

Entwicklung einer Methode zur Kartierung der Unterwasservegetation an großen Seen am Beispiel des Schaalsees und seiner angrenzenden Nebengewässer zur Erfüllung des operativen EG-WRRL-Monitorings und FFH-Monitorings

Endbericht, 17.03.2006

Auftraggeber:

Landesamt für Natur und Umwelt



Hamburger Chaussee 25
24220 Flintbeck

Projektleitung: Ulrike Hamann

Bearbeitung:

Dr. Klaus van de Weyer (Leitung)
Dipl.-Geogr. Ingo Nienhaus (SUB-GPS & GIS)
Dipl.-Ing. Patrick Tigges
Dipl.-Biol. Andreas Hussner
Dipl.-Biol. Elke Becker (GIS)
lanaplan
Lobbericher Str. 5
D-41334 Nettetal
Tel 02153-97 19 20
Fax 02153-97 19 21
E-Mail: klaus.vdweyer@lanaplan.de
www.lanaplan.de

1	Einleitung	1
2	Untersuchungsgebiet und Methoden	2
2.1	Untersuchungsgebiet	2
2.2	Übersichtskartierung der Unterwasservegetation des Schaalsees und der Nebengewässer	2
2.3	Überarbeitung der WRRL-Methode zur Kartierung der Makrophytenvegetation (PHYLIB) und Auswahl sowie Anlage der Monitoringstellen für die EG-Wasserrahmen-Richtlinie und Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie	4
2.4	Beprobung des Phytobenthos (Diatomeen) für das WRRL-Monitoring	5
3	Flora	6
3.1	Artenbestand Makrophyten	6
3.2	Bestandsentwicklung der aquatischen Makrophyten	7
4	Vegetation	8
4.1	Besiedelte Flächen und Vegetationszonen	8
4.2	Tiefengrenzen der Makrophyten	9
5	Beschreibung der einzelnen Seebecken	11
5.1	Dutzower See	11
5.2	Niendorfer Binnensee	12
5.3	Bernstorfer Binnensee	14
5.4	Lassahner See	15
5.5	Borgsee	16
5.6	Techiner See	17
5.7	Kirchensee	19
5.8	Küchensee	20
5.9	Priestersee	21
5.10	Schaalsee	23
6	Bewertung gemäß EG-Wasser-Rahmenrichtlinie und FFH-Richtlinie	25
6.1	Leitbilder	25
6.1.1	Aktuelle Ausweisungen	25
6.1.2	Leitbilder für die Makrophyten-Vegetation des Schaalsees und seiner Nebengewässer gemäß EG-Wasser-Rahmenrichtlinie und FFH-Richtlinie	27
6.2	Bewertung	30

6.2.1 Vorhandene Bewertungsverfahren.....	30
6.2.2 Diskussion der Parameter der FFH-Richtlinie	38
6.2.3 Bewertungsverfahren für den FFH-LRT 3140 „Oligo- bis mesotrophe kalkhaltige Gewässer mit benthischer Vegetation aus Armeuchteralgen“ und für „kalkreiche, geschichtete Seen im Tiefland“ gemäß EG-Wasser-Rahmenrichtlinie.....	43
6.2.4 Bewertung des Schaalsees und seiner Nebengewässer gemäß EG-Wasser-Rahmenrichtlinie und FFH-Richtlinie.....	48
7 Beeinträchtigungen und Maßnahmen.....	52
7.1 Potenzielle Beeinträchtigungen und Maßnahmen.....	52
7.2 Beeinträchtigungen und Maßnahmen im Schaalsee und seinen Nebengewässern	53
8 Erreichbarkeit des guten ökologischen Zustandes bzw. guten Erhaltungszustandes	56
8.1 Schaalsee und Lassahner See	56
8.2 Übrige Nebengewässer des Schaalsees	57
9 Monitoring	59
10 Handlungsanweisung für die Makrophyten-Untersuchung in Seen in Schleswig-Holstein.....	62
10.1 Übersichtskartierung der Makrophyten-Vegetation.....	62
10.2 Detail-Untersuchungen (Linientransekte).....	64
10.3 Zeitliche Abfolge der Arbeitsschritte	65
11 Ausblick.....	66
12 Zusammenfassung	66
13 Danksagung.....	68
14 Literatur	68

1 Einleitung

Am 12.05.2005 beauftragte das Landesamt für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein das Büro lanaplan, eine Methode zur Kartierung der Unterwasservegetation an großen Seen am Beispiel des Schaalsees und seiner angrenzenden Nebengewässer zur Erfüllung des operativen EG-WRRL-Monitorings und FFH-Monitorings zu entwickeln. Die vorliegende Bearbeitung behandelt die folgenden Arbeitsschritte:

Tab. 1-1: Arbeitsschritte des vorliegenden Gutachtens

Untersuchung der Makrophyten	Bestandssituation der Makrophyten im Schaalsee und seinen Nebengewässern
Bewertung der Makrophyten	Entwicklung von Leitbildern Entwicklung eines Bewertungsverfahrens gemäß FFH-Richtlinie und EG-Wasser-Rahmenrichtlinie Bewertung der Makrophyten des Schaalsees und seiner Nebengewässer
Maßnahmen	Beschreibung von Beeinträchtigungen Formulierung von Maßnahmen Prognosen zur Erreichbarkeit des guten ökologischen Zustandes
Monitoring	Entwicklung eines Monitoring-Programms für die Makrophyten im Schaalsee und seinen Nebengewässern
Handlungsanweisung	Entwicklung einer Handlungsanweisung für die Makrophyten-Untersuchung in Seen in Schleswig-Holstein gemäß den Anforderungen der FFH-Richtlinie und der EG-Wasser-Rahmenrichtlinie

2 Untersuchungsgebiet und Methoden

2.1 Untersuchungsgebiet

Der Schaalsee mit seinen Nebengewässern (Lassahner See, Borgsee und Techiner See, Küchensee, Kirchensee, Priestersee, Niendorfer Binnensee, Bernstorfer Binnensee und Dutzower See) liegt anteilig in den Bundesländern Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern. Mit einer Fläche von ca. 23 km² und einer maximalen Tiefe von ca. 72 m ist der Schaalsee einer der tiefsten Seen Norddeutschlands. Die Entstehung des Schaalsees geht auf die Weichseleiszeit zurück. Eine ausführliche Beschreibung findet sich in der Monografie des LAWAKÜ SCHLESWIG-HOLSTEIN (1994). Der Schaalsee ist als Naturschutzgebiet (NSG Schaalsee und Umgebung) ausgewiesen, gehört zum gleichnamigen Biosphärenreservat und ist Bestandteil des europäischen Schutzgebietssystems NATURA 2000 (FFH 2223.392 Schaalsee und die angrenzenden Wälder).

2.2 Übersichtskartierung der Unterwasservegetation des Schaalsees und der Nebengewässer

Die Übersichtskartierung der Unterwasservegetation erfolgte vom Boot aus in Transekten im Abstand von 200 m längs der Uferlinie. Die Untersuchung erfolgte mit einer Harke, einem Doppelrechen und einer Unterwasser-Videokamera der Firma Waeco. Es wurden die Tiefengrenzen und die räumliche Lage mittels GPS der folgenden Vegetationszonen erfasst:

- Röhrichtzone
- Schwimmblattzone
- Zone der höheren submersen Makrophyten
- Zonen der Armleuchteralgen

Zusätzlich wurden Artenlisten der Makrophyten von jeder Probestelle erstellt. Die Untersuchung des Pfullsees war nicht möglich, da die Zufahrt gesperrt war.



Abb. 2-1, 2-2: Übersichtskartierung mit Einsatz einer Unterwasser-Videokamera (vdW)

Da die Übersichtskartierung eine punktuelle Methode ist, wurden zusätzlich ausgewählte Abschnitte mit der SUB-GPS-Methode untersucht. Diese Methode wurde von Ingo Nienhaus entwickelt. Hierbei führt ein Taucher an einer Leine ein GPS-Gerät, das sich an der Wasser-

oberfläche befindet und auf einem Schlitten geführt wird. Der Taucher taucht entlang von Vegetationsgrenzen, so dass die auch linienförmige Informationen zu den Grenzen der einzelnen Vegetationszonen erhalten werden. Die Daten werden als „Tracks“ mit dem GPS-Gerät aufgezeichnet. Diese Methode ist in Bereichen hilfreich, wo der Bewuchs sehr heterogen ist und die punktuelle Erfassung vom Boot aus kein einheitliches Bild ergibt. Außerdem bietet sich diese Methode bei kleineren Inseln und submersen Flachbereichen an.



Abb. 2-3, 2-4: SUP-GPS-Kartierung und Auswertung der Tauchstrecke (vdW)

Durch Verschneidung der beiden Methoden wurde die Karte der Vegetationszonen (Karte 2) erstellt. Bei der Erstellung zeigte sich, dass DGK 5, die Luftbilder und die Tiefenkarten nicht übereinstimmen. Karte 3 zeigt beispielhaft eine Überlagerung der DGK5 und der Tiefenkarte, die nicht zusammen passen. Die Tiefenkarte stimmt zudem nicht mit den im Rahmen der SUB-GPS-Kartierung erhaltenen Daten überein, wie die beiden unterschiedlichen 10m-Linien in Karte 4 zeigt. Aus diesem Grund stellte der Auftraggeber eine Karte der Uferlinie zur Verfügung, die als Grundlage für die Erstellung der Karte der Vegetationszonen (Karte 2) diene. Die neue Uferlinie musste z.T. nachkorrigiert werden, damit diese auch in einem großen Maßstab (1:10.000 und größer) zu den Luftbildern und den GPS-Punkten der Transekte passt.

Die Strecken zwischen den einzelnen Transekten der Übersichtskartierung wurden mit Hilfe der Luftbilddaten interpoliert. Aus den Luftbilddaten konnten Flach- und somit meist mit submersen Makrophyten bestandene Bereiche sicher identifiziert werden. Die Abgrenzung der Schilfbestände erfolgte ebenfalls über die Luftbildinterpretation. In der Karte sind Schilfbestände mit einer Breite von mehr als 10-15 m dargestellt, schmalere Schilfgürtel wurden aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt.

Folgende Informationen sind zur Erstellung der Karte der Vegetationszonen (Karte 2) eingeflossen:

- Transekte der Übersichtskartierung
- Ergebnisse der Linientransekte (Tauchuntersuchungen)
- Ergebnisse der SUB-GPS-Untersuchungen
- Luftbilder
- Biotoptypen / Landnutzungsstrukturen (teilweise)
- Tiefenkarte (teilweise)

2.3 Überarbeitung der WRRL-Methode zur Kartierung der Makrophytenvegetation (PHYLIB) und Auswahl sowie Anlage der Monitoringstellen für die EG-Wasserrahmen-Richtlinie und Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie

Auf Grundlage der Übersichtskartierung wurden in jedem Seebecken repräsentative Probestellen für das Monitoring gemäß EG-Wasserrahmen-Richtlinie und Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie ausgewählt. Die Auswahl der Probestellen richtete sich nach der Größe des Gewässers und den Ergebnissen der Übersichtskartierung. In jedem Seebecken wurden repräsentative Probestellen ausgewählt. Insgesamt wurden 40 Probestellen untersucht.

Die Makrophyten wurden durch Tauchuntersuchungen mit Press-Luftflaschen in Anlehnung an die PHYLIB-Methode (SCHAUMBURG et al. 2004: „*Handlungsanweisung für die ökologische Bewertung von Seen zur Umsetzung der EG –Wasserrahmenrichtlinie: Makrophyten und Phytobenthos*“) beprobt.

Hierbei werden die Makrophyten auf einer Breite von 20-30 Meter getrennt nach Tiefenzonen halbquantitativ erfasst. Zu den genannten Tiefenzonen erfolgte eine weitere Differenzierung für die Tiefenzone 6-8m. Außerdem wurde jeweils die absolute Tiefengrenze der Vegetation je Linientranspekt notiert. Die Flachbereiche (Zone von 1,5-0m Wassertiefe) wurden durchwassert bzw. durch Schnorcheluntersuchungen erfasst. Die Häufigkeit erfolgte anhand der Schätzskala nach KOHLER (1978)

Tab. 2-1: Schätzskala der Häufigkeit nach KOHLER (1978)

	Skala
1	sehr selten
2	selten
3	verbreitet
4	häufig
5	sehr häufig bis massenhaft

Die Lage der Probestellen ist Karte 1 und Tab. 2-1 zu entnehmen.



Abb. 2-5, 2-6: Die Erfassung in den Linientranspekten erfolgt durch Taucher (Ni)

Die Bestimmung erfolgte nach CASPER & KRAUSCH (1980/1981), KRAUSE (1997) und VAN DE WEYER (2002). Die Nomenklatur der Makrophyten folgt bei den Farn- und Blütenpflanzen WISSKIRCHEN & HAEUPLER (1998), bei den Armleuchteralgen BLÜMEL & RAABE (2004) und bei den Moosen KOPERSKI et al. (2000).

2.4 Beprobung des Phytobenthos (Diatomeen) für das WRRL-Monitoring

An allen 40 Stellen, an denen auch die Makrophyten gemäß Kap. 2.3 untersucht wurden bzw. noch werden, wurden Diatomeen-Proben nach den Vorgaben des PHYLIB-Projektes (SCHAUMBURG et al. 2004: "Handlungsanweisung für die ökologische Bewertung von Seen zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie: Makrophyten und Phytobenthos") genommen und fixiert. Die Lage der Probestellen ist Karte 1 und Tab. 2-1 zu entnehmen.

3 Flora

3.1 Artenbestand Makrophyten

Im Rahmen der Übersichtskartierung und der Tauchuntersuchungen wurden 39 Arten nachgewiesen, hiervon sind 30 Arten aquatische Makrophyten. Die meisten Arten konnten im Schaalsee (32 Arten) festgestellt werden, die geringste Artenzahl wies der Kirchensee mit sieben Arten auf (s. Tab. 3-1). Von diesen Arten sind 15 Arten in den Roten Listen des Bundes bzw. der Länder Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern aufgeführt (BFN 1996, HAMANN & GARNIEL 2000, s. Tab. 3-2). Die Arten der Roten Liste verteilen sich wie folgt: acht höhere Pflanzenarten, fünf Armleuchteralgen sowie jeweils eine Moos- und eine Rotalgenart. Die meisten Arten der Roten Listen wurden im Schaalsee (14 Arten), gefolgt vom Techiner und Niendorfer Binnensee (jeweils sechs Arten). Jeweils nur eine Art der Roten Listen wurden im Priester- und Kirchensee nachgewiesen.



Abb. 3-1, 3-2: Beispiele für eine häufige Art: *Ranunculus circinatus* (linkes Bild) und eine seltene Art: *Chara aspera* (rechtes Bild) (vdW)

Im Anhang finden sich Verbreitungskarten aller aquatischen Makrophyten, die einen Überblick auf die Verbreitung in den verschiedenen Seebecken ermöglicht. Hierbei wird zwischen den Funden der Übersichtskartierung und der Linientransekt-Untersuchung unterschieden. Lediglich im Rahmen der Tauchuntersuchungen (Linientransekte) wurden Arten wie *Chara aspera* und *Utricularia vulgaris* agg. (Schaalsee) nachgewiesen. Auch die Funde von Arten wie *Hydrocharis morsus-ranae* oder *Spirodela polyrhiza* gehen auf die Linientransekt-Untersuchung zurück, da hierzu die Flachbereiche im Schilf durchwaten wurden. *Hydrocharis morsus-ranae* und *Spirodela polyrhiza* wurden ausschließlich im Schilfröhricht beobachtet.

Weit verbreitet sind *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton pectinatus*, *Potamogeton pusillus* und *Ranunculus circinatus*. Häufig sind *Potamogeton perfoliatus*, *Elodea canadensis*, *Ceratophyllum demersum*, *Chara contraria* und *Chara globularis*. Selten sind *Elodea nuttallii* (Dutzower See), *Chara aspera* (Schaalsee), *Eleocharis acicularis* (Lassahner, Techiner See, Schaalsee) und *Utricularia vulgaris* agg. (Schaalsee).

3.2 Bestandsentwicklung der aquatischen Makrophyten

Zur Dokumentation der Bestandsentwicklung wurden die aktuell nachgewiesenen Arten mit den Ergebnissen früherer Untersuchungen verglichen (KRAUSE 1893, STROEDE 1931/1932, HUSTEDT 1950, PANKOW & RATTEY 1963, PANKOW & ETZRODT 1965, BLÜMEL 1990, GRUBE 1991, TRAPP 1997, JARMATZ & MÖNKE 2000 und STELZER 2002, s.a. LAWAKÜ SCHLESWIG-HOLSTEIN 1994). Tab. 3-3 zeigt diesen Vergleich für die aquatischen Makrophyten. Im Rahmen der aktuellen Untersuchung konnten die folgenden sieben Arten erstmalig für den Schaalsee und seine Nebengewässer nachgewiesen werden:

- *Callitriche hermaphroditica*
- *Elodea nuttallii*
- *Lemna minor*
- *Spirodela polyrhiza*
- *Utricularia vulgaris* agg.
- *Chara contraria*
- *Nitella* cf. *opaca*

Bei *Nitella* cf. *opaca* wurden nur vegetative Individuen angetroffen; hierbei ist eine eindeutige Abgrenzung zu *Nitella flexilis* nicht möglich (vgl. KRAUSE 1997). Diese Nachweise sind in Zusammenhang mit der flächendeckenden Untersuchung incl. Tauchuntersuchungen zu sehen. Diese Arten wurden höchstwahrscheinlich bisher nicht erfasst bzw. übersehen. Lediglich bei *Elodea nuttallii* ist von einer Neuansiedlung in den letzten Jahren auszugehen, da es sich bei dieser Art um einen Neophyt handelt, der erst seit den 1970er Jahren in Deutschland nachgewiesen wurde (WEBER-OLDECOP 1974). Aus Schleswig-Holstein lagen aus den 1980er Jahre verschiedene Nachweise dieser Art vor, jedoch noch nicht aus dem Bereich des Schaalsees (RAABE 1987). RAABE (1987) schreibt zu *Elodea nuttallii*: „In Ausbreitung begriffen“.

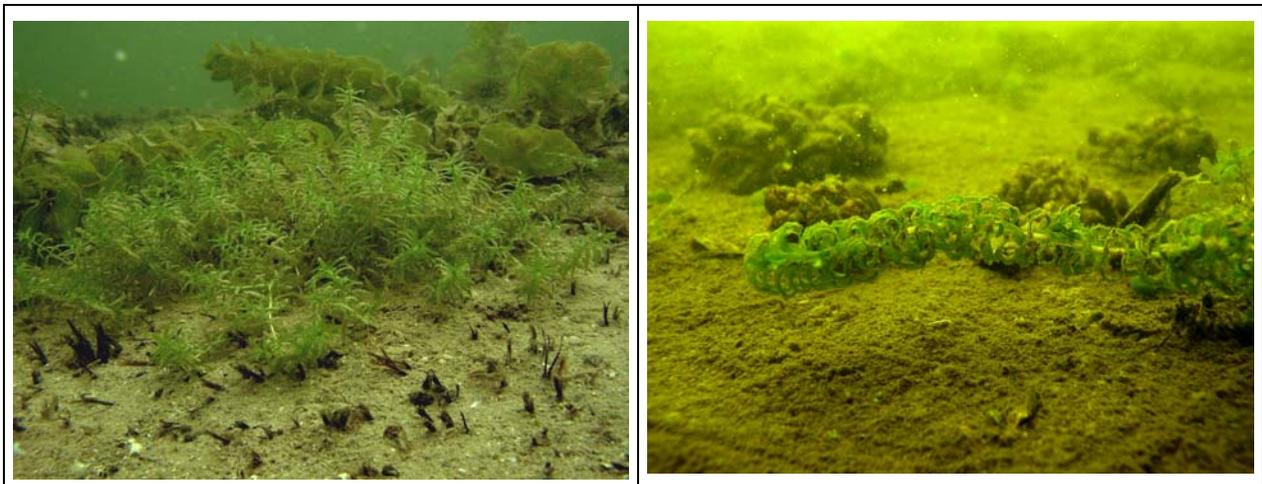


Abb. 3-3, 3-4: Beispiele für Arten, die bisher für den Schaalsee nicht nachgewiesen waren: *Callitriche hermaphroditica* (linkes Bild, im Hintergrund *Potamogeton perfoliatus*) und der Neophyt *Elodea nuttallii* (rechtes Bild) (vdW)

Dem stehen fehlenden Nachweise von zwei *Potamogeton*-Hybriden entgegen. Beide Sippen, *Potamogeton x nitens* (*P. gramineus* x *P. perfoliatus*, s. BLÜMEL 1990 bzw. PANKOW & RATTEY 1963, s.a. RAABE 1987) und *Potamogeton x salicifolius* (*P. lucens* x *P. perfoliatus*, s. KRAUSE 1893) konnten trotz intensiver Nachsuche nicht bestätigt werden. Bei zwei Sippen, die von GRUBE (1991) bzw. TRAPP 1997 (*Potamogeton obtusifolius*, *Ranunculus aquatilis*) angegeben werden, handelt es sich wahrscheinlich um Verwechslungen.

4 Vegetation

4.1 Besiedelte Flächen und Vegetationszonen

Karte 2 zeigt die Vegetationszonen im Schaalsee und seinen Nebengewässern. Alle vier Vegetationszonen konnten nachgewiesen werden. Es dominiert in allen Seebecken die Zone der höheren submersen Makrophyten, gefolgt von der Röhrlichtzone. Die Zone der Armleuchteralgen hat ihren Schwerpunkt im Schaalsee, während die Schwimmblattzone nur sehr kleinflächig vorkommt. Eine detaillierte Beschreibung der Vegetationszonen für alle Seebecken findet sich in Kap. 5. Auffällig ist, dass in jedem Seebecken auch Bereiche ohne Bewuchs vorkommen. Dies korreliert mit dem Vorkommen von beschatteten Steilufern. Der Anteil ohne Bewuchs lässt sich am besten in Bezug auf die Uferlänge darstellen (s. Tab. 4-1). Die Auswertung nach Uferlängen zeigt, dass fast 20% aller Uferzonen der Seebecken ohne Bewuchs sind (s. Tab. 4-1). Innerhalb der Seebecken stellt sich die Besiedlung sehr heterogen dar. Der Borgsee weist auf fast 85% der Uferlänge keinen Bewuchs mit aquatischen Makrophyten auf, der Dutzower See hingegen nur auf 1%.

Tabelle 4-1: Uferlänge ohne aquatische Makrophyten

Seebecken	Gesamtufer [km]	Uferlänge ohne aquatische Makrophyten [km]	Uferlänge ohne aquatische Makrophyten [%]
Dutzower See	5,59	0,06	1,07
Niendorfer Binnensee	7,19	0,76	10,66
Bernstorfer Binnensee	11,28	2,20	19,52
Lassahner See	5,68	0,44	7,78
Borgsee	4,65	3,95	84,88
Techiner See	4,77	0,24	5,21
Kirchensee	2,87	1,73	60,24
Kuechensee	2,78	1,01	36,56
Priestersee	1,69	1,15	68,01
Schaalsee	45,80	3,68	8,05
Gesamt:	76,39	15,26	19,983

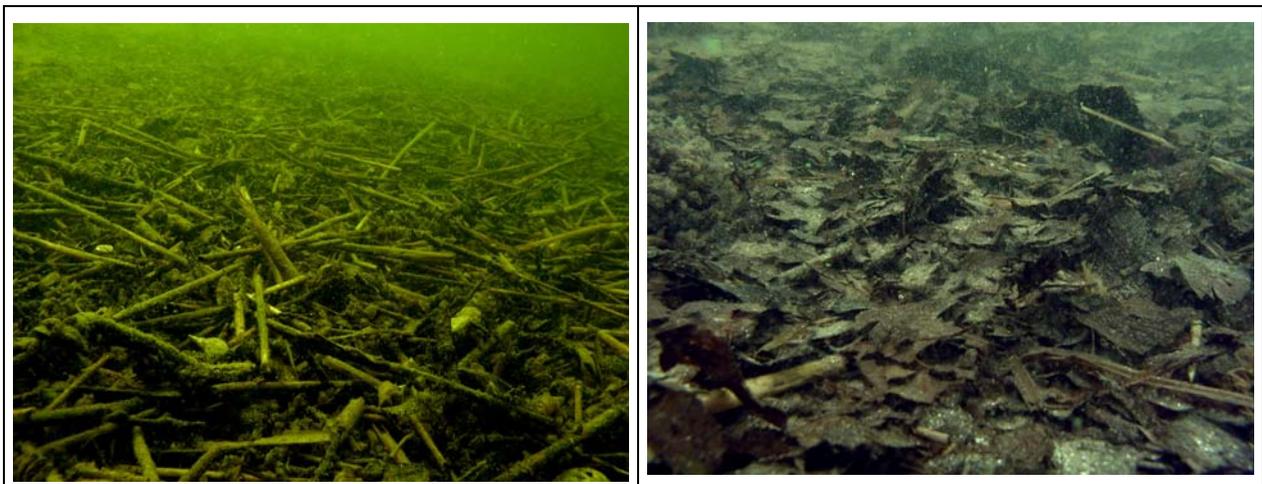


Abb. 4-1, 4-2: Beispiele für makrophytenfreie Probestellen: Steile, beschattete Ufer können natürlicherweise ohne Bewuchs mit Makrophyten sein (vdW).

4.2 Tiefengrenzen der Makrophyten

Abb. 4-3 und Tab. 4-2 zeigen die durchschnittlichen unteren Tiefengrenzen der Makrophyten je Seebecken. Die durchschnittlichen Tiefengrenzen schwanken zwischen 2,6 m im Priestersee und 5,11 im Schaalsee. Innerhalb der Seebecken schwanken die Werte z.T. sehr stark (s. Tab. 4-3 [Anhang]), s.a. Kap. 5). Anhand der mittleren unteren Makrophyten-Tiefengrenzen kann auch eine Trophie-Einstufung nach SUCCOW & KOPP (1985, s.a. HOESCH & BUHLE 1986, LUA NRW 2006, MAUERSBERGER & MAUERSBERGER 1996) vorgenommen werden. Dieses Verfahren wurde von HAMANN (2004) für andere Seen in Schleswig-Holstein angewendet. Anhand der mittleren unteren Makrophyten-Tiefengrenze sind mit Ausnahme des Schaalsees und des Kirchensees alle Gewässer als eutroph eingestuft (s. Tab. 4-2). Die mittlere untere Makrophyten-Tiefengrenze im Schaalsee, die 5,1 m beträgt, liegt im mesotrophen, im Kirchensee mit 2,1 m im hocheutrophen Bereich.

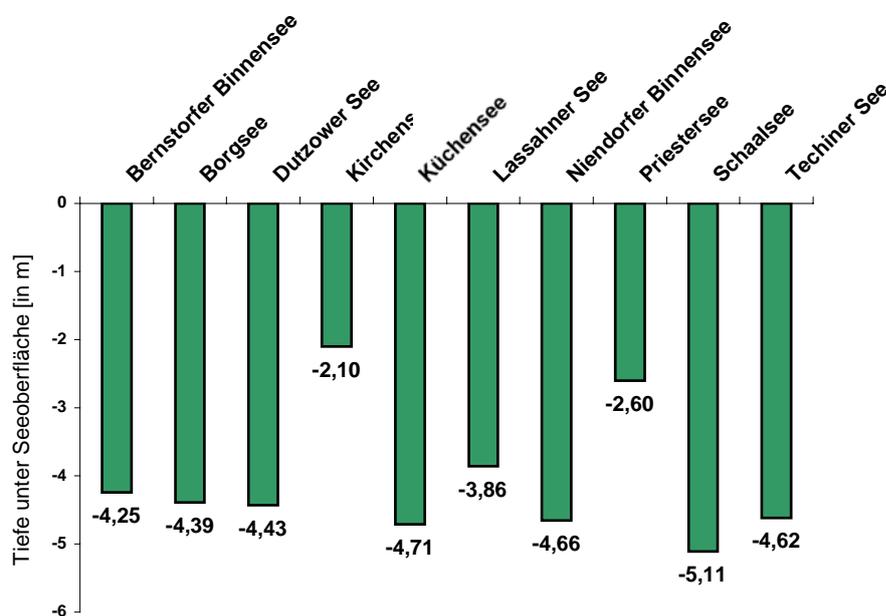


Abb. 4-3: Durchschnittliche Tiefengrenzen der Makrophyten je Seebecken

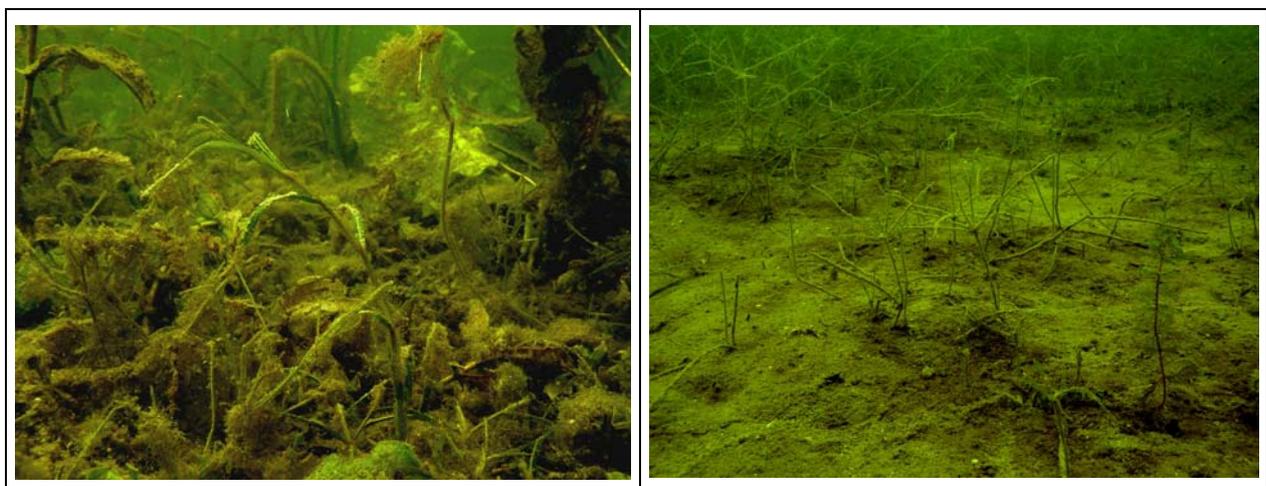


Abb. 4-4, 4-5: Am tiefsten reichen höhere Pflanzen (z.B. *Potamogeton friesii*, linkes Bild) oder Armleuchteralgen (*Nitellopsis obtusa*, rechtes Bild) (vdW)

Tab. 4-2: Durchschnittliche untere Tiefengrenzen der Makrophyten je Seebecken

Seebecken	Durchschnittliche untere Makrophyten-Tiefengrenzen (m)	Trophiestufe nach Succow & Kopp (1985)
Dutzower See	4,4	eutroph
Niendorfer Binnensee	4,6	eutroph
Bernstorfer Binnensee	4,2	eutroph
Lassahner See	3,8	eutroph
Borgsee	4,4	eutroph
Techiner See	4,6	eutroph
Kirchensee	2,1	hocheutroph
Küchensee	4,7	eutroph
Priestersee	2,6	eutroph (Tendenz zu hocheutroph)
Schaalsee	5,1	mesotroph

5 Beschreibung der einzelnen Seebecken

Nachfolgend werden die einzelnen Seebecken beschrieben. Hierbei werden die Angaben zur Schichtung, Referenztrophy, Ist-Trophy nach LAWA (1998) berücksichtigt (LANU Schleswig-Holstein 2002, unveröff., Umweltministerium des Landes Mecklenburg-Vorpommern 2006, unveröff.). Außerdem erfolgt eine Trophy-Einstufung anhand der mittleren unteren Makrophytengrenze nach SUCCOW & KOPP (1985, s. Kap. 4).

5.1 Dutzower See

Schichtung	geschichtet	
Referenztrophy (nach Morphometrie)	mesotroph	
Ist-Trophy 2002 (nach LAWA)	eutroph 2	
Mittlere untere Makrophyten-Tiefengrenze (m)	4,4	
Trophy-Einstufung anhand der mittleren unteren Makrophyten-Tiefengrenze (nach SUCCOW & KOPP 1985)	eutroph	
Größe (ha)	73,16	
Bewachsene Fläche (ha - %)	16,4 ha	22,4 %
Fläche aquatische Röhricht (ha - %)	1,35 ha	1,8 %
Fläche Schwimmblattzone (ha - %)	0 ha	0 %
Fläche Zone der submersen höheren Makrophyten (ha - %)	14,68 ha	20,1 %
Fläche Armleuchteralgen-Zone (ha - %)	0,38 ha	0,5 %
Uferlinie (km)	5,59	
Makrophytenfreie Länge der Uferlinie (km - %)	0,06 km	1,1 %



Abb. 5-1: Der Dutzower See (Ti)

Die aktuelle Trophy des Dutzower Sees (eutroph2) entspricht nicht der Referenztrophy (mesotroph). Die Makrophyten-Tiefengrenzen (s. Tab. 4-3) schwanken zwischen 3m und 6m. Anhand der mittleren unteren Makrophyten-Tiefengrenze (4,4m) wird der Dutzower See als eutroph eingestuft. GRUBE (1991) ermittelte demgegenüber eine durchschnittliche untere Makrophyten-Tiefengrenze von ca. 3m.

Lediglich 1% der Uferlinie ist nicht mit aquatischen Makrophyten bewachsen. Bezogen auf die gesamte Seefläche sind 22% des Dutzower Sees mit Makrophyten bewachsen. Es dominiert die Zone der submersen höheren Makrophyten mit 20%. In den drei Linientransekten (Nr. 1-3, s. Anhang) sind die bestimmenden Arten *Myriophyllum spicatum*, *Elodea canadensis*, *Lemna trisulca*, *Potamogeton pusillus*, *Ranunculus circinatus* und *Potamogeton pectinatus*. Dies deckt sich mit den Ergebnissen von GRUBE (1991). Der Flächenteil der Zone der Armleuchteralgen liegt unter 1%.

Im Dutzower See wurden 19 Makrophyten nachgewiesen, davon sind vier Arten in den Roten Listen aufgeführt (s. Tab. 3-1, 3-2).

5.2 Niendorfer Binnensee

Schichtung	geschichtet	
Referenztrophy (nach Morphometrie)	mesotroph	
Ist-Trophy 2002 (nach LAWA)	mesotroph	
Mittlere untere Makrophyten-Tiefengrenze (m)	4,7	
Trophy-Einstufung anhand der mittleren unteren Makrophyten-Tiefengrenze (nach SUCCOW & KOPP 1985)	eutroph	
Größe (ha)	116,9	
Bewachsene Fläche (ha - %)	21,55 ha	18,4 %
Fläche aquatische Röhricht (ha - %)	4,7 ha	4,1 %
Fläche Schwimmblattzone (ha - %)	0,1 ha	0,1 %
Fläche Zone der submersen höheren Makrophyten (ha - %)	16,3 ha	14,0 %
Fläche Armleuchteralgen-Zone (ha - %)	0,3 ha	0,2 %
Uferlinie (km)	7,2 km	
Makrophytenfreie Länge der Uferlinie (km - %)	0,7 km	10,7 %



Abb. 5-2: Der Niendorfer Binnensee (Ti)

Die aktuelle Trophy des Niendorfer Binnensees (mesotroph) entspricht der Referenztrophy (mesotroph). Die Makrophyten-Tiefengrenzen (s. Tab. 4-3) schwanken zwischen 2m und

6,9m. Anhand der mittleren unteren Makrophyten-Tiefengrenze (4,6m) wird der Niendorfer Binnensee als eutroph eingestuft. GRUBE (1991) ermittelte durchschnittliche untere Makrophyten-Tiefengrenzen von ca. 4-5m.

10,7% der Uferlinie ist nicht mit aquatischen Makrophyten bewachsen. Bezogen auf die gesamte Seefläche sind 18,4% des Niendorfer Binnensees mit Makrophyten bewachsen. Es dominiert die Zone der höheren submersen Makrophyten mit 14%. In den drei Linientransekten (Nr. 4-6, s. Anhang) sind die bestimmenden Arten *Ranunculus circinatus*, *Potamogeton pectinatus*, *Potamogeton lucens*, *Potamogeton perfoliatus* und *Potamogeton pusillus*. Dies deckt sich mit den Ergebnissen von GRUBE (1991). Der Flächenteil der Zone der Armluchteralgen und der Schwimmblattzone liegt jeweils unter 1%.

Im Niendorfer Binnensee wurden 18 Makrophyten nachgewiesen, davon sind sechs Arten in den Roten Listen aufgeführt (s. Tab. 3-1, 3-2).

5.3 Bernstorfer Binnensee

Schichtung	ungeschichtet	
Referenztrophy (nach Morphometrie)	mesotroph	
Ist-Trophy 2002 (nach LAWA)	eutroph 2	
Mittlere untere Makrophyten-Tiefengrenze (m)	4,3	
Trophy-Einstufung anhand der mittleren unteren Makrophyten-Tiefengrenze (nach SUCCOW & KOPP 1985)	eutroph	
Größe (ha)	124	
Bewachsene Fläche (ha - %)	24,8 ha	20 %
Fläche aquatische Röhricht (ha - %)	7,2 ha	5,8 %
Fläche Schwimmblattzone (ha - %)	0,1 ha	0,1 %
Fläche Zone der submersen höheren Makrophyten (ha - %)	17,6 ha	14,2 %
Fläche Armleuchteralgen-Zone (ha - %)	0 ha	0 %
Uferlinie (km)	11,3 km	
Makrophytenfreie Länge der Uferlinie (km - %)	2,2 km	15,3 %



Abb. 5-3: Der Bernstorfer Binnensee (Ti)

Die aktuelle Trophy des Bernstorfer Binnensees (eutroph2) entspricht nicht der Referenztrophy (mesotroph). Die Makrophyten-Tiefengrenzen (s. Tab. 4-3) schwanken zwischen 2,4m und 6m. Anhand der mittleren unteren Makrophyten-Tiefengrenze (4,3m) wird der Bernstorfer Binnensee als eutroph eingestuft. GRUBE (1991) ermittelte durchschnittliche untere Makrophyten-Tiefengrenzen von ca. 4-5m.

15,3% der Uferlinie ist nicht mit aquatischen Makrophyten bewachsen. Bezogen auf die gesamte Seefläche sind 20% des Bernstorfer Binnensees mit Makrophyten bewachsen. Es dominiert die Zone der höheren submersen Makrophyten mit 14,2%. In den drei Linientransekten (Nr. 7-9, s. Anhang) sind die bestimmenden Arten *Ranunculus circinatus*, *Chara globularis* und *Elodea canadensis*. Dies deckt sich weitgehend mit den Ergebnissen von GRUBE (1991). Der Flächenteil der Zone der Schwimmblattzone liegt jeweils unter 1%. Eine Zone der Armleuchteralgen wurde nicht nachgewiesen, doch sind Armleuchteralgen in verschiedenen Abschnitten zwischen den höheren submersen Makrophyten vertreten.

Im Bernstorfer Binnensee wurden 17 Makrophyten nachgewiesen, davon sind fünf Arten in den Roten Listen aufgeführt (s. Tab. 3-1, 3-2).

5.4 Lassahner See

Schichtung	geschichtet	
Referenztrophy (nach Morphometrie)	oligotroph	
Ist-Trophy 2002 (nach LAWA)	mesotroph	
Mittlere untere Makrophyten-Tiefengrenze (m)	3,9	
Trophy-Einstufung anhand der mittleren unteren Makrophyten-Tiefengrenze (nach SUCCOW & KOPP 1985)	Eutroph	
Größe (ha)	119,3	
Bewachsene Fläche (ha - %)	20 ha	16,8 %
Fläche aquatische Röhricht (ha - %)	7,5 ha	6,3 %
Fläche Schwimmblattzone (ha - %)	0 ha	0 %
Fläche Zone der submersen höheren Makrophyten (ha - %)	12,5 ha	10,5 %
Fläche Armelechteralgen-Zone (ha - %)	0 ha	0 %
Uferlinie (km)	5,7 km	
Makrophytenfreie Länge der Uferlinie (km - %)	0,4 km	5,7 %



Abb. 5-4: Der Lassahner See (Ti)

Die aktuelle Trophy des Lassahner Sees (mesotroph) entspricht nicht der Referenztrophy (oligotroph). Die Makrophyten-Tiefengrenzen (s. Tab. 4-3) schwanken zwischen 1m und 8,2m. Anhand der mittleren unteren Makrophyten-Tiefengrenze (3,9m) wird der Lassahner See als eutroph eingestuft. GRUBE (1991) ermittelte durchschnittliche untere Makrophyten-Tiefengrenzen von ca. 4-5m. TRAPP (1997) gibt durchschnittliche untere Makrophyten-Tiefengrenzen von 3,5m-4,0m an, die Makrophyten-Tiefengrenzen schwanken zwischen 2m und 5m.

5,7% der Uferlinie ist nicht mit aquatischen Makrophyten bewachsen. Bezogen auf die gesamte Seefläche sind 16,8% des Lassahner Sees mit Makrophyten bewachsen. Es dominiert

die Zone der höheren submersen Makrophyten mit 10,5%. In den drei Linientransekten (Nr. 25, 26, s. Anhang) sind die bestimmenden Arten *Potamogeton pectinatus*, *Ranunculus circinatus*, *Ceratophyllum demersum* und *Sagittaria sagittifolia*. Dies deckt sich weitgehend mit den Ergebnissen von GRUBE (1991) und TRAPP (1997). Eine Schwimmblattzone und eine Zone der Armleuchteralgen wurden nicht nachgewiesen. TRAPP (1997) gibt hingegen noch „ausgedehnte Bestände von *Chara globularis*“ an. Eine weitere Armleuchteralge, *Nitellopsis obtusa*, die TRAPP (1997) an einer Stelle im Lassahner See fand, konnte nicht mehr nachgewiesen werden. Der Rückgang der Armleuchteralgen ist wahrscheinlich mit der Einleitung ungeklärter Abwässer zu sehen, die im Jahr 2005 während des Baus der Kanalisation in Lassahn direkt in den See gelangten. So betrug im September die Secchi-Sichttiefe im Lassahner See weniger als 1 m, während im anschließenden, nicht Abwasser-belasteten Borgsee die Secchi-Sichttiefe mehr als 5 m betrug.

Im Lassahner See wurden 16 Makrophyten nachgewiesen, davon sind vier Arten in den Roten Listen aufgeführt (s. Tab. 3-1, 3-2).

5.5 Borgsee

Schichtung	geschichtet	
Referenztrophy (nach Morphometrie)	mesotroph	
Ist-Trophy 2002 (nach LAWA)	mesotroph	
Mittlere untere Makrophyten-Tiefengrenze (m)	4,4	
Trophy-Einstufung anhand der mittleren unteren Makrophyten-Tiefengrenze (nach SUCCOW & KOPP 1985)	eutroph	
Größe (ha)	52,8	
Bewachsene Fläche (ha - %)	1,1 ha	1,9 %
Fläche aquatische Röhricht (ha - %)	0,1 ha	0,1 %
Fläche Schwimmblattzone (ha - %)	0 ha	0 %
Fläche Zone der submersen höheren Makrophyten (ha - %)	0,9 ha	1,7 %
Fläche Armleuchteralgen-Zone (ha - %)	0,1 ha	0,1 %
Uferlinie (km)	4,7 km	
Makrophytenfreie Länge der Uferlinie (km - %)	3,9 km	84,9 %



Abb. 5-5: Der Borgsee (vdW)

Die aktuelle Trophie des Borgsees (mesotroph) entspricht der Referenztrophie (mesotroph). Die Makrophyten-Tiefengrenzen (s. Tab. 4-3) schwanken zwischen 1,5m und 7,3m. Anhand der mittleren unteren Makrophyten-Tiefengrenze (4,4m) wird der Borgsee als eutroph eingestuft. GRUBE (1991) ermittelte durchschnittliche untere Makrophyten-Tiefengrenzen von ca. 2-3m, mehrere Probestellen waren aber ohne Bewuchs (s.u.).

84,9% der Uferlinie ist nicht mit aquatischen Makrophyten bewachsen. Dieser geringe Wert ist in Zusammenhang mit den steilen Ufern und der starken Beschattung zu sehen. Bezogen auf die gesamte Seefläche sind 1,9% des Borgsees mit Makrophyten bewachsen. 1,7% der Seefläche wird von der Zone der höheren submersen Makrophyten eingenommen. Im Liniensekt Nr. 33 (s. Anhang) sind die bestimmenden Arten *Ranunculus circinatus* und *Elo-dea canadensis*. Röhrichte und die Zone der Armleuchteralgen bedecken 0,1%.

Im Borgsee wurden 15 Makrophyten nachgewiesen, davon sind fünf Arten in den Roten Listen aufgeführt (s. Tab. 3-1, 3-2).

5.6 Techiner See

Schichtung	geschichtet	
Referenztrophie (nach Morphometrie)	mesotroph	
Ist-Trophie 2002 (nach LAWA)	mesotroph	
Mittlere untere Makrophyten-Tiefengrenze (m)	4,6	
Trophie-Einstufung anhand der mittleren unteren Makrophyten-Tiefengrenze (nach SUCCOW & KOPP 1985)	eutroph	
Größe (ha)	90,9	
Bewachsene Fläche (ha - %)	20,5 ha	22,5 %
Fläche aquatische Röhricht (ha - %)	7,3 ha	8 %
Fläche Schwimmblattzone (ha - %)	<0,1 ha	<0,1 %
Fläche Zone der submersen höheren Makrophyten (ha - %)	12,8 ha	14,1 %
Fläche Armleuchteralgen-Zone (ha - %)	0,4 ha	0,4 %
Uferlinie (km)	4,8 km	
Makrophytenfreie Länge der Uferlinie (km - %)	0,2 km	5,2 %



Abb. 5-6: Der Techiner See (Ti)

Die aktuelle Trophie des Techiner Sees (mesotroph) entspricht der Referenztrophie (mesotroph). Die Makrophyten-Tiefengrenzen (s. Tab. 4-3) schwanken zwischen 2,5m und 7,9m. Anhand der mittleren unteren Makrophyten-Tiefengrenze (4,6m) wird der Techiner See als eutroph eingestuft. GRUBE (1991) ermittelte durchschnittliche untere Makrophyten-Tiefengrenzen von ca. 3-4m. TRAPP (1997) gibt durchschnittliche untere Makrophyten-Tiefengrenzen von 3m-4m an, die Makrophyten-Tiefengrenzen schwanken zwischen 1,5m und 4,5m.

5,2% der Uferlinie ist nicht mit aquatischen Makrophyten bewachsen. Bezogen auf die gesamte Seefläche sind 22,5% des Techiner Sees mit Makrophyten bewachsen. Es dominiert die Zone der höheren submersen Makrophyten mit 14,1%. In den drei Linientransekten (Nr. 32, 36, s. Anhang) sind die bestimmenden Arten *Elodea canadensis*, *Potamogeton perfoliatus*, *Ranunculus circinatus*, *Lemna trisulca* und *Ceratophyllum demersum*. Die Fläche der Schwimmblattzone beträgt < 0,1%, die Zone der Armleuchteralgen 0,4%. Dies deckt sich weitgehend mit den Ergebnissen von GRUBE (1991) und TRAPP (1997).

Im Techiner See wurden 20 Makrophyten nachgewiesen, davon sind sieben Arten in den Roten Listen aufgeführt (s. Tab. 3-1, 3-2).

5.7 Kirchensee

Schichtung	k.A.	
Referenztrophy (nach Morphometrie)	k.A.	
Ist-Trophy 2002 (nach LAWA)	k.A.	
Mittlere untere Makrophyten-Tiefengrenze (m)	2,1	
Trophy-Einstufung anhand der mittleren unteren Makrophyten-Tiefengrenze (nach SUCCOW & KOPP 1985)	hocheutroph	
Größe (ha)	21,3	
Bewachsene Fläche (ha - %)	1,4 ha	6,5 %
Fläche aquatische Röhricht (ha - %)	1,3 ha	5,9 %
Fläche Schwimmblattzone (ha - %)	< 0,1 ha	0,3 %
Fläche Zone der submersen höheren Makrophyten (ha - %)	< 0,1 ha	0,3 %
Fläche Armleuchteralgen-Zone (ha - %)	0 ha	0 %
Uferlinie (km)	2,8 km	
Makrophytenfreie Länge der Uferlinie (km - %)	1,7 km	60,2 %



Abb. 5-7: Der Kirchensee (Ti)

Für den Kirchensee liegen keine Daten zur Schichtung und Trophy vor. Die Makrophyten-Tiefengrenzen (s. Tab. 4-3) schwanken zwischen 2m und 2,2m. Anhand der mittleren unteren Makrophyten-Tiefengrenze (2,1m) wird der Kirchensee als hocheutroph eingestuft. Voruntersuchungen von GRUBE (1991) bzw. TRAPP (1997) liegen nicht vor. Während der Übersichtskartierung wurden Reste von Granaten beobachtet. Daher wurden im Kirchensee keine Tauchuntersuchungen durchgeführt.

60,2% der Uferlinie ist nicht mit aquatischen Makrophyten bewachsen. Bezogen auf die gesamte Seefläche sind 6,5% des Kirchensees mit Makrophyten bewachsen. Es dominiert die Zone der Röhrichte. Die Zone der höheren submersen Makrophyten und die Schwimmblattzone nehmen 0,3% ein. Eine Zone der Armleuchteralgen wurden nicht nachgewiesen.

Im Kirchensee wurden sieben Makrophyten nachgewiesen, davon ist eine Art in den Roten Listen aufgeführt (s. Tab. 3-1, 3-2).

5.8 KÜCHENSEE

Schichtung	k.A.	
Referenztrophy (nach Morphometrie)	k.A.	
Ist-Trophy 2002 (nach LAWA)	k.A.	
Mittlere untere Makrophyten-Tiefengrenze (m)	4,7	
Trophy-Einstufung anhand der mittleren unteren Makrophyten-Tiefengrenze (nach SUCCOW & KOPP 1985)	eutroph	
Größe (ha)	41	
Bewachsene Fläche (ha - %)	5,6 ha	13,6 %
Fläche aquatische Röhricht (ha - %)	1,8 ha	4,4 %
Fläche Schwimmblattzone (ha - %)	0 ha	0 %
Fläche Zone der submersen höheren Makrophyten (ha - %)	3,8 ha	9,2 %
Fläche Armleuchteralgen-Zone (ha - %)	0 ha	0 %
Uferlinie (km)	2,8 km	
Makrophytenfreie Länge der Uferlinie (km - %)	1 km	36,6 %



Abb. 5-8: Der KÜCHENSEE (Ti)

Für den KÜCHENSEE liegen keine Daten zur Schichtung und Trophy vor. Die Makrophyten-Tiefengrenzen (s. Tab. 4-3) schwanken zwischen 2,8m und 6,5m. Anhand der mittleren unteren Makrophyten-Tiefengrenze (4,7m) wird der KÜCHENSEE als eutroph eingestuft. TRAPP (1997) gibt durchschnittliche untere Makrophyten-Tiefengrenzen von 3m-4m an, die Makrophyten-Tiefengrenzen schwanken zwischen 1,5m und 5m. GRUBE (1991) ermittelte mit 5,5m-6m wesentlich höhere durchschnittliche untere Makrophyten-Tiefengrenzen.

36,6% der Uferlinie ist nicht mit aquatischen Makrophyten bewachsen. Bezogen auf die gesamte Seefläche sind 13,6% des KÜCHENSEES mit Makrophyten bewachsen. Es dominiert die Zone der höheren submersen Makrophyten mit 9,2%. In Linientranssekt Nr. 13 (s. Anhang) sind die bestimmenden Arten *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton pectinatus* und *Potamogeton pusillus*. Eine Schwimmblattzone und eine Zone der Armleuchteralgen wurden nicht nachgewiesen. TRAPP (1997) gibt hingegen noch „ausgedehnte Bestände von *Chara globularis*“ an.

Im KÜchensee wurden 16 Makrophyten nachgewiesen, davon sind sieben Arten in den Roten Listen aufgeführt (s. Tab. 3-1, 3-2).

Der Rückgang der unteren Makrophyten-Tiefengrenze und der Zone der Armelechteralgen im Vergleich zu GRUBE (1991) und TRAPP (1997) ist mit großer Wahrscheinlichkeit als Folge zunehmender Eutrophierung anzusehen. Mögliche Ursachen hierfür sind die Einleitung aus den fast unmittelbar an das Ufer angrenzenden landwirtschaftlichen Nutzflächen, ggf. auch Abwässer aus Großzecher.

5.9 Priestersee

Schichtung	k.A.	
Referenztrophy (nach Morphometrie)	k.A.	
Ist-Trophy 2002 (nach LAWA)	k.A.	
Mittlere untere Makrophyten-Tiefengrenze (m)	2,6	
Trophy-Einstufung anhand der mittleren unteren Makrophyten-Tiefengrenze (nach SUCCOW & KOPP 1985)	eutroph (Grenze zu hocheutroph)	
Größe (ha)	14,1	
Bewachsene Fläche (ha - %)	5,6 ha	7,5 %
Fläche aquatische Röhricht (ha - %)	0,6 ha	4 %
Fläche Schwimmblattzone (ha - %)	0 ha	0 %
Fläche Zone der submersen höheren Makrophyten (ha - %)	0,5 ha	3,5 %
Fläche Armelechteralgen-Zone (ha - %)	0 ha	0 %
Uferlinie (km)	1,7 km	
Makrophytenfreie Länge der Uferlinie (km - %)	1,2 km	68 %



Abb. 5-9: Der Priestersee (Ti)

Für den Priestersee liegen keine Daten zur Schichtung und Trophy vor. Die Makrophyten-Tiefengrenzen (s. Tab. 4-3) schwanken zwischen 1m und 5,1m. Anhand der mittleren unteren Makrophyten-Tiefengrenze (2,6m) wird der Priestersee als eutroph eingestuft. Der Wert liegt an der Grenze zum hocheutrophen Bereich. TRAPP (1997) gibt durchschnittliche untere

Makrophyten-Tiefengrenzen von 3,5m-4m an, die Makrophyten-Tiefengrenzen schwanken zwischen 3m und 4,5m. GRUBE (1991) ermittelte mit 4m wesentlich höhere durchschnittliche untere Makrophyten-Tiefengrenzen.

68% der Uferlinie ist nicht mit aquatischen Makrophyten bewachsen. Bezogen auf die gesamte Seefläche sind 7,5% des Priestersees mit Makrophyten bewachsen. Es dominiert die Zone der höheren submersen Makrophyten mit 4%. In Linientranspekt Nr. 14 (s. Anhang) sind die bestimmenden Arten *Potamogeton pectinatus*, *Chara globularis* und *C. virgata*. Eine Schwimmblattzone und eine ausgeprägte Zone der Armleuchteralgen wurden nicht nachgewiesen. TRAPP (1997) gibt hingegen noch Characeen-Rasen an. Eine Armleuchteralge, *Nitellopsis obtusa*, die TRAPP (1997) im Priestersee fand, konnte nicht mehr nachgewiesen werden.

Im Priestersee wurden 11 Makrophyten nachgewiesen, davon sind drei Arten in den Roten Listen aufgeführt (s. Tab. 3-1, 3-2).

Der Rückgang der unteren Makrophyten-Tiefengrenze und der Zone der Armleuchteralgen im Vergleich zu GRUBE (1991) und TRAPP (1997) ist mit großer Wahrscheinlichkeit als Folge zunehmender Eutrophierung anzusehen. Mögliche Ursachen hierfür sind die Einleitung aus den fast unmittelbar an das Ufer angrenzenden Gärten, ggf. auch Abwässer aus Seedorf.

5.10 Schaalsee

Schichtung	geschichtet	
Referenztrophy (nach Morphometrie)	oligotroph	
Ist-Trophy 2002 (nach LAWA)	mesotroph	
Mittlere untere Makrophyten-Tiefengrenze (m)	3,9	
Trophy-Einstufung anhand der mittleren unteren Makrophyten-Tiefengrenze (nach SUCCOW & KOPP 1985)	Eutroph	
Größe (ha)	1.561,4	
Bewachsene Fläche (ha - %)	358,3 ha	23 %
Fläche aquatische Röhricht (ha - %)	100,4 ha	6,4 %
Fläche Schwimmblattzone (ha - %)	0,1 ha	< 0,1 %
Fläche Zone der submersen höheren Makrophyten (ha - %)	235,3 ha	15,1 %
Fläche Armleuchteralgen-Zone (ha - %)	21,6 ha	1,4 %
Uferlinie (km)	45,8 km	
Makrophytenfreie Länge der Uferlinie (km - %)	3,7 km	8,1 %



Abb. 5-10, 5-11: Der Schaalsee (Ti/vdW)

Die aktuelle Trophy des Schaalsees (mesotroph) entspricht nicht der Referenztrophy (oligotroph). Die Makrophyten-Tiefengrenzen (s. Tab. 4-3) schwanken zwischen 1m und 8,9m. Im Rahmen der Übersichtskartierung wurden an 173 Probestellen Makrophyten nachgewiesen. Hierbei wurde eine mittlere untere Makrophyten-Tiefengrenze von 5,1m ermittelt. In Rahmen der Tauchuntersuchungen wurden 22 Linientransekte bearbeitet. Hierbei ergab sich eine mittlere untere Makrophyten-Tiefengrenze von 5,8m. Beide Werte liegen im mesotrophen Bereich. GRUBE (1991) ermittelte durchschnittliche untere Makrophyten-Tiefengrenzen von ca. 4-6m.

8,1% der Uferlinie ist nicht mit aquatischen Makrophyten bewachsen. Bezogen auf die gesamte Seefläche sind 23% des Schaalsees mit Makrophyten bewachsen.

Nicht durchgängig, aber im gesamten Schaalsee konnten Armleuchteralgen-Zonen nachgewiesen werden. Die charakteristischen Arten sind *Chara contraria*, *Chara globularis* und *Chara virgata*. Die größten Vorkommen liegen am südlichen Kampenwerder und im südöstlichen Teil des Schaalsees (Biosphärenreservat). Lediglich hier wurde *Chara aspera* beobachtet.

tet (s. Linientransekt Nr. 23, s. Anhang). In diesem Bereich finden sich auch Characeen-Rasen in der Tiefenzone, dominante Arten sind *Nitellopsis obtusa* bzw. *Chara globularis* (s. Linientransekt Nr. 20, 21, 23, 30, s. Anhang). Die gesamte Fläche der Armleuchteralgen-Zone beläuft sich auf 21,6 ha, das entspricht 1,4% der Fläche des Schaalsees.

Es dominiert die Zone der höheren submersen Makrophyten mit 15,1%. Neben den ufernahen Vorkommen gibt es auch Flachbereiche im Schaalsee, in denen die Zone der höheren submersen Makrophyten vorkommt, z.B. im Bereich Rethwiese/Werder oder auch westlich Kampenwerder. In den Linientransekten (Anhang) sind die bestimmenden Arten *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton pectinatus*, *Potamogeton pusillus*, *Ranunculus circinatus* und *Ceratophyllum demersum*. Dies deckt sich weitgehend mit den Ergebnissen von GRUBE (1991). Eine Schwimmblattzone tritt nur sehr kleinflächig auf.

Im Schaalsee wurden 32 Makrophyten nachgewiesen, davon sind 14 Arten in den Roten Listen aufgeführt (s. Tab. 3-1, 3-2).

6 Bewertung gemäß EG-Wasser-Rahmenrichtlinie und FFH-Richtlinie

6.1 Leitbilder

6.1.1 Aktuelle Ausweisungen

Der Schaalsee und seine Nebengewässer sind als FFH-Gebiet ausgewiesen (s. Abb. 6-1). In den aktuellen Gebietsmeldungen der FFH-Richtlinie für den Schaalsee sind aus Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern die LRT 3140 (oligo-mesotrophe kalkhaltige Gewässer mit benthischer Vegetation aus Armleuchteralgen) und 3150 (natürliche eutrophe Seen mit einer Vegetation des Magnopotamions) gemeldet (s. Tab. 6-1).

Für die EG-Wasser-Rahmenrichtlinie liegt eine Ausweisung von Wasserkörpern für den Schaalsee und seine Nebengewässer nebst Angaben zur Referenztrophy vom LANU Schleswig-Holstein (2002, unveröff.) und vom Umweltministerium des Landes Mecklenburg-Vorpommern (2006, unveröff.) vor (s.a. MATHES et al. 2005). Danach weisen alle drei Wasserkörper des Schaalsees und der Lassahner See die Referenztrophy oligotroph auf, alle anderen Wasserkörper sind im Referenzzustand mesotroph (s. Abb. 6-1). Für alle Wasserkörper wird auch die mittlere untere Makrophyten-Tiefengrenze angegeben, da die Abgrenzungen der Wasserkörper und der einzelnen Seebecken (s. Kap. 5) nicht deckungsgleich sind (s. Tab. 6-1).

Tab. 6-1: Abgrenzung der Wasserkörper gemäß EG-WRRL

Größe (ha)	Bundesland	WK-Name	Seename	Größe (ha)	Seetyp_LAWA	Ist-Trophie	Referenz-trophie	UMG
0490	MV P	Schaalsee - Bernstorffer Binnensee	Schaalsee - Bernstorffer Binnensee	72,2	11	eutroph 2	mesotroph	4,4
0493	MV P	Schaalsee - Borgsee	Schaalsee - Borgsee	57,6	13	mesotroph	mesotroph	4,0
0489	MV P	Schaalsee - Dutzower See	Schaalsee - Dutzower See	76,5	10	eutroph 2	mesotroph	4,4
0492	MV P	Schaalsee - Lassahner See	Schaalsee - Lassahner See	107,6	13	mesotroph	oligotroph	3,2
0288	SH	Schaalsee - Niendorfer Binnensee	Schaalsee - Niendorfer Binnensee	180,4	13	mesotroph	mesotroph	4,5
0488	SH	Schaalsee - Nordwestteil	Schaalsee - Nordwestteil	594,4	13	mesotroph	oligotroph	5,0
0488	SH	Schaalsee - Nordwestteil	Küchensee, Teil Schaalsee		21			
0488	SH	Schaalsee - Nordwestteil	Priestersee, Teil Schaalsee		21			
0491	MV P	Schaalsee - Rethwiesentief	Schaalsee - Rethwiesentief	437,6	13	mesotroph	oligotroph	4,5
0494	MV P	Schaalsee - Techiner See	Schaalsee - Techiner See	101,1	13	mesotroph	mesotroph	4,6
0495	MV P	Schaalsee - Zarrentiner Becken	Schaalsee - Zarrentiner Becken	632	13	mesotroph	oligotroph	4,8

Seetyp-LAWA: 10: Tiefland, kalkreich, relativ großes Einzugsgebiet, geschichtet, 11: Tiefland, kalkreich, relativ großes Einzugsgebiet, ungeschichtet, Verweildauer > 30d, 13: Tiefland, kalkreich, relativ kleines Einzugsgebiet, geschichtet, 14: Tiefland, kalkreich, relativ kleines Einzugsgebiet, ungeschichtet, 21: kleine Seen
UMG: Mittlere untere Makrophyten-Tiefengrenze

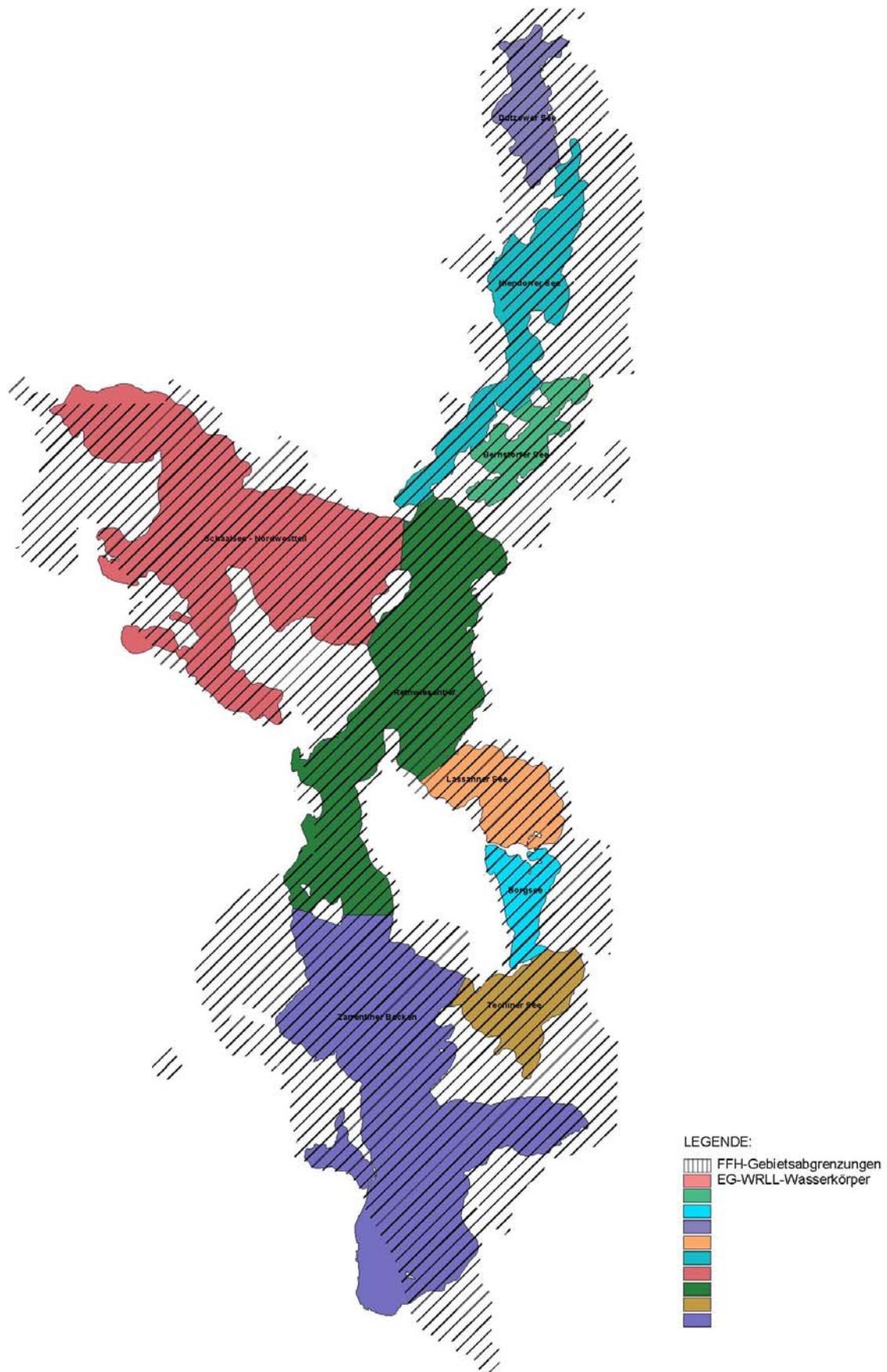


Abb. 6-1: Abgrenzung der Wasserkörper gemäß EG-WRRL und Abgrenzung der FFH-Gebietskulisse

6.1.2 Leitbilder für die Makrophyten-Vegetation des Schaalsees und seiner Nebengewässer gemäß EG-Wasser-Rahmenrichtlinie und FFH-Richtlinie

Da die Ist-Trophie im Schaalsee und seinen Nebengewässern (Ausnahme: Borgsee, Techiner und Niendorfer See) nicht der Referenztrophy entspricht (s.a. Kap. 5), wird für die Erstellung der Leitbilder auf andere Referenzgewässer des Typs kalkreicher, geschichteter Seen zurückgegriffen. Zur Besiedlung dieses Seentyps liegen umfangreiche Publikationen vor (BERG et al. 2004, DOLL 1980, 1982, 1983, 1989, KABUS 2004, MÜLLER et al. 2004, KRAUSCH 1964, LUA BRANDENBURG 2002, MAUERSBERGER 2002, MAUERSBERGER & MAUERSBERGER 1996, SAUER 1937, SCHAUMBURG et al. 2004, SCHMIDT 1981, SCHÖNFELDER 2000, SPIESS 2004, SPIESS et al. 1999, SPIESS et al. 2000-2004, STELZER 2003, VAHLE 1990, s.a. LESKE et al. 2005). Zu einigen dieser Seen, namentlich dem Großen Wummsee, dem Tiefen und Faulen See bei Lychen (Brandenburg) und dem Zwirnsee (Mecklenburg-Vorpommern) liegen auch unveröff. Angaben des LUA BRANDENBURG bzw. des LUNG MECKLENBURG-VORPOMMERN sowie eigene Beobachtungen des Verfassers vor.

Diese Seen sind im Referenzzustand durch die **Dominanz von Armleuchteralgen** in artenreichen Ausbildungen gekennzeichnet. Die meisten Vertreter dieser Gruppe dienen als Bioindikatoren für niedrige Trophiegehalte (BLINDOW 1991, KOHLER 1982, KRAUSE 1981, 1997, MELZER 1994, SCHÖNFELDER 2000).

Neben dem Flächenanteil wird für Seen im Referenzzustand auch eine charakteristische **Zonierung** der Makrophyten von verschiedenen Autoren beschrieben (z.B. KRAUSE 1981, VAHLE 1990). Im Optimalfall zeichnet sich eine Zonierung des Flachwassers (bis 2 m) mit *Chara aspera* ab. Hieran schließt sich eine Zone an, die u.a. durch *Chara filiformis*, *Chara tomentosa* und Sippen aus der *Chara hispida*-Gruppe (z.B. *Chara rudis*) gekennzeichnet ist. Hierauf folgt eine Zone mit *Nitellopsis obtusa*. Die Tiefenzone (mit *Nitella* spp. und *Vaucheria* spec.) bildet den Abschluss der Zonierung (s. Abb. 6-2).

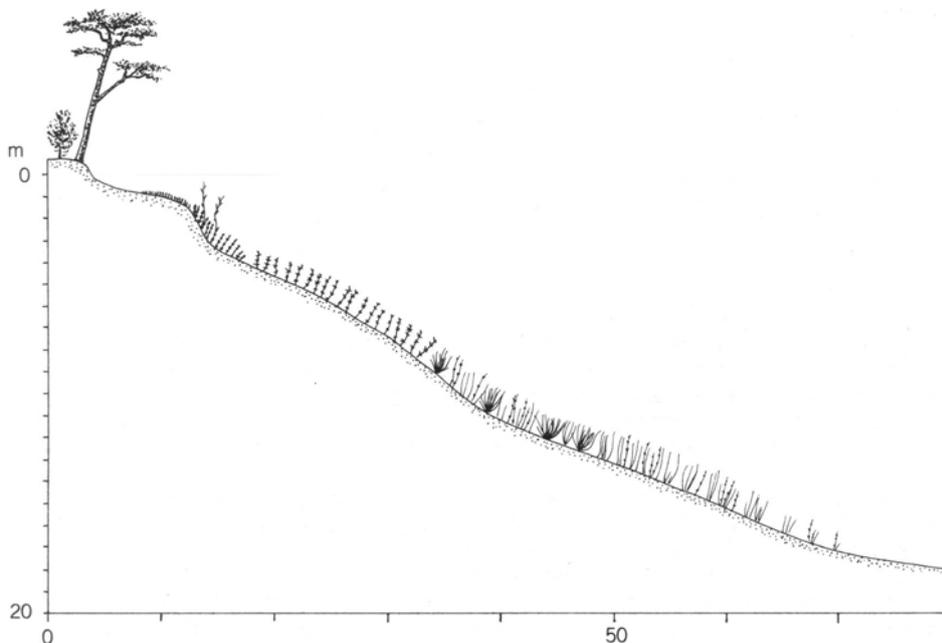


Abb. 6-2: Vegetationszonierung im Großen Stechlinsee: 1= *Chara aspera*, 2 = *Chara filiformis*, 3 = *Nitellopsis obtusa*, 4 = Nitello-Vaucherietum (aus VAHLE 1990, verändert nach KRAUSCH 1964)

Als weiterer charakteristischer Parameter wird die untere Makrophyten-Tiefengrenze aufgeführt, die mit der Trophie in natürlichen Seen Brandenburgs und Mecklenburg-Vorpommerns korreliert (HOESCH & BUHLE 1996), MAUERSBERGER & MAUERSBERGER 1996 und SUCCOW & KOPP 1985, s. Tab. 6-2, 6-3, 6-4). Beziehungen zwischen der Secchi-Sichttiefe und der unteren Makrophyten-Tiefengrenze werden auch von BLINDOW (1991), CHAMBER & KALFF (1985), HUBER et al. (1994) und MIDDELBOE & MARKAGER (1997) beschrieben.

Tab. 6-2: Beziehung zwischen Trophie, Secchi-Sichttiefe und unterer Makrophyten-Tiefengrenze nach SUCCOW & KOPP (1985)

	Secchi-Sichttiefe (sommerliches Mittel, m)	Untere Makrophyten-Tiefengrenze (m)
oligotroph	> 6	> 8
mesotroph	3-<6	5-8
eutroph	1,5-<3	2,5-<5
hocheutroph	1-<1,5	1,5-<2,5
polytroph	0,5-<1	0,5-<1,5
hochpolytroph	< 0,5	< 0,5
hypertroph	< 0,2	

Tab. 6-3: Beziehung zwischen Trophie und Makrophyten-Tiefengrenzen nach HOESCH & BUHLE (1996)

	Max. Makrophyten-Tiefengrenze (m)	Mittlere Makrophyten-Tiefengrenze (m)
oligotroph	> 12	> 9
mesotroph	> 5,3	> 3,6
eutroph	> 1,3	> 0,6
polytroph	< 1,3	< 0,6
hypertroph	0	0

Tab. 6-4: Beziehung zwischen Trophie, Secchi-Sichttiefe und unterer Makrophyten-Tiefengrenze nach MAUERSBERGER & MAUERSBERGER (1996)

	Secchi-Sichttiefe (sommerliches Mittel, m)	Untere Makrophyten-Tiefengrenze (m)
oligotroph	> 6	> 8
mesotroph	3-6	4,2-8
eutroph	1,5-3	2,4-4,2
hocheutroph	1-1,5	1,8-2,4
polytroph	0,5-1	1,2-1,8
hypertroph	< 0,5	< 1,2

Die Auswertung von Daten zu Seen, deren Ist-Trophie der Referenztrophy entspricht, zeigt, dass die mittlere untere Makrophyten-Tiefengrenze in oligotrophen, kalkreichen Gewässern mindestens bis 10m Tiefe reicht, bei optimalen Ausprägungen sind in oligotrophen Gewässern durchaus auch untere Makrophyten-Tiefengrenzen von bis zu über 20m möglich (BERG

et al. 2004, KRAUSCH 1964, SONDER 1890, SPIESS 2004, VAN DE WEYER, n. publ.). In mesotrophen, kalkreichen Seen reicht die mittlere untere Makrophyten-Tiefengrenze bis mindestens 6,5m Tiefe. Bei optimalen Ausprägungen sind auch untere Makrophyten-Tiefengrenzen von bis zu 10m Tiefe möglich (Dreetzsee, Drewitzer See, DOLL 1983, SPIESS et al. 2000-2004). An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass die tatsächliche Trophie eines Sees in Einzelfällen unter der potenziellen Trophie liegen kann. MAUERSBERGER (2002) stellt dies am Beispiel des Faulen Sees dar.

Auf Grund obiger Ausführungen können die Leitbilder für die Makrophyten-Vegetation des Schaalsees und seiner Nebengewässer gemäß EG-Wasser-Rahmenrichtlinie und FFH-Richtlinie wie folgt definiert werden:

Das Leitbild für die Makrophyten im Schaalsee und dessen Nebengewässer, deren Referenztrophie oligotroph ist, entspricht der Dominanz von Armleuchteralgen in artenreichen Ausbildungen. Armleuchteralgen wachsen auf > 75% der aktuell besiedelbaren Fläche. Armleuchteralgen treten in allen Tiefenzonen auf. Das Leitbild beinhaltet auch makrophytenfreie Abschnitte an stark beschatteten Steilufern. Die mittlere untere Makrophyten-Tiefengrenze reicht bis mindestens bis 10m Tiefe.

Das Leitbild für die Makrophyten in den Nebengewässern des Schaalsees, deren Referenztrophie mesotroph ist, entspricht der Dominanz von Armleuchteralgen in artenreichen Ausbildungen. Armleuchteralgen wachsen auf > 50% der aktuell besiedelbaren Fläche. Armleuchteralgen treten in allen Tiefenzonen auf. Das Leitbild beinhaltet auch makrophytenfreie Abschnitte an stark beschatteten Steilufern. Die mittlere untere Makrophyten-Tiefengrenze reicht bis mindestens bis 6,5m Tiefe.

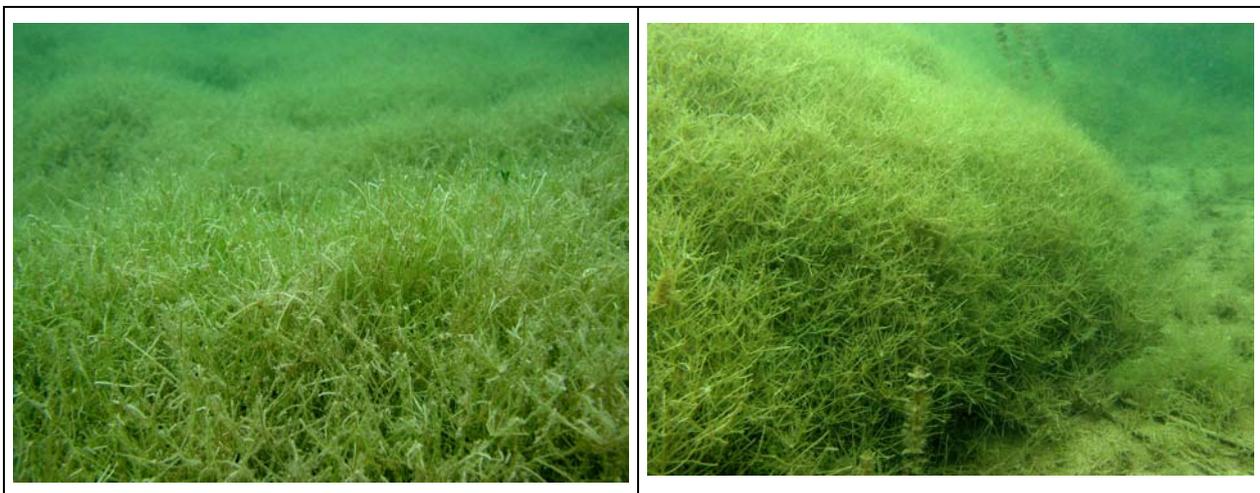


Abb. 6-3, 6-4: Im Leitbild dominieren Armleuchteralgen vom Flachwasser bis in die Tiefe

6.2 Bewertung

6.2.1 Vorhandene Bewertungsverfahren

6.2.1.1 Bewertungsverfahren zur Bestimmung der Trophie

Wie in Fließgewässern (s. LUA NRW 2003) existieren auch für Seen verschiedene Methoden zur Bewertung von Seen mit Makrophyten. Für bayerische Seen ist insbesondere der Makrophyten-Index nach MELZER (1994) bzw. MELZER et al. (1986, 1988) zu nennen. MELZER korrelierte Gesamt-Phosphor-Gehalte während der Vollzirkulation mit dem Vorkommen von Makrophyten.

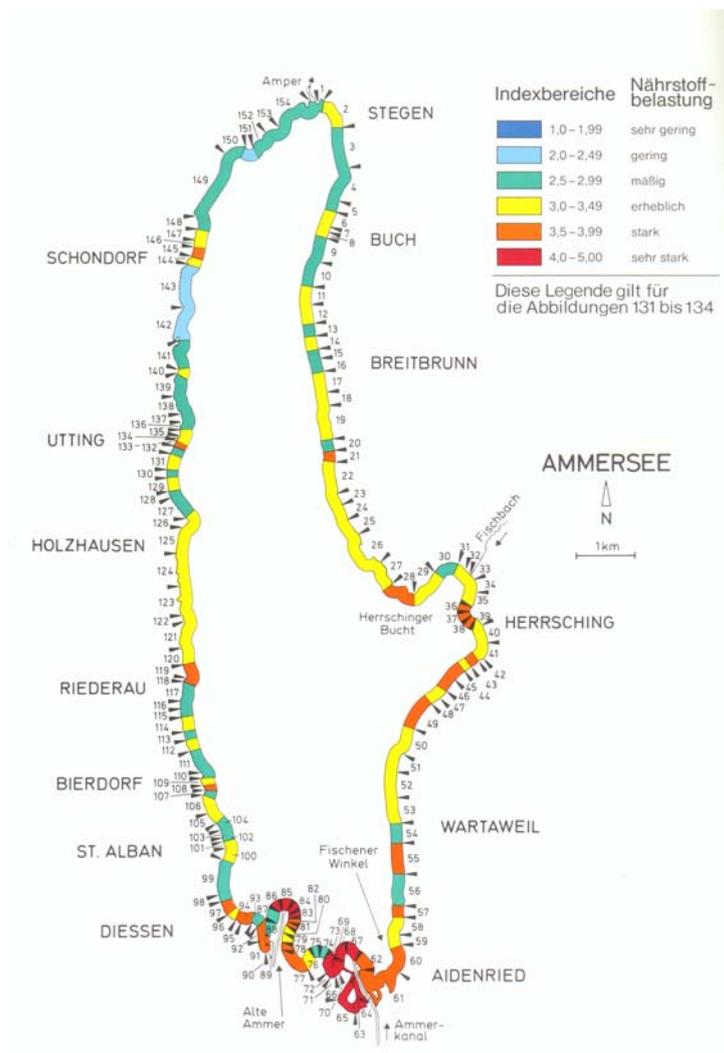


Abb. 6-5: Ermittlung des trophischen Zustandes in Uferbereichen des Ammersees mit Hilfe des Makrophyten-Index (MELZER et al. 1988)

Während der Makrophyten-Index für natürliche bayerische Seen praktikabel ist, ist er nur bedingt auf Seen in Norddeutschland übertragbar (HOESCH & BUHLE 1996, TRAPP 1995, 2002). So besiedeln z.B. *Ceratophyllum demersum* und *Myriophyllum spicatum*, die in bayerischen Seen als Eutrophierungszeiger gelten, in Brandenburg auch oligotrophe Seen (s.a. STELZER 2003). Der Schwellenwert für die Verbreitung von Armleuchteralgen (Characeae), den MELZER (1976) mit 20 µg/l Gesamt-Phosphor angibt, wird in den Niederlanden deutlich überschritten (NAT et al. 1994).

6.2.1.2 Bewertungsverfahren nach EG-Wasser-Rahmen-Richtlinie

STELZER (2003) entwickelte ein Bewertungsverfahren für natürliche Seen als Beitrag zur Umsetzung der Wasser-Rahmen-Richtlinie in Deutschland (s.a. SCHAUMBURG et al. 2004). Grundlage sind Linientransekt-Untersuchungen in 85 Seen in Deutschland. STELZER (2003) unterscheidet vier Gewässertypen. Der Schaalsee ist dem Typ „stabil geschichtet karbonatreiche Wasserkörper des Tieflandes“ zugeordnet. Im Schaalsee wurden zwei Linientransekte aufgenommen.

Für alle Typen gibt STELZER (2003) drei Artengruppen von Makrophyten an. Artengruppe 1 dominiert an den Referenzstellen und kann als typspezifisch bezeichnet werden. Artengruppe 2 beinhaltet Arten mit weiter ökologischer Amplitude („indifferente Arten“), während Artengruppe 3 „Störzeiger“ umfasst (s. Tab. 6-5).

Tab. 6-5: Artengruppen Submerse für stabil geschichtete karbonatreiche Wasserkörper des Tieflandes nach STELZER (2003)

A = typspezifische Arten	B = indifferente Arten	C = Störzeiger
<i>Chara aspera</i>	Bryophyta (incl. <i>Fontinalis antipyretica</i>)	<i>Ceratophyllum submersum</i>
<i>Chara delicatula</i> [= <i>C. virgata</i>]	<i>Callitriche spec.</i>	<i>Elodea canadensis</i>
<i>Chara filiformis</i>	<i>Ceratophyllum demersum</i>	<i>Elodea nuttallii</i>
<i>Chara hispida</i>	<i>Chara contraria</i>	<i>Lemna minor</i>
<i>Chara intermedia</i>	<i>Chara vulgaris</i>	<i>Lemna trisulca</i>
<i>Chara polyacantha</i>	<i>Eleocharis acicularis</i>	<i>Potamogeton acutifolius</i>
<i>Chara rudis</i>	<i>Hippuris vulgaris</i>	<i>Potamogeton compressus</i>
<i>Chara tomentosa</i>	<i>Myriophyllum spicatum</i>	<i>Potamogeton crispus</i>
<i>Littorella uniflora</i>	<i>Myriophyllum verticillatum</i>	<i>Potamogeton crispus x perfoliatus</i>
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	<i>Najas marina</i>	<i>Potamogeton friesii</i>
<i>Nitella flexilis</i>	<i>Nitella mucronata</i>	<i>Potamogeton nodosus</i>
<i>Nitella opaca</i>	<i>Potamogeton berchtoldii</i>	Ranunculus Subgenus <i>Batrachium</i>
<i>Nitella syncarpa</i>	<i>Potamogeton lucens</i>	<i>Sagittaria sagittifolia</i>
<i>Nitellopsis obtusa</i>	<i>Potamogeton obtusifolius</i>	<i>Spirodela polyrhiza</i>
<i>Potamogeton filiformis</i>	<i>Potamogeton pectinatus</i>	<i>Zannichellia palustris</i>
<i>Potamogeton gramineus</i>	<i>Potamogeton perfoliatus</i>	
<i>Potamogeton praelongus</i>	<i>Potamogeton pusillus</i>	
<i>Potamogeton rutilus</i>	<i>Utricularia australis</i>	
<i>Potamogeton trichoides</i>		
<i>Potamogeton x nitens</i>		
<i>Potamogeton x zizii</i>		
<i>Stratiotes aloides</i>		
<i>Tolypella glomerata</i>		
<i>Utricularia intermedia</i>		
<i>Utricularia minor</i>		
<i>Utricularia vulgaris</i>		

Die Bewertung der Untersuchungsstellen erfolgt durch Berechnung eines Referenzindex, in den die Häufigkeit der Makrophyten und die Artengruppen einfließen. Nicht in die Bewertung fließt bisher die mittlere untere Makrophyten-Tiefengrenze ein. Außerdem ist unklar, wie die Bewertungs-Ergebnisse je Linientransekt für den jeweiligen Wasserkörper aggregiert werden. Diese Punkte wurden auch auf einem speziellen Workshop am 18.01. und 19.01.2005 im Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft, München, angesprochen. Die Einstufung der Arten wurde im Workshop überarbeitet. Eine neue Version des Bewertungsverfahrens steht noch aus.

Aus Nordrhein-Westfalen und aus Rheinland-Pfalz liegen Bewertungsverfahren für die EG-Wasser-Rahmenrichtlinie vor, die stark an der Bewertung der FFH-Richtlinie (s.u.) angelehnt sind und sich für beide Richtlinien nutzen lassen (LUA NRW 2006, ECORING & LANAPLAN 2005)

6.2.1.3 Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie

Die im Jahr 1992 verabschiedete Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie führt im Anhang I verschiedene Süßwasserlebensräume auf. Die Definition erfolgt hierbei primär durch Makrophyten (SSYMANK et al. 1998). Die folgenden Lebensraumtypen (LRT) sind in Anhang I der FFH-Richtlinie aufgeführt (SSYMANK et al. 1998):

- LRT Oligotrophe Stillgewässer mit Vegetation der *Littorelletea uniflorae* (3110)
- LRT Oligo- bis mesotrophe, basenarme Stillgewässer mit Zwergbinsenfluren oder zeitweiliger Vegetation trockenfallender Ufer (3130)
- LRT Oligo- bis mesotrophe kalkhaltige Stillgewässer mit benthischer Armelechterminalgen-Vegetation (Characeae) (3140)
- LRT Natürliche eutrophe Seen mit einer Vegetation vom Typ Magnopotamion oder Hydrocharition (3150)
- LRT Dystrophe Seen (3160)

Im Jahr 2001 erschienen hierzu Angaben zu Berichtspflichten in Natura-2000-Gebieten (FARTMAN et al. 2001). Im Jahr 2004 wurde die „Empfehlungen für die Bewertung von Standgewässer-Lebensraumtypen nach Anhang I der FFH-Richtlinie“ veröffentlicht (BFN 2004, SCHOKNECHT et al. 2004). Für alle Lebensraumtypen (LRT) erfolgt die Bewertung anhand von „lebensraumtypischen Habitatstrukturen“, der „Vollständigkeit des Lebensraumtypischen Arteninventars“ und von „Beeinträchtigungen“. Es werden die folgenden Erhaltungszustände unterschieden: „A – hervorragend“, „B – gut“ und „C – durchschnittlich bis beschränkt“ (s. Tab. 6-6). Zur Berechnung der lebensraumtypischen Habitatstrukturen gehen die „Vegetationsstrukturen“ mit 1/3 und „Bedeckungsgrad des besiedelbaren Gewässergrundes mit Characeen-Unterwasserrasen“ mit 2/3 in die Berechnung ein. Bei den Beeinträchtigungen ist der schlechteste Parameter wertbestimmend. Aus den Einzelbewertungen erfolgt durch Mittelwertbildung eine Gesamtbewertung. Für „reiche Submersbestände“ wird eine zusätzliche Bewertungs-Variante aufgeführt (s. Tab. 6-7). Hierbei ist unklar, wie die Daten

aus den Linientransekten incl. der unterschiedlichen Tiefenstufen aggregiert werden. Außerdem ist die Definition des Begriffes „reiche Submersbestände“ nicht beschrieben.

Tab. 6-6: Kriterien für die Bewertung des Erhaltungszustandes für den Lebensraumtyp „3140 Oligo- bis mesotrophe kalkhaltige Gewässer mit benthischer Vegetation aus Armleuchteralgen“ (BFN 2004)

Erhaltungszustand	A - hervorragend	B - gut	C - mittel bis schlecht
	Oligo- bis mesotrophe kalkhaltige Gewässer aller Höhenstufen mit submersen Armleuchteralgenbeständen (Ordnung Charretalia). Die Bestände sind artenarm oder vergesellschaftet u.a. mit Vaucheria oder Potamogeton-Arten, mit enger Anpassung an Wasserchemismus und Nährstoffgehalt.		
Vollständigkeit der lebensraumtypischen Habitatstrukturen	Vegetationsstrukturelemente: Weiden-(Faulbaum-)Gebüsch, Erlen-Bruchwald, Wasserried, Wasserröhricht mit Grundrasen länderspezifische Ergänzungen/Streichungen		
Verlandungsvegetation (in Abhängigkeit von der Gewässermorphologie kann das Potential an Habitatstrukturen geringer sein)	>3 typisch ausgebildete Vegetationsstrukturelemente	2-3 typisch ausgebildete Vegetationsstrukturelemente	1 typisch ausgebildetes Vegetationsstrukturelement
Characeenvegetation	Bedeckungsgrad des besiedelbaren Gewässergrundes mit Characeen-Grundrasen		
	> 50%	10 bis 50 %	< 10%
Vollständigkeit des lebensraumtypischen Arteninventars bei artenreichen submersen Beständen (>8Arten) ist umseitiges Formular zu verwenden	Lebensraumtypische Arten Chara aspera, Chara contraria Chara delicatula, Chara filiformis, Chara hispida, Chara intermedia, Chara polyacantha, Chara rudis, Chara tomentosa, Nitella capillaris, Nitella flexilis, Nitella opaca, Nitella syncarpa, Nitellopsis obtusa, Tolypella glomerata, Potamogeton filiformis, Potamogeton gramineus, Potamogeton praelongus, Potamogeton rutilus, Potamogeton trichoides, Potamogeton x nitens, Potamogeton x zizii, Stratiotes aloides f. submersa länderspezifische Ergänzungen/Streichungen		
	≥ 5 lebensraumtypische Arten vertreten	2 – 4 lebensraumtypische Arten vorhanden	1 bzw. >1 lebensraumtypische Art aber mit nur wenigen Exemplaren
Beeinträchtigungen	Eutrophierung, Uferlinie durch anthropogene Nutzung überformt, Störung durch Freizeitnutzung, Wasserspiegelsenkung (länderspezifische Ergänzungen/Streichungen)		
	weitgehend ohne, keine oder sehr lokal Eutrophierungs-/ Störzeiger vorhanden	Beeinträchtigung mäßig ausgeprägt, Eutrophierungszeiger wie Potamogeton pectinatus, Lemna minor, Ceratophyllum demersum oder Myriophyllum spicatum 10 bis 25% der Wasserpflanzenveg.	Beeinträchtigungen stark ausgeprägt und mit z.T. deutlichen Auswirkungen (z.B. Eutrophierungszeiger >25% der Wasserpflanzenvegetation
bei tiefen Gewässern	naturnaher Verlandungsaum fehlt auf >10% der Uferlänge	lediglich kleinflächige Störungen der Vegetation durch Erholungsnutzung, 10-50% der Uferlänge durch anthropogene Nutzung überformt	größere naturferne Uferabschnitte ohne Verlandungsvegetation > 50% der Uferlänge durch anthropogene Nutzung überformt
untere Makrophyten-Tiefengrenze oder Sichttiefe	> 8 m	4-8 m	2,5-4 m
	> 6 m	6-3 m	< 3m

Tab. 6-7: Variante für reiche Submersbestände des LRT 3140 (BFN 2004)

Arten	Häufigkeit	Übertragung der Häufigkeit in die Erhaltungszustandsklasse		
		A	B	C
Ceratophyllum demersum				
Ceratophyllum submersum				
Chara aspera				
Chara contraria				
Chara delicatula				
Chara globularis				
Chara intermedia				
Chara filiformis				
Chara rudis				
Chara tomentosa				
Elodea canadensis				
Elodea nuttallii				
Fontinalis antipyretica				
Myriophyllum alterniflorum				
Myriophyllum spicatum				
Myriophyllum verticillatum				
Najas marina subsp intermedia				
Nitella flexilis				
Nitella mucronata				
Nitella opaca				
Nitellopsis obtusa				
Potamogeton crispus				
Potamogeton compressus				
Potamogeton filiformis				
Potamogeton gramineus				
Potamogeton lucens				
Potamogeton pectinatus				
Potamogeton perfoliatus				
Potamogeton x nitens				
Ranunculus circinatus				
Stratiotes aloides f. submersa				
Vaucheria ssp.				
Punkte Summe				

Aus verschiedenen Bundesländern liegen inzwischen spezielle Bearbeitungen zur FFH-Richtlinie vor (z.B. LUA BRANDENBURG 2002, MUNLV NRW 2004). In Mecklenburg-Vorpommern wurde im Jahr 2005 ein bisher nicht veröffentlichter Entwurf für ein Kartier- und Bewertungsverfahren für die aquatischen LRT der FFH-Richtlinie erarbeitet (LUNG MV 2005), das sich stark an den Vorgaben von BFN (2004) bzw. SCHOKNECHT et al. (2004) orientiert (s. Tab. 6-8).

Tab. 6-8: Kriterien zur Bewertung des LRT 3140 der FFH-Richtlinie erarbeitet in Mecklenburg-Vorpommern (LUNG MV 2005)

1	Vollständigkeit des lebensraumtypischen Arteninventars	A lebensraumtypisches Arteninventar vorhanden	B lebensraumtypisches Arteninventar weitgehend vorhanden	C lebensraumtypisches Arteninventar nur in Teilen vorhanden
1.1	Pflanzen (lebensraumtypische Arten und charakteristische Arten) Biotoptypen: SVF, SVC, SVV	<u>Seen:</u> mindestens 10 besonders charakteristische Arten sowie weitere Arten aus dem Grundarteninventar aus SVF, SVC, SVV <u>Weiher, Abgrabungsgewässer:</u> mindestens 4 lebensraumtypische Arten aus SVF, SVC, SVV <u>Torfstiche:</u> mindestens 3 lebensraumtypische Arten aus SVF, SVC, SVV <u>Tümpel:</u> mindestens 2 lebensraumtypische Arten aus SVF, SVC, SVV	<u>Seen:</u> 5 - 9 besonders charakteristische Arten sowie weitere Arten aus dem Grundarteninventar aus SVF, SVC, SVV <u>Weiher, Abgrabungsgewässer:</u> 3 lebensraumtypische Arten aus SVF, SVC, SVV <u>Torfstiche:</u> mindestens 2 lebensraumtypische Arten aus SVF, SVC, SVV <u>Tümpel:</u> 1 lebensraumtypische Art aus SVF, SVC, SVV	sofern nicht A oder B
2	Vollständigkeit der lebensraumtypischen Habitatstrukturen	A hervorragende Ausprägung	B gute Ausprägung	C mäßige bis durchschnittliche Ausprägung
2.1	Anteil lebensraumtypischer Vegetation: Characeenvegetation: - Deckungsgrad der Armleuchteralgen-Grundrasen (bei flachen und tiefen Gewässern)	Deckungsgrad des besiedelbaren Gewässergrundes mit Armleuchteralgen-Grundrasen > 50 %	Deckungsgrad des besiedelbaren Gewässergrundes mit Armleuchteralgen-Grundrasen 10 bis 50 %	sofern nicht A oder B
2.2	Vegetationsstruktur: - sonstige Wasservegetation mit Laichkraut-Tauchfluren, Schwimmblattfluren	- mindestens 2 typisch ausgebildete Vegetationsstrukturelemente	1 typisch ausgebildetes Vegetationsstrukturelement	sofern nicht A oder B
2.3	Uferstruktur: - Ufer bzw. Verlandungsvegetation mit Kleinseggenried, Großseggenried, Kleinröhricht, Großröhricht, Weidengebüsch, Bruch-/ Moorwald/ Ufergehölz	- mindestens 3 typisch ausgebildete Vegetationsstrukturelemente	- 2 typisch ausgebildete Vegetationsstrukturelemente	sofern nicht A oder B
2.4	sonstige Strukturen: - liegendes Totholz (nur für natürliche Seen und Kleingewässer gültig)	- regelmäßig auftretend	- nur vereinzelt auftretend	sofern nicht A oder B

2.5	lebensraumtypisches Wasserregime: - Grundwasserstand	- Grundwasserstand unbeeinflusst	- Grundwasserstand leicht bis mäßig beeinflusst	sofern nicht A oder B
2.6	- Strukturen zur Stoffeintragsminderung	- in > 90 % der Umgebung vorhanden	- in 60 - 90 % der Umgebung vorhanden	sofern nicht A oder B
3	Beeinträchtigungen	A keine/geringe Beeinträchtigungen	B mäßige Beeinträchtigungen	C starke Beeinträchtigungen
3.1	Schädigung des Standortes / des Wasserregimes u.a. durch - Eutrophierung, - Grundwasserabsenkung/ Entwässerung, - Erweiterung des Einzugsgebietes, - Ablagerung/ Verfüllung	jeweils weitgehend ohne Beeinträchtigung	jeweils deutliche Beeinträchtigung erkennbar	sofern nicht A oder B
3.2	Schädigung der Vegetation des Gewässers durch intensive Nutzungen (u.a. Badenutzung, Bootsverkehr, Tauchsport, Fischerei/benthivore Fischarten)	nicht erkennbar	leichte bis mäßige Schädigung	sofern nicht A oder B
3.3	Untere Makrophyten-Tiefengrenze / UMG (bei tiefen Gewässern)	UMG > 8 m	UMG 4-8 m	sofern nicht A oder B
3.4	anthropogene Schädigung der Ufervegetation (<u>Trittschäden</u> : Badestellen, Angelplätze, <u>Verbauung</u> : Stege, Bootshäuser)	keine Beeinträchtigung oder nur sehr lokal/ mit vollständigem, naturnahen Ufersaum auf > 90 % der Uferlänge	mäßige Beeinträchtigung/ mit überwiegend vollständigem, naturnahen Ufersaum auf 60-90 % der Uferlänge	sofern nicht A oder B
3.5	lebensraumuntypische Arten: (Eutrophierungs- und/oder Störzeiger wie <i>Myriophyllum spicatum</i> , <i>Ceratophyllum demersum</i> bzw. Schwimmblattvegetation)	lebensraumuntypische Arten < 10 % der Wasservegetation	lebensraumuntypische Arten 10 bis 50 % der Wasservegetation	sofern nicht A oder B

Vom KIFL (2002) liegt eine Bearbeitung zu „Grundlagen für eine gemeinsame Umsetzung von Wasser-Rahmenrichtlinie und FFH-Richtlinie: Vegetation der Seen Schleswig-Holsteins“ vor. Hierbei wird die „naturnahe Zonierung der submersen Vegetation in mesotrophen und basenreichen Seen Schleswig-Holsteins“ dargestellt. Als kennzeichnende Armleuchteralgen werden angegeben (s. Tab. 6-9):

Tab. 6-9: Naturnahe Zonierung der submersen Vegetation in mesotrophen und basenreichen Seen Schleswig-Holsteins nach KIFL (2002; nicht dargestellt: Begleitarten ohne diagnostischen Wert)

Tiefenbereich	kennzeichnende Armleuchteralgen	Relativ häufige Begleitarten		Seltene Begleitarten		ausgestorbene Begleitarten
		Armleuchteralgen	Sonst. Makrophyten	Armleuchteralgen	Sonst. Makrophyten	
0-1m	Chara vulgaris Tolypella glomerata	Chara aspera C. delicatula	Potamogeton filiformis			
1-2 m	Chara aspera	Chara vulgaris C. contraria	Potamogeton gramineus P. filiformis	Tolypella glomerata Chara hispida Nitella flexilis Nitella opaca	P. x angustifolius P. x nitens P. praelongus P. trichoides	Nitella syncarpa Chara rudis Potamogeton rutilus
2-4 m	Chara contraria	Chara aspera Chara vulgaris C. contraria Nitellopsis obt.	Potamogeton gramineus Najas marina	Chara hispida C. tomentosa Nitella flexilis Nitella opaca		Nitella syncarpa Chara intermedia Chara polyacantha Chara rudis
4-6 m	Nitellopsis obtusa	C. contraria				Chara intermedia
unter 6 m	Nitella flexilis	Nitellopsis obt.			Vaucheria dichotoma	

fett: wichtige diagnostische Arten zur Abgrenzung des Lebensraumes

Als Kriterien für die Struktur des LRT 3140 in Schleswig-Holstein werden verschiedene Kriterien und ergänzende Merkmale angegeben (s. Tab. 6-10). Als Beispiele für Seen mit hervorragender Struktur werden der Große Stechlinsee (Brandenburg, oligotroph) und der Drewitzer See sowie der Schmale Luzin (mesotroph, Mecklenburg-Vorpommern) aufgeführt.

Tab. 6-10: Stufen des Erhaltungszustandes für Seen des LRT 3140 in Schleswig-Holsteins nach KIFL (2002; nicht dargestellt: ergänzende Merkmale)

Zustand der Struktur	Kriterien
Hervorragend	Der tiefste Gürtel aus <i>Nitella flexilis</i> und <i>Vaucheria</i> ist ausgebildet und die Eindringtiefe einer Armleuchteralge der regionalen Roten Liste erreicht stellenweise mindestens 7 m und im Gewässer kommen mindestens 7 verschiedene Armleuchteralgen der Roten Liste vor.
Gut, Zustand A	Der tiefste Gürtel aus <i>Vaucheria</i> ist ausgebildet. <i>Nitella flexilis</i> kann fehlen und die Eindringtiefe einer Armleuchteralge der regionalen Roten Liste erreicht stellenweise mindestens 6 m und im Gewässer kommen mindestens 5 verschiedene Armleuchteralgen der Roten Liste vor.
Gut, Zustand B	Der tiefste Gürtel aus <i>Vaucheria</i> fehlt. Ein Tiefengürtel aus <i>Nitellopsis obtusa</i> ist ausgebildet und die Eindringtiefe einer Armleuchteralge der regionalen Roten Liste erreicht stellenweise mindestens 5 m und im Gewässer kommen mindestens 4 verschiedene Armleuchteralgen der Roten Liste vor.
Durchschnittlich oder teilweise beeinträchtigt	Ein Tiefengürtel aus <i>Nitellopsis obtusa</i> ist ausgebildet und die Eindringtiefe einer Armleuchteralge der regionalen Roten Liste erreicht stellenweise mindestens 5 m und im Gewässer kommen mindestens 3 verschiedene Armleuchteralgen der Roten Liste vor.

6.2.2 Diskussion der Parameter der FFH-Richtlinie

6.2.2.1 Lebensraumtypische Arten

Bei allen Verfahren findet der Parameter „Vollständigkeit des lebensraumtypischen Arteninventars“ Berücksichtigung. Die Auswahl der „lebensraumtypischen Arten“ wird jedoch z.T. sehr unterschiedlich interpretiert (s. Tab. 6-11).

In allen Arbeiten fehlt *Nitella tenuissima*, von der aus Nordost-Deutschland nur ein rezenter Fund vorliegt (RAABE et al., i. Vorb.). In Süddeutschland zählt die Art zu den Sippen, die typisch für den LRT 3140 ist.

In zwei Arbeiten werden auch Grünalgen (*Cladophora aegagrophila*, *Vaucheria dichotoma*) aufgeführt. Zur Art-Bestimmung von *Vaucheria* sind Fortpflanzungsorgane erforderlich (SIMONS et al. 1999), die aber meistens nicht vorhanden sind. Es ist offen, ob bei der Bewertung von Seen wie in Fließgewässern (SCHAUMBURG et al. 2005) auf die Differenzierung der Arten bei *Vaucheria* verzichtet werden kann. Über Grünalgen in Seen liegen nur wenige aktuelle Arbeiten vor (FRIEDRICH, pers. Mittlg., s.a. BERG et al. 2004).

Tab. 6-11: Typspezifische Arten für die kalkreichen, geschichteten Seen des Tieflandes gemäß EG-WRRL bzw. lebensraumtypische Arten des FFH-LRT 3140

	STELZER (2003)	KIFL (2002)	BFN (2004)	KABUS (2004)	LUA (2002)	BB LUNG MV (2005)	
EG-WRRL	ja	ja					
FFH-Richtlinie		ja	ja	ja	ja	ja	Anmerkungen
Armleuchteralgen:							
<i>Chara aspera</i>	1	1	1	1	1	1	
<i>Chara contraria</i>		1	1	1	1	1	
<i>Chara filiformis</i>	1		1	1	1	1	fehlt in Schleswig-Holstein
<i>Chara globularis</i>					1	1	weite ökologische Amplitude
<i>Chara hispida</i>	1	1	1	1	1	1	
<i>Chara intermedia</i>	1	1	1	1	1	1	in Schleswig-Holstein ausgestorben
<i>Chara polyacantha</i>	1	1	1	1	1	1	in Schleswig-Holstein ausgestorben
<i>Chara rudis</i>	1	1	1	1	1	1	in Schleswig-Holstein ausgestorben
<i>Chara tomentosa</i>	1	1	1	1	1	1	
<i>Chara virgata</i> (= <i>C. delicatula</i>)	1	1	1			1	
<i>Chara vulgaris</i>		1			1	1	weite ökologische Amplitude
<i>Nitella capillaris</i>			1				weite ökologische Amplitude
<i>Nitella flexilis</i>	1	1	1			1	
<i>Nitella mucronata</i>						1	weite ökologische Amplitude
<i>Nitella opaca</i>	1	1	1		1	1	
<i>Nitella syncarpa</i>	1	1	1				in Schleswig-Holstein ausgestorben
<i>Nitellopsis obtusa</i>	1	1	1	1	1	1	
<i>Tolypella glomerata</i>	1	1	1			1	
<i>Tolypella intricata</i>					1	1	weite ökologische Amplitude
höhere Pflanzen:							
<i>Hippurs vulgaris</i>						1	weite ökologische Amplitude

Littorella uniflora	1						nur in MVP und SH in einem Hartwassersee, ansonsten Weichwasserart
Myriophyllum alterniflorum	1				1		
Najas marina		1					weite ökologische Amplitude, in SH nur in Seen des Typs 13
Najas marina ssp. intermedia				1	1	1	weite ökologische Amplitude
Nuphar lutea						1	typisch für FFH-LRT 3150
Nymphaea alba						1	typisch für FFH-LRT 3150
Potamogeton alpinus					1		weite ökologische Amplitude
Potamogeton filiformis	1	1	1			1	
Potamogeton friesii						1	weite ökologische Amplitude
Potamogeton gramineus	1	1	1			1	
Potamogeton lucens						1	typisch für FFH-LRT 3150
Potamogeton natans						1	weite ökologische Amplitude
Potamogeton praelongus	1	1	1			1	
Potamogeton rutilus	1	1	1			1	ökologische Ansprüche ungenügend bekannt
Potamogeton trichoides	1	1	1				weite ökologische Amplitude
Potamogeton x nitens	1	1	1			1	
Potamogeton x zizii (= P. x angustifolius)	1	1	1			1	
Stratiotes aloides	1		1	1	1	1	weite ökologische Amplitude
Utricularia intermedia	1						in Schleswig-Holstein ausgestorben
Utricularia minor	1					1	weite ökologische Amplitude
Utricularia vulgaris	1					1	weite ökologische Amplitude
Moose:							
Fontinalis antipyretica						1	weite ökologische Amplitude
Algen:							
Cladophora aegagrophila						1	
Vaucheria dichotoma		1				1	meist vegetativ, zur Art-Bestimmung aber Fortpflanzungsorgane notwendig

6.2.2.2 Vollständigkeit der lebensraumtypischen Habitatstrukturen

Bei diesem Kriterium werden je nach Autor z.T. mehrere Parameter berücksichtigt. Nachfolgend werden die entsprechenden Parameter aufgeführt, kommentiert und Vorschläge für die Aufnahme in das Bewertungsverfahren gegeben (s. Kap. 6.2.3).

Parameter	Anmerkungen	Vorschlag
Anteil lebensraumtypischer Vegetation: Characeenvegetation: - Deckungsgrad der Armleuchteralgen-Grundrasen	Es wird zwischen „besiedelten“ (LUNG MVP 2005) und „besiedelbaren“ (BFN 2004) Anteilen des Gewässergrundes unterschieden. Eine genaue Definition der „besiedelbaren“ Fläche liegt nicht vor. Im Referenz-Zustand wäre die poten-	Grundlage für die Bewertung ist die „aktuell besiedelbare Fläche“. Dies ist die aktuell von aquatischen Makrophyten besiedelte Fläche bis zur aktuellen mittleren unteren Makrophyten-Tiefengrenze. Ausgenommen sind Röhrichte und die

	<p>ziell besiedelbare Fläche die von der Röhricht- bzw. Uferlinie bis zur unteren Makrophyten-Tiefengrenze besiedelte Fläche ohne die Steilufer, die von Natur aus frei von Makrophyten sind. Würde man diese Fläche zu Grunde legen, besteht eine Redundanz mit dem Bewertungskriterium „unteren Makrophyten-Tiefengrenze“.</p> <p>In oligotrophen Referenzgewässern liegt der Anteil des besiedelbaren Gewässergrundes mit Armleuchteralgen-Grundrasen deutlich höher als in mesotrophen Gewässern.</p>	<p>Flächen, die von Natur aus frei von Makrophyten sind (Steilufer).</p> <p>Für Gewässer, die die Referenztrophy „oligotroph“ aufweisen, wird im Referenzzustand von einem Deckungsgrad des aktuell besiedelbaren Gewässergrundes mit Armleuchteralgen-Grundrasen > 75 % ausgegangen.</p> <p>Für Gewässer, die die Referenztrophy „mesotroph“ aufweisen, wird im Referenzzustand von einem Deckungsgrad des aktuell besiedelbaren Gewässergrundes mit Armleuchteralgen-Grundrasen > 50 % ausgegangen.</p>
<p>Vegetationsstruktur: - sonstige Wasservegetation mit Laichkraut-Tauchfluren, Schwimmblattfluren</p>	<p>Die Ergebnisse aus oligotrophen Gewässern (z.B. Großer Wummsee, Fauler See/Lychen) zeigen, dass in oligotrophen Gewässern Laichkraut-Tauchfluren bzw. Schwimmblattfluren fehlen können. Sie können sich vielmehr im Zuge der Eutrophierung erst ausbreiten.</p>	<p>Dieses Kriterium sollte gestrichen werden.</p>
<p>Uferstruktur: - Ufer bzw. Verlandungsvegetation mit Kleinseggenried, Großseggenried, Kleinröhricht, Großröhricht, Weidengebüsch, Bruch-/ Moorwald/ Ufergehölz</p>	<p>Die Definition des LRT 3140 beinhaltet keine amphibischen bzw. terrestrischen LRT. Diese sind vielmehr Gegenstand gesonderter Betrachtung der FFH-Richtlinie (z.B. Auwälder oder Schneideröhrichte) bzw. der nach BNatSchG gesetzlich geschützten Biotope (z.B. Röhrichte).</p> <p>Auch beim LRT 3260 (Fließgewässer mit flutender Wasservegetation) werden angrenzende LRT nicht berücksichtigt, sondern sind Gegenstand separater Betrachtungen, z.B. LRT 3270 (Flüsse mit Gänsefuß- und Zweizahn-Gesellschaften auf Schlammbänken) und Au- und Moorwälder (LRT 91D0, 91E0, 91F0).</p> <p>Die Uferstrukturen richten sich im Referenzzustand im starken Maße nach der Morphologie des Sees. An Steilufern können Buchenwälder unmittelbar an das Gewässer rei-</p>	<p>Das Kriterium sollte gestrichen werden.</p>

	<p>chen und alle anderen Strukturen fehlen. Auf der anderen Seite kann ein See, dessen Makrophytenvegetation stark degradiert ist, aber mindestens „3 typisch ausgebildete Vegetationsstrukturelemente“ aufweist, unter Umständen zu gut bewertet werden. Der Parameter „Uferstruktur“ steht nur in indirektem Zusammenhang mit dem Gewässer. Hierzu sei auch auf KIFL (2002) verwiesen, die zum Kriterium „Ufer- und Kontaktvegetation“ schreiben: „Die Ufer des Schöhsees als besterhaltenen Vertreter des Lebensraumtyps [3140] in Schleswig-Holstein werden von bebauten Flächen, Kleingärten und mäßig intensiv genutzten Grünlandparzellen beherrscht. Der Anteil naturnaher Biotopie ist relativ gering. Dieses zeigt, dass nicht unbedingt die Naturnähe der angrenzenden Biotopie von Relevanz ist. Für die aquatische Vegetation besitzt die Ausbildung der Kontaktbiotopie nur aus dem Gesichtspunkt der Nährstoffeinträge eine Bedeutung...Die Ausbildung der Kontaktvegetation stellt somit kein zuverlässiges Merkmal zur Abschätzung des Erhaltungsgrads des Gewässerlebensraums dar.“</p>	
<p>sonstige Strukturen: - liegendes Totholz (nur für natürliche Seen und Kleingewässer gültig)</p>	<p>Liegendes Totholz ist ein Strukturparameter. Bestenfalls für Rotalgen der Gattung <i>Batrachospermum</i> (Phytobenthos) kann Totholz als Substrat wichtig sein. Für Makrophyten ist Totholz nicht relevant.</p>	<p>Dieser wichtige Strukturparameter sollte im Rahmen der Strukturkartierung erfasst und bewertet werden.</p>
<p>lebensraumtypisches Wasserregime: - Grundwasserstand</p>	<p>Beim Kriterium „lebensraumtypisches Wasserregime - Grundwasserstand“ handelt es sich um Standorteigenschaften im Einzugsgebiet.</p>	<p>Es wird empfohlen, die Veränderung des Grundwasserstandes bzw. der See - Pegeldynamik bei den Beeinträchtigungen zu betrachten.</p>
<p>- Strukturen zur Stoffeintragsminderung</p>	<p>Beim Kriterium „Strukturen zur Stoffeintragsminderung“ handelt es sich um Standorteigenschaften im Einzugsgebiet.</p>	<p>Es wird empfohlen, die Strukturen zur Stoffeintragsminderung bei den Beeinträchtigungen zu betrachten.</p>
<p>- Naturnahe Zonierung der submersen Vegetation (KIFL 2002)</p>	<p>Auf die Zonierung von Makrophyten wurde in Kap. 6.1 eingegangen. In manchen Seen kann der mittlere Tiefenbereich durch eine Zone vertreten sein. Die Verwendung des Kriteriums „vollständige Zonierung“ geht davon aus, dass alle Zonen an einem See ausgebildet sind. Dies trifft jedoch nicht für alle Seen dieses Typs im Referenz-Zustand zu (BOLBRINKER, mdl. Mittlg.). Mögliche Ursache sind biogeografische Gründe (Verbrei-</p>	<p>Da keine belastbaren Daten zur Zonierung von Makrophyten in Seen vorliegen, wird auf dieses Kriterium verzichtet. Zudem wird die Zonierung indirekt über die Kriterien „Arteninventar“, „Deckungsgrad des besiedelbaren Gewässergrundes mit Armleuchteralgen“ und die „mittlere untere Makrophyten-Tiefengrenze“ berücksichtigt. Die Zonierung ist ein mögliches weiteres Bewertungs-Kriterium, zu</p>

	<p>tung bestimmter Arten). Außerdem stellt sich die Frage, in welchen Flächenanteilen die klassische Zonierung im Referenzzustand vorliegen muss. KIFL (2002) schreibt hierzu: „Das idealtypische Vegetationsprofil setzt sich häufig aus Versatzlücken von Profilen aus mehreren Uferabschnitten zusammen. Flächendeckende, belastbare Daten zur Zonierung kalkreicher, oligo-mesotropher Seen aus NO-Deutschland liegen nicht vor. Indirekt wird die Zonierung auch über die Kriterien „lebensraumtypisches Arteninventar“, „Vollständigkeit der lebensraumtypischen Habitatstrukturen“ und die „untere Makrophyten-Tiefengrenze“ berücksichtigt (s. Kap.6.2.3)</p>	dem Forschungsbedarf besteht.
--	---	-------------------------------

6.2.2.3 Beeinträchtigungen

<p>Schädigung des Standortes / des Wasserregimes u.a. durch</p> <ul style="list-style-type: none"> - Eutrophierung, - Grundwasserabsenkung/ Entwässerung, - Erweiterung des Einzugsgebietes, - Ablagerung/ Verfüllung 	<p>Beim Kriterium „Schädigung des Standortes / des Wasserregimes“ handelt es sich um Standorteigenschaften im Einzugsgebiet.</p>	<p>Dieses Kriterium sollte separat im Kapitel „Beeinträchtigungen“ betrachtet werden.</p>
<p>Schädigung der Vegetation des Gewässers durch intensive Nutzungen (u.a. Badenutzung, Bootsverkehr, Tauchsport, Fischerei/ benthivore Fischarten)</p>		<p>Dieses Kriterium sollte separat im Kapitel „Beeinträchtigungen“ betrachtet werden.</p>
<p>Untere Makrophyten-Tiefengrenze / UMG (bei tiefen Gewässern)</p>	<p>Zwischen der unteren Makrophyten-Tiefengrenze und der Trophie bestehen enge Zusammenhänge.</p>	<p>Die untere Makrophyten-Tiefengrenze ist primär ein struktureller Parameter.</p> <p>Die untere Makrophyten-Tiefengrenze ist keine Beeinträchtigung, sondern reagiert auf Beeinträchtigungen. Da die untere Makrophyten-Tiefengrenze enge Korrelationen zur Trophie aufweist (s. Kap. 6.1), kann sie als Kriterium zur Bewertung der trophischen Belastung verwendet werden.</p>
<p>anthropogene Schädigung der Ufervegetation (Trittschäden: Badestel-</p>	<p>Gerade einige Badestellen können bei extensiver Badenutzung mitun-</p>	<p>Dieses Kriterium sollte separat im Kapitel „Beeinträchtigungen“ be-</p>

len, Angelplätze, <u>Verbauung:</u> Stege, Bootshäuser)	ter ausgedehnte, artenreiche Armleuchteralgenrasen aufweisen. Ein eindeutiger Zusammenhang zwischen Ufernutzung und Makrophytenvegetation besteht nicht immer.	trachtet werden.
lebensraumuntypische Arten: (Eutrophierungs- und/oder Störzeiger wie <i>Myriophyllum spicatum</i> , <i>Ceratophyllum demersum</i> bzw. Schwimmblattvegetation)	Dieses Kriterium ist mit dem Kriterium „Anteil lebensraumtypischer Vegetation“ (s.o.) redundant. Bei Makrophyten-Verödung in Folge Eutrophierung oder Herbivorie greift dieses Kriterium nicht.	Dieses Kriterium sollte gestrichen werden.

6.2.3 Bewertungsverfahren für den FFH-LRT 3140 „Oligo- bis mesotrophe kalkhaltige Gewässer mit benthischer Vegetation aus Armleuchteralgen“ und für „kalkreiche, geschichtete Seen im Tiefland“ gemäß EG-Wasser-Rahmenrichtlinie

Für eine gemeinsame Bewertung gemäß EG-Wasser-Rahmenrichtlinie und FFH-Richtlinie ist es erforderlich, die folgenden Punkte zu berücksichtigen:

- Kulisse: Die gemäß EG-Wasser-Rahmenrichtlinie vorgenommene Wasserkörperabgrenzung sollte auch für die Abgrenzung der LRT der FFH-Richtlinie verwendet werden.
- Leitbilder: Während die EG-Wasser-Rahmenrichtlinie Leitbilder als Bewertungsgrundlage zu Grunde legt, basiert die FFH-Richtlinie primär auf dem aktuellen Zustand. Dies kann zu Konflikten bzw. Unklarheiten führen, ob z.B. ein See dem LRT 3140 (oligo-mesotrophe kalkhaltige Gewässer mit benthischer Vegetation aus Armleuchteralgen) oder 3150 (natürliche eutrophe Seen mit einer Vegetation des Magnopotamions) zuzuordnen ist. Daher wird vorgeschlagen, bei der FFH-Richtlinie wie bei der EG-WRRL das Leitbild (s.o.) zu verwenden. Hierbei sind Leitbilder getrennt nach Gewässertypen zu erstellen (MATHES et al. 2005).
- Bewertungsskalen: Hierzu erfolgt eine Anpassung der Erhaltungszustände der FFH-Richtlinie und der ökologischen Zustandsklassen der EG-WRRL (s. Tab. 6-12)

Tab. 6-12: Bewertungsklassen der FFH-Richtlinie und EG-WRRL

FFH	Erhaltungszustand	A - hervorragend	B - gut	C - mittel bis schlecht	C - mittel bis schlecht	C - mittel bis schlecht
WRRL	Ökologische Zustandsklasse	sehr gut	gut	mäßig	unbefriedigend	schlecht

Nachfolgend wird ein Bewertungsverfahren für den FFH-LRT 3140 „Oligo- bis mesotrophe kalkhaltige Gewässer mit benthischer Vegetation aus Armleuchteralgen“ und für die „kalkreichen, geschichteten Seen des Tieflandes“ gemäß EG-Wasser-Rahmenrichtlinie auf Grundlage der Makrophytenvegetation vorgestellt. Es eignet sich prinzipiell für alle Seen dieses Typs in Nord-Ost-Deutschland. Bewertet werden die Kriterien „lebensraumtypisches Arteninventar“, die „Vollständigkeit der lebensraumtypischen Habitatstrukturen“ und die „mittlere untere Makrophyten-Tiefengrenze“. Letztere ist keine Beeinträchtigung (vgl. BFN 2004, LUNG MVP 2005), sondern reagiert auf Beeinträchtigungen. Da die untere Makrophyten-Tiefengrenze enge Korrelationen zur Trophie aufweist (s. Kap. 6.1), kann sie als Kriterium zur Bewertung der trophischen Belastung verwendet werden.

Beeinträchtigungen (vgl. BFN 2004, LUNG MVP 2005) sind keine Kriterien, die sich direkt in der Makrophytenvegetation messen lassen, sondern sind vielmehr Ursache für Veränderungen der Zusammensetzung der Makrophytenvegetation, z.B. Eutrophierung. Die Makrophyten drücken z.B. den Grad der Belastungen durch eine Verringerung des Arteninventars bzw. der Strukturen aus. Die Beeinträchtigungen liefern Hinweise für die Formulierung von Maßnahmen (s. a. Kap. 6.2.2.3). Aus diesen Gründen werden die Beeinträchtigungen separat behandelt (s. Kap. 7).

Lebensraumtypisches Arteninventar

Für das Kriterium „lebensraumtypisches Arteninventar“ werden nur Arten berücksichtigt, die ihren Verbreitungs-Schwerpunkt in oligo-mesotrophen kalkreichen Seen in Nordostdeutschland haben (s. Tab. 6-13). Hierzu zählen auch Arten wie *Myriophyllum alterniflorum*, die auch in oligo-mesotrophen kalkarmen Seen in Nordostdeutschland einen weiteren Verbreitungs-Schwerpunkt haben (zur Diskussion s. KABUS 2004, SCHÖNFELDER 2000). Die Auswahl der Arten ist nicht einfach, da als oligotroph geltende Arten wie z.B. *Potamogeton gramineus* auch in eutrophen Flachseen und Fischteichen vorkommt. Zu berücksichtigen bleiben auch biogeografische Aspekte. So fehlen z.B. *Chara filiformis* und *Nitella tenuissima* in Schleswig-Holstein (HAMANN & GARNIEL 2000).

Tab. 6-13: Typspezifische Arten für die kalkreichen, geschichteten Seen des Tieflandes gemäß EG-WRRL bzw. lebensraumtypische Arten des FFH-LRT 3140

ArMLEUCHTERALGEN:	In Schleswig-Holstein nicht vorkommend:
<i>Chara aspera</i>	<i>Chara filiformis</i>
<i>Chara contraria</i>	<i>Nitella tenuissima</i>
<i>Chara hispida</i>	
<i>Chara tomentosa</i>	HÖHERE PFLANZEN:
<i>Chara virgata</i>	<i>Myriophyllum alterniflorum</i>
<i>Nitella flexilis</i>	<i>Potamogeton filiformis</i>
<i>Nitella opaca</i>	<i>Potamogeton gramineus</i>
<i>Nitellopsis obtusa</i>	<i>Potamogeton praelongus</i>
<i>Tolypella glomerata</i>	<i>Potamogeton x angustifolius</i>
	<i>Potamogeton x nitens</i>
in Schleswig-Holstein ausgestorbene Arten:	
<i>Chara intermedia</i>	
<i>Chara polyacantha</i>	
<i>Chara rudis</i>	
<i>Nitella syncarpa</i>	

Vollständigkeit der lebensraumtypischen Habitatstrukturen

Für Gewässer, die die Referenztrophy „oligotroph“ aufweisen, wird im Referenzzustand von einem **Deckungsgrad des aktuell besiedelbaren Gewässergrundes mit Armleuchteralgen-Grundrasen** > 75 % ausgegangen. Für Gewässer, die die Referenztrophy „mesotroph“ aufweisen, wird im Referenzzustand von einem Deckungsgrad des besiedelbaren Gewässergrundes mit Armleuchteralgen-Grundrasen > 50 % ausgegangen. Zur Berechnung des aktuell besiedelbaren Gewässergrundes wird die Fläche verwendet, die aktuell von aquatischen Makrophyten bewachsen ist. Die obere Grenze der aktuell besiedelbaren Fläche stellt die Röhrichtzone bzw. 0m-Uferlinie dar. Die untere Grenze entspricht der aktuellen unteren Makrophyten-Tiefengrenze. Von dieser Fläche werden die Flächen abgezogen, die natürlicherweise frei von Makrophyten sind (z.B. Steilufer, s. Kap. 4, 5).

Untere Makrophyten-Tiefengrenze

Die mittlere untere Makrophyten-Tiefengrenze (UMG) weist eine enge Korrelationen zur Trophy auf (s. Kap. 6.1) und wird daher als Kriterium zur Bewertung der trophischen Belastung verwendet. Die mittlere untere Makrophyten-Tiefengrenze (UMG) stellt die untere Grenze des Bewuchses von Pflanzen auf, die im Sediment wurzeln oder am Sediment haften (s.a. Abb. 10-1). Für Gewässer, die die Referenztrophy „oligotroph“ aufweisen, wird im Referenzzustand von einer mittleren UMG > 10 m ausgegangen. Bei optimalen Ausprägungen in oligotrophen Gewässern sind durchaus auch untere Makrophyten-Tiefengrenzen von bis zu über 20m möglich (KRAUSCH 1964, SONDER 1890, SPIESS 2004, VAN DE WEYER, n. publ., s. Kap. 6.1). Die mittlere UMG > 10 m entspricht dem sehr guten ökologischen Zustand. Der gute ökologische Zustand weist mittlere UMG von 6,5-10 m auf. Für Gewässer, die die Referenztrophy „mesotroph“ aufweisen, wird im Referenzzustand von einer mittleren UMG > 6,5 m ausgegangen. Dies entspricht dem sehr guten ökologischen Zustand. Der gute ökologische Zustand weist mittlere UMG von 5-6,5 m auf.

Gesamtbewertung

Die Gesamtbewertung erfolgt durch Mittelwertbildung der einzelnen Parameter. Die Tab. 6-14 und 6-15 zeigen die Kriterien gemäß FFH-Richtlinie und EG-WRRL, getrennt jeweils für Gewässer mit der Referenztrophy „oligotroph“ und „mesotroph“. Die Berechnung erfolgt anhand der ökologischen Zustandsklassen der EG-WRRL, die Gesamtbewertung wird dann auch auf die Erhaltungszustände der FFH-Richtlinie gemäß Tab. 6-12 übertragen. Dieses Verfahren lässt sich prinzipiell in den Bundesländern Schleswig-Holstein, Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern anwenden.

Tab. 6-14: Kriterien für die Bewertung des FFH-LRT 3140 „Oligo- bis mesotrophe kalkhaltige Gewässer mit benthischer Vegetation aus Armelechteralgen – Seen **mit der Referentrophie oligotroph**“ und für „kalkreiche, geschichtete Seen des Tieflandes“ (Referentrophie oligotroph) auf Grundlage der Makrophytenvegetation

1 Vollständigkeit des lebensraumtypischen Arteninventars						
	FFH	A lebensraumtypisches Arteninventar vorhanden	B lebensraumtypisches Arteninventar weitgehend vorhanden	C lebensraumtypisches Arteninventar nur in Teilen vorhanden		
	WRRL	sehr gut	gut	mäßig	unbefriedigend	schlecht
	Pflanzen: lebensraumtypische Arten*	mindestens 10 lebensraumtypische Arten	6-9 lebensraumtypische Arten	4-5 lebensraumtypische Arten	2-3 lebensraumtypische Arten	1 lebensraumtypische Art
2 Vollständigkeit der lebensraumtypischen Habitatstrukturen						
	FFH	A hervorragende Ausprägung	B gute Ausprägung	C mäßige bis durchschnittliche Ausprägung		
	WRRL	sehr gut	gut	mäßig	unbefriedigend	schlecht
	Anteil lebensraumtypischer Vegetation: Characeenvegetation: - Deckungsgrad der Armelechteralgen-Grundrasen	Deckungsgrad des aktuell besiedelbaren Gewässergrundes mit Armelechteralgen-Grundrasen > 75 %	Deckungsgrad des aktuell besiedelbaren Gewässergrundes mit Armelechteralgen-Grundrasen 50-75 %	Deckungsgrad des aktuell besiedelbaren Gewässergrundes mit Armelechteralgen-Grundrasen 10-50 %	Deckungsgrad des aktuell besiedelbaren Gewässergrundes mit Armelechteralgen-Grundrasen 5-10 %	Deckungsgrad des aktuell besiedelbaren Gewässergrundes mit Armelechteralgen-Grundrasen < 5 %
3 Untere Makrophyten-Tiefengrenze						
	FFH	A keine/geringe Beeinträchtigungen	B mäßige Beeinträchtigungen	C starke Beeinträchtigungen		
	WRRL	sehr gut	gut	mäßig	unbefriedigend	schlecht
	Mittlere untere Makrophyten-Tiefengrenze / UMG	UMG > 10 m	UMG 6,5-10 m	UMG 5-6,5 m	UMG 2,5-5 m	UMG <2,5 m

*Chara aspera, C. filiformis, C. contraria, C. hispida, C. intermedia, C. polyacantha, C. rudis, C. tomentosa, C. virgata, Nitella flexilis, N. opaca, N. syncarpa, N. tenuissima, Nitellopsis obtusa, Tolypella glomerata, Myriophyllum alterniflorum, Potamogeton filiformis, P. gramineus, P. praelongus, P. x angustifolius, P. x nitens

Tab. 6-15: Kriterien für die Bewertung des FFH-LRT 3140 „Oligo- bis mesotrophe kalkhaltige Gewässer mit benthischer Vegetation aus Armleuchteralgen – Seen mit der **Referentrophie mesotroph**“ und für „kalkreiche, geschichtete Seen des Tieflandes“ (Referentrophie mesotroph) auf Grundlage der Makrophytenvegetation

1 Vollständigkeit des lebensraumtypischen Arteninventars						
	FFH	A lebensraumtypisches Arteninventar vorhanden	B lebensraumtypisches Arteninventar weitgehend vorhanden	C lebensraumtypisches Arteninventar nur in Teilen vorhanden		
	WRRL	sehr gut	gut	mäßig	unbefriedigend	schlecht
	Pflanzen: lebensraumtypische Arten*	mindestens 10 lebensraumtypische Arten	6-8 lebensraumtypische Arten	4-5 lebensraumtypische Arten	2-3 lebensraumtypische Arten	1 lebensraumtypische Art
2 Vollständigkeit der lebensraumtypischen Habitatstrukturen						
	FFH	A hervorragende Ausprägung	B gute Ausprägung	C mäßige bis durchschnittliche Ausprägung		
	WRRL	sehr gut	gut	mäßig	unbefriedigend	schlecht
	Anteil lebensraumtypischer Vegetation: Characeenvegetation: - Deckungsgrad der Armleuchteralgen-Grundrasen	Deckungsgrad des aktuell besiedelbaren Gewässergrundes mit Armleuchteralgen-Grundrasen >50 %	Deckungsgrad des aktuell besiedelbaren Gewässergrundes mit Armleuchteralgen-Grundrasen 25-50 %	Deckungsgrad des aktuell besiedelbaren Gewässergrundes mit Armleuchteralgen-Grundrasen 10-25 %	Deckungsgrad des aktuell besiedelbaren Gewässergrundes mit Armleuchteralgen-Grundrasen < 5-10 %	Deckungsgrad des aktuell besiedelbaren Gewässergrundes mit Armleuchteralgen-Grundrasen < 5 %
3 Untere Makrophyten-Tiefengrenze						
	FFH	A keine/geringe Beeinträchtigungen	B mäßige Beeinträchtigungen	C starke Beeinträchtigungen		
	WRRL	sehr gut	gut	mäßig	unbefriedigend	schlecht
	Mittlere untere Makrophyten-Tiefengrenze / UMG (bei tiefen Gewässern)	UMG > 6,5 m	UMG 5-6,5 m	UMG 2,5-5 m	UMG 1,5-2,5 m	UMG <1,5 m

* Chara aspera, C. filiformis, C. contraria, C. hispida, C. intermedia, C. polyacantha, C. rudis, C. tomentosa, C. virgata, Nitella flexilis, N. opaca, N. syncarpa, N. tenuissima, Nitellopsis obtusa, Tolypella glomerata, Myriophyllum alterniflorum, Potamogeton filiformis, P. gramineus, P. praelongus, P. x angustifolius, P. x nitens

6.2.4 Bewertung des Schaalsees und seiner Nebengewässer gemäß EG-Wasser-Rahmenrichtlinie und FFH-Richtlinie

6.2.4.1 Abgrenzung der Wasserkörper

Für die EG-WRRL wurden drei kleinere Seebecken anderen größeren Wasserkörpern zugeordnet. Hierbei handelt es sich um den Priestersee und Küchensee (Wasserkörper Schaalsee-Nordwest) und den Kirchensee (Wasserkörper Schaalsee-Zarrentiner Becken). Für diese Nebenbecken liegen keine Teileinzugsgebiete oder seemorphologische Daten vor, die eine Typisierung und Referenzbestimmung ermöglichen. Außerdem liegen die Flächen der Seebecken jeweils unter 50 ha, so dass die Zuordnung dieser Nebenbecken zu den größeren Wasserkörpern sinnvoll erscheint.

Die FFH-Gebietsmeldung weist den Priestersee und Küchensee als LRT 3150 (natürliche eutrophe Seen mit einer Vegetation des Magnopotamions) aus. Zur Harmonisierung zwischen EG-Wasser-Rahmenrichtlinie und FFH-Richtlinie sollten diese beiden Seebecken in den Wasserkörper Schaalsee-Nordwest integriert werden. Grundlage der Bewertung sollte das Leitbild sein (s. Kap. 6.1).

Die FFH-Kulisse sollte an die Kulisse der EG-WRRL angepasst werden, d.h. der gesamte Schaalsee und seine Nebengewässer sollten in die FFH-Kulisse einbezogen werden (s. Abb. 6-6).



Abb. 6-6: Vorschlag zur Abgrenzung der FFH-Gebietskulisse

6.2.4.2 Bewertung des Schaalsees und des Lassahner Sees

Der Schaalsee und der Lassahner See weisen die Referenztrophy „oligotroph“ auf. Die Bewertung der drei Wasserkörper des Schaalsees und des Lassahner Sees nach den hier entwickelten Bewertungskriterien gemäß EG-Wasser-Rahmenrichtlinie und FFH-Richtlinie ist in Tab. 6-16 und Abb. 6-7 dargestellt. Nach EG-Wasser-Rahmenrichtlinie wurde das Zarrentiner Becken mit „mäßig“ bewertet, die Wasserkörper Schaalsee-Nordwest und Schaalsee-Rethwiesentief wurden als „unbefriedigend“, der Lassahner See als „schlecht“ eingestuft.

In diesen Wasserkörpern fällt auf, dass das Einzelkriterium „Deckungsgrad des aktuell besiedelbaren Gewässergrundes mit Armleuchteralgen (%)“ mit „schlecht“ bewertet wurde. Der Wasserkörper Zarrentiner Becken weist bei diesem Einzelkriterium eine „mäßige Bewertung“ auf. In allen vier Wasserkörpern wurde die untere Makrophyten-Tiefengrenze mit „unbefriedigend“ eingestuft, die Werte liegen jedoch mit Ausnahme des Lassahner Sees unmittelbar an der Grenze zur „mäßigen Einstufung“.

Tab 6-16: Bewertung des Schaalsees und seiner Nebengewässer gemäß EG-Wasser-Rahmenrichtlinie und FFH-Richtlinie (mit der Referenz oligotroph)

	Schaalsee-NW	Schaalsee-Rethwiesentief	Schaalsee-Zarrentiner Becken	Lassahner See
	SH	MVP	MVP	MVP
Werte Einzelkriterien				
Zahl der lebensraumtypischen Arten	3	4	4	1
Deckungsgrad des aktuell besiedelbaren Gewässergrundes mit Armleuchteralgen (%)	1,1%	3,8%	17,0%	< 0,1
Untere Makrophyten-Tiefengrenze (m)	4,9	4,5	4,8	3,2
Bewertung Einzelkriterien				
Zahl der lebensraumtypischen Arten	unbefriedigend	mäßig	mäßig	schlecht
Deckungsgrad des aktuell besiedelbaren Gewässergrundes mit Armleuchteralgen (%)	schlecht	schlecht	mäßig	schlecht
Untere Makrophyten-Tiefengrenze (m)	unbefriedigend	unbefriedigend	unbefriedigend	unbefriedigend
Gesamtbewertung				
Ökologische Zustandsklasse nach EG-WRRL	unbefriedigend	unbefriedigend	mäßig	schlecht
Erhaltungszustand nach FFH-Richtlinie	mäßig bis schlecht	mäßig bis schlecht	mäßig bis schlecht	mäßig bis schlecht

6.2.4.3 Bewertung der übrigen Nebengewässer

Die übrigen Nebengewässer des Schaalsees weisen die Referenztrophy „mesotroph“ auf. Die Bewertung der fünf Wasserkörper der Schaalsee-Nebengewässer nach den hier entwickelten Bewertungskriterien gemäß EG-Wasser-Rahmenrichtlinie und FFH-Richtlinie ist in Tab. 6-16 und Abb. 6-7 dargestellt. Alle fünf Wasserkörper wurden nach EG-Wasser-Rahmenrichtlinie

mit „unbefriedigend“ eingestuft. Dies entspricht einer „mäßigen bis schlechten“ Bewertung nach FFH-Richtlinie. Bei den Einzelkriterien fällt auf, dass die untere Makrophyten-Tiefengrenze in allen Wasserkörpern mit „mäßig“ bewertet wurde, während die Kriterien „Zahl der lebensraumtypischen Arten“ und „Deckungsgrad des aktuell besiedelbaren Gewässergrundes mit Armleuchteralgen (%)“ mit „schlecht“ bzw. „unbefriedigend“ eingestuft wurden.

Tab. 6-17: Bewertung der Nebengewässer des Schaalsees gemäß EG-Wasser-Rahmenrichtlinie und FFH-Richtlinie (mit der Referenztrophi mesotroph)

	Dutzower See	Niendorfer Binnensee	Bernstorfer Binnensee	Borgsee	Techiner See
	MVP	SH	MVP	MVP	MVP
Werte Einzelkriterien					
Anzahl der lebensraumtypischen Arten	1	2	2	1	3
Deckungsgrad des aktuell besiedelbaren Gewässergrundes mit Armleuchteralgen (%)	8,5%	1,2%	< 0,1%	8,4%	2,8%
Untere Makrophyten-Tiefengrenze (m)	4,4	4,5	4,4	4,0	4,6
Bewertung Einzelkriterien					
Zahl der lebensraumtypischen Arten	unbefriedigend	schlecht	schlecht	unbefriedigend	schlecht
Deckungsgrad des aktuell besiedelbaren Gewässergrundes mit Armleuchteralgen (%)	unbefriedigend	schlecht	schlecht	unbefriedigend	schlecht
Untere Makrophyten-Tiefengrenze (m)	mäßig	mäßig	mäßig	mäßig	mäßig
Gesamtbewertung					
Ökologische Zustandsklasse nach EG-WRRL	unbefriedigend	unbefriedigend	unbefriedigend	unbefriedigend	unbefriedigend
Erhaltungszustand nach FFH-Richtlinie	mäßig bis schlecht	mäßig bis schlecht	mäßig bis schlecht	mäßig bis schlecht	mäßig bis schlecht

6.2.4.4 Flächenbilanz

Die Bewertung des Schaalsees und seiner Nebengewässer gemäß EG-Wasser-Rahmenrichtlinie und FFH-Richtlinie ist in Abb. 6-5 dargestellt. In der Gesamtbilanz ergeben sich die folgenden Bewertungen bezogen auf die Flächenanteile:

Tab 6-18: Flächenanteile der Bewertungsklassen des Schaalsees und seiner Nebengewässer gemäß EG-Wasser-Rahmenrichtlinie und FFH-Richtlinie (LRT 3140)

FFH	Erhaltungszustand	hervorragend	gut	mittel bis schlecht	mittel bis schlecht	mittel bis schlecht
WRRL	Ökologische Zustandsklasse	sehr gut	gut	mäßig	unbefriedigend	schlecht
Flächenanteile (ha)		0	0	632	1.519,8	107,6

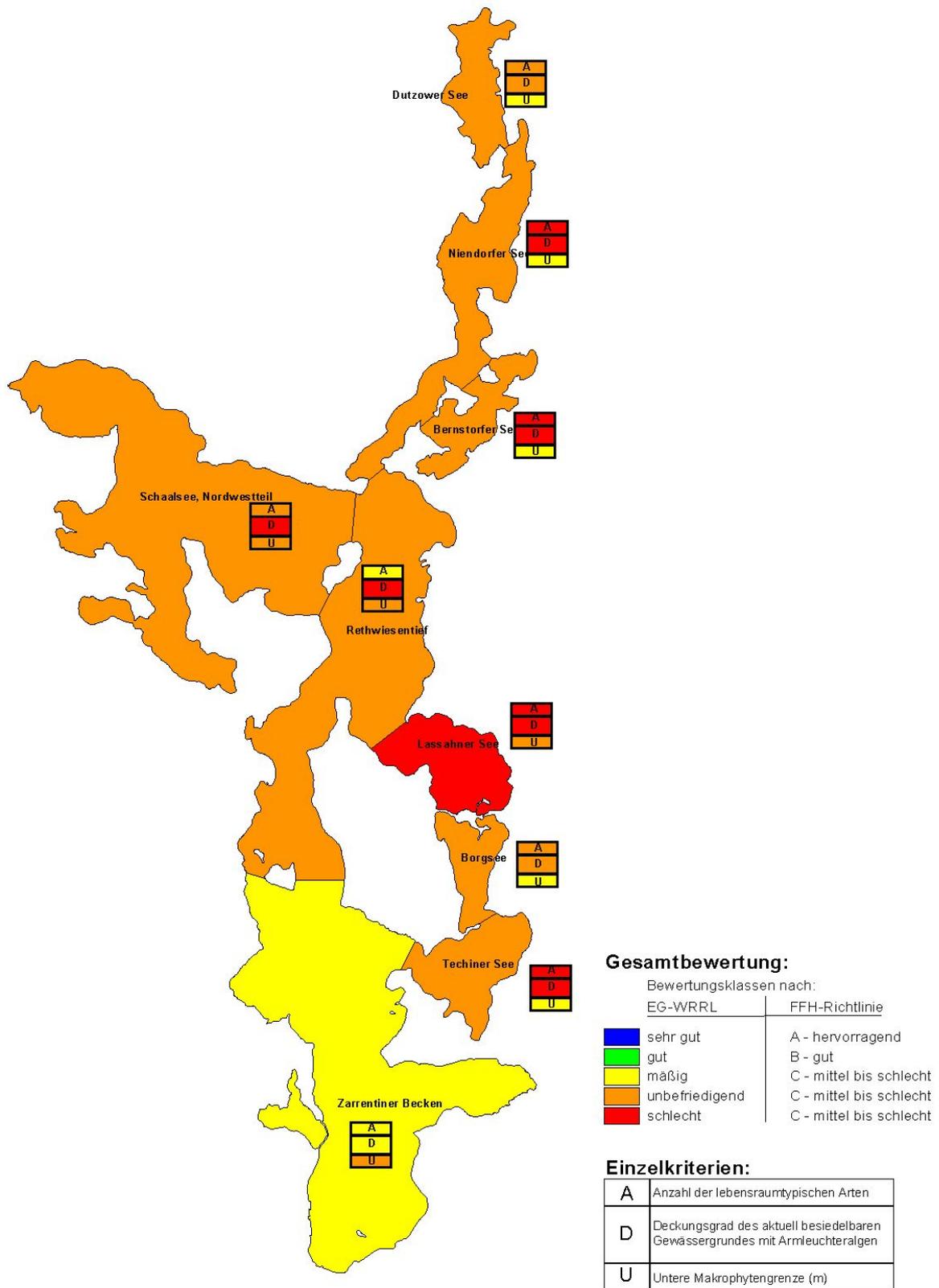


Abb. 6-7: Bewertung des Schaalsees und seiner Nebengewässer gemäß EG-Wasser-Rahmenrichtlinie und FFH-Richtlinie

7 Beeinträchtigungen und Maßnahmen

7.1 Potenzielle Beeinträchtigungen und Maßnahmen

Die Bewertung in Kap. 6 hat gezeigt, dass auf Grundlage der Makrophytenvegetation Handlungsbedarf hinsichtlich der FFH-Richtlinie und EG-WRRL besteht. Die Makrophyten reagieren in Seen primär auf trophische Veränderungen (vgl. MATHES et al. 2005, FARTMANN et al. 2001). Im Gegensatz zu Diatomeen, die Aussagen zu kurzfristigen Belastungen – vor allem im Uferbereich – ermöglichen, indizieren Makrophyten trophische Belastungen über längere Zeiträume im gesamten Litoral. Dies drückt sich im vorliegenden Bewertungsverfahren in der Zahl der lebensraumtypischen Arten, im Anteil des aktuell besiedelbaren Gewässergrundes mit Armelechternalgen und der unteren Makrophyten-Tiefengrenze aus.

Zur Formulierung von Maßnahmen ist die Erfassung von Beeinträchtigungen erforderlich, die Auswirkungen auf die Makrophyten haben (s. Tab. 7-1). An dieser Stelle wird auch ausdrücklich auf das „Kartierverfahren zur Bestandsaufnahme des Strukturzustandes der Ufer von Seen > = 50 ha in Mecklenburg-Vorpommern“ (LUNG MV 2004) verwiesen, bei dem Nutzungen und Schadstrukturen erfasst und bewertet werden.

Tab. 7-1: Beeinträchtigungen und deren potenziellen Auswirkungen auf Makrophyten des FFH-LRT 3140 „Oligo- bis mesotrophe kalkhaltige Gewässer mit benthischer Vegetation aus Armelechternalgen“ und für „kalkreiche, geschichtete Seen im Tiefland“ gemäß EG-WRRL

Beeinträchtigung	Kartierungsmethode	Folge	Auswirkung auf Makrophyten	Maßnahmen
Intensive landwirtschaftliche Nutzung: Einleitung von Nährstoffen (direkt und indirekt)	Biotoptypen/Vegetationskartierung im hydrologischen Einzugsgebiet, Kartierung von Einleitern und Zuflüssen	Eutrophierung	Rückgang Deckung und Artenzahl Armelechternalgen, Verschiebung der UMG	Extensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung im Uferbereich bzw. Einzugsgebiet
Intensive fischereiliche Nutzung	Fischereiliches Gutachten, QK Fische	Eutrophierung	Rückgang Deckung und Artenzahl Armelechternalgen, Verschiebung der UMG	In Abhängigkeit der Nutzungen: z.B. Verbot von Fischzuchtanlagen, Verbot der Fütterung, Besatzregelungen, Biomanipulation etc.
Bebauung: Einleitung von Nährstoffen	Kartierung von Einleitern	Eutrophierung	Rückgang Deckung und Artenzahl Armelechternalgen, Verschiebung der UMG	Verbot diffuser Einleitungen, Anlage von Kanalisation
Bebauung: Vernichtung von Strukturen	Strukturkartierung	Abnahme der Vegetationsstrukturen bzw. Arten	Vernichtung von Makrophyten, Abnahme der Artenzahl bzw. Häufigkeit	Entfernung von Stegen Entfernung von Uferverbau
Freizeitnutzung: Vernichtung von Strukturen, mechanische und chemische	Strukturkartierung	Abnahme der Vegetationsstrukturen bzw. Arten	Vernichtung von Makrophyten, Abnahme der Artenzahl	Entfernung von Stegen Regelung der Freizeitnutzungen: Badenutzung Bootnutzung

Belastungen			bzw. Häufigkeit	Tauchnutzung etc.
Wassernutzung: Absenkung des See- spiegels	Pegelauswer- tungen	Abnahme der Vegetations- strukturen bzw. Arten	Verschiebung der Vegetati- onszonierung, Abnahme der Artenzahl bzw. Häufigkeit	Anpassung der Pegelstände an die Verhältnisse gemäß Leitbild
Grundwasserabsen- kungen (z.B. durch forstliche oder land- wirtschaftliche Nut- zung)	Grundwasser- pegel- Auswertungen	Eutrophie- rung	Rückgang De- ckung und Artenzahl Arm- leuchteralgen, Verschiebung der UMG	Anpassung der Grundwasserstände an die Verhältnisse gemäß Leitbild
Erweiterung des Einzugsgebietes (z.B. durch forstliche oder landwirtschaft- liche Nutzung)	Auswertung historischer Karten (s. MAUERSBER- GER 2002)	Eutrophie- rung	Rückgang De- ckung und Artenzahl Arm- leuchteralgen, Verschiebung der UMG	Anpassung des Einzugsgebietes an die Verhältnisse gemäß Leitbild

7.2 Beeinträchtigungen und Maßnahmen im Schaalsee und seinen Nebengewässern

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurden für den Schaalsee und seine Nebengewässer verschiedene Beeinträchtigungen erfasst. Dies erfolgte durch eigene Beobachtungen im Gelände, Auswertung vorhandener Literatur (insbesondere LAWAKÜ SCHLESWIG-HOLSTEIN 1994) sowie Auskünfte von Anwohnern. Vordringlichstes Problem ist die Verringerung der Einleitung von Nährstoffen, die durch landwirtschaftliche Nutzung und durch Einleitung von Abwässern erfolgt (s. Abb. 7-1, s.a. LAWAKÜ SCHLESWIG-HOLSTEIN 1994). Ein besonderes Problem am Schaalsee ist die Einleitung häuslicher Abwässer, z.T. über Sickergruben. In Lassahn wurde während der Untersuchungen mit der Kanalisation begonnen. Während dieser Zeit gelangten die Abwässer weiterhin in den Lassahner See. Belastungen durch häusliche Abwässer wurden auch am Techiner See festgestellt. Zur fischereilichen Nutzung liegen spezielle Angaben vom LAWAKÜ SCHLESWIG-HOLSTEIN (1994) vor. Es bleibt zu prüfen, inwieweit sich die Ableitung der Abflüsse in den Schaalseekanal auf den Seespiegel ausgewirkt hat. In den angrenzenden Erlenbruchwäldern (*Alnion glutinosae*) sind deutliche Anzeichen für Austrocknungen zu erkennen. Der Jungwuchs von Eschen (*Fraxinus excelsior*) leitet die Entwicklung zu Auwäldern (*Alno-Ulmion*) ein. Alle anderen Nutzungen haben keine wesentlichen Auswirkungen auf die Makrophyten im Schaalsee und seinen Nebengewässern. Tab. 7-2 gibt einen Überblick auf die Beeinträchtigungen und deren möglichen Auswirkungen auf die Makrophyten im Schaalsee und seinen Nebengewässern.

Tab. 7-2: Beeinträchtigungen und deren Auswirkungen auf die Makrophyten im Schaalsee und seinen Nebengewässern

Nutzung	Folge	Grad der Beeinträchtigung	Kulisse	Maßnahmen
Intensive landwirtschaftliche Nutzung: Einleitung von Nährstoffen	Eutrophierung	stark	Gesamtes Einzugsgebiet (LAWAKÜ SCHLESWIG-HOLSTEIN 1994)	Extensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung im gesamten hydrologischen Einzugsgebiet des Schaalsees
Intensive fischereiliche Nutzung	Eutrophierung	gering	alle Gewässer (LAWAKÜ SCHLESWIG-HOLSTEIN 1994)	Verschiedene Maßnahmen (LAWAKÜ SCHLESWIG-HOLSTEIN 1994), z.B. autochtoner Besatz, spezielle Regelungen zum Schutz der Kleinen und Großen Maräne, Verbot von Intensiv-Fischzucht
Bebauung: Einleitung von Nährstoffen	Eutrophierung	lokal stark	alle Gewässer, aktuell besonders am Techiner See, aber auch während der Bau der Kanalisation am Lassahner See	Verbot diffuser Einleitungen, Anlage von Kanalisation
Bebauung: Vernichtung von Strukturen	Abnahme der Vegetationsstrukturen bzw. Arten	Sehr gering, lokal stärker	Zarrentin	-
Freizeitnutzung: Vernichtung von Strukturen, mechanische und chemische Belastungen	Abnahme der Vegetationsstrukturen bzw. Arten	Sehr kleinflächig an Badestellen und Häfen	Badestellen, Häfen	-
Wassernutzung: Absenkung des Seespiegels	Abnahme der Vegetationsstrukturen bzw. Arten	In den Gewässern schwer abschätzbar, in den Erlenbruchwäldern deutliche Austrocknungserscheinungen (Stickstoff-Mineralisation)	alle Gewässer	Anpassung der Pegelstände an die Verhältnisse gemäß Leitbild

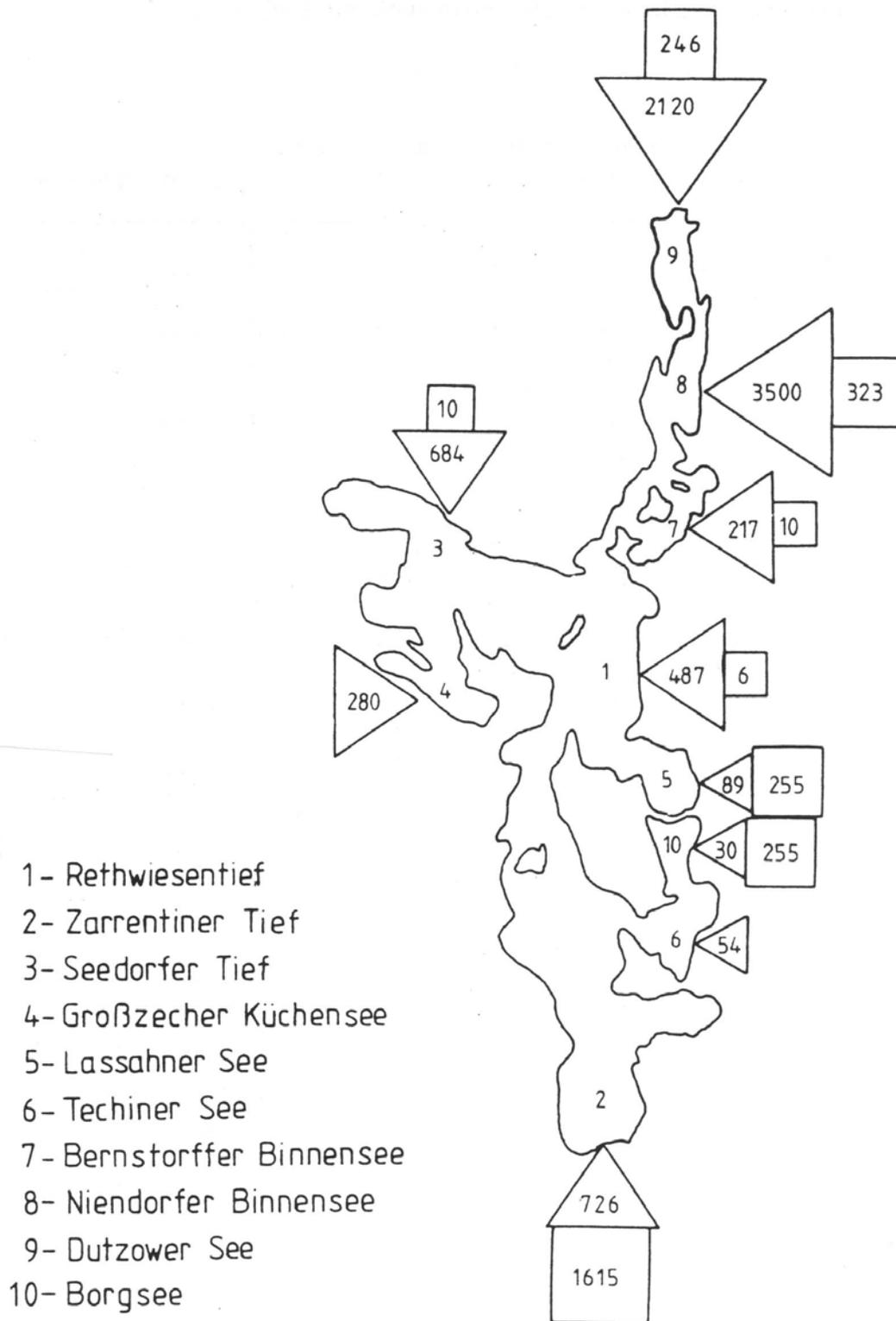


Abb. 7-1: Phosphoreinträge (kg/a P) aus der Fläche (Dreiecke) und durch Abwasser (Vierecke) in die Seebecken des Schaalsees (aus: LAWAKÜ SCHLESWIG-HOLSTEIN 1994)

8 Erreichbarkeit des guten ökologischen Zustandes bzw. guten Erhaltungszustandes

Der gute ökologische Zustand bzw. der gute Erhaltungszustand sind die Ziele der EG-Wasser-Rahmenrichtlinie bzw. FFH-Richtlinie. Nachfolgend wird die aktuelle Bewertung auf Grundlage der Makrophyten den Minimalanforderungen für den guten ökologischen Zustand gegenübergestellt. Nach dem in Kap. 6.2.3 dargestellten Bewertungsverfahren ist der gute ökologische Zustand erreicht, wenn zwei Einzelkriterien mit „gut“ und ein Kriterium mit „mäßig“ bewertet werden.

8.1 Schaalsee und Lassahner See

Tab. 8-1 zeigt die aktuelle Bewertung der Einzelkriterien sowie die Mindestanforderungen für den guten ökologischen Zustand der Wasserkörper des Schaalsees und des Lassahner Sees. Die „Zahl der lebensraumtypischen Arten“ liegt aktuell mit 3-4 Arten unter den Mindestanforderungen von 6 Arten. Hierbei bleibt zu beachten, dass im gesamten Schaalsee bereits 5 Arten vorkommen, die aber nicht in allen Wasserkörpern auftreten. Zur Erreichung des guten ökologischen Zustandes bei diesem Kriterium fehlt letztendlich eine Art wie z.B. *Chara tomentosa*, *C. hispida*, *Potamogeton x nitens*. Von letzterer Art gibt es historische Angaben aus dem Schaalsee (s. Kap. 3). In unmittelbarer Nähe des Schaalsees gibt es aktuelle Vorkommen von *Chara polyacantha* in einem Torfstich (bei Zarrentin). Ein Auftreten zumindest einer dieser Arten im Schaalsee bei verbesserten trophischen Bedingungen erscheint realistisch zu sein.



Abb. 8-1: *Chara polyacantha* in einem Torfstich bei Zarrentin (vdW)

Eine große Diskrepanz besteht zwischen der aktuellen Bewertung des Kriteriums „Deckungsgrad des aktuell besiedelbaren Gewässergrundes mit Armleuchteralgen“ und den Mindestanforderungen für den guten ökologischen Zustand (s. Tab. 8-1). Da für die Erreichung des guten ökologischen Zustandes bei der Gesamtbewertung ausreicht, wenn zwei Kriterien mit „gut“ und ein Kriterium mit „mäßig“ bewertet ist (s. Kap. 6.2.3), genügt beim Kriterium „Deckungsgrad des aktuell besiedelbaren Gewässergrundes mit Armleuchteralgen“ ggf. eine

„mäßige“ Einstufung, was in den Wasserkörpern des Schaalsees einem Wert von 25% entspricht. Auch dieser Wert erscheint bei verbesserten trophischen Bedingungen erreichbar zu sein, zumal im Zarrentiner Becken der aktuelle Wert 17% beträgt.

Die aktuellen Werte der unteren Makrophyten-Tiefengrenzen liegen im Schaalsee an der Grenze zwischen dem „unbefriedigenden“ und „mäßigen Zustand“. Zur Erreichung der Mindestanforderungen für den guten ökologischen Zustand ist die Zunahme der unteren Makrophyten-Tiefengrenzen um 1,5-2m erforderlich, im Lassahner See um > 3m. Dies entspricht den Werten schwach mesotropher Gewässer (s. Kap. 6.1). Auch dieses Ziel erscheint bei verbesserten trophischen Bedingungen erreichbar zu sein. Im Lassahner See dürfte sich der Anschluss an die Kanalisation mit Sicherheit positiv auswirken und auch mittelfristig zu einer besseren Bewertung führen.

Tab. 8-1: Vergleich der aktuellen Bewertungen der Einzelkriterien sowie die Mindestanforderungen für den guten ökologischen Zustand der Wasserkörper des Schaalsees

	Schaalsee-NW	Schaalsee-Rethwiesentief	Schaalsee-Zarrentiner Becken	Lassahner See
Bundesland	SH	MVP	MVP	MVP
Zahl der lebensraumtypischen Arten				
Ist-Zustand	3	4	4	1
Mindestanforderung - guter ökologischer Zustand	≥ 6	≥ 6	≥ 6	≥ 6
Deckungsgrad des aktuell besiedelbaren Gewässergrundes mit Armleuchteralgen (%)				
Ist-Zustand	1,1%	3,8%	17,0%	< 0,1%
Mindestanforderung - guter ökologischer Zustand	> 50 %	> 50 %	> 50 %	> 50 %
Mindestanforderung - mäßiger ökologischer Zustand	> 25 %	> 25 %	> 25 %	> 25 %
Untere Makrophyten-Tiefengrenze (m)				
Ist-Zustand	4,9	4,5	4,8	3,2
Mindestanforderung - guter ökologischer Zustand	> 6,5	6,5	6,5	6,5

8.2 Übrige Nebengewässer des Schaalsees

Tab. 8-2 zeigt die aktuelle Bewertung der Einzelkriterien sowie die Mindestanforderungen für den guten ökologischen Zustand der übrigen Nebengewässer des Schaalsees. Die „Zahl der lebensraumtypischen Arten“, liegt aktuell mit 1-2 Arten deutlich unter den Mindestanforderungen von 6 Arten. Fünf dieser Arten kommen jedoch schon aktuell im gesamten Schaalsee vor (s.o.) Zur Erreichung des „mäßigen“ Zustandes sind vier Arten erforderlich. Da für die

Erreichung des guten ökologischen Zustandes bei der Gesamtbewertung ausreicht, wenn zwei Kriterien mit „gut“ und ein Kriterium mit „mäßig“ bewertet ist (s. Kap. 6.2.3), genügt beim Kriterium „Zahl der lebensraumtypischen Arten“ ggf. eine „mäßige“ Einstufung,

Eine Diskrepanz besteht zwischen der aktuellen Bewertung des Kriteriums „Deckungsgrad des aktuell besiedelbaren Gewässergrundes mit Armleuchteralgen (%)“ und den Mindestanforderungen für den guten ökologischen Zustand (s. Tab. 8-2). Da es für die Erreichung des guten ökologischen Zustandes ausreicht, wenn zwei Kriterien mit „gut“ und ein Kriterium mit „mäßig“ bewertet ist (s. Kap. 6.2.3), genügt beim Kriterium „Deckungsgrad des aktuell besiedelbaren Gewässergrundes mit Armleuchteralgen (%)“ ggf. eine „mäßige“ Einstufung, was in den Wasserkörpern des Schaalsees einem Wert von 10% entspricht. Dieser Wert wird im Dutzower See und im Borgsee schon fast erreicht.

Die aktuellen Werte der unteren Makrophyten-Tiefengrenzen erreichen in den Nebengewässern des Schaalsees schon fast die Mindestanforderungen für den guten ökologischen Zustand.

Tab. 8-2: Vergleich der aktuellen Bewertungen der Einzelkriterien sowie die Mindestanforderungen für den guten ökologischen Zustand der Nebengewässer des Schaalsees

	Dutzower See	Niendorfer Binnensee	Bernstorfer Binnensee	Borgsee	Techiner See
Bundesland	MVP	SH	MVP	MVP	MVP
Zahl der lebensraumtypischen Arten					
Ist-Zustand	1	2	2	1	3
Mindestanforderung - guter ökologischer Zustand	≥ 6	≥ 6	≥ 6	≥ 6	≥ 6
Mindestanforderung - mäßiger ökologischer Zustand	≥ 4	≥ 4	≥ 4	≥ 4	≥ 4
Deckungsgrad des aktuell besiedelbaren Gewässergrundes mit Armleuchteralgen (%)					
Ist-Zustand	8,5%	1,2%	< 0,1%	8,4%	2,8%
Mindestanforderung - guter ökologischer Zustand	> 25%	> 25%	> 25%	> 25%	> 25%
Mindestanforderung - mäßiger ökologischer Zustand	> 10%	> 10%	> 10%	> 10%	> 10%
Untere Makrophyten-Tiefengrenze (m)					
Ist-Zustand	4,4	4,5	4,4	4,0	4,6
Mindestanforderung - guter ökologischer Zustand	> 5	> 5	> 5	> 5	> 5

9 Monitoring

Das Monitoring erfolgt anhand der bei der Erfassung (s. Kap. 4, 5) und Bewertung (s. Kap. 6) verwendeten Parameter. Das Monitoring für die **gesamte Seefläche** erfolgt nach den Kriterien „Vollständigkeit des lebensraumtypischen Arteninventars“, „Vollständigkeit der lebensraumtypischen Habitatstrukturen“ (Deckungsgrad des aktuell besiedelbaren Gewässergrundes mit Armelechteralgen-Grundrasen)“ und „mittlere untere Makrophyten-Tiefengrenze“ (s. Tab. 9-1). Die untere Makrophyten-Tiefengrenze (UMG) stellt die untere Grenze des Bewuchses von Pflanzen auf, die im Sediment wurzeln oder am Sediment haften (s. Abb. 10-1). Hierzu sind sowohl die Übersichtskartierung als auch die Tauchuntersuchungen der Linientransekte erforderlich. Wie die Ergebnisse in Kap. 3 zeigen, sind Tauchuntersuchungen zur Erfassung des kompletten Artenbestandes unerlässlich. Die Übersichtskartierung liefert wiederum Angaben zur gesamten Seefläche mit vertretbarem Aufwand. Mit den Ergebnissen der Übersichtskartierung und den Tauchuntersuchungen ist ein Monitoring für die gesamte Seefläche möglich.

Für ein **Detail-Monitoring** ist es ausreichend, die Linientransekte durch Tauchuntersuchungen nach der modifizierten Methode von SCHAUMBURG et al. (2004) regelmäßig zu untersuchen. Die Modifikationen beinhalten eine Unterteilung der Tiefenzonen wie folgt: 0-1m, 1-2m, 2-4m, 4-6m, 6-8m, 8-10m etc. bis zur unteren Makrophyten-Tiefengrenze. Als zusätzlicher wichtiger Parameter wird die untere Makrophyten-Tiefengrenze erfasst.

Die Linientransekte ermöglichen, in ausgewählten Flächen feinmaßstäbliche Veränderungen wie z.B. die Veränderungen von Häufigkeiten bestimmter Arten oder Verschiebungen der unteren Makrophyten-Tiefengrenze zu dokumentieren. Es bleibt zu prüfen, in welchem Ausmaß sich Veränderungen auch in der Bewertung nach SCHAUMBURG et al. (2004) darstellen. Abb. 9-1 zeigt die Bewertung der Linientransekte nach SCHAUMBURG et al. (2004).

Treten in den Linientransekten gravierende Veränderungen auf, sollte die Übersichtskartierung wiederholt werden und Beeinträchtigungen erfasst werden. Die Tab. 9-1 und Tab. 9-2 geben einen zusammenfassenden Überblick auf die Monitoring-Methoden für Makrophyten des FFH-LRT 3140 „Oligo- bis mesotrophe kalkhaltige Gewässer mit benthischer Vegetation aus Armelechteralgen und für „kalkreiche, geschichtete Seen im Tiefland“ gemäß EG-WRRL.

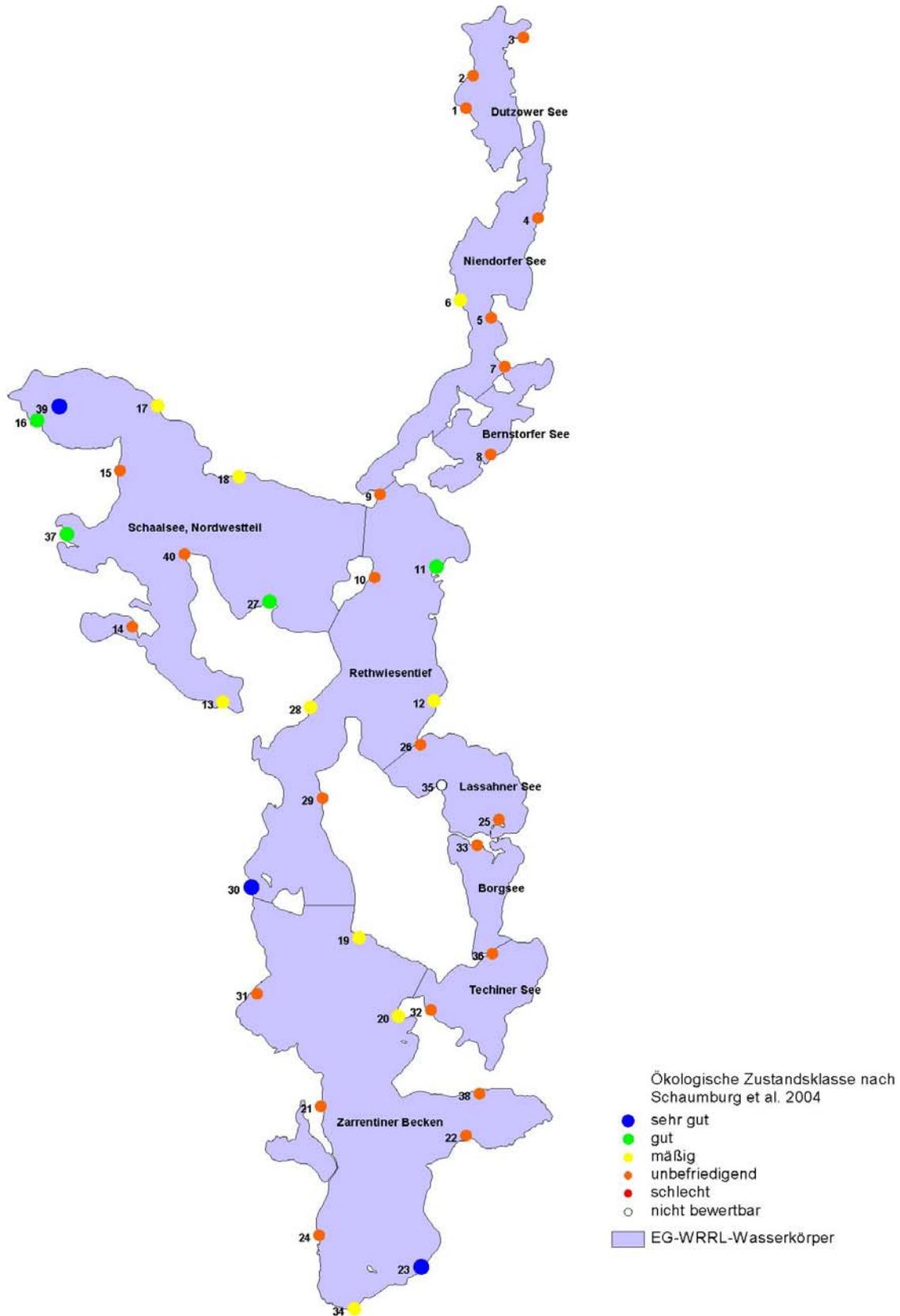


Abb. 9-1: Ökologische Zustandsklassen der Makrophyten in den Linientransekten nach SCHAUMBURG et al. (2004)

Tab. 9-1: Methoden für das Monitoring der Makrophyten in der gesamten Seefläche des FFH-LRT 3140 „Oligo- bis mesotrophe kalkhaltige Gewässer mit benthischer Vegetation aus Armelechteralgen und für „kalkreiche, geschichtete Seen im Tiefland“ gemäß EG-WRRL

Kriterium	Methode	Ergebnis
Vollständigkeit des lebensraumtypischen Arteninventars	1. Übersichtskartierung (Boot und ergänzende Tauchuntersuchungen) 2. Tauchuntersuchungen - Linientransekte	Artenliste pro Seebecken bzw. Wasserkörper, ggf. Verbreitungskarten
Vollständigkeit der lebensraumtypischen Habitatstrukturen (Deckungsgrad des besiedelbaren Gewässergrundes mit Armelechteralgen-Grundrasen)	Übersichtskartierung	Karte der aquatischen Vegetationszonen (Röhrichte, Schwimmblattzone, submerse höhere Makrophyten, Armelechteralgenrasen) Berechnung der besiedelten Flächen, Berechnung der Uferlänge ohne aquatische Makrophyten, Berechnung der aktuell besiedelbaren Flächen
Untere Makrophyten-Tiefengrenze	1. Übersichtskartierung (Boot und ergänzende Tauchuntersuchungen) 2. Tauchuntersuchungen - Linientransekte	Tabellen mit den minimalen, maximalen und mittleren UMG pro Seebecken bzw. Wasserkörper

Tab. 9-2: Methoden für das Detail-Monitoring der Makrophyten des FFH-LRT 3140 „Oligo- bis mesotrophe kalkhaltige Gewässer mit benthischer Vegetation aus Armelechteralgen und für „kalkreiche, stabil geschichtete Seen“

Kriterium	Methode	Ergebnis
Linientransekte	Auf Grundlage der Übersichtskartierung wird die Lage zur Erfassung von Linientransekten festgelegt. Die Linientransekte werden durch Tauchuntersuchungen nach der modifizierten Methode von SCHAUMBURG et al. (2005) durchgeführt. Die Häufigkeit aller Makrophyten wird in allen Tiefenzonen bis zur unteren Makrophyten-Tiefengrenze in 2m-Tiefenstufen erfasst (Ausnahme Flachwasser (0-1m, 1-2m). Zusätzlich wird die untere Makrophyten-Tiefengrenze erfasst.	Repräsentative Linientransekte

10 Handlungsanweisung für die Makrophyten-Untersuchung in Seen in Schleswig-Holstein

Die Makrophyten-Untersuchung der Seen gliedert sich in eine Übersichts- und eine Detailkartierung. Für alle Untersuchungen sind mindestens zwei Personen erforderlich. Die entsprechenden Sicherheitsbestimmungen und örtlichen Regelungen sind zu befolgen. Diese Methode lässt sich in allen Seen anwenden. In Flachseen, die einen flächigen Bewuchs aufweisen, muss die Vorgehensweise modifiziert werden (s.u.).

Erforderliche Unterlagen:

Topografische Karten, Tiefenkarten, Luftbilder, Nutzungs-/Biotoptypenkarten, Strukturkartierung

Erforderliche Ausrüstung:

Boot mit Sicherheitsausrüstung (insbesondere Schwimmwesten) und Tiefenmesser, Doppelrechen mit langer Schnur und Metermarkierung, Harke, Unterwasser-Videokamera, GPS-Gerät incl. Schlitten und Leine für SUB-GPS-Untersuchung, handelsübliche Tauchausrüstungen mit Tiefenmesser und Materialien zur Makrophyten-Probenahme (z.B. Unterwasserschreibtafel), Fotokamera mit Unterwassergehäuse, Materialien zur Konservierung der Makrophyten (Plastiktüten, Pflanzenpresse [für höhere Pflanzen und Armleuchteralgen], Moostüten, Probengläser mit Alkohol [für Algen]), Materialien zur Bestimmung im Gelände (20fache Lupe) bzw. im Labor (Binokular, Mikroskop), aktuelle Bestimmungsliteratur

Bestimmungsliteratur und Nomenklatur:

Die Bestimmung erfolgt nach CASPER & KRAUSCH (1980/1981), KRAUSE (1997) und VAN DE WEYER & SCHMIDT (2006). Die Nomenklatur der Makrophyten folgt bei den Farn- und Blütenpflanzen WISSKIRCHEN & HAEUPLER (1998), bei den Armleuchteralgen BLÜMEL & RAABE (2004) und bei den Moosen KOPERSKI et al. (2000).

10.1 Übersichtskartierung der Makrophyten-Vegetation

Die Übersichtskartierung der Makrophyten-Vegetation erfolgt vom Boot aus. Im Abstand von 200 m entlang der Uferlinie wird die Lage der Transekte festgelegt. In jedem Transekt werden die Arten und Vegetationszonen erfasst. Das Ergebnis der Arterfassung ist eine Artenliste von jeder Probestelle. Innerhalb der Transekte werden die folgenden Vegetationszonen von der Uferlinie bis zur unteren Makrophyten-Tiefengrenze erfasst:

- Röhrichtzone
- Schwimmblattzone
- Zone der höheren submersen Makrophyten
- Zonen der Armleuchteralgen

Die untere Makrophyten-Tiefengrenze stellt die absolute Grenze des Bewuchses an einer Probestelle dar (s. Abb. 10-1). Berücksichtigt werden nur Pflanzen, die im Sediment wurzeln oder am Sediment haften. Berücksichtigt werden hierbei neben höheren Pflanzen, Moosen und Armleuchteralgen auch Grünalgen der Gattung *Vaucheria*, die typisch für die Tiefenzonen von Seen sind (s. Kap. 6.1). Losgerissene Sprosse werden nicht berücksichtigt, sie können mitunter in tiefere Zonen verdriftet werden.

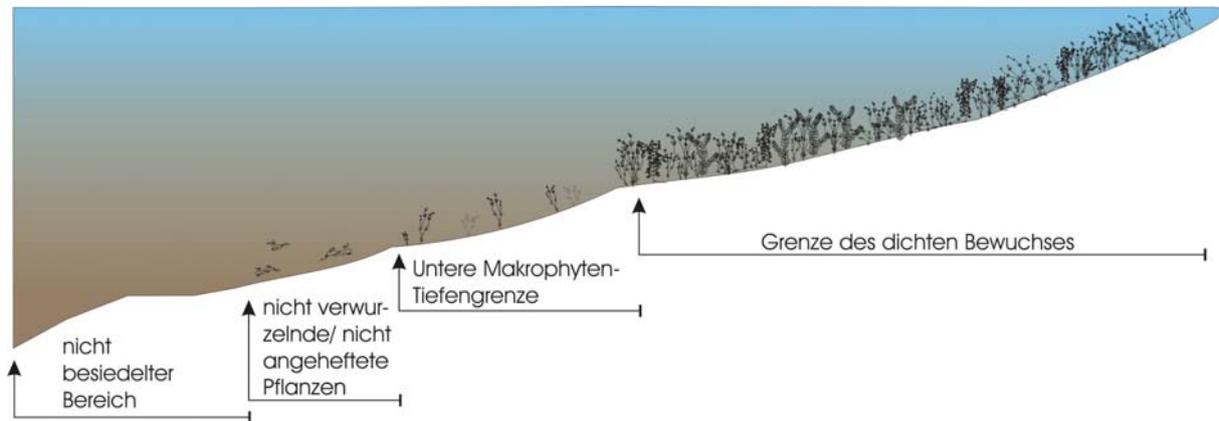


Abb. 10-1: Die untere Makrophyten-Tiefengrenze

Die Erfassung erfolgt vom Boot aus mit Hilfe einer Harke, einem Doppelrechen und einer Unterwasser-Videokamera mit Infra-Rot-LED's, die vom Boot aus bedient werden kann. Die Abgrenzung der Röhricht- bzw. Schwimmblattzone erfolgt unter Zuhilfenahme von Luftbildern. Die Grenzen der Vegetationszonen werden mit einem GPS eingemessen, zusätzlich wird an den Grenzen der Vegetationszonen die Gewässertiefe ermittelt, z.B. mit einem Tiefenmesser.

An ausgewählten Abschnitten werden die Tiefengrenzen der Vegetationszonen auf längeren Abschnitten erfasst. Hierbei führt ein Taucher an einer Leine ein GPS-Gerät, das sich an der Wasseroberfläche befindet und auf einem Schlitten geführt wird. Der Taucher taucht entlang von Vegetationsgrenzen, so dass auch linienförmige Informationen zu den Grenzen der einzelnen Vegetationszonen erhalten werden. Die Daten werden als „Tracks“ mit dem GPS-Gerät aufgezeichnet. Diese Methode ist in Bereichen hilfreich, wo der Bewuchs sehr heterogen ist und die punktuelle Erfassung vom Boot aus kein einheitliches Bild ergibt. Außerdem bietet sich diese Methode bei kleineren Inseln und submersen Flachbereichen und zur genaueren Abgrenzung von Flächen, die von Natur aus frei von Makrophyten sind, an.

In Flachseen, in denen der Bewuchs durchgängig ist, ist ein modifiziertes Verfahren erforderlich. Für die Übersichtskartierung wird empfohlen, einige Transekte von einer Uferseite zur gegenüberliegenden Uferseite zu untersuchen. Die Abstände zwischen den Transekten kann hierbei deutlich verringert werden.



Abb. 10-2, 10-3: Übersichtskartierung mit Einsatz einer Unterwasser-Videokamera und SUB-GPS-Kartierung (vdW)

Die Karte der Vegetationszonen wird auf Grundlage der topografischen Karten, der Luftbilder, der Tiefenkarten, der Daten aus der Übersichtskartierung und der SUB-GPS-Untersuchung mit einem geographischen Informationssystem erstellt.

10.2 Detail-Untersuchungen (Linientransekte)

Auf Grundlage der Übersichtskartierung werden repräsentative Probestellen für das Monitoring gemäß EG-Wasserrahmen-Richtlinie und Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie ausgewählt. Die Auswahl der Probestellen richtet sich nach der Größe des Gewässers und den Ergebnissen der Übersichtskartierung. Die Makrophyten werden in Linientransekten durch Tauchuntersuchungen mit Press-Luftflaschen in Anlehnung an SCHAUMBURG et al. (2004) beprobt.

Hierbei werden die Makrophyten auf einer Breite von 20-30 Meter getrennt nach den folgenden Tiefenzonen halbquantitativ erfasst: 0-1m, 1-2m, 2-4m, 4-6, 6-8m, 8-10m etc. bis zur unteren Makrophyten-Tiefengrenze. Außerdem wird jeweils die untere Makrophyten-Tiefengrenze notiert (s. Kap. 10.1, s.a. Abb. 10-1). Die Flachbereiche (Zone von 0-1m Wassertiefe bzw. Röhrichte) werden durchwatet. Die Häufigkeit erfolgt anhand der Schätzskala nach KOHLER (1978):

Tab. 10-1: Schätzskala der Häufigkeit nach KOHLER (1978)

	Skala
1	sehr selten
2	selten
3	verbreitet
4	häufig
5	sehr häufig bis massenhaft



Abb. 10-4, 10-5: Die Erfassung der Makrophyten in den Linientransekten erfolgt durch Taucher (Ti)

In Flachseen, in denen der Bewuchs durchgängig ist, sollte die Länge der Linientransekte auf 150m zu beschränkt werden.

10.3 Zeitliche Abfolge der Arbeitsschritte

Tab. 10-2 zeigt die zeitliche Abfolge der Arbeitsschritte der Erfassung und Bewertung.

Tab. 10-2: Zeitliche Abfolge der Arbeitsschritte

Methoden	Produkt
Übersichtskartierung (Boot) und SUB-GPS-Kartierung (Tauchen)	Karte der Vegetationszonen Berechnung der mittleren UMG Festlegung der Probestellen für die Lage der Linientransekte Artenlisten und Verbreitungskarten der Arten
Linientransekt-Untersuchung (Tauchen)	Linientransekte (Detail-Monitoring) Ergänzungen zu den Artenlisten, Verbreitungskarten der Arten und mittleren UMG
Abgleich Übersichtskartierung und Linientransekt-Untersuchungen (Karte der Vegetationszonen, UMG)	Bei Differenzen Festlegung von Abschnitten zur weiteren Untersuchung
Ggf. ergänzende SUB-GPS-Kartierung (Tauchen)	Überarbeitete Karte der Vegetationszonen Überarbeitete Berechnung der mittleren UMG

11 Ausblick

Forschungsbedarf besteht bezüglich der Zonierung von Makrophyten in Gewässern, die dem Referenz-Zustand entsprechen. Dies betrifft insbesondere kalkreiche Seen, die im Referenzzustand mesotroph sind. Die bisher vorliegenden Daten (s. Kap. 6.1) weisen darauf hin, dass für die unterschiedlichen Tiefenstufen bestimmte Armleuchteralgen-Gesellschaften charakteristisch sind. Wenn belastbare Daten zu diesen Kriterien vorliegen, könnte die Zonierung von Makrophyten in das Bewertungssystem integriert werden. Hierbei bleibt zu prüfen, ob ggf. regionale Unterschiede bestehen.

Es bleibt auch zu prüfen, ob auch regionale Unterschiede in Bezug auf die mittlere untere Makrophyten-Tiefengrenze im Referenz-Zustand vorliegen. Weiterhin bleibt zu prüfen, ob diesbezügliche Unterschiede zwischen grundwassergeprägten Seen und Seen, die durch Zuflüsse gespeist sind, bestehen.

Es sollte untersucht werden, in welchem Umfang fädige Grünalgen und Rotalgen (z.B. *Hildenbrandia rivularis* oder *Batrachospermum* spp.) in die Untersuchung und Auswertung einbezogen werden können. Dies hängt u.a. mit der Bestimmbarkeit und den Kenntnissen über die ökologischen Ansprüche der Arten ab.

12 Zusammenfassung

Gegenstand des vorliegenden Gutachtens ist die „Entwicklung einer Methode zur Kartierung der Unterwasservegetation an großen Seen am Beispiel des Schaalsees und seiner angrenzenden Nebengewässer zur Erfüllung des operativen EG-WRRL-Monitorings und FFH-Monitorings“ (s. Kap. 1).

In Kap. 2 sind die Methoden der Geländeerhebungen beschrieben. Die Untersuchung gliedert sich in eine flächendeckende Übersichtskartierung und eine Detailuntersuchung. Letztere erfolgt durch Tauchuntersuchungen. Die Übersichtskartierung erfolgt vom Boot aus, ergänzend werden auch hierbei Tauchuntersuchungen durchgeführt.

In Kap. 3 sind die Ergebnisse zur Flora der Seen dargestellt. Es wurden 39 Arten nachgewiesen, hiervon sind 30 Arten aquatische Makrophyten. Von diesen Arten sind 15 Arten in den Roten Listen des Bundes bzw. der Länder Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern aufgeführt. Die meisten Arten wurden im Schaalsee nachgewiesen. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurden sieben Arten erstmalig für den Schaalsee und seine Nebengewässer nachgewiesen, zwei Arten konnten nicht mehr bestätigt werden.

Die Auswertung der Vegetationszonen ist in Kap. 4 dargestellt. Es dominiert in allen Seebecken die Zone der höheren submersen Makrophyten, gefolgt von der Röhrichtzone. Die Zone der Armleuchteralgen hat ihren Schwerpunkt im Schaalsee, während die Schwimmblattzone nur sehr kleinflächig vorkommt. Auffällig ist, dass in jedem Seebecken auch Bereiche ohne Bewuchs zu finden sind. Dies korreliert mit dem Vorkommen von beschatteten Steilufern. Fast 20% aller Uferzonen der Seebecken sind ohne Bewuchs. Anhand der mittleren unteren Makrophyten-Tiefengrenzen sind mit Ausnahme des Schaalsees und des Kirchensees alle Gewässer als eutroph eingestuft. Die mittlere untere Makrophyten-Tiefengrenze im Schaalsee liegt im mesotrophen, im Kirchensee im hocheutrophen Bereich.

In Kap. 5 werden die einzelnen Seebecken beschrieben.

In Kap. 6 werden Leitbilder, Bewertungsverfahren und die Bewertung dargestellt. Das Leitbild wird aus Referenzgewässern der gleichen Seentypen abgeleitet. In Abhängigkeit von der Referenztrophie werden zwei unterschiedliche Leitbilder definiert. In beiden Typen dominieren Armleuchteralgen. Oligotrophe Referenzgewässer weisen einen höheren Anteil dieser Pflanzengruppe auf, zudem reicht der Bewuchs tiefer ins Gewässer. Auf Grundlage der Leitbilder und vorhandener Bewertungsverfahren wird ein gemeinsames Bewertungsverfahren für die „oligo- bis mesotrophen kalkhaltigen Gewässer mit benthischer Vegetation aus Armleuchteralgen“ gemäß FFH-Richtlinie und die „kalkreichen, geschichteten Seen des Tieflandes“ der EG-WRRL erarbeitet. Kriterien für die Bewertung sind das „lebensraumtypische Arteninventar“, der „Deckungsgrad des aktuell besiedelbaren Gewässergrundes mit Armleuchteralgen-Grundrasen“ und die „mittlere untere Makrophyten-Tiefengrenze“. Die Bewertung erfolgt für die neun verschiedenen Wasserkörper, die gemäß EG-WRRL ausgewiesen sind. Das Zarentiner Becken wurde mit „mäßig“ bewertet, der Lassahner See mit „schlecht“, alle anderen Wasserkörper mit „unbefriedigend“. Die Makrophyten im Schaalsee und seinen Nebengewässern indizieren trophische Belastungen und weisen einen Handlungsbedarf hinsichtlich der FFH-Richtlinie und EG-WRRL aus.

Grundlage für die Nicht-Erreichung des guten ökologischen Zustandes sind Beeinträchtigungen, die aus bestimmten Nutzungen resultieren (s. Kap. 7). Vordringlichstes Problem ist die Verringerung der Einleitung von Nährstoffen, die durch intensive landwirtschaftliche Nutzung im Einzugsgebiet und durch Einleitung von Abwässern erfolgt. Ein besonderes Problem am Schaalsee ist die Einleitung häuslicher Abwässer, z.T. über Sickergruben. In Lassahn wurde während der Untersuchungen mit der Kanalisation begonnen.

Sollten die Nährstoffeinträge in den Schaalsee und seine Nebengewässer verringert werden, sind der gute ökologische Zustand der EG-Wasser-Rahmenrichtlinie bzw. der gute Erhaltungszustand der FFH-Richtlinie erreichbar (s. Kap. 8).

In Kap. 9 wird ein Monitoringkonzept für die Makrophyten des Schaalsees und seiner Nebengewässer gemäß FFH-Richtlinie und EG-WRRL vorgestellt. Das Monitoring erfolgt anhand der bei der Erfassung (s. Kap. 4, 5) und Bewertung (s. Kap. 6) verwendeten Parameter. Unterschieden wird zwischen dem Monitoring für die gesamte Seefläche und dem Detail-Monitoring. Das Detail-Monitoring ermöglicht, in ausgewählten Flächen feinmaßstäbliche Veränderungen zu dokumentieren. Treten hierbei gravierende Verschiebungen auf, sollte das Monitoring der gesamten Seefläche wiederholt und die Beeinträchtigungen erfasst werden.

In Kap. 10 wird eine Handlungsanweisung für die Makrophyten-Untersuchung in Seen in Schleswig-Holstein dargestellt.

13 Danksagung

Peter Bolbrinker (Altkalen) überprüfte einige kritische Belege und gab Hinweise. Frau Annelies Gräfin von Bernstorff (Stintenburg) stellte ihren Bootsteg für unser Boot als Liegeplatz zur Verfügung und gab viele wertvolle Hinweise. Das Biosphärenreservat Schaalsee stellte ein Boot nebst Fahrer für die Untersuchungen im Biosphärenreservat zur Verfügung. Alle Eigentümer ermöglichten die Untersuchung des Schaalsees und seiner Nebengewässer. Frau Anja Abdank (LUNG MVP, Güstrow), Dr. Jens Pätzolt (LUA Brandenburg) stellten Unterlagen zur Verfügung und erteilten Auskünfte. Prof. Dr. G. Friedrich (Krefeld) gab Auskünfte zur Grünalgen. Allen Personen sei herzlich gedankt.

14 Literatur

- BERG, C., DENGLER, J., ABDANK, A., ISERMANN, M. 2004: Die Pflanzengesellschaften Mecklenburg-Vorpommern und ihre Gefährdung. 2 Bände. Weissdorn-Verlag, Jena
- BFN (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ) (Hrsg.) 1996: Rote Liste der gefährdeten Pflanzen Deutschlands. Schriftenreihe für Vegetationskunde 28: 744 S.
- BFN (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ) 2004: Die Bewertungsschemata für die Standgewässer-Lebensraumtypen der FFH-Richtlinie.
http://www.bfn.de/0316_akgwaesser.html
- BLINDOW, I. 1991: Interactions between submerged macrophytes and microalgae in shallow lakes. Dissertation Lund: 107 pp.
- BLÜMEL, C. 1990: unveröff. Daten. In: LESKE et al. 2005.: Bibliographie „Submerse Makrophyten in Seen Mecklenburg-Vorpommerns“. Botanischer Rundbrief für Mecklenburg-Vorpommern 40: 79-104
- BLÜMEL, C., RAABE, U. 2004: Vorläufige Checkliste der Characeen Deutschlands. Rostocker Meeresbiologische Beiträge 13: 9-26, Rostock
- CASPER, S. J., KRAUSCH, H.-D. 1980/1981: Pteridophyta u. Anthophyta, 1. & 2. Teil, Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd. 23 & 24
- CHAMBER, P. A., KALFF, J. 1985: Depth Distribution and Biomass of Submersed Aquatic Macrophyte Communities in Relation to Secchi Depth. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 42: 701-709
- DOLL, R. 1980: Der Große Gollin-See im Kreis Templin. Feddes Repertorium 91: 127-140, Berlin
- DOLL, R. 1982: Der Tiefe und der Faule See im Kreis Templin. Archiv der Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg 22: 69-85
- DOLL, R. 1983: Die Vegetation des Großen Fürstener Sees im Kreis Neustrelitz. Gleditschia 10: 241-267
- DOLL, R. 1989: Die Pflanzengesellschaften der stehenden Gewässer im Norden der DDR Teil I. Die Gesellschaften des offenen Wassers (Characeen-Gesellschaften). Feddes Repertorium 100: 281-324
- ECORING & LANAPLAN 2005: Makrophyten und Phytobenthos in Seen > 50 ha in Rheinland-Pfalz, unveröff. Gutachten im Auftrag des LUWG Rheinland-Pfalz
- FARTMAN, T., GUNNEMANN, H., SALM, P., SCHRÖDER, E. 2001: Berichtspflichten in Natura-2000-Gebieten. Angewandte Landschaftsökologie 42: „ Bände

- GRUBE, D. 1991: Aufnahme und Kartierung der submersen makrophytischen Vegetation des Schaalsees. Unveröff. Gutachten im Auftrag des Landesamtes für Wasserhaushalt und Küsten Schleswig-Holstein.
- HAMANN, U. 2004: Einschätzung des ökologischen Zustandes anhand der Makrophyten. Jahresbericht 2003 des LANU Schleswig-Holstein: 95-101, Flintbeck
- HAMANN, U., GARNIEL, A. 2000: Die Armleuchteralgen Schleswig-Holsteins - Rote Liste: 50 S., hrsg. vom LANU Schleswig-Holstein, Flintbeck
- HOESCH, A., BUHLE, M. 1996: Ergebnisse der Makrophytenkartierung Brandenburgischer Gewässer und Vergleich zum Trophiestufensystem der TGL. Beiträge zur angewandten Gewässerökologie Norddeutschlands 2: 84-101
- HUBER, W., MELZER, A. RAEDER, U. 1994: Wirkung anthropogener Stressoren auf photoautotrophe Organismen und Produktion. In: GUNKEL, G. 1994 (Hrsg.): Bioindikation in aquatischen Ökosystemen: 152-166., G. Fischer/Jena, Stuttgart
- HUSTEDT, F. 1950: Die Diatomeenflora norddeutscher Seen mit besonderer Berücksichtigung des holsteinischen Seengebietes. Arch. Hydrobiol. 43: 329-456, Stuttgart
- JARMATZ, K., MÖNKE, R. 2000: Biosphärenreservat Schaalsee – Bestandteil eines länderübergreifenden Projektes von gesamtstaatlich repräsentativer Bedeutung. - Naturschutzarbeit in Mecklenburg-Vorpommern 43 (1): 54-59, Schwerin.
- KABUS, T. 2004: Bewertung mesotroph-alkalischer Seen in Brandenburg vor dem Hintergrund der EU-FFH-Richtlinie anhand von Armleuchteralgen. Rostocker Meeresbiol. Beiträge 13: 115-126
- KIFL (KIELER INSTITUT FÜR LANDSCHAFTSÖKOLOGIE) 2002: Dieksee-Studie Band I: Grundlagen für eine gemeinsame Umsetzung von Wasser-Rahmenrichtlinie und FFH-Richtlinie: Vegetation der Seen Schleswig-Holsteins, unveröff. Gutachten im Auftrag des LANU Schleswig-Holstein, Flintbeck/Kiel
- KOHLER, A. 1978: Methoden der Kartierung von Flora und Vegetation von Süßwasserbiotopen. Landschaft und Stadt 10: 73-85
- KOHLER, A. 1982: Wasserpflanzen als Belastungsindikatoren. Decheniana-Beihefte 26: 31-42
- KOPERSKI, M., SAUER, M., BRAUN, W., GRADSTEIN, S. R. 2000: Referenzliste der Moose Deutschlands. Schriftenreihe für Vegetationskunde 34: 519 S., Bonn
- KRAUSCH, H. D. 1964: Die Pflanzengesellschaften des Stechlinsee-Gebietes I. Die Gesellschaften des offenen Wassers. Limnologica 2: 145-203. Berlin.
- KRAUSE, E. H. L. 1893: Mecklenburgische Flora: 248 S., Rostock
- KRAUSE, W. 1981: Characeen als Bioindikatoren für den Gewässerzustand. Limnologica 13: 399-418, Berlin
- KRAUSE, W. 1985: Über die Standortsansprüche und das Ausbreitungsverhalten der Stern-Armlauchteralge *Nitellopsis obtusa* (DESWAUX) J. GROVES. Carolina 42: 31-42
- KRAUSE, W., 1997: Charales (Charophyceae). In: Ettl, H., Gärtner, G., Heynig, H., Mollenhauer, D. (Hrsg.): Süßwasserflora von Mitteleuropa 18. - G. Fischer, Jena/Stuttgart /Lübeck/Ulm: 202 S.
- LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser) 1998: Gewässerbewertung – stehende Gewässer. Vorläufige Richtlinie für eine Erstbewertung von natürlich entstandenen Seen nach trophischen Kriterien: 74 S., Schwerin
- LAWAKÜ (LANDESAMT FÜR WASSERHAUSHALT UND KÜSTEN) SCHLESWIG-HOLSTEIN (Hrsg.) 1994: Schaalsee – Bericht über die Untersuchung des Zustandes des Schaalsees von März 1990-Mai 1991: 2 Bände, Kiel
- LESKE, S., BERG, C., KABUS, T., TÄUSCER, L. 2005 : Bibliografie „Submerse Makrophyten in Seen Mecklenburg-Vorpommerns“. Botanischer Rundbrief für Mecklenburg-Vorpommern 40: 79-104

- LUA (Landesumweltamt) BRANDENBURG 2002: Lebensräume und Arten der FFH-Richtlinie in Brandenburg. Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg 1: 175 S.
- LUA NRW 2006: Klassifikation und Bewertung der Makrophytenvegetation der großen Seen in Nordrhein-Westfalen gemäß EU-Wasser-Rahmen-Richtlinie, LUA Merkblätter, im Druck
- LUNG (Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie) MECKLENBURG-VORPOMMERN 2004: „Kartierverfahren zur Bestandsaufnahme des Strukturzustandes der Ufer von Seen ≥ 50 ha in Mecklenburg-Vorpommern“, Güstrow, unveröff.
- LUNG (Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie) MECKLENBURG-VORPOMMERN 2005: Entwurf für ein Kartier- und Bewertungsverfahren für die aquatischen LRT der FFH-Richtlinie in Mecklenburg-Vorpommern, Güstrow, unveröff.
- MATHES, J., PLAMBECK, G., SCHAUMBURG, J. 2005: Die Typisierung der Seen in Deutschland zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie. Limnologie aktuell 11: 28-36
- MAUERSBERGER, H., MAUERSBERGER, R. 1996: Die Seen des Biosphärenreservats „Schorfheide-Chorin“ – eine ökologische Studie. Dissertation Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald
- MAUERSBERGER, R. 2002: Der Referenzzustand – Merkmale naturnaher See-Ökosysteme am Beispiel von NO-Deutschland. NNA-Berichte 2/2002: 65-76
- MELZER, A. 1994: Möglichkeiten einer Bioindikation durch submerse Makrophyten – Beispiele aus Bayern. Beiträge zur angewandten Gewässerökologie Norddeutschlands 1: 92-102
- MELZER, A., HARLACHER, R., HELD, K., SIRCH, R., VOGT, E. 1986: Die Makrophytenvegetation des Chiemsees. - Informationsber. Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft 4/86: 210 S. - München.
- MELZER, A., HARLACHER, R., HELD, K., VOGT, E. 1988: Die Makrophytenvegetation des Ammer-, Wörth- und Pilsensees sowie des Weßlinger Sees. - Informationsber. Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft 1/88: 266 S. - München.
- MÜLLER, R., KABUS, T., HENDRICH, L., PETZOLD, F., MEISEL, J. 2004: Nährstoffarme kalkhaltige Seen (FFH-Lebensraumtyp 3140) in Brandenburg und ihre Besiedlung durch Makrophyten und ausgewählte Gruppen des Makrozoobenthos. Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg 13: 132-143
- MUNLV NRW (Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen) 2004: Lebensräume und Arten der FFH-Richtlinie in Nordrhein-Westfalen. Beeinträchtigungen, Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen, Bewertung des Erhaltungszustandes: 170 S., Düsseldorf
- MIDDELBOE, A. L., MARKAGER, S. 1997: Depth limits and minimum light requirements of freshwater macrophytes. Freshwater Biology 37: 553-568
- NAT, E., SIMONS, J., DE LA HAYE, M. A. A., COOPS, H. 1994: Historisch en actueel verspreidingsbeeld van kranwieren in Nederland in samenhang met waterkwaliteitsfactoren, RIZA werkdocument 94.148X: 77 pp. & bijlagen
- PANKOW, H., ETZRODT, R. 1965: Bemerkungen zur Limnologie des Zarrentiner Beckens (Schaalsee). - Wiss. Ztschr. Univ. Rostock, Math.-nat. R. 14: 545-551, Rostock.
- PANKOW, H., RATTEY, F. 1963: Verbreitungskarten zur Pflanzengeographie Mecklenburgs II. Reihe. – Wiss. Z. E.-M.-Arndt-Univ. Greifswald, Math.-Naturwiss. Reihe, 12: 359–376, Greifswald
- RAABE, E. W. 1987: Atlas der Flora Schleswig-Holsteins und Hamburgs: 654 S., hrsg. von K. DIERBEN & U. MIERWALD, Wacholtz Verlag
- SAUER, F. 1937: Die Makrophytenvegetation ostholsteinischer Seen und Teiche. Soziologisch-limnologische Untersuchungen.. Arch. Hydrobiol. Suppl. 6: 431-592

- 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 Wasserrahmenrichtlinie. Schlussbericht (Januar 2004): 635 S., im Auftrag des Bundesministerium für Forschung und Bildung und der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)
- SCHAUMBURG, J., SCHRANZ, C., STELZER, D., HOFMANN, G., GUTOWSKI, A., FOERSTER, J. 2005: Handlungsanweisung für die ökologische Bewertung von Fließgewässern zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie. Stand November 2005: 113 S., im Auftrag der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)
- SCHMIDT, D. 1981: Pflanzensoziologische und ökologische Untersuchungen der Gewässer um Güstrow. - Natur und Naturschutz in Mecklenburg XVII: 1-130. Greifswald-Waren.
- SCHÖNFELDER, J. 2000: Limnologischer Zustand und Bewertung nährstoffarmer Seen in Brandenburg. Beiträge zur angewandten Gewässerökologie Norddeutschlands 4: 6-16
- SCHOKNECHT, T., DOERPINGHAUS, A., KÖHLER, R., NEUKIRCHEN, M., PARDEY, A., PETERSON, J., SCHÖNFELDER, J., SCHRÖDER, E., UHLEMANN, S. 2004: Empfehlungen für die Bewertung von Standgewässer-Lebensraumtypen nach Anhang I der FFH-Richtlinie. Natur und Landschaft 79: 324-326
- SIMONS, J., LOKHORTS, G.M., BEEM, A.P. VAN 1999: Benthische Zoetwateralgen in Nederland: 280 pp., KNNV Uitgeverij, Utrecht
- SONDER, C. 1890: Die Characeen der Provinz Schleswig-Holstein und Lauenburg nebst eingeschlossenen fremden Gebietsteilen: 63 S., Diss. Universität Rostock
- SPIESS, H.-J. 2004: Die submerse Vegetation des Stechlinsees - Methodik und Ergebnisse einer Tauchkartierung. Artenschutzreport 15: 39-44
- SPIESS, H.-J., BOLBRINKER, P. 2001: Monitoring submerser Makrophyten in nährstoffarmen Klarwasser-Seen in Mecklenburg-Vorpommern. Artenschutzreport 11/2001: 67-71
- SPIESS, H.-J., BOLBRINKER, P., LÄMMEL, D. 1999: Monitoring nährstoffarmer Seen in Mecklenburg-Vorpommern durch Ermittlung und Beschreibung der submersen Makrophyten in ausgewählten FFH-Gebieten. - Berichte Naturschutzarbeit in Mecklenburg-Vorpommern 42: 35-40. Neuenkirchen.
- SPIESS, H.-J., BOLBRINKER, P., LÄMMEL, D., NEUBERT, F., RIEDL, P. 2000-2004: Monitoring submerser Makrophyten nährstoffarmer Seen in Mecklenburg-Vorpommern durch Ermittlung und Beschreibung der submersen Makrophyten in ausgewählten FFH-Gebieten, unveröff. Gutachten im Auftrag des Umweltministerium des Landes Mecklenburg-Vorpommern, Abteilung Naturschutz und Landschaftspflege
- STELZER, D. 2003: Makrophyten als Bioindikatoren zur leitbildbezogenen Seenbewertung – Ein Beitrag zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Deutschland. Diss. Techn. Univ. München. 99 S. + Anhang.
- STROEDE, W. 1931/32: Ökologie der Characeen: 100 S., Berlin.
- SUCCOW, M., KOPP, D., 1985: Seen als Naturraumtypen. Petermanns Geogr. Mitt. 3: 161-170
- SSYMANK, A., HAUKE, U., RÜCKRIEM, C., SCHRÖDER, E. 1998: Das europäische Schutzgebietssystem Natura 2000. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 53: 560 S, Bonn-Bad Godesberg
- TRAPP, S. 1997: Kartierungen der submersen Makrophyten einiger Teile des Schaalsees. Unveröff. Gutachten im Auftrag des Amtes für das Biosphärenreservat Schaalsee
- TRAPP, S. 1995: Wasserpflanzen Bremer Seen und ihr Verhältnis zur Gewässergüte. - Abh. Naturw. Verein Bremen 43: 165-177, Bremen
- TRAPP, S. 2002: Die submerse Vegetation des Borkener Sees und ihr Zusammenhang mit Gewässergüte und Gewässergenese. Botanik und Naturschutz in Hessen 15: 39-46, Frankfurt

- VAHLE, H.-C. 1990: Grundlagen zum Schutz der Vegetation oligotropher Stillgewässer in Nordwestdeutschland. Naturschutz Landschaftspflege Niedersachsen 22: 157 S., Hannover
- WEBER-OLDECOP, D. W. 1974: *Elodea nuttallii* (Planch.) St. John im Maschsee bei Hannover. Göttinger Floristische Rundbriefe 8: 63-64
- WEYER, K. VAN DE 2002: Bestimmungsschlüssel für die aquatischen Makrophyten in Nordrhein-Westfalen: 42 S. & Anhang, Polykopie, Nettetal
- WEYER, K. VAN DE, SCHMIDT, C. 2006: Bestimmungsschlüssel für die aquatischen Makrophyten in Deutschland, i. Vorb.
- WISSKIRCHEN, R., HAEUPLER, H. 1998 (Hrsg.): Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands: 765 S., Ulmer/Stuttgart (Hohenheim)

Anhang

Tab. 2-1: Lage der Probestellen für die Tauchuntersuchungen und Diatomeen-Proben

Tab. 3-1: Liste der nachgewiesenen Makrophyten des Schaalsees und seiner Nebengewässer, Stand: 30.11.2005

Tab. 3-2: Liste der nachgewiesenen Makrophyten-Arten der Roten Liste (Schaalsee und Nebengewässer), Stand: 30.11.2005

Tab. 3-3: Vergleich der nachgewiesenen aquatischen Makrophyten des Schaalsees und seiner Nebengewässer mit bisherigen Funden

Tab. 4-3: Tiefengrenzen der Makrophyten (Tauchuntersuchungen und Übersichtskartierung)

Makrophyten-Linientransekte (Excel und Access)

Tab. 9-3: Ergebnisse der Bewertung der Linientransekte nach SCHAUMBURG et al. (2004)

Ergebnisse der Übersichtskartierung (CD)

Karte 1: Lage der Tauchtransekte und Diatomeen-Probestellen

Karte 2: Karte der Vegetationszonen des Schaalsees und seiner Nebengewässer

Karte 3: Beispiel für Unterschiede zwischen DGK 5 und Tiefenkarte

Karte 4: Beispiel für Unterschiede zwischen Tiefenkarte und SUB-GPS-Kartierung

Verbreitungskarten der aquatischen Makrophyten (Schaalsee und Nebengewässer), Stand: 30.11.2005