutiert werden, innerhalb welcher Grenzen eine Art in das Referenzsystem eingegliedert werden kann.

Gemäß Kapitel 3.2. kann die Referenz-Biozönose nur durch ungestörte Seen definiert werden, also über den Stechlinsee für Typ I, über den Gr. Wummsee und den Wittwensee für Typ II. Typspezifische Biozönosen sollten nur Arten enthalten, die hauptsächlich in ihrem Typ gefunden werden.

Allerdings ist die ökologische Valenz der Arten oft breiter als die Varianz der spezifischen Bedingungen eines Seentyps, so dass eine Art mehrere verschiedene Biotope besiedeln kann. Es stellt sich somit zunächst die methodische Frage, unter welchen Bedingungen eine Art zu einer Referenz–Biozönose gerechnet werden kann. Wir schlagen dazu folgende Kriterien vor:

- 1- Arten mit einer hohen Frequenz können nicht zu typspezifischen Referenz–Biozönosen herangezogen werden, da sie eurytop sind.
- 2- Arten, die nur in einem einzigen See gefunden werden, können, auch wenn sie in grosser Individuendichte vorkommen, ebenfalls nicht berücksichtigt werden. Ein solches Vorkommen ist oft nicht durch Habitatpräferenzen zu erklären, sondern eher durch Zufälligkeiten der Probenahme oder der Zoogeographie (z.B. *Apatania auricula*). Die einzige Ausnahme ist für den Fall gegeben, dass dies der einzige See eines bestimmten Typs in einer Ökoregion ist.
- 3- Die ideale Indikatorart für einen Seentyp erreicht in ihrem typspezifischen Referenzsee ihre größte Häufigkeit, aber sie wird auch mit etwas geringerer Dichte in den degradierten Seen des gleichen Typs gefunden. Wegen der großen ökologischen Valenz der meisten Arten können diese in geringerer Dichte jedoch zumeist auch in anderen Typen und degradierten Seen vorkommen.
- 4- Es ist nachgewiesen, dass eine Zunahme von Nahrung in gewissen Grenzen auch die Reproduktion der Arten fördert, wie z.B. von LENAT (1983) bei Chironomiden gezeigt. Daher kann die Abundanz einiger mesosaprobier Invertebraten steigen, wenn der See vom oligotrophen in den mesotrophen Zustand wechselt. Folglich müssen auch solche Arten betrachtet werden, die in oligotrophen typspezifischen Referenz–Seen in relativ geringer Dichte vorkommen, aber in mesotrophen Seen desselben Typs eine höhere Dichte erreichen.

4. Schlussfolgerungen

Durch die Erfassung und taxonomische Determination von 193 234 Individuen benthischer wirbelloser Tiere aus dem unteren Litoral von 31 Seen in Brandenburg konnte mit diesem Projekt eine umfassende und belastbare Datenbasis für die Typisierung und ökologische Bewertung von Seen geschaffen werden. Auf Grundlage dieses Datenmaterials können folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

1. **Hinsichtlich der Methodik:** Die verwendete Vorgehensweise der Probenahme und –auswertung ist geeignet, einen relativ großen Probeumfang effizient, aber ohne Verlust wissenschaftlicher Informationen zu bearbeiten. Dieses Ziel wurde insbesondere durch den Einsatz von größeren Sieb-Maschenweiten (355 µm) und die Reduktion der Sektorenzahl bei gleichzeitiger Erhöhung der Replikanzahl (6 Sektoren mit je 6 Replikaten) erreicht.
2. **Hinsichtlich der Typologie:** Es wurden 5 Seentypen aufgrund abiotischer Eigenschaften unterschieden: Typ I: Flachsee (mit geringer Durchströmung); Typ II: Flacher Flussee; Typ III: Mitteltiefer See (mit geringer Durchströmung); Typ IV: Mitteltiefer Flussee; Typ V: Tiefer See (mit geringer Durchströmung).

Aus der Co-Inertia-Analyse der Makrozoobenthos-Gemeinschaften ergab sich ein direkter Einfluss der mittleren Tiefe und des hydrologischen Typs der Seen auf die Strukturierung der Makrozoobenthoszönose. Dabei ist es möglich, dass eine weitere Untersuchung des hydrologischen Typs noch vertiefte Erkenntnisse hinsichtlich der Strukturierung der Zoozönosen erbringt, da der hydrologische Typ bislang stark mit Variablen korreliert, die auf eine Eutrophierung hinweisen (Phosphorkonzentration, elektrische Leitfähigkeit).

Die Größe der Seefläche hat für die Struktur der Biozönosen vermutlich nur eine geringe Bedeutung. Allerdings konnte diese Frage nicht hinreichend geklärt werden, da nur drei große Seen (> 10 km² Fläche) in die Untersuchung einbezogen wurden (Scharmützelsee, Schwielochsee und Unteruckersee).

Es konnte herausgearbeitet werden, dass mehrere abiotisch definierte Seentypen durch jeweils typische Makroinvertebraten-Zönosen besiedelt werden. Dieses Ergebnis bedeutet, dass das Makrozoobenthos eine geeignete biologische Größe darstellt, um im Rahmen der EU-WRRL Seen zu typisieren und zu bewerten. Die Erarbeitung einer vorläufigen Referenzliste von Arten für die 5 Typen steht noch aus, da hierfür eine weitere Auswertung auf der Grundlage einer auf unbeeinflusste Seen beschränkten Datenbasis erforderlich wäre (wird nachgereicht).

3. **Hinsichtlich der Degradation von Seen:** Die Bewertung der untersuchten Seen anhand einer Liste von Referenztaxa war im Zuge der Datenanalyse nicht möglich. Bei der Erstellung einer solchen Liste ergibt sich die Schwierigkeit, dass im Rahmen dieses Projekts nur für zwei Seentypen Referenzseen festgelegt werden konnten, nämlich für Typ III (Gr. Wummsee) und Typ V (Stechlinsee), während für die Flusseen kein Referenzgewässer gefunden werden konnte.

Die nachstehend vorgelegte Bewertung (Tab. 4) stützt sich daher auf die Ergebnisse der relativ aussagekräftigen Co-Inertia-Analyse (Abb. 20, 21), sowie auf die offensichtlichen Hinweise auf eine starke Beeinflussung des Makrozoobenthos durch den Trophiestatus.

Tab 4: Einordnung der untersuchten Seen in die Zustandsstufen

	Sehr gut	Gut	Mäßig	Unbefriedigend	Schlecht	Typ	
Beetzsee 1					X	I	
Beetzsee 2					X	I	
Beetzsee 3					X	I	
Gr. Schauener See						X	I
<hr/>							
Blankensee					X	II	
Breitlingsee					X	II	
Gülper See					X	II	
Neuendorfer See					X ¹	II	
Plauer See					X	II	
Rangsdorfer See					X	II	
Schwielochsee					X	II	
Schwielowsee					X	II	
<hr/>							
Fährsee			X			III	
Gr. Glienicker See			X			III	
Gr. Küstrinsee		X				III	
Gr. Wummsee	X					III	
Gr. Zechliner See			X			III	
Grimnitzsee				X		III	
Lübbesee Becken 1			X			III	
Lübbesee Becken 2			X			III	
Parsteiner See		X				III	
Ruppiner See Beck.1				X		III	
Ruppiner See Beck.2				X		III	
Scharmützelsee Beck.1				X		III	
Scharmützelsee Beck.2				X		III	
Unteruckersee			X			III	
Wittwese	X					III	
<hr/>							
Gr. Müggelsee					X	IV	
Hohennauener See					X	IV	
Mellensee					X	IV	
Röddelinsee			X			IV	
Stolpsee			X			IV	
Wolziger See					X	IV	
<hr/>							
Sacrower See		X				V	
Stechlinsee	X					V	
Werbellinsee		X				V	

¹ Vorläufige Einstufung, die aus dem Vergleich des Zustandes aller Seen miteinander resultiert. Bei einer Bewertung der Seen des Typs II untereinander ist für den Neuendorfer See aufgrund der hohen Biodiversität und des vergleichsweise naturnahen Zustandes eine bessere Einstufung zu erwarten.

Die Schlussfolgerungen weisen darauf hin, dass der referenzbezogene Bewertungsansatz der WRRL in dicht besiedelten Regionen Europas teilweise nicht durchführbar ist. Statt dessen empfiehlt sich eine Bewertung über eine Indikatorliste störungsinsensitiver Taxa, die über statistischen Analysen vorhandener Datenbestände erarbeitet werden kann.

5. Literatur

- ANT, H. (1976): Arealveränderungen und gegenwärtiger Stand der Gefährdung mitteleuropäischer Land- und Süßwassermollusken.- In: SUKOPP, H. & W. TRAUTMANN (Hrsg.): Veränderungen der Flora und Fauna in der Bundesrepublik Deutschland.- Referate des gleichnamigen Symposiums 7.-9. Oktober 1975: 309-339., Bonn-Bad Godesberg
- BAEV, P.V. & L.D. PENEV (1993): A program for calculating Biological diversity, Parameters, Similarity, Niche overlap and Cluster analysis. Version 4.1, © Copyright 1990-93.
- BEUTLER, H. (1992): Rote Liste Libellen (Odonata).- In: MINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND RAUMORDNUNG DES LANDES BRANDENBURG (Hrsg.): Rote Liste - Gefährdete Tiere im Land Brandenburg.- 223-225.
- BÖHMER, J. & B. BAIER (2001): Vorschrift zur standardisierten, semiquantitativen Makrozoobenthosprobenahme in Seen > 50 ha für die ökologische Bewertung nach Wasserrahmenrichtlinie.- Bericht im Auftrag der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser: 6.
- BRAASCH, D. (1992): Rote Liste Eintagsfliegen (Ephemeroptera). In: MINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND RAUMORDNUNG DES LANDES BRANDENBURG (Hrsg.): Rote Liste - Gefährdete Tiere im Land Brandenburg.- 227-228.
- BRAASCH, D., HENDRICH, L. & M. BALKE (2000): Rote Liste und Artenliste der Wasserkäfer des Landes Brandenburgs (Coleoptera: Hydradephaga, Hydrophiloidea part., Dryopoidea part. und Hydraenidae).- Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg 9 (3): 1-35.
- BRINKMANN, R. LETTOW, G., SCHWAHN, J. & S. SPETH (1998): Untersuchung der Litoralfauna schleswig-holsteinischer Seen: Veranlassung, Zielsetzung – Teil I: Köcherfliegen.- Lauterbornia 34: 31-44.
- DOLEDEC, S. & D. CHESSEL (1994): Co-inertia analysis: an alternative method for studying species-environment relationships. Freshwat. Biol. 31: 277-294.
- EUROPÄISCHES PARLAMENT UND RAT DER EUROPÄISCHEN UNION (2000): Richtlinie 2000/60/EG vom 23.10.2000 zu Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik-kurz: Europäische Wasserrahmenrichtlinie (WRRL); Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 327 vom 22.12.2000: 1-72.
- FISHER, R.A., CORBET, A.S. & C.B. WILLIAMS (1943): The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample from an animal population.- J. Anim. Ecol. 12: 42-58.
- FLOESSNER, D., KASPRZAK, P., MOTHES, G., RONNEBERGER, D. & W. SCHOENBORN (1984): The invertebrate communities.- In CASPER, S.J. (Hrsg.): Lake Stechlin: a temperate oligotrophic lake.- Monographiae biologicae vol. 58: 213-259., Dordrecht, Niederlande
- GARCIA, X.F., PUSCH, M., BRAUNS, M. & N. WALZ (2002): Typologie und ökologische Bewertung von Seen in Brandenburg auf der Grundlage des Makrozoobenthos.- In: DENEKE, R. & B. NIXDORF (Hrsg.): Ansätze und Probleme bei Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie, Aktuelle Reihe der BTU Cottbus, 5/02: 53-68.
- GARCIA, X.F., PUSCH, M. & N. WALZ (2002): Implementation of the Water Framework Directive to the ecological assessment of lakes using macrozoobenthos assemblages.- Proceedings of the Science for Water Policy (SWAP) conference - Norwich, September 2th-4th, 2002, (in press)

- GEISER, R. (1998): Rote Liste der Käfer (Coleoptera).- In: BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (Hrsg.): Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands.- 168-230., Bonn-Bad Godesberg
- HERDAM, V. & J. ILLIG (1992): Rote Liste Weichtiere (Mollusca, Gastropoda & Bivalvia).- In: MINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND RAUMORDNUNG DES LANDES BRANDENBURG (Hrsg.): Rote Liste Gefährdete Tiere im Land Brandenburg.- 39-48.
- HURLBERT, S.H. (1971): The nonconcept of species diversity: a critique and alternative parameters.- Ecology 52: 577-589.
- JEPPESEN, E., JENSEN, J.P., KRISTENSEN, P., SONDERGAARD, M., MORTENSEN, E., SORTKJAER, O. & K. OLRİK, (1990): Fish manipulation as a lake restoration tool in shallow, eutrophic, temperate lakes. 2: Threshold levels, long-term stability and conclusions.- Hydrobiologia 200-201: 219-227.
- KLIMA, F. et al. (1998): Rote Liste der Köcherfliegen (Trichoptera).- In: BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (Hrsg.): Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands. 112-118., Bonn-Bad Godesberg
- MARCINEK, J. & B. NITZ (1973): Das Tiefland der Deutschen Demokratischen Republik – Leitlinien seiner Oberflächengestaltung.- VEB Hermann Haack, Geogr.-Kartograph. Anstalt Gotha/Leipzig, 288 S.
- MARCINEK, J. (1966): Die Entstehung der Seen im nördlichen Teil der Deutschen Demokratischen Republik.- Zeitschrift für den Erdkundeunterricht: 361-369.
- MARCINEK, J. (1997): Brandenburg – ein gewässerreiches aber wasserarmes Land.- Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung 35: 257-265.
- MATHES, J., PLAMBECK, G. & J. SCHAUMBURG (2002): Das Typisierungssystem für stehende Gewässer in Deutschland mit Wasserflächen ab 0,5 km² zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie.- In: DENEKE, R. & NIXDORF, B. (Hrsg.): Ansätze und Probleme bei Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie, Aktuelle Reihe der BTU Cottbus, 5/02: 15-23.
- MEY, W., F. KLIMA & D. BRAASCH (1992): Rote Liste. Köcherfliegen (Trichoptera).- In: MINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND RAUMORDNUNG DES LANDES BRANDENBURG (Hrsg.): Rote Liste Gefährdete Tiere im Land Brandenburg.- 133-135.
- MOTHES, G. (1969): Die Trichopteren des Stechlinsees.- Limnologia 5: 1-10.
- OTT, J. & W. PIPER (1998): Rote Liste der Libellen (Odonata).- In: BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (Hrsg.): Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands.- 260-263., Bonn-Bad Godesberg
- OTTO, C.-J. (1998): Zur Köcherfliegenfauna schleswig-holsteinischer Seeabläufe.- Lauterbornia 34: 45-52.
- PINDER, L.C.V. & F. REISS (1983): The larvae of the Chironominae (Diptera: Chironomidae) of the Holarctic region.- Entomologica scandinavica Suppl. 19: 293-435.
- ROBERT, B. (2001): Verzeichnis der Köcherfliegen (Trichoptera) Deutschlands. In KLAUSNITZER, B. (Hrsg.): Entomofauna Germanica 5.- Ent. Nachr. Ber.: 107-151.
- SAMIETZ, R. (1999): Chironomidae.- In: SCHUHMAN, H., BÄHRMANN, R. & A. STARK (Hrsg.): Checkliste der Dipteren Deutschlands.- Studia Dipterologica 2: 354.
- SCHEFFER, M., HOSPER, S.H., MEIJER, M.L., MOSS, B. & E. JEPPESEN (1993): Alternative equilibria in shallow lakes.- Trends Ecol. Evol. 8 (8): 275-279.

- SCHÖNFELDER, I., GIESECKE, TH., GELBRECHT, J. & C.E.W. STEINBERG (2000): Paläolimnologische Untersuchungen an spätglazialen und holozänen Sedimenten des Großen Treppensees (Brandenburg).- Berichte des IGB 10/2000: 171-184.
- SHANNON, C.E. (1948): A mathematical theory of communications. Bell System Technical Journal 27 : 379-423, 623-656.
- TAYLOR, L.R. (1978): Bates, Williams, Hutchinson - A variety of diversities. In: MOUND, L.A. & N. WARLOFF (Hrsg.): Diversity of Insect Faunas.- Proc. 9th Symp. Royal Entomological Society 1-18., Blackwell Scientific, Oxford.
- TER BRAAK, C.F.J. (1986): Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis.- Ecology 67: 1167-1179.
- WASSON, J.G., CHANDESRI, A., PELLA, H. & L. BLANC (2002): Typology and reference conditions for surface water bodies in France – the hydro-ecoregion approach.- TemaNord 2002: 566 pp.
- ZETTLER, M. L. (2000): Bewertung des ökologischen Zustandes von Fließgewässern in Mecklenburg-Vorpommern über die Malakofauna als Indikatororganismen.- Natur und Naturschutz in Mecklenburg-Vorpommern 35: 3-63.

Anhang

- I** Einleitung
- II** Untersuchte Seen und deren Lage im Jungmoränengebiet
- III** Chemische Kenngrößen der untersuchten Seen
- IV** Substratbeschreibung
- IV Forts.:** Korngrößenzusammensetzung der Sedimente
- V** Detaillierte Nachweisliste der Taxa der unteren Litoralproben
- VI** Detaillierte Nachweisliste der Taxa der oberen Litoralproben
- VII** Detaillierte Nachweisliste der Taxa der Imaginalproben
- VIII** Artsättigungskurven der Proben des unteren Litorals
- IX** Artsättigungskurven der Proben des oberen Litorals
- X** Projektion der Faktorenladung der Arten auf die F1xF2 Faktorenebene der CoI-Analyse, Arten des unteren Litorals (beide Kampagnen)
- X Forts.:** Taxaliste mit Code-Nr. der Co-Inertia-Analyse
- XII** Verwendete taxonomische Literatur

Anhang I: Projektmitarbeiter

Das Projekt wird seit September 2001 (Vorlaufphase im August) von folgenden Projektmitarbeitern bearbeitet:

- Herr Dr. Xavier-François GARCIA (Projektkoordinator, Taxonomie von Makrozoobenthos, besonders Chironomidae, Statistik)
- Herr Dipl.-Ing. (FH) Mario BRAUNS (Makrozoobenthos, besonders Taxonomie der Trichoptera, Ephemeroptera, Coleoptera, Datenbank)
- Frau Dipl. Biol. Steffi NOACK (Organisation, Makrozoobenthos)
- Frau Dipl.-Geogr. Michaela SCHÖNHERR (Makrozoobenthos)
- studentische Hilfskräfte: Christian POLLEICHTNER, Robert TARASZ, Astrid SCHWALB, Lina WISCHNENSKI

Wissenschaftliche Arbeiten der Projektmitarbeiter:

- BRAUNS, M. & W. OFFINGER (2002): Bemerkenswerte Nachweise von Wasserinsekten (Ephemeroptera, Coleoptera, Trichoptera) aus dem Nordharz, Sachsen-Anhalt.- *Lauterbornia* 44: 73-82.
- BRAUNS, M. (2002): Erstnachweis von *Ecdyonurus subalpinus* (KLAPALEK, 1907) (Ephemeroptera: Heptageniidae) für Sachsen-Anhalt.- *Entomol. Mitt. Sachsen-Anhalt* 9 (2): 53-54.
- GARCIA, X.-F. 2000: Ecologie comparée des Chironomidés (Diptera) des zones potamiques de la Garonne et de la Loire (France). Hétérogénéité de l'espace fluvial et biodiversité.- Thèse de Doctorat, Université Paul Sabatier, Toulouse, 210 p.
- GARCIA, X.-F., LAVILLE, H. 2000: First inventory and faunistic particularities of the chironomic population from a 6th order section of the sandy River Loire (France).- *Arch. Hydrobiol.* 147: 465-484.
- GARCIA, X.-F., LAVILLE, H. 2001: Importance of floodplain waters for the conservation of chironomid (Diptera) biodiversity in a 6th order section of the Garonne river (France).- *Ann. Limnol.* 37: 35-47.
- GARCIA, X.-F., LAVILLE, H. 2002: Spatio-temporal distribution of the chironomid populations in the lower part of a large river: the Middle Loire (France).- *Verh. Internat. Verein. Limnol.* (im Druck).
- GARCIA, X.-F., PUSCH, M., BRAUNS, M. & WALZ, N. (2002): Typologie und ökologische Bewertung von Seen in Brandenburg auf der Grundlage des Makrozoobenthos.- In: DENEKE, R.; NIXDORF, B. (Hrsg.): Ansätze und Probleme bei der Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie.- *Aktuelle Reihe der BTU Cottbus* 5/02: 53-68.
- LANGTON, P. H., GARCIA, X.-F. 2000: A review of *Cladotanytarsus conversus* (JOHANNSEN) with first records from Europe.- *Spixiana*. 23: 199-206.
- NOACK, S. (2000): Bioakkumulation von schwerflüchtigen organischen Substanzen bei *Lumbriculus variegatus*.- Diplomarbeit FB Hydrobiologie der TU Dresden.
- OFFINGER, W., BRAUNS, M. (2000): Untersuchungen zur biozönotischen Gliederung und Wiederbesiedlung der Holtemme, einem anthropogen beeinträchtigten Fließgewässer im Nordharz. Diplomarbeit Hochschule Anhalt (FH), Bemburg, 147 S.

Anhang II : Untersuchte Seen und deren Lage im Jungmoränengebiet

See	Abkürzung	Landkreis	TK 25	Jungmoränen-Gebiet		
				BR	FF	PO
Beetzsee	Beet	Potsdam-Mittelmark	3541	X		
Blankensee	Blan	Potsdam-Mittelmark	3744	X		
Breitlingsee	Brei	Brandenburg/Havel	3640	X		
Fährsee	Fähr	Uckermarck	2847			X
Grimnitzsee	Grim	Barnim	3048			X
Groß Glienicker See	Glie	Potsdam-Mittelmark	3544	X		
Großer Küstrinsee	Küst	Uckermarck	2746		X	
Großer Müggelsee	Mügg	Berlin	3547	X		
Groß Schauener See mit Wochowsee	Schn	Oder-Spree	3749	X		
Großer Wummsee	Wumm	Ostprignitz-Ruppin	2842		X	
Großer Zechliner See	Zech	Ostprignitz-Ruppin	2842		X	
Gülper See	Gülp	Havelland	3239	X		
Hohennauener See	Hohe	Havelland	3340	X		
Lübbese	Lübb	Uckermarck	2847		X	
Mellensee	Mell	Teltow-Fläming	3846	X		
Neuendorfer See	Neue	Dahme-Spreewald	3849	X		
Parsteiner See	Pars	Barnim	3049			X
Plauer See	Plau	Brandenburg/Havel	3540	X		
Rangsdorfer See	Rang	Teltow-Fläming	3646	X		
Röddelinsee	Rödd	Uckermarck	2946		X	
Ruppiner See	Rupp	Ostprignitz-Ruppin	3042	X		
Sacrower See	Sacr	Potsdam-Mittelmark	3544	X		
Scharmützelsee	Scha	Oder-Spree	3750	X		
Schwielochsee	Schc	Oder-Spree	3951	X		
Schwielowsee	Schw	Potsdam-Mittelmark	3643	X		
Stechlinsee	Stec	Oberhavel	2844		X	
Stolpsee	Stol	Oberhavel	2845		X	
Unteruckersee	Unte	Uckermarck	2649			X
Werbellinsee	Werb	Barnim	3048		X	
Wittwese	Witt	Ostprignitz-Ruppin	2843		X	
Wolziger See	Wolz	Dahme-Spreewald	3748	X		

BR: Brandenburger Stadium

FF: Frankfurter Stadium

PO: Pommersches Stadium

**Anhang III: Chemische
Kenngrößen der
untersuchten Seen**

	Gr. Müggelsee				Scharmützelsee Becken 1				Scharmützelsee Becken 2			
	Mittel.	Std.Fehl.	Max.	Min.	Mittel.	Std.Fehl.	Max.	Min.	Mittel.	Std.Fehl.	Max.	Min.
1. Kampagne												
<i>Oberfläche</i>												
O ₂ Konzentration (mg/l)	10.67	0.32	11.60	9.20	8.65	0.37	9.00	8.00	8.77	0.26	9.10	8.40
O ₂ Sättigung (%)	103	4.71	117	87.40	84.17	3.97	88.00	77.00	84.83	2.64	88.00	81.00
pH	8.29	0.10	8.50	7.81	8.17	0.12	8.30	8.00	8.05	0.05	8.10	8.00
Leitfähigkeit (µS)	722	1.17	724	716	369	2.07	371	366	379	1.72	382	377
Temperatur (°C)	13.35	1.52	15.70	5.81	13.82	0.04	13.90	13.80	13.48	0.08	13.60	13.40
<i>Boden</i>												
O ₂ Konzentration (mg/l)	10.06	0.37	11.40	9.10	8.48	0.41	9.00	7.80	8.47	0.66	9.10	7.40
O ₂ Sättigung (%)	96	4.59	116	86.20	82.17	4.02	87.00	75.00	81.50	5.92	87.00	72.00
pH	8.24	0.09	8.50	7.86	8.12	0.08	8.20	8.00	8.07	0.08	8.20	8.00
Leitfähigkeit (µS)	722	1.30	725	716	368	2.04	372	367	381	1.52	382	378
Temperatur (°C)	13.12	1.48	15.60	5.79	13.72	0.08	13.80	13.60	13.45	0.10	13.60	13.30
Sichttiefe	1.12	0.02	1.20	1.10	1.38	0.29	1.70	1.10	1.18	0.10	1.30	1.00
2. Kampagne												
<i>Oberfläche</i>												
O ₂ Konzentration (mg/l)	14.70	1.46	16.25	12.16	14.59	0.71	15.40	13.46	12.50	2.85	14.04	6.70
O ₂ Sättigung (%)	133	8.05	145	123	132	6.60	137	120	113	27.70	127	57
pH	8.71	0.17	8.84	8.38	8.48	0.91	8.93	6.63	8.63	0.41	8.80	7.80
Leitfähigkeit (µS)	663	31.06	714	617	382	3.66	388	379	390	6.35	399	380
Temperatur (°C)	10.45	1.10	11.70	9.02	11.29	0.43	11.70	10.50	11.08	1.62	12.00	7.80
<i>Boden</i>												
O ₂ Konzentration (mg/l)	13.88	1.89	16.84	11.56	13.26	1.69	14.80	10.00	11.80	2.53	13.50	6.90
O ₂ Sättigung (%)	123	20.12	156	98.10	117	17.27	133	84.00	220	260	751	98.20
pH	8.55	0.15	8.78	8.39	8.65	0.25	8.90	8.17	8.51	0.39	8.80	7.79
Leitfähigkeit (µS)	676	19.83	710	660	382	7.69	393	369	392	4.59	398	385
Temperatur (°C)	9.63	1.45	11.62	7.98	9.89	1.43	11.20	7.70	10.15	1.95	12.40	7.70
Sichttiefe	0.93	0.23	1.20	0.70	1.17	0.08	1.30	1.10	1.26	0.04	1.30	1.20

**Anhang III: Chemische
Kenngrößen der
untersuchten Seen**

	Wolziger See				Gr. Schauener See				Neuendorfer See			
	Mittel.	Std.Fehl.	Max.	Min.	Mittel.	Std.Fehl.	Max.	Min.	Mittel.	Std.Fehl.	Max.	Min.
1. Kampagne												
<i>Oberfläche</i>												
O ₂ Konzentration (mg/l)	10.53	0.09	10.70	10.46	8.30	0.34	8.80	7.90	8.40	0.60	9.30	7.70
O ₂ Sättigung (%)	83.27	0.68	84.50	82.50	79.83	3.43	85.00	76.00	81.80	5.07	89.00	76.00
pH	7.89	0.06	7.94	7.78	8.05	0.08	8.20	8.00	7.52	0.04	7.60	7.50
Leitfähigkeit (µS)	469	2.26	473	467	368	8.76	379	355	736	15.34	755	714
Temperatur (°C)	5.22	0.11	5.33	5.04	13.38	0.08	13.50	13.30	13.64	0.63	14.70	13.20
<i>Boden</i>												
O ₂ Konzentration (mg/l)	10.57	0.03	10.60	10.52	7.03	1.84	8.80	3.50	8.30	0.65	9.30	7.70
O ₂ Sättigung (%)	83.38	0.54	83.80	82.40	67.33	17.84	84.00	33.00	80.60	5.37	89.00	77.00
pH	7.88	0.04	7.91	7.80	7.85	0.29	8.20	7.50	7.48	0.04	7.50	7.40
Leitfähigkeit (µS)	469	3.03	475	467	312	134	374	38.00	739	15.33	756	714
Temperatur (°C)	5.13	0.18	5.34	4.85	13.42	0.16	13.70	13.20	13.56	0.62	14.60	13.10
Sichttiefe	3.90	0.61	4.60	3.50	0.50	0.00	0.50	0.50	1.65	0.21	1.90	1.40
2. Kampagne												
<i>Oberfläche</i>												
O ₂ Konzentration (mg/l)	7.92	0.22	8.10	7.60	11.05	0.51	11.71	10.37	12.27	0.04	12.30	12.24
O ₂ Sättigung (%)	83.83	2.14	86.00	80.00	107	5.20	113	101	107	0.49	107	107
pH	7.61	0.05	7.69	7.55	8.63	0.06	8.69	8.54	8.32	0.51	8.68	7.96
Leitfähigkeit (µS)	440	2.48	445	438	385	1.22	386	383	682	6.36	686	677
Temperatur (°C)	17.70	0.49	18.60	17.20	13.69	0.33	14.22	13.24	9.00	0.08	9.05	8.94
<i>Boden</i>												
O ₂ Konzentration (mg/l)	7.45	0.98	8.10	5.50	7.82	2.93	11.29	3.56	12.13	-	12.13	12.13
O ₂ Sättigung (%)	77.83	11.44	85.00	55.00	74.67	28.65	109	33.10	106	-	106	106
pH	7.61	0.04	7.67	7.56	8.27	0.36	8.66	7.72	8.00	-	8.00	8.00
Leitfähigkeit (µS)	440	2.37	443	438	392	4.62	396	385	679	-	679	679
Temperatur (°C)	17.10	1.34	18.60	14.70	12.88	0.51	13.39	11.97	8.94	-	8.94	8.94
Sichttiefe	4.55	0.33	4.90	4.25	0.42	0.09	0.45	0.24	1.07	0.06	1.10	1.00

**Anhang III: Chemische
Kenngrößen der
untersuchten Seen**

	Schwielochsee				Mellensee				Rangsdorfer See			
	Mittel.	Std.Fehl.	Max.	Min.	Mittel.	Std.Fehl.	Max.	Min.	Mittel.	Std.Fehl.	Max.	Min.
1. Kampagne												
<i>Oberfläche</i>												
O ₂ Konzentration (mg/l)	12.21	0.30	12.57	11.88	8.68	0.19	9.00	8.50	11.42	0.83	12.30	9.90
O ₂ Sättigung (%)	91.32	2.38	93.80	87.80	81.67	3.20	87.00	79.00	95.50	6.60	103	84.00
pH	101.31	208.90	475.00	7.76	7.80	0.00	7.80	7.80	8.20	0.32	8.50	7.60
Leitfähigkeit (µS)	563	34.46	618	525	469	0.00	469	469	571	3.97	579	568
Temperatur (°C)	3.02	1.70	4.38	0.94	11.87	0.08	12.00	11.80	7.33	0.23	7.80	7.20
<i>Boden</i>												
O ₂ Konzentration (mg/l)	11.48	0.56	12.07	10.56	8.03	0.92	9.00	6.70	10.57	1.34	11.90	8.90
O ₂ Sättigung (%)	85.86	5.18	92.80	81.40	74.17	9.02	83.00	60.00	88.00	10.60	99.00	74.00
pH	7.63	0.63	8.03	6.52	7.78	0.04	7.80	7.70	7.83	0.47	8.40	7.30
Leitfähigkeit (µS)	541	36.06	587	491	469	3.63	472	462	530	82.42	577	368
Temperatur (°C)	3.13	1.64	4.53	1.19	11.85	0.05	11.90	11.80	7.47	0.23	7.80	7.20
Sichttiefe	1.44	0.15	1.60	1.20	0.85	0.05	0.90	0.80	0.40	0.06	0.50	0.30
2. Kampagne												
<i>Oberfläche</i>												
O ₂ Konzentration (mg/l)	9.73	1.06	11.30	8.30	10.15	0.75	11.10	9.30				
O ₂ Sättigung (%)	105	12.56	123	88.00	100	7.06	110	91.50				
pH	8.30	0.22	8.52	7.93	8.06	0.10	8.20	7.96			Messsonde defekt	
Leitfähigkeit (µS)	522	17.77	541	493	496	4.27	504	492				
Temperatur (°C)	19.48	0.45	19.90	18.70	14.68	0.30	15.14	14.42				
<i>Boden</i>												
O ₂ Konzentration (mg/l)	8.77	1.63	10.80	6.00	8.21	1.67	9.79	5.64				
O ₂ Sättigung (%)	94.33	17.73	117	65.00	80.52	17.61	95.90	53.60				
pH	8.20	0.22	8.44	7.89	7.88	0.17	8.07	7.61			Messsonde defekt	
Leitfähigkeit (µS)	525	19.79	551	493	499	4.67	504	494				
Temperatur (°C)	19.35	0.43	19.70	18.60	14.03	1.11	15.00	12.24				
Sichttiefe	0.92	0.04	1.00	0.90	1.23	0.08	1.30	1.10	0.28	0.03	0.30	0.25

**Anhang III: Chemische
Kenngrößen der
untersuchten Seen**

	Blankensee				Schwielowsee				Sacrower See			
	Mittel.	Std.Fehl.	Max.	Min.	Mittel.	Std.Fehl.	Max.	Min.	Mittel.	Std.Fehl.	Max.	Min.
1. Kampagne												
<i>Oberfläche</i>												
O ₂ Konzentration (mg/l)	12.32	0.93	13.40	10.90	9.88	0.38	10.30	9.20	8.95	0.39	9.40	8.40
O ₂ Sättigung (%)	113	9.03	123	99.00	85.17	1.72	88.00	83.00	83.00	4.05	88.00	77.00
pH	8.38	0.15	8.60	8.20	8.02	0.04	8.10	8.00	7.97	0.05	8.00	7.90
Leitfähigkeit (µS)	699	4.24	704	693	729	1.63	731	726	386	2.07	389	385
Temperatur (°C)	10.92	0.21	11.20	10.70	8.05	0.12	8.20	7.90	11.60	0.11	11.80	11.50
<i>Boden</i>												
O ₂ Konzentration (mg/l)	12.13	0.86	13.20	10.90	9.73	0.34	10.10	9.20	8.78	0.40	9.20	8.10
O ₂ Sättigung (%)	110	8.56	120	99.00	82.83	2.86	86.00	78.00	81.00	3.63	85.00	75.00
pH	8.42	0.16	8.60	8.20	8.02	0.04	8.10	8.00	7.90	0.09	8.00	7.80
Leitfähigkeit (µS)	699	2.76	704	696	731	5.09	739	725	385	1.03	387	384
Temperatur (°C)	10.90	0.23	11.20	10.70	8.03	0.12	8.20	7.90	11.52	0.10	11.60	11.40
Sichttiefe	0.43	0.05	0.50	0.40	2.44	0.35	2.80	2.00	2.55	0.42	3.00	2.10
2. Kampagne												
<i>Oberfläche</i>												
O ₂ Konzentration (mg/l)	10.87	0.58	11.28	10.46	10.73	0.56	11.70	10.00	9.85	0.26	10.30	9.50
O ₂ Sättigung (%)	108	6.08	112	104	113	6.24	123	104	105	3.21	109	100
pH	8.42	0.00	8.42	8.42	7.52	0.14	7.80	7.44	7.43	0.01	7.43	7.41
Leitfähigkeit (µS)	685	1.41	686	684	638	5.42	645	631	65	4.62	68	56
Temperatur (°C)	14.77	0.04	14.80	14.74	17.90	0.34	18.30	17.50	18.35	0.37	19.00	17.90
<i>Boden</i>												
O ₂ Konzentration (mg/l)	10.77	0.75	11.30	10.24	9.20	1.71	11.20	6.30				
O ₂ Sättigung (%)	107	7.71	112	102	96.83	18.49	120	66.00				
pH	8.39	0.04	8.41	8.36	7.49	0.08	7.64	7.39				
Leitfähigkeit (µS)	685	1.41	686	684	640	8.10	648	632				
Temperatur (°C)	14.81	0.08	14.87	14.75	17.75	0.45	18.20	17.10				
Sichttiefe	0.93	0.15	1.10	0.75	0.85	0.05	0.90	0.80	5.35	1.20	6.20	4.50

Messsonde defekt

**Anhang III: Chemische
Kenngrößen der
untersuchten Seen**

	Gr. Glienicker See				Beetzsee Becken 1				Beetzsee Becken 2			
	Mittel.	Std.Fehl.	Max.	Min.	Mittel.	Std.Fehl.	Max.	Min.	Mittel.	Std.Fehl.	Max.	Min.
1. Kampagne												
<i>Oberfläche</i>												
O ₂ Konzentration (mg/l)	7.83	0.41	8.40	7.30	12.28	0.11	12.40	12.12				
O ₂ Sättigung (%)	75.83	4.07	81.00	71.00	96.67	1.09	98.40	95.30				
pH	7.67	0.05	7.70	7.60	8.04	0.05	8.12	7.97				
Leitfähigkeit (µS)	558	0.41	558	557	712	5.89	719	705				
Temperatur (°C)	13.68	0.17	13.90	13.50	4.99	0.21	5.36	4.74				
<i>Boden</i>												
O ₂ Konzentration (mg/l)	7.50	0.46	8.30	7.10	12.13	0.38	12.35	11.36				
O ₂ Sättigung (%)	72.83	4.49	81.00	69.00	95.37	2.65	97.30	90.10				
pH	7.63	0.05	7.70	7.60	8.03	0.05	8.10	7.99				
Leitfähigkeit (µS)	559	1.05	560	557	716	8.64	730	706				
Temperatur (°C)	13.60	0.09	13.70	13.50	4.91	0.23	5.31	4.64				
Sichttiefe	2.30	0.27	2.50	1.90	1.75	0.29	2.00	1.50	1.22	0.03	1.25	1.20
2. Kampagne												
<i>Oberfläche</i>												
O ₂ Konzentration (mg/l)	10.10	0.51	10.40	9.20	12.92	1.90	16.10	10.90	10.82	1.90	12.50	8.20
O ₂ Sättigung (%)	112	5.79	116	102	145	21.98	181	121	123	23.15	144	92.00
pH	7.83	0.01	7.84	7.82	8.66	0.14	8.90	8.51	8.60	0.11	8.70	8.42
Leitfähigkeit (µS)	534	2.39	537	531	644	7.47	653	632	664	6.74	673	657
Temperatur (°C)	20.20	0.10	20.30	20.10	20.20	0.57	20.80	19.30	20.70	0.82	21.50	19.40
<i>Boden</i>												
O ₂ Konzentration (mg/l)	10.62	1.13	11.90	9.20	7.55	3.45	11.60	2.40	8.15	2.31	11.20	4.90
O ₂ Sättigung (%)	113	9.42	126	102	81.83	38.47	129	25.00	94.17	27.53	128	54.00
pH	7.83	0.01	7.85	7.82	8.24	0.36	8.69	7.76	8.46	0.18	8.70	8.25
Leitfähigkeit (µS)	542	10.01	560	536	655	6.78	663	643	669	6.75	676	660
Temperatur (°C)	17.96	3.19	19.90	12.50	18.98	0.88	20.30	17.70	19.97	0.97	21.00	18.70
Sichttiefe	3.85	0.07	3.90	3.80	1.05	0.12	1.20	0.90	0.55	0.05	0.60	0.50

Anhang III: Chemische Kenngrößen der untersuchten Seen

	Beetzsee Becken 3				Plauer See				Breitlingsee			
	Mittel.	Std.Fehl.	Max.	Min.	Mittel.	Std.Fehl.	Max.	Min.	Mittel.	Std.Fehl.	Max.	Min.
1. Kampagne												
<i>Oberfläche</i>												
O ₂ Konzentration (mg/l)					11.09	0.24	11.52	10.85	10.87	0.33	11.23	10.39
O ₂ Sättigung (%)					85.13	1.83	88.30	83.20	82.62	2.60	86.40	79.00
pH					7.83	0.19	7.95	7.45	7.88	0.08	8.03	7.82
Leitfähigkeit (µS)					713	15.48	732	688	682	20.20	709	653
Temperatur (°C)					3.99	0.11	4.09	3.79	3.59	0.52	4.05	2.86
<i>Boden</i>												
O ₂ Konzentration (mg/l)					10.72	0.36	11.06	10.11	10.67	0.29	10.95	10.34
O ₂ Sättigung (%)					82.22	2.72	84.70	77.70	80.75	2.55	83.80	78.20
pH					7.84	0.12	7.93	7.61	7.84	0.05	7.92	7.79
Leitfähigkeit (µS)					713	16.50	735	689	684	10.69	699	671
Temperatur (°C)					3.99	0.10	4.07	3.80	3.59	0.53	4.07	2.84
Sichttiefe	1.20	0.48	2.00	0.75	3.20	0.00	3.20	3.20	2.66	0.14	2.76	2.50
2. Kampagne												
<i>Oberfläche</i>												
O ₂ Konzentration (mg/l)	11.48	1.65	13.20	8.40	9.38	0.60	10.20	8.70	8.95	1.63	10.60	6.60
O ₂ Sättigung (%)	132	21.79	156	93.00	107	8.23	119	97.00	98.17	17.99	117	72.00
pH	8.48	0.11	8.58	8.27	8.23	0.15	8.45	8.04	8.33	0.20	8.54	8.04
Leitfähigkeit (µS)	730	52.04	785	662	680	7.99	692	668	650	14.24	673	638
Temperatur (°C)	21.35	1.12	22.80	20.00	20.58	0.56	21.40	19.80	18.87	0.31	19.30	18.50
<i>Boden</i>												
O ₂ Konzentration (mg/l)	9.25	2.76	11.10	4.00	6.55	1.34	8.20	5.20	7.72	1.71	10.50	5.80
O ₂ Sättigung (%)	106	33.98	132	43.00	72.67	15.41	92.00	55.00	84.17	19.25	116	63.00
pH	8.38	0.25	8.59	7.95	8.06	0.26	8.42	7.77	8.06	0.23	8.35	7.74
Leitfähigkeit (µS)	735	53.52	788	666	673	17.55	689	639	648	19.45	671	615
Temperatur (°C)	20.60	0.99	21.60	18.90	19.13	0.29	19.50	18.70	18.62	0.41	19.00	18.10
Sichttiefe	0.65	0.05	0.70	0.60	0.79	0.06	0.90	0.75	0.71	0.13	0.90	0.60

**Anhang III: Chemische
Kenngrößen der
untersuchten Seen**

	Hohennauener See				Gülper See				Ruppiner See Becken 1			
	Mittel.	Std.Fehl.	Max.	Min.	Mittel.	Std.Fehl.	Max.	Min.	Mittel.	Std.Fehl.	Max.	Min.
1. Kampagne												
<i>Oberfläche</i>												
O ₂ Konzentration (mg/l)	11.51	-	11.51	11.51	14.40	0.76	15.35	13.02	9.70	-	9.70	9.70
O ₂ Sättigung (%)	88.40	-	88.40	88.40	106	5.46	112	95.50	75.60	-	75.60	75.60
pH	8.11	-	8.11	8.11	8.52	0.18	8.71	8.21	7.81	-	7.81	7.81
Leitfähigkeit (µS)	956	-	956	956	684	10.61	699	666	435	-	435	435
Temperatur (°C)	2.62	-	2.62	2.62	2.34	0.10	2.47	2.22	4.64	-	4.64	4.64
<i>Boden</i>												
O ₂ Konzentration (mg/l)	11.72	-	11.72	11.72	14.01	1.09	15.03	12.18	9.53	-	9.53	9.53
O ₂ Sättigung (%)	86.80	-	86.80	86.80	103	7.90	110	89.60	74.20	-	74.20	74.20
pH	8.13	-	8.13	8.13	8.40	0.30	8.66	7.83	7.75	-	7.75	7.75
Leitfähigkeit (µS)	963	-	963	963	689	12.69	703	669	435	-	435	435
Temperatur (°C)	2.66	-	2.66	2.66	2.38	0.13	2.54	2.22	4.64	-	4.64	4.64
Sichttiefe	2.50	0.00	2.50	2.50	0.89	0.30	1.50	0.75	1.39	0.08	1.50	1.25
2. Kampagne												
<i>Oberfläche</i>												
O ₂ Konzentration (mg/l)	8.70	0.98	9.20	6.70	9.90	1.65	11.40	7.66	9.82	1.78	11.20	6.70
O ₂ Sättigung (%)	95.83	10.23	101	75.00	107	17.77	123	82.50	109	20.04	124	74.00
pH	8.12	0.12	8.26	7.96	8.34	0.26	8.60	8.00	8.36	0.25	8.57	7.95
Leitfähigkeit (µS)	1021	13.23	1031	996	702	3.90	705	695	393	10.22	409	384
Temperatur (°C)	19.57	0.28	19.90	19.30	19.13	0.10	19.30	19.00	20.25	0.40	20.60	19.60
<i>Boden</i>												
O ₂ Konzentration (mg/l)	8.93	0.23	9.10	8.50	9.03	1.17	10.70	7.18	8.00	1.94	10.00	5.30
O ₂ Sättigung (%)	98.17	1.94	100	95.00	80.70	35.23	107	11.50	89.67	22.11	111	59.00
pH	8.17	0.14	8.39	8.03	8.37	0.25	8.59	8.00	8.30	0.31	8.57	7.86
Leitfähigkeit (µS)	1020	15.56	1034	991	706	8.33	722	699	394	9.09	406	386
Temperatur (°C)	19.37	0.56	20.00	18.70	19.00	0.19	19.30	18.70	20.02	0.89	20.90	18.90
Sichttiefe	3.25	0.35	3.50	3.00	0.87	0.19	1.20	0.75	0.85	0.08	0.90	0.70

Anhang III: Chemische Kenngrößen der untersuchten Seen

	Ruppiner See Becken 2				Gr. Wummsee				Gr. Zechliner See			
	Mittel.	Std.Fehl.	Max.	Min.	Mittel.	Std.Fehl.	Max.	Min.	Mittel.	Std.Fehl.	Max.	Min.
1. Kampagne												
<i>Oberfläche</i>												
O ₂ Konzentration (mg/l)					11.17	0.51	12.20	10.90	9.68	0.34	9.90	9.00
O ₂ Sättigung (%)					111	5.24	121	107	94.67	3.33	97.00	88.00
pH					8.45	0.10	8.60	8.30	8.13	0.08	8.20	8.00
Leitfähigkeit (µS)					238	25.34	290	226	341	0.82	342	340
Temperatur (°C)					14.68	0.26	14.90	14.30	14.05	0.10	14.20	13.90
<i>Boden</i>												
O ₂ Konzentration (mg/l)					10.93	0.63	11.80	10.10	9.40	0.54	9.90	8.40
O ₂ Sättigung (%)					108	6.92	118	99.00	92.17	4.96	96.00	83.00
pH					8.42	0.18	8.60	8.10	8.13	0.16	8.40	7.90
Leitfähigkeit (µS)					239	23.40	286	224	343	0.82	344	342
Temperatur (°C)					14.37	0.23	14.70	14.10	14.03	0.12	14.20	13.90
Sichttiefe	2.96	0.35	3.40	2.50	>5	0.00			2.45	0.42	2.90	2.00
2. Kampagne												
<i>Oberfläche</i>												
O ₂ Konzentration (mg/l)	8.62	1.04	9.60	6.70	12.47	0.39	12.89	11.83	13.06	0.38	13.41	12.33
O ₂ Sättigung (%)	93.67	13.53	107	69.00	105	1.82	107	103	110	3.77	114	103
pH	8.48	0.32	8.83	7.91	8.12	0.04	8.19	8.06	8.52	0.06	8.60	8.43
Leitfähigkeit (µS)	404	3.49	408	399	270	27.31	325	252	349	2.35	352	347
Temperatur (°C)	18.98	1.43	20.00	16.20	7.93	0.81	9.35	7.34	7.84	0.29	8.15	7.53
<i>Boden</i>												
O ₂ Konzentration (mg/l)	7.98	0.80	8.90	6.70	12.47	0.60	13.07	11.58	13.18	0.29	13.47	12.71
O ₂ Sättigung (%)	87.67	11.22	99.00	69.00	104	4.17	109	100	110	2.99	113	105
pH	8.48	0.30	8.86	7.99	8.07	0.14	8.23	7.85	8.56	0.05	8.60	8.47
Leitfähigkeit (µS)	405	3.62	408	400	265	28.70	311	242	350	2.37	353	347
Temperatur (°C)	18.75	1.25	19.70	16.30	7.43	0.57	8.41	6.66	7.33	0.32	7.59	6.87
Sichttiefe	1.28	0.04	1.30	1.25	4.50	0.00	4.50	4.50	3.25	0.00	3.25	3.25

Anhang III: Chemische Kenngrößen der untersuchten Seen

	Wittwesee				Stechlinsee Becken 1				Stechlinsee Becken 2			
	Mittel.	Std.Fehl.	Max.	Min.	Mittel.	Std.Fehl.	Max.	Min.	Mittel.	Std.Fehl.	Max.	Min.
1. Kampagne												
<i>Oberfläche</i>												
O ₂ Konzentration (mg/l)	9.70	0.13	9.80	9.50	10.17	0.14	10.40	10.00	10.25	0.08	10.30	10.10
O ₂ Sättigung (%)	96.50	1.38	99.00	95.00	101	2.23	104	98.00	102	1.05	103	100
pH	8.08	0.04	8.10	8.00	8.27	0.12	8.40	8.10	8.25	0.08	8.30	8.10
Leitfähigkeit (µS)	213	5.04	218	204	286	1.60	289	285	286	0.41	287	286
Temperatur (°C)	14.85	0.36	15.40	14.60	14.68	0.33	15.10	14.30	14.65	0.23	14.90	14.30
<i>Boden</i>												
O ₂ Konzentration (mg/l)	9.20	0.62	9.80	8.10	10.27	0.20	10.50	10.00	10.30	0.21	10.70	10.10
O ₂ Sättigung (%)	90.67	5.99	96.00	80.00	101	2.07	103	98.00	101	1.33	102	99.00
pH	8.08	0.10	8.20	7.90	8.30	0.00	8.30	8.30	8.28	0.04	8.30	8.20
Leitfähigkeit (µS)	213	6.52	225	205	286	2.34	289	282	286	0.82	287	285
Temperatur (°C)	14.52	0.26	15.00	14.30	14.58	0.26	14.90	14.30	14.55	0.27	14.90	14.10
Sichttiefe	4.75	1.06	5.50	4.00	6.50	0.00	6.50	6.50	-	-	-	-
2. Kampagne												
<i>Oberfläche</i>												
O ₂ Konzentration (mg/l)	11.77	0.16	11.95	11.56	13.09	0.52	13.64	12.27	Sektoren beider Becken wurden gruppiert			
O ₂ Sättigung (%)	107	0.40	108	107	107	3.25	110	102				
pH	8.01	0.03	8.06	7.97	8.19	0.09	8.31	8.04				
Leitfähigkeit (µS)	219	0.84	220	218	291	2.25	295	289				
Temperatur (°C)	10.96	0.65	11.82	10.25	6.41	0.54	7.11	5.67				
<i>Boden</i>												
O ₂ Konzentration (mg/l)	11.86	0.16	12.07	11.64	12.96	0.27	13.46	12.70	Sektoren beider Becken wurden gruppiert			
O ₂ Sättigung (%)	104	2.89	106	100	105	1.54	108	103				
pH	7.96	0.07	8.04	7.88	8.20	0.03	8.23	8.15				
Leitfähigkeit (µS)	222	6.61	234	219	292	2.34	295	289				
Temperatur (°C)	9.33	1.40	10.61	7.80	6.25	0.52	6.87	5.62				
Sichttiefe	5.00	0.00	5.00	5.00	>4.00	0.00						

**Anhang III: Chemische
Kenngrößen der
untersuchten Seen**

	Stolpsee				Gr. Küstrinsee				Röddelinsee			
	Mittel.	Std.Fehl.	Max.	Min.	Mittel.	Std.Fehl.	Max.	Min.	Mittel.	Std.Fehl.	Max.	Min.
1. Kampagne												
<i>Oberfläche</i>												
O ₂ Konzentration (mg/l)	10.82	1.65	12.30	7.90	8.32	0.89	9.20	6.70	8.33	0.51	8.80	7.50
O ₂ Sättigung (%)	106	16.58	121	77.00	81.33	8.69	90.00	66.00	75.67	4.08	79.00	70.00
pH	8.33	0.29	8.60	7.80	7.85	0.21	8.00	7.50	7.78	0.04	7.80	7.70
Leitfähigkeit (µS)	421	6.74	433	412	401	7.03	412	391	454	1.75	457	452
Temperatur (°C)	14.25	0.35	14.90	13.90	13.75	0.21	14.00	13.40	9.93	0.27	10.10	9.40
<i>Boden</i>												
O ₂ Konzentration (mg/l)	9.35	2.11	11.30	6.40	7.68	1.05	8.70	5.90	7.90	0.64	8.60	6.80
O ₂ Sättigung (%)	90.17	21.25	112	62.00	74.33	10.01	83.00	57.00	70.33	5.43	76.00	61.00
pH	8.22	0.34	8.60	7.80	7.92	0.23	8.30	7.60	7.75	0.05	7.80	7.70
Leitfähigkeit (µS)	416	9.22	430	406	386	30.36	410	325	455	2.48	459	452
Temperatur (°C)	14.07	0.20	14.30	13.80	13.75	0.18	14.00	13.50	10.02	0.15	10.20	9.80
Sichttiefe	1.17	0.08	1.20	1.00	3.35	0.83	4.20	2.20	4.03	0.29	4.20	3.70
2. Kampagne												
<i>Oberfläche</i>												
O ₂ Konzentration (mg/l)	13.36	-	13.36	13.36	13.29	0.42	13.70	12.55	15.68	3.16	18.35	9.94
O ₂ Sättigung (%)	131	-	131	131	121	4.33	125	113	145	29.82	171	91.60
pH	8.87	-	8.87	8.87	8.45	0.15	8.72	8.30	8.67	0.33	8.89	8.03
Leitfähigkeit (µS)	431	-	431	431	427	6.40	436	422	448	12.01	470	435
Temperatur (°C)	11.31	-	11.31	11.31	10.83	0.26	11.17	10.48	11.64	0.34	12.01	11.09
<i>Boden</i>												
O ₂ Konzentration (mg/l)	15.74	-	15.74	15.74	12.39	1.09	13.51	11.13	13.50	2.23	17.25	11.86
O ₂ Sättigung (%)	141	-	141	141	111	12.87	123	93	121	24.18	161	102
pH	8.83	-	8.83	8.83	8.27	0.15	8.44	8.10	8.46	0.26	8.82	8.18
Leitfähigkeit (µS)	431	-	431	431	430	8.22	442	422	454	6.66	461	443
Temperatur (°C)	11.34	-	11.34	11.34	9.87	1.62	10.92	6.80	10.10	1.39	12.02	8.54
Sichttiefe	0.86	0.05	0.90	0.80	1.62	0.13	1.75	1.5	1.10	0.20	1.30	0.90

Anhang III: Chemische
Kenngrößen der
untersuchten Seen

	Fährsee				Lübbesee Becken 1				Lübbesee Becken 2			
	Mittel.	Std.Fehl.	Max.	Min.	Mittel.	Std.Fehl.	Max.	Min.	Mittel.	Std.Fehl.	Max.	Min.
1. Kampagne												
<i>Oberfläche</i>												
O ₂ Konzentration (mg/l)	9.80	0.23	10.20	9.50	9.52	0.18	9.70	9.30	9.58	0.38	10.10	9.10
O ₂ Sättigung (%)	88.83	2.32	93.00	86.00	86.50	1.64	88.00	84.00	85.67	3.14	90.00	82.00
pH	7.88	0.04	7.90	7.80	7.88	0.04	7.90	7.80	7.77	0.21	7.90	7.50
Leitfähigkeit (µS)	450	23.01	497	438	388	2.59	391	384	395	12.07	413	384
Temperatur (°C)	10.32	0.14	10.50	10.10	10.58	0.13	10.70	10.40	9.97	0.29	10.40	9.70
<i>Boden</i>												
O ₂ Konzentration (mg/l)	9.48	0.29	9.90	9.10	9.22	0.10	9.30	9.10	9.37	0.29	9.80	9.00
O ₂ Sättigung (%)	85.17	2.48	89.00	82.00	83.17	0.75	84.00	82.00	83.33	1.97	86.00	81.00
pH	7.93	0.08	8.00	7.80	7.90	0.00	7.90	7.90	7.92	0.04	8.00	7.90
Leitfähigkeit (µS)	441	2.58	443	437	388	3.39	394	385	402	8.62	418	394
Temperatur (°C)	10.42	0.24	10.80	10.10	10.58	0.15	10.80	10.40	9.97	0.30	10.40	9.60
Sichttiefe	3.97	0.25	4.20	3.70	5.40	0.00	5.40	5.40	>6	0.00		
2. Kampagne												
<i>Oberfläche</i>												
O ₂ Konzentration (mg/l)	10.60	-	10.60	10.60	11.73	-	11.73	11.73	11.98	0.64	12.70	11.50
O ₂ Sättigung (%)	101	-	101	101	111	-	111	111	113	4.82	119	110
pH	8.17	-	8.17	8.17	8.24	-	8.24	8.24	8.33	0.08	8.40	8.24
Leitfähigkeit (µS)	462	-	462	462	396	-	396	396	394	3.46	396	390
Temperatur (°C)	13.11	-	13.11	13.11	13.60	-	13.60	13.60	13.18	0.37	13.60	12.89
<i>Boden</i>												
O ₂ Konzentration (mg/l)	9.97	-	9.97	9.97	10.82	-	10.82	10.82	11.61	0.68	12.01	10.82
O ₂ Sättigung (%)	92.10	-	92.10	92.10	98.00	-	98.00	98.00	109	10.38	119	98.00
pH	8.17	-	8.17	8.17	8.31	-	8.31	8.31	8.39	0.07	8.43	8.31
Leitfähigkeit (µS)	462	-	462	462	396	-	396	396	391	5.00	396	386
Temperatur (°C)	11.54	-	11.54	11.54	10.47	-	10.47	10.47	11.57	1.04	12.53	10.47
Sichttiefe	2.08	0.30	2.50	1.80	2.10	0.56	2.10	2.10	3.60	0.14	3.70	3.50

**Anhang III: Chemische
Kenngrößen der
untersuchten Seen**

	Unteruckersee				Grimnitzsee				Werbellinsee			
	Mittel.	Std.Fehl.	Max.	Min.	Mittel.	Std.Fehl.	Max.	Min.	Mittel.	Std.Fehl.	Max.	Min.
1. Kampagne												
<i>Oberfläche</i>												
O ₂ Konzentration (mg/l)	10.67	0.23	11.00	10.40	12.27	0.29	12.70	11.90	9.10	0.23	9.35	8.69
O ₂ Sättigung (%)	90.00	1.79	92.00	88.00	98.50	2.59	102	95.00	73.25	1.80	75.00	70.00
pH	8.03	0.05	8.10	8.00	8.43	0.05	8.50	8.40	7.80	0.09	7.86	7.62
Leitfähigkeit (µS)	679	0.84	680	678	506	1.03	508	505	375	0.98	376	374
Temperatur (°C)	7.75	0.37	8.10	7.10	5.77	0.34	6.10	5.10	5.92	0.20	6.14	5.68
<i>Boden</i>												
O ₂ Konzentration (mg/l)	10.62	0.33	11.10	10.20	11.97	0.40	12.60	11.50	8.84	0.29	9.26	8.37
O ₂ Sättigung (%)	89.50	2.59	93.00	86.00	95.50	3.94	101	90.00	71.08	2.26	74.00	67.10
pH	8.05	0.05	8.10	8.00	8.38	0.10	8.50	8.30	7.83	0.06	7.89	7.73
Leitfähigkeit (µS)	678	3.03	682	673	506	1.51	509	505	375	1.63	377	373
Temperatur (°C)	7.55	0.77	8.10	6.00	5.45	0.44	5.90	4.80	5.86	0.24	6.14	5.63
Sichttiefe	5.05	0.35	5.30	4.80	1.36	0.13	1.50 1.50	1.20 1.20	>6	0.00		
2. Kampagne												
<i>Oberfläche</i>												
O ₂ Konzentration (mg/l)	11.80	0.34	12.28	11.35	9.88	0.40	10.40	9.40	11.44	0.32	11.90	11.10
O ₂ Sättigung (%)	107	4.38	113	101	105	4.62	110	98.00	126	2.30	129	123
pH	8.37	0.06	8.46	8.30	7.87	0.02	7.89	7.86	8.71	0.03	8.75	8.68
Leitfähigkeit (µS)	714	6.47	722	705	479	1.21	481	478	385	0.89	386	384
Temperatur (°C)	10.83	0.63	11.54	10.02	17.92	0.59	18.80	17.20	19.73	0.97	21.40	18.70
<i>Boden</i>												
O ₂ Konzentration (mg/l)	11.46	0.74	12.01	10.07	9.42	0.59	10.00	8.40	11.37	0.85	12.20	10.30
O ₂ Sättigung (%)	103	8.66	110	87.90	101	7.23	108	88.00	130	15.67	150	117
pH	8.32	0.07	8.40	8.23	7.88	0.03	7.91	7.84	8.72	0.07	8.79	8.59
Leitfähigkeit (µS)	713	4.79	719	706	479	2.10	483	477	386	1.72	389	384
Temperatur (°C)	10.14	1.10	11.36	8.94	18.00	0.64	18.90	17.10	18.07	2.59	21.40	14.50
Sichttiefe	3.50	0.00	3.50	3.50	4.10	0.14	4.20	4.00	5.10	0.00	5.10	5.10

**Anhang III: Chemische
Kenngrößen der
untersuchten Seen**

	Parsteiner See Becken 1				Parsteiner See Becken 2			
	Mittel.	Std.Fehl.	Max.	Min.	Mittel.	Std.Fehl.	Max.	Min.
1. Kampagne								
<i>Oberfläche</i>								
O ₂ Konzentration (mg/l)	11.22	0.23	11.60	10.90				
O ₂ Sättigung (%)	91.67	1.21	93.00	90.00				
pH	8.08	0.08	8.20	8.00				
Leitfähigkeit (µS)	499	2.25	501	496				
Temperatur (°C)	6.40	1.18	7.30	4.30				
<i>Boden</i>								
O ₂ Konzentration (mg/l)	11.23	0.23	11.40	10.80				
O ₂ Sättigung (%)	91.17	2.99	94.00	86.00				
pH	8.12	0.08	8.20	8.00				
Leitfähigkeit (µS)	499	4.07	507	496				
Temperatur (°C)	6.43	1.11	7.30	4.50				
Sichttiefe	>5	0.00			1.03	0.04	1.05	1.00
2. Kampagne								
<i>Oberfläche</i>								
O ₂ Konzentration (mg/l)	10.08	0.72	10.80	9.20	8.10	3.54	10.60	5.60
O ₂ Sättigung (%)	109	8.36	117	98.00	92.50	41.72	122	63.00
pH	8.05	0.27	8.47	7.88	7.88	0.01	7.88	7.87
Leitfähigkeit (µS)	511	14.79	524	491	624	2.12	625	622
Temperatur (°C)	18.33	0.24	18.70	18.00	19.70	2.12	21.20	18.20
<i>Boden</i>								
O ₂ Konzentration (mg/l)	9.83	0.76	11.20	9.10	9.90	0.85	10.50	9.30
O ₂ Sättigung (%)	106	7.61	114	96.00	112	12.73	121	103
pH	8.04	0.25	8.39	7.88	7.88	0.00	7.88	7.88
Leitfähigkeit (µS)	514	17.31	526	492	631	2.83	633	629
Temperatur (°C)	17.67	1.63	18.80	14.40	19.90	0.71	20.40	19.40
Sichttiefe	4.35	0.07	4.40	4.30	2.50	0.00	2.50	2.50

Anhang IV: Substratbeschreibung

Seename/Seekürzel	Steine	Kies	Sand	Schlamm	Organisches Material	ergänzende Substratbeschreibung
Gr. Müggelsee						
01-1-B	-	-	x	-	-	<i>Dreissena polymorpha</i> , lebend
01-2-B	-	-	x	-	-	
01-3-B	-	-	-	x	-	
01-4-B	-	-	-	x	-	
01-5-B	-	-	x	-	-	
01-6-B	-	-	x	-	-	
Scharmützelsee 1. Becken						
02-1-1-B	-	-	x	-	-	<i>Dreissena polymorpha</i> , subfossil
02-1-2-B	-	-	x	-	-	<i>Dreissena polymorpha</i> , subfossil
02-1-3-B	-	-	x	-	-	
02-1-4-B	-	-	o	x	-	<i>Dreissena polymorpha</i> , subfossil
02-1-5-B	-	-	x	x	x	
02-1-6-B	-	-	x	o	-	<i>Dreissena polymorpha</i> , subfossil
Scharmützelsee 2. Becken						
02-2-1-B	-	-	x	o	x	<i>Dreissena polymorpha</i> , subfossil
02-2-2-B	-	-	-	x	-	<i>Dreissena polymorpha</i> , subfossil
02-2-3-B	-	-	x	o	-	<i>Dreissena polymorpha</i> , subfossil
02-2-4-B	-	-	-	x	-	
02-2-5-B	-	-	x	-	o	Totholz, <i>Dreissena polymorpha</i> , lebend
02-2-6-B	-	-	-	x	-	
Wolziger See						
03-1-B	-	-	x	-	-	
03-2-B	-	-	x	-	-	<i>Dreissena polymorpha</i> , subfossil
03-3-B	-	-	-	-	-	
03-4-B	-	-	x	x	-	<i>Dreissena polymorpha</i> , subfossil
03-5-B	-	-	x	-	-	<i>Dreissena polymorpha</i> , subfossil
03-6-B	-	-	x	-	-	<i>Dreissena polymorpha</i> , subfossil
Gr. Schauener See						
04-1-B	-	-	-	x	o	<i>Nymphaea alba</i>
04-2-B	-	-	-	x	-	
04-3-B	-	-	x	o	-	
04-4-B	-	-	-	x	-	
04-5-B	-	-	x	-	-	
04-6-B	-	-	-	x	-	
Neuendorfer See						
05-1-1-B	-	-	x	x	-	
05-1-2-B	-	-	x	x	-	
05-1-3-B	-	-	-	x	-	
05-1-4-B	-	-	-	x	-	Makrophyten
05-1-5-B	-	-	-	x	-	<i>Dreissena polymorpha</i> , lebend, <i>Unio</i> sp. subfossil
Schwielochsee						
06-1-1-B	-	-	-	x	-	
06-1-2-B	-	-	-	x	-	
06-1-3-B	-	-	-	x	-	
06-1-4-B	-	-	x	-	-	
06-1-5-B	-	-	-	x	-	
06-1-6-B	-	-	-	x	-	
Mellensee						
07-1-B	-	-	-	x	-	
07-2-B	-	-	x	x	-	<i>Dreissena polymorpha</i> , lebend
07-3-B	-	-	x	x	-	
07-4-B	-	-	x	-	-	<i>Dreissena polymorpha</i> , subfossil
07-5-B	-	-	o	x	-	
07-6-B	-	-	x	-	o	woody debris
Rangsdorfer See						
08-1-B	-	-	-	x	-	
08-2-B	-	-	-	x	-	
08-3-B	-	-	-	x	-	
08-4-B	-	-	-	x	-	
08-5-B	-	-	-	x	-	
08-6-B	-	-	-	x	-	

Anhang IV: Substratbeschreibung

Seename/Seekürzel						Organisches Material	ergänzende Substratbeschreibung
	Steine	Kies	Sand	Schlamm			
Blankensee							
09-1-B	-	-	-	x	-		
09-2-B	-	-	-	x	-		
09-3-B	-	-	-	x	-		
09-4-B	-	-	-	x	-		
09-5-B	-	-	-	x	-		
09-6-B	-	-	-	x	-		
Schwielowsee							
10-1-B	-	-	x	o	-		<i>Dreissena polymorpha</i> , lebend
10-2-B	-	-	x	-	-		<i>Dreissena polymorpha</i> , subfossil
10-3-B	-	-	o	x	-		<i>Dreissena polymorpha</i> , subfossil
10-4-B	-	-	-	x	-		
10-5-B	-	-	-	x	-		
10-6-B	-	-	-	x	-		
Sacrower See							
11-1-B	-	-	x	-	-		<i>Dreissena polymorpha</i> , subfossil, <i>Myriophyllum</i> sp.
11-2-B	-	-	x	-	-		<i>Dreissena polymorpha</i> , subfossil
11-3-B	-	-	x	-	o		<i>Dreissena polymorpha</i> , subfossil
11-4-B	-	-	x	-	o		<i>Dreissena polymorpha</i> , subfossil
11-5-B	-	-	x	-	o		<i>Dreissena polymorpha</i> , subfossil, Makrophyten
11-6-B	-	-	x	-	-		<i>Dreissena polymorpha</i> , subfossil
Gr. Glienicker See							
12-1-B	-	-	-	x	-		
12-2-B	-	-	x	o	-		
12-3-B	-	-	-	x	-		
12-4-B	o	-	-	-	o		woody debris
12-5-B	-	-	x	-	o		woody debris
12-6-B	-	-	x	o	o		
Beetzsee 1. Becken							
13-1-1-B	-	-	x	-	x		<i>Dreissena polymorpha</i> , subfossil
13-1-2-B	-	-	x	-	-		<i>Dreissena polymorpha</i> , lebend
13-1-3-B	-	-	x	-	x		woody debris
13-1-4-B	-	-	x	-	x		<i>Dreissena polymorpha</i> , subfossil
13-1-5-B	-	-	x	-	x		woody debris, <i>Dreissena polymorpha</i> , subfossil
13-1-6-B	-	-	-	x	-		
Beetzsee 2. Becken							
13-2-1-B	-	-	-	x	-		
13-2-2-B	-	-	-	x	x		
13-2-3-B	-	-	x	-	x		<i>Dreissena polymorpha</i> , subfossil
13-2-4-B	-	-	-	x	-		
13-2-5-B	-	-	-	x	-		
13-2-6-B	-	-	-	x	-		
Beetzsee 3. Becken							
13-3-1-B	-	-	-	x	-		
13-3-2-B	-	-	x	-	x		<i>Dreissena polymorpha</i> , subfossil
13-3-3-B	-	-	-	x	-		
13-3-4-B	-	-	x	-	x		CPOM von <i>Phragmites australis</i>
13-3-5-B	-	-	-	x	-		
13-3-6-B	-	-	-	x	-		
Plauer See							
14-1-B	-	-	-	-	x		<i>Dreissena polymorpha</i> , lebend
14-2-B	-	-	-	x	-		
14-3-B	-	-	-	x	-		
14-4-B	-	-	-	x	-		
14-5-B	-	-	-	x	-		
14-6-B	-	-	-	x	-		
Breitlingsee							
15-1-B	-	-	-	x	-		
15-2-B	-	-	-	x	-		
15-3-B	-	-	-	x	-		
15-4-B	-	-	-	x	-		
15-5-B	-	-	-	x	-		
15-6-B	-	-	-	x	-		

Anhang IV: Substratbeschreibung

Seename/Seekürzel						Organisches Material	ergänzende Substratbeschreibung
	Steine	Kies	Sand	Schlamm			
Gülper See							
17-1-B	-	-	-	x	-		
17-2-B	-	-	-	x	-		
17-3-B	-	-	-	x	-		
17-4-B	-	-	-	x	-		
17-5-B	-	-	-	x	-		
17-6-B	-	-	-	x	-		
Ruppiner See 1. Becken							
18-1-1-B	-	-	-	x	-		
18-1-2-B	-	-	x	-	-		<i>Dreissena polymorpha</i> , subfossil
18-1-3-B	-	-	-	x	-		
18-1-4-B	-	-	x	-	-		<i>Dreissena polymorpha</i> , subfossil
18-1-5-B	-	-	-	x	-		
18-1-6-B	-	-	x	-	-		<i>Dreissena polymorpha</i> , subfossil
Ruppiner See 2. Becken							
18-2-1-B	-	-	-	x	-		<i>Dreissena polymorpha</i> , subfossil
18-2-2-B	-	-	x	-	-		<i>Dreissena polymorpha</i> , subfossil
18-2-3-B	-	-	x	-	-		<i>Dreissena polymorpha</i> , subfossil
18-2-4-B	-	-	x	-	-		
18-2-5-B	-	-	x	-	-		<i>Dreissena polymorpha</i> , subfossil
18-2-6-B	-	-	-	x	-		
Gr. Wummsee							
19-1-B	-	-	x	x	-		Makrophyten, <i>Dreissena polymorpha</i> , subfossil
19-2-B	-	-	x	-	-		Makrophyten
19-3-B	-	-	x	x	-		Makrophyten
19-4-B	-	-	x	-	-		Makrophyten, <i>Dreissena polymorpha</i> , subfossil
19-5-B	-	-	-	o	-		Makrophyten
19-6-B	-	-	-	o	-		Makrophyten
Gr. Zechliner See							
20-1-B	-	-	x	-	-		<i>Ceratophyllum</i> sp., <i>Potamogeton</i> sp.
20-2-B	-	-	x	-	-		<i>Phragmites australis</i>
20-3-B	-	-	x	-	-		
20-4-B	-	-	x	-	-		<i>Dreissena polymorpha</i> , lebend, <i>Ceratophyllum</i> sp.
20-5-B	-	-	x	-	-		<i>Dreissena polymorpha</i> , lebend, woody debris
20-6-B	-	-	x	-	x		<i>Dreissena polymorpha</i> , lebend
Wittwese							
21-1-B	-	-	-	x	-		Fallaub
21-2-B	-	-	-	x	-		Makrophyten
21-3-B	-	-	-	x	-		
21-4-B	-	-	-	x	-		
21-5-B	o	-	x	x	-		Makrophyten
21-6-B	-	-	o	x	-		<i>Dreissena polymorpha</i> , subfossil
Stechlinsee 1. Becken							
22-1-1-B	-	o	o	x	-		
22-1-2-B	-	-	x	-	-		
22-1-3-B	-	-	x	-	-		Makrophyten
22-1-4-B	-	-	x	-	-		Makrophyten
22-1-5-B	-	-	-	x	-		
22-1-6-B	-	-	x	-	o		Totholz, Makrophyten
Stechlinsee 2. Becken							
22-2-1-B	-	-	-	x	x		
22-2-2-B	-	-	-	x	-		<i>Dreissena polymorpha</i> , subfossil
22-2-3-B	-	-	x	-	-		
22-2-4-B	-	-	-	-	x		<i>Dreissena polymorpha</i> , subfossil
22-2-5-B	-	-	-	-	x		<i>Dreissena polymorpha</i> , subfossil, Fallaub
22-2-6-B	-	-	x	-	-		
Stolpsee							
23-1-B	x	-	x	-	x		
23-2-B	-	-	x	x	-		
23-3-B	-	-	x	-	x		<i>Dreissena polymorpha</i> , lebend
23-4-B	-	-	x	x	-		<i>Nymphaea alba</i>
23-5-B	-	-	x	-	x		<i>Dreissena polymorpha</i> , subfossil
23-6-B	-	-	-	-	x		<i>Dreissena polymorpha</i> , lebend

Anhang IV: Substratbeschreibung

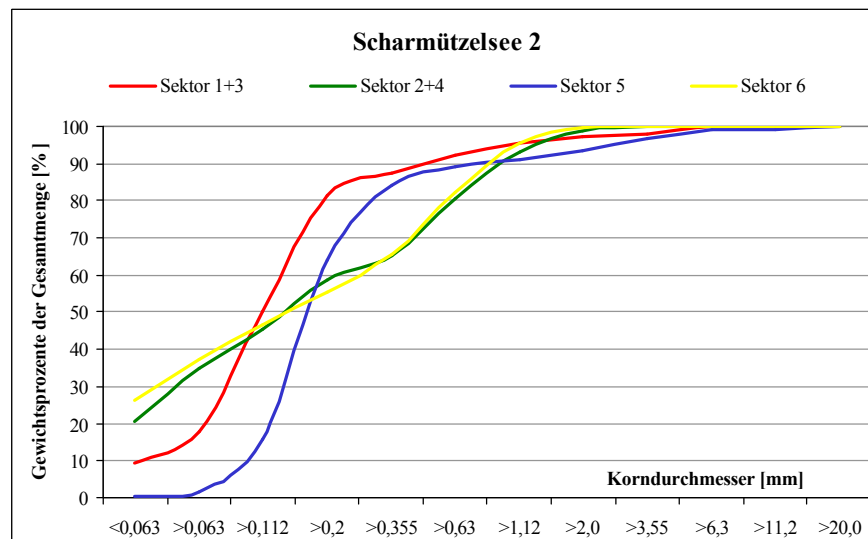
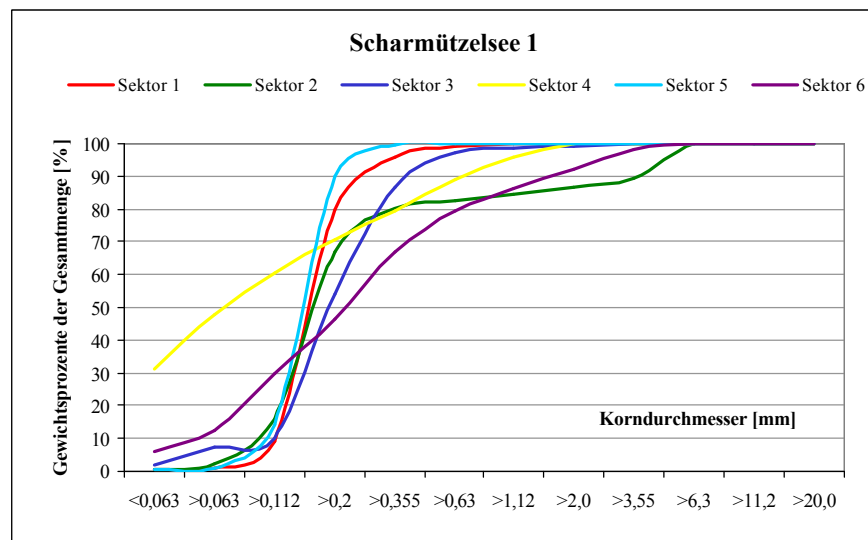
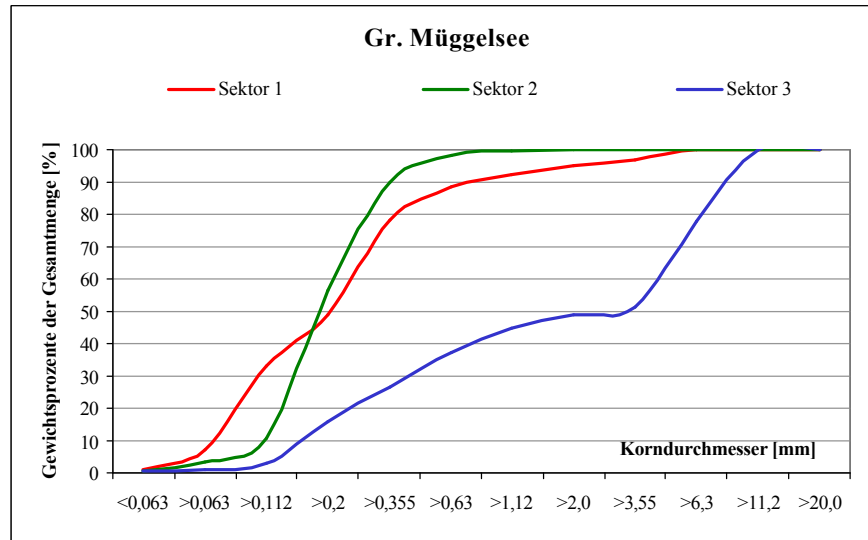
Seename/Seekürzel	Steine	Kies	Sand	Schlamm	Organisches Material	ergänzende Substratbeschreibung
Gr. Küstrinsee						
24-1-B	-	-	-	x	-	<i>Phalaris arudinacea</i> , <i>Ceratophyllum</i> sp., <i>Potamogeton</i>
24-2-B	-	-	-	x	x	<i>Dreissena polymorpha</i> , lebend, <i>Potamogeton</i> sp.
24-3-B	-	-	x	x	x	<i>Dreissena polymorpha</i> , lebend
24-4-B	-	-	-	-	x	<i>Dreissena polymorpha</i> , lebend
24-5-B	-	-	-	x	x	Makrophyten
24-6-B	-	-	-	x	x	<i>Dreissena polymorpha</i> , lebend
Röddelinsee						
25-1-B	-	-	x	-	x	Fallaub
25-2-B	-	-	x	-	x	<i>Dreissena polymorpha</i> , lebend
25-3-B	-	-	x	-	x	<i>Dreissena polymorpha</i> , lebend
25-4-B	-	-	x	-	x	Fallaub
25-5-B	-	-	-	-	x	Fallaub
25-6-B	-	-	-	x	-	
Fährsee						
26-1-B	-	-	-	x	x	Makrophyten
26-2-B	-	-	-	-	x	
26-3-B	-	-	-	-	x	<i>Dreissena polymorpha</i> , lebend, Makrophyten
26-4-B	-	-	-	-	x	<i>Dreissena polymorpha</i> , lebend
26-5-B	-	-	-	-	x	Totholz, <i>Phragmites australis</i>
26-6-B	-	-	-	x	-	
Lübbesee 1. Becken						
27-1-1-B	-	-	x	x	x	Makrophyten
27-1-2-B	-	-	x	x	x	Makrophyten
27-1-3-B	-	-	-	x	x	woody debris
27-1-4-B	-	-	-	x	-	
27-1-5-B	-	-	-	x	x	Makrophyten
27-1-6-B	-	-	-	-	x	<i>Dreissena polymorpha</i> , lebend
Lübbesee 2. Becken						
27-2-1-B	-	-	-	-	x	<i>Dreissena polymorpha</i> , lebend
27-2-2-B	-	-	x	-	x	<i>Dreissena polymorpha</i> , lebend
27-2-3-B	-	-	-	-	x	Makrophyten
27-2-4-B	-	-	-	-	x	<i>Dreissena polymorpha</i> , lebend
27-2-5-B	-	-	-	-	x	<i>Dreissena polymorpha</i> , lebend
27-2-6-B	-	-	-	x	x	<i>Dreissena polymorpha</i> , lebend
Unteruckersee						
28-1-B	-	-	-	x	-	Makrophyten
28-2-B	-	-	x	x	-	
28-3-B	-	-	-	x	-	
28-4-B	-	-	-	x	-	
28-5-B	-	-	-	x	-	
28-6-B	-	-	-	x	-	
Grimnitzsee						
29-1-B	-	-	-	x	0	
29-2-B	-	-	-	x	-	
29-3-B	-	-	x	x	-	
29-4-B	-	-	-	x	-	
29-5-B	-	-	x	x	-	
29-6-B	-	-	-	x	-	
Werbellinsee						
30-1-B	-	-	x	-	-	
30-2-B	-	-	-	-	x	woody debris, <i>Dreissena polymorpha</i> , subfossil
30-3-B	-	-	x	-	-	Fallaub
30-4-B	-	-	x	x	-	
30-5-B	-	-	x	-	-	Makrophyten
30-6-B	-	-	x	-	-	Makrophyten
Parsteiner See 1. Becken						
31-1-1-B	-	-	-	x	-	Makrophyten
31-1-2-B	-	-	x	-	-	Makrophyten
31-1-3-B	-	-	-	x	-	
31-1-4-B	-	-	-	x	-	Makrophyten
31-1-5-B	-	-	x	-	-	Makrophyten
31-1-6-B	-	-	x	-	-	Makrophyten

Anhang IV: Substratbeschreibung

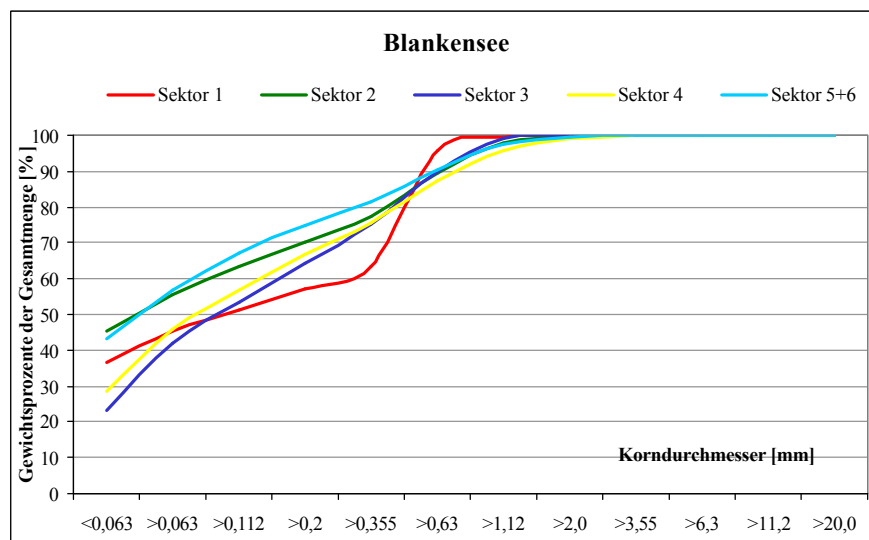
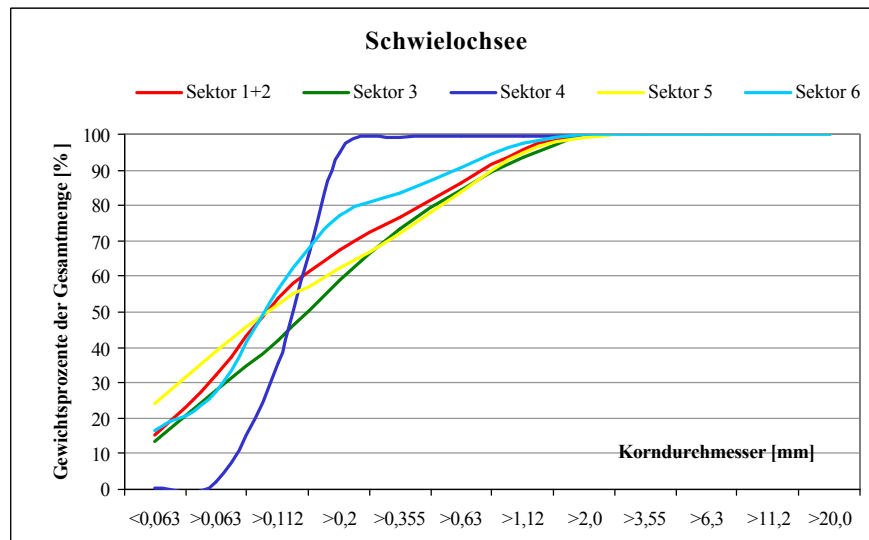
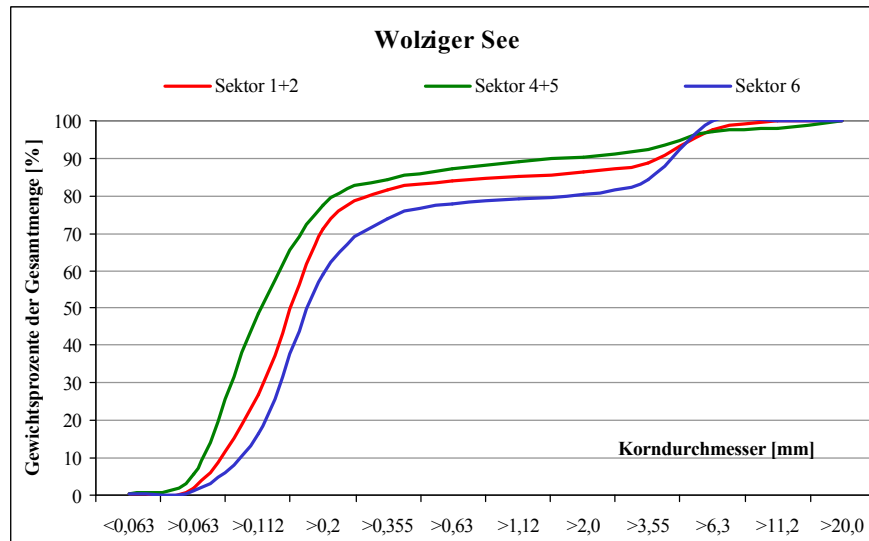
Seename/Seekürzel	Steine	Kies	Sand	Schlamm	Organisches Material	ergänzende Substratbeschreibung
Parsteiner See 2. Becken						
31-2-1-B	-	-	x	x	x	POM
31-2-2-B	-	-	x	x	x	POM

x = dominant
o = subdominat

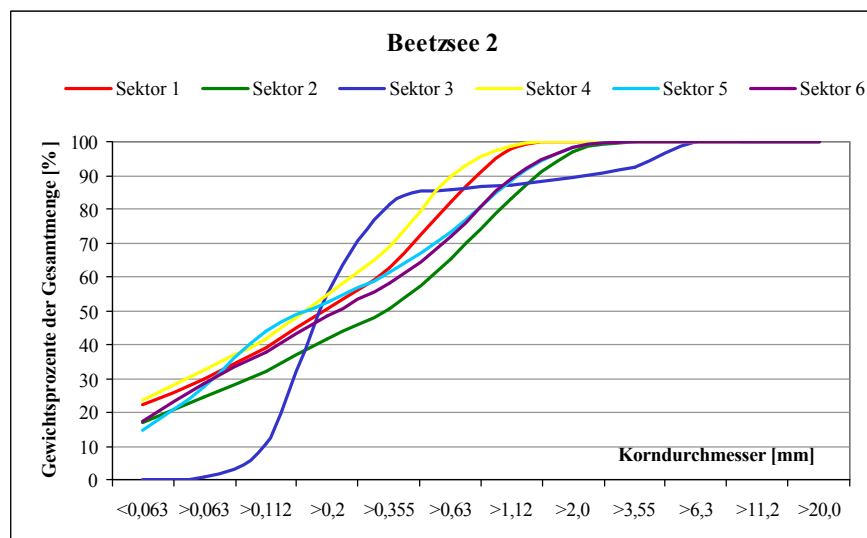
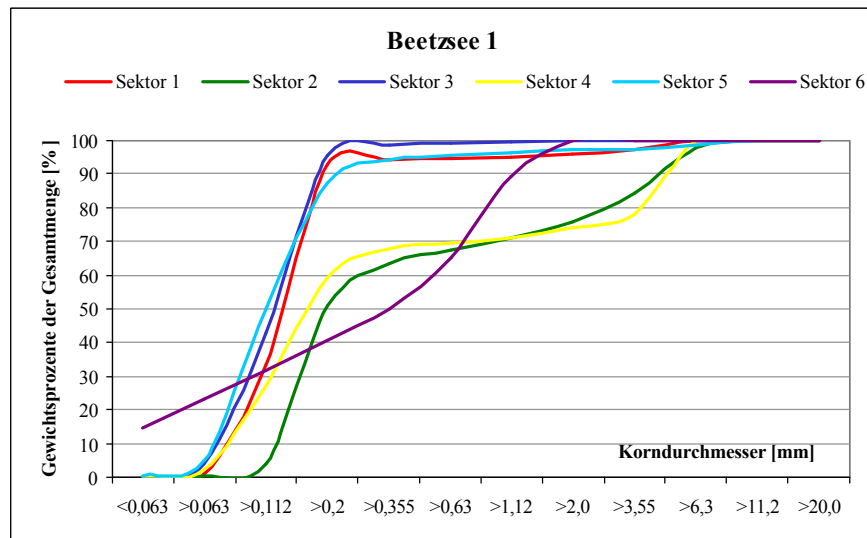
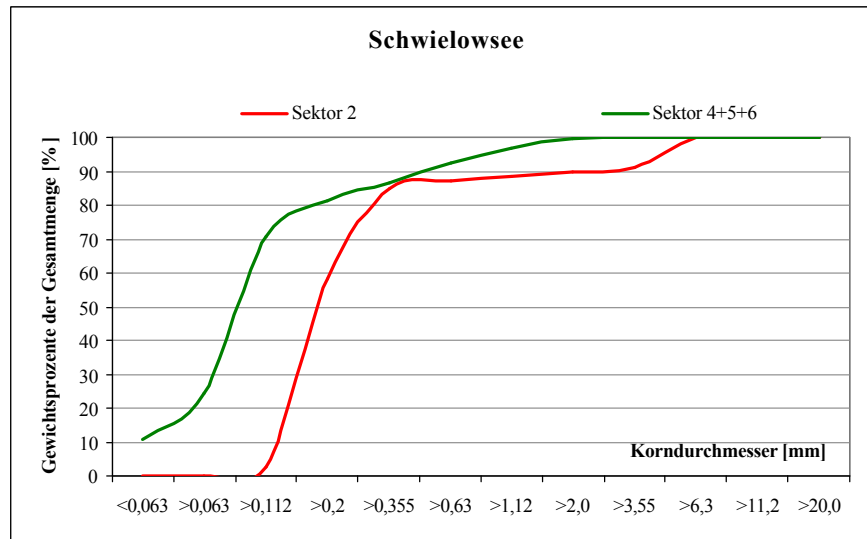
Anhang IV Fortsetzung: Korngrößenzusammensetzung der Sedimente



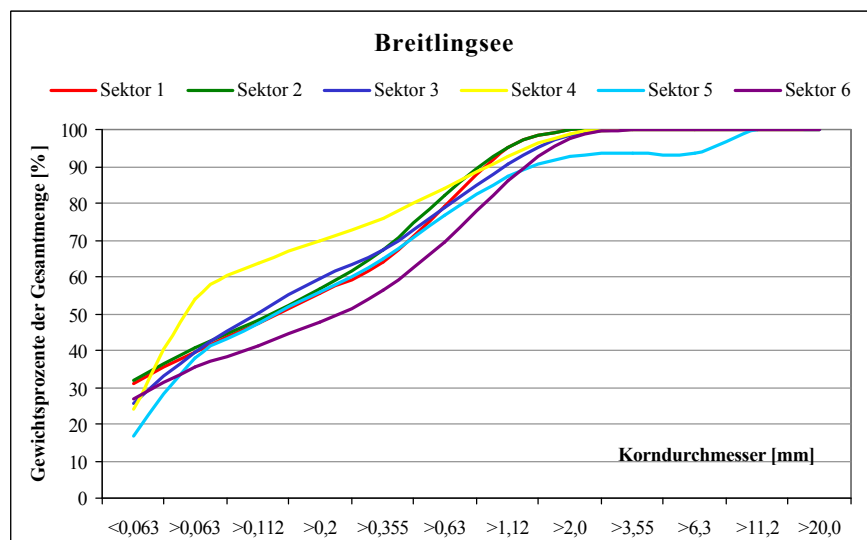
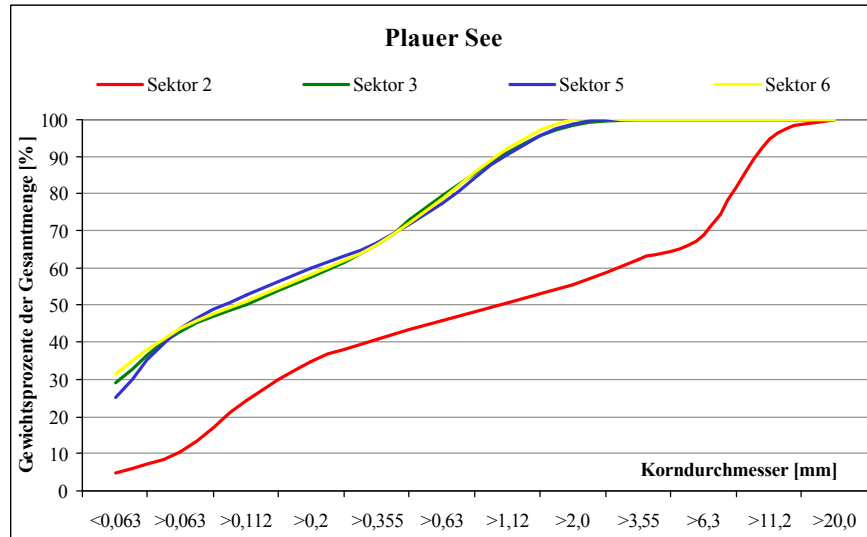
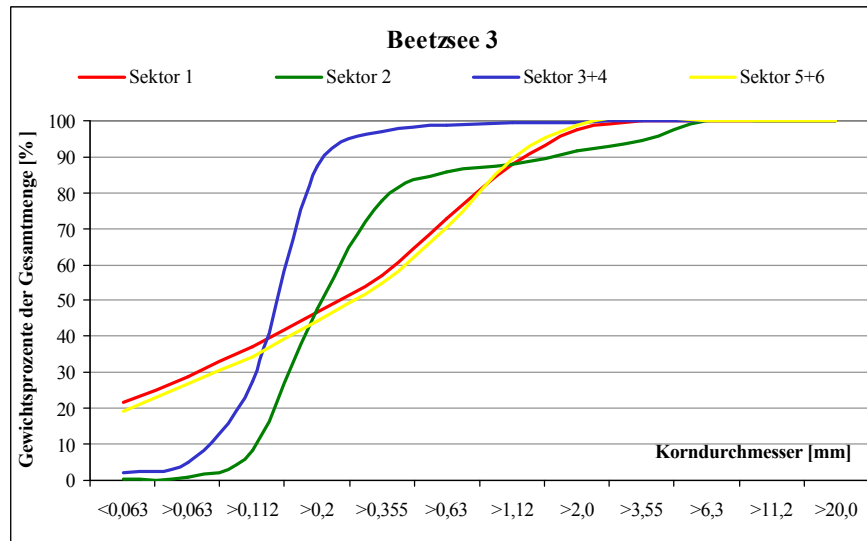
Anhang IV: Korngrößenzusammensetzung der Sedimente, Fortsetzung



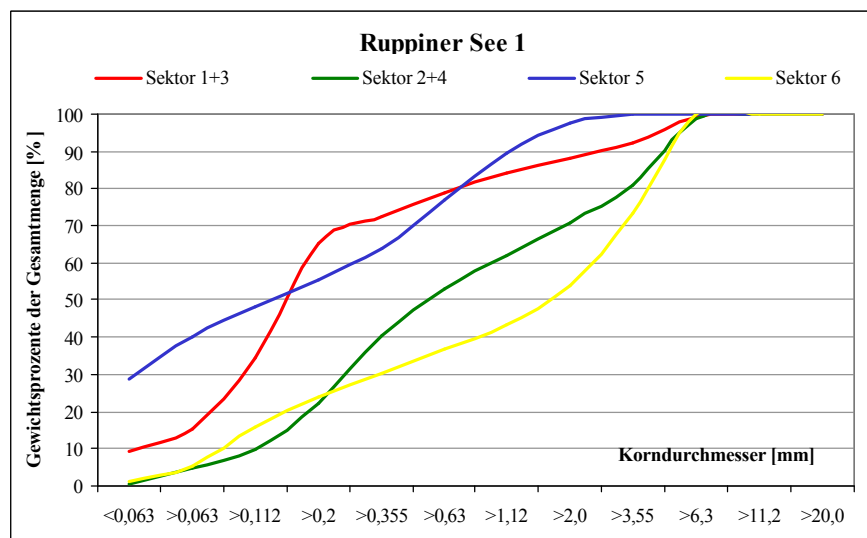
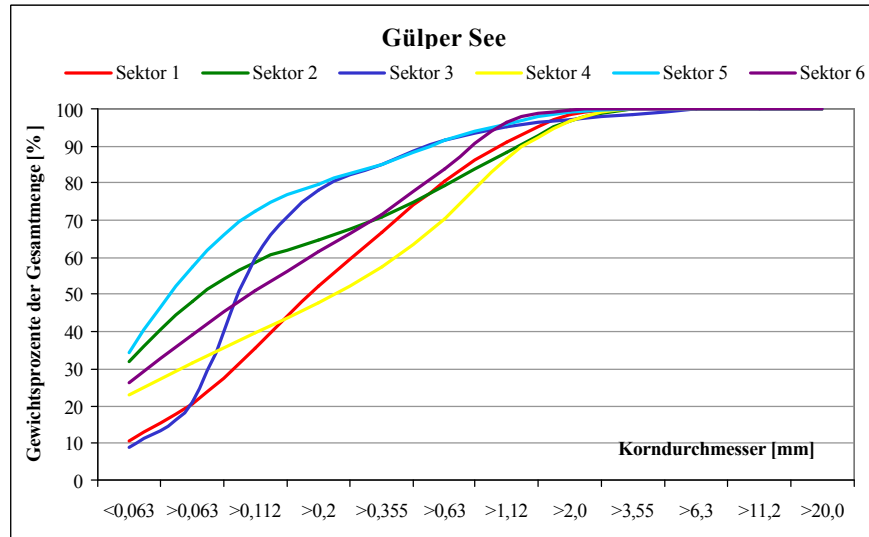
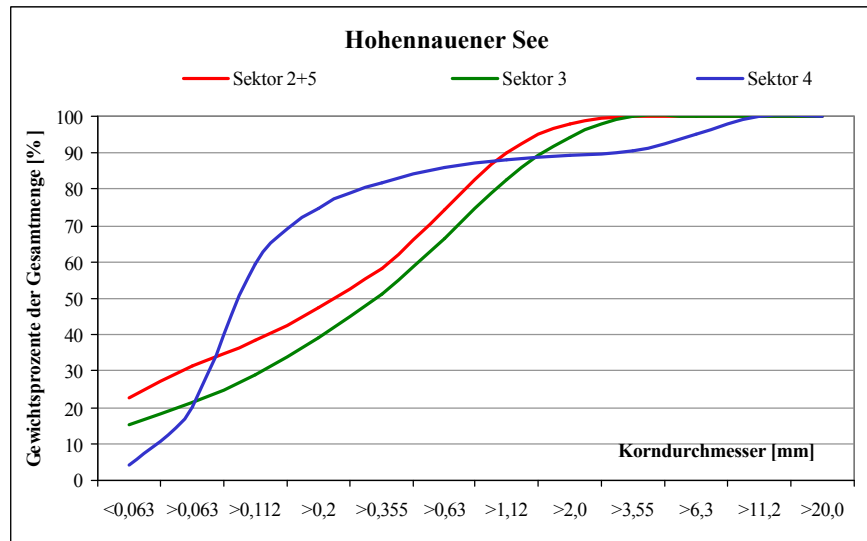
Anhang IV: Korngrößenzusammensetzung der Sedimente, Fortsetzung



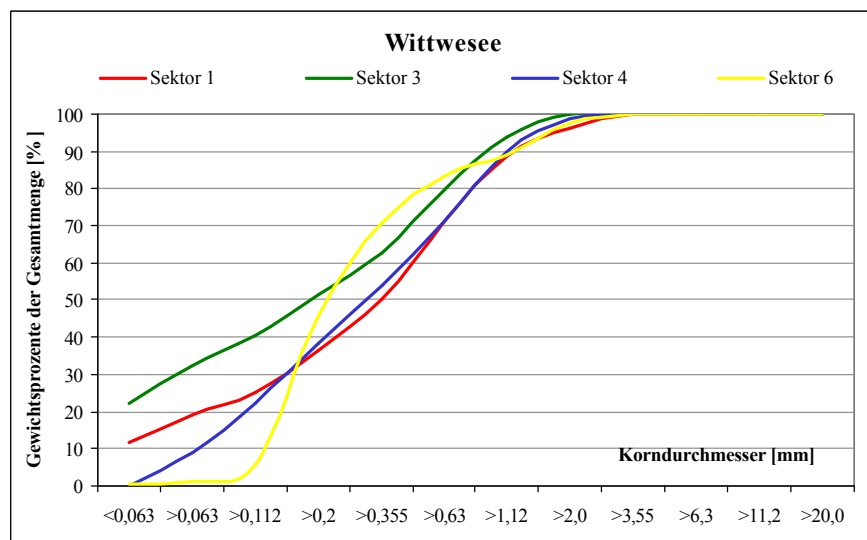
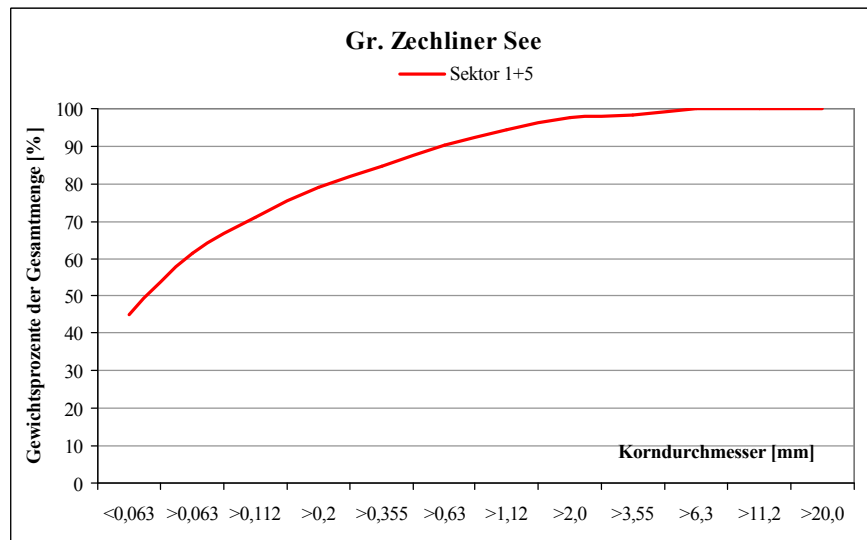
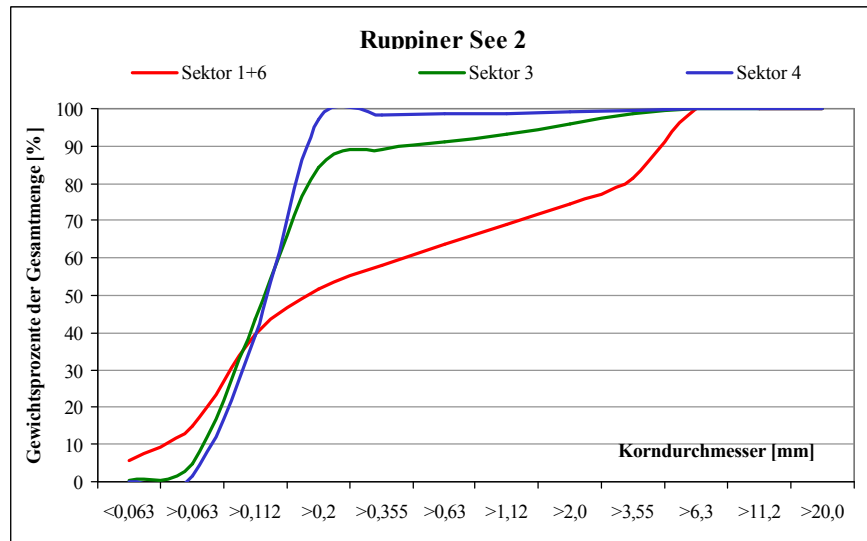
Anhang IV: Korngrößenzusammensetzung der Sedimente, Fortsetzung



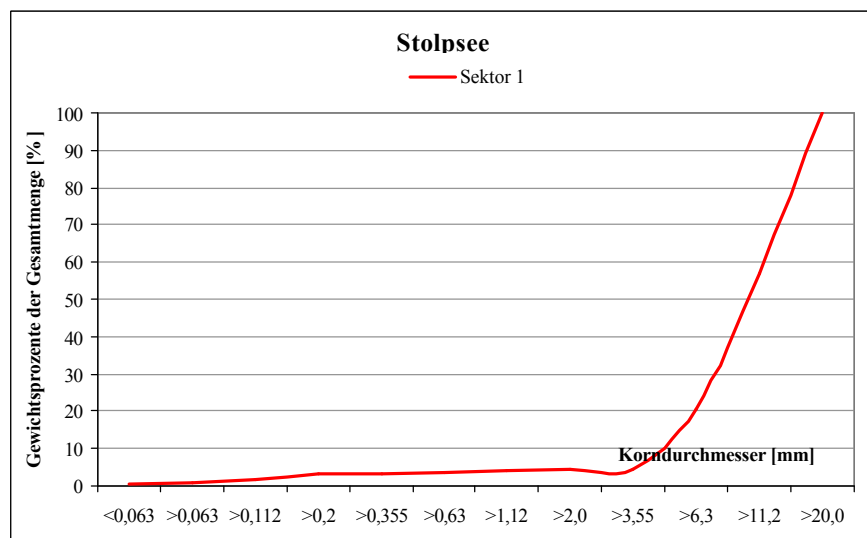
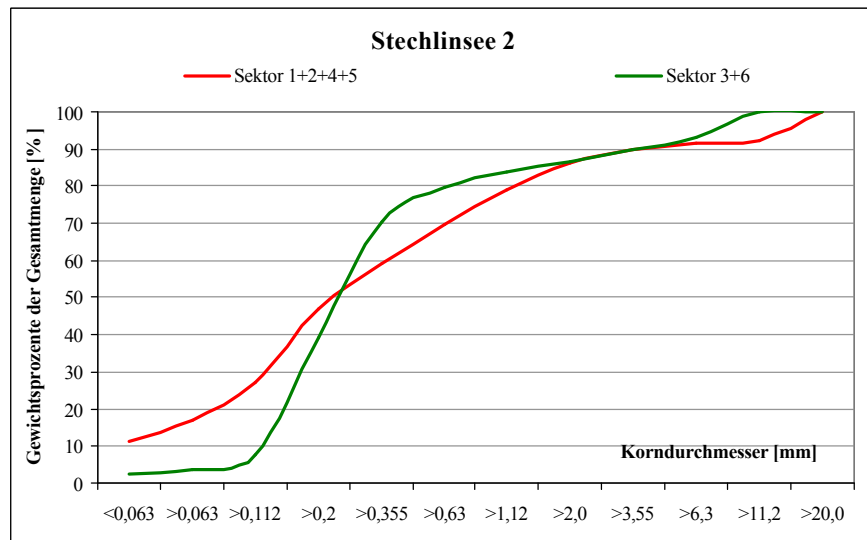
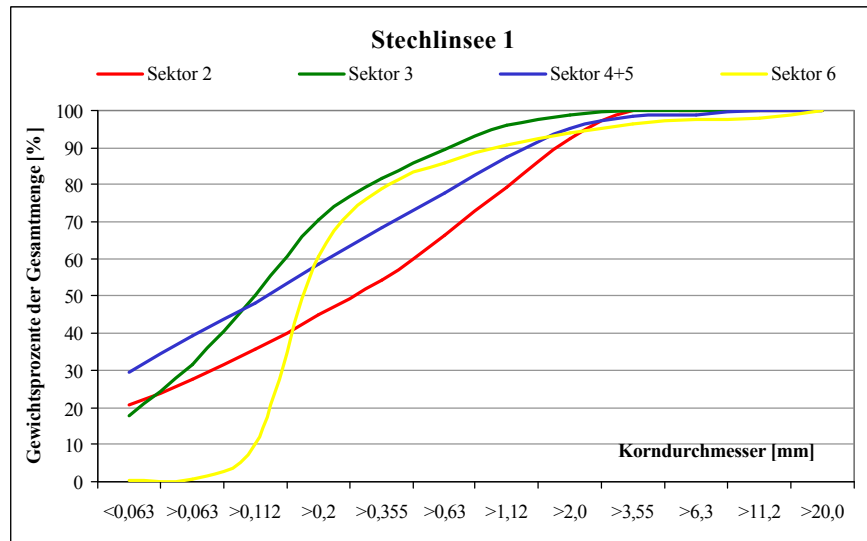
Anhang IV: Korngrößenzusammensetzung der Sedimente, Fortsetzung



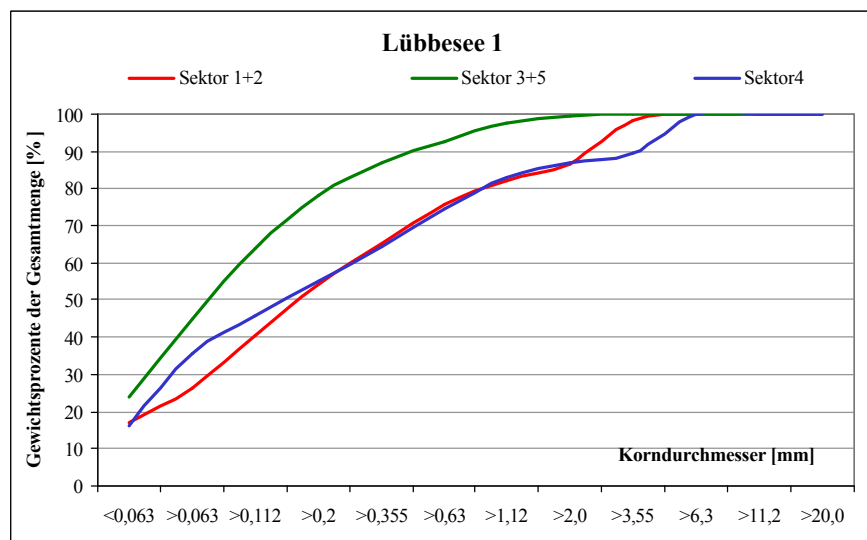
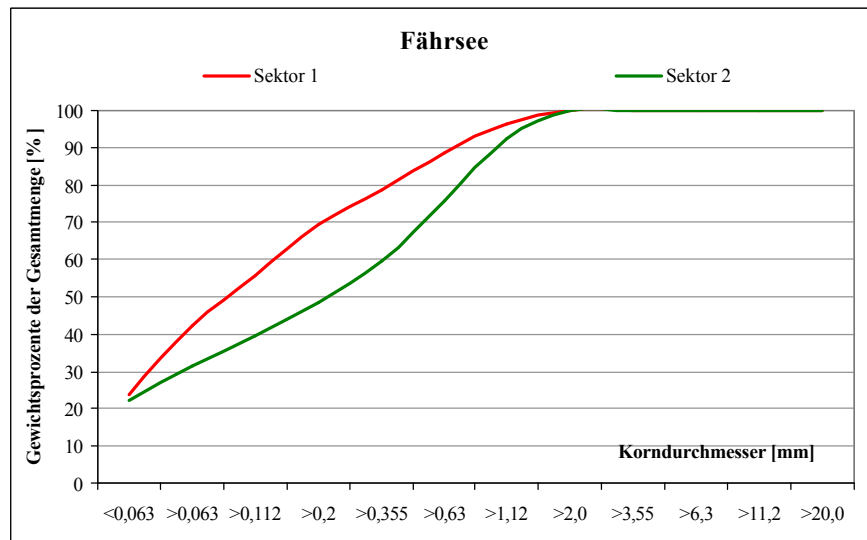
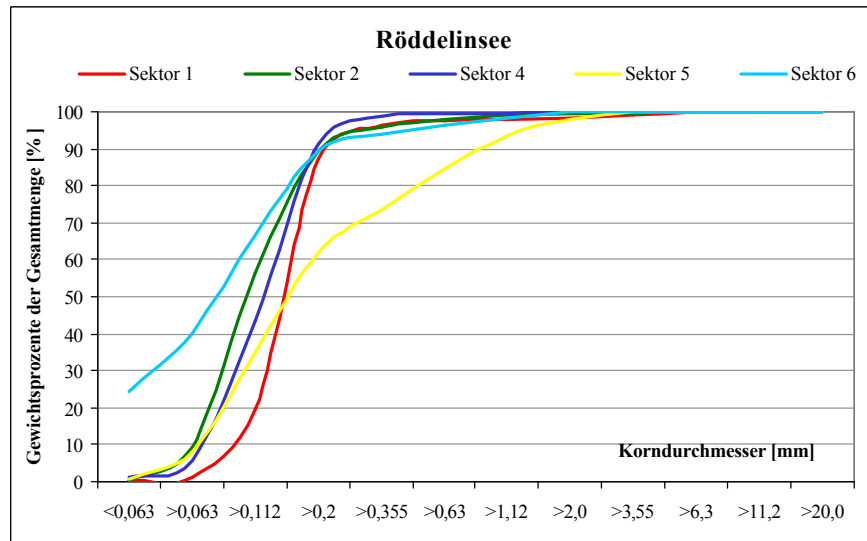
Anhang IV: Korngrößenzusammensetzung der Sedimente, Fortsetzung



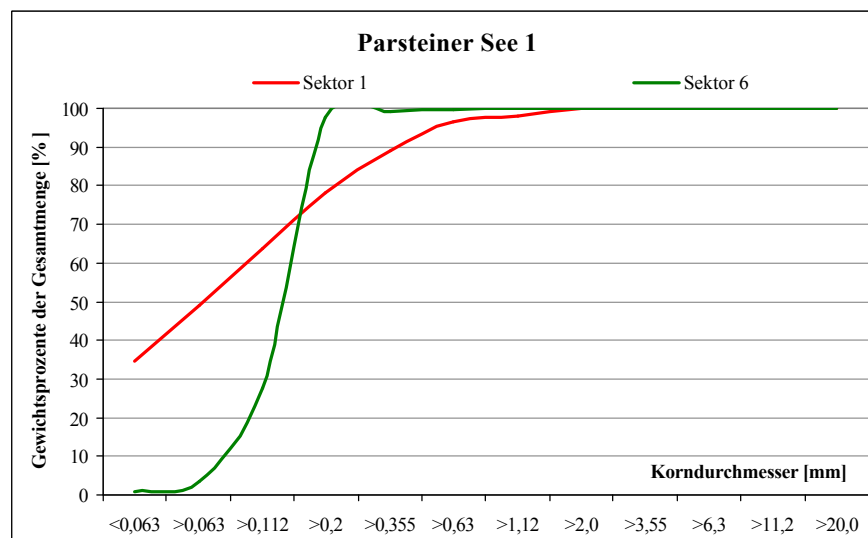
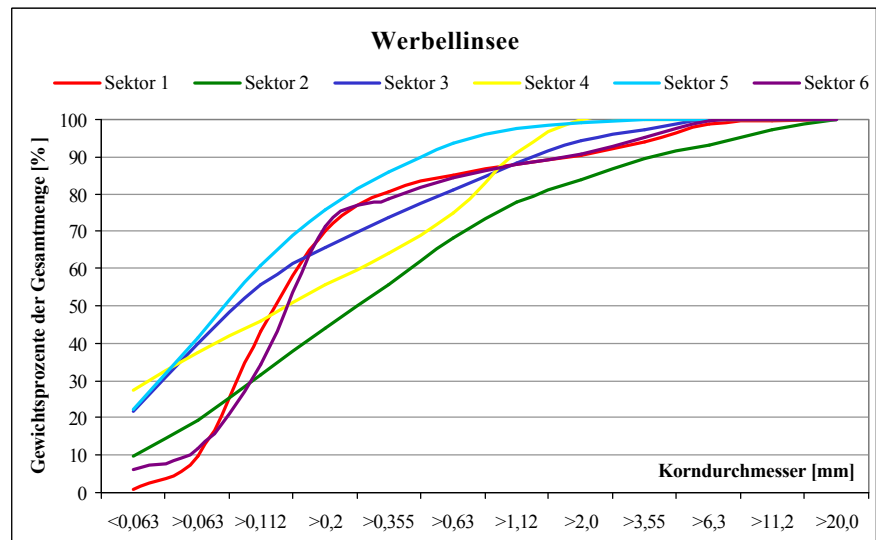
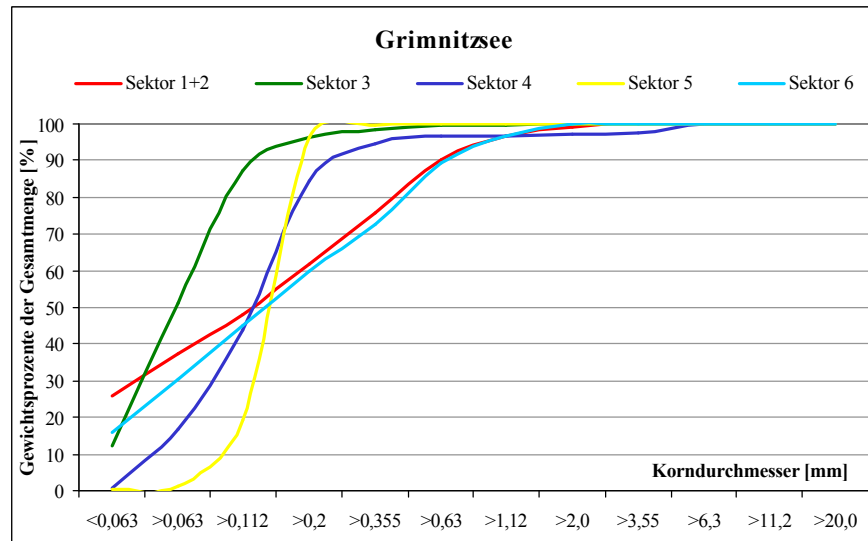
Anhang IV: Korngrößenzusammensetzung der Sedimente, Fortsetzung



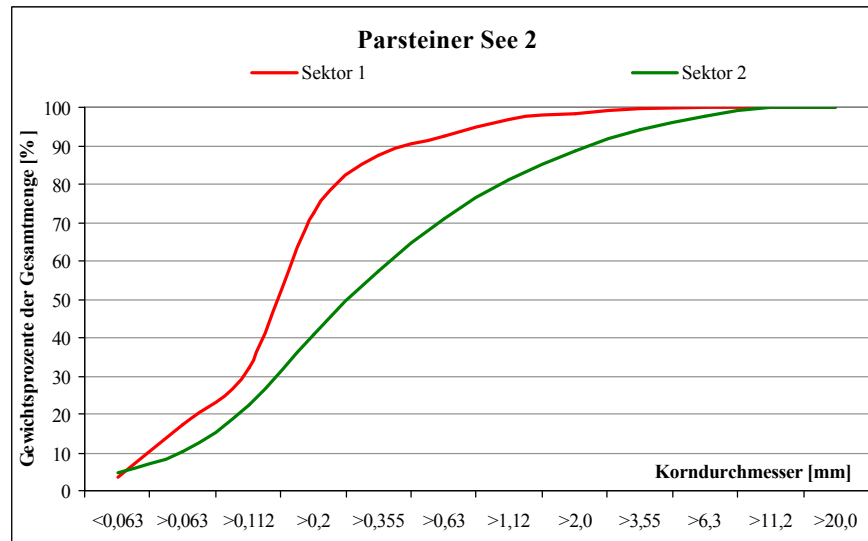
Anhang IV: Korngrößenzusammensetzung der Sedimente, Fortsetzung



Anhang IV: Korngrößenzusammensetzung der Sedimente, Fortsetzung



Anhang IV: Korngrößenzusammensetzung der Sedimente, Fortsetzung



Anhang VI: Detaillierte Nachweisliste der Taxa der oberen Litoralproben

	RL-D	RL-BE	BeeI	BeeII	BeeIII	Blan	Brei	Fähr	Glie	Grim	Gülp	Hohe	Küst	LübbI	LübbII	Mell	Mügg	Neue	ParsI	ParsII	Plau	Rang	Rödd	Ruppl	Ruppl	Sacr	Schal	SchalII	Sehe	Sehn	Schw	Stec	Stol	Unte	Verb	Witt	Wolz	Wumm	Zech					
Piscicolidae																																												
<i>Piscicola geometra</i> (Linnaeus, 1758)			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x		x		x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x			x			x	x	x				
Haemopidae																																												
<i>Haemopsis sanguisuga</i> (Linnaeus, 1758)																																												
Erpobdellidae																																												
Trochaetinae																																												
<i>Erpobdella nigricollis</i> Brandes, 1900							x			x									x						x	x																		
<i>Erpobdella octoculata</i> (Linnaeus, 1758)			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
<i>Erpobdella testacea</i> Savigny, 1822			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Crustacea																																												
Argulidae																																												
<i>Argulus foliaceus</i> (Linnaeus, 1758)				x		x																																						
Asellidae																																												
<i>Asellus aquaticus</i> (Linnaeus, 1758)			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Gammaridae																																												
<i>Gammarus lacustris</i> Sars, 1863								x				x	x	x	x								x	x	x			x			x	x			x	x								
<i>Gammarus pulex</i> (Linnaeus, 1758)								x			x		x											x																				
<i>Gammarus roeseli</i> Gervais, 1835						x		x		x			x											x		x			x															
<i>Gammarus</i> sp.			x	x			x				x	x											x			x			x															
<i>Gammarus varsoviensis</i> Jazdzewski 1975											x		x	x	x	x							x																					
<i>Echinogammarus ischnus</i> (Stebbing, 1899)				x			x																																					
Pontogammaridae																																												
<i>Pontogammarus robustoides</i> (Sars, 1894)			x	x	x		x				x	x												x	x		x	x	x															
<i>Dikerogammarus haemobaphes</i> (Eichwald, 1841)							x																					x																
<i>Dikerogammarus</i> sp.			x				x																																					
<i>Dikerogammarus villosus</i> (Sovinskij, 1894)			x				x																					x																
Corophiidae																																												
<i>Corophium curvispinum</i> Sars, 1895							x					x																																
Decapoda																																												
Atyidae																																												
<i>Atyaephyra desmaresti</i> (Millet, 1831)							x																																					
Ephemeroptera																																												
Baetidae																																												
<i>Centroptilum luteolum</i> (Müller, 1776)						x				x			x		x											x	x	x																
<i>Cloeon dipterum</i> (Linnaeus, 1761)			x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x										x	x	x	x	x														
<i>Cloeon simile</i> Eaton, 1870													x	x	x																													
<i>Cloeon</i> sp.				x		x		x	x			x	x	x	x	x	x	x																										
Heptageniidae																																												

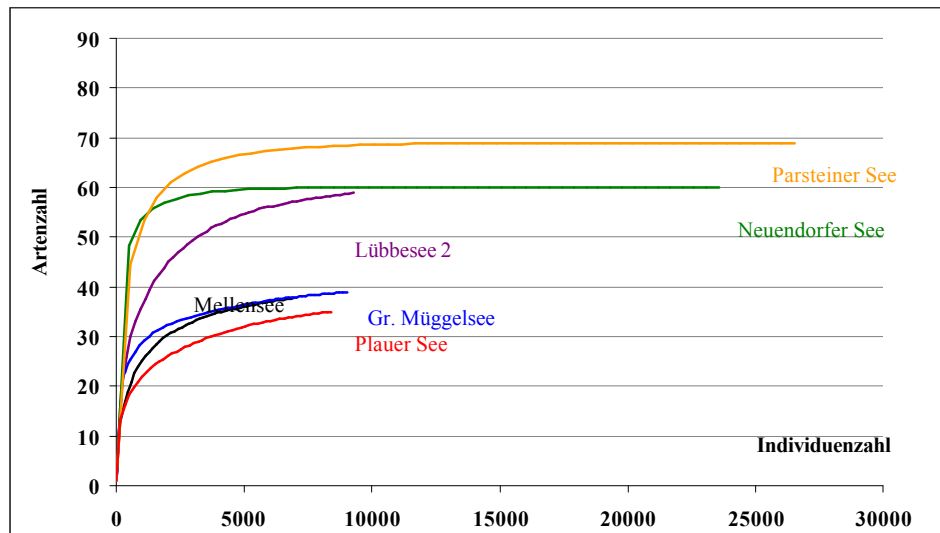
Anhang VI: Detaillierte Nachweisliste der Taxa der oberen Litoralproben

	RL-D	RL-BE	BeeI	BeeII	BeeIII	Blan	Brei	Fähr	Glie	Grim	Gülp	Hohe	Küst	LübbI	LübbII	Mell	Mügg	Neue	ParsI	ParsII	Plau	Rang	Rödd	Ruppl	Ruppl	Sacr	SchaI	SchaII	Sche	Sehn	Schw	Stec	Stol	Unte	Werb	Witt	Wolz	Wunn	Zech			
Libellulidae																																										
<i>Libellula fulva</i> (Müller, 1764)	2	3												x				x																								
<i>Libellula quadrimaculata</i> (Linnaeus, 1758)										x																																
<i>Orthetrum cancellatum</i> (Linnaeus, 1758)									x													x																				
<i>Orthetrum</i> sp.									x									x																								
Plecoptera																																										
Nemouridae																																										
<i>Nemoura avicularis</i> Morton, 1894		4																																								
<i>Nemoura cinerea</i> (Retzius, 1783)					x			x					x		x																									x	x	
<i>Nemoura</i> sp.																		x					x																			
<i>Nemurella pictetii</i> Klapalek, 1900													x																											x		
Megaloptera																																										
Sialidae																																										
<i>Sialis lutaria</i> (Linnaeus, 1758)					x			x					x																													
Neuroptera																																										
Sisyridae																																										
<i>Sisyra</i> sp.				x					x				x		x			x					x		x																	
Coleoptera																																										
Gyrinidae																																										
<i>Gyrinus distinctus</i> Aube, 1836	2	1										x	x	x	x								x																		x	
<i>Gyrinus paykulli</i> Ochs, 1927	V																																									x
<i>Gyrinus</i> sp.																		x																								
<i>Orectochilus villosus</i> (O.F. Müller, 1776)								x					x	x	x				x				x	x	x		x	x												x	x	
Haliplidae																																										
<i>Haliplus lineatocollis</i> (Marsham, 1802)									x																																	
<i>Haliplus fulvus</i> (Fabricius, 1801)	3			x										x	x				x	x																					x	x
<i>Haliplus confinis</i> Stephens, 1829	3													x																												x
<i>Haliplus obliquus</i> (Fabricius, 1787)	3									x									x																							
<i>Haliplus furcatus</i> Seidlitz, 1887	2	2									x																															
<i>Haliplus fluviatilis</i> Aube, 1836											x											x			x																	
<i>Haliplus immaculatus</i> Gerhardt, 1877									x																																	
<i>Haliplus</i> sp.									x	x	x			x		x		x	x								x															
Noteridae																																										
<i>Noterus clavicornis</i> (De Geer, 1774)				x	x		x			x																																
<i>Noterus crassicornis</i> (Müller, 1776)														x	x																											
Dytiscidae																																										

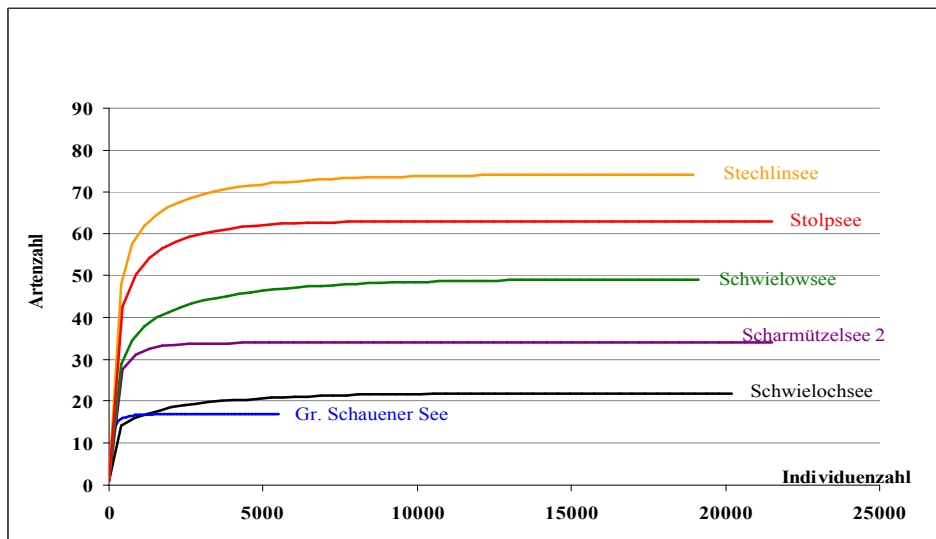
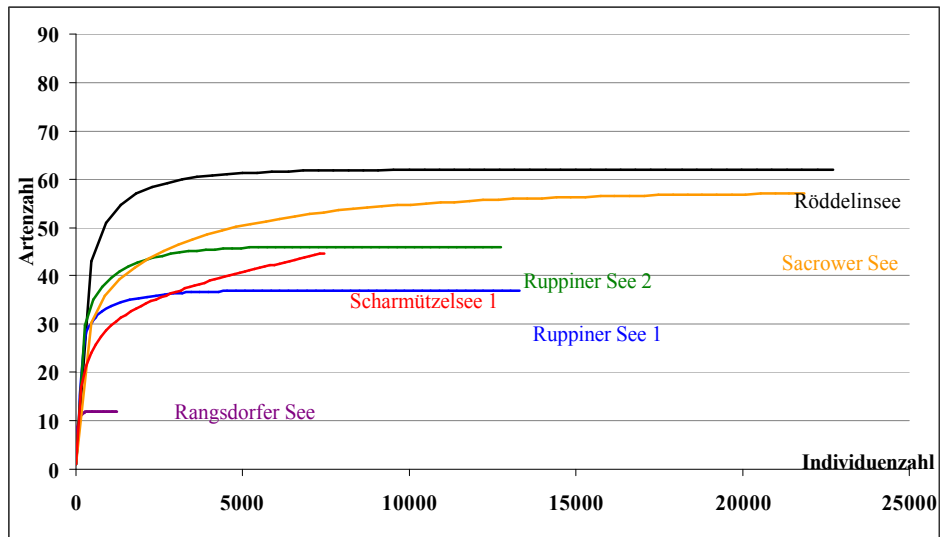
Anhang VII: Detaillierte Nachweisliste der Taxa der Imaginalproben

	RL-D	RL-BB	Beet	Blan	Breit	Fähr	Glie	Küst	Mügg	Schn	Wumm	Zech	Grim	Hohe	Lübb	Mell	Neue	Pars	Plau	Rang	Rüdd	Sacr	Scha	Sche	Schw	Stec	Stol	Unte	Verb	Witt	Wolz	
<i>Cyrnus insolutus</i> McLachlan, 1878	3										x														x						x	
<i>Cyrnus trimaculatus</i> (Curtis, 1834)				x			x	x				x														x	x	x	x			
<i>Holocentropus dubius</i> (Rambur, 1842)											x																					
<i>Polycentropus flavomaculatus</i> (Pictet, 1834)								x										x								x						
<u>Hydropsychidae</u>																																
<i>Hydropsyche contubernalis</i> McLachlan, 1865				x																												
<i>Hydropsyche</i> sp.			x		x																						x					
<u>Phryganeidae</u>																																
<i>Trichostegia minor</i> (Curtis, 1834)			x		x						x																	x				
<i>Agrypnia pagetana</i> Curtis, 1835														x											x							
<i>Agrypnia varia</i> (Fabricius, 1793)			x		x			x			x			x	x																	
<i>Phryganea grandis</i> Linnaeus, 1758								x																		x	x					
<u>Limnephilidae</u>																																
<i>Anabolia furcata</i> Brauer, 1857												x					x															
<i>Anabolia nervosa</i> (Curtis, 1834)												x																				
<i>Glyptotaelius pellucidus</i> (Retzius, 1783)			x		x			x						x																		
<i>Limnephilus affinis</i> Curtis, 1834					x																											
<i>Limnephilus decipiens</i> (Kolenati, 1848)								x																		x						
<i>Limnephilus flavicornis</i> (Fabricius, 1787)														x																		
<i>Limnephilus incisus</i> Curtis, 1834					x																											
<i>Limnephilus lunatus</i> Curtis, 1834																																
<i>Limnephilus marmoratus</i> Curtis, 1834														x			x															
<i>Limnephilus politus</i> McLachlan, 1865												x					x															
<u>Apataniidae</u>																																
<i>Apatania auricula</i> (Forsslund, 1930)	1	1																									x					
<u>Goeridae</u>																																
<i>Goera pilosa</i> (Fabricius, 1775)								x				x						x									x					
<u>Leptoceridae</u>																																
<i>Athripsodes aterrimus</i> (Stephens, 1836)				x																												
<i>Athripsodes cinereus</i> (Curtis, 1834)					x		x				x	x						x								x	x				x	
<i>Ceraclea annulicornis</i> (Stephens, 1836)											x																					
<i>Ceraclea dissimilis</i> (Stephens, 1836)				x		x							x						x													
<i>Ceraclea fulva</i> (Rambur, 1842)				x				x							x																	
<i>Ceraclea senilis</i> (Burmeister, 1839)				x							x						x										x					
<i>Leptocerus tineiformis</i> Curtis, 1834					x		x		x		x	x						x								x	x				x	x
<i>Triaenodes bicolor</i> (Curtis, 1834)							x																									
<i>Triaenodes unanims</i> McLachlan, 1877	2	2					x																									
<i>Oecetis furva</i> (Rambur, 1842)				x		x					x		x				x										x					x
<i>Oecetis lacustris</i> (Pictet, 1834)								x			x	x			x	x				x					x	x	x				x	
<i>Oecetis ochracea</i> (Curtis, 1825)				x	x	x		x						x		x			x						x		x	x				
<i>Mystacides azurea</i> (Linnaeus, 1761)													x														x				x	x
<i>Mystacides longicornis</i> (Linnaeus, 1758)				x	x	x		x			x	x	x	x	x					x						x	x	x				
<i>Mystacides nigra</i> (Linnaeus, 1758)											x	x														x	x					
<u>Molannidae</u>																																
<i>Molanna albicans</i> (Zetterstedt, 1840)	2	1																	x												x	
<i>Molanna angustata</i> Curtis, 1840						x		x				x		x	x	x										x	x		x		x	

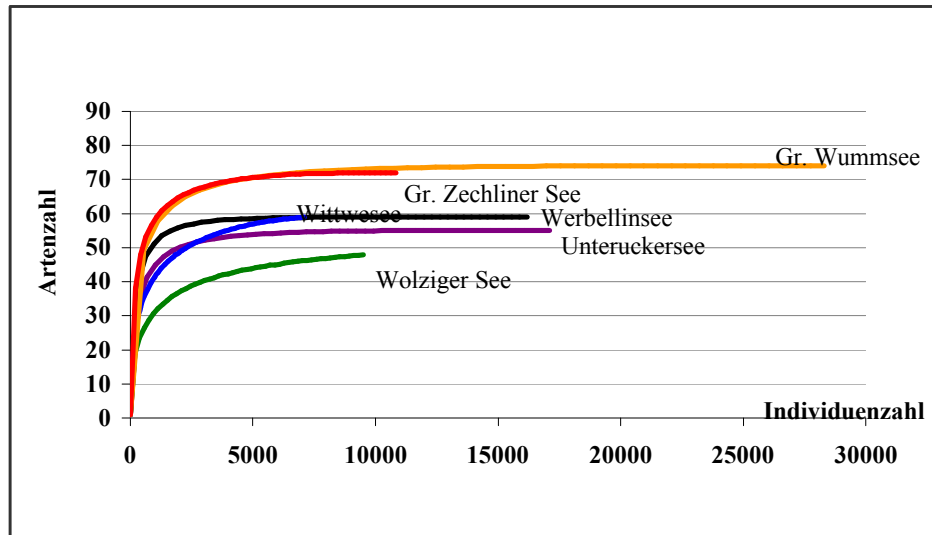
Anhang VIII: Artsättigungskurven der Proben des unteren Litorals



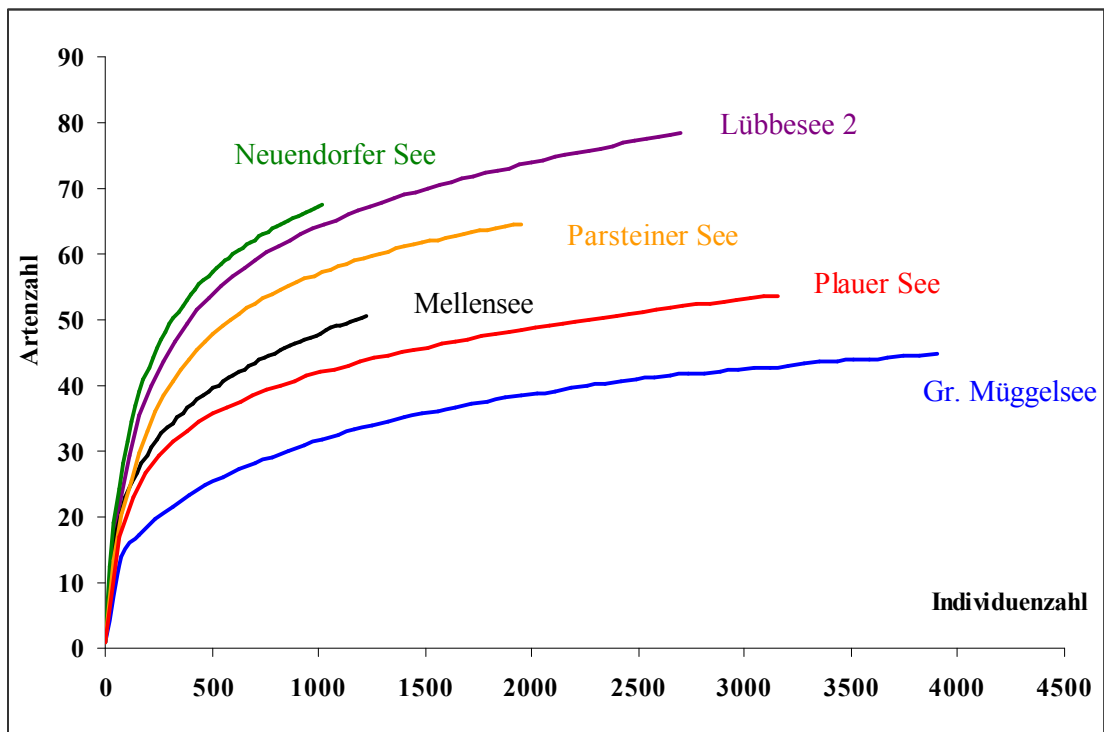
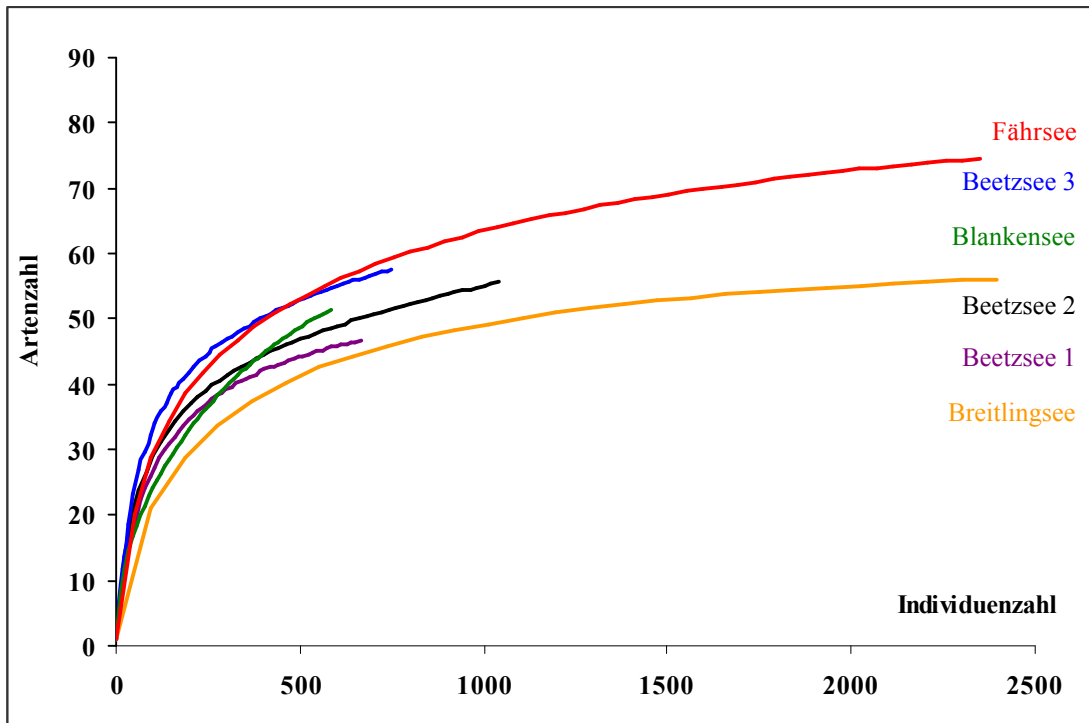
Anhang VIII: Artsättigungskurven der Proben des unteren Litorals



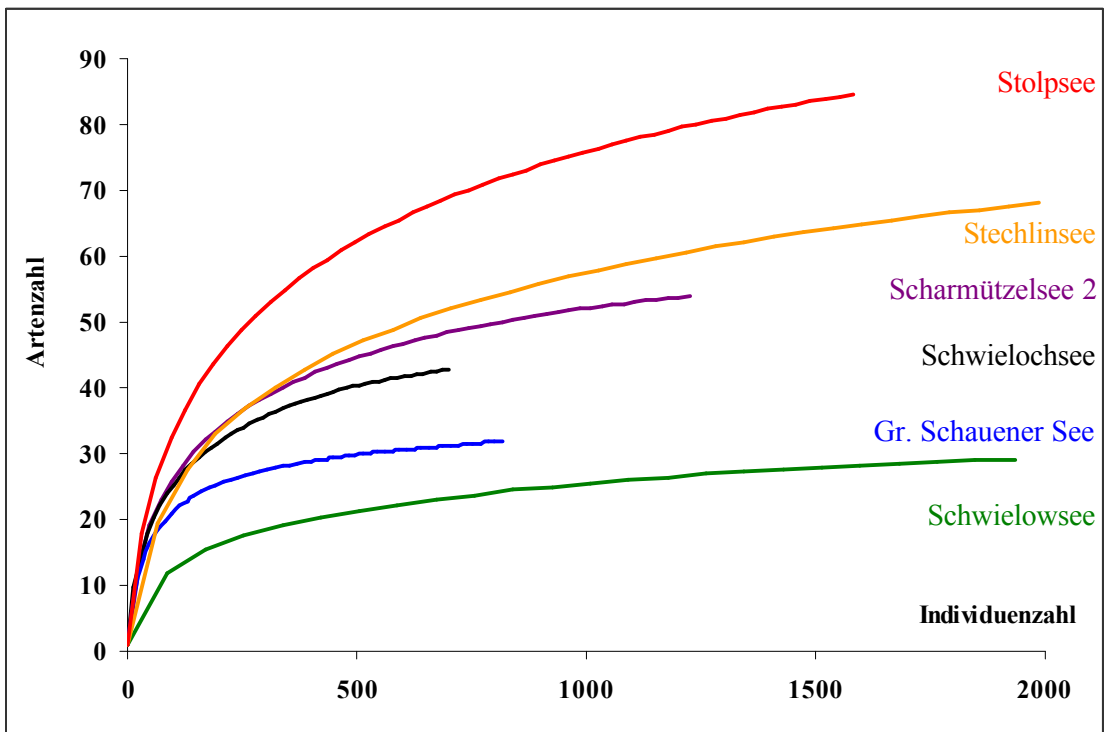
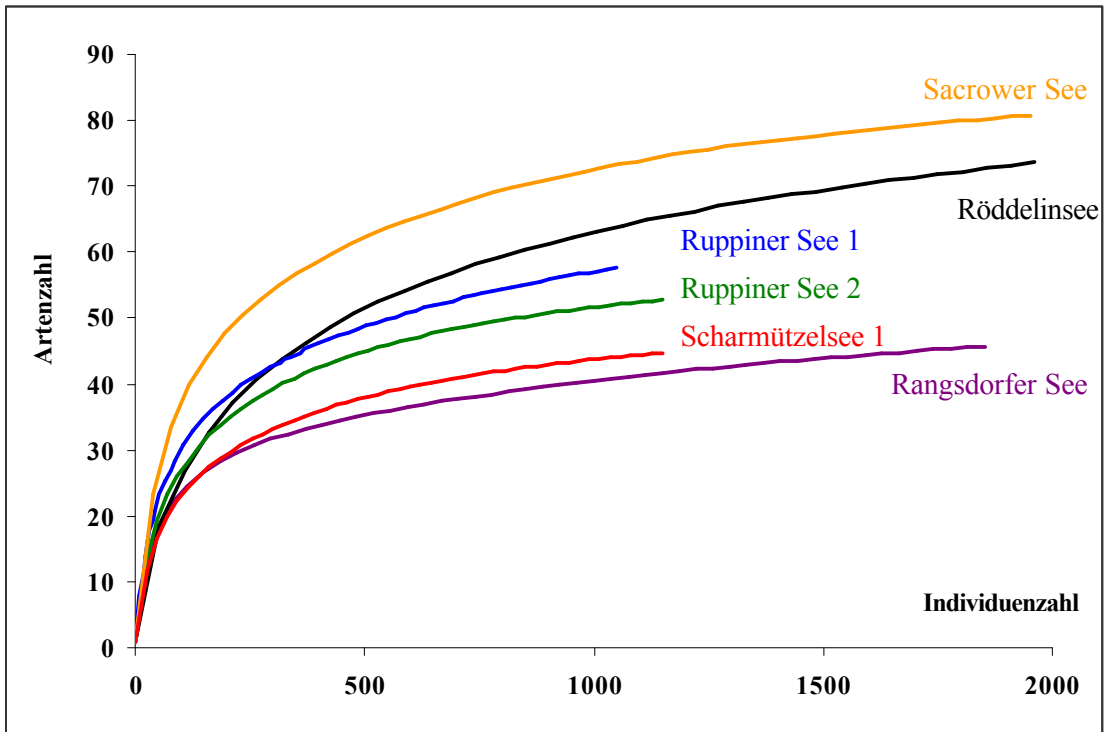
Anhang VIII: Artsättigungskurven der Proben des unteren Litorals



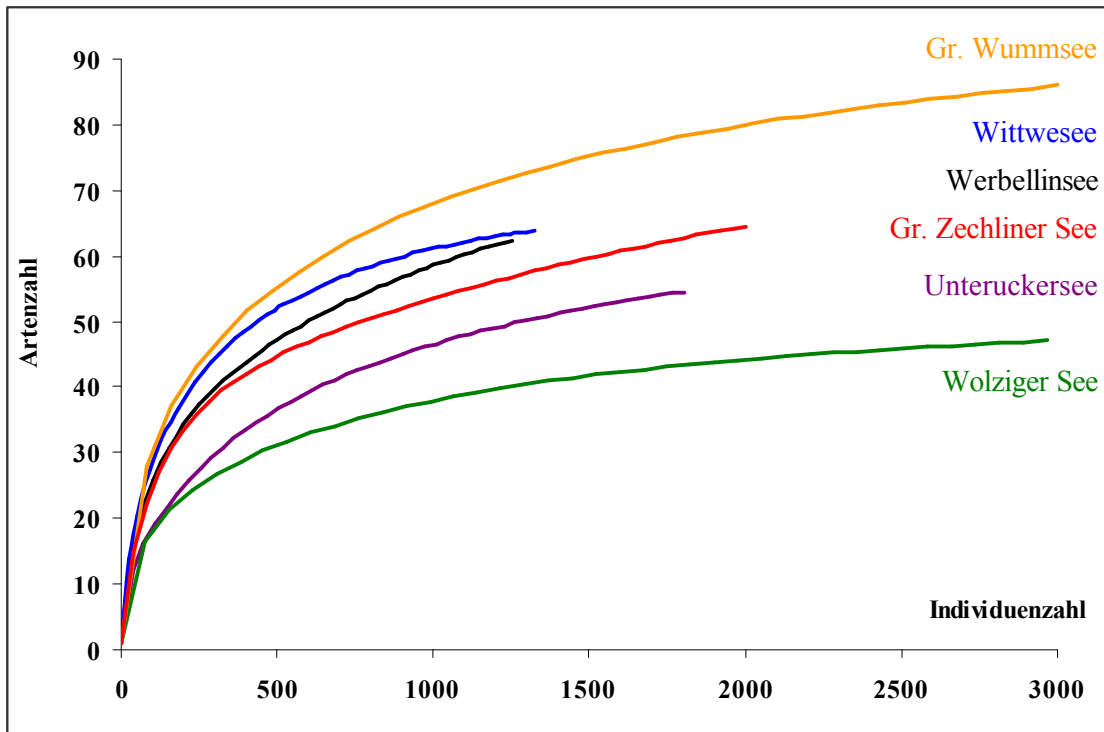
Anhang IX: Artsättigungskurven der Proben des oberen Litorals



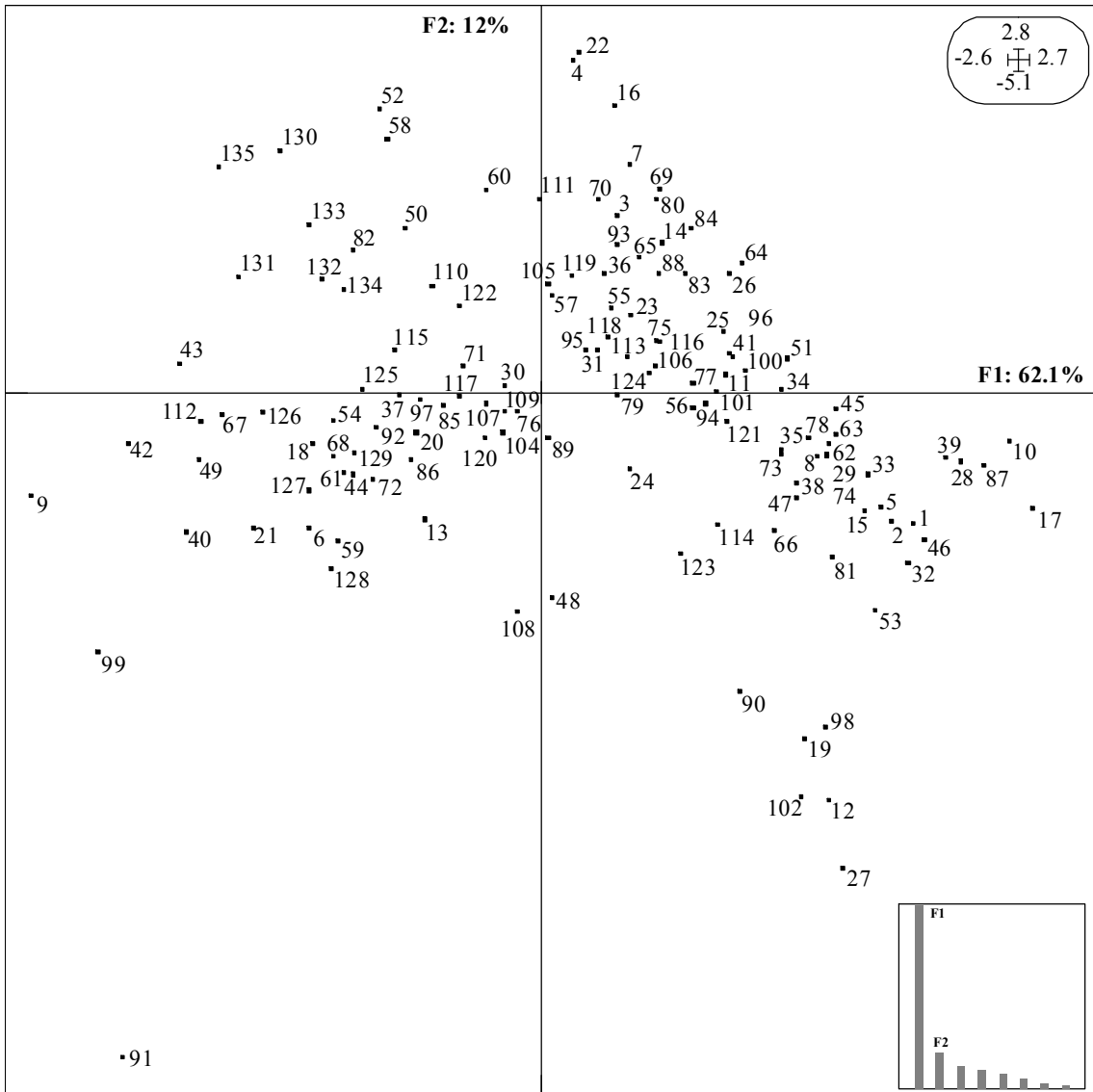
Anhang IX: Artsättigungskurven der Proben des oberen Litorals, Fortsetzung



Anhang IX: Artsättigungskurven der Proben des oberen Litorals, Fortsetzung



Anhang X: Projektion der Faktorenladung der Arten auf die F1x2 Faktorebene der CoI-Analyse, Arten des unteren Litorals (beide Kampagnen) (siehe auch Anhang X Fortsetzung)



Anhang X Fortsetzung : Taxaliste mit Code-Nr. der Co-Inertia-Analyse

1	Arctopelopia	46	Leptophlebia marginata	91	Einfeldia Grp B
2	Cloeon simile	47	Mystacides azurea	92	Pisidium henslowanum
3	Einfeldia Grp A	48	Mystacides longicornis	93	Cyrnus crenaticornis
4	Gammarus roeseli	49	Oecetis ochracea	94	Chironomus thummi Grp.
5	Hydroglyphus hamulatus	50	Pontogammarus robustoides	95	Gyraulus albus
6	Limnephilus binotatus	51	Valvata cristata	96	Caenis robusta
7	Microtendipes rydalensis Grp.	52	Viviparus contectus	97	Cricotopus (Cricotopus)
8	Molanna albicans	53	Zygoptera	98	Tanypodinae
9	Neozavrelia	54	Anodonta cygnea	99	Sphaeromias
10	Orectochilus villosus	55	Caenis lactea	100	Ablabesmyia
11	Parakiefferiella scandica	56	Gyraulus crista	101	Palpomyia
12	Phryganea grandis/bipunctata	57	Gyraulus crista f.cristatus	102	Endochironomus Type I
13	Pisidium moitessierianum	58	Molanna angustata	103	Microchironomus
14	Pisidium obtusale	59	Paratendipes	104	Parachironomus arcuatus Grp.
15	Procladius (Psilotanypus)	60	Phaenopsectra	105	Dicrotendipes lobiger
16	Ceraclea nigronevosa	61	Unio tumidus	106	Potamopyrgus antipodarum
17	Coenagrion puella/pulchellum	62	Coenagrionidae	107	Pisidium nitidum
18	Dikerogammarus haemobaphes	63	Oulimnius sp.	108	Probezzia
19	Erythromma najas	64	Sialis lutaria	109	Cryptochironomus
20	Hippeutis complanatus	65	Acroloxus lacustris	110	Ecnomus tenellus
21	Lithoglyphus naticoides	66	Cladopelma laccophila Grp.	111	Asellus aquaticus
22	Lype phaeopa	67	Gammarus lacustris	112	Glyptotendipes pallens Agg.
23	Pisidium milium	68	Pisidium subtruncatum	113	Microtendipes pedellus Grp.
24	Pisidium supinum	69	Tinodes waeneri	114	Orthocladiinae
25	Planorbis planorbis	70	Oecetis testacea	115	Valvata piscinalis
26	Platycnemis pennipes	71	Pisidium casertanum	116	Paratanytarsus
27	Polypedilum (Pentapedilum) Type V	72	Unio pictorum	117	Naididae
28	Stenochironomus	73	Caenis luctuosa	118	Orthotrichia sp.
29	Tribelos intextus	74	Corynoneura	119	Bithynia tentaculata
30	Anodonta anatina	75	Cyrnus trimaculatus	120	Dicrotendipes nervosus
31	Cladopelma lateralis Grp.	76	Lumbriculidae	121	Caenis macrura
32	Dasyhelea	77	Mystacides nigra	122	Dreissena polymorpha
33	Enallagma cyathigerum	78	Pseudochironomus	123	Tanytarsus
34	Ischnura elegans	79	Bithynia leachii	124	Caenis horaria
35	Physa fontinalis	80	Cloeon dipterum	125	Polypedilum (Polypedilum) Type I
36	Pisidium subtruncatum	81	Cyrnus flavidus	126	Chironomus plumosus Grp.
37	Stagnicola sp.	82	Enchytraeidae	127	Cladotanytarsus
38	Stempellina bausei Grp.	83	Leptocerus tineiformis	128	Procladius (Holotanypus)
39	Stictochironomus	84	Oxyethira sp.	129	Tubificidae
40	Thienemanniola ploenensis	85	Potamopyrgus f.carinata	130	Alboglossiphonia heteroclita
41	Centroptilum luteolum	86	Valvata pulchella	131	Erpobdella octoculata
42	Corophium curvispinum	87	Radix ovata	132	Erpobdella testacea
43	Dikerogammarus villosus	88	Theodoxus fluviatilis	133	Glossiphonia complanata
44	Glyptotendipes Grp B	89	Athripsodes cinereus	134	Helobdella stagnalis
45	Halipplus confinis	90	Dicrotendipes notatus	135	Placobdella costata

Anhang XI: Verwendete taxonomische Literatur

- BAUERNFEIND, E. & U.H. HUMPECH (2001): Die Eintagsfliegen Zentraleuropas (Insecta: Ephemeroptera): Bestimmung und Ökologie.- Verlag des naturhistorischen Museums Wien, 239 pp, Wien
- BAUERNFEIND, E. (1994): Bestimmungsschlüssel für die österreichischen Eintagsfliegen (Insecta: Ephemeroptera), 1. Teil.- Wasser und Abwasser Suppl. 4/49: 92 pp, Wien
- BAUERNFEIND, E. (1995): Bestimmungsschlüssel für die österreichischen Eintagsfliegen (Insecta: Ephemeroptera), 2. Teil.- Wasser und Abwasser Suppl. 4/49: 96 pp, Wien
- BAYRISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT (Hrsg.) (1991): Bestimmungsschlüssel für die Saprobier-DIN-Arten.- Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft 2: 133 pp, München
- BELLMANN, H. (1993): Libellen beobachten und bestimmen.- Naturbuch-Verlag, 274 pp, Augsburg
- BRINDLE, A. (1967): The larvae and pupae of the British *Cylindrotominae* and *Limoninae* (Diptera, Tipulidae). *Freshw. Transactions Soc. British Entomology* 17: 151-214.
- CRANSTON, P.S. (1982): A key to the larvae of the British *Orthoclaadiinae* (Chironomidae).- *Freshwat. Biol. Ass.*, Scientific Publ. no 45: 152 pp, Ambleside Cumbria
- DROST, M.B.P., CUPPEN, H.P.J.J., VAN NIEUKERKEN, E.J. & M. SCHREIJER (Hrsg.) (1992): *De waterkevers van Nederland*.- K.N.N.V., 280 pp, Utrecht
- EDINGTON, J.M. & A.G. HILDREW (1995): A revised key to the casless caddis larvae of the british isles with notes on their ecology.- *Freshw. Biolog. Assoc. No.* 53: 132 pp, Ambleside Cumbria
- EGGERS, O.E. & A. MARTENS (2001): Bestimmungsschlüssel der Süßwasser-Amphipoda (Crustacea) Deutschlands.- *Lauterbornia* 42: 8-59.
- FREUDE, H., HARDE, K.W. & G.A. LOHSE (1971): Die Käfer Mitteleuropas, Band 3 Adephega, Palpicornia, Histeroidea, Staphylinoidae.- Goecke & Evers Verlag, 157 pp, Krefeld
- GLÖER, P. & C. MEIER-BROOK (1998): Süßwassermollusken – Ein Bestimmungsschlüssel für die Bundesrepublik Deutschland.- 12. Auflage, 136 pp, Hamburg
- HAYBACH, A. (1998): Die Eintagsfliegen (Insecta: Ephemeroptera) von Rheinland Pfalz – Zoogeographie, Faunistik, Ökologie, Taxonomie und Nomenklatur unter besonderer Berücksichtigung der Familie Heptageniidae und unter Einbeziehung der übrigen aus Deutschland bekannten Arten.- Dissertation FB Biologie der Johannes Gutenberg-Universität Mainz, 417 pp, Mainz
- KLAUSNITZER, B. (1996): Käfer im und am Wasser.- Die Neue Brehm Bücherei Bd. 567, Spektrum Akademischer Verlag, 201 pp, Magdeburg
- LANGTON, P.H. (1991): A key to pupal exuviae of West Palaearctic Chironomidae.- LANGTON, P.H (Hrsg.) : *Coleraine, N. Ireland*, 386 pp

- NESEMANN, H. (1998): Bestimmungsschlüssel für die mitteleuropäischen Egel der Familie Erpobdellidae Blanchard 1894 (Hirudinea).- *Lauterbornia* 13: 37-60.
- NILSSON, A. (Hrsg.) (1997): Aquatic insects of North Europe, a taxonomic handbook, Vol. 2 Odonata, Diptera.- Apollo books, 440 pp, Stenstrup
- NILSSON, A. (Hrsg.) (1997): Aquatic insects of North Europe, a taxonomic handbook, Vol. 1 Ephemeroptera, Plecoptera, Heteroptera, Neuroptera, Megaloptera, Coleoptera, Trichoptera, Lepidoptera.- Apollo books, 277 pp, Stenstrup
- PINDER, L.C.V. & F. REISS (1983): The larvae of the Chironominae (Diptera: Chironomidae) of the Holarctic region.- *Entomologica scandinavica* Suppl. 19: 293-435.
- SOLEM, J.O. (1985): Norwegian *Apatania Kolenati* (Trichoptera: Limnephilidae): identification of larvae and aspects of their biology in a high-altitude zone.- *Entomologica scand.* 16: 161-174.
- TACHET H., BOURNAUD M. & PH. RICHOUX (1991): Introduction à l'étude des macro invertébrés des eaux douces.- Université C. Bernard 1, 155 pp, Lyon
- WALLACE, I.D., B. WALLACE & G.N. PHILIPSON (1990): A key to the case bearing caddis larvae of Britain und Ireland.- *Freshwater Biological Association* No. 51: 237 pp, Ambleside Cumbria
- WARINGER, J. & W. GRAF (1997): Atlas der österreichischen Köcherfliegenlarven unter Einschluss der angrenzenden Gebiete.- *Facultas-Universitätsverlag*, 286 pp, Wien
- WARINGER, J. & W. GRAF, W. (2000): Ergänzungen und Berichtigungen zum „Atlas der österreichischen Köcherfliegenlarven unter Einschluss der angrenzenden Gebiete“.- 18 pp, Wien
- WIEDERHOLM, T. (1983): Chironomidae of the Holarctic region. Keys and diagnoses. Part 1 : Larvae.- *Ent. Scand. Suppl.* 19: 1-457.
- WIEDERHOLM, T. (1986): Chironomidae of the Holarctic region. Keys and diagnoses. Part 2 : Pupae.- *Ent. Scand. Suppl.* 28: 1-482.
- WILSON, R.S. (1995): A practical key to the Genera of pupal exuviae of the British Chironomidae (Diptera Insecta).- MUDGLEY, E. (Hrsg.): 84 pp