



## **VERSIONSDOKUMENTATION PHYTOSEE**

### **- HISTORIE DES BEWERTUNGSVERFAHRENS MIT PHYTOPLANKTON FÜR SEEN**

**- STAND 31. MÄRZ 2022**

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

**Projektbegleitung durch den Expertenkreis der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)  
"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:**

Dipl. Biol. Ursula Riedmüller

*BNÖ* - Büro für Nutzung und Ökologie der Binnengewässer

Erlenweg 13, 79822 Titisee-Neustadt

Tel. 07651-93666-4, E-Mail: [bnoe@gewaesserfragen.de](mailto:bnoe@gewaesserfragen.de)

Dr. Ute Mischke

Bayerisches Landesamt für Umwelt, Referat 83: Ökologie der Flüsse und Seen

Demollstraße 31, 82407 Wielenbach

Tel. 0821-9071-1150, E-Mail: [ute.mischke@lfu.bayern.de](mailto:ute.mischke@lfu.bayern.de)

**PROJEKTLEITUNG:**

Dipl. Biol. Eberhard Hoehn,

*LBH* - Limnologiebüro Hoehn Freiburg

Glümerstr. 2a, D-79102 Freiburg

E-Mail: [lbh@gmx.de](mailto:lbh@gmx.de)

**ZITIERVORSCHLAG:**

Riedmüller, U., Mischke, U., Hoehn, E. (2022): Versionsdokumentation PhytoSee - Historie des Bewertungsverfahrens mit Phytoplankton für Seen. Im Rahmen des Länderfinanzierungsprogramms "Wasser, Boden und Abfall" 2021. LAWA-Projekt Nr. O 3.21. Stand März 2022. 18 S.

Titisee, Freiburg im März 2022

## Inhaltsverzeichnis

Einführung .....	4
Versionsdokumentation PhytoSee-Toolversionen seit 2006 .....	6
PhytoSee 1.0 / Fertigstellungstermin der 1. Testversion unbekannt.....	6
PhytoSee 2.0 / November 2007 .....	6
PhytoSee 3.0 / März 2008 .....	7
PhytoSee 3.1 / Januar 2009.....	7
PhytoSee 4.0 / Mai 2009 .....	8
PhytoSee 5.0 / Testversion August 2012 und 15. Februar 2013 .....	9
PhytoSee 5.1 / Januar 2014.....	10
PhytoSee 6.0 / Januar und März 2015 .....	11
PhytoSee 7.0 / Dezember 2017.....	12
PhytoSee 7.1 / Juni 2020 .....	13
PhytoSee Online 8.0.x / März 2022.....	13
Ausblick .....	14
Weiterführende und zitierte Literatur .....	15
Taxalisten, Steckbriefe der Indikatortaxa.....	15
Verfahrensentwicklung PhytoSee für pH-neutrale Seen .....	15
Verfahrensentwicklung PhytoSee für pH-saure Seen .....	16
DI-Prof .....	16
PhytoLoss.....	16
Allgemein: Seentypologie, RaKon, Trophie-Klassifikation, Hintergrund und Orientierungswerte ...	17
Probenahme- und Laborpraxis.....	17
Handbücher und Verfahrensanleitungen.....	18
Versionen der Auswerte-Tools.....	18

## Einführung

Konzeptionelle Vorarbeiten zur Entwicklung von Bewertungsverfahren mit Phytoplankton begannen 1999 mit Literaturrecherchen zum Thema Trophie-Klassifizierung von Seen (Knopf et al. 2000) und Fließgewässern (Nixdorf et al. 2000). Demgemäß bestanden bereits Verfahren auf Basis u.a. des Chlorophyll a, der Sichttiefe oder von Indikatorarten, welche in der Regel die Trophie in den Klassen oligotroph, mesotroph usw. beschrieben. Ansätze zu Referenz-basierten Einstufungen, welche abhängig von Gewässertypen die Abweichung vom Referenzzustand bewertet, wie es die EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) verlangt, waren nicht so weit verbreitet. Ein Ansatz war z. B. von der LAWA (1999) für natürlich entstandene Seen veröffentlicht worden. Die dort entwickelten Vorstellungen zu Referenzzuständen in den verschiedenen Seetypen wie Flachseen, tiefe geschichtete Seen etc. wurden bei der Leitbild-Entwicklung für das PhytoSee-Verfahren berücksichtigt.

Aufbau und Bewertungsgrundlagen wie Klassengrenzen wurden von Nixdorf et al. (u.a. 2006) in einem ersten LAWA-Projekt erarbeitet. Wesentlicher Bestandteil dieses Projektes war eine deutschlandweite Datensammlung zu Phytoplanktonbefunden und trophischen Begleitparametern v.a. Chlorophyll a, Phosphorkomponenten und Secchi-Sichttiefe. Darauf basierend wurden von Mischke et al. (2005, 2006) die ersten Versionen der "Harmonisierten Taxaliste Phytoplankton" (HTL) erstellt. Hierfür mussten taxonomische Bezeichnungen vereinheitlicht und die zugrunde liegende Systematik dargestellt werden. Des Weiteren enthält die HTL ein Mindestbestimmbarkeitsniveau, was bei der taxonomischen Arbeit am Mikroskop für die beiden Verfahren PhytoFluss und PhytoSee zumindest erreicht werden sollte, um zu einer verlässlichen Anwendbarkeit der Bewertung zu gelangen. Empfehlungen zur Probenahmepraxis und zur Aufbereitung und Probenbearbeitung im Labor wurden ebenfalls zusammengestellt (Mischke et al. 2004, Nixdorf et al. 2007, 2008, 2010).

In einem zweiten LAWA-Projekt wurde der Verfahrensentwurf einem Praxistest unterzogen. In diesem sollten neu und mehr standardisiert erhobene Daten für die Bewertung und deren Validierung eingesetzt werden. Hierfür wurde erstmals auf Basis der bestehenden Access-Datenbank "Phytoplankton Seendatenbank" ein Accesstool für die Berechnung des Phyto-See-Index erstellt (Mischke & Böhmer 2007, 2008). Dies wurde 2008 in der Version 2.0 den Anwendern zunächst als Testversion zur Verfügung gestellt. Alle weiteren Versionen werden unten aufgeführt und der Fortschritt beschrieben.

Nach Abschluss des Praxistests im Jahr 2008 (Mischke et al. 2008) konnte in Deutschland mithilfe des Accesstools eine einheitliche Methode zur Bewertung von natürlich entstandenen Seen in der Alpen- und norddeutschen Tieflandregion mit Phytoplankton gemäß EG-WRRL angewendet werden.

Das PhytoSee-Verfahren wurde in den folgend genannten, meist LAWA-Projekten erweitert und auf europäischer Ebene interkalibriert. In allen Projekten wurde die "Phytoplankton-Seen-Datenbank" mit Neudaten ergänzt, plausibilisiert und funktionell ausgebaut.

- Möglichkeit der Bewertung von Mittelgebirgsseen, erheblich veränderten Seen wie Talsperren und künstlichen Seen wie Baggerseen (LAWA-Projekt O 3.06; Hoehn et al. 2009)
- Interkalibration des Verfahrens (alpine GIG, central baltic GIG), Plausibilisierung der Bewertungsgrundlagen. Projekt: Feinabstimmungsprojekt für den Phyto-See-Index (LAWA O 9.08; Mischke et al. 2009)
- Überarbeitungsbedarf der bisherigen LAWA-Verfahren zur Trophieklassifizierung, Konzepte zur Ableitung von Hintergrund- und Orientierungswerten, Entwicklung der Prinzipien des PhytoLoss-Moduls zur Einbindung von Zooplanktonbefunden, Weiterführung der Interkalibrierung. Projekt: Anpassungen des Phytoplanktonverfahrens nach WRRL für stehende Gewässer im Rahmen der europäischen Interkalibrierung und zur Erhöhung der Bewertungssicherheit mit Ableitung von Handlungsoptionen. (LAWA O 9.09; Mischke et al. 2010)

- Überarbeitung des Biomasse- und Algenklassen-Metrics für Mittelgebirgsseen, HMWB und AWB nach Praxistest, Überarbeitung der Typologie von Mittelgebirgsseen, Entwurf Überarbeitung der LAWA-Trophie-Klassifikation, Vorprüfung trophische Auswirkungen von Wasserstandsschwankungen und Datensammlung, Projekt: Praxistest und Verfahrensanpassung für HMWB & AWB & Mittelgebirgsseen (LAWA O 7.08; Riedmüller & Hoehn 2011)

- Überarbeitung von Biomasse- und Algenklassen-Metric für Tieflandseen, seetyp-spezifische Hintergrund- und Orientierungswerte für den Parameter Gesamtphosphor, Fertigstellung der Überarbeitung der LAWA-Trophieklassifikation. Projekt: Ökologische Bewertung von natürlichen Seen und HMWB & AWB mit Phytoplankton (LAWA O 4.10; Riedmüller et al. 2013)

- Ökologisches Potenzial in Talsperren mit bewertungsrelevanten Seepegelschwankungen, Stickstoffparameter in Seen, Handbuch für die Qualitätssicherung in der Phytoplanktonbewertung von Seen, PhytoLoss-Verfahren: Grazing-Effektstärke und weitere Indizes, Handbuch PhytoSee und PhytoLoss. Projekt: Erweiterung der Bewertungsmöglichkeiten für Seen gemäß EG-WRRL für die Biokomponente Phytoplankton (LAWA O 8.12; Riedmüller et al. 2015)

- Projekt: Weiterentwicklung des Verfahrens zur Bewertung von sauren Tagebauseen anhand des Phytoplanktons gemäß den Anforderungen der EG-Wasserrahmenrichtlinie (LAWA O 1.15, Leßmann et al. 2017)

- Überarbeitung des Bewertungsmoduls für Alpen- und Alpenvorlandseen inkl. Hintergrund- und Orientierungswerte, Stickstoff- und Gesamtphosphorlimitation in Seen, Modifikationen im PhytoLoss-Modul und Erhöhung der Benutzerfreundlichkeit des Access-Tools. Projekt: Weiterentwicklung des Bewertungsverfahrens für Seen mit Phytoplankton gemäß EG-WRRL (LAWA O 7.16; Riedmüller et al. 2018)

In den Jahren 2020 bis März 2022 wurde das PhytoSee-Verfahren in eine Online-Version umgewandelt, die eine obligatorische Vorhaltung von Desktop-Versionen von Microsoft-Access überflüssig macht. Die Programmierung von PhytoSee Online erfolgte durch IRV-Software, Ing. Robert Vogl, Breitenfurterstraße 107-109/3/17, A-1120 Wien. <http://www.irv-software.at>

PhytoSee Online ab Version 8.0.x: <https://www.gewaesser-bewertung-berechnung.de>

## Versionsdokumentation PhytoSee-Toolversionen seit 2006

### PhytoSee 1.0 / Fertigstellungstermin der 1. Testversion unbekannt

Aufbau der gesamten Funktionalität in der Access-Datenbank zur Berechnung des Phyto-See-Index für natürliche Seen in den Ökoregionen Alpenvorland und Alpen sowie Norddeutsches Tiefland nach den Arbeiten von Nixdorf et al. (2006). Grundlage für die Taxoncodierung war die erste Version der Harmonisierten Taxaliste Phytoplankton von Mischke & Kusber (2006).

### PhytoSee 2.0 / November 2007

#### Grundlegendes:

Die Version 2.0 war die erste Testversion des Accesstools für eine größere Öffentlichkeit.

#### Änderung:

- Korrektur von Klassengrenzen-Nennungen im Tool für den Teilmetric Chlorophyll a-Saisonmittel im Seetyp 10.2 (→ keine Bewertungsrelevanz)
- Korrektur von Funktionskonstanten für den Teilmetric Chlorophyll a-Saisonwert beim Typ 10.2, jetzt Eintrag wie Typ 10.1
- Korrektur zum vollständigen Ausschluss von heterotrophen Arten
- Erhöhung der Benutzerfreundlichkeit. Ausgabe Anzahl Beprobungstermine, Aktualisierung der HTL-Taxaliste hinsichtlich der aktuellen PTSI-Indikatortaxa
- Ausschluss bzw. Nicht-Annahme von nicht oder falsch kodierten Taxa beim Datenimport
- Einbindung des DI-PROF als 4. Teilmetric und als fakultativen 2. Arten-Metric in das PhytoSee-Verfahren gemäß Schönfelder (2004, 2006)

#### Bewertungsrelevanz:

- mildere Bewertung im Teilmetric Chlorophyll a-Saisonmittel für den Seetyp 10.2
- bei Vorkommen von heterotrophen Taxa Verringerung der Gesamtbiomassen und ggf. mildere Bewertung im Biovolumen- und in Algenklassen-Teilmetrics

### PhytoSee 3.0 / März 2008

#### **Grundlegendes:**

In diese Version wurden die Ergebnisse des Praxistests von Mischke et al. (2008) eingearbeitet.

#### **Änderung:**

- Erhöhung der Benutzerfreundlichkeit: Einfügen einer Importfunktion mit Button im Eingangsfenster, Ausgabe von Besonderheiten der Beprobung (aus "Probendaten") in der Schlusstabelle, Ausgabe von Zwischenergebnissen des DI-PROF, Anpassung der Info-Datei zur Erläuterung der Ausgabetafeln, Wiederherstellen der Importfunktion
- Korrektur der Bewertungsfunktion im Teilmetric Chlorophyll a-Saisonmittel für den Seetyp 10.2 (Hinweis von Anwendern)

#### **Bewertungsrelevanz:**

- mildere Bewertung im Teilmetric Chlorophyll a-Saisonmittel für den Seetyp 10.2

### PhytoSee 3.1 / Januar 2009

#### **Änderung:**

- Einfügen der neuen HTL\_2009 (Mischke & Kusber 2009)
- jede Messstelle wird in "Gewässername" aufgeführt und erhält eigene "Seenummer" im Feld "GesGewNr\_intern", für den Wasserkörper (WK) gibt es zur Gruppierung von ggf. mehreren Messstellen das neue Feld "GesGewNr-internWB" und "GewässernameWB"

#### **Bewertungsrelevanz:**

- Wasserkörperbewertung auf Basis von mehreren Messstellen durch einfache Mittelwertbildung möglich
- Erweiterung der Kodiermöglichkeiten als Grundlage für eine zukünftige Differenzierung im Bewertungsverfahren u.a. zum Auffinden neuer Indikatortaxa, zunächst keine Veränderung im Bewertungsergebnis

## PhytoSee 4.0 / Mai 2009

### Grundlegendes:

Mit dem bisherigen PhytoSee-Verfahren war die Bewertung von natürlich entstandenen Seen in den Ökoregionen Alpenvorland und Alpen sowie norddeutsches Tiefland möglich. Im Projekt von Hoehn et al. (2009) zur Bewertung von Mittelgebirgsseen sowie für künstlichen (AWB, u.a. Baggerseen) und erheblich veränderten Seen (HMWB, u.a. Talsperren) sowie Sondertypen natürlicher Seen wurden Vorschläge für eine Trophie-bezogene Subtypologie und für die ökologische Bewertung gemacht (Stand 2. März 2009). Die Typologie lehnt sich an die LAWA-Typologie von Mathes et al. (2002) an. Die neu entwickelten Bewertungsgrundlagen umfassen Klassengrenzen und Indikatorlisten für die drei Metrics Biomasse, Algenklassen und den auf Indikator taxa basierenden PTSI-Metric.

Für AWB und HMWB wurden in der Ökoregion Tiefland, welche im Wesentlichen Baggerseen, pH-neutrale Tageauseen und Talsperren umfassen, zwei Indikatorlisten (polymiktische und geschichtete AWB/HMWB) abgeleitet. Dies war notwendig geworden, weil die bisherigen Listen für natürliche Seen keine stimmigen Ergebnisse lieferten. Der Algenklassen-Metric für natürliche Seen wurde an Besonderheiten in den AWB/HMWB teilweise angepasst. Der Biomasse-Metric wurde ohne Anpassung übernommen.

Die PhytoSee-Version 4.0 stellt die Testversion für die Bewertung der neuen Bewertungsmodule dar.

### Änderung:

- Einfügen der Seetyp-bezogenen Bewertungsgrundlagen für die Mittelgebirgstypen 5,7,8,9,6.1,6.2,6.3
- Einfügen der Seetyp-bezogenen Bewertungsgrundlagen AWB, HMWB und Sondertypen in der Ökoregion Tiefland, Typansprache analog zu den Typen natürlicher Seen allerdings mit den Typbezeichnungen 10.1k, 10.2k, 11.1k usw. für eine korrekte Zuordnung der abweichenden Indikatorlisten und Algenklassenbewertung
- kleinere Anpassungen der bestehenden Indikatorliste für die Alpenregion durch Integration der HMWB und AWB in die Validierung
- einige strukturelle Änderungen in den Eingangstabellen sowie Korrekturen zur Vermeidung von Dopplungen in der Bewertungsausgabe
- Anpassung der Chlorophyll a-Grenzen beim Flusseeotyp 12 an neue Referenzseen → alle Metrics für Seetyp 12 an neue Referenz trophie angepasst
- Änderung beim Algenklassen-Metric mit Cyanobacteria: Ausschluss von nicht Toxin-bildenden Taxa → die meisten Chroococcales mit Ausnahme der Gattungen *Microcystis* und *Woronichinia*, bei diesen Kennzeichnung als "Chroococcales\_harmful" und weiterhin Einbeziehung
- Korrektur der Gültigkeitsbedingung zur Verwendung Chlorophyll a-Maximums (Faktor 0,75 auf 0,8 gesetzt, entspricht den 125% in der Verfahrensanleitung)
- Einschränkung des Gültigkeitsbereichs des Verfahrens auf mindestens 4 Chlorophyll a-Termine/Jahr

### Bewertungsrelevanz:

- Bewertungsmöglichkeit für alle Gewässerarten und Subtypen in der Ökoregion Mittelgebirge
- Bewertungsmöglichkeit für AWB, HMWB und Sondertypen in der Ökoregion Tiefland
- mildere Bewertung beim Seetyp 12
- ggf. mildere Bewertung bei Algenklassen-Teilmetrics mit Cyanobacteria

### Grundlegendes:

Zur Berücksichtigung von Zooplanktonbefunden zur Absicherung der Phytoplanktonbewertung wurde von Deneke in Mischke et al. (2010) das PhytoLoss-Modul vorgestellt. In der Anfangsphase konnten die PhytoLoss-Indices in einer Excel-Anwendung berechnet werden (Deneke (2012)). Für die Indexberechnung zu Wechselwirkungen insbesondere Fraß im Plankton musste auch allen Phytoplanktontaxa der HTL eine Fraß-Gilde zugeordnet werden. Mit diesen konnte anhand der Algen-Befunde die aktuelle Fressbarkeit für das Zooplankton und die Grazing-Effektstärke pro Termin ermittelt werden. Eine Vertiefung der PhytoLoss-Methoden sowie methodische Maßgaben wurden von Deneke et al. (2013) sowie von Deneke & Maier (2013) erarbeitet.

Des Weiteren wurde die Bewertungsgrundlagen für pH-saure Tagebauseen, welche von Leßmann & Nixdorf (2009) entwickelt worden waren, sowie weitere Modifikation aus dem Praxistest von Riedmüller & Hoehn (2011) und dem LAWA-Projekt O 4.10 von Riedmüller et al. (2013) von bis dahin Testversionen in das offizielle Accesstool aufgenommen. Im letztgenannten Projekt wurde auch die Überarbeitung der LAWA-Trophie-Indices für alle Gewässerarten abgeschlossen, was zu der Veröffentlichung LAWA (2014) führte. Der Trophieindex nach LAWA ist ein wichtiges Werkzeug zur Kalibrierung der Bewertungsfunktionen.

### Änderung:

- Einfügen einer aktualisierten Code-Übersetzungsliste von DV.-Nr. nach HTL-ID zur korrekten Bewertung von DV-codierten Befunden
- Exportdatei mit Fraßgilden des Phytoplanktons für die Einbindung in PhytoLoss
- Überarbeitung der Klassengrenzen für die Parameter Biovolumen, Chlorophyll a- Saisonmittel und -Maximum für Tieflandseen im Sinne einer Harmonisierung mit den Trophieklassen der revidierten LAWA-Trophieklassifizierungs-Richtlinie
- Änderung der Bewertungsgrenzen im Biomasse- und Algenklassen-Metric im Mittelgebirgs-Modul gemäß den Erfahrungen und Anregungen aus dem Praxistest in den Bundesländern (s. Riedmüller & Hoehn 2011) sowie zur Harmonisierung mit Klassengrenzen des LAWA-Trophie-Index
- Senkung der Referenztrophie von LAWA-Trophie-Index 2,75 auf 2,5 (gemäß LAWA-Expertenkreis-Sitzung München 2012) und entsprechende Anpassung der Bewertungskurven
- kleinere Korrekturen in der Alpen-Indikatorliste und in Gültigkeitsgrenzen der Algenklassen-Metrics "Chryso" und "Chryso+Din"
- Anpassung der Bewertungskurven beim Algenklassen-Metric für Tieflandseen inkl. der AWB und HMWB in den "k"-Seetypen
- Einfügen der Bewertung für pH-saure Seen nach Leßmann & Nixdorf (2009)

### Bewertungsrelevanz:

- strengere Bewertung des Seetyps 12
- Möglichkeit der Bewertung von pH-sauren Seen
- veränderte Metric-Kalibrationen im Mittelgebirgs- und Tieflandmodul für alle Gewässerarten mit vielfältigen Änderungen für alle enthaltenen Seetypen

## PhytoSee 5.1 / Januar 2014

### **Änderung:**

- Ausgabe der abgestimmten Seetyp-Langbezeichnungen gemäß der "Steckbriefe der deutschen Seetypen" (UFOPlan-Projekt, Riedmüller et al. 2013)
- Änderung der Berechnung der Saisonmittel in allen Teilmetrics des PhytoSee-Verfahrens: Weglassen des Zwischenschritts Monatsmittel. Vorteil: Kenngröße besser reproduzierbar und Harmonisierung mit Saisonmittelwertbildung im Trophie-Index nach LAWA (Riedmüller et al. 2013, LAWA 2014)
- Korrektur: Verwendung des Teilmetrics Biovolumen in der Bewertung der pH-sauren Tagebauseen statt des gesamten Metrics Biomasse
- Einführung des sauren Seetyps 7s
- Erhöhung der Benutzerfreundlichkeit mit zusätzlichen Information in der Bewertungsausgabe: u.a. Ergebnisse der Einzelmetrics, Sichttiefe-Saisonmittel im Untersuchungsjahr
- Korrekturen in der Wasserkörperbewertung: ungültige PSI-Ergebnisse in Teil-Seebecken werden in der Wasserkörperbewertung ausgeschlossen

### **Bewertungsrelevanz:**

- Weglassen des Zwischenschritts Monatsmittel bringt geringe Änderungen
- Möglichkeit der Bewertung von pH-sauren Tagebauseen im Mittelgebirge
- Veränderungen in der Bewertung der pH-sauren Tagebauseen
- Erhöhung der Verlässlichkeit in der Wasserkörperbewertung

## PhytoSee 6.0 / Januar und März 2015

### Grundlegendes:

Die bislang getrennten Access-Tools PhytoSee und PhytoLoss wurden in eine gemeinsame Access-Version vereint. Die Berechnung des Phyto-See-Index ist unverändert zur Version 5.1 mit Ausnahme der Fehlerbehebung im Algenklassenmetrik (s. unten). Mit den Handbüchern "PhytoSee" und "Qualitätssicherung", beide von Mischke et al. (2014), werden dem Verfahren ausführliche Begleitdokumente zur Seite gestellt. Begleitdokument für PhytoLoss wurde von Deneke et al. (2015) erstellt.

### Änderung:

- Zusammenlegung der beiden Access-Programmierungen PhytoSee (Version 5.1) und PhytoLoss (Version 1.2), Vorteil: PhytoLoss übernimmt die relevanten Phytoplanktondaten zur Ermittlung des potenziellen Fraßdrucks durch das Zooplankton automatisch. Datenimport und Ergebnisausgaben erfolgen nach wie vor getrennt.
- Korrektur der Algenklassen-Teilmetrics, welche nicht mit den Saisonmittelwerten der berechnet werden sondern mit den mittleren Vorkommen von Juli bis Oktober. Hier war bereits in der Version 5.1 der Monatsfilter Juli-Oktober (JO-Filter) außer Funktion.
- Wiederherstellung/Rückkorrektur der Spaltenreihenfolge Access-Eingangstabelle "Gewässername\_See\_Nr", entspricht nun wieder der Excel-Formatvorlage

### Bewertungsrelevanz:

- wieder eingesetzter JO-Filter bewirkt im Algenklassenmetric teils geringe teils deutliche Unterschiede je nach Seetyp: geringfügig strenger bei den Seetypen 6, 10 und 13, deutlich milder bei Seetyp 4.

### Grundlegendes:

Die Zusammenlegung von PhytoSee und PhytoLoss hatte sich nicht bewährt, da eine voneinander unabhängige Entwicklung der beiden Tools in eigenen Versionsverläufen möglich sein muss. Das PhytoLoss-Tool (Deneke et al. 2016) und viele weitere Dokumente wie u.a. Berichte, Kurzanleitung, Probenahmevorschrift oder die Operative Taxaliste Metazooplankton (OTL-MZ) sind über [www.phytoloss.de](http://www.phytoloss.de) zu erhalten.

Die Bewertung von pH-sauren Tagebauseen wurde von Leßmann et al. (2017) überarbeitet. Ein besonderer Aspekt ist die Identifizierung von mixotrophen Arten in den Befundlisten, welche in einigen sauren Tagebauseen auffällig häufig sind. Hierzu wurde eine Literaturrecherche gemacht und eine Liste von mixotrophen Arten mit HTL-ID erstellt.

Die bisherige Bewertung im Alpenmodul wurde auf den Prüfstand gestellt, mit neuen Datensätzen validiert und angepasst (s. Riedmüller et al. 2018). Wichtigste Änderung ist die Auflösung der Seetypgruppe 1+2+3 in eigenständige Seetypen mit eigener Referenztrophy und Bewertungsfunktionen in den Teilmetrics. Der Artenindex PTSI wurde dabei in geringem Maße angepasst. Für die "neuen" Typen wurden Hintergrund- und Orientierungswerte für die Parameter Gesamtphosphor und Sichttiefe abgeleitet.

Alle Änderungen und Handlungsanweisungen zur Potenzialbewertung von Talsperren und sauren Tagebauseen sind im Handbuch PhytoSee von Mischke et al. (2017) dargestellt.

### Änderung:

- Trennung der beiden Accesstools PhytoLoss und PhytoSee in eigenständige Tools, PhytoLoss bekommt per Verknüpfung an das PhytoSee-Tool die notwendigen Phytoplanktondaten
- Einfügen der neuen Bewertungsgrundlagen im Modul Alpenvorland und Alpen (AVA)
- Erweiterung der Möglichkeiten der Bewertung des ökologischen Potenzials von Talsperren mit starken Wasserstandsschwankungen → Einführen von zwei neuen Mittelgebirgsseetypen HMWB 5 und 8, in denen eine mildere Bewertung als in den bisherigen Seetypen 5 und 8 möglich ist.
- Implementierung der veränderten Bewertungsgrundlagen für pH-saure Seen (meist Tagebauseen) gemäß Leßmann et al. (2017), Bewertungsausgabe mit allen Teilmetrics in der Exportdatei im Tabellenblatt "Saure\_Seen\_PSI", Zusatzinformationen z. B. zur Dominanz mixotropher Taxa in den Befunden
- Herstellen der 64-bit Kompatibilität der Access-Programmierung
- Bewertung Chlorophyll a-Maximum und Chlorophyll a-Saisonmittel erfolgt ab mind. 4 Terminen, Chl a-Max war bislang ab 3 Terminen bewertbar

### Bewertungsrelevanz:

- Änderungen im Alpenmodul: etwas mildere Bewertung des Seetyps 4, etwas strengere im Seetyp 3, deutlich mildere Bewertung für den polymiktischen Seetyp 1 im Einklang mit höherer Referenztrophy
- Möglichkeit der Berücksichtigung von Trophy-erhöhenden Wasserstandsschwankungen bei der Potenzialermittlung von Talsperren und somit Milderung in der Bewertung
- Differenziertere Bewertung von sauren Tagebauseen, Möglichkeit der Korrektur von erhöhten Planktonbiomassen durch mixotrophe Taxa → Heterotrophie-Kontrolle

## PhytoSee 7.1 / Juni 2020

### Änderung:

- Fehlerbehebung bei der Berechnung der Algenklassen-Submetrics "Chryso- & Dinophyceae" und "Cyanobacteria" in den Gewässertypen HMWB 5 und 8 (Seetypen für Talsperren mit bewertungsrelevanten Stauspiegelabsenkungen), entspricht jetzt korrekter Bewertung gemäß aktuellem Verfahrensstand im Handbuch PhytoSee (Mischke et al. 2017).

### Bewertungsrelevanz:

- meist geringe Änderungen im Ergebnis des Algenklassen-Metrics in den genannten Seetypen, Auswirkung auf den PhytoSee-Index gering

## PhytoSee Online 8.0.x / März 2022

### Grundlegendes:

Die Online-Version entspricht hinsichtlich der Bewertungsgrundlagen der Version 7.1. Lediglich die im Jahr 2020 veröffentlichte neue "Harmonisierte Taxaliste Phytoplankton" HTL 2020 nach Mischke et al. (2020) wurde implementiert. Die Erweiterung der HTL 2020 hinsichtlich neuer Taxonamen für bereits vorhandene Taxa erforderte eine Anpassung der Indikatorlisten um Synonyme oder neue Bezeichnungen. In geringem Maß wurden Indikator taxa verändert, deren gute Bestimmbarkeit in Frage steht z. B. mit der Erweiterung der *Euglena-Lepocinclis*-Gruppe oder Arten nach neuerer Auffassung als identisch gelten wie *Erkenia subaequiciliata* und *Chrysochromulina parva* und fortan als "Gruppe" gelten. Diese Änderungen basieren im Wesentlichen auf den Ergebnissen des HTL- und Steckbrief-Projektes von Mischke et al. (2020) sowie Kasten et al. (2018). Eine Dokumentation der diesbezüglichen Verschiebungen in der Bewertung ist im Projektbericht von Riedmüller et al. (2022) für die LAWA-Projekte O 9.20 und O 3.21 enthalten.

Des Weiteren mussten die Fraßgilden für die Verwertung im PhytoLoss-Modul sowie die Mixotrophen-Liste für die Bewertung von pH-sauren Seen erweitert werden. Die Übersetzungsliste DV-Nr. zu HTL-ID musste überarbeitet werden unter Berücksichtigung der ebenfalls 2020 revidierten Version der Bundestaxaliste (Schilling 2020).

Die Aktualisierung der HTL beinhaltet des Weiteren Änderungen hinsichtlich der Taxonomie und Zuordnung von Algenklassen. Die Übernahme der Änderungen hätte eine sofortige Überarbeitung der Algenklassen-Metrics notwendig gemacht. Hier wurde vom LAWA-Expertenkreis Seen entschieden, die alten Algenklassen zunächst beizubehalten und mit diesen bis zu einer zukünftigen Revision weiter zu bewerten.

### Änderung:

- Anpassen von Listen an eingefügte HTL 2020: alle Indikatorlisten, Mixotrophen-Liste, PhytoLoss relevante Tabellen "algae\_code\_systemll" und "HTL\_taxa\_mit\_Gruppe\_korr", DV-Nr. zu HTL-ID-Übersetzungsliste

- kleinere Korrekturen im Algenklassen-Metric im Alpen- und Mittelgebirgsmodul gemäß publiziertem Verfahrensstand (Riedmüller et al. 2018): Untergrenze Chryso in Typ 5+7 auf 0,6 statt 0,4 mm<sup>3</sup>/L, Untergrenze Dino bei Typ 4 auf 1 statt zuvor 1,5%, Obergrenze Chryso&Dino bei Typ 8+9 auf 70% statt zuvor 60%

- Reduzieren der zu importierenden See-Stammdatentabelle auf relevante Informationen
- Überarbeitung der Grenzen einer "gültigen", "nicht gesicherten" und "ungültigen" PhytoSee-Bewertung (s. Tabelle 9 in der Verfahrensanleitung von Riedmüller et al. 2022) sowie Umsetzung in den Warnmeldungen der Tool-Ausgabe
- Das Online-Tool gibt nun auch Bewertungen für Jahrgänge mit weniger als 4 Probenterminen aus, welche jedoch als "ungültig" gekennzeichnet sind. Die Nichtausgabe eines Jahrgangs erfolgt nur bei vollständig fehlenden Phytoplanktonbefunden.

### **Bewertungsrelevanz:**

- Durch die HTL 2020-Einbindung treten in einigen Fällen geringe Änderungen im Artenindex PTSI und Algenklassen-Metric auf. Durch den Einsatz der aktualisierten DV-Nr.-Übersetzungsliste können bei Import von DV-codierten Befunden ebenfalls Bewertungsänderungen zu Vorversionen entstehen.
- kleine Änderungen im Algenklassen-Metric im Alpen- und Mittelgebirgsmodul durch die Korrektur der Bewertungsunter- und -obergrenzen beim Chryso-, Dino- und Chryso&Dino-Teilmetric

### **Ausblick**

Mit der Revision der HTL sind die einige Algenklassenzuordnungen z. B. bei den chlorococcalen Grünalgen verändert. Der Algenklassen-Metric (AK-Metric) arbeitet jedoch derzeit noch mit den alten Zuordnungen zur HTL-ID. Des Weiteren zeigten sich in der Anwendung der Algenklassenmetrics Unplausibilitäten insbesondere wenn über längere Zeit im Jahresverlauf hohe Dominanzen und Biomassen von Cyanobakterien herrschen. Die Bewertungen mit den Algenklassen-Metrics sind dann oft zu günstig und bewirken in einigen Fällen im Endergebnis eine Verbesserung der Zustandsklasse. Hierzu wurden in dem LAWA-Projekt O. 3.21 bereits Sondierungen vorgenommen und Verbesserungsvorschläge gemacht. Deren Umsetzung sowie die Berücksichtigung der revidierten Algenklassenzuordnungen sollen in einem zukünftigen Projekt geprüft und das Verfahren ggf. angepasst werden.

## Weiterführende und zitierte Literatur

### Taxalisten, Steckbriefe der Indikatortaxa

- Mischke, U. (2005): Harmonisierte Taxaliste – Taxaliste Phytoplankton in Flüssen und Seen Deutschlands. Version 15.05.2005, IGB, Berlin.
- Mischke, U. & Kusber, W.-H. (2006): Harmonisierte Phytoplankton-Taxaliste für Bewertung von Seen und Flüssen nach EU-WRRL. Stand 11.09.2006.
- Mischke, U. & W.-H. Kusber (2009): Die harmonisierte Taxaliste des Phytoplanktons für Seen und Flüsse in Deutschland. Excel Datei. Erweiterte Liste zur Kodierung des Phytoplanktons für die EG-WRRL mit ausführlichen Anmerkungen. Stand Mai 2009. Download: [www.gewaesserbewertung.de](http://www.gewaesserbewertung.de)
- Kasten, J., Kusber, W.-H., Riedmüller, U., Tworeck, A., Oschwald, L. & Mischke, U. (2018): Begleittext für die Steckbriefe der Phytoplankton-Indikatortaxa in den WRRL-Bewertungsverfahren PhytoSee und PhytoFluss - 1. Lieferung: 50 Steckbriefe ausgewählter Indikatortaxa. Verlag BGBM Press <https://www.bgbm.org/de/steckbriefe-der-phytoplankton-indikatortaxa>
- Mischke, U., Kasten, J., Dürselen, C.-D., Täuscher, L., Riedmüller, U., Tworeck, A., Oschwald, L., Hoehn, E., Schilling, P. & W.-H. Kusber (2020): Taxaliste Phytoplankton (HTL\_2020) in Ergänzung zur Bundestaxaliste für die WRRL-Bewertungsverfahren PhytoSee und PhytoFluss – Elektronische Veröffentlichung auf [www.gewaesser-bewertung.de](http://www.gewaesser-bewertung.de)
- Schilling P. (2020): Bundestaxaliste der Gewässerorganismen Deutschlands (BTL) - Stand Mai 2020. Herausgegeben im Auftrag der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) - Ausschuss Oberirdische Gewässer und Küstengewässer (AO) und des Umweltbundesamtes (UBA). – Elektronische Veröffentlichung auf [www.gewaesser-bewertung.de](http://www.gewaesser-bewertung.de). Download am 10.06.2020.

### Verfahrensentwicklung PhytoSee für pH-neutrale Seen

- Knopf, K., Hoehn, E., Mischke, U. & Nixdorf, B. (2000): Klassifizierungsverfahren von Seen anhand des Phytoplanktons. Teil I der Literaturstudie über "Ökologische Gewässerbewertung – Phytoplankton" im Auftrag der ATV/DVWK und LAWA-AG "Stehende Gewässer". 100 S.
- Nixdorf, B., Riedmüller, U., Mischke, U. & Hoehn, E. (2000): Klassifizierungsverfahren für Fließgewässer anhand des Phytoplanktons. Teil II der Literaturstudie über "Ökologische Gewässerbewertung - Phytoplankton" im Auftrag der ATV/DVWK und LAWA-AG "Stehende Gewässer". 61 S.
- Mischke, U., Nixdorf, B., Hoehn, E., Riedmüller, U. (2002): Möglichkeiten zur Bewertung von Seen anhand des Phytoplanktons - Aktueller Stand in Deutschland. Aktuelle Reihe der Brandenburg Technischen Universität Cottbus 5: 25-38.
- Mischke, U., Nixdorf, B., Hoehn, E., Riedmüller, U. (2004): Routineauswertungen des Phytoplanktons: Möglichkeiten und Grenzen ihrer Nutzung für die Bewertung nach EU-WRRL. Tagungsbericht der DGL-Jahrestagung 29.09.-03.10.2003, Köln: 80-84
- Nixdorf, B., Mischke, U., Hoehn, E. & Riedmüller, U. (2006): Überarbeiteter Endbericht: Leitbild-orientierte Bewertung von Seen anhand der Teilkomponente Phytoplankton im Rahmen der Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie. LAWA-Projekt-Nr. O 5.09 190 S. [https://www-docs.b-tu.de/fg-gewaesserschutz/public/projekte/meckpom/bericht\\_bewertung\\_seen\\_2006.pdf](https://www-docs.b-tu.de/fg-gewaesserschutz/public/projekte/meckpom/bericht_bewertung_seen_2006.pdf)
- Mischke, U., Riedmüller, U., Hoehn, E. & Nixdorf, B. (2008): Praxistest Phytoplankton in Seen. Endbericht zum LAWA-Projekt (O 5.05). Berlin, Freiburg, Bad Saarow im Februar 2008. Gewässerreport 10, BTU Cottbus Aktuelle Reihe 2/08: 7-146. <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. 79 S.
- Hoehn, E., Riedmüller, U., Eckert, B., Tworeck, A., Leßmann, D. & Nixdorf, B. (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. Endbericht LAWA-Projekt-Nr.: O 3.06. 96 S.

- 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. Überarbeiteter Endbericht zum LAWA-Projekt O 9.09. Stand 24.09.2010. 89 S.
- 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. 120 S.
- Riedmüller, U., Mischke, U., Hoehn, E., Deneke, R. (2013): Ökologische Bewertung von natürlichen, künstlichen und erheblich veränderten Seen mit der Biokomponente Phytoplankton nach den Anforderungen der EU-Wasserrahmenrichtlinie. Abschlussbericht für das LAWA-Projekt-Nr. O 4.10. Im Rahmen des Länderfinanzierungsprogramms "Wasser, Boden und Abfall" 2010. 154 S.
- 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 Länderfinanzierungsprogramm "Wasser, Boden und Abfall" 2012. 55 S.
- Riedmüller, U., Höfer, R., Mischke, U., Hoehn, E. (2016): Dokumentation der Gleichwertigkeit des aktualisierten Phyto-See-Index-Verfahrens zu den Ergebnissen der Europäischen Interkalibration. LAWA-Projekt O 2.15. Im Rahmen des Länderfinanzierungsprogramms "Wasser, Boden und Abfall" 2015. 15 S.
- Riedmüller, U., Hoehn, E., Deneke, R., Mischke, U. (2018): Weiterentwicklung des Bewertungsverfahrens mit Phytoplankton gemäß EG-WRRL. Abschlussbericht für das LAWA-Projekt-Nr. O 7.16. Im Rahmen des Länderfinanzierungsprogramms "Wasser, Boden und Abfall" 2016. 81 S. Arbeitsschwerpunkte: Überarbeitung des Bewertungsmoduls für Alpen- und Alpenvorlandseen inkl. Hintergrund- und Orientierungswerte, Stickstoff- und Gesamtposphorlimitation in Seen. [www.gewaesser-bewertung.de](http://www.gewaesser-bewertung.de)
- Riedmüller, U., Vogl, R., Tworeck, A., Hoehn, E. (2022): Web-basierte Neuprogrammierung des biologischen Bewertungsverfahrens PhytoSee sowie Prüfung von Bewertungsmetrics und Indikatortaxa. LAWA-Projekte-Nr. O 9.20 und O 3.21. Abschlussbericht im Rahmen des Länderfinanzierungsprogramms "Wasser, Boden und Abfall" 2020 und 2021. 35 S.

### Verfahrensentwicklung PhytoSee für pH-saure Seen

- 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.
- Leßmann, D., Riedmüller, U., Ulm, M., Nixdorf, B., Hoehn, E. (2017): Weiterentwicklung des Verfahrens zur Bewertung von sauren Tagebauseen anhand des Phytoplanktons gemäß den Anforderungen der EG-Wasserrahmenrichtlinie. Abschlussbericht für das LAWA-Projekt-Nr. O 1.15. Im Rahmen des Länderfinanzierungsprogramms "Wasser, Boden und Abfall" 2015. 86 S.

### DI-Prof

- 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.

### PhytoLoss

- Deneke, R. (2012): Vorläufiges Excel-Tool zur Berechnung der PhytoLoss-Indices auf Basis von Zoo- und Phytoplanktongilden.
- Deneke, R., Maier, G., Mischke, U. (2013): Verfahrensvorschrift zur Ermittlung der Grazing-Effektstärke des Zooplanktons als Interpretationshilfe für Phytoplankton-Daten in der Seenbewertung. Im Rahmen des LFP „Wasser, Boden und Abfall“ 2010. Version 1.0b Beta. Stand Januar 2013. 24 S.

- Deneke, R., Maier, G. (2013): Leitfaden der Zooplanktonanalyse im Gewässermonitoring (Textauszug: Probenahme). Im Rahmen des Länderfinanzierungsprogramms „Wasser, Boden und Abfall“ 2010. 6 Seiten.
- Deneke, R., Maier, G., Mischke, U. (2015): Das PhytoLoss-Verfahren. Berücksichtigung des Zooplanktons in der Seenbewertung 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.
- Deneke, R., Maier, G., Mischke, U. (2016): PhytoLoss-Datenbank. Version 2.0 vom 12.04.2016. Access-Auswertetool – eigenständige Version.
- Deneke, R. (2018): PhytoLoss 3.0 – Access-Datenbank für das Zooplankton-Monitoring. Neuerungen und Kurzanleitung. 32 S.
- Deneke, R., Maier, G., Mischke, U. (2018): Berechnung der Grazing-Effekt-Stärke des Metazooplanktons. PhytoLoss Access-Auswertetool Version 3.0, Stand 30.11.2018.

### Allgemein: Seentypologie, RaKon, Trophie-Klassifikation, Hintergrund und Orientierungswerte

- LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser) (1999): Gewässerbewertung - Stehende Gewässer. Vorläufige Richtlinie für eine Erstbewertung von natürlich entstandenen Seen nach trophischen Kriterien. LAWA Arbeitskreis "Gewässerbewertung – stehende Gewässer. Empfehlungen Oberirdische Gewässer. Kulturbuchverlag, Berlin. 74 S.
- 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.
- LAWA-Expertenkreis Seen (2020): Rakon VI – Ermittlung des ökologischen Potenzials - Seen. Ständiger Ausschuss "Oberirdische Gewässer und Küstengewässer" (LAWA-AO) der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA). Stand 4.5.2020. LAWA-Arbeitsprogramm Flussgebietsbewirtschaftung Fortschreibung des Produktdatenblatts 2.6.1.
- 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.). Update des Auswertetools unter: <http://www.gewaesserfragen.de>
- Mathes, J., Plambeck, G. & Schaumburg, J. (2002): Das Typisierungssystem für stehende Gewässer in Deutschland mit Wasserflächen ab 0,5 km<sup>2</sup> 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.
- Riedmüller, U., Mischke, U., Hoehn, E. (2013): Bewertung von Seen mit Hilfe allgemeiner physikalisch-chemischer Parameter. Seentypspezifische Hintergrund- und Orientierungswerte für die Parameter Gesamtphosphor und Sichttiefe. Im Auftrag und unter fachlicher Begleitung der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser – Expertenkreis Seen. Stand 6. März 2013. 10 S.
- Riedmüller, U., Mischke, U., Pottgiesser, T., Böhmer, J., Deneke, R., Ritterbusch, D., Stelzer, D. & Hoehn, E. (2022): Steckbriefe der deutschen Seentypen. Begleittext und Steckbriefe.

### Probenahme- und Laborpraxis

- Mischke, U., Nixdorf, B., Hoehn, E. & Riedmüller, U. (2004): Routineauswertungen des Phytoplanktons: Möglichkeiten und Grenzen ihrer Nutzung für die Bewertung nach EU-WRRL. Tagungsbericht der DGL-Jahrestagung 29.09.-03.10.2003, Köln: 80-84
- Nixdorf, B., Hoehn, E., Riedmüller, U., Mischke, U. (2007). Anforderungen an Probenahme und Analyse der Phytoplankton-biozöosen in Seen zur ökologischen Bewertung gemäß der EU-WRRL. Praxistest Phytoplankton in Seen. Ergänzung zum LAWA-Projekt (O 5.05). Bad Saarow, Freiburg, Berlin. 43 S. Univ. Cottbus, Lehrstuhl Gewässerschutz
- Nixdorf, B., Hoehn, E., Riedmüller, U., Mischke, U., Rücker, J., Schönfelder I. & M. Bahnwart (2008): Anforderungen an Probenahme, Felddaten und Ermittlung der Phytoplankton-Biozöosen in Seen zur ökologischen Bewertung gemäß der EU-WRRL. Verfahrensanleitung Seenbewertung mittels Phytoplankton In: Mischke U. & B. Nixdorf (Hrsg.) AR 01/2008 (Gewässerreport 10), Eigenverlag BTU Cottbus; S. 140 ff.

Nixdorf, B., Hoehn, E., Riedmüller, U., Mischke, U., Schönfelder, I. (2010): Probenahme und Analyse des Phytoplanktons in Seen und Flüssen zur ökologischen Bewertung gemäß der EU-WRRL. Handbuch Angewandte Limnologie – Methodische Grundlagen. III-4.3.1. Erg.Lfg. 4/10: 1-24.

### Handbücher und Verfahrensanleitungen

Mischke, U. (2014): Handbuch zur Qualitätssicherung des Untersuchungsverfahrens "Phytoplankton zur Bestimmung des Phyto-See-Index". Stand 16.12.2014. 33 S.

Mischke, U., Riedmüller, U., Hoehn, E., Nixdorf, B. (2014): Handbuch Phyto-See-Index - Verfahrensbeschreibung für die Bewertung von Seen. Begleitdokument für die PhytoSee-Toolversion 6.0. Stand Dezember 2014. 72 S.

Mischke, U., Riedmüller, U., Hoehn, E., Nixdorf, B. (2017): Handbuch Phyto-See-Index - Verfahrensbeschreibung für die Bewertung von Seen mittels Phytoplankton. Begleitdokument für die PhytoSee-Toolversion 7.0. Im Rahmen des LFP "Wasser, Boden und Abfall". Stand 15. Dezember 2017. 79 S.

Riedmüller, U., Mischke, U., Hoehn, E. (2022): Verfahrensanleitung PhytoSee Online – Bewertung von Seen mit Phytoplankton – ab Version 8.0.x. Im Rahmen des Länderfinanzierungsprogramms "Wasser, Boden und Abfall" 2021. LAWA-Projekt Nr. O 3.21. Stand 31. März 2022. 57 S.

### Versionen der Auswerte-Tools

Mischke, U. & Böhmer, J. (2007): PhytoSee, Auswertungssoftware zur Bewertung von natürlichen Seen der Alpen- und Tieflandregionen nach EG-Wasserrahmenrichtlinie. Accesstool Version 2.0. Stand 27.11.2007. Testversion.

Mischke, U. & Böhmer, J. (2008): PhytoSee, Auswertungssoftware zur Bewertung von natürlichen Seen der Alpen- und Tieflandregionen nach EG-Wasserrahmenrichtlinie. Accesstool Version 3.0. Stand 31.03.2008.

Mischke, U. & Böhmer, J. (2009): PhytoSee, Auswertungssoftware zur Bewertung von natürlichen Seen der Alpen- und Tieflandregionen nach EG-Wasserrahmenrichtlinie. Accesstool Version 3.1. Stand 31.01.2009.

Mischke, U., J. Böhmer & U. Riedmüller (2009): Software PhytoSee Version 4.0. Auswertungssoftware zur Berechnung des Phyto-See-Index (PSI) nach Mischke et al. (2009) und Hoehn et al. (2009) für die Bewertung von natürlichen Mittelgebirgsseen, AWB und HMWB gemäß der EG-Wasserrahmenrichtlinie mit Anleitung zur Verwendung und Vorgaben für die Eingangsdaten "Formatvorlage\_PhytoSee\_Auswertungsprogramm\_5\_09.xls". Stand 20.05.2009.

Mischke, U., Böhmer, J., Riedmüller, U., Hoehn, E. (2013): Software PhytoSee Version 5.0. Auswertungssoftware zur Berechnung des Phyto-See-Index (PSI) für die Bewertung von natürlichen, künstlichen und erheblich veränderten Seen gemäß der EG-Wasserrahmenrichtlinie“. Stand 15.02.2013.

Mischke, U., Böhmer, J., Riedmüller, U., Hoehn, E. (2013): Software PhytoSee Version 5.1. Auswertungssoftware zur Berechnung des Phyto-See-Index (PSI) für die Bewertung von natürlichen, künstlichen und erheblich veränderten Seen mittels Phytoplankton gemäß der EG-Wasserrahmenrichtlinie“. Stand 02.01.2014.

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., Böhmer, J., Riedmüller, U. (2017): Auswertungsprogramm PhytoSee Version 7.0 zur Berechnung des Phyto-See-Index (PSI) für die ökologische Bewertung von natürlichen, künstlichen und erheblich veränderten Seen in Deutschland gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie. Stand 15.12.2017.

Mischke, U., Böhmer, J., Riedmüller, U. (2020): Auswertungsprogramm PhytoSee Version 7.1 zur Berechnung des Phyto-See-Index (PSI) für die ökologische Bewertung von natürlichen, künstlichen und erheblich veränderten Seen in Deutschland gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie. Stand 08.06.2020. [www.gewaesser-bewertung.de](http://www.gewaesser-bewertung.de)