



Bayerisches Landesamt
für Umwelt



Auftraggeber:
Länderarbeitsgemeinschaft Wasser LAWA
(Projekt-Nr. O 4.04)

Auftragnehmer:
Bayerisches Landesamt für Umwelt

Bundesweiter Test: Bewertungsverfahren „Makrophyten & Phytobenthos“ in Seen zur Umsetzung der WRRL

Endbericht

Januar 2007

Dr. Jochen Schaumburg
Christine Schranz
Dr. Doris Stelzer
Dr. Gabriele Hofmann

Auftraggeber Länderarbeitsgemeinschaft Wasser LAWA. Projekt-Nr. O 2.04

Auftragnehmer Bayerisches Landesamt für Umwelt

Projektleitung Dr. Jochen Schaumburg, Bayer. Landesamt für Umwelt

Koordination Dipl.-Biol. Christine Schranz, Bayer. Landesamt für Umwelt

Makrophyten Dr. Doris Stelzer, Hohenbrunn-Riemerling

Diatomeen Dr. Gabriele Hofmann, Glashütten-Schloßborn

Dipl.-Biol. Christine Schranz, Bayer. Landesamt für Umwelt

1	Einleitung	6
2	Untersuchungsgewässer und Datengrundlage	7
3	Methoden	11
3.1	Freilandarbeiten	11
3.1.1	Probenahme der benthischen Diatomeen	11
3.1.2	Makrophytenkartierung	11
3.2	Präparation und Mikroskopische Analyse	12
4	Entwicklung eines DV-Tools	13
5	Ergebnisse und Diskussion	14
5.1	Makrophyten	14
5.1.1	Datenaufbereitung	14
5.1.2	Überarbeitung der Typologie	15
5.1.3	Charakterisierung der neuen Seetypen	18
5.1.4	Veränderungen am Bewertungsverfahren	22
5.1.5	Anwendung der neuen Bewertung und Vergleich mit der alten Bewertung	26
5.2	Phytobenthos-Diatomeen	34
5.2.1	Datenaufbereitung	34
5.2.2	Überarbeitung der Typologie	34
5.2.3	Charakterisierung der neuen Seetypen	35
5.2.4	Veränderungen am Bewertungsverfahren	36
5.2.5	Anwendung der neuen Bewertung Diatomeen auf den Projektdatensatz	39
5.3	Anwendung der neuen Gesamtbewertung	43
6	Bewertung eines See-Wasserkörpers	47
6.1	Einleitung	47
6.2	Charakterisierung der ausgewählten Seen	47
6.3	Methoden	49
6.3.1	Datenaufbereitung	49
6.3.2	Bewertung der Abschnitte nach dem WRRL-Bewertungsverfahren Makrophyten & Phytobenthos	50
6.3.3	Ermittlung der Artensättigung	51
6.3.4	Statistische Auswertungen	51
6.4	Ergebnisse und Diskussion	52
6.4.1	Artensättigung	52
6.4.2	Variabilität der Ökologischen Zustandsklasse innerhalb der Seen	54
6.4.3	Wichtige Einflussfaktoren auf die Vegetation	55

6.5	Empfehlungen zur Bewertung ganzer Seen	58
6.5.1	Ermittlung der Stellenzahl	58
6.5.2	Festlegen der Lage der Transekte	59
6.5.3	Berechnung der Gesamtbewertung eines Wasserkörpers	59
6.6	Zusammenfassung	60
7	Handlungsanweisung für die ökologische Bewertung von Seen zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie: Makrophyten und Phytobenthos.	61
7.1	Festlegung der benötigten Anzahl repräsentativer Ufertransekte und die Auswahl deren Lage für die Bewertung eines See-Wasserkörpers	61
7.1.1	Ermittlung der Stellenzahl	62
7.1.2	Festlegen der Lage der Transekte	62
7.2	Probenahme und Ermittlung der Makrophyten & Phytobenthos-Biozönose	63
7.2.1	Makrophyten	64
7.2.2	Diatomeen	69
7.3	Bestimmung des Gewässertyps	75
7.4	Bewertung	76
7.4.1	Makrophyten	76
7.4.2	Diatomeen	84
7.5	Gesamtbewertung von Litoralstellen in Seen mit Makrophyten & Phytobenthos	109
7.5.1	Bewertung von Litoralstellen	109
7.5.2	Bewertung von See-Wasserkörpern	116
7.5.3	Aufwandsabschätzung	117
8	Literatur	119

Vorbemerkung

Über den hier vorliegenden Bericht hinausgehende Erläuterungen zur Entwicklung und Fortschreibung des Bewertungsverfahrens finden sich in folgenden Veröffentlichungen:

SCHAUMBURG, J., SCHMEDTJE, U., SCHRANZ, C., KÖPF, B., SCHNEIDER, S., MEILINGER, P., STELZER, D., HOFMANN, G., GUTOWSKI, A. & FOERSTER, J. (2004): Erarbeitung eines ökologischen Bewertungsverfahrens für Fließgewässer und Seen im Teilbereich Makrophyten und Phytobenthos zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie. – Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, Abschlußbericht an das Bundesministerium für Bildung und Forschung (FKZ 0330033) und die Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (Projekt Nr. O 11.03), 635 S., München.

SCHAUMBURG, J., SCHMEDTJE, U., SCHRANZ, C., KÖPF, B., SCHNEIDER, S., MEILINGER, P., STELZER, D., HOFMANN, G., GUTOWSKI, A., FOERSTER, J. (2005): Bewertungsverfahren Makrophyten & Phytobenthos, Fließgewässer- und Seenbewertung in Deutschland nach EG-WRRL. – Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft, Heft 1/05: 245 S., München.

Diese und weitere Publikationen zum Thema stehen auf Seite

http://www.bayern.de/lfw/technik/gkd/lmn/fliessgewaesser_seen/pilot/pub_g.htm zum download bereit.

Das hier vorgestellte Bewertungsverfahren wurde anhand einer begrenzten Anzahl von Probestellen im Rahmen eines Untersuchungsprogramms in den Jahren 2000 bis 2003 erstellt und in einer zweiten Phase im Rahmen eines bundesweiten Praxistests (2004) weiterentwickelt. Dabei wurden Organismen in Indikations-Gruppen eingeteilt. Die entstandenen Listen wurden durch Literaturwissen ergänzt. Diese Artenlisten können Lücken oder Fehler aufweisen, die sich erst im Zuge der breiten Anwendung erkennen lassen. **Eine eventuell notwendige Anpassung der Einteilungen muss unbedingt und ausschließlich an einer zentralen Stelle mit Hilfe von Spezialisten erfolgen. Idealerweise sollten hierfür die Bearbeiter des Projektes, in Zusammenarbeit mit dem Bayerischen Landesamt für Umwelt, herangezogen werden.**

1 Einleitung

Die im Dezember 2000 verabschiedete EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) (EUROPÄISCHE UNION 2000) schreibt die ökologische Bewertung von Oberflächengewässern nach biologischen Kriterien vor. Dabei werden in Fließgewässern und Seen vier biologische Qualitätskomponenten berücksichtigt: Das Phytoplankton, die Makrophyten und das Phytobenthos, das Makrozoobenthos und die Fische. Nach Anhang V der WRRL (Stand 23. Oktober 2000) soll der „ökologische Zustand“ der Gewässer anhand der „Artenzusammensetzung und Abundanz“ der jeweils zur Bewertung herangezogenen Organismengruppe ermittelt werden. Das dazu verwendete Verfahren muss „typbezogen“ und „leitbildorientiert“ sein.

Der „ökologische Zustand“ eines Gewässers wird im Text der WRRL über die vorhandenen Biozönosen der jeweiligen Qualitätskomponente in den Gewässern definiert. Der Grad der Abweichung der rezent vorhandenen Biozönose von der in diesem Gewässertyp anzunehmenden anthropogen unbeeinflussten Biozönose (Referenz) bestimmt die Ökologische Zustandsklasse.

Im Auftrag des BMBF und der LAWA wurde am Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft das deutsche Bewertungsverfahren für die Qualitätskomponente Makrophyten & Phytobenthos nach den Bedingungen und Vorgaben der WRRL entwickelt. Im Januar 2004 wurde dieses in einer ersten Version vorgelegt (SCHAUMBURG et al. 2004a).

Ebenfalls am Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft wurde darauffolgend das Projekt „Bundesweiter Test: Bewertungsverfahren für Makrophyten und Phytobenthos in Seen zur Umsetzung der EU-WRRL“ durchgeführt. Die Laufzeit ging von Mai 2004 bis Dezember 2005 und wurde kostenneutral bis Dezember 2006 verlängert.

Im Jahr 2004 wurden im Rahmen dieses Projektes nach den Vorschriften des Januar 2004 vorgestellten Verfahrens bundesweit neue Daten erhoben werden. Anhand des stark erweiterten Datensatzes wurde 2005 das bisherige Verfahren überprüft, überarbeitet und ergänzt. Da die 2004 vorgestellte neue Bewertungsmethode auf der Untersuchung von Bandtransekten basiert, wurde zudem eine Möglichkeit zur Bewertung ganzer See-Wasserkörper entwickelt. Im Jahr 2006 erfolgte eine nochmalige Anpassung des Verfahrens. Die Seen des Tieflandes wurden neu typisiert und darauf basierend die Bewertung dieser Seen verändert.

Die Neuerungen beruhen unter anderem auch auf den Vorschlägen und Anmerkungen die aus den Praxistests der Bundesländer hervor gegangen sind, sowie auf den Diskussionsbeiträgen einiger vom Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft organisierten Expertenworkshops. Zudem wurden während der Freilandarbeiten Methodenvorstellungen durchgeführt, in denen die Probenahme methodik Mitarbeitern der zuständigen Länderbehörden und Kartierungsbüros demonstriert wurde. Rückmeldungen während dieser Schulungen wurden ebenfalls bei der Verbesserung der Kartierprotokolle und des Bewertungsverfahrens berücksichtigt. Ebenfalls wichtige Beiträge lieferte die ständige Diskussion mit Mitgliedern des zuständigen LAWA-Expertenkreises.

Für eine automatisierte und beschleunigte Berechnung des ökologischen Zustandes nach den Vorgaben von SCHAUMBURG et al. (2004a) wurde ein DV-Tool entwickelt.

2 Untersuchungsgewässer und Datengrundlage

Für die Validierung des Bewertungsverfahrens konnten im Rahmen des Projektes in 52 natürlichen und künstlichen Seen insgesamt 145 Transekte bezüglich der Makrophyten- und Phytobenthoszönose untersucht werden

Die Auswahl der Seen erfolgte in Absprache mit dem LAWA-Expertenkreis „Seen“. Der Schwerpunkt wurde auf die bislang mit Daten unzureichend vertretenen Seen im Norddeutschen Tiefland gelegt. Die Festlegung der Transekte erfolgte bei der Kartierung vor Ort. Eine Aufstellung der Probenahmestellen findet sich in Tabelle 1.

Aus verschiedenen Bundesländern wurden darüber hinaus Daten aus Praxistests zur Verfügung gestellt, die in verschiedene Schritte der Auswertungen mit einbezogen wurden.

Tabelle 1: Untersuchte Probestellen

PrStNr	Gewässername	Probestelle	Bundesland	Typ nach Mathes et al. (2002)
20015	Bötzsee	1 - Ostufer Mitte	BB	10
20016	Bötzsee	2 - Westufer Mitte	BB	10
20013	Fährsee	1 - zw. Fährkrug und Seehof	BB	10
20014	Fährsee	2 - Laatz	BB	10
20005	Großdöllner See	1 - Südostufer Mitte	BB	10
20006	Großdöllner See	2 - Nordwestufer; nördlich der Mitte	BB	10
20007	Großdöllner See	3 - Nordwestufer; südlich der Mitte	BB	10
20010	Küstrinsee	1 - Schreiberühle	BB	10
20011	Küstrinsee	2 - östlich Küstrinchen	BB	10
20012	Küstrinsee	3 - Bucht im Norwesten	BB	10
20003	Liepnitzsee	1 - westliches Nordufer	BB	10
20004	Liepnitzsee	2 - südwestufer	BB	10
20019	Schwansee	1 - Ostufer unterhalb Leeskow	BB	10
20020	Schwansee	2 - Westufer unterhalb Leeskow	BB	10
20017	Storkower See	1 - Dahmsdorf	BB	10
20018	Storkower See	2 - Hubertushöhe	BB	10
20008	Straussee	1 - südliches Westufer	BB	10
20009	Straussee	2 - Südliches Ostufer	BB	10
20000	Twernsee	1 - Ostufer	BB	10
20001	Twernsee	2 - Ostufer; ca 400m nördl. Transekt 1	BB	10
20026	Oberpfuhl	1 - Lychen, vor Freilichtbühne	BB	11
20027	Oberpfuhl	2 - Südliches Ostufer	BB	11
20022	Platkowsee	1 - HP Tangersdorf	BB	11
20023	Platkowsee	2 - nördliches Ostufer	BB	11
20030	Schlabornsee	1 - Reiherholz	BB	11
20031	Schlabornsee	2 - östlich Kanal zu Dolgensee	BB	11
20032	Schlabornsee	3 - östliches Südufer	BB	11
20028	Vielitzsee	1 - westlich Seebeck	BB	11
20029	Vielitzsee	2 - Vielitz	BB	11
20024	Vordersee bei Obersdorf	1 - Nordwestufer	BB	11
20025	Vordersee bei Obersdorf	2 - Osten der mittleren Insel	BB	11
20033	Tietzensee, Gr.	1 - Nordostufer	BB	14
20034	Tietzensee, Gr.	2 - Ostufer	BB	14
20035	Tietzensee, Gr.	3 - Spitze der Halbinsel	BB	14
20040	Mindelsee	4 - Ostufer	BW	2

PrStNr	Gewässername	Probestelle	Bundesland	Typ nach Mathes et al. (2002)
20041	Mindelsee	5 - Bucht im Nordwesten	BW	2
20036	Bodensee/Obersee	1 - Überlinger See; Bodmann	BW	4
20037	Bodensee/Obersee	2 - Überlinger See; nördlich von Bodmann	BW	4
20038	Bodensee/Untersee	1 – Schöpfung	BW	4
20039	Bodensee/Untersee	2 – Oberzell	BW	4
20042	Titisee	5 - Titisee vor Hotel Maritim	BW	9
50468	Gr. Alpsee b. Immenst.	Nordufer oestlich	BY	4
50458	Gr. Alpsee b. Immenst.	Nordufer westl., Bucht b. Bahn u. Strasse	BY	4
50456	Gr. Alpsee b. Immenst.	Ostufer Bad	BY	4
50460	Gr. Alpsee b. Immenst.	Suedufer, noerdlich Gschwend	BY	4
50461	Gr. Alpsee b. Immenst.	Suedufer, nw Rieder	BY	4
50449	Gr. Alpsee b. Immenst.	Westufer, suedwestliche Bucht	BY	4
50466	Altmuehlsee	Nordostufer Natur	BY	6
50464	Altmuehlsee	Nordostufer, oestlich von Segelhafen	BY	6
50457	Altmuehlsee	Ostufer Bad	BY	6
50431	Altmuehlsee	Ostufer ohne Nutzung	BY	6
50463	Altmuehlsee	Seezentrum Schlungenhof, Badebereich	BY	6
50459	Altmuehlsee	Seezentrum Wald	BY	6
50432	Altmuehlsee	Suedufer Auslauf	BY	6
50440	Altmuehlsee	Suedwestufer, gegenueber Vogelinsel bei Naturschutztafel, ohne Nutzung	BY	6
50465	Altmuehlsee	Vogelinsel, oestlich von Lehrpfad	BY	6
50433	Altmuehlsee	Westufer Bad	BY	6
50434	Altmuehlsee	Westufer Natur	BY	6
50421	Chiemsee	Chieming, 50 m vor noerdl. Ortsende	BY	4
50453	Chiemsee	Gstadt	BY	4
50455	Chiemsee	Naehe Feldwies, Zufahrt zu Campingplatz Roedlgries	BY	4
50454	Chiemsee	Prien, vor Hotel Reinhart	BY	4
50452	Chiemsee	Seebruck nach Klinik Jander Fussweg durch Kurpark	BY	4
50451	Chiemsee	zwischen Chieming und Stoettham	BY	4
50416	Aiterb. Winkel (Chiemsee)	Nordostufer von AW4 watend zu erreichen	BY	1
50415	Aiterb. Winkel (Chiemsee)	Nordostufer zwischen Badestegen	BY	1
50417	Aiterb. Winkel (Chiemsee)	Nordufer, Stegende	BY	1
50412	Aiterb. Winkel (Chiemsee)	Nordwestufer zwischen Bootsstegen	BY	1
50413	Aiterb. Winkel (Chiemsee)	Suedufer, Freibad	BY	1
50414	Aiterb. Winkel (Chiemsee)	Westufer, bei Bank Luecke im Roehricht	BY	1
2059	Froschhauser See	Nordostufer	BY	1
2812	Froschhauser See	Nordufer Mitte	BY	1
2646	Froschhauser See	Nordwestufer	BY	1
2813	Froschhauser See	Ostufer	BY	1
2815	Froschhauser See	Suedufer	BY	1
2814	Froschhauser See	Suedufer oestlich	BY	1
2873	Hopfensee	Nordufer	BY	1
2881	Hopfensee	Nordwestufer	BY	1
2653	Hopfensee	Ostufer bei Hopfen am See	BY	1
2856	Hopfensee	Ringsee Nordufer	BY	1
2862	Hopfensee	Suedostufer	BY	1
2886	Hopfensee	Westufer Zufluss Kaltenbach	BY	1
2838	Lustsee	Nordufer	BY	2
2061	Lustsee	Ostufer noerdlich	BY	2
2656	Lustsee	Ostufer suedlich	BY	2
2841	Lustsee	Suedufer vor Kindsbruennlquelle	BY	2
2839	Lustsee	Westufer noerdlich	BY	2
2657	Lustsee	Westufer vor Quellzutritten	BY	2
50411	Gr. Ostersee	Nordostufer, Badebereich	BY	2
50422	Gr. Ostersee	Ostufer; bei Schild Badeverbot	BY	2
50423	Gr. Ostersee	Sueden, Badebereich suedl. Bruecke	BY	2
50418	Gr. Ostersee	Suedwestufer, Roehrichtbereich	BY	2
50429	Gr. Ostersee	Suedwestufer, Wald	BY	2

PrStNr	Gewässername	Probestelle	Bundesland	Typ nach Mathes et al. (2002)
50420	Gr. Ostersee	Westufer, Wald 200 m suedlich von Zugang zu Lauterbacher Muehle (Zaun)	BY	2
50427	Pelhamer See	Nordufer, Bruchwald/Roehricht	BY	2
50400	Pelhamer See	Nordufer, kleine Bucht ca. 200 m SW Durchfahrt zu Nebenbecken	BY	2
50428	Pelhamer See	Ostufer, 100 m noerdlich von Waldrand	BY	2
50402	Pelhamer See	Ostufer, im Wald	BY	2
50424	Pelhamer See	Ostufer, zw. DLRG Haus u. Badesteg	BY	2
50426	Pelhamer See	Suedufer, 50m oestlich von Hochsitz	BY	2
50425	Pelhamer See	Suedufer, bei Parkplatz mit Slipanlage	BY	2
50419	Pelhamer See	Suedufer, Bucht westlich des Seeabflusses	BY	2
2892	Starnberger See	Nordufer Mdg Maisinger Bach	BY	3
2896	Starnberger See	Ostufer bei Ammerland	BY	3
2894	Starnberger See	Ostufer bei Leoni	BY	3
2900	Starnberger See	Suedufer Mdg Bodenbach	BY	3
2052	Starnberger See	Westufer suedl. bei Bernried	BY	3
2906	Starnberger See	Westufer suedwestl. Roseninsel	BY	3
50443	Steinberger See	Nordostufer bei Botsverleih	BY	7 geschichteter Tagebausee
50447	Steinberger See	Nordufer, bei Segelclub	BY	7 geschichteter Tagebausee
50450	Steinberger See	Ostufer, 200 m noerdlich von BRK Haus	BY	7 geschichteter Tagebausee
50444	Steinberger See	Suedufer	BY	7 geschichteter Tagebausee
50445	Steinberger See	Suedwestufer	BY	7 geschichteter Tagebausee
50446	Steinberger See	Westufer, 100 m suedwestl. letzter Steg Segelschule	BY	7 geschichteter Tagebausee
50405	Waginger See	Angerpoint Badestelle	BY	3
50404	Waginger See	Buchwinkel bei Bootssteg	BY	3
50403	Waginger See	Kuehnhausen Badestelle/Bootsanlegeplatz	BY	3
50392	Waginger See	Lampoding kl. Bucht	BY	3
50410	Waginger See	Tettenhausen, Gut Horn	BY	3
50401	Waginger See	Wolkersdorf Ufervorsprung	BY	3
50394	Woerthsee	Ostufer Steinebach zw. Stegen 2119 u. 2120	BY	3
50395	Woerthsee	Ostufer, bei Gemeindegrenze Steinebach – Hechendorf	BY	3
2997	Woerthsee	Seemitte/tiefste Stelle	BY	3
50396	Woerthsee	Suedufer, Gem. Hechendorf,	BY	3
50397	Woerthsee	Westufer, Bachern, nahe Bootshaus Inselfaehre	BY	3
50398	Woerthsee	Westufer, Ostseite der Insel	BY	3
50399	Woerthsee	Westufer, Walchstadt, noerdlich Bootshaus Fischereiverein	BY	3
20043	Diemeltalsperre	1 – Heringhausen	HE	geschichte Talsperre
20044	Diemeltalsperre	2 – Kotthausen	HE	geschichte Talsperre
20046	Krombachtalsperre	1 - Auf der Scheid	HE	ungeschichteter Flachstausee
20045	Twistestausee	1 - nördliches Ostufer	HE	ungeschichteter Flachstausee
20055	Cambser See	1 - nördlich Langenbrütz	MV	10
20056	Cambser See	2 – Zittow	MV	10
20057	Cambser See	3 - südlich Kleefeld	MV	10
20047	Groß Labenzer See	1 - Südlicher Teil; Westufer	MV	10
20048	Groß Labenzer See	2 - Nördlicher Teil; Südufer	MV	10
20049	Groß Labenzer See	3 - Nördlich Groß Labenz	MV	10
20052	Großer Sternberger See	1 - nördlich Sternberg	MV	12
20053	Großer Sternberger See	2 - südlich Kamm	MV	12
20054	Großer Sternberger See	3 - nordwestlich Voßberg	MV	12
20058	Trenntsee	1 – Westufer	MV	12
20059	Trenntsee	2 – Nordostufer	MV	12
20050	Woezer See	1 – Südwestufer	MV	12

PrStNr	Gewässername	Probestelle	Bundesland	Typ nach Mathes et al. (2002)
20051	Woezer See	2 – Nordostufer	MV	12
20070	Haussee Feldberg	1 - nordöstlich Grabenwerder	MV	13
20071	Haussee Feldberg	2 - nördlich Luzinkanal	MV	13
20072	Haussee Feldberg	3 - nördlich Seerosenkanal	MV	13
20073	Haussee Feldberg	4 – Südwestufer	MV	13
20074	Haussee Feldberg	5 - Halbinsel bei Ziegettberg	MV	13
20062	Müritz, Außenmüritz	3 - nördlich Gotthun	MV	14
20063	Müritz, Außenmüritz	4 - Sietower Bucht	MV	14
20064	Müritz, Außenmüritz	5 - südlich Gottun	MV	14
20065	Müritz, Kleine Müritz	1 - nordöstlich Brücke B198	MV	14
20066	Müritz, Kleine Müritz	2 - Ostufer; Bootshäuser	MV	14
20067	Müritz, Kleine Müritz	3 - Bucht im Norosten	MV	14
20068	Müritz, Kleine Müritz	4 – Norufer	MV	14
20069	Müritz, Kleine Müritz	5 - nördlich Vipperow	MV	14
20060	Müritz, Röbbeler Bucht	1 – Ostufer	MV	14
20061	Müritz, Röbbeler Bucht	2 – Röbel	MV	14
20075	Auesee	1 – Aue	NW	geschichteter Baggersee
20076	Unterbacher See	1 - westlich der südlichen Badestelle	NW	polymiktischer Baggersee
20099	Vorderer Roxheimer Altrhein	1 – Roxheim	RP	Altrheinarm i. d. Altaue ohne Rheinbindung
20100	Vorderer Roxheimer Altrhein	2 – Ostufer	RP	Altrheinarm i. d. Altaue ohne Rheinbindung
20079	Großer Kuchensee	1 - Ostufer, Ratzeburg	SH	10
20080	Großer Kuchensee	2 – Waldesruh	SH	10
20077	Ratzeburger See	1 - südlich Stünkamp	SH	10
20078	Ratzeburger See	2 – Römnitz	SH	10
20081	Tresdorfer See	1 - nördliches Westufer	SH	10
20082	Tresdorfer See	2 - Westufer bei Hügelgrab	SH	10
20083	Tresdorfer See	3 - nördliches Ostufer	SH	10
20084	Westensee	1 - nördlich Hochfeld	SH	11
20085	Westensee	2 - östlich Resenis	SH	11
20086	Westensee	3 - Felde, Grieshus	SH	11
20087	Westensee	4 - Gut zw. Westensee und Langniß	SH	11
20088	Ahrensee	1 - Nordwestufer	SH	13
20089	Ahrensee	2 - Nordufer Mitte	SH	13
20090	Ahrensee	3 – Ostende	SH	13
20091	Gr. Plöner See	3 – Sepel	SH	13
20092	Gr. Plöner See	4 - westlich von Sepel	SH	13
20093	SP Borna	1 - Nordwestufer	SN	10
20094	SP Borna	2 – südwestufer	SN	10
20095	SP Knappenrode	1 – Westufer	SN	10
20096	SP Knappenrode	2 – Ostufer	SN	10
20098	Kiesgrube Eilenburg	Karl-Liebkecht-Siedlung	SN	99
20097	Kulkwitzsee bei Leipzig	nördliches Ostufer	SN	99 B

Der Gesamtdatensatz, auf dem die Überarbeitungen des Verfahrens beruhen, ist in Tabelle 2 aufgeführt. Außerdem wurden von verschiedenen Projekten Daten zur Verfügung gestellt, welche je nach Aufnahmeverfahren, Typzugehörigkeit und Plausibilität unterstützend herangezogen wurden.

Tabelle 2: Anzahl der Befunde des Gesamtdatensatzes

Organismengruppe	Anzahl erhobene Befunde
Makrophyten	508
Diatomeen	1201

3 Methoden

3.1 Freilandarbeiten

Die Kartierungsarbeiten erfolgten nach den Vorgaben der Handlungsanweisung von SCHAUMBURG et al. (2004a). Die Untersuchungen in Bayern wurden von den zuständigen Wasserwirtschaftsämtern durchgeführt. Die Arbeiten in den übrigen Bundesländern wurden mit Unterstützung der zuständigen Länderbehörden durchgeführt, deren Mitarbeiter vor Ort in die Kartierungsmethodik eingeführt wurden. In Rheinland-Pfalz, Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein wurden zusätzlich Mitarbeiter von Kartierungsbüros geschult. Die Fragen und Vorschläge der Teilnehmer wurden bei der Verbesserung der Handlungsanweisung sowie der Kartierungsprotokolle berücksichtigt.

3.1.1 Probenahme der benthischen Diatomeen

Die Probenahme der Diatomeen erfolgte von Juni bis August 2004.

Entnommen wurden Proben des Diatomeenaufwuchses von Steinen und von Sediment unterschiedlicher Beschaffenheit in einem Tiefenbereich von 30 bis 60 cm. An einigen Stellen im Norddeutschen Tiefland konnte das Bodensubstrat aufgrund von dichten Röhrichtbeständen nicht erreicht werden. In diesen Fällen wurde pflanzliches Substrat verwendet und das Vorgehen im Protokoll entsprechend vermerkt. Die Fixierung des Materials erfolgte vor Ort durch Zugabe einer 35%igen Formaldehydlösung.

3.1.2 Makrophytenkartierung

Zur Untersuchung der Makrophytenflora wurden in der Zeit von Juni bis August 2004 ein bis fünf für den jeweiligen See charakteristische Transekte beprobt die Lage wurde vor Ort festgelegt.

An jeder der ausgewählten Stellen wurde ein innerhalb eines ökologisch homogenen Litoralabschnitts gelegenes Transekt von 20 bis 30 Meter Breite senkrecht zur Uferlinie untersucht. Die Transekte wurden in vier Tiefenstufen gegliedert (0-1 m, 1-2 m, 2-4 m, 4 m bis zur unteren Vegetationsgrenze). Die erste Tiefenstufe wurde in der Regel watend mit einem Sichtkasten untersucht. Die tieferen Bereiche wurden vom Boot aus unter Zuhilfenahme einer jeweils angemessenen Kombination aus Sichtkasten, Rechen und Bodengreifer bearbeitet.

Erfasst wurden alle submersen sowie unter der Mittelwasserlinie wurzelnden, makrophytischen Wasserpflanzen (Characeen, Wassermoose und Gefäßpflanzen). Die Häufigkeiten der ermittelten Arten wurden für jede Tiefenstufe anhand der fünfstufigen Skala nach KOHLER (1978) getrennt abgeschätzt. Nicht im Gelände bestimmbare Arten wurden entnommen und unter dem Stereomikroskop nachbestimmt und gegebenenfalls herbarisiert bzw. fotografisch dokumentiert. Als untere Vegetationsgrenze wurde die Tiefe angegeben, in der zuletzt dichte Bestände festgestellt wurden.

Die Beprobung vom Boot aus war in der Regel gut durchführbar. Probleme traten nur in Einzelfällen auf. So erschwerte an einigen Tagen starker Wind das Einhalten der Transekte, die genaue Zuordnung der Tiefenstufen sowie das genaue Feststellen der unteren Vegetationsgrenze. In einem See verhakte sich der Rechen in Totholz, was zum Verlust des Rechens führte.

3.2 Präparation und Mikroskopische Analyse

Die Artbestimmung von Diatomeen erfolgt anhand ihres Silikatskeletts. Dazu muss das Probenmaterial mit geeigneten Oxidationsprozessen gereinigt werden. Aus den entstandenen Suspensionen wurden Dauerpräparate hergestellt (vgl. Kapitel **7.2.2.2** und **7.2.2.3**). Um repräsentative Verteilungen zu erhalten, wurden in den Streupräparaten jeweils mindestens 500 Schalen auf Artniveau bestimmt. Die Darstellung der Häufigkeiten erfolgte in prozentualen Anteilen. Als Standard-Bestimmungsliteratur diente das vierbändige Werk von KRAMMER & LANGE-BERTALOT (1986-1991), das durch nachfolgend genannte, von den Autoren seit 1993 publizierte Erweiterungen und Revisionen einzelner Gattungen ergänzt wurde (siehe Kapitel 7.2.2.4).

4 Entwicklung eines DV-Tools

Im Rahmen des Projektes „Bundesweiter Test: Bewertungsverfahren für Makrophyten und Phytobenthos in Fließgewässern zur Umsetzung der EU-WRRL“ wurde die Entwicklung und Programmierung einer Software in Auftrag gegeben, welche die Berechnung des ökologischen Zustandes nach den Vorgaben von SCHAUMBURG et al. (2004a) automatisieren soll.

Der Auftrag wurde an das IITB Fraunhofer Institut in Karlsruhe erteilt.

Vom Bayerischen Landesamt für Umwelt wurde ein umfassendes Anforderungsprofil erstellt, auf Grund dessen das DV-Tool entwickelt wurde. Zeitgleich mit der Erstellung des Berechnungsprogramms wurde das Bewertungsverfahren einer Überarbeitung unterzogen. Daher konnte das Anforderungsprofil nicht auf den in dem Projekt „Bundesweiter Test: Bewertungsverfahren für Makrophyten und Phytobenthos in Seen zur Umsetzung der EU-WRRL“ erarbeiteten Neuerungen beruhen. Das Programm berechnet die ökologische Zustandsklasse nach WRRL für Makrophyten & Phytobenthos auf dem Stand, den das Verfahren im Abschlussbericht von Januar 2004 hatte. Eine Anpassung des Tools an den neuesten Stand des Verfahrens wird im Rahmen des Projektes „Bewertung stehender Gewässer mit Makrophyten und Phytobenthos gemäß EG-WRRL; Teil a) Anpassung des Bewertungsverfahrens für natürliche Seen“ durchgeführt und wurde bereits begonnen.

Der Beginn der Programmierung des Tools auf dem Stand des Verfahrens 2004 war nötig, um das Programm den Anwendern möglichst zeitnah verfügbar zu machen. Da sich viele grundsätzliche Vorgehensweisen nicht ändern, kann eine Erweiterung auf dieser Grundlage schnell erfolgen. Es ist geplant, das DV-tool auf dem aktuellen Stand des Verfahrens im Frühjahr 2007 den Anwendern zur Verfügung zu stellen.

5 Ergebnisse und Diskussion

5.1 Makrophyten

5.1.1 Datenaufbereitung

Alle Häufigkeitsangaben zum Vorkommen der Makrophyten an den Transekten wurden in eine Access-Datenbank (PHYLIB) eingegeben. Die Datenbank wird zentral vom Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft verwaltet. Die Nomenklatur der makrophytischen Wasserpflanzen richtet sich nach dem Programm „Taxaliste für Gewässerorganismen Deutschlands“ des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft (Stand 2003, MAUCH et al. 2003).

Für alle Berechnungen war eine Umwandlung der geschätzten Pflanzenmengen (P) in **Quantitäten** (Q) notwendig. Die fünfstufige Kohler-Skala ist nicht linear, d.h. die Skalierung der Schätzwerte ist nicht metrisch, sondern ordinal. Die Werte können jedoch bei Bedarf über die Funktion $Q = P^3$ in ein metrisches Niveau überführt werden (KÖHLER & JANAUER 1995), was nach MELZER (1988) eine gute Abschätzung der Makrophyten-Biomasse bietet.

Die Durchführung der multivariaten Statistik erforderte eine spezielle Aufbereitung des Datensatzes. Um Ähnlichkeitsanalysen einzelner Stellen durchführen zu können, mussten die Kartierergebnisse der untersuchten **Tiefenstufen** zusammengefasst werden. In die Datenauswertung sollte die Zusatzinformation, die die Tiefenverbreitungen der Arten bieten, miteingehen, um eine möglichst differenzierte Betrachtung zu gewährleisten. Aus diesem Grund wurden Arten mit Vorkommen in unterschiedlichen Tiefenstufen entsprechend ihrer Tiefenverbreitung aufgeteilt. Funde einer Art aus verschiedenen Tiefen wurden wie Funde unterschiedlicher Arten behandelt (d. h. Art A aus 0-1 m, Art A aus 1-2 m, u. s. w.). Die so aufbereiteten Daten gingen in die statistischen Analysen sowie in die Vegetationstabellen ein. Für die Berechnung des Referenzindex nach SCHAUMBURG et al. (2004) wurden die Quantitäten der Taxa jeweils über alle Tiefenstufen aufsummiert.

Zur Überprüfung der Typologie wurden **seltenen Arten** ausgeschlossen. Als Selten wurden Arten angesehen, die entweder nur an einer Stelle oder an zwei Stellen mit Häufigkeiten nicht über zwei („selten“) angetroffen worden waren. Diese seltenen Arten sind nicht dafür geeignet, typbedingte Ähnlichkeiten zwischen Stellen aufzuzeigen, und ihre Berücksichtigung erschwert die statistische Datenauswertung (GAUCH 1982 zit. in OBERDORFF et al. 2001). Die Überarbeitung der Referenzbiozönosen und Degradationsverläufe hingegen erfolgte unter Einbeziehung aller Taxa.

Die Auswertung der Daten erfolgte mit den Programmen Access 2000 (Microsoft), Excel 2000 (Microsoft), SPSS 10.0 für Windows (SPSS Inc.) und MVSP 3.12f (Kovach Computing Services).

5.1.2 Überarbeitung der Typologie

Die von SCHAUMBURG et al. (2004) entwickelte Gewässertypologie wurde anhand der verbesserten Datenlage überprüft und erweitert. Das Vorgehen entsprach dem dort beschriebenen.

Stellen an Seen, die von den zuständigen Behörden als „sehr gut“ eingeschätzt worden waren, wurden nach den Kriterien Chemie, Struktur und Biologie sowie den vor Ort gewonnen Gesamteindrücken auf ihre Eignung als Referenzstelle überprüft. Die so ausgewählten 38 Referenzstellen ließen sich mittels Korrespondenzanalysen (MVSP 3.12f; Kovach Computing Services) zu Gruppen mit ähnlicher Artenzusammensetzung zusammenfassen. Verwendet wurde der Algorithmus nach Hill, die Anzahl der Achsen wurde nach dem „Kaiser-Kriterium“ ermittelt (vgl. STOYAN et al, 1997).

Die Seentypologie nach SCHAUMBURG et al. (2004 b) stellt in gewisser Hinsicht eine Zusammenfassung der Typologie nach Mathes et al. (2002) dar, die sich auf die für Makrophyten entscheidenden Einflussfaktoren beschränkt. In SCHAUMBURG et al. (2004) wurden als wichtige Standortfaktoren für Makrophyten Ökoregion, Kalziumgehalt (maximale Ca^{2+} -Konzentration), Schichtungsverhalten sowie Ufermorphologie und Substrat ermittelt. MATHES et al. (2002) differenzieren zusätzlich nach dem Einfluss des Einzugsgebiets. Als Indikatorgröße verwenden die Autoren den Quotienten aus Einzugsgebietsgröße und Seevolumen (VQ). Liegt der VQ über $1,5 \text{ m}^2/\text{m}^3$, so ist anzunehmen, dass der entsprechende See ein relativ großes Einzugsgebiet besitzt und daraus natürlicherweise mehr Nährstoffe erhält, als ein vergleichbarer See mit kleinerem VQ. Seen mit großem VQ sollten daher im Referenzzustand eine höhere Trophie aufweisen als solche mit kleinem VQ (SCHAUMBURG et al. 2003).

Im PHYLIB-Projekt konnte dieser Einflussfaktor nicht überprüft werden, da zu einigen von MATHES et al. (2002) postulierten Typen keine Daten von Referenzstellen vorlagen. Im Rahmen des Praxistests wurde deshalb ein besonderer Schwerpunkt auf die Untersuchung von Seen mit großem VQ gelegt. Damit sollte festgestellt werden, ob die Makrophyten-Typologie noch weiter untergliedert werden kann.

Im ersten Schritt wurden, wie bei SCHAUMBURG et al. (2004 b) beschrieben, mittels Korrespondenzanalysen Gruppen von Referenzprobestellen mit ähnlicher Artenzusammensetzung zusammengefasst. Auch mit der verbreiterten Datenbasis lassen sich die Stellen der drei Ökoregionen voneinander abgrenzen, wie die ersten drei Achsen der Korrespondenzanalyse (Abbildung 1) zeigen.

Um zu prüfen, ob die feinere Unterteilung der Typologie gemäß MATHES et al. (2002) mit den Makrophytendaten bestätigt werden kann, wurden die Datensätze der Alpen-/Voralpen- sowie der Tieflandstellen jeweils einer eigenen Korrespondenzanalyse unterzogen. Eine weitere Aufteilung der Mittelgebirgsstellen wurde in Anbetracht der nur vier untersuchten Referenzstellen nicht vorgenommen.

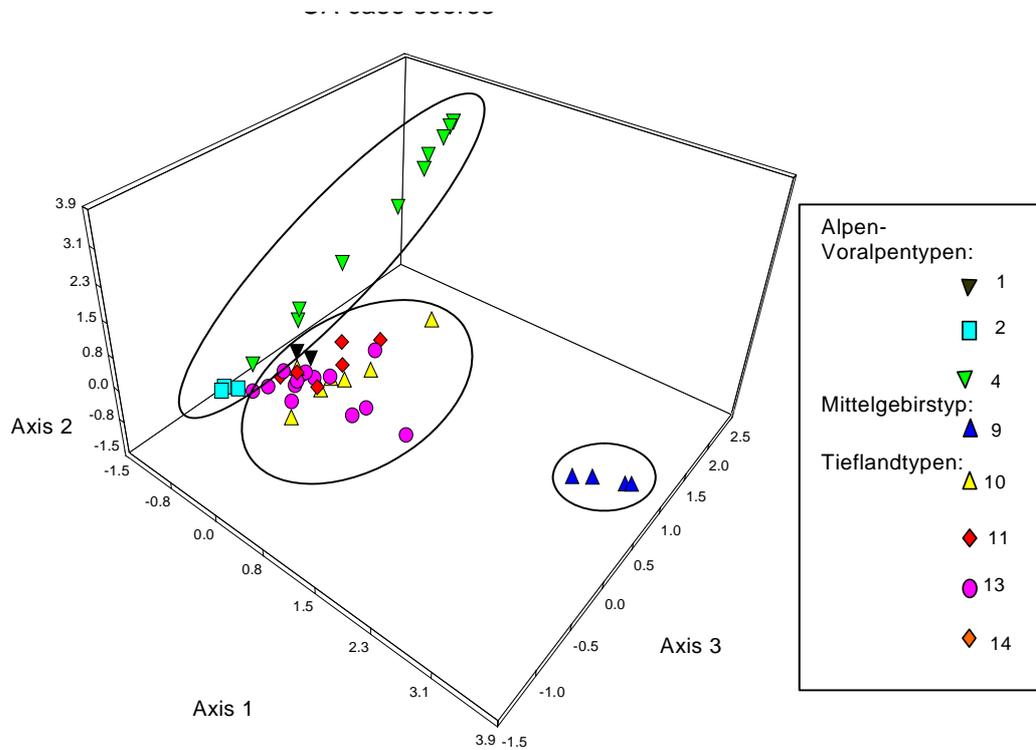


Abbildung 1: Achse 1, 2 und 3 der Korrespondenzanalyse (MVSP) basierend auf Artenzusammensetzung und Abundanzen der Taxa an den Referenzstellen; Typen nach MATHES et al. (2002)

Das Ergebnis der Korrespondenzanalyse der Stellen an Alpen- und Voralpenseen (Abbildung 2) zeigt, dass sich die Stellen der ungeschichteten Voralpenseen deutlich von den übrigen Stellen abgrenzen lassen. Die Vegetation spiegelt hier die etwas höhere Trophie der polymiktischen Flachseen gegenüber den geschichteten Seen wider, die auch von SCHAUMBURG et al. (2003) postuliert wurde. Eine Auftrennung der Alpen- und Voralpenseen gemäß dem Schichtungsverhalten, wie es für die Gewässer des Tieflandes bereits von Schaumburg et al. (2004) vorgeschlagen wurde, erscheint deshalb sinnvoll. Flache, polymiktische Seen sind in dieser Ökoregion selten, diesem Typ werden jedoch auch einzelne Seebecken größerer geschichteter Seen zugeordnet.

Auch die Unterscheidung zwischen Alpen- und Voralpenseen lässt sich anhand der Grafik nachvollziehen – wenngleich sie weniger deutlich als die Abgrenzung der polymiktischen Seen erfolgt. Zudem ist zu beachten, dass die Stellen aus nur sechs verschiedenen Seen stammen. Entlang der dritten Achse trennen sich Stellen innerhalb des gleichen Sees in der Regel stärker auf als sie sich von den Stellen anderer Seen abgrenzen. Für eine auf Makrophyten bezogenen Typologie sind deshalb stellenbezogene Abgrenzungskriterien wie Substrat und Ufermorphologie besser geeignet. Diese Abgrenzung entspricht der Definition des Untertyps AKs, der steile, felsige Stellen von den übrigen Alpen- und Voralpenseestellen abgrenzt.

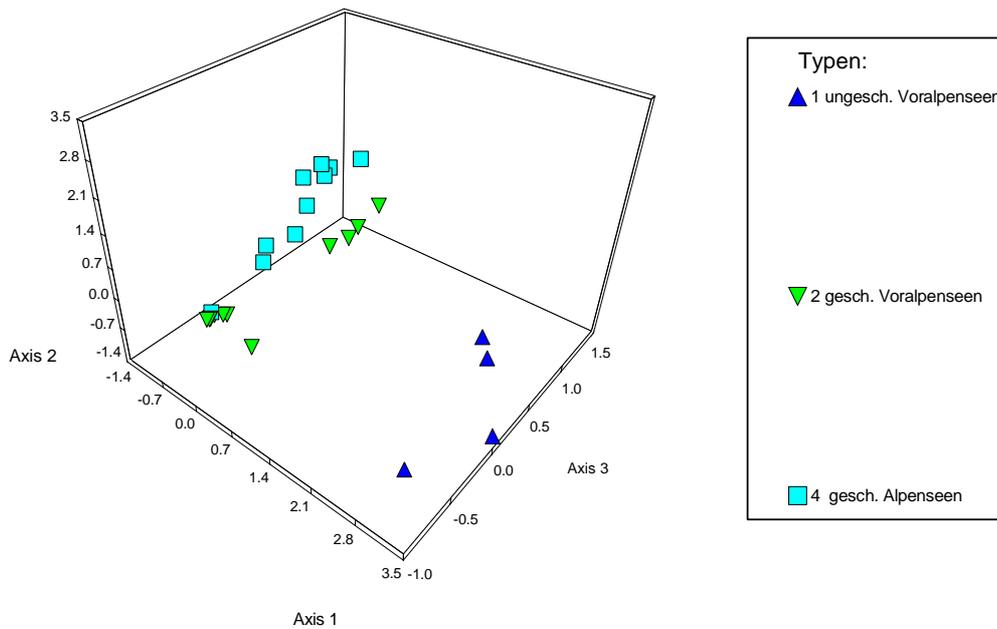


Abbildung 2: Achse 1, 2 und 3 der Korrespondenzanalyse (MVSP) basierend auf Artenzusammensetzung und Abundanzen der Referenzstellen der Alpen- und Voralpenseen; Typen nach MATHES et al. (2002)

Deutlich heterogener ist das Bild der Korrespondenzanalyse der Stellen im Norddeutschen Tiefland (Abbildung 3). Hier zeigt sich lediglich die Tendenz, dass sich die Referenzstellen des natürlich oligotrophen Typs 13, von den übrigen Typen abgrenzen, die im Referenzzustand meso- bis schwacheutrophe Verhältnisse aufweisen sollen (SCHAUMBURG et al. 2003). Die Trennung nach dem Schichtungsverhalten wird aus den von Stelzer (2003) diskutierten Gründen beibehalten. Zusätzlich wird in der überarbeiteten Typologie die relative Größe des Einzugsgebietes analog zu MATHES et al. (2002) berücksichtigt.

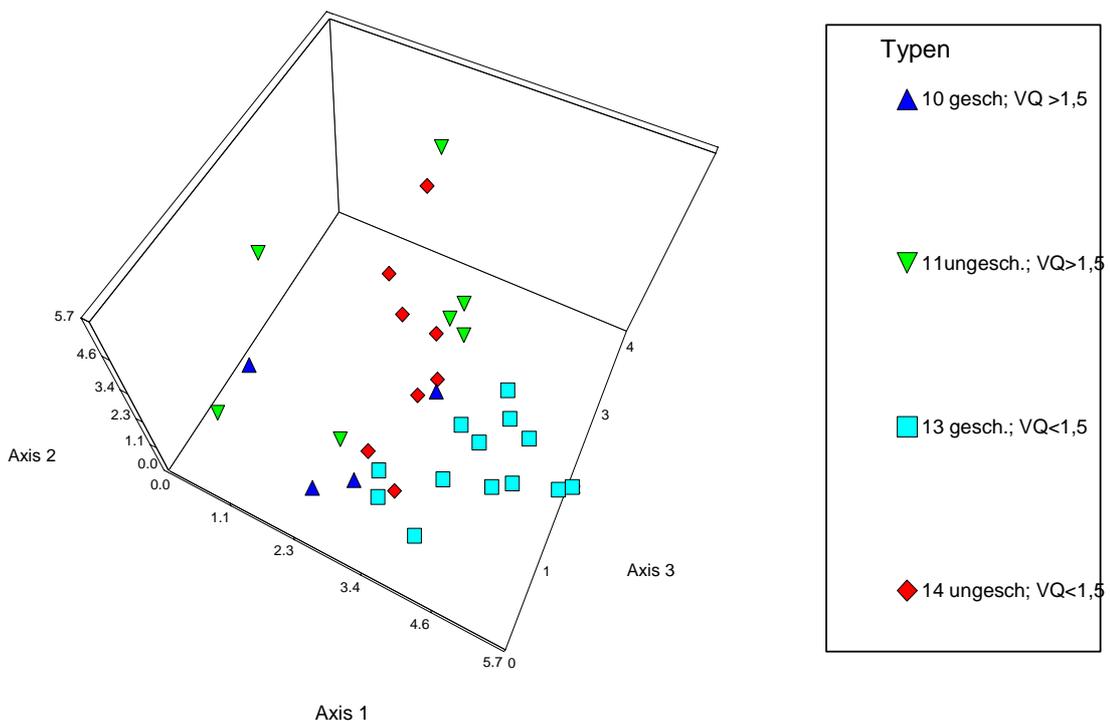


Abbildung 3: Achse 1, 2 und 3 der Korrespondenzanalyse (MVSP) basierend auf Artenzusammensetzung und Abundanzen der Referenzstellen der Tieflandseen; Typen nach MATHES et al. (2002)

5.1.3 Charakterisierung der neuen Seetypen

Insgesamt werden nun sechs biologische Seetypen unterschieden (Tabelle 3). Die entscheidenden Faktoren sind Ökoregion, Geochemie, Volumenquotient und Morphologie bzw. Schichtungsverhalten. Die Zuordnung der Stellen erfolgt gemäß der nachfolgend beschriebenen Charakterisierung. Die Abgrenzung steht weitgehend in Einklang mit der Typologie nach MATHES et al. (2002). Lediglich in der Gruppe der Alpenseen (Typ 4) werden extrem steile, felsige Stellen zusätzlich dem Untertyp AKs zugeordnet.

Zu beachten ist außerdem, dass die Angabe des Kalziumgehaltes zur Abgrenzung des Typs MTS von den karbonatreichen Typen nur eine Hilfsgröße darstellt. Nach KABUS et al. (2004) lassen sich Weichwasserseen besser durch die Alkalinität bzw. durch die Karbonathärte definieren. Liegen hierzu keine Messwerte vor, so sollte anhand der aktuellen und/oder historisch belegten Vegetation überprüft werden, ob das Gewässer dem FFH-Naturraumtyp 3110 (Oligotrophe, sehr schwach mineralische Gewässer der Sandebenen (*Littorelletalia uniflorae*)) oder 3130 (Oligo- bis mesotrophe stehende Gewässer mit Vegetation der *Littorelletea uniflorae* und/oder der *Isoëto-Nanojuncetea*) entspricht.

Tabelle 3: Makrophyten-Typologie für Seen

Makrophyten-Typologie		Typen nach Mathes et al. (2002)
AK(s)	Stellen karbonatischer, geschichteter Wasserkörper der Alpen und des Alpenvorlandes (AK) incl. Untertyp extrem steile Stellen der karbonatischen Alpenseen (AKs)	2, 3, 4
AKp	Stellen karbonatischer, polymiktischer Wasserkörper der Alpen und des Alpenvorlandes	1
MTS	Stellen silikatisch geprägter Wasserkörper der Mittelgebirge und des Tieflandes	9
TKg10	Stellen stabil geschichteter karbonatischer Wasserkörper des Tieflandes mit relativ großem EZG	10
TKg13	Stellen stabil geschichteter karbonatischer Wasserkörper des Tieflandes mit relativ kleinem EZG	13
TKp	Stellen polymiktischer karbonatischer Wasserkörper des Tieflandes	11, 12, 14

Das bestehende Typisierungsschema wurde auf der Basis der untersuchten Referenzgewässer überarbeitet und konnte gegenüber der früheren Version verbessert werden. Die Aufstellung eines deutschlandweiten Messstellennetzes sollte sicherstellen, dass alle bedeutenden Seetypen des Gebietes mit Referenzstellen abgedeckt werden. Trotz dieser Bemühungen erhebt das vorgestellte System nach wie vor keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Nicht berücksichtigt werden konnten karbonatreiche Seen der Mittelgebirge (Typ 5 bis 8 nach MATHES et al. (2002)), die in Deutschland sehr selten sind, sowie der Sonderfall der Altwässer großer Ströme (z. B. Rhein), von denen nur zwei Stellen im Projekt bearbeitet wurden. Künstliche Seen wurden zwar auch in das Untersuchungsprogramm aufgenommen, konnten aber wegen der geringen Stellenzahl für die Erweiterung der Seentypologie nicht berücksichtigt werden. Anhand der Untersuchungsergebnisse kann lediglich überprüft werden, ob für manche dieser Gewässer eine Bewertung nach dem vorliegenden Bewertungsschema erfolgen kann. Hierfür wurden die im Praxistest untersuchten künstlichen Gewässer den bewertbaren Typen zugeordnet, mit denen sie die größte Ähnlichkeit aufweisen.

Im Folgenden werden die Typen natürlicher Seen, die mit dem Teilmodul Makrophyten zu bewerten sind, kurz charakterisiert.

5.1.3.1 AK(s) - Stellen karbonatischer geschichteter Wasserkörper der Alpen und des Alpenvorlandes

Definition

Der Typ AK beinhaltet Stellen karbonatreicher, im Sommer stabil geschichteter Wasserkörper der Alpen und Voralpen. Die charakteristische Vegetation sind Armleuchteralgenbestände (Ordnung Charaetalia). Extrem steile, felsige Stellen der Alpenseen, die aufgrund extremer Bedingungen für Makrophyten getrennt zu behandeln sind, bilden den Untertyp AKs. Stellen des Typs AK können sich sowohl mit Stellen des Untertyps AKs als auch mit Stellen des Typs AKp (siehe unten) innerhalb eines Sees abwechseln.

Abgrenzungskriterien

Unter den Typ AK fallen alle Stellen mit folgenden Merkmalen:

- See der Alpen und des Alpenvorlandes
- $\text{Ca}^{2+} \geq 15 \text{ mg/l}$
- stabile sommerliche Schichtung des Wasserkörpers
- Stellen des Untertyps AKs weisen zusätzlich zwei weitere Merkmale auf:
- Gefälle steil (höchstens eine Tiefenstufe mittel)
- Der Anteil von groben Hartsubstrat (Fels, Blöcke, Steine) beträgt mind. 50 %

Untersuchte Seen dieses Typs

Abtsdorfer See, Alpsee b. Füssen (einzelne Stellen AKs), Alter Weiher, Bodensee, Chiemsee (Bucht „Aiterbacher Winkel“ AKp), Griessee, Großer Alpsee bei Immenstadt, Großer Ostersee, Kochelsee, Königssee (einzelne Stellen AKs), Lustsee, Mindelsee, Niedersonthofner See, Obersee (einzelne Stellen AKs), Pelhamer See, Riegsee, Ruschweiler See, Schliersee, Seehamer See, Simssee, Spitzingsee, Staffelsee, Starnberger See, Sulzberger See, Tachinginger See, Tegernsee, Waginger See, Walchensee (einzelne Stellen AKs), Weissensee, Weitsee und Wörthsee.

5.1.3.2 AKp - Stellen karbonatischer polymiktischer Wasserkörper der Alpen und des Alpenvorlandes

Definition

Dieser Typ beinhaltet polymiktische karbonatreiche Wasserkörper der Alpen und des Alpenvorlandes. Im Vergleich zum oben beschriebenen Typ AK(s) sind Armleuchteralgenbestände weniger stark ausgeprägt. Hinzu kommen nährstofftolerantere Gesellschaften aus Laichkrautarten oder Krebschere.

Abgrenzungskriterien

Unter Typ AK fallen alle Stellen mit folgenden Merkmalen:

- See der Alpen und des Alpenvorlandes
- $\text{Ca}^{2+} \geq 15 \text{ mg/l}$
- Keine stabile sommerliche Schichtung des Seebeckens

Untersuchte Seen dieses Typs

Chiemsee (nur Bucht „Aiterbacher Winkel“), Froschauser See und Hopfensee

5.1.3.3 MTS - Silikatisch geprägte Seen der Mittelgebirge und des Tieflandes

Definition

Diese Gruppe beinhaltet karbonatarmer Seen der Mittelgebirge sowie des Flachlandes. Charakteristische Taxa sind Weichwasserarten wie das Wechselblütige Tausendblatt *Myriophyllum alterniflorum*, das See-Brachsenkraut *Isoetes lacustris* oder der Strandling *Littorella uniflora*.

Mit den untersuchten Referenzstellen konnten nur die Seen der Mittelgebirge erfasst werden. Aufgrund der großen Ähnlichkeit dieser Makrophytengesellschaften mit den Gesellschaften basenarmer Seen des Flachlands (KABUS et al. 2004; VÖGE 1995; DOLL 1978) wird dieser Typ entsprechend der Definitionen der FFH-Naturraumtypen 3110 „Oligotrophe Stillgewässer des Flach- und Hügellandes mit Vegetation der Littorelletalia“ und 3130 „Oligo- bis mesotrophe stehende Gewässer mit Vegetation der Littorelletea uniflorae und/oder der Isoëto-Nanojuncetea“ (BFN 2003) erweitert.

Wie in STELZER (2003) am Beispiel des Mecklenburgischen Treptowsees diskutiert, führt die Berücksichtigung des aktuellen Kalziumwertes nicht immer zur Einstufung in einen Typ, der dem tatsächlichen Leitbild des Gewässers entspricht. Gewässer, deren aktuelle und/oder historisch belegte Vegetation die charakteristischen Gesellschaften aufweist, sind deshalb unabhängig vom Kalziumgehalt diesem Typ zuzuordnen.

Abgrenzungskriterien

Seen dieses Typs weisen folgende Merkmale auf:

- Seen der FFH-Naturraumtypen 3110 oder 3130 oder
- Seen der Mittelgebirge oder des Flachlandes
- $\text{Ca}^{2+} < 15 \text{ mg/l}$ (Jahreshöchstwert)

Untersuchte Seen dieses Typs

Feldsee, Gemündener Maar, Immerather Maar, Mummelsee, Pulvermaar, Schalkenmehrener Maar, Titisee, Treptowsee, Weinfelder Maar

5.1.3.4 TKg10 - Stellen stabil geschichteter karbonatischer Wasserkörper des Tieflandes mit relativ großem EZG

Definition

Dieser Typ beinhaltet Stellen karbonatreicher Wasserkörper des norddeutschen Flachlandes mit sommerlicher stabiler Schichtung und einem VQ von mindestens $1,5 \text{ m}^2/\text{m}^3$. Die charakteristische Vegetation sind Armleuchteralgenbestände (Ordnung Charaetalia) aber auch Gesellschaften mit Tausendblatt (z. B. Myriophyllo-Nupharetum) und verschiedenen Laichkrautarten.

In Seen mit unterschiedlich tiefen Becken können Wasserkörper dieses Typs neben solchen vom Typ TKp vorkommen. Entscheidend ist in diesen Fällen das Schichtungsverhalten des jeweiligen Seebeckens.

Abgrenzungskriterien

Dieser Typ beinhaltet alle Stellen mit folgenden Merkmalen:

- See des Tieflandes
- $VQ > 1,5 \text{ m}^2/\text{m}^3$
- $\text{Ca}^{2+} \geq 15 \text{ mg/l}$
- Sommerliche stabile Schichtung des Seebeckens

Untersuchte Seen dieses Typs

Bötzsee, Großdöllner See, Groß Labenzener See, Großer Kückensee, Fährsee, Kalksee, Liepnitzsee, Ratzeburger See, Schwansee, Storkower See, Straussee, Tresdorfer See, Twernsee

5.1.3.5 TKg13 - Stellen stabil geschichteter karbonatischer Wasserkörper des Tieflandes mit relativ kleinem EZG

Definition

Der Typ beinhaltet Stellen karbonatreicher Wasserkörper des norddeutschen Tieflandes mit sommerlicher stabiler Schichtung und einem VQ von weniger als $1,5 \text{ m}^2/\text{m}^3$. Die charakteristische Vegetation sind Armleuchteralgenbestände (Ordnung Charatalia). In Seen mit unterschiedlich tiefen Becken können unter Umständen Wasserkörper dieses Typs neben solchen vom Typ TKp vorkommen. Entscheidend ist in diesen Fällen das Schichtungsverhalten des jeweiligen Seebeckens.

Ebenfalls eingeschlossen sind die oben angesprochenen, seltenen Fälle von Übergangsformen zum karbonatarmen Typ MTS, deren Kalziumwert (Ca^{2+} -Jahreshöchstwert) geringfügig über 15 mg/l liegt. Die Vegetation weist nicht die für MTS charakteristischen Isoëtidenbestände auf, beinhaltet aber neben Armleuchteralgen auch das Wechselblütige Tausendblatt (*Myriophyllum alterniflorum*). Als Beispiele sind der Peetschsee und der Wittwensee zu nennen.

Abgrenzungskriterien

Dieser Typ beinhaltet alle Stellen mit folgenden Merkmalen:

- See des Tieflandes
- $VQ \leq 1,5 \text{ m}^2/\text{m}^3$
- $\text{Ca}^{2+} \geq 15 \text{ mg/l}$
- Sommerliche stabile Schichtung des Seebeckens

Untersuchte Seen dieses Typs

Ahrensee, Großer Gollinsee, Großer Plöner See, Großer Stechlinsee, Großer Wummsee, Großer Zechliner See, Haussee Feldberg, Peetschsee, Schaalsee, Wittwensee

5.1.3.6 TKp - Polymiktische karbonatreiche Wasserkörper des Tieflandes

Definition

- Dieser Typ beinhaltet polymiktische karbonatreiche Wasserkörper des Norddeutschen Tieflandes. Im Vergleich zu den oben beschriebenen Typen TKg10 und TKg13 sind Armleuchteralgenbestände weniger stark ausgeprägt. Hinzu kommen nährstofftolerantere Gesellschaften aus Laichkrautarten oder Kriebsschere.

Abgrenzungskriterien

Stellen dieses Typs weisen folgende Merkmale auf:

- See des Tieflandes
- $\text{Ca}^{2+} \geq 15 \text{ mg/l}$
- Keine stabile sommerliche Schichtung des Seebeckens

Untersuchte Seen dieses Typs

Arenholzer See, Außenmüritz, Barniner See (flaches Seebecken), Beetzsee, Blankensee / Nieplitz, Dümmer, Grimnitzsee, Großer Kiever See, Großer Peetscher See, Großer Tietzensee, Großer Treppensee, Großer Wariner See, Gülper See, Kossenblatter See, Lenzener See, Malkwitzer See, Neuendorfer See, Oberpfuhl, Platkowsee, Schwielochsee, Schwielowsee, Steinhuder Meer, Südensee, Trebowsee

5.1.4 Veränderungen am Bewertungsverfahren

5.1.4.1 Einbeziehung der Tiefenverbreitung einzelner Arten

Am erweiterten Datensatz wurde deutlich, dass sich mit zunehmender Degradation der Stellen nicht nur die Abundanzen der einzelnen Arten verändern, sondern oft auch deren Tiefenverbreitung. Arten, die in oligo- bis mesotrophen, unbelasteten Seen in großer Tiefe vorkommen, finden sich oftmals auch im Flachwasser von z. B. durch Eutrophierung beeinträchtigten Gewässern. Diese Beobachtung deckt sich mit den Angaben anderer Autoren.

Sowohl KRAUSE (1985) als auch HÖSCH & BUHLE (1996) beschreiben, dass *Nitellopsis obtusa* aus dem Tiefenwasser mesotropher Gewässer bei Eutrophierung in den Flachwasserbereich vordringt. Bei der Erstellung eines Makrophytenindex für Brandenburgische Seen wiesen HÖSCH & BUHLE (1996) deshalb der Art unterschiedliche Indikatorwerte unterhalb bzw. oberhalb von vier Metern Wassertiefe zu.

Doch auch andere Arten zeigen in Abhängigkeit von der Trophie unterschiedliche Tiefenvorkommen. So beschreiben CASPER & KRAUSCH (1981) *Utriculara vulgaris* als eine Art mit Vorkommen im Flachwasser meso- bis eutropher Gewässer, die in klaren Seen Tiefen bis 5 m erreichen kann.

Aus diesen Gründen werden im überarbeiteten Bewertungsverfahren die Tiefenverbreitungen der Arten berücksichtigt. In den einzelnen Typen werden die meisten Arten nun in Artengruppe A und B oder in Artengruppe B und C eingestuft. Grundsätzlich werden Vorkommen in tieferen Bereichen besser beurteilt als im Flachwasser. Ausnahmen bilden zum einen besonders empfindliche Arten, die unabhängig von der Besiedlungstiefe nur in sehr gering belasteten Gewässern gefunden werden, z. B. *Chara hispida* oder *Littorella uniflora*. Andererseits werden Arten, die unabhängig der Tiefenverbreitung auf Störungen hinweisen, grundsätzlich Artengruppe C zugeordnet, wie z.B. Sphagnen, die im Typ MTS auf Versauerungen hinweisen. Ebenfalls nicht differenziert werden Flachwasserarten, wie *Stratiotes aloides*, *Ranunculus peltatus* oder *Lemna minor*.

Die Tabelle mit den Einstufungen der Arten (Tabelle 33) wurde entsprechend erweitert. Veränderungen der Handlungsanweisung sind nicht notwendig, da die Kartierungsvorschrift nach SCHAUMBURG et al. (2004a) die Untersuchung von vier Tiefenstufen (0-1 m, 1-2 m, 2-4 m, 4 m

bis zur unteren Vegetationsgrenze) bereits fordert. Die Einhaltung dieser standardisierten Tiefenstufen ist für die Berechnung des Indexes zwingend erforderlich.

5.1.4.2 Einbeziehung der unteren Vegetationsgrenze

Wie bereits erläutert, bewirken Degradationen in Stillgewässern sowohl Veränderungen der Artenzusammensetzung und Abundanz, als auch in der Verbreitungstiefe der Arten. Neben der Berücksichtigung der Tiefenverbreitung einzelner Arten kann, insbesondere zur Beurteilung von Eutrophierung, die untere Vegetationsgrenze herangezogen werden (SUCCOW & KOPP 1985, MAUERSBERGER & MAUERSBERGER 1996, HÖSCH & BUHLE 1996).

Diese Zusatzinformation ergänzt im modifizierten Bewertungsverfahren die übrigen Angaben um einen Wert, der unabhängig von den vorhandenen Arten die Spanne der Tiefenstufen begrenzt. Somit können beispielsweise Seen mit einer Vegetationsgrenze von knapp unterhalb vier Metern anders beurteilt werden, als Seen, deren Vegetation eine Tiefe von zehn Metern erreicht.

Eine zu geringe Vegetationsgrenze bewirkt hier eine Abwertung der Stelle, indem typspezifisch ein fester Betrag vom berechneten Referenzindex abgezogen wird. Eine Aufwertung des Indexwertes bei besonders tiefer Vegetationsgrenze wird hingegen nicht vorgenommen. Eine geringe Besiedlungstiefe weist zwar auf Störungen der Biozönose hin, eine tiefe Vegetationsgrenze lässt jedoch nicht notwendigerweise auf gute biologische Bedingungen schließen. Dies lässt sich am Beispiel von Seen verdeutlichen, deren Wasserqualität sich im Sinne einer Reoligotrophierung verbessert hat. Die Eindringtiefe der Makrophyten kann sich entsprechend der verbesserten Lichtverhältnisse nach relativ kurzer Zeit erhöhen, während mit einer spontanen Regeneration einer Pflanzengemeinschaft mit empfindlichen Arten nicht zu rechnen ist (KIFL 2002). Wenn die für den Typ charakteristischen Arten verschwunden sind und nur noch indifferente Arten vorkommen, hängt das Regenerationspotenzial der Lebensgemeinschaft von den ausbreitungsbiologischen Eigenschaften der fehlenden Arten sowie von der Entfernung bzw. von der Anbindung des Gewässers an noch vorhandene Vorkommen ab. Eine Aufwertung des Gewässers aufgrund der Besiedlungstiefe würde die Erfüllung der hydrochemischen Qualitätsziele über die Bewertung der Lebensgemeinschaften stellen und deshalb prinzipiell gegen die Vorgaben der WRRL verstoßen.

Da das beschriebene Bewertungsverfahren auf die Beurteilung von Gewässerstellen ausgerichtet ist, erfolgt auch die Berücksichtigung der Vegetationsgrenze transektbezogen. Kann die Vegetationsgrenze an einem Transekt nicht ermittelt werden, z. B. aufgrund einer Abbruchkante, so wird der fehlende Wert durch den Mittelwert der Besiedlungstiefen des Wasserkörpers ersetzt.

Die Beurteilung der unteren Vegetationsgrenze orientiert sich sowohl an den Werten der untersuchten Referenzstellen, als auch an den Angaben von SUCCOW & KOPP (1985) sowie MAUERSBERGER & MAUERSBERGER (1996). Die genaue Berücksichtigung der unteren Makrophytenverbreitungsgrenze für die Beurteilung der verschiedenen Seetypen ist in Kapitel 5.1.4.4 beschrieben.

5.1.4.3 Ergänzung der Artenlisten

Neben der Berücksichtigung der Tiefenverbreitung (5.1.4.1) wurden weitere Veränderungen an den Arteinstufungen vorgenommen. Die Veränderungen beruhen einerseits auf den Erkenntnissen, die aus der verbesserten Datenlage gewonnen wurden, zum anderen konnten Erfahrungen

anderer Spezialisten nach einem vom Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft organisierten Expertenworkshop einfließen.

Die **Schwimblattpflanzen** *Nuphar lutea* und *Nymphaea alba* wurden in die Liste der eingestuften Arten aufgenommen. Wie bei der Fließgewässerbewertung erfolgt nun die Seebewertung anhand der submersen Arten und der Schwimblattvegetation. In den untersuchten Typen sind die beiden Arten der Gruppe B zuzuordnen, da bei zunehmender Störung grundsätzlich weder starke Zunahme noch starke Abnahme der Bestände festgestellt wurden. Extreme Eutrophierung kann jedoch dazu führen, dass aufgrund der starken Gewässertrübung submerse Arten zurückgehen und nur noch Schwimblattpflanzen im Gewässer gefunden werden. HÖSCH & BUHLE (1996) werten deshalb Reinbestände der beiden Arten als Indikator für polytrophe Bedingungen. In Anlehnung daran sind im vorgestellten Bewertungsverfahren Stellen mit Vorkommen der beiden Arten von mindestens 80 % der Gesamtquantität auf Verödung der submersen Vegetation zu prüfen.

Taxa, die bisher auf Gattungsniveau eingeordnet waren, wurden entweder auf Artniveau eingestuft oder gestrichen. Eine **vollständige Liste** der veränderten Artestufungen ist in Tabelle 33 zu finden.

5.1.4.4 Veränderung der Indexklassen und Verrechnung der Zusatzkriterien

Für jeden Gewässertyp wurden wie in STELZER (2003) beschrieben Vegetationstabellen erstellt. Anhand der Abweichungen von der an den Referenzstellen vorkommenden Artenzusammensetzung wurde das Ausmaß der Degradation bestimmt und die Grenzen der Indexwerte für die Ökologischen Zustandsklassen abgeleitet. Auf der Grundlage der erweiterten Datenbasis wurde die Bewertung der für die bereits bestehenden Typen verbessert und für die neuen Typen jeweils ein Bewertungsschema entwickelt.

Zusatzkriterien, die bislang bei der Zuordnung der Indexwerte zu den Zustandsklassen gesondert beachtet werden mussten, können nun direkt mit dem Referenzindex verrechnet werden. Dieses Vorgehen erleichtert sowohl die Gesamtbewertung von Seen, als auch die Verrechnung des Teilmoduls Makrophyten mit der Diatomeenbewertung.

Neu eingeführt wurde das Zusatzkriterium der unteren Makrophytengrenze (siehe 5.1.4.2). Der Anteil der Quantität der in Artengruppe C eingestuften Arten wurde hingegen gestrichen. Das Kriterium der Dominanzbestände einzelner Arten wurde sowohl auf weitere Typen, als auch um zusätzliche Arten erweitert. Zur Abwertung einer Stelle der Typen AKs, AKp, TKg10, TKg13 und TKp führen nun Massenbestände (mind. 80% Quantität) folgender Arten bzw. Gattungen:

- *Elodea canadensis/nuttallii*
- *Myriophyllum spicatum*
- *Najas marina subspecies intermedia*

Folgende Arten sind in den Typen der Alpen- und Voralpenseen in fast allen Tiefenstufen als Störzeiger (C-Arten) eingestuft und müssen deshalb nur bei den Typen TKg10, TKg13 und TKp berücksichtigt werden:

- *Ceratophyllum demersum*
- *Ceratophyllum submersum*
- *Potamogeton pectinatus*

Um eine **gesicherte Bewertung** zu erhalten muss:

- die Gesamtquantität der **submersen** Arten 55 bzw. 35 (Typ AKp und TKp) betragen (dieses Kriterium entfällt bei Untertyp AKs),
- der Anteil von *Nuphar lutea* und *Nymphaea alba* unter 80% liegen und
- der Anteil der eingestuften Arten über 75% erreichen.

Für die Gewässertypen erfolgt die Zuordnung der Indexwerte (RI) zu den Ökologischen Zustandsklassen (ÖZ) anhand Tabelle 4 bis einschließlich Tabelle 9. Die Zusatzkriterien, die vor der Zuteilung mit dem Referenzindex verrechnet werden müssen, sind ebenfalls angegeben.

Tabelle 4: Zuordnung der Indexwerte zu den Zustandsklassen - Typ AK(s)

RI	ÖZ	Zusatzkriterien
100 ... > 55	1	<ul style="list-style-type: none"> • bei einem RI > 0 und einer mittleren unteren Vegetationsgrenze zwischen 5 m und 8 m verringert sich der RI um 20 • bei einem RI > 0 und einer mittleren unteren Vegetationsgrenze von weniger als 5 m verringert sich der RI um 50 • bei Dominanzbeständen von <i>Elodea canadensis/ nuttallii</i>, <i>Myriophyllum spicatum</i> oder <i>Najas marina subsp. intermedia</i> verringert sich der RI um 50
55 ... > 0	2	
0 ... > -50	3	
< -50	4	

Tabelle 5: Zuordnung der Indexwerte zu den Zustandsklassen - Typ AKp

RI	ÖZ	Zusatzkriterien
100 ... > 55	1	<ul style="list-style-type: none"> • bei einem RI > 0 und einer mittleren unteren Vegetationsgrenze von weniger als 4,5 m verringert sich der RI um 50, wenn der See eine maximale Tiefe von 4,5 m aufweist • bei Dominanzbeständen von <i>Elodea canadensis/ nuttallii</i>, <i>Myriophyllum spicatum</i> oder <i>Najas marina subsp. intermedia</i> verringert sich der RI um 50
55 ... > 0	2	
0 ... > -50	3	
< -50	4	

Tabelle 6: Zuordnung der Indexwerte zu den Zustandsklassen - Typ MTS

RI	ÖZ	Zusatzkriterien
100 ... > 80	1	<ul style="list-style-type: none"> • bei einem RI > 0 und einer mittleren unteren Vegetationsgrenze zwischen 5 m und 8 m verringert sich der RI um 20 • bei einem RI > 0 und einer mittleren unteren Vegetationsgrenze von weniger als 5 m verringert sich der RI um 50 • bei Dominanzbeständen von <i>Elodea canadensis/ nuttallii</i>, <i>Myriophyllum spicatum</i> oder <i>Najas marina subsp. intermedia</i> verringert sich der RI um 50
80 ... > 0	2	
0 ... > -50	3	
< -50	4	

Tabelle 7: Zuordnung der Indexwerte zu den Zustandsklassen - Typ TKg10

RI	ÖZ	Zusatzkriterien
100 ... > 50	1	<ul style="list-style-type: none"> • bei einem RI > 0 und einer mittleren unteren Vegetationsgrenze von weniger als 5 m verringert sich der RI um 50 • bei Dominanzbeständen von <i>Ceratophyllum demersum</i>, <i>C. submersum</i>, <i>Elodea canadensis/ nuttallii</i>, <i>Myriophyllum spicatum</i>, <i>Najas marina subsp. intermedia</i> oder <i>Potamogeton pectinatus</i> verringert sich der RI um 50
50 ... > 0	2	
0 ... > -50	3	
< -50	4	

Tabelle 8: Zuordnung der Indexwerte zu den Zustandsklassen - Typ TKg13

RI	ÖZ	Zusatzkriterien
100 ... > 50	1	<ul style="list-style-type: none"> • bei einem RI > 0 und einer mittleren unteren Vegetationsgrenze zwischen 5 m und 8 m verringert sich der RI um 20 • bei einem RI > 0 und einer mittleren unteren Vegetationsgrenze von weniger als 5 m verringert sich der RI um 50 • bei Dominanzbeständen von <i>Ceratophyllum demersum</i>, <i>C. submersum</i>, <i>Elodea canadensis/ nuttallii</i>, <i>Myriophyllum spicatum</i>, <i>Najas marina subsp. intermedia</i> oder <i>Potamogeton pectinatus</i> verringert sich der RI um 50
50 ... > 0	2	
0 ... > -50	3	
< -50	4	

Tabelle 9: Zuordnung der Indexwerte zu den Zustandsklassen - Typ TKp

RI	ÖZ	Zusatzkriterien
100 ... > 50	1	<ul style="list-style-type: none"> • bei einem RI > 0 und einer mittleren unteren Vegetationsgrenze von weniger als 3 m verringert sich der RI um 50 wenn der See eine maximale Tiefe von 3 m aufweist • bei Dominanzbeständen von <i>Ceratophyllum demersum</i>, <i>C. submersum</i>, <i>Elodea canadensis/ nuttallii</i>, <i>Myriophyllum spicatum</i>, <i>Najas marina subsp. intermedia</i> oder <i>Potamogeton pectinatus</i> verringert sich der RI um 50
50 ... > 0	2	
0 ... > -50	3	
< -50	4	

5.1.5 Anwendung der neuen Bewertung und Vergleich mit der alten Bewertung

Im Folgenden sind die neuen Bewertungen der 97 im Rahmen des Praxistests neu untersuchten Gewässerstellen nach Typen geordnet aufgeführt. Künstliche Gewässer und Altrheine, die in der Typologie nicht berücksichtigt sind, wurden für die Bewertung jeweils dem Typ zugeordnet, mit dem sie die größte Ähnlichkeit aufweisen.

5.1.5.1 AK(s) - Stellen karbonatischer geschichteter Wasserkörper der Alpen und des Alpenvorlandes

Tabelle 10 zeigt die Bewertung der 68 untersuchten Stellen des Typs AK(s). Von den 68 untersuchten Stellen dieses Typs ließen 49 eine gesicherte Bewertung zu. An 10 Stellen fehlte der submerse Bewuchs vollständig.

Durch die Erweiterung der Liste der eingestuftten Arten kann für zehn Stellen, die zuvor nicht gesichert bewertet werden konnten, nun eine gesicherte Bewertung erfolgen. Nicht mehr gesichert ist die Bewertung der Stellen des Großen Ostersees mit einem guten oder sehr guten ökologischen Zustand, da bei der Kartierung mit der Rechenmethode die untere Vegetationsgrenze nicht festgestellt werden konnte. Für die Bewertung wurde deshalb als Näherungswert die mittlere Verbreitungsgrenze verwendet, die bei einer Tauchkartierung im selben Jahr durch die TU München festgestellt wurde.

Tabelle 10: Bewertung der ökologischen Qualität nach modifiziertem Verfahren (BL= Bundesland, Typ (BL) = von Bundesländern zugeordneter Seetyp nach MATHES et al (2002), %_{ind} = Anteil der eingestuftten Arten, GQ = Gesamtquantität der submersen Arten, A = Anteil der Arten in Artengruppe A, B = Anteil der Arten in Artengruppe B, C = Anteil der Arten in Artengruppe C; RI = Referenzindex, Kor UMG = Korrekturfaktor der unteren Makrophytengrenze, Kor Massen = Korrekturfaktor bei Massenentwicklungen, RI+ = Referenzindex mit eingerechneten Korrekturfaktoren, sicher = Bewertung gesichert, ÖZ = Ökologische Zustandsklasse)

BL	Typ (BL)	Stelle	GQ	% _{ind}	A	B	C	RI	Kor UMG	Kor Massen	RI+	sicher	ÖZ
BW	4	Bodensee; Obersee 1	103	93%	13%	50%	37%	-24	0	0	-24	ja	3
BW	4	Bodensee; Obersee 2	116	100%	47%	32%	21%	27	-20	0	6,72	ja	2
BW	4	Bodensee; Untersee 1	306	100%	9%	61%	30%	-21	0	0	-21	ja	3
BW	4	Bodensee; Untersee 2	571	100%	28%	44%	28%	0	0	0	0	ja	3
BW	2	Mindelsee 4	115	100%	0%	100%	0%	0	0	0	0	ja	3
BW	2	Mindelsee 5	123	100%	0%	87%	13%	-13	0	0	-13	ja	3
BY	4	Alpsee b. Füssen 2	191	100%	95%	5%	0%	95	0	0	95,3	ja	1
BY	4	Alpsee b. Füssen 3	249	100%	97%	3%	0%	97	0	0	96,8	ja	1
BY	4	Alpsee b. Füssen 4	385	100%	98%	2%	0%	98	0	0	97,9	ja	1
BY	4	Alpsee b. Füssen 6	225	100%	93%	7%	0%	93	0	0	92,9	ja	1
BY	4	Alpsee b. Füssen 8	116	100%	91%	9%	0%	91	0	0	91,4	ja	1
BY	4	Alpsee, Gr. 1	307	100%	6%	50%	44%	-38	0	0	-38	ja	3
BY	4	Alpsee, Gr. 2	98	100%	0%	76%	24%	-24	0	0	-24	ja	3
BY	4	Alpsee, Gr. 3	129	100%	6%	92%	2%	4,7	-20	0	-15	ja	3
BY	4	Alpsee, Gr. 4	464	100%	0%	81%	19%	-19	0	0	-19	ja	3
BY	4	Alpsee, Gr. 5	114	100%	0%	99%	1%	-1	0	0	-0,9	ja	3
BY	4	Alpsee, Gr. 6	129	99%	0%	58%	41%	-41	0	0	-41	ja	3
BY	6	Altmühlsee 1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	nein	5
BY	6	Altmühlsee 2	0	-	-	-	-	-	-	-	-	nein	5
BY	6	Altmühlsee 3	0	-	-	-	-	-	-	-	-	nein	5
BY	6	Altmühlsee 4	0	-	-	-	-	-	-	-	-	nein	5
BY	6	Altmühlsee 5	0	-	-	-	-	-	-	-	-	nein	5
BY	6	Altmühlsee 6	0	-	-	-	-	-	-	-	-	nein	5
BY	6	Altmühlsee 7	0	-	-	-	-	-	-	-	-	nein	5
BY	4	Chiemsee (1998) 14	534	95%	48%	45%	6%	42	-20	0	22	ja	2
BY	4	Chiemsee (1998) 146	767	100%	61%	26%	13%	48	-20	0	28,1	ja	2
BY	4	Chiemsee (1998) 164	723	100%	54%	32%	14%	40	-20	0	20,3	ja	2
BY	4	Chiemsee (1998) 17	524	100%	17%	67%	16%	1,3	-20	0	-19	ja	3
BY	4	Chiemsee (1998) 48	707	99%	28%	59%	12%	15	-50	0	-35	ja	3

BL	Typ (BL)	Stelle	GQ	% _{ind}	A	B	C	RI	Kor UMG	Kor Massen	RI+	sicher	ÖZ
BY	4	Chiemsee (1998) 97	713	100%	56%	31%	13%	43	-20	0	22,7	ja	2
BY	2	Lustsee (1996) 1	636	100%	89%	11%	0%	89	0	0	88,8	ja	1
BY	2	Lustsee (1996) 2	1017	100%	92%	8%	0%	92	0	0	92	ja	1
BY	2	Lustsee (1996) 3	419	100%	98%	2%	0%	98	0	0	97,6	ja	1
BY	2	Lustsee (1996) 4	215	100%	79%	21%	0%	79	0	0	79,1	ja	1
BY	2	Lustsee (1997) 1	558	100%	90%	10%	0%	90	0	0	89,6	ja	1
BY	2	Lustsee (1997) 2	740	100%	95%	5%	0%	95	0	0	95,3	ja	1
BY	2	Lustsee (1997) 3	414	100%	93%	7%	0%	93	0	0	92,8	ja	1
BY	2	Lustsee (1997) 4	342	100%	55%	45%	0%	55	0	0	55	ja	1
BY	2	Ostersee, Gr. 1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	nein	-
BY	2	Ostersee, Gr. 2	71	90%	87%	13%	0%	87	-20*	0	67,3	nein	1
BY	2	Ostersee, Gr. 3	25	100%	64%	36%	0%	64	-20*	0	44	nein	2
BY	2	Ostersee, Gr. 4	73	99%	0%	99%	0%	0	0	0	0	ja	3
BY	2	Ostersee, Gr. 5	8	50%	0%	100%	0%	0	0	0	0	nein	3
BY	2	Ostersee, Gr. 6	16	100%	50%	50%	0%	50	-20*	0	30	nein	2
BY	2	Pelhamer See 1	225	100%	0%	100%	0%	0	0	0	0	ja	3
BY	2	Pelhamer See 2	111	100%	0%	100%	0%	0	0	0	0	ja	3
BY	2	Pelhamer See 3	153	100%	0%	100%	0%	0	0	0	0	ja	3
BY	2	Pelhamer See 4	89	100%	0%	100%	0%	0	0	0	0	ja	3
BY	2	Pelhamer See 5	163	100%	0%	100%	0%	0	0	0	0	ja	3
BY	2	Pelhamer See 6	130	100%	0%	99%	1%	-1	0	0	-0,8	ja	3
BY	3	Starnberger See (2000) 118	261	100%	23%	70%	6%	17	-20	0	-2,8	ja	3
BY	3	Starnberger See (2000) 25	258	100%	4%	39%	57%	-53	0	0	-53	ja	4
BY	3	Starnberger See (2000) 46	380	100%	45%	47%	8%	36	-20	0	16,3	ja	2
BY	3	Starnberger See (2000) 68	249	100%	56%	39%	5%	52	-20	0	31,8	ja	2
BY	3	Starnberger See (2000) 82	419	100%	10%	80%	10%	-0	0	0	-0,5	ja	3
BY	3	Starnberger See (2000) 96	720	100%	33%	48%	19%	14	-20	0	-5,6	ja	3
BY	3	Waginger - Tachingen See 1	125	100%	0%	72%	28%	-28	0	0	-28	ja	3
BY	3	Waginger - Tachingen See 2	1	100%	0%	100%	0%	0	0	0	0	nein	3
BY	3	Waginger - Tachingen See 3	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BY	3	Waginger - Tachingen See 4	100	100%	0%	99%	1%	-1	0	0	-1	ja	3
BY	3	Waginger - Tachingen See 5	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BY	3	Waginger - Tachingen See 6	64	100%	0%	45%	55%	-55	0	0	-55	ja	4
BY	3	Wörthsee 1	35	100%	0%	100%	0%	0	0	0	0	nein	3
BY	3	Wörthsee 2	94	100%	57%	12%	31%	27	-20	0	6,6	ja	2
BY	3	Wörthsee 3	48	100%	0%	42%	58%	-58	0	0	-58	nein	4
BY	3	Wörthsee 4	99	100%	0%	100%	0%	0	0	0	0	ja	3
BY	3	Wörthsee 5	5	100%	0%	100%	0%	0	0	0	0	nein	3
BY	3	Wörthsee 6	33	100%	3%	97%	0%	3	-20	0	-17	nein	3

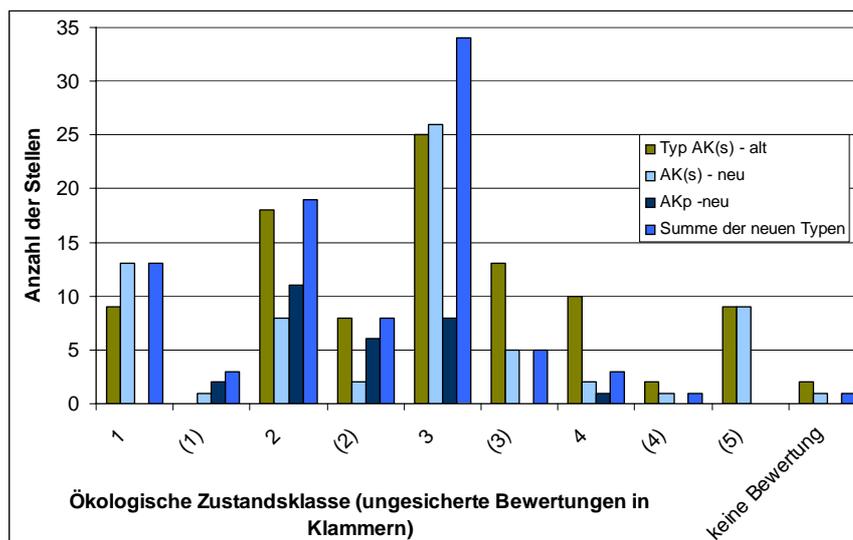


Abbildung 4: Vergleich der Bewertungsergebnisse der Alpen- und Voralpenseestellen nach altem und neuem Verfahren

* Keine Angabe zur Vegetationsgrenze

Wie Abbildung 4 zeigt, verändert sich die Stellenbewertung gegenüber dem Verfahrensstand 2004 geringfügig zum besseren hin. Dies wird einerseits durch die Abgrenzung der polymiktischen Wasserkörper bewirkt, die als Typ AKp nun etwas weniger streng bewertet werden. Andererseits wirkt sich auch die Berücksichtigung der Tiefenverbreitung der Arten günstig aus, da viele dieser Seen größere Pflanzenvorkommen unterhalb von vier Metern Tiefe aufweisen.

5.1.5.2 AKp - Stellen karbonatischer polymiktischer Wasserkörper der Alpen und des Alpenvorlandes

Von den 68 untersuchten Stellen des Typs AKp ließen 49 eine gesicherte Bewertung zu (Tabelle 11). Durch die Erweiterung der Liste der eingestuften Arten kann nun für alle Stellen des Froschhausersees, die 1996 untersucht wurden, eine gesicherte Bewertung erfolgen. Nicht gesichert ist dagegen die Bewertung der Stellen, die im darauffolgenden Jahr untersucht wurden, da für diese Kartierung keine Daten zur unteren Verbreitungsgrenze vorlagen. Für die Bewertung wurde als Näherungswert die mittlere Verbreitungsgrenze aus dem Jahr 1996 verwendet, die bei 4,9 m lag. Aufgrund der teils erheblichen Unterschiede zwischen der Verbreitungsgrenze an den verschiedenen Stellen (zwischen 4,5 m und 6 m) kann die Bewertung nicht als gesichert angesehen werden.

Tabelle 11: Bewertung der ökologischen Qualität nach modifiziertem Verfahren (BL= Bundesland, Typ (BL) = von Bundesländern zugeordneter Seetyp nach MATHES et al. (2002), %_{ind} = Anteil der eingestuften Arten, GQ = Gesamtquantität der submersen Arten, A = Anteil der Arten in Artengruppe A, B = Anteil der Arten in Artengruppe B, C = Anteil der Arten in Artengruppe C; RI = Referenzindex, Kor UMG = Korrekturfaktor der unteren Makrophytengrenze, Kor Massen = Korrekturfaktor bei Massenentwicklungen, RI+ = Referenzindex mit eingerechneten Korrekturfaktoren, sicher = Bewertung gesichert, ÖZ = Ökologische Zustandsklasse)

BL	Stelle	Typ (BL)	GQ	%ind	A	B	C	RI	Kor UMG	Kor Massen	RI+	sicher	ÖZ
BY	Chiemsee; Aiterb Winkel (1998) 110	1	527	100%	24%	56%	19%	5,15	0	0	5,151	ja	2
BY	Chiemsee; Aiterb Winkel (1998) 111	1	719	100%	33%	44%	23%	9,71	0	0	9,7113	ja	2
BY	Chiemsee; Aiterb Winkel (1998) 114	1	522	100%	33%	49%	17%	15,84	0	0	15,847	ja	2
BY	Chiemsee; Aiterb. Winkel (1998) 117	1	452	100%	11%	54%	34%	-22,99	0	0	-22,99	ja	3
BY	Chiemsee; Aiterb Winkel (1998) 121	1	904	100%	17%	48%	35%	-17,26	0	0	-17,26	ja	3
BY	Chiemsee; Aiterb Winkel (1998) 122	1	801	100%	53%	32%	15%	37,20	0	0	37,209	ja	2
BY	Froschhauser See (1996) 1	1	292	100%	21%	79%	0%	21,23	0	0	21,233	ja	2
BY	Froschhauser See (1996) 2	1	376	100%	23%	77%	0%	22,60	0	0	22,606	ja	2
BY	Froschhauser See (1996) 3	1	136	100%	26%	74%	0%	25,73	0	0	25,735	ja	2
BY	Froschhauser See (1996) 4	1	381	100%	24%	76%	0%	23,62	0	0	23,622	ja	2
BY	Froschhauser See (1996) 5	1	326	100%	25%	75%	0%	24,54	0	0	24,54	ja	2
BY	Froschhauser See (1996) 6	1	539	100%	41%	59%	0%	41,18	0	0	41,187	ja	2
BY	Froschhauser See (1996) 7	1	154	100%	65%	35%	0%	64,93	-50	0	14,935	ja	2
BY	Froschhauser See (1996) 8	1	232	100%	39%	61%	0%	38,79	-50	0	-11,21	ja	3
BY	Froschhauser See (1997) 1	1	668	100%	34%	66%	0%	34,28	0*	0	34,281	nein	2
BY	Froschhauser See (1997) 2	1	389	100%	42%	58%	0%	41,90	0*	0	41,902	nein	2
BY	Froschhauser See (1997) 3	1	311	100%	0%	100%	0%	0,321	0*	0	0,3215	nein	2
BY	Froschhauser See (1997) 4	1	496	100%	20%	80%	0%	20,16	0*	0	20,161	nein	2
BY	Froschhauser See (1997) 5	1	432	100%	22%	78%	0%	22,45	0*	0	22,454	nein	2
BY	Froschhauser See (1997) 6	1	732	100%	40%	60%	0%	40,02	0*	0	40,027	nein	2
BY	Froschhauser See (1997) 7	1	157	100%	64%	36%	0%	63,69	0*	0	63,694	nein	1
BY	Froschhauser See (1997) 8	1	87	100%	59%	41%	0%	58,62	0*	0	58,621	nein	1
BY	Hopfensee (1993) 10	1	172	99%	0%	55%	45%	-44,75	0	0	-44,75	ja	3
BY	Hopfensee (1993) 19	1	249	100%	0%	37%	63%	-62,4	0	0	-62,4	ja	4
BY	Hopfensee (1993) 2	1	505	100%	3%	72%	25%	-22,13	0	0	-22,13	ja	3
BY	Hopfensee (1993) 22	1	390	100%	0%	82%	18%	-17,69	0	0	-17,69	ja	3
BY	Hopfensee (1993) 30	1	561	100%	0%	85%	15%	-14,8	0	0	-14,8	ja	3
BY	Hopfensee (1993) 35	1	648	100%	0%	51%	49%	-48,77	0	0	-48,77	ja	3

* Keine Angabe zur Vegetationsgrenze

5.1.5.3 MTK - Stellen silikatisch geprägter Seen der Mittelgebirge und des Tieflandes

Alle untersuchten Stellen dieses Typs weisen eine zur Bewertung ausreichende Gesamtquantität (GQ) an Makrophyten auf. Durch die Erweiterung der Artenliste ist nun auch der Anteil der eingestuftten Arten ausreichend (Tabelle 12).

Tabelle 12: Bewertung der ökologischen Qualität nach modifiziertem Verfahren (BL= Bundesland, Typ (BL) = von Bundesländern zugeordneter Seetyp nach Mathes et al. (2002), %ind = Anteil der eingestuftten Arten, GQ = Gesamtquantität der submersen Arten, A = Anteil der Arten in Artengruppe A, B = Anteil der Arten in Artengruppe B, C = Anteil der Arten in Artengruppe C, RI = Referenzindex, Kor UMG = Korrekturfaktor der unteren Makrophytengrenze, Kor Massen = Korrekturfaktor bei Massenentwicklungen, RI+ = Referenzindex mit eingerechneten Korrekturfaktoren, sicher = Bewertung gesichert, ÖZ = Ökologische Zustandsklasse)

BL	Stelle	Typ (BL)	GQ	%ind	A	B	C	RI	Kor UMG	RI+	sicher	ÖZ
BW	Titisee 4	9	91	100%	100%	0%	0%	100,00	-50	50,00	ja	2
BY	Steinberger See 1	7	431	100%	4%	96%	0%	3,48	0	3,48	ja	2
BY	Steinberger See 2	7	128	100%	42%	57%	1%	41,41	0	41,41	ja	2
BY	Steinberger See 3	7	283	100%	10%	80%	11%	-1,06	0	-1,06	ja	3
BY	Steinberger See 4	7	350	99%	8%	71%	21%	-12,86	0	-12,86	ja	3
BY	Steinberger See 5	7	211	100%	0%	99%	1%	-0,95	0	-0,95	ja	3
BY	Steinberger See 6	7	354	99%	8%	90%	3%	5,37	0	5,37	ja	3
HE	Krombachtalsperre 1	9	184	92%	1%	90%	0%	1,49	-50	-48,51	ja	3

Die Bewertung für den Typ MTS ist durch die Überarbeitung strenger geworden (Abbildung 5). Die untersuchte Stelle des Titisees erreicht durch den Korrekturfaktor der unteren Makrophytengrenze nicht mehr den sehr guten ökologischen Zustand, der auch nicht der Beurteilung der Vegetation entsprach.

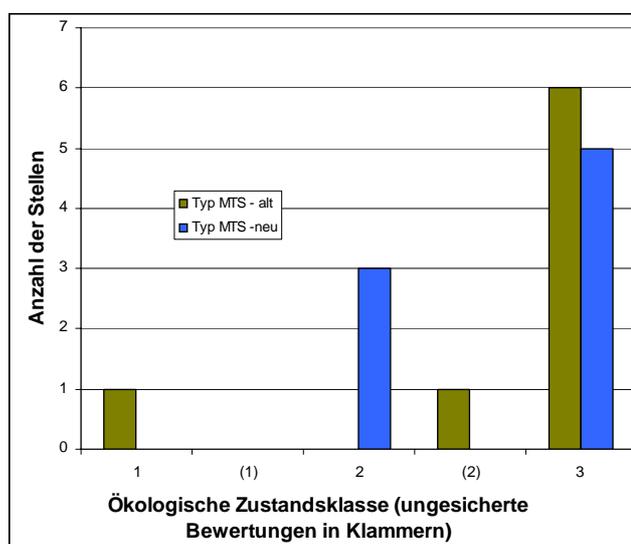


Abbildung 5: Vergleich der Bewertungsergebnisse der Mittelgebirgsstellen nach altem und neuem Verfahren

5.1.5.4 TKg10 - Stellen stabil geschichteter karbonatischer Wasserkörper des Tieflandes mit relativ großem EZG

Von den 42 untersuchten Stellen dieses Typs weisen 35 eine zur Bewertung ausreichende Gesamtquantität (GQ) an Makrophyten auf (Tabelle 13). Nicht gesichert zu bewerten sind nach wie vor die Stellen des Cambser Sees und des Tresdorfer Sees, in denen Makrophytenverödung durch Eutrophierung angenommen werden muss.

Die untersuchten künstlichen Gewässer lassen sich mit der vorgestellten Methode unterschiedlich gut beurteilen. Zu plausiblen Bewertungsergebnissen kommt das Verfahren bei einem oligotrophen Baggersee, dem Auesee, der mit sehr gut bewertet wird. Auch die Bewertungen der sächsischen Gewässer entsprechen den Voreinschätzungen anhand der Trophie. Die oligo- bis mesotrophen Baggerseen Kiesgrube Eilenburg, Kulkwitzsee bei Leipzig sowie Speicher Borna erreichen den sehr guten bis guten ökologischen Zustand, während der eutrophe Speicher Knappenrode aufgrund des Massenvorkommens von *Myriophyllum spicatum* mit unbefriedigend bewertet wird. Im Diemelsee hingegen, der als Stausee starken Wasserstandsschwankungen ausgesetzt ist und deshalb einen geringen Makrophytenbewuchs aufweist, konnte keine gesicherte Bewertung erfolgen.

Tabelle 13: Bewertung der ökologischen Qualität nach modifiziertem Verfahren (BL= Bundesland, Typ (BL) = von Bundesländern zugeordneter Seetyp nach MATHES et al. (2002), %_{ind} = Anteil der eingestufteten Arten, GQ = Gesamtquantität der submersen Arten, A = Anteil der Arten in Artengruppe A, B = Anteil der Arten in Artengruppe B, C = Anteil der Arten in Artengruppe C, RI = Referenzindex, Kor UMG = Korrekturfaktor der unteren Makrophyten-grenze, Kor Massen = Korrekturfaktor bei Massenentwicklungen, RI+ = Referenzindex mit eingerechneten Korrekturfaktoren, sicher = Bewertung gesichert, ÖZ = Ökologische Zustandsklasse)

BL	Stelle	Typ (BL)	GQ	% _{ind}	A	B	C	RI	Kor UMG	Kor Mass	RI+	sicher	ÖZ
BB	Bötze 1	10	418	100%	25%	73%	2%	23,44	-50	0	-26,56	ja	3
BB	Bötze 2	10	756	100%	49%	49%	1%	48,41	0	0	48,41	ja	2
BB	Fährsee 1	10	472	100%	15%	83%	2%	13,35	-50	0	-36,65	ja	3
BB	Fährsee 2	10	237	100%	0%	100%	0%	-0,42	0	0	-0,42	ja	3
BB	Großdöllner See 1	10	481	100%	0%	95%	5%	-5,41	0	0	-5,41	ja	3
BB	Großdöllner See 2	10	429	100%	0%	96%	4%	-3,73	0	0	-3,73	ja	3
BB	Großdöllner See 3	10	206	100%	13%	79%	8%	4,854	0	0	4,85	ja	2
BB	Küstrinsee 1	10	390	100%	24%	74%	2%	21,54	-50	0	-28,46	ja	3
BB	Küstrinsee 2	10	253	100%	14%	85%	0%	13,83	0	0	13,83	ja	2
BB	Küstrinsee 3	10	498	100%	8%	92%	0%	7,831	0	0	7,83	ja	2
BB	Liepnitzsee 1	10	318	100%	0%	97%	3%	-2,83	0	0	-2,83	ja	3
BB	Liepnitzsee 2	10	151	100%	11%	89%	1%	9,934	0	0	9,93	ja	2
BB	Schwansee 1	10	267	100%	10%	77%	13%	-3	0	0	-3,00	ja	3
BB	Schwansee 2	10	238	100%	0%	99%	0%	0	0	0	0,00	ja	3
BB	Storkower See 1	10	424	100%	15%	61%	23%	-8,02	0	0	-8,02	ja	3
BB	Storkower See 2	10	130	100%	0%	73%	27%	-26,9	0	0	-26,92	ja	3
BB	Straussee 1	10	264	100%	76%	24%	0%	75,76	0	0	75,76	ja	1
BB	Straussee 2	10	508	100%	40%	59%	0%	40,16	0	0	40,16	ja	2
BB	Twernsee 1	10	118	100%	31%	69%	0%	30,51	0	0	30,51	ja	2
BB	Twernsee 2	10	671	100%	55%	45%	0%	54,84	0	0	54,84	ja	1
HE	Diemeltalsperre 1	Tals	125	50%	0%	100%	0%	0	0	0	0	nei	3
HE	Diemeltalsperre 2	Tals	27	50%	0%	100%	0%	0	0	0	0	nei	3
MV	Cambser See 1	10	170	100%	0%	84%	16%	-15,9	0	0	-15,88	ja	3
MV	Cambser See 2	10	72	100%	0%	100%	0%	0	0	0	0,00	nei	5
MV	Cambser See 3	10	0	-	-	-	-	-	-	-	-	nei	5
MV	Groß Labenzer See 1	10	98	100%	8%	92%	0%	8,163	-50	0	-41,84	ja	3
MV	Groß Labenzer See 2	10	208	100%	0%	100%	0%	0	0	0	0,00	ja	3
MV	Groß Labenzer See 3	10	35	100%	0%	100%	0%	0	0	0	0,00	nei	3
NW	Auesee 1	Bag	730	100%	58%	37%	5%	53,15	0	0	53,15	ja	1
SH	Großer Küchensee 1	10	118	100%	31%	62%	8%	22,88	-50	0	-27,12	ja	3
SH	Großer Küchensee 2	10	285	100%	10%	84%	7%	3,158	-50	0	-46,84	ja	3
SH	Ratzeburger See 1	10	478	100%	2%	90%	8%	-6,49	0	0	-6,49	ja	3
SH	Ratzeburger See 2	10	365	100%	2%	90%	7%	-5,21	0	0	-5,21	ja	3
SH	Tresdorfer See 1	10	28	100%	0%	100%	0%	0	0	0	0,00	nei	3
SH	Tresdorfer See 2	10	226	100%	4%	81%	16%	-12,4	0	0	-12,39	ja	3
SH	Tresdorfer See 3	10	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SN	Kiesgrube Eilenburg 1	10k	199	100%	46%	23%	31%	14,57	0	0	14,57	ja	2
SN	Kulkwitzsee bei Leipzig 1	10k	678	96%	55%	45%	0%	54,42	0	0	54,42	ja	1
SN	SP Borna 1	10k	499	98%	63%	37%	0%	62,73	0	0	62,73	ja	1
SN	SP Borna 2	10k	441	100%	44%	56%	0%	43,54	0	0	43,54	ja	2
SN	SP Knappenrode 1	10k	404	100%	0%	93%	7%	-6,93	0	-50	-56,93	ja	4
SN	SP Knappenrode 2	10k	485	100%	0%	100%	0%	-0,21	0	-50	-50,21	ja	4

Im Vergleich zum ursprünglichen Bewertungsverfahren ist die Bewertung weniger streng (Abbildung 6). Zwar erreichen nach wie vor 14 Stellen gesichert einen guten oder sehr guten Ökologischen Zustand, doch hat sich der Schwerpunkt der übrigen Stellen von Zustandsklasse 4 auf Zustandsklasse 3 verlagert. Diese Veränderung beruht vor allem auf der Abgrenzung der Typen 10 und 13 nach MATHES et al. (2002). Während beiden Typen zuvor das einheitliche Leitbild eines oligotrophen Sees zugrunde lag, sind unter den Referenzstellen des Typs TkG10 Stellen natürlich mesotropher Seen vertreten, was eine weniger strenge Bewertung dieser Stellen bewirkt.

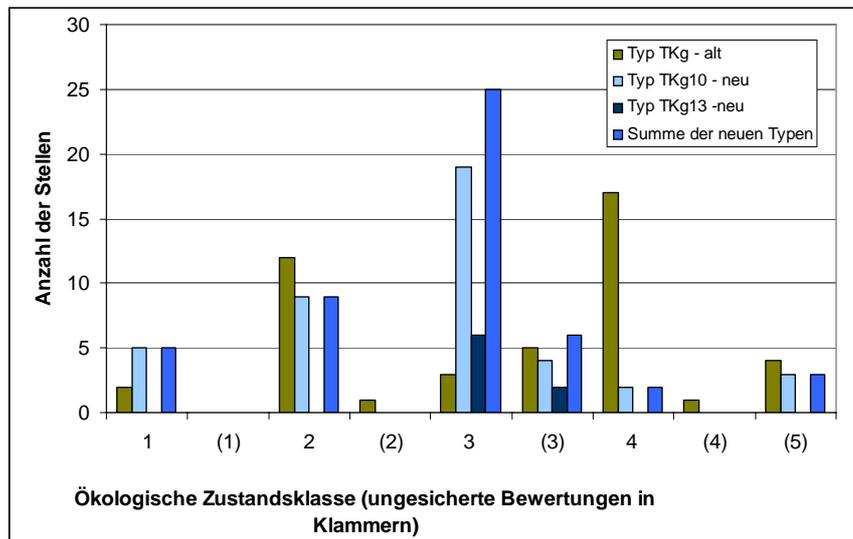


Abbildung 6: Vergleich der Bewertungsergebnisse der Stellen aus geschichteten Tieflandseen nach altem und neuem Verfahren

5.1.5.5 TKg13 - Stellen stabil geschichteter karbonatischer Wasserkörper des Tieflandes mit relativ kleinem EZG

Von den acht neu untersuchten Stellen dieses Typs weisen sechs eine zur Bewertung ausreichende Gesamtquantität an Makrophyten auf (Tabelle 20). Nicht gesichert zu bewerten sind nach wie vor zwei Stellen des Haussees Feldberg, an denen die erforderliche Gesamtquantität nicht erreicht wurde. Da jedoch an den übrigen Stellen des Sees z.T. dichte Pflanzenbestände gefunden wurden, ist nicht von Makrophytenverödung durch Eutrophierung auszugehen. An den Bewertungen der Stellen des Haussees Feldberg wird zudem deutlich, dass die neue Bewertung durch Aufnahme des Metrics der unteren Vegetationsgrenze robuster gegenüber kleinräumigen Schwankungen innerhalb eines Gewässers ist. Während die ursprüngliche Bewertung der Stellen zwischen den Ökologischen Zustandsklassen 2, 3 und 4 variierte, werden die Transekte nun einheitlich mit 3 beurteilt.

Tabelle 14: Bewertung der ökologischen Qualität nach modifiziertem Verfahren (BL= Bundesland, Typ (BL) = von Bundesländern zugeordneter Seetyp nach MATHES et al. (2002), %_{ind} = Anteil der eingestufteten Arten, GQ = Gesamtquantität der submersen Arten, A = Anteil der Arten in Artengruppe A, B = Anteil der Arten in Artengruppe B, C = Anteil der Arten in Artengruppe C, RI = Referenzindex, Kor UMG = Korrekturfaktor der unteren Makrophytengrenze, Kor Massen = Korrekturfaktor bei Massenentwicklungen, RI+ = Referenzindex mit eingerechneten Korrekturfaktoren, sicher = Bewertung gesichert, ÖZ = Ökologische Zustandsklasse)

BL	Stelle	Typ (BL)	GQ	%ind	A	B	C	RI	Kor UMG	Korr Massen	RI+	sicher	ÖZ
BB	Küstrinsee 1	10	325	100%	0%	98%	3%	-2,46	0	0	-2,46	ja	3
BB	Küstrinsee 2	10	69	100%	41%	58%	1%	40,78	-20	0	20,78	ja	2
BB	Küstrinsee 3	10	353	100%	3%	90	8%	-4,82	0	0	-4,83	ja	3
MV	Haussee Feldberg 1	13	173	100%	0%	100	0%	0	0	0	0	ja	3
MV	Haussee Feldberg 2	13	221	100%	0%	95%	1%	-0,90	0	0	-0,90	ja	3
MV	Haussee Feldberg 3	13	41	100%	0%	98%	2%	-2,43	0	0	-2,43	nein	3
MV	Haussee Feldberg 4	13	464	100%	0%	70%	29%	-29,09	0	0	-29,09	ja	3
MV	Haussee Feldberg 5	13	44	100%	0%	64%	18%	-18,18	0	0	-18,18	nein	3
SH	Ahrensee 1	13	248	100%	3%	85%	11%	-8,06	0	0	-8,065	ja	3
SH	Ahrensee 2	13	115	100%	0%	93%	7%	-6,95	0	0	-6,957	ja	3
SH	Ahrensee 3	13	151	100%	0%	64%	36%	-36,42	0	0	-36,42	ja	3

5.1.5.6 TKp – Stellen polymiktischer karbonatreicher Wasserkörper des Tieflandes

Von den 38 untersuchten Stellen dieses Typs lassen sich durch die Erweiterung der Artenliste nun 24 gesichert bewerten (Tabelle 15). Nicht gesichert zu bewerten sind nach wie vor die Stellen, die eine zu geringe Gesamtquantität aufweisen.

Tabelle 15: Bewertung der ökologischen Qualität nach modifiziertem Verfahren (BL= Bundesland, Typ (BL) = von Bundesländern zugeordneter Seetyp nach MATHES et al. (2002), %_{ind} = Anteil der eingestufteten Arten, GQ = Gesamtquantität der submersen Arten, A = Anteil der Arten in Artengruppe A, B = Anteil der Arten in Artengruppe B, C = Anteil der Arten in Artengruppe C, RI = Referenzindex, Kor UMG = Korrekturfaktor der unteren Makrophytengrenze, Kor Massen = Korrekturfaktor bei Massenentwicklungen, RI+ = Referenzindex mit eingerechneten Korrekturfaktoren, sicher = Bewertung gesichert, ÖZ = Ökologische Zustandsklasse)

BL	Stelle	Typ (BL)	GQ	%ind	A	B	C	RI	Korr UMG	Kor Massen	RI+	sicher	ÖZ
BB	Oberpfuhl 1	11	137	94%	16%	82%	1%	15,07	0	0	15,07	ja	2
BB	Oberpfuhl 2	11	252	94%	19%	78%	3%	16,36	0	0	16,36	ja	2
BB	Platkowsee 1	11	38	100%	5%	95%	0%	5,26	0	0	5,26	nein	2
BB	Platkowsee 2	11	46	100%	96%	4%	0%	95,65	0	0	95,65	ja	1
BB	Schlabornsee 1	11	161	99%	61%	39%	0%	61,49	0	0	61,49	ja	1
BB	Schlabornsee 2	11	2	100%	0%	100%	0%	0,00	0	0	0,00	nein	3
BB	Schlabornsee 3	11	82	100%	11%	89%	0%	10,98	0	0	10,98	ja	2
BB	Tietzensee, Gr. 1	14	429	100%	21%	77%	2%	19,11	0	0	19,11	ja	2
BB	Tietzensee, Gr. 2	14	390	86%	30%	69%	0%	30,11	0	0	30,11	ja	2
BB	Tietzensee, Gr. 3	14	485	100%	39%	61%	0%	38,97	0	0	38,97	ja	2
BB	Vielitzsee 1	11	0	-	-	-	-	-	-	-	-	nein	5
BB	Vielitzsee 2	11	1	100%	0%	100%	0%	0,00	0	0	0,00	nein	5
BB	Vordersee b Obersdorf 1	11	320	100%	5%	87%	8%	-3,44	0	-50	-53,44	ja	4
BB	Vordersee b Obersdorf 2	11	448	100%	0%	78%	22%	-22,10	0	0	-22,10	ja	3
HE	Twistestausee 1	Stausee	27	100%	0%	100%	0%	0,00	0	-50	-50,00	nein	4
MV	Gr. Sternberger See 1	12	0	-	-	-	-	-	-	-	-	nein	5
MV	Gr. Sternberger See 2	12	160	100%	0%	100%	0%	0,00	0	0	0,00	ja	3
MV	Gr. Sternberger See 3	12	82	100%	10%	90%	0%	9,76	-50	0	-40,24	ja	3
MV	Müritz; Außenmüritz 3	14	361	98%	85%	15%	0%	84,82	0	0	84,82	ja	1
MV	Müritz; Außenmüritz 4	14	377	98%	83%	17%	0%	82,90	0	0	82,90	ja	1
MV	Müritz; Außenmüritz 5	14	316	92%	37%	63%	0%	36,73	0	0	36,73	ja	2
MV	Müritz; Kl. Müritz 1	14	0	-	-	-	-	-	-	-	-	nein	5
MV	Müritz; Kl. Müritz 2	14	36	97%	0%	100%	0%	0,00	0	0	0,00	ja	3
MV	Müritz; Kl. Müritz 3	14	177	100%	0%	100%	0%	0,00	0	-50	-50,00	ja	4
MV	Müritz; Kl. Müritz 4	14	1	100%	100%	0%	0%	100,0	-50	0	50,00	nein	5
MV	Müritz; Kl. Müritz 5	14	0	-	-	-	-	-	-	-	-	nein	5
MV	Müritz; Rübeler Bucht 1	14	1	100%	0%	100%	0%	0,00	0	0	0,00	nein	5
MV	Trenntsee 1	12	294	100%	0%	78%	22%	-21,77	0	0	-21,77	ja	3

BL	Stelle	Typ (BL)	GQ	%ind	A	B	C	RI	Korr UMG	Kor Massen	RI+	sicher	ÖZ
MV	Trenntsee 2	12	0	-	-	-	-	-	-	-	-	nein	5
MV	Woezer See 1	12	28	100%	0%	100%	0%	0,00	0	0	0,00	nein	3
MV	Woezer See 2	12	0	-	-	-	-	-	-	-	-	nein	5
NW	Unterbacher See 1	Baggersee	303	97%	8%	92%	0%	7,40	0	0	7,40	ja	2
SH	Westensee 1	11	277	81%	11%	74%	5%	5,88	-50	0	-44,12	ja	3
SH	Westensee 2	11	373	91%	30%	52%	9%	21,76	0	0	21,76	ja	2
SH	Westensee 3	11	459	91%	5%	83%	3%	1,59	0	0	1,59	ja	2
SH	Westensee 4	11	475	97%	27%	55%	15%	12,63	0	0	12,63	ja	2
RP	Vorderer Roxheimer Altrhein 1	Altrhein arm	11	100%	0%	18%	82%	-81,82	0	0	-81,82	nein	5
RP	Vorderer Roxheimer Altrhein 2	Altrhein arm	78	100%	1%	97%	1%	0,00	0	0	0,00	ja	3

Der Vergleich mit der bisherigen Bewertung (Abbildung 7) zeigt, dass das veränderte Verfahren die Stellen etwas strenger und zugleich differenzierter beurteilt. Wie bei den anderen Typen können mit vorhandenen submersen Pflanzen nun die Zustandsklassen 1 bis 4 bewertet werden. Durch die Berücksichtigung der unteren Verbreitungsgrenze werden nun zu positive Bewertungen von Stellen wie z. B der Kleinen Müritz (Transekt 2) von gut auf mäßig korrigiert.

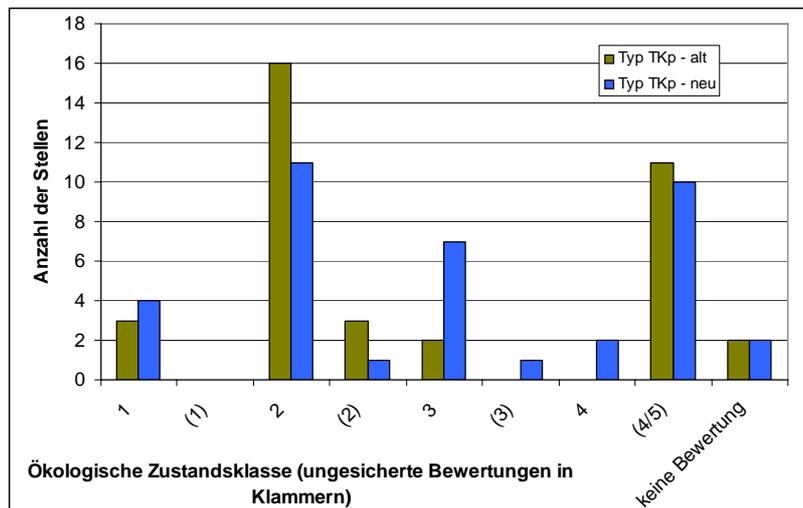


Abbildung 7: Vergleich der Bewertungsergebnisse der Stellen aus ungeschichteten Tieflandseen nach altem und neuem Verfahren

5.2 Phytobenthos-Diatomeen

5.2.1 Datenaufbereitung

Die bei der mikroskopischen Analyse ermittelten prozentualen Anteile der Diatomeentaxa wurden in die bereits aus dem Vorgängerprojekt bestehende Access-Datenbank eingepflegt.

5.2.2 Überarbeitung der Typologie

Die Überarbeitung der Typologie im Bereich des Teilmoduls Diatomeen konnte wegen der Datenlage nicht mithilfe multivariater Statistik vorgenommen werden, da vor allem für das Norddeutsche Tiefland, Daten über Referenzbedingungen fehlten. Die Einschätzung sowohl der Diatomeenexperten als auch der Verantwortlichen der Länder machte jedoch eine differenziertere Typologie, vor allem im Norddeutschen Tiefland, nötig.

Im Juni 2005 wurde vom Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft ein Expertenworkshop Diatomeen organisiert und abgehalten, an dem Vertreter der Bundesländer Schleswig-Holstein, Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg und Bayern, sowie die Projektentwickler teilnahmen. Im Rahmen dieser Besprechung wurde eine Differenzierung der Typen 10 und 13 nach MATHES et al. (2002) für notwendig erachtet und dafür die Prüfung der Kriterien theoretische Verweilzeit und Nährstoffverfügbarkeit beschlossen. Die Neutypisierung der fraglichen Seen des Norddeutschen Tieflandes sollte in Abstimmung zwischen den Verantwortlichen aus den zuständigen Bundesländern Brandenburg, Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern vorgenommen werden. Diese Typisierung lag im Februar 2006 vor.

Für die Seentypen 1 bis 4 nach MATHES et al. (2002) in Süddeutschland wurden mittels Sedimentkernuntersuchungen Erkenntnisse über trophische Grundzustände anhand der Diatomeenflora gewonnen (siehe z. B. HENSCHEL et al. 1992, ALEFS et al. 1996, HOFMANN & SCHAUMBURG 2005a, 2005b). Mithilfe dieser Ergebnisse wurden die Alpen- und Alpenvorlandseen in zwei Gruppen mit unterschiedlicher Referenztrophyie unterteilt. Die Unterteilung erfolgte, mit begründeten Ausnahmen, anhand der Volumenentwicklung (Gleichung 1).

Gleichung 1: Gleichung zur Berechnung der Volumenentwicklung

$$\text{Volumenentwicklung} = \frac{\text{Hypolimnionvolumen}}{\text{Gesamtvolumen}}$$

Es lassen sich danach die sehr tiefen Alpenseen (große Volumenentwicklung) von den weniger tiefen Voralpenseen (kleine Volumenentwicklung) abgrenzen. Für die erste Gruppe muss nach den vorliegenden Erkenntnissen von einer sehr geringen Trophie (Oligotrophie) im Referenzzustand ausgegangen werden. Bei der zweiten Gruppe können geringfügig mesotrophe Verhältnisse (oligotroph bis schwach mesotroph) angenommen werden.

5.2.3 Charakterisierung der neuen Seetypen

5.2.3.1 Alpen- und Voralpenseen mit Volumenentwicklung $> 0,4$, **Diatomeentyp 1.1**

Im Diatomeentyp 1.1 finden sich hauptsächlich Gewässer des Typs 4 nach MATHES et al. (2002). Sie liegen in der Ökoregion „Alpen“ und zeichnen sich durch eine große maximale Tiefe, einen Ca-Gehalt $\geq 15\text{mg/l}$ und stabile sommerliche Schichtung aus. Im Referenzzustand sind diese Seen oligotroph.

Im Datensatz befinden sich 301 Befunde dieses Typs.

5.2.3.2 Alpen- und Voralpenseen mit Volumenentwicklung $< 0,4$, **Diatomeentyp 1.2**

Der Diatomeentyp 1.2 beinhaltet zumeist Seen des Alpenvorlandes der Typen 1, 2 und 3 nach MATHES et al. (2002). Diese Gewässer sind kalkreich (Ca-Gehalt $\geq 15\text{mg/l}$), bezüglich der Schichtung verhalten sie sich heterogen.

Auf der Basis paläodiatomologischer Untersuchungen (HOFMANN & SCHAUMBURG 2005a, b) kann für den Diatomeentyp 1.2 ein oligo-mesotropher Referenzzustand zu Grunde gelegt werden. Die Alpen- und Voralpenseen mit einem Volumenquotienten $< 0,4$ werden daher in den Rang eines eigenständigen Typs erhoben und grenzen sich durch die höhere Trophie und das Fehlen ultra-oligotropher und die geringere Zahl oligotropher Taxa vom Diatomeentyp 1.1 ab.

Im Datensatz befinden sich 76 Befunde dieses Typs.

5.2.3.3 Silikatische Seen der Mittelgebirge, **Diatomeentyp 2**

Zu den Seen der deutschen Mittelgebirge (Typ 9 nach MATHES et al. 2002, Diatomeentyp 2 nach SCHAUMBURG et al. 2004) liegen im Praxistest keine Daten vor. Die gesicherte Benennung von eigenständigen Typen und die erforderliche Charakterisierung der spezifischen Gesellschaften sind daher nicht möglich.

Im Datensatz befinden sich 21 Befunde dieses Typs.

5.2.3.4 Norddeutsches Tiefland, **Diatomeentyp 10.1**

Die Seen des Diatomeentyps 10.1 sind ein Teil der Gewässer des Typs 10 nach MATHES et al. (2002). Sie besitzen einen Ca-Gehalt $\geq 15\text{mg/l}$, ein relativ großes Einzugsgebiet und stabile Schichtung. Die Verweilzeit beträgt zwischen zehn Jahren und einem Jahr, sie sind P-limitiert.

Im Datensatz befinden sich 60 Befunde dieses Typs.

5.2.3.5 Norddeutsches Tiefland, **Diatomeentyp 10.2**

Die Seen des Diatomeentyps 10.2 sind ein Teil der Gewässer des Typs 10 nach MATHES et al. (2002). Sie besitzen einen Ca-Gehalt $\geq 15\text{mg/l}$, ein relativ großes Einzugsgebiet und stabile Schichtung. Die Verweilzeit beträgt unter einem Jahr, sie sind N-limitiert.

Im Datensatz befinden sich 48 Befunde dieses Typs.

5.2.3.6 Norddeutsches Tiefland, Diatomeentyp 11

Die Seen des Diatomeentyps 11 entsprechen den Gewässern des Typs 11 nach MATHES et al. (2002). Sie besitzen einen Ca-Gehalt $\geq 15\text{mg/l}$, ein relativ großes Einzugsgebiet und sind polymiktisch. Die Verweilzeit beträgt mehr als 30 Tage.

Im Datensatz befinden sich 62 Befunde dieses Typs.

5.2.3.7 Norddeutsches Tiefland, Diatomeentyp 12

Die Seen des Diatomeentyps 12 entsprechen den Gewässern des Typs 12 nach MATHES et al. (2002). Sie besitzen einen Ca-Gehalt $\geq 15\text{mg/l}$, ein relativ großes Einzugsgebiet und sind polymiktisch. Die Verweilzeit beträgt zwischen drei und 30 Tagen.

Im Datensatz befinden sich 35 Befunde dieses Typs.

5.2.3.8 Norddeutsches Tiefland, Diatomeentyp 13.1

Die Seen des Diatomeentyps 13.1 sind ein Teil der Gewässer des Typs 13 nach MATHES et al. (2002). Sie besitzen einen Ca-Gehalt $\geq 15\text{mg/l}$, ein relativ kleines Einzugsgebiet und stabile Schichtung. Die Verweilzeit beträgt mehr als zehn Jahre.

Im Datensatz befinden sich 54 Befunde dieses Typs.

5.2.3.9 Norddeutsches Tiefland, Diatomeentyp 13.2

Die Seen des Diatomeentyps 13.2 sind ein Teil der Gewässer des Typs 13 nach MATHES et al. (2002). Sie besitzen einen Ca-Gehalt $\geq 15\text{mg/l}$, ein relativ kleines Einzugsgebiet und stabile Schichtung. Die Verweilzeit beträgt zwischen zehn Jahren und einem Jahr, sie sind P-limitiert.

Im Datensatz befinden sich 37 Befunde dieses Typs.

5.2.3.10 Norddeutsches Tiefland, Diatomeentyp 14

Die Gewässer des Diatomeentyps 14 entsprechen dem Typ 14 nach MATHES et al. (2002). Sie sind polymiktisch und besitzen eine Verweilzeit von über zehn Jahren.

Im Datensatz befinden sich 12 Befunde dieses Typs.

5.2.4 Veränderungen am Bewertungsverfahren

5.2.4.1 Modul Trophie-Index

Das Modul „Trophie-Index“ wird in den Gewässern der Alpen und des Alpenvorlandes (Diatomeentyp 1.1 und 1.2) sowie der Mittelgebirge (Diatomeentyp 2) unverändert beibehalten. Lediglich die Indexgrenzen im Falle des Typs 1.2 wurden überprüft und z.T. verändert (siehe

Tabelle 17). Es handelt sich hierbei um den Trophie-Index nach HOFMANN (1994, 1999). Die Ergebnisse dieses Verfahrens erbrachten für die fraglichen Seen plausible Resultate.

Die Wertebereiche dieses TI im vorliegenden Datensatz finden sich in Tabelle 16.

Tabelle 16: Kenngrößen des Trophie-Index¹ nach Hofmann (1994, 1999) in den Diatomeentypen der Alpen, Voralpen und Mittelgebirge

Diatomeentyp	n	Minimum	Median	Maximum	90-Perzentil
Alpen- und Voralpenseen mit Volumenentwicklung > 0,4	301	1,58 (oligotroph)	2,65 (mesotroph)	4,90 (eutroph)	1,83 (oligotroph)
Alpen- und Voralpenseen mit Volumenentwicklung < 0,4	76	2,35 (oligo-mesotroph)	4,10 (eutroph)	4,88 (eutroph)	3,06 (mesotroph)
Kalkarme Seen der Mittelgebirge	21	1.50 (oligotroph)	1.96 (oligotroph)	4.68 (eutroph)	1.51 (oligotroph)

Tabelle 17: Indexgrenzen des Bewertungsmoduls Trophie-Index in den Diatomeentypen der Alpen, Voralpen und Mittelgebirge

Ökologische Qualität	Trophie-Index nach Hofmann (1999)		
	D-Typ 1.1	D-Typ 1.2	D-Typ 2
sehr gut	1,00-1,99	1,00-2,49	1,00-1,99
gut	2,00-2,99	2,50-3,49	2,00-2,99
mäßig	3,00-3,99	3,50-3,99	3,00-3,99
unbefriedigend und schlecht	4,00-5,00	4,00-5,00	4,00-5,00

Zur trophischen Bewertung der Seen des Norddeutschen Tieflandes wurde von Schönfelder et al. (unveröffentlicht) ein neuer Trophie-Index (DIPA = Diatom Index of Phosphorus Availability) durch rechnerische Verschneidung der artspezifischen Kenngrößen aus bestehenden Indikationsverfahren erarbeitet. Dafür wurden die Skalen des Trophie-Indexes nach HOFMANN (1999) und des DI-LIT nach SCHÖNFELDER (2005) zu einem erweiterten Trophieindex zusammengeführt.

Beschrieben ist die Vorgehensweise in dem unveröffentlichten Manuskript: „Erweiterung des Moduls Trophie-Index¹ für die Bewertung der Seen im Norddeutschen Tiefland“ (übermittelt vom Erstautor am 26. Juni 2006). Die Resultate dieses neuen Verfahrens wurden ebenfalls auf dem in Kapitel 5.2.2 erwähnten Expertengespräch Diatomeen zur Diskussion gestellt.

Die resultierenden bewertungsrelevanten Klassengrenzen des neuen Indexes sind Tabelle 18 zu entnehmen.

Tabelle 18: Vorschlag für die Klassengrenzen des Trophie-Indexes für die Seen des Norddeutschen Tieflandes (verändert nach SCHÖNFELDER 2006)

Biozönotischer Seentyp	Geomorphologischer Seentyp	Ökologische Qualität				
		sehr gut	gut	mäßig	unbefr.	schlecht
13.1	Geschichteter See mit einer Verweilzeit über zehn Jahren	< 1,75	1,75-2,24	2,25-2,74	2,75-3,24	> 3,24
13.2/10.1	Geschichteter See mit einer Verweilzeit zwischen zehn Jahren und einem Jahr (P-limitiert)	< 2,25	2,25-2,74	2,75-3,24	3,25-3,74	> 3,74
10.2	Geschichteter See mit einer Verweilzeit unter einem Jahr (N-limitiert)	< 2,75	2,75-3,24	3,25-3,74	3,75-4,24	> 4,24
14	Ungeschichteter See mit einer Verweilzeit über zehn Jahren					
11	Ungeschichteter See mit einer Verweilzeit über 30 Tagen	< 2,50	2,50-2,99	3,00-3,49	3,50-3,99	> 3,99
12	Flusssee mit einer Verweilzeit unter 30 Tagen	< 3,00	3,00-3,49	3,50-3,99	4,00-4,49	> 4,49

Die Wertebereiche dieses TI im vorliegenden Datensatz finden sich in Tabelle 19.

Tabelle 19: Kenngrößen des Trophie-Index nach Schönfelder et al. (unveröffentlicht) in den Diatomeentypen des Norddeutschen

Diatomeentyp	n	Minimum	Median	Maximum	90-Perzentil
13.1 Geschichteter See mit einer Verweilzeit über zehn Jahren	54	1,23 (oligotroph)	3,04 (eutroph)	3,73 (eu-polytroph)	1,65 (oligo-mesotroph)
13.2 Geschichteter See mit einer Verweilzeit zwischen zehn Jahren und einem Jahr (P-limitiert)	37	1,56 (oligo-mesotroph)	3,12 (eutroph)	4,07 (polytroph)	2,00 (mesotroph)
10.1 Geschichteter See mit einer Verweilzeit zwischen zehn Jahren und einem Jahr (P-limitiert)	60	1,56 (oligo-mesotroph)	2,99 (eutroph)	3,76 (polytroph)	2,41(meso-eutroph)
10.2 Geschichteter See mit einer Verweilzeit unter einem Jahr (N-limitiert)	48	1,81 (mesotroph)	3,16 (eutroph)	3,83 (polytroph)	2,45 (meso-eutroph)
14 Ungeschichteter See mit einer Verweilzeit über zehn Jahren	12				
11 Ungeschichteter See mit einer Verweilzeit über 30 Tagen	62	0,93 (oligotroph)	3,11 (eutroph)	4,57 (poly-hypertroph)	1,77 (mesotroph)
12 Flussee mit einer Verweilzeit unter 30 Tagen	35	2,12 (mesotroph)	3,43 (eu-polytroph)	4,23 (polytroph)	2,88 (eutroph)

5.2.4.2 Modul Referenzartenquotient RAQ

Zur Überarbeitung des RAQ wurden für die biozönotischen Typen der Alpen und Voralpen sowie für die erweiterten Typen des Norddeutschen Tieflandes pflanzensoziologische Tabellen erstellt, in denen jeweils die Stetigkeiten und prozentualen Häufigkeiten der Taxa im sehr guten und guten ökologischen Zustand den Werten im mäßigen bis schlechten Zustand gegenüberstehen.

Im Unterschied zu der ersten Verfahrensversion (Stand Januar 2004) werden lediglich für jeden biozönotischen Typ Referenzarten (Artengruppe A) und Degradationszeiger (Artengruppe C) ausgewiesen (siehe Tabelle 36), die Klassengrenzen für die Berechnung des RAQ werden in Tabelle 20 aufgeführt. Die Unterscheidung zwischen der Artengruppe A (Referenzarten der silikatischen Mittelgebirgsseen) und Artengruppe B (Referenzarten der kalkreichen Seen) wird aufgehoben, da sie durch die typspezifische Zuweisung der Arten unnötig wird. Die Handhabung des Verfahrens wird dadurch einfacher und klarer.

Als Differentialkriterium der ökologischen Qualität in den Seen des Norddeutschen Tieflandes wurde derjenige Wert des DIPA herangezogen, der im betreffenden Typ die Grenze des guten zum mäßigen Zustand markiert. Die Grenze des sehr guten zum guten Zustand, die zur Definition von Referenzarten im engeren Sinne besser geeignet ist, wurde nicht gewählt, da im Datensatz trophie-basierte sehr gute Qualitäten in einigen Typen nur an einer geringen, nicht ausreichenden, Zahl von Stellen vorhanden sind.

Tabelle 20: Klassengrenzen des Referenzartenquotienten (RAQ)

Diatomeentyp	Ökologische Qualität				
	sehr gut	gut	mäßig	unbefriedigend	schlecht
1.1	1,00 bis 0,81	0,80 bis 0,31	0,30 bis -0,30	-0,31 bis -1,00	
1.2	1,00 bis 0,51	0,50 bis 0,01	0,00 bis -0,50	-0,51 bis -1,00	
2	1,00 bis 0,80	0,79 bis 0,20	0,19 bis -0,30	-0,29 bis -1,00	
13.1	1,00 bis 0,76	0,75 bis 0,01	0,00 bis -0,49	-0,50 bis -0,99	-1,00
13.2	1,00 bis 0,51	0,50 bis 0,01	0,00 bis -0,49	-0,50 bis -0,99	-1,00
10.1	1,00 bis 0,51	0,50 bis 0,01	0,00 bis -0,49	-0,50 bis -0,99	-1,00
10.2	1,00 bis 0,51	0,50 bis 0,01	0,00 bis -0,49	-0,50 bis -0,99	-1,00
11	1,00 bis 0,51	0,50 bis 0,01	0,00 bis -0,49	-0,50 bis -0,99	-1,00
12	1,00 bis 0,51	0,50 bis 0,01	0,00 bis -0,49	-0,50 bis -0,99	-1,00

Die Wertebereiche des RAQ im vorliegenden Datensatz finden sich in Tabelle 21.

Tabelle 21: Kenngrößen des Referenzartenquotienten in den Diatomeentypen der Alpen, Voralpen und Mittelgebirge

Diatomeentyp	n	Minimum	Median	Maximum	90-Perzentil
D 1.1 Alpen- und Voralpenseen mit Volumenentwicklung > 0,4	301	-1,00	0,40	1,00	0,90
D 1.2 Alpen- und Voralpenseen mit Volumenentwicklung < 0,4	76	-0,88	-0,36	0,50	0,11
D 2 Kalkarme Seen der Mittelgebirge	21	-0,78	0,82	1,00	1,00
D 13.1 Geschichteter See mit einer Verweilzeit über zehn Jahren	54	-1,00	-0,72	1,00	0,67
D 13.2 Geschichteter See mit einer Verweilzeit zwischen zehn Jahren und einem Jahr (P-limitiert)	37	-0,89	-0,69	1,00	0,69
D 10.1 Geschichteter See mit einer Verweilzeit zwischen zehn Jahren und einem Jahr (P-limitiert)	60	-1,00	-0,48	1,00	0,78
D 10.2 Geschichteter See mit einer Verweilzeit unter einem Jahr (N-limitiert)	48	-0,78	0,16	1,00	1,00
D 11 Ungeschichteter See mit einer Verweilzeit über 30 Tagen	62	-1,00	0,16	1,00	1,00
D 12 Flussee mit einer Verweilzeit unter 30 Tagen	35	-0,82	0,00	1,00	1,00

5.2.5 Anwendung der neuen Bewertung Diatomeen auf den Projektdatensatz

Das veränderte Bewertungsverfahren wurde auf den Projektdatensatz angewendet, die Ergebnisse sind in Tabelle 22 aufgelistet. Für einige künstliche Gewässer wurden die Einzelmodule der Diatomeenbewertung berechnet, aber keine Ökologische Zustandsklasse ausgewiesen. Das Verfahren eignet sich bis zum jetzigen Zeitpunkt nicht für künstliche oder erheblich veränderte Wasserkörper. Seen des Typs 14 nach MATHES et al. (2000) sind zur Zeit nicht bewertbar. Der Trophieindex wurde hier ohne Wertung im Sinne der WRRL ausgewiesen.

Tabelle 22: Bewertungsergebnisse Teilmodul Diatomeen. PrStNr.: Probestellennummer; Typ D: Diatomeentyp; RAQ: Referenzartenquotient; ÖZK D: Ökologische Zustandsklasse ermittelt aus den Ergebnissen des Teilmoduls Diatomeen.

PrStNr	Gewässername	Probestelle	D-Typ	Befund Nr	RAQ	TI	DI	ÖZK	sicher
50416	Aiterb. Winkel (Chiemsee)	Nordostufer von AW4	1.1	51172	0,56	2,17	0,74	2	ja
50415	Aiterb. Winkel (Chiemsee)	Nordostufer zwischen Badestegen	1.1	51167	0,14	3,25	0,50	3	ja
50417	Aiterb. Winkel (Chiemsee)	Nordufer, Stegende	1.1	51168	0,62	2,12	0,76	2	ja
50412	Aiterb. Winkel (Chiemsee)	Nordwestufer zwischen Bootsstegen	1.1	51169	0,40	2,17	0,70	2	ja
50413	Aiterb. Winkel (Chiemsee)	Suedufer, Freibad	1.1	51170	-0,33	3,55	0,35	3	ja
50414	Aiterb. Winkel (Chiemsee)	Westufer, bei Bank Luecke im Roehricht	1.1	51171	0,33	2,64	0,63	2	ja
50408	Alpsee b. Fuessen	Nordufer Mitte	1.1	51173	1,00	1,71	0,91	1	ja
50407	Alpsee b. Fuessen	Nordufer oestliche Bucht	1.1	51174	1,00	1,70	0,91	1	ja
50409	Alpsee b. Fuessen	Nordufer westlich	1.1	51175	0,88	1,75	0,88	1	ja
50406	Alpsee b. Fuessen	Suedufer oestliche Mitte	1.1	51176	0,60	2,16	0,76	2	ja
50467	Alpsee b. Fuessen	Suedwestufer bei Marienruh	1.1	51177	1,00	1,90	0,89	1	nein
50438	Alpsee b. Fuessen	Westufer Mitte	1.1	51178	1,00	1,70	0,91	1	ja
50421	Chiemsee	Chieming, 50 m vor noerdlichem Ortsende	1.1	51190	0,10	2,29	0,61	2	ja
50453	Chiemsee	Gstadt	1.1	51189	0,71	1,98	0,81	2	ja
50455	Chiemsee	Naehe Feldwies	1.1	51188	-0,39	3,67	0,32	3	ja
50454	Chiemsee	Prien, vor Hotel Reinhart	1.1	51187	0,11	3,28	0,49	3	nein
50452	Chiemsee	Seebruck nach Klinik Jander	1.1	51185	0,00	2,69	0,54	3	ja
50451	Chiemsee	zwischen Chieming und Stoettham	1.1	51186	0,60	1,97	0,78	2	ja
50468	Gr. Alpsee b. Immenst.	Nordufer oestlich	1.1	51196	0,29	2,05	0,69	2	ja
50458	Gr. Alpsee b. Immenst.	Nordufer westlich, Bucht bei Bahn und Strasse	1.1	51191	0,29	2,89	0,58	2	ja
50456	Gr. Alpsee b. Immenst.	Ostufer Bad	1.1	51192	-0,24	3,43	0,39	3	ja
50460	Gr. Alpsee b. Immenst.	Suedufer, noerdlich Gschwend	1.1	51193	-0,33	3,31	0,38	3	ja
50461	Gr. Alpsee b. Immenst.	Suedufer, nw Rieder	1.1	51194	-0,67	4,05	0,20	4	ja
50449	Gr. Alpsee b. Immenst.	Westufer, suedwestliche Bucht	1.1	51195	-0,25	2,04	0,56	3	nein
50411	Grosser Ostersee	Nordostufer, Badebereich	1.1	51198	0,74	2,23	0,78	2	ja
50422	Grosser Ostersee	Ostufer; bei Schild Badeverbot	1.1	51202	0,86	1,90	0,85	1	ja
50423	Grosser Ostersee	Sueden, Badebereich suedlich von Bruecke	1.1	51197	0,43	2,34	0,69	2	ja
50418	Grosser Ostersee	Suedwestufer, Roehrichtbereich	1.1	51199	0,73	2,14	0,79	2	ja
50429	Grosser Ostersee	Suedwestufer, Wald	1.1	51200	0,44	2,80	0,64	2	ja
50420	Grosser Ostersee	Westufer, Wald 200 m suedlich von Zugang zu Lauterbacher Muehle	1.1	51201	0,33	3,14	0,57	3	ja
50394	Woerthsee	Ostufer in Steinebach zw. den Stegen 2119 und 2120	1.1	51228	0,38	2,54	0,65	2	ja
50395	Woerthsee	Ostufer, bei Gemeindegrenze Steinebach – Hechendorf	1.1	51229	0,86	1,83	0,86	1	ja
50396	Woerthsee	Suedufer, Gem. Hechendorf	1.1	51230	0,77	1,88	0,83	1	ja
50397	Woerthsee	Westufer, Bachern,	1.1	51231	0,66	1,88	0,80	2	ja
50398	Woerthsee	Westufer, Ostseite	1.1	51232	0,70	1,95	0,81	2	ja

PrStNr	Gewässername	Probestelle	D-Typ	Befund Nr	RAQ	TI	DI	ÖZK	sicher
		Insel							
50399	Woerthsee	Westufer, Walchstadt,	1.1	51227	0,57	2,14	0,75	2	ja
50427	Pelhamer See	Nordufer, Bruchwald/Roehricht	1.2	51204	-0,18	3,06	0,45	2	ja
50428	Pelhamer See	Ostufer, noerdlich von Waldrand	1.2	51205	-0,24	3,19	0,42	3	ja
50402	Pelhamer See	Ostufer, im Wald	1.2	51206	-0,09	2,78	0,50	2	ja
50424	Pelhamer See	Ostufer, zw. DLRG Haus und Badesteg	1.2	51207	-0,47	3,79	0,28	3	ja
50426	Pelhamer See	Suedufer, 50m oestlich von Hochsitz	1.2	51208	0,06	2,35	0,60	2	ja
50425	Pelhamer See	Suedufer, b. Parkplatz mit Slipanlage	1.2	51203	-0,50	3,74	0,28	3	ja
50405	Waginger See	Angerpoint Badestelle	1.2	51221	-0,86	4,00	0,16	4	ja
50404	Waginger See	Buchwinkel b. Bootssteg	1.2	51222	-0,82	4,10	0,16	4	nein
50403	Waginger See	Kuehnhausen Badestelle/Bootsanleger	1.2	51223	-1,00	4,22	0,10	4	ja
50392	Waginger See	Lampoding kl. Bucht	1.2	51224	-0,16	2,51	0,52	2	ja
50410	Waginger See	Tettenhausen, Gut Horn	1.2	51225	-0,73	4,06	0,18	4	ja
50401	Waginger See	Wolkersdorf Ufervorsprung	1.2	51226	-0,73	4,08	0,18	4	ja
20088	Ahrensee	1 Nordwestufer	10.1	11088	-0,67	2,93	0,35	3	ja
20089	Ahrensee	2 Nordufer Mitte	10.1	11089	-0,09	2,68	0,54	3	nein
20090	Ahrensee	3 Ostende	10.1	11090	0,00	2,27	0,64	2	nein
20055	Cambser See	1 nördlich Langenbrütz	10.1	11055	-0,40	3,00	0,40	3	nein
20056	Cambser See	2 Zittow	10.1	11056	-0,40	2,90	0,42	3	nein
20057	Cambser See	3 südlich Kleefeld	10.1	11057	-0,60	3,38	0,27	4	nein
20047	Groß Labenzer See	1 Südlicher Teil; Westufer	10.1	11047	0,75	2,41	0,80	1	nein
20048	Groß Labenzer See	2 Nördlicher Teil; Südufer	10.1	11048	0,09	2,88	0,55	3	nein
20049	Groß Labenzer See	3 Nördlich Groß Labenz	10.1	11049	0,11	2,95	0,54	3	nein
20005	Großdöllner See	1 Südostufer Mitte	10.1	11005	0,71	2,56	0,76	2	nein
20006	Großdöllner See	2 Nordwestufer; nördlich der Mitte	10.1	11006	0,50	2,52	0,72	2	ja
20010	Küstrinsee	1 Schreibermühle	10.1	11010	0,40	2,59	0,68	2	nein
20010	Küstrinsee	1 Schreibermühle	10.1	11010	0,40	2,59	0,68	2	nein
20011	Küstrinsee	2 östlich Küstrinchen	10.1	11011	-0,41	3,03	0,39	3	ja
20011	Küstrinsee	2 östlich Küstrinchen	10.1	11011	-0,41	3,03	0,39	3	ja
20012	Küstrinsee	3 Bucht im Norwesten	10.1	11012	-0,85	3,29	0,23	4	ja
20012	Küstrinsee	3 Bucht im Norwesten	10.1	11012	-0,85	3,29	0,23	4	ja
20022	Platkowsee	1	10.1	11022	-0,60	3,00	0,35	3	ja
20023	Platkowsee	2	10.1	11023	-0,53	3,14	0,34	3	ja
20077	Ratzeburger See	1 südlich Stünkamp	10.1	11077	-0,87	3,50	0,18	4	ja
20078	Ratzeburger See	2 Römnitz	10.1	11078	-0,82	3,52	0,19	4	nein
20008	Straussee	1 südliches Westufer	10.1	11008	-0,20	2,78	0,49	3	nein
20009	Straussee	2 Südliches Ostufer	10.1	11009	-0,29	2,87	0,45	3	ja
20000	Twernsee	1 Ostufer	10.1	11000	0,90	1,56	0,98	1	ja
20001	Twernsee	2 Ostufer; ca 400m Nördlich Transekt 1	10.1	11001	1,00	2,13	0,92	1	ja
20015	Bötzsee	1 Ostufer Mitte	10.2	11015	0,78	2,65	0,86	1	ja
20016	Bötzsee	2 Westufer Mitte	10.2	11016	0,85	2,45	0,92	1	ja
20013	Fährsee	1 zw. Fährkrug u. Seehof	10.2	11013	1,00	3,03	0,84	1	nein
20014	Fährsee	2 Laatz	10.2	11014	-0,20	3,12	0,52	3	nein
20079	Großer Küchensee	1 Ostufer, Ratzeburg	10.2	11079	0,00	2,96	0,61	2	nein
20080	Großer Küchensee	2 Waldesruh	10.2	11080	0,14	3,03	0,63	2	nein
20019	Schwanssee	1 Ostufer uh Leeskow	10.2	11019	0,64	2,51	0,85	1	ja
20020	Schwanssee	2 Westufer uh	10.2	11020	0,80	2,08	0,95	1	ja

PrStNr	Gewässername	Probestelle	D-Typ	Befund Nr	RAQ	TI	DI	ÖZK	sicher
		Leeskow							
20020	Schwansee	2 Westufer unterhalb Leeskow	10.2	11021	0,60	2,58	0,83	1	ja
20017	Storkower See	1 Dahmsdorf	10.2	11017	0,25	3,02	0,66	2	ja
20018	Storkower See	2 Hubertushöhe	10.2	11018	0,71	3,06	0,77	2	nein
20081	Tresdorfer See	1 nördliches Westufer	10.2	11081	-0,67	3,48	0,34	3	ja
20082	Tresdorfer See	2 Westufer bei Hügelgrab	10.2	11082	0,00	3,04	0,59	2	nein
20083	Tresdorfer See	3 nördliches Ostufer	10.2	11083	0,33	3,27	0,63	2	nein
20084	Westensee	1 nördlich Hochfeld	10.2	11084	-0,64	3,37	0,36	3	ja
20085	Westensee	2 östlich Resenis	10.2	11085	-0,54	3,33	0,40	3	ja
20086	Westensee	3 Felde, Grieshus	10.2	11086	-0,64	3,36	0,37	3	ja
20087	Westensee	4 Gut zw. Westensee und Langniß	10.2	11087	-0,71	3,61	0,30	4	nein
20030	Schlabornsee	1 Reiherholz	11.1	11030	0,00	2,84	0,58	2	ja
20031	Schlabornsee	2 östlich Kanal zu Dolgensee	11.1	11031	0,43	2,66	0,72	2	nein
20028	Vielitzsee	1 westlich Seebeck	11.1	11028	0,25	2,76	0,66	2	ja
20029	Vielitzsee	2 Vielitz	11.1	11029	1,00	1,77	1,00	1	nein
20024	Vordersee bei Obersdorf	1 Nordwestufer	11.1	11024	-0,33	3,01	0,46	3	nein
20025	Vordersee bei Obersdorf	2 Osten der mittleren Insel	11.1	11025	-0,67	3,56	0,27	4	ja
20065	Müritz, Kl. Müritz	1 nordöstlich Brücke B198	11.2	11065	0,60	3,08	0,68	2	nein
20066	Müritz, Kl. Müritz	2 Ostufer; Bootshäuser	11.2	11066	1,00	2,60	0,88	1	nein
20067	Müritz, Kl. Müritz	3 Bucht im Norosten	11.2	11067	0,20	3,45	0,51	3	nein
20068	Müritz, Kl. Müritz	4 Nordufer	11.2	11068	0,50	2,80	0,71	2	nein
20069	Müritz, Kl. Müritz	5 nördlich Vipperow	11.2	11069	1,00	2,83	0,83	1	nein
20060	Müritz, Röbbeler Bucht	1 Ostufer	11.2	11060	-0,20	3,59	0,38	3	nein
20061	Müritz, Röbbeler Bucht	2 Röbel	11.2	11061	-0,50	3,16	0,39	3	nein
20026	Oberpfuhl	1 Lychen, vor Freilichtbühne	11.2	11026	-0,43	3,04	0,43	3	nein
20027	Oberpfuhl	2 Südliches Ostufer	11.2	11027	0,71	2,51	0,82	1	nein
20052	Grosser Sternberger See	1 nördlich Sternberg	12	11052	1,00	2,85	0,93	1	nein
20053	Grosser Sternberger See	2 südlich Kamm	12	11053	1,00	3,00	0,90	1	nein
20054	Grosser Sternberger See	3 nordwestlich Voßberg	12	11054	1,00	3,04	0,89	1	nein
20058	Trenntsee	1 Westufer	12	11058	1,00	3,27	0,84	1	nein
20059	Trenntsee	2 Nordostufer	12	11059	1,00	2,59	0,98	1	nein
20050	Woezer See	1 Südwestufer	12	11050	0,78	2,93	0,86	1	ja
20051	Woezer See	2 Nordostufer	12	11051	1,00	2,12	1,00	1	nein
20091	Grosser Plöner See	3 Sepel	13.2	11091	-0,83	3,26	0,24	4	ja
20092	Grosser Plöner See	4 westlich von Sepel	13.2	11092	-0,50	3,05	0,36	3	ja
20070	Haussee Feldberg	1 nordöstlich Grabenwerder	13.2	11070	-0,81	3,10	0,28	4	ja
20071	Haussee Feldberg	2 nördlich Luzinkanal	13.2	11071	-0,67	2,94	0,34	3	ja
20072	Haussee Feldberg	3 nördlich Seerosenkanal	13.2	11072	-0,33	2,95	0,43	3	ja
20073	Haussee Feldberg	4 Südwestufer	13.2	11073	-0,86	3,38	0,21	4	ja
20074	Haussee Feldberg	5 Halbinsel bei Ziegettberg	13.2	11074	-0,62	3,28	0,29	4	ja
20003	Liepnitzsee	1 westliches Nordufer	13.2	11003	-0,78	3,07	0,29	4	ja
20004	Liepnitzsee	2 südwestufer	13.2	11004	-0,77	3,09	0,29	4	ja
20033	Grosser Tietzensee	1 Nordostufer	14	11033		2,71		n.b.	
20034	Grosser Tietzensee	2 Ostufer	14	11034		2,33		n.b.	
20035	Grosser Tietzensee	3 Spitze der Halbinsel	14	11035		2,60		n.b.	

PrStNr	Gewässername	Probestelle	D-Typ	Befund Nr	RAQ	TI	DI	ÖZK	sicher
20062	Müritz, Außenmüritz	3 nördlich Gotthun	14	11062		2,84		n.b.	
20063	Müritz, Außenmüritz	4 Sietower Bucht	14	11063		2,70		n.b.	
50466	Altmuehlsee	Nordostufer Natur	k	51181	-1,00	4,54	0,06		ja*
50464	Altmuehlsee	Nordostufer, oestlich von Segelhafen	k	51182	-1,00	4,66	0,04		ja*
50463	Altmuehlsee	Seezentrum Schlungenhof,	k	51184	-1,00	4,63	0,05		ja*
50459	Altmuehlsee	Seezentrum Wald	k	51179	-1,00	4,65	0,04		ja*
50440	Altmuehlsee	Suedwestufer, ggueb. Vogelinsel	k	51180	-0,92	4,65	0,06		ja*
50465	Altmuehlsee	Vogelinsel, oestlich von Lehrpfad	k	51183	-1,00	4,48	0,07		ja*
50443	Steinberger See	Nordostufer bei Botsverleih	k	51213	0,33	1,90	0,72		nein**
50447	Steinberger See	Nordufer, b. Segelclub	k	51214	1,00	1,88	0,89		nein**
50450	Steinberger See	Ostufener, 200 m noerdlich BRK Haus	k	51212	0,20	1,82	0,70		nein**
50444	Steinberger See	Suedufer	k	51211	1,00	1,90	0,89		nein**
50445	Steinberger See	Suedwestufer	k	51210	1,00	1,91	0,89		nein**
50446	Steinberger See	Westufer, suedwestl. Segelschule	k	51209	1,00	1,90	0,89		nein**
50430	TWT Frauenau	Nordufer	k	51215	0,20	1,51	0,74		nein**
50441	TWT Frauenau	Nordufer Mitte	k	51219	0,33	1,51	0,77		nein**
50439	TWT Frauenau	Nordufer, 100 m westlich von Zufluss	k	51220	-0,20	1,53	0,63		nein**
50437	TWT Frauenau	Suedufer	k	51218	0,00	1,51	0,69		nein**
50448	TWT Frauenau	Suedufer Mitte, 100m westlich von Bach	k	51217	0,33	1,52	0,77		nein**
50436	TWT Frauenau	Suedufer, 15m von Staumauer entfernt	k	51216	0,33	1,52	0,77		nein**

* RAQ berechnet wie D-Typ 1.2

**RAQ berechnet wie D-Typ 1.1

5.3 Anwendung der neuen Gesamtbewertung

Für diejenigen Stellen, an welchen beide Teilbiokomponenten, Makrophyten und Phytobenthos, untersucht wurden, ist das Ergebnis der veränderten Gesamtbewertung in Tabelle 23 aufgeführt. Stellen für die nur eine Teilkomponente erhoben werden konnte sind in Tabelle 21 und Tabelle 22 zu finden.

Tabelle 23: Anwendung der veränderten Bewertung mit der Biokomponente Makrophyten & Phytobenthos. PrStNr: Probestellennummer; Typ D: biozönotischer Typ Diatomeen; Typ M: biozönotischer Typ Makrophyten; ÖZ D: Ökologischer Zustand Teilmodul Diatomeen; ÖZ M: Ökologischer Zustand Teilmodul Makrophyten; D: Berücksichtigung des Teilmoduls Diatomeen bei der Ermittlung des Ökologischen Zustandes Makrophyten & Phytobenthos; M: Berücksichtigung des Teilmoduls Makrophyten bei der Ermittlung des Ökologischen Zustandes Makrophyten & Phytobenthos; ÖZ M&P: Ökologische Zustandsklasse der Biokomponente Makrophyten und Phytobenthos.

PrStNr	Gewässername	Probestelle	Typ D	Typ M	D sicher	Msicher	ÖZ D	ÖZ M	D	M	M&P _{Seen}	ÖZ M&P
50408	Alpsee b. Fuessen	Nordufer Mitte	1.1	AK(s)	ja	ja	1	1	x	x	0,95	1
50407	Alpsee b. Fuessen	Nordufer oestl. Bucht	1.1	AK(s)	ja	ja	1	1	x	x	0,95	1
50409	Alpsee b. Fuessen	Nordufer westlich	1.1	AK(s)	ja	ja	1	1	x	x	0,92	1
50406	Alpsee b. Fuessen	Suedufer oestl. Mitte	1.1	AK(s)	ja	ja	2	1	x	x	0,87	1
50438	Alpsee b. Fuessen	Westufer Mitte	1.1	AK(s)	ja	ja	1	1	x	x	0,94	1

PrStNr	Gewässername	Probestelle	Typ D	Typ M	D sicher	Msicher	ÖZ D	ÖZ M	D	M	M&P _{seen}	ÖZ M&P
50421	Chiemsee	Chieming, 50 m vor noerdlichem Ortsende	1.1	AK(s)	ja	ja	2	3	x	x	0,51	3
50453	Chiemsee	Gstadt	1.1	AK(s)	ja	ja	2	2	x	x	0,72	2
50455	Chiemsee	Naehe Feldwies,	1.1	AK(s)	ja	ja	3	3	x	x	0,32	3
50454	Chiemsee	Prien, Hotel Reinhart	1.1	AK(s)	nein	ja	3	2		x	0,61	2
50452	Chiemsee	Seebruck nach Klinik	1.1	AK(s)	ja	ja	3	2	x	x	0,57	2
50451	Chiemsee	zwischen Chieming und Stoettham	1.1	AK(s)	ja	ja	2	2	x	x	0,69	2
50468	Gr. Alpsee b. Immenst.	Nordufer oestlich	1.1	AK(s)	ja	ja	2	3	x	x	0,53	3
50458	Gr. Alpsee b. Immenst.	Nordufer westlich,	1.1	AK(s)	ja	ja	2	3	x	x	0,50	3
50456	Gr. Alpsee b. Immenst.	Ostufer Bad	1.1	AK(s)	ja	ja	3	3	x	x	0,35	3
50460	Gr. Alpsee b. Immenst.	Suedufer, noerdlich Gschwend	1.1	AK(s)	ja	ja	3	3	x	x	0,44	3
50461	Gr. Alpsee b. Immenst.	Suedufer, nw Rieder	1.1	AK(s)	ja	ja	4	3	x	x	0,25	4
50449	Gr. Alpsee b. Immenst.	Westufer, suedwestliche Bucht	1.1	AK(s)	nein	ja	3	3		x	0,41	3
50411	Grosser Ostersee	Nordostufer, Badebereich	1.1	AK(s)	ja	ja	2	3	x	x	0,64	2
50422	Grosser Ostersee	Ostufer; bei Schild Badeverbot	1.1	AK(s)	ja	nein	1	3	x		0,85	1
50423	Grosser Ostersee	Sueden, Badebereich suedlich von Bruecke	1.1	AK(s)	ja	nein	2	2	x		0,69	2
50418	Grosser Ostersee	Suedwestufer, Roehrichtbereich	1.1	AK(s)	ja	nein	2	0	x		0,79	2
50429	Grosser Ostersee	Suedwestufer, Wald	1.1	AK(s)	ja	nein	2	1	x		0,64	2
50420	Grosser Ostersee	Westufer, suedl. Zugang zu Lauterbacher Muehle	1.1	AK(s)	ja	nein	3	2	x		0,57	3
50394	Woerthsee	Ostufer in Steinebach	1.1	AK(s)	ja	nein	2	3	x		0,65	2
50395	Woerthsee	Ostufer, b. Grenze. Steineb./Hechendorf	1.1	AK(s)	ja	ja	1	2	x	x	0,70	2
50396	Woerthsee	Suedufer, Hechendorf	1.1	AK(s)	ja	nein	1	4	x		0,83	1
50397	Woerthsee	Westufer, Bachern,	1.1	AK(s)	ja	ja	2	3	x	x	0,65	2
50398	Woerthsee	Westufer, Ostseite Insel	1.1	AK(s)	ja	nein	2	3	x		0,81	2
50399	Woerthsee	Westufer, Walchstadt,	1.1	AK(s)	ja	nein	2	3	x		0,75	2
50416	Aiterb. Winkel (Chiemsee)	Nordostufer von AW4	1.1	Akp	ja	ja	2	2	x	x	0,71	2
50415	Aiterb. Winkel (Chiemsee)	Nordostufer zwischen Badestegen	1.1	Akp	ja	ja	3	3	x	x	0,46	3
50417	Aiterb. Winkel (Chiemsee)	Nordufer, Stegende	1.1	Akp	ja	ja	2	3	x	x	0,57	2
50412	Aiterb. Winkel (Chiemsee)	Nordwestufer zwischen Bootsstegen	1.1	Akp	ja	ja	2	2	x	x	0,64	2
50413	Aiterb. Winkel (Chiemsee)	Suedufer, Freibad	1.1	Akp	ja	ja	3	2	x	x	0,44	3
50414	Aiterb. Winkel (Chiemsee)	Westufer, bei Bank Luecke im Roehricht	1.1	Akp	ja	ja	2	2	x	x	0,59	2
50427	Pelhamer See	Nordufer, Bruchwald/Roehricht	1.2	AK(s)	ja	ja	2	3	x	x	0,47	2
50428	Pelhamer See	Ostufer, noerdlich Waldrand	1.2	AK(s)	ja	ja	3	3	x	x	0,46	3
50424	Pelhamer See	Ostufer, Zw. DLRG Haus und Badesteg	1.2	AK(s)	ja	ja	3	3	x	x	0,39	3
50425	Pelhamer See	Suedufer, b. Parkplatz mit Slipanlage	1.2	AK(s)	ja	ja	3	3	x	x	0,39	3
50392	Waginger See	Lampoding kl. Bucht	1.2	AK(s)	ja	-	2	0	x		0,52	2
50410	Waginger See	Tettenhausen, Gut Horn	1.2	AK(s)	ja	ja	4	3	x	x	0,27	3
50401	Waginger See	Wolkersdorf Ufervorsprung	1.2	AK(s)	ja	-	4	0	x		0,18	4
20055	Cambser See	1 nördlich Langenbrütz	10.1	TKg10	nein	ja	3	3		x	0,42	3

PrStNr	Gewässername	Probestelle	Typ D	Typ M	D sicher	Msicher	ÖZ D	ÖZ M	D	M	M&P _{Seen}	ÖZ M&P
20056	Cambser See	2 Zittow	10.1	TKg10	nein	nein	3	5			-	
20057	Cambser See	3 südlich Kleefeld	10.1	TKg10	nein	nein	4	5			-	
20047	Groß Labenzer See	1 Südlicher Teil; Westufer	10.1	TKg10	nein	ja	1	3		x	0,29	3
20048	Groß Labenzer See	2 Nördlicher Teil; Südufer	10.1	TKg10	nein	ja	3	3		x	0,5	3
20049	Groß Labenzer See	3 Nördlich Groß Labenz	10.1	TKg10	nein	nein	3	3			-	
20005	Großdöllner See	1 Südostufer Mitte	10.1	TKg10	nein	ja	2	3		x	0,47	3
20006	Großdöllner See	2 Nordwestufer; nördlich der Mitte	10.1	TKg10	ja	ja	2	3	x	x	0,6	2
20010	Küstrinsee	1 Schreibermühle	10.1	TKg10	nein	ja	2	3		x	0,36	3
20011	Küstrinsee	2 östlich Küstrinchen	10.1	TKg10	ja	ja	3	2	x	x	0,48	3
20012	Küstrinsee	3 Bucht im Norwesten	10.1	TKg10	ja	ja	4	2	x	x	0,38	3
20077	Ratzeburger See	1 südlich Stünkamp	10.1	TKg10	ja	ja	4	3	x	x	0,32	3
20078	Ratzeburger See	2 Römnitz	10.1	TKg10	nein	ja	4	3		x	0,47	3
20008	Straussee	1 südliches Westufer	10.1	TKg10	nein	ja	3	1		x	0,88	1
20009	Straussee	2 Südliches Ostufer	10.1	TKg10	ja	ja	3	2	x	x	0,58	2
20000	Twernsee	1 Ostufer	10.1	TKg10	ja	ja	1	2	x	x	0,81	1
20001	Twernsee	2 Ostufer; ca 400m Nördlich Transekt 1	10.1	TKg10	ja	ja	1	1	x	x	0,85	1
20088	Ahrensee	1 Nordwestufer	10.1	TKg13	ja	ja	3	3	x	x	0,4	3
20089	Ahrensee	2 Nordufer Mitte	10.1	TKg13	nein	ja	3	3		x	0,47	3
20090	Ahrensee	3 Ostende	10.1	TKg13	nein	ja	2	3		x	0,32	3
20010	Küstrinsee	1 Schreibermühle	10.1	TKg13	nein	ja	2	3		x	0,49	3
20011	Küstrinsee	2 östlich Küstrinchen	10.1	TKg13	ja	ja	3	2	x	x	0,5	3
20012	Küstrinsee	3 Bucht im Norwesten	10.1	TKg13	ja	ja	4	3	x	x	0,35	3
20022	Platkowsee	1	10.1	TKp	ja	nein	3	2	x		0,35	3
20023	Platkowsee	2	10.1	TKp	ja	ja	3	1	x	x	0,66	2
20015	Bötzsee	1 Ostufer Mitte	10.2	TKg10	ja	ja	1	3	x	x	0,61	2
20016	Bötzsee	2 Westufer Mitte	10.2	TKg10	ja	ja	1	2	x	x	0,83	1
20013	Fährsee	1 zw. Fährkrug und Seehof	10.2	TKg10	nein	ja	1	3		x	0,32	3
20014	Fährsee	2 Laatz	10.2	TKg10	nein	ja	3	3		x	0,5	3
20079	Gr. Küchensee	1 Ostufer, Ratzeburg	10.2	TKg10	nein	ja	2	3		x	0,36	3
20080	Gr. Küchensee	2 Waldesruh	10.2	TKg10	nein	ja	2	3		x	0,27	3
20019	Schwansee	1 Ostufer unterhalb Leeskow	10.2	TKg10	ja	ja	1	3	x	x	0,67	2
20020	Schwansee	2 Westufer unterhalb Leeskow	10.2	TKg10	ja	ja	1	3	x	x	0,73	2
20017	Storkower See	1 Dahmsdorf	10.2	TKg10	ja	ja	2	3	x	x	0,56	2
20018	Storkower See	2 Hubertushöhe	10.2	TKg10	nein	ja	2	3		x	0,37	3
20081	Tresdorfer See	1 nördliches Westufer	10.2	TKg10	ja	nein	3	3	x		0,34	3
20082	Tresdorfer See	2 Westufer bei Hügelgrab	10.2	TKg10	nein	ja	2	3		x	0,44	3
20083	Tresdorfer See	3 nördliches Ostufer	10.2	TKg10	nein	-	2	0			-	
20084	Westensee	1 nördlich Hochfeld	10.2	TKp	ja	ja	3	3	x	x	0,32	3
20085	Westensee	2 östlich Resenis	10.2	TKp	ja	ja	3	2	x	x	0,5	3
20086	Westensee	3 Felde, Grieshus	10.2	TKp	ja	ja	3	2	x	x	0,44	3
20087	Westensee	4 Gut zw. Westensee und Langniß	10.2	TKp	nein	ja	4	2		x	0,56	2
20030	Schlabornsee	1 Reiherholz	11.1	TKp	ja	ja	2	1	x	x	0,69	2
20031	Schlabornsee	2 östlich Kanal zu Dolgensee	11.1	TKp	nein	nein	2	3			-	
20028	Vielitzsee	1 westlich Seebeck	11.1	TKp	ja	nein	2	5	x		0,66	2
20029	Vielitzsee	2 Vielitz	11.1	TKp	nein	nein	1	5			-	
20024	Vordersee bei Obersdorf	1 Nordwestufer	11.1	TKp	nein	ja	3	4		x	0,23	4

PrStNr	Gewässername	Probestelle	Typ D	Typ M	D sicher	Msicher	ÖZ D	ÖZ M	D	M	M&P _{seen}	ÖZ M&P
20025	Vordersee bei Obersdorf	2 Osten der mittleren Insel	11.1	TKp	ja	ja	4	3	x	x	0,33	3
20065	Müritz, Kl. Müritz	1 nordöstlich Brücke B198	11.2	TKp	nein	nein	2	5			-	
20066	Müritz, Kl. Müritz	2 Ostufer; Bootshäuser	11.2	TKp	nein	ja	1	3		x	0,5	3
20067	Müritz, Kl. Müritz	3 Bucht im Norosten	11.2	TKp	nein	ja	3	4		x	0,25	4
20068	Müritz, Kl. Müritz	4 Norufer	11.2	TKp	nein	nein	2	5			-	
20069	Müritz, Kl. Müritz	5 nördlich Vipperow	11.2	TKp	nein	nein	1	5			-	
20060	Müritz, Röbbeler Bucht	1 Ostufer	11.2	TKp	nein	nein	3	5			-	
20026	Oberpfuhl	1 Lychen, vor Freilichtbühne	11.2	TKp	nein	ja	3	2		x	0,58	2
20027	Oberpfuhl	2 Südliches Ostufer	11.2	TKp	nein	ja	1	2		x	0,58	2
20058	Trenntsee	1 Westufer	12	TKp	nein	ja	1	3		x	0,39	3
20059	Trenntsee	2 Nordostufer	12	TKp	nein	nein	1	5			-	
20050	Woezer See	1 Südwestufer	12	TKp	ja	nein	1	3	x		0,86	1
20051	Woezer See	2 Nordostufer	12	TKp	nein	nein	1	5			-	
20070	Haussee Feldberg	1 nordöstlich Grabenwerder	13.2	TKg13	ja	ja	4	3	x	x	0,39	3
20071	Haussee Feldberg	2 nördlich Luzinkanal	13.2	TKg13	ja	ja	3	3	x	x	0,42	3
20072	Haussee Feldberg	3 nördlich Seerosenkanal	13.2	TKg13	ja	nein	3	3	x		0,43	3
20073	Haussee Feldberg	4 Südwestufer	13.2	TKg13	ja	ja	4	3	x	x	0,28	4
20074	Haussee Feldberg	5 Halbinsel bei Ziegettberg	13.2	TKg13	ja	nein	4	3	x		0,29	4
20003	Liepnitzsee	1 westliches Nordufer	13.2	TKg10	ja	ja	4	3	x	x	0,39	3
20004	Liepnitzsee	2 südwestufer	13.2	TKg10	ja	ja	4	2	x	x	0,42	3
50466	Altmuehlsee	Nordostufer Natur	k	AK(s)	ja	nein		5	x		0,06	4
50440	Altmuehlsee	Suedwestufer, ggenueber Vogelinsel	k	AK(s)	ja	nein		5	x		0,06	4
50443	Steinberger See	Nordostufer bei Botsverleih	k	k	nein	ja		2		x	0,52	2
50447	Steinberger See	Nordufer, bei Segelclub	k	k	nein	ja		3		x	0,50	3
50450	Steinberger See	Ostufufer, 200 m noerdlich von BRK Haus	k	k	nein	ja		3		x	0,53	2
50444	Steinberger See	Suedufer	k	k	nein	ja		2		x	0,71	2
50445	Steinberger See	Suedwestufer	k	k	nein	ja		3		x	0,49	3
50446	Steinberger See	Westufer, 100 m sued-westl. Segelschule	k	k	nein	ja		3		x	0,44	3

6 Bewertung eines See-Wasserkörpers

6.1 Einleitung

Vor dem Hintergrund der großen Anzahl der zu untersuchenden Gewässer entstand seitens der ausführenden Stellen in den einzelnen Ländern der Wunsch, anstelle einer flächenhaften Betauchung des gesamten Litorals (vgl. z. B. HÖSCH & BUHLE 1996, MELZER & SCHNEIDER 2001, SCHOLZE et al. 2003), detaillierte Untersuchungen lediglich an ausgewählten Probestellen (Transekten) vornehmen zu lassen (CEN TC 230/WG 2/TG 3/N72). Für die biologische Komponente „Makrophyten und Phytobenthos“ liegt ein entsprechendes Bewertungsverfahren für die Bewertung von Probestellen in natürlichen deutschen Seen bereits vor (Schaumburg et al. 2004). Da Seen in der Regel komplex sind und die Bewertungsergebnisse verschiedener Stellen innerhalb eines Gewässers stark variieren können (vgl. STELZER 2003, SCHAUMBURG et al. 2004), darf die Beurteilung eines einzigen Transektes nicht auf den gesamten See verallgemeinert werden. Im Rahmen des LAWA-Projektes „Bundesweiter Test: Bewertungsverfahren „Makrophyten & Phytobenthos“ in Seen zur Umsetzung der WRRL“ wurde anhand vorliegender Makrophytendaten ein konkreter Vorschlag für die Bewertung ganzer Seen unter Berücksichtigung folgender Fragestellungen erarbeitet:

- Wie viele Probestellen sind zu einer Bewertung eines Sees mindestens erforderlich?
- Nach welchen Kriterien sollen diese Stellen ausgewählt werden?
- Wie kann aus den Einzelbewertungen der Stellen eine Gesamtbewertung der Seen berechnet werden?

Exemplarisch wurden hierfür der Chiemsee (BY), der Starnbergersee (BY) sowie der Große Gollinsee (BB) ausgewählt. Entscheidend für die Auswahl waren möglichst detaillierte Informationen über die submersive Vegetation sowie das Ufer der Seen. Aus diesen Angaben konnte durch multivariate statistische Analysen überprüft werden, welche Uferfaktoren einen Einfluss auf die Ausprägung der submersen Vegetation haben. Die Ergebnisse liefern Anhaltspunkte über die nötigen Auswahlkriterien der zu untersuchenden Stellen. Durch den Kontrast zwischen zwei großen, vielseitig genutzten Seen und einem sehr viel kleineren, naturnahem See soll zudem die Spanne der benötigten Untersuchungseinheiten abgeschätzt werden.

6.2 Charakterisierung der ausgewählten Seen

An den drei ausgewählten Seen Chiemsee (Scholze et al. 2003), Starnberger See (Schorer et al. 2003) sowie Großer Gollinsee (Hösch & Buhle 1996) liegen Daten von Makrophytenkartierungen vor, die durch Betauchung des gesamten Litorals der Seen erhoben worden sind. Die Daten wurden vom Bayerischen Landesamt für Umwelt sowie vom Landesumweltamt Brandenburg zur Verfügung gestellt.

Über den Chiemsee sowie den Starnberger See lagen zudem detaillierte Informationen über das Ufer und das unmittelbare Umland (bis 20 m Entfernung vom Ufer) vor. Diese Daten waren

gemäß des in STELZER & SCHNEIDER (2001) vorgestellten Kartierbogens erhoben worden. Die Vegetation im Umfeld des Großen Gollinsees wurde von HÖSCH & BUHLE (1996) durch eine Biotopkartierung erfasst und beschrieben. Abschnittsbezogene Angaben zur Seemorphologie lagen nicht vor. Topographische Karten (CD-Atlas 25 GISCAD 1998 & 1998a, TOP 200 des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie 1998) geben jedoch einen Überblick über Form und Steilheit des Ufers.

Die ausgewählten Seen unterscheiden sich hinsichtlich Größe, Morphologie und Nutzung des Umlandes (Tabelle 1). Chiemsee wie auch Starnberger See sind als Extrembeispiele zu verstehen, die aufgrund ihrer Größe und der Vielseitigkeit der Ufermorphologie und Ufernutzung eine große Anzahl verschiedener möglicher Makrophytenhabitats bieten. Im Kontrast dazu steht der sehr viel kleinere Große Gollinsee, dessen Ufer vergleichsweise einheitlich ist.

Tabelle 24: Kenndaten der ausgewählten Seen (für Chiemsee und Starnberger See aus SCHAUMBURG 1996, SCHOLZE et al. 2003 und SCHORER et al. 2003, für den Großen Gollinsee aus HÖSCH & BUHLE 1996)

	Chiemsee	Starnberger See	Gr. Gollinsee
Bundesland	Bayern	Bayern	Brandenburg
Oberfläche	79,9 km ²	56,4 km ²	0,5 km ²
Uferlänge (m)	63,96 km	49,17km	4,98 km
Uferentwicklung	2,01	1,85	1,99
theoretische Wassererneuerungszzeit	1,3 Jahre	21 Jahre	k. A.
Trophie	mesotroph	mesotroph	mesotroph
Komplexität der Morphometrie	sehr hoch (flache und steile Ufer, stark ausgeprägte Buchten, Inseln)	hoch (flache und steile Ufer, langgestrecktes Seebecken mit wenig ausgeprägten Buchten, eine kl. Insel)	Gering (mäßig steile Ufer, keine Buchten oder Inseln)
Ufernutzung / -bewuchs	Sehr heterogen (Siedlungen, Häfen, Badestellen, Campingplätze, Wald, Röhricht)	Sehr heterogen (Siedlungen, Häfen, Badestellen, Campingplätze, Wald, Röhricht)	relativ homogen (Wald, Röhricht, eine Siedlung mit Badestelle im Norden)
Anzahl der Abschnitte	193	131	10
Anzahl der submers vorkommenden Arten	46	35	20

Der Chiemsee, mit knapp 80 km² Fläche oft als „Bayerisches Meer“ bezeichnet, liegt im äußersten Südosten Bayerns im Zentrum eines Jungmoränengebiets. Er hat eine maximale Tiefe von 73 m und ist im Sommer stabil geschichtet. Das Relief des Chiemsee-Grunds ist das lebhafteste aller Zungenbecken-Seen. Rücken und Hügel als eine Art unterseeischer Inseln gliedern das Gewässer in den großflächigen, östlichen Weitsee und den westlichen Insee mit Herren-, Kraut- und Fraueninsel. Er ist von einer vielfältigen Wald-, Moor-, Feld- und Wiesenlandschaft umgeben. Den größten der zahlreichen Zuflüsse stellt die Tiroler Ache im Süden des Sees dar. Das Ursiedlungsland am Nordufer bildet einen ausgeprägten Gegensatz zu den siedlungsfeindlichen Chiemsee-Mösern im Süden. Der Chiemsee ist sowohl als Naherholungsgebiet als auch für den Fremdenverkehr ein beliebtes Ausflugsziel. Zahlreiche Campingplätze und Bootshäfen stellen die auffälligsten Einrichtungen für Urlauber und Segler dar (HAMM et al. 1997). Seit 1967 stehen der gesamte See und seine Uferbereiche unter Landschaftsschutz. Das Mündungsdelta der Tiroler Ache wurde bereits 1954 zum Naturschutzgebiet erklärt (GOTH 1994).

Der Starnberger See liegt etwa 20 km südwestlich von München im bayerischen Voralpenland und ist von Moränenhügeln umgrenzt. Mit einer Fläche von 56 km² ist er der zweitgrößte See Bayerns. Das Ufer des langgezogenen, fast in Nord-Süd-Richtung ausgerichteten Starnberger Sees verläuft sehr gradlinig, eine Ausnahme bildet der Karpfenwinkel, eine Bucht südlich von Tutzing. An der Ostseite des Sees reicht der Moränenwall bis an die Uferlinie, dessen Hangneigung sich auch unter Wasser fort setzt. Auf Höhe der gegenüber liegenden Roseninsel, erreicht der See mit 128 m seine größte Tiefe. Im Gegensatz dazu steht die Morphologie des Süd-Endes, das bei der Entstehung des Sees von einer Gletscherzunge als flaches Becken ausgebildet wurde. Der See wird durch wenige, kleine Bäche sowie durch einen unbekanntem Grundwasseranteil gespeist. Durch die Nähe zur Großstadt München unterliegt der See einer starken und vielfältigen Nutzung (z.B. Fischerei, Baden, Surfen, Wasserski, Schifffahrt). Der Siedlungsschwerpunkt liegt am West- und Nordufer des Sees (SCHAUMBURG et al 1996).

Der im äußersten Nordosten Deutschlands gelegene Große Gollinsee ist ein 13 m tiefer im Sommer stabil geschichteter Rinnensee. Der grundwassergespeiste See hat keinen Abfluss. Er deckt eine Fläche 0,5 km² ab und misst einen Umfang von 4,9 km (GUG 1995 zit in. HÖSCH & BUHLE (1996)). Die einzige angrenzende Ortschaft (Gollin) sowie eine Badestelle liegen am Nordende des Sees. Am Westufer befindet sich ein seit 1993 verlassener russischer Gruppenübungsplatz mit ehemaligem Militärflughafen. Zwei Stegkonstruktionen, die die "Russenbadestelle" südlich und nördlich begrenzen, sind am verfallen. Seit September 1990 steht der gesamte See als Teil des Biosphärenreservates Schorfheide-Chorin unter Naturschutz (MAUERSBERGER & MAUERSBERGER 1996).

6.3 Methoden

6.3.1 Datenaufbereitung

6.3.1.1 Vegetationsdaten

In die Auswertungen gingen nur Angaben zu submersen und frei schwimmenden Arten sowie Schwimmblattpflanzen ein. Helophytische Arten, die nicht zur Bewertung des Ökologischen Zustandes nach SCHAUMBURG et al. (2004a) herangezogen werden, wurden nicht berücksichtigt.

Für alle Berechnungen war eine Umwandlung der angegebenen Pflanzenmengen (P) in Quantitäten (Q) notwendig. Die fünfstufige Kohler-Skala ist nicht linear, d.h. die Skalierung der Schätzwerte ist nicht metrisch, sondern ordinal. Die Werte können jedoch bei Bedarf über die Funktion $Q = P^3$ in ein metrisches Niveau überführt werden (KOHLER & JANAUER 1995), was nach MELZER (1988) eine gute Abschätzung der Makrophyten-Biomasse ergibt.

Für die Berechnung des Referenzindex nach SCHAUMBURG et al. (2004a) sowie für die Ähnlichkeitsanalysen einzelner Stellen, wurden Arten mit Vorkommen in unterschiedlichen Tiefenstufen entsprechend ihrer Tiefenverbreitung aufgeteilt. Funde einer Art aus verschiedenen Tiefen wurden wie Funde unterschiedlicher Arten behandelt (also Art A aus 0-1 m, Art A aus 1-2 m, u. s. w.).

6.3.1.2 Umweltdaten

Die sehr stark differenzierten Angaben zur **Uferbeschaffenheit** des Chiemsees und des Starnberger Sees wurden für die statistischen Analysen zusammengefasst. Die Angaben beziehen sich auf den prozentualen Anteil des jeweiligen Parameters in dem zum untersuchten Abschnitt gehörenden Uferbereich. Die Angaben zu Morphologie, Vegetation und Nutzung wurden über die beiden Entfernungsklassen (0 bis 5 m bzw. 5 bis 20 m Entfernung von der Uferlinie) aufsummiert. Einige der aufgenommenen Parameter wurden zusätzlich zu folgenden „Uferklassen“ zusammengefasst:

- Wald (standortgerecht, standortfremd)
- Gebüsch (standortgerecht, standortfremd)
- bebaut, versiegelt (Gewerbeflächen, lockere und geschlossene Bebauung und Verkehrsflächen (KfZ))
- Gartenbau/Landwirtschaft intensiv (Ackerflächen/Gärten, Weiden, Wiesen (intensiv))
- Landwirtschaft extensiv (Nass- und Streuwiesen, Wiesen mittlerer Standorte (extensiv))
- Freizeitnutzung stark (Freibad, Badebereich, Campingplatz, Hafen, Parkanlage, Sportplatz, Rasenfläche, Wiesenliegeplatz für Boote)
- Freizeitnutzung leicht ("wilde" Lager-, Feuer- oder Badeplätze, sonstige Verkehrsflächen (Rad- und Fußwege, Anleger))

Ergänzend wurde die Information „Insellage“ mitaufgenommen. Die Abschnitte am Ufer der Chiemseeinseln (Herreninsel, Krautinsel und Frauenchiemsee) sowie der Insel im Starnberger See (Roseninsel) erhielten jeweils einen Wert von 100 [%].

6.3.2 Bewertung der Abschnitte nach dem WRRL-Bewertungsverfahren Makrophyten & Phytobenthos

Die Abschnitte der ausgewählten Seen wurden nach dem in Kapitel 7.4.1 beschriebenen modifizierten Bewertungsverfahren beurteilt. Die Chiemsee-Abschnitte 106-124 (Aiterbacher Winkel) wurden nach den Vorgaben zur Bewertung von Typ AKp (Stellen karbonatischer, polymiktischer Wasserkörper der Alpen und des Alpenvorlandes) bewertet, der übrige See sowie der Starnberger See nach AK(s) (Stellen karbonatischer, geschichteter Wasserkörper der Alpen und des Alpenvorlandes). Die Bewertung des Großen Gollinsees erfolgte gemäß der Vorgaben für Typ TKg13 (Stellen stabil geschichteter karbonatischer Wasserkörper des Tieflandes mit rel. kleinem EZG).

Die Bewertung beruht auf der Erfassung des Unterschiedes zwischen der vorgefundenen Biozönose mit dem Arteninventar im Referenzzustand. Dieser Unterschied wird durch die Berechnung des Referenzindex (RI) berechnet, aus dem abhängig vom Gewässertyp der Ökologische Zustand der Stellen ermittelt wird. Die Bewertung gilt als gesichert, wenn Summe der Quantitäten aller submersen Arten mindestens 55 bzw. 35 für flache Wasserkörper (z. B. Typ AKp) erreicht und der Anteil der eingestuften Taxa mindestens 75 % beträgt.

6.3.3 Ermittlung der Artensättigung

Zur Ermittlung der Artensättigung wurden pro See fünf Serien von jeweils 30 (im Großen Gollinsee 10) Abschnitten durch einen Zufallsgenerator (Excel 2002, Microsoft) ausgewählt. Innerhalb der Serien wurde für jeden Abschnitt die Anzahl der neu gefundenen Arten bestimmt. Auf diese Weise wurde ermittelt wie stark die Anzahl der gefundenen Arten mit der Anzahl der untersuchten Abschnitte zunahm.

6.3.4 Statistische Auswertungen

Um die Variabilität der Bewertungsergebnisse beurteilen zu können, wurden für den größten der untersuchten Seen, den Chiemsee, beispielhaft wesentliche statistische die Kenngrößen ermittelt. Hierzu wurden **Mittelwert** und **Standardabweichung** (sd) der berechneten Werte des Referenzindex (s. o.) mit SPSS 13.0 für Windows (SPSS Inc.) berechnet. In die Berechnung gingen nur gesicherte Werte von Abschnitten ein, die nicht im direkten Einflussbereich der Zuflüsse liegen (n = 126).

Davon ausgehend wurde ein Konfidenzintervall (Ki) für den Parameter „Referenzindex“ bestimmt. Die Grenzen dieses Intervalls werden berechnet nach der Formel:

- Untere Grenze: $K_{il} = \text{Indexdach} - t(\alpha, n-1) * \text{sd} / \text{Wurzel}(n)$
- Obere Grenze: $K_{iu} = \text{Indexdach} + t(\alpha, n-1) * \text{sd} / \text{Wurzel}(n)$,

Die Werte für $t(\alpha, n-1)$ entsprechen der t-Verteilung mit entsprechendem Konfidenzniveau α und Anzahl von Freiheitsgraden, die der Literatur (z.B. BÄRLOCHER 1999) entnommen wurden. Der jeweils zweite Teil der Formel für die Konfidenzgrenzen wird auch als „Fehler“ bezeichnet. Dieser Fehler ist umso größer je größer die Standardabweichung ist und umso kleiner je größer der Stichprobenumfang ist. Da im vorliegenden Beispiel ist die Standardabweichung aus der Gesamtkartierung bekannt ist, kann daraus die Beziehung zwischen Fehler und Stichprobenumfang dargestellt werden und so gezeigt werden, wie die Zuverlässigkeit der Bewertungsergebnisse mit der Anzahl der untersuchten Abschnitte steigt.

Die Kanonische **Korrespondenzanalyse** (CCA) führt gleichzeitig eine Ordination der Taxa und der Aufnahmen bzw. Probestellen durch und setzt diese in Beziehung zu den gemessenen Umweltparametern. Durch dieses Verfahren lässt sich der Anteil der Varianz der Artdaten ermitteln, der durch den vorhandenen Satz an Umweltvariablen am besten erklärt wird. Das resultierende Streudiagramm zeigt die Ähnlichkeit der Aufnahmen in ihrer Artenzusammensetzung und Abundanz durch die Nähe der entsprechenden Punkte zueinander an. Länge und Richtung der Pfeile geben Aufschluss über den Einfluss der Umweltparameter.

Mit Hilfe der CCA (MVSP 3.12f, Kovach Computing Services) wurde nach möglichen Einflüssen der Uferfaktoren auf die Abundanzen der Taxa gesucht. Verwendet wurde der Algorithmus nach Hill, die Anzahl der Achsen wurde nach dem „Kaiser-Kriterium“ gewählt (vgl. STOYAN et al, 1997). Da eine Normalverteilung der Umweltdaten nicht angenommen werden konnte, wurden die Daten einer Logarithmustransformation unterzogen, um eine Normalverteilung zu approximieren.

Als Umweltparameter wurden sowohl die erhobenen Einzelparameter zur Seemorphologie und Umlandnutzung bzw. -bewuchs als auch die zusammengefassten „Uferklassen“ verwendet. Aus

diesen Variablen wurde eine Vorauswahl (forward selection) getroffen, indem für jeden einzelnen Umweltfaktor durch eine partielle CCA berechnet wurde, welcher Anteil der Gesamtvarianz durch dessen Gradienten erklärt werden kann, wenn zugleich der Einfluss der anderen Umweltparameter herausgerechnet wird. Umweltparameter, die nur wenig zur Erklärung der Gesamtvarianz beitrugen, gingen nicht in die Berechnung der späteren CCAs ein.

Darüber hinaus wurden diejenigen Umweltvariablen ausgeschlossen, die stark mit anderen Faktoren korreliert sind und damit keine zusätzlichen Informationen enthalten. Das betraf die Variablen „Steilufer [%]“, die negativ mit dem Anteil „Flachufer [%]“ korreliert ist, sowie die Angabe „Uferlinie gebuchtet [%]“, die durch die Auswahl von „Uferlinie gerade [%]“ überflüssig ist.

6.4 Ergebnisse und Diskussion

6.4.1 Artensättigung

Die Artensättigung gilt als wichtiges Kriterium, um die Mindestgröße einer zu kartierenden Fläche oder die Anzahl der benötigten Kartierungseinheiten in Seen festzustellen (CEN TC 230/WG 2/TG 3/N72). Ist die Artensättigung erreicht, das heißt, werden durch Vergrößerung der untersuchten Gesamtfläche keine zusätzlichen Arten entdeckt, wird angenommen, dass das vorhandene Artenspektrum erfasst wurde.

Abbildung 8 zeigt beispielhaft für die drei ausgewählten Seen, wie sich die Zahl der gefundenen Arten mit der Zahl der untersuchten Abschnitte erhöht. Hier sind deutliche Unterschiede zwischen den Seen zu erkennen.

Das vollständige Spektrum aller bei der Gesamtkartierung gefundenen Arten wurde weder im Chiemsee noch im Starnberger See mit 30 zufällig ausgewählten Abschnitten erfasst. An den ausgewählten Abschnitten kamen maximal 39 (Chiemsee) bzw. 32 (Starnberger See) verschiedene Arten vor. Bei den nicht gefundenen Arten handelt es sich um seltene Arten, deren Vorkommen auf einzelne Abschnitte beschränkt sind und somit nur bei lückenlosen Kartierungen sicher erfasst werden. Wie die Diagramme zeigen, brachten im Chiemsee ab dem 20. Abschnitt alle weiteren Abschnitte so gut wie keinen Informationsgewinn, im Starnberger See bereits ab dem 17. Abschnitt.

Ganz anders fällt das Ergebnis für den Großen Gollinsee aus. Das Ufer wurde bei der Gesamtkartierung in nur zehn Abschnitte unterteilt. Alle im See vorkommenden Arten wurden spätestens mit dem achten ausgewählten Untersuchungsabschnitt erfasst. Durch die gleichmäßige Verteilung der Arten, können diese sogar mit nur drei Abschnitten vollständig gefunden werden.

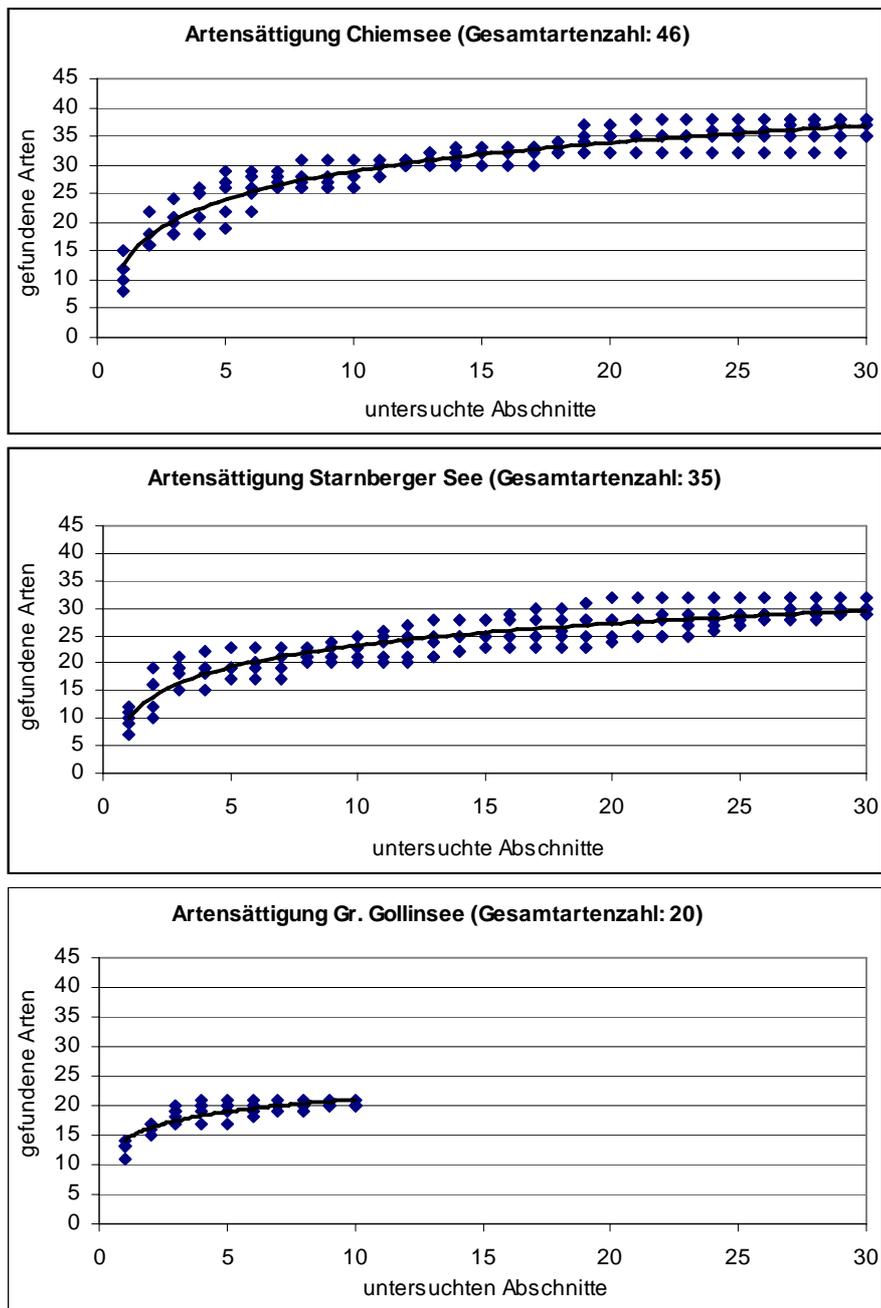


Abbildung 8: Artensättigung bei zufällig ausgewählten Abschnitten

An dieser Stelle darf jedoch nicht außer Acht gelassen werden, dass sich die Ergebnisse der hier untersuchten Uferabschnitte von den Resultaten durch Transektuntersuchungen unterscheiden können. Zwar werden die Abschnittsgrenzen bei den Kartierungen stets so gelegt, dass die abgegrenzten Flächen einen möglichst homogenen Bewuchs aufweisen (MELZER 1988), die Erfahrung zeigt jedoch, dass in einem 20-30 m breitem Transekt nicht die volle Artenzahl eines sehr viel breiteren Abschnitts gefunden wird (eigene, unveröff. Daten).

Andererseits ist zu beachten, dass die Erfassung aller im See vorkommenden Arten für die relativ grobe Abschätzung des Ökologischen Zustandes, die von der WRRL gefordert wird, nicht zwingend erforderlich ist. Wichtig ist in diesem Zusammenhang vor allem der Informationsgehalt der Arten in Bezug auf die Gewässerbewertung. So können sich einige Makrophytenarten durch ähnliche ökologische Ansprüche gegenseitig bei der Besetzung bestimmter Nischen „ersetzen“. Solche Arten besitzen einen ähnlichen Informationswert für die Bioindikation, und können auch

für die Bewertung untereinander ausgetauscht werden (z.B. *Sparganium emersum* und *Potamogeton pectinatus*, WIEGLEB 1981). Auf dieser Annahme basieren zahlreiche Bewertungsschemata, die Arten einen bestimmten Indikationswert zuweisen (MELZER 1988, WIEGLEB 1981, HOLMES et al. 1999). Auch SCHAUMBURG et al. (2004) teilen die Makrophytenarten in drei Artengruppen ein.

6.4.2 Variabilität der Ökologischen Zustandsklasse innerhalb der Seen

Wichtig für die Empfehlung der benötigten Stellenzahl sind Angaben zur Variabilität der Bewertungsergebnisse innerhalb der Seen. Tabelle 25 gibt einen Überblick über Mittelwerte und Schwankungsbreiten der für die Bewertung nach WRRL entscheidenden Größen untere Makrophytengrenze (UMG), Referenzindex (RI) sowie die resultierenden Gesamtbewertungen der Seen. Die angegebenen Mittelwerte beziehen sich auf die gesichert bewertbaren Abschnitte, die nicht im direkten Einflussbereich der Zuflüsse liegen. Für die Bewertung des Chiemsees und Starnberger Sees wurden nur Abschnitte verwendet, an denen die UMG angegeben war. Für den Großen Gollinsee waren die Angaben zur unteren Vegetationsgrenze generell nicht Abschnittsbezogen angegeben. Der Zustand der Stellen wurde deshalb unter Verwendung der mittleren Vegetationsgrenze von 6,2 m berechnet.

Tabelle 25: Übersicht über die Bewertungsergebnisse der Seen

	Chiemsee	Starnberger See	Gr. Gollinsee
UMG (Min / Mittel / Max)	2,5 m / 5,4 m / 8,0 m	4 m / 6,2 m / 8,3 m	k. A. / 6,2 m / 7m
RI (Min / Mittel* / Max)	-80 / 3 / 52	-65 / 2 / 48	56 / 67 / 77
Ökologische Zustandsklassen	2 (46 %), 3 (49 %), 4 (5 %)	2 (54 %), 3 (44 %), 4 (2 %)	1 (100 %)
Bewertung RI/Mittel	2 (gut)	2 (gut)	1 (sehr gut)

Der **Große Gollinsee** zeichnet sich durch einen mehr oder weniger ausgewogenen Pflanzenbestand aus, der ebenso einheitlich ist wie die Uferstruktur. Die 10 Abschnitte, in die das Ufer unterteilt wurde, sind untereinander sehr ähnlich und durchweg von Characeengrundrasen dominiert. Der gleichmäßige Bewuchs führt zu einer einheitlichen Bewertung der Abschnitte, die ausnahmslos als sehr gut beurteilt werden. In diesem Beispiel wäre der Zustand des Sees wäre also an einer beliebigen Stelle feststellbar.

Wesentlich komplexer hingegen sind der **Starnberger See** und der **Chiemsee**. Die zur Bewertung entscheidenden Faktoren UMG und RI weisen hier große Schwankungsbreiten von bis zu 5,5 m bzw. 130 Einheiten auf. Unterschiedliche Abschnitte werden in die Ökologische Zustandsklassen 2 (gut), 3 (mäßig) und 4 (unbefriedigend) eingeteilt. Bei einer ungeschickten Auswahl von zu wenigen Stellen würden die Seen zu unrecht mit Zustandsklasse 3 oder gar 4 bewertet. Die Bewertung dieser Seen anhand einer Auswahl von Stellen wird zusätzlich zur großen Variabilität dadurch erschwert, dass der Mittelwert des RI bei beiden Seen sehr nah an der Klassengrenze zwischen Zustand 2 und 3 liegt. Läge der mittlere RI bei 0 oder darunter, wären der Zustand der beiden Seen mit 3 zu bewerten. Der Grenze zwischen diesen beiden Zustandsstufen kommt jedoch in der Anwendung der WRRL eine entscheidende Bedeutung zu. Da der gute Zustand als

* Der Mittelwert wurde entsprechend der Längen der Untersuchungsabschnitte gewichtet

Entwicklungsziel anzustreben ist, besteht für alle schlechter eingestuften Gewässer Handlungsbedarf.

Eine Abschätzung, wie sich die Genauigkeit der Gesamtbewertung in Abhängigkeit der Stellenzahl verändert, liefert der beispielhaft für den Chiemsee berechnete statistische Fehler (Abbildung 9). Der berechnete Fehler des RI nimmt mit zunehmender Stellenzahl erst stark und dann immer schwächer ab. Um den durch den Chiemsee nur knapp erreichten guten Zustand zuverlässig (auf dem Konfidenzniveau von $\alpha = 95\%$) bewerten zu können, wäre demnach die Untersuchung aller 126 gesicherten Abschnitte nötig. Da sich jedoch der Fehler mit zunehmender Stichprobenzahl in immer geringerem Maße verringert, wird man in der Praxis einen Kompromiss zwischen Informationsgewinn und Aufwand finden müssen. Im Vorliegenden Beispiel verringert sich der Fehler ab einem Probenumfang von 20 - 30 Stellen nur noch unwesentlich. Trotzdem wird man bei Seen, deren Gesamtbewertung so nah an der Grenze zweier ökologischer Zustandsklassen liegt, eine gewisse Unschärfe hinnehmen müssen. Dieser Unsicherheitsfaktor lässt sich jedoch durch die geschickte Auswahl geeigneter Abschnitte begrenzen, wenn zur Bewertung repräsentative Stellen des Sees gewählt werden. In solchen Fällen wird außerdem zur Verringerung der Unsicherheit empfohlen, die Anzahl der zu untersuchenden Transekte an der Obergrenze der Empfehlung (Tabelle 27) auszurichten.

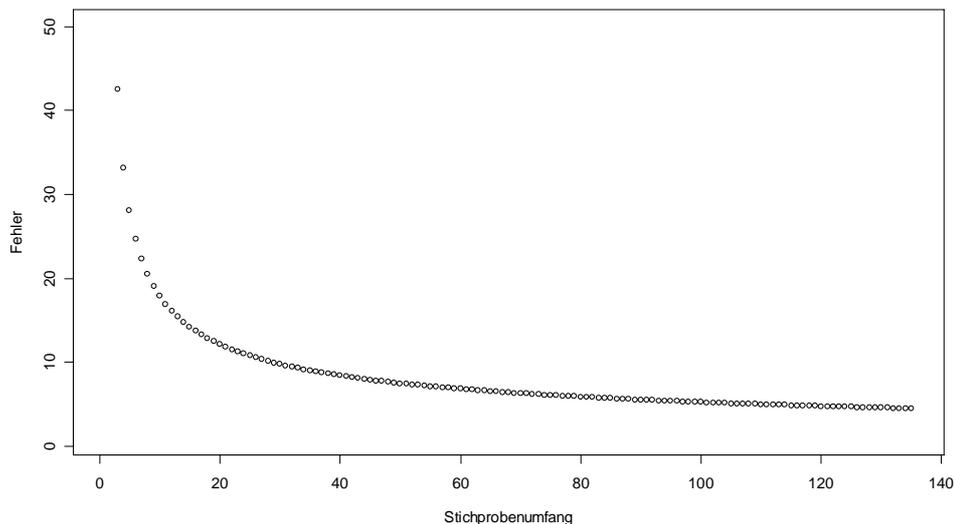


Abbildung 9: Beziehung zwischen Fehler des RI und Stichprobenumfang am Beispiel des Chiemsees

6.4.3 Wichtige Einflussfaktoren auf die Vegetation

Mit den Angaben zum Ufer des Chiemsees und Starnberger Sees wurden Kanonische Korrespondenzanalysen (CCA) berechnet um festzustellen, welche Uferfaktoren einen Einfluss auf die Ausprägung der submersen Vegetation haben. Die Ergebnisse liefern Anhaltspunkte über die nötigen Auswahlkriterien der zu untersuchenden Stellen. Anhand der ermittelten Vorauswahl erwiesen sich folgende Umweltvariablen als relevant:

- Zufluss
- Insellage
- Flachufer
- Uferlinie gerade

- Wald
- Gebüsch
- Röhricht (landseitig)
- Freizeitnutzung stark
- bebaute, versiegelte Flächen

Diese Uferfaktoren wurden in die CCA einbezogen. In Tabelle 26 sind die Kenngrößen dieser CCA dargestellt. Durch die ersten vier Achsen werden 5,87 % der Gesamtvarianz der Vegetationsdaten (= Quantitäten der Makrophytenarten) erklärt, wobei ein Anteil von 74,69 % durch die Umweltvariablen erfasst wird. Die insgesamt geringe Erklärung der Varianz der Vegetationsdaten zeigt, dass die tatsächlichen Einflüsse sich nur in geringem Masse durch die erhobenen Parameter erklären lassen. Dies mag zum Teil daran liegen, dass die Aufnahmen räumlich eng begrenzt waren, d. h. es wurde nur der Bereich bis 20 m vom Ufer entfernt angegeben. Viele mögliche Einflussfaktoren liegen aber etwas weiter vom Gewässerrand entfernt. Im Fall der untersuchten Seen betrifft das beispielsweise landwirtschaftliche genutzte Flächen, was mit dazu beitragen könnte, dass sich dieser Einfluss auf der Grundlage der erhobenen Daten nicht nachweisen lässt. Es ist zwar offensichtlich, dass lokale Nährstoffeinträge durch Austrag aus landwirtschaftlichen Nutzflächen zu lokalen Veränderungen der Vegetation beitragen und sich durch die Bewertung anhand der Makrophytenvegetation nachweisen lassen (PARSUN & BRAUN 1994, MELZER & SCHNEIDER 2001, STELZER 2003). Diese Einträge wirkten sich jedoch weniger punktuell auf Seen aus, sondern vielmehr diffus über das Einzugsgebiet und die Zuflüsse.

Tabelle 26: Kenngrößen der CCA unter Berücksichtigung der relevanten Einflussgrößen

CCA-Achse	1	2	3	4
Eigenwert	0,11	0,08	0,04	0,04
Kumulative prozentuale Varianz				
der Vegetationsdaten	2,34	4,07	5,05	5,87
der Beziehung zwischen Vegetationsdaten und Umweltdaten	29,79	51,80	64,21	74,69

Das Ergebnis der CA ist in Abbildung 10 dargestellt. Deutlich erkennbar ist der Trend, dass morphologische Faktoren einen stärkeren Einfluss auf die Vegetation ausüben als die Nutzung des Ufers.

Den stärksten Einfluss (= längsten Pfeil im Streudiagramm) weisen die Zuflüsse auf. Dieser Einfluss auf die Vegetation von Seen wurde bereits von STELZER et al. (2005) diskutiert. Besonders in der Umgebung bedeutender Zuflüsse, wie im Mündungsdelta der Tiroler Ache, in den Chiemsee, weicht die Vegetation stark von der des restlichen Sees ab. Die Organismen werden in diesen Bereichen mehr von den Verhältnissen des Zuflusses als von denen des Sees geprägt. Empfindliche Makrophytenarten können an diesen Stellen sowohl durch Nährstoffbelastung der Zuflüsse, Beschattung durch eingetragene Partikel als auch aus natürlichen Gründen fehlen. MELZER & SCHNEIDER (2001) nennen in diesem Zusammenhang unter anderem die ständige, hohe Schwebstoffzufuhr. Diese könnte zu einer vermehrten Nährstoffansammlung im Sediment führen. Auch die mechanische Wirkung der Strömung dürfte einen Einfluss auf das Sediment und damit auf den natürlichen Bewuchs solcher Standorte haben. Aus diesen Gründen werden im Bewertungsverfahren von Schaumburg et al. (2004) Stellen im Einflussbereich bedeutender Zuflüsse nicht mitberücksichtigt. Um die Belastung durch Nährstoffeinträge der Zuflüsse zu

diagnostizieren sollten statt dessen die Zuflüsse selbst, nach dem von SCHAUMBURG et al. (2004a) entwickelten Bewertungsverfahren für Fließgewässer untersucht werden.

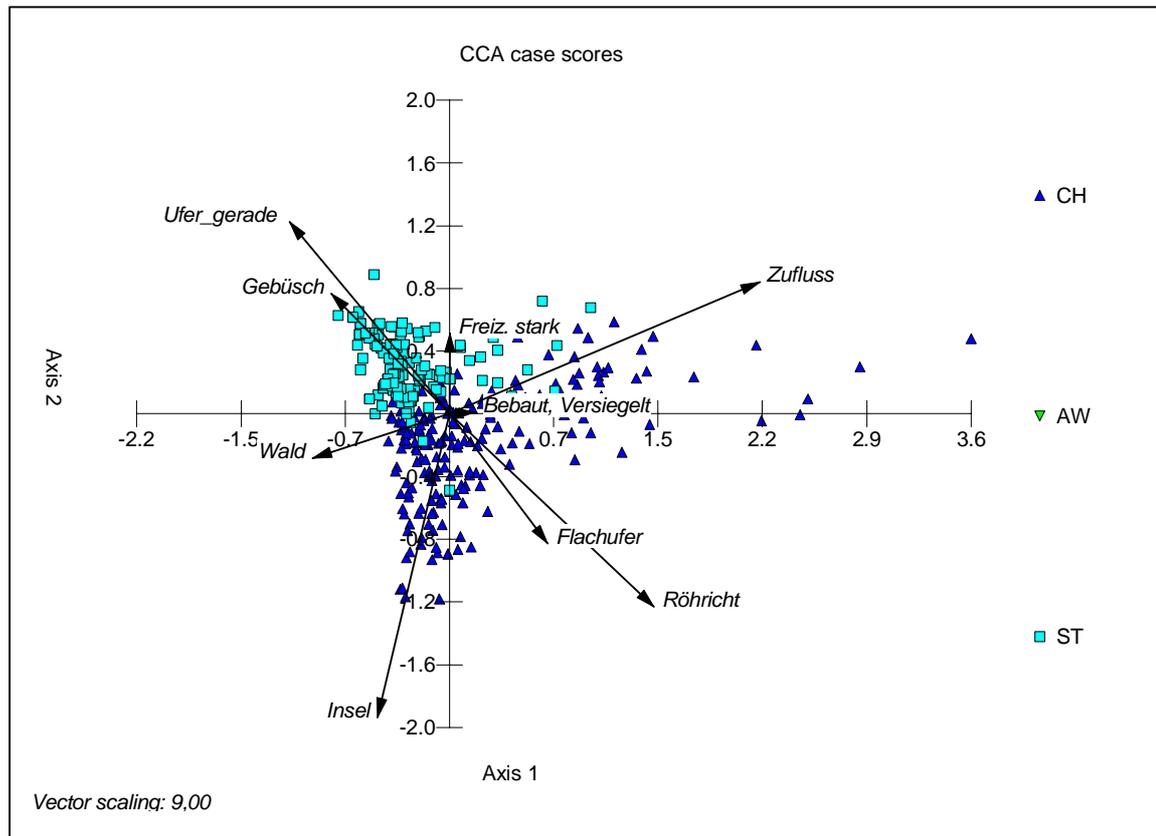


Abbildung 10: Ergebnis der CCA (CH = Abschnitte des Chiemsees, AW = Abschnitte des „Aiterbacher Winkels“ im Chiemsee, ST = Abschnitte des Starnberger Sees)

Bedeutend sind auch die aufgenommenen morphologischen Faktoren Steilheit, Einbuchtungen und Insellage, die unter anderem Rückschlüsse auf die Exponiertheit der Stelle zulassen, also auf den möglichen Einfluss der Brandung sowie auf die Zusammensetzung des Bodensubstrates.

Deutlich ist auch der Einfluss des Uferbewuchses (Wald, Gebüsch und Röhricht). Denkbar ist hier die Auswirkung z. B. über die Lichtverhältnisse des Flachwassers (direkte Beschattung oder durch Laubeintrag). Meist setzt sich landseitiges Röhricht auch im Flachwasserbereich fort, wodurch sich diesen Bereichen keine oder nur wenige submersen Pflanzen ansiedeln können.

Weniger stark ist der direkte Einfluss der Ufernutzung. Anhand der getroffenen Vorauswahl erwies sich lediglich der Summenparameter „starke Freizeitnutzung“ als relevant. Nicht feststellbar war hingegen der Einfluss, direkt angrenzender Landwirtschaftlicher Nutzflächen (s. o.). Bei stichprobenartigen Untersuchungen ist es kaum möglich, solche diffusen Nährstoffeinträge zu erfassen. Die Erstbewertung von Seen sollte deshalb grundsätzlich anhand von Gesamtkartierungen erfolgen. Bei Wiederholungskartierungen können dann gezielt Stellen beprobt werden, an denen die Belastungsfaktoren des Sees repräsentativ überwacht werden können.

6.5 Empfehlungen zur Bewertung ganzer Seen

6.5.1 Ermittlung der Stellenzahl

In Seen, in denen bislang noch keine Gesamtkartierung der Makrophytenvegetation durchgeführt wurde, sollte eine Übersichtskartierung des gesamten Litoralbereichs erfolgen. Insbesondere bei großen, komplexen Seen kann nur so sichergestellt werden, dass ein repräsentativer Gesamteindruck des Gewässers gewonnen wird und alle Belastungsquellen lokalisiert werden. Die Übersichtskartierung kann z. B. durch Tauchkartierung nach MELZER & SCHNEIDER (2001), durch die Verbindung von Echosondierung und gezielter Transektbetauchung nach JÄGER et al. (2004) oder durch die Kombination aus Luftbildern und Transektuntersuchungen nach SCHMIEDER (1996) erfolgen.

Unabhängig von der gewählten Methode muss sicher gestellt werden, dass die Daten die Voraussetzungen für eine Bewertung nach SCHAUMBURG et al. (2004a) erfüllen. Besonders hervorzuheben sind in diesem Zusammenhang die Einhaltung der Vorgegeben Tiefenstufen sowie die Abschätzung der Pflanzenmengen nach KOHLER (1978).

Bei Folgeuntersuchungen können daraufhin gezielt Stellen ausgewählt werden, die einen repräsentativen Überblick über die submerse Vegetation ermöglichen. Die Anzahl der benötigten Transekte alternativ anhand von

- Seeoberfläche und Uferentwicklung sowie
- Ufermorphologie und Ufernutzung

abgeschätzt werden. Je größer und komplexer ein Gewässer ist, desto mehr Stellen müssen untersucht werden. Tabelle 27 gibt abhängig von der **Oberfläche des Gewässers** die Spanne der benötigten Transekte an. Bei stark untergliederten Seen, sollten die Seebecken wie verschiedene **Wasserkörper** behandelt werden, d. h. für jedes Seebecken sollte die erforderliche Transektzahl anhand der Tabelle ermittelt werden. Abhängig von der Vielseitigkeit der **Ufermorphologie und –Nutzung** wird die genaue Anzahl der Transekte bestimmt.

Tabelle 27: Empfohlene Transektzahlen in Abhängigkeit der Seeoberfläche (BB = Brandenburg, BW = Baden-Württemberg, BY = Bayern, MV = Mecklenburg-Vorpommern, NI = Niedersachsen, SH = Schleswig-Holstein)

Oberfläche des Wasserkörpers	Anzahl der Transekte	Beispiele
< 0,5 km ²	1 - 5	+/- abgegrenzte Buchten/Seeteile
0,5 - 2,0 km ²	4 - 8	Gr. Gollinsee (BB), Dieksee (SH), Mindelsee (BW)
2,0 - 5,0 km ²	5 - 10	Gr. Stechlinsee (BB), Schliersee (BY), Breiter Luzin (MV)
5,0 - 10 km ²	6 - 12	Königssee (BY), Westensee (SH), Tegernsee (BY), Parsteiner See (BB)
10 - 20 km ²	8 - 15	Wittensee (SH), Dümmer (NI), Walchensee (BY)
20 - 50 km ²	10 - 20	Selenter See (SH), Steinhuder Meer (NI), Gr. Plöner See (SH), Ammersee (BY)
50 - 100 km ²	20 - 30	Starnberger See (BY), Chiemsee (BY)
> 100 km ²	30 - 50	Müritz (MV), Bodensee (BW)

Der jeweils niedrigste Wert für eine Seegrößeklasse gilt für weitgehend einheitliche Wasserkörper ohne stark ausgeprägte Buchten oder Inseln. Als Anhaltspunkt kann hier die

Uferentwicklung (Werte bis ca. 2,0) herangezogen werden. Auch die Steilheit der Seeufer sollte keine starken Unterschiede aufweisen. Die Nutzung des Umlandes darf keine lokalen (Nährstoff-) Belastungen erwarten lassen.

Der jeweils größte Wert hingegen bezieht sich auf Seen mit heterogener Ufermorphologie, die vielfältigen Nutzungseinflüssen unterliegen. Solche Seen weisen sich durch eine stark differenzierte Ufermorphologie mit ausgeprägten Buchten und Inseln sowie unterschiedlich steilen Uferabschnitten aus. Am Ufer sind eine Reihe verschiedener Vegetationsformen ausgebildet aber auch verbaute bzw. versiegelte Bereiche zu finden. Aufgrund von vielfältigen Nutzungsformen des Ufers und angrenzendem Umland sind lokalen (Nährstoff-) Belastungen zu erwarten.

6.5.2 Festlegen der Lage der Transekte

Die Festlegung der genauen Lage der Transekte erfolgt vor Ort. Nicht beprobt werden sollten Bereiche im unmittelbaren Einflussbereich der Zuflüsse. Bei der Stellenauswahl ist darauf zu achten, die für den See charakteristischen Bereiche zu erfassen, also alle wesentlichen Makrophytenhabitate. Die Auswahl muss in erster Linie auf die Gewässermorphologie abgestimmt werden. Unterschiedlich steile Stellen, Inseln sowie Einbuchtungen sollen durch eine repräsentative Anzahl an Stellen vertreten sein. Bei stark untergliederten Seen mit mehr oder weniger von einander getrennten Seebecken, sind diese entsprechend ihrer Bedeutung für den Gesamtsee zu berücksichtigen. Die Transekte sollen zudem auf die Seeufer verteilt werden, also Brandungs- und Verlandungsufer sowie unterschiedlich stark beschattete Bereiche umfassen. Um potenzielle Belastungsquellen zu erfassen soll die Auswahl nicht nur naturbelassene Stellen, sondern auch unterschiedlich genutzte Bereiche (z.B. Badestellen, Campingplätze, nahegelegene Acker- und Weideflächen) beinhalten.

Das Verhältnis der unterschiedlichen Standorte zueinander sollte dabei grob berücksichtigt werden. Sind z. B. 30 % der Uferlinie flach mit feinem Sediment und 70 % steil mit grobem Substrat, so sollte das Verhältnis unter den untersuchten Stellen ebenfalls 1:2 betragen. Im Idealfall sind alle unterschiedlichen „Uferklassen“ repräsentativ vertreten.

Die so für die Makrophytenvegetation als repräsentativ ermittelten Transekte werden auch für die Phytobenthos-Diatomeen als repräsentativ erachtet.

6.5.3 Berechnung der Gesamtbewertung eines Wasserkörpers

Die Gesamtbewertung eines See-Wasserkörpers erfolgt durch arithmetische Mittelung der ökologischen Zustandsklassen aus der Bewertung Makrophyten & Phytobenthos der Einzeltransekte.

Nicht gesichert bewertbare Abschnitte dürfen bei der Mittelwertbildung nicht berücksichtigt werden. Wenn die Bewertungen von mindestens 50% der untersuchten Stellen ungesichert sind, und die kritische Prüfung Hinweise auf vorliegende Makrophytenverödung ergibt, so darf der Gesamtzustand nicht besser als mit Zustandsklasse (3, mäßig) beurteilt werden.

Liegen Übersichtskartierungen der Makrophytenvegetation vor, bei denen das Litoral in unterschiedlich großen Teilabschnitten untersucht wurde, sollte der Mittelwert des RI nach der Länge der jeweiligen Uferabschnitte gewichtet werden. Abschnitte im direkten Einflussbereich von Zuflüssen dürfen nicht berücksichtigt werden.

6.6 Zusammenfassung

An drei beispielhaft ausgewählten Seen (Chiemsee (BY), der Starnbergersee (BY) und Großer Gollinsee (BB)) wurde untersucht, wie die Genauigkeit der Kartierungsergebnisse und der Bewertung des Ökologischen Zustandes Nach WRRL gemäß Schaumburg et al. (2004a) von der Anzahl der untersuchten Probestellen abhängt. Durch den Kontrast zwischen zwei großen, vielseitig genutzten Seen und einem sehr viel kleineren, naturnahem See wurde die Spanne der benötigten Untersuchungseinheiten abgeschätzt. Anhand der detaillierten Informationen über die submerse Vegetation sowie das Ufer der Seen wurde durch multivariate statistische Analysen überprüft, welche Uferfaktoren einen Einfluss auf die Ausprägung der submersen Vegetation haben. Als wichtig erwiesen sich hierbei besonders morphologische Faktoren wie Insellage, Ufersteilheit und Verlauf der Uferlinie (gerade/gebuchtet) sowie die Vegetation des Ufers. Weniger deutlich war der Einfluss der unmittelbaren Ufernutzung.

Basierend auf den Ergebnissen werden Empfehlungen für die Gesamtbewertung von Seen anhand der Makrophyten- und Phytobenthosvegetation gegeben. Diese umfassen die nötige Mindeststellenzahl, Auswahlkriterien der Stellen sowie die Berechnung des Ökologischen Zustandes für den Gesamtsee aus den Einzelbewertungen.

7 Handlungsanweisung für die ökologische Bewertung von Seen zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie: Makrophyten und Phytobenthos.

7.1 Festlegung der benötigten Anzahl repräsentativer Ufertransekte und die Auswahl deren Lage für die Bewertung eines See-Wasserkörpers

Grundsätzlich wird als Erstuntersuchung eines Seewasserkörpers eine Gesamtkartierung empfohlen. In Seen, in denen bislang noch keine Gesamtkartierung der Makrophytenvegetation durchgeführt wurde, sollte eine Übersichtskartierung des gesamten Litoralbereichs erfolgen. Insbesondere bei großen, komplexen Seen kann nur so sichergestellt werden, dass ein repräsentativer Gesamteindruck des Gewässers gewonnen wird und alle Belastungsquellen lokalisiert werden. Die Übersichtskartierung kann z. B. durch Tauchkartierung nach MELZER & SCHNEIDER (2001), durch die Verbindung von Echosondierung und gezielter Transektbetauchung nach JÄGER et al. (2004) oder durch die Kombination aus Luftbildern und Transektuntersuchungen nach SCHMIEDER (1997) erfolgen.

Unabhängig von der gewählten Methode muss sicher gestellt werden, dass die Daten die Voraussetzungen für eine Bewertung nach SCHAUMBURG et al. (2004a) und damit nach WRRL erfüllen. Besonders hervorzuheben sind in diesem Zusammenhang die Einhaltung der vorgegeben Tiefenstufen sowie die Abschätzung der Pflanzenmengen nach KOHLER (1978).

Bei Folgeuntersuchungen erfolgt die Ermittlung der Anzahl der Transekte und die Festlegung deren Lage aufgrund der Ergebnisse aus der Gesamtkartierung im Zusammenhang mit den Informationen zur Seeoberfläche, Uferentwicklung, Ufermorphologie und Ufernutzung. Ist keine Gesamt- bzw. Übersichtskartierung möglich, kann die Auswahl nach den Kriterien Seeoberfläche, Uferentwicklung, Ufermorphologie und Ufernutzung erfolgen.

Der Vorschlag zur Ermittlung der benötigten Anzahl repräsentativer Ufertransekte und die Verteilung derselben im Wasserkörper wurde anhand der Teilkomponente Makrophyten. Entspricht die Anzahl und die Lage der Untersuchungsbereiche in einem See-Wasserkörper den Anforderungen dieser Vorschrift, wird davon ausgegangen, dass die Transekte der Makrophytenkartierung auch für die Untersuchung der Teilkomponente Phytobenthos-Diatomeen als repräsentativ anzusehen sind. Für die Bewertung eines ganzen See-Wasserkörpers mit der Biokomponente Makrophyten & Phytobenthos nach WRRL muss daher an jedem ausgewählten Transekt sowohl eine Makrophytenkartierung als auch eine Diatomeenprobenahme stattfinden.

7.1.1 Ermittlung der Stellenzahl

Je größer und komplexer ein Gewässer ist, desto mehr Stellen müssen untersucht werden. Tabelle 28 gibt für einige Beispielseen abhängig von der Oberfläche des Gewässers die Spanne der benötigten Transekte an. Bei stark untergliederten Seen, sollten die Seebecken wie verschiedene Wasserkörper behandelt werden, d. h. für jedes Seebecken sollte die erforderliche Transektzahl anhand der Tabelle ermittelt werden. Abhängig von der Vielseitigkeit der Ufermorphologie und – Nutzung wird die genaue Anzahl der Transekte bestimmt.

Tabelle 28: Empfohlene Transektzahlen in Abhängigkeit der Seeoberfläche (BB = Brandenburg, BW = Baden-Württemberg, BY = Bayern, MV = Mecklenburg-Vorpommern, NI = Niedersachsen, SH = Schleswig-Holstein)

Oberfläche des Wasserkörpers	Anzahl der Transekte	Beispiele
< 0,5 km ²	1 - 5	+ - abgegrenzte Buchten/Seeteile
0,5 - 2,0 km ²	4 - 8	Gr. Gollinsee (BB), Dieksee (SH), Mindelsee (BW)
2,0 - 5,0 km ²	5 - 10	Gr. Stechlinsee (BB), Schliersee (BY), Breiter Luzin (MV)
5,0 - 10 km ²	6 - 12	Königssee (BY), Westensee (SH), Tegernsee (BY), Parsteiner See (BB)
10 - 20 km ²	8 - 15	Wittensee (SH), Dümmer (NI), Walchensee (BY)
20 - 50 km ²	10 - 20	Selenter See (SH), Steinhuder Meer (NI), Gr. Plöner See (SH), Ammersee (BY)
50 - 100 km ²	20 - 30	Starnberger See (BY), Chiemsee (BY)
> 100 km ²	30 - 50	Müritz (MV), Bodensee (BW)

Der jeweils niedrigste Wert für eine Seegrößenklasse gilt für weitgehend einheitliche Wasserkörper ohne stark ausgeprägte Buchten oder Inseln. Als Anhaltspunkt kann hier die Uferentwicklung (Werte $\leq 2,0$) herangezogen werden. Auch die Steilheit der Seeufer sollte keine starken Unterschiede aufweisen. Die Nutzung des Umlandes darf keine größeren Unterschiede der lokalen (Nährstoff-) Belastungen erwarten lassen.

Der jeweils größte Wert hingegen bezieht sich auf Seen mit heterogener Ufermorphologie, die vielfältigen Nutzungseinflüssen unterliegen. Solche Seen weisen sich durch eine stark differenzierte Ufermorphologie mit ausgeprägten Buchten und Inseln sowie unterschiedlich steilen Uferabschnitten aus. Am Ufer sind eine Reihe verschiedener Vegetationsformen ausgebildet aber auch verbaute bzw. versiegelte Bereiche zu finden. Aufgrund von vielfältigen Nutzungsformen des Ufers und angrenzendem Umland sind lokale (Nährstoff-) Belastungen zu erwarten.

7.1.2 Festlegen der Lage der Transekte

Die Festlegung der genauen Lage der Transekte erfolgt vor Ort. Nicht beprobt werden sollten Bereiche im unmittelbaren Einflussbereich der Zuflüsse. Bei der Stellenauswahl ist darauf zu achten, die für den See charakteristischen Bereiche zu erfassen, also alle wesentlichen Makrophytenhabitats. Die Auswahl muss in erster Linie auf die Gewässermorphologie abgestimmt werden. Unterschiedlich steile Stellen, Inseln sowie Einbuchtungen sollen durch eine repräsentative Anzahl an Stellen vertreten sein. Bei stark untergliederten Seen mit mehr oder weniger von einander getrennten Seebecken, sind diese entsprechend ihrer Bedeutung für den Gesamtsee zu berücksichtigen. Die Transekte sollen zudem so auf die Seeufer verteilt werden, dass Brandungs- und Verlandungsufer sowie unterschiedlich stark beschattete Bereiche erfasst

werden. Um potenzielle Belastungsquellen zu erfassen soll die Auswahl nicht nur naturbelassene Stellen, sondern auch unterschiedlich genutzte Bereiche (z.B. Badestellen, Campingplätze, nahegelegene Acker- und Weideflächen) beinhalten.

Das Verhältnis der unterschiedlichen Standorte zueinander sollte dabei grob berücksichtigt werden. Sind z. B. 30 % der Uferlinie flach mit feinem Sediment und 70 % steil mit grobem Substrat, so sollte das Verhältnis unter den untersuchten Stellen ebenfalls 1:2 betragen. Im Idealfall sind alle unterschiedlichen „Uferklassen“ repräsentativ vertreten.

7.2 Probenahme und Ermittlung der Makrophyten & Phytobenthos-Biozönose

Die Probenahme wird einmalig im Sommer, zur Hauptvegetationszeit der Makrophyten (gewöhnlich Anfang Juli bis Mitte August) durchgeführt. Neben der Kartierung der Makrophytenvegetation werden an diesem Termin in jedem Makrophytentranspekt Diatomeenproben genommen und für die Aufbereitung aufbewahrt.

Sollten die beiden Teilkomponenten getrennt beprobt werden müssen, so kann die Makrophytenkartierung ohne Diatomeenprobenahme schon ab Mitte Juni erfolgen, abhängig von den Gewässerbedingungen. Eine Diatomeenprobenahme ohne Makrophytenkartierung kann auch noch bis September durchgeführt werden. Allerdings sollten die Termine für die Beprobungen möglichst nahe zusammen liegen.

Die Lage der Probestelle sollte möglichst genau in topographische Karten der Maßstäbe 1:25 000 bzw. 1:50 000 eingetragen werden, aus denen später die **Rechts- und Hochwerte** der Probestellen ermittelt werden können. Im Optimalfall können die Koordinaten mittels eines GPS-Gerätes direkt abgelesen werden. Dann sollten Anfangs- und Endpunkt des Untersuchungsabschnittes sowie die Grenze der Tiefenverbreitung so genau wie möglich festgehalten werden.

Der erste Schritt der Probenahme ist die genaue Bestimmung der Probestellen. Dazu wird das Gewässer nach den Kriterien aus dem Kapitel 7.1.2 begutachtet und die Probestellen für die Makrophytenuntersuchung festgelegt.

Die Diatomeenprobenahme findet vor der Kartierung der Makrophytenvegetation statt, um das Probenmaterial aus einem möglichst ungestörten Bereich des Sediments entnehmen zu können. Alle Untersuchungen und Probenahmen sind möglichst schonend durchzuführen, es ist darauf zu achten, die Bestände der anderen Organismengruppen nicht zu zerstören.

7.2.1 Makrophyten

7.2.1.1 Vorbemerkung

Die Handlungsanweisung wurde aus der im vorliegenden Projekt angewandten Kartierungsmethode für Makrophyten in Seen entwickelt. Sie stellt die Minimalanforderung für die Bewertung von Seen anhand ihrer makrophytischen Wasserpflanzenvegetation dar.

Auch wenn es zur Bewertung der Stelle ausreicht, zusätzlich zur Vegetation Steilheit und Substrat-Art zu erfassen, ist die Aufnahme weiterer **Standortfaktoren** der zu untersuchenden Stellen dennoch empfehlenswert. Der zusätzliche Aufwand ist gering und in manchen Fällen lassen sich dadurch wertvolle Hinweise ableiten z. B. über natürliche Ursachen für das Fehlen der Vegetation an einer Stelle.

Des Weiteren ermöglichen diese Angaben die Bereitstellung einer ebenso umfassenden und flächendeckenden Datengrundlage für Makrophyten in Seen, wie sie für Makrozoobenthos in Fließgewässern durch die konsequente Anwendung des Saprobienindex und die damit verbundene Erhebung der Begleitdaten bereits existiert.

Materialien zur Durchführung der Kartierung

- Boot mit angemessener Sicherheitsausrüstung
- Tiefenkarten und topographische Karten 1:25 000 bzw. 1:50 000 (z. B. CD-Atlas 25 GISCAD (1998a, 1998b) oder TOP 200 des BUNDESAMTES FÜR KARTOGRAPHIE UND GEODÄSIE (1998).
- Wathose bzw. Schnorchelausrüstung im Flachwasserbereich
- Sichtkasten
- Beidseitiger mit einem Gewicht (z. B. Tauchblei) beschwerter Rechen (Rechenkopf: 59 cm, Zinkenabstand 2 cm; modifiziert NACH DEPPE & LATHROP 1993). Ein am Rechenstiel befestigtes Seil mit Markierungen in Meterabständen erlaubt die Beprobung von definierten Tiefenbereichen. Es ist sicher zu stellen, dass sich das Seil im Wasser nicht ausdehnt.
- ggf. Bodengreifer (Ekman-Birge) und passender Eimer (auch zur Untersuchung des Substrates)
- Tauchausrüstung (alternativ zu Rechen und Bodengreifer bei Durchführung einer Tauchkartierung)
- Ergebnisse früherer Makrophytenkartierungen, falls vorhanden
- Kartierprotokolle und Bleistifte
- Exemplar der Handlungsanweisung
- Fotoapparat und Filme
- Kühlbox mit Gefrierakkus
- Tüten, Etiketten, Klammern, Papier für Moos-Herbarbelege
- Herbarpresse und Zubehör
- Bestimmungsliteratur (s. u.)
- Lupe (mind. 10-fache Vergrößerung)
- (tragbares) Stereomikroskop und Zubehör
- GPS-Gerät

Bestimmungsliteratur (Auswahl)

- CASPER & KRAUSCH (1980, 1981)
- KLAPP & OPITZ VON BOBERFELD (1990)
- KRAUSCH (1996)
- KRAUSE (1997)
- ROTHMALER (1994a, 1994b)
- SCHMEIL (1993)

7.2.1.2 Kartieranleitung

Für die Anwendung des Bewertungsverfahrens stehen zwei Kartiermethoden alternativ zur Verfügung – die Tauchuntersuchung und die Rechenmethode. Die für das zu beprobende Transekt, bzw. den zu beprobenden Wasserkörper geeignete Methode ist nach Berücksichtigung der spezifischen Gegebenheiten vor Ort auszuwählen. Grundsätzlich soll die Beprobung möglichst schonend durchgeführt werden. Folgende Kriterien stellen eine Hilfe bei der Auswahl der Methode dar.

Die Rechenmethode eignet sich gut bei weichem schlammigen Substrat, hochwüchsigen Arten, lückigem Pflanzenwuchs selbst bei schlechten Sichtverhältnissen (in diesem Fall ist die Fläche der einzelnen Stichproben auszudehnen). Bei felsigem, steilem Substrat, in Naturschutzgebieten, in dichten Schwimmblattgürteln oder bei starkem Wind (KIELER INSTITUT FÜR LANDSCHAFTSÖKOLOGIE 2002) ist unter Umständen eine Tauchkartierung sinnvoller.

Die hier beschriebene Rechenmethode bietet ein einfach durchzuführendes, kostengünstiges Probenahmeverfahren, das in dem Großteil der Gewässer problemlos anwendbar ist.

Die Kartierung der Makrophytenvegetation erfolgt einmalig in der Hauptvegetationsperiode (Ende Juni bis Mitte August). Erfasst werden alle submersen sowie unter der Mittelwasserlinie wurzelnden makrophytischen Wasserpflanzen (Characeen, Wassermoose und Gefäßpflanzen).

An jeder ausgewählten Stelle wird ein Bandtransekt von 20–30 m Breite senkrecht zur Uferlinie untersucht, das innerhalb eines ökologisch homogenen Litoralabschnitts liegt. Besondere Beachtung wird dabei Ufermorphologie und -nutzung sowie der Sedimentzusammensetzung beigemessen. Auch sollen die Untersuchungsflächen eine einheitliche Zusammensetzung der Makrophytenvegetation aufweisen.

Die Transekte können entweder von Tauchern oder mit geeigneten Geräten vom Boot aus kartiert werden. Entsprechend der Abschnittskartierung (vgl. MELZER & SCHNEIDER 2001) erfolgt die Einteilung in vier Tiefenstufen (0–1 m, 1–2 m, 2–4 m und 4 m bis zur unteren Vegetationsgrenze).

Die Einhaltung der vorgegeben Tiefenstufen ist für die Berechnung des Indexes zwingend erforderlich. Wenn die Untersuchungsergebnisse zusätzlich für andere Auswertungen z. B., für ein Monitoring im Sinne der FFH-Richtlinie verwendet werden sollen, kann es erforderlich sein, die unterste Tiefenzone (> 4 m) in 2 m Schritten zu unterteilen. In diesen Fällen müssen für eine Bewertung nach WRRL zusätzlich die Pflanzenmengen für den Gesamtbereich angegeben werden.

In jeder Tiefenstufe wird die beobachtete Häufigkeit jeder Art anhand der fünfstufigen Skala nach KOHLER (1978, Tabelle 29) bewertet und in den Aufnahmebogen (Abbildung 11 und Abbildung 12) eingetragen. Offensichtlich angeschwemmte Arten werden nicht berücksichtigt.

Die Tiefe der unteren Vegetationsgrenze ist ebenfalls im Protokoll festzuhalten. Gemeint sind dabei nicht die untersten Einzelvorkommen der Pflanzen sondern die Tiefe, in der die mehr oder weniger geschlossenen Bestände enden. Es ist sicherzustellen, dass es sich tatsächlich um die untere Vegetationsgrenze und nicht um eine Lücke im Bewuchs handelt. Falls die Untergrenze der Vegetation von Faktoren beeinflusst wird, die nicht auf anthropogene Belastungen zurückzuführen sind, sondern z. B. durch Abbruchkanten, ist diese Ursache im Protokoll zu vermerken.

Tabelle 29: Pflanzenmengenskala nach KOHLER (1978)

Pflanzenmenge	Beschreibung
1	sehr selten
2	selten
3	verbreitet
4	häufig
5	massenhaft

Zusätzlich werden Angaben zur Wuchsform (submerses oder emerses Wachstum) der Pflanzen notiert. Arten, die sowohl submers als auch emers im Gewässer vorkommen können werden gegebenenfalls zweimal in die Artliste aufgenommen. Die Tiefe der Vegetationsgrenze sowie die am tiefsten vorkommende Art wird ebenfalls notiert.

Von schwer bestimmbar Arten werden Proben entnommen, die unter dem Stereo- bzw. Lichtmikroskop nachbestimmt und gegebenenfalls herbarisiert werden. Moose können in so genannten „Mooskapseln“ oder Briefumschlägen aufbewahrt und getrocknet werden.

Auch wenn es zur Bewertung der Stelle nicht erforderlich ist, ist die Aufnahme wesentlicher **Standortfaktoren** der zu untersuchenden Stellen dennoch empfehlenswert. Der zusätzliche Aufwand ist gering und in manchen Fällen lassen sich dadurch wertvolle Hinweise ableiten z. B. über natürliche Ursachen für das Fehlen der Vegetation an einer Stelle.

Zur Erhebung dient ein zweiteiliger Aufnahmebogen. In der **Uferbeschreibung** (Abbildung 11) werden Bewuchs, Nutzung, Uferbeschaffenheit sowie Besonderheiten erfasst. Die Litoralbeschreibung (Abbildung 12) berücksichtigt wesentliche gewässerinterne Faktoren bezogen auf die untersuchten Tiefenstufen. Erhoben werden die Zusammensetzung des Substrates und der Sedimentauflage, Strukturelemente, Aufwuchs, Gefälle, Besonderheiten sowie im Flachwasser die Beschattung (Tabelle 30).

Tabelle 30: Beschattungsskala nach WÖRLEIN (1992)

Stufe	Beschreibung	Erläuterung
1	vollsonnig	Sonne von deren Auf- bis Untergang
2	sonnig	in der überwiegenden Zeit zwischen Sonnenauf- und Sonnenuntergang, immer jedoch in den wärmsten Stunden des Tages in voller Sonne
3	absonnig	überwiegend in der Sonne, in den heißesten Stunden jedoch im Schatten
4	halbschattig	mehr als die Tageshälfte und immer während der Mittagszeit beschattet
5	schattig	voller Schatten unter Bäumen

Feldprotokoll Makrophyten und benthische Diatomeen in Seen Ufer &

(Makrophyten- & Phytobenthos-Bewertung gemäß EG-WRRL 2006; grau unterlegte Felder optional)

<p>Gewässername <input style="width: 90%;" type="text"/></p> <p>Transekt-/Abschnitts-Nr. <input style="width: 60%;" type="text"/> Bearbeiter <input style="width: 60%;" type="text"/></p> <p>Probestellen-Nr. <input style="width: 60%;" type="text"/> Befund-Nr. <input style="width: 60%;" type="text"/></p> <p>Rechtswert (Ufer) <input style="width: 60%;" type="text"/> Hochwert (Ufer) <input style="width: 60%;" type="text"/></p> <p>Rechtswert (Vegetationsgrenze) <input style="width: 60%;" type="text"/> Hochwert <input style="width: 60%;" type="text"/></p> <p>TK-Blatt <input style="width: 60%;" type="text"/> Datum <input style="width: 60%;" type="text"/></p>	<p>Lage, Beschreibung des Transekts <input style="width: 90%; height: 40px;" type="text"/></p> <p>Exposition (Himmelsrichtung) <input style="width: 60%;" type="text"/> Transektbreite <input style="width: 60%;" type="text"/> m</p> <p>Film-/Foto-Nr. <input style="width: 60%;" type="text"/> Sichttiefe <input style="width: 60%;" type="text"/> m</p> <p>Wasserstand <input type="checkbox"/> niedrig <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> hoch</p> <p>Diatomeenprobenahme erfolgt <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein Wenn ja: beprobtes Substrat <input style="width: 90%; height: 20px;" type="text"/></p>																																																																		
<p>Kartierungsmethode (bitte ankreuzen)</p> <p>Tauchkartierung (gesamtes Seelitoral) <input type="checkbox"/> Transektkartierung mit <input type="checkbox"/> Tauchkartierung (Transekte) <input type="checkbox"/> (nicht verwendetes Gerät bitte streichen)</p>																																																																			
<p>Uferbewuch (bitte ankreuzen)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Ufersaum (0-5 m)</th> <th style="text-align: center;">Umfeld (5-20 m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Wald</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Gehölzsaum</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Gebüsch/Einzelgehölze</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Röhricht/Großseggenried</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Hochstauden-/Krautflur</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Wiesen/Weiden</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Wiesen/Weiden (intensiv)</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Ackerland/Garte</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Rasen-</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Pionier-/Trittvegetation/Brache</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>vegetationsfrei</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </tbody> </table>		Ufersaum (0-5 m)	Umfeld (5-20 m)	Wald	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Gehölzsaum	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Gebüsch/Einzelgehölze	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Röhricht/Großseggenried	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Hochstauden-/Krautflur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Wiesen/Weiden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Wiesen/Weiden (intensiv)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ackerland/Garte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Rasen-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pionier-/Trittvegetation/Brache	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	vegetationsfrei	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<p>Ufernutzung (bitte ankreuzen)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Ufersaum (0-5 m)</th> <th style="text-align: center;">Umfeld (5-20 m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Industrieflächen/Werften</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Hafen-</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Wiesenliegeplatz f. Boote</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Straße/Parkplatz/Rad-</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>geschlossenen Bebauung</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>lockere Bebauung</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Parkanlage/Camping/Freibad</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Lager-/Feuer-/Badeplätze</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Landwirtschaft</td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </tbody> </table>		Ufersaum (0-5 m)	Umfeld (5-20 m)	Industrieflächen/Werften	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Hafen-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Wiesenliegeplatz f. Boote	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Straße/Parkplatz/Rad-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	geschlossenen Bebauung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	lockere Bebauung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Parkanlage/Camping/Freibad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Lager-/Feuer-/Badeplätze	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Landwirtschaft	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Ufersaum (0-5 m)	Umfeld (5-20 m)																																																																	
Wald	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																	
Gehölzsaum	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																	
Gebüsch/Einzelgehölze	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																	
Röhricht/Großseggenried	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																	
Hochstauden-/Krautflur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																	
Wiesen/Weiden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																	
Wiesen/Weiden (intensiv)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																	
Ackerland/Garte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																	
Rasen-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																	
Pionier-/Trittvegetation/Brache	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																	
vegetationsfrei	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																	
	Ufersaum (0-5 m)	Umfeld (5-20 m)																																																																	
Industrieflächen/Werften	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																	
Hafen-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																	
Wiesenliegeplatz f. Boote	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																	
Straße/Parkplatz/Rad-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																	
geschlossenen Bebauung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																	
lockere Bebauung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																	
Parkanlage/Camping/Freibad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																	
Lager-/Feuer-/Badeplätze	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																	
Landwirtschaft	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																	
<p>Uferbeschaffenheit (bitte ankreuzen)</p> <p>Steilufer, Böschung, Mauer (landseitig) <input type="checkbox"/></p> <p>Flachufer (landseitig) <input type="checkbox"/></p> <p>Transekt liegt innerhalb einer Bucht <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein</p> <p>Uferverba (bitte ankreuzen)</p> <p>Steine/Blöck <input type="checkbox"/></p> <p>Beton-/Steinmauer <input type="checkbox"/></p> <p>Holz <input type="checkbox"/></p> <p>Stahl <input type="checkbox"/></p>	<p>Besonderheiten(x: einzeln xx: vermehrt xxx: häufig)</p> <p>Treib-/Totholzansammlungen an Land <input type="checkbox"/></p> <p>Müll, Unrat, Verunreinigung an Land <input type="checkbox"/></p> <p>Zufluss (Graben, Bach, Fluss) <input type="checkbox"/></p> <p>Schwemmfächer <input type="checkbox"/></p> <p>Einleiter (Drainage, Rohre) <input type="checkbox"/></p> <p>Boots-/Badestege <input type="checkbox"/></p> <p>Reusen, Netzanlagen <input type="checkbox"/></p>																																																																		
<p>Beschattung im nach ÖRLEIN (1992)</p> <p><input type="checkbox"/> 1 vollsonnig Sonne von deren Auf- bis Untergang in der überwiegenden Zeit zwischen Sonnenaufgang und Sonnenuntergang, immer jedoch in den wärmsten Stunden des Tages in voller Sonne</p> <p><input type="checkbox"/> 2 sonnig</p> <p><input type="checkbox"/> 3 absonnig überwiegend in der Sonne, in den heißesten Stunden jedoch im Schatten</p> <p><input type="checkbox"/> 4 halbschattig mehr als die Tageshälfte und immer während der Mittagszeit beschattet</p> <p><input type="checkbox"/> 5 schattig voller Schatten unter Bäumen</p>																																																																			
<p>Sonstiges</p> <div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div>																																																																			

Bayerisches Landesamt für Umwelt November 2006

Abbildung 11: Kartierprotokoll für Makrophyten in Seen (Seite 1)

7.2.2 Diatomeen

7.2.2.1 Probenahme

Die Probenahme im Seelitoral entspricht weitgehend derjenigen in langsam fließenden Gewässern. Bevorzugt werden Steine vorsichtig in ihrer ursprünglichen Lage entnommen und der Aufwuchs bzw. die Sedimentauflage mit einer Zahnbürste¹ mit einem Teelöffel, Spatel oder ähnlichem Gerät abgekratzt und in ein beschriftetes Weithalsprobengefäß überführt. Aufgrund der potenziell hohen Gefahr der Verunreinigung sind die Zahnbürsten nur einmalig zu verwenden. Generell ist darauf zu achten, dass die Probenahme im Freiwasserbereich erfolgt und nicht innerhalb dichter Makrophytenbestände. Der beprobte Tiefenbereich sollte 30 cm nicht unterschreiten, Seespiegelschwankungen sind bei der Terminierung der Probenahme zu berücksichtigen. Ist ausschließlich Sand oder Weichsediment vorhanden, werden die obersten Millimeter mit einem Löffel vorsichtig abgehoben. Die Bewuchsdichte kann in den verschiedenen Gewässertypen sehr unterschiedlich sein, stellenweise ist ein Bewuchs makroskopisch nicht erkennbar, kann aber durch Betasten der Substratoberfläche erfüllt werden. In jedem Fall muss eine relativ große Menge entnommen werden – nach Absetzen im Probenbehälter sollten mindestens 5 ml Diatomeensediment vorliegen. Die Fixierung der Proben erfolgt durch Formaldehyd in einer Endkonzentration von 1–4 %. Die Probenahme wird auf dem Feldprotokoll dokumentiert (s. Abbildung 11 u. Abbildung 12).

Materialien zur Durchführung der Probenahme in Seen

- Topographische Karten 1:25 000 bzw. 1:50 000
- Feldprotokoll
- Exemplar der Handlungsanweisung
- Schreibmaterialien
- Wathose
- Weithalsflaschen oder -gläschen
- vorgefertigte Etiketten oder wasserfester Stift zur Beschriftung der Probengefäße
- Teelöffel, Spatel, Zahnbürsten o. ä.
- Formaldehydlösung oder Ethanol
- Fotoausrüstung
- ggf. Sicherheitsausrüstung

7.2.2.2 Präparation

Materialien zur Durchführung der Präparation

Chemikalien

- Salzsäure 25% z. A.
- Schwefelsäure 95-97% z. A.
- Kaliumnitrat z. A.
- Formaldehyd
- Weitere Ausstattung
- Abzug
- Heizplatte

¹ Einmalzahnbürsten sind über den Dentalfachhandel zu beziehen, z.B. John-Dental- und Medizintechnik GmbH: Einmalzahnbürsten ohne Zahnpaste, Tel.: 033762/42977, E-Mail: info@john-dental.de.

- Schutzkleidung (Laborkittel, Brille, säurebeständige Laborhandschuhe)
- Bechergläser (hohe Form; Fassungsvermögen mindestens 100 ml)
- Uhrgläser mit Durchmesser entsprechend den Bechergläsern
- Becherglaszange
- Siedestäbchen
- ggf. Mörser und Pistille zum Zerreiben des Kaliumnitrats
- Spatel
- Kleines Kunststoffsieb mit Durchmesser entsprechend den Bechergläsern
- Universal-Indikatorpapier zur pH-Wert-Bestimmung
- Aqua dest.
- Spritzflasche

Säurebehandlung

Die beschriebenen Kochvorgänge sind unter einem leistungsfähigen Abzug mit der gebotenen Vorsicht unter Einhaltung der Arbeitsschutzmaßnahmen durchzuführen. Schutzkleidung und Augenschutz sind obligatorisch.

Die Bestimmung der Diatomeen auf Artniveau erfolgt anhand der Strukturen des Kieselsäureskeletts und setzt die Herstellung von Dauerpräparaten voraus. Insbesondere kleinschalige Arten können nur im gereinigten Präparat nach Entfernen der organischen Zellbestandteile und weiterer, störender organischer Komponenten sicher zugeordnet werden. Zur Aufbereitung des Probenmaterials existieren verschiedene Verfahren, die je nach Beschaffenheit des Probenmaterials unterschiedlich geeignet sind. Eine Darstellung der häufigsten Aufbereitungstechniken findet sich in KRAMMER & LANGE-BERTALOT (1986). Zur Aufbereitung von Aufwuchsproben von Bodensubstraten (Steine, Kies, Schlamm), die einen hohen Anteil von organischem, nicht-diatomeenhaltigem Material enthalten können, bietet sich die Oxidation durch starke Säuren an, wobei die Aufbereitung in Schwefelsäure empfohlen wird.

Behandlung mit Salzsäure

Stammt das Material aus kalkhaltigen Gewässern, wird die Probe zunächst in Salzsäure gekocht, um die Bildung von Gips bei der sich anschließenden Behandlung mit Schwefelsäure auszuschließen. Bei einem hohen Wasseranteil lässt man die Proben zunächst 24 Stunden absetzen und dekantiert dann vorsichtig ab. Alternativ können die Proben bis auf eine geringe Wassermenge eingedampft werden. Vor der Säurebehandlung ist ein Teil des Materials als Rückstellprobe abzutrennen. Anschließend wird die verbleibende Probenmenge durch Schütteln durchmischt und etwa 20 ml des Materials in einem beschrifteten Becherglas mit einem Fassungsvermögen von mindestens 100 ml mit 20 bis 40 ml verdünnter Salzsäure (25%) versetzt. Ist die Probe stark kalkhaltig, muss die Salzsäure vor dem Erhitzen mehrfach, in zunächst geringen Mengen zugegeben werden, da es zu einer starken Schaumentwicklung kommt. Durch 30-minütiges Kochen der mit einem Siedestäbchen bestückten und einem Uhrglas abgedeckten Probe werden anschließend die Karbonate gelöst, die Stielchen und Gallerten der Diatomeen aufgelöst und die Schalen vom Substrat getrennt. Weist die Probe einen hohen Sandanteil auf, muss mit starken Bewegungen des Becherglases gerechnet werden. Dabei wird es oftmals nötig, die Position des Becherglases auf der Heizplatte zu korrigieren. Verwendet wird hierzu eine Becherglaszange, wobei durch Abspülen der Zange in oder unter Leitungswasser darauf zu achten ist, dass keine Materialverschleppungen zwischen verschiedenen Proben stattfinden. Gleichfalls sind die Siedestäbchen zwischen verschiedenen Kochvorgängen sorgfältig zu reinigen.

Nach dem Kochen lässt man die Probe erkalten, siebt anschließend – soweit vorhanden – die groben Reste mithilfe eines kleinen Küchensiebs ab und füllt das Becherglas mit Leitungswasser auf. Um evtl. vorhandenen Sand, Kies oder kleinere Steine soweit wie möglich zu entfernen, wird die Lösung stark aufgerührt und der diatomeenhaltige Überstand nach einer etwa einminütigen Sedimentationszeit vorsichtig abdekantiert. Die Probe wird im folgenden mehrmals vorsichtig auf etwa ein Drittel des Volumens abdekantiert und mit Leitungswasser gewaschen. Bewährt hat sich vierfaches Waschen und Abdekantieren, wobei die Sedimentationszeit zwischen den Waschvorgängen 24 Stunden nicht unterschreiten sollte. Alternativ kann die Probe zwischen den Waschvorgängen in einer Tischzentrifuge etwa 10 Minuten lang bei maximal 2000 Umdrehungen pro Minute (Upm) abzentrifugiert und der Überstand auf etwa ein Drittel abdekantiert oder mit einer Wasserstrahlpumpe entfernt werden. Diese Vorgehensweise erlaubt eine schnelle Aufbereitung, ist aber letztlich arbeitsintensiver und birgt die Gefahr, langschalige Diatomeen zu zerbrechen.

Behandlung mit Schwefelsäure

Die Probe wird durch Abdekantieren auf einen geringen Wasseranteil eingeengt, mit rund 20 bis 30 ml konzentrierter Schwefelsäure versetzt und zum Kochen gebracht. In Abständen von etwa 20 Minuten wird mit einem Spatel eine Prise Kaliumnitrat zugegeben bis sich die Probe entfärbt oder eine schwach gelbliche Farbe annimmt. Bei geringen Mengen organischer Bestandteile sind bereits wenige Zugaben von Kaliumnitrat ausreichend, enthält die Probe jedoch große Mengen, kann der Kochvorgang bis zu acht Stunden dauern. Nach dem Farbumschlag ist die Probe weitere 20 Minuten auf der Heizplatte zu belassen. Nach dem Abkühlen der Probe und dem Absetzen der Diatomeen bilden diese einen weißen bis gräulichen Bodensatz. Anschließend werden die Proben gewaschen, bis der Neutralpunkt (Indikatorpapier!) erreicht ist. Beim ersten Wässern der Probe nach dem Kochvorgang ist mit großer Vorsicht vorzugehen, da es zu heftigen Reaktionen kommen kann. Erfahrungsgemäß ist ein etwa achtmaliges Waschen erforderlich, wobei die Sedimentationszeit zwischen den Waschvorgängen 24 Stunden nicht unterschreiten sollte. Das letzte Wässern der Probe sollte mit destilliertem Wasser erfolgen. Die gereinigte Probe wird durch Schütteln des Becherglases durchmischt und in ein beschriftetes Schnappdeckelglas (Beschriftung siehe unter Etikettierung des Objektträgers) überführt. Die Schnappdeckelgläser sind zur Dokumentation in einem Lagerraum zu verwahren.

7.2.2.3 Herstellen von Dauerpräparaten

Materialien

- Objektträger
- Deckgläser (empfohlen werden runde Deckgläser mit einem Durchmesser von 18 mm)
- rundgebogene Pinzette oder Deckglaspinzette
- Schnappdeckelgläser (empfohlenes Fassungsvermögen 10 ml)
- Naphrax²
- Präparatekasten oder -mappe
- Etiketten

Die Deckgläschen sind vor dem Beschicken mit der Diatomeensuspension zu reinigen. Bewährt hat sich ein kurzes Eintauchen in eine stark spülmittelhaltigen Lösung um Fettreste zu entfernen und die Oberflächenspannung zu vermindern. Die im Schnappdeckelglas enthaltene Suspension wird anschließend durch Schütteln durchmischt, unmittelbar anschließend wird eine geringe

Menge mit einer sauberen Pipette entnommen und auf ein Deckgläschen aufgetropft. Um Konvektionen zu vermindern, ist der Tropfen möglichst flach zu halten. Bei stark konzentrierten Suspensionen ist es oftmals erforderlich, diese in einem Uhrgläschen mit destilliertem Wasser zu verdünnen. Der Grad der Verdünnung richtet sich nach der gewünschten Dichte der Schalen im Präparat und ist abhängig von der Menge der verbliebenen anorganischen Komponenten. Probleme ergeben sich häufig durch hohe Gehalte aus der Probe nicht entfernbarer mineralischer Bestandteile (Schluff- und Tonpartikel), die im Schnappdeckelglas optisch von den Diatomeen nicht zu unterscheiden sind. Es ist daher ratsam, unterschiedlich verdünnte Präparate anzufertigen.

Die optimale Schalendichte liegt vor, wenn nach Durchmusterung eines oder mehrerer, ganzer Transektstreifen bei 1000facher Vergrößerung die erforderliche Anzahl von 500 Schalen (siehe unten) erreicht ist. Dies begründet sich durch eine durch Konvektion im Tropfen auf dem Deckglas hervorgerufene teilweise Entmischung der Diatomeenschalen. So können bei starken Konvektionsströmen kleinschalige, leichte Formen in der Deckglasmitte konzentriert sein, wohingegen sich die großen, schweren Schalen überproportional häufig in den Randbezirken finden. Diesem Phänomen wird durch Zählung ganzer Transekte entgegengetreten.

Um Kontaminationen zu vermeiden, ist streng darauf zu achten, die verwendeten Pipetten zwischen der Behandlung verschiedener Proben unter fließendem Wasser zu reinigen.

Ist das Diatomeen-Material über Nacht luftgetrocknet, wird ein beschrifteter, fettfreier Objektträger mit einem Tropfen versehen und das Deckglas mit der beschickten Seite nach unten mit einer Pinzette vorsichtig aufgelegt. Um das Lösungsmittel auszutreiben, wird das Präparat anschließend über einem Bunsenbrenner bei kleiner Flamme erhitzt, bis es etwa fünf Sekunden lang Blasen wirft, und sofort erschütterungsfrei auf einer glatten, kalten Oberfläche gelagert, bis es abgekühlt ist. Naphrax enthält Toluol, das beim Erhitzen entweicht, und darf daher nur mit großer Vorsicht gehandhabt werden. Das Austreiben des Toluols kann alternativ auf einer Heizplatte erfolgen. Mithilfe einer Pinzette ist anschließend zu überprüfen, ob das Deckglas fest mit dem Objektträger verbunden ist. Gegebenfalls muss der Vorgang wiederholt werden.

Das Präparat kann danach sofort unter dem Lichtmikroskop ausgewertet werden und ist bei entsprechender Lagerung über Jahrzehnte hinweg haltbar. Von großer Wichtigkeit ist die Anlage einer Belegsammlung mit detaillierter Beschriftung der Objektträger mit Angabe des Gewässers, der Lage der Stelle (falls vorhanden mit Rechts- und Hochwerten), des beprobten Substrats, des Datums sowie gegebenenfalls mit Codierungen, die den Bezug zu anderen Informationsquellen herstellen.

Nach Herstellung der Dauerpräparate wird die im Schnappdeckelglas verbliebene Diatomeensuspension durch Zugabe von zwei bis drei Tropfen einer 30-prozentigen Formaldehydlösung konserviert, alternativ kann Ethanol zur Fixierung verwendet werden. Um ein Eintrocknen der Probe zu verhindern, werden vor der Einlagerung zusätzlich fünf bis zehn Tropfen Glycerin zugegeben.

2 Naphrax kann über das Internet unter <http://www.brunelmicroscopes.co.uk> bezogen werden und wird vom englischen Hersteller ohne Zugabe von Toluol verschickt. Zur Verwendung muß nach Anleitung des Herstellers Toluol zugesetzt werden, wodurch eine dünnflüssige Konsistenz entsteht. Bei häufigem Gebrauch und/oder unzureichendem Verschuß wird Naphrax zähflüssig und muß durch erneute Zugabe von Toluol verdünnt werden.

7.2.2.4 Mikroskopische Auswertung

Um repräsentative Verteilungen zu erhalten, werden im Streupräparat bei 1000- bis 1200-facher Vergrößerung 500 Diatomeenobjekte auf Artniveau bestimmt, teilweise ist die Differenzierung von Varietäten erforderlich (siehe Kapitel 7.4.2). Bei der Zählung sind sowohl die in Schalenansicht liegenden Arten als auch die Gürtelbänder zu erfassen. Da bei in Schalenansicht liegenden Vertretern der *Naviculaceae* oftmals nicht sicher erkennbar ist, ob es sich um einzelne Schalen oder um gesamte Frusteln handelt, wird bei der Zählung grundsätzlich nicht zwischen Einzel- und Doppelschalen unterschieden, sondern es werden Objekte erfasst. Frusteln, deren Schalen bei der Präparation nicht getrennt wurden, gehen folglich als Einheit in die Zählung ein. Nicht bestimm- bare Gürtelbänder sind auf Gattungsniveau zuzuordnen, falls möglich zu gruppieren und in Größenklassen zu trennen. Nach Abschluss der Zählung werden diese nach dem prozentualen Verhältnis der in Frage kommenden determinierten Arten auf diese verteilt. Bruchstücke werden nur dann berücksichtigt, wenn ihre Größe die Hälfte der Schalenfläche übersteigt. Anschließend wird das Präparat nach bisher nicht erfassten Taxa durchmustert. Dieser Schritt dient v. a. der Absicherung des Teilmoduls „Referenzartenquotient“ (siehe Kapitel 7.4.2.2). Die Darstellung der Häufigkeiten erfolgt in prozentualen Anteilen, Taxa die bei der nachträglichen Durchmusterung gefunden wurden werden mit der Häufigkeit „0“ aufgeführt. Die Zähl- und DV-Daten sind mit Angabe der DV-Nummern nach MAUCH et al. (2003) als Excel- oder Access-Dateien bzw. in spezifischen Datenbanken zu dokumentieren.

Bei der Zählung werden ausschließlich benthische sowie benthisch/planktische Taxa erfasst. Ausschließlich planktisch lebende Formen werden nicht berücksichtigt. Da verlässliche Literaturangaben zur Lebensweise der centriscen Taxa nicht durchgängig vorhanden und zum Teil widersprüchlich sind, werden mit Ausnahme von *Melosira varians* Centrales bei der Zählung nicht erfasst. Gleiches gilt für pennate Taxa mit obligatorisch planktischer Lebensweise, z.B. *Asterionella formosa*, *Fragilaria crotonensis*, *Nitzschia acicularis*. Angaben zur Lebensweise sind KRAMMER & LANGE-BERTALOT (1986-1991) zu entnehmen.

Als Standard-Bestimmungsliteratur dient das vierbändige Werk von KRAMMER & LANGE-BERTALOT (1986-1991), welches im Falle einiger Gattungen bzw. Taxa durch folgende, von den Autoren seit 1993 publizierte Erweiterungen und Revisionen einzelner Gattungen ergänzt werden muss: KRAMMER (2000), LANGE-BERTALOT (1993, 2001), LANGE-BERTALOT & MOSER (1994), LANGE-BERTALOT & METZELTIN (1996). In den salzbeeinflussten Gewässertypen des Norddeutschen Tieflandes muss zusätzlich die Arbeit von WITKOWSKI & LANGE-BERTALOT (2000) herangezogen werden. Die Überarbeitung der Gattung *Cymbella* durch KRAMMER (2000, 2002, 2003) bleibt dagegen unberücksichtigt.

7.2.2.5 Kriterien der Nichtauswertbarkeit und Nichtbewertbarkeit

Proben können zur Bewertung nicht herangezogen werden, wenn der Anteil nicht bestimmbarer (sp., spp.) und/oder nicht eindeutig bestimmbarer Formen (cf., aff.) einen Wert von 5 % überschreitet.

Sind auch nach maximaler Einengung des Probenmaterials nur sehr geringe Diatomeenmengen enthalten, deutet dies auf Fehler bei der Probenahme oder auf eine schlechte Wahl des Probenahmezeitpunktes hin (siehe Kapitel 7.2). Als Kriterium der Auswertbarkeit wird eine Mindestzahl von 50 Objekten in einem Transekt bei 1000facher Vergrößerung und einem

Deckglasdurchmesser von 18 mm vorgeschlagen. Bei zu vermutender Nichtauswertbarkeit ist die Diatomeendichte durch Testzählung eines Transektstreifens zu ermitteln. Nach Erfahrungswerten kann auch bei sorgfältiger Vorgehensweise der Anteil nicht auswertbarer Proben bis zu 3 % betragen.

Ein weiteres Ausschlusskriterium stellt eine hohe Zahl aerophiler Diatomeen in der Probe dar, die sich insbesondere bei steigenden Abflüssen durch Beprobung erst kürzlich überfluteter Bereiche ergeben kann. Übersteigt der Anteil aerophiler Taxa (Tabelle 31) den Wert von 5%, muss von einem starken aerischen Einfluss ausgegangen werden, der die Bewertung überlagert, zumindest aber stark beeinflusst. Zusätzliche Angaben zum aerophilen Charakter der Taxa sind KRAMMER & LANGE-BERTALOT (1986–1991) zu entnehmen.

Tabelle 31: Aerophile Taxa nach LANGE-BERTALOT (1996) und HILDEBRAND (1991)

DV-Nr.	Taxon	Autor
6247	<i>Achnanthes coarctata</i>	(BREBISSON) GRUNOW
6286	<i>Amphora montana</i>	KRASSKE
6287	<i>Amphora normanii</i>	RABENHORST
16692	<i>Denticula cretica</i>	(OESTRUP) LANGE-BERTALOT & KRAMMER
6344	<i>Diploneis minuta</i>	PETERSEN
16264	<i>Hantzschia abundans</i>	LANGE-BERTALOT
6084	<i>Hantzschia amphioxys</i>	(EHRENBERG) GRUNOW
6802	<i>Hantzschia elongata</i>	(HANTZSCH) GRUNOW
16267	<i>Hantzschia graciosa</i>	LANGE-BERTALOT
16271	<i>Hantzschia subrupestris</i>	LANGE-BERTALOT
16276	<i>Hantzschia vivacior</i>	LANGE-BERTALOT
6805	<i>Melosira dickiei</i>	(THWAITES) KUETZING
6449	<i>Navicula aerophila</i>	KRASSKE
6458	<i>Navicula brekkaensis</i>	PETERSEN
6467	<i>Navicula cohnii</i>	(HILSE) LANGE-BERTALOT
6858	<i>Navicula contenta</i>	GRUNOW
16003	<i>Navicula egregia</i>	HUSTEDT
6489	<i>Navicula gallica</i> var. <i>perpusilla</i>	(GRUNOW) LANGE-BERTALOT
6492	<i>Navicula gibbula</i>	CLEVE
6504	<i>Navicula insociabilis</i>	KRASSKE
6028	<i>Navicula mutica</i>	KUETZING
16020	<i>Navicula nivalis</i>	EHRENBERG
16021	<i>Navicula nivaloides</i>	BOCK
16022	<i>Navicula nolensoides</i>	BOCK
16025	<i>Navicula paramutica</i>	BOCK
16026	<i>Navicula parsura</i>	HUSTEDT
6013	<i>Navicula pelliculosa</i>	(BREBISSON) HILSE
6528	<i>Navicula pseudonivalis</i>	BOCK
16360	<i>Navicula pusilla</i> var. <i>incognita</i>	(KRASSKE) LANGE-BERTALOT
16366	<i>Navicula saxophila</i>	BOCK
16036	<i>Navicula subadnata</i>	HUSTEDT
16375	<i>Navicula suecorum</i> var. <i>dismutica</i>	(HUSTEDT) LANGE-BERTALOT
6569	<i>Neidium minutissimum</i>	KRASSKE
6574	<i>Nitzschia aerophila</i>	HUSTEDT
16393	<i>Nitzschia bacillariaeformis</i>	HUSTEDT
6921	<i>Nitzschia debilis</i>	ARNOTT
16407	<i>Nitzschia epithemoides</i> var. <i>disputata</i>	(CARTER) LANGE-BERTALOT
16050	<i>Nitzschia harderi</i>	HUSTEDT
16053	<i>Nitzschia modesta</i>	HUSTEDT
6614	<i>Nitzschia terrestris</i>	(PETERSEN) HUSTEDT
16453	<i>Nitzschia valdestriata</i>	ALEEM & HUSTEDT
16460	<i>Orthoseira dendroteres</i>	(EHRENBERG) CRAWFORD
16060	<i>Orthoseira roeseana</i>	(RABENHORST) O'MEARA
6148	<i>Pinnularia borealis</i>	EHRENBERG
6635	<i>Pinnularia frauenbergiana</i>	REICHARDT
6645	<i>Pinnularia krookii</i>	(GRUNOW) CLEVE
16473	<i>Pinnularia lagerstedtii</i>	(CLEVE) CLEVE-EULER

DV-Nr.	Taxon	Autor
6654	Pinnularia obscura	KRASSKE
6225	Simonsenia delognei	(GRUNOW) LANGE-BERTALOT
6679	Stauroneis agrestis	PETERSEN
16081	Stauroneis borrichii	(PETERSEN) LUND
16558	Stauroneis gracillima	HUSTEDT
16083	Stauroneis lundii	HUSTEDT
16084	Stauroneis muriella	LUND
6685	Stauroneis obtusa	LAGERSTEDT
16095	Surirella terricola	LANGE-BERTALOT & ALLES

7.3 Bestimmung des Gewässertyps

Die für das Bewertungsverfahren notwendige Einordnung der Seestellen in die biozönotische Typologie ist mit der Seentypologie nach MATHES et al. 2002 sehr gut in Einklang zu bringen. Eine Gegenüberstellung der Typologien findet sich in Tabelle 32.

Tabelle 32: Gegenüberstellung der biozönotischen Seentypologie auf Grundlagen der Ergebnisse des Projektes Makrophyten & Phytobenthos und der Seentypologie von MATHES et al.(2002)

Typen (MATHES et al. (2002))	Makrophyten-Typologie	Diatomeen-Typologie
2, 3, 4	AK(s) Stellen karbonatischer, geschichteter Wasserkörper der Alpen und des Alpenvorlandes (AK) incl. Untertyp extrem steile Stellen der karbonatischen Alpenseen (AKs)	D 1.1 Seen der Alpen und des Alpenvorlandes mit einer Volumenentwicklung > 0,4
		D 1.2 Seen der Alpen und des Alpenvorlandes mit einer Volumenentwicklung < 0,4
1	AKp Stellen karbonatischer, polimiktischer Wasserkörper der Alpen und des Alpenvorlandes	
9	MTS Stellen silikatisch geprägter Wasserkörper der Mittelgebirge und des Tieflandes	D 9 Silikatische Seen der Mittelgebirge
10	TKg10 Stellen stabil geschichteter karbonatischer Wasserkörper des Tieflandes mit relativ großem EZG	D 10.1 Geschichtete Seen mit einer Verweilzeit zwischen zehn Jahren und einem Jahr (P-limitiert)
		D 10.2 Geschichtete Seen mit einer Verweilzeit unter einem Jahr (N-limitiert)
13	TKg13 Stellen stabil geschichteter karbonatischer Wasserkörper des Tieflandes mit relativ kleinem EZG	D 13.1 Geschichtete Seen mit einer Verweilzeit über zehn Jahren
		D 13.2 Geschichtete Seen mit einer Verweilzeit zwischen zehn Jahren und einem Jahr (P-limitiert)
11	TKp Stellen polymiktischer karbonatischer Wasserkörper des Tieflandes	D 11 Ungeschichtete Seen mit einer Verweilzeit über 30 Tagen
12		D 12 Flusseen mit einer Verweilzeit unter 30 Tagen
14		D 14 Ungeschichtete Seen mit einer Verweilzeit über zehn Jahren

Die Typzuordnung hat großen Einfluss auf die Bewertung eines Gewässers und ist deshalb stets kritisch zu überprüfen. In Zweifelsfällen sollte die Bewertung nach den Verfahren für verschiedene Typen durchgeführt werden und anhand der vorhandenen Hintergrundinformationen diskutiert werden. In begründeten Einzel- bzw. Sonderfällen muss von der rein schematischen Typzuordnung abgewichen werden.

7.4 Bewertung

7.4.1 Makrophyten

7.4.1.1 Berechnung des Referenzindex

Zur Berechnung des Referenzindex werden ausschließlich die submersen Makrophyten herangezogen. Zu den submersen Makrophyten zählen alle untergetaucht wachsenden Arten sowie die Schwimmblattpflanzen, die Wasserschwaber und die flutenden Formen. Amphiphytische Taxa gehen bei untergetauchtem Wachstum in die Bewertung ein, helophytisch wachsende Pflanzen werden nicht berücksichtigt

Umrechnung von Pflanzenmengen in Quantitäten

Die nominal skalierten Werte der Pflanzenmengenskala werden vor Durchführung von Berechnungen in metrische Quantitätsstufen umgewandelt:

$$Pflanzenmenge^3 = Quantität$$

Zuordnung der Taxa zu den Artengruppen

Die an der Probestelle auftretenden Taxa werden den *typspezifischen* Artengruppen zugeordnet (vgl. Tabelle 33).

Sollten bei neuen Kartierungen **Arten** auftreten, die **in der angegebenen Artenliste nicht genannt** werden, sollen diese Arten für die Indexbewertung nicht berücksichtigt werden. Da bei einem größeren Anteil nicht eingestufte Arten eine Verfälschung des Indexwertes zu erwarten ist, soll bei einem Anteil von $\geq 25\%$ nicht eingestufte Arten an der Gesamtquantität der Index als nicht gesichert betrachtet werden.

Berechnung der Gesamtquantitäten

Die aus den Pflanzenmengen berechneten Quantitäten der Arten werden für jede Gruppe gesondert für alle an der Probestelle vorkommenden submersen Arten aufsummiert.

Berechnung des Referenzindex

Die Berechnung des Referenzindex erfolgt anhand folgender Formel (Gleichung 2):

Gleichung 2: Berechnung des Referenzindex

$$RI = \frac{\sum_{i=1}^{n_A} Q_{Ai} - \sum_{i=1}^{n_C} Q_{Ci}}{\sum_{i=1}^{n_g} Q_{gi}} * 100$$

RI = Referenzindex

Q_{Ai} = Quantität des *i*-ten Taxons aus Gruppe A

Q_{Ci} = Quantität des *i*-ten Taxons aus Gruppe C

Q_{gi} = Quantität des *i*-ten Taxons aller Gruppen

n_A = Gesamtzahl der Taxa aus Gruppe A

n_C = Gesamtzahl der Taxa aus Gruppe C

n_g = Gesamtzahl der Taxa aller Gruppen

Mit dem Referenzindex werden typspezifisch Zusatzkriterien verrechnet (s. Kapitel „Typ AK(s)“ S. 80 bis „Typ TKp“ S. 83).

Das Zusatzkriterium „mittlere untere Vegetationsgrenze“ berechnet sich als Mittelwert aus den an allen Transekten eines Oberflächenwasserkörpers ermittelten Vegetationsgrenzen. Dabei gehen nur die Werte ein, die plausibel sind. D.h. Werte, die z.B. auf Grund morphologischer Besonderheiten nicht der möglichen Besiedlungstiefe entsprechen, werden in der Berechnung nicht berücksichtigt. Als Beispiel hierfür gilt eine flache Seebucht, deren Wassertiefe geringer ist als der Grenzwert der zur Abwertung führt.

Erst der Endwert der nach der Einbeziehung aller Zusatzkriterien entsteht, darf für die Gesamtbewertung von Seen und die Verrechnung des Teilmoduls Makrophyten mit der Diatomeenbewertung verwendet werden.

Tabelle 33: Liste der Indikatoren. Meterangaben beziehen sich auf die Tiefenstufe, in der das Taxon gefunden wurde.

	AK(S)	Akp	MTS	TKg10	TKg13	TKp
<i>Butomus umbellatus</i> (flutend)				B	B	B
<i>Callitriche hermaphroditica</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Ceratophyllum demersum</i> 0-1m	C	C	C	C	C	C
<i>Ceratophyllum demersum</i> >1m	C	C	C	B	B	B
<i>Ceratophyllum submersum</i>						B
<i>Chara aspera</i>	A	A	B	A	A	A
<i>Chara contraria</i> 0-1m	B	B	B	B	B	B
<i>Chara contraria</i> 1-2m	B	B	B	B	B	A
<i>Chara contraria</i> 2-4m	B	A	B	A	A	A
<i>Chara contraria</i> >4m	A	A	B	A	A	A
<i>Chara delicatula</i> 0-1m	B	A	B	B	B	B
<i>Chara delicatula</i> 1-2m	B	A	B	B	B	A
<i>Chara delicatula</i> >2m	A	A	A	A	A	A
<i>Chara denudata</i>	B	B				
<i>Chara filiformis</i>				A	A	A
<i>Chara globularis</i> 0-1m	B	B	B	B	B	B
<i>Chara globularis</i> 1-2m	B	B	B	B	B	A
<i>Chara globularis</i> 2-4m	B	A	B	A	B	A
<i>Chara globularis</i> >4m	A	A	B	A	A	A
<i>Chara hispida</i>	A	A		A	A	A
<i>Chara intermedia</i>	A	A		A	A	A
<i>Chara polyacantha</i>	A	A		A	A	A
<i>Chara rudis</i>	A	A		A	A	A
<i>Chara strigosa</i>	A					
<i>Chara tomentosa</i>	A	A		A	A	A
<i>Chara vulgaris</i>	B	B		B	B	A
<i>Drepanocladus fluitans</i>			B			
<i>Elatine hexandra</i>			A	A	A	A
<i>Elatine hydropiper</i>			A	A	A	A
<i>Elatine triandra</i>			A	A	A	A
<i>Eleocharis acicularis</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Elodea canadensis</i> 0-1m	C	C	C	C	C	C
<i>Elodea canadensis</i> 1-4m	C	C	C	C	C	B
<i>Elodea canadensis</i> >4m	B	C	C	B	B	B
<i>Elodea nuttallii</i> 0-1m	C	C	C	C	C	C
<i>Elodea nuttallii</i> 1-4m	C	C	C	C	C	B
<i>Elodea nuttallii</i> >4 m	B	C	C	C	C	B
<i>Fontinalis antipyretica</i> 0-1m	B	B	B	B	B	B
<i>Fontinalis antipyretica</i> 1-4m	B	B	B	B	B	A
<i>Fontinalis antipyretica</i> >4m	B	B	B	A	A	A
<i>Groenlandia densa</i>	C	C				

	AK(S)	Akp	MTS	TKg10	TKg13	TKp
<i>Glyceria flutans</i> (flutend)			B			
<i>Hippuris vulgaris</i>	C	B		B	B	B
<i>Isoetes echinospora</i>			A			
<i>Isoetes lacustris</i>			A			
<i>Juncus bulbosus</i> f. fluitans			B			
<i>Lagarosiphon major</i>	C					
<i>Lemna minor</i>	C	C	C	C	C	B
<i>Lemna trisulca</i> 0-2 m	C	C	C	C	C	B
<i>Lemna trisulca</i> 2-4 m	C	C	C	B	C	B
<i>Lemna trisulca</i> > 4 m	B	B	C	B	B	B
<i>Littorella uniflora</i>	A	A	A	A	A	A
<i>Lobelia dortmanna</i>			A			
<i>Myriophyllum alterniflorum</i> 0-1m			B	A	A	A
<i>Myriophyllum alterniflorum</i> >1m			A	A	A	A
<i>Myriophyllum spicatum</i> 0-2m	B	B	C	B	B	B
<i>Myriophyllum spicatum</i> >2 m	B	B	B	B	B	B
<i>Myriophyllum verticillatum</i> 0-1m	B	B	C	B	B	A
<i>Myriophyllum verticillatum</i> 1-2m	B	B	C	A	B	A
<i>Myriophyllum verticillatum</i> >2m	B	B	B	A	B	A
<i>Najas flexilis</i>	B	B				
<i>Najas marina</i> subsp. intermedia 0-2m	B	B	C	B	B	B
<i>Najas marina</i> subsp. intermedia 2-4m	B	B	C	B	B	A
<i>Najas marina</i> subsp. intermedia >4m	B	B	C	A	B	A
<i>Najas marina</i> 0-2m	C	C	C	C	C	C
<i>Najas marina</i> 2-4m	C	C	C	C	C	C
<i>Najas marina</i> >4m	C	C	C	C	C	C
<i>Nitella capillaris</i>			A	A	A	A
<i>Nitella flexilis</i> 0-2m	B	B	B	B	B	A
<i>Nitella flexilis</i> 2-4m	B	B	B	A	B	A
<i>Nitella flexilis</i> >4m	A	A	A	A	A	A
<i>Nitella gracilis</i>			A	A	A	A
<i>Nitella mucronata</i> 0-2m	B	B	B	B	B	A
<i>Nitella mucronata</i> 2-4m	B	B	B	A	B	A
<i>Nitella mucronata</i> >4m	A	A	A	A	A	A
<i>Nitella opaca</i> 0-1 m	B	A	B	A	B	A
<i>Nitella opaca</i> > 1 m	A	A	A	A	A	A
<i>Nitella syncarpa</i>	A	A	A	A	A	A
<i>Nitella translucens</i>			A			
<i>Nitellopsis obtusa</i> 0-2m	B	B		B	B	B
<i>Nitellopsis obtusa</i> 2-4m	B	A		A	B	A
<i>Nitellopsis obtusa</i> >4m	A	A		A	A	A
<i>Nuphar lutea</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Nymphaea alba</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Nymphoides peltatus</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Potamogeton acutifolius</i> 0-2 m				B	B	A
<i>Potamogeton acutifolius</i> >2 m				A	A	A
<i>Potamogeton alpinus</i>	A	A		A	A	A
<i>Potamogeton berchtoldii</i> 0-2m	B	B	B	B	B	B
<i>Potamogeton berchtoldii</i> 2-4m	B	B	B	A	B	A
<i>Potamogeton berchtoldii</i> >4m	B	B	A	A	A	A
<i>Potamogeton compressus</i>	C	C		A	B	A
<i>Potamogeton crispus</i> x <i>perfoliatus</i>	B	B	C	B	B	B
<i>Potamogeton crispus</i> 0-1m	C	C	C	C	C	C
<i>Potamogeton crispus</i> 1-4m	C	C	C	C	C	B
<i>Potamogeton crispus</i> >4m	C	C	C	B	B	B
<i>Potamogeton filiformis</i>	A	A	B	A	A	A
<i>Potamogeton friesii</i> 0-2m	C	C	C	B	C	B
<i>Potamogeton friesii</i> 2-4m	B	B	C	B	B	A
<i>Potamogeton friesii</i> >4m	B	B	B	A	B	A
<i>Potamogeton gramineus</i>	A	A	A	A	A	A

	AK(S)	Akp	MTS	TKg10	TKg13	TKp
Potamogeton lucens 0-1m	C	C	B	B	B	B
Potamogeton lucens 1-2m	C	B	B	B	B	A
Potamogeton lucens 2-4m	B	B	B	A	B	A
Potamogeton lucens >4m	B	B	A	A	A	A
Potamogeton nodosus	C	C	C	B	C	B
Potamogeton obtusifolius	C			B	B	B
Potamogeton natans	B	A	B	A	A	A
Potamogeton pectinatus 0-4 m	C	C	C	B	B	B
Potamogeton pectinatus >4 m	B	B	B	B	B	B
Potamogeton perfoliatus	B	B	B	B	B	B
Potamogeton polygonifolius			A			
Potamogeton praelongus	B	A	B	A	A	A
Potamogeton pusillus 0-1m	C	B	C	B	C	B
Potamogeton pusillus 1-2m	C	B	C	B	B	B
Potamogeton pusillus 2-4m	B	B	C	B	B	B
Potamogeton pusillus >4m	B	B	B	A	B	B
Potamogeton rutilus				A	A	A
Potamogeton trichoides 0-1m				B	B	B
Potamogeton trichoides 1-2m				A	B	A
Potamogeton trichoides >2m				A	A	A
Potamogeton x nitens	B	B	B	A	B	A
Potamogeton x zizii	A		B	A	A	A
Ranunculus circinatus 0-1m	C	C	C	C	C	C
Ranunculus circinatus 1-2m	C	C	C	B	C	B
Ranunculus circinatus 2-4 m	C	C	C	B	C	B
Ranunculus circinatus >4 m	C	C	C	B	B	B
Ranunculus eradicator	A					
Ranunculus peltatus	C	C	B	B	B	A
Ranunculus reptans	B	B				
Ranunculus trichophyllus	C	C	C	B	B	A
Sagittaria sagittifolia (flutend)	C	C	C	C	C	B
Schoenoplectus lacustris (flutend)	B	B	B	B	B	B
Sparganium emersum (flutend)	B	B	B	B	B	B
Spirodela polyrhiza	C	C	C	C	C	B
Sphagnum spp			C			
Stratiotes aloides	B	A		A	A	A
Tolypella glomerata 0-2 m	B	B		A	B	A
Tolypella glomerata 2-4 m	B	A		A	A	A
Tolypella glomerata > 4 m	A	A		A	A	A
Utricularia australis 0-2 m	B	A	B	B	B	A
Utricularia australis 2-4 m	A	A	B	A	B	A
Utricularia australis > 4 m	A	A	B	A	A	A
Utricularia intermedia	A	A	A	A	A	A
Utricularia minor	A	A	A	A		
Utricularia ochroleuca	A	A	A			
Utricularia stygia	A	A	A			
Utricularia vulgaris 0-1m			B	B	B	A
Utricularia vulgaris 1-4m			B	A	B	A
Utricularia vulgaris >4m			B	A	A	A
Zannichellia palustris 0-1m	C	C	C	C	C	C
Zannichellia palustris 1-2m	C	C	C	C	C	B
Zannichellia palustris >2 m	B	B	C	B	B	B

Typ AK(s)

Voraussetzungen für die Bewertung

Die **Gesamtquantität** der submersen Makrophyten an der Probestelle muss **mindestens 55** betragen. Unterhalb einer Gesamtquantität von 55 muss der Index als nicht gesichert gelten. Er kann dann nur als Tendenz bzw. zur Unterstützung bei der Bewertung mit anderen Organismengruppen herangezogen werden. Können natürliche Ursachen ausgeschlossen werden, so muss auch die Möglichkeit einer Makrophytenverödung geprüft werden. Ist dies der Fall, so wird die **Ökologische Zustandsstufe 5** vergeben.

Der Anteil von *Nuphar lutea* und *Nymphaea alba* an der Gesamtquantität muss unter 80% liegen, anderenfalls muss der Index ebenfalls als nicht gesichert gelten.

Erreicht der Anteil der nicht eingestufteten Arten mindesten 25%, so darf die Bewertung ebenfalls nicht als gesichert angesehen werden.

An Stellen des Untertyps **AKs** kann das **Fehlen von Makrophyten** nicht zu Aussagen über die Degradierung herangezogen werden.

Zusatzkriterien

bei einem $RI > 0$ und einer mittleren unteren Vegetationsgrenze zwischen 5 m und 8 m verringert sich der RI um 20

bei einem $RI > 0$ und einer mittleren unteren Vegetationsgrenze von weniger als 5 m verringert sich der RI um 50

bei Dominanzbeständen (mind. 80% Quantität) folgender Arten verringert sich der RI um 50:

- *Elodea canadensis/ nuttallii* oder
- *Myriophyllum spicatum* oder
- *Najas marina subsp. intermedia*

wird der RI durch die Anwendung mehrerer Kriterien < -100 , wird er auf -100 gesetzt

Typ AKp

Voraussetzungen für die Bewertung

Für eine gesicherte Bewertung muss die Gesamtquantität der submersen Makrophyten an der Probestelle mindestens 35 betragen. Der Anteil von *Nuphar lutea* und *Nymphaea alba* muss unter 80% liegen. Wird eine dieser beiden Bedingungen nicht erfüllt, muss der Index als nicht gesichert gelten. Können natürliche Ursachen ausgeschlossen werden, so muss auch die Möglichkeit einer Makrophytenverödung geprüft werden. Ist dies der Fall, so wird die Ökologische Zustandsstufe 5 vergeben.

Erreicht der Anteil der nicht eingestufteten Arten mindesten 25%, so darf die Bewertung ebenfalls nicht als gesichert angesehen werden.

Zusatzkriterien

bei einem $RI > 0$ und einer mittleren unteren Vegetationsgrenze von weniger als 4,5 m verringert sich der RI um 50, wenn der See eine maximale Tiefe von mindestens 4,5 m aufweist bei Dominanzbeständen (mind. 80% Quantität) folgender Arten verringert sich der RI um 50:

- *Elodea canadensis/nuttallii* oder
- *Myriophyllum spicatum* oder
- *Najas marina subsp. intermedia*

wird der RI durch die Anwendung mehrerer Kriterien < -100 , wird er auf -100 gesetzt

Typ MTS

Voraussetzungen für die Bewertung

Die Gesamtquantität der submersen Makrophyten an der Probestelle muss mindestens 55 betragen. Unterhalb einer Gesamtquantität von 55 muss der Index als nicht gesichert gelten. Er kann dann nur als Tendenz bzw. zur Unterstützung bei der Bewertung mit anderen Organismengruppen herangezogen werden. Können natürliche Ursachen ausgeschlossen werden, so muss auch die Möglichkeit einer Makrophytenverödung geprüft werden. Ist dies der Fall, so wird die **Ökologische Zustandsstufe 5** vergeben.

Der Anteil von *Nuphar lutea* und *Nymphaea alba* an der Gesamtquantität muss unter 80% liegen, anderenfalls muss der Index ebenfalls als nicht gesichert gelten.

Erreicht der Anteil der nicht eingestuftten Arten mindesten 25%, so darf die Bewertung ebenfalls nicht als gesichert angesehen werden.

Zusatzkriterien

bei einem $RI > 0$ und einer mittleren unteren Vegetationsgrenze zwischen 5 m und 8 m verringert sich der RI um 20

bei einem $RI > 0$ und einer mittleren unteren Vegetationsgrenze von weniger als 5 m verringert sich der RI um 50

bei Dominanzbeständen (mind. 80% Quantität) folgender Arten verringert sich der RI um 50:

- *Elodea canadensis/nuttallii* oder
- *Myriophyllum spicatum* oder
- *Najas marina subsp. intermedia*

wird der RI durch die Anwendung mehrerer Kriterien < -100 , wird er auf -100 gesetzt

Typ TKg10

Voraussetzungen für die Bewertung

Für eine gesicherte Bewertung muss die Gesamtquantität der submersen Makrophyten an der Probestelle mindestens 55 betragen. Der Anteil von *Nuphar lutea* und *Nymphaea alba* muss unter 80% liegen. Wird eine dieser beiden Bedingungen nicht erfüllt, muss der Index als nicht gesichert gelten. Er kann dann nur als Tendenz bzw. Zur Unterstützung bei der Bewertung mit anderen Organismengruppen herangezogen werden. Können natürliche Ursachen ausgeschlossen werden, so muss auch die Möglichkeit einer Makrophytenverödung geprüft werden. Ist dies der Fall, so wird die **Ökologische Zustandsstufe 5** vergeben.

Erreicht der Anteil der nicht eingestuften Arten mindesten 25%, so darf die Bewertung ebenfalls nicht als gesichert angesehen werden.

Zusatzkriterien

bei einem RI > 0 und einer mittleren unteren Vegetationsgrenze von weniger als 5 m verringert sich der RI um 50

bei Dominanzbeständen (mind. 80% Quantität) folgender Arten verringert sich der RI um 50:

- *Elodea canadensis/ nuttallii* oder
- *Myriophyllum spicatum* oder
- *Najas marina subsp. intermedia* oder
- *Potamogeton pectinatus* oder
- *Ceratophyllum demersum* oder
- *Ceratophyllum submersum*

wird der RI durch die Anwendung mehrerer Kriterien <-100, wird er auf -100 gesetzt

Typ TKg13

Voraussetzungen für die Bewertung

Für eine gesicherte Bewertung muss die Gesamtquantität der submersen Makrophyten an der Probestelle mindestens 55 betragen. Der Anteil von *Nuphar lutea* und *Nymphaea alba* muss unter 80% liegen. Wird eine dieser beiden Bedingungen nicht erfüllt, muss der Index als nicht gesichert gelten. Er kann dann nur als Tendenz bzw. Zur Unterstützung bei der Bewertung mit anderen Organismengruppen herangezogen werden. Können natürliche Ursachen ausgeschlossen werden, so muss auch die Möglichkeit einer Makrophytenverödung geprüft werden. Ist dies der Fall, so wird die **Ökologische Zustandsstufe 5** vergeben.

Erreicht der Anteil der nicht eingestuften Arten mindesten 25%, so darf die Bewertung ebenfalls nicht als gesichert angesehen werden.

Zusatzkriterien

bei einem RI > 0 und einer mittleren unteren Vegetationsgrenze zwischen 5 m und 8 m verringert sich der RI um 20

bei einem RI > 0 und einer mittleren unteren Vegetationsgrenze von weniger als 5 m verringert sich der RI um 50

bei Dominanzbeständen (mind. 80% Quantität) folgender Arten verringert sich der RI um 50:

- *Elodea canadensis/ nuttallii* oder
- *Myriophyllum spicatum* oder
- *Najas marina subsp. intermedia* oder
- *Potamogeton pectinatus* oder
- *Ceratophyllum demersum* oder
- *Ceratophyllum submersum*

wird der RI durch die Anwendung mehrerer Kriterien <-100, wird er auf -100 gesetzt

Typ TKp

Voraussetzungen für die Bewertung

Für eine gesicherte Bewertung muss die Gesamtquantität der submersen Makrophyten an der Probestelle mindestens 35 betragen. Der Anteil von *Nuphar lutea* und *Nymphaea alba* muss unter 80% liegen. Wird eine dieser beiden Bedingungen nicht erfüllt, muss der Index als nicht gesichert gelten. Können natürliche Ursachen ausgeschlossen werden, so muss auch die Möglichkeit einer Makrophytenverödung geprüft werden. Ist dies der Fall, so wird die Ökologische Zustandsstufe 5 vergeben.

Erreicht der Anteil der nicht eingestuften Arten mindesten 25%, so darf die Bewertung ebenfalls nicht als gesichert angesehen werden.

Zusatzkriterien

bei einem $RI > 0$ und einer mittleren unteren Vegetationsgrenze von weniger als 3 m verringert sich der RI um 50 wenn der Wasserkörper eine maximale Tiefe von 3 m aufweist
bei Dominanzbeständen (mind. 80% Quantität) folgender Arten verringert sich der RI um 50:

- *Elodea canadensis/nuttallii* oder
- *Myriophyllum spicatum* oder
- *Najas marina subsp. intermedia* oder
- *Potamogeton pectinatus* oder
- *Ceratophyllum demersum* oder
- *Ceratophyllum submersum*

wird der RI durch die Anwendung mehrerer Kriterien < -100 , wird er auf -100 gesetzt

7.4.2 Diatomeen

Die Bewertung der Diatomeenbiozönose setzt sich aus zwei Modulen zusammen, einem Modul „Trophie-Index“ sowie dem Modul „Referenzartenquotient“ (RAQ).

7.4.2.1 Modul „Trophie-Index“

Für die Seen Süddeutschlands und des Mittelgebirges (Typen 1 bis 9 nach MATHES et al. 2002) wird der Trophieindex nach HOFMANN (1994, 1999) berechnet, hier $TI_{Süd}$ genannt. Für die Seen des Norddeutschen Tieflandes wurde ein Trophieindex (DIPA) entwickelt, der an die Verhältnisse der Seen der Typen 10 bis 14 nach MATHES et al. (2002) angepasst wurde (Schönfelder et al. unveröffentlicht). Dieser wird mit geringfügiger Abweichung für die Bewertung der genannten Seetypen eingesetzt, hier TI_{Nord} genannt.

Trophie-Index nach HOFMANN (1999) $TI_{Süd}$

Anhand der trophischen Kenngrößen (Tabelle 34) der an der zu bewertenden Litoralstelle registrierten Arten und deren prozentualen Häufigkeiten wird der Trophie-Index nach HOFMANN (1999) berechnet (Gleichung 3). Voraussetzung ist eine ausreichende Zahl indikativer Arten. Sind weniger als zehn indikative Arten in der Probe vorhanden, muss der Trophie-Index als nicht gesichert gelten. In diesem Fall kann keine Bewertung des Teilmoduls Diatomeen vorgenommen werden.

Gleichung 3: Trophie-Index nach HOFMANN (1999) $TI_{Süd}$

$$TI_{Süd} = \frac{\sum_{i=1}^n H_i * G_i * T_i}{\sum_{i=1}^n H_i * G_i}$$

$TI_{Süd}$	= Trophie-Index Süd
H_i	= Prozentuale Häufigkeit der i-ten Art
G_i	= Gewichtung der i-ten Art
T_i	= Trophiewert der i-ten Art

Tabelle 34: Tropische Kenngrößen nach HOFMANN (1999) T_{ISüd}

Taxon	Trophiewert	Gewichtung
Achnanthes		
- bahusiensis (GRUNOW) LANGE-BERTALOT	4,5	3
- catenata BILY & MARVAN	4,0	2
- clevei GRUNOW	3,5	2
- daonensis LANGE-BERTALOT	2,5	1
- delicatula (KÜTZING) GRUNOW	5,0	3
- delicatula ssp. engelbrechtii (CHOLNOKY) LANGE-BERTALOT	5,0	3
- didyma HUSTEDT	1,5	3
- exigua GRUNOW	4,0	2
- flexella (KÜTZING) BRUN	1,7	3
- helvetica (HUSTEDT) LANGE-BERTALOT	1,5	3
- holsatica HUSTEDT	3,2	2
- hungarica (GRUNOW) GRUNOW	5,0	3
- kranzii LANGE-BERTALOT	1,5	3
- kuelbsii LANGE-BERTALOT	1,5	3
- lacus-vulcani LANGE-BERTALOT & KRAMMER	1,5	3
- lapidosa KRASSKE	2,0	2
- laterostrata HUSTEDT	1,5	3
- lauenburgiana HUSTEDT	4,5	3
- levanderi HUSTEDT	1,5	3
- marginulata GRUNOW	1,5	3
- minuscula HUSTEDT	4,0	2
- minutissima var. affinis (GRUNOW) LANGE-BERTALOT	4,1	2
- minutissima var. gracillima (MEISTER) LANGE-BERTALOT	1,0	3
- minutissima var. scotica (CARTER) LANGE-BERTALOT	1,8	3
- oblongella OESTRUP	1,5	3
- petersenii HUSTEDT	2,0	2
- ploenensis HUSTEDT	4,5	3
- pseudoswazi CARTER	1,5	3
- pusilla (GRUNOW) DE TONI	1,5	3
- rechtensis LECLERCQ	1,0	3
- rosenstockii LANGE-BERTALOT	2,4	2
- rossii HUSTEDT	1,5	3
- silvahercynia LANGE-BERTALOT	1,5	3
- subatomoides (HUSTEDT) LANGE-BERTALOT	2,0	2
- trinodis (W. SMITH) GRUNOW	1,3	3
- ventralis (KRASSKE) LANGE-BERTALOT	1,5	3
- zieglerei LANGE-BERTALOT	3,8	2
Amphora		
- inariensis KRAMMER	2,5	1
- ovalis (KÜTZING) KÜTZING	4,0	2
- thumensis (MAYER) CLEVE-EULER	2,3	1
- veneta var. capitata HAWORTH	2,2	2
Anomoeoneis		
- sphaerophora (EHRENBERG) PFITZER	5,0	3
Brachysira		
- brebissonii ROSS	1,5	3
- calcicola LANGE-BERTALOT	1,0	3
- hofmanniaea LANGE-BERTALOT	1,0	3
- liliana LANGE-BERTALOT	1,0	3
- neoexilis LANGE-BERTALOT	1,9	2
- serians (BRÉBISSON) ROUND & MANN	1,0	3
- styriaca (GRUNOW) HUSTEDT	1,1	3
- vitrea (GRUNOW) ROSS	1,5	3
- zellensis (GRUNOW) ROUND & MANN	1,0	3
Caloneis		
- aerophila BOCK	1,5	3
- alpestris (GRUNOW) CLEVE	1,9	2
- amphisbaena (BORY) CLEVE	4,5	3
- bacillum (GRUNOW) CLEVE	4,0	2
- latiuscula (KÜTZING) CLEVE	1,0	3
- obtusa (W. SMITH) CLEVE	1,0	3
- tenuis (GREGORY) KRAMMER	1,0	3
Cocconeis		
- neothumensis KRAMMER	3,7	2
- pediculus EHRENBERG	4,4	3
Cymatopleura		
- solea (BRÉBISSON) W. SMITH	4,5	3

Taxon	Trophiewert	Gewichtung
Cymbella		
- affinis 1 KÜTZING (siehe in HOFMANN, 1994)	2,4	1
- affinis 2 KÜTZING (siehe in HOFMANN, 1994)	4,1	2
- alpina GRUNOW	1,0	3
- amphicephala NAEGELI	2,2	1
- ancylus CLEVE	2,7	1
- austriaca GRUNOW	1,7	3
- cesatii (RABENHORST) GRUNOW	1,5	3
- cymbiformis AGARDH	1,3	2
- delicatula KÜTZING	1,5	3
- descripta (HUSTEDT) KRAMMER & LANGE-BERTALOT	1,0	3
- falaisensis (GRUNOW) KRAMMER & LANGE-BERTALOT	2,0	2
- gaeumannii MEISTER	1,5	3
- gracilis (EHRENBERG) KÜTZING	1,5	3
- hebridica (GRUNOW) CLEVE	1,5	3
- helvetica KÜTZING var. helvetica	1,7	2
- helvetica var. compacta (OESTRUP) HUSTEDT	4,0	2
- hybrida GRUNOW	1,1	3
- incerta (GRUNOW) CLEVE	1,1	3
- laevis NAEGELI	1,9	2
- lapponica GRUNOW	2,0	3
- mesiana CHOLNOKY	1,5	3
- minuta HILSE	2,0	2
- norvegica GRUNOW	1,5	3
- perpusilla CLEVE-EULER	1,5	3
- prostrata (BERKELEY) CLEVE	4,3	3
- reichardtii KRAMMER	4,4	3
- schimanskii KRAMMER	1,0	3
- simonsenii KRAMMER	1,5	3
- stauroneiformis LAGERSTEDT	1,5	3
- subaequalis GRUNOW	1,6	2
- tumida (BRÉBISSON) VAN HEURCK	4,5	3
- tumidula GRUNOW var. tumidula	1,5	3
- tumidula var. lancettula KRAMMER	1,5	3
Denticula		
- kuetzingii GRUNOW	1,9	2
- tenuis KÜTZING	3,0	1
Diatoma		
- anceps (EHRENBERG) KIRCHNER	2,0	2
- hyemalis (ROTH) HEIBERG	1,5	3
- mesodon (EHRENBERG) KÜTZING	2,0	2
- moniliformis KÜTZING (elliptische bis ovale Sippen)	5,0	3
- problematica LANGE-BERTALOT	5,0	3
- vulgaris BORY	4,4	3
Diploneis		
- elliptica (KÜTZING) CLEVE	2,2	1
- oblongella (NAEGELI) CLEVE-EULER	2,4	2
- ovalis (HILSE) CLEVE	1,0	3
- petersenii HUSTEDT	2,0	2
Eunotia		
- arcus NÖRPEL & LANGE-BERTALOT	1,5	2
- botuliformis WILD et al.	1,5	3
- diodon EHRENBERG	1,5	3
- fallax A. CLEVE	1,0	3
- flexuosa (BRÉBISSON) KÜTZING	1,5	3
- glacialis MEISTER	1,5	3
- implicata NÖRPEL et al.	1,5	3
- incisa GREGORY	1,5	3
- meisteri HUSTEDT	1,5	3
- muscicola var. tridentula NÖRPEL & LANGE-BERTALOT	1,5	3
- nymanniana GRUNOW	1,0	3
- pectinalis (DILLWYN) RABENHORST	1,5	3
- praerupta EHRENBERG	1,5	3
- rhomboidea HUSTEDT	1,5	3
- septentrionalis OESTRUP	1,0	3
- silvahercynia NÖRPEL et al.	1,0	3
- sudetica O. MÜLLER	1,0	3
- tenella (GRUNOW) HUSTEDT	1,5	3

Taxon	Trophiewert	Gewichtung
Fragilaria		
- acidoclinata LANGE-BERTALOT & HOFMANN	1,5	3
- capucina DESMAZIÈRES var. capucina	4,5	3
- capucina var. amphicephala (GRUNOW) LANGE-BERTALOT	1,6	2
- capucina var. austriaca (GRUNOW) LANGE-BERTALOT	2,5	1
- capucina var. mesolepta (RABENHORST) RABENHORST	4,0	2
- capucina perminuta-Sippe KRAMMER & LANGE-BERTALOT	4,2	2
- capucina var. vaucheriae (KÜTZING) LANGE-BERTALOT	5,0	3
- delicatissima (W. SMITH) LANGE-BERTALOT	2,0	2
- exigua GRUNOW	1,5	3
- famelica (KÜTZING) LANGE-BERTALOT	4,5	3
- fasciculata (AGARDH) LANGE-BERTALOT	5,0	3
- incognita REICHARDT	2,9	1
- nanana LANGE-BERTALOT	2,1	2
- parasitica (W. SMITH) GRUNOW	4,0	2
- pulchella (RALFS) LANGE-BERTALOT	5,0	3
- robusta (FUSEY) MANGUIN	2,5	1
- tenera (W. SMITH) LANGE-BERTALOT	2,5	1
- ulna angustissima-Sippen in KRAMMER & LANGE-B.	5,0	3
- virescens RALFS	2,0	2
Frustulia		
- rhomboides (EHRENBERG) DE TONI	1,5	3
- vulgaris (THWAITES) DE TONI	5,0	3
Gomphonema		
- acutiusculum (O. MÜLLER) CLEVE-EULER	1,5	3
- angustum AGARDH	2,0	2
- augur EHRENBERG	5,0	3
- auritum A. BRAUN	2,5	1
- bavaricum REICHARDT & LANGE-BERTALOT	1,5	3
- bohemicum REICHELT & FRICKE	1,5	3
- dichotomum KÜTZING	2,0	2
- hebridense GREGORY	2,5	1
- helveticum BRUN	1,1	3
- lagerheimii A. CLEVE	1,5	3
- lateripunctatum REICHARDT & LANGE-BERTALOT	1,8	2
- minutum (AGARDH) AGARDH	4,5	3
- occultum REICHARDT & LANGE-BERTALOT	1,8	2
- olivaceum (HORNEMANN) BRÉBISSON var. olivaceum	4,1	2
- olivaceum var. olivaceoides (HUSTEDT) LANGE-BERTALOT	2,5	1
- olivaceum var. olivaceolacuum LANGE-B. & REICHARDT	4,5	3
- parvulum var. parvulus LANGE-BERTALOT & REICHARDT	1,5	3
- procerum REICHARDT & LANGE-BERTALOT	2,0	2
- productum (GRUNOW) LANGE-BERTALOT & REICHARDT	2,5	1
- pseudoaugur LANGE-BERTALOT	5,0	3
- pseudotenellum LANGE-BERTALOT	2,0	2
- pumilum (GRUNOW) REICHARDT & LANGE-BERTALOT	4,3	2
- subtile EHRENBERG	2,5	1
- tenue FRICKE	1,3	3
- tergestinum FRICKE	4,0	2
- vibrio EHRENBERG	1,7	2
Gyrosigma		
- acuminatum (KÜTZING) RABENHORST	4,5	3
- nodiferum (GRUNOW) REIMER	5,0	3
Mastogloia		
- smithii var. lacustris GRUNOW	1,3	3
Meridion		
- circulare (GREVILLE) AGARDH var. circulare	4,0	1
Navicula		
- abiskoensis HUSTEDT	1,5	3
- absoluta HUSTEDT	2,5	1
- angusta GRUNOW	1,5	3
- bacillum EHRENBERG	3,7	2
- canoris HOHN & HELLERMANN	4,5	3
- capitata EHRENBERG var. capitata	5,0	3
- capitatoradiata GERMAIN	4,8	3
- cari EHRENBERG	4,3	3
- cataractarheni LANGE-BERTALOT	2,5	1
- cincta (EHRENBERG) RALFS	5,0	3
- citrus KRASSKE	5,0	3
- clementis GRUNOW	4,0	2
- cocconeiformis GREGORY	2,0	2
- concentrica CARTER	1,8	3

Taxon	Trophiewert	Gewichtung
- constans HUSTEDT	4,0	2
- cryptocephala KÜTZING	4,9	3
- cryptofallax LANGE-BERTALOT & HOFMANN	4,5	3
- cuspidata (KÜTZING) KÜTZING	5,0	3
- dealpina LANGE-BERTALOT	1,5	3
- decussis OESTRUP	3,9	2
- densilineolata (LANGE-BERTALOT) LANGE-BERTALOT	1,9	3
- detenta HUSTEDT	1,5	3
- diluviana KRASSKE	2,3	1
- elginensis (GREGORY) RALFS	4,0	2
- erifuga LANGE-BERTALOT	5,0	3
- exilis KÜTZING	2,0	2
- festiva KRASSKE	1,5	3
- gastrum (EHRENBERG) KÜTZING	4,5	3
- gottlandica GRUNOW	1,9	2
- gregaria DONKIN	5,0	3
- halophila (GRUNOW) CLEVE	5,0	3
- heimansioides LANGE-BERTALOT	1,5	3
- hustedtii KRASSKE	4,5	3
- integra (W. SMITH) RALFS	4,5	3
- jaagii MEISTER	1,0	3
- jaernefeltii HUSTEDT	2,5	1
- joubaudii GERMAIN	4,0	2
- laevisissima KÜTZING	2,5	1
- lanceolata (AGARDH) EHRENBERG	5,0	3
- leistikowii LANGE-BERTALOT	2,0	2
- lenzii HUSTEDT	2,3	1
- leptostriata JÖRGENSEN	1,5	3
- libonensis SCHOEMAN	5,0	3
- mediocris KRASSKE	1,5	3
- menisculus var. grunowii LANGE-BERTALOT	4,0	2
- minuscula var. muralis (GRUNOW) LANGE-BERTALOT	5,0	3
- monoculata HUSTEDT	5,0	3
- naumannii HUSTEDT	1,0	3
- notha WALLACE	2,0	2
- oligotraphenta LANGE-BERTALOT & HOFMANN	2,0	2
- oppugnata HUSTEDT	4,0	2
- placentula (EHRENBERG) GRUNOW	4,0	2
- porifera var. opportuna (HUSTEDT) LANGE-BERTALOT	1,5	3
- praeterita HUSTEDT	2,2	2
- protracta (GRUNOW) CLEVE	4,5	3
- pseudanglica LANGE-BERTALOT	4,1	2
- pseudobryophila HUSTEDT	1,5	3
- pseudolanceolata LANGE-BERTALOT	4,0	2
- pseudoscutiformis HUSTEDT	1,5	3
- pseudotuscula HUSTEDT	2,5	1
- pygmaea KÜTZING	4,5	3
- recens (LANGE-BERTALOT) LANGE-BERTALOT	5,0	3
- reichardtiana LANGE-BERTALOT var. reichardtiana	4,3	2
- reichardtiana var. crassa LANGE-BERTALOT & HOFMANN	4,3	2
- reinhardtii GRUNOW	4,0	2
- rhynchotella LANGE-BERTALOT	5,0	3
- shadei KRASSKE	2,0	2
- schmassmannii HUSTEDT	1,5	3
- schoenfeldii HUSTEDT	4,1	3
- schroeterii MEISTER sensu lato	5,0	3
- scutelloides W. SMITH	4,5	3
- slesvicensis GRUNOW	4,3	3
- soehrensii KRASSKE	1,5	3
- splendicula VAN LANDINGHAM	4,5	3
- stroemii HUSTEDT	1,8	2
- subalpina REICHARDT	2,1	1
- sublucidula HUSTEDT	4,5	3
- submolesta HUSTEDT	1,5	3
- subrotundata HUSTEDT syn. utermoehlii HUSTEDT	4,0	1
- subtilissima CLEVE	1,5	3
- suchlandtii HUSTEDT	1,5	3
- tripunctata (O.F. MÜLLER) BORY	5,0	3
- trivialis LANGE-BERTALOT	5,0	3
- tuscula (EHRENBERG) GRUNOW	1,9	1
- tuscula f. minor in KRAMMER & LANGE-BERTALOT	3,5	2
- variostrata KRASSKE	1,5	3

Taxon	Trophiewert	Gewichtung
- viridula var. rostellata (KÜTZING) CLEVE	5,0	3
- vulpina KÜTZING	2,0	2
- wildii LANGE-BERTALOT	1,3	3
Neidium		
- affine (EHRENBERG) PFITZER	1,5	3
- alpinum HUSTEDT	1,5	3
- ampliatum (EHRENBERG) KRAMMER	2,0	2
- binodis (EHRENBERG) HUSTEDT	3,9	2
- bisulcatum (LAGERSTEDT) CLEVE	1,5	3
- iridis (EHRENBERG) CLEVE	1,5	3
Nitzschia		
- acicularis (KÜTZING) W. SMITH	5,0	3
- acula HANTZSCH	5,0	3
- alpina HUSTEDT	1,5	3
- amphibia GRUNOW	5,0	3
- angustatula LANGE-BERTALOT	3,9	2
- bacilliformis HUSTEDT	1,7	3
- bacillum HUSTEDT	2,9	1
- calida GRUNOW	5,0	3
- clausii HANTZSCH	5,0	3
- constricta (KÜTZING) RALFS	5,0	3
- dealpina LANGE-BERTALOT & HOFMANN	2,5	1
- debilis ARNOTT	5,0	3
- dissipata (KÜTZING) GRUNOW var. dissipata	4,7	3
- diversa HUSTEDT	2,1	2
- draveillensis COSTE & RICARD	5,0	3
- fibulafissa LANGE-BERTALOT	2,0	2
- filiformis (W. SMITH) VAN HEURCK	5,0	3
- fonticola GRUNOW	4,5	3
- fossilis GRUNOW	4,5	3
- frustulum (KÜTZING) GRUNOW	5,0	3
- gessneri HUSTEDT	2,1	2
- gisela LANGE-BERTALOT	1,4	3
- heufferiana GRUNOW	4,5	3
- hungarica GRUNOW	5,0	3
- inconspicua GRUNOW	5,0	3
- intermedia HANTZSCH	5,0	3
- levidensis (W. SMITH) GRUNOW	5,0	3
- liebethuthii RABENHORST	5,0	3
- linearis-Sippen (AGARDH) W. SMITH	5,0	3
- microcephala GRUNOW	5,0	3
- paleacea GRUNOW	5,0	3
- pusilla GRUNOW	5,0	3
- radícula HUSTEDT	2,5	1
- regula HUSTEDT	1,3	3
- sigmoidea (NITZSCH) W. SMITH	5,0	3
- sinuata var. delognei (GRUNOW) LANGE-BERTALOT	4,1	2
- sociabilis HUSTEDT	4,5	3
- solita HUSTEDT	5,0	3
- subacicularis HUSTEDT	4,2	3
- supralitorea LANGE-BERTALOT	5,0	3
- tryblionella HANTZSCH	5,0	3
- valdestriata ALEEM & HUSTEDT	4,0	2
- wuellerstorffii LANGE-BERTALOT	4,5	3
Peronia		
- fibula (BREISSON) ROSS	1,5	3
Pinnularia		
- gibba EHRENBERG var. gibba	4,5	3
- irrorata (GRUNOW) HUSTEDT	1,5	3
- neomaior KRAMMER	1,5	3
- microstauron (EHRENBERG) CLEVE var. microstauron	2,0	2
- nodosa EHRENBERG	1,5	3
- subcapitata GREGORY	1,5	3
Rhoicosphenia		
- abbreviata (AGARDH) LANGE-BERTALOT	4,5	3
Rhopalodia		
- gibba (EHRENBERG) O. MÜLLER var. gibba	4,5	3
- gibba var. parallela (GRUNOW) H. & M. PERAGALLO	1,7	3
Simonsenia		
- delognei (GRUNOW) LANGE-BERTALOT	4,5	3

Taxon	Trophiewert	Gewichtung
Stauroneis		
- borrichii (PETERSEN) LUND	1,5	3
- kriegerii PATRICK	4,0	2
- smithii GRUNOW	4,0	2
- undata HUSTEDT	1,5	3
Stenopterobia		
- delicatissima (LEWIS) BRÉBISSON	1,5	3
Surirella		
- brebissonii KRAMMER & LANGE-BERTALOT	5,0	3
- linearis W. SMITH	2,0	2
- minuta BRÉBISSON	5,0	3
- roba LECLERCQ	2,0	2
Tabellaria		
- ventricosa KÜTZING	1,0	3

Trophie-Index nach Schönfelder et al. (unveröffentlicht) TI_{Nord}

Anhand der trophischen Kenngrößen (Tabelle 35) der an der zu bewertenden Litoralstelle registrierten Arten und deren prozentualen Häufigkeiten wird der Trophie-Index nach Schönfelder et al. (unveröffentlicht) berechnet (Gleichung 4).

Gleichung 4: Trophie-Index nach Schönfelder et al. (unveröffentlicht) TI_{Nord}

$$TI_{Nord} = \frac{\sum_{i=1}^n \sqrt{H_i} * T_i}{\sum_{i=1}^n \sqrt{H_i}}$$

TI_{Nord} = Trophie-Index Nord
 H_i = Prozentuale Häufigkeit der i-ten Art
 T_i = Trophiewert der i-ten Art

Tabelle 35: Trophische Kenngrößen nach Schönfelder et al. (unveröffentlicht), modifiziert TI_{Nord}

Taxon	Trophiewert
Achnanthes	
- altaica (PORETZKY) CLEVE-EULER	0,38
- clevei GRUNOW	2,25
- clevei var. rostrata	0,00
- conspicua A.MAYER	2,62
- daonensis LANGE-BERTALOT	0,98
- dauii FOGED	0,98
- delicatula (KUETZING) GRUNOW	5,43
- didyma HUSTEDT	0,48
- exigua GRUNOW	2,41
- exilis KUETZING	0,00
- flexella (KUETZING) BRUN	0,02
- flexella var. alpestris BRUN	0,54
- helvetica (HUSTEDT) LANGE-BERTALOT	0,48
- holsatica HUSTEDT	1,70
- hungarica (GRUNOW) GRUNOW	6,67
- joursacense HERIBAUD	1,96
- kolbei HUSTEDT	4,12
- kranzii LANGE-BERTALOT	0,48
- kuelbsii LANGE-BERTALOT	0,48
- lacus-vulcani LANGE-BERTALOT & KRAMMER	0,48
- laevis OESTRUP	0,52
- lanceolata ssp. frequentissima LANGE-BERTALOT	2,28
- lanceolata ssp. lanceolata (BRÉBISSON) GRUNOW	1,15
- lapidosa KRASSKE	0,66
- laterostrata HUSTEDT	0,48
- lauenburgiana HUSTEDT	4,23
- levanderi HUSTEDT	0,38
- marginulata GRUNOW	0,48
- minuscula HUSTEDT	3,04

Taxon	Trophiewert
- minutissima var. affinis (GRUNOW) LANGE-BERTALOT	3,38
- minutissima var. gracillima (MEISTER) LANGE-BERTALOT	0,38
- minutissima var. scotica (CARTER) LANGE-BERTALOT	0,14
- oblongella OESTRUP	0,48
- oestrupii (CLEVE-EULER) HUSTEDT	1,55
- petersenii HUSTEDT	0,66
- ploenensis HUSTEDT	4,23
- pseudoswazi CARTER	0,48
- pusilla (GRUNOW) DE TONI	0,75
- rechtensis LECLERCQ	0,38
- rosenstockii LANGE-BERTALOT	0,09
- rossii HUSTEDT	0,48
- silvahercynia LANGE-BERTALOT	0,48
- straubiana LANGE-BERTALOT	0,00
- subatomoides (HUSTEDT) LANGE-BERTALOT & ARCHIBALD	0,66
- trinodis (W.SMITH) GRUNOW	0,43
- ventralis (KRASSKE) LANGE-BERTALOT	0,48
- zieglerei LANGE-BERTALOT	1,72
Amphipleura	
- pellucida (KUETZING) KUETZING	1,21
Amphora	
- fogediana KRAMMER	0,90
- inariensis KRAMMER	0,98
- libyca EHRENBERG	3,96
- ovalis (KUETZING) KUETZING	3,26
- pediculus (KUETZING) GRUNOW	2,89
- thumensis (A.MAYER) CLEVE-EULER	0,38
- veneta KUETZING	5,70
- veneta var. capitata HAWORTH	0,77
Anomoeoneis	
- sphaerophora (EHRENBERG) PFITZER	5,30
Brachysira	
- brebissonii ROSS	0,48
- calcicola LANGE-BERTALOT	0,38
- hofmanniae LANGE-BERTALOT	0,38
- liliana LANGE-BERTALOT	0,38
- neoexilis LANGE-BERTALOT	0,74
- procera LANGE-BERTALOT & MOSER	0,38
- serians (BREBISSON) ROUND & MANN	0,38
- styriaca (GRUNOW) ROSS	0,40
- vitrea (GRUNOW) ROSS	0,48
- zellensis (GRUNOW) ROUND & MANN	0,38
Caloneis	
- aerophila BOCK	0,48
- alpestris (GRUNOW) CLEVE	0,40
- amphisbaena (BORY DE SAINT VINCENT) CLEVE	4,05
- bacillum (GRUNOW) CLEVE	3,21
- latiuscula (KUETZING) CLEVE	0,38
- obtusa (W.SMITH) CLEVE	0,38
- schumanniana (GRUNOW) CLEVE	1,86
- silicula (EHRENBERG) CLEVE	3,25
- tenuis (GREGORY) KRAMMER	0,78
Cocconeis	
- disculus (SCHUMANN) CLEVE	2,02
- neothumensis KRAMMER	2,15
- pediculus EHRENBERG	4,33
- placentula EHRENBERG	3,45
- placentula var. lineata (EHRENBERG) VAN HEURCK	2,93
- placentula var. pseudolineata GEITLER	3,45
Cymatopleura	
- elliptica (BREBISSON) W.SMITH	3,33
- solea (BREBISSON) W.SMITH	4,08
Cymbella	
- affinis KUETZING	1,09
- alpina GRUNOW	0,38
- amphicephala NAEGELI	1,41
- amphicephala var. hercynica (SCHMIDT) CLEVE	0,00

Taxon	Trophiewert
- ancyli CLEVE	1,14
- angustata (W.SMITH) CLEVE	0,00
- aspera (EHRENBERG) CLEVE	2,58
- austriaca GRUNOW	0,54
- caespitosa (KUETZING) BRUN	1,55
- cesatii (RABENHORST) GRUNOW	0,45
- cistula (EHRENBERG) KIRCHNER	2,56
- cuspidata KUETZING	0,77
- cymbiformis J.G.AGARDH	0,71
- delicatula KUETZING	0,48
- descripta (HUSTEDT) KRAMMER & LANGE-BERTALOT	0,38
- ehrenbergii KUETZING	2,36
- elginensis KRAMMER	0,38
- falaisensis (GRUNOW) KRAMMER & LANGE-BERTALOT	0,68
- gaeumannii MEISTER	0,48
- gracilis (EHRENBERG) KUETZING	0,97
- hebridica (GRUNOW) CLEVE	0,48
- helvetica KUETZING	0,50
- helvetica var. compacta (OESTRUP) HUSTEDT	3,04
- hustedtii KRASSKE	1,47
- hybrida GRUNOW	0,40
- incerta (GRUNOW) CLEVE	0,40
- lacustris (J.G.AGARDH) CLEVE	0,04
- laevis NAEGELI	0,62
- lanceolata (EHRENBERG) KIRCHNER	3,60
- lapponica GRUNOW	0,66
- lata GRUNOW	1,51
- leptoceros (EHRENBERG) KUETZING	0,95
- mesiana CHOLNOKY	0,48
- microcephala GRUNOW	1,02
- minuta HILSE	0,70
- norvegica GRUNOW	0,48
- perpusilla CLEVE-EULER	0,48
- prostrata (BERKELEY) CLEVE	3,39
- reichardtii KRAMMER	3,97
- schimanskii KRAMMER	0,38
- simonsenii KRAMMER	0,48
- sinuata GREGORY	2,79
- stauroneiformis LAGERSTEDT	0,48
- subaequalis GRUNOW	0,83
- subcuspidata KRAMMER	2,14
- tumida (BREBISSON) VAN HEURCK	4,49
- tumidula GRUNOW	0,48
- tumidula var. lancettula KRAMMER	0,48
Denticula	
- kuetzingii GRUNOW	0,97
- tenuis KUETZING	0,80
Diatoma	
- anceps (EHRENBERG) KIRCHNER	0,66
- ehrenbergii KUETZING	0,00
- hyemalis (ROTH) HEIBERG	0,48
- mesodon (EHRENBERG) KUETZING	0,66
- problematica LANGE-BERTALOT	5,74
- tenuis J.G.AGARDH	4,97
- vulgaris BORY DE SAINT VINCENT	5,61
Diploneis	
- elliptica (KUETZING) CLEVE	1,44
- modica HUSTEDT	0,02
- oblongella (NAEGELI) CLEVE-EULER	0,30
- ovalis (HILSE) CLEVE	0,44
- petersenii HUSTEDT	0,66
- subconstricta	0,00
Ellerbeckia	
- arenaria (MOORE) CRAWFORD	3,17
Epithemia	
- adnata (KUETZING) BREBISSON	2,42
- smithii CARRUTHERS	0,00

Taxon	Trophiewert
- sorex KUETZING	2,46
- turgida (EHRENBERG) KUETZING	2,95
Eunotia	
- arcubus NOERPEL & LANGE-BERTALOT	0,62
- bilunaris (EHRENBERG) MILLS	3,66
- botuliformis WILD et al.	1,61
- diodon EHRENBERG	0,48
- exigua (BREBISSON) RABENHORST	0,64
- faba EHRENBERG	0,42
- fallax A.CLEVE	0,38
- flexuosa (BREBISSON) KUETZING	0,48
- formica EHRENBERG	5,86
- glacialis MEISTER	1,81
- hexaglyphis EHRENBERG	0,38
- implicata NOERPEL et al.	1,11
- incisa GREGORY	1,02
- meisteri HUSTEDT	0,38
- muscicola var. tridentula NOERPEL & LANGE-BERTALOT	0,48
- naegeli MIGULA	1,07
- nymanniana GRUNOW	0,38
- pectinalis (DILLWYN) RABENHORST	0,48
- praerupta EHRENBERG	0,48
- praerupta var. bigibba (KUETZING) GRUNOW	0,48
- rhomboidea HUSTEDT	0,48
- septentrionalis OESTRUP	0,38
- serra EHRENBERG	0,38
- serra var. diadema (EHRENBERG) PATRICK	0,38
- serra var. tetraodon (EHRENBERG) NOERPEL	0,38
- silvahercynia NOERPEL et al.	0,38
- sudetica O.MUELLER	0,38
- tenella (GRUNOW) HUSTEDT	0,48
Fragilaria	
- acidoclinata LANGE-BERTALOT & HOFMANN	0,48
- berlinensis (LEMMERMANN) LANGE-BERTALOT	2,28
- bidens HEIBERG	6,87
- brevistriata GRUNOW	2,81
- capucina DESMAZIERES	3,79
- capucina distans - Sippen KRAMMER & LANGE-BERTALOT	0,38
- capucina var. amphicephala (GRUNOW) LANGE-BERTALOT	0,51
- capucina var. austriaca (GRUNOW) LANGE-BERTALOT	0,98
- capucina var. mesolepta (RABENHORST) RABENHORST	3,82
- capucina var. rumpens (KUETZING) LANGE-BERTALOT	4,12
- capucina var. vaucheriae (KUETZING) LANGE-BERTALOT	5,33
- cyclopum (BRUTSCHY) LANGE-BERTALOT	2,04
- delicatissima (W.SMITH) LANGE-BERTALOT	0,90
- exigua GRUNOW	0,48
- famelica (KUETZING) LANGE-BERTALOT	4,23
- fasciculata (J.G.AGARDH) LANGE-BERTALOT	5,66
- incognita REICHARDT	1,34
- lapponica GRUNOW	2,50
- leptostauron var. dubia (GRUNOW) HUSTEDT	4,18
- leptostauron var. martyi (HERIBAUD) LANGE-BERTALOT	3,98
- nanana LANGE-BERTALOT	1,57
- nitzschioides GRUNOW	5,66
- parasitica (W.SMITH) GRUNOW	3,28
- parasitica var. subconstricta GRUNOW	4,83
- pinnata EHRENBERG	2,57
- pulchella (RALFS) LANGE-BERTALOT	5,92
- robusta (FUSEY) MANGUIN	1,51
- tenera (W.SMITH) LANGE-BERTALOT	1,89
- ulna (NITZSCH) LANGE-BERTALOT	5,27
- ulna angustissima - Sippen KRAMMER & LANGE-BERTALOT	5,74
- ulna var. acus (KUETZING) LANGE-BERTALOT	3,78
- virescens RALFS	0,66
Frustulia	
- rhomboides (EHRENBERG) DE TONI	1,00
- rhomboides var. crassinervia (BREBISSON) ROSS	0,48

Taxon	Trophiewert
- rhomboides var. saxonica (RABENHORST) DE TONI	0,48
- vulgaris (THWAITES) DE TONI	5,71
Gomphonema	
- acuminatum EHRENBERG	3,31
- acutiusculum (O.MUELLER) CLEVE-EULER	0,48
- angustum J.G.AGARDH	0,76
- augur EHRENBERG	4,99
- auritum A.BRAUN	0,27
- bavaricum REICHARDT & LANGE-BERTALOT	0,48
- bohemicum REICHELT & FRICKE	0,48
- clavatum EHRENBERG	4,00
- dichotomum KUETZING	0,61
- gracile EHRENBERG	1,35
- hebridense GREGORY	0,23
- helveticum BRUN	0,40
- insigne GREGORY	5,37
- lagerheimii A.CLEVE	0,48
- lateripunctatum REICHARDT & LANGE-BERTALOT	0,25
- micropus KUETZING	6,49
- minutum (J.G.AGARDH) J.G.AGARDH	4,23
- occultum REICHARDT & LANGE-BERTALOT	0,57
- olivaceum (HORNEMANN) BREBISSON	4,30
- olivaceum var. minutissimum HUSTEDT	0,98
- olivaceum var. olivaceoides (HUSTEDT) LANGE-BERTALOT &	0,98
- olivaceum var. olivaceolacuum LANGE-BERTALOT &	4,23
- parvulum (KUETZING) KUETZING	2,95
- parvulum var. exilissimum GRUNOW	0,98
- parvulum var. parvulus LANGE-BERTALOT & REICHARDT	0,48
- procerum REICHARDT & LANGE-BERTALOT	0,66
- productum (GRUNOW) LANGE-BERTALOT & REICHARDT	0,98
- pseudotenellum LANGE-BERTALOT	0,66
- pumilum (GRUNOW) LANGE-BERTALOT & REICHARDT	2,75
- sarcophagus GREGORY	7,76
- subtile EHRENBERG	0,13
- tenue FRICKE	0,43
- tergestinum FRICKE	3,04
- truncatum EHRENBERG	3,25
- vibrio EHRENBERG	0,77
Gyrosigma	
- attenuatum (KUETZING) RABENHORST	3,62
- nodiferum (GRUNOW) REIMER	4,40
Mastogloia	
- baltica GRUNOW	0,00
- elliptica J.G.AGARDH	0,00
- grevillei W.SMITH	0,00
- smithii THWAITES	0,37
- smithii var. lacustris GRUNOW	0,43
Melosira	
- varians J.G.AGARDH	4,89
Meridion	
- circulare (GREVILLE) J.G.AGARDH	4,92
Navicula	
- abiskoensis HUSTEDT	0,48
- absoluta HUSTEDT	0,60
- atomus (KUETZING) GRUNOW	4,74
- atomus var. permissus (HUSTEDT) LANGE-BERTALOT	5,74
- bacillum EHRENBERG	2,48
- brockmannii HUSTEDT	0,38
- bryophila PETERSEN	0,52
- capitata EHRENBERG	5,37
- capitata var. hungarica (GRUNOW) ROSS	5,37
- capitata var. lueneburgensis (GRUNOW) PATRICK	4,59
- capitatoradiata GERMAIN	4,20
- cari EHRENBERG	3,06
- cariocincta	2,20
- cincta (EHRENBERG) RALFS	2,20
- citrus KRASSKE	5,74

Taxon	Trophiewert
- clementioides HUSTEDT	2,00
- clementis GRUNOW	2,72
- cocconeiformis GREGORY	0,66
- concentrica CARTER	0,40
- constans HUSTEDT	3,04
- costulata GRUNOW	5,86
- cryptocephala KUETZING	3,00
- cryptofallax LANGE-BERTALOT & HOFMANN	4,23
- cryptotenelloides LANGE-BERTALOT	1,37
- cuspidata (KUETZING) KUETZING	4,85
- dealpina LANGE-BERTALOT	0,48
- decussis OESTRUP	3,02
- densilineolata (LANGE-BERTALOT) LANGE-BERTALOT	0,62
- detenta HUSTEDT	0,48
- diluviana KRASSKE	0,23
- elginensis (GREGORY) RALFS	2,50
- erifuga LANGE-BERTALOT	5,74
- exilis KUETZING	0,66
- explanata HUSTEDT	0,60
- festiva KRASSKE	0,48
- gallica var. perpusilla (GRUNOW) LANGE-BERTALOT	0,48
- gastrum (EHRENBERG) KUETZING	3,57
- goepfertiana (BLEISCH) H.L.SMITH	5,74
- gotlandica GRUNOW	0,22
- gregaria DONKIN	6,76
- halophila (GRUNOW) CLEVE	5,75
- heimansioides LANGE-BERTALOT	0,48
- helensis SCHULZ	0,70
- hustedtii KRASSKE	4,23
- integra (W.SMITH) RALFS	4,23
- jaagii MEISTER	0,38
- jaernefeltii HUSTEDT	0,98
- jentzschii GRUNOW	1,60
- joubaudii GERMAIN	3,04
- krasskei HUSTEDT	0,38
- laevisima KUETZING	2,32
- lanceolata (J.G.AGARDH) EHRENBERG	7,05
- laterostrata HUSTEDT	1,09
- leistikowii LANGE-BERTALOT	0,66
- lenzii HUSTEDT	0,83
- leptostriata JOERGENSEN	0,48
- libonensis SCHOEMAN	5,74
- mediocris KRASSKE	0,48
- menisculus SCHUMANN	4,67
- menisculus var. grunowii LANGE-BERTALOT	3,04
- menisculus var. upsaliensis GRUNOW	4,00
- minuscula var. muralis (GRUNOW) LANGE-BERTALOT	5,74
- minusculoides HUSTEDT	5,74
- molestiformis HUSTEDT	5,74
- monoculata HUSTEDT	5,74
- naumannii HUSTEDT	0,38
- notha WALLACE	0,66
- oblonga KUETZING	2,02
- oligotraphenta LANGE-BERTALOT & HOFMANN	0,11
- oppugnata HUSTEDT	4,62
- placentula (EHRENBERG) GRUNOW	2,64
- porifera HUSTEDT	2,70
- porifera var. opportuna (HUSTEDT) LANGE-BERTALOT	0,48
- praeterita HUSTEDT	0,41
- protracta (GRUNOW) CLEVE	3,23
- pseudanglica LANGE-BERTALOT	3,13
- pseudobryophila (HUSTEDT) HUSTEDT	0,48
- pseudolanceolata LANGE-BERTALOT	3,24
- pseudoscutiformis HUSTEDT	0,42
- pseudotuscula HUSTEDT	1,12
- pseudoventralis HUSTEDT	2,63
- pupula KUETZING	3,01

Taxon	Trophiewert
- pygmaea KUETZING	4,23
- radiosa KUETZING	1,90
- recens (LANGE-BERTALOT) LANGE-BERTALOT	5,74
- reichardtiana LANGE-BERTALOT	3,51
- reinhardtii GRUNOW	3,31
- rhynchotella LANGE-BERTALOT	5,74
- rotunda HUSTEDT	2,90
- saphrophila LANGE-BERTALOT	5,74
- schadei KRASSKE	0,66
- schmassmannii HUSTEDT	0,48
- schoenfeldii HUSTEDT	2,71
- schroeterii MEISTER	5,74
- scutelloides W.SMITH	3,91
- seibigiana LANGE-BERTALOT	2,83
- seminulum GRUNOW	5,70
- slesvicensis GRUNOW	4,65
- soehrensii KRASSKE	0,48
- soehrensii var. hassiaca (KRASSKE) LANGE-BERTALOT	0,48
- soehrensii var. muscicola (PETERSEN) KRASSKE	0,48
- splendicula VAN LANDINGHAM	4,23
- striolata (GRUNOW) LANGE-BERTALOT	2,36
- stroemii HUSTEDT	0,72
- subalpina REICHARDT	0,54
- subhamulata GRUNOW	1,17
- sublucidula HUSTEDT	4,23
- subminuscula MANGUIN	5,74
- submolesta HUSTEDT	0,48
- subplacentula HUSTEDT	2,10
- subrotundata HUSTEDT	2,43
- subtilissima CLEVE	0,48
- suchlandtii HUSTEDT	0,48
- tridentula KRASSKE	0,48
- tripunctata (O.F.MUELLER) BORY DE SAINT VINCENT	5,31
- trivialis LANGE-BERTALOT	4,92
- trophicatrix LANGE-BERTALOT	2,62
- tuscula (EHRENBERG) GRUNOW	1,17
- tuscula f. minor KRAMMER & LANGE-BERTALOT	1,36
- variostrata KRASSKE	0,48
- viridula var. rostellata (KUETZING) CLEVE	5,74
- viridulacalcis	0,50
- vitabunda HUSTEDT	1,09
- vulpina KUETZING	0,71
- wildii LANGE-BERTALOT	0,43
Neidium	
- affine (EHRENBERG) PFITZER	0,48
- alpinum HUSTEDT	0,48
- ampliatum (EHRENBERG) KRAMMER	0,92
- bisulcatum (LAGERSTEDT) CLEVE	0,48
- dubium (EHRENBERG) CLEVE	2,20
- iridis (EHRENBERG) CLEVE	0,48
Nitzschia	
- acicularis (KUETZING) W.SMITH	5,83
- acidoclinata LANGE-BERTALOT	2,85
- acula HANTZSCH	5,74
- agnita HUSTEDT	5,56
- alpina HUSTEDT	0,48
- amphibia GRUNOW	4,99
- amphibia var. frauenfeldii	1,27
- angustata (W.SMITH) GRUNOW	1,76
- angustatula LANGE-BERTALOT	2,84
- bacilliformis HUSTEDT	0,54
- bacillum HUSTEDT	1,34
- calida GRUNOW	5,74
- capitellata HUSTEDT	7,29
- communis RABENHORST	5,74
- commutata GRUNOW	9,72
- constricta (KUETZING) RALFS	6,72

Taxon	Trophiewert
- dealpina LANGE-BERTALOT & HOFMANN	0,98
- debilis ARNOTT	5,74
- dissipata (KUETZING) GRUNOW	3,92
- dissipata ssp. oligotrphenta LANGE-BERTALOT	1,07
- dissipata var. media (HANTZSCH) GRUNOW	2,91
- diversa HUSTEDT	0,71
- fibulafissa LANGE-BERTALOT	0,66
- filiformis (W.SMITH) VAN HEURCK	5,74
- fonticola GRUNOW	3,72
- fossilis (GRUNOW) GRUNOW	3,65
- gessneri HUSTEDT	0,62
- gisela LANGE-BERTALOT	0,45
- heufferiana GRUNOW	2,78
- hamburgiensis LANGE-BERTALOT	0,98
- hungarica GRUNOW	5,74
- inconspicua GRUNOW	5,74
- intermedia HANTZSCH	5,74
- lacuum LANGE-BERTALOT	1,27
- levidensis var. salinarum GRUNOW	8,08
- linearis (J.G.AGARDH) W.SMITH	4,77
- linearis var. subtilis (GRUNOW) HUSTEDT	5,74
- linearis var. tenuis (W.SMITH) GRUNOW	5,74
- microcephala GRUNOW	5,74
- palea (KUETZING) W.SMITH	3,05
- paleacea GRUNOW	3,50
- pusilla GRUNOW	5,74
- radicola HUSTEDT	0,98
- regula HUSTEDT	0,43
- sigmoidea (NITZSCH) W.SMITH	3,40
- sociabilis HUSTEDT	4,23
- solita HUSTEDT	5,74
- subacicularis HUSTEDT	3,49
- supralitorea LANGE-BERTALOT	5,74
- tryblionella HANTZSCH	5,74
- umbonata (EHRENBERG) LANGE-BERTALOT	5,74
- valdecostata LANGE-BERTALOT & SIMONSEN	6,34
- valdestriata ALEEM & HUSTEDT	3,04
- wuellerstorffii LANGE-BERTALOT	5,74
Peronia	
- fibula (BREBISSON) ROSS	0,48
Pinnularia	
- anglica KRAMMER	0,87
- appendiculata (J.G.AGARDH) CLEVE	5,88
- borealis EHRENBERG	2,95
- legumen EHRENBERG	1,76
- mesolepta (EHRENBERG) W.SMITH	2,02
- microstauron (EHRENBERG) CLEVE	2,41
- neomajor KRAMMER	0,48
- nobilis (EHRENBERG) EHRENBERG	4,06
- nodosa (EHRENBERG) W.SMITH	1,72
- polyonca (BREBISSON) W.SMITH	1,23
- rupestris HANTZSCH	2,91
- silvatica PETERSEN	0,48
- subcapitata GREGORY	0,94
- subcapitata var. hilseana (JANISCH) O.MUELLER	0,48
- subgibba KRAMMER	2,16
- subrupestris KRAMMER	4,18
- viridiformis KRAMMER	2,91
Rhoicosphenia	
- abbreviata (J.G.AGARDH) LANGE-BERTALOT	4,35
Rhopalodia	
- gibba (EHRENBERG) O.MUELLER	2,81
- gibba var. parallela (GRUNOW) H.ET M.PERAGALLO	0,54
Simonsenia	
- delognei (GRUNOW) LANGE-BERTALOT	4,23
Stauroneis	
- anceps EHRENBERG	1,72

Taxon	Trophiewert
- borrichii (PETERSEN) LUND	0,48
- kriegerii PATRICK	3,84
- phoenicenteron (NITZSCH) EHRENBERG	1,27
- siberica	0,00
- smithii GRUNOW	3,04
- undata HUSTEDT	0,48
Stenopterobia	
- curvula (W.SMITH) KRAMMER	0,48
- delicatissima (LEWIS) BREBISSON	0,48
- densestriata (HUSTEDT) KRAMMER	0,48
Surirella	
- angusta KUETZING	7,05
- bifrons EHRENBERG	2,42
- brebissonii KRAMMER & LANGE-BERTALOT	6,83
- linearis W.SMITH	1,69
- linearis f. constricta	0,48
- minuta BREBISSON	5,74
- roba LECLERCQ	0,66
Tabellaria	
- flocculosa (ROTH) KUETZING	1,13
- ventricosa KUETZING	0,38

7.4.2.2 Modul „Referenzartenquotient“ (RAQ)

Anhand ihres typspezifischen Vorkommens bei unterschiedlichen ökologischen Zuständen werden drei Artengruppen unterschieden (siehe Tabelle 36):

- A typspezifische Referenzarten
- C typspezifische Degradationszeiger

Tabelle 36: Artengruppen A, B und C in den biozönotischen Seetypen der Alpen, Voralpen, des Mittelgebirges und des Norddeutschen Tieflandes

DV-Nr	Taxon	1.1	1.2	2	13.1	13.2	10.1	11	10.2	12
6699	Achnanthes altaica			A						
16105	Achnanthes bahusiensis			C						
6835	Achnanthes bioretii				C	C	C		A	A
6246	Achnanthes calcar			A						
16108	Achnanthes carissima			A						
6056	Achnanthes catenata	C	C	C						
6700	Achnanthes chlidanos			A						
6180	Achnanthes clevei	C	C	C						
16111	Achnanthes daonensis			A						
6701	Achnanthes dauui			A						
6248	Achnanthes delicatula	C	C	C	C	C	C	C		
16112	Achnanthes delicatula ssp. engelbrechtii	C	C	C	C	C	C	C	C	
16114	Achnanthes didyma			A						
16116	Achnanthes distincta			A						
6986	Achnanthes exigua	C	C	C						
6249	Achnanthes exilis	A	A		A	A	A	A	A	A
6250	Achnanthes flexella	A	A	A	A	A	A	A	A	A
6251	Achnanthes flexella var. alpestris	A	A	A	A	A	A	A	A	A
16585	Achnanthes grana				C	C	C	C	C	
6253	Achnanthes helvetica			A						
6152	Achnanthes holsatica	C	C	C						
6047	Achnanthes hungarica	C	C	C	C	C	C	C	C	
16118	Achnanthes impexiformis			A						
6255	Achnanthes joursacense			A						
6703	Achnanthes kolbei	C	C		C	C	C			
6256	Achnanthes kranzii			A						

DV-Nr	Taxon	1.1	1.2	2	13.1	13.2	10.1	11	10.2	12
6257	<i>Achnanthes kryophila</i>			A						
16119	<i>Achnanthes kuelbsii</i>			A						
16121	<i>Achnanthes lacus-vulcani</i>			A						
6258	<i>Achnanthes laevis</i>			A	A	A	A	A	A	A
16122	<i>Achnanthes laevis</i> var. <i>austriaca</i>				A	A	A	A	A	A
16123	<i>Achnanthes laevis</i> var. <i>diluviana</i>				A	A	A	A	A	A
6259	<i>Achnanthes laevis</i> var. <i>quadratarea</i>				A	A	A	A	A	A
6260	<i>Achnanthes lanceolata</i> ssp. <i>frequentissima</i>				C					
6261	<i>Achnanthes lanceolata</i> ssp. <i>rostrata</i>				C					
6262	<i>Achnanthes lapidosa</i>			A						
6705	<i>Achnanthes laterostrata</i>			A						
6263	<i>Achnanthes lauenburgiana</i>	C	C	C	C	C	C	C		
6264	<i>Achnanthes levanderi</i>			A						
6706	<i>Achnanthes lutheri</i>			A						
6265	<i>Achnanthes marginulata</i>			A						
16529	<i>Achnanthes microscopica</i>			A						
6266	<i>Achnanthes minuscula</i>	C	C	C	C	C				A
6014	<i>Achnanthes minutissima</i>				A	A	A	A	A	A
6173	<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>affinis</i>	C	C	C						
6240	<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>gracillima</i>	A	A		A	A	A	A	A	A
6267	<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>scotica</i>	A	A	A	A	A	A	A	A	A
6709	<i>Achnanthes nodosa</i>			A						
6268	<i>Achnanthes oblongella</i>			A						
6270	<i>Achnanthes peragalli</i>			A						
6271	<i>Achnanthes petersenii</i>	A	A	A	A	A	A	A	A	A
6984	<i>Achnanthes ploenensis</i>	C	C	C	C	C	C	C	C	C
16140	<i>Achnanthes pseudoswazi</i>			A						
6272	<i>Achnanthes pusilla</i>	A	A	A	A	A	A	A	A	A
6711	<i>Achnanthes rechtensis</i>			A						
6273	<i>Achnanthes rosenstockii</i>	A	A		A	A	A	A	A	A
16143	<i>Achnanthes rossii</i>			A						
6275	<i>Achnanthes silvahercynia</i>			A						
16662	<i>Achnanthes straubiana</i>				A	A	A	A	A	A
6276	<i>Achnanthes subatomoides</i>			A						
16146	<i>Achnanthes subexigua</i>			A						
6277	<i>Achnanthes suchlandtii</i>			A						
6279	<i>Achnanthes trinodis</i>	A	A		A	A	A	A	A	A
6713	<i>Achnanthes ventralis</i>			A						
6280	<i>Achnanthes zieglerei</i>	C	C	C		A	A	A	A	A
6048	<i>Amphipleura pellucida</i>				A	A	A	A	A	A
6283	<i>Amphora fagediana</i>			A						
16582	<i>Amphora hemicycla</i>				C	C	C	C		
6171	<i>Amphora inariensis</i>			A						
6860	<i>Amphora libyca</i>				C	C				
6044	<i>Amphora ovalis</i>	C	C	C	C	C	C	C	C	C
6288	<i>Amphora thumensis</i>	A	A		A	A	A	A	A	A
6181	<i>Amphora veneta</i>	C	C		C	C	C	C	C	C
6289	<i>Amphora veneta</i> var. <i>capitata</i>	A	A		A	A	A	A	A	A
6049	<i>Anomoeoneis sphaerophora</i>	C	C	C	C	C	C	C	C	C
6291	<i>Brachysira brebissonii</i>			A						
6292	<i>Brachysira calcicola</i>	A	A		A	A	A	A	A	A
16165	<i>Brachysira follis</i>			A						
16166	<i>Brachysira garrensis</i>			A						
6293	<i>Brachysira hofmanniae</i>	A	A		A	A	A	A	A	A
6294	<i>Brachysira liliana</i>	A	A		A	A	A	A	A	A
6295	<i>Brachysira neoexilis</i>	A	A	A	A	A	A	A	A	A
6295	<i>Brachysira neoexilis</i>	A	A		A	A	A	A	A	A
16167	<i>Brachysira procera</i>	A	A	A	A	A	A	A	A	A
6296	<i>Brachysira serians</i>			A						
6297	<i>Brachysira styriaca</i>	A	A	A	A	A	A	A	A	A

DV-Nr	Taxon	1.1	1.2	2	13.1	13.2	10.1	11	10.2	12
6297	Brachysira styriaca	A	A		A	A	A	A	A	A
6298	Brachysira vitrea	A	A		A	A	A	A	A	A
16168	Brachysira wygaschii			A						
6299	Brachysira zellensis	A	A	A	A	A	A	A	A	A
6299	Brachysira zellensis	A	A		A	A	A	A	A	A
6300	Caloneis aerophila			A						
6166	Caloneis alpestris	A	A		A	A	A	A	A	A
6043	Caloneis amphisbaena	C	C	C	C	C	C	C		
6051	Caloneis bacillum	C	C	C	C					
6301	Caloneis latiuscula	A	A	A	A	A	A	A	A	A
6721	Caloneis lauta			A						
6302	Caloneis obtusa	A	A	A	A	A	A	A	A	A
6304	Caloneis schumanniana	A	A		A	A	A	A	A	A
6810	Caloneis tenuis	A	A		A	A	A	A	A	A
6175	Caloneis undulata			A						
6306	Cocconeis neothumensis	C	C	C						
6020	Cocconeis pediculus	C	C	C						
6058	Cymbella affinis				A	A	A	A	A	A
6310	Cymbella alpina	A	A		A	A	A	A	A	A
6311	Cymbella amphicephala	A	A	A	A	A	A	A	A	A
6739	Cymbella amphicephala var. hercynica	A	A		A	A	A	A	A	A
6740	Cymbella amphioxys			A						
6741	Cymbella angustata			A						
6313	Cymbella austriaca	A	A		A	A	A	A	A	A
16195	Cymbella austriaca var. erdobenyiana	A	A		A	A	A	A	A	A
6314	Cymbella brehmii	A	A	A	A	A	A	A	A	A
6183	Cymbella cesatii	A	A	A	A	A	A	A	A	A
6059	Cymbella cistula								A	A
6979	Cymbella cymbiformis	A	A		A	A	A	A	A	A
6315	Cymbella delicatula	A	A		A	A	A	A	A	A
6316	Cymbella descripta	A	A	A	A	A	A	A	A	A
6317	Cymbella elginensis			A						
6318	Cymbella falaisensis	A	A	A	A	A	A	A	A	A
6319	Cymbella gaeumannii	A	A	A	A	A	A	A	A	A
6320	Cymbella gracilis			A						
6321	Cymbella hebridica			A						
6184	Cymbella helvetica	A	A		A	A	A	A	A	A
6323	Cymbella helvetica var. compacta	C	C	C						
6978	Cymbella hustedtii	A	A		A	A	A	A	A	A
6324	Cymbella hybrida	A	A		A	A	A	A	A	A
16581	Cymbella hybrida var. lanceolata	A	A		A	A	A	A	A	A
6325	Cymbella incerta	A	A	A	A	A	A	A	A	A
6326	Cymbella lacustris						A			
6327	Cymbella laevis	A	A		A	A	A	A	A	A
6328	Cymbella lapponica	A	A	A	A	A	A	A	A	A
6331	Cymbella mesiana			A						
6895	Cymbella microcephala			A	A	A	A	A	A	A
6909	Cymbella minuta	A	A	A						
16196	Cymbella naviculacea			A						
6747	Cymbella norvegica			A						
6332	Cymbella obscura			A						
16197	Cymbella paucistriata			A						
6977	Cymbella perpusilla			A	A	A	A	A	A	A
6040	Cymbella prostrata	C	C	C	C					
6333	Cymbella proxima	A	A		A	A	A	A	A	A
6334	Cymbella reichardtii	C	C	C	C					
6749	Cymbella reinhardtii			A						
6335	Cymbella rupicola			A						
16199	Cymbella schimanskii	A	A		A	A	A	A	A	A
6336	Cymbella simonsenii	A	A		A	A	A	A	A	A

DV-Nr	Taxon	1.1	1.2	2	13.1	13.2	10.1	11	10.2	12
6338	<i>Cymbella stauroneiformis</i>			A						
6150	<i>Cymbella subaequalis</i>	A	A	A	A	A	A	A	A	A
6066	<i>Cymbella tumida</i>	C	C	C	C	C	C	C	C	C
6067	<i>Cymbella tumidula</i>	A	A		A	A	A	A	A	A
6339	<i>Cymbella tumidula</i> var. <i>lancettula</i>	A	A		A	A	A	A	A	A
6340	<i>Denticula kuetzingii</i>	A	A		A	A	A	A	A	A
6068	<i>Denticula tenuis</i>	A	A		A	A	A	A	A	A
6167	<i>Diatoma hyemalis</i>			A						
6949	<i>Diatoma mesodon</i>	A	A	A						
16208	<i>Diatomella balfouriana</i>			A						
6341	<i>Diploneis alpina</i>			A						
6807	<i>Diploneis elliptica</i>	A	A		A	A	A	A	A	A
6346	<i>Diploneis oblongella</i>	A	A							
6070	<i>Diploneis ovalis</i>	A	A							
6349	<i>Diploneis petersenii</i>			A						
6754	<i>Entomoneis ornata</i>			A						
6351	<i>Epithemia goeppertiana</i>	A	A		A	A	A	A	A	A
6352	<i>Epithemia smithii</i>	A	A		A	A	A	A	A	A
6998	<i>Eunotia</i>			A						
16666	<i>Eunotia angusta</i>			A						
6354	<i>Eunotia arcubus</i>	A	A		A	A	A	A	A	A
16221	<i>Eunotia arculus</i>			A						
6886	<i>Eunotia arcus</i>			A						
6760	<i>Eunotia arcus</i> var. <i>bidens</i>			A						
16222	<i>Eunotia bilunaris</i> var. <i>linearis</i>			A						
6355	<i>Eunotia bilunaris</i> var. <i>mucophila</i>			A						
6761	<i>Eunotia botuliformis</i>			A						
16223	<i>Eunotia circumborealis</i>			A						
6356	<i>Eunotia denticulata</i>			A						
16667	<i>Eunotia diadema</i>			A						
6357	<i>Eunotia diodon</i>			A						
16224	<i>Eunotia elegans</i>			A						
6975	<i>Eunotia exigua</i>			A						
16225	<i>Eunotia exigua</i> var. <i>undulata</i>			A						
6358	<i>Eunotia faba</i>			A						
6359	<i>Eunotia fallax</i>			A						
6762	<i>Eunotia fallax</i> var. <i>groenlandica</i>			A						
6360	<i>Eunotia flexuosa</i>			A						
6361	<i>Eunotia formica</i>			A						
6362	<i>Eunotia glacialis</i>	A	A	A	A	A	A	A	A	A
6363	<i>Eunotia hexaglyphis</i>			A						
6364	<i>Eunotia implicata</i>			A						
6214	<i>Eunotia incisa</i>			A						
6365	<i>Eunotia intermedia</i>			A						
16226	<i>Eunotia islandica</i>			A						
16104	<i>Eunotia jemtlandica</i>			A						
6366	<i>Eunotia lapponica</i>			A						
6072	<i>Eunotia lunaris</i>			A						
16228	<i>Eunotia major</i>			A						
6367	<i>Eunotia meisteri</i>			A						
6368	<i>Eunotia microcephala</i>			A						
6885	<i>Eunotia monodon</i>			A						
6763	<i>Eunotia monodon</i> var. <i>bidens</i>			A						
6764	<i>Eunotia muscicola</i> var. <i>perminuta</i>			A						
6370	<i>Eunotia muscicola</i> var. <i>tridentula</i>			A						
6371	<i>Eunotia naegeli</i>			A						
16695	<i>Eunotia neofallax</i>			A						
6372	<i>Eunotia nymanniana</i>			A						
6373	<i>Eunotia paludosa</i>			A						
6884	<i>Eunotia paludosa</i> var. <i>trinacria</i>			A						

DV-Nr	Taxon	1.1	1.2	2	13.1	13.2	10.1	11	10.2	12
6765	Eunotia parallela			A						
16533	Eunotia parallela var. angusta			A						
6168	Eunotia pectinalis			A						
6766	Eunotia pectinalis var. undulata			A						
6851	Eunotia praerupta	A	A	A	A	A	A	A	A	A
6767	Eunotia praerupta var. bidens			A						
6374	Eunotia praerupta var. bigibba			A						
6768	Eunotia praerupta var. curta			A						
6769	Eunotia praerupta var. inflata			A						
16229	Eunotia pseudopectinalis			A						
6375	Eunotia rhomboidea			A						
16230	Eunotia rhynchocephala			A						
16231	Eunotia rhynchocephala var. satelles			A						
16232	Eunotia ruzickae			A						
6376	Eunotia septentrionalis			A						
6850	Eunotia serra			A						
6770	Eunotia serra var. diadema			A						
6377	Eunotia serra var. tetraodon			A						
6378	Eunotia silvahercynia			A						
6379	Eunotia soleirolii			A						
6380	Eunotia steineckeii			A						
6381	Eunotia subarcuatoides			A						
6382	Eunotia sudetica			A						
6383	Eunotia tenella			A						
16668	Eunotia tetraodon			A						
6771	Eunotia triodon			A						
6827	Eunotia veneris			A						
6908	Fragilaria capucina var. amphicephala	A	A		A	A	A	A	A	A
6389	Fragilaria capucina var. austriaca	A	A		A	A	A	A	A	A
6393	Fragilaria capucina var. mesolepta	C	C	C	C					
6394	Fragilaria capucina var. perminuta	C	C	C	C	C				
6186	Fragilaria capucina var. vaucheriae	C	C	C	C	C				
16234	Fragilaria constricta			A						
6401	Fragilaria exigua			A						
6234	Fragilaria fasciculata	C	C	C	C	C	C	C		
6238	Fragilaria pulchella			C						
6408	Fragilaria robusta	A	A		A	A	A	A	A	A
6169	Fragilaria virescens			A						
6187	Frustulia rhomboides			A						
6412	Frustulia rhomboides var. crassinervia			A						
6413	Frustulia rhomboides var. saxonica			A						
6414	Frustulia rhomboides var. viridula			A						
6079	Frustulia vulgaris	C	C	C						
6417	Gomphonema acutiusculum			A						
16246	Gomphonema amoenum			A						
6819	Gomphonema angustum	A	A		A	A	A	A	A	A
6081	Gomphonema augur			C						
6419	Gomphonema auritum	A	A	A	A	A	A	A	A	A
6420	Gomphonema bavaricum	A	A		A	A	A	A	A	A
6421	Gomphonema bohemicum			A						
6423	Gomphonema dichotomum	A	A	A	A	A	A	A	A	A
6424	Gomphonema hebridense	A	A	A	A	A	A	A	A	A
6425	Gomphonema helveticum	A	A		A	A	A	A	A	A
6426	Gomphonema lagerheimii			A						
6427	Gomphonema lateripunctatum	A	A		A	A	A	A	A	A
6912	Gomphonema minutum	C	C	C	C	C	C	C		
6429	Gomphonema occultum	A	A		A	A	A	A	A	A
6867	Gomphonema olivaceum	C	C	C	C	C		C		
6430	Gomphonema olivaceum var. minutissimum	A	A	A	A	A	A	A	A	A
6431	Gomphonema olivaceum var. olivaceoides	A	A	A	A	A	A	A	A	A

DV-Nr	Taxon	1.1	1.2	2	13.1	13.2	10.1	11	10.2	12
6432	Gomphonema olivaceum var. olivaceolacuum	C	C	C						
6158	Gomphonema parvulum	C	C		C	C	C			
6434	Gomphonema procerum	A	A		A	A	A	A	A	A
6435	Gomphonema productum			A						
6436	Gomphonema pseudoaugur			C						
6911	Gomphonema pseudotenellum			A						
6437	Gomphonema pumilum	C	C	C	C	C	C		C	
6440	Gomphonema subtile			A						
6441	Gomphonema tenue	A	A		A	A	A	A	A	A
6897	Gomphonema tergestinum	C	C	C						
6999	Gomphonema ventricosum			A						
6442	Gomphonema vibrio	A	A		A	A	A	A	A	A
6036	Gyrosigma acuminatum			C						
6443	Gyrosigma nodiferum			C						
16279	Mastogloia baltica	A	A		A	A	A	A	A	A
16281	Mastogloia elliptica	A	A		A	A	A	A	A	A
6804	Mastogloia grevillei	A	A		A	A	A	A	A	A
6445	Mastogloia smithii var. lacustris	A	A		A	A	A	A	A	A
6026	Meridion circulare			C						
6448	Navicula absoluta	A	A		A	A	A	A	A	A
6448	Navicula absoluta	A	A	A	A	A	A	A	A	A
6018	Navicula accomoda	C	C	C	C	C	C	C	C	C
16717	Navicula adversa			A						
6809	Navicula angusta			A						
16292	Navicula arvensis var. major			C						
6117	Navicula atomus	C	C	C	C	C	C	C	C	C
6241	Navicula atomus var. permitis	C	C	C	C	C	C	C	C	C
6087	Navicula bacillum	C	C	C	C	C	C			A
6460	Navicula brockmannii			A						
6461	Navicula bryophila				A	A	A	A	A	A
6462	Navicula canoris			C						
6868	Navicula capitata	C	C	C	C	C	C			
6966	Navicula capitata var. hungarica	C	C		C	C	C	C	C	
6463	Navicula capitata var. lueneburgensis	C	C		C	C	C			
6910	Navicula capitatoradiata	C	C	C	C	C				
6088	Navicula cari	C	C	C	C	C				
6464	Navicula catalanogermanica							A	A	A
6089	Navicula cincta	C	C	C						
6968	Navicula citrus			C						
6465	Navicula clementioides	C	C		C	C	C	C	C	
6466	Navicula clementis	C	C	C	C	C	C	C	C	C
6969	Navicula cocconeiformis	A	A	A	A	A	A	A	A	A
6468	Navicula concentrica	A	A	A	A	A	A	A	A	A
6469	Navicula constans	C	C	C						
6470	Navicula costulata	C	C		C	C	C	C		
6010	Navicula cryptocephala	C	C	C	C	C	C	C	C	C
6471	Navicula cryptofallax			C						
6038	Navicula cuspidata	C	C	C	C	C	C	C		
6472	Navicula dealpina	A	A		A	A	A	A	A	A
16308	Navicula declivis			A						
6473	Navicula decussis	C	C	C	C	C	C			A
6474	Navicula densilineolata	A	A		A	A	A	A	A	A
6475	Navicula detenta			A						
16000	Navicula digitulus			A						
6478	Navicula diluviana	A	A		A	A	A	A	A	A
16001	Navicula disjuncta			A						
6826	Navicula elginensis	C	C	C	C	C	C	C	C	A
6481	Navicula erifuga			C						
6917	Navicula exilis			A						
6485	Navicula festiva			A						

DV-Nr	Taxon	1.1	1.2	2	13.1	13.2	10.1	11	10.2	12
6489	<i>Navicula gallica</i> var. <i>perpusilla</i>			A						
6967	<i>Navicula gastrum</i>	C	C	C						A
6490	<i>Navicula gastrum</i> var. <i>signata</i>	C	C							A
6916	<i>Navicula goeppertiana</i>	C	C	C	C	C	C	C	C	C
6493	<i>Navicula gotlandica</i>	A	A		A	A	A	A	A	A
6015	<i>Navicula gregaria</i>	C	C	C	C	C	C	C	C	C
6833	<i>Navicula halophila</i>	C	C	C	C	C	C	C	C	C
6496	<i>Navicula heimansioides</i>			A						
16324	<i>Navicula hoefleri</i>			A						
6500	<i>Navicula hustedtii</i>			C						
6502	<i>Navicula ignota</i> var. <i>palustris</i>			A						
6812	<i>Navicula integra</i>	C	C	C						
6505	<i>Navicula jaagii</i>	A	A	A	A	A	A	A	A	A
6506	<i>Navicula jaernefeltii</i>	A	A		A	A	A	A	A	A
6507	<i>Navicula joubaudii</i>			C						
6509	<i>Navicula krasskei</i>			A						
6882	<i>Navicula laevissima</i>	A	A		A	A	A	A	A	A
6882	<i>Navicula laevissima</i>	A	A	A	A	A	A	A	A	A
6864	<i>Navicula lanceolata</i>	C	C	C	C	C	C	C	C	C
16010	<i>Navicula lapidosa</i>			A						
6923	<i>Navicula lenzii</i>	A	A							
16011	<i>Navicula leptostriata</i>			A						
16337	<i>Navicula levanderii</i>			A						
6510	<i>Navicula libonensis</i>			C						
16012	<i>Navicula maceria</i>			A						
6513	<i>Navicula mediocris</i>			A						
6094	<i>Navicula menisculus</i>	C	C		C	C	C	C	C	C
6514	<i>Navicula menisculus</i> var. <i>grunowii</i>	C	C	C	C	C	C			
6515	<i>Navicula minuscula</i>			A						
6872	<i>Navicula minuscula</i> var. <i>muralis</i>			C						
6516	<i>Navicula minusculoides</i>	C	C	C	C	C	C	C	C	C
6219	<i>Navicula molestiformis</i>	C	C	C	C	C	C	C	C	C
6861	<i>Navicula monoculata</i>	C	C	C	C	C	C	C	C	C
16349	<i>Navicula notha</i>			A						
6521	<i>Navicula oligotrappenta</i>	A	A		A	A	A	A	A	A
6522	<i>Navicula oppugnata</i>	C	C	C	C	C	C	C		
6099	<i>Navicula placentula</i>	C	C	C	C	C	C	C		A
16356	<i>Navicula porifera</i> var. <i>opportuna</i>			A						
6524	<i>Navicula praeterita</i>	A	A		A	A	A	A	A	A
6100	<i>Navicula protracta</i>	C	C	C	C	C	C			
6525	<i>Navicula pseudanglica</i>	C	C	C	C	C	C			A
6527	<i>Navicula pseudobryophila</i>			A						
6529	<i>Navicula pseudoscutiformis</i>	A	A	A	A	A	A	A	A	A
16028	<i>Navicula pseudosilicula</i>			A						
6530	<i>Navicula pseudotuscula</i>				C					A
6531	<i>Navicula pseudoventralis</i>				A	A	A	A	A	A
6533	<i>Navicula pusio</i>			A						
6102	<i>Navicula pygmaea</i>			C						
6534	<i>Navicula recens</i>	C	C	C	C	C	C	C	C	C
6221	<i>Navicula reichardtiana</i>	C	C	C	C					
6535	<i>Navicula reichardtiana</i> var. <i>crassa</i>			C						
6104	<i>Navicula reinhardtii</i>	C	C	C	C	C	C	C	C	C
16362	<i>Navicula rhynchotella</i>	C	C	C	C	C	C	C	C	C
6536	<i>Navicula rotunda</i>			A						
6537	<i>Navicula saprophila</i>	C	C	C	C	C	C	C	C	C
6538	<i>Navicula schadei</i>	A	A							
6539	<i>Navicula schmassmannii</i>			A						
6926	<i>Navicula schoenfeldii</i>	C	C	C	C	C				
6540	<i>Navicula schroeterii</i>			C						
6541	<i>Navicula scutelloides</i>	C	C	C	C				A	A

DV-Nr	Taxon	1.1	1.2	2	13.1	13.2	10.1	11	10.2	12
6192	Navicula seminulum	C	C	C	C	C	C	C	C	C
6873	Navicula slesvicensis	C	C	C	C	C	C	C	C	C
6543	Navicula soehrensii			A						
16034	Navicula soehrensii var. hassiaca			A						
6544	Navicula soehrensii var. muscicola			A						
6813	Navicula splendicula			C						
6546	Navicula stroemii	A	A		A	A	A	A	A	A
6547	Navicula subalpina	A	A		A	A	A	A	A	A
6548	Navicula sublucidula			C						
6896	Navicula subminuscula	C	C	C	C	C	C	C	C	C
6549	Navicula submolesta			A						
6550	Navicula subrotundata			C						
6878	Navicula subtilissima			A						
6551	Navicula suchlandtii			A						
6554	Navicula tridentula			A						
6831	Navicula tripunctata	C	C	C	C	C				
6870	Navicula trivialis	C	C	C	C	C	C	C	C	C
16578	Navicula trophicatrix			C						
6989	Navicula tuscula	A	A		A	A	A	A	A	A
6555	Navicula tuscula f. minor	C	C	C	A	A	A	A	A	A
6556	Navicula utermoehlii	C	C	C	C					
16037	Navicula variostrata			A						
6890	Navicula veneta	C	C	C	C	C	C	C	C	C
16736	Navicula ventraloconfusa			A						
6037	Navicula viridula	C	C							
16577	Navicula viridula - Sippen	C	C	C						
6832	Navicula viridula var. linearis				A	A	A	A	A	A
6559	Navicula vitabunda				A	A	A	A	A	A
6560	Navicula vulpina	A	A		A	A	A	A	A	A
6561	Navicula wildii	A	A		A	A	A	A	A	A
16589	Naviculadicta schaumburgii				C	C	C	A	A	A
6820	Neidium affine	A	A	A	A	A	A	A	A	A
6820	Neidium affine	A	A		A	A	A	A	A	A
6563	Neidium alpinum			A						
6564	Neidium ampliatus	A	A		A	A	A	A	A	A
6564	Neidium ampliatus	A	A	A	A	A	A	A	A	A
6856	Neidium binodis			C						
6566	Neidium bisulcatum			A						
6567	Neidium carterii			A						
16383	Neidium densestriatum			A						
6109	Neidium iridis			A						
16386	Neidium ladogensis			A						
6110	Neidium productum			A						
6571	Neidium septentrionale			A						
6965	Nitzschia acula			C						
6575	Nitzschia alpina	A	A	A	A	A	A	A	A	A
16100	Nitzschia alpinobacillum	A	A							
16100	Nitzschia alpinobacillum	A	A	A						
6039	Nitzschia amphibia	C	C	C	C	C				
6991	Nitzschia angustata							A	A	A
6576	Nitzschia angustatula			C						
6577	Nitzschia bacilliformis	A	A		A	A	A	A	A	A
16396	Nitzschia bryophila			A						
16048	Nitzschia calida	C	C	C	C	C	C	C	C	C
6964	Nitzschia capitellata	C	C	C	C	C	C	C	C	C
6193	Nitzschia clausii			C						
6194	Nitzschia communis	C	C	C	C	C	C	C	C	C
6242	Nitzschia constricta	C	C	C	C	C	C	C	C	C
6584	Nitzschia dealpina	A	A		A	A	A	A	A	A
6921	Nitzschia debilis			C						

DV-Nr	Taxon	1.1	1.2	2	13.1	13.2	10.1	11	10.2	12
6008	Nitzschia dissipata	C	C	C	C		C			
6587	Nitzschia diversa	A	A		A	A	A	A	A	A
6589	Nitzschia fibulafissa	A	A		A	A	A	A	A	A
6195	Nitzschia filiformis	C	C	C	C	C	C	C	C	C
6025	Nitzschia fonticola	C	C	C	C	C				
6222	Nitzschia fossilis	C	C	C	C	C	C	C	C	C
6196	Nitzschia frustulum	C	C	C	C	C	C	C	C	C
16749	Nitzschia garrensis			A						
6592	Nitzschia gessneri	A	A		A	A	A	A	A	A
6593	Nitzschia gisela	A	A		A	A	A	A	A	A
6963	Nitzschia heufleriana	C	C	C						
16051	Nitzschia homburgiense			A						
6114	Nitzschia hungarica	C	C	C	C	C	C	C	C	C
6595	Nitzschia inconspicua	C	C	C	C	C	C	C	C	C
6597	Nitzschia lacuum								A	A
6888	Nitzschia levidensis	C	C	C	C	C	C	C	C	C
16102	Nitzschia levidensis var. salinarum	C	C	C	C	C	C	C	C	C
16423	Nitzschia liebetruthii	C	C	C	C	C	C	C	C	C
6024	Nitzschia linearis	C	C		C	C	C	C		
16560	Nitzschia linearis - Sippen			C						
6599	Nitzschia linearis var. subtilis	C	C		C	C	C	C	C	C
6600	Nitzschia linearis var. tenuis	C	C		C	C	C	C	C	C
6198	Nitzschia microcephala	C	C	C	C	C	C	C	C	
16433	Nitzschia paleaeformis			A						
6925	Nitzschia pusilla			C						
6607	Nitzschia radicula	A	A		A	A	A	A	A	A
6608	Nitzschia regula	A	A		A	A	A	A	A	A
6610	Nitzschia sinuata var. delognei			C						
6961	Nitzschia sociabilis	C	C	C	C	C	C	C	C	
6612	Nitzschia solita			C						
6960	Nitzschia sublinearis				A	A	A	A	A	A
6924	Nitzschia supralitorea	C	C	C	C	C	C	C	C	C
6119	Nitzschia tryblionella			C						
6118	Nitzschia umbonata	C	C	C	C	C	C	C	C	C
16453	Nitzschia valdestriata			C						
6616	Nitzschia wuellerstorffii			C						
6619	Peronia fibula			A						
6151	Pinnularia			A						
6125	Pinnularia microstauron	A	A	A	A	A	A	A	A	A
6842	Pinnularia polyonca			A						
16074	Pinnularia silvatica			A						
16075	Pinnularia spec. ²			A						
6126	Pinnularia subcapitata			A						
6665	Pinnularia subcapitata var. hilseana			A						
6667	Pinnularia subgibba	A	A		A	A	A	A	A	A
6224	Rhoicosphenia abbreviata	C	C	C	C	C				
6677	Rhopalodia gibba			C	A	A	A	A	A	A
6678	Rhopalodia gibba var. parallela	A	A		A	A	A	A	A	A
16495	Rhopalodia rupestris			A						
6225	Simonsenia delognei			C						
6129	Stauroneis anceps			A						
16498	Stauroneis anceps var. siberica	A	A		A	A	A	A	A	A
6681	Stauroneis kriegerii	C	C	C						
6840	Stauroneis nobilis			A						
6131	Stauroneis smithii	C	C	C						
6689	Stauroneis undata			A						
16087	Stenopterobia curvula			A						
6690	Stenopterobia delicatissima			A						

² die Zuordnung als Referenzart muss artspezifisch anhand autökologischer Literaturdaten überprüft werden

DV-Nr	Taxon	1.1	1.2	2	13.1	13.2	10.1	11	10.2	12
16503	Stenopterobia densestriata			A						
6133	Surirella angusta	C	C							
16507	Surirella barrowcliffia			A						
6693	Surirella brebissonii	C	C	C	C	C	C	C	C	C
6135	Surirella linearis			A						
6229	Surirella minuta	C	C	C						
6694	Surirella roba			A						
6137	Surirella robusta			A						
6097	Surirella spiralis			A						
16519	Tabellaria binalis			A						

Die Bewertung erfolgt durch eine typspezifische Verrechnung der ökologischen Gruppen, wobei lediglich die Artenzahlen, nicht aber die Häufigkeiten der einzelnen Arten berücksichtigt werden (siehe Gleichung 5).

Gleichung 5: Berechnung des Referenzartenquotienten

$$RAQ = \frac{\text{Taxazahl A} - \text{Taxazahl C}}{\text{Taxazahl A} + \text{Taxazahl C}}$$

Untersuchungen über die zu einer verlässlichen Bewertung anhand des Moduls „RAQ“ nötigen Taxazahl liegen bislang nicht vor. Es wird daher vorgeschlagen, die Zahl der für eine gesicherte Bewertung erforderlichen indikativen Taxa für die Seen der Alpen, des Alpenvorlandes und der Mittelgebirge auf 12 festzulegen. Für die Seen des Norddeutschen Tieflandes der Typen 13.1, 13.2 und 10.1 werden ebenfalls 12 indikative Taxa für eine gesicherte Bewertung gefordert, bei den Seen des Norddeutschen Tieflandes der Typen 10.2, 11 und 12 sind es 8 indikative Taxa. Wird der dieser Wert auch bei einer über die Zählung hinausgehenden Durchmusterung des Präparats nicht erreicht, muss das Bewertungsergebnis der benthischen Diatomeen als ungesichert gelten.

7.4.2.3 Ermittlung des Diatomeen-Index (DI_{Seen})

Die Gesamtbewertung der Teilkomponente Phytobenthos-Diatomeen erfolgt durch Verschneidung der Module „Trophie-Index (TI)“ und „Referenzartenquotient (RAQ)“ zum DI_{Seen}. Für diese Verschneidung werden die errechneten Werte der beiden Komponenten nach folgenden Formeln (Gleichung 6 bis Gleichung 9) umgerechnet und die so erhaltenen Ergebnisse arithmetisch zum Diatomeen-Index_{Seen} (DI_{Seen}) gemittelt.

Gleichung 6: Umrechnung des berechneten Trophiewertes TI_{Süd}

$$M_{TI_{Süd}} = 1 - ((TI_{Süd} - 1) * 0,25)$$

$M_{TISüd}$ = Modul Trophie-Index Süd
 $TI_{Süd}$ = berechneter Trophie-Index_{Süd}

Gleichung 7: Umrechnung des berechneten Trophiewertes TI_{Nord} (verändert nach Schönfelder 2006, unveröffentlicht)

$$M_{TINord} = 0,8 - 0,8 * ((TI_{Nord} - TI_{Nord_{H/G}}) / 2,00)$$

M_{TINord} = Modul Trophie-Index_{Nord}
0,8 = Modulwert für die Klassengrenze „sehr gut“/„gut“
 TI_{Nord} = berechneter Trophie-Index_{Nord}
 $TI_{Nord_{H/G}}$ = Wert TI_{Nord} der Klassengrenze „sehr gut“/„gut“ (Tabelle 37)
2,00 = Skalenweite zw. den Klassengrenzen „sehr gut“ und „gut“ und dem typspezifisch schlechtesten Trophieindex_{Nord} mit dem Modulwert 0,00 (an der unteren Klassengrenze der ökologischen Zustandsklasse „schlecht“)

Tabelle 37: Wert des TI_{Nord} der Klassengrenze „sehr gut“ – „gut“

Typ Diatomeen	Klassengrenze sehr gut/gut TI_{Nord}
13.1	1,74
13.2/10.1	2,24
10.2	2,74
14	1,99
11	2,49
12	2,99

Bei nach Gleichung 7 errechneten Modulwerten größer 1 wird das Ergebnis gleich 1 gesetzt. Bei Werten kleiner 0 wird der Modulwert gleich 0 gesetzt.

Gleichung 8: Umrechnung des typspezifisch berechneten Referenzartenquotienten

$$M_{RAQ} = (RAQ + 1) * 0,5$$

$$\begin{array}{l} M_{RAQ} = \text{Modul Referenzartenquotient} \\ RAQ = \text{berechneter Referenzartenquotient} \end{array}$$

Gleichung 9: Berechnung des DI_{Seen}

$$DI_{Seen} = \frac{M_{RAQ} + M_{TI}}{2}$$

$$\begin{array}{l} DI_{Seen} = \text{Diatomeen-Index}_{Seen} \\ M_{RAQ} = \text{Modul Referenzartenquotient} \\ M_{TI} = \text{Modul Trophie-Index} \end{array}$$

7.5 Gesamtbewertung von Litoralstellen in Seen mit Makrophyten & Phytobenthos

Die WRRL sieht die **gesamte Organismengruppe** Makrophyten & Phytobenthos als **eine der vier biologischen Komponenten** zur Bewertung des Gewässerzustandes. Daher müssen die Bewertungsverfahren, die für die beiden Teilkomponenten erarbeitet worden sind, als Module oder auch Metrics für die Bewertung im Sinne der Wasserrahmenrichtlinie betrachtet werden.

7.5.1 Bewertung von Litoralstellen

7.5.1.1 Verschneidung der Metrics Makrophyten und Diatomeen

Für die Gesamtbewertung der Seen mit der Biokomponente Makrophyten & Phytobenthos ist es unbedingt erforderlich, dass die Bewertungen der beiden Teilmodule Makrophyten und Diatomeen exakt nach den dort beschriebenen Methoden vorgenommen wird. Das setzt auch die korrekte Bestimmung des biozönotischen Typs voraus.

Um die Ergebnisse der Metrics Makrophyten und Diatomeen vergleichbar zu machen, müssen die Indexwerte umgerechnet werden. Eine einheitliche Skala von „0“ bis „1“ bietet sich an. Der Wert „1“ bedeutet dabei bestmöglicher ökologischer Zustand im Sinne der WRRL und damit Zustandsklasse 1. „0“ dagegen höchste Degradation des Gewässers, d. h. Zustandsklasse 5. Die Umrechnung für das Modul „Makrophyten“ (Referenzindex, RI) erfolgt nach Gleichung 10. Das Ergebnis des Moduls „Diatomeen“ (Diatomeenindex_{Seen}, DI_{Seen}) bewegt sich bereits auf dieser Skala und muss deswegen nicht umgerechnet werden.

Gleichung 10: Umrechnung des Moduls RI_{Seen} (Referenzindex_{Seen} Makrophyten) auf eine Skala von 0 bis 1.

$$M_{MP} = \frac{(RI_{Seen} + 100) * 0,5}{100}$$

M = Modul Makrophytenbewertung
RI_{Seen} = typbezogener berechneter Referenzindex_{Seen}

Die Berechnung des Indexes aus den Komponenten erfolgt nach Gleichung 11. Sollte ein berechnetes Einzelmodul als nicht gesichert angesehen werden müssen, wird der Makrophyten-Phytobenthos-Index für Seen (M&P_{Seen}) dem Ergebnis des gesicherten Moduls gleichgesetzt. Allerdings ist dann das Endergebnis kritisch zu überprüfen!

Das ungesicherte Ergebnis eines Teilmoduls geht nicht in die Ermittlung der Ökologischen Zustandsklasse ein, es kann zur Interpretation des Ergebnisses herangezogen werden. Ist das Kriterium zur Mindest-Gesamtquantität für ein gesichertes Makrophytenergebnis nicht erfüllt und ist das Ergebnis somit ungesichert, muss immer auf Makrophytenverödung geprüft werden (siehe Kapitel 7.5.1.2).

Gleichung 11: Berechnung des Indexwertes $M\&P_{Seen}$ zur Ermittlung des ökologischen Zustandes eines Sees bei zwei gesicherten Modulen.

$$M\&P_{Seen} = \frac{M_{MP} + M_D}{2}$$

$M\&P_{seen}$ = Makrophyten & Phytobenthos-Index für Seen
 M = Modul Makrophyten
 M_D = Modul Diatomeen

7.5.1.2 Ermitteln der Ökologischen Zustandsklasse

Getrennt nach Ökoregionen sind in Tabelle 38 bis Tabelle 51 die Grenzen des berechneten Index $M\&P_{Seen}$ für die Zuordnung der Ökologischen Zustandsklasse nach WRRL dargestellt. Im Falle einer ungesicherten Bewertung eines Moduls werden diese Ergebnisse zwar unterstützend zur Interpretation des Gesamtergebnisses herangezogen, aus der Ermittlung der Ökologischen Zustandsklasse nach WRRL aber herausgelassen. Die Indexgrenzen für den Fall ungesicherter Einzelbewertungen sind ebenfalls in den genannten Tabellen aufgeführt.

In allen Ökoregionen ist bei einem Fehlen der Makrophyten und damit ungesichertem Modul Makrophyten die Ursache hierfür zu ermitteln. Wird z. B. auf Grund von chemisch-physikalischen Parametern, strukturellen Veränderungen (Verbau), Mahd, Fischbesatz oder anderen anthropogen bedingten Einflüssen eine degradationsbedingte Makrophytenverödung festgestellt, muss im Fall einer „sehr guten“ oder „guten“ Gesamtbewertung (Makrophyten & Phytobenthos) auf den Zustand 3 abgestuft werden.

Liegen in einem Fall nach oben genannten Kriterien nachgewiesener Makrophytenverödung keine Diatomeendaten vor, so wird der Zustand 5 vergeben.

Nicht bewertbar auf der Grundlage des derzeitigen Kenntnisstandes sind versauerte und versalzte bzw. natürlich stark salzhaltige Seen.

Alpen und Alpenvorland

Bewertung mit den Modulen Makrophyten und Diatomeen

Tabelle 38: Indexgrenzen für die Einteilung der Ökologischen Zustandsklassen: Seen der Region Alpen und Alpenvorland

MATHES et al. (2002)	Typ 1		Typ 2, 3, 4			
Makrophyten	AKp		AK(s)			
Diatomeen	D 1.2		D 1.1		D 1.2	
Ökologische Zustandsklasse						
1	1,00	- 0,74	1,00	- 0,81	1,00	- 0,74
2	< 0,74	- 0,47	< 0,81	- 0,54	< 0,74	- 0,47
3	< 0,47	- 0,25	< 0,54	- 0,28	< 0,47	- 0,25
4	< 0,25	- 0,00	< 0,28	- 0,00	< 0,25	- 0,00
5	-	-	-	-	-	-

Bewertung mit dem Modul Diatomeen, anzuwenden bei ungesichertem Modul Makrophyten

Tabelle 39: Indexgrenzen für die Einteilung der Ökologischen Zustandsklassen bei ungesichertem Modul Makrophyten: Seen der Region Alpen und Alpenvorland

MATHES et al. (2002)	Typ 1		Typ 2, 3, 4			
Diatomeen	D 1.2		D 1.1		D 1.2	
Ökologische Zustandsklasse						
1	1,00	- 0,69	1,00	- 0,83	1,00	- 0,69
2	< 0,69	- 0,44	< 0,83	- 0,58	< 0,69	- 0,44
3	< 0,44	- 0,25	< 0,58	- 0,30	< 0,44	- 0,25
4	< 0,25	- 0,00	< 0,30	- 0,00	< 0,25	- 0,00
5	-	-	-	-	-	-

Bewertung mit dem Modul Makrophyten, anzuwenden bei ungesichertem Modul Diatomeen

Nur in seltenen Ausnahmefällen ist eine korrekt genommene und aufbereitete Diatomeenprobe nicht auszuwerten. Wenn möglich sollte eine Probestelle, bei deren Beprobung dieser Fall eintritt, nochmals beprobt werden, da anzunehmen ist, dass bei einem der Arbeitsschritte ein Fehler unterlaufen ist oder der Zeitpunkt der Probenahme unmittelbar nach einer Störung der Umgebung vorgenommen wurde (siehe auch Kapitel 7.2.2.5). Ist letzteres der Fall, sind auch die Ergebnisse der anderen Module kritisch zu überprüfen.

Tabelle 40: Indexgrenzen für die Einteilung der Ökologischen Zustandsklassen bei ungesichertem Modul Diatomeen: Seen der Region Alpen und Alpenvorland

MATHES et al. (2002)	Typ 1		Typ 2, 3, 4	
Makrophyten	AKp		AK(s)	
Ökologische Zustandsklasse				
1	1,00	- 0,78	1,00	- 0,78
2	< 0,78	- 0,51	< 0,78	- 0,51
3	< 0,51	- 0,26	< 0,51	- 0,26
4	< 0,26	- 0,00	< 0,26	- 0,00
5	-	-	-	-

Mittelgebirge

Bewertung mit den Modulen Makrophyten und Diatomeen

Tabelle 41: Indexgrenzen für die Einteilung der Ökologischen Zustandsklassen: Silikatisch geprägte Seen des Mittelgebirges

MATHES et al. (2002)	Typ 9	
Makrophyten	MTS	
Diatomeen	D 9	
Ökologische Zustandsklasse		
1	1,00	- 0,87
2	< 0,87	- 0,53
3	< 0,53	- 0,28
4	< 0,28	- 0,00
5		

Bewertung mit dem Modul Diatomeen, anzuwenden bei ungesichertem Modul Makrophyten

Tabelle 42: Indexgrenzen für die Einteilung der Ökologischen Zustandsklassen bei ungesicherten Modul Makrophyten: Silikatisch geprägte Seen des Mittelgebirges

MATHES et al. (2002)	Typ 9	
Diatomeen	D 9	
Ökologische Zustandsklasse		
1	1,00	- 0,83
2	< 0,83	- 0,55
3	< 0,55	- 0,30
4	< 0,30	- 0,00
5		

Bewertung mit dem Modul Makrophyten, anzuwenden bei ungesichertem Modul Diatomeen

Nur in seltenen Ausnahmefällen ist eine korrekt genommene und aufbereitete Diatomeenprobe nicht auszuwerten. Wenn möglich sollte eine Probestelle, bei deren Beprobung dieser Fall eintritt, nochmals beprobt werden, da anzunehmen ist, dass bei einem der Arbeitsschritte ein Fehler unterlaufen ist oder der Zeitpunkt der Probenahme unmittelbar nach einer Störung der Umgebung vorgenommen wurde (siehe auch Kapitel 7.2.2.5). Ist letzteres der Fall, sind auch die Ergebnisse der anderen Module kritisch zu überprüfen.

Tabelle 43: Indexgrenzen für die Einteilung der Ökologischen Zustandsklassen bei ungesicherten Modul Diatomeen: Silikatisch geprägte Seen des Mittelgebirges

MATHES et al. (2002)	Typ 9	
Makrophyten	MTS	
Ökologische Zustandsklasse		
1	1,00	- 0,91
2	< 0,91	- 0,51
3	< 0,51	- 0,26
4	< 0,26	- 0,00
5	-	-

Norddeutsches Tiefland

Der Gewässertyp 14 nach MATHES et al. (2002) kann nur mit dem Modul Makrophyten bewertet werden. Die Indexgrenzen finden sich in der Kategorie Bewertung mit dem Modul Makrophyten, anzuwenden bei ungesichertem Modul Diatomeen in Tabelle 51.

Bewertung mit den Modulen Makrophyten und Diatomeen

Tabelle 44: Indexgrenzen für die Einteilung der Ökologischen Zustandsklassen: Geschichtete Seen des Norddeutschen Tieflandes, Typ 10 nach MATHES et al. (2002)

MATHES et al. (2002)	Typ 10			
Makrophyten	TKg10			
Diatomeen	D 10.1		D 10.2	
Ökologische Zustandsklasse				
1	1,00	-	0,77	1,00 - 0,77
2	< 0,77	-	0,53	< 0,77 - 0,53
3	< 0,53	-	0,29	< 0,53 - 0,29
4	< 0,29	-	0,00	< 0,29 - 0,00
5				

Tabelle 45: Indexgrenzen für die Einteilung der Ökologischen Zustandsklassen: Geschichtete Seen des Norddeutschen Tieflandes, Typ 13 nach MATHES et al. (2002)

MATHES et al. (2002)	Typ 13			
Makrophyten	TKg13			
Diatomeen	D 13.1		D 13.2	
Ökologische Zustandsklasse				
1	1,00	-	0,80	1,00 - 0,77
2	< 0,80	-	0,53	< 0,77 - 0,53
3	< 0,53	-	0,29	< 0,53 - 0,29
4	< 0,29	-	0,00	< 0,29 - 0,00
5				

Tabelle 46: Indexgrenzen für die Einteilung der Ökologischen Zustandsklassen: Ungeschichtete Seen des Norddeutschen Tieflandes, Typ 11 und 12 nach MATHES et al.

MATHES et al. (2002)	Typ 11		Typ 12	
Makrophyten	TKp			
Diatomeen	D 11		D 12	
Ökologische Zustandsklasse				
1	1,00	-	0,77	1,00 - 0,77
2	< 0,77	-	0,53	< 0,77 - 0,53
3	< 0,53	-	0,29	< 0,53 - 0,29
4	< 0,29	-	0,00	< 0,29 - 0,00
5				

Bewertung mit dem Modul Diatomeen, anzuwenden bei ungesichertem Modul Makrophyten

Tabelle 47: Indexgrenzen für die Einteilung der Ökologischen Zustandsklassen bei ungesichertem Modul Makrophyten: Geschichtete Seen des Norddeutschen Tieflandes, Typ 10 nach MATHES et al. (2002)

MATHES et al. (2002)	Typ 10	
Diatomeen	D 10.1	D 10.2
Ökologische Zustandsklasse		
1	1,00 - 0,78	1,00 - 0,78
2	< 0,78 - 0,55	< 0,78 - 0,55
3	< 0,55 - 0,33	< 0,55 - 0,33
4	< 0,33 - 0,10	< 0,33 - 0,10
5	< 0,10 - 0,00	< 0,10 - 0,00

Tabelle 48: Indexgrenzen für die Einteilung der Ökologischen Zustandsklassen bei ungesichertem Modul Makrophyten: Geschichtete Seen des Norddeutschen Tieflandes, Typ 13 nach MATHES et al. (2002)

MATHES et al. (2002)	Typ 13	
Diatomeen	D 13.1	D 13.2
Ökologische Zustandsklasse		
1	1,00 - 0,84	1,00 - 0,78
2	< 0,84 - 0,55	< 0,78 - 0,55
3	< 0,55 - 0,33	< 0,55 - 0,33
4	< 0,33 - 0,10	< 0,33 - 0,10
5	< 0,10 - 0,00	< 0,10 - 0,00

Tabelle 49: Indexgrenzen für die Einteilung der Ökologischen Zustandsklassen bei ungesichertem Modul Makrophyten: Ungeschichtete Seen des Norddeutschen Tieflandes, Typ 11 und 12 nach MATHES et al. (2002)

MATHES et al. (2002)	Typ 11	Typ 12
Diatomeen	D 11	D 12
Ökologische Zustandsklasse		
1	1,00 - 0,78	1,00 - 0,78
2	< 0,78 - 0,55	< 0,78 - 0,55
3	< 0,55 - 0,33	< 0,55 - 0,33
4	< 0,33 - 0,10	< 0,33 - 0,10
5	< 0,10 - 0,00	< 0,10 - 0,00

Bewertung mit dem Modul Makrophyten, anzuwenden bei ungesichertem Modul Diatomeen

Nur in seltenen Ausnahmefällen ist eine korrekt genommene und aufbereitete Diatomeenprobe nicht auszuwerten. Wenn möglich sollte eine Probestelle, bei deren Beprobung dieser Fall eintritt, nochmals beprobt werden, da anzunehmen ist, dass bei einem der Arbeitsschritte ein Fehler unterlaufen ist oder der Zeitpunkt der Probenahme unmittelbar nach einer Störung der Umgebung vorgenommen wurde (siehe auch Kapitel 7.2.2.5). Ist letzteres der Fall, sind auch die Ergebnisse der anderen Module kritisch zu überprüfen.

Tabelle 50: Indexgrenzen für die Einteilung der Ökologischen Zustandsklassen bei ungesichertem Modul Diatomeen; Geschichtete Seen des Norddeutschen Tieflandes

MATHES et al. (2002)	Typ 10		Typ 13	
Makrophyten	TKg10		TKg13	
Ökologische Zustandsklasse				
1	1,00	- 0,76	1,00	- 0,76
2	< 0,76	- 0,51	< 0,76	- 0,51
3	< 0,51	- 0,26	< 0,51	- 0,26
4	< 0,26	- 0,00	< 0,26	- 0,00
5	-	-	-	-

Tabelle 51: Indexgrenzen für die Einteilung der Ökologischen Zustandsklassen bei ungesichertem Modul Diatomeen: Ungeschichtete Seen des Norddeutschen Tieflandes

MATHES et al. (2002)	Typ 11, 12, 14	
Makrophyten	TKp	
Ökologische Zustandsklasse		
1	1,00	- 0,76
2	< 0,76	- 0,51
3	< 0,51	- 0,26
4	< 0,26	- 0,00
5	-	-

7.5.2 Bewertung von See-Wasserkörpern

Für die Bewertung eines See-Wasserkörpers ist die Untersuchung einer ausreichenden Anzahl für den Wasserkörper repräsentativer Transekte oder eine Komplettkartierung **unumgängliche Voraussetzung**. Die Ermittlung der nötigen Anzahl der Transekte sowie die Auswahl deren Lage ist in Kapitel 7 beschrieben.

Die ökologische Zustandsklasse nach WRRL wird anhand der nach Kapitel 7.2 erhobenen Daten für jedes untersuchte Transekt nach den Vorschriften in Kapitel 7.3 und 7.4 berechnet.

Die so ermittelten Zustandsklassen werden arithmetisch gemittelt und ergeben die ökologische Zustandsklasse nach WRRL anhand der Biokomponente Makrophyten & Phytobenthos.

Ungesicherte Ergebnisse gehen nicht in die Ökologische Zustandsklasse des Gesamt-Wasserkörpers ein.

7.5.3 Aufwandsabschätzung

Die Zeitangaben gelten für die Bearbeitung durch mit der Methode vertraute erfahrene Fachleute. Ungeübte Bearbeiter werden entsprechend mehr Zeit benötigen.

Makrophyten

Die Untersuchungen im Freiland (vgl. Handlungsanweisung) dauern pro Stelle 30 bis 90 Minuten. Entscheidend sind die Gegebenheiten vor Ort wie die Sichtverhältnisse, Ufermorphologie und die sich daraus ergebende Länge des zu untersuchenden Transekts sowie der Artenreichtum des Bewuchses. Zusätzlich sind Anfahrtszeit und Vorbereitungen vor Ort (z. B. Boot zu Wasser bringen) zu berücksichtigen. Aus diesem Grund ist anzumerken, dass sich bei Untersuchung mehrerer Stellen innerhalb eines Gewässers der durchschnittliche Zeitaufwand pro Stelle verkürzt.

Es wird empfohlen, die Beprobung von mindestens zwei Personen durchführen zu lassen. Die zusätzliche Aufnahme von Strukturfaktoren nimmt maximal zehn Minuten zusätzlich zur Kartierung der Vegetation in Anspruch.

Die durchgeführte Kartierungsmethodik mit verschiedenen Entnahmegewässern ist ein einfach durchzuführendes, kostengünstiges Probennameverfahren, das in vielen Gewässern problemlos anwendbar ist. Unter besonderen Bedingungen wie starkem Wind (ab Windstärke 3 bzw. 4) kann sich jedoch die Durchführung einer Tauchkartierung als sinnvoller erweisen (KIELER INSTITUT FÜR LANDSCHAFTSÖKOLOGIE 2002). Auch in Seen mit Vorkommen seltener Arten (z. B. in Schutzgebieten) sollte die Durchführung der schonenden Tauchkartierung in Erwägung gezogen werden.

Zur Nachbestimmung von im Gelände nicht determinierbarer Arten (z. B. Characeen) werden pro Stelle zehn bis 60 Minuten benötigt.

Diatomeen

Die Erfassung des ökologischen Zustands eines Gewässerabschnitts umfasst die Probenahme, die Präparation des Diatomeenmaterials, die Ermittlung der Artenzusammensetzung und der Arthäufigkeiten durch Zählung von 500 Schalen im Lichtmikroskop, die EDV-Erfassung der Gesellschaftsstrukturen sowie die Berechnung der erforderlichen Metrics und der resultierenden Ökologischen Zustandsklasse. Für die Probenahme (exclusive Planung und Anfahrt) ist ein Zeitaufwand von 20 Minuten zu veranschlagen. Die mittlere Dauer der Präparation ist abhängig von der Aufbereitungsmethode und der jeweiligen Zahl der Proben bzw. der Größe der zur Verfügung stehenden Kochplatte. Für eine Präparation durch Oxidation in Salz- und Schwefelsäure mit anschließender Konservierung der Proben und Anfertigung von Dauerpräparaten ist eine Gesamtdauer von etwa zwei bis drei Tagen zu veranschlagen – dabei erhöht sich der Aufwand mit steigender Zahl der Proben bis hin zu 50 nur unwesentlich. Die mikroskopische Analyse durch den Experten bewegt sich je nach der Schalendichte im Präparat und der Diversität der Gesellschaft in einem Bereich von einer bis drei Stunden.

Für die EDV-Erfassung ist eine mittlere Dauer von 20 bis 30 Minuten zugrunde zu legen.

Gesamtverfahren

Ein Überblick über die benötigten Zeiten wird in Tabelle 52 dargestellt. Die Zeiten für die Anfahrt und das Auffinden der jeweiligen Probestelle sind nicht mit berücksichtigt. Für die Präparation der Diatomeenproben, ist der Zeitaufwand bei der Bearbeitung von bis zu ca. 50 Proben etwa gleich bleibend zwei bis drei Tage. Daher wird die Präparation nicht in der Tabelle aufgeführt.

Tabelle 52: Überblick über den benötigten Zeitaufwand zur Bewertung der Komponente Makrophyten & Phytobenthos nach WRRL pro Probestelle und Beprobung

	Mindest-Aufwand	Maximal-Aufwand	mittlerer Aufwand
Makrophyten	2 h	3 h	2,5 h
Diatomeen	2 h	4 h	3 h
Gesamt	4 h	7 h	5,5 h

8 Literatur

- ALEFS, J.; MÜLLER, J. & LENHART, B. (1996):** Die jährliche Änderung der Diatomeenvergesellschaftung seit 1958 in einem warvendatierten Sedimentkern aus dem Ammersee (Oberbayern). - *Limnologica* 26 (1): 39–48.
- BÄRLOCHER, F. (1999):** Biostatistik. Praktische Einführung in Konzepte und Methoden. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 206 S.
- BFN - BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (2003):** Oligotrophe Stillgewässer des Flach- und Hügellandes mit Vegetation der Littorelletalia uniflora - NATURA 2000-Code: 3110. - http://www.bfn.de/03/030301_typ3110.htm (17.02.2003).
- BUNDESAMT FÜR KARTOGRAPHIE UND GEODÄSIE (Hrsg.; 1998):** Amtliche Topographische Karten auf CD-ROM - Bundesrepublik Deutschland, Maßstab 1:200.000.
- CASPER, S.J., KRAUSCH, H.-D. (1980):** Pteridophyta und Anthophyta. 1. Teil. – In: Ettl, H., Gärtner, G., Heynig, H. (Hrsg.): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd. 23. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York, 403 S.
- CASPER, S.J., KRAUSCH, H.-D. (1981):** Pteridophyta und Anthophyta. 2. Teil. – In: Ettl, H., Gärtner, G., Heynig, H. (Hrsg.): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd. 24. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York, 538 S.
- CEN TC 230/WG 2/TG 3/N72 (2003):** Water quality – Guidance standard for the surveying of macrophytes in lakes – Complementary element.- European Standard.
- DEPPE, E., LATHROP, R. (1993):** Recent changes in the aquatic macrophyte community of Lake Mendota. *Transactions of the Wisconsin Academy of Science, Arts and Letters* 81: 89–94
- DOLL, R. (1978):** Drei bemerkenswerte Sen im südlichen Mecklenburg. *Limnologica* 11: 379-408.
- EUROPÄISCHE UNION (2000):** Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik, Amtsblatt der Europäischen Union, L 327/1, 22.12.2000.
- GOTH, B. (1994):** Schilfrückgang am Chiemsee: Weiterführende Charakterisierung der Bestandsstruktur sowie Diskussion möglicher Ursachenkomplexe zum Rückgang des Röhrichtbestandes zwischen 1900 und 1993. Diplomarbeit TU München.

- HAMM, A., KUCKLENITZ, V., SCHAUMBURG, J., KLEE, R., SIEBECK, O., HOLZMANN, R., MAYR, C., APPENZELLER, A., GROSSER, S. & MELZER, A. (1997):** Limnologische Forschungen am Chiemsee. Informationsberichte 2/97. Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft, München.
- HENSCHEL, T., MELZER, A., MÜLLER, J., ALEFS, J., WINKLER, R.(1992):** Die limnologische Entwicklung des Starnberger Sees im Fortgang der Abwasserfernhaltung unter besonderer Berücksichtigung der Makrophytenvegetation. - Informationsberichte Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft 3:1-118, München.
- HILDEBRAND, A. (1991):** Assoziationen von Bodendiatomeen pflanzensoziologisch charakterisierter Standorte. Diplomarbeit J. W. Goethe-Universität Frankfurt am Main, 143 S.
- HOESCH, A., BUHLE, M. (1996):** Ergebnisse der Makrophytenkartierung Brandenburgischer Gewässer und Vergleich zum Trophiestufensystem der TGL. In: MIETZ, O.; KNUTH, D.; KOSCHEL, R.; MATHES, J. [HRSG.]: Beiträge zur angewandten Gewässerökologie Norddeutschlands 2: 84-101.
- HOFMANN, G. (1994):** Aufwuchs-Diatomeen in Seen und ihre Eignung als Indikatoren der Trophie. Bibliotheca Diatomologica 30, 241 S.
- HOFMANN, G. (1999):** Trophiebewertung von Seen anhand von Aufwuchsdiatomeen. – In: TÜMPLING, W. VON, FRIEDRICH, G. (Hrsg.): Biologische Gewässeruntersuchung 2: 319–333
- HOFMANN, G., SCHAUMBURG, J. (2005a):** Seesedimente in Bayern: Waginger-Tachinger See, Diatomeenflora in Sedimentkernen August 2002. – Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft Materialien Nr. 121: 1 – 76, München.
http://www.bayern.de/lfw/technik/gkd/lmn/fliessgewaesser_seen/qual_seen/seelit.htm
- HOFMANN, G., SCHAUMBURG, J. (2005b):** Seesedimente in Bayern: Simssee, Diatomeenflora in Sedimentkernen August 2002. – Bayerisches Landesamt für Umwelt, Materialien in Vorb., München.
http://www.bayern.de/lfw/technik/gkd/lmn/fliessgewaesser_seen/qual_seen/seelit.htm
- HOLMES, N. T. H., NEWMAN, J. R., CHADD, S., ROUEN, K. J., SAINT, L., DAWSON, F. H. (1999):** Mean Trophic Rank: A User's Manual. R & D Technical Report E 38; Environment Agency, Bristol, 141 S.
- JÄGER, P., PALL, K., DUMFARTH, E. (2004):** A method of mapping macrophytes in large lakes with regard to the requirements of the Water Framework Directive.- Limnologica 34, 140 – 146.

- KABUS, T., HENDRICH, L., MÜLLER, R., PETZOLD, F., MEISEL, J. (2004):** Nährstoffarme, basenarme Seen (FFH-Lebensraumtyp 3130, Subtyp 3131) in Brandenburg und ihre Besiedlung durch Makrophyten, ausgewählte Gruppen des Makrozoobenthos und Libellen. *Natursch. Landschaftspfl. Bbg.* 13 (1):4-15.
- KIFL (KIELER INSTITUT FÜR LANDSCHAFTSÖKOLOGIE) (2002):** Dieksee-Studie: Gemeinsame Umsetzung von FFH-Richtlinie und Wasser-Rahmenrichtlinie am Beispiel des Dieksees im NATURA 2000-Gebiet DE 1828-301 „Suhrer See, Schöhsee, Dieksee und Umgebung“, Teil III: Ufer- und Unterwasservegetation des Dieksees. Unveröffentl. Bericht im Auftrag des LANU Schleswig-Holstein.
- KLAPP, E., OPITZ VON BOBERFELD, W. (1990):** Taschenbuch der Gräser. 12. überarb. Auflage, Verlag Paul Parey, Berlin, Hamburg, 282 S.
- KOHLER, A. (1978):** Methoden der Kartierung von Flora und Vegetation von Süßwasserbiotopen. *Landschaft + Stadt* 10/2: 73-85.
- KOHLER, A., JANAUER, G. A. (1995):** Zur Methodik der Untersuchungen von aquatischen Makrophyten in Fließgewässern. In: STEINBERG, C.E.W.; BERNHARDT, H.; KLAPPER, H. [Hrsg.]: *Handbuch Angewandte Limnologie*. Ecomed-Verlag, S. 3-22.
- KRAMMER, K. (2000):** The genus *Pinnularia*. *Diatoms of Europe* 1, 703
- KRAMMER, K., LANGE-BERTALOT, H. (1986–91):** Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bacillariophyceae. 2/1: Naviculaceae, 876 S.; 2/2: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae, 596 S.; 2/3: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae, 576 S.; 2/4: Achnanthaceae, 437 S.; Stuttgart, Fischer
- KRAUSCH, H.-D. (1996):** Farbatlas Wasser- und Uferpflanzen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 315 S.
- KRAUSE, W. (1985):** Über die Standortansprüche und das Ausbreitungsverhalten der Stern-Armleuchteralge *Nitellopsis obtusa* (Desvaux) J. Groves. *Carolinaea*, 42, S. 31-42
- KRAUSE, W. (1997):** Charales (Charophyceae). – In: Ettl, H., Gärtner, G., Heynig, H., Mollenhauer, D. (Hrsg.): *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, Bd. 18. Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart, Lübeck, Ulm, 202 S.
- LANGE-BERTALOT, H. (1993):** 85 Neue Taxa. *Bibliotheca Diatomologica* 27, 454 S.
- LANGE-BERTALOT, H. (1996):** Rote Liste der Kieselalgen (Bacillariophyceae) Deutschlands. *Schriftenreihe f. Vegetationskunde* 28: 633–678
- LANGE-BERTALOT, H. (2001):** *Navicula sensu stricto*. 10 Genera Separated from *Navicula sensu lato* Frustulia. *Diatoms of Europe* 2, 526 S.
- LANGE-BERTALOT, H., METZELTIN, D. (1996):** Oligotrophie-Indikatoren. 800 Taxa repräsentativ für drei diverse Seen-Typen. *Iconographia Diatomologica* 2: 1–390

- LANGE-BERTALOT, H., MOSER, G. (1994):** Brachysira. Monographie der Gattung. Bibliotheca Diatomologica 29: 1–212
- MATHES, J., PLAMBECK, G., SCHAUMBURG, J. (2002):** Das Typisierungssystem für stehende Gewässer in Deutschland mit Wasserflächen ab 0,5 km² zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie. – In: R. DENEKE, B. NIXDORF (Hrsg.): Implementierung der EU-WRRL in Deutschland: Ausgewählte Bewertungsmethoden und Defizite. Aktuelle Reihe 5/2002: 15–23
- MAUCH, E., SCHMEDTJE, U., MAETZE, A., FISCHER, F. (2003):** Taxaliste der Gewässerorganismen Deutschlands zur Kodierung biologischer Befunde. Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft 1/03, 388 S.
- MAUERSBERGER, H., MAUERSBERGER, R. (1996):** Die Seen des Biosphärenreservates "Schorfheide-Chorin" - eine ökologische Studie. - Untersuchungen zur Struktur, Trophie, Hydrologie, Entwicklung, Nutzung, Vegetation und Libellenfauna. - Dissertation Univ. Greifswald, 742 S.
- MELZER, A. (1988):** Der Makrophytenindex - Eine biologischen Methode zur Beurteilung der Nährstoffbelastung von Seen. Habilitationsschrift TU München, 249 S.
- MELZER, A., SCHNEIDER, S. (2001):** Submerse Makrophyten als Indikatoren der Nährstoffbelastung in Seen. In: STEINBERG, C.E.W.; CALMANO; KLAPPER, H.; WILKEN [Hrsg.]: Handbuch Angewandte Limnologie. Verlag Ecomed. Kap. VIII-1.2.1: 1-13.
- OBERDORFF, T., PONT, D., HUGUENY, B., CHESSEL, D. (2001):** A probabilistic model characterising fish assemblages of French rivers: a framework for environmental assessment. Freshwater Biology 46: 399-415.
- PARSUN, V., BRAUN, M. (1994):** Abschätzung der Phosphor- und Stickstoffverluste aus diffusen Quellen in die Gewässer der Kantons Bern. Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrikulturchemie und Umwelthygiene. Liebefeld-Bern.
- ROTHMALER, W. (1994a):** Exkursionsflora von Deutschland. Bd. 3, Gefäßpflanzen: Atlasband. 9. durchges. und verb. Auflage, Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart, 753 S.
- ROTHMALER, W. (1994b):** Exkursionsflora von Deutschland. Bd. 4, Gefäßpflanzen: Kritischer Band. 8. Auflage, Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart, 811 S.
- SCHAUMBURG, J. (1996):** Seen in Bayern – Limnologische Entwicklung von 1980 bis 1994. BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT [Hrsg.]: Informationsberichte 1/96. München, 211 S.

- SCHAUMBURG, J., KÖPF, B., SCHRANZ, C., HOFMANN, G., SCHNEIDER, S. (2003):**
Gewässertypbezogene Trophieklassifizierung als Metric für ökologische Seenbewertungen zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie - Vorschlag aus dem Projekt zur Entwicklung des bundesweiten Bewertungsverfahrens für die biologische Qualitätskomponente Makrophyten und Phytobenthos. - In: Deutsche Gesellschaft für Limnologie (DGL) – Tagungsbericht 2002 (Braunschweig): 44-46, Werder.
- SCHAUMBURG, J., SCHMEDTJE, U., KÖPF, B., SCHRANZ, C., SCHNEIDER, S., STELZER, D. & HOFMANN, G. (2004a):** Handlungsanweisung für die ökologische Bewertung von Seen zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie: Makrophyten und Phytobenthos; <http://www.bayern.de/lfw/projekte/welcome.htm>
- SCHAUMBURG, J., SCHMEDTJE, U., SCHRANZ, C., KÖPF, B., SCHNEIDER, S., MEILINGER, P., STELZER, D., HOFMANN, G., GUTOWSKI, A., FOERSTER, J. (2004):** Erarbeitung eines ökologischen Bewertungsverfahrens für Fließgewässer und Seen im Teilbereich Makrophyten und Phytobenthos zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie., Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft. Schlussbericht an das Bundesministerium für Bildung und Forschung (FKZ 0330033), Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, 635 S.
- SCHAUMBURG, J.; SCHRANZ, C.; HOFMANN, G.; STELZER, D. (2006):** Handlungsanweisung für die ökologische Bewertung von Seen zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie: Makrophyten und Phytobenthos; <http://www.bayern.de/lfw/projekte/welcome.htm>.
- SCHMEIL, O. (1993):** Flora von Deutschland und angrenzender Länder. 89. neu bearb. und erw. Auflage, Quelle & Meyer Verlag, Wiesbaden, 802 S.
- SCHMIEDER, K. (1996):** Littoral zone - GIS of Lake Constance: a useful tool in lake monitoring and autecological studies with submersed macrophytes. Aquatic Botany 58: 333-346.
- SCHMIEDER, K. (1997):** Littoral zone - GIS of Lake Constance: a useful tool in lake monitoring and autecological studies with submersed macrophytes. Aquatic Botany 58: 333-346.
- SCHOLZE, C., GOOS, M., ZIMMERMANN, S., MELZER, A. (2003):** Seelitorale in Bayern: Chiemsee. Makrophyten-Kartierungen 1985 und 1998 im Vergleich. Materialien 108. Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, München. <http://www.bayern.de/lfw/service/download/chiemsee.pdf>
- SCHÖNFELDER, I. (2005):** Paläolimnologische Leitbildkonstruktion und biozönotisch basierte Bewertungsansätze für Flusseen am Beispiel der Diatomeen. - Abschlussbericht Verbundprojekt im Rahmen des BMBF-Förderprogramms "Forschung für die Umwelt". 1-96.

Schönfelder, I. (2006, unveröffentlicht): Analyse von planktischen und benthischen Diatomeen in ausgewählten Fließgewässern und Seen im Raum Berlin-Brandenburg im Rahmen eines Praxistests des Bewertungsverfahrens PHYLIB zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie.- Abschlussbericht im Auftrag des Berliner Betriebes für Zentrale Gesundheitliche Aufgaben/Institut für Lebensmittel, Arzneimittel und Tierseuchen Berlin (ILAT): 1-110.

Schönfelder, J. Hofmann, G. Schönfelder, I. (2006, unveröffentlicht): Erweiterung des Moduls „Trophieindex“ für die Bewertung der Seen im Norddeutschen Tiefland.

SCHORER, A., MELZER, A., ZIMMERMANN, S. (2003): Seelitorale in Bayern: Starnberger See. Makrophyten-Kartierungen 1979, 1989 und 2000. Materialien Nr. 110: Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, München.
<http://www.bayern.de/lfw/service/download/starnbergsee.pdf>

STELZER, D. (2003): Makrophyten als Bioindikatoren zur leitbildbezogenen Seenbewertung. Ein Beitrag zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Deutschland. Promotion am Department für Ökologie, Wissenschaftszentrum Weihenstephan der TU München,
<http://tumb1.biblio.tu-muenchen.de/publ/diss/allgemein.html>

STELZER, D., SCHNEIDER, S. (2001): Ökologische Bewertung mit Makrophyten - Kartierungsmethoden für Seen. In: DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR LIMNOLOGIE (DGL) - Tagungsbericht 2000 (Magdeburg), Tutzing 2001, S. 91-95.

STELZER, D., SCHNEIDER, S., MELZER, A. (2005): Macrophyte based assessment of lakes – a contribution to the implementation of the European Water Framework Directive in Germany. Int. Rev. Hydrobiol. (accepted).

STOYAN, D., STOYAN, H., JANSEN, U. (1997): Umweltstatistik – Statistische Verarbeitung und Analyse von Umweltdaten. In: BAHADIR, M.; COLLINS, H.-J.; HOCK, B. [Hrsg.]: Teubner-Reihe Umwelt, Teubner Verlagsgesellschaft Leipzig, 348 S.

SUCCOW, M., KOPP, D. (1985): Seen als Naturraumtypen. Petermanns Geogr. Mitt. 3: 161-170.

VÖGE, M. (1995): Tauchuntersuchungen an der submersen Vegetation in 13 Seen Deutschlands unter besonderer Berücksichtigung der Isoëtiden-Vegetation. Limnologica 22/1: 82-96.

WIEGLEB, G. (1981): Struktur, Verbreitung und Bewertung von Makrophytengesellschaften niedersächsischer Fließgewässer. Limnologica 13/2:4 27-448.

WITKOWSKI, A., LANGE-BERTALOT, H., METZELTIN, D. (2000): Diatoma flora of marine coasts. Iconographia Diatomologica 7: 1–925

WÖRLEIN, F. (1992): Pflanzen für Garten, Stadt und Landschaft. Taschenkatalog, Wörlein Baumschulen, Dießen.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Achse 1, 2 und 3 der Korrespondenzanalyse (MVSP) basierend auf Artenzusammensetzung und Abundanzen der Taxa an den Referenzstellen; Typen nach MATHES et al. (2002).....	16
Abbildung 2: Achse 1, 2 und 3 der Korrespondenzanalyse (MVSP) basierend auf Artenzusammensetzung und Abundanzen der Referenzstellen der Alpen- und Voralpenseen; Typen nach MATHES et al. (2002).....	17
Abbildung 3: Achse 1, 2 und 3 der Korrespondenzanalyse (MVSP) basierend auf Artenzusammensetzung und Abundanzen der Referenzstellen der Tieflandseen; Typen nach MATHES et al. (2002).....	17
Abbildung 4: Vergleich der Bewertungsergebnisse der Alpen- und Voralpenseestellen nach altem und neuem Verfahren.....	27
Abbildung 5: Vergleich der Bewertungsergebnisse der Mittelgebirgsstellen nach altem und neuem Verfahren	29
Abbildung 6: Vergleich der Bewertungsergebnisse der Stellen aus geschichteten Tieflandseen nach altem und neuem Verfahren	31
Abbildung 7: Vergleich der Bewertungsergebnisse der Stellen aus ungeschichteten Tieflandseen nach altem und neuem Verfahren	33
Abbildung 8: Artensättigung bei zufällig ausgewählten Abschnitten.....	53
Abbildung 9: Beziehung zwischen Fehler des RI und Stichprobenumfang am Beispiel des Chiemsees	55
Abbildung 10: Ergebnis der CCA (CH = Abschnitte des Chiemsees, AW = Abschnitte des „Aiterbacher Winkels“ im Chiemsee, ST = Abschnitte des Starnberger Sees)	57
Abbildung 11: Kartierprotokoll für Makrophyten in Seen (Seite 1).....	67
Abbildung 12: Kartierprotokoll für Makrophyten in Seen (Seite 2).....	68

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Untersuchte Probestellen.....	7
Tabelle 2: Anzahl der Befunde des Gesamtdatensatzes	10
Tabelle 3: Makrophyten-Typologie für Seen	18
Tabelle 4: Zuordnung der Indexwerte zu den Zustandsklassen - Typ AK(s).....	25
Tabelle 5: Zuordnung der Indexwerte zu den Zustandsklassen - Typ AKp.....	25
Tabelle 6: Zuordnung der Indexwerte zu den Zustandsklassen - Typ MTS	25
Tabelle 7: Zuordnung der Indexwerte zu den Zustandsklassen - Typ TKg10	25
Tabelle 8: Zuordnung der Indexwerte zu den Zustandsklassen - Typ TKg13	25
Tabelle 9: Zuordnung der Indexwerte zu den Zustandsklassen -Typ TKp	25
Tabelle 10: Bewertung der ökologischen Qualität nach modifiziertem Verfahren (BL= Bundesland, Typ (BL) = von Bundesländern zugeordneter Seetyp nach MATHES et al (2002), % _{ind} = Anteil der eingestuften Arten, GQ = Gesamtquantität der submersen Arten, A = Anteil der Arten in Artengruppe A, B = Anteil der Arten in Artengruppe B, C = Anteil der Arten in Artengruppe C; RI = Referenzindex, Kor UMG = Korrekturfaktor der unteren Makrophytengrenze, Kor Massen = Korrekturfaktor bei Massenentwicklungen, RI+ = Referenzindex mit eingerechneten Korrekturfaktoren, sicher = Bewertung gesichert, ÖZ = Ökologische Zustandsklasse)	26
Tabelle 11: Bewertung der ökologischen Qualität nach modifiziertem Verfahren (BL= Bundesland, Typ (BL) = von Bundesländern zugeordneter Seetyp nach MATHES et al. (2002), % _{ind} = Anteil der eingestuften Arten, GQ = Gesamtquantität der submersen Arten, A = Anteil der Arten in Artengruppe A, B = Anteil der Arten in Artengruppe B, C = Anteil der Arten in Artengruppe C; RI = Referenzindex, Kor UMG = Korrekturfaktor der unteren Makrophytengrenze, Kor Massen = Korrekturfaktor bei Massenentwicklungen, RI+ = Referenzindex mit eingerechneten Korrekturfaktoren, sicher = Bewertung gesichert, ÖZ = Ökologische Zustandsklasse)	28
Tabelle 12: Bewertung der ökologischen Qualität nach modifiziertem Verfahren (BL= Bundesland, Typ (BL) = von Bundesländern zugeordneter Seetyp nach Mathes et al. (2002), % _{ind} = Anteil der eingestuften Arten, GQ = Gesamtquantität der submersen Arten, A = Anteil der Arten in Artengruppe A, B = Anteil der Arten in Artengruppe B, C = Anteil der Arten in Artengruppe C, RI = Referenzindex, Kor UMG = Korrekturfaktor der unteren Makrophytengrenze, Kor Massen = Korrekturfaktor bei Massenentwicklungen, RI+ = Referenzindex mit eingerechneten Korrekturfaktoren,; sicher = Bewertung gesichert, ÖZ = Ökologische Zustandsklasse)	29
Tabelle 13: Bewertung der ökologischen Qualität nach modifiziertem Verfahren (BL= Bundesland, Typ (BL) = von Bundesländern zugeordneter Seetyp nach MATHES et al. (2002), % _{ind} = Anteil der eingestuften Arten, GQ = Gesamtquantität der submersen Arten, A = Anteil der Arten in Artengruppe A, B = Anteil der Arten in Artengruppe B, C = Anteil der Arten in Artengruppe C, RI = Referenzindex, Kor UMG = Korrekturfaktor der unteren Makrophytengrenze, Kor Massen = Korrekturfaktor bei Massenentwicklungen, RI+ = Referenzindex mit eingerechneten Korrekturfaktoren, sicher = Bewertung gesichert, ÖZ = Ökologische Zustandsklasse)	30
Tabelle 14: Bewertung der ökologischen Qualität nach modifiziertem Verfahren (BL= Bundesland, Typ (BL) = von Bundesländern zugeordneter Seetyp nach MATHES et al. (2002), % _{ind} = Anteil der eingestuften Arten, GQ = Gesamtquantität der submersen Arten, A = Anteil der Arten in Artengruppe A, B = Anteil der Arten in Artengruppe B, C = Anteil der Arten in Artengruppe C, RI = Referenzindex, Kor	

UMG = Korrekturfaktor der unteren Makrophytengrenze, Kor Massen = Korrekturfaktor bei Massenentwicklungen, RI+ = Referenzindex mit eingerechneten Korrekturfaktoren, sicher = Bewertung gesichert, ÖZ = Ökologische Zustandsklasse).....	32
Tabelle 15: Bewertung der ökologischen Qualität nach modifiziertem Verfahren (BL= Bundesland, Typ (BL) = von Bundesländern zugeordneter Seentyp nach MATHES et al. (2002), % _{ind} = Anteil der eingestufteten Arten, GQ = Gesamtquantität der submersen Arten, A = Anteil der Arten in Artengruppe A, B = Anteil der Arten in Artengruppe B, C = Anteil der Arten in Artengruppe C, RI = Referenzindex, Kor UMG = Korrekturfaktor der unteren Makrophytengrenze, Kor Massen = Korrekturfaktor bei Massenentwicklungen, RI+ = Referenzindex mit eingerechneten Korrekturfaktoren, sicher = Bewertung gesichert, ÖZ = Ökologische Zustandsklasse).....	32
Tabelle 16: Kenngrößen des Trophie-Index ^c nach Hofmann (1994, 1999) in den Diatomeentypen der Alpen, Voralpen und Mittelgebirge	37
Tabelle 17: Indexgrenzen des Bewertungsmoduls Trophie-Index in den Diatomeentypen der Alpen, Voralpen und Mittelgebirge	37
Tabelle 18: Vorschlag für die Klassengrenzen des Trophie-Indexes für die Seen des Norddeutschen Tieflandes (verändert nach SCHÖNFELDER 2006)	37
Tabelle 19: Kenngrößen des Trophie-Index nach Schönfelder et al. (unveröffentlicht) in den Diatomeentypen des Norddeutschen.....	38
Tabelle 20: Klassengrenzen des Referenzartenquotienten (RAQ).....	39
Tabelle 21: Kenngrößen des Referenzartenquotienten in den Diatomeentypen der Alpen, Voralpen und Mittelgebirge.....	39
Tabelle 22: Bewertungsergebnisse Teilmodul Diatomeen. PrStNr.: Probestellennummer; Typ D: Diatomeentyp; RAQ: Referenzartenquotient; ÖZK D: Ökologische Zustandsklasse ermittelt aus den Ergebnissen des Teilmoduls Diatomeen.....	40
Tabelle 23: Anwendung der veränderten Bewertung mit der Biokomponente Makrophyten & Phytobenthos. PrStNr: Probestellennummer; Typ D: biozönotischer Typ Diatomeen; Typ M: biozönotischer Typ Makrophyten; ÖZ D: Ökologischer Zustand Teilmodul Diatomeen; ÖZ M: Ökologischer Zustand Teilmodul Makrophyten; D: Berücksichtigung des Teilmoduls Diatomeen bei der Ermittlung des Ökologischen Zustandes Makrophyten & Phytobenthos; M: Berücksichtigung des Teilmoduls Makrophyten bei der Ermittlung des Ökologischen Zustandes Makrophyten & Phytobenthos; ÖZ M&P: Ökologische Zustandsklasse der Biokomponente Makrophyten und Phytobenthos.....	43
Tabelle 24: Kenndaten der ausgewählten Seen (für Chiemsee und Starnberger See aus SCHAUMBURG 1996, SCHOLZE et al. 2003 und SCHORER et al. 2003, für den Großen Gollinsee aus HÖSCH & BUHLE 1996).....	48
Tabelle 25: Übersicht über die Bewertungsergebnisse der Seen	54
Tabelle 26: Kenngrößen der CCA unter Berücksichtigung der relevanten Einflussgrößen	56
Tabelle 27: Empfohlene Transektzahlen in Abhängigkeit der Seeoberfläche (BB = Brandenburg, BW = Baden-Württemberg, BY = Bayern, MV = Mecklenburg-Vorpommern, Ni = Niedersachsen, SH = Schleswig-Holstein)	58
Tabelle 28: Empfohlene Transektzahlen in Abhängigkeit der Seeoberfläche (BB = Brandenburg, BW = Baden-Württemberg, BY = Bayern, MV = Mecklenburg-Vorpommern, Ni = Niedersachsen, SH = Schleswig-Holstein)	62
Tabelle 29: Pflanzenmengenskala nach KOHLER (1978).....	66
Tabelle 30: Beschattungsskala nach WÖRLEIN (1992)	66
Tabelle 31: Aerophile Taxa nach LANGE-BERTALOT (1996) und HILDEBRAND (1991).....	74
Tabelle 32: Gegenüberstellung der biozönotischen Seentypologie auf Grundlagen der Ergebnisse des Projektes Makrophyten & Phytobenthos und der Seentypologie von MATHES et al.(2002).....	75

Tabelle 33: Liste der Indikatoren. Meterangaben beziehen sich auf die Tiefenstufe, in der das Taxon gefunden wurde	77
Tabelle 34: Trophische Kenngrößen nach HOFMANN (1999) $TI_{Süd}$	85
Tabelle 35: Trophische Kenngrößen nach Schönfelder et al. (unveröffentlicht), modifiziert TI_{Nord}	90
Tabelle 36: Artengruppen A, B und C in den biozönotischen Seetypen der Alpen, Voralpen, des Mittelgebirges und des Norddeutschen Tieflandes	98
Tabelle 37: Wert des TI_{Nord} der Klassengrenze „sehr gut“ – „gut“	108
Tabelle 38: Indexgrenzen für die Einteilung der Ökologischen Zustandsklassen: Seen der Region Alpen und Alpenvorland	111
Tabelle 39: Indexgrenzen für die Einteilung der Ökologischen Zustandsklassen bei ungesichertem Modul Makrophyten: Seen der Region Alpen und Alpenvorland.....	111
Tabelle 40: Indexgrenzen für die Einteilung der Ökologischen Zustandsklassen bei ungesichertem Modul Diatomeen: Seen der Region Alpen und Alpenvorland.....	111
Tabelle 41: Indexgrenzen für die Einteilung der Ökologischen Zustandsklassen: Silikatisch geprägte Seen des Mittelgebirges	112
Tabelle 42: Indexgrenzen für die Einteilung der Ökologischen Zustandsklassen bei ungesicherten Modul Makrophyten: Silikatisch geprägte Seen des Mittelgebirges.....	112
Tabelle 43: Indexgrenzen für die Einteilung der Ökologischen Zustandsklassen bei ungesicherten Modul Diatomeen: Silikatisch geprägte Seen des Mittelgebirges.....	112
Tabelle 44: Indexgrenzen für die Einteilung der Ökologischen Zustandsklassen: Geschichtete Seen des Norddeutschen Tieflandes, Typ 10 nach MATHES et al. (2002)	113
Tabelle 45: Indexgrenzen für die Einteilung der Ökologischen Zustandsklassen: Geschichtete Seen des Norddeutschen Tieflandes, Typ 13 nach MATHES et al. (2002)	113
Tabelle 46: Indexgrenzen für die Einteilung der Ökologischen Zustandsklassen: Ungeschichtete Seen des Norddeutschen Tieflandes, Typ 11 und 12 nach MATHES et al.	113
Tabelle 47: Indexgrenzen für die Einteilung der Ökologischen Zustandsklassen bei ungesichertem Modul Makrophyten: Geschichtete Seen des Norddeutschen Tieflandes, Typ 10 nach MATHES et al. (2002)	114
Tabelle 48: Indexgrenzen für die Einteilung der Ökologischen Zustandsklassen bei ungesichertem Modul Makrophyten: Geschichtete Seen des Norddeutschen Tieflandes, Typ 13 nach MATHES et al. (2002)	114
Tabelle 49: Indexgrenzen für die Einteilung der Ökologischen Zustandsklassen bei ungesichertem Modul Makrophyten: Ungeschichtete Seen des Norddeutschen Tieflandes, Typ 11 und 12 nach MATHES et al. (2002)	114
Tabelle 50: Indexgrenzen für die Einteilung der Ökologischen Zustandsklassen bei ungesichertem Modul Diatomeen; Geschichtete Seen des Norddeutschen Tieflandes	115
Tabelle 51: Indexgrenzen für die Einteilung der Ökologischen Zustandsklassen bei ungesichertem Modul Diatomeen: Ungeschichtete Seen des Norddeutschen Tieflandes.....	115
Tabelle 52: Überblick über den benötigten Zeitaufwand zur Bewertung der Komponente Makrophyten & Phytobenthos nach WRRL pro Probestelle und Beprobung.....	118

Gleichungsverzeichnis

Gleichung 1: Gleichung zur Berechnung der Volumenentwicklung	34
Gleichung 2: Berechnung des Referenzindex	76
Gleichung 3: Trophie-Index nach HOFMANN (1999) $TI_{Süd}$	84
Gleichung 4: Trophie-Index nach Schönfelder et al. (unveröffentlicht) TI_{Nord}	90
Gleichung 5: Berechnung des Referenzartenquotienten	107
Gleichung 6: Umrechnung des berechneten Trophiewertes $TI_{Süd}$	107
Gleichung 7: Umrechnung des berechneten Trophiewertes TI_{Nord} (verändert nach Schönfelder 2006, unveröffentlicht)	107
Gleichung 8: Umrechnung des typspezifisch berechneten Referenzartenquotienten	108
Gleichung 9: Berechnung des DI_{Seen}	108
Gleichung 10: Umrechnung des Moduls RI_{Seen} (RI_{Seen} Makrophyten) auf eine Skala von 0 bis 1	109
Gleichung 11: Berechnung des Indexwertes $M\&P_{Seen}$ zur Ermittlung des ökologischen Zustandes eines Sees bei zwei gesicherten Modulen	110