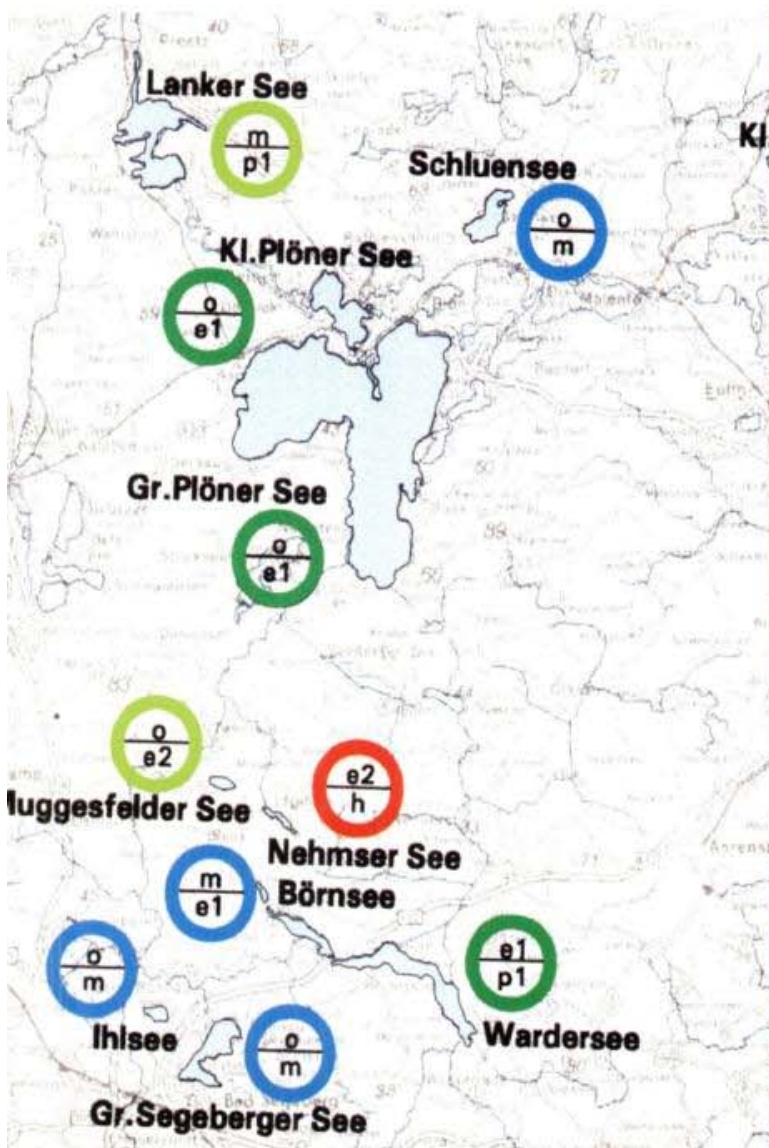


# Seenbewertung in Schleswig-Holstein

Erprobung der „Vorläufigen Richtlinie für die Erstbewertung von natürlich entstandenen Seen nach trophischen Kriterien“ der LAWA an 42 schleswig-holsteinischen Seen



## **Inhaltsverzeichnis**

	Seite
Kurzfassung	3
Einleitung	5
Kurzbeschreibung der LAWA-Richtlinie	6
Klassifizierung und Bewertung von 42 schleswig-holsteinischen Seen	8
Zustand der schleswig-holsteinischen Seen im Überblick	44
Die Entwicklung ausgewählter Seen im Lichte des LAWA-Bewertungssystems	48
Kritische Betrachtung der Anwendung des LAWA-Bewertungssystems	50
Zusammenfassung	52
Literaturverzeichnis	53
Anhang	57

## Liste der ausgewerteten Seen

Seename	Seite
Arenholzer See	12
Bordesholmer See	19
Borgdorfer See	19
Börnsee	30
Brahmsee	17
Bültsee	13
Dobersdorfer See	22
Drüsensee	38
Gammellunder See	12
Grammsee	42
Großer Benzer See	24
Großer Plöner See	25
Großer Segeberger See	33
Gudower See	35
Havetofter See	11
Hemmelmarker See	14
Hemmelsdorfer See	33
Ihlsee	32
Kleiner Benzer See	24
Kleiner Plöner See	26
Lankauer See	41
Lanker See	26
Lüttauer See	38
Muggesfelder See	28
Nehmser See	30
Passader See	23
Sarnekower See	37
Schaalsee	42
Schluensee	27
Schmalsee	39
Schulsee	39
Selenter See	20
Stadtsee	40
Südensee	10
Waldhusener Moorsee	34
Wardersee (SE)	31
Wardersee (RD)	18
Westensee	16
Winderatter See	10
Wittensee	14
Ziegelsee	40

## Kurzfassung

Im April 1999 wurde von der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) die vorläufige Richtlinie für eine Erstbewertung von natürlich entstandenen Seen nach trophischen Kriterien veröffentlicht. Mit diesem System wird der Referenzzustand eines Sees ermittelt, der sich aus den natürlichen Gegebenheiten wie Einzugsgebietsgröße, Bodenbeschaffenheit und Seebeckenmorphologie herleitet, und dem Ist-Zustand gegenübergestellt. Aus der Diskrepanz ergibt sich die Bewertung und so auch der Handlungsbedarf zum Schutz des Sees. Um zu beurteilen, inwieweit die Bewertungsrichtlinie auf die schleswig-holsteinischen Seen anwendbar ist, wurden 42 Seen des Landes klassifiziert und bewertet. Zur Plausibilitätskontrolle des errechneten Ist-Zustandes wurden biologische Parameter wie das Plankton, Zoobenthon und die Unterwasservegetation herangezogen.

Es stellte sich heraus, dass von den ausgewerteten Seen 12 Gewässer potentiell natürlich oligotroph sind. Diese sind ohne Ausnahme geschichtete Seen mit einer mittleren Tiefe von mindestens 4,9 m. Elf etwas flachere Seen haben einen mesotrophen potentiell natürlichen Zustand. Sieben davon sind geschichtet, vier polymiktisch. 14 schwach oder ungeschichtete Seen besitzen einen leicht eutrophen Referenzzustand und fünf sehr flache Seen sind potentiell natürlich stark eutroph.

Der tatsächliche Ist-Zustand der Seen stellte sich anders dar. Fast alle waren anthropogen beeinflusst. Keines der Gewässer war oligotroph. Sieben Seen waren zur Zeit der Untersuchung mesotroph, acht Seen schwach eutroph, 15 Seen stark eutroph, sieben Seen schwach polytroph, drei Seen stark polytroph und zwei Seen sogar hypertroph. Es zeigte sich, dass flache Seen einerseits natürlicherweise nährstoffreicher sind als tiefe geschichtete Seen, andererseits aber auch produktiver auf eine zusätzliche Phosphorbelastung reagieren. Den stark polytrophen oder sogar hypertrophen Zustand und somit die Bewertungsstufen 5 und 7 erreichten bei den 42 untersuchten Seen nur die ungeschichteten Gewässer.

Die Mehrzahl der untersuchten Seen lag also zwischen den Bewertungsstufen 2 und 3. Fast alle 42 Seen wichen von ihrem potentiell natürlichen Zustand ab. Die meisten waren aber nur mäßig stark verändert, so dass sie mit einem nicht all zu großen Aufwand saniert werden können. Die Seen mit den Bewertungsstufen 4, 5 oder 7 sind oder waren in der Vergangenheit häufig überdurchschnittlich stark mit Abwasser belastet. Da dort aber in den meisten Fällen bereits entsprechende Sanierungsmaßnahmen im Bereich der Abwasserreinigung durchgeführt worden oder zumindest geplant sind, kann mit einer Entlastung der entsprechenden Gewässer gerechnet werden.

Das Ergebnis der Bewertung spiegelt jedoch nicht ganz die Verhältnisse in Schleswig-Holstein wider. Die kleinen flachen und daher häufig nährstoffreichen Seen sind unterrepräsentiert.

Bei der Klassifikation und Bewertung der einzelnen Seen ergaben sich einige Probleme. So war es bei einigen Seen schwer, sie eindeutig einem Schichtungstyp zuzuordnen. Dieses ist aber notwendig, da geschichtete und ungeschichtete Seen unterschiedliche Korrelationen zwischen Chlorophyll *a*, Sichttiefe und Phosphor aufweisen. Des weiteren wichen die beiden, nach zwei verschiedenen Ansätzen ermittelten, Referenzzustände häufig voneinander ab, so dass entsprechend der Richtlinie sehr häufig Einzelfallprüfungen durchgeführt werden müssten. Entsprechende Informationen, wie zum Beispiel paläolimnologische Untersuchungen, sind jedoch selten vorhanden. Ebenso problematisch ist die Datenlage bezüglich der Bodenbeschaffenheit in den Einzugsgebieten und des Wasserhaushaltes der Seen.

Trotzdem kam die Klassifikation und Bewertung der 42 ausgewählten Seen zu realistischen und nachvollziehbaren Ergebnissen. Ein Vergleich der errechneten trophischen Situation mit anderen biologischen Parametern ergab in den meisten Fällen plausible Ergebnisse.

Auch konnte gezeigt werden, dass das Bewertungssystem eine Verbesserung des trophischen Zustandes einzelner Seen, in deren Einzugsgebieten die Abwasserreinigung optimiert wurde, darstellen kann. Es ist also entsprechend fein abgestuft, so dass auch Teilerfolge einer Sanierung dokumentiert werden können. So ergab sich beim Bordesholmer See eine Verbesserung der Bewertung von 5 auf 3, und beim Dobersdorfer, Passader und Wittensee von 4 auf 3.

Wie jedoch in der Richtlinie mehrfach erwähnt, darf nicht vergessen werden, dass dieses Bewertungssystem nur für eine Ersteinschätzung eines Standgewässers zu nutzen ist. Sie soll keine umfangreiche Untersuchung z.B. als Vorbereitung von Sanierungsmaßnahmen ersetzen. Sie stellt aber sicherlich eine gute und praktikable Möglichkeit dar, einen Gesamtüberblick über die Situation einer größeren Zahl von Seen zu erhalten.

## Einleitung

Für Fließgewässer existiert seit vielen Jahren das System der Gewässergüteklassen, das sich trotz aller Kritik als ein brauchbares Instrument bei der politischen, administrativen und praktischen Durchsetzung von Gewässerschutzmaßnahmen erwiesen hat. Ein Klassifikationssystem für stehende Gewässer mit ähnlicher Zielsetzung gab es bisher nur in der ehemaligen DDR. Dieses war jedoch in hohem Maße nutzungsbezogen und führte keine Trennung von Klassifikation und Bewertung durch. Aufgabe eines LAWA-Arbeitskreises war daher die Erarbeitung eines einheitlichen, allgemein anwendbaren, naturwissenschaftlich begründeten Bewertungssystems für stehende Gewässer. Und da sich der Seenschutz nicht auf wenige, vielleicht wirtschaftlich besonders bedeutsame Einzelobjekte beschränken darf, sondern möglichst flächendeckend sein muss, ergaben sich an dieses Bewertungssystem folgende Anforderungen:

1. Es muss praktikabel, das heisst, mit einem personell und finanziell vertretbaren Aufwand durchführbar sein.
2. Es muss bundesweit auf eine möglichst große Zahl von Standgewässern anwendbar sein.
3. Es muss naturwissenschaftlich begründet und damit objektiv nachvollziehbar sein.
4. Es muss im Hinblick auf das Ziel Gewässerschutz und dessen Durchsetzung allgemein verständlich sein.

Die Bewertung sollte vorrangig anhand der trophischen Situation erfolgen, denn die anthropogen bedingte Eutrophierung und die damit verbundenen Veränderungen der Gewässerökosysteme sind weltweit das verbreitetste und vielfach gravierendste Problem stehender Gewässer. Aus diesem Grund ist die Richtlinie auch vorerst nicht für jedes natürliche Standgewässer (zum Beispiel nicht für dystrophe oder makrophytendominierte Seen) anwendbar. Es ist daher wünschenswert, dass später andere biologische Parameter wie die Unterwasservegetation und das Zoobenthon mit in das Bewertungssystem einfließen.

Die Anzahl der Seen, von denen vergleichbares Datenmaterial vorliegt, ist bisher leider zu gering, um darauf ein endgültiges Bewertungssystem zu begründen. So ist unter anderem zu prüfen, welche weiteren Kriterien zur Beschreibung des Referenzzustandes geeignet sind. Die Anwendung des vorliegenden Entwurfs der Richtlinie, der im April 1999 erschienen ist, soll daher als Testlauf in möglichst breiter Anwendung die erforderlichen Daten aus den einzelnen Bundesländern liefern.

Aus diesem Grund wurden 42 schleswig-holsteinische Seen mit Hilfe der Richtlinie klassifiziert und bewertet. Es wurde versucht, mit Hilfe von biologischen Parametern, wie der Zusammensetzung und Verbreitung des Zoobenthon, des Planktons und der Unterwasservegetation, abzuschätzen, inwieweit die Klassifikation den vorgefundenen Verhältnissen entspricht. Das Ergebnis zeigt einen recht guten, vielleicht nicht ganz repräsentativen Überblick über den Zustand der schleswig-holsteinischen Seen.

## Kurzbeschreibung der LAWA-Richtlinie

Neben den grundlegenden Arbeiten von THIENEMANN (1922), NAUMANN (1932) und VOLLENWEIDER (OECD 1982) bildet der in der ehemaligen DDR entwickelte Fachbereichsstandard TGL 27885/01 „Nutzung und Schutz der Gewässer - stehende Binnengewässer - Klassifizierung“ (1982) eine wesentliche Grundlage des Bewertungssystems. Auffallend gegenüber anderen Systemen ist der stark reduktionistische Ansatz. Die Trophieklassifikation wird nur anhand weniger Parameter (Chlorophyll a, Sichttiefe, Gesamt-Phosphor) vorgenommen. Die LAWA-Richtlinie ist daher nur für eine Ersteinschätzung und Bewertung der trophischen Situation geeignet, nicht für eine eingehende limnologische Beurteilung. Das Bewertungssystem kann keine langfristigen Monitoringprogramme ersetzen, sondern soll nur Handlungsbedarf für anthropogen belastete Seen aufzeigen.

Da alle Trophiegrade des international üblichen dreistufigen Trophiesystems (oligo-, meso-, eutroph) unter natürlichen oder naturnahen Bedingungen vorkommen können, ist das Trophiesystem zwar zur Klassifikation, aber nicht zur Bewertung geeignet. Die **Bewertung** erfolgt vielmehr, in Übereinstimmung mit der EU-Wasserrahmenrichtlinie, aufgrund des Vergleiches des derzeitigen trophischen Ist-Zustandes mit der gewässerspezifisch zu definierenden (d.h. die individuellen Eigenschaften eines Gewässers und seines Einzugsgebietes berücksichtigenden) trophischen Situation (Referenzzustand), in der sich das betreffende Gewässer in einem unbelasteten naturnahen Zustand befinden würde (potentiell natürlicher Zustand). Maßstab der Bewertung ist die Abweichung beider Zustände voneinander.

Die quantitative Beschreibung und Klassifikation der Seen erfolgt nach dem Belastungskonzept von VOLLENWEIDER (OECD 1982), das allerdings zur Erfassung des **Ist-Zustandes** etwas modifiziert wurde. Zur Charakterisierung der Nährstoffsituation wird der Gesamt-Phosphorgehalt verwendet. Zur Beschreibung der trophischen Situation dienen die Parameter Chlorophyll a und Sichttiefe. Der obligatorische Mindestumfang der Untersuchungen umfasst vier Beprobungen pro Jahr; einmal zur Zeit der Frühjahrszirkulation und dreimal während der Vegetationsperiode zwischen Mai und September. Es wird empfohlen, das Datenmaterial aus mindestens zwei Jahren zu verwenden. Für jeden Parameter erfolgt eine Einordnung in das Trophiesystem. Zur rechnerischen Weiterverarbeitung ist eine Quantifizierung erforderlich, die über eine Indexzuweisung erfolgt. Da die einzelnen Parameter einen unterschiedlichen Aussagewert hinsichtlich der Trophieklassifikation besitzen, gehen sie unterschiedlich gewichtet in die Berechnung ein. Das Trophiesystem wird in Anlehnung an den Fachbereichsstandard TGL 27885/01 um die Trophiegrade polytroph und hypertroph ergänzt.

Die zur Quantifizierung des Trophiegrades erforderlichen Kenngrößen können nur für den Ist-Zustand eines Gewässers direkt gemessen werden. Es ist jedoch seit langem bekannt, dass ein Zusammenhang zwischen der trophischen Situation eines Sees und geographischen, hydrologischen, topographischen und morphometrischen Charakteristika von Einzugsgebiet und Seebecken besteht. Aus diesen Rahmenbedingungen lässt sich daher auf einen zu erwartenden Trophiezustand, den **potentiell natürlichen Zustand**, schließen. Er ist für jeden See individuell zu ermitteln. Dieses kann nach zwei Methoden geschehen:

1. **Referenzzustand nach dem potentiell natürlichen Phosphoreintrag:** Die absolute Höhe der in einen See gelangenden Nährstofffracht ist abhängig von der Größe des Einzugsgebietes, der Einfluss der Nährstoffe auf die trophische Situation unter anderem von der Wasseraufenthaltszeit. Diesen Zusammenhang hat schon OHLE (1965) in einer summarischen Kenngröße beschrieben, indem er die Größe des Einzugsgebietes ins Verhältnis zur Seefläche setzte. Anhand holsteinischer Seen konnte er zeigen, dass dieser „Umgebungsarealfaktor“ in direktem Zusammenhang mit der Höhe der Produktionsleistung des Sees steht. Im vorliegenden Ansatz wird dieser Sachverhalt quantifiziert und auf stofflicher Basis (Phosphor) dargestellt. Aus der Größe des See-Einzugsgebietes und der Art der Böden wird mit Hilfe von Exportkoeffizienten ein potentiell natürlicher Nährstoffeintrag abgeleitet, der nach dem VOL-

LENWEIDER-Modell (OECD 1982) eine Aussage über den zu erwarteten trophischen Zustand des Sees erlaubt.

2. **Referenzzustand nach der Seebeckengestalt:** Es besteht ein Zusammenhang zwischen der Trophie eines Sees und seiner Seebeckengestalt, insbesondere der Tiefe und des Tiefengradienten als Maß für die Schichtungsstabilität eines Sees (MIETZ & VIETINGHOFF 1994). Der statistische Zusammenhang wurde anhand der aktuellen Messdaten von 108 glazial entstandenen Seen Deutschlands ermittelt, die mehr oder weniger stark anthropogen beeinflusst sind. Die gefundenen Beziehungen beschreiben daher den Ist-Zustand, nicht aber den gesuchten potentiell natürlichen Zustand. Deshalb musste das Datenmaterial geeicht werden. Dazu wurden 51 ausgewählte glaziale Seen des Braslaver Seengebietes in Weißrußland verwendet (JAKUSCHKO 1988). Diese Seen sind geologisch gleichen Alters und geomorphologisch ähnlich strukturiert wie die Seen Norddeutschlands. Das Gebiet ist im Vergleich zu Mitteleuropa jedoch ausserordentlich dünn besiedelt. Daher ist davon auszugehen, dass sich diese Seen noch im potentiell natürlichen Zustand befinden. Mit diesen Daten wurden die statistischen Zusammenhänge zwischen der mittleren sommerlichen Sichttiefe und den seebeckenbeschreibenden Kenngrößen berechnet. Mit Hilfe der für die deutschen Seen berechneten Regressions Sichttiefe/Chlorophyll a und Sichttiefe/Gesamt-Phosphor ließ sich nun von der Referenzsichttiefe auf die anderen trophiebeschreibenden Parameter schließen, die eine Einordnung des Referenzzustandes in das Trophiesystem ermöglichen.

Im Idealfall gelangt man mit diesen zwei unabhängigen Ansätzen zu übereinstimmenden Referenzzuständen für einen See. Davon kann aber nicht in jedem Fall ausgegangen werden, da jeder Ansatz für sich allein mit einer gewissen Unsicherheit behaftet ist. Treten Unterschiede auf, so wird bei flachen, ungeschichteten Seen wegen der begründeten Unsicherheit des VOLLENWEIDER-Modells (Unterschätzung der gewässerinternen Rücklösung als Belastungsgröße) nur der morphometrieabhängige Referenzzustand zur Bewertung herangezogen. Bei geschichteten Seen sollte eine Einzelprüfung erfolgen. Können jedoch die Gründe für die Differenz nicht ermittelt werden, so ist im Sinne des Gewässerschutzes der geringere Trophiegrad als Bewertungsgrundlage heranzuziehen.

Die **Bewertung** erfolgt durch Vergleich des gemessenen Ist-Zustandes mit dem errechneten Referenzzustand. Bewertungsmaßstab ist der Abstand beider Zustände voneinander, der das Ausmaß der Veränderung des Gewässers durch anthropogene Belastungen beschreibt. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Trophieskala nicht linear ist. Die Spannen der Konzentrationsbereiche für Chlorophyll a und Gesamtphosphor nehmen mit steigender Trophie annähernd exponentiell zu, die der Sichttiefe ab.

Tabelle 1: Bewertungsstufen 1 bis 7 in Abhängigkeit vom trophischen Ist-Zustand und vom Referenzzustand eines Sees.

Symbol	Ist-Zustand						
	oligotroph	mesotroph	eutroph		polytroph		hypertroph
Referenzzustand	o	m	e1	e2	p1	p2	h
o	1	2	3	4	5	6	7
m	-	1	2	3	4	6	7
e1	-	-	1	2	3	5	7
e2	-	-	-	1	3	5	7
p1	-	-	-	-	1	4	7
p2, h	kommen definitionsgemäß als Referenzzustand nicht vor						

Die siebenstufige Bewertungsskala ist deshalb schiefastig: „1“ bedeutet, der potentiell natürliche Zustand und Ist-Zustand sind identisch und z.B. 3, die beiden Zustände weichen 2 Trophiegrade

voneinander ab. Ist jedoch ein See hypertroph, bekommt er ganz unabhängig von seinem potentiell natürlichen Zustand die Bewertungsstufe 7 (Tabelle 1).

Das Ergebnis der Trophieklassifikation wird mit Hilfe einer Plakette dargestellt, die wie folgt aufgebaut ist:

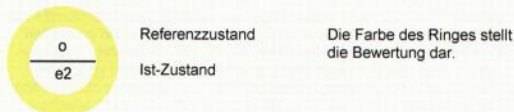


Tabelle 2: Farbliche Darstellung und Beschreibung der Bewertungsstufen.

Bewertungsstufe	Farbe	Erläuterungen
1		Referenz- und Ist-Zustand übereinstimmend; insbesondere bei oligo- und mesotrophen Seen sind alle Möglichkeiten des präventiven Gewässerschutzes zu nutzen, um den Zustand zu erhalten.
2		Referenz- und Ist-Zustand weichen einen Trophiegrad voneinander ab. Sanierungsbedarf besteht vor allem dann, wenn Aussicht besteht, den See wieder in einen oligo- oder mesotrophen Zustand zu versetzen.
3		Über die Dringlichkeit von Sanierungsmaßnahmen ist im Einzelfall zu entscheiden.
4		Dringender Handlungsbedarf. Da bei dieser Bewertungsstufe ein besonders effektiver Sanierungserfolg zu erwarten ist, sollten bei diesen Gewässern vordringlich Maßnahmen geprüft und durchgeführt werden.
5		Sanierungsmaßnahmen sind erforderlich, insbesondere bei Gewässern, deren Referenzzustand oligo- oder mesotroph ist.
6		Sanierungsmaßnahmen sind dringend erforderlich, es sollte die Verbesserung um mindestens einen Trophiegrad angestrebt werden.
7		Es ist zu prüfen, ob mit einem vertretbaren Aufwand durchführbare Sanierungsmaßnahmen Aussicht auf Erfolg haben.

## Klassifizierung und Bewertung von 42 schleswig-holsteinischen Seen

Um zu beurteilen, inwieweit die LAWA-Bewertungs-Richtlinie auf die schleswig-holsteinischen Seen anwendbar ist, wurden 42 Seen des Landes klassifiziert und bewertet. Die ausgewählten Gewässer bestanden aus tiefen geschichteten, polymiktischen, aber auch ungeschichteten Flachseen. Die Einzugsgebiete waren, bezogen auf die Seefläche, unterschiedlich groß und unterschiedlich strukturiert. Die Seen wurden entweder im Rahmen des Seenprogrammes oder des Seenkurzprogrammes untersucht. Die Datendichte war daher von See zu See unterschiedlich. Im einzelnen ergaben sich die nachfolgenden Ergebnisse (die Bewertungsbögen sind im Anhang zu finden). Dabei sind die Seen nach ihren Flusssystemen geordnet.



1:200000

Abbildung 1: Ausgewertete Seen im Kreis Schleswig-Flensburg und Kreis Rendsburg-Eckernförde (Winderatter See, Südensee, Havetofter See, Gammellunder See, Arenholzer See, Bültsee, Hemmelmarker See)

### Winderatter See

Der Winderatter See liegt im Herzen des Naturraumes Angeln nordwestlich von Sörup (Abbildung 1). Die Entstehung des Sees geht auf eine subglaziale Rinne zurück (siehe Südensee). Der See ist 0,24 km<sup>2</sup> groß und maximal 2,2 m tief. Seine mittlere Tiefe beträgt 1,2 m. Er wird von der Kielsau, einem der Ursprungsbäche der Treene, durchflossen. Sein Einzugsgebiet ist mit einem Umgebungsarealfaktor von 49 sehr groß.

1. Referenzzustand nach VOLLENWEIDER:	mesotroph
2. Referenzzustand nach Morphometrie	<b>eutroph 2</b>
3. Ist-Zustand (1998):	hypertroph
4. Bewertung:	7

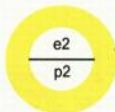


⇨ Die errechneten **Referenzzustände** weichen um zwei Trophiegrade voneinander ab. Da der See sehr flach und somit im Sommer ungeschichtet ist, gilt der Morphometrie-Ansatz. Der Referenzzustand ist eutroph 2. Sein **Ist-Zustand** ist mittlerweile hypertroph. Die Sichttiefen waren mit 0,3 m ganzjährig sehr niedrig, die Phosphorkonzentrationen vor allen Dingen im Sommer (0,43 mg/l P) sehr hoch. Eine Schwimmblatt- und Tauchblattzone fehlte, das Sediment wies Faulschlammsschichten auf. Die Besiedlung durch das Makrozoobenthon war jedoch vergleichsweise gut. Als dominierende Taxa zeigten sich in allen untersuchten Tiefen die Oligochaeten sowie die Büschelmücke *Chaoborus flavicans*. In geringen Dichten waren konstant auch die Zuckmückenlarven der *Chironomus plumosus*-Gruppe vorhanden. Es ergibt sich trotzdem eine **Bewertung** von 7, der See ist stark belastet, und es ist zu prüfen, ob Sanierungsmaßnahmen Aussicht auf Erfolg haben. Die Abwasserbeseitigung trägt mit 24 % zu der Gesamtposphorbelastung des Sees bei. Die Sanierung der noch nicht nachgerüsteten Hauskläranlagen sollte aber auf jeden Fall prioritär durchgeführt werden. Auch ist positiv zu bewerten, dass in der Umgebung des Winderatter Sees bereits landwirtschaftlich genutzte Flächen aufgekauft und nun extensiv bewirtschaftet werden.

### Südensee

Der Südensee gehört zur nordangeliter Seengruppe, zu der auch der Sankelmarker See, der Ruder See, der Treßsee, der Winderatter See und der Havetofter See zählen (Abbildung 1). Entstehungsgeschichtlich ist er ein Rest einer glazialen Abflussrinne. Die Seefläche beträgt 0,64 km<sup>2</sup>. Maximal ist der Südensee 3,6 m, im Mittel 2,2 m tief. Die Zuflüsse sind die von Norden fließende Südenseeau und die von Osten kommende Löstrupau. Trotz seiner Nähe zur Ostsee entwässert er über die Treene in Richtung Nordsee. Sein Einzugsgebiet ist mit einem Umgebungsarealfaktor von 21 groß.

1. Referenzzustand nach VOLLENWEIDER:	mesotroph
2. Referenzzustand nach Morphometrie	<b>eutroph 2</b>
3. Ist-Zustand (1985):	polytroph 2
4. Bewertung:	5



- ⇨ Beide **Referenzzustände** weichen um zwei Trophiegrade voneinander ab. Da der Südensee ungeschichtet ist, gilt der Morphometrie-Ansatz; der See ist potentiell natürlich „stark eutroph“. Nach seinen Nährstoff- und Chlorophyll a-Konzentrationen ist er jedoch mittlerweile stark polytroph (LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN 1989a). Die Phosphorkonzentration lag im Frühjahr bei 0,23 mg/l P, im Sommer sogar bei 0,41 mg/l P. Die Sichttiefe betrug in der Vegetationsperiode 0,6 m. Das Plankton wurde von Blaualgen dominiert. Im Frühsommer kam es zu einer Massenentwicklung von *Microcystis wessenbergii*. Unterwasserpflanzen fehlten wahrscheinlich aufgrund der geringen Transparenz des Wassers. Mit einer Trophiestufe von polytroph 2 gilt der Südensee als stark degeneriert, deshalb ergibt sich eine **Bewertung** von 5, obwohl der Referenzzustand bei eutroph 2 liegt. Daraus ist zu erkennen, dass die Phosphorkonzentration stark reduziert werden müsste, um die Produktion zu vermindern. Maßnahmen im Bereich Abwasserbeseitigung sind bereits durchgeführt worden, so dass nun der Schwerpunkt der Sanierung auf dem flächenhaften Eintrag liegen muss.

### Havetofter See

Der Havetofter See liegt im Übergangsbereich zwischen dem Östlichen Hügelland und der Geest in einer meist flachen, zum Teil auch stärker reliefierten Landschaft (Abbildung 1). Der 0,12 km<sup>2</sup> große See ist oval mit der tiefsten Stelle von 6,3 m am nordöstlichen Rand. Seine mittlere Tiefe beträgt nur 3,3 m. Er ist daher im Sommer nur zeitweise schwach geschichtet. Sein Einzugsgebiet ist mit einem Umgebungsarealfaktor von 30 mäßig groß. Der See besitzt drei Zuläufe. Die Mündung des Mühlenbaches im Westen, die mehr als die Hälfte des Einzugsgebietes entwässert, liegt unmittelbar am Ablauf des Sees. Dieser Ablauf wird durch eine alte Mühle künstlich beeinflusst.

- |                                       |                  |
|---------------------------------------|------------------|
| 1. Referenzzustand nach VOLLENWEIDER: | mesotroph        |
| 2. Referenzzustand nach Morphometrie  | <b>eutroph 1</b> |
| 3. Ist-Zustand (1993):                | eutroph 2        |
| 4. Bewertung:                         | <b>2</b>         |



- ⇨ Beide **Referenzzustände** weichen um einen Trophiegrad voneinander ab. Da der See ungeschichtet ist, gilt der Morphometrie-Ansatz. Der potentiell natürliche Zustand des Havetofter Sees ist also eutroph 1. Eine Untersuchung ergab, dass die Produktivität des Sees hoch war (LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN 1993). Die Phosphorkonzentrationen lagen in der Vegetationsperiode mit 0,08 mg/l P allerdings nur mäßig hoch. Es wurden aber geringe Sichttiefen (1 m) und ausgeprägte Algenblüten festgestellt. Im Sommer wurde über dem Grund kaum noch Sauerstoff festgestellt, obwohl die Temperaturschichtung nur sehr schwach war. Unterwasserpflanzen konnten sich nur im Uferbereich auf kiesig-sandigem Untergrund ansiedeln. Dort fanden sich artenarme Bestände mit Wasserstern und Wasserhahnenfuß. Der berechnete **Ist-Zustand** von „eutroph 2“ entspricht also den dortigen Verhältnissen. Die **Bewertung** liegt bei 2; der Handlungsbedarf ist nicht vorrangig. Im Bereich der Abwasserbeseitigung hat sich seit 1993 bereits eine Verbesserung durch Nachrüstung der Hauskläranlagen ergeben, so dass der Anteil des Abwassers am Phosphor-Eintrag auf den allerdings noch immer hohen Anteil von 24 % gesunken ist. Die Uferbeweidung sollte jedoch möglichst eingestellt werden.

### Gammellunder See

Der Gammellunder See liegt im Naturraum Schleswiger Vorgeest im Bereich des Idstedter Sanders (Abbildung 1). Die Größe beträgt 0,26 km<sup>2</sup>. Die maximale Tiefe liegt bei 3,2 m. Im Mittel ist er 1,7 m tief. Sein Einzugsgebiet ist mit einem Umgebungsarealfaktor von 25,4 mäßig groß. Der See wird von Osten nach Westen durchflossen. Die Böden im Einzugsgebiet sind im wesentlichen sandig, im Südwesten lagert Bruchwaldtorf.

- |                                       |                  |
|---------------------------------------|------------------|
| 1. Referenzzustand nach VOLLENWEIDER: | mesotroph        |
| 2. Referenzzustand nach Morphometrie  | <b>eutroph 2</b> |
| 3. Ist-Zustand (1998):                | eutroph 2        |
| 4. Bewertung:                         | <b>1</b>         |



⇨ Auffällig ist, dass die beiden **Referenzzustände** um zwei Trophiegrade voneinander abweichen. Da der Gammellunder See jedoch ein ungeschichteter See ist, gilt der Morphometrie-Ansatz. Der See ist also potentiell natürlich eutroph 2. Auch der gemessene **Ist-Zustand** liegt im gleichen Trophiebereich. Die Phosphorkonzentrationen lagen im Sommer bei 0,95 mg/l P, die Sichttiefen betragen knapp 1 m. Der bis zu 30 m breite, von Schilf aufgebaute Röhrichgürtel ist nahezu lückenlos und ungestört. Der See beherbergt außerdem in einer 20 bis 80 m breiten Tauchblattzone bis in 2 m Wassertiefe Wasserpflanzen, die typisch sind für nährstoffreiche Gewässer. Dazu gehören als landesweit gefährdete Arten das Zwerg-Laichkraut, das Ährige Tausendblatt und die Gegensätzliche Armeleuchteralge. Der Seegrund ist teilweise mit Faulschlamm bedeckt. Die Besiedlung durch das Makrozoobenthon war jedoch vergleichsweise gut. Unterhalb von 3 m Wassertiefe dominierte *Chironomus plumosus* mit einer stabilen Population. Die **Bewertung** ist also 1; laut Richtlinie ist kein Handlungsbedarf vorhanden. Um den Zustand des Sees jedoch zu erhalten, ist es sinnvoll, die Nährstoffeinträge in den See zu reduzieren. Im Bereich der Abwasserreinigung sind bereits Maßnahmen geplant.

### Arenholzer See:

Der Arenholzer See liegt nordwestlich von Schleswig am Rand zwischen Jungmoränengebiet und Sandergeest (Abbildung 1). Er ist 0,82 km<sup>2</sup> groß und im Mittel 4,3 m tief; seine maximale Tiefe beträgt 9,6 m. Sein überwiegend sandiges Einzugsgebiet ist mit 8,46 km<sup>2</sup> bezogen auf die See-fläche relativ klein, der Umgebungsarealfaktor beträgt 9,3. Der See wird hauptsächlich aus dem höher gelegenen Rethsee und einem Zulauf am südlichen Ufer gespeist. Der Abfluss erfolgt über eine Au nach Westen in die Treene.

- |                                       |                  |
|---------------------------------------|------------------|
| 1. Referenzzustand nach VOLLENWEIDER: | oligotroph       |
| 2. Referenzzustand nach Morphometrie  | <b>eutroph 1</b> |
| 3. Ist-Zustand (1997):                | eutroph 2        |
| 4. Bewertung:                         | <b>2</b>         |



- ⇨ Der Arenholzer See ist wegen seiner relativ geringen mittleren Tiefe und seiner windexponierten Lage im Sommer nur schwach thermisch geschichtet. Der Tiefengradient beträgt 1,56. Es ist daher nicht eindeutig, ob er den geschichteten oder den ungeschichteten Seen zugeordnet werden soll. Da jedoch die interne Rücklösung höchstwahrscheinlich im Stoffhaushalt eine größere Rolle spielt, wird er bei der Bewertung zu den letzteren gezählt. Der potentiell natürliche Zustand ist somit eutroph 1. Auffallend ist die große Differenz zwischen den beiden errechneten **Referenzzuständen**. Der errechnete **Ist-Zustand** entspricht den vorhandenen Gegebenheiten. Nährstoffe waren in mäßigen Konzentrationen vorhanden. Die Phosphorkonzentration lag im Frühjahr bei 0,06 mg/l P und im Sommer bei 0,07 mg/l P. Das Plankton wurde von koloniebildenden und fädigen Blaualgen bestimmt. Die Sichttiefe war daher in der Vegetationsperiode mit knapp 1 m durchgehend gering. Schon Ende Juni war über dem Grund kein Sauerstoff mehr vorhanden. Die submerse Vegetation des sandigen Seegrundes beschränkte sich auf meist lückige Bestände dreier nährstofftoleranter Arten (Kamm-Laichkraut, Teichfaden, Spreizender Wasserhahnenfuß). Die Bodenfauna wurde unterhalb von 5 m Wassertiefe von *Chironomus plumosus* und *Procladius* sp. dominiert. Die **Bewertung** liegt daher bei 2; laut Richtlinie ist der Sanierungsbedarf nicht vordringlich.

### Bültsee

Der 20 ha große Bültsee liegt acht Kilometer von Eckernförde entfernt auf dem Schnaaper Sande (Abbildung 1). Er ist ein typisches Toteisloch. Die ehemals auf dem Eis gelegenen Sande bilden jetzt den nährstoffarmen Untergrund des bis zu 13,4 m tiefen Sees. Im Mittel ist er nur 2,9 m tief. Er besitzt keinen oberirdischen Zu- und Ablauf. Mit seinem mäßig großen oberirdischen Einzugsgebiet ist der Seewasserstand im wesentlichen vom Grundwasserstand abhängig.

- |                                       |           |
|---------------------------------------|-----------|
| 1. Referenzzustand nach VOLLENWEIDER: | mesotroph |
| 2. Referenzzustand nach Morphometrie  | eutroph 1 |
| 3. Ist-Zustand (1998):                | mesotroph |
| 4. Bewertung:                         | 1         |

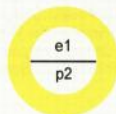


- ⇨ Beide **Referenzzustände** weichen um einen Trophiegrad voneinander ab. Da der See im Sommer stabil geschichtet ist, ist der potentiell natürliche Zustand des Bültsees im Sinne des Gewässerschutzes mesotroph. Die Untersuchungsergebnisse zeigten, dass er sich immer noch im mesotrophen Zustand befindet. Die Nährstoff- und Chlorophyll a-Konzentrationen waren durchgehend niedrig. Der Phosphorgehalt lag ganzjährig bei 0,025 mg/l P. Die Sichttiefen betragen in der Vegetationsperiode über 2 m. Die Populationen der einzelnen Algenarten wiesen relativ geringe Dichten auf. Jedoch traten ab Frühsommer kleinzellige Blaualgen vermehrt auf. Auffallend war, dass im Untersuchungsjahr schon Ende Mai über Grund kein Sauerstoff mehr gemessen werden konnte. Besonders bemerkenswert war die für nährstoff- und kalkarmes Wasser typische Unterwasservegetation, bestehend aus See-Brachsenkraut und Strandling. Diese Arten werden jedoch allmählich durch anspruchslosere Arten verdrängt. So wurde die Wasser-Lobelia nicht mehr gefunden. Erste Eutrophierungsanzeichen waren also zu erkennen. Es ergibt sich trotzdem noch eine **Bewertung** von 1, alle Möglichkeiten des präventiven Gewässerschutzes sind aber zu nutzen, um den Zustand des Bültsees zu erhalten.

### Hemmelmarker See

Der Hemmelmarker See liegt am Nordufer der Eckernförder Bucht im Naturraum Schwansen (Abbildung 1). Er stellt eine ehemalige kleine Meeresbucht dar, die durch Anlagerung einer Nehrung mit Strandwällen vom Meer abgeschnitten wurde und als Strandsee erhalten blieb. Der See ist 0,55 km<sup>2</sup> groß mit einer größten Tiefe von 6,4 m und einer mittleren Tiefe von 3,1 m. Er wird durch mehrere kleine Zuflüsse gespeist. Der Ablauf mündet in die Eckernförder Bucht. Zeitweise fließt aber auch Meerwasser in den See, so dass der Chloridgehalt im See verhältnismäßig hoch (600 mg/l) ist.

1. Referenzzustand nach VOLLENWEIDER:	oligotroph
2. Referenzzustand nach Morphometrie	<b>eutroph 1</b>
3. Ist-Zustand (1997):	polytroph 2
4. Bewertung:	<b>5</b>



⇐ Beide **Referenzzustände** weichen um zwei Trophiegrade voneinander ab. Da der Hemmelmarker See ungeschichtet ist, gilt der Morphometrie-Ansatz; der See ist potentiell natürlich schwach eutroph. Aus den Nährstoff- und Chlorophyll a-Konzentrationen sowie der Sichttiefe errechnet sich ein **Ist-Zustand** von polytroph 2. Der Phosphorgehalt lag im Frühjahr bei 0,24 mg/l P, verringerte sich aber über den Sommer um fast 0,1 mg/l P. Es wurden Sichttiefen um die 1 m gemessen. Es zeigte sich bereits im März eine starke Blaualgenentwicklung, die sich im Jahresverlauf noch weiter verstärkte. Die Diversität der Unterwasservegetation war mit drei Arten (Durchwachsenes Laichkraut, Kamm-Laichkraut, Teichfaden) gering. Bei Betrachtung der Bodenfauna fiel auf, dass ab 6 m keine Besiedlung mehr stattfand. Die Substrat- und Sauerstoffverhältnisse waren dort so lebensfeindlich, dass selbst *Chaoborus flavicans* dort nicht mehr auftrat. Polytroph 2 entspricht daher den vorgefundenen Verhältnissen, die zum großen Teil auch aus den beiden seenahen Kormorankolonien und dem daraus erfolgreichen Nährstoffeintrag resultieren. Die **Bewertung** ist 5, Sanierungsmaßnahmen sind erforderlich. So sollten die Uferbereiche, wenn möglich, nur noch extensiv bewirtschaftet werden.

### Wittensee

Der Wittensee (Abbildung 2) ist ein typisches Zungenbecken. Eine Eiszunge aus der Eckernförder Bucht stieß bis zum heutigen Wittensee vor, schürfte die Hohlform aus und lagerte den Aushub in Form einer Stauchendmoräne, den Duvenstedter Bergen, ab. Der See ist 10,3 km<sup>2</sup> groß, maximal 20,5 m und im Mittel 9,5 m tief. Er besitzt insgesamt 8 Zuläufe und einen Ablauf. An der Habyer Au und der Mainbek finden sich ausgedehnte Niedermoorbereiche. Das oberirdische Einzugsgebiet ist im Verhältnis zu Seefläche und -volumen klein.

1. Referenzzustand nach VOLLENWEIDER:	oligotroph
2. Referenzzustand nach Morphometrie	mesotroph
3. Ist-Zustand (1991/1998):	eutroph 1
4. Bewertung:	<b>3</b>

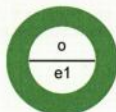




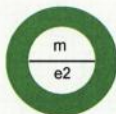
Abbildung 2: Ausgewertete Seen im Kreis Rendsburg-Eckernförde (Wittensee, Westensee, Brahmsee, Wardersee, Borgdorfer See, Bordscholmer See)

⇨ Beide **Referenzzustände** weichen um einen Trophiegrad voneinander ab. Der potentiell natürliche Zustand des Wittensees ist im Sinne des Gewässerschutzes oligotroph, da er im Sommer geschichtet ist. Allerdings liegt die Sprungschicht wegen der starken Windexposition relativ tief, so dass große Bereiche des Sees schon Ende August wieder durchmischt sind. Sein **Ist-Zustand** ist mittlerweile schwach eutroph. Die Phosphorkonzentrationen lagen 1999 mit 0,10 mg/l P zwar relativ hoch, die Chlorophyll a-Konzentrationen (0,02 mg/l) deuteten aber schon 1991 auf eine mäßige Planktonproduktion hin. Im Sommer dominierten verschiedene Blaualgen-Arten (LANDESAMT FÜR WASSERHAUSHALT UND KÜSTEN SCHLESWIG-HOLSTEIN 1995d). Die Sichttiefe betrug 3,4 m. Die Unterwasservegetation machte insgesamt einen vitalen Eindruck. Die Bestände wurden durch typische Vertreter der Laichkraut-Gesellschaften eutropher Gewässer gebildet. Außerdem vorhanden waren der Teichfaden, der Spreizende- und der Wasserhahnenfuß, Wasserpest, Ähriges Tausendblatt sowie Armleuchteralgen. Das Sediment war in Wassertiefen über 5 m von weichem Faulschlamm bedeckt. Die Bodenfauna stellte sich als relativ arten- und individuenarm dar. Neben der Büschelmückenlarve wurden in größeren Tiefen aber noch Oligochaeten und die Zuckmückenlarve *Chironomus plumosus* in hohen Dichten gefunden. Nach THIENEMANN (1922) handelt es sich um einen eutropheren *Chironomus plumosus*-See. Es ist aber zu erwähnen, dass einige Litoralformen (Polypedium cf. nubeculosum, Pisidium sp.) auch bis zu einer Tiefe von 18 m vordrangen (OTTO 1998). Es ergibt sich eine **Bewertung** von 3. Handlungsbedarf ist vorhanden, vor allen Dingen, weil es sich beim Wittensee um ein potentiell oligotrophes Gewässer handelt. Die beobachteten internen Düngungsprozesse sind eine Altlast der früheren höheren Belastung und stehen einer schnellen Erholung des Wittensees entgegen. Inwieweit eine Behandlung des Sediments oder des Tiefenwassers den trophischen Zustand des Sees verbessern, sollte im Rahmen eines Sanierungsprojektes erörtert werden.

### Westensee

Der ca. 15 km westlich von Kiel gelegene Westensee (Abbildung 2) ist ein typischer buchtenreicher Grundmoränensee. Er ist 6,9 km<sup>2</sup> groß und hat eine maximale Tiefe von 17,6 m. Seine mittlere Tiefe beträgt 6,1 m. Der Wasserkörper ist daher im Sommer nur instabil geschichtet. Gemeinsam mit dem Ahrensee, Bossee, dem Großen und Kleinen Schierensee und dem Flehmuder See bildet er eine Seengruppe, deren Entwässerung durch die Eider zum Nord-Ostsee Kanal erfolgt. Als einziger der fünf Seen wird der Westensee von der Eider durchflossen. Das Einzugsgebiet ist mit einem Umgebungsarealfaktor von 36 relativ groß.

- |                                       |                  |
|---------------------------------------|------------------|
| 1. Referenzzustand nach VOLLENWEIDER: | oligotroph       |
| 2. Referenzzustand nach Morphometrie  | <b>mesotroph</b> |
| 3. Ist-Zustand (1991):                | eutroph 2        |
| 4. Bewertung:                         | <b>3</b>         |



⇨ Beide **Referenzzustände** weichen um einen Trophiegrad voneinander ab. Aufgrund seiner Größe und seiner relativ geringen mittleren Tiefe ist der Wasserkörper im Sommer nur schwach geschichtet. Er zählt daher zu den ungeschichteten Seen, obwohl sich ein Tiefengradient von fast 2 errechnet. Somit gilt der Morphometrie-Ansatz; der See ist potentiell natürlich mesotroph. Der Phosphor- und Chlorophyll a-Gehalt im Sommer sowie die Sichttiefen (2 m) wiesen ihn aber als einen stark eutrophen See aus (LANDESAMT FÜR WASSERHAUSHALT UND KÜSTEN SCHLESWIG-HOLSTEIN 1995). Bemerkenswert war, dass die Phosphorkonzentration, die im Frühjahr nur bei 0,03 mg/l P lag, bis zum Sommer auf 0,25 mg/l P anstieg. Es traten dort beträchtliche Algenblüten auf. Im August entwickelte sich die Blaualgenart

*Microcystis aeruginosa* massenhaft. Die profundale Makrofauna setzte sich aus Tubificiden, den Chironomiden *Chironomus plumosus* und *Procladius* und der Büschelmückenlarve *Chaoborus flavicans* zusammen. Nach THIENEMANN (1922) ist der Westensee als eutropher *Chironomus plumosus*-See einzustufen. Allerdings besteht die Möglichkeit, dass er aufgrund von Funden litoraler Formen und der *Tanytarsus lugens*-Gruppe im Profundal zu einer günstigeren Trophiestufe tendiert (OTTO 1998). Jedoch fanden sich schon ab 5 m Wassertiefe Faulschlammersedimente. Schwefelwasserstoff konnte aber erst in 15 m festgestellt werden. Das Litoral zeigte ausgedehnte Unterwasserpflanzenbestände. Es dominierten die schmalblättrigen Laichkräuter. Eine Reihe von mesotraphenten Großlaichkräutern sind hingegen mittlerweile verschwunden. Weiterhin traten der Teichfaden, das Hornkraut, der Spreizende Hahnenfuß und die Kanadische Wasserpest häufig auf. Ausgedehnte Characeen-Rasen fanden sich an windexponierten Ufern auf sandigem Sediment nur bis 80 cm Wassertiefe. Die Pflanzen blieben sehr niedrigwüchsig. Somit ist die Klassifikation nach biologischen Parametern nicht ganz eindeutig. Grund dafür könnte die sehr unruhige Beckenmorphologie sein. Die **Bewertung** liegt bei 3. Der Handlungsbedarf ist groß, da es sich beim Westensee um ein potentiell nährstoffarmes Gewässer handelt. Es sollten daher vordringlich Maßnahmen im Einzugsgebiet der Eider im Bereich Landwirtschaft durchgeführt werden.

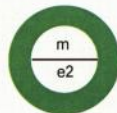
### Nortorfer Seenkette

Die Nortorfer Seenkette (Abbildung 2), die aus dem Kleinen Pohlsee, dem Pohlsee, dem Manhagener See, dem Lustsee, Borgdorfer See, Brahmsee und Wardersee besteht, liegt im weichselzeitlichen Sandergebiet, welches sich den Westensee-Stauchmoränen im Süden anschließt (LANDESAMT FÜR WASSERHAUSHALT UND KÜSTEN SCHLESWIG-HOLSTEIN 1984). Die Seenkette wird als subaerisch in Sanderflächen über Toteis angelegtes Kastental mit nachgeschacktem Talboden interpretiert. So hingen nach WEGEMANN (1936) der Brahm- und Wardersee früher enger zusammen und wurden erst durch die Senkung des Seespiegels in zwei Seen getrennt.

### Brahmsee

Der Brahmsee wird gespeist von der Manhagener Au aus dem Pohlsee, über die Mühlenau aus dem Lustsee und über die Wennebek aus dem Borgdorfer See. Außerdem erhält er Wasser aus einem kleinen entwässerten Moor am nördlichen Ostufer. Der Ablauf fließt in den Wardersee. Die Seefläche beträgt 1,02 km<sup>2</sup>. Maximal ist er 10,4 m tief, im Mittel 5,8 m. Sein Einzugsgebiet ist mit einem Umgebungsarealfaktor von 56,6 relativ groß. Die umgebenden Böden sind überwiegend sandig.

1. Referenzzustand nach VOLLENWEIDER:	mesotroph
2. Referenzzustand nach Morphometrie	mesotroph
3. Ist-Zustand (1997):	eutroph 2
4. Bewertung:	3



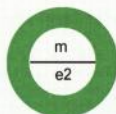
⇒ Beide **Referenzzustände** sind identisch. Der potentiell natürliche Zustand ist „mesotroph“. Der errechnete **Ist-Zustand** von eutroph 2 ist möglicherweise etwas zu positiv. Die Phosphorkonzentration lag im Frühjahr bei 0,1 mg/l P und reduzierte sich zum Sommer hin etwas. Ab Juli war im Hypolimnion kein Sauerstoff mehr vorhanden. Die sauerstofffreie Zone reichte im Au-

gust bis in 4 m Wassertiefe. Die Produktion der Algen war hoch. Die Sichttiefe betrug während der Vegetationsperiode 1,2 m. Die dominanten Phytoplanktonarten waren im Sommer kokkale Grün- und Blaualgen. Es wurden vier Tauchblattarten gefunden. Dichte Matten aus fädigen Grünalgen und Wasserpest deuteten auf nährstoffreiche Verhältnisse hin. Und auch die Benthonzusammensetzung zeigte durch eine geringe Ausdehnung der Litoralf Formen eine Tendenz zum polytrophen Gewässer. Somit ist die **Bewertung** nicht ganz eindeutig. Sie liegt jedoch mindestens bei 3; der Handlungsbedarf ist zu prüfen. Maßnahmen im Bereich der Abwasserreinigung sind bereits seit langem in Planung und zum Teil bereits umgesetzt.

### Wardersee

Der Wardersee ist durch einen ca. 100 m breiten Durchlaß unmittelbar mit dem Brahmsee verbunden. Der Ablauf des Sees ist die Mühlenau. Der See ist 0,5 km<sup>2</sup> groß und hat eine maximale Tiefe von 9,2 m. Im Mittel ist er 4,3 m tief. Sein Einzugsgebiet ist mit einem Umgebungsarealfaktor von 126 groß. Es ist jedoch zu bedenken, dass vor allen Dingen der Brahmsee als Vorklärbecken für den Wardersee wirkt.

1. Referenzzustand nach VOLLENWEIDER:	mesotroph
2. Referenzzustand nach Morphometrie.	eutroph 1
3. Ist-Zustand (1997):	eutroph 2
4. Bewertung:	3

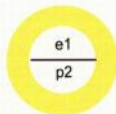


⇨ Beide **Referenzzustände** weichen um eine Stufe voneinander ab. Mit einem Tiefengradienten von 1,58 gilt der Wardersee gerade noch als geschichtet. Das Temperaturprofil im August des Untersuchungsjahres zeigte noch einen Tiefengradienten, die Phosphorkonzentrationen im Epilimnion nahmen jedoch zu und wiesen damit darauf hin, dass die Schichtung schon zu diesem Zeitpunkt nicht mehr stabil war. Des weiteren ist zu beachten, dass nur bei geringfügiger Änderung der theoretischen Wasseraufenthaltszeit der Referenzzustand nach VOLLENWEIDER entweder oligotroph oder mesotroph ist. Da im Untersuchungsjahr die Abflussspende bei 7 l/s km<sup>2</sup> und der Niederschlag im langjährigen Mittel lag, wurde diese zur Berechnung herangezogen. Der potentiell natürliche Zustand des Wardersees wird daher als mesotroph definiert. Der **Ist-Zustand** ähnelt sehr stark dem Zustand des Brahmsees. Die Phosphorkonzentrationen im Sommer waren aufgrund der instabileren Schichtung mit 0,95 mg/l P jedoch etwas höher. Die Sichttiefe betrug 1,1 m. Nach der Ufer- und Unterwasservegetation und der Profundafauna schien aber der Wardersee in einem etwas besseren ökologischen Zustand als der Brahmsee. Er beherbergte sechs Unterwasserpflanzenarten. Darunter ist das Vorkommen des landesweit stark gefährdeten Stumpfbältrigen Laichkrauts bemerkenswert. Daneben waren aber auch hochproduktive Wasserpest-Bestände und dichte Teppiche fädiger Grünalgen zu finden. Die Dominanz von *Chironomus plumosus* und von *Chaoborus flavicans* sowie das Auftreten von *Polypedium cf. nubeculosum* in 9 m Wassertiefe zeigen im Vergleich zum Brahmsee günstigere Sauerstoff- und Substratverhältnisse. Auch die Litoralf Formen des Benthon wiesen eine größere Tiefenausdehnung auf. Die **Bewertung** liegt wiederum bei 3; der Handlungsbedarf ist zu prüfen. Maßnahmen im Bereich der Abwasserreinigung sind bereits seit langem in Planung und teilweise bereits umgesetzt.

### Borgdorfer See

Der Borgdorfer See ist 0,48 km<sup>2</sup> groß und hat eine maximale Tiefe von 8,3 m. Im Mittel ist er nur 2,9 m tief. Die Zuflüsse des Sees sind die Bellerbek und die Rehmsbek, die sich 50 m vor der im Süden des Sees liegenden Einmündung vereinigen. Der Auslauf, die Wennebek, fließt nach Norden in den Brahmsee. Das Einzugsgebiet, das größtenteils von einer saaleeiszeitlichen Grundmoräne aufgebaut wird, ist mit einem Umgebungsarealfaktor von 13,5 mäßig groß.

1. Referenzzustand nach VOLLENWEIDER:	oligotroph
2. Referenzzustand nach Morphometrie	<b>eutroph 1</b>
3. Ist-Zustand (1994):	polytroph 2
4. Bewertung:	<b>5</b>

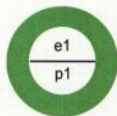


⇒ Beide **Referenzzustände** weichen um zwei Trophiegrade voneinander ab. Da es sich beim Borgdorfer See jedoch um einen polymiktischen See handelt, gilt der Morphometrie-Ansatz. Der See ist also aufgrund seiner geringen Tiefe potentiell natürlich schwach eutroph. Der **Ist-Zustand** liegt jedoch mittlerweile im stark polytrophen Bereich (LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN 1997). Die Phosphorkonzentration war zwar im Frühjahr mit 0,08 mg/l P noch relativ gering, sie stieg aber zum Sommer hin aufgrund interner Rücklösungsprozesse bis auf 0,4 mg/l P an. Die sommerliche Algenblüte war entsprechend stark ausgeprägt. Die Sichttiefe lag unter 1 m. Auffallend war, dass zu der Zeit keine Blaualgen dominierten, sondern kleine begeißelte Formen der Gattungen *Cryptomonas* und *Chlamydomonas*. Unterwasserpflanzen kamen im See kaum vor. Sie beschränkten sich auf schütterte Bestände von schattentoleranten einjährigen Makrophyten wie der Teichfaden und das Kammlaichkraut. Auf dem Seegrund wurde Faulschlammabildung festgestellt. Dem entsprechend fiel das Sediment als Lebensraum für anspruchsvollere Arten aus. Charakteristisch war das Fehlen von *Chaoborus flavicans* sowie der Dominanz der für die Tiefenzone typischen Zuckmückenlarve *Chironomus plumosus* in 4 m Tiefe. In 9 m Tiefe war die Besiedlung sehr individuenarm. Aus diesen Gründen zeichnet die Bodenfauna den Borgdorfer See als eu- bis polytroph aus. Der errechnete Ist-Zustand entspricht also den vorgefundenen Verhältnissen. In den achtziger Jahren wurde der See sehr stark mit Abwasser belastet. Mittlerweile ist die Abwasserreinigung im Einzugsgebiet verbessert worden, so dass sich der Eintrag aus dieser Quelle um mehr als 80 % verringert hat. Trotzdem ergibt sich noch eine **Bewertung** von 5. Daher sind weitere Sanierungsmaßnahmen erforderlich, um den Zustand des Sees zumindest wieder zu stabilisieren. Der Austrag aus der Fläche beträgt immer noch 0,9 g/a·m<sup>2</sup> Seefläche.

### Bordesholmer See

Der Bordesholmer See befindet sich im Naturraum „Moränengebiet der Oberen Eider“ und ist in die Bordesholmer Seenrinne eingebettet (Abbildung 2). Diese liegt in einem Sander und wird heute u. a. von der Eider entwässert. Der See hat eine Fläche von 0,7 km<sup>2</sup> und ist maximal 8 m tief. Seine mittlere Tiefe beträgt 3,3 m. Er ist daher im Sommer nur instabil geschichtet. Sein Einzugsgebiet ist mäßig groß, der Umgebungsarealfaktor beträgt 25,1.

1. Referenzzustand nach VOLLENWEIDER:	oligotroph
2. Referenzzustand nach Morphometrie	<b>eutroph 1</b>
3. Ist-Zustand (1998):	polytroph 1
4. Bewertung:	<b>3</b>



⇨ Beide **Referenzzustände** weichen um zwei Stufen voneinander ab. Eine Fehlerquelle könnte die geschätzte Jahresabflussspende von 10 l/s km<sup>2</sup> und somit die theoretische mittlere Verweilzeit sein. Da der See jedoch ungeschichtet ist, gilt nur der Morphometrie-Ansatz; der Referenzzustand ist also eutroph 1. Der errechnete **Ist-Zustand** erscheint plausibel. Der See zeigt typische Merkmale eines polytrophes Sees; der Stoffhaushalt ist durch ein Ungleichgewicht von Produktion und Abbau geprägt, das relativ schnell nach Einsetzen kurzer Schichtungsphasen zu Sauerstofffreiheit unterhalb von 4 m Wassertiefe führt. Die Phosphorkonzentration lag im Frühjahr bei 0,13 mg/l P und im Sommer bei 0,18 mg/l P. Während der ganzen Vegetationsperiode entwickelt sich das Phytoplankton, dominiert von Blaualgen, in relativ hohen Dichten. Die Sichttiefe betrug im Mittel 0,8 m. Der Röhrichtgürtel war an vielen Uferabschnitten schmal und zeigte durchgehend Störstellen. Als einzige Tauchblatt-Art wurde der Teichfaden angetroffen. Der Seegrund weist ausgedehnte Faulschlammsschichten auf. Die Sedimentfauna ab 5 m Wassertiefe stellte sich als sehr artenarm dar. Alle gefundenen Arten waren charakteristisch für die Tiefenzone. Das ist für einen instabil geschichteten See wie den Bordschholmer See erstaunlich. Selbst die widerstandsfähige Büschelmückenlarve *Chaoborus flavicans* erreichte in den größten Tiefen nur geringe Dichten. Der See ist daher nach THIENEMANN (1922) als polytropher *Chaoborus*-See einzustufen. Die **Bewertung** liegt daher bei 3, die Dringlichkeit des Handlungsbedarfes ist zu prüfen. Als Hauptnährstoffquelle (70 bis 80 %) ist heute die landwirtschaftliche Flächennutzung anzusehen. Die Abwasserbeseitigung hat aber mit 24 % einen noch immer relativ hohen Anteil an der Phosphor-Belastung.

### Selenter See

Der Selenter See (Abbildung 3) entstand als Endmoränenstausee in der letzten Eiszeit. Er ist mit einer Fläche von 22,4 km<sup>2</sup> der zweitgrößte See Schleswig-Holsteins. Seine maximale Tiefe liegt bei 35,8 m, im Mittel ist er 13,2 m tief. Die Beckenmorphologie ist sehr abwechslungsreich. Neben dem eigentlichen Seebecken liegen im Norden und Osten drei relativ flache Buchten. Das Einzugsgebiet ist mit einem Umgebungsarealfaktor von 1,7 sehr klein. Die Böden bestehen hauptsächlich aus Braunerden und Parabraunerden. Eine Vielzahl kleiner Entwässerungsgräben und Bäche münden in den See. Der Selenter See hat zwei Abflüsse, die Salzau, die durch ein Wehr reguliert wird, und die Mühlenau. Beide führen relativ viel Wasser ab. Die theoretische Aufenthaltszeit liegt trotzdem bei 14 Jahren.

1. Referenzzustand nach VOLLENWEIDER:	oligotroph
2. Referenzzustand nach Morphometrie	mesotroph
3. Ist-Zustand (1987):	mesotroph
4. Bewertung:	<b>2</b>

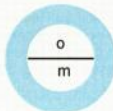




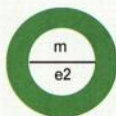
Abbildung 3: Ausgewertete Seen im Kreis Plön (Selenter See, Passader See, Dobersdorfer See, Benzar Seen (Kreis Ostholstein), Großer Plöner See, Kleiner Plöner See, Lanker See, Schluensee)

⇨ Beide **Referenzzustände** weichen um einen Trophiegrad voneinander ab. Da der See jedoch im Sommer stabil geschichtet ist, gilt der VOLLENWEIDER-Ansatz. Der potentiell natürliche Zustand ist also oligotroph. Nach den gemessenen Nährstoff- und Chlorophyll a-Konzentrationen sowie der Sichttiefe war der Selenter See mesotroph (LANDESAMT FÜR WASSERHAUSHALT UND KÜSTEN SCHLESWIG-HOLSTEIN 1993b). Phosphor lag bei 0,02 bis 0,03 mg/l P. Beim Phyto-plankton dominierten ganzjährig die Kieselalgen, zu einer starken Vermehrung der Blaualgen kam es nicht. Die Sichttiefe betrug über 5 m. Es zeigte sich, dass der See eine fast durchweg geschlossene Unterwasservegetation aufweist. Es wurden insgesamt 18 Arten nachgewiesen. Bemerkenswert war vor allen Dingen das große Vorkommen der Armeleuchteralgen. Lang anhaltende Sauerstoffdefizite im Hypolimnion wurden nicht festgestellt. Anhand der Bodenbesiedlung ist der Selenter See nach THIENEMANN (1922) aufgrund der Dominanz der *Chironomus anthracinus*-Gruppe im Profundal als mäßig eutroph zu bewerten. Das Fehlen der Büschelmückenlarve, das weit in die Tiefe Vordringen litoraler Arten und der Nachweis einiger Tiere der *Tanytarsus lugens*-Gruppe deuten aber auf eine mesotrophe Tendenz hin (OTTO 1998). Der errechnete **Ist-Zustand** entspricht somit den gemessenen Verhältnissen. Die **Bewertung** ist eindeutig. Ein Sanierungsbedarf ist vorhanden, da nährstoffarme Seen in Schleswig-Holstein selten sind und Aussicht besteht, den Selenter See wieder in Richtung „oligotroph“ zu entwickeln. Hierzu gehören Maßnahmen zur weiteren Verringerung des direkten Nährstoffeintrages durch die Zuläufe.

### Dobersdorfer See

Während typische Grundmoränenseen flach sind, weist der 3,12 km<sup>2</sup> große Dobersdorfer See (Abbildung 3) eine maximale Tiefe von 18,8 m auf, da bei der Bildung dieser Hohlform das Toteis eine entscheidende Rolle gespielt hat. Die mittlere Tiefe beträgt aber nur 5,4 m. Da er außerdem sehr windexponiert liegt, ist seine thermische Schichtung im Sommer nur instabil. Sein Einzugsgebiet ist relativ klein, der Umgebungsarealfaktor beträgt 6,8. Der See hat einen größeren Zufluss, die Selkau. Über die Jarbek-Niederung, den Abfluss des Sees, steht er mit dem Passader See in Verbindung.

- |                                       |                     |
|---------------------------------------|---------------------|
| 1. Referenzzustand nach VOLLENWEIDER: | <b>oligotroph</b>   |
| 2. Referenzzustand nach Morphometrie  | <b>mesotroph</b>    |
| 3. Ist-Zustand (1991):                | eutroph 1/eutroph 2 |
| 4. Bewertung:                         | <b>2/3</b>          |



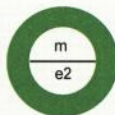
⇨ Beide **Referenzzustände** weichen um eine Stufe voneinander ab. Nach dem errechneten Tiefengradient von 2,6 gehört der Dobersdorfer See zu den stabil geschichteten Seen und somit würde der VOLLENWEIDER-Ansatz gelten. Die gemessenen Tiefenprofile zeigten jedoch, dass der Temperaturgradient nur sehr schwach ausgebildet war (LANDESAMT FÜR WASSERHAUSHALT UND KÜSTEN SCHLESWIG-HOLSTEIN 1995a). Er gehört daher zu den polymiktischen Seen, und somit sollte eher der Morphometrieansatz herangezogen werden. Der potentiell natürliche Zustand ist daher mesotroph. Der errechnete **Ist-Zustand** eines „geschichteten Dobersdorfer Sees“ wäre eutroph 1. Es wurden Phosphorkonzentrationen von 0,06 mg/l P gemessen. Die vorgefundenen Unterwasserpflanzen, wie zum Beispiel das Kammlauchkraut, die Wasserpest und der Teichfaden, deuteten aber auf nährstoffreiche Bedingungen hin. Die artenarme Profundalfauna reichte bis zu einer Wassertiefe von 5 m. Schon in diesem Tiefenbereich wurden Faulschlamm-sedimente festgestellt. Untersuchungen des

Phytoplanktons ergaben, dass sich im Dobersdorfer See vorwiegend Arten mit hohem Nährstoffanspruch entwickelten. Es zeigte sich eine eindeutige Tendenz zur Dominanz einiger Blaualgen. Dieses Artenspektrum, der Gehalt an Chlorophyll a, verbunden mit den Werten der Sichttiefe (2 m) wiesen auf stark eutrophe Verhältnisse hin. Wird der Ist-Zustand mit den Grenzwerten für ungeschichtete Seen errechnet, ergibt sich die Trophiestufe eutroph 2. Dieses Ergebnis entspricht eher den vorgefundenen Verhältnissen. Die **Bewertung** liegt daher bei 3; ein Handlungsbedarf ist vorhanden. Hauptbelastungsschwerpunkt ist der Nährstoffaustausch aus den landwirtschaftlich genutzten Flächen.

### Passader See

Der Passader See ist der nördlichste See, der sich noch der holsteinischen Seenplatte zuordnen lässt (Abbildung 3). Er gehört, wie auch der Dobersdorfer See, zu den Probsteier Seen und liegt in der Grundmoränenlandschaft Ostholsteins, deren unregelmäßiges Relief durch postglazial einsetzendes Tieftauen gestaltet wurde. Nach STANSCHUS-ATTMANNSPACHER (1969) handelt es sich beim Passader See um einen Zungenbeckensee, TRETER (1981) spricht von einem Grundmoränensee. Die Seefläche beträgt 2,7 km<sup>2</sup>. Maximal ist er 10,7 m tief, im Mittel nur 4,9 m. Er ist somit im Sommer nicht stabil geschichtet. Das Einzugsgebiet ist mäßig groß, der Umgebungsarealfaktor beträgt 27. Der See besitzt zwei kleine und zwei größere Zuläufe. Letztere sind die Salzau, die insgesamt knapp 38 km<sup>2</sup> entwässert, eingeschlossen der Westteil des Selenter Sees, und die Jarbek, der Ablauf des Dobersdorfer Sees. Der Ablauf des Passader Sees, die Hagener Au, wird durch ein Wehr künstlich geregelt und entwässert in Richtung Ostsee.

1. Referenzzustand nach VOLLENWEIDER:	oligotroph
2. Referenzzustand nach Morphometrie	<b>mesotroph</b>
3. Ist-Zustand (1996):	eutroph 2
4. Bewertung:	<b>3</b>



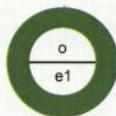
⇨ Beide **Referenzzustände** weichen um eine Stufe voneinander ab. Da der Passader See jedoch ungeschichtet ist, gilt der Morphometrie-Ansatz. Der See ist also potentiell natürlich mesotroph. Die gemessenen Chlorophyll a- und Phosphorkonzentrationen (0,09 mg/l P) waren etwas höher, die Sichttiefe mit 1,9 m etwas niedriger als beim Dobersdorfer See (LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN 1999c). Das Phytoplankton war relativ formenreich, es entwickelten sich keine besonders hohen Populationsdichten. Jedoch dominierten ab Juni die Blaualgen das Planktonbild. Während kurzer Schichtungsperioden kam es zu Sauerstoffknappheit im Tiefenwasser. Die typischen Arten der Bodenfauna des Profundals zeigten schon in 5 m Wassertiefe eine relativ hohe Abundanz und deuteten somit darauf hin, dass die Lebensbedingungen für Litoralf Formen nicht optimal waren. Schon in diesem Tiefenbereich wurden Faulschlammssedimente mit starkem Schwefelwasserstoffgeruch festgestellt. Der errechnete **Ist-Zustand** von eutroph 2 ist daher für den ungeschichteten Passader See nachvollziehbar. Handlungsbedarf ist vorhanden, der See sollte sich zumindest wieder in einen leicht eutrophen Zustand entwickeln können. Für die Sanierung des Sees sind bereits erhebliche Anstrengungen, besonders im Bereich der Abwasserreinigung, unternommen worden. Trotzdem ist die derzeitige Phosphorbelastung von 1 g/a·m<sup>2</sup> Seefläche immer noch zu hoch und sollte zum Beispiel durch breite ungenutzte Pufferstreifen am Gewässer weiter reduziert werden. Auch weitere Maßnahmen im Bereich der Abwasserreinigung sollten geprüft werden.

### Benzer Seen

Der Große und der Kleine Benzer See (Abbildung 3), Reste eines ehemaligen Eisstausees, liegen abgelegen und kaum zugänglich bei Malente im Kreis Ostholstein (LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN 1996). Der Erstere hat eine Fläche von 0,13 km<sup>2</sup>, eine maximale Tiefe von 15,8 m und eine mittlere Tiefe von 4,9 m. Sein Einzugsgebiet ist mit 2,8 km<sup>2</sup> mäßig groß. Der Ablauf mündet nach 100 Metern in den Kleinen Benzer See. Dieser ist nur 0,09 km<sup>2</sup> groß, maximal 5,8 m und im Mittel 2,9 m tief. Er zählt somit zu den polymiktischen Seen. Sein Einzugsgebiet ist 3,4 km<sup>2</sup>, der Umgebungsarealfaktor beträgt 37,6.

#### Großer Benzer See:

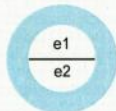
- |                                       |            |
|---------------------------------------|------------|
| 1. Referenzzustand nach VOLLENWEIDER: | oligotroph |
| 2. Referenzzustand nach Morphometrie  | mesotroph  |
| 3. Ist-Zustand (1993):                | eutroph1   |
| 4. Bewertung:                         | 3          |



⇐ Die beiden **Referenzzustände** weichen um einen Trophiegrad voneinander ab. Da der See im Sommer jedoch stabil geschichtet ist, wird gemäß Richtlinie im Sinne des Gewässerschutzes der geringere Trophiegrad als Bewertungsgrundlage herangezogen. Der errechnete **Ist-Zustand** entspricht den vorhandenen Gegebenheiten. Der Große Benzer See ist trotz seines relativ großen Einzugsgebietes, wahrscheinlich aufgrund seiner sehr stabilen sommerlichen Temperaturschichtung, schwach eutroph. Die Phosphorkonzentrationen lagen mit 0,030 mg/l P sehr niedrig, die sommerlichen Sichttiefen mit 2,6 m im gemäßigten Bereich. Wahrscheinlich halten die Wasserflächen im Einzugsgebiet, ein See und mehrere Teiche, einen Teil der Nährstoffe aus der Fläche zurück. Der große Benzer See wies eine gut ausgebildete Ufer- und Unterwasservegetation auf. Arten wie das stark gefährdete Langblättrige Laichkraut und der Wasserschlauch deuteten auf nährstoffarme Verhältnisse hin. Das Sediment war jedoch durch weichen, grau-braunen Schlamm ohne Fäulnisgeruch gekennzeichnet. An der tiefsten Stelle des Sees wurden fast ausschließlich Büschelmückenlarven gefunden. Nach THIENEMANN tendiert der Große Benzer See somit zum ungünstigeren Typ, dem *Chaoborus* See. Erste Eutrophierungsanzeichen waren also zu erkennen. Die **Bewertung** liegt bei 3, Sanierungsbedarf, vor allen Dingen im Bereich der Landwirtschaft, ist auf jeden Fall vorhanden, da die Aussicht besteht, den See wieder in Richtung „oligotroph“ zu entwickeln.

#### Kleiner Benzer See

- |                                       |            |
|---------------------------------------|------------|
| 1. Referenzzustand nach VOLLENWEIDER: | oligotroph |
| 2. Referenzzustand nach Morphometrie. | eutroph 1  |
| 3. Ist-Zustand (1993):                | eutroph 2  |
| 4. Bewertung:                         | 2          |

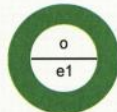


⇨ Die beiden **Referenzzustände** weichen um zwei Trophiegrade voneinander ab. Nach VOLLENWEIDER liegt er jedoch im Grenzbereich zu mesotroph. Da der See aber zu den ungeschichteten zählt, gilt der Morphometrieansatz, der potentiell natürliche Zustand ist also eutroph 1. Der Kleine Benzer See ist mit sommerlichen Phosphorkonzentrationen von knapp 0,04 mg/l und Sichttiefen von 0,7 m ein typisch eutropher See mit gut ausgebildeten Lebensgemeinschaften und schützenswerten Uferbereichen. Die Unterwasservegetation weist stellenweise dichte Bestände auf. Die vorkommenden Wasserpflanzen wie das Glänzende Laichkraut, die Wasserpest und das Kammlaichkraut ebenso wie eine stärkere Verschlammung und ausgedehnte Grünalgenpolster deuten auf nährstoffreichere Verhältnisse hin. Der errechnete **Ist-Zustand** ist somit also plausibel. Die **Bewertung** liegt bei 2. Handlungsbedarf ist zwar vorhanden, jedoch noch nicht dringend.

### Großer Plöner See

Der Große Plöner See, ein Zungenbecken, ist mit 29 km<sup>2</sup> der größte Binnensee Schleswig-Holsteins und gehört zur Seenplatte der Holsteinischen Schweiz (Abbildung 3). Seine maximale Tiefe beträgt 58 m, seine mittlere 16 m. Der See wird von der Schwentine, die auch den oberhalb gelegenen Stendorfer See, Sibbersdorfer See, Großen Eutiner See, Kellersee, Dieksee und Behler See verbindet, in Richtung Kleiner Plöner See durchfließen. Weitere Hauptzuflüsse sind im Norden die Karperbek und im Süden des Sees die ein Moorgebiet entwässernde Tensfelder Au. Hinzu kommen mehrere kleine zufließende Bäche und Gräben. Bedingt durch die Schwentine weist der Große Plöner See ein recht umfangreiches Einzugsgebiet auf. Im Verhältnis zu Seefläche bzw. Seevolumen ist es jedoch klein.

1. Referenzzustand nach VOLLENWEIDER:	oligotroph
2. Referenzzustand nach Morphometrie	oligotroph
3. Ist-Zustand (1998):	eutroph 1
4. Bewertung:	3

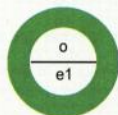


⇨ Beide **Referenzzustände** sind identisch. Der potentiell natürliche Zustand des Großen Plöner Sees ist also oligotroph. Sein **Ist-Zustand** ist mittlerweile knapp schwach eutroph. Die Nährstoffkonzentrationen waren noch relativ niedrig. Gesamt-Phosphor lag im Frühjahr bei 0,086 mg/l P und halbierte sich während des Sommers. Die Sichttiefe betrug knapp 3 m. Blaualgen (hauptsächlich zwei *Anabaena*-Arten) dominierten nur über eine begrenzte Zeit im Sommer. Es kam aber zu keiner Massenentwicklung. Von einigen floristischen Besonderheiten (Herbst-Wasserstern, Stachelspitziges L., Grasblättriges L. und Stumpfblättriges Laichkraut) abgesehen, wuchsen dort die üblichen Unterwasserpflanzen-Arten eutropher Seen in großer Ausdehnung, aber nur durchschnittlicher Vitalität. Armelechteraigen-Rasen in der Flachwasserzone stellten ein herausragendes Merkmal der Vegetation des Großen Plöner Sees dar. Sie bauten jedoch keinen Tiefengürtel auf. Ab August war in den untersten 10 Metern kein Sauerstoff mehr vorhanden. Bei Betrachtung der Bodenfauna fiel auf, dass im Profundal die *Chironomus anthracinus*-Gruppe deutlich höhere Individuenzahlen erreichte als die *C. plumosus*-Gruppe und wies damit auf mäßig eutrophe Verhältnisse hin. Die Klassifikation entspricht somit den vorgefundenen Verhältnissen. Es ergibt sich eine **Bewertung** von 3. Obwohl mittlerweile fast kein Schmutzwasser mehr in den See gelangt, ist noch Handlungsbedarf vorhanden, da es sich um ein potentiell oligotrophes Gewässer handelt.

### Kleiner Plöner See

Der Kleine Plöner See liegt westlich der Stadt Plön (Abbildung 3). Die Morphogenese des Seebeckens wurde in der letzten Eiszeit entscheidend durch die Plön-Preetzer Eiszunge und durch Toteiskomplexe beeinflusst. Seine Seefläche beträgt 2,4 km<sup>2</sup>. Maximal ist er 31 m tief, im Mittel 9 m. Die Morphometrie des Sees ist uneinheitlich und lässt sich im wesentlichen in drei Becken gliedern. Im südöstlichen Becken liegt die tiefste Stelle des Sees. Hier finden sich die drei Hauptzuflüsse vom Mühlensee, Stadtsee und vom Großen Plöner See. Dieser Seeteil ist durch eine Enge vom nordwestlichen Becken getrennt, welches mit maximal 11 m viel flacher ist. Westlich davon geht der See bei Gut Wittmoldt in die Schwentine über, die den einzigen Abfluss des Sees bildet. Sein Einzugsgebiet ist mit einem Umgebungsarealfaktor von 169 entsprechend groß.

1. Referenzzustand nach VOLLENWEIDER:	oligotroph
2. Referenzzustand nach Morphometrie	mesotroph
3. Ist-Zustand (1984):	eutroph 1
4. Bewertung:	3

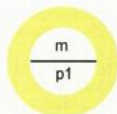


⇐ Beide **Referenzzustände** unterscheiden sich in einem Trophiegrad. Da der See jedoch geschichtet ist, gilt im Sinne des Gewässerschutzes der bessere. Der Kleine Plöner See ist daher, wie auch der Große Plöner See, potentiell natürlich oligotroph. Wiederum liegt der **Ist-Zustand** bei eutroph 1. Die Phosphorkonzentrationen waren zwar mit über 0,1 mg/l P relativ hoch, die Produktion lag jedoch noch auf einem gemäßigten Niveau. Die Sichttiefe betrug 3 m. Im Sommer herrschten mehrere Blaualgenarten der Gattung *Microcystis* vor. Der See verfügte bis 2 m Tiefe über einen reichhaltigen, fast lückenlosen Vegetationsgürtel. Die vorgefundenen Unterwasserpflanzen-Arten sind typisch für eutrophe Gewässer. Als Hauptvertreter sind das Durchwachsene Laichkraut, das Ährige Tausendblatt und das Kammlaichkraut zu nennen. Insgesamt wurden 12 Arten gefunden. Auffallend waren die großen Algenwatten, die fast die gesamte Unterwasservegetation begleiteten. Ab 12 m wurden Faulschlammssedimente festgestellt, die jedoch keinen Schwefelwasserstoff enthielten. Starke Eutrophierungsanzeichen sind also zu erkennen, und es ist kritisch zu hinterfragen, ob der Große und Kleine Plöner See wirklich gleich zu klassifizieren sind. Die **Bewertung** des trophischen Zustandes des Kleinen Plöner Sees liegt bei 3. Handlungsbedarf ist auf jeden Fall vorhanden, da es sich um ein potentiell oligotrophes Gewässer handelt. Ein Belastungsschwerpunkt ist die landwirtschaftliche Nutzung, aber auch die Kläranlage Plön, die in den Kleinen Plöner See einleitet, trägt einen erheblichen Teil zur Phosphorbelastung bei.

### Lanker See

Der 3,8 km<sup>2</sup> große Lanker See ist der letzte große See in der Kette der Schwentine-Seen (Abbildung 3). Er wird in der Literatur mehrfach als Endmoränenstausee bezeichnet, wobei einige Buchten den Charakter von Rinnenseen tragen. Der See gliedert sich in zwei unterschiedlich große und unterschiedlich tiefe Becken. Der kleinere südliche Teil mit einer größten Tiefe von ca. 6 m stellt eine relativ flache Mulde dar, während der größere nördliche Teil viel stärker strukturiert ist und eine maximale Tiefe von 20,5 m aufweist. Im Mittel ist der ganze See nur 3,6 m tief. Das Einzugsgebiet ist mit einem Umgebungsarealfaktor von 120 sehr groß. Der See wird von der Schwentine durchflossen. Außerdem gibt es mehrere kleine Zuflüsse.

1. Referenzzustand nach VOLLENWEIDER:	oligotroph
2. Referenzzustand nach Morphometrie	eutroph 1
3. Ist-Zustand (1986):	polytroph 1
4. Bewertung:	4

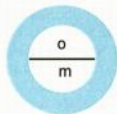


⇨ Beide errechneten **Referenzzustände** weichen um zwei Trophiegrade voneinander ab. Da der See aufgrund des Tiefengradienten von 1,75 als geschichtet gilt, müsste gemäß der Richtlinie der VOLLENWEIDER-Ansatz zur Anwendung kommen. Danach wäre der See potentiell natürlich gerade noch oligotroph. Messungen haben ergeben, dass jedoch nur die tiefste Stelle von Mai bis September eine thermische Schichtung aufweist (LANDESAMT FÜR WASSERHAUSHALT UND KÜSTEN SCHLESWIG-HOLSTEIN 1998b). Die übrigen Teile des Sees sind polymiktisch. Daher spielt die interne Rücklösung bei diesem See eine große Rolle. Der Referenzzustand ist aus diesem Grund nicht eindeutig zu berechnen, im Sinne des Gewässerschutzes wird dieser als „mesotroph“ festgelegt. Der berechnete **Ist-Zustand** liegt bei polytroph 1. Das entspricht auch den anderen Untersuchungsergebnissen. Die Nährstoff- und Chlorophyll a-Konzentrationen (0,26 mg/l P, 0,065 mg/l Chl a) lagen vor allen Dingen im Sommer entsprechend hoch, die Sichttiefe mit unter 1 m sehr niedrig. Es entwickelten sich zu der Zeit mehrere Blaualgenarten. Die Sauerstoffsättigung nahm in der Tiefe ab Mai rapide ab, bis September war im Hypolimnion kein Sauerstoff mehr vorhanden. Unterwasserpflanzen kamen aufgrund der schlechten Lichtverhältnisse nur bis in etwa 2 m Tiefe vor. Es dominierten Pflanzen mit hohen Nährstoffansprüchen, wie das Kammlaichkraut, die Wasserpest und der Spreizende Hahnenfuß. Die Bodenfauna war verarmt in größeren Wassertiefen. Dort erreichten lediglich die Oligochaeten eine höhere Dichte. Aufgrund der Präsenz der *Chironomus plumosus*-Gruppe und *Chaoborus flavicans* im gesamten Profundal ist der Lanker See nach THIENEMANN (1922) aber als eutropher *Chironomus plumosus*-See einzustufen (OTTO 1998). Die **Bewertung** ist aufgrund der Unsicherheit bezüglich des potentiell natürlichen Zustandes nicht ganz eindeutig. Sie liegt ungefähr bei 4; ein dringender Handlungsbedarf, vor allen Dingen im Bereich der landwirtschaftlichen Nutzung, ist vorhanden.

### Schluensee

Der Schluensee, ein Toteisloch, liegt nordöstlich der Stadt Plön (Abbildung 3). Er gehört zum Einzugsgebiet der Schwentine, wird jedoch nicht von ihr durchflossen. Der Schluensee ist 1,27 km<sup>2</sup> groß und hat eine maximale Tiefe von 45 m. Im Mittel ist er 16,3 m tief und somit im Sommer stabil thermisch geschichtet. Sein Einzugsgebiet ist mit einem Umgebungsarealfaktor von 4,0 sehr klein. Neben Braunerden und Parabraunerden finden sich besonders westlich des Sees sandig-kiesige Sedimente. Der See besitzt drei kleine Zuläufe. Ein hoher Abflussbeiwert am Abfluss weist auf eine beträchtliche Speisung des Sees durch Grundwasser hin.

1. Referenzzustand nach VOLLENWEIDER:	oligotroph
2. Referenzzustand nach Morphometrie	oligotroph
3. Ist-Zustand (1989):	mesotroph
4. Bewertung:	2

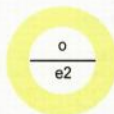


- ⇨ Beide **Referenzzustände** sind identisch. Der potentiell natürliche Zustand des Schluensees ist also oligotroph. Sein **Ist-Zustand** ist mittlerweile mesotroph, aber mit einer Tendenz zum eutrophen Gewässer (LANDESAMT FÜR WASSERHAUSHALT UND KÜSTEN SCHLESWIG-HOLSTEIN 1993a). Die Phosphorkonzentrationen waren im Frühjahr mit 0,11 mg/l P relativ hoch, nahmen jedoch zum Sommer hin im Epilimnion wieder stark ab. Die sommerliche Sichttiefe betrug über 3 m. Blaualgen erreichten nur geringe Anteile am Phytoplankton-Biovolumen. Die Verbreitung der Unterwasservegetation zeigte, dass der Schluensee noch ein recht klares Gewässer ist. Diese erstreckte sich über einen Tiefenbereich von mehr als 6 m. Besonders bemerkenswert war das sehr häufige Auftreten von Armlauchteralgen. Jedoch war im Herbst im Hypolimnion kein Sauerstoff mehr vorhanden. Die Bodenfauna zeigte mit zunehmender Tiefe eine deutliche Reduzierung der Arten- und Individuenzahlen. In 5 m Tiefe dominierten die Oligochaeten. Die tiefste Stelle des Schluensees war mit Ausnahme hoher Dichten von *Chaoborus flavicans* unbesiedelt. Nach THIENEMANN (1922) ist der See als mäßig eutropher *Chironomus anthracinus*-See einzustufen OTTO (1998). Die Ist-Klassifikation nach der LAWA-Richtlinie ist somit nachvollziehbar, vielleicht ein wenig zu positiv. Die **Bewertung** ist 2. Handlungsbedarf ist vorhanden, da es sich beim Schluensee um ein potentiell oligotrophes Gewässer handelt. Die Belastung geht hauptsächlich auf Nährstoffeinträge aus der Landwirtschaft zurück. Sanierungsmaßnahmen sollten daher zum Beispiel auf die Extensivierung ufernaher Flächen abzielen.

### Muggesfelder See

Der Muggesfelder See, nach MÜLLER (1981) eine Toteishohform, ist eingebettet in Moränenzüge. Er befindet sich nördlich von Bad Segeberg an der Grenze zwischen Östlichem Hügelland und Moorgeest im Naturraum „Seengebiet der oberen Trave“ (Abbildung 4). Er liegt am Ostende einer langgestreckten Niederung, die vom Tensfelder Moor, einem entwässerten ehemaligen Hochmoor, eingenommen wird. Die Seefläche beträgt 0,27 km<sup>2</sup>. Er ist maximal 20,7 m und im Mittel 9,6 m tief und somit im Sommer thermisch stabil geschichtet. Er hat zwei kleine Zuläufe und einen Ablauf, der in Richtung Tensfelder Au entwässert. Dieser kann jedoch temporär, je nach Wasserstand, auch als Zufluss fungieren. Sein Einzugsgebiet ist mit einem Umgebungsarealfaktor von 7 sehr klein.

- |                                       |                   |
|---------------------------------------|-------------------|
| 1. Referenzzustand nach VOLLENWEIDER: | <b>oligotroph</b> |
| 2. Referenzzustand nach Morphometrie  | mesotroph         |
| 3. Ist-Zustand (1996):                | eutroph 2         |
| 4. Bewertung:                         | <b>4</b>          |



- ⇨ Beide **Referenzzustände** weichen um eine Stufe voneinander ab. Da der See im Sommer stabil geschichtet ist, gilt der Ansatz nach VOLLENWEIDER. Aufgrund des kleinen Einzugsgebietes ist der potentiell natürliche Zustand also oligotroph. Als **Ist-Zustand** errechnet sich ein stark eutropher Trophiegrad. Dieses entspricht auch den vorgefundenen Gegebenheiten (LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN 1999c). Phosphor war mit 0,06 bis 0,09 mg/l P in mäßigen Konzentrationen vorhanden, die Sichttiefen lagen überwiegend unter 1 m. Der Chlorophyll a-Gehalt zeigte dementsprechend eine hohe Produktivität des Phytoplanktons. Dieses war artenarm, schon ab Mai dominierten Blaualgen. Im Verlauf der sommerlichen Schichtungsphase kam es schon relativ früh zu Sauerstofffreiheit im Tiefenwasser und Schwefelwasserstoff trat auf. Bei den Unterwasserpflanzen wurden vier Arten gefunden, die bezüglich der Wasserqualität eher anspruchslos sind.

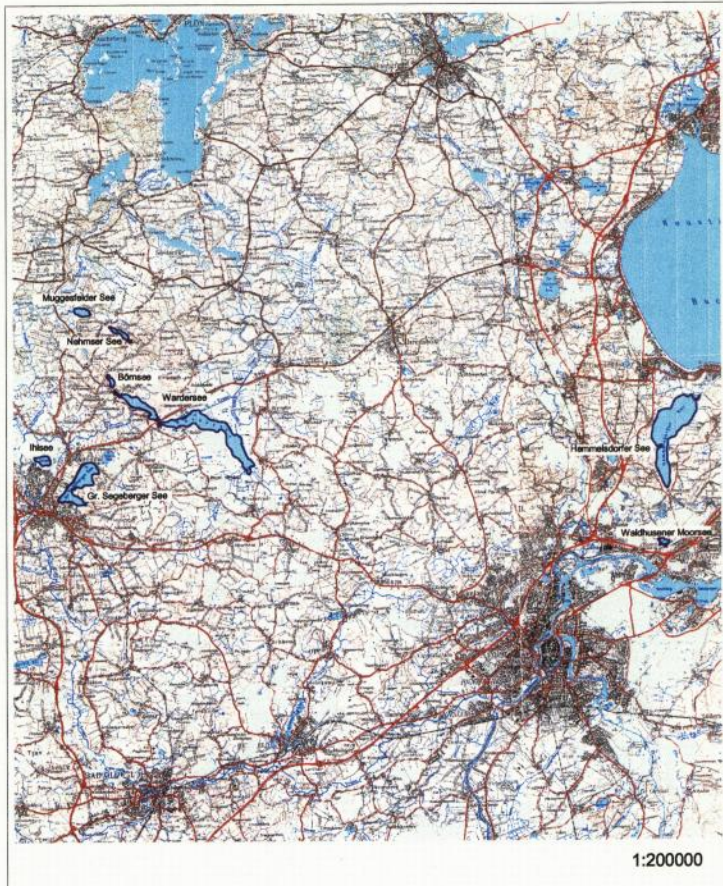


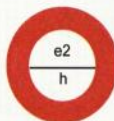
Abbildung 4: Ausgewertete Seen im Kreis Segeberg (Muggesfelder See, Nehmser See, Börnsee, Wardersee, Ihlsee, Großer Segeberger See, Hemmelsdorfer See (Kreis Ostholstein)), Waldhusener Moorsee (Hansestadt Lübeck).

- ⇨ Nach der Profundalfauna ist der Muggesfelder See aufgrund des Fehlens von *Chironomus plumosus* bei Anwesenheit von *Chaoborus flavicans* im Tiefenbereich als ein stark nährstoffreicher See einzustufen. Es ergibt sich also eine **Bewertung** von 4, ein dringender Handlungsbedarf ist vorhanden. 45 % der Phosphorbelastung stammte bisher aus dem Abwasser. Aufgrund der inzwischen erfolgten Abwasserreinigung ist aber langfristig mit einer Erholung des Sees zu rechnen.

### Nehmser See

Südöstlich vom Muggesfelder See liegt der Nehmser See (Abbildung 4). Dieser gehört entstehungsgeschichtlich zu den Rinnenseen. Er ist 0,23 km<sup>2</sup> groß, hat eine maximale Tiefe von 2,2 m und eine mittlere Tiefe von 1,5 m. Der See hat drei kleine Zuläufe und einen Ablauf, der in die Tensfelder Au mündet. Das Einzugsgebiet ist im Verhältnis zum Seevolumen relativ groß.

1. Referenzzustand nach VOLLENWEIDER:	mesotroph
2. Referenzzustand nach Morphometrie	<b>eutroph 2</b>
3. Ist-Zustand (1992):	hypertroph
4. Bewertung:	7

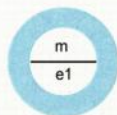


- ⇨ Beide **Referenzzustände** weichen um zwei Stufen voneinander ab. Da es sich hierbei jedoch um einen ungeschichteten See handelt, gilt der Morphometrie-Ansatz; der Nehmser See ist potentiell natürlich eutroph 2. Der gemessene Ist-Zustand befand sich jedoch im hypertrophen Bereich (LANDESAMT FÜR WASSERHAUSHALT UND KÜSTEN SCHLESWIG-HOLSTEIN 1995d). Es wurden sehr hohe Nährstoff- und Chlorophyll a-Konzentrationen festgestellt. Die Phosphorkonzentration betrug 0,2 mg/l P, die Sichttiefe lag ganzjährig mit 0,15 bis 0,4 m sehr niedrig. Es dominierten fädige Blaualgen, im Frühjahr waren außerdem coccale Blaualgenarten (*Microcystis aeruginosa*, *M. incerta*) häufig. Unterwasservegetation wurde aufgrund der geringen Transparenz des Wassers nicht gefunden. Das starke Algenwachstum bewirkte mächtige Faulschlammablagerungen am Seegrund. Die Besiedlung typischer Schlammbewohner war extrem gering. Es ergibt sich eine **Bewertung** von 7, der See ist stark belastet, und es ist zu prüfen, ob Sanierungsmaßnahmen Aussicht auf Erfolg haben. Im Bereich der Abwasserreinigung ist bereits einiges verbessert worden, und es wird nun versucht, die Phosphorkonzentration durch eine interne Maßnahme, eine künstliche Calcitfällung, zu senken.

### Börnsee

Auch der Börnsee liegt im Naturraum „Seengebiet der oberen Trave“ (Abbildung 4). Er stellt zusammen mit dem Wardersee ein Glied in der Seenkette dar, die sich aus einem Eisstausee im Bereich der oberen Trave entwickelte. Er hat eine Fläche von 0,11 km<sup>2</sup>, maximal ist er 10 m und im Mittel 4,6 m tief. Er gehört somit zu den geschichteten Seen. Sein Einzugsgebiet, in dem auch der Blunker See liegt, ist mit 4,04 km<sup>2</sup> und einem Umgebungsarealfaktor von 35 mäßig groß. Der Börnsee hat einen kleinen Zufluss am Nordufer und wird zudem durch zahlreiche Hangquellen am West- und Ostufer gespeist. Er entwässert am Südufer durch einen kleinen Bach in den Wardersee.

1. Referenzzustand nach VOLLENWEIDER:	mesotroph
2. Referenzzustand nach Morphometrie	mesotroph
3. Ist-Zustand (1996):	eutroph 1
4. Bewertung:	2

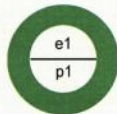


⇒ Beide **Referenzzustände** sind identisch. Der potentiell natürliche Zustand ist eindeutig mesotroph. Sein **Ist-Zustand** ist jedoch eutroph 1 (LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN 1999c). Die Phosphorkonzentrationen lagen bei 0,05 bis 0,06 mg/l P. Die Sichttiefe betrug im Sommer durchschnittlich 2,0 m. Der Stoffhaushalt des Sees war durch ein Ungleichgewicht von Produktion und Abbau geprägt. Bereits Anfang Mai begann eine Entwicklung der Blaualgen. Das Tiefenwasser war zu diesem Zeitpunkt schon sauerstofffrei. Die Bodenfauna stellte sich daher mit insgesamt nur 5 Arten sehr artenarm dar. Neben wenigen Zuckmückenlarven der *Chironomus plumosus*-Gruppe war in allen Tiefen die Büschelmückenlarve *Chaoborus flavicans* vertreten. Der See beherbergte mehrere, für eutrophe Seen typische submerse Makrophytenarten (Kamm-Laichkraut, Krauses Laichkraut, Durchwachsenes Laichkraut, Kanadische Wasserpest, Spreizender Hahnenfuß, Armleuchteralgen). Es ergibt sich eine **Bewertung** von 3. Handlungsbedarf ist vorhanden, vor allen Dingen, weil es sich beim Börnsee um ein potentiell mesotrophes Gewässer handelt. Vordringlich sollten die seenahen Bereiche und die hängigen Ackerflächen als extensives Grünland genutzt werden.

### Wardersee (Kreis Segeberg)

Der Wardersee erstreckt sich als ein schmales, etwa 9 km langes Wasserband in nordwest-südöstlicher Richtung (Abbildung 4). Er ist 3,6 km<sup>2</sup> groß und hat eine maximale Tiefe von 10,3 m. Seine mittlere Tiefe beträgt 4,3 m. Er ist daher im Sommer nur instabil oder gar nicht thermisch geschichtet. Sein Einzugsgebiet ist mit 246,6 km<sup>2</sup> sehr groß. Der Umgebungsarealfaktor liegt bei 68. Der See wird von der Trave durchflossen. Die Bißnitz entwässert den südöstlichen Teil des Einzugsgebietes. Die theoretische Wasseraufenthaltszeit beträgt nur ca. 3 Monate.

1. Referenzzustand nach VOLLENWEIDER:	mesotroph
2. Referenzzustand nach Morphometrie	eutroph 1
3. Ist-Zustand (1996):	polytroph 1
4. Bewertung:	3



⇒ Beide **Referenzzustände** weichen um einen Trophiegrad voneinander ab. Da der See jedoch ungeschichtet ist, gilt der Morphometrie-Ansatz. Als potentiell natürlicher Zustand errechnet sich daher eutroph 1. Dieses Ergebnis erscheint plausibel. Als **Ist-Zustand** ergab sich polytroph 1 (LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN 1999b). Eine Untersuchung zeigte, dass die Nährstoffkonzentrationen und die Algendichte ganzjährig auf einem hohen Niveau lagen. Im Frühjahr wurde eine Phosphorkonzentration von 0,15 mg/l P gemessen. Im Sommer erhöhte sie sich auf 0,25 mg/l P. Die Sichttiefe lag bei 1 m. Aufgrund der häufigen Durchschichtung dominierten dort jedoch keine Blaualgen, sondern Kie-

selalgen. Auffallend war die hohe Sauerstoffkonzentration an der Oberfläche und die relativ starke Zehrung in Bodennähe während der kurzen Schichtungsperioden. Die submerse Vegetation setzte sich aus besonders belastungstoleranten Arten zusammen, die charakteristisch sind für sehr nährstoffreiche Gewässer. Krauses Laichkraut, Durchwachsenes Laichkraut und Kamm-Laichkraut stellen die verbreitetsten Arten dar. Auch das Zoobenthon weist den See als nährstoffreich aus. Allerdings wurden Litoralformen bis in die größten Tiefen gefunden. Grund dafür war aber sicherlich die relativ gute Sauerstoffversorgung in der Tiefe aufgrund der häufigen Durchmischung der Wassersäule. Polytroph 1 scheint daher eine realistische Einschätzung zu sein. Es errechnet sich eine **Bewertung** von 3. Die Dringlichkeit einzelner Maßnahmen müsste geprüft werden. Auf jeden Fall sollten die Viehweiden am Wardersee und den Zuläufen nur extensiv bewirtschaftet werden.

### Ihlsee

Der Ihlsee, ein Toteisloch nordwestlich der Stadt Bad Segeberg (Abbildung 4), ist 0,28 km<sup>2</sup> groß und besitzt eine maximale Tiefe von 21,5 m. Seine mittlere Tiefe beträgt 7,7 m. Ein künstlich geschaffener Abfluss dient der Wasserstandsregulierung des Sees. Das Einzugsgebiet ist im Bezug zur Seefläche sehr klein. Der Umgebungsarealfaktor beträgt 1,9. Die Böden in der Umgebung sind überwiegend sandig.

1. Referenzzustand nach VOLLENWEIDER:	<b>oligotroph</b>
2. Referenzzustand nach Morphometrie	mesotroph
3. Ist-Zustand (1994):	mesotroph
4. Bewertung:	<b>2</b>



⇐ Beide **Referenzzustände** weichen um einen Trophiegrad voneinander ab. Da der See im Sommer jedoch stabil geschichtet ist, wird im Sinne des Gewässerschutzes der geringere Trophiegrad als Bewertungsgrundlage herangezogen. Der potentiell natürliche Zustand ist also oligotroph. Als **Ist-Zustand** wurden mesotrophe Verhältnisse festgestellt (LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN 1996a). Dies entspricht auch den Ergebnissen der Untersuchung. Die Nährstoff- und Chlorophyll a-Konzentrationen waren durchgehend niedrig. Die Phosphorkonzentrationen lagen zwischen 0,01 und 0,02 mg/l P. Die Sichttiefe betrug im Sommer 4,7 m. Empfindliche Unterwasserpflanzen-Arten wie die Wasserlobelie und das Seebrachsenkraut wurden jedoch langsam vom Strandling und dem Tausendblatt verdrängt. Es bildeten sich Algenwatten auf dem Boden, und es herrschte am Ende des Sommers Sauerstoffknappheit im Tiefenwasser. Im Profundal kam es zu einer drastischen Reduktion der Artenzahl des Benthons. Es waren in diesem Bereich auch keine Arten zu finden, die Sauerstoffmangel ertragen, wie zum Beispiel *Chironomus plumosus*. Es kam scheinbar zu der Zeit zu einem Ausfall bestimmter Arten, aber nicht zu einem Ersatz. Es ist daher eine gewisse Tendenz zu einem eutrophen Gewässer erkennbar. Der Ihlsee ist jedoch immer noch einer der in Schleswig-Holstein seltenen mesotrophen Seen. Die **Bewertung** liegt bei 2. Handlungsbedarf ist vorhanden, da der noch nährstoffarme Zustand des Sees unbedingt geschützt werden muss. Jeder zusätzliche Nährstoffeintrag, sei es durch den Badebetrieb oder durch die Düngung der umliegenden Gärten, sollte so stark wie möglich reduziert werden.

## Großer Segeberger See

Beim Großen Segeberger See (Abbildung 4) handelt es sich wahrscheinlich um eine Einbruchsenke eines Salzstockes. Er ist 1,7 km<sup>2</sup> groß, hat eine maximale Tiefe von 12,0 m und ist im Mittel 6,3 m tief. An Zuflüssen weist der See nur kleinere Gewässer auf, die zum Teil im Sommer austrocknen. Der Ablauf des Sees ist die Rönnau. Das See-Einzugsgebiet ist mit einem Umgebungsarealfaktor von 4,7 sehr klein.

- |                                       |                    |
|---------------------------------------|--------------------|
| 1. Referenzzustand nach VOLLENWEIDER: | <b>oligotroph</b>  |
| 2. Referenzzustand nach Morphometrie  | eutroph 1          |
| 3. Ist-Zustand (1990):                | mesotroph/eutroph1 |
| 4. Bewertung:                         | <b>2 (1)</b>       |

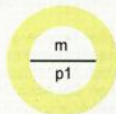


Beide **Referenzzustände** weichen um zwei Trophiegrade voneinander ab. Das Einzugsgebiet ist sehr klein, somit ist der VOLLENWEIDER-Ansatz nachvollziehbar. Gleichzeitig ist der See aber nicht sehr tief und der Temperaturgradient im Sommer entsprechend schwach ausgeprägt. Hinzu kommt die natürlich bedingte hohe Sulfat-Konzentration des Seewassers, die die interne Phosphorrücklösung aus dem Sediment fördert. Auch HOFMANN (1978) hat anhand von paläolimnologischen Untersuchungen festgestellt, dass der Große Segeberger See schon seit dem Spätglazial relativ nährstoffreich war. Der potentiell natürliche Zustand könnte somit in der Mitte der beiden Ansätze, also im mesotrophen Bereich liegen. Auch der errechnete **Ist-Zustand** ist mesotroph (LANDESAMT FÜR WASSERHAUSHALT UND KÜSTEN SCHLESWIG-HOLSTEIN 1995b). Die Frühjahrs-Phosphorkonzentrationen lagen bei 0,15 mg/l P und reduzierten sich im Laufe des Jahres auf 0,086 mg/l P. Die Sichttiefe betrug 3,3 m. Dabei ist jedoch festzustellen, dass bei einer Erhöhung des Chlorophyll a-Sommerrittelwertes um ein Mikrogramm pro Liter sich ein Ist-Zustand von eutroph 1 ergibt. Auch andere Parameter deuten darauf hin, dass sich der Segeberger See in einem Übergangsbereich befindet. So war während der Schichtungsphase das Hypolimnion sauerstofffrei. Das Zoobenthon zeigte mit zunehmender Tiefe eine deutliche Verarmung in Bezug auf Artenzahl und Häufigkeit. Aufgrund der Anwesenheit der *Chironomus plumosus*-Gruppe im Profundal ist dieses Gewässer als eutropher *Chironomus plumosus*-See im Sinne von THIENEMANN (1922) einzustufen (OTTO 1998). Die Verbreitungsgrenze der Unterwasservegetation weist den Segeberger See jedoch wiederum als mesotroph aus. Die **Bewertung** ist somit nicht ganz eindeutig. Handlungsbedarf ist jedoch vorhanden. Die Nährstoffbelastung stammt hauptsächlich aus dem Bereich der Landwirtschaft.

## Hemmelsdorfer See

Der Hemmelsdorfer See liegt nördlich von Lübeck direkt an der Ostsee (Abbildung 4). Er ist ein typisches Eiszungenbecken, das sich während der Schmelze zu einer Förde entwickelt hat. Mit dem Anstieg des Meeresspiegels wurden die benachbarten Steilufer verstärkt abgetragen. Es bildeten sich Strandwälle, so dass der See schließlich abgeriegelt und zu einem Strandsee wurde. Seine Seefläche beträgt 4,5 km<sup>2</sup>. Maximal ist der Hemmelsdorfer See 39 m tief, im Mittel jedoch nur 5,3 m. Er teilt sich in zwei grundverschiedene Becken. Während der kleinere südliche Teil annähernd seine ursprüngliche Form als tiefes Zungenbecken beibehalten hat, wurde das große nördliche Becken durch Sedimentation zur Zeit der Strandwallbildung sehr flach. Der See besitzt 10 bis 12 größere und kleinere Zuläufe. Sein Einzugsgebiet ist mit einem Umgebungsarealfaktor von 6,8 sehr klein.

1. Referenzzustand nach VOLLENWEIDER:	oligotroph
2. Referenzzustand nach Morphometrie	<b>mesotroph</b>
3. Ist-Zustand:	polytroph 1
4. Bewertung:	<b>4</b>



⇨ Beide **Referenzzustände** weichen um eine Stufe voneinander ab. Da der See mit seinem Tiefengradienten von fast 5 als geschichtet gilt, müsste die Trophiestufe oligotroph als Referenzzustand ausgewählt werden. Das Problem dabei ist jedoch, dass die beiden Becken von der Morphologie her als zwei Seen zu betrachten sind. Der potentiell natürliche Zustand des tiefen, geschichteten Teils wäre dann oligotroph und des flachen, ungeschichteten eutroph 1. Betrachtet man den Hemmeldorfer See jedoch als einen See, wäre daher mesotroph ein angemessener potentiell natürlicher Zustand. Als **Ist-Zustand** ergibt sich polytroph 1 (LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN 1999c). Dazu passen auch andere untersuchte Parameter. Die Phosphorkonzentration lag im Mittel bei 0,1 mg/l P, die Sichttiefe bei 0,7 m. Blaualgenmassenentwicklungen waren die Regel. Die sauerstofffreie Zone reichte den Sommer über bis 8 m Wassertiefe und enthielt Schwefelwasserstoff. Die Bodenfauna war im tiefen Becken entsprechend artenarm. Auch eine intakte Unterwasservegetation fehlt. Daraus ergibt sich eine **Bewertung** von 4. Ein dringender Handlungsbedarf ist vorhanden. Einige Sanierungsmaßnahmen sind bereits durchgeführt worden. Eine hohe Belastung ging in der Vergangenheit von der Kläranlage Timmendorfer Strand aus. Diese wird nun saniert. Sie wird aber immer noch in den See einleiten. Zur Entlastung des Hemmeldorfer Sees sollten in erster Linie im landwirtschaftlichen Bereich weitere Maßnahmen ergriffen werden.

### Waldhusener Moorsee

Der Waldhusener Moorsee liegt im Östlichen Hügelland im Naturraum „Lübecker Becken“ (Abbildung 4) und ist durch Torfstich im ehemaligen Herrenmoor in den Jahren 1858 bis 1919 entstanden. Er ist 0,14 km<sup>2</sup> groß und hat eine maximale Tiefe von 2,2 m. Im Mittel ist er nur 1,2 m tief. Die theoretische Wasseraufenthaltszeit beträgt ungefähr ein halbes Jahr bis ein Jahr. Der See besitzt keinen nennenswerten Zufluss, lediglich am Ostufer mündet ein kleiner Graben. Abflüsse sind am Süd- und Westufer zu finden, wobei letzterer häufig trocken fällt. Sein Einzugsgebiet ist im Verhältnis zur Seefläche relativ groß. Als Bodenart findet sich dort Niedermoortorf, eingefasst von kiesigem Sand eines Sandergebietes.

1. Referenzzustand nach VOLLENWEIDER:	eutroph 1
2. Referenzzustand nach Morphometrie	<b>eutroph 2</b>
3. Ist-Zustand (1996):	eutroph 1
4. Bewertung:	<b>1</b>



⇨ Beide **Referenzzustände** weichen um einen Trophiegrad voneinander ab. Da es sich hier jedoch um ein Flachgewässer handelt, gilt der Morphometrieanatz. Der See ist somit potentiell natürlich stark eutroph. Der errechnete **Ist-Zustand** liegt aber aufgrund der relativ niedrigen Nährstoff- und Chlorophyll a-Konzentrationen nur im leicht eutrophen Bereich (LANDESAMT

die Phosphorkonzentration knapp 0,04 mg/l P und die Sichttiefe nur 1,2 m. Der Waldhusener Moorsee wies im Untersuchungsjahr ein breites Spektrum verschiedener Phytoplanktonarten in relativ geringer Dichte auf. Allerdings begann bereits im Mai eine für nährstoffreiche Seen typische Entwicklung von Blaualgen. Die Unterwasservegetation wurde von acht Arten gebildet: der Wasserschlauch, Brunnenmoos, Kamm-Laichkraut, Krauses Laichkraut, Wasserpest, sowie drei Armleuchteralgen-Arten. Auch die Sedimentfauna stellte sich mit 22 Taxa als recht artenreich dar. Unterschiede zwischen den einzelnen Tiefenbereichen waren kaum erkennbar. Der errechnete Ist-Zustand entspricht also den vorgefundenen Verhältnissen und ist somit um einen Trophiegrad besser als der vorgegebene Referenzzustand. So zeigt sich, dass die Richtlinie bei diesem künstlichen, dystrophen Gewässer nicht uneingeschränkt anwendbar ist. Aus der **Bewertung** ist aber zu erkennen, dass kein Handlungsbedarf vorhanden ist.

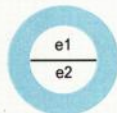
### **Gudower und Sarnekower See**

Die beiden im Kreis Herzogtum Lauenburg südlich von Mölln gelegenen Seen gehören zur Mölln-Gudower-Seenrinne, ein subglaziales Rinnensystem (LANDESAMT FÜR WASSERHAUSHALT UND KÜSTEN SCHLESWIG-HOLSTEIN 1989c). Dieses setzt sich zum einen aus dem Gudower und Sarnekower See zusammen, in nördlicher Richtung folgt die sogenannte Möllner Seenkette (Abbildung 5).

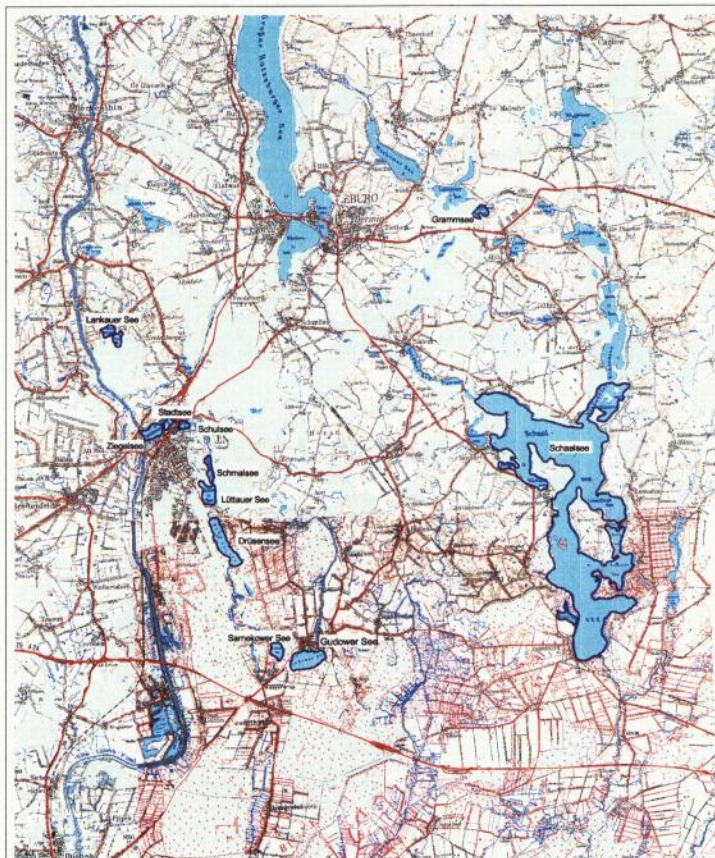
### **Gudower See**

Der Gudower See bildet den südöstlichen Ausläufer dieser Seenrinne. Sein einziger Zulauf ist der Oberlauf des Hellbaches, der in diesem Bachabschnitt als Stichelsbach bezeichnet wird. Dieser verläuft durch eine Niedertaulandschaft und stellt den Abfluss mehr oder weniger großer Moore dar. Der See ist 0,7 km<sup>2</sup> groß und hat eine maximale Tiefe von 9,7 m. Im Mittel ist er 4,9 m tief. Das Einzugsgebiet ist groß, der Umgebungsarealfaktor beträgt 83.

1. Referenzzustand nach VOLLENWEIDER:	<b>eutroph 1</b>
2. Referenzzustand nach Morphometrie	eutroph 1
3. Ist-Zustand (1987):	eutroph 2
4. Bewertung:	<b>2</b>



- ⇒ Beide **Referenzzustände** sind identisch. Aufgrund des hohen Mooranteils liegt der VOLLENWEIDER-Ansatz im eutrophen Bereich. Der Gudower See ist also potentiell natürlich eutroph 1. Das Mischungsverhalten des See ist aber schwer in eine Kategorie einzuordnen. Nach dem errechneten Tiefengradienten von 1,64 ist der Gudower See als geschichtet anzusehen. Messungen haben jedoch gezeigt, dass der Temperaturgradient nicht durchgehend stabil und die Wassersäule im September schon wieder voll durchmischt war. Des weiteren ist es schwer, diesen See nach der Trophie, also nach den Chlorophyll a-Konzentrationen und der Sichttiefe zu bewerten, da er ganzjährig aufgrund der hohen Zufuhr von Huminstoffen aus dem Stichelsbach eine starke bräunliche Färbung aufwies.



1:150000

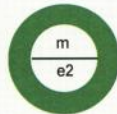
Abbildung 5: Ausgewertete Seen im Kreis Herzogtum Lauenburg (Gudower See, Sarnekower See, Drüsensee, Lüttauer See, Schmalsee, Schulsee, Stadter See, Ziegelsee, Lankauer See, Grammsee, Schaalsee).

- ⇨ Die Sichttiefen lagen unter 1 m. Sie waren im Jahresgang kaum Schwankungen unterworfen und korrelierten nicht mit dem Chlorophyll a-Gehalt. Unterwasserpflanzen kamen daher mit Ausnahme eines kleinen Bestandes an Kamm-Laichkraut nicht vor. Trotzdem scheint der Trophiegrad eutroph 2 den **Ist-Zustand** des Sees recht gut widerzuspiegeln, denn auch eine etwas höhere sommerliche Sichttiefe würde das errechnete Ergebnis nicht ändern. Auch die Nährstoffkonzentrationen, besonders die Stickstoffverbindungen, lagen entsprechend hoch. Die Phosphorkonzentration betrug 0,1 mg/l P. Im Sommer bestimmten Blaualgen das Phytoplanktonbild. Die **Bewertung** liegt bei 3; Handlungsbedarf ist vorhanden. Es ist jedoch dabei zu bedenken, dass die Bewertungsrichtlinie für dystrophe Gewässer nicht oder nur eingeschränkt anwendbar ist.

### Sarnekowej See

Der Sarnekowej See schließt sich an den Gudower See an, beide sind durch einen ca. 400 m langen Graben miteinander verbunden. Der Mühlenbach (Hellbach) bildet den durch eine kleine Stauanlage regulierbaren Abfluss des Sees. Die Seefläche beträgt 0,24 km<sup>2</sup>. Mit einer maximalen Tiefe von 17,3 m und einer mittleren Tiefe von 7,9 m ist er im Sommer stabil geschichtet. Das Einzugsgebiet ist sehr groß, der Umgebungsarealfaktor beträgt 258.

1. Referenzzustand nach VOLLENWEIDER:	eutroph 1
2. Referenzzustand nach Morphometrie	<b>mesotroph</b>
3. Ist-Zustand (1987):	eutroph 2
4. Bewertung:	<b>3</b>



- ⇨ Beide **Referenzzustände** weichen um eine Stufe voneinander ab. Der potentiell natürliche Zustand ist im Sinne des Gewässerschutzes mesotroph. Als mögliche Fehlerquelle ist der künstlich beeinflusste Ablauf des Sees zu sehen. Der Sarnekowej See wies mit 1,3 m im Durchschnitt etwas höhere Sichttiefen auf als der Gudower See, die in erster Linie auf die geringere Eigenfärbung des Sarnekowej Seewassers zurückzuführen sind. Eine deutliche Beziehung zwischen Chlorophyll a-Gehalt und Sichttiefe war allerdings auch dort aufgrund des allochthonen Eintrages von Huminstoffen kaum zu erkennen. An Unterwasserpflanzen kam nur das Kamm-Laichkraut vor. Im Vergleich zum Gudower See waren die Bestände etwas höher. Die Stickstoffkonzentrationen waren ähnlich hoch, der Phosphorgehalt war im Frühjahr mit 0,24 mg/l P höher als im Gudower See, im Sommer jedoch durch die stabilere Schichtung etwas niedriger. Die Planktonzusammensetzung war sehr ähnlich. Somit ist der Trophiegrad dieser beiden Gewässer vergleichbar, der **Ist-Zustand** ist stark eutroph, und es ergibt sich eine **Bewertung** von 3. Aber auch hier ist zu bedenken, dass die Bewertungsrichtlinie für dystrophe Gewässer nur eingeschränkt anwendbar ist.

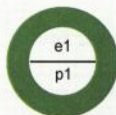
### Möllner Seenkette

Die Möllner Seenkette setzt sich aus 7 relativ flachen Seen zusammen; Drüsensee, Lüttauer See, Schmalsee, Hegesee, Schulsee, Stadtsee und Ziegelsee (LANDESAMT FÜR WASSERHAUSHALT UND KÜSTEN SCHLESWIG-HOLSTEIN 1995c). Sie wird mit Ausnahme vom Hegesee vom Hellbach durchflossen und endet mit dem Ziegelsee in Mölln direkt im Elbe-Lübeck-Kanal. Dieses Fließgewässer ist der einzige Zufluss aus dem oberhalb gelegenen sehr großen Einzugsgebiet und bildet den Anschluss an das Gewässersystem Stichelsbach-Mühlenbach mit den dazwischen geschalteten Gudower- und Sarnekowej See.

### Drüsensee

Der 0,74 km<sup>2</sup> große Drüsensee ist maximal 7,9 m tief und hat eine mittlere Tiefe von nur 4,3 m. Er ist somit im Sommer nur sehr schwach geschichtet. Das Einzugsgebiet ist sehr groß. Der Umgebungsarealfaktor beträgt 100. In seiner Umgebung haben sich weitgehend Fein- und Mittelsande abgelagert.

- |                                       |                  |
|---------------------------------------|------------------|
| 1. Referenzzustand nach VOLLENWEIDER: | <b>eutroph 1</b> |
| 2. Referenzzustand nach Morphometrie  | <b>eutroph 1</b> |
| 3. Ist-Zustand (1988):                | polytroph 1      |
| 4. Bewertung:                         | <b>3</b>         |

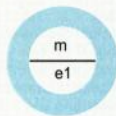


⇨ Beide **Referenzzustände** sind identisch. Der potentiell natürliche Zustand liegt im leicht eutrophen Bereich. Der See ist jedoch mittlerweile schwach polytroph. Die Phosphorkonzentration betrug im Frühjahr 0,15 mg/l P und reduzierte sich während des Sommers auf 0,08 mg/l P. Die Sichttiefe lag im Mittel bei 1,2 m. Durch die hohe Planktontrübe wurde die Unterwasservegetation fast gänzlich zurückgedrängt. Die Blaualge *Microcystis sp.* war an der Sommeralgenblüte in erheblichem Maße beteiligt. Die **Ist-Klassifikation** spiegelt somit die realen Verhältnisse ganz gut wider. Die **Bewertung** ist 3; der Sanierungsbedarf ist nicht dringend.

### Lüttauer See

Nach einer relativ kurzen Fließstrecke mündet der Hellbach in den nördlich gelegenen Lüttauer See. Dieser ist ungefähr halb so groß wie der Drüsensee, hat aber eine maximale Tiefe von 16,7 m. Im Mittel ist er 7,4 m tief. Der See ist also im Sommer stabil geschichtet. Der Umgebungsarealfaktor beträgt 191.

- |                                       |                  |
|---------------------------------------|------------------|
| 1. Referenzzustand nach VOLLENWEIDER: | eutroph 1        |
| 2. Referenzzustand nach Morphometrie. | <b>mesotroph</b> |
| 3. Ist-Zustand (1988):                | eutroph 1        |
| 4. Bewertung:                         | <b>2</b>         |



⇨ Beide **Referenzzustände** weichen um eine Stufe voneinander ab. Obwohl das Einzugsgebiet des Lüttauer Sees größer ist als das des Drüsensees, ist der potentiell natürliche Zustand im Sinne des Gewässerschutzes mesotroph. Grund dafür ist die größere Tiefe des Seebeckens. Auch der **Ist-Zustand** dieses Sees ist mit eutroph 1 etwas besser als der des vorgeschalteten Sees. Es wurden dort niedrigere Nährstoff- und Chlorophyll a-Konzentrationen gemessen. Die Phosphorkonzentration lag im Frühjahr bei 0,1 mg/l P und im Sommer bei 0,06 mg/l P. Die Sichttiefe betrug 1,7 m. Neben der Morphometrie und der daraus resultierenden stabilen thermischen Schichtung des Wasserkörpers ist der Nährstoffrückhalt durch den Drüsensee dafür verantwortlich. Es zeigte sich, dass der Lüttauer See als einziger der Seenkette eine Unterwasservegetation aufwies. Es wurden dort mehrere Laichkraut-Arten und Hahnenfußgewächse

gefunden. Die **Bewertung** ist 2; da es sich hierbei jedoch um einen potentiell mesotrophen See handelt, sollten Sanierungsmaßnahmen durchgeführt werden.

### Schmalsee

Der nachfolgende Schmalsee nimmt mit 0,18 km<sup>2</sup> die Hälfte des Lüttauer Sees ein bei einer maximalen Tiefe von 7,8 m. Seine mittlere Tiefe beträgt 3,8 m. Er besitzt wie die anderen beiden Seen mit seiner langgestreckten, buchtenarmen Gestalt die typische Form eines Rinnensees. Der Umgebungsarealfaktor beträgt 444.

1. Referenzzustand nach VOLLENWEIDER:	<b>eutroph 1</b>
2. Referenzzustand nach Morphometrie	<b>eutroph 1</b>
3. Ist-Zustand (1988):	eutroph 2
4. Bewertung:	<b>2</b>

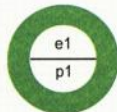


⇨ Beide Ansätze sind identisch, der Referenzzustand ist eutroph 1. Aufgrund seines berechneten Tiefengradienten zählt er gerade noch zu den geschichteten Seen. Messungen ergaben jedoch, dass der Temperaturgradient sehr schwach ist. Der **Ist-Zustand** lag nach den Nährstoff- und Chlorophyll a-Konzentrationen bei eutroph 2. Es wurden Phosphorkonzentrationen von 0,06 bis 0,08 mg/l P gemessen. Die Sichttiefe betrug 1,5 m. In den Sommermonaten traten mehrere Algenarten häufig auf. Es dominierten die Blaualge *Oscillatoria* sp. und der Dinoflagellat *Ceratium hirundinella*. Die **Bewertung** ist 2. Es besteht kein akuter Handlungsbedarf.

### Schulsee

Der Schulsee, der auch wie der folgende Stadt- und Ziegelsee im Stadtgebiet von Mölln liegt, ist mit 0,13 km<sup>2</sup> Seefläche der kleinste See der Möllner Seenkette. Die maximale Seetiefe ist mit 4 m gering. Die mittlere Tiefe liegt bei nur 2,7 m. Er ist ein kreisförmiger See, dessen Uferbereiche im Gegensatz zu den typischen Rinnenseen flach auslaufen. Der Umgebungsarealfaktor beträgt 659.

1. Referenzzustand nach VOLLENWEIDER:	<b>eutroph 1</b>
2. Referenzzustand nach Morphometrie	<b>eutroph 1</b>
3. Ist-Zustand (1988):	polytroph 1
4. Bewertung:	<b>3</b>



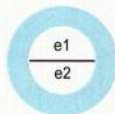
⇨ Beide **Referenzzustände** sind wiederum identisch. Der potentiell natürliche Zustand ist auch dort „eutroph 1“. Der errechnete **Ist-Zustand** von polytroph 1 entspricht den tatsächlich gemessenen Verhältnissen. Die sommerlichen Nährstoff- und Chlorophyll a-Konzentrationen lagen dort höher als in den vorgeschalteten Seen. Gesamtphosphor betrug 0,12 mg/l P. Es wurden Sichttiefen von ungefähr 1,3 m gemessen. Auffällig war, dass im Schmalsee im Sommer keine Blaualgenblüten auftraten. Der Grund dafür war wahrscheinlich die häufige Durch-

mischung der Wassersäule. Auch in diesem See wurde keine Unterwasservegetation gefunden. Die **Bewertung** ist 3; der Sanierungsbedarf ist nicht dringend.

### Stadtsee

Der 0,14 km<sup>2</sup> große Stadtsee ist maximal 6,4 m und im Mittel 4,2 m tief. Auch er hat eine runde Form, dessen Uferpartien flach auslaufen. Sein Umgebungsarealfaktor liegt bei 623.

- |                                       |                  |
|---------------------------------------|------------------|
| 1. Referenzzustand nach VOLLENWEIDER: | <b>eutroph 1</b> |
| 2. Referenzzustand nach Morphometrie  | <b>eutroph 1</b> |
| 3. Ist-Zustand (1988):                | eutroph 2        |
| 4. Bewertung:                         | <b>2</b>         |

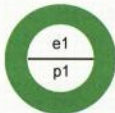


⇨ Beide **Referenzzustände** sind identisch. Der ungeschichtete Stadtsee ist potentiell natürlich „eutroph 1“. Der errechnete **Ist-Zustand** von eutroph 2 entspricht den tatsächlich gemessenen Verhältnissen. Die Phosphor- und Chlorophyll a-Konzentrationen lagen dort etwas niedriger als im Schulsee. Die Sichttiefen lagen bei 1,4 m. Auch beim Stadtsee traten im Sommer keine Blaualgenblüten auf. Die **Bewertung** ist 2, der Handlungsbedarf ist gering.

### Ziegelsee

Der Ziegelsee ist mit 0,4 km<sup>2</sup> mehr als doppelt so groß wie der dahinter liegende Stadtsee. Auch er ist sehr flach (maximale Tiefe = 6,4 m, mittlere Tiefe = 3,7 m). Der Ablauf des Sees mündet in den Elbe-Lübeck-Kanal. Die Fließrichtung und Abflussmenge wird durch die künstliche Wasserstandsregulierung des Kanals stark beeinflusst. Die theoretische Wasseraufenthaltszeit des Sees ist daher sehr schwer bestimmbar. Der Umgebungsarealfaktor beträgt 219.

- |                                       |                  |
|---------------------------------------|------------------|
| 1. Referenzzustand nach VOLLENWEIDER: | <b>eutroph 1</b> |
| 2. Referenzzustand nach Morphometrie  | <b>eutroph 1</b> |
| 3. Ist-Zustand (1988):                | polytroph 1      |
| 4. Bewertung:                         | <b>3</b>         |

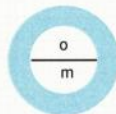


⇨ Beide **Referenzzustände** sind gleich. Der See ist potentiell natürlich eutroph 1. Als Fehlerquelle zu beachten sind jedoch die durch den Einfluss des Kanals etwas komplizierteren hydrologischen Verhältnisse. Der errechnete **Ist-Zustand** von polytroph 1 entspricht den tatsächlich gemessenen Verhältnissen. Vor allen Dingen die Phosphorkonzentrationen lagen dort mit 0,14 mg/l P höher als in den benachbarten Seen. Der Chlorophyll a-Gehalt war ähnlich hoch wie beim Schulsee. Die Sichttiefe betrug 1 m. In diesem See dominierten jedoch im Sommer verschiedene Blaualgen-Arten. Die **Bewertung** ist 3; der Handlungsbedarf ist nicht vordringlich.

## Lankauer See

Der Lankauer See, der nordwestlich von Mölln liegt (Abbildung 5), zeigt Ähnlichkeit mit einem Grundmoränenensee, verdankt aber seine Entstehung auch der erodierenden Wirkung des Schmelzwassers am Rande des Inlandeises (BÄRTLING 1922). Er ist ursprünglich abflusslos, entwässert jedoch jetzt über einen künstlichen Graben Richtung Elbe-Lübeck-Kanal. Der See ist durch eine Landzunge in zwei Becken zerteilt. Das 0,14 km<sup>2</sup> große östliche Becken ist einfach gestaltet. Die Uferbank ist schmal und steil ausgeprägt, während in der Mitte des Sees der Boden fast eine horizontale Ebene bildet. Die maximale Wassertiefe beträgt dort 9,8 m und die mittlere Tiefe 5,1 m. Dagegen weist das westliche, tiefe Becken ein sehr unruhiges Relief auf. Die maximale Tiefe ist 22,9 m, die mittlere 10,4 m. Beide Seeteile sind im Sommer thermisch stabil geschichtet. Das Einzugsgebiet des Sees ist mit einem Umgebungsarealfaktor von 5,1 sehr klein. Die Böden bestehen überwiegend aus Geschiebemergel. Am Nordufer findet sich ein Bereich mit Flachmoortorf. Der See hat keine nennenswerten oberirdischen Zuläufe. Ein kontinuierlicher Abfluss auch in den Sommermonaten lässt auf einen erheblichen Grundwasserzustrom schließen. Die theoretische Wasseraufenthaltszeit beträgt ungefähr 5 Jahre.

1. Referenzzustand nach VOLLENWEIDER:	oligotroph
2. Referenzzustand nach Morphometrie	mesotroph
3. Ist-Zustand (1995):	mesotroph
4. Bewertung:	2

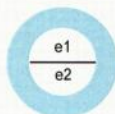


⇨ Die errechneten **Referenzzustände**, die bei beiden Seeteilen gleich sind, weichen um eine Stufe voneinander ab. Da jedoch sowohl das östliche als auch das westliche Becken stabil geschichtet sind, gilt der VOLLENWEIDER-Ansatz. Der potentiell natürliche Zustand des Lankauer Sees ist daher oligotroph. Nach dem gemessenen Nährstoff- und Chlorophyll a-Gehalt sowie der Sichttiefe war der Lankauer See mesotroph (LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN 1996c). Die Phosphorkonzentration lag im Frühjahr bei 0,04 mg/l P und im Sommer bei 0,016 mg/l P. Die sommerliche Sichttiefe betrug 3,7 m. Die auftretenden Planktonarten waren eher Vertreter nährstoffärmerer Gewässer, Blaualgen kamen nur in geringer Dichte vor. Die Unterwasservegetation war vor allen Dingen im tiefen Becken sehr artenreich. Besonders bemerkenswert waren die großen Vorkommen des in Schleswig-Holstein vom Aussterben bedrohten Großen Nixenkrautes sowie das große Artenspektrum der Armeleuchteralgen. Die Sauerstoffverhältnisse wiesen den See aber als nährstoffreich aus, da ab Juni in der Tiefe der beiden Becken kein Sauerstoff mehr zu messen war. Die Besiedlungsdichte aller Zoobenthonarten war sehr gering. Eine Tendenz zu einem eutrophen Gewässer war daher erkennbar. Die **Ist-Klassifikation** nach der Richtlinie ist daher vielleicht etwas zu optimistisch. Die **Bewertung** liegt bei 2; Sanierungsbedarf ist vorhanden, da es sich hierbei um einen potentiell oligotrophen See handelt. Erste Schritte zum Schutz des Sees sind bereits vor Ort getan. Die Abwasserbeseitigung ist verbessert worden. Des weiteren sollten zumindest die Viehweiden zum See hin abgezaunt werden.

### Grammsee

Der Grammsee liegt im Westmecklenburgischen Seenhügelland östlich von Ratzeburg (Abbildung 5). Er ist Teil des Schaalseerinnensystems und nach BÄRTLING (1922) ein Mischtyp zwischen Grundmoränen- und Stausee. Seine Seefläche beträgt 0,14 km<sup>2</sup>. Maximal ist er 6,6 m und im Mittel 3,4 m tief. Der See entwässert über einen kleinen Graben Richtung Lankower See. Sein Einzugsgebiet ist mit einem Umgebungsarealfaktor von 15,6 mäßig groß.

1. Referenzzustand nach VOLLENWEIDER:	mesotroph
2. Referenzzustand nach Morphometrie	<b>eutroph 1</b>
3. Ist-Zustand (1995):	eutroph 2
4. Bewertung:	<b>2</b>

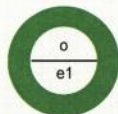


⇨ Die **Referenzzustände** weichen um eine Stufe voneinander ab. Nach der Bewertungsrichtlinie müsste der Morphometrie-Ansatz zur Anwendung kommen, da der Grammsee mit einem Tiefengradienten von 1,42 noch als ungeschichtet gilt. Der See liegt jedoch inmitten eines Waldgebietes sehr windgeschützt und ist im Sommer thermisch geschichtet. Das Hypolimnion ist allerdings klein. Der potentiell natürliche Zustand des Grammsees ist daher eher „eutroph 1“. Auch die Bestimmung des **Ist-Zustandes** ist nicht eindeutig. Als ungeschichteter See wäre er eutroph 2, als geschichteter „eutroph 1“. Die Phosphorkonzentration lag zwischen 0,055 und 0,075 mg/l P (LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN 1997). Die Sichttiefe betrug im Sommer 2 m. Die Zusammensetzung des Planktons und der Bodenfauna zeigte, dass sich der See eher in einem stark eutrophen Zustand befindet. Ab Mai bestimmten Blaualgen die Planktonzusammensetzung. Die Bodenfauna enthielt im Litoral auch Arten, die eher in der Tiefe vorkommen, was als Anzeichen für verschlechterte Lebensbedingungen im Profundal zu werten ist. Die tiefste Stelle des Sees wurde nur noch von der Büschelmückenlarve *Chaoborus flavicans* besiedelt. Unterwasserpflanzen wurde nur sehr wenige gefunden. Die Gesamtheit der Parameter weist den Grammsee daher eher als einen stark eutrophen See aus. Es ergibt sich somit eine **Bewertung** von 2; Handlungsbedarf ist nicht vorordentlich. Einige Maßnahmen (Extensivierung, Anhebung des Wasserstandes) sind bereits durchgeführt worden. Der See und seine Umgebung wurde 1995 unter Schutz gestellt.

### Schaalsee

Der Schaalsee liegt auf der Grenze zwischen Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern südöstlich von Ratzeburg und gehört zum Einzugsgebiet der Wakenitz (Abbildung 5). Er ist Teil eines durch die Weichseleiszeit entstandenen ausgedehnten Rinnensystems, durch welches die Schmelzwässer der abtauenden Gletscher vor ca. 7000 Jahren über das Elbeurstromtal zur Nordsee entwässerten. Der Schaalsee ist 23,5 km<sup>2</sup> groß. Mit 71,5 m maximaler Tiefe und 17 m mittlerer Tiefe ist er einer der tiefsten Seen Norddeutschlands. Er gliedert sich in einen langgestreckten zentralen Teil, in dem die größte Tiefe liegt, und zahlreiche flachere Seitenbecken. Das Einzugsgebiet ist bezogen auf die Seefläche mit 180 km<sup>2</sup> und einem Umgebungsarealfaktor von 6,6 sehr klein. Als wichtigster Zufluss kann auf der mecklenburgischen Seite die Kneeser Bek genannt werden. Der Ablauf des Sees, der ursprünglich über die Schaale zur Elbe verlief, wurde 1925 in den künstlich entstandenen Schaalseekanal verlegt und speist seitdem das Schaalseekraftwerk und somit den Ratzeburger See. Die theoretische Wasseraufenthaltszeit des Sees beträgt 10 bis 15 Jahre.

1. Referenzzustand nach VOLLENWEIDER:	oligotroph
2. Referenzzustand nach Morphometrie	oligotroph
3. Ist-Zustand (1990):	eutroph 1
4. Bewertung:	3



- ⇨ Beide **Referenzzustände** sind identisch, der potentiell natürliche Zustand des Schaalsees ist oligotroph. Nach den gemessenen Nährstoff- und Chlorophyll a-Konzentrationen sowie der Sichttiefe ist das Gewässer mittlerweile schwach eutroph, wobei das zentrale Becken etwas niedrigere Nährstoffkonzentrationen aufwies als die Seitenbecken (LANDESAMT FÜR WAS-SERHAUSHALT UND KÜSTEN SCHLESWIG-HOLSTEIN 1994). Im Frühjahr lag die Phosphorkonzentration bei 0,11 mg/l P, im Sommer betrug sie nur noch um die 0,060 mg/l P. Zwischen Mai und September wurden Sichttiefen von 3 m gemessen. Das Phytoplankton wies insgesamt ein für mäßig nährstoffreiche Seen typisches Artenspektrum auf. Es zeichnete sich durch eine abwechslungsreiche Abfolge von Kieselalgen, Cryptophyceen, Goldalgen, Dinoflagellaten und Blaualgen in meist relativ geringer Biomasse aus. In mehreren Seitenbecken wurde eine interne Düngung mit Phosphor und Stickstoff aus dem Sediment beobachtet. Die Sauerstoffverknappung im Tiefenwasser setzte zwar erst relativ spät im Jahr ein. Reste einer für nährstoffarme Gewässer typischen Bodenfauna wurden aber lediglich nahe der tiefsten Stelle gefunden. Aufgrund der hohen Transparenz des Wassers sind noch ein weitgehend lückenloser Gürtel von Unterwasservegetation und im zentralen Schaalsee ausgedehnte Bestände an Armelechteralgen bis 7 m Wassertiefe erhalten. Der errechnete **Ist-Zustand** entspricht somit den vorgefundenen Verhältnissen, die **Bewertung** ist eindeutig. Handlungsbedarf ist vorhanden, da es sich um ein potentiell nährstoffarmes Gewässer handelt. Die Belastung geht zu ungefähr 80 % auf Nährstoffeinträge aus dem überwiegend landwirtschaftlich genutzten Einzugsgebiet zurück. Jedoch sind einige Seeteile, insbesondere der südliche zentrale Teil bei Zarrentin sowie der Borgsee und der Lassahner See, durch Abwassereinflüsse belastet.

## **Zustand der schleswig-holsteinischen Seen im Überblick**

Das Datenmaterial von 42 Seen in Schleswig-Holstein wurde ausgewertet. Es zeigte sich, dass 12 Gewässer davon, also 29 % der Stichprobe, potentiell natürlich oligotroph sind. Dieses sind ohne Ausnahme geschichtete Seen mit einer mittleren Tiefe von mindestens 4,9 m. Ihre Einzugsgebiete sind mit einem Einzugsgebietsvolumenfaktor ( $f_v$ ) von höchstens 1 und einem Umgebungsarealfaktor ( $f_u$ ) von bis zu 12 (außer dem Großen Benzer See und dem Kleinen Plöner See) sehr klein. Jedoch nur bei 3 Seen (Schluensee, Schaalsee, Großen Plöner See) ergeben beide Rechenmodelle zur Ermittlung des Referenzzustandes gleiche Ergebnisse. Bei den übrigen Seen wird im Sinne des Gewässerschutzes nur das VOLLENWEIDER-Modell berücksichtigt.

Weitere elf Seen (26 %) haben einen mesotrophen potentiell natürlichen Zustand. Sieben sind davon im Sommer stabil geschichtet, vier (Dobersdorfer See, Passader See, Lanker See, Westensee) sind aufgrund ihrer uneinheitlichen Morphometrie polymiktisch. Die geringste mittlere Tiefe liegt dort bei 2,9 m. Viele dieser Seen befinden sich in einer Seenkette, so dass die Einzugsgebiete zwar relativ groß sind, man jedoch von einem Nährstoffrückhalt durch die vorgeschalteten Gewässer ausgehen kann.

14 Seen (33 %) besitzen einen schwach eutrophen Referenzzustand. Diese waren ausnahmslos im Sommer nur schwach oder gar nicht geschichtet. Das VOLLENWEIDERmodell und somit die Einzugsgebietsgröße ging daher nicht in die Berechnung mit ein.

Nur fünf sehr flache Seen (12 %) (Winderatter See, Südensee, Gammellunder See, Nehmser See, Waldhusener Moorsee) mit einer mittleren Tiefe von maximal 2,2 m waren potentiell natürlich eutroph 2.

Der tatsächlich gemessene Ist-Zustand der Seen stellt sich anders dar. Die trophischen Verhältnisse haben sich verschoben. Fast alle Seen sind anthropogen beeinflusst. Keiner der untersuchten Gewässer ist noch oligotroph. Von den 12 stabil geschichteten ehemals nährstoffarmen Seen sind mittlerweile sieben mesotroph, die übrigen sogar schwach bis stark eutroph. Eine Ausnahme bildet der Bülensee, da er auch natürlicherweise zu den mesotrophen Gewässern gehört.

Bei acht Seen wurde ein schwach eutropher Zustand vorgefunden. Auch diese sind mit einer Ausnahme (Waldhusener Moorsee) stabil geschichtet. 15 Seen, also die Mehrzahl, sind inzwischen stark eutroph. Davon weisen sechs Seen im Sommer eine thermische Schichtung auf.

Sieben hauptsächlich flache Seen sind polytroph 1, drei, der Borgdorfer See, der Südensee und der Hemmelmarker See, sogar polytroph 2. Der Winderatter See und der Nehmser See liegen als einzige Gewässer im hypertrophen Bereich.

Anhand der Abbildung 6 ist gut erkennen, dass geschichtete und ungeschichtete Seen natürlicherweise eine unterschiedliche Entwicklung durchlaufen. Während die tiefen, im Sommer geschichteten Seen potentiell natürlich oligo- oder mesotroph sind, kann die Mehrzahl der Flachseen auch ohne anthropogene Belastung höchstens schwach eutroph sein. Mittlerweile haben sich diese zu fast 50 % zu stark eutrophen, die andere Hälfte zu poly- und sogar hypertrophen Gewässern entwickelt. Nur ein Beispiel, der Waldhusener Moorsee, ist eutroph 1. Dieser ist jedoch durch Huminsäuren braun gefärbt und daher nur eingeschränkt durch die Trophie klassifizierbar. Der Ist-Zustand der geschichteten, ehemals nährstoffarmen Seen liegt hauptsächlich im meso- bis eutrophen Bereich, nur der Lanker- und Hemmeldorfer See sind schwach polytroph. Diese sind aber aufgrund ihrer Morphologie eine Besonderheit. Beide Seen haben neben einem tiefen Becken einen großen Flachwasserbereich. Da dort die interne Nährstoffdüngung aus dem Sediment eine relativ große Rolle spielt, reagieren diese empfindlicher gegenüber Nährstoffeinträgen. Stark polytrophe oder sogar hypertrophe Zustände kommen bei den ausgewählten tiefen Seen nicht vor.

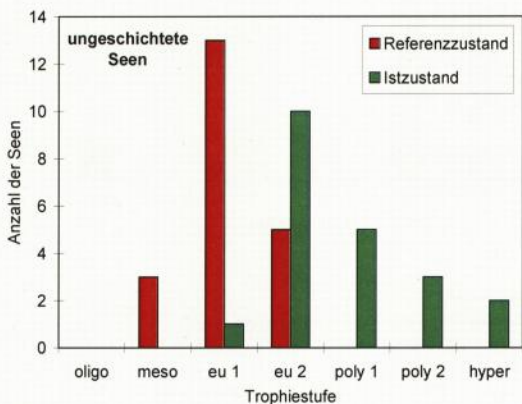
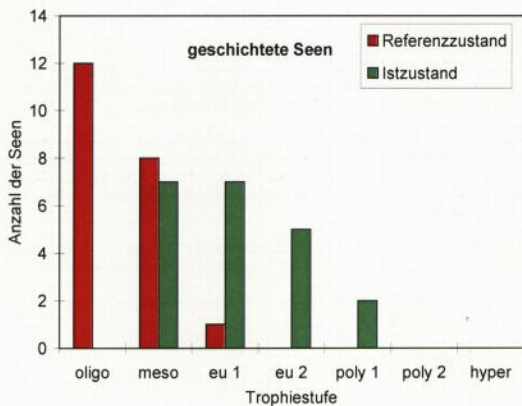
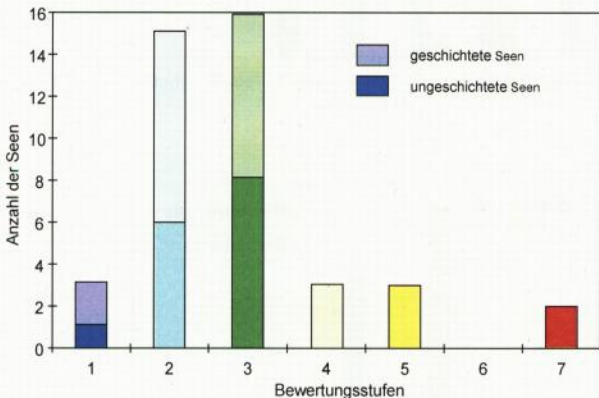


Abbildung 6: Potentiell natürlicher Zustand und Ist-Zustand von 21 geschichteten und 21 ungeschichteten schleswig-holsteinischen Seen

Bei der Bewertung dieser 42 Seen ergibt sich folgendes Bild: Drei der Seen haben die Bewertungsstufe 1, der potentiell natürliche Zustand ist identisch mit dem Ist-Zustand. Es handelt sich dabei um den mesotrophen Bültsee, den stark eutrophen Gammellunder See und den schwach eutrophen Waldhusener Mooresee, bei dem die Bewertung jedoch nur eingeschränkt gilt, da es sich, wie schon oben erwähnt, um ein dystrophes Gewässer handelt. Vor allen Dingen beim Bültsee sollten alle Möglichkeiten des präventiven Gewässerschutzes genutzt werden, um den heutigen Zustand des Sees zu schützen oder, wenn möglich, sogar zu verbessern.

15 Seen erhielten die Bewertungsstufe 2; der potentiell natürliche Zustand und der Ist-Zustand weichen eine Trophiestufe voneinander ab. Acht Seen sind davon potentiell natürlich oligo- oder mesotroph. Handlungsbedarf besteht vor allem dann, wenn Aussicht besteht, diese Seen wieder in einen nährstoffarmen Zustand zurückzuführen, da Gewässer dieser Trophiegrade selten und daher besonders schutzwürdig sind.

Weitere 16 Seen haben die Bewertungsstufe 3. Auch hier besitzen zehn Seen einen oligo- oder mesotrophen potentiell natürlichen Zustand. Dort ist der Sanierungsbedarf besonders hoch.



#### Legende:

- 1 präventiver Gewässerschutz
- 2 Sanierungsbedarf besonders bei potentiell nährstoffarmen Seen
- 3 Sanierungsdringlichkeit ist im Einzelfall zu entscheiden
- 4 dringender Handlungsbedarf
- 5 dringender Handlungsbedarf besonders bei potentiell nährstoffärmeren Seen
- 6 Sanierung ist dringend erforderlich, um zumindest eine Verbesserung um einen Trophiegrad zu erreichen
- 7 Effektivität von Maßnahmen ist zu prüfen

Abbildung 7: Bewertung der 42 schleswig-holsteinischen Seen

Tabelle 3: Ausgewählte morphometrische Parameter, errechnete Referenzzustände, Ist-Zustand und Bewertung der einzelnen Seen (fv = Umgebungsvolumenfaktor, fu = Umgebungsarealfaktor, — = Grenze: Tiefengradient größer als 1,5).

Seename	Referenz VOLLEN- WEIDER	Referenz Morphometrie	mittlere Tiefe [m]	Schichtung	Tiefen- gradient	fv	fu	End- Referenz	Ist- Zustand	Bewertung
Nehmsr See	M	E2	1,5	-	0,4	6	10	E2	H	7
Winderatter See	M	E2	1,2	-	0,42	40	49	E2	H	7
Waldhusener See	E1	E2	1,2	-	0,45	4	5	E2	E1	1
Südensee	M	E2	2,2	-	0,58	9	20	E2	P2	5
Gammelunder S.	M	E2	1,7	-	0,78	15	25	E2	E2	1
Schulsee	E1	E1	2,7	-	0,85	25	659	E1	P1	3
Hemmelmarker S.	M	E1	3,1	-	1,05	2	8	E1	P2	5
Ziegelsee	E1	E1	3,7	-	1,2	62	218	E1	P1	3
Drüsensee	E1	E1	4,3	-+	1,28	23	100	E1	P1	3
Kl. Benzer See	O	E1	2,9	-	1,34	13	37	E1	E2	2
Haveltofer See	M	E1	3,3	-	1,35	9	30	E1	E2	2
Stadsee	E1	E1	4,6	-	1,36	143	623	E1	E2	2
Bordesholmer See	O	E1	3,3	-	1,38	9	28	E1	P1	3
Passader See	O	M	4,9	-	1,41	6	27	M	E2	3
Grammsee	M	E1	3,4	+ -	1,42	5	16	E1	E2	2
Wardensee (SE)	M	E1	4,1	-	1,44	19	56	E1	P1	3
Borgdorfer See	O	E1	2,9	-	1,49	5	14	E1	P2	5
Schmalsee	E1	E1	3,8	-+	1,51	116	444	E1	E2	2
Arenholzer See	O	E1	4,3	-+	1,56	2	9	E1	E2	2
Wardensee (RD)	O	E1	4,3	+	1,58	29	125	M	E2	3
Brahmsee	M	M	5,8	+	1,61	10	56	M	E2	3
Gudower See	E1	E1	4,9	+ -	1,64	17	83	E1	E2	2
Lanker See	O	E1	3,6	+ -	1,75	33	119	M	P1	4
Segeberger See	O	E1	6,3	+	1,94	0,7	5	O	M	2
Westensee	O	M	6,1	+ -	1,98	6	34	M	E2	3
Lankauer See SO	O	M	5,1	+	2,08	1,	5	O	M	2
Bömsee	M	M	4,6	+	2,16	8	35	M	E1	2
Wittensee	O	M	9,5	+	2,41	0,4	3	O	E1	3
Doberdorfer See	O	M	5,4	+ -	2,6	1	7	M	E2	3
Bültsee	M	E1	2,9	+	2,62	3	9	M	M	1
Lüttauer See	E1	M	7,4	+	3,01	26	190	M	E1	2
Gr. Benzer See	O	M	4,9	+	3,4	4	21	O	E1	3
Samekower See	E1	M	7,9	+	3,44	33	258	M	E2	3
Muggesfelder See	O	M	9,6	+	3,98	0,7	7	O	E2	4
Kl. Plöner See	O	M	9	+	4,4	19	169	O	E1	3
ihsee	O	M	7,7	+	4,07	0,2	2	O	M	2
Selenter See	O	M	13,2	+	4,48	0,1	2	O	M	2
Lankauer See NW	O	M	10,4	+	4,8	0,2	2	O	M	2
Hemmeldorfer S.	O	M	5,3	+ -	4,99	1	7	M	P1	4
Schlunsee	O	O	16,3	+	7,02	0,2	4	O	M	2
Schaalsee	O	O	14	+	7,92	0,5	7	O	E1	3
Gr. Plöner See	O	O	12,5	+	8,18	0,9	12	O	E1	3

Drei Seen wurden mit 4 bewertet, der Hemmelsdorfer See, der Lanker See und der Muggesfelder See. Alle diese Seen sind potentiell natürlich oligo- oder mesotroph. Bei dieser Bewertungsstufe ist ein besonders effektiver Sanierungserfolg zu erwarten.

Drei stark polytrophe Seen wurden mit 5 und zwei hypertrophe Seen mit 7 bewertet. Vor allen Dingen bei den letzteren ist zu prüfen, ob mit einem vertretbaren Aufwand durchführbare Sanierungsmaßnahmen überhaupt Aussicht auf Erfolg haben. Die Bewertungsstufe 6, also potentiell nährstoffarme Seen, die mittlerweile stark polytroph sind, kam nicht vor.

Die Mehrzahl der untersuchten Seen lag also zwischen den Bewertungsstufen 2 und 3. Fast alle 42 Seen wichen von ihrem potentiell natürlichen Zustand ab. Die meisten waren aber nur mäßig stark verändert, so dass sie mit einem nicht all zu großen Aufwand saniert werden können. Die Seen mit den Bewertungsstufen 4, 5 oder 7 sind oder waren in der Vergangenheit häufig überdurchschnittlich stark mit Abwasser belastet. Da dort aber in den meisten Fällen bereits entsprechende Sanierungsmaßnahmen im Bereich der Abwasserreinigung durchgeführt worden oder zumindest geplant sind, kann mit einer Entlastung der entsprechenden Gewässer gerechnet werden.

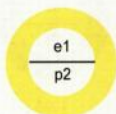
Das Ergebnis der Klassifikation der 42 Seen spiegelt allerdings nicht ganz die Verhältnisse in Schleswig-Holstein wider. Laut Empfehlungen zum integrierten Seenschutz (LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN 1999a) sind von 197 Seen mit bekannter Tiefe nur 72, also 37 %, stabil geschichtet und 125 schwach oder ungeschichtet. Da davon ausgegangen werden kann, dass gerade viele kleine flache Gewässer noch nicht vermessen worden sind, liegt das Verhältnis von geschichteten zu ungeschichteten Seen in Schleswig-Holstein bei etwa einem Drittel zu zwei Dritteln. Von den 42 bewerteten Seen sind jedoch 50 % geschichtet. Das bedeutet, dass die flachen und daher nährstoffreichen Seen in der Auswahl unterrepräsentiert sind. Inwieweit dadurch auch die Zusammensetzung der einzelnen Bewertungsstufen beeinflusst ist, ist unklar. Fest steht, dass gerade die Flachseen häufig sehr stark von ihrem potentiell natürlichen Zustand abweichen (Abbildung 7).

## **Die Entwicklung ausgewählter Seen im Lichte des LAWA-Bewertungssystems**

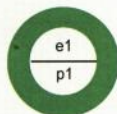
Aufgrund umfangreicher Sanierungsmaßnahmen im Bereich der Abwasserreinigung hat sich der trophische Zustand vieler Seen in Schleswig-Holstein verbessert. Der aus den Abwässern stammende Anteil an der Gesamtbelastung von 25 in den vergangenen Jahren vom Landesamt untersuchten Seen beträgt im Mittel etwa 20 % beim Phosphor und knapp 10 % beim Stickstoff (LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN 1999a). Die Phosphor- und Stickstoff-Einträge aus der Landwirtschaft hingegen machen ca. 60 % der gesamten Einträge in die Seen aus. Eine Erfolgskontrolle nach erfolgten Sanierungsmaßnahmen im Einzugsgebiet konnte aufgrund der großen Anzahl von Seen im Land bisher nur exemplarisch erfolgen. Im folgenden Kapitel werden beispielhaft einige Seen vorgestellt, in deren Einzugsgebiet die Abwasserreinigung verbessert wurde, um aufzuzeigen, inwieweit das Bewertungssystem der LAWA einen entsprechenden Sanierungserfolg darstellen kann.

Beim **Bordesholmer See** (siehe Seite 19) scheint sich, insbesondere aufgrund der Anstrengungen zur Verbesserung der Abwasserreinigung, tendenziell eine leichte Verbesserung der Wasserqualität eingestellt zu haben. Die Stoffeinträge haben sich seit 1985 etwa halbiert (LANDESAMT FÜR WASSERHAUSHALT UND KÜSTEN 1987). Die Phosphorkonzentrationen im Frühjahr sind ebenfalls von früher 0,22 mg/l P auf gut die Hälfte (0,13 mg/l P) gefallen, interne Düngungsprozesse als Alllast der früher höheren Belastung des Sees sorgen jedoch im Sommer für opti-

male Wachstumsbedingungen für die Algen. Die Chlorophyll a-Konzentrationen liegen in der gleichen Größenordnung wie Mitte der 80er Jahre. Es scheinen jedoch damals die Blaualgen über einen längeren Zeitraum dominiert zu haben als 1998. Unterwasservegetation, die auf durchlichtetes Wasser angewiesen ist, konnte sich nicht ansiedeln. Eine Klassifizierung und Bewertung des Bordschholmer Sees nach der LAWA-Richtlinie ergibt folgendes Bild: Der Referenzzustand ist eutroph 1. Der Ist-Zustand lag 1985 bei polytroph 2. 1998 war dieser nur noch polytroph 1. Eine leichte Verbesserung ist also zu erkennen, jedoch besteht zwischen dem Referenzzustand und dem heutigen Zustand eine Diskrepanz von zwei Trophiestufen. Das entspricht einer Bewertung von 3. Der Handlungsbedarf ist noch immer groß. Die Verbesserung der Wasserqualität ist nicht so weitreichend, dass eine grundlegende Erholung des Bordschholmer Sees eingeleitet wäre. Die Phosphor-Belastung des Sees mit  $1,4 \text{ g/a m}^2$  Seefläche ist noch immer sehr hoch und liegt über dem schleswig-holsteinischen Durchschnitt.

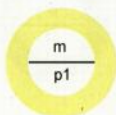


1985

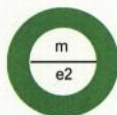


1998

Der **Dobersdorfer See**, ein typischer schwach geschichteter schleswig-holsteinischer See im Kreis Plön mit relativ kleinem Einzugsgebiet (siehe Seite 21), wurde zweimal im Abstand von 10 Jahren beprobt. Bei der ersten Untersuchung im Jahre 1980/81 hatte sich herausgestellt, dass der See stark mit Nährstoffen übersorgt war (LANDESAMT FÜR WASSERHAUSHALT UND KÜSTEN SCHLESWIG-HOLSTEIN 1982). Ein großer Teil der Belastung stammte aus dem Abwasser kleiner Hauskläranlagen. Der Ist-Zustand nach LAWA lag im schwach polytrophem Bereich. Mit einem mesotrophen Referenzzustand ergab sich eine Bewertung von 4. Nach einer umfangreichen Sanierung im Einzugsgebiet (im Jahr 1987 wurde die Gemeinde Schlesien an eine zentrale Kläranlage außerhalb des Einzugsgebietes angeschlossen) belegten Untersuchungsergebnisse des Jahres 1991, dass sich der Bau der Kläranlage positiv auf die Wasserqualität des Sees ausgewirkt hatte. So war gegenüber der ersten Untersuchung die Konzentration an Phosphor im Dobersdorfer See stark zurückgegangen. Auch die sommerliche Sichttiefe hatte sich von 1,5 m auf 2 m erhöht. Allerdings kam es im See zeitweilig immer noch zu Blaualgen-Massenvermehrungen. 1991 war der Ist-Zustand eutroph 2. Die Bewertung hatte sich also von 4 auf 3 verbessert. Trotzdem sind weitere Entlastungsmaßnahmen vor allem im Bereich der Landwirtschaft für die Regeneration des Sees notwendig.



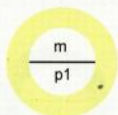
1981



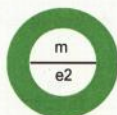
1991

Der Ablauf des Dobersdorfer See mündet in den ebenso schwach geschichteten **Passader See** (siehe Seite 23). Auch dort hat sich die Abwasserreinigung in den letzten Jahren verbessert.

Mit den Untersuchungsergebnissen von 1986 lag der damalige Ist-Zustand nach LAWA bei polytroph 1 (LANDESAMT FÜR WASSERHAUSHALT UND KÜSTEN SCHLESWIG-HOLSTEIN 1988). 1996 wurde der See ein zweites Mal beprobt. Die Phosphoreinträge in den See hatten sich mittlerweile um eine Tonne auf 2,7 Tonnen Phosphor pro Jahr reduziert. Die mittlere Sichttiefe war um 0,4 m höher, die sommerlichen Chlorophyll a-Konzentrationen hatten sich halbiert. Auch die Phosphorkonzentrationen lagen deutlich niedriger. Es ist davon auszugehen, dass vor 10 Jahren durch die damals höhere Produktivität die interne Nährstofffreisetzung den Wasserkörper des Sees stärker beeinflusste als 1996. Insgesamt zeigte der Vergleich eine Verbesserung des See-Zustandes um eine Trophiestufe zu eutroph 2. Mit einem potentiell natürlichen Zustand von mesotroph veränderte sich die Bewertungsstufe somit von 4 auf 3.

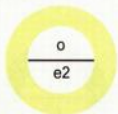


1986

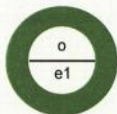


1996

Der **Wittensee** (siehe Seite 14) wurde 1975, 1991 und 1998 untersucht. 1991 zeigte sich, dass die Phosphoreinträge seit 1975 aufgrund einer besseren Abwasserreinigung auf weniger als die Hälfte gesunken waren, sich die Verhältnisse im See jedoch wenig geändert hatten. Zurückgeführt wurde dieses auf die lange Wasseraufenthaltszeit (knapp 7 Jahre), die internen Düngungsprozesse und die daraus resultierende Stickstofflimitierung des sommerlichen Algenwachstums. In den Untersuchungen 1975 und 1991 wurde der Wittensee insgesamt als hocheutroph eingestuft. Die Phosphorkonzentrationen (0,16 mg/l P im Frühjahr und 0,25 mg/l P im Sommer) entsprachen allerdings polytrophem Verhältnissen, und nur die geringen Stickstoffkonzentrationen begrenzen die Phytoplanktonproduktion. 1998 schienen sich die Nährstoffverhältnisse gebessert zu haben. Die Phosphorkonzentrationen waren sehr viel niedriger (0,12 mg/l P im Frühjahr und 0,08 mg/l P im Sommer). Die sommerlichen Sichttiefen lagen mit 3,4 m über den 1991 ermittelten 2,3 m. Es errechnete sich ein Trophiezustand von schwach eutroph. Da der Wittensee potentiell natürlich oligotroph ist, verbesserte sich die Bewertung von 4 auf 3. Trotzdem ist die derzeitige Phosphorbelastung von 0,37 g/a·m<sup>2</sup> Seefläche noch immer zu hoch und sollte weiter reduziert werden.



1991



1998

## **Kritische Betrachtung der Anwendung des LAWA-Bewertungssystems**

### **Klassifizierung des Schichtungstyps**

MIETZ (1991) stellte fest, dass die statistischen Zusammenhänge zwischen Morphometrie und trophischen Parametern enger sind, wenn geschichtete und ungeschichtete Seen getrennt in die Berechnung eingehen. Daher ist jedem einzelnen See zur Klassifikation ein bestimmtes Schichtungsverhalten zuzuweisen. Die Richtlinie unterscheidet zwischen geschichtet, ungeschichtet und Kleinseen. Demnach gilt ein See als geschichtet, wenn der Tiefengradient größer als 1,5 ist. Dieses entspricht jedoch nicht immer den vorgefundenen Verhältnissen. In Schleswig-Holstein gibt es viele Seen, die trotz Tiefengradienten größer 1,5 aufgrund ihrer geringen mittleren Tiefe polymiktisch waren. Bei einigen liegt es an der uneinheitlichen Morphologie der Seebecken (Dobersdorfer See, Lanker See, Hemmeldorfer See, Westensee), bei denen ein Seebecken tief und daher stabil geschichtet, das andere aber flach und ungeschichtet ist. Andere Seen, deren Tiefengradienten nur knapp über 1,5 liegen (Gudower See, Arenholzer See, Schmalsee), sind nur schwach geschichtet. Der Grammsee hingegen ist mit einem Tiefengradienten von nur 1,42 relativ stabil geschichtet. Er liegt aber geschützt im Wald.

Seen mit instabiler Schichtung gehen jedoch nicht gesondert in die Berechnung mit ein. Da aber geschichtete und ungeschichtete Seen unterschiedliche Korrelationen zwischen Chlorophyll a, Sichttiefe und Phosphor aufweisen, muss ein Gewässer eindeutig einem Schichtungstyp zugeordnet werden. Ein geschichteter Dobersdorfer See zum Beispiel wäre potentiell natürlich oligotroph, und der Ist-Zustand läge bei eutroph 1. Als ungeschichteter See hätte er einen Referenzzustand von mesotroph, und der Ist-Zustand wäre eutroph 2. Das bedeutet, dass in diesen Fällen andere Kriterien herangezogen werden müssen, um die Gewässer dem entsprechenden Typ zuordnen zu können. Eine Möglichkeit ist die Phosphorkonzentration im Sommer. Ist diese sehr viel höher als im Frühjahr, ist davon auszugehen, dass die interne Rücklösung für den Stoffhaushalt des Gewässers eine größere Rolle spielt. Dieses ist typisch für einen ungeschichteten See.

### **Abweichung der beiden Referenzzustände**

Bei der Klassifikation der 42 schleswig-holsteinischen Seen ergaben sich so 21 geschichtete und 21 ungeschichtete Seen. Von den geschichteten Seen hatten aber nur fünf zwei identische Referenzzustände nach den beiden Berechnungsmodellen. Bei 13 Seen wichen die beiden Ansätze um einen Grad voneinander ab, bei drei Seen, dem Großen Segeberger-, dem Lanker- und dem Wardersee, sogar um zwei Trophiegrade, wobei das VOLLENWEIDER-Modell meistens das bessere Ergebnis auswies.

Bei den ungeschichteten Seen lagen die Ergebnisse der beiden Ansätze noch weiter auseinander. Bei fünf Seen errechneten sich identische Referenzzustände. Bei sechs Seen wichen sie um einen Grad voneinander ab, die übrigen zehn unterschieden sich um zwei Trophiegrade.

In der Richtlinie ist zwar genau definiert, wie bei diesem Problem vorzugehen ist. Bei ungeschichteten Seen ist der Referenzzustand aus der Seebeckenmorphologie abzuleiten. Abweichungen von mehr als einen Trophiegrad erfordern jedoch Einzelfallprüfungen. Um in diesen Fällen aber eine Entscheidung treffen zu können, werden umfangreiche Informationen über das entsprechende Gewässer, wie zum Beispiel Literaturangaben über frühere Trophiezustände, benötigt. Diese sind jedoch selten vorhanden. Das bedeutet, es bleibt eine Unsicherheit bestehen, inwieweit der eher pessimistische Ansatz nach der Morphometrie die natürlichen Verhältnisse wirklich wiedergibt. Zum Beispiel war von den 21 ungeschichteten Seen keiner potentiell natürlich oligotroph, nur zwei waren mesotroph, 13 leicht eutroph und die fünf flachsten Seen sogar stark eutroph.

### Unsicherheiten des VOLLENWEIDER-Modells

Große Unsicherheiten bestehen beim VOLLENWEIDER-Modell nicht nur aufgrund der möglichen Unterschätzung der internen Düngung als Belastungsquelle. Neben der Bestimmung der Bodenarten ist die Jahresabflussmenge sehr schwer zu ermitteln. Da diese von Jahr zu Jahr sehr stark variieren kann, werden lange Messreihen benötigt. Diese fehlen jedoch meistens. Daher muss häufig auf die mittlere Jahresabflussmenge für schleswig-holsteinische Seen von 10 l/s·km<sup>2</sup> zurückgegriffen werden. Diese gilt aber eher für große Einzugsgebiete. Bei abflusslosen Seen oder Seen mit kleinen Einzugsgebieten liegt die Spende meist sehr viel niedriger. Somit kann der Fehler bei der Berechnung der theoretischen Verweilzeit des Wassers und daher auch bei der theoretischen internen Phosphorkonzentration relativ groß sein.

### Plausibilitätskontrolle

Zur Plausibilitätskontrolle des errechneten Ist-Zustandes wurden biologische Parameter wie das Plankton, Zoobenthon und die Unterwasservegetation zu Hilfe genommen. Die Datendichte war leider bei den einzelnen Seen sehr unterschiedlich, so dass nur grobe Aussagen möglich waren. Es zeigte sich aber, dass die Auswertung des vorhandenen Datenmaterials in den meisten Fällen plausible Ergebnisse erbrachte. Nur bei einigen Ausnahmen passte die LAWA-Klassifikation nicht zu den anderen biologischen Parametern:

Obwohl zum Beispiel der Winderatter- und Gammellunder See sehr nährstoffreich sind, war die Makrozoobenthonbesiedlung vergleichsweise gut. Grund dafür ist sicherlich die geringe mittlere Tiefe und die daraus resultierende gute Sauerstoffversorgung des Seebodens. Auch der Lanker See wurde durch das Benthon etwas besser bewertet als durch die Trophie.

Der Große Benzer See hingegen, der nach der LAWA-Richtlinie, aber auch aufgrund der Unterwasservegetation, als meso- bis eutroph einzustufen ist, tendiert nach der vorgefundenen Bodentierbesiedlung zum stark eutrophen Gewässer. Ebenso lag die Bewertung nach LAWA beim eutrophen Grammsee, mesotrophen Schluensee und Lankauer See etwas besser als die Sedi-mentbeschaffenheit und -besiedlung es vorgab. Beim letzteren wiesen die Sauerstoffverhältnisse den See als nährstoffreich aus, da ab Juni in der Tiefe der beiden Becken kein Sauerstoff mehr zu messen war. Die Bodenbesiedlung war entsprechend gering.

Es ist daher festzustellen, dass die ausgewählten Seen durch das Freiwasser mit Hilfe der Trophie anders bewertet werden als durch den Gewässerboden mit Hilfe des Makrozoobenthon (nach THIENEMANN 1922). Es zeigte sich die Tendenz, dass ungeschichtete Seen eine verhältnismäßig artreiche Bodenbesiedlung aufwiesen und geschichtete, aufgrund der Sauerstoffknappheit im Sommer, eine verhältnismäßig artarme.

Die Unterwasservegetation war ein guter ergänzender Parameter, um den Ist-Zustand eines Sees zu beschreiben. Hypertrophe Seen wiesen zum Beispiel keine submerse Vegetation auf, bei schwach eutrophen Gewässern war die Vegetation meistens vital und mesotrophe Seen waren charakterisiert durch besondere Arten wie die Wasserlobelie oder das Seebrachsenkraut. Die Übergänge der einzelnen Trophiestufen schienen jedoch fließend, da auch die geomorphologische Ausgangssituation eines Sees eine bedeutende Rolle für die Verbreitung der Wasserpflanzen spielt. So wurde beim Großen Plöner See das geringe Vorkommen einiger Arten auf das Fehlen geschützter Standorte zurückgeführt (MIERWALD & GARNIEL 1997).

Der Große Plöner und Große Segeberger See lagen nach der Richtlinie auf der Kippe von mesotroph zu eutroph, und es ist schwer zu entscheiden, welchem Trophiegrad sie zuzuordnen sind. So sind zum Beispiel der Große und Kleine Plöner See gleich klassifiziert und bewertet worden, obwohl die trophische Situation nicht ganz identisch scheint. Es ist daher sehr wichtig, möglichst viele Informationen über die zu bewertenden Gewässer zu ermitteln, um auch Entwicklungstendenzen erkennen zu können. Die automatisierte Vorgehensweise und die mathematische Ge-

naugigkeit, die das Bewertungssystem vorgibt, darf nicht dazu verleiten, die berechneten Referenz- und Istzustände kritiklos zu übernehmen.

## **Zusammenfassung**

Zusammenfassend ist zu sagen, dass die Klassifikation und Bewertung der 42 ausgewählten Seen in den meisten Fällen zu realistischen und nachvollziehbaren Ergebnissen kommt. Aber wie in der Richtlinie mehrfach erwähnt, darf nicht vergessen werden, dass dieses Bewertungssystem nur für eine Ersteinschätzung eines Standgewässers zu nutzen ist, sie soll keine umfangreiche Untersuchung z. B. als Vorbereitung von Sanierungsmaßnahmen ersetzen. Sie stellt aber sicherlich eine gute und praktikable Möglichkeit dar, einen Gesamtüberblick über die Situation einer größeren Zahl von Seen zu erhalten. Sie beschreibt plakativ den Handlungsbedarf für die einzelnen Gewässer und kann dadurch bei der Auswahl von geeigneten Sanierungsprojekten helfen. In solchen Projekten ist dann zunächst das **Entwicklungsziel**, also das unter Einbeziehung von Kosten-Nutzen-Betrachtungen realisierbare Sanierungsziel, zu definieren. Dieses kann in den meisten Fällen nur mit Hilfe von umfangreicheren limnologischen Untersuchungen entwickelt werden. Die Verwirklichung dieser individuell erstellten Sanierungsziele erfordert Entlastungsmaßnahmen in den Einzugsgebieten vieler Seen Schleswig-Holsteins, denn mehr als die Hälfte der stichprobenhaft ausgewerteten Gewässer wurden mit 3 und schlechter bewertet. Gleichzeitig ist abschließend zu erwähnen, dass nur bei drei Seen der derzeitige Ist-Zustand identisch war mit dem potentiell natürlichen Zustand. Der Handlungsbedarf ist also groß, denn nach den Empfehlungen zum integrierten Seenschutz (LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN 1999), die im Dezember 1998 vom Kabinett der Landesregierung verabschiedet worden sind, ist es Ziel, die stehenden Gewässer des Landes in einem möglichst naturnahen Zustand zu erhalten oder, soweit dies noch möglich ist, sie schrittweise dahin zurückzuführen.

## **Literaturverzeichnis**

- BÄRTLING, R. (1922): Die Seen des Kreises Herzogtum Lauenburg mit besonderer Berücksichtigung ihrer organogenen Schlammabsätze.- Abh. Preuß. Geol. Landesanst. N.F. 88, Berlin, 1-57.
- FACHBEREICHSTANDARD (1982): Nutzung und Schutz der Gewässer - stehende Binnengewässer - Klassifizierung.- TGL 27885/01, Ministerium für Umweltschutz und Wasserwirtschaft, 16 S.
- HOFMANN, W (1978): Analysis of animal microfossils from the Großer Segeberger See (F.R.G).- Arch. Hydrobiol. 82, 316-346.
- JAKUSCHKO, O.F. (1988): Die Seen Weißrusslands.- Verlag Uradjai, Minsk, 215 S.
- LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (1996a) Ihlsee.- Berichte des Landesamtes, B 38, Kiel.
- LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (1996b): Seenkurzprogramm 1993.- Berichte des Landesamtes, B 45, Kiel.
- LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (1996c) Lankauer See.- Berichte des Landesamtes, B 40, Kiel.

- LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (1997a):  
Seenkurzprogramm 1994.- Berichte des Landesamtes, B 41, Kiel.
- LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (1997b)  
Grammsee.- Berichte des Landesamtes, B 42, Kiel.
- LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (1999a)  
Empfehlungen zum integrierten Seenschutz.- Berichte des Landesamtes, B 44, Kiel.
- LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (1999b)  
Wardersee.- Berichte des Landesamtes, B 45, Kiel.
- LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (1999c):  
Seenkurzprogramm 1996.- Berichte des Landesamtes, B 46, Kiel.
- LANDESAMT FÜR WASSERHAUSHALT UND KÜSTEN SCHLESWIG-HOLSTEIN (1982):  
Dobersdorfer See.- Berichte des Landesamtes, B 18, Kiel.
- LANDESAMT FÜR WASSERHAUSHALT UND KÜSTEN SCHLESWIG-HOLSTEIN (1984): Nort-  
orfer Seenkette.- Berichte des Landesamtes, B 21, Kiel.
- LANDESAMT FÜR WASSERHAUSHALT UND KÜSTEN SCHLESWIG-HOLSTEIN (1987): Bor-  
desholmer See.- Berichte des Landesamtes, B 24, Kiel.
- LANDESAMT FÜR WASSERHAUSHALT UND KÜSTEN SCHLESWIG-HOLSTEIN (1987): Pas-  
sader See.- Berichte des Landesamtes, B 25, Kiel.
- LANDESAMT FÜR WASSERHAUSHALT UND KÜSTEN SCHLESWIG-HOLSTEIN (1989a): Sü-  
densee.- Berichte des Landesamtes, B 27, Kiel.
- LANDESAMT FÜR WASSERHAUSHALT UND KÜSTEN SCHLESWIG-HOLSTEIN (1989b):  
Lanker See.- Berichte des Landesamtes, B 28, Kiel.
- LANDESAMT FÜR WASSERHAUSHALT UND KÜSTEN SCHLESWIG-HOLSTEIN (1989c): Gu-  
dower See/Sarnekow See.- Berichte des Landesamtes, B 29, Kiel.
- LANDESAMT FÜR WASSERHAUSHALT UND KÜSTEN SCHLESWIG-HOLSTEIN (1993a):  
Schluensee.- Berichte des Landesamtes, B 30, Kiel.
- LANDESAMT FÜR WASSERHAUSHALT UND KÜSTEN SCHLESWIG-HOLSTEIN (1993b): Se-  
lenter See.- Berichte des Landesamtes, B 31, Kiel.
- LANDESAMT FÜR WASSERHAUSHALT UND KÜSTEN SCHLESWIG-HOLSTEIN (1994):  
Schaalsee.- Berichte des Landesamtes, B 33, Kiel.
- LANDESAMT FÜR WASSERHAUSHALT UND KÜSTEN SCHLESWIG-HOLSTEIN (1995a):  
Dobersdorfer See.- Berichte des Landesamtes, B 34, Kiel.
- LANDESAMT FÜR WASSERHAUSHALT UND KÜSTEN SCHLESWIG-HOLSTEIN (1995b):  
Großer Segeberger See.- Berichte des Landesamtes, B 35, Kiel.
- LANDESAMT FÜR WASSERHAUSHALT UND KÜSTEN SCHLESWIG-HOLSTEIN (1995c): Die  
Möllner Seenkette.- Berichte des Landesamtes, B 36, Kiel.
- LANDESAMT FÜR WASSERHAUSHALT UND KÜSTEN SCHLESWIG-HOLSTEIN (1995d):  
Seenkurzprogramm 1991 - 1992.- Berichte des Landesamtes, B 37, Kiel.

- LAWA-Arbeitskreis „Gewässerbewertung stehender Gewässer“ (1998): Vorläufige Richtlinie für eine Erstbewertung von natürlich entstandenen Seen nach trophischen Kriterien.- Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (Hrsg.).
- MIETZ, O. (1991): Allgemeine limnologische Charakteristik von 12 Potsdamer Landseen unter besonderer Berücksichtigung des Einflusses von topographischen und morphometrischen Parametern auf den Chlorophyll a-Gehalt.- Diss., Humboldt Universität Berlin, 129 S..
- MIERWALD, U & A. GARNIEL (1997): Kartierung der Ufer- und Unterwasservegetation des Großen Plöner Sees.- Bericht im Auftrag des LANDESAMTES FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN, unveröffentlicht.
- MIETZ, O. & H. VIETINGHOFF (1994): Zu den funktionellen Abhängigkeiten zwischen morphometrischen, topographischen und trophischen Kriterien von Seen.- Wasserwirtschaft 84, 662-667.
- MÜLLER, H.E. (1981): Vergleichende Untersuchungen zur hydrochemischen Dynamik von Seen im schleswig-holsteinischen Jungmoränengebiet.- Kieler Geogr. Schriften, 208 S..
- NAUMANN, E. (1932): Grundzüge der regionalen Limnologie.- Binnengewässer Bd. XI, Stuttgart, 176 S..
- OECD (1982): Eutrophication of waters - Monitoring assessment and control. Paris.
- OHLE, W. (1965): Nährstoffanreicherung der Gewässer durch Düngemittel und Meliorationen.- Münchner Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flußbiologie 12, 54-83.
- OTTO, C.-J. (1998): Seenmonitoring 1998.- Bericht im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein, unveröffentlicht.
- STANSCHUS-ATTMANNSPACHER, H (1969): Die Entwicklung von Seeterrassen in Schleswig-Holstein.- Schr. Naturw. Verw. S.H. , 13-28.
- THIENEMANN, A (1922): Die beiden Chironomus-Arten im Tiefland der Norddeutschen Seen.- Arch. Hydrobiol. 13: 108-143
- TRETER, U. (1981): Zum Wasserhaushalt schleswig-holsteinischer Seengebiete.- Berliner geogr. Abh. 33: 1-164.



**Anhang**

	Seite
Methodenverzeichnis	58
Bewertungsbögen der einzelnen Seen	60

## Anhang

### Methodenverzeichnis

Die 42 ausgewählten Seen wurden entweder im Rahmen des Seenprogrammes (monatliche bzw. 14-tägige Probenahme) oder des Seenkurzprogrammes (viermalige Probenahme im Jahr) des Landesamtes untersucht. Folgende Parameter wurden vor Ort gemessen:

Wassertemperatur, Lufttemperatur, Wetter, Farbe, Trübung, Geruch, pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit, Secchi-Sichttiefe, Sauerstoffprofil (WTW-Oxi-196), Temperaturprofil (WTW-Sonde).

Im Labor wurden folgende Parameter bestimmt:

pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit bei 25 °C, Chlorid, Anorganisch gebundener Kohlenstoff, Gesamt/gelöster organisch gebundener Kohlenstoff, Ammonium, Nitrit, Nitrat, Gesamt-N, unfiltriert, Orthosphosphat, Gesamt-P, unfiltriert, Absorption bei 254 nm und 436 nm, Schwefelwasserstoff, Sulfat, Silicat, Sauerstoff (Winkler), Säure-Base-Kapazität, Calcium, Magnesium, Chlorophyll a und Phaeophytin.

Die angegebenen Parameter wurden nach folgenden **Methoden** bestimmt:

Parameter		Einheit	Methode
Wassertemperatur		°C	DIN 38404-C4
elektrische Leitfähigkeit		mS/m	DIN 38404-C8
pH-Wert		-	DIN 38404-C5
Sauerstoff	(O <sub>2</sub> )	mg/l	DIN 38408-G21
Sättigungsindex	(O <sub>2</sub> )	%	DIN 38408-G23
Säurekapazität pH 4,3		mmol/l	DIN 38409-H7-1-2
Basekapazität pH 8,2		mmol/l	DIN 38409-H7-2-2
Chlorid	(Cl)	mg/l	DIN 38405-D1-2
Ammonium-Stickstoff	(NH <sub>4</sub> -N)	mg/l	CFA <sup>2)</sup> , Salicylat-Methode
Nitrat-Stickstoff	(NO <sub>3</sub> -N)	mg/l	CFA <sup>2)</sup> , wie Nitrit nach Cd-Reduktor
Nitrit	(NO <sub>2</sub> -N)	mg/l	CFA <sup>2)</sup> , Sulfanilamid mit N-1 Naphthylethyldiamindihydrochlorid
Gesamt-Stickstoff	(N)	mg/l	<sup>1)</sup>
Phosphat	(P)	mg/l	CFA <sup>2)</sup> , mit Ammoniummolybdat
Gesamt-Phosphor	(P)	mg/l	<sup>1)</sup>
Silicat-Silicium	(Si)	mg/l	FIA <sup>3)</sup> , mit Ammoniummolybdat
Magnesium	(Mg)	mg/l	ICP-AES
Calcium	(Ca)	mg/l	ICP-AES
Chlorophyll a		µg/l	nach NUSCH (1980) <sup>4)</sup>
Phaeophytin		µg/l	nach NUSCH (1980) <sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> oxidierender Druckaufschluß mit K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub> nach KOROLEFF (in GRASHOFF et al. 1983: Methods of seawater analysis.- Weinheim), weiter wie NO<sub>3</sub><sup>-</sup> - bzw. PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> mit CFA

<sup>2)</sup> CFA: Continuous Flow Analyzer

<sup>3)</sup> FIA : Flow Injektion Analyzer

<sup>4)</sup> NUSCH, E. A. (1980): Comparison of different methods for chlorophyll and phaeopigment determination.- Arch. Hydrobiol. Beih. 14, 14-36.

Die **Tiefenmessung** der Seen wurde mit einem Vermessungsechograph, 100 oder 200 kHz, mit einem Profilabstand von 50 bis 80 m durchgeführt. Zusätzlich wurden bis zu drei Längsprofile gemessen. Der Punktabstand innerhalb der Transekte lag bei 10 m. Die Lagemessung erfolgte polar oder mit GPS (Global Positioning System).

Um den **Wasserhaushalt** beschreiben zu können, wurden die Seen mit Lattenpegeln versehen. Des weiteren wurden die wichtigsten Zu- und Abläufe erfaßt. Bei einigen wurden Schreibpegel installiert und monatliche Abflußmessungen durchgeführt. Bei anderen wurde der Abfluß nur stichpunktartig gemessen.

Der Anteil an **Niedermoor** und **Hochmoor** im Seeinzugsgebiet wurde mit Hilfe von Moorflächen-grenzlinienkarten ermittelt. Diese Karten wurden im Rahmen des schleswig-holsteinischen Projektes „Wiedervernässung von Niedermooren“ erstellt. Sie basieren auf der Bodenkarte (BK 25), der Geologischen Karte (GK 25), der Geologischen Übersichtskarte (GÜK 200), der Petrographischen Karte, der Holozänmächtigkeitskarte sowie der topographischen Karte (TK 25)

Für die Bestimmungen des **Phytoplanktons** wurde ein Netzzug aus 0-2 m durchgeführt, die Maschenweite betrug 10 µm. Die Fixierung erfolgte mit 10 ml Formaldehyd (37 %ig). Die quantitativen Proben wurden mit einem 2,5 l-Schöpfer aus 1 m Tiefe entnommen und mit Lugol'scher Lösung fixiert. Die spätere Bestimmung der Phytoplanktonarten erfolgte im Lichtmikroskop. Die quantitativen Proben wurden in Absetzkammern überführt und im Inversmikroskop nach UTER-MÖHL ausgezählt und vermessen (alle dominanten Arten).

Für die Bestimmung des **Zooplanktons** wurde ein Netzzug aus 0-2 m, bzw. 0-7 m durchgeführt, die Maschenweite betrug 55 µm. Die Fixierung erfolgte nach Betäubung durch Mineralwasser mit 4 %iger Formaldehydlösung. Für die quantitative Analyse wurden mit dem Ruttner-Schöpfer Probefänge aus 1 m Tiefe entnommen, durch 55 µm Gaze filtriert und wie oben angegeben fixiert. Die qualitativen Zooplanktonproben wurden im Binokular durchgemustert, nach Bestimmung der Arten wurden die quantitativen Proben als Ganzes oder - bei hohen Individuendichten - als Aliquot, mit der Stempelpipette entnommen, ausgezählt.

Die **Makrozoobenthonproben** wurden im Frühjahr entlang eines Transektes entnommen. Die Beprobung erfolgte mit Hilfe eines Ekman-Bodengreifers. Die Probe wurde mit einem Sieb mit 405 µm Maschenweite gespült und in eine Flasche abgefüllt. Die Mittelwerte der Parallelproben wurden auf Häufigkeiten (Abundanzen je m<sup>2</sup>) berechnet und gerundet.

Die **Ufervegetation** wurde durch vollständige Begehung des Ufers erfaßt. Die Kartierung erfolgte im Maßstab 1:5.000 auf der Grundlage der DGK 5 und aktueller Schwarzweiß-Luftbilder.

Die **Unterwasservegetation** wurde durch Befahren der gesamten Uferlinie mittels Sichtkasten und Greiferproben vom Boot aus erfaßt oder durch Tauchgänge ergänzt.

## **Bewertungsbögen der einzelnen Seen**

## Arenholzer See

Kriterium Maßseinheit

## 1. Referenzzustand

## 1.1 nach potentiell natürlichem Phosphoreintrag

Einzugsgebiet	ha	846	
Flächennutzung:			
Wald	ha	123	
intaktes Moor	ha		
potentielle Hochmoore	ha	3	
potentielle Niedermoore	ha	25	
potentiell kalkreiche Mineralböden	ha	613	
potentiell kalkarme Mineralböden	ha		
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	ha		
Wasser	ha		
Einträge aus:			Exportkoeff. kg/ha a P
Wald	kg/a P	6,15	0,05
intaktes Moor	kg/a P		0,2
potentielle Hochmoore	kg/a P	4,5	1,5
potentielle Niedermoore	kg/a P	3	0,1
potentiell kalkreiche Mineralböden	kg/a P	31	0,05
potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,1
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,2
Atmosphäre	kg/a P	24,6	
Summe der Mindesteinträge	kg/a P	68	
Jahresabflußmenge (Q)	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	2,6	
theoretische mittlere Verweilzeit (R <sub>t</sub> )	a	1,3	
theoret. mittl. Zufluß-Konzentration (P <sub>z</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	26,3	
theoret. mittl. Phosphor-Konz. im See (P <sub>s</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	12,3	
Trophiegrad nach potentielltem P-Eintrag		oligotroph	

## 1.2 nach Morphometrie

Gewässerfläche (A)	ha	82	Umgebungsvolumenfaktor
Gewässervolumen	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	3,49	2,2
mittlere Tiefe (Z <sub>m</sub> )	m	4,30	
maximale Tiefe (Z <sub>max</sub> )	m	9,60	Umgebungsarealfaktor
effektive Länge (L <sub>eff</sub> )	km	1,37	9,3
effektive Breite (B <sub>eff</sub> )	km	1,09	
theoretische Epilimniontiefe (Z <sub>epi</sub> )	m		
Tiefengradient (F)		1,56	
Verknüpfung Z <sub>m</sub> und F (theoret. Sichttiefe)	m	2,20	
Trophiegrad nach Morphometrie		ungeschichtet	F ≤ 1,5
	eutroph e1	geschichtet	F > 1,5
	Kleinseen		Seefläche ≤ 5 ha

## Resultierender Referenzzustand

eutroph 1

## 2. Istzustand

	Meßwert	Index	Wichtung	Berechnung	
Chlorophyll (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	26	3,35	10	33,49
Sichttiefe (April bis September)	m	1	3,48	7	24,37
Gesamt-Phosphor (Frühjahrszirkulation)	mg/m <sup>3</sup>	60	2,52	5	12,59
Gesamt-Phosphor (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	70	2,80	5	14,01
		3,13	27		84,47

## Resultierender Istzustand

ungeschichtet  
eutroph e2 geschichtet  
Kleinsee

## 3. Bewertung

2	bzw. 4
---	--------

**Bordesholmer See**

Kriterium	Maßeinheit				
<b>1. Referenzzustand</b>					
<b>1.1 nach potentiell natürlichem Phosphoreintrag</b>					
Einzugsgebiet	ha	1830			
Flächennutzung:					
Wald	ha	100			
intaktes Moor	ha				
potentielle Hochmoore	ha				
potentielle Niedermoore	ha	144			
potentiell kalkreiche Mineralböden	ha	1427			
potentiell kalkarme Mineralböden	ha				
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	ha				
Wasser	ha	159			
Einträge aus:			Exportkoeff. kg/ha a P		
Wald	kg/a P	5	0,05		
intaktes Moor	kg/a P		0,2		
potentielle Hochmoore	kg/a P		1,5		
potentielle Niedermoore	kg/a P	14	0,1		
potentiell kalkreiche Mineralböden	kg/a P	71	0,05		
potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,1		
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,2		
Atmosphäre	kg/a P	21			
Summe der Mindesteinträge	kg/a P	112			
Jahresabflußmenge (Q)	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	6,5			
theoretische mittlere Verweilzeit (R <sub>v</sub> )	a	0,4			
theoret. mittl. Zufluß-Konzentration (P <sub>z</sub> )	mg/lm <sup>3</sup>	17,3			
theoret. mittl. Phosphor-Konz. im See (P <sub>s</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	10,8			
<b>Trophiegrad nach potentielltem P-Eintrag</b>		<b>oligotroph</b>			
<b>1.2 nach Morphometrie</b>					
Gewässerfläche (A)	ha	70		Umgebungsvolumenfaktor	
Gewässervolumen	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	2,32		7,6	
mittlere Tiefe (Z <sub>m</sub> )	m	3,30			
maximale Tiefe (Z <sub>max</sub> )	m	8,00		Umgebungsarealfaktor	
effektive Länge (L <sub>eff</sub> )	km	1,15		25,1	
effektive Breite (B <sub>eff</sub> )	km	0,81			
theoretische Epilimniontiefe (Z <sub>ep</sub> )	m				
Tiefengradient (F)		1,38			
Verknüpfung Z <sub>m</sub> und F (theoret. Sichttiefe)	m	1,86			
<b>Trophiegrad nach Morphometrie</b>	<b>eutroph e1</b>	ungeschichtet geschichtet Kleinseen	F ≤ 1,5 F > 1,5 Seefläche ≤ 5 ha		
<b>Resultierender Referenzzustand</b>		<b>eutroph e1</b>			
<b>2. Istzustand</b>					
	Meßwert	Index	Wichtung	Berechnung	
Chlorophyll (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	75	4,23	10	42,30
Sichttiefe (April bis September)	m	0,8	3,62	7	25,32
Gesamt-Phosphor (Frühjahrszirkulation)	mg/m <sup>3</sup>	130	3,92	5	19,58
Gesamt-Phosphor (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	180	4,08	5	20,41
			3,99	27	107,61
<b>Resultierender Istzustand</b>		<b>polytroph p1</b>	ungeschichtet geschichtet Kleinsee		
<b>3. Bewertung</b>					3

## Borgdorfer See

Kriterium Maßinheit

## 1. Referenzzustand

## 1.1 nach potentiell natürlichem Phosphoreintrag

Einzugsgebiet	ha	694	
Flächennutzung:			
Wald	ha	13	
intaktes Moor	ha		
potentielle Hochmoore	ha		
potentielle Niedermoore	ha	75	
potentiell kalkreiche Mineralböden	ha	558	
potentiell kalkarme Mineralböden	ha		
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	ha		
Wasser	ha	48	
Einträge aus:			Exportkoeff. kg/ha a P
Wald	kg/a P	0,65	0,05
intaktes Moor	kg/a P		0,2
potentielle Hochmoore	kg/a P		1,5
potentielle Niedermoore	kg/a P	8	0,1
potentiell kalkreiche Mineralböden	kg/a P	28	0,05
potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,1
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,2
Atmosphäre	kg/a P	14,4	
Summe der Mindesteinträge	kg/a P	50	
Jahresabflußmenge (Q)	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	2,2	
theoretische mittlere Verweilzeit (R <sub>t</sub> )	a	0,6	
theoret. mittl. Zufluß-Konzentration (P <sub>i</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	23,0	
theoret. mittl. Phosphor-Konz. im See (P <sub>j</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	12,8	

## Trophiegrad nach potentielltem P-Eintrag

oligotroph

## 1.2 nach Morphometrie

Gewässerfläche (A)	ha	48	Umgebungsvolumenfaktor
Gewässervolumen	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	1,40	4,6
mittlere Tiefe (Z <sub>m</sub> )	m	2,90	
maximale Tiefe (Z <sub>max</sub> )	m	8,30	Umgebungsarealfaktor
effektive Länge (L <sub>eff</sub> )	km	1,17	13,5
effektive Breite (B <sub>eff</sub> )	km	0,57	
theoretische Epilmniontiefe (Z <sub>epi</sub> )	m		
Tiefengradient (F)		1,49	
Verknüpfung Z <sub>m</sub> und F (theoret. Sichttiefe)	m	1,80	

## Trophiegrad nach Morphometrie

eutroph e1 ungeschichtet F <= 1,5  
geschichtet F > 1,5  
Kleinseen Seefläche <= 5 ha

## Resultierender Referenzzustand

eutroph e1

## 2. Istzustand

	Meßwert	Index	Wichtung	Berechnung	
Chlorophyll (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	100	4,47	10	44,74
Sichttiefe (April bis September)	m	0,8	3,62	7	25,32
Gesamt-Phosphor (Frühjahrszirkulation)	mg/m <sup>3</sup>	80	3,55	5	17,76
Gesamt-Phosphor (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	400	4,71	5	23,55
		4,12	27		111,37

## Resultierender Istzustand

polytroph p2 ungeschichtet  
geschichtet  
Kleinsee

## 3. Bewertung

5

## Börnsee

Kriterium	Maßeinheit				
<b>1. Referenzzustand</b>					
<b>1.1 nach potentiell natürlichem Phosphoreintrag</b>					
Einzugsgebiet	ha	404			
Flächennutzung:					
Wald	ha	23			
intaktes Moor	ha				
potentielle Hochmoore	ha				
potentielle Niedermoore	ha	0			
potentiell kalkreiche Mineralböden	ha	290			
potentiell kalkarme Mineralböden	ha	60			
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	ha				
Wasser	ha	31			
Einträge aus:			Exportkoeff. kg/ha a P		
Wald	kg/a P	1,15	0,05		
intaktes Moor	kg/a P		0,2		
potentielle Hochmoore	kg/a P		1,5		
potentielle Niedermoore	kg/a P		0,1		
potentiell kalkreiche Mineralböden	kg/a P	15	0,05		
potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P	6	0,1		
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,2		
Atmosphäre	kg/a P	3,3			
Summe der Mindesteinträge	kg/a P	25			
Jahresabflußmenge (Q)	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>		0,7 5 l/s km <sup>2</sup>		
theoretische mittlere Verweilzeit (R <sub>v</sub> )	a		0,8		
theoret. mittl. Zufluß-Konzentration (P <sub>z</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	38,4			
theoret. mittl. Phosphor-Konz. im See (P <sub>s</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	20,4			
<b>Trophiegrad nach potentiell P-Eintrag</b>			<b>mesotroph</b>		
<b>1.2 nach Morphometrie</b>					
Gewässerfläche (A)	ha	11		Umgebungsvolumenfaktor	
Gewässervolumen	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	0,50		7,9	
mittlere Tiefe (Z <sub>m</sub> )	m	4,60			
maximale Tiefe (Z <sub>max</sub> )	m	10,00		Umgebungsarealfaktor	
effektive Länge (L <sub>eff</sub> )	km	0,65		35,7	
effektive Breite (B <sub>eff</sub> )	km	0,23			
Tiefengradient (F)		2,16			
Verknüpfung Z <sub>m</sub> und F (theoret. Sichttiefe)	m	2,54			
<b>Trophiegrad nach Morphometrie</b>			ungeschichtet	F <= 1,5	
	<b>mesotroph</b>		geschichtet	F > 1,5	
			Kleinseen	Seefl. <= 5 ha	
<b>Resultierender Referenzzustand</b>					
			<b>mesotroph</b>		
<b>2. Istzustand</b>					
	Meßwert	Index	Wichtung	Berechnung	
Chlorophyll (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	12	2,67	10	26,72
Sichttiefe (April bis September)	m	2	2,70	7	18,93
Gesamt-Phosphor (Frühjahrszirkulation)	mg/m <sup>3</sup>	80	2,70	5	13,48
Gesamt-Phosphor (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	48	2,58	5	12,89
			2,67	27	72,03
<b>Resultierender Istzustand</b>					
	<b>eutroph e1</b>		ungeschichtet		
			geschichtet		
			Kleinsee		

## 3. Bewertung

2

## Brahmsee

Kriterium	Maßeinheit				
<b>1. Referenzzustand</b>					
<b>1.1 nach potentiell natürlichem Phosphoreintrag</b>					
Einzugsgebiet	ha	5875			
Flächennutzung:					
Wald	ha	577			
intaktes Moor	ha				
potentielle Hochmoore	ha				
potentielle Niedermoore	ha	560			
potentiell kalkreiche Mineralböden	ha	4509			
potentiell kalkarme Mineralböden	ha				
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	ha				
Wasser	ha	249			
Einträge aus:			Exportkoeff. kg/ha a P		
Wald	kg/a P	28,85	0,05		
intaktes Moor	kg/a P		0,2		
potentielle Hochmoore	kg/a P		1,5		
potentielle Niedermoore	kg/a P	56	0,1		
potentiell kalkreiche Mineralböden	kg/a P	225	0,05		
potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,1		
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,2		
Atmosphäre	kg/a P	30,6			
Summe der Mindesteinträge	kg/a P	341			
Jahresabflußmenge (Q)	10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup> /a	13,0			
theoretische mittlere Verweilzeit (R <sub>v</sub> )	a	0,5			
theoret. mittl. Zufluß-Konzentration (P <sub>i</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	26,3			
theoret. mittl. Phosphor-Konz. im See (P <sub>j</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	15,7			
Trophiegrad nach potentielltem P-Eintrag		mesotroph			
<b>1.2 nach Morphometrie</b>					
Gewässerfläche (A)	ha	102	Umgebungsvolumenfaktor		
Gewässervolumen	10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>	5,95	9,7		
mittlere Tiefe (Z <sub>m</sub> )	m	5,80			
maximale Tiefe (Z <sub>max</sub> )	m	10,40	Umgebungsarealfaktor		
effektive Länge (L <sub>eff</sub> )	km	2,40	56,6		
effektive Breite (B <sub>eff</sub> )	km	0,55			
theoretische Epilimniontiefe (Z <sub>ep</sub> )	m				
Tiefengradient (F)		1,61			
Verknüpfung Z <sub>m</sub> und F (theoret. Sichttiefe)	m	2,62			
Trophiegrad nach Morphometrie		mesotroph	ungeschichtet	F <= 1,5	
		geschichtet		F > 1,5	
		Kleinseen		Seefläche <= 5 ha	
<b>Resultierender Referenzzustand</b>					
		mesotroph			
<b>2. Istzustand</b>					
	Meßwert	Index	Wichtung	Berechnung	
Chlorophyll (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	31	3,50	10	34,99
Sichttiefe (April bis September)	m	1,2	3,28	7	22,94
Gesamt-Phosphor (Frühjahrszirkulation)	mg/m <sup>3</sup>	100	2,83	5	14,16
Gesamt-Phosphor (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	75	2,84	5	14,21
			3,20	27	88,32
<b>Resultierender Istzustand</b>					
		eutroph e2	ungeschichtet		
			geschichtet		
			Kleinsee		
<b>3. Bewertung</b>					
		3			

**Bültsee**

Kriterium Maßeinheit

**1. Referenzzustand****1.1 nach potentiell natürlichem Phosphoreintrag**

Einzugsgebiet	ha	191	
Flächennutzung:			
Wald	ha	3	
intaktes Moor	ha		
potentielle Hochmoore	ha	6	
potentielle Niedermoore	ha		
potentiell kalkreiche Mineralböden	ha		
potentiell kalkarme Mineralböden	ha	162	
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	ha		
Wasser	ha	20	
Einträge aus:			Exportkoeff. kg/ha a P
Wald	kg/a P	0,15	0,05
intaktes Moor	kg/a P		0,2
potentielle Hochmoore	kg/a P	9	1,5
potentielle Niedermoore	kg/a P		0,1
potentiell kalkreiche Mineralböden	kg/a P		0,05
potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P	16,2	0,1
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,2
Atmosphäre	kg/a P	6	
Summe der Mindesteinträge	kg/a P	31	
Jahresabflußmenge (Q)	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /a	0,3	
theoretische mittlere Verweilzeit (R <sub>v</sub> )	a	2,0	<b>abflußloser See, daher 5 1/3 km<sup>2</sup></b>
theoret. mittl. Zufluß-Konzentration (P <sub>i</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	104,5	
theoret. mittl. Phosphor-Konz. im See (P <sub>s</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	43,3	

**Trophiegrad nach potentielltem P-Eintrag**

mesotroph

**1.2 nach Morphometrie**

Gewässerfläche (A)	ha	20	Umgebungsvolumenfaktor
Gewässervolumen	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	0,60	2,9
mittlere Tiefe (Z <sub>m</sub> )	m	2,90	
maximale Tiefe (Z <sub>max</sub> )	m	13,40	Umgebungsarealfaktor
effektive Länge (L <sub>eff</sub> )	km	0,73	8,6
effektive Breite (B <sub>eff</sub> )	km	0,54	
theoretische Epilimniontiefe (Z <sub>epi</sub> )	m		
Tiefengradient (F)		2,62	
Verknüpfung Z <sub>m</sub> und F (theoret. Sichttiefe)	m	2,28	
<b>Trophiegrad nach Morphometrie</b>			
	<b>eutroph e1</b>	ungeschichtet	F <= 1,5
		geschichtet	F > 1,5
	Kleinseen		Seefläche <= 5 ha

**Resultierender Referenzzustand**

mesotroph

**2. Istzustand**

	Meßwert	Index	Wichtung	Berechnung	
Chlorophyll (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	7	2,23	10	22,26
Sichttiefe (April bis September)	m	2,2	2,60	7	18,19
Gesamt-Phosphor (Frühjahrszirkulation)	mg/m <sup>3</sup>	24	1,96	5	9,78
Gesamt-Phosphor (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	26	2,22	5	11,08
			2,27	27	61,30

**Resultierender Istzustand**

ungeschichtet  
mesotroph geschichtet  
Kleinsee

**3. Bewertung**

1

## Dobersdorfer See

Kriterium	Maßeinheit				
<b>1. Referenzzustand</b>					
<b>1.1 nach potentiell natürlichem Phosphoreintrag</b>					
Einzugsgebiet	ha	2340			
Flächennutzung:					
Wald	ha	488			
intaktes Moor	ha				
potentielle Hochmoore	ha				
potentielle Niedermoore	ha	138			
potentiell kalkreiche Mineralböden	ha	1402			
potentiell kalkarme Mineralböden	ha				
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	ha				
Wasser	ha	312			
Einträge aus:			Exportkoeff. kg/ha a P		
Wald	kg/a P	24,4	0,05		
intaktes Moor	kg/a P		0,2		
potentielle Hochmoore	kg/a P		1,5		
potentielle Niedermoore	kg/a P	14	0,1		
potentiell kalkreiche Mineralböden	kg/a P	70	0,05		
potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,1		
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,2		
Atmosphäre	kg/a P	93,6			
Summe der Mindesteinträge	kg/a P	202			
Jahresabflußmenge (Q)	10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>	6,9			
theoretische mittlere Verweilzeit (R <sub>t</sub> )	a	2,4			
theoret. mittl. Zufluß-Konzentration (P <sub>z</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	29,3			
theoret. mittl. Phosphor-Konz. im See (P <sub>s</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	11,4			
<b>Trophiegrad nach potentielltem P-Eintrag</b>		<b>oligotroph</b>			
<b>1.2 nach Morphometrie</b>					
Gewässerfläche (A)	ha	312		Umgebungsvolumenfaktor	
Gewässervolumen	10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>	16,90		1,2	
mittlere Tiefe (Z <sub>m</sub> )	m	5,40			
maximale Tiefe (Z <sub>max</sub> )	m	18,80		Umgebungsareafaktor	
effektive Länge (L <sub>eff</sub> )	km	2,70		6,5	
effektive Breite (B <sub>eff</sub> )	km	1,82			
Tiefengradient (F)		1,50	2,58		
Verknüpfung Z <sub>m</sub> und F (theoret. Sichttiefe)	m	2,47			
<b>Trophiegrad nach Morphometrie</b>		<b>mesotroph</b>	ungeschichtet geschichtet Kleinseen	F <= 1,5 F > 1,5 Seefl. <= 5 ha	
<b>Resultierender Referenzzustand</b>					
		<b>mesotroph</b>			
<b>2. Istzustand</b>					
	Meßwert	Index	Wichtung	Berechnung	
Chlorophyll (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	19	3,06	10	30,63
Sichttiefe (April bis September)	m	2	2,64	7	18,47
Gesamt-Phosphor (Frühjahrszirkulation)	mg/m <sup>3</sup>	60	3,33	5	16,67
Gesamt-Phosphor (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	60	3,22	5	16,09
			3,03	27	81,87
<b>Resultierender Istzustand</b>					
		<b>eutroph e2</b>	ungeschichtet geschichtet Kleinsee		
<b>3. Bewertung</b>					
		3			

## Drüsensee

Kriterium	Maßeinheit				
<b>1. Referenzzustand</b>					
<b>1.1 nach potentiell natürlichem Phosphoreintrag</b>					
Einzugsgebiet	ha	7490			
Flächennutzung:					
Wald	ha	1111			
intaktes Moor	ha				
potentielle Hochmoore	ha	464			
potentielle Niedermoore	ha	709			
potentiell kalkreiche Mineralböden	ha	5038			
potentiell kalkarme Mineralböden	ha				
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	ha				
Wasser	ha	168			
Einträge aus:			Exportkoeff. kg/ha a P		
Wald	kg/a P	55,55	0,05		
intaktes Moor	kg/a P		0,2		
potentielle Hochmoore	kg/a P	696	1,5		
potentielle Niedermoore	kg/a P	71	0,1		
potentiell kalkreiche Mineralböden	kg/a P	252	0,05		
potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,1		
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,2		
Atmosphäre	kg/a P	22,2			
Summe der Mindesteinträge	kg/a P	1097			
Jahresabflußmenge (Q)	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	14,2			
theoretische mittlere Verweilzeit (R <sub>t</sub> )	a	0,2			
theoret. mittl. Zufluß-Konzentration (P <sub>i</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	77,4			
theoret. mittl. Phosphor-Konz. im See (P <sub>s</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	53,5			
<b>Trophiegrad nach potentielltem P-Eintrag</b>		<b>eutroph e1</b>			
<b>1.2 nach Morphometrie</b>					
Gewässerfläche (A)	ha	74	Umgebungsvolumenfaktor		
Gewässervolumen	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	3,16	23,5		
mittlere Tiefe (Z <sub>m</sub> )	m	4,30			
maximale Tiefe (Z <sub>max</sub> )	m	7,90	Umgebungsarealfaktor		
effektive Länge (L <sub>eff</sub> )	km	2,04	100,2		
effektive Breite (B <sub>eff</sub> )	km	0,46			
Tiefengradient (F)		1,28			
Verknüpfung Z <sub>m</sub> und F (theoret. Sichttiefe)	m	2,08			
<b>Trophiegrad nach Morphometrie</b>		<b>eutroph e1</b>	ungeschichtet	F <= 1,5	
			geschichtet	F > 1,5	
			Kleinseen	Seeff. <= 5 ha	
<b>Resultierender Referenzzustand</b>		<b>eutroph e1</b>			
<b>2. Istzustand</b>					
	Meßwert	Index	Wichtung	Berechnung	
Chlorophyll (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	32	3,51	10	35,06
Sichttiefe (April bis September)	m	1,2	3,18	7	22,29
Gesamt-Phosphor (Frühjahrszirkulation)	mg/m <sup>3</sup>	148	4,01	5	20,07
Gesamt-Phosphor (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	80	3,44	5	17,22
			3,51	27	94,64
<b>Resultierender Istzustand</b>		<b>polytroph p1</b>	ungeschichtet		
			geschichtet		
			Kleinsee		
<b>3. Bewertung</b>		2			

## Gammellunder See

Kriterium Maßinheit

## 1. Referenzzustand

## 1.1 nach potentiell natürlichem Phosphoreintrag

Einzugsgebiet	ha	686	
Flächennutzung:			
Wald	ha	68	
intaktes Moor	ha		
potentielle Hochmoore	ha	21	
potentielle Niedermoore	ha	17	
potentiell kalkreiche Mineralböden	ha	554	
potentiell kalkarme Mineralböden	ha		
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	ha		
Wasser	ha	26	
Einträge aus:			Exportkoeff. kg/ha a P
Wald	kg/a P	3,4	0,05
intaktes Moor	kg/a P		0,2
potentielle Hochmoore	kg/a P	31,5	1,5
potentielle Niedermoore	kg/a P	2	0,1
potentiell kalkreiche Mineralböden	kg/a P	28	0,05
potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,1
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,2
Atmosphäre	kg/a P	7,8	
Summe der Mindesteinträge	kg/a P	72	
Jahresabflußmenge (Q)	10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup> /a	2,2	
theoretische mittlere Verweilzeit (R <sub>t</sub> )	a	0,2	
theoret. mittl. Zufluß-Konzentration (P <sub>z</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	33,4	
theoret. mittl. Phosphor-Konz. im See (P <sub>i</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	23,1	

Trophiegrad nach potentielltem P-Eintrag mesotroph

## 1.2 nach Morphometrie

Gewässerfläche (A)	ha	26	Umgebungsvolumenfaktor
Gewässervolumen	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	0,43	15,3
mittlere Tiefe (Z <sub>m</sub> )	m	1,70	
maximale Tiefe (Z <sub>max</sub> )	m	3,20	Umgebungsarealfaktor
effektive Länge (L <sub>eff</sub> )	km	0,62	25,4
effektive Breite (B <sub>eff</sub> )	km	0,58	
theoretische Epilimniontiefe (Z <sub>epi</sub> )	m		
Tiefengradient (F)		0,78	
Verknüpfung Z <sub>m</sub> und F (theoret. Sichttiefe)	m	1,18	

Trophiegrad nach Morphometrie eutroph e2 ungeschichtet F <= 1,5  
geschichtet F > 1,5  
Kleinseen Seefläche <= 5 ha

## Resultierender Referenzzustand

eutroph e2

## 2. Istzustand

	Meßwert	Index	Wichtung	Berechnung	
Chlorophyll (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	25	3,32	10	33,15
Sichttiefe (April bis September)	m	0,9	3,49	7	24,44
Gesamt-Phosphor (Frühjahrszirkulation)	mg/m <sup>3</sup>	61	3,35	5	16,74
Gesamt-Phosphor (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	95	3,58	5	17,90
		3,42	27		92,23

## Resultierender Istzustand

?? eutroph e2 ungeschichtet  
geschichtet  
Kleinsee

## 3. Bewertung

1

## Grammsee

Kriterium Maßinheit

## 1. Referenzzustand

## 1.1 nach potentiell natürlichem Phosphoreintrag

Einzugsgebiet	ha	233	
Flächennutzung:			
Wald	ha	108	
intaktes Moor	ha		
potentielle Hochmoore	ha		
potentielle Niedermoore	ha	3	
potentiell kalkreiche Mineralböden	ha	109	
potentiell kalkarme Mineralböden	ha		
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	ha		
Wasser	ha	14	
Einträge aus:			Exportkoeff. kg/ha a P
Wald	kg/a P	5,4	0,05
intaktes Moor	kg/a P		0,2
potentielle Hochmoore	kg/a P		1,5
potentielle Niedermoore	kg/a P	0	0,1
potentiell kalkreiche Mineralböden	kg/a P	5	0,05
potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,1
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,2
Atmosphäre	kg/a P	4,2	
Summe der Mindesteinträge	kg/a P	15	
Jahresabflußmenge (Q)	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	0,3	
theoretische mittlere Verweilzeit (R <sub>t</sub> )	a	1,5	
theoret. mittl. Zufluß-Konzentration (P <sub>i</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	47,4	
theoret. mittl. Phosphor-Konz. im See (P <sub>i</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	21,3	

## Trophiegrad nach potentielltem P-Eintrag

mesotroph

## 1.2 nach Morphometrie

Gewässerfläche (A)	ha	14	Umgebungsvolumenfaktor
Gewässervolumen	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	0,49	4,5
mittlere Tiefe (Z <sub>m</sub> )	m	3,40	
maximale Tiefe (Z <sub>max</sub> )	m	6,60	Umgebungsarealfaktor
effektive Länge (L <sub>eff</sub> )	km	0,55	15,6
effektive Breite (B <sub>eff</sub> )	km	0,36	

Tiefengradient (F)		1,42
Verknüpfung Z <sub>m</sub> und F (theoret. Sichttiefe)	m	1,90

## Trophiegrad nach Morphometrie

eutroph e1 ungeschichtet  
geschichtet  
Kleinseen F <= 1,5  
F > 1,5  
Seefl. <= 5 ha

## Resultierender Referenzzustand

eutroph e1

## 2. Istzustand

	Meßwert	Index	Wichtung	Berechnung	
Chlorophyll (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	26	3,33	10	33,29
Sichttiefe (April bis September)	m	2	2,64	7	18,47
Gesamt-Phosphor (Frühjahrszirkulation)	mg/m <sup>3</sup>	75	3,50	5	17,51
Gesamt-Phosphor (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	54	3,14	5	15,68
		3,15	27		84,95

## Resultierender Istzustand

eutroph e2 ungeschichtet  
geschichtet  
Kleinsee

## 3. Bewertung

2

bzw. 3

## Gr. Benzer See

Kriterium	Maßeinheit			
<b>1. Referenzzustand</b>				
<b>1.1 nach potentiell natürlichem Phosphoreintrag</b>				
Einzugsgebiet	ha	280		
Flächennutzung:				
Wald	ha	70		
intaktes Moor	ha			
potentielle Hochmoore	ha			
potentielle Niedermoore	ha	50		
potentiell kalkreiche Mineralböden	ha	140		
potentiell kalkarme Mineralböden	ha			
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	ha			
Wasser	ha	20		
Einträge aus:	Exportkoeff. kg/ha a P			
Wald	kg/a P	3,5	0,05	
intaktes Moor	kg/a P		0,2	
potentielle Hochmoore	kg/a P		1,5	
potentielle Niedermoore	kg/a P	5	0,1	
potentiell kalkreiche Mineralböden	kg/a P	7	0,05	
potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,1	
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,2	
Atmosphäre	kg/a P	3,9		
Summe der Mindesteinträge	kg/a P	19		
Jahresabflußmenge (Q)	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	0,9		
theoretische mittlere Verweilzeit (R <sub>t</sub> )	a	0,7		
theoret. mittl. Zufluß-Konzentration (P <sub>i</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	22,0		
theoret. mittl. Phosphor-Konz. im See (P <sub>j</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	12,0		
<b>Trophiegrad nach potentielltem P-Eintrag</b>	<b>oligotroph</b>			
<b>1.2 nach Morphometrie</b>				
Gewässerfläche (A)	ha	13	Umgebungsvolumenfaktor	
Gewässervolumen	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	0,63	4,2	
mittlere Tiefe (Z <sub>m</sub> )	m	4,90		
maximale Tiefe (Z <sub>max</sub> )	m	15,80	Umgebungsareafaktor	
effektive Länge (L <sub>eff</sub> )	km	0,55	20,5	
effektive Breite (B <sub>eff</sub> )	km	0,32		
theoretische Epilimniontiefe (Z <sub>epi</sub> )	m			
Tiefengradient (F)		3,44		
Verknüpfung Z <sub>m</sub> und F (theoret. Sichttiefe)	m	3,16		
<b>Trophiegrad nach Morphometrie</b>			ungeschichtet	F <= 1,5
	<b>mesotroph</b>		geschichtet	F > 1,5
			Kleinseen	Seefläche <= 5 ha
<b>Resultierender Referenzzustand</b>	<b>oligotroph</b>			
<b>2. Istzustand</b>				
	Meßwert	Index	Wichtung	Berechnung
Chlorophyll (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	16	2,93	10 29,33
Sichttiefe (April bis September)	m	2,6	2,41	7 16,88
Gesamt-Phosphor (Frühjahrszirkulation)	mg/m <sup>3</sup>	25	1,98	5 9,90
Gesamt-Phosphor (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	35	2,39	5 11,96
		2,52	27	68,07
<b>Resultierender Istzustand</b>	<b>ungeschichtet</b>			
	<b>eutroph e1</b>			
	geschichtet			
	Kleinsee			
<b>3. Bewertung</b>	<b>3</b>			

## Gr. Plöner See

Kriterium	Maßeinheit				
<b>1. Referenzzustand</b>					
<b>1.1 nach potentiell natürlichem Phosphoreintrag</b>					
Einzugsgebiet	ha	39300			
Flächennutzung:					
Wald	ha				
intaktes Moor	ha				
potentielle Hochmoore	ha	222			
potentielle Niedermoore	ha	2616			
potentiell kalkreiche Mineralböden	ha	31372			
potentiell kalkarme Mineralböden	ha				
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	ha				
Wasser	ha	5090			
Einträge aus:			Exportkoeff. kg/ha a P		
Wald	kg/a P		0,05		
intaktes Moor	kg/a P		0,2		
potentielle Hochmoore	kg/a P	333	1,5		
potentielle Niedermoore	kg/a P	262	0,1		
potentiell kalkreiche Mineralböden	kg/a P	1569	0,05		
potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,1		
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,2		
Atmosphäre	kg/a P	899,1			
Summe der Mindesteinträge	kg/a P	3062			
Jahresabflußmenge (Q)	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	120,0			
theoretische mittlere Verweilzeit (R <sub>t</sub> )	a	3,1			
theoret. mittl. Zufluß-Konzentration (P <sub>i</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	25,5			
theoret. mittl. Phosphor-Konz. im See (P <sub>s</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	9,2			
<b>Trophiegrad nach potentielltem P-Eintrag</b>		<b>oligotroph</b>			
<b>1.2 nach Morphometrie</b>					
Gewässerfläche (A)	ha	2997	Umgebungsvolumenfaktor		
Gewässervolumen	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	373,00		1,0	
mittlere Tiefe (Z <sub>m</sub> )	m	12,50			
maximale Tiefe (Z <sub>max</sub> )	m	58,00	Umgebungsarealfaktor		
effektive Länge (L <sub>eff</sub> )	km	7,75		12,1	
effektive Breite (B <sub>eff</sub> )	km	7,00			
Tiefengradient (F)		5,71			
Verknüpfung Z <sub>m</sub> und F (theoret. Sichttiefe)	m	6,14			
<b>Trophiegrad nach Morphometrie</b>		<b>oligotroph</b>	ungeschichtet geschichtet Kleinseen	F <= 1,5 F > 1,5 Seefl. <= 5 ha	
<b>Resultierender Referenzzustand</b>		<b>oligotroph</b>			
<b>2. Istzustand</b>					
	Meßwert	Index	Wichtung	Berechnung	
Chlorophyll (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	10	2,52	10	25,17
Sichttiefe (April bis September)	m	2,8	2,33	7	16,29
Gesamt-Phosphor (Frühjahrszirkulation)	mg/m <sup>3</sup>	86	2,74	5	13,70
Gesamt-Phosphor (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	40	2,47	5	12,36
<b>Gesamt-Trophie-Index</b>		<b>2,50</b>		<b>27</b>	<b>67,52</b>
<b>Resultierender Istzustand</b>		<b>eutroph e1</b>	ungeschichtet geschichtet Kleinsee		
<b>3. Bewertung</b>		<b>3</b>			

## Gr. Segeberger See

Kriterium	Maßeinheit				
<b>1. Referenzzustand</b>					
<b>1.1 nach potentiell natürlichem Phosphoreintrag</b>					
Einzugsgebiet	ha	965			
Flächennutzung:					
Wald	ha				
intaktes Moor	ha				
potentielle Hochmoore	ha				
potentielle Niedermoore	ha	50			
potentiell kalkreiche Mineralböden	ha	745			
potentiell kalkarme Mineralböden	ha				
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	ha				
Wasser	ha	196			
Einträge aus:			Exportkoeff. kg/ha a P		
Wald	kg/a P		0,05		
intaktes Moor	kg/a P		0,2		
potentielle Hochmoore	kg/a P		1,5		
potentielle Niedermoore	kg/a P	5	0,1		
potentiell kalkreiche Mineralböden	kg/a P	37	0,05		
potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,1		
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,2		
Atmosphäre	kg/a P	51			
Summe der Mindesteinträge	kg/a P	93			
Jahresabflußmenge (Q)	10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>	2,3			
theoretische mittlere Verweilzeit (R <sub>t</sub> )	a	4,6			
theoret. mittl. Zufluß-Konzentration (P <sub>i</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	40,1			
theoret. mittl. Phosphor-Konz. im See (P <sub>i</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	12,7			
<b>Trophiegrad nach potentielltem P-Eintrag</b>		<b>oligotroph</b>			
<b>1.2 nach Morphometrie</b>					
Gewässerfläche (A)	ha	170	Umgebungsvolumenfaktor		
Gewässervolumen	10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>	10,80		0,7	
mittlere Tiefe (Z <sub>m</sub> )	m	6,30			
maximale Tiefe (Z <sub>max</sub> )	m	12,00	Umgebungsarealfaktor		
effektive Länge (L <sub>eff</sub> )	km	2,60		4,7	
effektive Breite (B <sub>eff</sub> )	km	1,30			
Tiefengradient (F)		1,71			
Verknüpfung Z <sub>m</sub> und F (theoret. Sichttiefe)	m	2,80			
<b>Trophiegrad nach Morphometrie</b>		<b>mesotroph</b>	ungeschichtet geschichtet Kleinseen	F <= 1,5 F > 1,5 Seeff. <= 5 ha	
<b>Resultierender Referenzzustand</b>		<b>oligotroph</b>			
<b>2. Istzustand</b>					
	Meßwert	Index	Wichtung	Berechnung	
Chlorophyll (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	6,3	2,12	10	21,24
Sichttiefe (April bis September)	m	3,3	2,14	7	15,01
Gesamt-Phosphor (Frühjahrszirkulation)	mg/m <sup>3</sup>	150	3,08	5	15,41
Gesamt-Phosphor (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	86	2,92	5	14,62
			2,45	27	66,28
<b>Resultierender Istzustand</b>		<b>mesotroph</b>	ungeschichtet geschichtet Kleinsee		
<b>3. Bewertung</b>		<b>2</b>			

## Gudower See

Kriterium	Maßeinheit				
<b>1. Referenzzustand</b>					
<b>1.1 nach potentiell natürlichem Phosphoreintrag</b>					
Einzugsgebiet	ha	5880			
Flächennutzung:					
Wald	ha	1564			
intaktes Moor	ha				
potentielle Hochmoore	ha	445			
potentielle Niedermoore	ha	606			
potentiell kalkreiche Mineralböden	ha	3195			
potentiell kalkarme Mineralböden	ha				
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	ha				
Wasser	ha	70			
Einträge aus:			Exportkoeff. kg/ha a P		
Wald	kg/a P	78,2	0,05		
intaktes Moor	kg/a P		0,2		
potentielle Hochmoore	kg/a P	667,5	1,5		
potentielle Niedermoore	kg/a P	61	0,1		
potentiell kalkreiche Mineralböden	kg/a P	160	0,05		
potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,1		
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,2		
Atmosphäre	kg/a P	21			
Summe der Mindesteinträge	kg/a P	987			
Jahresabflußmenge (Q)	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	7,2			
theoretische mittlere Verweilzeit (R <sub>t</sub> )	a	0,5			
theoret. mittl. Zufluß-Konzentration (P <sub>i</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	136,4			
theoret. mittl. Phosphor-Konz. im See (P <sub>i</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	80,9			
<b>Trophiegrad nach potentielltem P-Eintrag</b>		<b>eutroph e1</b>			
<b>1.2 nach Morphometrie</b>					
Gewässerfläche (A)	ha	70	Umgebungsvolumenfaktor		
Gewässervolumen	10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>	3,40	17,1		
mittlere Tiefe (Z <sub>m</sub> )	m	4,90			
maximale Tiefe (Z <sub>max</sub> )	m	9,70	Umgebungsarealfaktor		
effektive Länge (L <sub>eff</sub> )	km	1,40	83,0		
effektive Breite (B <sub>eff</sub> )	km	0,72			
Tiefengradient (F)		1,64			
Verknüpfung Z <sub>m</sub> und F (theoret. Sichttiefe)	m	2,40			
<b>Trophiegrad nach Morphometrie</b>		ungeschichtet	F <= 1,5		
		geschichtet	F > 1,5		
		Kleinseen	Seefl. <= 5 ha		
<b>Resultierender Referenzzustand</b>		<b>eutroph e1</b>			
<b>2. Istzustand</b>					
	Meßwert	Index	Wichtung	Berechnung	
Chlorophyll (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	42	3,74	10	37,37
Sichttiefe (April bis September)	m	0,9	3,60	7	25,20
Gesamt-Phosphor (Frühjahrszirkulation)	mg/m <sup>3</sup>	110	2,89	5	14,46
Gesamt-Phosphor (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	97	2,99	5	14,97
			3,41	27	92,00
<b>Resultierender Istzustand</b>		ungeschichtet			
		geschichtet			
		Kleinsee			
<b>3. Bewertung</b>		<b>3</b>			

## Havetoffer See

Kriterium Maßseinheit

### 1. Referenzzustand

#### 1.1 nach potentiell natürlichem Phosphoreintrag

Einzugsgebiet	ha	375	
Flächennutzung:			
Wald	ha	11	
intaktes Moor	ha		
potentielle Hochmoore	ha	15	
potentielle Niedermoore	ha	15	
potentiell kalkreiche Mineralböden	ha	322	
potentiell kalkarme Mineralböden	ha		
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	ha		
Wasser	ha	12	
Einträge aus:			Exportkoeff. kg/ha a P
Wald	kg/a P	0,55	0,05
intaktes Moor	kg/a P		0,2
potentielle Hochmoore	kg/a P	22,5	1,5
potentielle Niedermoore	kg/a P	2	0,1
potentiell kalkreiche Mineralböden	kg/a P	16	0,05
potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,1
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,2
Atmosphäre	kg/a P	3,6	
Summe der Mindesteinträge	kg/a P	44	
Jahresabflußmenge (Q)	10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>	1,1	
theoretische mittlere Verweilzeit (R <sub>t</sub> )	a	0,4	
theoret. mittl. Zufluß-Konzentration (P <sub>z</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	40,2	
theoret. mittl. Phosphor-Konz. im See (P <sub>i</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	25,0	

Trophiegrad nach potentielltem P-Eintrag

mesotroph

#### 1.2 nach Morphometrie

Gewässerfläche (A)	ha	12	Umgebungsvolumenfaktor
Gewässervolumen	10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>	0,41	8,9
mittlere Tiefe (Z <sub>m</sub> )	m	3,30	
maximale Tiefe (Z <sub>max</sub> )	m	6,30	Umgebungsarealfaktor
effektive Länge (L <sub>eff</sub> )	km	0,66	30,3
effektive Breite (B <sub>eff</sub> )	km	0,27	
Tiefengradient (F)		1,35	
Verknüpfung Z <sub>m</sub> und F (theoret. Sichttiefe)	m	1,85	

Trophiegrad nach Morphometrie

eutroph e1

ungeschichtet F ≤ 1,5  
geschichtet F > 1,5  
Kleinseen Seef. ≤ 5 ha

### Resultierender Referenzzustand

eutroph e1

### 2. Istzustand

	Meßwert	Index	Wichtung	Berechnung	
Chlorophyll (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	30	3,45	10	34,51
Sichttiefe (April bis September)	m	1	3,38	7	23,65
Gesamt-Phosphor (Frühjahrszirkulation)	mg/m <sup>3</sup>	90	3,64	5	18,20
Gesamt-Phosphor (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	80	3,44	5	17,22
			3,47	27	93,59

Resultierender Istzustand

eutroph e2 ungeschichtet  
geschichtet  
Kleinseen

### 3. Bewertung

2

## Hemmelmarker See

Kriterium Maßeinheit

## 1. Referenzzustand

## 1.1 nach potentiell natürlichem Phosphoreintrag

Einzugsgebiet	ha	725	
Flächennutzung:			
Wald	ha	97	
intaktes Moor	ha		
potentielle Hochmoore	ha		
potentielle Niedermoore	ha	28	
potentiell kalkreiche Mineralböden	ha	515	
potentiell kalkarme Mineralböden	ha		
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	ha		
Wasser	ha	85	
Einträge aus:			Exportkoeff. kg/ha a P
Wald	kg/a P	4,85	0,05
intaktes Moor	kg/a P		0,2
potentielle Hochmoore	kg/a P		1,5
potentielle Niedermoore	kg/a P	3	0,1
potentiell kalkreiche Mineralböden	kg/a P	26	0,05
potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,1
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,2
Atmosphäre	kg/a P	25,5	
Summe der Mindesteinträge	kg/a P	59	
Jahresabflußmenge (Q)	10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>		2,3 10 l/s km <sup>2</sup>
theoretische mittlere Verweilzeit (R <sub>t</sub> )	a	1,15	
theoret. mittl. Zufluß-Konzentration (P <sub>i</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	25,8	
theoret. mittl. Phosphor-Konz. im See (P <sub>i</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	12,5	

## Trophiegrad nach potentielltem P-Eintrag

oligotroph

## 1.2 nach Morphometrie

Gewässerfläche (A')	ha	85	Umgebungsvolumenfaktor
Gewässervolumen	10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>	2,62	2,4
mittlere Tiefe (Z <sub>m</sub> )	m	3,10	
maximale Tiefe (Z <sub>max</sub> )	m	6,40	Umgebungsarealfaktor
effektive Länge (L <sub>eff</sub> )	km	1,37	7,5
effektive Breite (B <sub>eff</sub> )	km	1,02	
Tiefengradient (F)		1,05	
Verknüpfung Z <sub>m</sub> und F (theoret. Sichttiefe)	m	1,67	

## Trophiegrad nach Morphometrie

eutroph e1 ungeschichtet F <= 1,5  
 geschichtet F > 1,5  
 Kleinseen Seefl. <= 5 ha

## Resultierender Referenzzustand

eutroph e1

## 2. Istzustand

	Meßwert	Index	Wichtung	Berechnung	
Chlorophyll (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	81	4,30	10	42,95
Sichttiefe (April bis September)	m	1	3,38	7	23,65
Gesamt-Phosphor (Frühjahrszirkulation)	mg/m <sup>3</sup>	240	4,38	5	21,89
Gesamt-Phosphor (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	155	3,96	5	19,82
			4,01	27	108,32

## Resultierender Istzustand

polytroph p2 ungeschichtet  
 geschichtet  
 Kleinsee

## 3. Bewertung

5

## Hemmelsdorfer See

Kriterium Maßeinheit

## 1. Referenzzustand

## 1.1 nach potentiell natürlichem Phosphoreintrag

Einzugsgebiet	ha	3500	
Flächennutzung:			
Wald	ha		
intaktes Moor	ha		
potentielle Hochmoore	ha		
potentielle Niedermoore	ha	31	
potentiell kalkreiche Mineralböden	ha	3021	
potentiell kalkarme Mineralböden	ha		
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	ha		
Wasser	ha	498	
Einträge aus:			Exportkoeff. kg/ha a P
Wald	kg/a P		0,05
intaktes Moor	kg/a P		0,2
potentielle Hochmoore	kg/a P		1,5
potentielle Niedermoore	kg/a P	3	0,1
potentiell kalkreiche Mineralböden	kg/a P	151	0,05
potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,1
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,2
Atmosphäre	kg/a P	134,40	
Summe der Mindesteinträge	kg/a P	289	
Jahresabflußmenge (Q)	10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>	11,4	
theoretische mittlere Verweilzeit (R <sub>t</sub> )	a	2,1	
theoret. mittl. Zufluß-Konzentration (P <sub>i</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	25,28	
theoret. mittl. Phosphor-Konz. im See (P <sub>j</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	10,33	

Trophiegrad nach potentielltem P-Eintrag

oligotroph

## 1.2 nach Morphometrie

Gewässerfläche (A)	ha	448	Umgebungsvolumenfaktor
Gewässervolumen	10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>	23,90	1,3
mittlere Tiefe (Z <sub>m</sub> )	m	5,30	
maximale Tiefe (Z <sub>max</sub> )	m	39,00	Umgebungsarealfaktor
effektive Länge (L <sub>eff</sub> )	km	4,08	6,8
effektive Breite (B <sub>eff</sub> )	km	1,68	
Tiefengradient (F)		4,99	
Verknüpfung Z <sub>m</sub> und F (theoret. Sichttiefe)	m	3,92	

Trophiegrad nach Morphometrie

mesotroph ungeschichtet F <= 1,5  
geschichtet F > 1,5  
Kleinseen Seef. <= 5 ha

Resultierender Referenzzustand

mesotroph

## 2. Istzustand

	Meßwert	Index	Wichtung	Berechnung	
Chlorophyll (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	55,00	3,97	10	39,66
Sichttiefe (April bis September)	m	0,70	3,88	7	27,17
Gesamt-Phosphor (Frühjahrszirkulation)	mg/m <sup>3</sup>	96,00	2,81	5	14,04
Gesamt-Phosphor (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	98,25	3,00	5	15,01
			3,55	27	95,89

Resultierender Istzustand

ungeschichtet  
polytroph p1 geschichtet  
Kleinsee

## 3. Bewertung

4

## Ihsee

Kriterium Maßeinheit

## 1. Referenzzustand

## 1.1 nach potentiell natürlichem Phosphoreintrag

Einzugsgebiet	ha	81	
Flächennutzung:			
Wald	ha	37,5	
intaktes Moor	ha		
potentielle Hochmoore	ha		
potentielle Niedermoore	ha		
potentiell kalkreiche Mineralböden	ha		
potentiell kalkarme Mineralböden	ha	15,5	
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	ha		
Wasser	ha	28	
Einträge aus:			Exportkoeff. kg/ha a P
Wald	kg/a P	1,875	0,05
intaktes Moor	kg/a P		0,2
potentielle Hochmoore	kg/a P		1,5
potentielle Niedermoore	kg/a P		0,1
potentiell kalkreiche Mineralböden	kg/a P		0,05
potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P	1,55	0,1
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,2
Atmosphäre	kg/a P	8,4	
Summe der Mindesteinträge	kg/a P	12	
Jahresabflußmenge (Q)	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	0,6	
theoretische mittlere Verweilzeit (R <sub>t</sub> )	a	3,75	
theoret. mittl. Zufluß-Konzentration (P <sub>i</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	20,6	
theoret. mittl. Phosphor-Konz. im See (P <sub>s</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	7,0	

## Trophiegrad nach potentielltem P-Eintrag

oligotroph

## 1.2 nach Morphometrie

Gewässerfläche (A)	ha	28	Umgebungsvolumenfaktor
Gewässervolumen	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	2,15	0,2
mittlere Tiefe (Z <sub>m</sub> )	m	7,70	
maximale Tiefe (Z <sub>max</sub> )	m	21,50	Umgebungsarealfaktor
effektive Länge (L <sub>eff</sub> )	km	0,92	1,9
effektive Breite (B <sub>eff</sub> )	km	0,50	
Tiefengradient (F)		4,07	
Verknüpfung Z <sub>m</sub> und F (theoret. Sichttiefe)	m	4,17	

## Trophiegrad nach Morphometrie

mesotroph ungeschichtet F <= 1,5  
geschichtet F > 1,5  
Kleinseen Seefl. <= 5 ha

## Resultierender Referenzzustand

oligotroph

## 2. Istzustand

	Meßwert	Index	Wichtung	Berechnung	
Chlorophyll (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	6	2,08	10	20,83
Sichttiefe (April bis September)	m	4,7	1,75	7	12,23
Gesamt-Phosphor (Frühjahrszirkulation)	mg/m <sup>3</sup>	11	1,48	5	7,38
Gesamt-Phosphor (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	20	2,06	5	10,31
		1,88	27		50,75

## Resultierender Istzustand

mesotroph ungeschichtet  
geschichtet  
Kleinsee

## 3. Bewertung

2

## Kleiner Benzer See

Kriterium Maßeinheit

### 1. Referenzzustand

#### 1.1 nach potentiell natürlichem Phosphoreintrag

Einzugsgebiet	ha	340	
Flächennutzung:			
Wald	ha	2	
intaktes Moor	ha		
potentielle Hochmoore	ha		
potentielle Niedermoore	ha	69	
potentiell kalkreiche Mineralböden	ha	240	
potentiell kalkarme Mineralböden	ha		
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	ha		
Wasser	ha	29	
Einträge aus:			Exportkoeff. kg/ha a P
Wald	kg/a P	0,1	0,05
intaktes Moor	kg/a P		0,2
potentielle Hochmoore	kg/a P		1,5
potentielle Niedermoore	kg/a P	7	0,1
potentiell kalkreiche Mineralböden	kg/a P	12	0,05
potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,1
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,2
Atmosphäre	kg/a P	2,7	
Summe der Mindesteinträge	kg/a P	22	
Jahresabflussmenge (Q)	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	1,1	
theoretische mittlere Verweilzeit (R <sub>v</sub> )	a	0,24	
theoret. mittl. Zufluß-Konzentration (P <sub>z</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	20,3	
theoret. mittl. Phosphor-Konz. im See (P <sub>s</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	13,6	

#### Trophiegrad nach potentiell P-Eintrag

oligotroph

#### 1.2 nach Morphometrie

Gewässerfläche (A)	ha	9	Umgebungsvolumenfaktor
Gewässervolumen	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	0,25	13,0
mittlere Tiefe (Z <sub>m</sub> )	m	2,90	
maximale Tiefe (Z <sub>max</sub> )	m	5,80	Umgebungsarealfaktor
effektive Länge (L <sub>eff</sub> )	km	0,41	36,8
effektive Breite (B <sub>eff</sub> )	km	0,29	
theoretische Epilimniontiefe (Z <sub>epi</sub> )	m		
Tiefengradient (F)		1,34	
Verknüpfung Z <sub>m</sub> und F (theoret. Sichttiefe)	m	1,74	
<b>Trophiegrad nach Morphometrie</b>		<b>eutroph e1</b>	ungeschichtet geschichtet Kleinseen
			F <= 1,5 F > 1,5 Seefläche <= 5 ha

#### Resultierender Referenzzustand

eutroph 1

### 2. Istzustand

	Meßwert	Index	Wichtung	Berechnung	
Chlorophyll (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	50	3,91	10	39,09
Sichttiefe (April bis September)	m	1,00	3,38	7	23,65
Gesamt-Phosphor (Frühjahrszirkulation)	mg/m <sup>3</sup>	24	2,65	5	13,23
Gesamt-Phosphor (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	55	3,15	5	15,75
			3,40	27	91,72

#### Resultierender Istzustand

eutroph e2 ungeschichtet  
geschichtet  
Kleinsee

### 3. Bewertung

2
---

## Kleiner Plöner See

Kriterium	Maßeinheit				
<b>1. Referenzzustand</b>					
<b>1.1 nach potentiell natürlichem Phosphoreintrag</b>					
Einzugsgebiet	ha	40700			
Flächennutzung:					
Wald	ha				
intaktes Moor	ha				
potentielle Hochmoore	ha	222			
potentielle Niedermoore	ha	2679			
potentiell kalkreiche Mineralböden	ha	32470			
potentiell kalkarme Mineralböden	ha				
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	ha				
Wasser	ha	5329			
Einträge aus:			Exportkoeff. kg/ha a P		
Wald	kg/a P		0,05		
intaktes Moor	kg/a P		0,2		
potentielle Hochmoore	kg/a P	333	1,5		
potentielle Niedermoore	kg/a P	268	0,1		
potentiell kalkreiche Mineralböden	kg/a P	1624	0,05		
potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,1		
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,2		
Atmosphäre	kg/a P	71,7			
Summe der Mindesteinträge	kg/a P	2296			
Jahresabflußmenge (Q)	10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>	128,4	10 l/s km <sup>2</sup>		
theoretische mittlere Verweilzeit (R <sub>t</sub> )	a	0,17			
theoret. mittl. Zufluß-Konzentration (P <sub>i</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	17,9			
theoret. mittl. Phosphor-Konz. im See (P <sub>s</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	12,7			
<b>Trophiegrad nach potentielltem P-Eintrag</b>		<b>oligotroph</b>			
<b>1.2 nach Morphometrie</b>					
Gewässerfläche (A)	ha	239	Umgebungsvolumenfaktor		
Gewässervolumen	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	21,40		18,9	
mittlere Tiefe (Z <sub>m</sub> )	m	9,00			
maximale Tiefe (Z <sub>max</sub> )	m	31,00	Umgebungsarealfaktor		
effektive Länge (L <sub>eff</sub> )	km	2,67		169,3	
effektive Breite (B <sub>eff</sub> )	km	1,40			
Tiefengradient (F)		4,37			
Verknüpfung Z <sub>m</sub> und F (theoret. Sichttiefe)	m	4,64			
<b>Trophiegrad nach Morphometrie</b>		ungeschichtet	F ≤ 1,5		
	<b>mesotroph</b>	geschichtet	F > 1,5		
		Kleinseen	Seeff. ≤ 5 ha		
<b>Resultierender Referenzzustand</b>		<b>oligotroph</b>			
<b>2. Istzustand</b>					
	Meßwert	Index	Wichtung	Berechnung	
Chlorophyll (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	15	2,86	10	28,62
Sichttiefe (April bis September)	m	3	2,25	7	15,75
Gesamt-Phosphor (Frühjahrszirkulation)	mg/m <sup>3</sup>	120	2,95	5	14,73
Gesamt-Phosphor (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	100	3,01	5	15,06
		2,75	27		74,16
<b>Resultierender Istzustand</b>		ungeschichtet			
	<b>eutroph e1</b>	geschichtet			
		Kleinsee			
<b>3. Bewertung</b>					
		3			

## Lankauer See, Nord/West-Becken

Kriterium Maßseinheit

## 1. Referenzzustand

## 1.1 nach potentiell natürlichem Phosphoreintrag

Einzugsgebiet	ha	139	
Flächennutzung:			
Wald	ha	24	
intaktes Moor	ha		
potentielle Hochmoore	ha		
potentielle Niedermoore	ha	6	
potentiell kalkreiche Mineralböden	ha	79	
potentiell kalkarme Mineralböden	ha		
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	ha		
Wasser	ha	30	
Einträge aus:			Exportkoeff. kg/ha a P
Wald	kg/a P	1,21	0,05
intaktes Moor	kg/a P		0,2
potentielle Hochmoore	kg/a P		1,5
potentielle Niedermoore	kg/a P	1	0,1
potentiell kalkreiche Mineralböden	kg/a P	4	0,05
potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,1
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,2
Atmosphäre	kg/a P	4,8	
Summe der Mindesteinträge	kg/a P	11	
Jahresabflußmenge (Q)	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	0,5	
theoretische mittlere Verweilzeit (R <sub>t</sub> )	a	3,38	
theoret. mittl. Zufluß-Konzentration (P <sub>i</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	21,9	
theoret. mittl. Phosphor-Konz. im See (P <sub>i</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	7,7	
<b>Trophiegrad nach potentielltem P-Eintrag</b>			<b>oligotroph</b>

## 1.2 nach Morphometrie

Gewässerfläche (A)	ha	16	Umgebungsvolumenfaktor
Gewässervolumen	10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>	1,63	0,8
mittlere Tiefe (Z <sub>m</sub> )	m	10,40	
maximale Tiefe (Z <sub>max</sub> )	m	22,90	Umgebungsareafaktor
effektive Länge (L <sub>eff</sub> )	km	0,55	7,7
effektive Breite (B <sub>eff</sub> )	km	0,41	
Tiefengradient (F)		4,86	
Verknüpfung Z <sub>m</sub> und F (theoret. Sichttiefe)	m	5,22	
<b>Trophiegrad nach Morphometrie</b>			
<b>mesotroph</b>	ungeschichtet	F <= 1,5	
	geschichtet	F > 1,5	
	Kleinseen	Seefl. <= 5 ha	

## Resultierender Referenzzustand

oligotroph

## 2. Istzustand

	Meßwert	Index	Wichtung	Berechnung	
Chlorophyll (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	6	2,08	10	20,83
Sichttiefe (April bis September)	m	3,7	2,02	7	14,11
Gesamt-Phosphor (Frühjahrszirkulation)	mg/m <sup>3</sup>	35	2,19	5	10,94
Gesamt-Phosphor (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	16	1,93	5	9,65
			2,06	27	55,52

## Resultierender Istzustand

ungeschichtet  
**mesotroph** geschichtet  
 Kleinsee

## 3. Bewertung

2

## Lankauer See, Süd/Ost-Becken

Kriterium Maßseinheit

## 1. Referenzzustand

## 1.1 nach potentiell natürlichem Phosphoreintrag

Einzugsgebiet	ha	87	
Flächennutzung:			
Wald	ha	48	
intaktes Moor	ha		
potentielle Hochmoore	ha		
potentielle Niedermoore	ha		
potentiell kalkreiche Mineralböden	ha	16	
potentiell kalkarme Mineralböden	ha		
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	ha		
Wasser	ha	14	
Einträge aus:			Exportkoeff. kg/ha a P
Wald	kg/a P	2,385	0,05
intaktes Moor	kg/a P		0,2
potentielle Hochmoore	kg/a P		1,5
potentielle Niedermoore	kg/a P		0,1
potentiell kalkreiche Mineralböden	kg/a P	1	0,05
potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,1
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,2
Atmosphäre	kg/a P	4,2	
Summe der Mindesteinträge	kg/a P	7	
Jahresabflußmenge (Q)	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	0,3	
theoretische mittlere Verweilzeit (R <sub>t</sub> )	a	2,60	
theoret. mittl. Zufluß-Konzentration (P <sub>i</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	26,5	
theoret. mittl. Phosphor-Konz. im See (P <sub>s</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	10,1	
Trophiegrad nach potentielltem P-Eintrag		oligotroph	

## 1.2 nach Morphometrie

Gewässerfläche (A)	ha	14	Umgebungsvolumenfaktor
Gewässervolumen	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	0,73	1,0
mittlere Tiefe (Z <sub>m</sub> )	m	5,10	
maximale Tiefe (Z <sub>max</sub> )	m	9,80	Umgebungsarealfaktor
effektive Länge (L <sub>eff</sub> )	km	0,62	5,2
effektive Breite (B <sub>eff</sub> )	km	0,33	
Tiefengradient (F)		2,08	
Verknüpfung Z <sub>m</sub> und F (theoret. Sichttiefe)	m	2,64	
Trophiegrad nach Morphometrie		ungeschichtet	F <= 1,5
	mesotroph	geschichtet	F > 1,5
		Kleinseen	Seefl. <= 5 ha

## Resultierender Referenzzustand

oligotroph

## 2. Istzustand

	Meßwert	Index	Wichtung	Berechnung	
Chlorophyll (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	10,0	2,52	10	25,17
Sichttiefe (April bis September)	m	3,2	2,18	7	15,25
Gesamt-Phosphor (Frühjahrszirkulation)	mg/m <sup>3</sup>	18	1,78	5	8,89
Gesamt-Phosphor (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	17	1,97	5	9,83
			2,19	27	59,14

## Resultierender Istzustand

ungeschichtet  
mesotroph geschichtet  
Kleinsee

## 3. Bewertung

2

## Lanker See

Kriterium	Maßeinheit				
<b>1. Referenzzustand</b>					
<b>1.1 nach potentiell natürlichem Phosphoreintrag</b>					
Einzugsgebiet	ha	45600			
Flächennutzung:					
Wald	ha				
intaktes Moor	ha				
potentielle Hochmoore	ha	222			
potentielle Niedermoore	ha	3091			
potentiell kalkreiche Mineralböden	ha	36827			
potentiell kalkarme Mineralböden	ha				
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	ha				
Wasser	ha	5460			
Einträge aus:			Exportkoeff. kg/ha a P		
Wald	kg/a P		0,05		
intaktes Moor	kg/a P		0,2		
potentielle Hochmoore	kg/a P	333	1,5		
potentielle Niedermoore	kg/a P	309	0,1		
potentiell kalkreiche Mineralböden	kg/a P	1841	0,05		
potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,1		
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,2		
Atmosphäre	kg/a P	114			
Summe der Mindesteinträge	kg/a P	2597			
Jahresabflußmenge (Q)	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	135,0			
theoretische mittlere Verweilzeit (R <sub>t</sub> )	a	0,10			
theoret. mittl. Zufluß-Konzentration (P <sub>i</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	19,2			
theoret. mittl. Phosphor-Konz. im See (P <sub>j</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	14,6			
<b>Trophiegrad nach potentielltem P-Eintrag</b>			<b>oligotroph</b>		
<b>1.2 nach Morphometrie</b>					
Gewässerfläche (A)	ha	380	Umgebungsvolumenfaktor		
Gewässervolumen	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	13,80	32,8		
mittlere Tiefe (Z <sub>m</sub> )	m	3,60			
maximale Tiefe (Z <sub>max</sub> )	m	20,50	Umgebungsarealfaktor		
effektive Länge (L <sub>eff</sub> )	km	14,30	119,0		
effektive Breite (B <sub>eff</sub> )	km	10,00			
Tiefengradient (F)		1,75			
Verknüpfung Z <sub>m</sub> und F (theoret. Sichttiefe)	m	2,10			
<b>Trophiegrad nach Morphometrie</b>			ungeschichtet	F <= 1,5	
	<b>eutroph e1</b>	geschichtet	Kleinseen	F > 1,5	
				Seeff. <= 5 ha	
<b>Resultierender Referenzzustand</b>			<b>mesotroph</b>		
<b>2. Istzustand</b>					
	Meßwert	Index	Wichtung	Berechnung	
Chlorophyll (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	66	4,12	10	41,21
Sichttiefe (April bis September)	m	1	3,48	7	24,37
Gesamt-Phosphor (Frühjahrszirkulation)	mg/m <sup>3</sup>	80	2,70	5	13,48
Gesamt-Phosphor (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	260	3,58	5	17,89
		3,59		27	96,95
<b>Resultierender Istzustand</b>			ungeschichtet		
	<b>polytroph p1</b>	geschichtet	Kleinsee		
<b>3. Bewertung</b>					
				4	

## Lüttauer See

Kriterium	Maßeinheit				
<b>1. Referenzzustand</b>					
<b>1.1 nach potentiell natürlichem Phosphoreintrag</b>					
Einzugsgebiet	ha	7870			
Flächennutzung:					
Wald	ha	41			
intaktes Moor	ha				
potentielle Hochmoore	ha	460			
potentielle Niedermoore	ha	709			
potentiell kalkreiche Mineralböden	ha	6451			
potentiell kalkarme Mineralböden	ha				
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	ha				
Wasser	ha	209			
Einträge aus:		Exportkoeff. kg/ha a P			
Wald	kg/a P	2,05	0,05		
intaktes Moor	kg/a P		0,2		
potentielle Hochmoore	kg/a P	690	1,5		
potentielle Niedermoore	kg/a P	71	0,1		
potentiell kalkreiche Mineralböden	kg/a P	323	0,05		
potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,1		
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,2		
Atmosphäre	kg/a P	12,3			
Summe der Mindesteinträge	kg/a P	1098			
Jahresabflußmenge (Q)	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	14,9			
theoretische mittlere Verweilzeit (R <sub>t</sub> )	a	0,20			
theoret. mittl. Zufluß-Konzentration (P <sub>i</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	73,7			
theoret. mittl. Phosphor-Konz. im See (P <sub>s</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	50,8			
<b>Trophiegrad nach potentiell P-Eintrag</b>		<b>eutroph e1</b>			
<b>1.2 nach Morphometrie</b>					
Gewässerfläche (A)	ha	41	Umgebungsvolumenfaktor		
Gewässervolumen	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	3,04	25,8		
mittlere Tiefe (Z <sub>m</sub> )	m	7,40			
maximale Tiefe (Z <sub>max</sub> )	m	16,70	Umgebungsarealfaktor		
effektive Länge (L <sub>eff</sub> )	km	1,15	191,0		
effektive Breite (B <sub>eff</sub> )	km	0,55			
Tiefengradient (F)		3,01			
Verknüpfung Z <sub>m</sub> und F (theoret. Sichttiefe)	m	3,64			
<b>Trophiegrad nach Morphometrie</b>		ungeschichtet	F <= 1,5		
		mesotroph	geschichtet		
		Kleinseen	Seeff. <= 5 ha		
<b>Resultierender Referenzzustand</b>		<b>mesotroph</b>			
<b>2. Istzustand</b>					
	Meßwert	Index	Wichtung	Berechnung	
Chlorophyll (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	20	3,11	10	31,06
Sichttiefe (April bis September)	m	1,7	2,89	7	20,21
Gesamt-Phosphor (Frühjahrszirkulation)	mg/m <sup>3</sup>	102	2,85	5	14,23
Gesamt-Phosphor (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	58	2,69	5	13,45
			2,92	27	78,95
<b>Resultierender Istzustand</b>		ungeschichtet			
		eutroph e1	geschichtet		
		Kleinsee			
<b>3. Bewertung</b>		<b>2</b>			

## Muggesfelder See

Kriterium Maßinheit

## 1. Referenzzustand

## 1.1 nach potentiell natürlichem Phosphoreintrag

Einzugsgebiet	ha	217	
Flächennutzung:			
Wald	ha	45	
intaktes Moor	ha		
potentielle Hochmoore	ha		
potentielle Niedermoore	ha	13	
potentiell kalkreiche Mineralböden	ha	132	
potentiell kalkarme Mineralböden	ha		
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	ha		
Wasser	ha	27	
Einträge aus:			Exportkoeff. kg/ha a P
Wald	kg/a P	2,24	0,05
intaktes Moor	kg/a P		0,2
potentielle Hochmoore	kg/a P		1,5
potentielle Niedermoore	kg/a P	1	0,1
potentiell kalkreiche Mineralböden	kg/a P	7	0,05
potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,1
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,2
Atmosphäre	kg/a P	8,1	
Summe der Mindesteinträge	kg/a P	18	
Jahresabflußmenge (Q)	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	0,7	
theoretische mittlere Verweilzeit (R <sub>t</sub> )	a	3,79	
theoret. mittl. Zufluß-Konzentration (P <sub>i</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	26,7	
theoret. mittl. Phosphor-Konz. im See (P <sub>s</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	9,1	

## Trophiegrad nach potentielltem P-Eintrag

oligotroph

## 1.2 nach Morphometrie

Gewässerfläche (A)	ha	27	Umgebungsvolumenfaktor
Gewässervolumen	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	2,59	0,7
mittlere Tiefe (Z <sub>m</sub> )	m	9,60	
maximale Tiefe (Z <sub>max</sub> )	m	20,70	Umgebungsarealfaktor
effektive Länge (L <sub>eff</sub> )	km	0,91	7,0
effektive Breite (B <sub>eff</sub> )	km	0,44	
Tiefengradient (F)		3,98	
Verknüpfung Z <sub>m</sub> und F (theoret. Sichttiefe)	m	4,63	
Trophiegrad nach Morphometrie			

mesotroph  
ungeschichtet  
geschichtet  
KleinseenF <= 1,5  
F > 1,5  
Seefl. <= 5 ha

## Resultierender Referenzzustand

oligotroph

## 2. Istzustand

	Meßwert	Index	Wichtung	Berechnung	
Chlorophyll (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	40	3,70	10	36,96
Sichttiefe (April bis September)	m	0,9	3,60	7	25,20
Gesamt-Phosphor (Frühjahrszirkulation)	mg/m <sup>3</sup>	177	3,18	5	15,92
Gesamt-Phosphor (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	58	2,69	5	13,45
			3,39	27	91,53

## Resultierender Istzustand

eutroph a2  
ungeschichtet  
geschichtet  
Kleinsee

## 3. Bewertung

4

## Nehmsr See

Kriterium	Maßeinheit				
<b>1. Referenzzustand</b>					
<b>1.1 nach potentiell natürlichem Phosphoreintrag</b>					
Einzugsgebiet	ha	246			
Flächennutzung:					
Wald	ha	8			
intaktes Moor	ha				
potentielle Hochmoore	ha				
potentielle Niedermoore	ha	7			
potentiell kalkreiche Mineralböden	ha	183			
potentiell kalkarme Mineralböden	ha	25			
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	ha				
Wasser	ha	23			
Einträge aus:		Exportkoeff. kg/ha a P			
Wald	kg/a P	0,4	0,05		
intaktes Moor	kg/a P		0,2		
potentielle Hochmoore	kg/a P		1,5		
potentielle Niedermoore	kg/a P	1	0,1		
potentiell kalkreiche Mineralböden	kg/a P	9	0,05		
potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P	2,5	0,1		
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,2		
Atmosphäre	kg/a P	6,9			
Summe der Mindesteinträge	kg/a P	20			
Jahresabflußmenge (Q)	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	0,8			
theoretische mittlere Verweilzeit (R <sub>t</sub> )	a	0,4			
theoret. mittl. Zufluß-Konzentration (P <sub>i</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	25,4			
theoret. mittl. Phosphor-Konz. im See (P <sub>s</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	15,2			
<b>Trophiegrad nach potentielltem P-Eintrag</b>		<b>mesotroph</b>			
<b>1.2 nach Morphometrie</b>					
Gewässerfläche (A)	ha	23	Umgebungsvolumenfaktor		
Gewässervolumen	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	0,35	6,4		
mittlere Tiefe (Z <sub>av</sub> )	m	1,50			
maximale Tiefe (Z <sub>max</sub> )	m	2,20	Umgebungsareafaktor		
effektive Länge (L <sub>eff</sub> )	km	1,32	9,7		
effektive Breite (B <sub>eff</sub> )	km	0,27			
Tiefengradient (F)		0,40			
Verknüpfung Z <sub>av</sub> und F (theoret. Sichttiefe)	m	0,97			
<b>Trophiegrad nach Morphometrie</b>		<b>eutroph e2</b>	ungeschichtet	F ≤ 1,5	
			geschichtet	F > 1,5	
			Kleinseen	Seeff. ≤ 5 ha	
<b>Resultierender Referenzzustand</b>		<b>eutroph e2</b>			
<b>2. Istzustand</b>					
	Meßwert	Index	Wichtung	Berechnung	
Chlorophyll (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	250	5,25	10	52,53
Sichttiefe (April bis September)	m	0,2	5,10	7	35,69
Gesamt-Phosphor (Frühjahrszirkulation)	mg/m <sup>3</sup>	200	4,24	5	21,20
Gesamt-Phosphor (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	200	4,16	5	20,82
			4,82	27	130,24
<b>Resultierender Istzustand</b>		<b>hypertroph</b>	ungeschichtet		
			geschichtet		
			Kleinsee		
<b>3. Bewertung</b>		7			

## Passader See

Kriterium Maßseinheit

## 1. Referenzzustand

## 1.1 nach potentiell natürlichem Phosphoreintrag

Einzugsgebiet	ha	7440	
Flächennutzung:			
Wald	ha		
intaktes Moor	ha		
potentielle Hochmoore	ha		
potentielle Niedermoore	ha	450	
potentiell kalkreiche Mineralböden	ha	5685	
potentiell kalkarme Mineralböden	ha		
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	ha		
Wasser	ha	1305	
Einträge aus:			Exportkoeff. kg/ha a P
Wald	kg/a P		0,05
intaktes Moor	kg/a P		0,2
potentielle Hochmoore	kg/a P		1,5
potentielle Niedermoore	kg/a P	45	0,1
potentiell kalkreiche Mineralböden	kg/a P	284	0,05
potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,1
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,2
Atmosphäre	kg/a P	81	
Summe der Mindesteinträge	kg/a P	410	
Jahresabflußmenge (Q)	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	23,0	
theoretische mittlere Verweilzeit (R <sub>t</sub> )	a	0,6	
theoret. mittl. Zufluß-Konzentration (P <sub>i</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	17,8	
theoret. mittl. Phosphor-Konz. im See (P <sub>j</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	10,1	

## Trophiegrad nach potentielltem P-Eintrag

oligotroph

## 1.2 nach Morphometrie

Gewässerfläche (A)	ha	270	Umgebungsvolumenfaktor
Gewässervolumen	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	13,40	5,4
mittlere Tiefe (Z <sub>m</sub> )	m	4,90	
maximale Tiefe (Z <sub>max</sub> )	m	10,70	Umgebungsarealfaktor
effektive Länge (L <sub>eff</sub> )	km	3,13	26,6
effektive Breite (B <sub>eff</sub> )	km	2,12	
Tiefengradient (F)		1,41	
Verknüpfung Z <sub>m</sub> und F (theoret. Sichttiefe)	m	2,29	

## Trophiegrad nach Morphometrie

mesotroph ungeschichtet F < 1,5  
 geschichtet F > 1,5  
 Kleinseen Seeff. <= 5 ha

## Resultierender Referenzzustand

mesotroph

## 2. Istzustand

	Meßwert	Index	Wichtung	Berechnung	
Chlorophyll (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	21	3,15	10	31,48
Sichttiefe (April bis September)	m	1,9	2,69	7	18,85
Gesamt-Phosphor (Frühjahrszirkulation)	mg/m <sup>3</sup>	87	3,61	5	18,07
Gesamt-Phosphor (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	90	3,54	5	17,89
			3,19	27	86,09

## Resultierender Istzustand

eutroph e2 ungeschichtet  
 geschichtet  
 Kleinsee

## 3. Bewertung

3

## Sarnekower See

Kriterium Maßeinheit

## 1. Referenzzustand

## 1.1 nach potentiell natürlichem Phosphoreintrag

Einzugsgebiet	ha	6220	
Flächennutzung:			
Wald	ha	1741	
intaktes Moor	ha		
potentielle Hochmoore	ha	451	
potentielle Niedermoore	ha	683	
potentiell kalkreiche Mineralböden	ha	3251	
potentiell kalkarme Mineralböden	ha		
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	ha		
Wasser	ha	94	
Einträge aus:			Exportkoeff. kg/ha a P
Wald	kg/a P	87,05	0,05
intaktes Moor	kg/a P		0,2
potentielle Hochmoore	kg/a P	676,5	1,5
potentielle Niedermoore	kg/a P	68	0,1
potentiell kalkreiche Mineralböden	kg/a P	163	0,05
potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,1
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,2
Atmosphäre	kg/a P	7,2	
Summe der Mindesteinträge	kg/a P	1002	
Jahresabflußmenge (Q)	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	8,6	
theoretische mittlere Verweilzeit (R <sub>t</sub> )	a	0,2	
theoret. mittl. Zufluß-Konzentration (P <sub>z</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	116,0	
theoret. mittl. Phosphor-Konz. im See (P <sub>s</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	78,9	

## Trophiegrad nach potentielltem P-Eintrag

eutroph e1

## 1.2 nach Morphometrie

Gewässerfläche (A)	ha	24	Umgebungsvolumenfaktor
Gewässervolumen	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	1,90	32,6
mittlere Tiefe (Z <sub>m</sub> )	m	7,90	
maximale Tiefe (Z <sub>max</sub> )	m	17,30	Umgebungsarealfaktor
effektive Länge (L <sub>eff</sub> )	km	0,71	258,2
effektive Breite (B <sub>eff</sub> )	km	0,49	

Tiefengradient (F)

3,44

Verknüpfung Z<sub>m</sub> und F (theoret. Sichttiefe)

3,95

## Trophiegrad nach Morphometrie

mesotroph  
ungeschichtet  
geschichtet  
Kleinseen

F &lt;= 1,5

F &gt; 1,5

Seefl. &lt;= 5 ha

## Resultierender Referenzzustand

mesotroph

## 2. Istzustand

	Meßwert	Index	Wichtung	Berechnung	
Chlorophyll (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	31	3,48	10	34,79
Sichttiefe (April bis September)	m	1,3	3,19	7	22,32
Gesamt-Phosphor (Frühjahrszirkulation)	mg/m <sup>3</sup>	200	3,26	5	16,30
Gesamt-Phosphor (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	86	2,92	5	14,62
			3,26	27	88,02

## Resultierender Istzustand

eutroph e2  
ungeschichtet  
geschichtet  
Kleinsee

## 3. Bewertung

3

## Schaalsee

Kriterium Maßseinheit

## 1. Referenzzustand

## 1.1 nach potentiell natürlichem Phosphoreintrag

Einzugsgebiet	ha	18000	
Flächennutzung:			
Wald	ha	3400	
intaktes Moor	ha		
potentielle Hochmoore	ha		
potentielle Niedermoore	ha		
potentiell kalkreiche Mineralböden	ha	12150	
potentiell kalkarme Mineralböden	ha		
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	ha		
Wasser	ha	2450	
Einträge aus:			Exportkoeff. kg/ha a P
Wald	kg/a P	170	0,05
intaktes Moor	kg/a P		0,2
potentielle Hochmoore	kg/a P		1,5
potentielle Niedermoore	kg/a P		0,1
potentiell kalkreiche Mineralböden	kg/a P	608	0,05
potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,1
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,2
Atmosphäre	kg/a P	705	
Summe der Mindesteinträge	kg/a P	1483	
Jahresabflußmenge (Q)	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	22,4	10 l/s km <sup>2</sup>
theoretische mittlere Verweilzeit (R <sub>t</sub> )	a	14,8	
theoret. mittl. Zufluß-Konzentration (P <sub>i</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	66,3	
theoret. mittl. Phosphor-Konz. im See (P <sub>j</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	13,7	

## Trophiegrad nach potentielltem P-Eintrag

oligotroph

## 1.2 nach Morphometrie

Gewässerfläche (A)	ha	2350	Umgebungsvolumenfaktor
Gewässervolumen	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	330,00	0,5
mittlere Tiefe (Z <sub>m</sub> )	m	14,00	
maximale Tiefe (Z <sub>max</sub> )	m	70,00	Umgebungsarealfaktor
effektive Länge (L <sub>eff</sub> )	km	6,50	6,7
effektive Breite (B <sub>eff</sub> )	km	2,45	

Tiefengradient (F)		7,92
Verknüpfung Z <sub>m</sub> und F (theoret. Sichttiefe)	m	7,47

## Trophiegrad nach Morphometrie

oligotroph ungeschichtet F <= 1,5  
 geschichtet F > 1,5  
 Kleinseen Seefl. <= 5 ha

## Resultierender Referenzzustand

oligotroph

## 2. Istzustand

	Meßwert	Index	Wichtung	Berechnung	
Chlorophyll (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	9	2,43	10	24,28
Sichttiefe (April bis September)	m	3	2,25	7	15,75
Gesamt-Phosphor (Frühjahrszirkulation)	mg/m <sup>3</sup>	110	2,89	5	14,46
Gesamt-Phosphor (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	60	2,71	5	13,55
			2,52	27	68,04

## Resultierender Istzustand

eutroph e1 ungeschichtet  
 geschichtet  
 Kleinsee

## 3. Bewertung

3

## Schluensee

Kriterium Maßeinheit

## 1. Referenzzustand

## 1.1 nach potentiell natürlichem Phosphoreintrag

Einzugsgebiet	ha	604	
Flächennutzung:			
Wald	ha	33	
intaktes Moor	ha		
potentielle Hochmoore	ha		
potentielle Niedermoore	ha	56	
potentiell kalkreiche Mineralböden	ha	385	
potentiell kalkarme Mineralböden	ha		
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	ha		
Wasser	ha	130	
Einträge aus:			Exportkoeff. kg/ha a P
Wald	kg/a P	1,67	0,05
intaktes Moor	kg/a P		0,2
potentielle Hochmoore	kg/a P		1,5
potentielle Niedermoore	kg/a P	6	0,1
potentiell kalkreiche Mineralböden	kg/a P	19	0,05
potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,1
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,2
Atmosphäre	kg/a P	38,1	
Summe der Mindesteinträge	kg/a P	65	
Jahresabflußmenge (Q)	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	2,4	
theoretische mittlere Verweilzeit (R <sub>t</sub> )	a	8,6	
theoret. mittl. Zufluß-Konzentration (P <sub>i</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	26,7	
theoret. mittl. Phosphor-Konz. im See (P <sub>s</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	6,8	
<b>Trophiegrad nach potentielltem P-Eintrag</b>		<b>oligotroph</b>	

## 1.2 nach Morphometrie

Gewässerfläche (A)	ha	127	Umgebungsvolumenfaktor
Gewässervolumen	10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>	20,70	0,2
mittlere Tiefe (Z <sub>m</sub> )	m	16,30	
maximale Tiefe (Z <sub>max</sub> )	m	45,00	Umgebungsarealfaktor
effektive Länge (L <sub>eff</sub> )	km	1,94	3,8
effektive Breite (B <sub>eff</sub> )	km	0,91	
Tiefengradient (F)		7,02	
Verknüpfung Z <sub>m</sub> und F (theoret. Sichttiefe)	m	7,70	
<b>Trophiegrad nach Morphometrie</b>		ungeschichtet	F <= 1,5
	<b>oligotroph</b>	geschichtet	F > 1,5
		Kleinseen	Seefl. <= 5 ha

## Resultierender Referenzzustand

oligotroph

## 2. Istzustand

	Meßwert	Index	Wichtung	Berechnung	
Chlorophyll (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	8	2,33	10	23,28
Sichttiefe (April bis September)	m	3,1	2,21	7	15,50
Gesamt-Phosphor (Frühjahrszirkulation)	mg/m <sup>3</sup>	110	2,89	5	14,46
Gesamt-Phosphor (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	30	2,30	5	11,51
		2,40	27		64,73

## Resultierender Istzustand

ungeschichtet  
**mesotroph** geschichtet  
 Kleinsee

## 3. Bewertung

2

## Schmalsee

Kriterium Maßeinheit

## 1. Referenzzustand

## 1.1 nach potentiell natürlichem Phosphoreintrag

Einzugsgebiet	ha	8010	
Flächennutzung:			
Wald	ha	18	
intaktes Moor	ha		
potentielle Hochmoore	ha	460	
potentielle Niedermoore	ha	717	
potentiell kalkreiche Mineralböden	ha	6588	
potentiell kalkarme Mineralböden	ha		
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	ha		
Wasser	ha	227	
Einträge aus:			Exportkoeff. kg/ha a P
Wald	kg/a P	0,9	0,05
intaktes Moor	kg/a P		0,2
potentielle Hochmoore	kg/a P	690	1,5
potentielle Niedermoore	kg/a P	72	0,1
potentiell kalkreiche Mineralböden	kg/a P	329	0,05
potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,1
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,2
Atmosphäre	kg/a P	5,4	
Summe der Mindesteinträge	kg/a P	1097	
Jahresabflußmenge (Q)	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	15,2	
theoretische mittlere Verweilzeit (R <sub>t</sub> )	a	0,0	
theoret. mittl. Zufluß-Konzentration (P <sub>i</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	72,4	
theoret. mittl. Phosphor-Konz. im See (P <sub>j</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	59,7	

## Trophiegrad nach potentielltem P-Eintrag

eutroph e1

## 1.2 nach Morphometrie

Gewässerfläche (A)	ha	18	Umgebungsvolumenfaktor
Gewässervolumen	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	0,69	115,8
mittlere Tiefe (Z <sub>m</sub> )	m	3,80	
maximale Tiefe (Z <sub>max</sub> )	m	7,80	Umgebungsarealfaktor
effektive Länge (L <sub>eff</sub> )	km	1,03	444,0
effektive Breite (B <sub>eff</sub> )	km	0,28	
Tiefengradient (F)		1,51	
Verknüpfung Z <sub>m</sub> und F (theoret. Sichttiefe)	m	2,05	

## Trophiegrad nach Morphometrie

eutroph e1 ungeschichtet F <= 1,5  
geschichtet F > 1,5  
Kleinseen Seeff. <= 5 ha

## Resultierender Referenzzustand

eutroph e1

## 2. Istzustand

	Meßwert	Index	Wichtung	Berechnung	
Chlorophyll (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	25	3,30	10	32,96
Sichttiefe (April bis September)	m	1,5	3,03	7	21,19
Gesamt-Phosphor (Frühjahrszirkulation)	mg/m <sup>3</sup>	80	2,70	5	13,48
Gesamt-Phosphor (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	60	2,71	5	13,55
			3,01	27	81,19

## Resultierender Istzustand

eutroph e2 ungeschichtet  
geschichtet  
Kleinseen

## 3. Bewertung

2



## Selenter See

Kriterium	Maßeinheit				
<b>1. Referenzzustand</b>					
<b>1.1 nach potentiell natürlichem Phosphoreintrag</b>					
Einzugsgebiet	ha	6100			
Flächennutzung:					
Wald	ha				
intaktes Moor	ha				
potentielle Hochmoore	ha				
potentielle Niedermoore	ha	338			
potentiell kalkreiche Mineralböden	ha	3522			
potentiell kalkarme Mineralböden	ha				
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	ha				
Wasser	ha	2240			
Einträge aus:			Exportkoeff. kg/ha a P		
Wald	kg/a P		0,05		
intaktes Moor	kg/a P		0,2		
potentielle Hochmoore	kg/a P		1,5		
potentielle Niedermoore	kg/a P	34	0,1		
potentiell kalkreiche Mineralböden	kg/a P	176	0,05		
potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,1		
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,2		
Atmosphäre	kg/a P	672			
Summe der Mindesteinträge	kg/a P	882			
Jahresabflußmenge (Q)	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	20,6			
theoretische mittlere Verweilzeit (R <sub>t</sub> )	a	14,3			
theoret. mittl. Zufluß-Konzentration (P <sub>i</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	42,8			
theoret. mittl. Phosphor-Konz. im See (P <sub>i</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	9,0			
<b>Trophiegrad nach potentielltem P-Eintrag</b>			<b>oligotroph</b>		
<b>1.2 nach Morphometrie</b>					
Gewässerfläche (A)	ha	2240	Umgebungsvolumenfaktor		
Gewässervolumen	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	294,00		0,1	
mittlere Tiefe (Z <sub>m</sub> )	m	13,20			
maximale Tiefe (Z <sub>max</sub> )	m	35,80	Umgebungsarealfaktor		
effektive Länge (L <sub>eff</sub> )	km	4,42		1,7	
effektive Breite (B <sub>eff</sub> )	km	1,85			
Tiefengradient (F)		4,48			
Verknüpfung Z <sub>m</sub> und F (theoret. Sichttiefe)	m	5,80			
<b>Trophiegrad nach Morphometrie</b>			ungeschichtet	F <= 1,5	
	<b>mesotroph</b>		geschichtet	F > 1,5	
			Kleinseen	Seeff. <= 5 ha	
<b>Resultierender Referenzzustand</b>			<b>oligotroph</b>		
<b>2. Istzustand</b>					
	Meßwert	Index	Wichtung	Berechnung	
Chlorophyll (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	5	1,93	10	19,28
Sichttiefe (April bis September)	m	5,3	1,61	7	11,29
Gesamt-Phosphor (Frühjahrszirkulation)	mg/m <sup>3</sup>	32	2,13	5	10,66
Gesamt-Phosphor (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	20	2,06	5	10,31
		1,91		27	51,54
<b>Resultierender Istzustand</b>			ungeschichtet		
	<b>mesotroph</b>		geschichtet		
			Kleinsee		
<b>3. Bewertung</b>					
				2	

## Stadtsee

Kriterium Maßinheit

### 1. Referenzzustand

#### 1.1 nach potentiell natürlichem Phosphoreintrag

Einzugsgebiet	ha	8740	
Flächennutzung:			
Wald	ha		
intaktes Moor	ha		
potentielle Hochmoore	ha	464	
potentielle Niedermoore	ha	728	
potentiell kalkreiche Mineralböden	ha	7294	
potentiell kalkarme Mineralböden	ha		
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	ha		
Wasser	ha	254	
Einträge aus:			Exportkoeff. kg/ha a P
Wald	kg/a P		0,05
intaktes Moor	kg/a P		0,2
potentielle Hochmoore	kg/a P	696	1,5
potentielle Niedermoore	kg/a P	73	0,1
potentiell kalkreiche Mineralböden	kg/a P	365	0,05
potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,1
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,2
Atmosphäre	kg/a P	4,2	
Summe der Mindesteinträge	kg/a P	1138	
Jahresabflußmenge (Q)	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	16,3	
theoretische mittlere Verweilzeit (R <sub>t</sub> )	a	0,04	
theoret. mittl. Zufluß-Konzentration (P <sub>i</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	69,7	
theoret. mittl. Phosphor-Konz. im See (P <sub>j</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	58,1	

#### Trophiegrad nach potentielltem P-Eintrag

eutroph e1

#### 1.2 nach Morphometrie

Gewässerfläche (A)	ha	14	Umgebungsvolumenfaktor
Gewässervolumen	10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>	0,61	143,0
mittlere Tiefe (Z <sub>m</sub> )	m	4,20	
maximale Tiefe (Z <sub>max</sub> )	m	6,40	Umgebungsarealfaktor
effektive Länge (L <sub>eff</sub> )	km	0,60	623,3
effektive Breite (B <sub>eff</sub> )	km	0,35	
Tiefengradient (F)		1,36	
Verknüpfung Z <sub>m</sub> und F (theoret. Sichttiefe)	m	2,09	

#### Trophiegrad nach Morphometrie

eutroph e1

ungeschichtet  
geschichtet  
Kleinseen

F <= 1,5  
F > 1,5  
Seefl. <= 5 ha

#### Resultierender Referenzzustand

eutroph e1

### 2. Istzustand

	Meßwert	Index	Wichtung	Berechnung	
Chlorophyll (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	39	3,67	10	36,74
Sichttiefe (April bis September)	m	1,4	3,02	7	21,14
Gesamt-Phosphor (Frühjahrszirkulation)	mg/m <sup>3</sup>	99	3,71	5	18,56
Gesamt-Phosphor (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	91	3,55	5	17,73
			3,49	27	94,17

#### Resultierender Istzustand

eutroph e2 ungeschichtet  
geschichtet  
Kleinsee

### 3. Bewertung

2

## Südensee

Kriterium Maßinheit

## 1. Referenzzustand

## 1.1 nach potentiell natürlichem Phosphoreintrag

Einzugsgebiet	ha	1400	
Flächennutzung:			
Wald	ha		
intaktes Moor	ha		
potentielle Hochmoore	ha	2	
potentielle Niedermoore	ha	334	
potentiell kalkreiche Mineralböden	ha	1000	
potentiell kalkarme Mineralböden	ha		
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	ha		
Wasser	ha	64	
Einträge aus:			Exportkoeff. kg/ha a P
Wald	kg/a P		0,05
intaktes Moor	kg/a P		0,2
potentielle Hochmoore	kg/a P	3	1,5
potentielle Niedermoore	kg/a P	33	0,1
potentiell kalkreiche Mineralböden	kg/a P	50	0,05
potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,1
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,2
Atmosphäre	kg/a P	19,2	
Summe der Mindesteinträge	kg/a P	106	
Jahresabflußmenge (Q)	10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>	4,4	
theoretische mittlere Verweilzeit (R <sub>t</sub> )	a	0,3	
theoret. mittl. Zufluß-Konzentration (P <sub>z</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	23,9	
theoret. mittl. Phosphor-Konz. im See (P <sub>s</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	15,2	

## Trophiegrad nach potentielltem P-Eintrag

mesotroph

## 1.2 nach Morphometrie

Gewässerfläche (A)	ha	64	Umgebungsvolumenfaktor
Gewässervolumen	10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>	1,43	9,3
mittlere Tiefe (Z <sub>m</sub> )	m	2,20	
maximale Tiefe (Z <sub>max</sub> )	m	3,60	Umgebungsarealfaktor
effektive Länge (L <sub>eff</sub> )	km	2,10	20,9
effektive Breite (B <sub>eff</sub> )	km	0,47	
Tiefengradient (F)		0,58	
Verknüpfung Z <sub>m</sub> und F (theoret. Sichttiefe)	m	1,23	

## Trophiegrad nach Morphometrie

eutroph e2 ungeschichtet F <= 1,5  
 geschichtet F > 1,5  
 Kleinseen Seef. <= 5 ha

## Resultierender Referenzzustand

eutroph e1

## 2. Istzustand

	Meßwert	Index	Wichtung	Berechnung	
Chlorophyll (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	133	4,72	10	47,17
Sichttiefe (April bis September)	m	0,6	3,92	7	27,47
Gesamt-Phosphor (Frühjahrszirkulation)	mg/m <sup>3</sup>	230	4,35	5	21,73
Gesamt-Phosphor (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	410	4,73	5	23,65
			4,44	27	120,01

## Resultierender Istzustand

polytroph p2 ungeschichtet  
 geschichtet  
 Kleinsee

## 3. Bewertung

5

## Waldhusener Moorsee

Kriterium	Maßeinheit				
<b>1. Referenzzustand</b>					
<b>1.1 nach potentiell natürlichem Phosphoreintrag</b>					
Einzugsgebiet	ha	87			
Flächennutzung:					
Wald	ha	50			
intaktes Moor	ha				
potentielle Hochmoore	ha	16			
potentielle Niedermoore	ha	1			
potentiell kalkreiche Mineralböden	ha	6			
potentiell kalkarme Mineralböden	ha				
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	ha				
Wasser	ha	14			
Einträge aus:		Exportkoeff. kg/ha a P			
Wald	kg/a P	2,5	0,05		
intaktes Moor	kg/a P		0,2		
potentielle Hochmoore	kg/a P	24	1,5		
potentielle Niedermoore	kg/a P	0	0,1		
potentiell kalkreiche Mineralböden	kg/a P	0	0,05		
potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,1		
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,2		
Atmosphäre	kg/a P	4,26			
Summe der Mindesteinträge	kg/a P	31			
Jahresabflußmenge (Q)	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	0,3	10 l/s km <sup>2</sup>		
theoretische mittlere Verweilzeit (R <sub>t</sub> )	a	0,62			
theoret. mittl. Zufluß-Konzentration (P <sub>z</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	113,7			
theoret. mittl. Phosphor-Konz. im See (P <sub>s</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	63,7			
<b>Trophiegrad nach potentiell P-Eintrag</b>		<b>eutroph e1</b>			
<b>1.2 nach Morphometrie</b>					
Gewässerfläche (A)	ha	14,2	Umgebungsvolumenfaktor		
Gewässervolumen	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	0,17	4,3		
mittlere Tiefe (Z <sub>m</sub> )	m	1,20			
maximale Tiefe (Z <sub>max</sub> )	m	2,20	Umgebungsarealfaktor		
effektive Länge (L <sub>eff</sub> )	km	0,64	5,1		
effektive Breite (B <sub>eff</sub> )	km	0,42			
Tiefengradient (F)		0,45			
Verknüpfung Z <sub>m</sub> und F (theoret. Sichttiefe)	m	0,91			
<b>Trophiegrad nach Morphometrie</b>		<b>eutroph e2</b>	ungeschichtet	F <= 1,5	
			geschichtet	F > 1,5	
			Kleinseen	Seeff. <= 5 ha	
<b>Resultierender Referenzzustand</b>		<b>eutroph e2</b>			
<b>2. Istzustand</b>					
	Meßwert	Index	Wichtung	Berechnung	
Chlorophyll (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	16	2,92	10	29,17
Sichttiefe (April bis September)	m	1,2	3,18	7	22,29
Gesamt-Phosphor (Frühjahrszirkulation)	mg/m <sup>3</sup>	39	3,01	5	15,05
Gesamt-Phosphor (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	38	2,86	5	14,30
			2,99	27	80,81
<b>Resultierender Istzustand</b>		<b>eutroph e1</b>	ungeschichtet		
			geschichtet		
			Kleinsee		
<b>3. Bewertung</b>		<b>1</b>	dystropher See		

## Wardersee (SE)

Kriterium	Maßeinheit				
<b>1. Referenzzustand</b>					
<b>1.1 nach potentiell natürlichem Phosphoreintrag</b>					
Einzugsgebiet	ha	24640			
Flächennutzung:					
Wald	ha	2693			
intaktes Moor	ha				
potentielle Hochmoore	ha				
potentielle Niedermoore	ha	1738			
potentiell kalkreiche Mineralböden	ha	19769			
potentiell kalkarme Mineralböden	ha				
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	ha				
Wasser	ha	440			
Einträge aus:			Exportkoeff. kg/ha a P		
Wald	kg/a P	134,65	0,05		
intaktes Moor	kg/a P		0,2		
potentielle Hochmoore	kg/a P		1,5		
potentielle Niedermoore	kg/a P	174	0,1		
potentiell kalkreiche Mineralböden	kg/a P	988	0,05		
potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,1		
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,2		
Atmosphäre	kg/a P	128,7			
Summe der Mindesteinträge	kg/a P	1426			
Jahresabflußmenge (Q)	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	30,0			
theoretische mittlere Verweilzeit (R <sub>v</sub> )	a	0,44			
theoret. mittl. Zufluß-Konzentration (P <sub>z</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	47,5			
theoret. mittl. Phosphor-Konz. im See (P <sub>s</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	28,6			
<b>Trophiegrad nach potentielltem P-Eintrag</b>		<b>mesotroph</b>			
<b>1.2 nach Morphometrie</b>					
Gewässerfläche (A)	ha	429	Umgebungsvolumenfaktor		
Gewässervolumen	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	13,10	18,5		
mittlere Tiefe (Z <sub>m</sub> )	m	4,10			
maximale Tiefe (Z <sub>max</sub> )	m	10,30	Umgebungsarealfaktor		
effektive Länge (L <sub>eff</sub> )	km	3,40	56,4		
effektive Breite (B <sub>eff</sub> )	km	0,80			
Tiefengradient (F)		1,44			
Verknüpfung Z <sub>m</sub> und F (theoret. Sichttiefe)	m	2,10			
<b>Trophiegrad nach Morphometrie</b>		<b>eutroph e1</b>	ungeschichtet	F <= 1,5	
			geschichtet	F > 1,5	
			Kleinseen	Seefl. <= 5 ha	
<b>Resultierender Referenzzustand</b>		<b>eutroph e1</b>			
<b>2. Istzustand</b>					
	Meßwert	Index	Wichtung	Berechnung	
Chlorophyll (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	30	3,45	10	34,51
Sichttiefe (April bis September)	m	1	3,38	7	23,65
Gesamt-Phosphor (Frühjahrszirkulation)	mg/m <sup>3</sup>	150	4,02	5	20,12
Gesamt-Phosphor (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	250	4,34	5	21,70
			3,70	27	99,98
<b>Resultierender Istzustand</b>		<b>polytroph p1</b>	ungeschichtet		
			geschichtet		
			Kleinsee		
<b>3. Bewertung</b>		<b>3</b>			

## Wardersee RD

Kriterium Maßinheit

## 1. Referenzzustand

## 1.1 nach potentiell natürlichem Phosphoreintrag

Einzugsgebiet	ha	6330		
Flächennutzung:				
Wald	ha	610		
intaktes Moor	ha			
potentielle Hochmoore	ha			
potentielle Niedermoore	ha	563		
potentiell kalkreiche Mineralböden	ha	4878		
potentiell kalkarme Mineralböden	ha			
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	ha			
Wasser	ha	279		
Einträge aus:			Exportkoeff. kg/ha a P	
Wald	kg/a P	30,5	0,05	
intaktes Moor	kg/a P		0,2	
potentielle Hochmoore	kg/a P		1,5	
potentielle Niedermoore	kg/a P	56	0,1	
potentiell kalkreiche Mineralböden	kg/a P	244	0,05	
potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,1	
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,2	
Atmosphäre	kg/a P	15		
Summe der Mindesteinträge	kg/a P	346		
Jahresabflußmenge (Q)	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /a	13,9		
theoretische mittlere Verweilzeit (R <sub>t</sub> )	a	0,2		
theoret. mittl. Zufluß-Konzentration (P <sub>i</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	24,9		
theoret. mittl. Phosphor-Konz. im See (P <sub>s</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	17,9		

Trophiegrad nach potentielltem P-Eintrag mesotroph

## 1.2 nach Morphometrie

Gewässerfläche (A)	ha	50	Umgebungsvolumenfaktor	
Gewässervolumen	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	2,15	29,2	
mittlere Tiefe (Z <sub>m</sub> )	m	4,30		
maximale Tiefe (Z <sub>max</sub> )	m	9,20	Umgebungsarealfaktor	
effektive Länge (L <sub>eff</sub> )	km	1,52	125,6	
effektive Breite (B <sub>eff</sub> )	km	0,48		
theoretische Epilimniontiefe (Z <sub>epi</sub> )	m			
Tiefengradient (F)		1,58		
Verknüpfung Z <sub>m</sub> und F (theoret. Sichttiefe)	m	2,21		

Trophiegrad nach Morphometrie

eutroph e1 ungeschichtet F <= 1,5  
geschichtet F > 1,5  
Kleinseen Seefläche <= 5 ha

Resultierender Referenzzustand

mesotroph

## 2. Istzustand

	Meßwert	Index	Wichtung	Berechnung	
Chlorophyll (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	30	3,47	10	34,71
Sichttiefe (April bis September)	m	1,1	3,38	7	23,63
Gesamt-Phosphor (Frühjahrszirkulation)	mg/m <sup>3</sup>	95	2,80	5	14,01
Gesamt-Phosphor (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	95	2,98	5	14,91
		3,23	27		87,26

Resultierender Istzustand

eutroph e2 ungeschichtet  
geschichtet  
Kleinsee

## 3. Bewertung

3

## Westensee

Kriterium Maßeinheit

## 1. Referenzzustand

## 1.1 nach potentiell natürlichem Phosphoreintrag

Einzugsgebiet	ha	25300	
Flächennutzung:			
Wald	ha	2000	
intaktes Moor	ha		
potentielle Hochmoore	ha		
potentielle Niedermoore	ha	1000	
potentiell kalkreiche Mineralböden	ha	21175	
potentiell kalkarme Mineralböden	ha		
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	ha		
Wasser	ha	1125	
Einträge aus:			Exportkoeff. kg/ha a P
Wald	kg/a P	100	0,05
intaktes Moor	kg/a P		0,2
potentielle Hochmoore	kg/a P		1,5
potentielle Niedermoore	kg/a P	100	0,1
potentiell kalkreiche Mineralböden	kg/a P	1059	0,05
potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,1
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,2
Atmosphäre	kg/a P	206,4	
Summe der Mindesteinträge	kg/a P	1465	
Jahresabflußmenge (Q)	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /a	80,0	
theoretische mittlere Verweilzeit (R <sub>t</sub> )	a	0,5	
theoret. mittl. Zufluß-Konzentration (P <sub>i</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	18,3	
theoret. mittl. Phosphor-Konz. im See (P <sub>s</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	10,6	
Trophiegrad nach potentielltem P-Eintrag		oligotroph	

## 1.2 nach Morphometrie

Gewässerfläche (A)	ha	688	Umgebungsvolumenfaktor
Gewässervolumen	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	41,60	5,9
mittlere Tiefe (Z <sub>m</sub> )	m	6,10	
maximale Tiefe (Z <sub>max</sub> )	m	17,60	Umgebungsarealfaktor
effektive Länge (L <sub>eff</sub> )	km	5,74	35,8
effektive Breite (B <sub>eff</sub> )	km	3,33	
theoretische Epilimniontiefe (Z <sub>epi</sub> )	m		
Tiefengradient (F)		1,50	1,98 geändert
Verknüpfung Z <sub>m</sub> und F (theoret. Sichttiefe)	m	2,65	
Trophiegrad nach Morphometrie	mesotroph	ungeschichtet	F <= 1,5
		geschichtet	F > 1,5
		Kleinseen	Seefläche <= 5 ha

## Resultierender Referenzzustand

mesotroph

## 2. Istzustand

	Meßwert	Index	Wichtung	Berechnung	
Chlorophyll (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	25	3,32	10	33,15
Sichttiefe (April bis September)	m	2	2,64	7	18,47
Gesamt-Phosphor (Frühjahrszirkulation)	mg/m <sup>3</sup>	27	2,73	5	13,67
Gesamt-Phosphor (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	250	4,34	5	21,70
			3,22	27	87,00

## Resultierender Istzustand

eutroph e2  
ungeschichtet  
geschichtet  
Kleinsee

## 3. Bewertung

3

## Winderatter See

Kriterium Maßeinheit

## 1. Referenzzustand

## 1.1 nach potentiell natürlichem Phosphoreintrag

Einzugsgebiet	ha	1206	
Flächennutzung:			
Wald	ha	32	
intaktes Moor	ha		
potentielle Hochmoore	ha		
potentielle Niedermoore	ha	56	
potentiell kalkreiche Mineralböden	ha	1000	
potentiell kalkarme Mineralböden	ha	94	
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	ha		
Wasser	ha	24	
Einträge aus:			Exportkoeff. kg/ha a P
Wald	kg/a P	1,6	0,05
intaktes Moor	kg/a P		0,2
potentielle Hochmoore	kg/a P		1,5
potentielle Niedermoore	kg/a P	6	0,1
potentiell kalkreiche Mineralböden	kg/a P	50	0,05
potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P	9,4	0,1
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,2
Atmosphäre	kg/a P	7,2	
Summe der Mindesteinträge	kg/a P	74	
Jahresabflußmenge (Q)	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /a	3,8	
theoretische mittlere Verweilzeit (R <sub>t</sub> )	a	0,1	
theoret. mittl. Zufluß-Konzentration (P <sub>i</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	19,4	
theoret. mittl. Phosphor-Konz. im See (P <sub>j</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	15,2	

Trophiegrad nach potentielltem P-Eintrag mesotroph

## 1.2 nach Morphometrie

Gewässerfläche (A)	ha	24	Umgebungsvolumenfaktor
Gewässervolumen	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	0,29	40,8
mittlere Tiefe (Z <sub>m</sub> )	m	1,20	
maximale Tiefe (Z <sub>max</sub> )	m	2,20	Umgebungsarealfaktor
effektive Länge (L <sub>eff</sub> )	km	1,06	49,3
effektive Breite (B <sub>eff</sub> )	km	0,38	
theoretische Epilimniontiefe (Z <sub>ep</sub> )	m		
Tiefengradient (F)		0,42	
Verknüpfung Z <sub>m</sub> und F (theoret. Sichttiefe)	m	0,89	
Trophiegrad nach Morphometrie	eutroph e2	ungeschichtet	F <= 1,5
		geschichtet	F > 1,5
		Kleinseen	Seefläche <= 5 ha

Resultierender Referenzzustand

eutroph e2

## 2. Istzustand

	Meßwert	Index	Wichtung	Berechnung	
Chlorophyll (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	150	4,85	10	48,49
Sichttiefe (April bis September)	m	0,3	4,66	7	32,65
Gesamt-Phosphor (Frühjahrszirkulation)	mg/m <sup>3</sup>	150	4,02	5	20,12
Gesamt-Phosphor (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	430	4,77	5	23,83
			4,63	27	125,10

Resultierender Istzustand

hypertroph ungeschichtet  
geschichtet  
Kleinsee

## 3. Bewertung

7

## Wittensee

Kriterium Maßinheit

## 1. Referenzzustand

## 1.1 nach potentiell natürlichem Phosphoreintrag

Einzugsgebiet	ha	4570	
Flächennutzung:			
Wald	ha	400	
intaktes Moor	ha		
potentielle Hochmoore	ha		
potentielle Niedermoore	ha	375	
potentiell kalkreiche Mineralböden	ha	2762	
potentiell kalkarme Mineralböden	ha		
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	ha		
Wasser	ha	1033	
Einträge aus:			Exportkoeff. kg/ha a P
Wald	kg/a P	20	0,05
intaktes Moor	kg/a P		0,2
potentielle Hochmoore	kg/a P		1,5
potentielle Niedermoore	kg/a P	38	0,1
potentiell kalkreiche Mineralböden	kg/a P	138	0,05
potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,1
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,2
Atmosphäre	kg/a P	309	
Summe der Mindesteinträge	kg/a P	505	
Jahresabflußmenge (Q)	10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>	14,4	
theoretische mittlere Verweilzeit (R <sub>t</sub> )	a	6,79	
theoret. mittl. Zufluß-Konzentration (P <sub>i</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	35,0	
theoret. mittl. Phosphor-Konz. im See (P <sub>i</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	9,7	
Trophiegrad nach potentielltem P-Eintrag			oligotroph

## 1.2 nach Morphometrie

Gewässerfläche (A)	ha	1030	Umgebungsvolumenfaktor
Gewässervolumen	10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>	97,80	0,4
mittlere Tiefe (Z <sub>m</sub> )	m	9,50	
maximale Tiefe (Z <sub>max</sub> )	m	20,30	Umgebungsarealfaktor
effektive Länge (L <sub>eff</sub> )	km	4,92	3,4
effektive Breite (B <sub>eff</sub> )	km	2,58	
Tiefengradient (F)		2,41	
Verknüpfung Z <sub>m</sub> und F (theoret. Sichttiefe)	m	3,94	
Trophiegrad nach Morphometrie			ungeschichtet F <= 1,5 geschichtet F > 1,5 Kleinseen Seefl. <= 5 ha
			mesotroph

## Resultierender Referenzzustand

oligotroph

## 2. Istzustand

	Meßwert	Index	Wichtung	Berechnung	
Chlorophyll (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	20	3,11	10	31,06
Sichttiefe (April bis September)	m	3,4	2,11	7	14,77
Gesamt-Phosphor (Frühjahrszirkulation)	mg/m <sup>3</sup>	120	2,95	5	14,73
Gesamt-Phosphor (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	80	2,88	5	14,40
			2,78	27	74,96

## Resultierender Istzustand

ungeschichtet  
eutroph e1 geschichtet  
Kleinsee

## 3. Bewertung

3

## Ziegelsee

Kriterium Maßeinheit

## 1. Referenzzustand

## 1.1 nach potentiell natürlichem Phosphoreintrag

Einzugsgebiet	ha	8790	
Flächennutzung:			
Wald	ha		
intaktes Moor	ha		
potentielle Hochmoore	ha	464	
potentielle Niedermoore	ha	728	
potentiell kalkreiche Mineralböden	ha	7306	
potentiell kalkarme Mineralböden	ha		
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	ha		
Wasser	ha	292	
Einträge aus:			Exportkoeff. kg/ha a P
Wald	kg/a P		0,05
intaktes Moor	kg/a P		0,2
potentielle Hochmoore	kg/a P	696	1,5
potentielle Niedermoore	kg/a P	73	0,1
potentiell kalkreiche Mineralböden	kg/a P	365	0,05
potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,1
sonstige potentiell kalkarme Mineralböden	kg/a P		0,2
Atmosphäre	kg/a P	12	
Summe der Mindesteinträge	kg/a P	1146	
Jahresabflußmenge (Q)	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	16,6	
theoretische mittlere Verweilzeit (R <sub>t</sub> )	a	0,1	
theoret. mittl. Zufluß-Konzentration (P <sub>i</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	68,9	
theoret. mittl. Phosphor-Konz. im See (P <sub>s</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	52,4	

Trophiegrad nach potentielltem P-Eintrag

eutroph e1

## 1.2 nach Morphometrie

Gewässerfläche (A)	ha	40	Umgebungsvolumenfaktor
Gewässervolumen	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	1,40	62,5
mittlere Tiefe (Z <sub>m</sub> )	m	3,70	
maximale Tiefe (Z <sub>max</sub> )	m	6,40	Umgebungsarealfaktor
effektive Länge (L <sub>eff</sub> )	km	0,89	218,8
effektive Breite (B <sub>eff</sub> )	km	0,59	
Tiefengradient (F)		1,20	
Verknüpfung Z <sub>m</sub> und F (theoret. Sichttiefe)	m	1,89	

Trophiegrad nach Morphometrie

eutroph e1

ungeschichtet

F &lt;= 1,5

geschichtet

F &gt; 1,5

Kleinseen

Seefl. &lt;= 5 ha

Resultierender Referenzzustand

eutroph e1

## 2. Istzustand

	Meßwert	Index	Wichtung	Berechnung	
Chlorophyll (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	50	3,89	10	38,85
Sichttiefe (April bis September)	m	1,1	3,28	7	22,94
Gesamt-Phosphor (Frühjahrszirkulation)	mg/m <sup>3</sup>	141	3,98	5	19,89
Gesamt-Phosphor (April bis September)	mg/m <sup>3</sup>	133	3,84	5	19,22
		3,74	27		100,90

Resultierender Istzustand

polytroph p1

ungeschichtet

geschichtet

Kleinsee

## 3. Bewertung

3



## LISTE DER BISHER ERSCHIENENEN SEENBERICHTE

NR.	BEZEICHNUNG	AUSGABE	PREIS / DM
B 1*	Bültsee	1975	
B 2*	Westensee, Bossee und Ahrenssee	1977	
B 3*	Ratzeburger Sees, Domsees, Küchensees	1977	
B 4*	Ihsee	1978	
B 5*	Einfeldler See	1979	
B 6*	Redingsdorfer See	1979	
B 7*	Blunker See	1979	
B 8*	Neversdorfer See	1980	
B 9*	Bistensee	1981	
B 10*	Wittensee	1981	
B 11*	Langsee	1981	
B 12*	Garrensee	1981	
B 13*	Hemmelsdorfer See	1981	
B 14*	Mözener See	1982	
B 15*	Postsee	1982	
B 16*	Bornhöveder Seenkette	1982	
B 17*	Bothkamper See	1982	
B 18*	Dobersdorfer See	1982	
B 19*	Schwansener See	1983	
B 20*	Sankelmarker See	1983	
B 21*	Nortorfer Seenkette	1984	
B 22*	Dieksee	1984	
B 23	Höhner See	1985	19,-
B 24	Bordesholmer See	1987	20,-
B 25*	Passader See	1988	
B 26	Kronsee und Fuhlensee	1988	20,-
B 27	Südensee	1989	20,-
B 28	Lanker See	1989	20,-
B 29	Gudower See / Sarnekower See	1989	20,-
B 30	Schluensee	1993	20,-
B 31	Selenter See	1993	20,-
B 32	Die Seen der oberen Schwentine	1993	25,-
B 33	Schaalsee	1994	30,-
B 34	Dobersdorfer See	1995	20,-
B 35	Großer Segeberger See	1995	20,-
B 36	Die Möllner Seenkette	1995	20,-

NR.	BEZEICHNUNG	AUSGABE	PREIS / DM
B 37	Seenkurzprogramm 1991 - 1992 Behlendorfer See, Culpiner See, Grammsee, Griebeler See, Klüthsee, Krummsee, Lankauer See, Middelburger See, Nehmser See, Seedorfer See, Wittensee	1995	25,--
B 38	Ihlsee	1996	20,--
B 39	Seenkurzprogramm 1993 Großer und Kleiner Benzer See, Dörpumer Mergelkuhlen, Großensee, Havetofter See, Seekamper See	1996	20,--
B 40	Lankauer See	1996	20,--
B 41	Seenkurzprogramm 1994 Borgdorfer See, Großer Pönitzer See, Grebiner See, Stocksee, Suhrer See, Vierer See	1997	20,--
B 42	Grammsee	1997	20,--
B 43	Seenkurzprogramm 1995 Ankerscher See, Itzstedter See, Langsee, Lustsee, Neukirchener See, Poggensee, Schwonausee, Süseler See, Taschensee	1998	25,--
B 44	Empfehlungen zum integrierten Seenschutz	1999	--
B 45	Wardersee	1999	20,--
B 46	Seenkurzprogramm 1996 Börnsee, Hemmelsdorfer See, Muggesfelder See, Passader See, Waldhusener Moorsee	1999	20,--
B 47	Seenbewertung in Schleswig-Holstein Erprobung der „Vorläufigen Richtlinie für die Erstbewertung von natürlich entstandenen Seen nach trophischen Kriterien“ der LAWA an 42 schleswig-holsteinischen Seen	2000	20,--

\* Bericht vergriffen

