



HANDBUCH PHYTO-SEE-INDEX – VERFAHRENSBESCHREIBUNG FÜR DIE BEWERTUNG VON SEEN MITTELS PHYTOPLANKTON

- STAND DEZEMBER 2016

GEMÄß DEN ERGEBNISSEN DER PROJEKTE DES LÄNDERFINANZIERUNGSPROGRAMMS
O 3.06, O 7.08, O 9.08, O 9.09, O 4.10, O 8.12, O 7.16

ERSTELLT DURCH:

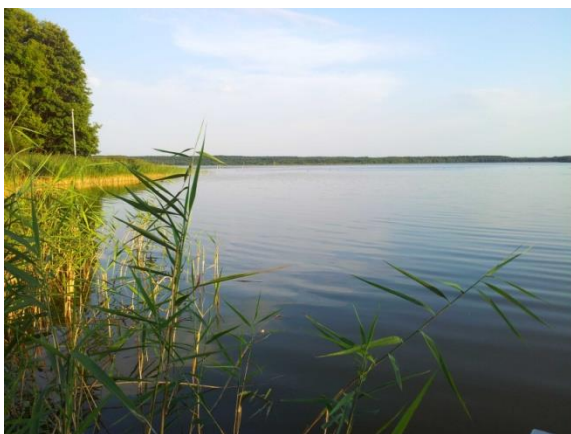
Ute Mischke, Ursula Riedmüller, Eberhard Hoehn, Brigitte Nixdorf



Pilsensee © Bayerisches LfU



Blankensee © Ute Mischke



Großer Labussee © MLUR, Seenprogramm MV



Baggersee Otterstädter Altrhein © Jürgen Böhmer



Finanzierung durch das Länderfinanzierungsprogramm "Wasser, Boden und Abfall".

Projektbegleitung durch den LAWA-Expertenkreis "Biologische Bewertung Seen und Interkalibrierung nach WRRL".



Obleute des Expertenkreises:

Dipl. Biol. Gudrun Plambeck

Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt
und ländliche Räume
des Landes Schleswig-Holstein
Abt. Gewässer
Hamburger Chaussee 25
24220 Flintbek

Dr. Jochen Schaumburg

Bayerisches Landesamt für Umwelt
Referat: Ökologie der Seen
Demollstraße 31
82407 Wielenbach

BEARBEITER:

Dr. Ute Mischke

Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei,
im Forschungsverbund Berlin e.V.
Müggelseedamm 310, 12587 Berlin
E-Mail: mischke@igb-berlin.de

Dipl. Biol. Ursula Riedmüller

E-Mail: bnoc@gewaesserfragen.de

Dipl. Biol. Eberhard Hoehn,

LBH Freiburg

Glümerstr. 2a, D-79102 Freiburg

E-Mail: lbh@gmx.de

Prof. Dr. Brigitte Nixdorf

BTU Cottbus-Senftenberg

Lehrstuhl Gewässerschutz

Seestr. 45 , 15526 Bad Saarow,

E-Mail: nixdorf@b-tu.de

ZITIERVORSCHLAG:

Mischke, U., Riedmüller U., Hoehn E., Nixdorf B. (2016): Handbuch Phyto-See-Index - Verfahrensbeschreibung für die Bewertung von Seen mittels Phytoplankton. Im Rahmen des Länderfinanzierungsprogramms "Wasser, Boden und Abfall". Stand Dezember 2016. 79 S.



INHALTSVERZEICHNIS

1	Basis des Verfahrens und Entstehungsgeschichte	1
1.1	Bewertungssystem und Kenngrößen – eine Übersicht	4
1.1.1	Seetypespezifische Referenztrophie als Basis der Bewertung	4
1.1.2	Aufbau des Phyto-See-Index	5
1.1.3	Einheiten des Phyto-See-Index	7
1.2	Vorgaben für die Probenahme, Analytik, Auswertung und Bestimmung des Seetypes	8
1.2.1	Erforderliche photometrische Analyseergebnisse: Chlorophyll a	8
1.2.2	Erforderliche mikroskopische Analyseergebnisse	8
1.2.3	Erforderliche Erhebungsdaten für die Index-Berechnung	9
1.2.4	Bestimmung des Gewässertyps	10
1.2.4.1	Spezielle Bedingungen und Sondertypen	13
1.2.5	Allgemeine Strategie zur Bewertung von erheblich veränderten und künstlichen Seen (HMWB & AWB)	14
2	Schritt-für-Schritt-Berechnung des Phyto-See-Index	15
2.1	Metric "Biomasse"	15
2.1.1	Metric "Gesamtbiolumen"	15
2.1.2	Metric "Chlorophyll a-Saisonmittel"	17
2.1.3	Metric "Chlorophyll a-Maximum"	19
2.2	Metric "Algenklassen"	21
2.3	Bewertung mit Indikator taxa - PTSI	27
2.4	Fakultativer Diatomeen-Index für natürliche Tieflandseen: DI-PROF ermittelt aus Profundalproben	30
2.5	Biodiversitäts-Metric nach Leßmann & Nixdorf (2009) für saure Bergbauseen	33
2.5.1	Berechnung des Shannon-Index und der Evenness	33
2.5.2	Abgrenzung vom höchsten und guten ökologischen Potential mit Biodiversitäts-Indices	34
2.6	Berechnung der Gesamtbewertung des PSI (Phyto-See-Index)	35
2.6.1	Mindestanforderungen an die Eingangsdaten zur gesicherten Bewertung mittels PSI	36
3	PhytoSee – das Auswertungsprogramm zur Berechnung des Phyto-See-Index	38
3.1	Technische Voraussetzungen und allgemeine Hinweise zur Benutzung	39
3.1.1	Löschen und anfügen von Daten in Access-Tabellen	40
3.1.2	Unterscheidung von Feldeigenschaften	41



3.1.3	Primärschlüssel und deren hierarchische Struktur im PhytoSee-Tool.....	41
3.2	Tabellarische Anordnung der Erhebungsdaten in einer Formatvorlage.....	42
3.2.1	Wie listet man die Eingangstabelle "Gewässername_SeeNr"?	44
3.2.2	Wie listet man die Daten für die Eingangstabelle "Probendaten_See"?.....	45
3.2.3	Wie listet man die Daten für die Eingangstabelle Taxon_BV_Seen" oder alternativ für die "Aufsummierungshilfe"?	46
3.2.3.1	Importhilfe "Aufsummierungshilfe".....	48
3.2.3.2	Importhilfe "DV-kodiert"	49
3.2.3.3	Importhilfe "DV kodiert mit ProbeNdaten".....	50
3.3	Import der Excel-Eingangstabellen in PhytoSee	51
3.3.1	Gewässerimport.....	51
3.3.2	Probenimport	52
3.3.3	Taxadaten-import	52
3.3.4	Löschen von unvollständig importierten Datenpaketen	53
3.3.5	Eingabe des extern berechneten DiProf-Index in das PhytoSee-Tool	54
3.4	Berechnung des Phyto-See-Index und Bewertungsausgabe	55
3.4.1	Prüfen der Vollständigkeit der Bewertungsergebnisse innerhalb des PhytoSee-Tools	55
3.4.2	Ausgabe der Bewertungsergebnisse	55
4	Literatur	58
4.1	National geltende Normen, Verordnungen und Beschlüsse des Europäischen Parlaments und des Rates	58
4.2	Zitierte Literatur für die Beschreibung des Phyto-See-Index	59
5	Tabellenverzeichnis	62
6	Anhang.....	65
6.1	Anhang I: Veränderungen im Phytoplankton-HTL-Code	65
6.2	Anhang II: Indikatorlisten des PTSI	66



1 BASIS DES VERFAHRENS UND ENTSTEHUNGSGESCHICHTE

Die Biomasse und die Zusammensetzung der freischwebenden Algen, des sogenannten Phytoplanktons, sind in Seen ohne starke menschliche Nutzung limitiert und bestimmt durch den Mangel an Nährstoffen. Die anthropogen verursachte übermäßige Zufuhr an Nährstoffen (Phosphor, Stickstoff) durch Düngemiteleinsetz und durch Abwasser verursacht die Eutrophierung der Binnengewässer, die mit der Erhöhung des Trophiezustands von oligotroph nach hypertroph einhergeht. Die gesamte Biomasse des Phytoplanktons nimmt zu und die Zusammensetzung verändert sich erheblich (z.B. Blaualgenblüten). Diese Sensitivität des Phytoplanktons auf die Belastung der Umwelt durch Eutrophierung wird im Rahmen der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EU 2000, EU-Kommission 2008) zur Bestimmung des ökologischen Zustandes von Seen europaweit genutzt.

In Deutschland wird seit 2008 eine einheitliche Methode zur Bewertung von Seen mittels Phytoplankton zur Umsetzung der EU-WRRL angewendet: Der Phyto-See-Index ist in Mischke & Nixdorf (2008) ausführlich dokumentiert und baut auf den Ergebnisse aus Vorarbeiten von Nixdorf et al. (u.a. 2006) auf. Im Rahmen der europäischen Abstimmung der biologischen Verfahren, der sogenannten Interkalibrierung, wurde die englische Fassung dieser Verfahrensbeschreibung genutzt. Mittlerweile ist das Verfahren von der EU anerkannt bzw. interkalibriert, d.h. unter anderem, dass das Verfahren vergleichbar streng wie solche anderer Staaten aus der gleichen Ökoregion bewertet (Birk et al. 2013, Phillips et al. 2014, Wolfram et al. 2014). Die Europäische Kommission hat die Festlegung der Werte für die Einstufungen des Überwachungssystems des jeweiligen Mitgliedstaats, hier dem Phyto-See-Index als Ergebnis der Interkalibrierung im Amtsblatt der Europäischen Union veröffentlicht (Europäische Kommission 2008, Europäische Kommission 2013).

Der Phyto-See-Index wurde seither in sieben Projekten¹ weiterentwickelt, die durch die Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA; <http://www.lawa.de/>) unterstützt und gefördert wurden:

- Verfahrensvorschlag für Mittelgebirgsseen, HMWB & AWB (LAWA O 3.06; Hoehn et al. 2009)
- Feinabstimmungsprojekt für den Phyto-See-Index (LAWA O 9.08; Mischke et al. 2009)
- Anpassungsprojekt für den Phyto-See-Index (LAWA O 9.09; Mischke et al. 2010)
- Praxistest und Verfahrensanpassung für HMWB & AWB & Mittelgebirgsseen (LAWA O 7.08; Riedmüller & Hoehn 2011)
- Ökologische Bewertung von natürlichen Seen und HMWB & AWB mit Phytoplankton (LAWA O 4.10; Riedmüller et al. 2013a)
- Erweiterung der Bewertungsmöglichkeiten für Seen gemäß EU-WRRL für die Biokomponente Phytoplankton (LAWA O 8.12; Riedmüller et al. 2015)
- Weiterentwicklung des Bewertungsverfahrens für Seen mit Phytoplankton gemäß EG-WRRL (LAWA O 7.16; Riedmüller et al., in Bearbeitung)

¹Die Berichte sind unter folgender Adresse im Internet verfügbar: <http://www.laenderfinanzierungsprogramm.de/> unter Rubrik "Vorhaben" und Rubrik "Vorhaben des Ausschusses Oberflächengewässer und Küstengewässer (AO)" oder unter www.gewaesserfragen.de



Die vorliegende Verfahrensbeschreibung enthält alle Änderungen, die mit dem LAWA-Expertenkreis für Seen bis Dezember 2016 abgestimmt wurden und folgende Überarbeitungsbereiche betreffen:

1) Es erfolgte eine erhebliche Verfahrenserweiterung für Seen im Mittelgebirge sowie für künstliche und stark veränderte Seen (AWB und HMWB), worunter unter anderem die Talsperren und die Baggerseen fallen. Nach einem ersten Verfahrensentwurf (Hoehn et al. 2009) wurden die Bewertungsgrenzen sowie die Seetypologie nach den Ergebnissen eines Praxistestes der Bundesländer stark überarbeitet (Riedmüller & Hoehn 2011).

2 a) Es wurden die Grenzwerte für die Kenngröße "Biomasse" an die Grenzwerte für die Trophiestufen des neuen Trophie-Index nach LAWA (2014) angepasst

2 b) Wie im Trophie-Index nach LAWA wurden alle Saisonmittel im PSI auf ein direktes Mittel aus den Terminaten umgestellt und nicht mehr wie bisher über den Umweg von Monatsmitteln. Dies betrifft auch den PTISI-Jahreswert.

3) Für die Tieflandseen wurden alle Bewertungsroutinen umfassend überarbeitet, die auf Kenngrößen der Algenklassen basieren. Dies erfolgte nach Überprüfung mit einem seit 2006 stark erweiterten Datensatz.

5) Für den Sondertyp der sauren Tagebaurestseen wurde ein Biodiversitäts-Index (Leßmann & Nixdorf 2009) als neue Kenngröße im Phyto-See-Index aufgenommen.

6) In dem neu entwickelten PhytoLoss-Verfahren werden automatisiert Indices für die Grazing-Effektstärke aus den gleichzeitig zum Phytoplankton ermittelten Zooplankton-Daten errechnet, wodurch eine erweiterte Interpretation des Phyto-See-Index und des Nahrungsnetzes erfolgt, und Hinweise auf Handlungsoptionen für die Maßnahmenplanung gegeben werden.

7) Zur Qualitätssicherung des Untersuchungsverfahrens "Phytoplankton zur Bestimmung des Phyto-See-Index" wurde ein QS-Handbuch erarbeitet (Mischke 2015)

8) Die vormals zusammengefassten Seetypen 1, 2 und 3 der Alpen und Voralpen wurden als unabhängige Gewässertypen mit jeweils eigener Referenztrophie unterschieden (LAWA O 7.16).

Es wurde eine Dokumentation erstellt, die die Gleichwertigkeit des überarbeiteten Phyto-See-Index zu den Ergebnissen der Europäischen Interkalibrierung darstellt (LAWA Projekt O 2.15; Riedmüller et al. 2016).

Die vorliegende Verfahrensbeschreibung hebt nicht alle Änderungen gegenüber dem bisherigen Phyto-See-Index (Mischke et al. 2008) im Einzelnen hervor (Details siehe Berichte der o.g. LAWA-Projekte).

Vor Inkrafttreten der EU-Wasserrahmenrichtlinie und der Einführung des Phyto-See-Index zur ökologischen Bewertung von Seen wurden in Deutschland natürliche Seen (LAWA 1999), Talsperren (LAWA 2001) und Baggerseen (LAWA 2003) mit den sog. LAWA-Richtlinien hinsichtlich ihrer trophischen Belastung in acht Klassen von oligo- bis hypertroph klassifiziert. Der Trophie-Index basiert auf Klassifikationsformeln für die Parameter Chlorophyll a², Sichttiefe und Gesamtphosphor (Saisonmittel- und Frühjahrswert), die bereits in der weltweiten OECD-

² Die Chlorophyll a-Konzentration einer Wasserprobe ist relativ einfach spektralphotometrisch zu messen und korreliert zur Biomasse des Phytoplanktons, da alle Arten dieses Pigment zur Photosynthese nutzen. Deshalb wird die Chlorophyll a-Konzentration häufig als Surrogat für die Biomasse des Phytoplanktons verwendet, obwohl der Chlorophyll a-Gehalt in der Biomasse von Art zu Art unterschiedlich ist und zudem physiologisch von den Lichtbedingungen abhängt.



Studie (1982) als die am besten geeigneten Trophieparameter ermittelt wurden. Die trophische Klassifikation erfolgt spezifisch für Seegruppen, womit im Wesentlichen deren unterschiedliche Entstehung und Produktivität berücksichtigt wird.

Um die bisherigen drei LAWA-Richtlinien (1999, 2001, 2003) zusammenzuführen, erfolgte eine durch Riedmüller & Hoehn (2011) erneute Ermittlung von Seegruppen mit ähnlichem, trophischen Verhalten. Dies erfolgte mit einem großen Kalibrationsdatensatz mit über 2000 Seen, die in 3.000 Jahrgängen hinsichtlich der erforderlichen Parameter hinreichend häufig untersucht ($> 2x$ pro Jahr) wurden. Der überarbeitete Trophie-Index nach LAWA (2014) klassifiziert für sechs neu definierte Seegruppen: für natürliche, künstliche und stark veränderte Seen teils zusammen in einer Gruppe, jedoch für die geschichteten Kleinseen separat.

Die Harmonisierung der Probenahme-Methoden und der verwendeten Überwachungskenngrößen mit dem WRRL-konformen PhytoSee-Verfahren (Nixdorf et al. 2010) war ein weiteres Anliegen der Überarbeitung des Trophie-Index nach LAWA. So tritt an die Stelle des bisher verwendeten Sommermittels der Saisonmittelwert für die Trophieparameter (LAWA 2014), wie er auch im hier beschriebenen Phyto-See-Index definiert und verwendet wird.

Die Parameter Sichttiefe und Gesamtphosphor sind gleichzeitig Bestandteil der unterstützenden chemisch-physikalischen Qualitätskomponente im Rahmen der ökologischen Qualitätskomponente nach EU-WRRL und Oberflächengewässerverordnung (OGewVerord 2016). In Deutschland wurden Hintergrund- und Orientierungswerte für die Klassengrenze "sehr gut/gut" und "gut/mäßig" für jeden Seetyp definiert (LAWA-AO 2015: Arbeitspapier II nach Riedmüller et al. 2013a).

Der Phyto-See-Index operiert in der Trophieskala von oligotroph bis hypertroph (s. Tabelle 1). Die Lage der Zustandsklassen im Trophiespektrum ist vom Seetyp abhängig. Er bewertet neben der Biomasse die Artenzusammensetzung und das Ausmaß von Algenblüten, wie es nach EU-WRRL gefordert wird. Zudem basiert der Phyto-See-Index allein auf biologischen Parametern, d.h. ohne Berücksichtigung von chemischen Kenngrößen wie z.B. des Gesamtphosphors. Die Verankerung der Zustandsklassen und die Bewertung orientieren sich an den vorab ermittelten und innerhalb der Ökoregionen europaweit abgestimmten Referenzzuständen (Poikâne et al. 2010, 2014, Järvinen et al. 2013).

Das Verfahren PhytoLoss wird im Teil B des Handbuchs in einer Kurzanleitung sowie in einer umfassenden Verfahrensanleitung im Anhang des Abschlussberichtes LAWA O 8.12 beschrieben (Deneke et al. 2015). Mittels des Berechnungs-Moduls PhytoLoss (Version 1.2) als Bestandteil des Bewertungsprogrammes PhytoSee 6.0 (und der zukünftigen Aktualisierungen) werden die Indices für die Grazing-Effektstärke des Zooplanktons berechnet, und eine erweiterte Interpretation des Bewertungsergebnisses mit dem Phyto-See-Index ermöglicht.

Weitere erforderliche Bestandteile des Phyto-See-Index sind:

- I) die Beschreibung und Festlegung der Probenahme in Seen (Nixdorf et al. 2008, 2010), die vorzugsweise mindestens monatlich von April bis Oktober erfolgen sollte,
- II) die Steckbriefe der deutschen Seetypen mit dem Begleitbrief zur Typzuordnung der Seen (Riedmüller et al. 2013b),
- III) die operative Taxaliste des Phytoplanktons (HTL; Mischke & Kusber Mai 2009) und
- IV) die Bewertungssoftware PhytoSee zur Berechnung des Phyto-See-Index (Erläuterung s. Kap. 3).



1.1 BEWERTUNGSSYSTEM UND KENNGRÖßEN – EINE ÜBERSICHT

Das deutsche Bewertungssystem von Seen mittels Phytoplankton unterscheidet ökologisch relevante Seetypen und führt zu einem multi-metrischen Indexwert, dem Phyto-See-Index (PSI). Dieser stuft das zu bewertende Gewässer in eine der fünf nach EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) zu beschreibenden ökologischen Zustandsklassen ein. Zur Kalibrierung des Bewertungssystems hinsichtlich Eutrophierung wurde bei der Verfahrensherleitung der Trophie-Index nach LAWA genutzt.

1.1.1 SEETYPESPEZIFISCHE REFERENZTROPHIE ALS BASIS DER BEWERTUNG

Die Bewertung eines Sees ist stark abhängig davon, welchem Seetyp er zugeordnet wird. Mit der Zuordnung zum Seetyp wird der Trophiestatus im anthropogen gering beeinflussten Zustand, dem Referenzzustand, bestimmt (s. Tabelle 1 und Tabelle 2).

Tabelle 1: Lage der Referenztrophie der deutschen Phytoplankton-Seetypen (s. Tabelle 3; Tabelle 5) in der Dimension des Trophie-Index (Einstufung Trophieklassen s. Tabelle 2). Sortierung in den Ökoregionen nach Lage der Referenztrophie. Wertebereich der Ökologischen Qualität (ÖQ) von 0,5 bis 5,5.

Phytoplankton-Subtyp	trophischer Referenzwert zur Berechnung der ÖQ	trophischer Referenzzustand Obergrenze	sehr gut/ gut Grenze ÖQ 1,5	gut/ mäßig Grenze ÖQ 2,5	mäßig/ unbefriedigend Grenze ÖQ 3,5	unbefriedigend/ schlecht Grenze ÖQ 4,5
Alpen und Voralpen						
4	0,75	oligo	1,25	1,75	2,25	2,75
3	1,00	oligo	1,50	2,00	2,50	3,00
2	1,25	meso 1	1,75	2,25	2,75	3,25
1	2	meso 2	2,50	3,00	3,50	4,00
Mittelgebirge						
7 und 9	1,00	oligo	1,50	2,00	2,50	3,00
5 und 8	1,25	meso 1	1,75	2,25	2,75	3,25
6.1	1,75	meso 2	2,25	2,75	3,25	3,75
6.2	2,00	meso 2	2,50	3,00	3,50	4,00
6.3	2,25	eu 1	2,75	3,25	3,75	4,25
Norddeutsches Tiefland*						
13	1,25	meso 1	1,75	2,25	2,75	3,25
10.1	1,50	meso 1	2,00	2,50	3,00	3,50
10.2	1,75	meso 2	2,25	2,75	3,25	3,75
14	1,75	meso 2	2,25	2,75	3,25	3,75
11.1	2,00	meso 2	2,50	3,00	3,50	4,00
11.2	2,25	eu 1	2,75	3,25	3,75	4,25
12	2,50	eu 2	3,00	3,50	4,00	4,50

* AWB, HMWB und Sondertypen im Norddeutschen Tiefland erhalten hinter der Seetypnummer das Suffix "k"



Tabelle 2: Wertebereiche für den Trophie-Index und für die Klassifizierungs-Indices des Phyto-See-Index-Verfahrens, Zuordnung zu einer Trophieklasse und Abkürzungen nach LAWA (1999) und Riedmüller et al. (2013b) für den Trophie-Index nach LAWA (2014).

Klassifizierungs-/Trophie-Index	Trophieklasse	Abkürzung
0,5-1,5	oligotroph	oligo
> 1,5 – 2,0	mesotroph 1	meso 1
> 2,0 – 2,5	mesotroph 2	meso 2
> 2,5 – 3,0	eutroph 1	eu 1
> 3,0 – 3,5	eutroph 2	eu 2
> 3,5 – 4,0	polytroph 1	poly 1
> 4,0 – 4,5	polytroph 2	poly 2
> 4,5	hypertroph	hyper

Der Referenzzustand stellt nach den Erfordernissen der EU-WRRL den Leitwert bzw. den oberen Ankerpunkt für die Bewertung dar. Im Phyto-See-Index wird der trophische Referenzwert 0,5 Trophieindex-Einheiten kleiner (also "oligotropher") als die Grenze zwischen dem "sehr guten" und "guten" Zustand angenommen. Außerdem sind je nach Seetyp unterschiedliche Bewertungsparameter als sensitiv für die Eutrophierung gefunden worden.

In den in Kap. 1 genannten Vorgängerstudien wurde die nationale "LAWA-Typologie" der natürlichen Seen nach Mathes et al. (2002) auf ihre Relevanz für die Phytoplanktonbewertung geprüft. Darauf basierend wurde eine etwas höher differenzierende "Phytoplanktontypologie" mit damit verbundenen Vorstellungen zur Referenz-trophie erarbeitet (unterschiedliche Referenz-trophie von Phytoplanktonseetypen s. Tabelle 2). Diese Referenzbedingungen wurden im europäischen Rahmen für weiter verbreitete Seetypen innerhalb einer Ökoregion abgestimmt (Poikane et al. 2010, 2014, Järvinen et al. 2013).

1.1.2 AUFBAU DES PHYTO-SEE-INDEX

Der Phyto-See-Index besteht obligat aus den drei Metrics "Biomasse", "Algenklassen" und "Phytoplankton-Taxa-Seen-Index" (PTSI). Eine Sondergruppe sind die sauren Tagebauseen, bei deren Bewertung der Metric "Algenklassen" und PTSI entfällt und stattdessen der Diversitätsindex nach Shannon eingesetzt wird. Des Weiteren steht für natürliche Tieflandseen optional der Metric "DI-PROF" (Diatomeen-Profundal-Index nach Schönfelder 2006) zur Verfügung. Dieser kann anstelle des PTSI zur Bewertung der taxonomischen Zusammensetzung auf Artebene eingesetzt werden. Er wird anhand der taxonomischen Zusammensetzung der Schalenreste planktischer Diatomeen, welche auf die Sedimentoberfläche abgesunken sind und dort gewonnen werden, ermittelt.

Die Metrics wurden entlang der Belastungsgröße "Eutrophierung" (i.d.R. Gesamtphosphor) kalibriert. Unter Berücksichtigung der jeweils typspezifischen Referenz-trophie kann die Bewertung erfolgen. Für jeden Bewertungsparameter wurden Bewertungsfunktionen angepasst. Die so errechneten Bewertungswerte nehmen kontinuierliche Werte zwischen 0,5 und 5,5 an und werden gemäß Tabelle 3 in eine der fünf ökologischen Zustandsklassen zugeordnet.

Eine Dokumentation der Auswahl und Herleitung der Metrics finden sich in den eingangs gelisteten Forschungsberichten.



Die Bewertungsparameter des Biomassebasieren auf Messwerten Chlorophyll_a-Konzentration nach DIN oder die nach dem Utermöhl-Verfahren ermittelte Anzahl an Zellen einer Art (umgerechnet in Taxabiovolumen).

Die drei Haupt-Metrics sind wie folgt aufgebaut:

1) Metric "Biomasse":

Der Metric "Biomasse" ist das Mittelwertergebnis aus den Einzelbewertungen folgender drei Parameter:

- a) Gesamtbiovolumen des Phytoplanktons aus dem Epilimnion oder bei Klarwasserseen der euphotischen Zone des Sees (Saisonmittel)
- b) Chlorophyll a-Konzentration (Saisonmittel)
- c) Chlorophyll a Maximum-Wert (falls dieser um 25% größer als der Saisonmittelwert ist)

2) Metric "Algenklassen":

Biovolumina der Cyanobacteria, Chlorophyceae oder Cryptophyceae oder ihr Prozentanteil am Gesamtbiovolumen (Chrysophyceae, Dinophyceae) werden je nach Seetyp als Saisonmittel oder als Spätsommermittel verrechnet. Die Abweichung von der Referenzsituation wird berücksichtigt. Je nach Seetyp kommen 4-6 Algenklassen bei der Bewertung zum Zug. Die Einzelergebnisse werden arithmetisch gemittelt.

3) Metric PTSI (Phytoplankton-Taxa-Seen-Index):

Der auf Indikatorarten basierende PTSI wird für jeden Probenbefund berechnet. Der PTSI pro Jahrgang basiert auf dem arithmetischen Jahresmittelwert. Dieser ist zunächst Trophie-Klassifikationsindex in der skala der LAWA-Trophieindex (LAWA 2014, s. Tabelle 2). Erst nach der Verrechnung mit der seetypspezifischen Referenzrophie kann dann mit dem PTSI-Metric (Wertebereich 0,5-5,5) die ökologische Zustandsklasse ermittelt werden.

Für den PTSI wurden sechs Indikatorlisten definiert (s. Kap. 2.3), die jede mehr als 150 trophisch eingestufte Indikatortaxa enthalten. Für jedes Indikatortaxon sind ein Trophieankerwert (TAW) und ein Gewichtungsfaktor (GW) angegeben, welcher die Stenökie als Maß für die "Treue" des Taxons im Trophieschwerpunkt beschreibt. Alle in einer Wasserprobe gemessenen Biovolumina von Indikatortaxa werden zuvor einer "Abundanzklasse" zugeordnet, bevor sie zur Indexermittlung mit dem Taxon entsprechenden TAW und GW verrechnet werden. Der PTSI wird zunächst für jede Probe einzeln berechnet. Den PTSI-Jahreswert erhält man durch arithmetische Mittelwertbildung.

4) Optionaler Metric: DI-PROF (Diatomeen-Profundal-Index nach Schönfelder 2006):

Für natürliche Seen im norddeutschen Tiefland (Seetypen 10 – 14) können die drei Metrics des PSI um den Metric "DI-PROF" ergänzt werden, insbesondere dann, wenn für den PTSI zu wenige Indikatorarten nachgewiesen wurden. Es werden die Dominanzwerte aus den Schalenpräparaten von planktischen Diatomeen-Indikatortaxa ermittelt, die aus dem Profundal entnommen wurden. Diese Werte werden danach mit taxonspezifischen Trophie-, Index- und Gewichtungswerten verrechnet. Bewertet wird in 2 Schritten: 1. Eine trophische Klassifizierung auf Basis



aller nachgewiesenen DI-PROF- Indikatortaxa, die in einer Profundalprobe eines Seesediments gefunden wurden

2. Ein Vergleich der trophischen Klassifizierung mit dem Seetyp-spezifischen Referenzwert der Trophie (Schönfelder 2006). Die Abweichung von der Referenzsituation wird numerisch in einer DI-PROF-Bewertungszahl (auch DI-PROF-Note) zwischen 0,5 und 5,5 wider gegeben.

5) Bewertung nach Leßmann & Nixdorf (2009): mit dem Shannon Biodiversitätsindex:

Bei der Bewertung des ökologischen Potenzials von sauren Tagebauseen wird anstelle der Artenzusammensetzungsmetrics der Shannon Biodiversitäts-Index eingesetzt. Zur Orientierung wird zusätzlich der Evenness-Index aus der Anzahl an Taxa und deren Dominanzverteilung errechnet.

Eine relativ hohe Biodiversität wird für ein gutes ökologisches Potenzial angenommen, welche bei zunehmender Eutrophierung sinkt. Der Säurezustand soll in diesem Teilmodul des PSI nicht bewertet werden, d.h. der Referenzzustand dieser Seengruppe ist der saure Status. Die Bewertung erfolgt durch Vergleich des ermittelten Shannon-Index mit vorab definierten Klassengrenzen und gibt die ökologische Zustandsklasse als ganze Zahl aus.

1.1.3 EINHEITEN DES PHYTO-SEE-INDEX

Die Ergebnisse aller Metrics mit Ausnahme des Biodiversitäts-Index und die des Gesamtindex PSI liegen im Wertebereich von 0,5 bis 5,5, wobei der Wert 0,5 den bestmöglichen und der Wert 5,5 den schlechtesten Zustand anzeigt. Die Werte liegen im Bereich der ökologischen Zustandsklassen 1 bis 5 und können gemäß WRRL als "ökologische Qualität" (EQ = ecological quality) verstanden werden.

Da die Klassenweite in allen fünf Zustandsklassen gleich breit (äquidistant) ist, können die PSI-Werte durch folgende Formel in einen normalisierten EQR (ecological quality ratio) umgewandelt werden:

$$\mathbf{EQR = -0,2 \times PSI + 1,1}$$

Nach Tabelle 3 können die PSI-Werte den fünf Zustandsklassen gemäß EU-WRRL (2000) und den normalisierten EQR-Werten zugeordnet werden.

Tabelle 3: Indexwerte (PSI) und Zustandsklassen zur Herleitung der ökologischen Qualitätsverhältnisse (EQR).

PSI (EQ)	Zustandsklasse	normalisierter EQR	Kennfarben
0,50–1,50	1 = sehr gut (H = high)	0,81–1,00	blau
1,51–2,50	2 = gut (G = good)	0,61–0,80	grün
2,51–3,50	3 = mäßig (M = moderate)	0,41–0,60	gelb
3,51–4,50	4 = unbefriedigend (P = poor)	0,21–0,40	orange
4,51–5,50	5 = schlecht (B = bad)	0,00–0,20	rot

Die Verrechnung der Metrics zum Phyto-See-Index erfolgt über Gewichtungsfaktoren (s. Kap. 2.6).



1.2 VORGABEN FÜR DIE PROBENAHME, ANALYTIK, AUSWERTUNG UND BESTIMMUNG DES SEETYPUS

Die deutsche Methode für die Bewertung von Seen mit Phytoplankton erfordert standardisierte Methoden (Nixdorf et al. 2008, 2010) für die Datenerhebung bei der

- 1) Probenahme
- 2) Probenkonservierung und -lagerung
- 3) mikroskopischen Analyse (nach Utermöhl 1958; CEN 2006) und Zählstrategie. Es wird eine Bestimmungstiefe und eine Kodierung der biologischen Befunde nach der Harmonisierten Taxaliste des Phytoplanktons vorgegeben.

Für Details zur Probenahme und für die Einzelheiten bei der mikroskopischen Analyse muss die Vorschrift in Nixdorf et al. (2010) beachtet werden.

Weiterhin zu beachtende Normen und eine **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** werden im Handbuch zur Qualitätssicherung (Kap. 7) gelistet.

1.2.1 ERFORDERLICHE PHOTOMETRISCHE ANALYSEERGEBNISSE: CHLOROPHYLL A

Es werden je Untersuchungsjahr sechs Proben zur Messung der Chlorophyll a-Konzentration (nach DIN) aus derselben Mischprobe wie die Phytoplanktonproben (s. Kap. 1.2.2) entnommen. Es müssen mindestens vier Proben aus der Periode Mai bis September stammen.

1.2.2 ERFORDERLICHE MIKROSKOPISCHE ANALYSEERGEBNISSE

Als Basis werden mindestens sechs Lugol-fixierte Proben je Untersuchungsjahr benötigt. Die mikroskopische Analyse der Lugol-fixierten Proben folgt der Utermöhl-Methode mit der Auszählung von mindestens zwei Transektstreifen des Bodens einer Sedimentationskammer mit einem Durchmesser von 25–25,5 mm bei starker Vergrößerung und der Auszählung mindestens einer halben Kammer mit einer schwachen Vergrößerung, um eine ausreichende Stichprobe zu erfassen. Sie sollte von mindestens 10 dominanten Taxa je Probe quantitative Zählwerte mit vorgegebener Objektzahl ergeben, die gemeinsam mit den Zählwerten der nicht-dominanten Taxa in Biovolumenwerte umgerechnet werden müssen.

Für die Bestimmung von weiteren, wichtigen Indikatortaxa wird die zusätzliche Präparation von Diatomeenschalen aus den 6 pelagischen Proben empfohlen. Werden diese nicht durchgeführt, steigt das Risiko, zu wenige Indikatortaxa für den Metric PTSI zu ermitteln und damit einen ungültigen Phyto-See-Index zu erhalten. Besonders in den oligotrophen und schwach mesotrophen Seen wird das Phytoplankton häufig von zentralen Diatomeen (Bacillariophyceae) dominiert, die aber mit der Utermöhl-Methode nicht sicher auf Artniveau bestimmt werden können. Während sich für Seen der Alpen und des Alpenvorlandes zumeist die Präparation von Diatomeenschalen aus den pelagischen und nicht Lugol-fixierten Zusatz-Proben etabliert hat, wird für Tieflandseen häufig zusätzlich einmalig eine Profundalprobe entnommen, aus der ebenfalls eine Präparation von Diatomeenschalen erfolgt, um den Metric DiProf nach Schönfelder (2004, 2006) zu bestimmen.



Alle biologischen Befunde müssen nach der Harmonisierten Taxaliste des Phytoplanktons kodiert sein (Mischke & Kusber 2009 modifiziert durch Erweiterung um wenige Arten, s. Anhang I). Alternativ ermöglicht das Auswertungsprogramm PhytoSee auch die automatisierte Übersetzung von Taxa, die mit den DV-Nummern der Taxaliste der Gewässerorganismen Deutschlands (nach Mauch et al. 2003 aktualisiert nach Internet- Version Sept 2011) kodiert sind.

Die quantitativen Befundelisten sollten mindestens den Ausgabewert "Biovolumen" des Taxons enthalten, und wenn möglich auch die Zellzahlen pro ml. Die für das Bewertungsverfahren erforderliche taxonomische Bestimmungstiefe wird in der harmonisierten Taxaliste gesondert ausgewiesen.

1.2.3 ERFORDERLICHE ERHEBUNGSDATEN FÜR DIE INDEX-BERECHNUNG

Die Metrics des Phyto-See-Index benötigen teils Parameterwerte, die direkt aus den Erhebungsdaten stammen und teils aus ihnen berechnet werden.

Sofern die Erhebungsdaten entsprechend einer Formatvorlage gelistet und digital vorliegen, können alle weiteren Berechnungen durch das Access-basierte Auswertungsprogramm PhytoSee automatisiert ausgeführt und das Ergebnis in eine Export-Tabelle exportiert werden. Für den Datenimport in das Auswertungsprogramm PhytoSee müssen die Erhebungsdaten in einem bestimmten Format in drei Tabellen angeordnet werden. Die Details sind in einer Formatvorlage beschrieben, die gemeinsam mit dem Auswertungsprogramm PhytoSee verfügbar sind. Die erforderliche Anordnung und Formatierung der Erhebungsdaten, Beschreibung der Pflichtfelder sowie die Anleitung zur Verwendung des PhytoSee-Tools findet sich in Kapitel 3.

Die Pflicht- und Zusatzfelder sind in drei Eingangstabellen angeordnet: "Gewässername_SeeNr", "Probendaten_Seen" und "Taxon_BV_Seen".

Pflichtfelder sind eine Messstellen-Identifikationscode, der Messstellenname und die Zuordnung zu einem Seetyp für die Phytoplankton-Bewertung. Die Taxa-Befunde benötigen eine Probennummer, den Taxa-Identifikationscode, das Taxonbiovolumen und die dazu verknüpfte Probenliste muss neben der Probennummer das Datum der Beprobung und die Chlorophyll a-Konzentration je Messstellen-Identifikationscode enthalten. Fakultativ können weitere Einträge in die nicht pflichtmäßig erforderlichen Felder der Formatvorlage eingegeben werden, die die Interpretation der Bewertung mittels des Phyto-See-Index erleichtern. Dazu gehören die Gesamtphosphorkonzentrationen und die Secchi-Sichttiefe. Seen mit speziellen Bedingungen oder Sondertypen sollten im Feld "Gewässerart_Sondertyp" informativ gekennzeichnet werden (s. Kap. 1.2.4.1).

Im Falle mehrerer zu einem See oder Wasserkörper zusammengehörenden Messstellen, die mit einem vom Messstellenname abweichenden See-Identifikationscode und Seenanamen gekennzeichnet wurden, wird nach der erfolgten Bewertung der Messstellen pro Jahr ein Mittelwert aus den Phyto-See-Indices gebildet. Eine Zuordnung mehrerer Messstellen zu einem gemeinsamen Wasserkörper sollte nur dann erfolgen, wenn alle Messstellen dem gleichen Seetyp angehören. Andernfalls sollte der See in zwei Wasserkörper unterteilt werden, z.B. bei zwei Becken eines Sees, wovon einer thermisch sommerlich geschichtet und der andere polymiktisch ist. Die Ausweisung der Wasserkörper obliegt den zuständigen Fachbehörden in den Bundesländern.

Das Ergebnis des fakultativen Indexwertes DI-PROF (Schönfelder 2006) für natürliche Tieflandseen kann in einer weiteren Tabelle eingetragen und in den Phyto-See-Index einberechnet werden. Die Einbindung des DI-PROF-Index-Wertes empfiehlt sich, wenn zu wenige Indikatortaxa für den PTSI in natürlichen Tieflandseen ermittelt wurden und synchron eine DI-PROF-Untersuchung vorliegt. Zur Berechnung eines DI-PROF-Ergebnisses steht



neben einer Excel-Vorlage (Ilka Schönfelder unveröffentlicht) ein einfaches Auswertungsprogramm in Access zur Verfügung (DI-PROF_Berech_kl.mdb). Die Dominanzwerte der Taxa müssen dazu mit den DV-Nummern der Taxaliste der Gewässerorganismen Deutschlands kodiert sein (DV-Codierung nach Mauch et al. 2003; Version März 2007 Internet und nicht nach der aktuellen Version von 2011).

1.2.4 BESTIMMUNG DES GEWÄSSERTYPS

Voraussetzungen für die Anwendung des Bewertungsverfahrens mittels Phytoplankton sind:

- Der See ist größer als 50 ha (WRRL-relevante Seen). Darüber hinaus zeigen die Erfahrungen, dass kleinere Seen mit 5 – 50 ha ebenfalls plausibel mit dem Phyto-See-Index bewertet werden können.
- Der See ist kein Marschengewässer oder weist auch aus anderen Gründen keine hohen Salzgehalte auf.
- Die korrekte Zuordnung zu einem der Phytoplankton-Seetypen ist möglich.

Die WRRL verlangt eine Einteilung der Seen in Gewässertypen nach geographischen (Ökoregion), physikalischen (mittlere Seetiefe, Seevolumen) und chemischen (Alkalinität, Wasserfärbung) Kriterien, die in Deutschland durch zusätzliche Kriterien erweitert wurden (s. Tabelle 4).

Die Typisierung für das vorliegende Verfahren lehnt sich an die Typisierung der deutschen Seen nach LAWA (Mathes et al. 2002) an. Davon abweichend werden für die Phytoplanktonbewertung einige Seetypen zusammengefasst oder zusätzliche Subtypen unterschieden. Die LAWA-Typen sind in den Steckbriefen für Seen (Riedmüller et al. 2013b) beschrieben sowie die korrespondierenden Phytoplankton-, Makrophyten-, Phytobenthos-, Makrozoobenthos- und Fisch-Seetypen, deren Verwendung für die jeweilige Bewertung obligat sind.

Im Phytoplanktonverfahren wird z.B. der Seetyp 6 der polymiktischen Mittelgebirgsseen in drei Subtypen separiert und nicht nach dem Volumenquotienten $VQ = EZG \text{ (m}^2\text{)}/\text{Seevolumen (m}^3\text{)}$ nach Mathes et al. (2002) unterschieden sondern nach dem Volumen-Tiefen-Quotient $VTQ = VQ/\text{mittlere Tiefe (m)}$ gemäß Riedmüller & Hoehn (2011).

Für die Zuordnung zu einem Seetyp (Tabelle 5) sind die in der Tabelle 4 aufgeführten (grün unterlegten) Parameter eines Sees erforderlich. Die Kriterien sind: Ökoregion, das Schichtungsverhalten im Sommer "thermisch geschichtet" oder überwiegend "polymiktisch", die mittlere Seetiefe, Calciumgehalt, die relative Größe des Einzugsgebietes im Verhältnis zum Seevolumen bzw. der mittleren Tiefe (VQ und VTQ) und die aus dem Oberflächenabfluss und dem Seevolumen berechnete theoretische Wasserverweilzeit.

Bei der Typeinstufung von polymiktischen Tieflandseen ist für die Anwendung der Typisierungskriterien die folgende Reihenfolge einzuhalten:

1. Besitzt ein polymiktischer Tieflandsee Flussee-Charakter mit einer Verweilzeit von 3 bis 30 Tagen, so ist dieser ungeachtet der mittleren Tiefe und des VQ als Typ 12 einzustufen.
2. Ist die mittlere Tiefe eines polymiktischen Tieflandsees kleiner oder gleich 3 m, so ist dieser unabhängig vom VQ als Seetyp 11.2 anzusprechen, in der Regel besitzen die Flachseen ohnehin VQ-Werte über 1,5 m-1.
3. Wenn Seen Verweilzeiten über 30 Tage und eine mittlere Tiefe größer 3 m aufweisen, wird zur Unterscheidung der Typen 11.1 und 14 das VQ-Kriterium \leq oder $>$ 1,5 herangezogen.



Tabelle 4: Phytoplankton-Seetypen in Deutschland und deren Zugehörigkeit zu den LAWAS-Seetypen nach Mathes et al. (2002) sowie Typisierungskriterien. Grün = zur Typeinstufung führende (obligate) Kriterien, alle weiteren können als Hilfskriterien und zur Plausibilisierung der Typeinstufung verwendet werden.

Phytoplankton-Seotyp	LAWA-Seotyp MATHES	Öko-region	Calcium Gehalt	Schichtung	VQ-Grenzen (m ² /m ³ → m ⁻¹)	VTQ-Grenzen (m ⁻²)	mittlere Tiefe	τ theoretische Verweilzeit
1	1	AVA	calcium-reich	poly	alle VQ		≤ 3 m	
2	2	VA		gesch	> 1,5		3-15 m	
3	3	VA			≤ 1,5		3-15 m	
4	4	A		alle VQ		> 15 m		
5	5/7*	MG	calcium-reich	gesch	> 1,5	> 0,18	< 8 m	
7	5/7*		calcium-reich	gesch	≤ 1,5	≤ 0,18	> 8 m	
8	8/9*		calcium-reich	gesch	> 1,5	> 0,18	< 8 m	
9	8/9*		calcium-reich		≤ 1,5	≤ 0,18	> 8 m	
6.1	6		calcium-reich oder -arm	poly	< 10	≤ 2	> 5 m	0,5-1 a
6.2					10 – 20	2 – 6	2 – 5 m	0,1 – 0,5 a
6.3		> 20			> 6	< 2 m	3-30 d	
10.1	10	TL	calcium-reich	gesch	1,5-15			1-10 a
10.2					> 15			0,1-1 a
13	13				≤ 1,5			10-100 a
11.1	11			poly	> 1,5			> 30 d
11.2					> 1,5		≤ 3 m	> 30 d
12	12			> 1,5			3-30 d	
14	14	≤ 1,5			< 10 a			

AVA = Alpen (A) und Alpenvorland (VA), MG = Mittelgebirge, TL = Norddeutsches Tiefland, poly = polymiktisch, gesch = geschichtet, VQ = Volumenquotient = Einzugsgebiet (m²)/ Seevolumen (m³), VTQ (Volumen-Tiefen-Quotient) = VQ/mittlere Tiefe (m), τ = mittlere theoretische Wasserverweilzeit in Tagen (d) oder Jahren (a).

Die Einstufung der mitunter sehr individuell reagierenden Seen in Seetypen kann nur eine Annäherung an die realen Verhältnisse sein. Auch fehlen des Öfteren "obligate" Typkriterien oder sind nicht auf dem neuesten Stand wie z.B. die Tiefenverlotung. Es kann deshalb vom Vorort-Experten ermittelte Gründe geben, eine Typeinstufung z.B. gemäß der Hilfskriterien in Tabelle 4 anzupassen oder an den Typpgrenzen liegende Werte wie z.B. einen VQ von 1,45 in die eine (Typ 10.1) oder andere (Typ 13) Richtung zu interpretieren.

Besonders im Norddeutschen Tiefland sind nur noch wenige Referenzgewässer erhalten, sodass durch paläolimnologischen Untersuchungen der Seesedimente versucht wird, den trophischen Referenzzustand einzelner Seen zu rekonstruieren. Dies erfolgt zum Beispiel anhand der Artzusammensetzung von Diatomeen, deren Kieselschalen im Sediment erhalten geblieben sind, als Bohrkern entnommen werden, und die durch Gesamtphosphor-Diatomeen-Transferfunktionen Rückschlüsse auf die Nährstoffsituation in der Vergangenheit zulassen (z.B. Hübener 2006, 2009; Hofmann & Schaumburg 2005a,b,c; Voigt 1996). Paläolimnologische Erkenntnisse haben insbesondere für polymiktische Seen die hier vorgestellten Annahmen zur Referenztrophy und diesbezüglicher Typunterscheidung teilweise bestätigt (s. Kap. 1.1.1 und Kap. 3.1.5 in Mischke et al. 2010). In einigen Fällen sind die



rekonstruierten TP-Konzentrationen höher als die in den Hintergrund- und Orientierungswerten angenommenen Werte (Riedmüller et al. 2013a).

Tabelle 5: Bezeichnung für die deutschen Phytoplankton-Seetypen einschließlich Subtypen (PP-Seetyp) (Riedmüller et al. 2013b).

PP-Subtyp	Bezeichnung Phytoplankton-Seetypen
1	Natürliche, künstliche und erheblich veränderte Alpenvorlandseen, calciumreich, polymiktisch
2	Natürliche, künstliche und erheblich veränderte Alpenvorlandseen, calciumreich,, relativ großes Einzugsgebiet, geschichtet
3	Natürliche, künstliche und erheblich veränderte Alpenvorlandseen, calciumreich, , relativ kleines Einzugsgebiet, geschichtet
4	Natürliche, künstliche und erheblich veränderte Alpenseen, calciumreich, geschichtet
5	Natürliche, künstliche und erheblich veränderte Mittelgebirgsseen, calciumreich, relativ großes Einzugsgebiet, geschichtet
7	Natürliche, künstliche und erheblich veränderte Mittelgebirgsseen, calciumreich, relativ kleines Einzugsgebiet, geschichtet
6.1	Natürliche, künstliche und erheblich veränderte Mittelgebirgsseen, relativ kleines Einzugsgebiet, polymiktisch
6.2	Natürliche, künstliche und erheblich veränderte Mittelgebirgsseen, mäßig großes Einzugsgebiet, polymiktisch
6.3	Natürliche, künstliche und erheblich veränderte Mittelgebirgsseen, relativ großes Einzugsgebiet, polymiktisch
8	Natürliche, künstliche und erheblich veränderte Mittelgebirgsseen, calciumarm, relativ großes Einzugsgebiet, geschichtet
9	Natürliche, künstliche und erheblich veränderte Mittelgebirgsseen, calciumarm, relativ kleines Einzugsgebiet, geschichtet
10.1	Natürliche Tieflandseen, calciumreich, relativ großes Einzugsgebiet, geschichtet
10.2	Natürliche Tieflandseen, calciumreich, sehr großes Einzugsgebiet, geschichtet
13	Natürliche Tieflandseen, calciumreich, relativ kleines Einzugsgebiet, geschichtet
11.1	Natürliche Tieflandseen, calciumreich, relativ großes Einzugsgebiet, polymiktisch, Verweilzeit > 30 d, mittlere Tiefe > 3 m
11.2	Natürliche Tieflandseen, calciumreich, relativ großes Einzugsgebiet, polymiktisch, Verweilzeit > 30 d, mittlere Tiefe ≤ 3 m
12	Natürliche Tieflandseen, calciumreich, relativ großes Einzugsgebiet, polymiktisch, Verweilzeit 3-30 d
14	Natürliche Tieflandseen, calciumreich, relativ kleines Einzugsgebiet, polymiktisch

Die Vorstellungen über die Referenzzustände in den Seetypen können sich im Zusammenhang mit neu erhobenen Seendaten und paläolimnologischen Erkenntnissen, Veränderungen in der Seetypologie sowie abweichenden Vorstellungen und Erkenntnissen in den europäischen Nachbarstaaten ändern und müssen dann ggf. angepasst werden.

Die Bezeichnungen für die Phytoplankton-Seetypen (Tabelle 5) sind im Bewertungstool ab der PhytoSee-Version 5.1 hinterlegt und werden u.a. mit der Bewertung ausgegeben.



1.2.4.1 SPEZIELLE BEDINGUNGEN UND SONDERTYPEN

Bei Phytoplanktonuntersuchungen können spezielle Bedingungen in einem See eine ausgeprägte Individualität des Nährstoffhaushalts und der Trophiedynamik verursachen oder eine eindeutige Zuordnung zu einem Seetyp erschweren. Einige Beispiele sind in Riedmüller et al. (2013a; 2015) für die Gültigkeit der seetypspezifischen Hintergrund- und Orientierungswerte für Gesamtphosphor erläutert. Hier werden diese ohne Erklärung der zugrunde liegenden Prozesse, aber mit Wirkungsrichtung für den Phyto-See-Index im Vergleich zur Erwartung auf Basis der Gesamtphosphorkonzentration (TP) im Folgenden gelistet:

	Spezielle Bedingung oder Sondertyp	Wirkung auf Phyto-See-Index (PSI)³
A	Durch Makrophyten dominierte Seen ⁴	PSI fällt besser aus als TP erwarten lässt.
B	Seen mit nährstoffbelasteten Sediment aufgrund einer Eutrophierung in der Vergangenheit	PSI fällt schlechter aus als TP erwarten lässt
C	Seen, die aufgrund ihrer Lage in Seenketten eine höhere Retentionsleistung erbringen	PSI fällt besser aus als TP erwarten lässt
D	Seen, deren Schichtungsverhalten labil ist	PSI fällt je nach Seetyp-Zuordnung anders aus
E	Seen, deren Verweilzeit und Zuflussmenge sich im Verlauf eines Jahres stark verändern	PSI fällt je nach Seetyp-Zuordnung anders aus
F	Seen mit stark gegliedertem Wasserkörper	PSI stark unterschiedlich an den Messstellen, Aufteilung in mehrere Wasserkörper prüfen
G	Stark durch Huminstoffe geprägte Seen oder/und mit degradierten Mooren im Einzugsgebiet	PSI fällt besser aus als TP erwarten lässt. Gewässerart als "dystropher See" kennzeichnen
H	Marschengewässer	PSI für taxonomische Zusammensetzung nicht angepasst. Als Sondertyp kennzeichnen
I	Kürzlich sanierte Seen, die noch von schlecht fressbaren Algen, wie Blaualgen, geprägt sind.	PSI fällt schlechter aus als TP erwarten lässt
J	Seen mit hohem Weißfischanteil und dezimierter Zooplanktonbesiedlung	PSI fällt schlechter aus als TP erwarten lässt
K	Seen mit strenger Stickstofflimitierung	PSI fällt besser aus als TP erwarten lässt

Liegen für einen See eine oder mehrere dieser speziellen Bedingungen vor (A - K), sollte die Bewertung mit dem Phyto-See-Index besonders im Zusammenhang mit den vorherrschenden Nährstoffkonzentrationen im limnologischen Kontext diskutiert werden und der See ggf. als Sondertyp im Feld "Gewässerart_Sondertyp" gekennzeichnet werden. Der Umgang mit erheblich veränderten Gewässern (HMWB) und künstlichen Seen (AWB) ist im nächsten Kap. 1.2.5 gesondert erläutert.

Zu G: Im Tiefland kommen in Deutschland nur sechs stark Huminstoff-geprägte natürliche Seen größer 50 ha vor, sodass dieser Seetyp nicht definiert wurde. Gilt die Bedingung, sollte der See als "dystropher See" und ggf. zusätzlich als "Niedermoorsee" und/oder "Kleiner See (< 50ha)" gekennzeichnet werden. In den calciumarmen, geschichteten Mittelgebirgsseen der Seetypen 8 und 9 sind ein natürlicher Huminstoff-geprägter See (Titisee) und mehr als 20 Huminstoff-geprägte Talsperren identifiziert und sollten als "Braunwassersee" im Feld "Gewässerart_Sondertyp" zur Plausibilisierung des Phyto-See-Index gekennzeichnet werden.

³) bei Bewertung nach ähnlichstem Phytoplankton-Seetyp

⁴) Makrophyten-Dominanz ist ein Bestandteil der Definition des Referenzzustandes in vielen Seetypen s. Poikane et al. 2014



Zu I und J: Zur Identifizierung von starken Grazing-Effekten durch das Zooplankton auf das Phytoplankton wurde das Modul PhytoLoss entwickelt (s. Deneke et al. 2015).

1.2.5 ALLGEMEINE STRATEGIE ZUR BEWERTUNG VON ERHEBLICH VERÄNDERTEN UND KÜNSTLICHEN SEEN (HMWB & AWB)

Zusätzlich zum Seetyp muss für eine Bewertung von Seen bekannt sein, ob es sich um ein natürliches oder um ein erheblich verändertes Gewässer (HMWB) handelt z.B. nach Ausbaggerung oder Aufstau oder sogar um einen künstlichen See (AWB). Die Zuordnung eines Untersuchungssees zu einem Seetyp und die Ausweisung als HMWB oder AWB erfolgt durch die zuständigen Fachbehörden der Bundesländer. In der Tieflandregion werden die als HMWB und AWB ausgewiesenen Seen im PTSI mit einer separaten Indikatorliste bewertet und bekommen zur Kennzeichnung das Suffix "k" nachgestellt, z.B. 13k für einen Baggersee mit relativ kleinem Einzugsgebiet. Die Bewertung des ökologischen Potenzials von künstlichen und erheblich veränderten Seen wurde in einem Papier der Länderarbeitsgemeinschaft erarbeitet (LAWA-Expertenkreis Seen 2013).

Demnach sollen HMWB und AWB bei zu hohem Nährstoffeintrag (Eutrophierung) analog zu den natürlichen Seen mittels der Biokomponente Phytoplankton bewertet werden, wobei eine angepasste Indikatorliste für den PTSI bei den Tieflandseen genutzt wird, die das Suffix "k" (z.B. 13k) als Seetyp-Kennzeichnung haben.

Bei einer stofflichen Belastung durch Versauerung des geogenen Untergrundes ist die Anwendbarkeit der verfahrensspezifischen Indikatorartenlisten für Phytoplankton eingeschränkt, so dass hier ein Biodiversitätsindex anstelle des Metrics "PTSI" und "Algenklassen" eingesetzt wird (nach Leßmann & Nixdorf 2009). Hinsichtlich des Metrics "Biomasse" entspricht das Verfahren dem für neutrale Seen, allerdings wird nur der Parameter "Gesamtbiovolumen" genutzt, was eine Bewertung der stofflichen Belastung (insb. Nährstoffe) bei geogen versauertem Untergrund ermöglicht. Das Suffix "s" (z.B. 13s) wird zur Seetyp-Kennzeichnung genutzt.

Starke Wasserstandsschwankungen können zu einer veränderten trophischen Situation (oder Trophieausprägung) führen und sind deshalb als nutzungsbedingte Beeinträchtigung und als "physikalische Veränderung" bei der Bewertung zu berücksichtigen. Dies gilt auch für einen Wechsel des Schichtungsverhaltens von Talsperren, der durch einen starken hypolimnischen Wasserabfluss bedingt sein kann. Die Berücksichtigung von nutzungsbedingten Verschlechterungen erfolgt über eine mildere Bewertung. Die Erfahrungen zeigen, dass hierbei kein Standardverfahren angewendet werden kann, sondern die Potenziale des Sees laut LAWA-Expertenkreis Seen (2013) individuell festzulegen sind. Parameter für die Bewertung stark veränderter und künstlicher Seen sind in der vorliegenden Verfahrensanleitung durch den Zusatz "HMWB & AWB" gekennzeichnet.



2 SCHRITT-FÜR-SCHRITT-BERECHNUNG DES PHYTO-SEE-INDEX

Ausgehend von den mikroskopischen (quantitativen Befundelisten) und den photometrischen Analyseergebnissen (Chlorophyll a-Konzentration nach DIN) aus sechs Einzelproben wird der Phyto-See-Index des Untersuchungs-gewässers anhand der drei Metrics "Biomasse", "Algenklassen" und PTSI errechnet. Fakultativ kann zusätzlich der Metric DI-PROF anhand der Dominanzwerte von Kieselalgenschalen planktischer Diatomeentaxa in einer Profundalprobe berechnet werden.

Für eine Bewertung ist die Angabe des Phytoplankton-Seetyps obligat (s. Kap. 1.2.4). Die Zuordnung zu einem Seetyp erfolgt nach Angaben der zuständigen Fachbehörde des zugehörigen Bundeslandes oder nach den Kriterien in Tabelle 4. Alle Berechnungsschritte sowie alle Indices werden im Auswertetool PhytoSee automatisch berechnet, sofern die erforderlichen Untersuchungs- und Kenndaten entsprechend der Formatvorlagen importiert wurden.

Die nachfolgende Schritt-für-Schritt-Berechnung des Phyto-See-Index dient der Dokumentation der Verfahrenserweiterung und der Modifikationen, die seit der letzten Dokumentation durchgeführt wurden (Mischke et al. 2008).

2.1 METRIC "BIOMASSE"

Für den Metric "Biomasse" werden aus den folgenden Parametern Einzelindices berechnet:

- Gesamtbiovolumen-Saisonmittel (Y1),
- Chlorophyll a-Saisonmittel" (Y2) und
- Chlorophyll a-Maximum-Wert der Saison (Y3)

Die Ergebnisse der Einzelindices werden arithmetisch gemittelt.

Bewertungswerte kleiner als 0,5 werden gleich 0,5 und Bewertungswerte größer als 5,5 werden gleich 5,5 gesetzt. Das Suffix "k" (z.B. 13k) wird zur Seetyp-Kennzeichnung von künstlichen und erheblich veränderten Seen genutzt und das Suffix "s" (z.B. 13s) für die Kennzeichnung von sauren Tagebauseen.

2.1.1 METRIC "GESAMTBIOVOLUMEN"

Um den Saisonmittelwert für den Parameter zu erhalten, müssen die Ausgangsdaten schrittweise in folgender Reihenfolge aufsummiert und gemittelt werden:

- a) Summe der Taxonbiovolumina pro Probe unter Ausschluss von heterotrophen Organismen. Alle heterotrophen Taxa sind in der Harmonisierten Taxaliste (kurz HTL) gekennzeichnet und können herausgefiltert werden.
- b) Saison-Mittelwert aus den Werten der Beprobungsterminen Periode März–November

Dieser Saison-Mittelwert des Gesamtbiovolumens (x) wird durch eine Seetyp-spezifische Formel (s. Berechnungsfunktion in Tabelle 6) in den Bewertungswert des Parameters (Y1) umgerechnet. Zusätzlich werden in Tabelle 6 informativ die Klassengrenzen der Zustandsklassen angegeben.



Tabelle 6: Grenzen der Zustandsklassen des Parameters Gesamtbiovolumen und seine seetypspezifischen Bewertungsfunktionen zur Berechnung des Bewertungswertes Y1 angeordnet in Seengruppen, nach Ökoregion und gleicher Referenztrophie (Tabelle 6a – 6e).

Seetyp	1	2	3	4
Stand: 10.01.2016	Alpenvorlandsee			Alpensee
Tabelle 6a	Natürliche und HMWB & AWB-Seen			
Parameter	Gesamtbiovolumen (mm ³ /l)			
Bewertungs-funktion	$Y1 = 1,5772 * \ln(x) - 0,0795$	$Y1 = 1,7109 * \ln(x) + 1,8296$	$Y1 = 1,6733 * \ln(x) + 2,3322$	$Y1 = 2,17 * \ln(x) + 2,9187$
H / G	2,72	0,82	0,61	0,52
G / M	5,13	1,48	1,11	0,82
M / P	9,68	2,65	2,01	1,31
P / B	18,24	4,76	3,65	2,07

Seetyp	5 und 8	7, 7s und 9
Stand: 23.11.2011	Geschichtete Mittelgebirgsseen	Geschichtete Mittelgebirgsseen
Tabelle 6b	Natürliche und HMWB & AWB-Seen	
Parameter	Gesamtbiovolumen (mm ³ /l)	
Bewertungs-funktion	$Y1 = 1,6841 * \ln(x) + 1,4139$	$Y1 = 1,6793 * \ln(x) + 1,9635$
H / G	1,1	0,8
G / M	1,9	1,4
M / P	3,5	2,5
P / B	6,2	4,5

Seetyp	6.1	6.2	6.3
Stand: 23.11.2011	polymiktische Mittelgebirgsseen		
Tabelle 6c	Natürliche und HMWB & AWB-Seen		
Parameter	Gesamtbiovolumen (mm ³ /l)		
Bewertungs-funktion	$Y1 = 1,9958 * \ln(x) + 0,1454$	$Y1 = 1,9958 * \ln(x) - 0,3546$	$Y1 = 1,9958 * \ln(x) - 0,8546$
H / G	1,9	2,5	3,3
G / M	3,4	4,2	5,4
M / P	5,5	6,9	8,9
P / B	8,6	11,4	14,6



Fortsetzung Tabelle 6: Grenzen der Zustandsklassen des Parameters Gesamtbiovolumen und seetypspezifische Bewertungsfunktionen zur Berechnung des Bewertungswertes Y1, angeordnet in Seengruppen nach Ökoregion und gleicher Referenztrophie (Tabelle 6d – 6e).

Seetyp	11.1 und 11.1k	11.2 und 11.2k	14, 14k, 10.2 und 10.2k
Stand: 07.01.2013	polymiktische Tieflandseen und geschichtete TL-Seen mit großem VQ		
Tabelle 6d	Natürliche und HMWB & AWB-Seen		
Parameter	Gesamtbiovolumen (mm³/l)		
Bewertungs-funktion	$Y1 = 1,7906 * \ln(x) - 0,2384$	$Y1 = 1,7906 * \ln(x) - 0,738$	$Y1 = 1,7906 * \ln(x) + 0,2616$
H / G	2,64	3,49	2,00
G / M	4,61	6,10	3,49
M / P	8,07	10,67	6,10
P / B	14,1	18,64	10,67

Seetyp	12 und 12k	10.1, 10.1k und 10.1s	13, 13k und 13s
Stand: 07.01.2013	Flusseen im Tiefland	geschichtete Tieflandseen	
Tabelle 6e	Natürliche und HMWB & AWB-Seen		
Parameter	Gesamtbiovolumen (mm³/l)		
Bewertungs-funktion	$Y1 = 1,7906 * \ln(x) - 1,2384$	$Y1 = 1,7906 * \ln(x) + 0,7616$	$Y1 = 1,7906 * \ln(x) + 1,2616$
H / G	4,61	1,51	1,14
G / M	8,07	2,64	2,00
M / P	14,10	4,61	3,49
P / B	24,65	8,07	6,10

2.1.2 METRIC "CHLOROPHYLL A-SAISONMITTEL"

Um den Saisonmittelwert für diesen Parameter zu erhalten, müssen die Ausgangsdaten schrittweise in folgender Reihenfolge gemittelt werden:

- Mittelwert aus mehreren Beprobungen, wenn sie zum gleichen Termin gehören (Tagessmittelwert) und sich auf **eine** Phytoplanktonprobe beziehen sollen
- Saison-Mittelwert aus den Tagessmittelwerten in der Periode März–November

Dieses Saisonmittel des Chlorophyll a (x) wird durch eine seetypspezifische Formel (s. Berechnungsfunktion in Tabelle 7) in den Bewertungswert des Parameters (Y2) umgerechnet. Zusätzlich werden in Tabelle 7 die Klassengrenzen der Zustandsklassen angegeben.



Tabelle 7: Grenzen der Zustandsklassen des Parameters Chlorophyll a (Saisonmittel) und seine seetypspezifischen Bewertungsfunktionen zur Berechnung des Bewertungswertes Y1 (Tabelle 7a – 7e).

Seetyp	1	2	3	4
Stand: 10.01.2016	Alpenvorlandsee			Alpensee
Tabelle 7a	Natürliche und HMWB & AWB-Seen			
Parameter	Chlorophyll a Saisonmittel (µg/l)			
Bewertungs-funktion	$Y2 = 1,6063 * \ln(x) - 0,5962$	$Y2 = 1,6063 * \ln(x) - 0,5962$	$Y2 = 1,6063 * \ln(x) - 0,5962$	$Y2 = 1,6063 * \ln(x) + 0,4038$
H / G	10,84	4,02	3,0	2,52
G / M	19,44	7,2	5,38	4,05
M / P	34,86	12,92	9,64	6,50
P / B	62,52	23,16	17,3	10,43

Seetyp	5 und 8	7 und 9
Stand: 23.11.2011	Geschichtete Mittelgebirgsseen	Geschichtete Mittelgebirgsseen
Tabelle 7b	Natürliche und HMWB & AWB-Seen	
Parameter	Chlorophyll a Saisonmittel (µg/l)	
Bewertungs-funktion	$Y2 = 1,7129 * \ln(x) - 0,8799$	$Y2 = 1,7271 * \ln(x) - 0,4071$
H / G	4,0	3,0
G / M	7,2	5,4
M / P	13,0	9,7
P / B	23,0	17,0

Seetyp	6.1	6.2	6.3
Stand: 23.11.2011	polymiktische Mittelgebirgsseen		
Tabelle 7c	Natürliche und HMWB & AWB-Seen		
Parameter	Chlorophyll a Saisonmittel (µg/l)		
Bewertungs-funktion	$Y2 = 1,7987 * \ln(x) - 1,8358$	$Y2 = 1,7987 * \ln(x) - 2,3358$	$Y2 = 1,7987 * \ln(x) - 2,8358$
H / G	6,3	8,4	11,1
G / M	11,5	14,7	19,4
M / P	19,0	26,0	34,0
P / B	34,0	45,0	59,0



Fortsetzung Tabelle 7: Grenzen der Zustandsklassen des Parameters Chlorophyll a Saisonmittel und seetypspezifische Bewertungsfunktionen zur Berechnung des Bewertungswertes Y1 (Tabelle 7d – 7e).

Seetyp	11.1 und 11.1k	11.2 und 11.2k	14, 14k, 10.2 und 10.2k
Stand: 30.07.2012	polymiktische und geschichtete Tieflandseen mit großem VQ		
Tabelle 7d	Natürliche und HMWB & AWB-Seen		
Parameter	Chlorophyll a Saisonmittel (µg/l)		
Bewertungs-funktion	$Y2 = 1,7113 * \ln(x) - 2,3776$	$Y2 = 1,7113 * \ln(x) - 2,8776$	$Y2 = 1,7113 * \ln(x) - 1,8776$
H / G	9,6	12,9	7,2
G / M	17,3	23,2	12,9
M / P	31,0	41,5	23,2
P / B	55,6	74,5	41,5

Seetyp	12 und 12k	10.1 und 10.1k	13 und 13k
Stand: 30.07.2012	Flusseen im Tiefland	geschichtete Tieflandseen	
Tabelle 7e	Natürliche und HMWB & AWB-Seen		
Parameter	Chlorophyll a Saisonmittel (µg/l)		
Bewertungs-funktion	$Y2 = 1,7113 * \ln(x) - 3,3776$	$Y2 = 1,7113 * \ln(x) - 1,3776$	$Y2 = 1,7113 * \ln(x) - 0,8776$
H / G	17,3	5,4	4,0
G / M	31,0	9,6	7,2
M / P	55,6	17,3	12,9
P / B	99,8	31,0	23,2

2.1.3 METRIC "CHLOROPHYLL A-MAXIMUM"

Um den Saisonwert für diesen Parameter zu erhalten, müssen die Ausgangsdaten schrittweise in folgender Reihenfolge analysiert werden:

- Im Fall, dass für mehr als 2 Monate Einzel-Chlorophyll-Werte vorliegen und
- der Chlorophyll a-Maximalwert 125% des Saisonmittel-Chlorophyll a-Wertes überschreitet

Der Chlorophyll-Max-Wert (x) wird durch eine Seetyp-spezifische Formel (s. Berechnungsfunktion in Tabelle 8) in den Bewertungswert des Parameters (Y3) umgerechnet. Treffen die Kriterien unter Punkt a und b nicht zu, wird der Chlorophyll-Max-Wert nicht gewertet. Zusätzlich werden in Tabelle 8 die Klassengrenzen der Zustandsklassen angegeben.



Tabelle 8: Grenzen der Zustandsklassen des Parameters Chlorophyll a Maximum-Wert und seine seetypspezifischen Bewertungsfunktionen zur Berechnung des Bewertungswertes Y1 (Tabelle 8a – 8e).

Seetyp	1	2	3	4
Stand: 10.01.2016	Alpenvorlandsee			Alpensee
Tabelle 8a	Natürliche und HMWB & AWB-Seen			
Parameter	Chlorophyll a Maximum-Wert (µg/l)			
Bewertungs-funktion	$Y3 = 1,7509 * \ln(x) - 4,1188$	$Y3 = 1,6245 * \ln(x) - 1,7357$	$Y3 = 1,7547 * \ln(x) - 1,546$	$Y3 = 2,1137 * \ln(x) - 1,8208$
H / G	24,76	7,33	5,67	4,81
G / M	43,82	13,56	10,03	7,72
M / P	77,58	25,10	17,74	12,40
P / B	137,33	46,46	31,36	19,89

Seetyp	5 und 8	7 und 9
Stand: 23.11.2011	Geschichtete Mittelgebirgsseen	Geschichtete Mittelgebirgsseen
Tabelle 8b	Natürliche und HMWB & AWB-Seen	
Parameter	Chlorophyll a Maximum-Wert (µg/l)	
Bewertungs-funktion	$Y3 = 1,5237 * \ln(x) - 1,5933$	$Y3 = 1,5366 * \ln(x) - 1,1267$
H / G	7,6	5,5
G / M	17,7	10,6
M / P	28,5	20,5
P / B	54,2	38,6

Seetyp	6.1	6.2	6.3
Stand: 23.11.2011	polymiktische Mittelgebirgsseen		
Tabelle 8c	Natürliche und HMWB & AWB-Seen		
Parameter	Chlorophyll a Maximum-Wert (µg/l)		
Bewertungs-funktion	$Y3 = 1,495 * \ln(x) - 2,1374$	$Y3 = 1,495 * \ln(x) - 2,6374$	$Y3 = 1,495 * \ln(x) - 3,1374$
H / G	11,0	16,0	22,0
G / M	23,0	31,0	43,0
M / P	44,0	61,0	85,0
P / B	84,0	118,0	166,0



Fortsetzung Tabelle 8: Grenzen der Zustandsklassen des Parameters Chlorophyll a Maximum-Wert und seetyp-spezifische Bewertungsfunktionen zur Berechnung des Bewertungswertes Y1 (Tabelle 8d – 8e).

Seetyp	11.1 und 11.1k	11.2 und 11.2k	14, 14k, 10.2 und 10.2k
Stand: 30.07.2012	polymiktische und geschichtete Tieflandseen mit großem VQ		
Tabelle 8d	Natürliche und HMWB & AWB-Seen		
Parameter	Chlorophyll a Maximum-Wert (µg/l)		
Bewertungs-funktion	$Y3 = 1,7113 * \ln(x) - 3,5638$	$Y3 = 1,7113 * \ln(x) - 4,0638$	$Y3 = 1,7113 * \ln(x) - 3,0638$
H / G	19,3	25,8	14,4
G / M	34,6	46,3	25,8
M / P	62,0	83,1	46,3
P / B	111,3	149,0	83,1

Seetyp	12 und 12k	10.1 und 10.1k	13 und 13k
Stand: 30.07.2012	Flusseen im Tiefland	geschichtete Tieflandseen	
Tabelle 8e	Natürliche und HMWB & AWB-Seen		
Parameter	Chlorophyll a Maximum-Wert (µg/l)		
Bewertungs-funktion	$Y3 = 1,7113 * \ln(x) - 4,5638$	$Y3 = 1,7113 * \ln(x) - 2,5638$	$Y3 = 1,7113 * \ln(x) - 2,0638$
H / G	34,6	10,7	8,0
G / M	62,0	19,3	14,4
M / P	111,3	34,6	25,8
P / B	199,6	62,0	46,3

2.2 METRIC "ALGENKLASSEN"

Der Metric "Algenklassen" setzt sich je nach Seetyp aus 2–4 unterschiedlichen Einzelkenngrößen zusammen (08). Als Parameter werden entweder das summierte Biovolumen einer oder mehrerer Algenklassen verwendet, oder der prozentuale Anteil der Algenklasse am Gesamtbiovolumen des Saisonmittels (April-Oktober) oder des Spätsommermittels (Juli-Oktober). Die Zugehörigkeit eines Taxon zu einer Algenklasse erfolgt durch Ausweisung in einer Spalte der harmonisierten Taxaliste des Phytoplankton (Mischke & Kusber 2009), ebenso heterotrophe Taxa, die von der Summe ausgeschlossen werden.

Die Einzelkenngrößen werden zuvor einzeln bewertet (je ein Bewertungswert) und anschließend zur Index-Ermittlung des Metric "Algenklassen" ein arithmetisches Mittel aus den Bewertungswerten gebildet.



Tabelle 9: Verwendung der Einzelkenngrößen (1. Spalte) als Saisonmittel (Sai) oder Spätsommermittel (JO) innerhalb des Metrics "Algenklassen" für die Bewertung der einzelnen Seetypen nach LAWA (2. Zeile) geordnet nach Zugehörigkeit zu einer Ökoregion und des verwendeten Datentyps (Biovolumen oder Prozentanteil). Es werden sowohl natürliche als auch HMWB & AWB Seen mit den gleichen Größen bewertet.

Algenklassen	Ökoregion			Mittelgebirge					Tiefland				
	Alpen & Alpenvorland			5	6	7	8	9	10	13	11	12	14
LAWA-Seetyp	1	2+3	4	5	6	7	8	9	10	13	11	12	14
Biovolumen (mm³/l)													
Bacillario- & Chlorophyceae									Sai	Sai			
Bacillario- & Cryptophyceae											Sai	Sai	Sai
Chloro- & Cryptophyceae	Sai	Sai	Sai		Sai								
Chlorophyceae				Sai		Sai					Sai	Sai	Sai
Cryptophyceae & Cyanobacteria											Sai	Sai	Sai
Cryptophyceae				Sai		Sai	Sai	Sai	Sai	Sai			
Cyanobacteria	Sai	Sai	Sai	Sai	JO	Sai	Sai	Sai					
Dinophyceae & Cyanobacteria									JO	JO			
Prozentualer Anteil der Algenklasse am Gesamtbiovolumen [%]													
Chryso- & Dinophyceae					Sai		Sai	Sai					
Chrysophyceae				Sai		Sai			Sai	Sai			
Dinophyceae			JO										

Um den Bewertungswert für den Parameter (Einzelkenngrößen) zu erhalten, müssen die Ausgangsdaten zuvor in folgender Reihenfolge schrittweise als Algenklassenwert (x) berechnet werden:

- a) Die Biovolumina aller Taxa, die zu einer Algenklasse gehören, werden für jede Probe unter Ausschluss der heterotrophen Organismen aufsummiert. Für einige Einzelkenngrößen werden die Biovolumina von zwei Algenklassen aufsummiert (s. Tabelle 9).
- b) Gemäß Tabelle 9 wird aus den Tageswerten das Saisonmittel für die Periode April bis einschließlich Oktober gebildet oder das Spätsommermittel für den Zeitraum Juli bis Oktober.
- c) Für einige Einzelkenngrößen ist es nötig, anschließend den prozentualen Anteil am Gesamtbiovolumen, welches zuvor für den gleichen Zeitraum gemittelt wurde, als Parameterwert zu errechnen.
- e) Zur Bewertung der anderen Parameter wird der Algenklassenwert (x) durch eine seetypspezifische Formel in den Bewertungswert des Parameters (Y) umgerechnet, und damit alle fünf ökologischen Zustandsklassen kontinuierlich mit einem Indexwert zwischen 0,5 und 5,5 bewertet.

Bewertungswerte kleiner als 0,5 werden gleich 0,5 und Bewertungswerte größer als 5,5 werden gleich 5,5 gesetzt. Erst nach dem "Abschneiden" der Bewertungszahlen werden die Einzelkenngrößen zum Index-Ergebnis des Metric "Algenklassen" arithmetisch ermittelt.



Tabelle 10: Seetypspezifische Grenzwerte der Einzelkenngrößen des Metrics "Algenklassen" und ihre Berechnungsfunktionen für die **Seetypen 1, 2 und 3** (Alpen- und Alpenvorlandseen) (Stand 5. Januar 2015).

Algenklasse	Chlorophyceae + Cryptophyceae	Chlorophyceae + Euglenophyceae	Cryptophyceae + Cyanobacteria
Datentyp für x	Biovolumen (mm ³ /l)	Biovolumen (mm ³ /l)	Biovolumen (mm ³ /l)
Bewertungsperiode	Jul – Okt	Apr – Okt	Apr – Okt
Seetyp	1 / 2 / 3	1 / 2 / 3	1 / 2 / 3
H / G	0,78 / 0,15 / 0,12	0,19 / - / -	0,64 / 0,17 / 0,13
G / M	1,74 / 0,22 / 0,17	0,55 / - / -	1,31 / 0,25 / 0,20
M / P	3,90 / 0,33 / 0,26	1,63 / - / -	2,68 / 0,38 / 0,30
P / B	8,7 / 0,5 / 0,40	4,9 / - / -	5,5 / 0,6 / 0,5
Bewertungsfunktion Typ 1	$y = 0,6194 \cdot \ln(x) + 2,6582$	$y = 0,4592 \cdot \ln(x) + 3,25$ und wenn $y = 0$ dann 0,1	$y = 0,6971 \cdot \ln(x) + 2,8109$
Bewertungsfunktion Typ 2	$y = 0,6297 \cdot \ln(x) + 2,95$	----	$y = 0,608 \cdot \ln(x) + 2,8333$
Bewertungsfunktion Typ 3	$y = 0,6297 \cdot \ln(x) + 2,85$ und für alle Typen gilt, wenn $y = 0$ dann 0,1	----	$y = 0,608 \cdot \ln(x) + 2,7333$ und für alle Typen gilt, wenn $y = 0$ dann 0,1

Tabelle 11: Seetypspezifische Grenzwerte der Einzelkenngrößen des Metrics "Algenklassen" und ihre Berechnungsfunktionen für **Seetyp 4** (Alpensee) (Stand 17. Januar 2016).

Algenklasse	Baccillariophyceae + Cryptophyceae	Cryptophyceae + Cyanobacteria	Dinophyceae
Datentyp für x	Biovolumen (mm ³ /l)	Biovolumen (mm ³ /l)	%
Bewertungsperiode	Apr – Okt	Apr – Okt	Apr – Okt
H / G	0,32	0,09	7,4
G / M	0,46	0,13	5,3
M / P	0,68	0,18	3,8
P / B	1,0	0,27	2,7
Bewertungsfunktion	$y = 0,6514 \cdot \ln(x) + 2$ wenn $y = 0$ dann 0,1	$y = 0,6724 \cdot \ln(x) + 2,8907$ und wenn $y = 0$ dann 0,1	$y = -0,746 \cdot \ln(x) + 2,7467$



Tabelle 12: Seetypspezifische Grenzwerte der Einzelkenngrößen des Metrics "Algenklassen" und Berechnungsfunktionen für calciumarme, geschichtete Mittelgebirgsseen des **Seetyps 5** (Stand 23.11.2011).

Algenklasse	Chlorophyceae	Chrysophyceae	Cryptophyceae	Cyanobacteria
Datentyp für x	Biovolumen (mm ³ /l)	%	Biovolumen (mm ³ /l)	Biovolumen (mm ³ /l)
Bewertungsperiode	Apr – Okt	Apr - Okt	Apr - Okt	Apr - Okt
Anwendungsgrenze		> 0,6 %		> 0,3 mm ³ /l
H / G	0,03	5,8	0,1	
G / M	0,08	2,4	0,19	0,55
M / P	0,21	1	0,36	1,5
P / B	0,56		0,69	4,1
Bewertungsfunktion	$y = 1,009 \cdot \ln(x) + 5,0761$	$y = -1,126 \cdot \ln(x) + 3,4802$	$y = 1,5399 \cdot \ln(x) + 5,0609$	$y = 0,9915 \cdot \ln(x) + 3,089$

Tabelle 13: Seetypspezifische Grenzwerte der Einzelkenngrößen des Metrics "Algenklassen" und Berechnungsfunktionen für calciumreiche, geschichtete Mittelgebirgsseen des **Seetyps 7** (Stand 23.11.2011).

Algenklasse	Chlorophyceae	Chrysophyceae	Cryptophyceae	Cyanobacteria
Datentyp für x	Biovolumen (mm ³ /l)	%	Biovolumen (mm ³ /l)	Biovolumen (mm ³ /l)
Bewertungsperiode	Apr – Okt	Apr - Okt	Apr - Okt	Apr - Okt
Anwendungsgrenze		> 0,6 %		> 0,3 mm ³ /l
H / G	0,02	9,0	0,07	
G / M	0,05	3,7	0,14	0,33
M / P	0,13	1,5	0,26	0,91
P / B	0,34	0,6	0,50	2,5
Bewertungsfunktion	$y = 1,009 \cdot \ln(x) + 5,5761$	$y = -1,126 \cdot \ln(x) + 3,9802$	$y = 1,5399 \cdot \ln(x) + 5,5609$	$y = 0,9915 \cdot \ln(x) + 3,589$

Tabelle 14: Seetypspezifische Grenzwerte der Einzelkenngrößen des Metrics "Algenklassen" und Berechnungsfunktionen für calciumarme, geschichtete Mittelgebirgsseen des **Seetyps 8** (Stand 23.11.2011).

Algenklasse	Chrysophyceae + Dinophyceae	Cryptophyceae	Cyanobacteria
Datentyp für x	%	Biovolumen (mm ³ /l)	Biovolumen (mm ³ /l)
Bewertungsperiode	Apr – Okt	Apr - Okt	Apr - Okt
Anwendungsgrenze	< 60%		> 0,4 mm ³ /l
H / G	12,1	0,07	---
G / M	5,7	0,11	0,39
M / P	2,7	0,20	1,2
P / B	1,3	1,34	3,9
Bewertungsfunktion	$y = -1,332 \cdot \ln(x) + 4,8225$	$y = 1,8387 \cdot \ln(x) + 6,4862$	$y = 0,8686 \cdot \ln(x) + 3,3151$



Tabelle 15: Seetypspezifische Grenzwerte der Einzelkenngrößen des Metrics "Algenklassen" und Berechnungsfunktionen für calciumarme, geschichtete Mittelgebirgsseen des **Seetyps 9** (Stand 23.11.2011).

Algenklasse	Chrysophyceae + Dinophyceae	Cryptophyceae	Cyanobacteria
Datentyp für x	%	Biovolumen (mm ³ /l)	Biovolumen (mm ³ /l)
Bewertungsperiode	Apr – Okt	Apr - Okt	Apr - Okt
Anwendungsgrenze	< 60%		> 0,4 mm ³ /l
H / G	17,6	0,05	---
G / M	8,3	0,09	---
M / P	3,9	0,15	0,7
P / B	1,9	1,26	2,2
Bewertungsfunktion	$y = - 1,332L * n(x) + 5.3225$	$y = 1,8387 * \ln(x) + 6,9862$	$y = 0,8686 * \ln(x) + 3,8151$

Tabelle 16: Seetypspezifische Grenzwerte der Einzelkenngrößen des Metrics "Algenklassen" und Berechnungsfunktionen für polymiktische Mittelgebirgsseen der VTQ- Subtypen des **Seetyps 6** (Stand 23.11.2011).

Algenklasse	Chrysophyceae + Dinophyceae	Cryptophyceae + Chlorophyceae	Cyanobacteria
Datentyp für x	%	Biovolumen (mm ³ /l)	Biovolumen (mm ³ /l)
Bewertungsperiode	Apr – Okt	Apr - Okt	Apr – Okt
Anwendungsgrenze	> 0,6%		> 1,0 mm ³ /l
See-Subtyp	6.1 / 6.2 / 6.3	6.1 / 6.2 / 6.3	6.1 / 6.2 / 6.3
H / G	13,1 / 8,5 / 5,6	0,74 / 1,0 / 1,3	1,0 / 1,6 / 2,7
G / M	5,6 / 3,6 / 2,4	1,3 / 1,6 / 2,1	2,7 / 4,6 / 7,6
M / P	2,4 / 1,4 / 1,2	2,1 / 2,8 / 3,6	7,6 / 13 / 21
P / B	1,2 / 0,7 / 0,43	3,6 / 4,8 / 6,2	21 / 36 / 60
Bewertungsfunktion 6.1	$y = - 1,172 * \ln(x) + 5,5134$	$y = 1,8756 * \ln(x) + 3,0658$	$y = 0,972 * \ln(x) + 2,5246$
Bewertungsfunktion 6.2	$y = - 1,172 * \ln(x) + 5,0134$	$y = 1,8756 * \ln(x) + 2,5658$	$y = 0,972 * \ln(x) + 2,0246$
Bewertungsfunktion 6.3	$y = - 1,172 * \ln(x) + 4,5134$	$y = 1,8756 * \ln(x) + 2,0658$	$y = 0,972 * \ln(x) + 1,5246$



Tabelle 17: Seetypspezifische Grenzwerte der Einzelkenngrößen des Metrics "Algenklassen" und Berechnungsfunktionen für geschichtete Tieflandseen des **Seetyps 13** und des **Seetyps 10** mit VQ-Subtypen (Stand 12.02.2013).

Algenklasse	Bacillariophyceae + Chlorophyceae	Chrysophyceae	Cryptophyceae	Dinophyceae + Cyanobacteria
Datentyp für x	Biovolumen (mm ³ /l)	%	Biovolumen (mm ³ /l)	Biovolumen (mm ³ /l)
Bewertungsperiode	Apr – Okt	Apr - Okt	Apr - Okt	Jul - Okt
Anwendungsgrenze		> 0,4 %		
Seetyp	13 / 10.1 / 10.2	13 / 10.1 / 10.2	13 / 10.1 / 10.2	13 / 10.1 / 10.2
H / G	0,32 / 0,43 / 0,57	5,9 / 4,5 / 3,4	0,13 / 0,18 / 0,25	0,34 / 0,53 / 0,83
G / M	0,57 / 0,77 / 1,03	3,4 / 2,6 / 2,0	0,25 / 0,34 / 0,47	0,83 / 1,3 / 2,0
M / P	1,03 / 1,38 / 1,86	2,0 / 1,5 / 1,2	0,47 / 0,65 / 0,89	2,0 / 3,1 / 4,8
P / B	1,86 / 2,49 / 3,35	1,2 / 0,9 / 0,67	0,89 / 1,22 / 1,68	4,8 / 7,4 / 11,5
Bewertungsfunktion 13	$y = 1,7049 \cdot \ln(x) + 3,4457$	$y = -1,848 \cdot \ln(x) + 4,766$	$y = 1,5768 \cdot \ln(x) + 4,6864$	$y = 1,1387 \cdot \ln(x) + 2,7158$
Bewertungsfunktion 10.1	$y = 1,7049 \cdot \ln(x) + 2,9457$	$y = -1,848 \cdot \ln(x) + 4,266$	$y = 1,5768 \cdot \ln(x) + 4,1864$	$y = 1,1387 \cdot \ln(x) + 2,2158$
Bewertungsfunktion 10.2	$y = 1,7049 \cdot \ln(x) + 2,4457$	$y = -1,848 \cdot \ln(x) + 3,766$	$y = 1,5768 \cdot \ln(x) + 3,6864$	$y = 1,1387 \cdot \ln(x) + 1,7158$

Tabelle 18: Seetypspezifische Grenzwerte der Einzelkenngrößen des Metrics "Algenklassen" und Berechnungsfunktionen für polymiktische Tieflandseen des **Seetyps 11** mit Subtypen (Stand 12.02.2013).

Algenklasse	Bacillariophyceae + Cryptophyceae	Chlorophyceae	Cryptophyceae + Cyanobacteria
Datentyp für x	Biovolumen (mm ³ /l)	Biovolumen (mm ³ /l)	Biovolumen (mm ³ /l)
Bewertungsperiode	Apr – Okt	Apr - Okt	Apr - Okt
Seetyp	11.1 / 11.2	11.1 / 11.2	11.1 / 11.2
H / G	0,9 / 1,2	0,07 / 0,11	0,73 / 1,1
G / M	1,5 / 2,0	0,16 / 0,23	1,6 / 2,3
M / P	2,7 / 3,54	0,34 / 0,50	3,3 / 4,8
P / B	4,6 / 6,1	0,73 / 1,07	7,1 / 10,4
Bewertungsfunktion 11.1	$y = 1,8141 \cdot \ln(x) + 1,7224$	$y = 1,3069 \cdot \ln(x) + 4,9137$	$y = 1,3154 \cdot \ln(x) + 1,9229$
Bewertungsfunktion 11.2	$y = 1,8141 \cdot \ln(x) + 1,2224$	$y = 1,3069 \cdot \ln(x) + 4,4137$	$y = 1,3154 \cdot \ln(x) + 1,4229$



Tabelle 19: Seetypspezifische Grenzwerte der Einzelkenngrößen des Metrics "Algenklassen" und Berechnungsfunktionen für polymiktische Tieflandseen des **Seetyps 12 und 14** (Stand 12.02.2013).

Algenklasse	Bacillariophyceae + Cryptophyceae	Chlorophyceae	Cryptophyceae + Cyanobacteria
Datentyp für x	Biovolumen (mm ³ /l)	Biovolumen (mm ³ /l)	Biovolumen (mm ³ /l)
Bewertungsperiode	Apr – Okt	Apr - Okt	Apr - Okt
Seetyp	12 / 14	12 / 14	12 / 14
H / G	1,5 / 0,7	0,16 / 0,05	1,6 / 0,5
G / M	2,7 / 1,2	0,34 / 0,11	3,3 / 1,1
M / P	4,6 / 2,0	0,73 / 0,23	7,1 / 2,3
P / B	8,0 / 3,5	1,60 / 0,50	15,2 / 4,85
Bewertungsfunktionen 12	$y = 1,8141 * \ln(x) + 0,7224$	$y = 1,3069 * \ln(x) + 3,9137$	$y = 1,3154 * \ln(x) + 0,9229$
Bewertungsfunktionen 14	$y = 1,8141 * \ln(x) + 2,2224$	$y = 1,3069 * \ln(x) + 5,4137$	$y = 1,3154 * \ln(x) + 2,4229$

2.3 BEWERTUNG MIT INDIKATOR TAXA - PTSI

Für die Ermittlung des PTSI stehen sechs nach Ökoregion, ggf. Schichtungstyp und Gewässerart (AWB, HMWB oder Sondertyp) differenzierende Indikatorlisten zur Verfügung (s. Tabelle 20). In den Listen im Anhang II (s. Tabelle 33) sind über 450 Indikator taxa jeweils mit ihren taxonspezifischen Trophieankerwerten (TAW) und Gewichtungsfaktoren (= Stenökiefaktor) enthalten.

Tabelle 20: Indikatorlisten für den PTSI und die mit der Liste anzusprechenden Phytoplankton-Seetypen (PP-Seetyp) nach Riedmüller et al. (2013b).

Indikatorliste	Abkürzung Seegruppe	PP-Seetypen
Liste für natürliche Seen und HMWB & AWB der Alpen und des Alpenvorlandes	AVA	1, 2, 3 und 4
Liste für natürliche Mittelgebirgsseen und HMWB & AWB (Talsperren, Baggerseen etc.)	MG	5, 6.1, 6.2, 6.3, 7, 8 und 9
Liste für natürliche geschichtete Seen des norddeutschen Tieflands	TLgesch	10.1, 10.2 und 13
Liste für natürliche polymiktische Seen des nord-deutschen Tieflands	TLpoly	11.1, 11.2, 12 und 14
Liste für geschichtete HMWB & AWB des nord-deutschen Tieflands	TgeschAWB	10.1k, 10.2k und 13k
Liste für polymiktische HMWB & AWB des nord-deutschen Tieflands	TpolyAWB	11.1k, 11.2k, 12k und 14k



Die Bewertung von Seen anhand des PTSI (Phytoplankton-Taxa-Seenindex) erfolgt in **zwei Schritten**:

1. Schritt: Trophische Klassifizierung (oligotroph bis hypertroph) von Seen auf Basis von Indikatortaxa. Der Index ist in seiner mathematischen Dimension und der Bedeutung hinsichtlich des trophischen Status direkt mit dem LAWA-Index für Seen (LAWA 2014) vergleichbar.

2. Schritt: Bewertung auf Basis des PTSI. Hierzu wird der Index mit dem seetypspezifischen Trophie-Referenzwert verglichen. Die numerische Abweichung von der Referenzsituation wird transformiert in einer Bewertungszahl (ÖQ = ökologische Qualität) zwischen 0,5 und 5,5 wiedergegeben.

zu Schritt 1: Trophische Klassifizierung

Der PTSI wird für jeden Probenbefund einzeln errechnet. Hierzu werden den Indikatortaxa in der Befundliste jeweils die taxonspezifischen Trophieanker- und Stenökiewerte aus der Tabelle 33 im Anhang II zugeordnet. Die Berücksichtigung der Abundanz des Indikatortaxons in der Probe erfolgt in Form von "Abundanzklassen", wobei Abundanz = Taxonbiovolumen bedeutet. Die Taxonbiovolumina werden nach Tabelle 21 in die acht "Abundanzklassen" umgewandelt.

Die Berechnung des PTSI auf Basis eines Probenbefundes erfolgt mit einer gewichteten Mittelwertbildung:

$$\text{PTSI} = \frac{\sum \text{Abundanzklasse}_i \times \text{TAW}_i \times \text{Stenökiefaktor}_i}{\sum \text{Abundanzklasse}_i \times \text{Stenökiefaktor}_i}$$

PTSI = Phytoplankton-Taxa-Seen-Index pro Probe

Abundanzklasse_i = Abundanzklasse des i-tes Taxons in der Probe, Biovolumenklassen nach Tabelle 21.

TAW_i = Trophieankerwert des i-ten Indikatortaxons

Stenökiefaktor_i = Stenökiefaktor des i-ten Indikatortaxons

Für die trophische Klassifizierung eines Seenjahrens, in dem die Einzeltermine möglichst gleichmäßig verteilt liegen sollten, ist eine arithmetische Mittelung durchzuführen. Zur trophischen Beschreibung eines Seejahres mit dem PTSI müssen mindestens 4 und sollten im Regelfall 6 Probenahmeterminale vorliegen. Anhand des PTSI pro Probe oder des Jahres kann gemäß Tabelle 21 der trophische Status des Sees ermittelt werden.

Tabelle 21: Bildung von "Abundanzklassen" des durch die mikroskopische Analyse ermittelten Biovolumens eines Indikatortaxons zur Verrechnung im PTSI.

Taxon-Biovolumen (mm ³ /l)	Abundanzklasse
≤ 0,0001	1
> 0,0001-0,001	2
> 0,001-0,01	3
> 0,01-0,1	4
> 0,1-1	5
> 1-5	6
> 5-25	7
> 25	8



Tabelle 22: Ermittlung des trophischen Status des Sees anhand des PTSI (Wertebereiche und trophischer Status entsprechen der LAWA-Trophieklassifizierung 2014).

PTSI	Trophieklasse	Abkürzung
0,5-1,5	oligotroph	o
> 1,5 – 2,0	mesotroph 1	m1
> 2,0 – 2,5	mesotroph 2	m2
> 2,5 – 3,0	eutroph 1	e1
> 3,0 – 3,5	eutroph 2	e2
> 3,5 – 4,0	polytroph 1	p1
> 4,0 – 4,5	polytroph 2	p2
> 4,5	hypertroph	h

zu Schritt 2: Bewertung nach EU-WRRL unter Berücksichtigung der seetypspezifischen Referenztrophy

Anhand der Abweichung des Jahres-PTSI von der Referenztrophy – mathematisch als Differenz errechnet – kann die ökologische Zustandsklasse gemäß WRRL bzw. ein kontinuierlicher PTSI-Bewertungswert (= ÖQ = ökologische Qualität) zwischen 0,5 und 5,5 ermittelt werden. Der trophische Referenzwert je Seetyp ist der Tabelle 1 zu entnehmen.

Der PTSI-Bewertungswert oder Metric kann direkt mit der folgenden Formel berechnet werden:

$$\text{EQ PTSI} = 0,5 + (\text{PTSI} - \text{trophischer Referenzwert}) \times 2$$

In sehr seltenen Fällen treten EQ-PTSI-Werte kleiner als 0,5 und größer als 5,5 auf. Diese werden auf den PTSI-Wert 0,5 herauf- bzw. auf 5,5 herabgesetzt. Anhand der Tabelle 3 kann eine Zuordnung in die ökologischen Zustandsklassen der WRRL (ÖZK) erfolgen.

Die untere Grenze einer sinnvollen Trophie-Indikation liegt bei vier Indikatortaxa/Probe im Jahresmittel und bei vier bewerteten Probeterminen pro Untersuchungsjahr. Bei Nichterfüllung eines der beiden Kriterien wird der PTSI-Metric im PhytoSee-Auswertetool nicht mehr berechnet und der Phyto-See-Index dieses Jahrgangs als ungültig ausgegeben!



2.4 FAKULTATIVER DIATOMEEN-INDEX FÜR NATÜRLICHE TIEFLANDSEEN: DI-PROF ERMITTELT AUS PROFUNDALPROBEN

Neben den drei obligaten Metrics "Biomasse", "Algenklassen" und "PTSI" kann fakultativ und ergänzend ein weiterer Metric, der DI-PROF, zur Bewertung von natürlichen Tieflandseen der Seetypen 10 – 14 herangezogen werden. Besonders in den wenigen oligotrophen und schwach mesotrophen Tieflandseen wird das Phytoplankton von Diatomeen (Bacillariophyceae) dominiert, die aber zumeist mit der Utermöhl-Methode und ohne eine Schalenpräparation der pelagischen Proben nicht als Art bestimmt werden können. Somit kann der Fall auftreten, dass zu wenige Indikatorarten für den PTSI erfasst werden.

In Fällen, in denen zu wenige Indikatortaxa für den PTSI mit der Utermöhl-Methode ermittelt wurden, bewirkt die Ermittlung und Einberechnung des DI-PROFs eine gültige aus der bis dahin ungültigen Gesamt-Bewertung. Die Gesamtbewertung des PSI unter Einbindung des DI-PROF wird im Auswertungsprogramm PhytoSee in einem gesonderten Feld namens "PSI_m_DiProf" ausgegeben.

Der DI-PROF wurde von Schönfelder (2006) entwickelt. Er nutzt die Diatomeenschalenreste von pelagischen Arten, die sich in der obersten Schicht des Profundals eines Sees abgelagert haben. Ihr Dominanzwert wird anhand von Diatomeenpräparaten bestimmt (nicht Utermöhl-Technik).

Die Beprobung und Bestimmung der Profundaldiatomeen erfolgt nach den Vorgaben der Beprobungsvorschrift in Nixdorf et al. (2010). Dazu muss im Untersuchungszeitraum eine Sedimentprobe von der Sedimentoberfläche (0–1 cm) an der tiefsten Stelle im See entnommen werden (Profundalprobe).

Die in der Sedimentprobe enthaltenen Diatomeenschalen werden aufbereitet und präpariert. Anhand von Diatomeen-Dauerpräparaten (Einbettung in hochbrechendem Kunstharz) wird im Durchlichtmikroskop bei 1200-facher Vergrößerung mit Ölimmersionsobjektiven einer numerischen Apertur > 1,30 die relative Zusammensetzung der Planktondiatomeen ermittelt. Die durch die einschlägige Literatur bestimmten planktischen Diatomeentaxa müssen nomenklatorisch gemäß der DV-Liste nach Mauch et al. (2003) mit Internetaktualisierung nach Stand August 2007 kodiert sein, damit die taxonomische Benennung zu den ausgewählten Indikatorarten im Di-Prof passt (s. Tabelle 23). Aufgrund erheblicher nomenklatorischer und taxonomischer Umgruppierungen in der DV-Liste in der Version vom September 2011 gegenüber der Version vom August 2007 hat der Bearbeiter bei Anwendung neuerer Code-Systeme den nomenklatorischen Abgleich selbst vorzunehmen.

Die ermittelten Dominanzwerte der planktischen Arten (DOM-W_i) werden mit einem Trophieoptimumwert (TO-PROF_i) und einem Gewichtungswert (G-PROF_i), artspezifisch verrechnet, um für jede Probe den Trophieindex für planktische Diatomeen zu ermitteln. Die Trophieoptimum- und Gewichtungswerte sind der Tabelle 23 zu entnehmen. Die genaue Berechnung des DI-PROF einer Probe k erfolgt nach folgender Gleichung:

$$DI_PROF_k = \frac{\sum(\sqrt{DOM_W_{i,k}} \times TO_PROF_i \times G_PROF_i)}{\sum(\sqrt{DOM_W_{i,k}} \times G_PROF_i)}$$

DI_PROF_k = Trophieindex für planktische Diatomeen in einer Profundalprobe k

DOM_W_{i,k} = Prozentanteil des i-ten Taxons in der Probe k

TO_PROF_i = Trophieoptimum des i-ten Taxons

G-PROF_i = Gewichtungswert des i-ten Taxons

**Tabelle 23:** Trophieoptimum- (TO-PROF_i) und Gewichtungswerte (G-PROF_i) für den Di-PROF nach Schönfelder (2006) erweitert um zugehörige Sippen in der DV-Liste nach Stand August 2007.

DV-Nr	Taxonname nach DV-Liste (Mauch et al. 03, Stand März 2007)	Optimum (TO-PROF _i)	Gewichtung (G-PROF _i)
16151	<i>Actinocyclus normanii</i>	11,42	0,3
6050	<i>Asterionella formosa</i>	1,19	3,5
6798	<i>Aulacoseira ambigua</i>	7,75	0,9
6785	<i>Aulacoseira granulata</i>	8,62	0,7
16783	<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>curvata</i>	8,62	0,7
6800	<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i>	8,62	0,7
6907	<i>Aulacoseira islandica</i>	1,47	3,6
6786	<i>Aulacoseira islandica</i> ssp. <i>helvetica</i>	1,47	3,6
6788	<i>Aulacoseira subarctica</i>	0,55	2,5
16791	<i>Cyclostephanos delicatus</i>	5,64	1,7
6943	<i>Cyclostephanos dubius</i>	6,63	1,4
6177	<i>Cyclostephanos invisitatus</i>	9,94	0,5
6178	<i>Cyclotella atomus</i>	5,14	2,3
6929	<i>Cyclotella comensis</i>	-6,3	0,3
16185	<i>Cyclotella cyclopuncta</i>	0,08	1,9
6179	<i>Cyclotella distinguenda</i>	4,11	3,9
6731	<i>Cyclotella distinguenda</i> var. <i>unipunctata</i>	0,08	1,9
6733	<i>Cyclotella krameri</i>	-7,07	0,2
6002	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	11,1	0,4
6936	<i>Cyclotella ocellata</i>	-0,77	1,5
6735	<i>Cyclotella praetermissa</i>	1,5	3,4
6945	<i>Cyclotella pseudostelligera</i>	2,71	5,7
6204	<i>Cyclotella radiosa</i>	1,89	4,4
6928	<i>Cyclotella rossii</i>	-0,25	1,5
16190	<i>Cyclotella schumannii</i>	-10,07	0,1
16804	<i>Cyclotella tripartita</i>	-11,38	0,1
6210	<i>Diatoma tenuis</i>	5,14	2,8
6075	<i>Fragilaria crotonensis</i>	2,61	5
6399	<i>Fragilaria delicatissima</i>	2,95	7,1
16575	<i>Fragilaria ulna</i> acus - Sippen	3,39	5,1
6410	<i>Fragilaria ulna</i> angustissima – Sippen	6,2	1,8
6233	<i>Fragilaria ulna</i> var. <i>acus</i>	3,39	5,1
6594	<i>Nitzschia graciliformis</i>	3,75	5,5
6795	<i>Stephanodiscus alpinus</i>	1,15	3,4
6009	<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	6,89	1,3
6817	<i>Stephanodiscus hantzschii</i> var. <i>tenuis</i>	6,89	1,3
6226	<i>Stephanodiscus minutulus</i>	2,88	5,1
6940	<i>Stephanodiscus parvus</i>	2,88	5,1
6796	<i>Stephanodiscus neoastraea</i>	3,79	5,8
6091	<i>Tabellaria flocculosa</i>	-4,36	0,5
16764	<i>Tabellaria flocculosa</i> var. <i>ambigua</i>	-4,36	0,5
16765	<i>Tabellaria flocculosa</i> var. <i>asterionelloides</i>	-4,36	0,5
16766	<i>Tabellaria flocculosa</i> var. <i>geniculata</i>	-4,36	0,5
16767	<i>Tabellaria flocculosa</i> var. <i>intermedia</i>	-4,36	0,5
16768	<i>Tabellaria flocculosa</i> var. <i>linearis</i>	-4,36	0,5
16769	<i>Tabellaria flocculosa</i> var. <i>pelagica</i>	-4,36	0,5
16770	<i>Tabellaria flocculosa</i> var. <i>teilingii</i>	-4,36	0,5



Der Index sieht vor, dass sich der Prozentsatz eines planktischen Taxons nur auf den Anteil der planktischen Diatomeen beziehen soll. Die Zugehörigkeit zum Lebensformtyp "planktisch" oder "benthisch" ist jedoch nicht für alle möglichen Diatomeentaxa eindeutig, so dass dies für den DiProf-Index spezifiziert werden muss. Deshalb werden aus der Liste der gezählten Arten einer Diatomeenanalyse vor der Index-Berechnung nur die planktischen Diatomeen ausgewählt. Dies erfolgt in Rücksprache mit der Index-Entwicklerin und mit einer Verknüpfungsliste zu den kodierten Taxanamen der DV-Liste (Stand 2007), die durch Ilka Schönfelder geprüft wurde. Diese Verknüpfungsliste ist in einem externen Access-basierten Berechnungstool "Di_Prof_Berech" (Mischke, unveröffentlicht, August 2007 und folgende) integriert und nimmt die Zuordnung zu den planktischen Diatomeen sowie die Index-Berechnung DiProf automatisiert vor, und gibt eine Tabelle aus, die das Import-Format für die Einberechnung im PhytoSee-Berechnungstool hat.

Anhand der Abweichung des DI-PROF von der Referenztrophie – mathematisch als Differenz errechnet – kann die ökologische Zustandsklasse gemäß WRRL ermittelt werden. Dabei ist die eigens für den DI-PROF zugrunde gelegte Referenztrophie der Seetypen zu beachten (s. Tabelle 24), die keine See-Subtypen unterscheidet und an der sehr gut/gut –Grenze eine Trophie annimmt, die um 0,25 LAWA-Index-Einheiten höher (See-Typ 12 und Sub-Typ 10.1) oder tiefer (Typ 11.2) als beim Phyto-See-Index ohne DiProf liegt (vergl. Tabelle 1 und Tabelle 24).

Tabelle 24: Klassengrenzen für die Bewertung norddeutscher, glazial entstandener Seen mit dem Planktonmetric DI-PROF nach Schönfelder (2006).

Seetyp	Trophie im Referenzzustand	Bewertung mit Prädikat				
		sehr gut	gut	mäßig	unbefriedigend	schlecht
		bei aktuell vorhandenem DI-PROF im Bereich				
13	oligo – mesotroph	< 1,75	1,75...2,24	2,25...2,74	2,75...3,24	>3,24
10	mesotroph	< 2,25	2,25...2,74	2,75...3,24	3,25...3,74	> 3,74
14	stark mesotroph	< 2,50	2,50...2,99	3,00...3,49	3,50...3,99	> 3,99
11	stark mesotroph	< 2,50	2,50...2,99	3,00...3,49	3,50...3,99	> 3,99
12	eutroph	< 3,25	3,25...3,74	3,75...4,24	4,25...4,74	> 4,74



2.5 BIODIVERSITÄTS-METRIC NACH LEßMANN & NIXDORF (2009) FÜR SAURE BERGBAUSEEN

Die Ermittlung des höchsten und guten ökologischen Potentials erfolgt nach Leßmann & Nixdorf (2009) für die Bewertung saurer Bergbauseen anhand des Shannon-Index und mittels der Evenness als Hilfsgröße, ohne dass allerdings über den mäßigen Zustand hinaus gehend Grenzen festgelegt sind.

Allgemeine Voraussetzungen für die Anwendung des Biodiversitäts-Metrics zur Bestimmung des ökologischen Potentials sind nach Leßmann & Nixdorf (2009):

- pH-saure Seen (pH <6)
- auf Bergbauseen mit pH <3 vorerst nur eingeschränkt anwendbar
- stabile hydrologische und chemische Bedingungen
- Seetypisierung in Anlehnung an natürliche Seen mit dem Suffix "s". Im Phyto-See-Tool ab Version 5.1 sind 3 Subtypen ausgewiesen: 7s, 10.1s und 13s
- mehrjähriges Monitoring mindestens 4 Probenahmen pro Jahr

2.5.1 BERECHNUNG DES SHANNON-INDEX UND DER EVENNESS

Der in der Ökologie am häufigsten genutzte Diversitätsindex ist der Shannon-Index. Er berücksichtigt sowohl die Zahl der vorkommenden Arten als auch die Verteilung der Individuen bzw. der Biomasse auf die Gesamtheit. Der Shannon-Index H_s beschreibt den mittleren Grad der Ungewissheit, eine bestimmte Art unter allen Arten bei zufälliger Stichprobennahme anzutreffen.

Die Berechnungsformel für den Shannon-Index für die Anwendung im Biodiversitäts-Index hat als Messparameter neben der Gesamtzahl der Arten bzw. Gattungen (Taxa) immer das Biovolumen (nicht die Individuenzahlen) und lautet:

$$H_s = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i \quad \text{mit } p_i = \frac{n_i}{N}$$

S: Gesamtzahl der Taxa

N: Gesamtbiovolumen

n_i : Biovolumen der Art i

Der Wert von H_s steigt dabei sowohl mit steigender Artenzahl als auch mit zunehmender Gleichverteilung der Individuen bzw. der Biomasse unter den Arten. Kommt nur eine Art vor, ist $H_s = 0$. Der Maximalwert wird durch die Artenzahl bestimmt, da $H_{max} = \ln S$ ist.

Der zweite Biodiversitäts-Index Evenness (E_s) wird als Hilfsgröße berechnet.

Im Fall des Shannon-Index errechnet sich die Evenness nach:

$$E_s = \frac{H_s}{H_{max}} = \frac{H_s}{\ln S}$$

Nach Leßmann & Nixdorf (2009) erlaubt der Evenness-Wert eine Aussage darüber, ob der Wert des Shannon-Index aufgrund einer hohen Taxazahl oder durch die gleichmäßige Verteilung der Individuen bzw. der Biomasse



auf wenige Taxa zustande gekommen ist. Beim Evenness wird der Shannon-Index in Relation zum maximal möglichen Diversitätswert gesetzt, der sich bei gleicher Taxazahl, aber unter größtmöglicher Gleichverteilung der Taxa auf die Gesamtblumina ergeben würde. Das heißt, auch bei niedriger Artenzahl ist die Evenness hoch, wenn die vorkommenden Arten ähnlich häufig sind und nicht eine Art ein Massenvorkommen zeigt.

2.5.2 ABGRENZUNG VOM HÖCHSTEN UND GUTEN ÖKOLOGISCHEN POTENTIAL MIT BIODIVERSITÄTS-INDICES

Nach Tabelle 25 kann aus dem Parameterwert des Shannon-Index das Ergebnis des Biodiversitäts-Metrics für die Bewertung abgeleitet werden. Der Biodiversitäts-Index Evenness (Es) wird als Hilfsgröße berechnet und in der Bewertungsausgabe mit angegeben, im Bewertungswert des Biodiversitäts-Metric jedoch nicht mitberücksichtigt.

Tabelle 25: Untere Grenzwerte (Shannon-Index und Evenness) zwischen dem höchsten, guten und mäßigen ökologischen Potential für die ökologische Bewertung anhand der Phytoplanktonzönose.

Bewertungsgrenze	Shannon-Index Hs	Hilfsgröße Evenness Es
sehr gut / gut	1,5	0,6
gut / mäßig	1,0	0,4

Die Bewertung der Biomasse für saure Bergbauseen soll analog zu den Grenzen wie für die natürlichen Seen des gleichen Typs erfolgen, was eine geringfügige Modifikation gegenüber den Vorschlägen für die Biomasse in sauren Bergbauseen der Seetypen 7 und 13 von Leßmann & Nixdorf (2009) darstellt. Die Bewertungsparameter Chlorophyll a Saisonmittel und Maximalwert Chlorophyll a werden für saure Seen nicht verwendet (nur Hilfsgrößen), sondern nur das Gesamtbiovolumen des Phytoplanktons mit den Klassengrenzen wie für natürliche Seen der Typen 7, 10.1 und 13 (s. Tabelle 6). Die sauren Bergbauseen werden mit dem Suffix "s" (z.B. 13s) gekennzeichnet. Zur Information wird in der Exportdatei des PhytoSee-Tools eine Bewertung anhand des Chlorophyll a Saisonmittels und des Chlorophyll a-Maximalwerts ausgegeben.



2.6 BERECHNUNG DER GESAMTBEWERTUNG DES PSI (PHYTO-SEE-INDEX)

Der Phyto-See-Index beruht auf den Metrics "Biomasse", "Algenklassen" und "PTSI" und fakultativ auf Metric "Di-Prof" für natürliche Tieflandseen. Die Ergebnisse dieser Metrics sind in den verschiedenen Seetypen unterschiedlich geeignet, den ökologischen Zustand anhand des Phytoplanktons in Seen zu reflektieren. Basierend auf seetypspezifischen Regressionsanalysen zum trophischen Zustand der Seen (LAWA-Index 2014) erhalten die Indexwerte der Kenngrößen ein unterschiedliches Gewicht für die Gesamtbewertung.

Die Zusammenführung der Einzelergebnisse der Metrics zu einem Gesamtergebnis erfolgt durch gewichtete Mittelwertbildung, mit Ausnahme der sauren Bergbauseen. Die dafür notwendigen Gewichtungsfaktoren je nach Seetyp sind in Tabelle 26 aufgeführt.

Die Berechnung des Phyto-See-Index (PSI) erfolgt nach folgendem Schema:

- a) Multiplikation jedes Einzelmetrics mit dem Seetyp- und Kenngrößen-spezifischen Gewichtungsfaktor
- b) Aufsummierung aller Ergebnisse (= Zähler) und
- c) Division durch die Summe der verwendeten Gewichtungsfaktoren (= Nenner)
- d) Rundung des Ergebnisses auf zwei Dezimalstellen hinter dem Komma
- e) Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse nach WRRL anhand der Tabelle 3, wobei gilt: PSI-Werte zwischen 0,50 und 1,50 → "sehr gut", von 1,51–2,50 → "gut" usw.

Im Fall von sauren Bergbauseen werden die beiden Metrics "Biomasse" und "Biodiversität" nach dem "worst case"-Prinzip verschnitten, das heißt, dass die schlechteste der beiden Bewertungen gilt. Wenn die Diversität bei nur einer erfassten Art nicht berechnet werden kann, dann ist die Bewertung nicht verwendbar und in der PhytoSee-Ausgabe wird der gesamte Jahrgang nicht ausgegeben.

Beispiel: Für einen See des Typs 12 wurden folgende Bewertungswerte ermittelt:

Biomasse = 3,3; Algenklasse = 3; PTSI = 4,5. Die Berechnung des Phyto-See-Index (PSI) erfolgt dann folgendermaßen:

$$PSI = \frac{(3,3 \times 4 + 3 \times 3 + 4,5 \times 2)}{9} = 3,57$$

**Tabelle 26:** Gewichtungsfaktoren zur Ermittlung des deutschen Phyto-See-Index (PSI) aus den Metrics. Seetypen gemäß Tabelle 5.

See-Typ Nr.	G Biomasse	G Algenklasse	G PTSI	G DI-PROF	Biodiversität	Stand
1	1	1	1			02.02.2015
2	4	2	3			02.02.2015
3	4	3	3			02.02.2015
4	5	3	3			02.02.2015
5	3	2	3			03.12.2011
6.1	3	1	2			03.12.2011
6.2	3	1	2			03.12.2011
6.3	3	1	2			03.12.2011
7	3	2	3			03.12.2011
8	3	2	3			03.12.2011
9	3	2	3			03.12.2011
10.1	4	3	3	1		15.01.2013
10.1k	4	3	3			15.01.2013
10.1s	x				x	"worst case"
10.2	4	3	3	1		15.01.2013
10.2k	4	3	3			15.01.2013
11.1	4	3	2	2		15.01.2013
11.1k	4	3	2			15.01.2013
11.2	4	3	2	2		15.01.2013
11.2k	4	3	2			15.01.2013
12	4	3	2	2		15.01.2013
12k	4	3	2			15.01.2013
13	4	3	3	3		15.01.2013
13k	4	3	3			15.01.2013
13s	x				x	"worst case"
14	4	3	2	1		15.01.2013
14k	4	3	2			15.01.2013

2.6.1 MINDESTANFORDERUNGEN AN DIE EINGANGSDATEN ZUR GESICHERTEN BEWERTUNG MITTELS PSI

Eine Unterschreitung der bisher bekannten Anforderungen führt dazu, dass die Bewertung nach den Einzelkenngrößen oder die Gesamtbewertung mittels des PSI nicht erfolgen kann. Bei Ausfall der Bewertung von Einzelkenngrößen muss dem Gesamtbewertungsergebnis PSI ein entsprechender Warnhinweis beigefügt werden, der bei der Ableitung des Handlungsbedarfes für das Gewässer berücksichtigt werden muss (im Folgenden kurz "Warnhinweis"). Im Bewertungstool PhytoSee werden seit der Version 4.0 die Warnhinweise automatisch in folgenden Feldern der Exportdatei ausgegeben: Für ungültige Bewertungen im Feld "Gesamtbewertung verbal stufig", für eine abweichende Beprobung im Feld "Beprobung konform?" und für den Biomasse-Parameter Chlorophyll a im Feld "Warn_Chla".



Die gleichzeitige Unterschreitung mehrerer Anforderungen führt ebenfalls dazu, dass die Gesamtbewertung mittels des PSI ungültig ist (s. Fall e).

Die Anforderungen des PSI-Verfahrens sind nach dem bisherigen Wissensstand folgende:

- a) Bei Unterschreitung einer Beprobungszahl von 4 pro Jahr kann keinerlei Bewertung erfolgen. Es erfolgt auch keine Ausgabe(-zeile) für dieses Untersuchungsjahr im PhytoSee-Tool.
- b) Bei Unterschreitung der geforderten Beprobungszahl (6 Proben pro Jahr im Zeitraum zwischen März und November) um 1–2 Proben kann nur eine ungesicherte Bewertung erfolgen. Dies gilt insbesondere für die Zuordnung zum guten oder zum mäßigen Zustand. Der Warnhinweis lautet "Nur 4-5 Proben - Bewertung unsicher"!
- c) Die Anzahl der geforderten Indikatortaxa ist im PSI- Verfahren 4 Taxa im Jahresmittel. Bei Unterschreitung kann keine Bewertung mittels der Einzelkenngröße PTSI, und keine gesicherte Gesamtbewertung mit dem PSI, basierend auf den anderen beiden Metrics erfolgen. Der Warnhinweis lautet "Gesamtindex ohne PTSI Metrik ungültig"!
- d) Bei völligem Fehlen oder zu geringer Zahl von Chlorophyll a-Bestimmungen kann trotzdem eine Gesamtbewertung mittels des PSI vorgenommen werden. Der Biomasse-Metric basiert dann lediglich auf dem Gesamtbiovolumen des Phytoplanktons. Da sich die europäische Interkalibrierung der Kenngröße "Phytoplankton Biomasse" für die Tieflandseen (CB GIG) allein auf den Metric "Chlorophyll a" stützt, ist das Bewertungsergebnis des PSI ohne Chlorophyll a-Wertung jedoch nicht ausreichend für eine Zustandsmeldung an die EG. Der Warnhinweis lautet "zu wenige Chla-Werte < 4 - keine Bewertung" des Parameters!
- e) Bei Unterschreitung der geforderten Beprobungszahl in Kombination einer fehlenden Bewertung mittels des Einzelparameters Chlorophyll a-Saisonwert im Rahmen des Metrics Biomasse, kann kein gesichertes Gesamtergebnis mittels des PSI erfolgen. Das PSI-Ergebnis ist dann ungültig. Dieser Fall wird im PhytoSee-Tool nicht gesondert gekennzeichnet, ergibt sich aber aus der gleichzeitigen Ausgabe der beiden dazugehörigen Warnhinweise.



3 PHYTOSEE – DAS AUSWERTUNGSPROGRAMM ZUR BERECHNUNG DES PHYTO-SEE-INDEX

Für die Bewertung von Seen mittels Phytoplankton zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie sind umfangreiche Berechnungen mit den Untersuchungsdaten (hier Erhebungsdaten) anhand der Verfahrensanleitung durchzuführen, um die Gesamtbewertung nach dem Phyto-See-Index (PSI) zu erhalten. Das Auswertungsprogramm PhytoSee 6.0 ermöglicht die automatisierte Berechnung nach dem aktuellsten Verfahrensstand.

Seit PhytoSee 6.0 kann man an die Bewertung des Phytoplanktons mittels des Phyto-See-Index eine Klassifizierung von Grazing-Indizes für die dafür zusätzlich zu importierenden Zooplankton-Daten anschließen. Für den Import der Zooplanktondaten, der Grazing-Index-Berechnungen und dem Export dient das PhytoLoss Modul. Die Anleitung zur Verwendung des PhytoLoss-Moduls sowie die Verfahrensbeschreibung PhytoLoss sind in gesonderten Dokumenten dokumentiert (Deneke et al. 2015) und nicht Bestandteil des vorliegenden Kapitels.

Erstmals wurde in Mischke & Nixdorf (2008) die Software PhytoSee Version 2.0 in einer Anleitung beschrieben. Seither wurden die in Kapitel 1-3 beschriebenen Verfahrensänderungen und –erweiterungen des Phyto-See-Index durch fortgeführte Aktualisierungen des Auswertungstools PhytoSee begleitet (Mischke & Böhmer 2009, Mischke et al. 2015). Das Tool PhytoSee ermöglicht eine automatisierte Berechnung, so dass der Anwender sich überwiegend nur mit der Aufbereitung der Eingangsdaten beschäftigen muss. Die Excel-basierte Formatvorlage für die Eingangsdaten wurde in ihrer Anordnung der Felder seit 2008 nicht wesentlich verändert. Mit Hilfe hierarchisch aufgebauter Abfragen, die eine Seetyp-spezifische Berechnung der Bewertungswerte für die sechs bis acht Einzelkenngrößen gewährleisten, werden abschließend die Indices für die Metrics und der gewichtete Phyto-See-Index berechnet, und dieser gemeinsam mit den Zwischenergebnissen und den zugrunde liegenden Eingangsdaten in einer Export-Datei mit Felderläuterungen ausgegeben.

Im Programm sind alle bewertungsrelevanten Informationen enthalten:

- Die harmonisierte Taxaliste mit dem Identifikationscode HTL-ID (Mischke & Kusber 2009),
- die 6 verschiedenen PTSI-Indikatorlisten mit Taxa-spezifischen Trophiewerten und Stenökiefaktoren für rund 450 verschiedene Indikator taxa (s. Tabelle 33) und
- alle Faktoren und Konstanten der 186 Bewertungsfunktionen in der Access-Tabelle "Seen_Klassenmetrik" zur Indexberechnung der Einzelkenngrößen der Metrics im Phyto-See-Index.

Grundsätzlich ist es möglich, die Eingangsdaten direkt in die Eingangstabellen der PhytoSee- Datenbank einzutragen oder diese zu korrigieren. So können neue Messorte direkt in der Tabelle "Gewässername_SeeNr" eingetragen werden. Es empfiehlt sich jedoch, die Daten nach der hierfür bereitgestellten Formatvorlage in Microsoft Excel vorzubereiten, um keine Pflichtfelder für das PhytoSee-Tool zu übersehen.

Zusätzlich bietet das PhytoSee-Tool drei verschiedene Importhilfen, um die Daten vorzubereiten ("Aufsummierungshilfe" Kap. 3.2.3.1; Übersetzung von DV-kodierten Befunden Kap. 3.2.3.2; Erzeugung Proben- und Taxadaten bei DV-kodierten Befunden Kap. 3.2.3.3) .



3.1 TECHNISCHE VORAUSSETZUNGEN UND ALLGEMEINE HINWEISE ZUR BENUTZUNG

Das Programm PhytoSee ist nicht Plattform unabhängig. Für die Benutzung des Auswertungsprogrammes PhytoSee ist das Microsoft Programm Access©, ab Version 2000 erforderlich. Die Funktionalität des Programmes PhytoSee 6.0 wurde bis Version Microsoft 2010 mit dem Betriebssystem XP getestet. Allgemein stehen alle Funktionen des Microsoft Programms Access© zur Verfügung, deren Benutzung im entsprechenden Handbuch zum Access-Programm von Microsoft erläutert wird.

Achtung: Alle PhytoSee-Programmversionen laufen nicht auf 64-bit-System-Programmen. Es ist geplant, im Jahr 2015 eine zusätzliche Programmversion für 64-bit-Systeme zur Verfügung zu stellen.

Das zurzeit aktuelle Programm lautet **PhytoSee_6_0_PhytoLoss_1_2_Format2003_09012015.mdb**.

Bitte beachten: Die Version PhytoSee 5.1 (vom 02.01.2014) und PhytoSee 6.0 (vom 11.12.2014) enthielten beide einen Berechnungsfehler, der die Monatsauswahl im Algenklassenmetrik für die Periode "Juli-Oktober" betraf (s. Begleitbrief zur aktuellen Programmversion). Diese Programmversionen sollen nicht weiterbenutzt werden.

Im Folgenden werden die aktuelle PhytoSee-Version und die nachfolgenden Aktualisierungen kurz PhytoSee_XY.mdb genannt. Sie sind kostenlos und mit offenem Quellcode auf Anfrage und unter folgender Internet-Adresse in der Rubrik "Sonstiges" als Download in einer ZIP-Datei erhältlich:

http://www.gewaesser-bewertung.de/index.php?article_id=163&clang=0

und zusätzlich unter Rubrik "Bewertungsdatenbanken" : <http://www.igb-berlin.de/datenbanken.html>

Das Programm PhytoSee ist nicht einzeln herunterzuladen, sondern es ist zusammen mit den umfangreichen erforderlichen Begleitdokumenten in einem ZIP-Dateiordner verfügbar:

"PhytoSee_vs_6.0korrrg.zip" (z.Zt. aktuellste Version; Online-Version 27.01.2015)

Der zur jeweiligen Programmversion zum Bewertungsprogramm PhytoSee beigelegte Begleitbrief dient

- a) zur Übersicht über die erfolgten bewertungsrelevanten und anwendungsverbessernden Änderungen gegenüber der Vorgängerversion
- b) und listet alle Begleitdokumente auf (z.B. Exceldatei "Formatvorlage_PhytoSee").

Das Programm PhytoSee_XY.mdb ist eine geschützte Software und darf nicht zu kommerziellen Zwecken nachprogrammiert werden. Es ist so konzipiert, dass es als Datenbank für die erhobenen Phytoplankton- und Begleitdaten genutzt werden kann. Es garantiert eine platz sparende Aufbewahrung von großen Datenmengen und ermöglicht das Anlegen von selbst definierten Abfragen zu eigenen Zwecken. Im Wesentlichen ist die Datei PhytoSee_XY.mdb jedoch eine vorbereitete Access-Datenbank, die zum Einfügen der Erhebungsdaten vorgegebene Tabellen bereithält und danach automatisch die Berechnungen für den Phyto-See-Index durchführt.

Als Vorbereitung für die Ausführung muss das Auswertungsprogramm PhytoSee_XY.mdb aus der bereitgestellten ZIP-Datei mit zusätzlichen Informationen in einen Datei-Ordner des eigenen Rechners extrahiert werden.

Um zu testen, ob das PhytoSee-Tool mit der am eigenen Computer installierten Access-Programmversion kompatibel ist, sollte nach Öffnen der Datei zu Beginn das Button "Bewertungsergebnisse SEEN - Messstellen" auf der



Startseite angeklickt werden. Ist die Access-Version mit PhytoSee_XY.mdb kompatibel, so erscheint je nach Datenmenge nach wenigen Sekunden oder Minuten eine Tabelle mit den Bewertungsergebnissen für die vorhandenen Beispieldaten. Erscheint diese Tabelle nicht, sollte man die Microsoft Access Version 2010 verwenden.

Die Beispieldaten enthalten mindestens von jedem Seesubtyp der Phytoplanktonbewertung Eingangsdaten eines Untersuchungsjahrs und dienen als Testdatensatz zur Überprüfung, falls die Programmschritte mit einer anderen Plattform nachprogrammiert werden.

Um eine Verwechslung mit der Download-Datenbank und mit den Beispieldaten zu vermeiden, ist es empfehlenswert, das aus dem ZIP-Ordner extrahierte Datenbankmuster mit einem eigenen Dateinamen umzubenennen. Dies kann über eine übliche Ordner-Dateiname-Funktion erfolgen.

Im Folgenden werden einige allgemeine Hinweise für die Benutzung von Access-Microsoft-Datenbanken gegeben, für deren Vollständigkeit und für deren Funktionalität hier keine Haftung übernommen wird (es wird die Benutzung der originalen Programmhilfe von Microsoft empfohlen), deren Kenntnis aber die Voraussetzung für die Anwendung des Tools PhytoSee_XY ist.

3.1.1 LÖSCHEN UND ANFÜGEN VON DATEN IN ACCESS-TABELLEN

Nach dem Funktionstest (s.o.) können die im Datenbankmuster enthaltenen Beispieldaten in den Tabellen "Taxon_BV_Seen" und "Probandaten_Seen" gelöscht werden. Das Löschen erfolgt in Access nach Öffnen der gleichnamigen Tabelle mit dem Cursor durch Markierung der zu löschenden Tabellenzeile am äußersten linken Rand der Tabelle (grauer Rahmen), bzw. für die Markierung mehrerer Zeilen durch gleichzeitiges Drücken der Hochstelltaste, und danach durch den Access-Befehl "Datensatz löschen". Es bleibt eine leere Tabelle übrig, die in ihren Feldeigenschaften vordefiniert ist.

Das Anfügen von Excel-Daten an eine Access-Tabelle kann über die Zwischenablage erfolgen:

- 1.) Kopieren des einzufügenden Wertebereichs (ohne die Spaltenüberschriften!) aus einer vor-formatierten Excel-Tabelle in die Zwischenablage,
- 2.) Öffnen des Access-Programmes und der entsprechenden Tabelle in Access durch Doppelklick und
- 3.) Einfügen mit dem Access-Befehl "Start - Einfügen - Am Ende anfügen".

Voraussetzung dafür ist, dass die Anordnung (Reihenfolge) und die Feldeigenschaften hinsichtlich Text oder Zahl (s. nächstes Kapitel) in der Excel- und in der Access-Tabelle in gleicher Weise definiert sind. Um dies zu gewährleisten, sollte die mitgelieferte Formatvorlage_PhytoSee.xls für die Datenvorbereitung genutzt werden.

Die regulären, obligaten drei Eingangstabellen können über die vorbereitete Importfunktion (Button "Dateiimport"), unterstützt und geleitet durch Benutzerhinweise, in das PhytoSee-Tool schrittweise importiert werden (s. Kapitel 3.3), sodass das oben beschriebene Kopieren über die Zwischenablage nicht nötig ist.

Allerdings ist es für die Benutzung der drei zusätzlich nutzbaren Importhilfen nötig, das Anfügen von Daten in der oben beschriebenen Weise vorzunehmen. (In die Zwischenablage kopierte Excel-Daten an die gleichnamigen Access-Tabellen anfügen).

Fügt man Daten an eine Access-Tabelle an, ist kein gesondertes Abspeichern der PhytoSee_XY.mdb erforderlich, vielmehr erfolgt in Access unverzüglich nach jedem Verlassen des Cursors aus einem Feld oder nach dem Ausführen einer Anfügeabfrage das Abspeichern automatisch.



Damit sich die Dateigröße der Datenbank (xy.mdb) nicht durch zwischengespeicherte, aber nicht mehr benötigte Inhalte vergrößert, ist es sinnvoll, von Zeit zu Zeit den Befehl "Datenbank komprimieren und reparieren" aus dem Register Datenbank-Dienstprogramme aufzurufen.

3.1.2 UNTERSCHIEDUNG VON FELDEIGENSCHAFTEN

Eine Datenbank erfordert unter anderem, dass vordefiniert wird, ob Einträge in einem Feld (Spalte) als Text (z.B. Seename), als Zahl (z.B. numerischer Wert einer Messung wie Chlorophyll a-Konzentration) oder als Ja/Nein-Feld eingetragen werden. Die Eingangsdaten müssen in Excel in gleichem Format und wie in der zum Programm gehörenden Formatvorlage gefordert wird, vorbereitet werden (s. Tabelle 27). Die Parameterdaten für Chlorophyll a, Sichttiefe oder Gesamtphosphor müssen z.B. numerische Zahlen sein, wenn sie in die Eingangstabelle "Proben-daten_Seen" eingetragen werden. Ein numerisches Feld kann als "Standard-Zahl" oder als "Dezimalzahl" mit einer festen Anzahl an Stellen hinter dem Komma definiert sein. Hingegen haben als "Standard" formatierte Zellen kein bestimmtes Zahlenformat. Um jeglichen Datenverlust beim Datentransfer zwischen Excel- und Access-Tabellen zu vermeiden, ist es notwendig, dass die numerischen Felder in Excel als "Standard" formatiert sind.

In numerischen Feldern können grundsätzlich keine Sonderzeichen wie < und > als Zahlen gelesen werden. Auch wenn nur eine einzelne Zelle einer Spalte als TEXT formatiert ist, kommt es zu Importproblemen. Für die Umwandlung von Parameterwerten, die kleiner als die Nachweisgrenze der Methode sind, werden die Werte üblicherweise mit dem halben Wert der Nachweisgrenze angegeben. In Feldnamen (Spaltenüberschriften) sind keine Sonderzeichen erlaubt: z.B. hochgestellte Zahlen oder Klammerzeichen oder &-Zeichen.

Es können keine Formatierungen des Zahlenformats (z.B. Runden auf eine Stelle hinter dem Komma) aus Access-Tabellen durch die Exportroutine nach Excel übertragen werden, so dass für die Export-Ausgabe die Anzahl an Dezimalstellen für die berechneten Index-Werte nicht festgelegt werden kann.

Hinweis für Einträge von Zahlen in ansonsten als Textfeld definierten Feldern (z.B. Feld "Seen Subtyp"): das Excel-Programm führt eine automatische Felderkennung neuer Einträge durch, die unerwünscht sind. Falls z.B. eine "13" für den Seetyp 13 in der Datenvorbereitung in Excel eingetragen wird, muss die numerische Formatierung, die durch Excel automatisch durchgeführt wird, "überlistet" werden: Durch den Excel-Befehl "Format" >> "Zellen" >> "Text" wird die Zahl und alle markierten Felder als "Text" behandelt. Ein weiterer Fehler, der durch die automatische Felderkennung entsteht, ist dass der Eintrag "11.1" für den Seetyp 11.1 von Excel als "Datumfeld" erkannt wird, sofern das Feld zuvor nicht als "Text" formatiert ist.

3.1.3 PRIMÄRSCHLÜSSEL UND DEREN HIERARCHISCHE STRUKTUR IM PHYTOSEE-TOOL

In Datenbanken sollten Tabellen mit einem Primärschlüssel versehen sein, der eindeutig jeder Zeile einer Tabelle zugewiesen ist (keine Mehrfachnennungen in der Primärtabelle möglich). Zu einem Primärschlüssel einer Tabellen können noch weitere Tabellen verknüpft sein, indem auch sie den Primärschlüssel enthalten. Damit alle verknüpften Tabellen ausschließlich gemeinsame Primärschlüssel enthalten (mit referentieller Integrität) ist es nützlich, wenn die Neueinträge in die verknüpften Tabellen nach einem hierarchischen Prinzip erfolgen. So ist es auch im PhytoSee-Tool vorgesehen (s. Abbildung 1).

Im PhytoSee-Tool muss zuerst der Messort kodiert werden, danach die Probennummer mit den Proben-daten und als letztes die taxonomischen Befunde für die Arten des Phytoplanktons eingetragen werden. Fehlt der Messort in der Access-Tabelle "Gewässername_SeeNr", wird der Import der Proben-daten verweigert. Fehlt die Probennummer



(LaufNr) in der Liste "Probendaten_Seen", wird der Import der Taxabefunde in Tabelle "Taxon_BV_Seen" verweigert. Weiterhin ist der Bezug zur Taxaliste über das Feld "ID" erforderlich. Weiterhin muss ein numerischer Wert in das Feld "Biovolumen mm³/l" eingetragen sein.

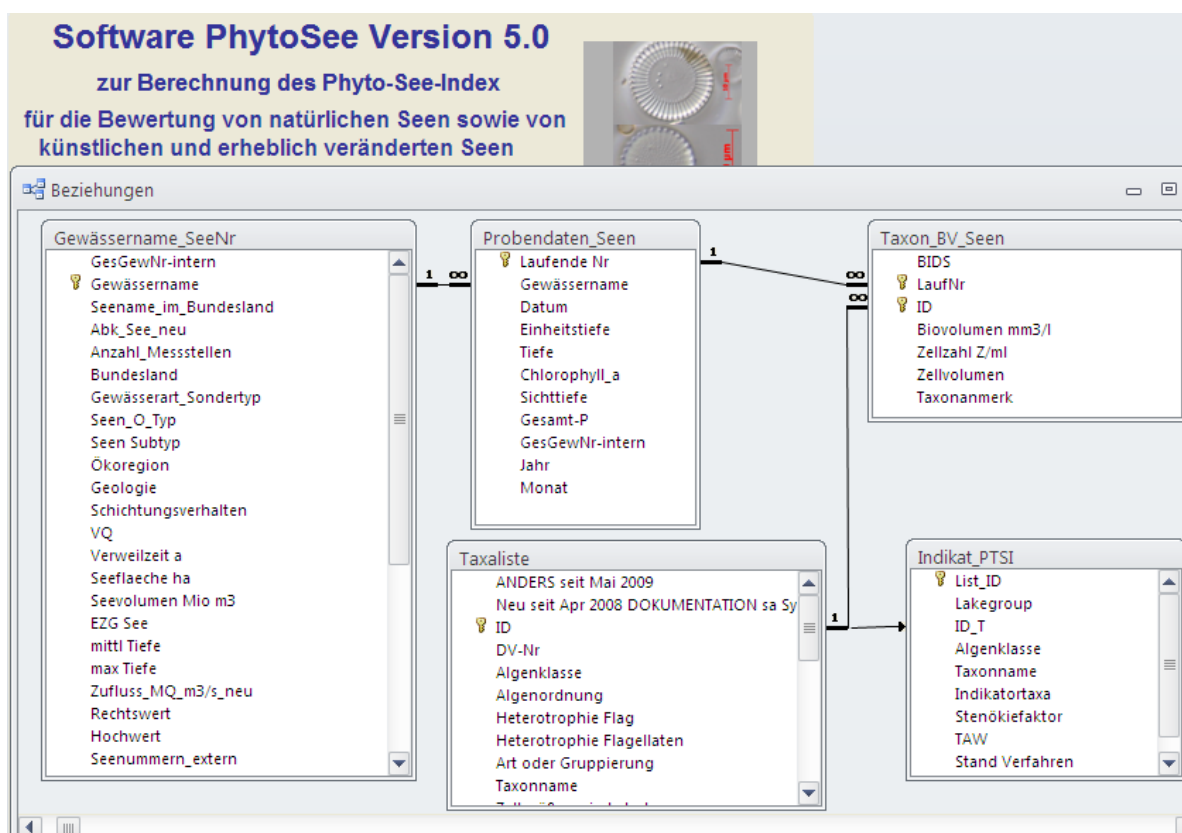
In allen o.g. Fällen erfolgt eine automatische Fehlermeldung auf Schlüsselverletzung.

Bei Primärschlüsseln: *"Der Datensatz kann nicht hinzugefügt oder geändert werden, da ein Datensatz in der Tabelle "XY" in Beziehung stehen muss"*

Bei Feldern für die die Eingabe erforderlich ist: *"Sie müssen einen Wert in das Feld "XY" eingeben"*

Felder für Primärschlüssel und für weitere Felder, für die eine Eingabe als erforderlich vordefiniert wurde, sind Pflichtfelder im PhytoSee-Tool.

Abbildung 1: Die Eingangstabellen in PhytoSee_XY.mdb mit ihren Verknüpfungsfeldern untereinander und zu der harmonisierten Taxaliste und der Indikatorliste des PTSI. Diese Anordnung gilt auch für PhytoSee 6.0.



3.2 TABELLARISCHE ANORDNUNG DER ERHEBUNGSDATEN IN EINER FORMATVORLAGE

Als Erhebungsdaten gelten a) die Zuordnung des Untersuchungsgewässers zu einem Seetyp (s. Kapitel 1.2.4), b) die Chlorophyll a-Konzentration nach DIN, und c) die Biovolumina der einzelnen Taxa des Phytoplanktons an mindestens 6 Terminen pro Jahr.

Die Erhebungsdaten müssen vor dem Import entsprechend einer Excel-basierten Formatvorlage angeordnet werden. Die Erhebungsdaten werden in drei Tabellen gelistet, den so genannten Eingangstabellen. Pflichtfelder sind ein Messstellen-Identifikationscode, der Messstellenname und die Zuordnung zu einem Seetyp für die Phytoplankton-Bewertung, die über den Messstellenname und Messstellen-Identifikationscode verknüpfte Probenliste muss



neben der Probennummer das Datum der Beprobung und die Chlorophyll a-Konzentration enthalten und die Taxa-Befunde benötigen deren Probennummer, den Taxa-Identifikationscode und das Taxabiovolumen. Fakultativ können weitere Einträge in die nicht pflichtmäßig erforderlichen Felder der Formatvorlage eingegeben werden, die die Interpretation der Bewertung mittels des Phyto-See-Index erleichtern. Dazu gehören die Gesamtposphorkonzentrationen und die Secchi-Sichttiefe. Seen mit speziellen Bedingungen oder die einem Sondertyp angehören (z.B. Talsperre), sollten im Feld "Gewässerart_Sondertyp" informativ gekennzeichnet werden (s. Kap. 1.2.4.1).

Die Einträge in den Feldern für die Primärschlüssel müssen für einen zusammengehörigen Datensatz (Probe) in allen Tabellen in gleicher Weise erfolgen. Der Datentyp und die Herkunft der Einträge für die Pflichtdaten in den drei Eingangstabellen sind in Tabelle 27 erläutert.

Tabelle 27: Die Pflichtfelder zur Berechnung des Phyto-See-Index.

Name des Pflichtfeldes	Erläuterung
Gewässername	Textfeld: Inhalt benutzerdefiniert; Entspricht Messstellename. Inhalt muss im entsprechenden Feld in den Eingangstabellen "Gewässername_SeeNr" und "Probandaten_Seen" identisch sein
Seen Subtyp	Textfeld: Die für den Phyto-See-Index definierten Phytoplankton-Seetypen müssen einem der Kürzel (1. Spalte) aus Tabelle 4 zugeordnet sein. 1, 2, 3, 4, 5, 6.1, 6.2, 6.3, 7, 8, 9, 10.1, 10.2, 11.1, 11.2, 12, 13, 14 AWB und HMWB-Seen und Sondertypen im Norddeutschen Tiefland erhalten hinter der Seetypnummer das Suffix "k" z.B. 10.1k Saure Bergbauseen erhalten hinter der Seetypnummer das Suffix "s"
GesGewNr-intern	Textfeld: Inhalt benutzerdefiniert; Entspricht Code für die Messstelle; Inhalt muss im entsprechenden Feld in den Eingangstabellen "Gewässername_SeeNr" und "Probandaten_Seen" identisch sein
GewässernameWB*	Textfeld: Inhalt benutzerdefiniert; Entspricht Seename oder Name des ausgewiesenen Wasserkörpers nach EU-WRRL. Repräsentiert die Messstelle, die unter Gewässername eingetragen ist, den gesamten See, kann für GewässernameWB der Eintrag aus Gewässername übernommen werden
GesGewNr-internWB*	Textfeld: Inhalt benutzerdefiniert; Entspricht Code für den gesamten See oder für den Code des ausgewiesenen Wasserkörpers
Auswahl	Ja / Nein-Feld: Muss für Index- Berechnung als "WAHR" aktiviert sein
Laufende Nr = LaufNr	Zahlenformat (Standard-Wert): Dies ist eine Probennummer zur Kennzeichnung der Probe und wird vom Benutzer definiert: Sie kodiert Gewässername plus Datum plus ggf. Entnahmetiefe
Datum; "Jahr"; "Monat"	Datumsformat: TT.MM.JJJJ oder ähnliche. Inhalt wird vom Benutzer definiert aus dem Datum der Probenahme. Daraus abgeleitet: Pflichtfelder "Monat" und "Jahr"
Chlorophyll_a	Zahlenformat (Standard-Wert): Konzentration von Chlorophyll a ($\mu\text{g/l}$) gemessen nach DIN (Phaeophytin a korrigiert) je Beprobungstermin
ID	Zahlenformat (ganze Zahl): Kennnummer der Taxa nach der harmonisierten Taxaliste des Phytoplanktons (s. Mischke & Kusber Mai 2009)
Biovolumen mm^3/l	Zahlenformat (Standard-Wert oder 9 Stellen hinter dem Komma): Mikroskopisch ermitteltes Biovolumen der Art oder des Taxon ($\text{mm}^3/\text{l} = \text{cm}^3/\text{m}^3$) berechnet aus Zellzahl/ ml und mittlerem Zellvolumen des Taxons (s. Nixdorf et al. 2010)

*Nur relevant für eine gemittelte Bewertung von Seen (Ausgabe in S_Wasserkörper_Bewertung), die an mehreren Messstellen beprobt und bewertet wurden

Neu für die Formatvorlage ist seit der Beschreibung von Mischke & Nixdorf (2008):

- Das Arbeitsblatt "Seenjahr" wurde gelöscht, da nicht obligat,
- Neues Arbeitsblatt "DV_kodiert" für DV-kodierte Befunde nach Mauch et al. (2003) aktualisiert nach der Internet- Version DV-Code vom September 2011.



- Neues Arbeitsblatt "DV_kodiert_m_Probendaten" für DV-kodierte Befunde mit Probendaten zur automatischen Erzeugung von Probennummern.
- Die Anzahl der Felder (Spalten) wurde in der Tabelle "Probendaten_Seen" reduziert

Die Vorbereitung der Erhebungsdaten besteht darin, diese nach den Angaben in der Datei "Formatvorlage_Phyto-See_Auswertungsprogramm_02_03.xls" anzuordnen.

Die folgenden drei Eingangstabellen auf den gleichnamigen Arbeitsblättern der Excel-Datei sind zu füllen:

Gewässername_SeeNr: Pflichtfelder sind "GesGewNr-intern"; "Gewässername"; "Seen Subtyp"

Funktion der Tabelle: Zuordnung zu einem See(sub)typ, Zuordnung mehrere Messstellen ggf. zu einem Wasserkörper und Verknüpfung zu hydrologischen und morphometrischen Daten des Sees.

Taxon_BV_Seen: Pflichtfelder sind "LaufNr"; "ID"; "Biovolumen mm³/l"

Funktion der Tabelle: Zuordnung des ermittelten Taxabiovolumens zur Taxakodierung (ID) und zur Probennummer (Laufende Nr). Platzsparende Listung aller Befunde. Ausgabe der vereinheitlichten Taxanamen durch Verknüpfung zur Taxaliste in Export-Tabelle "Taxaliste_Roh". Im Fall von Zähllisten mit mehreren Größenklassen für ein Taxon (Mehrfachnennung) soll ersatzweise die Eingangstabelle "Aufsummierungshilfe" benutzt werden (s. w. u.).

Probendaten_Seen: Pflichtfelder sind "Laufende Nr"; "Gewässername"; "Datum"; "Chlorophyll_a"; "GesGewNr-intern"; "Jahr"; "Monat"

Funktion der Tabelle: Zuordnung einer Probennummer (Laufende Nr), dem Datum (Beprobungsdatum) und den Trophieparametern wie Chlorophyll a-, Gesamtposphorkonzentration, Sichttiefe sowie Entnahmetiefe.

Neben den in Tabelle 27 aufgeführten, und in der Formatvorlage gekennzeichneten Pflichtfeldern gibt es eine Reihe anderer Felder, die für die Berechnung nicht obligat sind. Solche Felder müssen als Spalte und in gleicher Anordnung wie in der Formatvorlage mindestens als leere Felder mitgeführt werden.

3.2.1 WIE LISTET MAN DIE EINGANGSTABELLE "GEWÄSSERNAME_SEENR"?

Es gibt für diese Tabelle fünf für die Berechnung wesentliche Pflichtfelder (s. Tabelle 27): "GesGewNr-intern"; "Seename"; "Seen Subtyp", "Auswahl" (als "WAHR" aktiviert) sowie die am Ende der Tabelle zu findenden Felder "GesGewNr-internWB"; "SeenameWB", die eine Zusammenfassung von mehreren Messstellen an einem Wasserkörper ermöglicht.

Der Einträge in den Feldern "GesGewNr-intern" und "Gewässername" müssen in Tabelle "Probendaten_Seen" identisch eingetragen werden und beziehen sich auf die Messstelle.

Das Feld "Seen Subtyp" muss entsprechend den durch das Verfahren definierten Bezeichnungen ausgefüllt werden (s. Tabelle 4). Das Suffix "k" (z.B. 13k) wird zur Seetyp-Kennzeichnung von künstlichen und erheblich veränderten Seen genutzt und das Suffix "s" (z.B. 13s) für die Kennzeichnung von sauren Bergbauseen. Das Feld muss als Textfeld formatiert sein.

Die Eingangstabelle "Gewässername_SeeNr" enthält eine große Anzahl an fakultativen Feldern zu der Seemorphometrie, Hydrologie, Landnutzung im Einzugsgebiet und zu den Gauss-Krüger-Koordinaten. Diese Felder können leer bleiben oder später direkt in der Access-Tabelle nachgetragen werden.

Der Eintrag im Feld "Bundesland" kann für eine Auswahl der Seen für den Export (Ausgabe) genutzt werden.

Falls das Untersuchungsgewässer ein Sondertyp ist, z.B. Talsperre, Marschengewässer oder Baggersee, muss auch ein Eintrag im Feld "Gewässerart-Sondertyp" gemacht werden.



3.2.2 WIE LISTET MAN DIE DATEN FÜR DIE EINGANGSTABELLE "PROBENDATEN_SEE"?

Die Probennummer kodiert jeden Eintrag in der Eingangstabelle "Probendaten" mit einer Probennummer (Laufende Nr) und fügt Angabe der Chlorophyll a-Konzentrationen, der Beprobungstiefe (Eu für Probe aus euphotischer Zone oder Epi für Epilimnionprobe) und weitere fakultative chemisch-physikalische Messgrößen hinzu (s. Beispiel in Tabelle 28). Die Probennummer darf nur einmal benutzt werden (keine Mehrfachnennungen möglich). Für das Pflichtfeld "Chlorophyll_a" muss es pro Untersuchungsjahr mindestens 4 Werte geben. Die entsprechende Probennummer wird in der Liste der Taxonbiovolumina des Phytoplanktons in der dritten Eingangstabelle "Taxon_BV_Seen" wiederholt.

Tabelle 28: Eingangstabelle "Probendaten" mit Beispiel.

Pflichtfeld	Pflichtfeld	Pflichtfeld			Pflichtfeld			Pflicht-feld	Pflicht-feld	Pflicht-feld
					µg/l	m	µg/l			
Standard-Zahl	Textfeld	Datumsfeld	Textfeld		Standard-Zahl	Standard-Zahl	Standard-Zahl	Textfeld	Standard-Zahl	Standard-Zahl
Laufende Nr	Gewässername	Datum	Einheitstiefe	Tiefe	Chlorophyll_a	Sichttiefe	Gesamt-P	GesGew-Nr-intern	Jahr	Monat
460001	Beutelsee	11.04.06	Eu		44	1,2	137	BRB3463	2006	4
460002	Beutelsee	30.05.06	Eu			1,8	118	BRB3463	2006	5
460003	Beutelsee	27.06.06	Eu		14,3	2	169	BRB3463	2006	6
460004	Beutelsee	25.07.06	Eu		23,9	1,6	111	BRB3463	2006	7
460005	Beutelsee	22.08.06	Eu		27,4	1	105	BRB3463	2006	8
460006	Beutelsee	26.10.06	Eu		4,4	3	218	BRB3463	2006	10

Die Felder "Gewässername" und Feld "GesGewNr-intern" dürfen hier mehrfach genannt werden und müssen genau gleich wie in der Tabelle "Gewässername_SeeNr" geschrieben werden.

Es muss ein Eintrag in den Feldern "Datum", "Monat" und "Jahr" für jede Probennummer vorhanden sein. Hinweis: Bei der Datenvorbereitung in Excel ist es möglich, die Felder "Monat" und "Jahr" automatisch aus dem Datumsfeld (z.B. im Feld D5) mit den folgende eingebauten Excel-Funktionen zu erzeugen: 1) in Feld Monat trage ein: +Monat(D5) und 2) in Feld Jahr trage ein: +Jahr(D5). Termine ganz am Anfang oder ganz am Ende des Monats können per Hand die Monatszahl des benachbarten Monats erhalten, falls der Benutzer dies aufgrund ungünstig verteilter Probentermine für nötig hält. Dies kann zum Beispiel erforderlich sein, wenn für einen Monat 2 Termine vorliegen, nicht aber für den benachbarten Monat.

Der Eintrag der Chlorophyll a-Konzentrationen für die Probentermine ist erforderlich. Allerdings wird auch ohne Chlorophyll a-Einträge der Biomasse-Index allein auf Basis des Gesamtbiovolumens des Phytoplanktons im PhytoSee-Tool berechnet, und ein entsprechender Warnhinweis ausgegeben.

Ein Primärschlüssel verhindert, dass Probentermine mehrfach importiert werden. Es wird ein erneuter Import bereits vorhandene Einträge unter der gleichen Laufenden Nummer (Probennummer) blockiert und eine Fehlermeldung ausgegeben, dass für einen Teil oder für alle Datensätzen eine Schlüsselverletzung vorliegt und diese deshalb nicht angefügt werden können.



Eine solche Schlüsselverletzung kann entweder daher rühren, dass zuvor bereits für andere Proben die gleiche Laufende Nummer vergeben wurde, oder, dass zuvor ein (un-)vollständiger Datenimport des gleichen Datenpaketes versucht wurde. In beiden Fällen muss der Sachverhalt geprüft werden, und es müssen andere Probennummern ("Laufende Nr") vom Benutzer für die Probentermine vergeben werden. Dabei ist darauf zu achten, dass die "Laufende Nr" die gleiche Probe wie in der Tabelle "Taxon_BV_Seen" bezeichnet.

3.2.3 WIE LISTET MAN DIE DATEN FÜR DIE EINGANGSTABELLE "TAXON_BV_SEEN" ODER ALTERNATIV FÜR DIE "AUFSUMMIERUNGSHILFE"?

Folgt man den Methodenvorgaben für Probenahme und Analyse, erhält man je Probetermin eine Liste der quantitativ erfassten Werte der Taxonbiovolumina (in mm³/l) von mindestens 15–20 Taxa des Phytoplanktons. Jeder Eintrag in dieser Liste wird mit zwei verschiedenen Verschlüsselungsnummern (kurz Codes) versehen: Erstens dem Taxa-Code (ID) und zweitens mit der Probennummer (LaufNr), entsprechend der Probe aus Tabelle "Proben-daten_Seen".

Zuordnung zum Taxa-Code

Alle gelisteten Taxa werden nach den Vorgaben in der harmonisierten Taxaliste (HTL nach Mischke & Kusber 2009) einem bestimmten Taxa-Code, der ID, durch den Anwender zugeordnet. Diese Taxa-ID stellt ein Verschlüsselungssystem für die Taxonnamen dar, die man anhand der vorgegebenen Identifikationswerke (s. Spalte Identifikationswerk in der HTL) identifiziert hat. Durch die Taxa-ID, die ein zu verwendendes Bestimmungswerk zur taxonomischen Identifikation vorgeschlagen ist, werden jedem Taxon ein einheitlicher akzeptierter Taxonname, zugeordnet. Daneben werden viele weitere Informationen gegeben, wie z.B. der Autor und das Jahr der Erstbeschreibung, die Zugehörigkeit zu einem taxonomischen System (Klasse, Ordnung, Gattung) sowie zu den Indikatorlisten des Bewertungssystems (s. Tabelle 31).

Fakultativ sind die Felder "Taxonanmerk", "Zellzahl (Zellen/ml)" und das spezifische "Zellvolumen". Die Spalte "BIDS" bleibt leer, wird zum Import jedoch mit in die Zwischenablage kopiert und automatisch vom Programm PhytoSee ausgefüllt.

Tabelle 29: Eingangstabelle "Taxon_BV_Seen" mit den Feldnamen in der ersten Zeile, Hervorhebung der Pflichtfelder und Beispieldaten in der 4.–6. Zeile.

BIDS	LaufNr	ID	Biovolumen mm ³ /l	Zellzahl Z/ml	Zellvolumen	Taxonanmerk
leer	Wie in Tabelle "Proben-daten_Seen"	Taxon_ID (Zahl) aus Taxaliste (HTL)	Als "Standard" formatiert oder mit 9 Dezimalstellen	Daten müssen "Standard" formatiert sein	Daten müssen "Standard" formatiert sein	Abweichung vom Taxonnamen in Taxaliste eintragen
	Pflichtfeld	Pflichtfeld	Pflichtfeld			
	460001	55	0,628639371	889,16459	707	
	460001	222	0,476245864	284,32588	1675	
	460002	228	0,93119055	173,18031	5377	



Wurden die Taxonbefunde nach dem in vielen Bundesländern Deutschlands üblichen DV-Code der "Taxaliste der Gewässerorganismen Deutschlands" nach Mauch et al. (2003) und dies nach der aktualisierten Stand der Excel-Taxaliste vom September 2001, bietet das PhytoSee-Tool ab Version 5.0 eine Übersetzungstabelle, mit deren Hilfe die DV-kodierten Befunde automatisch den verfügbaren Taxa der HTL zugeordnet werden (s.u. Importhilfe "DV_kodiert").

Arbeitet man mit anderen Kodierungssystemen oder anderen Identifikationswerken (Bestimmungsschlüsseln) als in der HTL vorgesehen, ist der biologische Bearbeiter für die richtige Zuordnung von Artnamen, Erstautor und Jahr der Erstbeschreibung zuständig. Er erhält Hilfestellung durch die Synonymliste (Kusber 2009). Wird ein sicher identifiziertes Taxon nicht in der HTL gefunden, sollte zuerst in der Synonyme-Liste gesucht werden, ob abweichend vom Bestimmungswerk der akzeptierte Taxonnamen aktualisiert wurde, und deshalb in der HTL anders benannt ist.

Folgende Regeln sind bei der Zuordnung zur Taxon-ID zu beachten, wenn der ermittelte Artnamen nicht in der HTL aufgelistet ist:

Falls das Taxon nicht in der Synonymliste (Kusber 2009) gefunden wird, ist es der ID des nächst höheren taxonomischen Niveaus zuzugeordnet, d.h. eine nicht gelistete Art wird der Taxon-ID des Gattungsniveaus zugeordnet, eine nicht gelistete Gattung der Taxon-ID der entsprechenden Ordnung usw. Zugleich sollte in diesem Fall in Feld "Taxonanmerk" der originale Taxonname eingetragen werden.

Im Feld für Anmerkungen zum Taxonnamen, kurz "Taxonanmerk", werden die unsicheren Artbestimmungen sowie der Name neuer Arten vermerkt. Zum Beispiel wird aus *Aulacoseira cf. granulata* immer die Taxon-ID des Gattungsniveaus zugeordnet, aber im Feld Taxonanmerkung "Aulacoseira cf. granulata" notiert. Der Eintrag unter "Taxonanmerk" wird bei der Berechnung des Phyto-See-Index zwar komplett vernachlässigt, aber in der Export-Datei im Arbeitsblatt "Rohdaten" ausgegeben. Des Weiteren werden Einträge unter "Taxonanmerk" in zukünftigen Projekten zur Weiterentwicklung bzw. Erweiterung der HTL ausgewertet.

Zuordnung der Taxabefunde zur Probennummer (=Laufende Nummer)

Alle Probestermine des gleichen Messortes und der gleichen Gewässer-Identifikationsnummer müssen mit der gleichen Probennummer, der laufenden Nummer, kurz "LaufNr", versehen werden. Diesen Schritt müssen die Anwender selber vornehmen. Da pro Untersuchungsjahr mindestens 6 Beprobungen erforderlich sind, müssen auch mindestens 6 Laufende Nummern vergeben werden. Dies kann entweder dadurch geschehen, dass eine vorhandene numerische Nummer des Untersuchungslabors neben jeden Befund eines Taxonbiovolumens eingetragen wird, oder aber es werden eigene Nummern vergeben. In Bundesländern, in denen eine Kombination aus Messortnummer und Datum zur Identifikation der Probe dient, muss daraus mit Hilfe einer frei zu wählenden Berechnungsoperation eine eindeutige numerische Laufende Nummer erstellt werden. In der Eingangstabelle "Taxon_BV_Seen" ist eine Mehrfachnennung der gleichen Laufenden Nummer für alle Taxa an diesem Termin erforderlich. Hingegen ist eine Mehrfachnennung der Taxonkennung "ID" je Probe nicht gestattet. Deshalb wird der Import des jeweils zweiten, gleich kodierten Befundes im Programm PhytoSee verweigert. Die Befundelisten müssen dann mit der Aufsummierungshilfe vorbereitet und importiert werden.

Nachdem die Felder der Spalten "Taxon-ID", "LaufNr" und "Biovolumen mm³/l" für jedes Taxon ausgefüllt sind, sind die Pflichtfelder in der Eingangstabelle "Taxon_BV_Seen" erfüllt.



3.2.3.1 IMPORTHILFE "AUFSUMMIERUNGSHILFE"

Folgt man den mikroskopischen Auswertungsstrategie in Nixdorf et al. (2010), werden die größenvariablen Taxa in Größenklassen gezählt. Auf diese Weise entstehen in der Befundliste Mehrfachnennungen unter der gleichen Taxon-ID unter der gleichen Laufenden Nummer. Die Taxabiovolumina-Werte müssen für die Index-Berechnung im PhytoSee-Tool aufsummiert sein. Dazu kann man die Aufsummierungshilfe im Programm PhytoSee nutzen.

Tabelle 30: Eingangstabelle "Aufsummierungshilfe" bei Zählergebnissen in Größenklassen mit den Feldnamen in der ersten Zeile, zwei Beispielzeilen (3.-4. Zeile) und der Art der Zusammenfassung der Daten beim automatischen Anfügen an die Tabelle "Taxon_BV_Seen" (letzte Zeile).

Laufende Nr	T_ID	Biovolumen mm3/l	Zellzahl Z/ml	Zellvol µm3 bzw Trichombreite	Messeinheit nicht Zelle	BID	Taxon anmerkung
Wie in Tabelle "Proben-daten_Seen"	Taxon_ID (Zahl) aus Taxaliste (HTL)	als "Standard" formatiert oder mit 9 Dezimalstellen	Daten müssen "Standard" formatiert sein	Daten müssen "Standard" formatiert sein	leer	leer	Abweichung vom Taxonnamen in Taxaliste eintragen
Pflichtfeld	Pflichtfeld	Pflichtfeld					
460006	55	0,199595					<30µm
460006	55	0,555199					>30µm
Gruppierung	Gruppierung	Summe	Summe	Mittelwert			Erster Wert

Die Aufsummierungshilfe ist eine Eingangstabelle, die ersatzweise zu der Eingangstabelle "Taxon_BV_Seen" verwendet wird. Es ist hierfür nicht nötig, extra und ausschließlich nur die Befunde mit Mehrfachnennungen aus einem Datenpaket herauszusuchen, sondern es kann das gesamte Datenpaket (Befundliste mit allen Taxa-ID und Biovolumina kodiert mit Laufender Nummer) über die Aufsummierungshilfe importiert werden. Die Anordnung der Erhebungsdaten erfolgt nach den Angaben der Formatvorlage und wie in Tabelle 30 Eingangstabelle "Aufsummierungshilfe" und die Pflichtfelder sind wie bei Taxon_BV_Seen "Laufende Nr", Taxakennung = "ID" und "Biovolumen mm3/l".

- Die Daten werden im Datenbereich der Eingangstabelle "Aufsummierungshilfe" der Formatvorlage eingetragen.
- Der Datenbereich wird ohne die Spaltenüberschriften in die Zwischenablage einkopiert und mit dem Access-Befehl "Bearbeiten"/"Am Ende anfügen" angefügt an die geöffnete Access-Tabelle: "Rohdaten_Taxon_BV_mit_Groessenklassen"
- Wechsel der Access-Ansicht in die Ansicht "Abfragen": Ausführen der ABFRAGE "Aufsummierung_Rohdaten_Groessenklassen" durch Doppelklick auf den Anfragenamen.

Danach erscheinen im Programmfenster nachfolgend zwei Fragen, die mit "Ja" beantwortet werden müssen:

"Sie beabsichtigen, eine Anfügeabfrage auszuführen, die Daten in Ihrer Tabelle ändern wird."

"Sie beabsichtigen X-Zeilen anzufügen?"



Daraufhin werden die aufsummierten Taxonbiovolumina und alle weiteren erforderlichen Felder automatisch an die Eingangstabelle "Taxon_BV_Seen" angefügt. Für diesen Zweck werden nicht nur die Taxabiovolumina aufsummiert, sondern auch die anderen Felder gruppiert, aufsummiert, nur der erste Eintrag verwendet oder ein Mittelwert gebildet, wie in der untersten Zeile in Tabelle 29 für alle Felder spezifiziert ist.

Begründung für Ausschluss von Mehrfachlistungen: Die Bewertung nach Indikatorarten in der Kenngröße PTSI erfordert eine Umrechnung der Taxonbiovolumina (graduell) in 8 "Abundanzklassen" (s. Tabelle 21). Die Teilbiovolumina des gleichen Taxons (z.B. im Fall von Zählung in Größenklassen) würden jeweils einer anderen Abundanzklasse zugeordnet werden und dies ergibt im Mittel nicht die gleiche "Abundanzklasse" wie für den aufsummierten Wert des Biovolumens dieses Indikatortaxons.

3.2.3.2 IMPORTHILFE "DV-KODIERT"

Die Importhilfe "DV-kodiert" soll dann benutzt werden, wenn die Tabellen "Gewässername_SeeNr" und "Probanden" (mit Laufender Nr. und Chlorophyll a-Werten) bereits erstellt und importiert sind, und nur die Erstellung der Tabelle "Taxon_BV_Seen" benötigt wird. (Falls noch keine Tabelle "Probanden_Seen" erzeugt wurde, kann die Importhilfe "DV_kodiert_mit_Probanden" genutzt werden).

- a) Die Daten werden im Datenbereich der Eingangstabelle "DV-kodiert" der Formatvorlage eingetragen.
- b) Der Datenbereich wird ohne die Spaltenüberschriften in die Zwischenablage einkopiert, und mit dem Access-Befehl Bearbeiten/Am Ende anfügen in die Access-Tabelle: "Rohdaten_DV_kodiert" angefügt
- c) Wechsel der Access-Ansicht in die Ansicht "Abfragen": Ausführen der ABFRAGE "Anfügeanfrage_bei_Rohdaten_DV_kodiert" durch Doppelklick auf den Anfragenamen.

Danach erscheinen im Programmfenster nachfolgend zwei Fragen, die mit "Ja" beantwortet werden müssen:

"Sie beabsichtigen, eine Anfügeabfrage auszuführen, die Daten in Ihrer Tabelle ändern wird."

"Sie beabsichtigen X-Zeilen anzufügen?"

Dadurch werden die DV-kodierten Taxa einer Taxon-ID der harmonisierten Taxaliste automatisch zugeordnet und an die Accesstabelle "Taxon_BV_Seen" automatisch angefügt. Die Übersetzung erfolgt nach der Access-Tabelle "Translate_von_DV_Nr_nach_HTL".

Hinweis: Ein Anfügen von Taxa mit Mehrfachnennung (Größenklassen, etc.) ist nicht möglich, und erzeugt eine Fehlermeldung auf Schlüsselverletzung. In diesem Fall müssen die Taxonbiovolumina des gleichen Taxons und der gleichen Probe vorab vom Bearbeiter aufsummiert werden.



3.2.3.3 IMPORTHILFE "DV KODIERT MIT PROBENDATEN"

Benutzen Sie die Importhilfe "DV-kodiert_m_Probendaten", wenn Sie gleichzeitig die Tabelle "Probendaten_Seen" zusammen mit der Tabelle "Taxon_BV_Seen" aus Ihren DV-kodierten Daten erzeugen möchten. Der Eintrag der Pflichtfelder für das Gewässer muss allerdings für die Eingangstabelle Tabelle "Gewässername_SeNr" bereits erfolgt sein (ansonsten werden mit den folgenden Abfragen 0 Zeilen erzeugt).

- a) Die Daten werden im Datenbereich der Eingangstabelle "DV-kodiert_m_Probendaten" der Formatvorlage eingetragen.
- b) Der nach der Excel-Formatvorlage vorbereitete Datenbereich wird in die Zwischenablage einkopiert, und mit dem Access-Befehl Bearbeiten/Am Ende anfügen in die Access-Tabelle: "Rohdaten_DV_kodiert_mit_Probendaten" angefügt
- c) Wechsel der Access-Ansicht in die Ansicht "Abfragen": Ausführen der ABFRAGE "Anfueg_Probendaten_aus_TabRohdaten_DV_code_mit_Probedaten" durch Doppelklick auf den Anfragenamen.
- d) Anschließend ausführen der ABFRAGE "Anfueg_TAXA_bei_Rohdaten_DV_kodiert_mit_Probedaten" durch Doppelklick auf den Anfragenamen.

In Schritt c und d erscheinen im Programmfenster nachfolgend zwei Fragen, die mit "Ja" beantwortet werden müssen:

"Sie beabsichtigen, eine Anfügeabfrage auszuführen, die Daten in Ihrer Tabelle ändern wird."

"Sie beabsichtigen X-Zeilen anzufügen?"

Mit der Abfrage "Anfueg_Probendaten_aus_TabRohdaten_DV_code_mit_Probedaten" werden entweder die im Feld "ProbenNr_org_Zahl" eingetragenen Probennummern als "Laufende Nr" verwendet, oder bei fehlenden Eintrag oder bei Schlüsselverletzung, also bei Überschneidung der "ProbenNr_org_Zahl" mit einer bereits vergebenen Probennummer, wird eine neue "Laufende Nr" automatisch erzeugt. Dies geschieht durch Hinzuaddieren von 1 zur größten in der Tabelle Probendaten_Seen" vorhandenen Laufenden Nummer. Deshalb muss mindestens eine Probe mit einer "Laufenden Nr" in der Tabelle vorhanden sein (Beispieltabelle "Probendaten_Seen_leer").

Neben automatischen Zuordnung bzw. Erzeugung der Probennummer werden durch diese Abfrage auch die anderen Pflichtfelder der Access-Tabelle "Probendaten_Seen" ausgefüllt.

Mit der anschließenden Abfrage "Anfueg_TAXA_bei_Rohdaten_DV_kodiert_mit_Probedaten" werden die DV-kodierten Taxa einer Taxon-ID der harmonisierten Taxaliste automatisch zugeordnet und an die Accesstabelle "Taxon_BV_Seen" automatisch angefügt. Die Übersetzung erfolgt nach der Access-Tabelle "Translate_von_DV_Nr_nach_HTL". Die Probennummer wird aus dem Feld "Laufende Nr" aus der zuvor ausgefüllten Access-Tabelle "Probendaten_Seen" automatisch zu den Taxonbefunden zugeordnet bzw. übernommen.

Hinweis: Ein Anfügen von Taxa mit Mehrfachnennung (Größenklassen, etc.) ist nicht möglich, und erzeugt eine Fehlermeldung auf Schlüsselverletzung. In diesem Fall müssen die Taxa-Biovolumina des gleichen Taxons und der gleichen Probe vorab vom Bearbeiter aufsummiert werden.



3.3 IMPORT DER EXCEL-EINGANGSTABELLEN IN PHYTOSEE

Das Programm PhytoSee hat auf dem Startformular eine Importfunktion und ein entsprechendes Button mit der Beschriftung "Import Excel-Daten" für die Phytoplankton-Daten (s. Abbildung 2, Mitte). Die regulär gelisteten Taxabefunde (aufsummiert je Taxon und Probe sowie mit HTL-ID kodiert) können mit der Import-Button-Funktion in die Eingangstabellen des Access-Programmes importiert werden. Hiervon ausgenommen sind die drei, in den vorherigen Unterkapiteln beschriebenen Importhilfen.

Die Importfunktion gewährleistet, dass die eingangs beschriebene, hierarchische Verknüpfung der Eingangstabellen beim Import eingehalten wird. Die drei in der Excel-Datei "Formatvorlage.xls" vorbereiteten Eingangstabellen (je ein Arbeitsblatt) werden über den Button "Import Excel-Daten" von dem Access-Programm PhytoSee_XY.mdb schrittweise aufgerufen, hinsichtlich unzulässiger Mehrfachnennungen geprüft und anschließend importiert.

3.3.1 GEWÄSSERIMPORT

Button "Import Excel-Daten" auf dem Startformular von PhytoSee_XY.mdb drücken. Es erscheint:

Fenster: "1.Schritt: Gewässerimport – Wollen Sie Gewässerdaten importieren" - Hier mit "Ja" bestätigen und den Pfad für die Excel-Datei mit den vorbereiteten Eingangstabellen (Formatvorlage_Seen_XY.xls) in dem nun erscheinenden Fenster auswählen und durch Button "öffnen" aufrufen. Abschließend erscheint das Fenster "Gewässerimport abgeschlossen – Import erneut aufrufen für weitere Daten".

Abbildung 2: Ansicht Startformular in "PhytoSee_6_0_PhytoLoss_1_2_XY.mdb" mit Import- und Export-Button: Mitte für Phytoplankton und rechts für das Metazooplankton. Die im Programm integrierten Objekte sind über den Navigationsbereich aufzurufen und gruppiert nach den "Eingangstabellen", "Anfüge-Hilfen", "Bewertungsrelevante Tabellen fuer den Phyto-See-Index" und "nicht zugewiesene Objekte". Objekte und Gruppen des PhytoLoss-Moduls sind mit "PL_" gekennzeichnet.

Benutzerdefinierte Gruppen << <<
Favoriten <<
Eingangstabellen <<
Anfüge-Hilfen <<
Bewertungsrelevante Tabellen fuer den Phyto-See-Index <<
Infotabellen <<
PL_Backend <<
PL_Zoo_Biomasse <<
PL_Indizes <<
PL_Sommermittel <<
PL_Analyse <<
PL_Info <<
PL_Import <<
Nicht zugewiesene Objekte <<

Software PhytoSee Version 6.0

zur Berechnung des Phyto-See-Index
für die ökologische Bewertung von natürlichen,
künstlichen und erheblich veränderten Seen mittels
Phytoplankton in Deutschland nach EU-WRRL

Mischke, Böhmer, Riedmüller, Hoehn 2013
Geschützte Software - nur für den nicht-kommerziellen Gebrauch

Phyto-See-Index wie PhytoSee
5.1 vom 02.01.2014

++ Künstliche und erheblich veränderte
Seen nach Riedmüller und Hoehn 2011

++ Alle Kenngrößen angepasst an den
Trophie-Index nach LAWA (2013) und der
Referenztophie je Seentyp nach LAWA
RAKON Monitoring 2014 (AP II)

++ Übersetzungstabelle von DV-Code (Sept.
2011) nach HTL (Mai 2009)

Bewertung SAURE TAGEBAUSEEN nach
Leßmann u. Nixdorf (2009)

ZIP-Beilage: HANDBUCH PHYTO-SEE-INDEX: VERFAHRENSBESCHREIBUNG FÜR DIE BEWERTUNG VON SEEN
Entwurf nach Mischke u.a. (2013) und "Zooplankton_Datenebergabeformate_V1_1" inkl. Metazooplankton-Taxaliste

* Keine bewertungsrelevanten Änderungen des Phyto-See-Index gegenüber PhytoSee 5.1 // nur
a) Startlayout geändert und b) Kommentare, die sich aus der Auswertung des Zooplanktons ergeben,
(PhytoLoss-Modul, rechte Seite) zur Gesamtbewertung pro See und Jahr hinzugefügt

Import Excel-Daten
Phytoplankton

PSI - Export
Bewertungsergebnisse

Phyto-See-Index:
Bewertungsergebnisse
SEEN - Messstellen

Formatvorlage für Datenimport und
Taxakodierung Phytoplankton nach
HTL (Mai 2009) oder DV-Code (Sept.
2011) beachten

Metrik: Profundal-Diatomeen: Ausgabe
DiProf-Note (Schönfelder 06) nach
Eintrag in Tabelle "Bewertung_DL_Prof"

++ Ausgabe einer Bezeichnung der
Gewässer-Typen nach "Steckbriefe
der deutschen Seentypen" (Riedmüller
u.a. 2013)

PhytoLoss-Modul

Berechnung der
Grazing-Effekt-Stärke des
Metazooplanktons nach
Deneke, Maier und Mischke
Version 1.2 (31.10.2014)
Copyright (CC) BY-NC-SA

Foto: G. Maier

Daten-Import gemäß Datenübergabeformat
Zooplankton und Operative Taxaliste
Metazooplankton (OTL-MZ)

Bitte <Gewässername> wie in PhytoSee-
Tabelle "Gewässername_SeenN"
benutzen

PhytoLoss - Import
Zooplankton
Excel-Datei

PhytoLoss - Export
Ergebnisse und
Info-Daten als XLS

PhytoLoss - Export
Radardiagramme

PhytoLoss - Export
Zoo-Steckbrief
(Sommer)



3.3.2 PROBENIMPORT

Button "Import Excel-Daten" auf dem Startformular von PhytoSee_XY.mdb drücken. Es erscheint das

Fenster: "1.Schritt: Gewässerimport – Wollen Sie Gewässerdaten importieren" - Hier "Nein" drücken. Es erscheint das

Fenster: "2.Schritt: Probenimport – Wollen Sie Probendaten importieren" - Hier mit "Ja" bestätigen und den Pfad für die gewünschte Excel-Datei mit den vorbereiteten Eingangstabellen (Formatvorlage_Seen_XY.xls) in dem nun erscheinenden Fenster auswählen und durch Button "öffnen" aufrufen. Abschließend erscheint das Fenster "Probenimport abgeschlossen – Import erneut aufrufen für weitere Daten".

3.3.3 TAXADATEN-IMPORT

Button "Import Excel-Daten" auf dem Startformular von PhytoSee_XY.mdb drücken. Es erscheint das

Fenster: "1.Schritt: Gewässerimport – Wollen Sie Gewässerdaten importieren?" - Hier "Nein" drücken. Es erscheint das

Fenster: "2.Schritt: Probenimport – Wollen Sie Probendaten importieren?" - Hier "Nein" drücken. Es erscheint das

Fenster: "3.Schritt: Probenimport – Taxadaten importieren" - Hier mit "Ja" bestätigen und den Pfad für die gewünschte Excel-Datei mit den vorbereiteten Eingangstabellen (Formatvorlage_Seen_XY.xls) in dem nun erscheinenden Fenster auswählen und durch Button "öffnen" aufrufen. Abschließend erscheint das Fenster "Taxaimport abgeschlossen – Import erneut aufrufen für weitere Daten".

Bei allen drei Import- Schritten erscheinen Warn-Meldungen in einem Fenster, wenn unzulässige Mehrfachnennungen (Schlüsselverletzungen) auftreten, entweder wenn die zu importierenden Daten schon in der Datenbank vorhanden sind oder die Probennummer oder ein Taxa-ID für eine Probe bereits vergeben sind. Es werden auch Hinweise zur Fehlerbehebung gegeben (Abbildung 3).

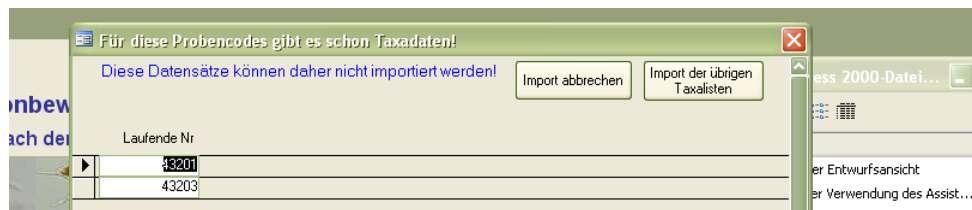
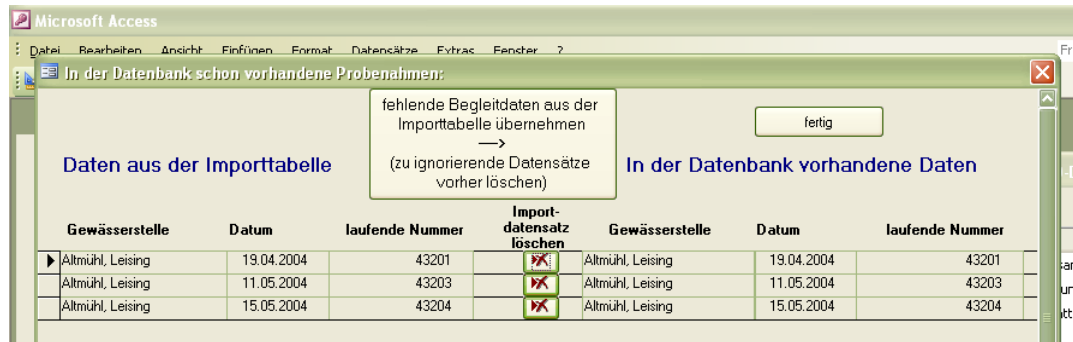
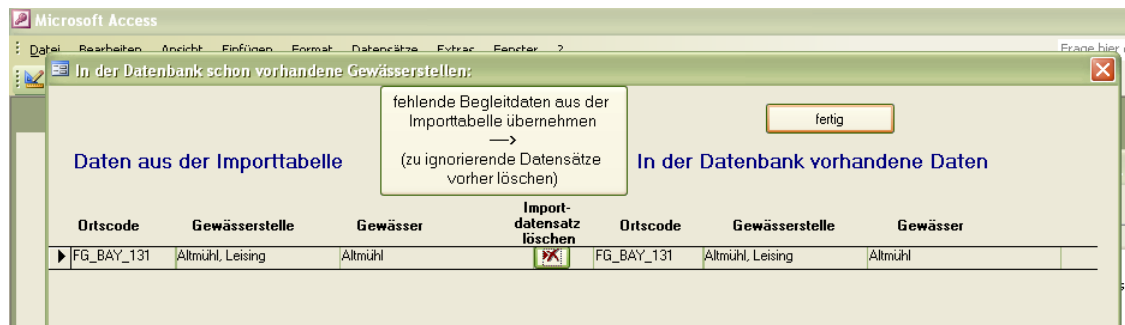
Die Importhilfe sucht nach gleichnamigen Arbeitsblatt-Namen und Spaltenkopf-Namen, wobei die tatsächliche Spaltenabfolge gleichgültig ist, aber die Namen in der Formatvorlage deshalb nicht verändert werden dürfen.

Alternativ zur Anwendung der Importhilfe ist im Kapitel 3.1.1 beschrieben, wie das Importieren der vorbereiteten drei Eingangstabellen auch ohne die Importfunktion funktioniert. Die in der Exceldatei vorbereiteten Datenbereiche werden kopiert und durch einen Anfüge-Befehl an die entsprechende und gleichnamige Access-Tabelle wie im Kapitel 3.1.1 und in der Formatvorlage beschrieben, angefügt.

Bei der manuellen Anfügung von Daten muss besonders auf die Anordnung der Spalten in der vorbereiteten Excel-Tabelle geachtet werden, die vollständig gleich zu der Tabellenansicht der gleichnamigen Tabelle in Access sein muss. Sollte die Anordnung der Spalten in der Accesstabelle in der Tabellenansicht anders sein, kann diese leicht an die Formatvorlage angepasst werden: Man verschiebt die Spalten entsprechend in Access. [Anmerk.: Die Spaltenanordnung in Tabelle "Gewässername_SeeNr" ist in PhytoSee 6.0 Version 26.01.2015 anders als in der Formatvorlage. Dies wird mit dem nächsten Update wieder an die Formatvorlage angepasst.]



Abbildung 3: Meldungen im Tool PhytoSee, wenn die zu importierenden Daten schon in der Datenbank vorhanden sind, um Mehrfachimport gleicher Daten zu verhindern.



3.3.4 LÖSCHEN VON UNVOLLSTÄNDIG IMPORTIERTEN DATENPAKETEN

Ein unvollständiger Datenimport muss vor Benutzung der Aufsummierungshilfe gelöscht werden. Demnach sollten alle Einträge (Zeilen) einer Probe in der Access-Eingangstabelle "Taxon_BV_Seen" zuvor gelöscht werden.

Für den Fall, dass vom selben Datenpaket (identifizierbar mittels Feld "LaufNr" und Link zu Probandaten) durch einen unvollständigen Datenimport bereits Taxa-(teil)biovolumina in der Access-Eingangstabelle Taxon_BV_Seen vorhanden sind, die eigentlich mit weiteren Biovolumina aufsummiert werden müssten, müssen diese unbedingt komplett gelöscht werden, bevor ein Neuimport durch die Aufsummierungshilfe vorgenommen wird.

Zum Löschen werden alle Zeilen dieses Datenpakets (identifiziert mittels der LaufNr) in der Access-Tabelle mit dem Cursor markiert und mit dem Access-Befehl "Bearbeiten; Datensatz löschen" das Löschen ausgeführt.



3.3.5 EINGABE DES EXTERN BERECHNETEN DiProf-INDEX IN DAS PHYTOSEE-TOOL

Für diesen Zweck wird die Eingangstabelle "DiProf" in der Formatvorlage_PhytoSee_XY.xls zur Datenvorbereitung genutzt. Nachdem in die Formatvorlagestabelle die Pflichtfelder eingetragen sind, wird je See-Nummer und Jahr die DiProf-Note je Zeile eingetragen, und an die Accesstabelle "Bewertung_di_Prof" manuell durch den Anfüge-Befehl angefügt. Die Access-Tabelle "Bewertung_di_Prof" befindet sich seit PhytoSe 6.0 Version in der Navigationsgruppe "Bewertungsrelevante Tabellen fuer den Phyto-See-Index".

Nach dem erfolgreichen Eintrag der DiProf-Note wird dieser Index für Tieflandsee automatisch in die Gesamtbewertung für den PhytoSee-Index gemäß der Gewichtungsfaktoren einberechnet. Eine Kontrolle erfolgt durch Anzeige der Access-Abfragetabelle "S_Gesamtbewertung_1" durch Anklicken Button "Bewertungsergebnisse Seen – Messstellen (s. Kapitel 4.4.1).

Die automatisierte Berechnung der fakultativen Bewertungskenngröße DI-PROF nach Schönfelder (in Mischke et al. 2008) kann nicht mit dem Programm PhytoSee erfolgen.

Dies kann mit der Software (DiProfBerech.mdb) verwendet werden, die auf Anfrage zur Verfügung gestellt wird. Da die Kodierung der Diatomeen nach der DV-Liste 2007 erfolgt, und diese seither eine starke Revision erfahren hat, kann die richtige nomenklatorische Zuordnung gemäß den Indikatorarten von DiProf nicht automatisiert, und nur durch Diatomeenspezialisten erfolgen.



3.4 BERECHNUNG DES PHYTO-SEE-INDEX UND BEWERTUNGSANGABE

3.4.1 PRÜFEN DER VOLLSTÄNDIGKEIT DER BEWERTUNGSERGEBNISSE INNERHALB DES PHYTOSEE-TOOLS

Um die Berechnung des Phyto-See-Index und aller Metrics auszuführen, muss auf dem Startformular von Phyto-See_xy.mdb der Button "Bewertungsergebnisse Seen - Messstellen" gedrückt werden, und die nun erscheinende Frage "Sollen alle Zwischenergebnisse neu durchgerechnet werden?" mit "Ja" beantwortet werden (anklicken). Die Antwort "Nein" ist nur dann sinnvoll, wenn sich die Datengrundlage nicht verändert hat, also zwischenzeitlich kein weiterer Datenimport erfolgt ist.

Es erscheint das blaue Infofenster "Berechnung läuft!" – und je nach Umfang der Daten und der Rechnerleistung dauert es mehrere Sekunden und bis mehreren Minuten bis die Access-Abfragetabelle "S_Gesamtbewertung_1" erscheint. Für jedes Untersuchungsjahr und jeweils für jeden Messort getrennt, wird eine Zeile mit dem Bewertungsergebnis, den erforderlichen Zusatzinformationen und ggf. mit Warnhinweisen (s. Kap. 2.6.1) ausgegeben. Die Tabelle "S_Gesamtbewertung_1" dient auch zur Kontrolle vor dem Exportieren der Ergebnisse, hinsichtlich der Vollständigkeit der gelisteten Untersuchungsjahre und Messorte.

Falls einige oder alle Untersuchungsjahre in der Liste der Tabelle "S_Gesamtbewertung_1" fehlen, sollten folgende Eingaben überprüft werden:

- 1) Wurde der Eintrag in den Feldern "Gewässername" und "GesGewNr-intern" identisch in den Eingangstabellen "GewässernameSeeNr" und "Probendaten_Seen" geschrieben?
- 2) Fehlen vielleicht die Einträge im Feld "GesGewNr-intern" der Eingangstabelle "Probendaten_Seen" für jeden Beprobungstermin oder andere Pflichtfelder?
- 3) Prüfe den Eintrag im Feld "Seen Subtyp" in der Eingangstabelle "Gewässername_SeeNr" auf Übereinstimmung mit einem der Kürzel aus Tabelle 4 auf Seite 10.
- 4) Wurde die erforderliche Anzahl von mindestens 4 Beprobungen im Zeitraum März bis November unterschritten? In diesem Fall wird kein PhytoSee-Index berechnet und keine Ergebniszeile ausgegeben.

Bei korrekter Eingabe aller Pflichtfelder erscheinen alle Untersuchungsjahre in der Ergebnistabelle "S_Gesamtbewertung_1".

Bitte beachten: Dem Eintrag des Feldes "Seen Subtyp" wird in der Ergebnis-Tabelle S_Gesamtbewertung automatisch die Anfangsbuchstaben "PP " für die Kennzeichnung der Biokomponente Phytoplankton hinzugefügt. Somit wird aus dem See- Subtyp 10.1 die Typ_Nr "PP 10.1".

Bei Bedarf kann die Access-Tabelle "S_Gesamtbewertung_1" direkt durch Cursor-Markierung im links obersten grauen Feld komplett in die Zwischenablage einkopiert werden und damit nach Excel exportiert werden.

3.4.2 AUSGABE DER BEWERTUNGSERGEBNISSE

Die reguläre Ausgabe der Bewertungsergebnisse in eine Excel-Datei erfolgt mit Erläuterungen für die Spaltennamen, indem der Button "Export Bewertungsergebnisse" im PhytoSee Startformular angeklickt wird. Es öffnet sich ein Fenster "Auswahl der Datensätze nach Bundesland" mit der Voreinstellung "alle". Wird dieser Eintrag durch



die Anfangsbuchstaben eines Bundeslandes vom Anwender überschrieben und mit "ok" bestätigt, findet eine entsprechende Auswahl für die Ausgabedatei statt. Danach erscheint das

Fenster "Speichern unter", indem automatisch ein Dateiname vorgeschlagen wird:

z.B. PhytoSee-Export_5.0_15-08-2013_12-41Uhr.xls

Nach der Auswahl des Speicherorts wird die Export-Datei dort abgespeichert. Da die Berechnungen erneut ausgeführt werden müssen, kann dies mehrere Sekunden bis Minuten dauern. Zur Info über die Wartezeit erscheint das Fenster "Berechnung läuft". Zur Bestätigung eines erfolgreichen Exportes erscheint das Fenster mit der Meldung: "Daten wurden unter – x Datei-Pfad – abgespeichert".

Die PhytoSee-Exportdatei enthält mehrere Arbeitsblätter und eine Vielzahl von Informationen. Eine Übersicht über die exportierten Ergebnisse findet sich in Tabelle 31. Es werden alle Feldüberschriften der Tabelle "Gesamtbewertung" auf dem Arbeitsblatt "Info" erläutert und zusätzlich die Programmversion angegeben.

Weiterhin werden einige Zwischenergebnisse der Einzelkenngrößenberechnung auf weiteren Arbeitsblättern der Exportdatei ausgegeben (s. Tabelle 31).

Tabelle 31: Erzeugte Excel-Arbeitsblätter in der Exportdatei vom PhytoSee-Tool.

Name des Arbeitsblattes	Neu?	Erläuterungen
Gesamtbewertung	erweitert seit PhytoSee 5.0	Phyto-See-Index je Messstelle und weiteres*
S_Wasserkörper_Bewertung	seit PhytoSee 4.0	Phyto-See-Index für den "Wasserkörper": ggf. Mittelwert der Phyto-See-Indices mehrerer Messstellen eines Sees oder –beckens*
S_BW_BV_AlgK	seit PhytoSee 2.0	Bewertung von Gesamtbiovolumen, Saisonmittel Chla und Max Chla sowie Einzelergebnisse der Algenklassenbewertung
S_Klassen_Saison_Kreuztabelle (in PhytoSee 5.0 noch "S_Bew_Klassen_alle")	anders in PhytoSee 5.1	Summierte Biovolumina und Prozentanteile der Algenklassen in den relevanten Bewertungszeiträumen und Gesamtbiovolumen.
S_PTSI_Tag	seit PhytoSee 2.0	Phytoplankton-Taxa-Seen-Index (PTSI) pro Tag berechnet. Beachte: Beim PTSI werden Untersuchungen aus Wintermonaten nicht ausgeschlossen
S_PTSI_Taxa_Roh	seit PhytoSee 2.0	Liste aller verwendeten Indikatorarten je Planktonprobe mit TAW- und Stenökiewert und ihre Taxabio volumina und deren Transformation in eine der 8 Abundanzklassen (s. Tab20) je Gewässer und Datum.
Taxa_Rohliste	seit PhytoSee 2.0 + Chl_a	Ausgabe der eingegebenen Taxabefunde mit Kodierung (ID) nach harmonisierter Taxaliste (s. Mischke & Kusber Mai 2009) und Probennummer, Seename, Chlorophyll a-Konzentration und Datum. Größenklassen einer Art je Ort und Datum sind aufsummiert
DV_Taxa_Uebersetzung_Import	neu	Dokumentation DV_Nr und gelieferter Taxonname und dessen Übertragung zu einer der Taxa und ID's der programm-internen harmonisierten Taxaliste (HTL)
Zoo_morpho_GILDEN_Phyto_export	neu	Ausgabe der eingegebenen Taxabefunde des Phytoplanktons gruppiert nach den Fraßgilden für das Zooplankton für die Berechnung im Modul "PhytoLoss"
Saure_Seen	neu	Phyto-See-Index je Messstelle (Biomasse & Diversität)

*Die Erläuterungen der Spaltennamen dieser Tabelle finden sich auf dem Info-Blatt in der Exportdatei



So kann der Benutzer zum Beispiel die vom Programm berechneten Prozentanteile der Algenklassenbiovolumina am berechneten Saisonmittelwerte Gesamtbiovolumen (Ges_BV2) dem Arbeitsblatt "S_Klassen_Saison_Kreuztabelle" entnehmen. Für die Benutzer ist auch von großem Interesse, welche der ermittelten Arten als Indikatorarten für den Phytoplankton-Taxa-Seen-Index (PTSI) genutzt wurden und welche Abundanzklasse, welchen Trophieankerwert (TAW) und welchen Gewichtungsfaktor sie erhalten haben (in Exportarbeitsblatt "S_PTSI_Taxa_Roh").

Das Programm wird mit dem Button "Programm beenden" verlassen.

Neu für die aktuelle Exportdatei des Bewertungstools PhytoSee sind:

- in der Bewertungsausgabe: "Version-Programm", "Hochwert", "Rechtswert", "Seename_im_Bundesland", "Beschreibung des Phytoplankton Seesubtyps" sowie 5 neue Parameter für den Algenklassen-Metric
- seit Version PhytoSee 4.0: Getrennte Bewertung von einer Messstelle (Arbeitsblatt "S_Gesamtbewertung" und der anschließenden Bewertung eines Wasserkörpers ggf. als Mittel aus mehreren Messstellen (Arbeitsblatt "S_Wasserkörper_Bewertung")
- Ausgabe der Bewertung für saure Bergbauseen (Arbeitsblatt "Saure_Seen__PSI")
- Dokumentation der Zuordnung der mit DV-Code importierten Taxa zur Harmonisierten Taxaliste des PhytoSee-Tools (DV_Taxa_Uebersetzung_Import)
- Ausgabe der Fraß-Gilden des Phytoplanktons für die Berechnung der Grazing-Effektstärke durch das Zooplankton



4 LITERATUR

4.1 NATIONAL GELTENDE NORMEN, VERORDNUNGEN UND BESCHLÜSSE DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES

- AQS-Merkblätter für die Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung (2013): AQS-Merkblatt P8/5 "Probenahme in Seen" Stand Mai 2013. AQS 19.Lfg. XII/13; Hrsg.: Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA). Erich Schmidt Verlag. ISBN 978 3 503 03197 9.
- Europäische Kommission (2008): Entscheidung 2008/915/EG der Kommission vom 30. Oktober 2008 zur Festlegung der Werte für die Einstufungen des Überwachungssystems des jeweiligen Mitgliedstaats als Ergebnis der Interkalibrierung gemäß der Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates, 2008. Aktenzeichen K(2008) 6016).
- Europäische Kommission (2013): Beschluss der Kommission vom 20. September 2013 zur Festlegung der Werte für die Einstufungen des Überwachungssystems des jeweiligen Mitgliedstaats als Ergebnis der Interkalibrierung gemäß der Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates und zur Aufhebung der Entscheidung 2008/915/EG (Bekanntgegeben unter Aktenzeichen C(2013) 5915) (Text von Bedeutung für den EWR) (2013/480/EU)
- European Union (EU) (2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 327/1.
- DIN 38409-H60 (2017): Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Summarische Wirkungs- und Stoffkenngrößen (Gruppe H); Bestimmung des Chlorophyll-a-Gehaltes von Oberflächenwasser (H 60)
- DIN EN 15204 (2006-12): Wasserbeschaffenheit - Anleitung für die Zählung von Phytoplankton mittels der Utermöhl-Mikroskopie (Utermöhl-Technik); Deutsche Fassung EN 15204: 2006
- ISO 10260 (1992-07): Wasserbeschaffenheit; Bestimmung von biochemischen Parametern; Photometrische Bestimmung der Chlorophyll-a-Konzentration
- LAWA-Expertenkreis Seen (2013): Bewertung des ökologischen Potenzials von künstlichen und erheblich veränderten Seen. Arbeitspapier im Auftrag des ständigen Ausschusses Oberirdische Gewässer und Küstengewässer (AO) der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA). Stand Januar 2013.
- LAWA (2014): Trophieklassifikation von Seen. Richtlinie zur Ermittlung des Trophie-Index nach LAWA für natürliche Seen, Baggerseen, Talsperren und Speicherseen. Empfehlungen Oberirdische Gewässer. Hrsg. LAWA – Bund/Länder Arbeitsgemeinschaft Wasser. 34 S. zzgl. Access-Auswertetool. (Autoren: Riedmüller, U., Hoehn, E., Mischke, U.).
- LAWA-AO (2014): RaKon III – Arbeitspapier III: Untersuchungsverfahren für biologische Qualitätskomponenten LAWA-Arbeitsprogramm Flussgebietsbewirtschaftung Produktdatenblatt 2.2.2 Stand 22.8.2012 In: Rahmenkonzeptionen zur Aufstellung von Monitoringprogrammen und zur Bewertung des Zustands von Oberflächengewässern - Teil B: Bewertungsgrundlagen und Methodenbeschreibungen.
<http://www.wasserblick.net/servlet/is/42489/>
- Nixdorf, B., Hoehn, E., Riedmüller, U., Mischke U. & I. Schönfelder (2010): III-4.3.1 Probenahme und Analyse des Phytoplanktons in Seen und Flüssen zur ökologischen Bewertung gemäß der EU-WRRL. In: Handbuch Angewandte Limnologie – 27. Erg.Lfg. 2/10 I. S. 1- 24
- OGewV (Oberflächengewässerverordnung) (2016): Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer. Oberflächengewässerverordnung vom 20. Juni 2016 (BGBl. I S. 1373).



4.2 ZITIERTE LITERATUR FÜR DIE BESCHREIBUNG DES PHYTO-SEE-INDEX

- Deneke, R., Maier, G., Mischke, U. (2015): Das PhytoLoss-Verfahren. Berücksichtigung des Zooplanktons in der Seebewertung nach EU-WRRL durch die Ermittlung der Grazing-Effektstärke und anderer Indizes. Ausführliche Verfahrensvorschrift. Stand: März 2015, Version 2.0. Im Auftrag der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, Expertenkreis Seen, Projekt O8.12. Projektmodul PhytoLoss, Berlin. 130 S.
- Hoehn, E., Riedmüller, U., Eckert, B., Tworeck, A. & Leßmann, D. (2009): Ökologische Bewertung von künstlichen und erheblich veränderten Seen sowie Mittelgebirgsseen anhand der biologischen Komponente Phytoplankton nach den Anforderungen der EU-Wasserrahmenrichtlinie – Bewertungsmodul für Mittelgebirgsseen und Verfahrensanpassungen für Baggerseen, pH-neutrale Tagebauseen, Talsperren und Sondertypen im Tiefland. Abschlussbericht LAWA-Projekt Nr. O 3.06, 100 S.. Stand 2. März 2009.
- Hofmann, G., Schaumburg, J. (2005a): Seesedimente in Bayern: Simssee - Diatomeenflora in Sedimentkernen Dezember 2002. Materialienband Nr. 123 (Nov. 2005). Bayerisches Landesamt für Umwelt, 1-50.
- Hofmann, G., Schaumburg, J. (2005b): Seesedimente in Bayern: Waginger-Tachinger See - Diatomeenflora in Sedimentkernen August 2002. Materialienband Nr. 121 (Nov. 2005). Bayerisches Landesamt für Umwelt, 1-76.
- Hofmann, G., Schaumburg, J. (2005c): Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft Seesedimente in Bayern: Waginger-Tachinger See Diatomeenflora in Sedimentkernen August 2002 Materialien Nr. 121 (Juni 2005) Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, 77 S.
- Hübener, T. (2009): Paläolimnologische Untersuchungen zur Rekonstruktion von typspezifischen Referenzzuständen in Schleswig-holsteinischen Seen (Seetypen 11, 14). Bericht. Universität Rostock, Institut für Biowissenschaften, 139 S.
- Hübener, T., Werner, P., Adler, S., Schult, M., Meyer, H., Erlenkeuser, H. & Grootes, P.M. (2006): Abschlussbericht zum Projekt: Paläolimnologische Untersuchungen zur Rekonstruktion von typspezifischen Referenzzuständen in schleswig-holsteinischen Seen. Im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt Schleswig-Holsteins, Abteilung 4 – Gewässer. Universität Rostock, Institut für Biowissenschaften, Lehrstuhl Allgemeine und Spezielle Botanik, 135 S.
- Järvinen, M., Drakare, S., Free, G., Lyche-Solheim, A., Phillips, G., Skjelbred, B., Mischke, U., Ott, I., Poikane, S., Søndergaard, M., Pasztaleniec, A., Van Wichelen, J., Portielje, R. (2013): Phytoplankton indicator taxa for reference conditions in Northern and Central European lowland lakes. *Hydrobiologia*, 704: 97–113.
- LAWA (2014): Trophieklassifikation von Seen. Richtlinie zur Ermittlung des Trophie-Index nach LAWA für natürliche Seen, Baggerseen, Talsperren und Speicherseen. Empfehlungen Oberirdische Gewässer. Hrsg. LAWA – Bund/Länder Arbeitsgemeinschaft Wasser. 34 S. zzgl. Access-Auswertetool. (Autoren: Riedmüller, U., Hoehn, E., Mischke, U.). http://www.gewaesserfragen.de/publikationen_2012.htm
- LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser) (1999): Gewässerbewertung – Stehende Gewässer. Vorläufige Richtlinie für eine Erstbewertung von natürlich entstandenen Seen nach trophischen Kriterien. ISBN 3-88961-225-3, Kulturbuchverlag, Berlin, 74 S.
- LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser) (2001): Gewässerbewertung - Stehende Gewässer. Vorläufige Richtlinie für die Trophieklassifikation von Talsperren. Kulturbuchverlag, Berlin. 43 S.
- LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser) (2003): Gewässerbewertung - Stehende Gewässer. Vorläufige Richtlinie für eine Erstbewertung von Baggerseen nach trophischen Kriterien. Kulturbuchverlag, Berlin. 27 S.
- LAWA-Expertenkreis Seen (2013): Bewertung des ökologischen Potenzials von künstlichen und erheblich veränderten Seen. Arbeitspapier im Auftrag des ständigen Ausschusses Oberirdische Gewässer und Küstengewässer (AO) der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA). Stand Januar 2013.
- LAWA (Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser) (2015): LAWA-AO Rahmenkonzeption Monitoring, Teil B: Bewertungsgrundlagen und Methodenbeschreibungen, Arbeitspapier II. Hintergrund- und Orientierungswerte für physikalisch-chemische Qualitätskomponenten zur unterstützenden Bewertung von Wasserkörpern entsprechend EG-WRRL. Stand 09.01.2015.



- Leßmann, D. & Nixdorf, B. (2009): Konzeption zur Ermittlung des ökologischen Potentials von sauren Bergbauseen anhand der Qualitätskomponente Phytoplankton. Im Auftrag des Sächsischen Landesamts für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie. 85 S.
http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/download/BTU_Abschlussbericht_oekPotsaureBBSeen.pdf
- Mathes, J., Plambeck, G. & Schaumburg, J. (2002): Das Typisierungssystem für stehende Gewässer in Deutschland mit Wasserflächen ab 0,5 km² zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie. In: Deneke, R. & Nixdorf, B. (Hrsg.), Implementierung der EU-Wasserrahmenrichtlinie in Deutschland: Ausgewählte Bewertungsmethoden und Defizite. Aktuelle Reihe BTU Cottbus 5/2002: 15-24.
- Mauch, E., Schmedtje, U., Maetze, A. & Fischer, F. (2003): Taxaliste der Gewässerorganismen Deutschlands zur Kodierung biologischer Befunde. – Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft 01/03: 1-367. Mit aktualisierten Internet-Versionen als Excel-Datei vom März 2007 und vom September 2011.
http://www.lfu.bayern.de/wasser/gewaesserqualitaet_fluesse/qualitaetssicherung/index.htm
- Mischke, U., Böhmer, J., Riedmüller, U., Deneke, R., Maier, G. (2015): Auswertungsprogramm PhytoSee Version 6.0 zur Berechnung des Phyto-See-Index (PSI) für die ökologische Bewertung von natürlichen, künstlichen und erheblich veränderten Seen in Deutschland gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie, erweitert um das PhytoLoss Modul 1.2 zur Einbindung von Zooplanktonbefunden. Stand 26.01.2015.
<http://www.gewaesser-bewertung.de>.
- Mischke, U., Riedmüller, U., Hoehn, E. & Deneke, R. (2010): Anpassungen des Phytoplanktonverfahrens nach WRRL für stehende Gewässer im Rahmen der europäischen Interkalibrierung und zur Erhöhung der Bewertungssicherheit mit Ableitung von Handlungsoptionen. LAWA-Projekt O 9.09, 16.07.2010 IGB Berlin. 68 S. zzgl. Anhänge.
- Mischke, U. & Kusber, W.-H. (2009): Harmonisierte Phytoplankton-Taxaliste für die Bewertung von Seen und Flüssen nach EU-WRRL. Stand 25.05.2009. <http://www.gewaesser-bewertung.de>.
- Mischke, U., Riedmüller, U., Hoehn, E. & Nixdorf, B. (2008): Praxistest Phytoplankton in Seen. Endbericht zum LAWA-Projekt (O 5.05). Berlin, Freiburg, Bad Saarow, Februar, 2008. 104 S. + Anlagen. Univ. Cottbus, Lehrstuhl Gewässerschutz. <https://opus4.kobv.de/opus4-btu/frontdoor/index/index/docId/951>
- Mischke, U., Riedmüller, U., Hoehn, E. & Nixdorf, B. (2009): Abschlussbericht zum Feinabstimmungsprojekt zum deutschen Bewertungsverfahren für Phytoplankton in Seen zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie; LAWA O 9.08 06.05.2009 IGB Berlin. S. 79.
- Nixdorf, B., Hoehn, E., Riedmüller, U., Mischke U. & I. Schönfelder (2010): III-4.3.1 Probenahme und Analyse des Phytoplanktons in Seen und Flüssen zur ökologischen Bewertung gemäß der EU-WRRL. In: Handbuch Angewandte Limnologie – 27. Erg.Lfg. 2/10 1. S. 1- 24
- Nixdorf, B., Hoehn, E., Riedmüller, U., Mischke, U., Schönfelder, I. & Bahnwart, M. (2008): Anforderungen an Probenahme und Analyse der Phytoplanktonbiozönosen in Seen zur ökologischen Bewertung gemäß der EU-WRRL. In: Mischke, U. & B. Nixdorf (Hrsg.), Gewässerreport (Nr. 10), BTUC-AR 2/2008, ISBN 978-3-940471-06-2, Eigenverlag BTU Cottbus, 147-184.
- Nixdorf, B., Mischke, U., Hoehn, E. & Riedmüller, U. (2006): Überarbeitete Fassung des Berichtes: Leitbildorientierte Bewertung von Seen anhand der Teilkomponente Phytoplankton im Rahmen der Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie, 190 S.
- OECD - Organization for Economic Cooperation and Development (1982): Eutrophication of Waters – monitoring, assessment and control. Paris, 154 S.
- Phillips, G., Free, G., Karottki, I., Laplace-Treyture, C., Maileht, K., Mischke, U., Ott, I., Pasztaleniec, A., Portielje, R., Søndergaard, M., Trodd, W., Van Wichelen, J. (2014): Central Balthic Lake Phytoplankton ecological assessment methods. Water Framework Directive Intercalibration Technical Report. JRC Technical Reports. Edited by Sandra Poikane. 184 S.
<https://circabc.europa.eu/w/browse/37159521-07bd-4151-b2bd-ac6f8977f237>
- Poikāne, S., Alves, M.H., Argillier, C., Van den Berg, M., Buzzi, F., Hoehn, E., De Hoyos, C., Karottki, I., Laplace-Treyture, C., Solheim, A.L., Ortiz-Casas, J., Ott, I., Phillips, G., Pilke, A., Pádua, J., Remeček, S., Riedmüller, U., Schaumburg, J., Serrano, M.L., Soszka, H., Tierney, D., Urbanič, G., Wolfram, G. (2010): Defining Chlorophyll-a Reference Conditions in European Lakes. Environmental Management 45(6):1286–1298.



- Poikâne, S., Portielje, R., Van den Berg, M., Phillips, G., Brucet, S., Carvalho, L., Mischke, U., Ott, I., Soszka, H., Van Wichelen, J. (2014): Defining ecologically relevant water quality targets for lakes in Europe. *Journal of Applied Ecology* (51): 592–602.
- Riedmüller U., Hoehn E. (2011): Praxistest und Verfahrensanpassung: Bewertungsverfahren Phytoplankton in natürlichen Mittelgebirgsseen, Talsperren, Baggerseen und pH neutralen Tagebauseen zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie. Abschlussbericht für das LAWA-Projekt-Nr. O 7.08. Im Rahmen des Länderfinanzierungsprogramms "Wasser, Boden und Abfall" 2008-2010. 130 S.
http://www.gewaesserfragen.de/pdfs/LAWA-Abschlussbericht_Praxistest_Seenbewertung_AWB_Proj_O7.08_Nov2011_LBH.pdf
- Riedmüller, U., Hoehn, E., Mischke, U., Deneke, R., Maier, G. (2013a): Ökologische Bewertung von natürlichen, künstlichen und erheblich veränderten Seen mit der Biokomponente Phytoplankton nach den Anforderungen der EG-Wasserrahmenrichtlinie. Abschlussbericht für das LAWA-Projekt-Nr. O 4.10. Im Rahmen des Länderfinanzierungsprogramms "Wasser, Boden und Abfall" 2010. 155 S. zzgl. Anhänge.
http://www.gewaesserfragen.de/publikationen_2012.htm
- Riedmüller, U., Mischke, U., Pottgiesser, T., Böhmer, J., Deneke, R., Ritterbusch, D., Stelzer, D. & Hoehn, E. (2013b): Steckbriefe der deutschen Seetypen. Begleittext und Steckbriefe.
<http://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/seen#textpart-2>
- Riedmüller, U., Hoehn, E., Mischke, U., Deneke, R. (2015): Erweiterung der Bewertungsmöglichkeiten für Seen gemäß EG-WRRL für die Biokomponente Phytoplankton. Abschlussbericht für das LAWA-Projekt-Nr. O 8.12. Im Rahmen des Länderfinanzierungsprogr. "Wasser, Boden und Abfall" 2011. 55 S. zzgl. Anhänge. http://www.gewaesserfragen.de/publikationen_2012.htm
- Riedmüller, U., Höfer, R., Mischke, U., Hoehn, E. (2016): Dokumentation der Gleichwertigkeit des aktualisierten Phyto-See-Index-Verfahrens zu den Ergebnissen der Europäischen Interkalibration. Im Rahmen des Länderfinanzierungsprogramms "Wasser, Boden und Abfall" 2015, LAWA-Projekt O 2.15. 15 S.
- Schönfelder, I. (2004): Paläolimnologische Leitbildkonstruktion und biozönotisch basierte Bewertungsansätze für Flusseen am Beispiel der Diatomeen - Teilprojekt 1. Kurzfassung des Abschlussberichts. Landesumweltamt Brandenburg Referat Ö3, Potsdam. 19.
- Schönfelder, I. (2006): Anpassung des Bewertungsmoduls Diatomeenindex DI-PROF auf die Subtypen der Seen in Schleswig-Holstein. Im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein. Bericht Dezember 2006, 41 S.
- Utermöhl, H. (1958): Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Mitt. Int. Ver. Theor. Angew. Limnol* 9, 1 38.
- Voigt, R. (1996): Paläolimnologische und vegetationsgeschichtliche Untersuchungen an Sedimenten aus Fuschlsee und Chiemsee (Salzburg und Bayern). *Dissertationes Botanicae* 270, 303 S.
- Wolfram, G., Buzzi, F., Dokulil, M., Friedl, M., Hoehn, E., Laplace-Treuture, C., Menay, M., Marchetto, A., Morabito, G., Reichmann, M., Remec-Rekar, S., Riedmüller, U., Urbanic, G. (2014): Alpine Lake Phytoplankton, ecological assessment methods. Water Framework Directive Intercalibration Technical Report. JRC Technical Reports. Edited by Sandra Poikane. 71 S.
<https://circabc.europa.eu/w/browse/37159521-07bd-4151-b2bd-ac6f8977f237>



5 TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Lage der Referenztrophie der deutschen Phytoplankton-Seetypen (s. Tabelle 3; Tabelle 5) in der Dimension des Trophie-Index (Einstufung Trophieklassen s. Tabelle 2). Sortierung in den Ökoregionen nach Lage der Referenztrophie. Ökologische Qualitätsklasse (ÖQ) von 1 nach 5	4
Tabelle 2: Wertebereiche für den Trophie-Index und für die Klassifizierungs-Indices des Phyto-See-Index-Verfahrens, Zuordnung zu einer Trophieklasse und Abkürzungen nach LAWA (1999) und Riedmüller et al. (2013b) für den Trophie-Index nach LAWA (2014).....	5
Tabelle 3: Indexwerte (PSI) und Zustandsklassen zur Herleitung der ökologischen Qualitätsverhältnisse (EQR).7	
Tabelle 4: Phytoplankton-Seetypen in Deutschland und deren Zugehörigkeit zu den LAWA-Seetypen nach Mathes et al. (2002) sowie Typisierungskriterien. Grün = zur Typeinstufung führende (obligate) Kriterien, alle weiteren können als Hilfskriterien und zur Plausibilisierung der Typeinstufung verwendet werden.	11
Tabelle 5: Bezeichnung für die deutschen Phytoplankton-Seetypen einschließlich Subtypen (PP-Seetyp) (Riedmüller et al. 2013b).	12
Tabelle 6: Grenzen der Zustandsklassen des Parameters Gesamtbiovolumen und seine seetypspezifischen Bewertungsfunktionen zur Berechnung des Bewertungswertes Y1 angeordnet in Seengruppen, nach Ökoregion und bei gleicher Referenztrophie gruppiert (Tabelle 6a – 6e).....	16
Tabelle 7: Grenzen der Zustandsklassen des Parameters Chlorophyll a (Saisonmittel) und seine seetypspezifischen Bewertungsfunktionen zur Berechnung des Bewertungswertes Y1 angeordnet in Seengruppen nach Ökoregion und bei gleicher Referenztrophie gruppiert (Tabelle 7a – 7e).	18
Tabelle 8: Grenzen der Zustandsklassen des Parameters Chlorophyll a Maximum-Wert und seine seetypspezifischen Bewertungsfunktionen zur Berechnung des Bewertungswertes Y1 angeordnet in Seengruppen nach Ökoregion und gleicher Referenztrophie (Tabelle 8a – 8e).....	20
Tabelle 9: Verwendung der Einzelkenngrößen (1. Spalte) als Saisonmittel (Sai) oder Spätsommermittel (JO) innerhalb des Metrics "Algenklassen" für die Bewertung der einzelnen Seetypen nach LAWA (2. Zeile) geordnet nach Zugehörigkeit zu einer Ökoregion und des verwendeten Datentyps (Biovolumen oder Prozentanteil). Es werden sowohl natürliche als auch HMWB & AWB Seen mit den gleichen Größen bewertet.....	22
Tabelle 10: Seetypspezifische Grenzwerte der Einzelkenngrößen des Metrics "Algenklassen" und ihre Berechnungsfunktionen für die Seetypen 1, 2 und 3 (Alpenvorlandseen) nach Stand 5. Januar 2015.	23
Tabelle 11: Seetypspezifische Grenzwerte der Einzelkenngrößen des Metrics "Algenklassen" und ihre Berechnungsfunktionen für Seetyp 4 (Alpensee) nach Stand 17. Januar 2016.....	23
Tabelle 12: Seetypspezifische Grenzwerte der Einzelkenngrößen des Metrics "Algenklassen" und Berechnungsfunktionen für calciumeiche, geschichtete Mittelgebirgsseen des Seetyps 5 (23.11.2011).	24
Tabelle 13: Seetypspezifische Grenzwerte der Einzelkenngrößen des Metrics "Algenklassen" und Berechnungsfunktionen für calciumreiche, geschichtete Mittelgebirgsseen des Seetyps 7 (23.11.2011).....	24
Tabelle 14: Seetypspezifische Grenzwerte der Einzelkenngrößen des Metrics "Algenklassen" und Berechnungsfunktionen für calciumarme, geschichtete Mittelgebirgsseen des Seetyps 8 (23.11.2011).	24



Tabelle 15: Seetypspezifische Grenzwerte der Einzelkenngrößen des Metrics "Algenklassen" und Berechnungsfunktionen für calciumarme, geschichtete Mittelgebirgsseen des Seetyps 9 (23.11.2011).	25
Tabelle 16: Seetypspezifische Grenzwerte der Einzelkenngrößen des Metrics "Algenklassen" und Berechnungsfunktionen für polymiktische Mittelgebirgsseen der VTQ- Subtypen des Seetyps 6 (23.11.2011). 25	
Tabelle 17: Seetypspezifische Grenzwerte der Einzelkenngrößen des Metrics "Algenklassen" und Berechnungsfunktionen für geschichtete Tieflandseen des Seetyps 13 und des Seetyps 10 mit VQ-Subtypen (Stand 12.02.2013).....	26
Tabelle 18: Seetypspezifische Grenzwerte der Einzelkenngrößen des Metrics "Algenklassen" und Berechnungsfunktionen für polymiktische Tieflandseen des Seetyps 11 mit Subtypen (Stand 12.02.2013).	26
Tabelle 19: Seetypspezifische Grenzwerte der Einzelkenngrößen des Metrics "Algenklassen" und Berechnungsfunktionen für polymiktische Tieflandseen des Seetyps 12 und 14 (12.02.2013).....	27
Tabelle 20: Indikatorlisten für den PTSI und die mit der Liste anzusprechenden Phytoplankton-Seetypen (PP-Seetyp) nach Riedmüller et al. (2013b).....	27
Tabelle 21: Bildung von "Abundanzklassen" des durch die mikroskopische Analyse nach Nixdorf et al. (2010) ermittelten Biovolumens eines Indikatortaxons zur Verrechnung im PTSI.	28
Tabelle 22: Ermittlung des trophischen Status des Sees anhand des PTSI (Wertebereiche und trophischer Status entsprechen der LAWA-Trophieklassifizierung (LAWA 2014).....	29
Tabelle 23: Trophieoptimum- (TO-PROF _i) und Gewichtungswerte (G-PROF _i) für den DI-PROF nach Schönfelder (2006) erweitert um zugehörige Sippen in der DV-Liste nach Stand August 2007.....	31
Tabelle 24: Klassengrenzen für die Bewertung norddeutscher, glazial entstandener Seen mit dem Planktonmetric DI-PROF nach Schönfelder (2006).....	32
Tabelle 25: Untere Grenzwerte (Shannon-Index und Evenness) zwischen dem höchsten, guten und mäßigen ökologischen Potential für die ökologische Bewertung anhand der Phytoplanktonzönose.	34
Tabelle 26: Gewichtungsfaktoren zur Ermittlung des deutschen Phyto-See-Index (PSI) aus den Metrics. Seetypen gemäß Tabelle 5.	36
Tabelle 27: Die Pflichtfelder zur Berechnung des Phyto-See-Index.	43
Tabelle 28: Eingangstabelle "Probendaten" mit Beispiel.	45
Tabelle 29: Eingangstabelle "Taxon_BV_Seen" mit den Feldnamen in der ersten Zeile, Hervorhebung der Pflichtfelder und Beispieldaten in der 4.-6. Zeile.....	46
Tabelle 30: Eingangstabelle "Aufsummierungshilfe" bei Zählergebnissen in Größenklassen mit den Feldnamen in der ersten Zeile, zwei Beispielzeilen (3.-4. Zeile) und der Art der Zusammenfassung der Daten beim automatischen Anfügen an die Tabelle "Taxon_BV_Seen" (letzte Zeile).	48
Tabelle 31: Erzeugte Excel-Arbeitsblätter in der Exportdatei vom PhytoSee-Tool.....	56
Tabelle 32: Liste der Veränderungen in der Harmonisierten Taxa des Phytoplanktons von Mischke & Kusber (2009) seit Mai 2009.	65



Tabelle 33: Indikatorliste des PTSI mit Trophieankerwerten (TAW) und Stenökiefaktoren (SF) für die sechs Seetypgruppen (gemäß Tabelle 4), HTL-ID der Harmonisierten Taxaliste und algenklassenkürzel. AVA = Alpen (A) und Alpenvorland (VA), MG = Mittelgebirge, TL = Norddeutsches Tiefland XX..... 66



6 ANHANG

6.1 ANHANG I: VERÄNDERUNGEN IM PHYTOPLANKTON-HTL-CODE

Bitte beachten Sie, dass Ende des Jahres 2017 eine aktualisierte Harmonisierte Taxaliste Phytoplankton verfügbar sein wird.

Tabelle 32: Liste der Veränderungen in der Harmonisierten Taxa des Phytoplanktons von Mischke & Kusber (2009) seit Mai 2009.

Taxonname	Taxon ID HTL	DV-Nr	"ANDERS seit Mai 2009"	Indikator-taxon im PTSI
<i>Cyclotella pseudocomensis</i>	3000	16867	Provisorisches Taxon Nachmeldung <i>Cyclotella pseudocomensis</i>	X
<i>Oscillatoria tenuis</i>	3001	8004	Neues Taxon! 6-11 µm breit; blaugrün-olivgrün; Altbefunde von <i>O. tenuis</i> wurden fälscherweise bisher zu <i>Leptolyngbya tenuis</i> (ID 427) zugeordnet	X
<i>Cyclotella balatonis</i>	3002	36300	Neues Taxon! Ausgrenzung aus <i>Cyclotella radiosa</i> (p.p. <i>C. comta</i>)	X
<i>Discostella</i>	3003	26287	Neues Taxon! Neue Gattung	X
<i>Discostella stelligera</i>	266	26897	vorläufig inclusive <i>Discostella stelligeroi</i> -des	X
<i>Cyclotella costei</i>	254	26891	Umbenannt - Synonym: <i>Cyclotella cyclopuncta</i> ist Syn von <i>Cyclotella costei</i>	X
<i>Surirella ovata</i>	1310	6016	Taxon streichen - Taxon ID nicht mehr verwenden; Übertrag Altbefunde nach ID 734	
<i>Aulacoseira pusilla</i>	1867	26882	Eintrag korrigiert fuer Mindestbestimmungsniveau	
<i>Mychonastes jurisii</i>	275	17310	Umbenannt - <i>Pseudodictyosphaerium</i> nach <i>Mychonastes</i> (Simpson & Van Valkenburg, 1978)	
<i>Neocystis/Mychonastes</i> (Syn <i>Pseudodictyosphaerium</i>)/ <i>Choricystis</i>	883		Taxon streichen - Gruppierung nicht mehr benutzen; <i>Pseudodictyosphaerium</i> nach <i>Mychonastes</i> (Simpson & Van Valkenburg, 1978)	
<i>Kephyrion circumvallatum</i>	1610	7430	Taxon streichen - Nicht mehr benutzen; Ist Synonym von <i>Pseudokephyrion circumvallatum</i> (ID 1865)	
<i>Leptolyngbya tenuis</i>	427	8176	Korrektur Synonymzuordnung; richtig mit Synonym <i>Phormidium tenue</i> ; Nicht mehr: <i>Oscillatoria tenuis</i> (neues Taxon ID 3001) - war bisher völlig falsch hier mit zugeordnet	X
<i>Woloszynskia ordinata</i>	1744	8278	Taxon streichen - Auflösen nach <i>Gymnodinium ordinatum</i> (ID 1764) da Synonym	X
<i>Gymnodinium ordinatum</i>	1764	17506	Korrektur Synonymzuordnung; Synonym <i>Woloszynskia ordinata</i> hier zuordnen	



6.2 ANHANG II: INDIKATORLISTEN DES PTSI

Bitte beachten Sie, dass Ende des Jahres 2017 eine aktualisierte Harmonisierte Taxaliste Phytoplankton (HTL) verfügbar sein wird.

Tabelle 33: Indikatorliste des PTSI mit Trophieankerwerten (TAW) und Stenökiefaktoren (SF) für die sechs Seetypgruppen (gemäß Tabelle 4), HTL-ID der Harmonisierten Taxaliste und Algenklassenkürzel. AVA = Alpen (A) und Alpenvorland (VA), MG = Mittelgebirge, TL = Norddeutsches Tiefland, gesch = geschichtet, poly = polymiktisch, Tgesch = geschichtete Seen im Tiefland, Tpoly = polymiktische Seen im Tiefland

		Seetypgruppe	AVA		MG		TL_gesch		Tgesch AWB		TL_poly		Tpoly AWB	
AK	HTL-ID	Taxon HTL	TAW	SF	TAW	SF	TAW	SF	TAW	SF	TAW	SF	TAW	SF
BAC	10	<i>Acanthoceras</i>					2,10	1	3,13	1	3,94	2		
BAC	1	<i>Acanthoceras zachariasii</i>					2,10	1	3,13	1	3,94	2		
BAC	8	<i>Actinocyclus</i>									4,95	3		
BAC	7	<i>Actinocyclus normanii</i>									4,95	3	4,17	1
BAC	12	<i>Amphora ovalis</i>	0,98	2					0,35	1				
BAC	73	<i>Asterionella</i>									2,18	1		
BAC	72	<i>Asterionella formosa</i>									2,18	1		
BAC	75	<i>Aulacoseira ambigua</i>	3,68	3	2,41	1	2,81	1	2,57	1	5,68	2	4,97	1
BAC	1277	<i>Aulacoseira distans</i>			1,67	1								
BAC	78	<i>Aulacoseira granulata</i>	3,22	1	4,20	2	3,97	1			4,35	1	4,21	1
BAC	77	<i>Aulacoseira granulata</i> Morphotyp <i>curvata</i>	3,22	1	4,20	2	3,97	1			4,35	1	4,21	1
BAC	79	<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i>	3,22	1	4,20	2	3,97	1			4,35	1	4,21	1
BAC	81	<i>Aulacoseira islandica</i>							3,47	2				
BAC	81	<i>Aulacoseira islandica</i> ssp. <i>islandica</i>	1,42	2			2,55	2						
BAC	82	<i>Aulacoseira italica</i>			1,41	1			2,87	2				
BAC	913	<i>Aulacoseira italica</i> var. <i>tenuissima</i>			1,41	1								
BAC	1045	<i>Aulacoseira muzzanensis</i>											5,50	4
BAC	84	<i>Aulacoseira subarctica</i>	1,39	3	2,27	1								
BAC	177	<i>Cocconeis placentula</i>							0,28	4			1,89	1
BAC	1260	<i>Cyclostephanos delicatus</i>			5,46	2							4,66	3
BAC	247	<i>Cyclostephanos dubius</i>	2,33	1	2,95	1	3,59	2			4,77	2	3,94	2
BAC	248	<i>Cyclostephanos invisitatus</i>	2,51	2	2,91	1	3,55	1	4,63	1	5,46	1	4,30	1
BAC	250	<i>Cyclotella atomus</i>											4,69	1
BAC	3002	<i>Cyclotella balatonis</i>			2,22	1	2,76	2			1,45	1	2,57	1
BAC	251	<i>Cyclotella bodanica</i>	0,90	2					0,31	1				
BAC	252	<i>Cyclotella comensis</i>	0,80	3	1,33	2	0,65	2	0,32	3	1,01	2	1,70	2
BAC	254	<i>Cyclotella costei</i>	0,95	2	1,43	1			0,30	1				



		Seetypgruppe	AVA		MG		TL_gesch		Tgesch AWB		TL_poly		Tpoly AWB	
AK	HTL-ID	Taxon HTL	TAW	SF	TAW	SF	TAW	SF	TAW	SF	TAW	SF	TAW	SF
BAC	255	<i>Cyclotella delicatula</i>	0,95	2									1,33	1
BAC	256	<i>Cyclotella distinguenda</i>	1,74	1										
BAC	257	<i>Cyclotella distinguenda</i> var. <i>unipunctata</i>							0,30	4				
BAC	870	<i>Cyclotella krammeri</i>							0,29	1				
BAC	870	<i>Cyclotella kuetzingiana</i>					0,68	2						
BAC	260	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	1,35	1	4,33	2	2,44	2	3,57	2	4,45	1	3,80	1
BAC	261	<i>Cyclotella ocellata</i>	1,95	1	2,10	2	1,60	2	0,82	1	0,93	2	1,54	1
BAC	3000	<i>Cyclotella pseudocomensis</i>	1,11	2										
BAC	264	<i>Cyclotella radiosa</i>			2,22	1	2,76	2			1,45	1	2,57	1
BAC	872	<i>Cyclotella tripartita</i>					0,66	2	0,37	2				
BAC	269	<i>Cymatopleura solea</i>	0,85	3										
BAC	1016	<i>Diatoma mesodon</i>			0,49	4								
BAC	283	<i>Diatoma tenuis</i>					3,11	1			2,91	1	3,12	1
BAC	284	<i>Diatoma vulgare</i>	0,91	2	1,90	1								
BAC	258	<i>Discostella glomerata</i>	0,86	2										
BAC	262	<i>Discostella pseudostelligera</i>			2,35	1	2,91	1	3,89	1				
BAC	266	<i>Discostella stelligera</i>			1,05	1							1,71	3
BAC	336	<i>Fragilaria capucina</i>	1,40	2			1,91	1	1,52	1	1,25	2	1,79	1
BAC	337	<i>Fragilaria capucina radians</i> - Sippen	1,40	2			1,91	1	1,52	1	1,25	2	1,79	1
BAC	338	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>gracilis</i>							1,52	1				
BAC	339	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>rumpens</i>							1,52	1				
BAC	1169	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>vaucheriae</i>	1,40	2			1,91	1	1,52	1	1,25	2	1,79	1
BAC	341	<i>Fragilaria construens</i>					1,79	1	2,98	1	2,74	1	3,15	1
BAC	1884	<i>Fragilaria construens</i> f. <i>binodis</i>					1,91	1			2,74	1	3,15	1
BAC	1170	<i>Fragilaria construens</i> f. <i>venter</i>					1,79	1			2,74	1	3,15	1
BAC	342	<i>Fragilaria crotonensis</i>			2,32	1	1,84	1	1,79	1	1,98	1	1,72	1
BAC	343	<i>Fragilaria cyclopum</i>	1,16	3										
BAC	350	<i>Fragilaria danica</i>	1,04	3										
BAC	338	<i>Fragilaria gracilis</i>					1,91	1			1,25	2	1,79	1
BAC	339	<i>Fragilaria rumpens</i>											1,79	1
BAC	1246	<i>Fragilaria tenera</i>			1,13	1			0,52	2			1,45	1
BAC	348	<i>Fragilaria ulna</i>									2,70	1		
BAC	349	<i>Fragilaria ulna angustissima</i> - Sippen					3,63	1			4,05	1	3,85	1
BAC	352	<i>Fragilaria ulna</i> var. <i>ulna</i>	1,34	1							2,70	1		
BAC	369	<i>Gomphonema</i>											1,73	1



		Seetypgruppe	AVA		MG		TL_gesch		Tgesch AWB		TL_poly		Tpoly AWB	
AK	HTL-ID	Taxon HTL	TAW	SF	TAW	SF	TAW	SF	TAW	SF	TAW	SF	TAW	SF
CHL	44	<i>Ankistrodesmus nanmoselene</i>	3,40	2										
CHL	46	<i>Ankistrodesmus spiralis</i>	3,40	2										
CHL	1801	<i>Ankistrodesmus stipitatus</i>	3,40	2										
CHL	52	<i>Ankyra</i>					3,71	2	2,50	1				
CHL	48	<i>Ankyra ancora</i>					3,71	2	2,50	1				
CHL	49	<i>Ankyra judayi</i>	2,74	2			3,71	2	2,50	1	1,89	1	2,88	1
CHL	50	<i>Ankyra lanceolata</i>	2,12	1			3,71	2	2,50	1	1,83	3		
CHL	94	<i>Botryococcus braunii</i>	0,83	2	1,76	1	0,71	1	0,80	1				
CHL	100	<i>Carteria</i>	3,06	2			2,05	1	0,97	1	4,40	2	1,62	1
CHL	1010	<i>Carteria globulosa</i>	3,06	2			2,05	1	0,97	1	4,40	2	1,62	1
CHL	1802	<i>Carteria klebsi</i>							0,97	1				
CHL	1802	<i>Carteria klebsii</i>	3,06	2									1,62	1
CHL	1011	<i>Carteria multifilis</i>	3,06	2			2,05	1	0,97	1	4,40	2	1,62	1
CHL	99	<i>Carteria pseudomultifilis</i>	3,06	2			2,05	1	0,97	1	4,40	2	1,62	1
CHL	1006	<i>Characium</i>	3,92	3										
CHL	109	<i>Chlamydocapsa planctonica</i>	2,62	1										
CHL	122	<i>Chlorella</i>	3,86	2			2,39	1	3,54	1	4,81	1		
CHL	120	<i>Chlorella ellipsoidea</i>	3,86	2			2,39	1	3,54	1	4,81	1		
CHL	1530	<i>Chlorella minutissima</i>	3,86	2					3,54	1				
CHL	121	<i>Chlorella pyrenoidosa</i>	3,86	2			2,39	1	3,54	1	4,81	1		
CHL	123	<i>Chlorella vulgaris</i>	3,86	2			2,39	1	3,54	1	4,81	1		
CHL	126	<i>Chlorogonium</i>							0,99	1				
CHL	1531	<i>Chlorogonium elongatum</i>							0,99	1				
CHL	1805	<i>Chlorogonium fusiforme</i>							0,99	1				
CHL	126	<i>Chlorogonium intermedium</i>							0,99	1				
CHL	126	<i>Chlorogonium tetragamum</i>							0,99	1				
CHL	749	<i>Chlorotetraedron incus</i>					4,93	3	5,51	3				
CHL	179	<i>Coelastrum astroideum</i>	3,30	1	3,26	2	2,86	2	3,86	2	3,55	1	4,62	1
CHL	181	<i>Coelastrum microporum</i>	2,36	2									4,98	1
CHL	182	<i>Coelastrum polychordum</i>	2,80	1										
CHL	183	<i>Coelastrum pseudomicroporum</i>	3,18	2									5,38	3
CHL	184	<i>Coelastrum reticulatum</i>	2,65	1	3,22	1	1,89	3						
CHL	194	<i>Coenocystis planctonica</i>							0,29	3				
CHL	213	<i>Crucigenia</i>									2,05	1		
CHL	210	<i>Crucigenia fenestrata</i>									2,05	1		



		Seetypgruppe	AVA		MG		TL_gesch		Tgesch AWB		TL_poly		Tpoly AWB	
AK	HTL-ID	Taxon HTL	TAW	SF	TAW	SF	TAW	SF	TAW	SF	TAW	SF	TAW	SF
CHL	212	<i>Crucigenia quadrata</i>	3,12	4							2,05	1		
CHL	214	<i>Crucigenia tetrapedia</i>					4,87	1			2,05	1		
CHL	215	<i>Crucigeniella apiculata</i>									4,73	4	5,40	2
CHL	216	<i>Crucigeniella pulchra</i>			0,86	2								
CHL	217	<i>Crucigeniella rectangularis</i>					1,99	1	1,03	1				
CHL	288	<i>Dictyosphaerium ehrenbergianum</i>					4,01	2	4,55	2				
CHL	289	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>					2,27	1	3,60	1	2,25	1	3,05	1
CHL	291	<i>Dictyosphaerium tetrachotomum</i>					0,95	1	1,51	1				
CHL	320	<i>Eudorina elegans</i>	3,09	2							4,59	2	4,03	2
CHL	1584	<i>Fotterella tetrachlorelloides</i>							1,73	2				
CHL	366	<i>Golenkinia radiata</i>			2,57	2	4,23	1	4,73	1				
CHL	405	<i>Kirchneriella contorta</i>			3,31	1								
CHL	408	<i>Kirchneriella lunaris</i>			1,71	2								
CHL	420	<i>Lagerheimia ciliata</i>	3,42	1	3,62	1	3,83	1	4,30	1			4,82	2
CHL	422	<i>Lagerheimia genevensis</i>			2,67	1	3,15	1	3,95	1				
CHL	425	<i>Lagerheimia subsalsa</i>	3,24	1	5,39	1								
CHL	450	<i>Micractinium pusillum</i>	3,80	2	4,73	1	3,29	1	3,98	1				
CHL	464	<i>Monoraphidium arcuatum</i>			4,59	1			4,04	1			4,85	1
CHL	468	<i>Monoraphidium contortum</i>							3,05	1				
CHL	469	<i>Monoraphidium griffithii</i>	3,20	1							5,34	1	4,87	1
CHL	471	<i>Monoraphidium komarkovae</i>			2,71	1	2,33	1	3,67	1	5,09	3	4,56	1
CHL	472	<i>Monoraphidium minutum</i>	3,97	2			3,90	2			2,82	2		
CHL	474	<i>Monoraphidium tortile</i>			3,12	1								
CHL	489	<i>Nephrochlamys subsolitaria</i>	6,50	2										
CHL	490	<i>Nephrocytium agardhianum</i>	1,89	2										
CHL	513	<i>Oocystis borgei</i>									5,01	1	5,43	4
CHL	514	<i>Oocystis lacustris</i>									2,70	1	3,22	1
CHL	515	<i>Oocystis marssonii</i>					2,22	2	3,27	2				
CHL	527	<i>Pandorina morum</i>	1,77	1	2,47	1					4,55	2	2,65	1
CHL	534	<i>Pediastrum boryanum</i>			5,01	1								
CHL	1848	<i>Pediastrum boryanum</i> var. <i>brevicorne</i>			5,01	1								
CHL	928	<i>Pediastrum boryanum</i> var. <i>longicorne</i>			5,01	1								
CHL	535	<i>Pediastrum duplex</i>	3,27	2	3,96	1			4,92	1				



		Seetypgruppe	AVA		MG		TL_gesch		Tgesch AWB		TL_poly		Tpoly AWB	
AK	HTL- ID	Taxon HTL	TAW	SF	TAW	SF	TAW	SF	TAW	SF	TAW	SF	TAW	SF
CHL	536	<i>Pediastrum duplex</i> var. <i>gracillimum</i>	3,27	2	3,96	1								
CHL	539	<i>Pediastrum simplex</i>	2,83	2	3,68	2			3,70	2	4,91	1		
CHL	1668	<i>Pediastrum simplex</i> var. <i>echinulatum</i>	2,83	2	3,68	2								
CHL	541	<i>Pediastrum tetras</i>	3,36	3	2,86	1							4,73	1
CHL	565	<i>Phacotus</i>			4,53	1					4,89	1		
CHL	564	<i>Phacotus lenticularis</i>	2,30	1	4,53	1					4,89	1		
CHL	762	<i>Pseudotetrastrum punctatum</i>											5,18	4
CHL	614	<i>Quadrigula pfizeri</i>			0,96	4	0,78	2	1,14	2	0,93	4	1,74	1
CHL	639	<i>Scenedesmus acuminatus</i>			3,84	1	4,97	1	5,10	1	5,11	2	5,31	1
CHL	641	<i>Scenedesmus acutus</i>									6,06	1	4,76	3
CHL	643	<i>Scenedesmus armatus</i>			3,51	1								
CHL	644	<i>Scenedesmus arthrodesmiformis</i>			4,14	1								
CHL	645	<i>Scenedesmus bicaudatus</i>			5,31	1					0,99	1		
CHL	650	<i>Scenedesmus costato- granulatus</i>	2,56	1	1,47	1	0,76	2	1,16	1			1,86	1
CHL	651	<i>Scenedesmus denticulatus</i>											4,90	1
CHL	652	<i>Scenedesmus dimorphus</i>			4,94	1							5,53	3
CHL	653	<i>Scenedesmus disciformis</i>	2,48	1	4,66	1							5,55	3
CHL	655	<i>Scenedesmus ecornis</i>	2,86	1	2,02	1								
CHL	662	<i>Scenedesmus linearis</i>	1,83	1	2,50	1	3,42	2	1,56	1				
CHL	663	<i>Scenedesmus longispina</i>											5,46	1
CHL	666	<i>Scenedesmus obtusus</i>	2,18	1										
CHL	667	<i>Scenedesmus opoliensis</i>					4,99	2	5,64	2	5,15	1	5,48	2
CHL	669	<i>Scenedesmus quadricauda</i>			2,75	1								
CHL	673	<i>Scenedesmus sempervirens</i>											5,01	1
CHL	1102	<i>Scenedesmus smithii</i>											5,22	2
CHL	679	<i>Scenedesmus verrucosus</i>									1,64	1		
CHL	683	<i>Schroederia</i>	2,59	1	4,39	1	3,79	1	4,44	1	2,15	1		
CHL	1034	<i>Schroederia / Pseudoschroederia</i>			4,39	1			4,44	1				
CHL	1790	<i>Schroederia indica</i>	2,59	1	4,39	1			4,44	1				
CHL	990	<i>Schroederia nitzschoides</i>	2,59	1	4,39	1	3,79	1	4,44	1	2,15	1		
CHL	682	<i>Schroederia setigera</i>	2,59	1	4,39	1	3,79	1	4,44	1	2,15	1		
CHL	991	<i>Schroederia spiralis</i>	2,59	1	4,39	1	3,79	1	4,44	1	2,15	1		
CHL	746	<i>Tetrachlorella alternans</i>	1,86	3	3,90	2	0,72	1						



		Seetypgruppe	AVA		MG		TL_gesch		Tgesch AWB		TL_poly		Tpoly AWB	
AK	HTL- ID	Taxon HTL	TAW	SF	TAW	SF	TAW	SF	TAW	SF	TAW	SF	TAW	SF
CHL	748	<i>Tetraedron caudatum</i>			3,41	1					4,85	1	5,03	1
CHL	751	<i>Tetraedron minimum</i>									3,83	1	4,50	1
CHL	755	<i>Tetraedron triangulare</i>			3,03	1							5,04	1
CHL	922	<i>Tetrastrum elegans</i>			2,99	1								
CHL	764	<i>Tetrastrum staurogeniaeforme</i>							5,43	2	3,17	1		
CHL	765	<i>Tetrastrum triangulare</i>	1,53	1			4,07	1			4,20	1		
CHL	775	<i>Treubaria triappendiculata</i>			3,57	1								
CHL	814	<i>Volvox</i>	2,92	3					4,52	4				
CHL	812	<i>Volvox aureus</i>	2,92	3					4,52	4				
CHL	813	<i>Volvox globator</i>	2,92	3					4,52	4				
CHL	815	<i>Willea irregularis</i>	1,44	2					0,40	2				
CHL	817	<i>Willea vilhelmii</i>					1,03	3	0,43	3				
CHR	93	<i>Bitrichia</i>			0,92	3								
CHR	90	<i>Bitrichia chodatii</i>	0,96	3	0,92	3	0,70	3	0,78	3				
CHR	1009	<i>Bitrichia danubiensis</i>			0,92	3								
CHR	91	<i>Bitrichia longispina</i>			0,92	3								
CHR	92	<i>Bitrichia ochridana</i>			0,92	3								
CHR	1519	<i>Bitrichia ollula</i>			0,92	3								
CHR	1520	<i>Bitrichia phaseolus</i>			0,92	3								
CHR	131	<i>Chromulina</i>							0,46	1			1,48	1
CHR	129	<i>Chromulina crassa</i>							0,46	1			1,48	1
CHR	130	<i>Chromulina minima</i>							0,46	1			1,48	1
CHR	1532	<i>Chromulina rosanoffi</i>							0,46	1			1,48	1
CHR	142	<i>Chrysamoeba</i>					0,92	2	1,48	2				
CHR	151	<i>Chrysolykos planctonicus</i>	1,37	1	0,93	2			0,30	3				
CHR	152	<i>Chrysolykos skujae</i>	0,88	2										
CHR	306	<i>Dinobryon</i>									1,45	1		
CHR	296	<i>Dinobryon bavaricum</i>	2,01	1	1,56	1	1,65	1	1,23	3	1,04	1	1,40	4
CHR	297	<i>Dinobryon crenulatum</i>			0,84	2	0,80	1	1,05	1				
CHR	298	<i>Dinobryon cylindricum</i>			1,11	1	0,90	1	1,35	1	0,98	1	2,17	1
CHR	299	<i>Dinobryon divergens</i>	1,24	1	0,89	2	1,08	1	0,89	1	1,69	1	1,42	1
CHR	300	<i>Dinobryon divergens</i> var. <i>schauinslandii</i>	1,24	1			1,08	1			1,69	1		
CHR	302	<i>Dinobryon sertularia</i>	1,71	1	0,82	1	1,15	2	1,67	2				
CHR	1569	<i>Dinobryon sertularia</i> var. <i>protuberans</i>	1,71	1	0,82	1								
CHR	303	<i>Dinobryon sociale</i>	1,51	1	1,04	1	1,70	1			1,75	1	1,94	3
CHR	304	<i>Dinobryon sociale</i> var. <i>americana</i>	1,51	1	1,63	1	1,70	1	1,40	2	1,75	1	1,94	3
CHR	305	<i>Dinobryon sociale</i> var. <i>stipitatum</i>	1,51	1	1,04	1	1,70	1	1,10	2	1,75	1	1,94	3



		Seetypgruppe	AVA		MG		TL_gesch		Tgesch AWB		TL_poly		Tpoly AWB	
AK	HTL-ID	Taxon HTL	TAW	SF	TAW	SF	TAW	SF	TAW	SF	TAW	SF	TAW	SF
CHR	307	<i>Dinobryon suecicum</i>			0,78	1								
CHR	1579	<i>Epipyxis tubulosa</i>							0,50	4				
CHR	1611	<i>Kephyrion littorale</i>											1,46	4
CHR	400	<i>Kephyrion rubri-claustri</i>							0,38	1				
CHR	402	<i>Kephyrion tubiforme</i>							0,28	2				
CHR	438	<i>Mallomonas akrokomos</i>	3,21	2					3,23	1				
CHR	439	<i>Mallomonas caudata</i>	2,45	2	1,75	1	2,60	1						
CHR	512	<i>Ochromonas</i>					1,74	1						
CHR	508	<i>Ochromonas globosa</i>					1,74	1						
CHR	509	<i>Ochromonas nana</i>					1,74	1						
CHR	510	<i>Ochromonas ornata</i>					1,74	1						
CHR	511	<i>Ochromonas sphaerella</i>					1,74	1						
CHR	599	<i>Pseudokephyrion entzii</i>			1,23	1					1,50	1	1,73	1
CHR	1786	<i>Pseudokephyrion hyalinum</i>			0,69	4								
CHR	889	<i>Pseudokephyrion pseudospirale</i>							0,28	4				
CHR	601	<i>Pseudopedinella erkensis</i>	1,01	1					0,67	1			1,51	1
CHR	1718	<i>Spiniferomonas cornuta</i>			1,16	1								
CHR	850	<i>Stichogloea doederleinii</i>			0,72	4	0,66	2	0,39	2				
CHR	740	<i>Synura</i>	3,39	3			3,20	3	4,16	3	2,08	1		
CHR	1311	<i>Synura sphagnicola</i>	3,39	3			3,20	3	4,16	3	2,08	1		
CHR	741	<i>Synura uvella</i>	3,39	3			3,20	3	4,16	3				
CHR	811	<i>Uroglena</i>	1,65	1	0,94	1	1,30	1	1,21	1			1,58	4
CHR	810	<i>Uroglena americana</i>	1,65	1	0,94	1	1,30	1	1,21	1			1,58	4
CHR	811	<i>Uroglena americana / volvox</i>							1,21	1				
CON	158	<i>Closterium aciculare</i>	2,24	2	2,25	1	2,02	1	3,16	1	3,72	1	3,60	1
CON	159	<i>Closterium acutum</i>	3,00	2	2,13	1	4,40	1			1,41	1	2,50	1
CON	160	<i>Closterium acutum var. linea</i>	3,00	2							6,04	2		
CON	161	<i>Closterium acutum var. variabile</i>	3,00	2					2,69	1	1,95	1		
CON	168	<i>Closterium limneticum</i>	3,37	1	4,87	1			5,71	1	3,99	2	5,13	1
CON	172	<i>Closterium pronum</i>									5,23	1	4,26	1
CON	198	<i>Cosmarium bioculatum</i>					0,65	1	0,48	1				
CON	199	<i>Cosmarium depressum</i>	1,48	2										
CON	200	<i>Cosmarium depressum var. planctonicum</i>	1,48	2										
CON	477	<i>Mougeotia</i>	2,89	1	1,29	1	2,96	2	4,07	2	2,78	1	1,97	4
CON	478	<i>Mougeotia thylespora</i>	2,89	1	1,29	1	2,96	2	4,07	2	2,78	1	1,97	4



		Seetypgruppe	AVA		MG		TL_gesch		Tgesch AWB		TL_poly		Tpoly AWB	
AK	HTL-ID	Taxon HTL	TAW	SF	TAW	SF	TAW	SF	TAW	SF	TAW	SF	TAW	SF
CYA	737	<i>Synechocystis aquatilis</i>			5,16	1								
CYA	820	<i>Woronichinia compacta</i>									5,22	1		
CYA	1596	<i>Woronichinia fusca</i>			1,49	1								
CYA	821	<i>Woronichinia naegeliana</i>	1,68	2			2,66	2	4,19	2	5,16	2	4,54	1
DIN	102	<i>Ceratium cornutum</i>	0,81	3			0,68	3	0,60	3				
DIN	103	<i>Ceratium furcoides</i>					3,67	2	4,24	2	3,08	3	3,37	3
DIN	104	<i>Ceratium hirundinella</i>									1,92	1	1,69	1
DIN	390	<i>Gymnodinium</i>									2,22	1		
DIN	383	<i>Gymnodinium acuminatum</i>									2,22	1		
DIN	386	<i>Gymnodinium cnecoides</i>			0,81	4					2,22	1		
DIN	1604	<i>Gymnodinium discoidale</i>			0,81	4								
DIN	387	<i>Gymnodinium fuscum</i>									2,22	1		
DIN	877	<i>Gymnodinium lacustre</i>			0,81	4					2,22	1		
DIN	389	<i>Gymnodinium lantzschii</i>	1,02	1							2,22	1		
DIN	385	<i>Gymnodinium uberrimum</i>	0,99	1	1,02	1	1,97	1	0,57	1	2,22	1	1,84	1
DIN	886	<i>Peridiniopsis</i>									4,89	4		
DIN	957	<i>Peridiniopsis berolinense</i>									4,89	4		
DIN	545	<i>Peridiniopsis cunningtonii</i>									4,89	4		
DIN	845	<i>Peridiniopsis penardiforme</i>									4,89	4		
DIN	546	<i>Peridiniopsis polonicum</i>									4,89	4		
DIN	547	<i>Peridinium aciculiferum</i>	2,77	1	2,20	1					4,10	2		
DIN	548	<i>Peridinium bipes</i>	2,39	2									1,50	4
DIN	549	<i>Peridinium cinctum</i>			2,18	2	1,21	1			4,15	1		
DIN	558	<i>Peridinium umbonatum-Komplex</i>	1,15	1									1,64	1
DIN	560	<i>Peridinium willei</i>	1,08	2	1,08	1	1,18	2	1,43	2	0,94	2		
DIN	1744	<i>Woloszynskia ordinata</i>			0,84	1								
EUG	326	<i>Euglena</i>	3,74	1	3,79	2	4,11	1	3,20	1	4,93	1		
EUG	322	<i>Euglena acus</i>	3,74	1	3,79	2			3,20	1				
EUG	323	<i>Euglena ehrenbergii</i>	3,74	1	3,79	2	4,11	1	3,20	1	4,93	1		
EUG	1580	<i>Euglena gasterosteus</i>	3,74	1										
EUG	324	<i>Euglena gracilis</i>	3,74	1	3,79	2			3,20	1				
EUG	1581	<i>Euglena granulata</i>	3,74	1	3,79	2			3,20	1				
EUG	1261	<i>Euglena hemichromata</i>	3,74	1	3,79	2			3,20	1				
EUG	326	<i>Euglena limnophila</i>							3,20	1				
EUG	1823	<i>Euglena mutabilis</i>	3,74	1	3,79	2			3,20	1				



		Seetypgruppe	AVA		MG		TL_gesch		Tgesch AWB		TL_poly		Tpoly AWB	
AK	HTL- ID	Taxon HTL	TAW	SF	TAW	SF	TAW	SF	TAW	SF	TAW	SF	TAW	SF
EUG	998	<i>Euglena oxyuris</i>	3,74	1	3,79	2	4,11	1	3,20	1	4,93	1		
EUG	325	<i>Euglena pisciformis</i>	3,74	1	3,79	2			3,20	1				
EUG	1824	<i>Euglena proxima</i>	3,74	1	3,79	2			3,20	1				
EUG	1825	<i>Euglena spirogyra</i>	3,74	1	3,79	2			3,20	1				
EUG	973	<i>Euglena tripteris</i>	3,74	1	3,79	2	4,11	1	3,20	1	4,93	1		
EUG	327	<i>Euglena variabilis</i>	3,74	1	3,79	2	4,11	1	3,20	1	4,93	1		
EUG	328	<i>Euglena viridis</i>	3,74	1	3,79	2	4,11	1	3,20	1	4,93	1		
EUG	569	<i>Phacus</i>	4,15	1										
EUG	986	<i>Phacus acuminatus</i>	4,15	1										
EUG	566	<i>Phacus longicauda</i>	4,15	1										
EUG	1777	<i>Phacus orbicularis</i>	4,15	1										
EUG	1674	<i>Phacus platyaulax</i>	4,15	1										
EUG	567	<i>Phacus pleuronectes</i>	4,15	1										
EUG	1297	<i>Phacus pseudonordstedtii</i>	4,15	1										
EUG	1849	<i>Phacus pusillus</i>	4,15	1										
EUG	568	<i>Phacus pyrum</i>	4,15	1			5,00	1	5,77	1	6,04	2	4,08	2
EUG	1850	<i>Phacus suecicus</i>	4,15	1										
EUG	1675	<i>Phacus tortus</i>	4,15	1										
EUG	1049	<i>Phacus triqueter</i>	4,15	1										
EUG	771	<i>Trachelomonas volvocina</i>	2,53	2										
HAP	144	<i>Chrysochromulina</i>					1,91	1	0,63	1	2,54	1	1,53	1
HAP	143	<i>Chrysochromulina parva</i>					1,91	1	0,63	1	2,54	1	1,53	1
PRA	684	<i>Scourfieldia cordiformis</i>											1,66	1
PRA	758	<i>Tetraselmis cordiformis</i>	1,20	2										
ULV	313	<i>Elakatothrix</i>									1,54	1	2,30	1
ULV	311	<i>Elakatothrix gelatinosa</i>					1,23	1	1,94	1	1,54	1	2,30	1
ULV	312	<i>Elakatothrix genevensis</i>									1,54	1	2,30	1
ULV	1574	<i>Elakatothrix spirochroma</i>											2,30	1
ULV	1218	<i>Elakatothrix viridis</i>			5,09	1							2,30	1
ULV	1592	<i>Gloeotila pelagica</i> f. <i>spiralis</i>			0,80	4								
ULV	413	<i>Koliella longiseta</i>					3,47	2	3,92	2	2,87	2	3,19	2
ULV	578	<i>Planctonema lauterbornii</i>	1,00	2										
ULV	1725	<i>Stichococcus pelagicus</i>			0,80	4								
XAN	377	<i>Goniochloris mutica</i>			5,70	2							5,16	3
XAN	852	<i>Trachydiscus sexangularis</i>							0,39	3				
XAN	852	<i>Trachydiscus sexangulatus</i>					0,65	2						
XAN	778	<i>Tribonema</i>					1,30	1	2,27	1	2,66	2	3,30	2



		Seetypgruppe	AVA		MG		TL_gesch		Tgesch AWB		TL_poly		Tpoly AWB	
AK	HTL- ID	Taxon HTL	TAW	SF	TAW	SF	TAW	SF	TAW	SF	TAW	SF	TAW	SF
XAN	999	<i>Tribonema aequale</i>					1,30	1	2,27	1	2,66	2	3,30	2
XAN	776	<i>Tribonema elegans</i>							2,27	1			3,30	2
XAN	1314	<i>Tribonema minus</i>					1,30	1	2,27	1	2,66	2	3,30	2
XAN	777	<i>Tribonema monochloron</i>							2,27	1			3,30	2
XAN	779	<i>Tribonema vulgare</i>					1,30	1	2,27	1	2,66	2	3,30	2