



Länderfinanzierungsprogramm "Wasser, Boden und Abfall" 2015

Dokumentation der Gleichwertigkeit des aktualisierten Phyto-See-Index-Verfahrens zu den Ergebnissen der Europäischen Interkalibration

LAWA-Projekt O 2.15

Projektbearbeiter:

Dipl. Biol. Ursula Riedmüller, LBH, Freiburg

Dipl. Biol. Roland Höfer, LBH, Freiburg

Dr. Ute Mischke, IGB Berlin

Dipl. Biol. Eberhard Hoehn, LBH, Freiburg

Projektleitung: **Eberhard Hoehn**, LBH Freiburg
Glümerstr. 2a, D-79102 Freiburg

Fachliche Begleitung:

LAWA-Expertenkreis "Seen" unter Leitung von **Dr. Jochen Schaumburg** (Bayer. Landesamt für Umwelt) und **Gudrun Plambeck** (Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein).

Freiburg, im November 2016

Limnologie-Büro Hoehn

unabhängiges Büro für Gewässergutachten

Glümerstr.2a • D-79102 Freiburg

Tel.: 0761/706485 • Fax: 0761/706496

e-mail: lbh@gmx.de

Internet: www.gewaesserfragen.de

Zitiervorschlag:

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.

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung.....	4
1.1 Veranlassung und Aufgabenbeschreibung.....	4
1.2 Beschreibung des Phytoplankton-Bewertungsverfahrens Phyto-See-Index sowie IC-relevante Änderungen seit 2008.....	4
2 Prüfung der Gleichwertigkeit des überarbeiteten Bewertungsverfahrens PSI.....	6
2.1 Übereinstimmung mit den Kriterien der EG-WRRL - WFD compliance checking.....	6
2.2 Selektion eines qualifizierten Datensatzes.....	7
2.3 Prüfungsprozedere.....	8
2.4 Prüfschritt 1 sowie Dokumentation der Änderungen.....	9
2.4.1Regressionsprüfung.....	9
2.4.2Vergleich der Klassengrenzen.....	10
2.4.3Zustandsklassen-Bewertung in den IC-Typen.....	11
2.4.4Betrachtungen anhand der IC-Bearbeitung des Typs L-AL3 im alpinen GIG.....	11
3 Schlussfolgerung und Zusammenfassung	12
4 Literatur.....	14

1 Einführung

1.1 Veranlassung und Aufgabenbeschreibung

Deutschland hat den Phyto-See-Index mit dem Stand nach MISCHE *et al.* (2008) in der Programmversion PhytoSee 3.1 in die europäische Interkalibrierung (IC) eingebracht. Die IC des Phyto-See-Index war sowohl in der Alpinen Geographischen Interkalibrierungsgruppe (GIG) für Seen (WOLFRAM *et al.* 2014) also auch in der GIG für Zentraleuropa und die Baltischen Staaten (PHILLIPS *et al.* 2014) erfolgreich.

Der Phyto-See-Index ist durch die Kommissionsentscheidungen des Europäischen Rates (EC 2008, 2013) ein geeignetes Verfahren, um die EG-Wasserrahmenrichtlinie (EG 2000) in Deutschland an Seen mit der Qualitätskomponente Phytoplankton umzusetzen. Der Phyto-See-Index wurde in den vergangenen Jahren modifiziert. Ziele der Überarbeitungen waren auf Basis deutlich erweiterter und qualitativ verbesserter Datensätze die differenziertere Bewertung der nationalen Seetypen, die Verbesserung der Metric-Korrelationen zum Stressor Trophie und Gesamtphosphor und das Herstellen eines einheitlichen Konzepts der Lage der Klassengrenzen (boundary setting protocol) in Anlehnung an den LAWA-Trophieindex (LAWA 2014).

Neue oder veränderte Bewertungsverfahren sind gemäß der im März 2014 durch die Europäische Kommission veröffentlichten Anleitung (EC 2014 EUR 26568 EN) an die EC zu melden. Es muss ein Dokument erstellt werden, welches zeigt, dass im überarbeiteten Verfahren nach wie vor die Kriterien des "Intercalibration guidance document" (2011) eingehalten werden und eine Gleichwertigkeit zum interkalibrierten Verfahren besteht.

Die Anleitung EC (2014) wird im Wesentlichen berücksichtigt und die Arbeiten erfolgen in Absprache mit dem Umweltbundesamt (Ansprechpartner Dr. Jens Arle) und unter fachlicher Begleitung durch den LAWA Expertenkreis Seen.

1.2 Beschreibung des Phytoplankton-Bewertungsverfahrens Phyto-See-Index sowie IC-relevante Änderungen seit 2008

Tabelle 1: Aufbau des Bewertungsverfahrens Phyto-See-Index.

Phyto-See-Index (PSI)			= multimetrischer Index	
Metric	Metric für	"Submetrics"	Mittelwertbildung	Kurzbeschreibung
BM	Biomasse	- Biovolumen-Saisonmittel - Chlorophyll a Saisonmittel - Chlorophyll a Saisonmaximum	arithmetischer Mittelwert	verschiedene Kenngrößen für die Trophieausprägung
AK	Algenklassen: Artenzusammensetzung niedriges Niveau	Seetyp-spezifisches Set von Stressor-sensitiven Algenklassen (4-6 Algenklassen)	arithmetischer Mittelwert	Biovolumen oder Dominanz (Saisonmittel) von u.a. Bacillario-, Cyano- u. Cryptophyceae
PTSI	Artenzusammensetzung hohes Niveau (vorwiegend Art, selten Gattung)	Indikatoraxon-basierter Trophieindex	gewichteter Mittelwert	Art-spezifische Trophiewerte gewichtet mit Biovolumenklasse und Indikatorqualität (Stenökie)
Gesamtindex PSI		Biomasse Algenklassen PTSI	gewichteter Mittelwert	Gewichtungsfaktoren sind seetypspezifisch und abgeleitet aus Korrelationsanalysen mit trophischen Stressoren

Chlorophyll a (mit Phaeophytinabzug), PTSI = Phytoplanktontaxa-Seenindex

IC-relevante Verfahrensänderungen:

Der Phyto-See-Index wurde seither in sechs Projekten (O 9.08, O 9.09, O 4.10; O8.12) weiterentwickelt, die durch die Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (<http://www.lawa.de>) unterstützt und gefördert wurden:

- Feinabstimmungsprojekt für den Phyto-See-Index im LAWA-Projekt O 9.08 (MISCHKE *et al.* 2009)
- Anpassungsprojekt für den Phyto-See-Index im LAWA-Projekt O 9.09 (MISCHKE *et al.* 2010)
- Ökologische Bewertung von natürlichen Seen und HMWB & AWB mit Phytoplankton im LAWA-Projekt O 4.10 (RIEDMÜLLER *et al.* 2013a)
- Erweiterung der Bewertungsmöglichkeiten für Seen gemäß EG-WRRL für die Biokomponente Phytoplankton (Nahrungsketteneffekte, Trophieklassifikation und Qualitätssicherung) im LAWA-Projekt O 8.12 (RIEDMÜLLER *et al.* 2015).
- Trophiebewertung von Seen, GÖP, allgemeine physikalisch-chemische Qualitätskomponenten in einem LAWA-Projekt des LFP 2016. U.a. Modifikation PSI im Alpenmodul. Überarbeitung des Bewertungstools PhytoSee auf die Version 7.0. In Bearbeitung.

Ziel der Überarbeitungen:

- Verbesserung der Stressor-Sensitivität
- Herstellen eines einheitlichen Konzepts der Grenzlegungen (boundary setting protocol) in Anlehnung an das ebenfalls überarbeitete deutsche Trophieindex-System nach LAWA (2014)
- Anpassung an die in der Zwischenzeit deutlich verbesserte Datenlage (Umfang und taxonomische Qualität)

Alle IC-relevanten deutschen Seetypen sowie alle in Tabelle 1 aufgeführten Metrics und Submetrics sind von den Änderungen betroffen.

In der vorliegenden Bearbeitung werden die Bewertungsergebnisse der interkalibrierten PhytoSee-Version 3.1 (MISCHKE & BÖHMER 2008) mit den Ergebnissen der revidierten PhytoSee-Version 7.0 von MISCHKE *et al.* (2017a) verglichen.

Eine abschließende Dokumentation des aktualisierten Phyto-See-Index steht in Form eines Handbuchs "Handbuch für die Seenbewertung mittels Plankton" in deutscher und englischer Sprache zur Verfügung (MISCHKE *et al.* 2017b/c).

2 Prüfung der Gleichwertigkeit des überarbeiteten Bewertungsverfahrens PSI

Im Folgenden werden im Wesentlichen die Prüfkriterien des Handbuchs der Europäischen Kommission (EC 2014) zur "Anpassung neuer oder aktualisierter Bewertungsverfahren an die Ergebnisse der abgeschlossenen Interkalibration" durchgeführt.

Abgeschlossene Interkalibrationsaufgaben

In den Geographischen Interkalibrierungsgruppen (GIG)

- Zentraleuropa und Baltische Staaten (Central/Baltic GIG)
- Alpen (Alpine GIG)

wurde die in Deutschland entwickelte Phytoplanktonbewertung für die IC-Seetypen

- L-CB1 und 2 (L-CB: Lake Central/Baltic)
- L-AL3 und 4 (L-AL: Lake Alpine)

interkalibriert.

Die Dokumentation der abgeschlossenen Interkalibration, an denen Phytoplanktonexperten aus Deutschland beteiligt waren, erfolgte in den Technical Reports:

WOLFRAM, G., BUZZI, F., DOKULIL, M., FRIEDL, M., **HOEHN, E.**, LAPLACE-TREYTURE, 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.

PHILLIPS, G., FREE, G., KAROTTKI, I., LAPLACE-TREYTURE, C., MAILEHT, K., **MISCHKE, U.**, OTT, I., PASZTALENIĆ, A., PORTIELJE, R., SØNDERGAARD, M., TRODD, W., VAN WICHELEN, J. (2014): Central Baltic Lake Phytoplankton ecological assessment methods. Water Framework Directive Intercalibration Technical Report. JRC Technical Reports. Edited by Sandra Poikane. 184 S.

2.1 Übereinstimmung mit den Kriterien der EG-WRRL - WFD compliance checking

Das deutsche PSI-Verfahren wurde in den einzelnen Metrics angepasst und vereinzelt Submetrics ausgetauscht, um die Korrelationen zu den Stressoren (in der Regel Gesamtphosphor) zu verbessern. Die prinzipielle Struktur des Verfahrens wurde jedoch **nicht** verändert.

Aus diesem Grund ist die Einhaltung der Übereinstimmungskriterien mit der EG-WRRL nicht berührt. **Das revidierte Verfahren kann demzufolge als "WFD compliant" angenommen werden.** In den Veröffentlichungen WOLFRAM *et al.* (2014) und PHILLIPS *et al.* (2014) sind die neun Prüfkriterien und deren Einhaltung (jeweils in den Tabellen 3.1) dargestellt und werden an dieser Stelle nicht wiederholt.

2.2 Selektion eines qualifizierten Datensatzes

Da die IC-Typen hinsichtlich der Typkriterien nicht 1 : 1 mit den deutschen Seetypen (s. RIEDMÜLLER *et al.* 2013b) übereinstimmen, muss eine Filterung und Sortierung nach den Kriterien der IC-Typen (s. Tabelle 2) erfolgen.

Tabelle 2: IC-Seetypen sowie diejenigen deutschen Phytoplankton-Seetypen, aus denen sich die IC-Seen nach den IC-Typkriterien rekrutieren.

IC-Seetyp	IC-Typkriterien*	Deutscher Phytoplankton-Seetyp
L-CB1	mittlere Tiefe 3-15 m, < 200 m ü. NN, Verweilzeit 1-10 Jahre	10.1
		13
L-CB2	mittlere Tiefe < 3 m, < 200 m ü. NN, Verweilzeit 0,1-1 Jahr	11.2
L-AL4	mittlere Tiefe 3-15 m, 200-800 m ü. NN	2
		3
L-AL3	mittlere Tiefe > 15 m, 50-800 m ü. NN	4

*Alkalinität > 1 meq/l – kalkreich, Seefläche > 50 ha

Aus der bestehenden nationalen "Datenbank für Phytoplankton, Trophieparameter und Nährstoffe in Seen" wurde nach folgenden Kriterien eine Auswahl der See-Jahrgänge getroffen:

- vergleichbare Beprobungs- und Auswertungsmethodik
- Auswahl von Seen, die den für Deutschland relevanten IC-Typen entsprechen
- Index-Ausgabe mit "gesicherter Bewertung"

zu a) ausschließliche Verwendung von jüngeren Untersuchungsjahren: ab 2009 (CB) bzw. 2005 (AL)

zu b) Erfüllung der Kriterien in Tabelle 2 (mittlere Tiefe, Höhenlage, fallweise Verweilzeit)

zu c) ≥ 4 Untersuchungstermine pro Jahrgang/Vegetationsperiode, ≥ 4 Indikatortaxa im Jahresmittel zur Ermittlung des Artenindex PTSI → gesicherte Bewertung

Tabelle 3: IC-Seetypen und Anzahl der ausgewählten See-Jahrgänge und Seen im qualifizierten Datensatz.

IC-Seetyp	Anzahl See-Jahrgänge	Anzahl Seen
L-CB1	194	54 (Typ 13) + 77 (Typ 10.1)
L-CB2	109	81 (Typ 11.2)
L-AL3	43	17 (Typ 4)
L-AL4	74	15 (Typ 2) + 9 (Typ 3)

2.3 Prüfungsprozedere

(zusammengefasst aus EC 2014)

Prüfschritt 1:

Mit dem geeigneten nationalen Datensatz muss die Korrelation zwischen den ökologischen Qualitätsquotienten (EQR) des bisherigen und neuen Verfahrens geprüft werden. Ist diese Korrelation bzw. der Regressionskoeffizient größer als 0,8 (lineare Anpassung), so ist die Gleichwertigkeit gegeben. Des Weiteren müssen die Klassengrenzen sehr gut/gut (H/G) und gut/mäßig (G/M) verglichen werden. Ergibt sich im neuen Verfahren eine strengere Bewertung, ist diese in jedem Fall akzeptiert, ist die Bewertung milder, muss der Prüfschritt 2 durchgeführt werden.

Prüfschritt 2:

Dieser Schritt wird notwendig, wenn eines der Vergleichskriterien in Abb. 1 (unten rechts, rot eingrahmt) nicht eingehalten wird. Dann muss in der IC-Anleitung den Schritten für neu entwickelte Verfahren gefolgt werden. Die Methoden sind je nachdem wie die IC-Aufgabe in den einzelnen GIGs gelöst wurde, verschieden. Des Weiteren werden alternative Methoden ermöglicht, um ggf. eine Vereinfachung der Aufgabe zu erreichen.

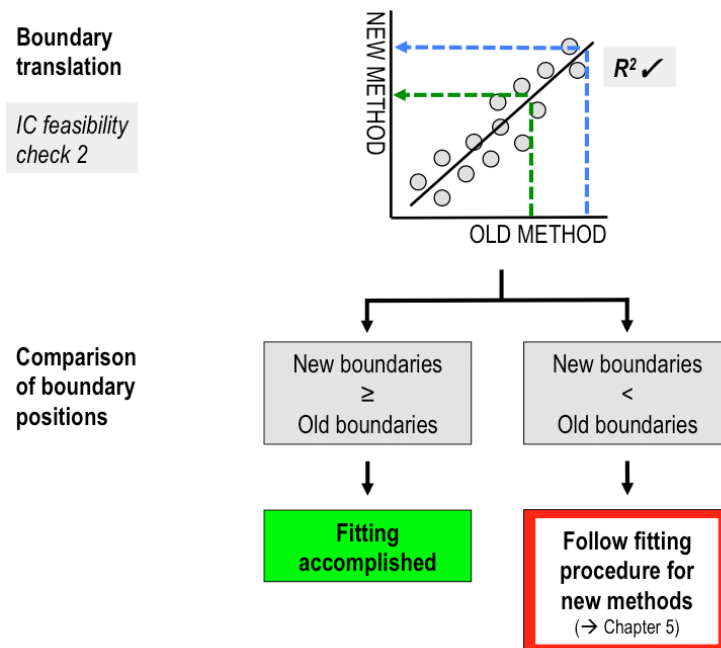


Abb. 1: Workflow aus EC (2014).

Die Prüfung basiert auf IC-Seetyp-spezifischen Gegenüberstellungen von Ergebnissen der PhytoSee Version 3.1 (MISCHKE *et al.* 2008) und der Version 7.0 (MISCHKE *et al.* 2017b).

2.4 Prüfschritt 1 sowie Dokumentation der Änderungen

2.4.1 Regressionsprüfung

Die Gleichwertigkeit des neuen Verfahrens ist gegeben, wenn der Regressionskoeffizient einer linearen Anpassung zwischen Bewertungsergebnissen des neuen (PhytoSee Version 7.0) und des interkalibrierten Verfahrens (PhytoSee Version 3.1) größer als 0,8 ist.

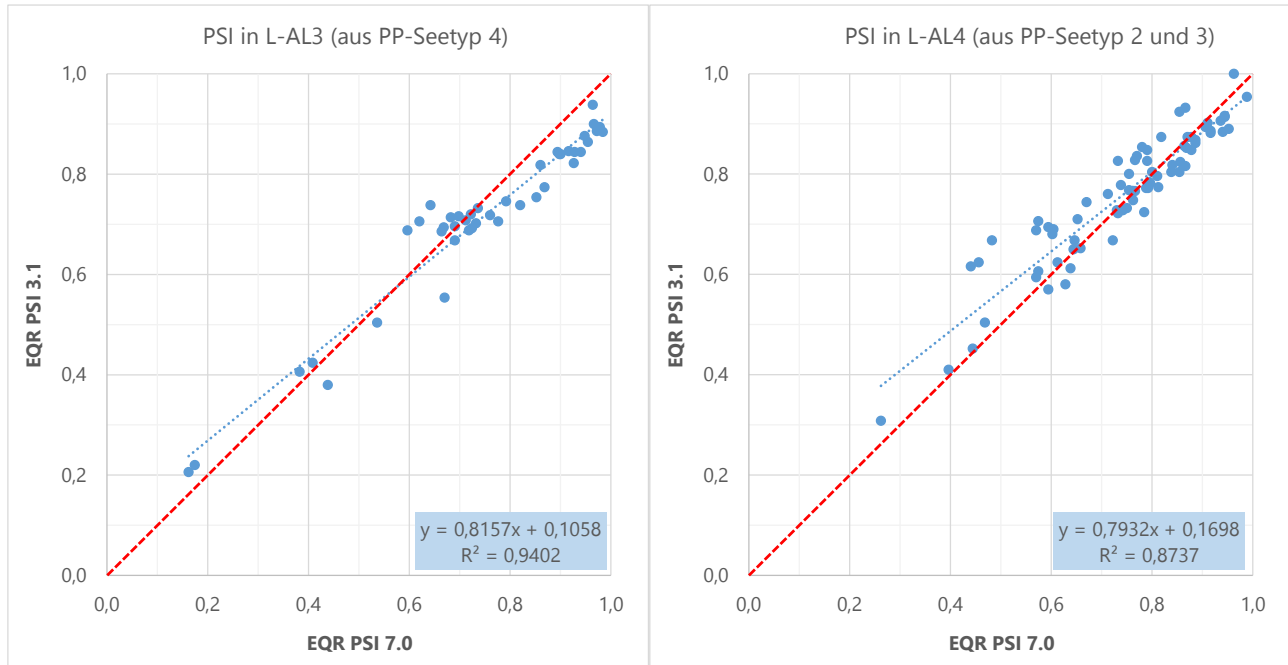


Abb. 2: Vergleich der Bewertungsergebnisse PhytoSee 7.0 und 3.1 für die IC-Typen in der Alpenregion.

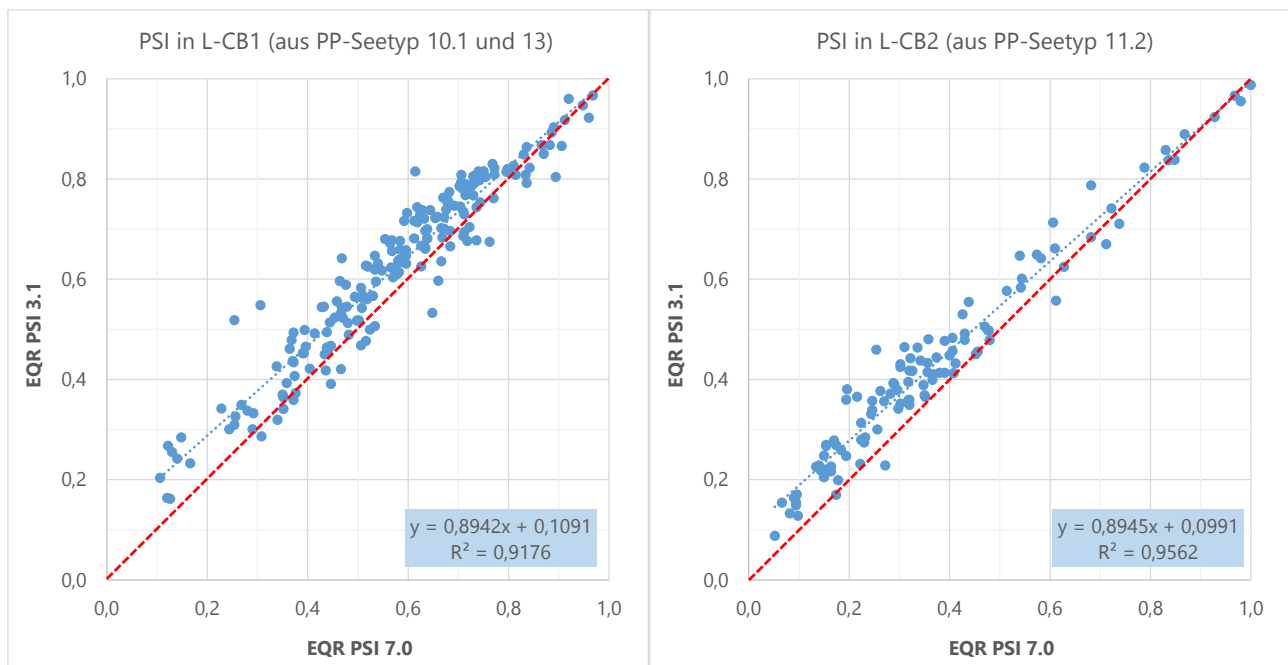


Abb. 3: Vergleich der Bewertungsergebnisse PhytoSee 7.0 und 3.1 für die IC-Typen der zentraleuropäischen/baltischen Region (= norddeutsches Tiefland).

Alle Regressionskoeffizienten R^2 sind größer als 0,8, sodass gemäß dieses Kriteriums die Methoden als gleichwertig anzusehen sind.

2.4.2 Vergleich der Klassengrenzen

Tabelle 4: Vergleich der Klassengrenzen H/G (sehr gut/gut) und G/M (gut/mäßig) beim PSI im alten und neuen Verfahren. (Formeln der linearen Kurvenanpassungen zwischen alter (x) und neuer Methode (y) aus Abb. 2 und Abb. 3).

Vergleich Klassengrenzen des PSI mit EQR-Werten					
L-AL3	Grenze alt	Grenze neu	Abweichung	Differenz in Zustandsklassen	Ergebnis des Vergleichs
H/G	0,80	0,76	-0,04	-0,21	weniger streng
G/M	0,60	0,60	-0,005	-0,02	weniger streng
Formel	$y = 0,8157x + 0,1058$				
L-AL4	Grenze alt	Grenze neu	Abweichung	Differenz in Zustandsklassen	Ergebnis des Vergleichs
H/G	0,80	0,80	0,004	0,02	strenger
G/M	0,60	0,65	0,05	0,23	strenger
Formel	$y = 0,7932x + 0,1698$				
L-CB1	Grenze alt	Grenze neu	Abweichung	Differenz in Zustandsklassen	Ergebnis des Vergleichs
H/G	0,80	0,82	0,02	0,12	strenger
G/M	0,60	0,65	0,05	0,23	strenger
Formel	$y = 0,8942x + 0,1091$				
L-CB2	Grenze alt	Grenze neu	Abweichung	Differenz in Zustandsklassen	Ergebnis des Vergleichs
H/G	0,80	0,81	0,01	0,07	strenger
G/M	0,60	0,64	0,04	0,18	strenger
Formel	$y = 0,8945x + 0,0991$				

Bei den IC-Typen **L-AL4**, **L-CB1** und **2** führten die Überarbeitungen im Verfahren zu durchweg strengeren Bewertungen (s. Tabelle 4). Die Veränderungen sind somit gemäß EC (2014) **akzeptiert**.

Im IC-Typ **L-AL3** sind sowohl die H/G- als auch die G/M-Grenze im neuen Verfahren weniger streng. Im Fall der H/G-Grenze liegt die Veränderung bei -0,21 also einer Fünftel Zustandsklasseneinheit (Tabelle 4), die G/M-Grenze liegt nur geringfügig niedriger. Die Veränderungen in diesem Seetyp sind somit gemäß EC (2014) **nicht akzeptiert**.

Fazit: Die Bewertung für den IC-Typ L-AL3 war im alten Verfahren gemäß der Vorstellungen der Trophielage des Referenzzustandes sowie der Zustandsklassen in einigen Metrics zu streng bzw. nicht optimal kalibriert gewesen. Die Veränderungen stellen sich im neuen Verfahren schlüssiger dar und sollen nicht an alte weniger sinnvolle Verfahrensstände "rück"-angepasst werden. Da die wichtige G/M-Grenze nur geringfügig abweicht, wurde in Rücksprache mit dem LAWA-Expertenkreis Seen und dem Umweltbundesamt (vertreten durch Herrn Dr. Jens Arle) vom kategorischen Prozedere nach EC (2014) abgewichen und der Schritt 2 der IC-Anleitung wurde nicht durchgeführt.

In den folgenden Kapiteln werden weitere Argumente für eine ausreichende Gleichwertigkeit der Bewertung des IC-Typs L-AL3 mit dem interkalibrierten Verfahren bzw. im Kontext der erfolgten Interkalibrationsarbeiten dargelegt.

2.4.3 Zustandsklassen-Bewertung in den IC-Typen

Die Bewertung in Zustandsklassen in den Datensätzen der IC-Typen zeigt (s. Abb. 4), dass im neuen Verfahren die Anzahl der mäßig bis schlecht bewerteten See-Jahrgänge zunimmt oder zumindest gleichbleibt. Selbst im milder bewerteten IC-Typ L-AL3 erreicht statistisch kein zusätzlicher Jahrgang die "gute" ökologische Zustandsklasse. Verschiebungen ergeben sich vor allem innerhalb der Gruppe "sehr gut" und "gut", in der im neuen Verfahren drei weitere Jahrgänge mit "sehr gut" bewertet werden.

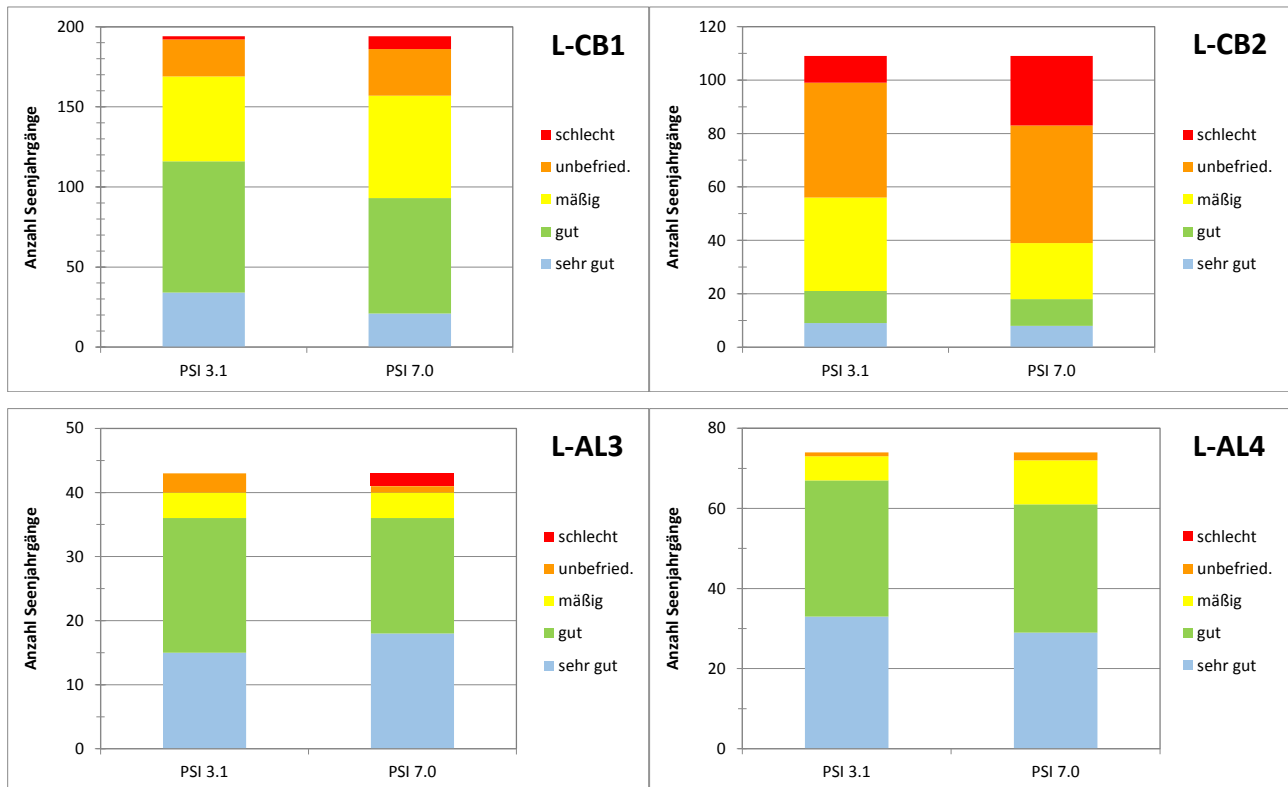


Abb. 4: Veränderung der Zustandsklassen-Bewertung in den IC-Typen von PhytoSee 3.1 nach 7.0.

Fazit: Im aktuell weniger streng bewerteten IC-Typ L-AL3 findet an der G/M-Grenze keine einzige Verschiebung zu einer günstigeren Bewertung statt. In den übrigen IC-Typen treten die Zustandsklassen "sehr gut" und "gut" entsprechend der strengeren Bewertung im neuen Verfahren weniger häufig auf.

2.4.4 Betrachtungen anhand der IC-Bearbeitung des Typs L-AL3 im alpinen GIG

Im alpinen GIG (s. WOLFRAM *et al.* 2014) wurden drei Verfahren aus vier Mitgliedsstaaten interkalibriert: aus Österreich und Slowenien (AT/SI), Deutschland (GE) und Italien (IT). Es kam die Option 3 zur Anwendung, in der ein gemeinsamer Datensatz mit 173 See-Jahrgängen (im Typ L-AL3) mit den drei prinzipiell sehr ähnlich aufgebauten nationalen Verfahren bewertet wurde. Alle Verfahren bewerten mit dem Gesamtbiovolumen, den Chlorophyll a-Konzentrationen und mit einem Indikatorbasierten Artenindex bei 4-6 Probenahmen in der Vegetationsperiode. Lediglich das deutsche Verfahren enthält zusätzlich den Algenklassen-Metric. Für jeden See-Jahrgang wurde der arithmetische Mittelwert der drei Bewertungen als "pseudo-common-metric" (PCM) errechnet. Dieser wird für die Vergleiche mit den nationalen Bewertungsergebnissen herangezogen.

Die Verfahren zeigten eine hohe Übereinstimmung miteinander sowie mit dem PCM und hielten die Vergleichskriterien gut ein (WOLFRAM *et al.* 2014). Für den hier diskutierten IC-Typ L-AL3 bewerteten AT/SI und GE nahezu identisch (**vor** Normalisierung der EQR-Werte) und im Vergleich zum PCM etwas strenger, das IT-Verfahren bewertete etwas milder. Das nun überarbeitete deutsche Verfahren nähert sich insbesondere bei der H/G-Grenze mehr dem italienischen Verfahren an. Die G/M-Grenze verbleibt nahezu unverändert nahe derjenigen des AT-Verfahrens. Eine Nichteinhaltung der Vergleichskriterien ist deshalb nicht zu erwarten.

3 Schlussfolgerung und Zusammenfassung

Deutschland hat den Phyto-See-Index mit dem Stand nach MISCHKE *et al.* (2008) in der Programmversion PhytoSee 3.1 in die europäische Interkalibrierung (**IC**) eingebracht. Die IC des Phyto-See-Index war sowohl in der Alpinen **Geographischen Interkalibrierungsgruppe** (GIG) als auch in der GIG für Zentraleuropa/Baltische Staaten erfolgreich.

Der Phyto-See-Index (PSI) wurde in den vergangenen Jahren modifiziert. Ziele der Überarbeitungen waren auf Basis deutlich erweiterter und standardisiert erhobener Datensätze eine differenziertere Bewertung der nationalen Seetypen, die Verbesserung der Metric-Korrelationen zum Stressor Trophie und Gesamtphosphor und das Herstellen eines einheitlichen Konzepts der Lage der Klassengrenzen (boundary setting protocol) in Anlehnung an den revidierten LAWA-Trophieindex (LAWA 2014). Die aktuelle Programmversion ist PhytoSee 7.0 (MISCHKE *et al.* 2016a).

Neue oder veränderte Bewertungsverfahren sind unter Berücksichtigung der im März 2014 durch die Europäische Kommission (EC 2014) veröffentlichte Anleitung an die EC zu melden. Es muss gezeigt werden, dass das überarbeitete Verfahren eine "Gleichwertigkeit" zum interkalibrierten Verfahren aufweist. Die hier berichteten Arbeiten erfolgten in Absprache mit dem Umweltbundesamt (Ansprechpartner Dr. Jens Arle) und unter fachlicher Begleitung durch den LAWA Expertenkreis Seen.

Die neun Übereinstimmungskriterien mit der EG-WRRL sind im überarbeiteten Verfahren nach wie vor eingehalten, da sich im prinzipiellen Aufbau des PSI nichts geändert hat.

Für die vier in Deutschland relevanten IC-Seetypen

- L-CB1 und 2 (L-CB: Lake Central/Baltic)
- L-AL3 und 4 (L-AL: Lake Alpine)

wurden nach den gegebenen Kriterien jeweils geeignete Datensätze aus der deutschen Phytoplankton-Seendatenbank ausgewählt. Der Prüfschritt 1 erfolgte nach IC-Anleitung mit einer Regressionsprüfung und einem Vergleich der Klassengrenzen des neuen (PhytoSee-Version 7.0) mit dem interkalibrierten Verfahren (PhytoSee-Version 3.1).

Ergebnisse im Prüfschritt 1:

Regressionsprüfung: Die Gleichwertigkeit des neuen Verfahrens ist gegeben, wenn der Regressionskoeffizient einer linearen Anpassung zwischen Bewertungsergebnissen des neuen und des interkalibrierten Verfahrens größer als 0,8 ist. Die vier Regressionskoeffizienten in den IC-Typen liegen mit 0,87 bis 0,96 deutlich über 0,8, sodass die Methoden diesbezüglich als gleichwertig anzusehen sind.

Vergleich der Klassengrenzen: Bei den IC-Typen L-AL4, L-CB1 und 2 führten die Überarbeitungen im Verfahren zu durchweg strengeren Bewertungen. Die Veränderungen sind gemäß Anleitung akzeptiert.

Im IC-Typ L-AL3 sind dagegen sowohl die H/G- als auch die G/M-Grenze im neuen Verfahren weniger streng. Im Fall der H/G-Grenze liegt die Veränderung bei -0,21 also einer Fünftel Zustandsklasseneinheit, die G/M-Grenze liegt nur sehr geringfügig niedriger. Die Veränderungen in diesem Seetyp sind gemäß IC-Anleitung somit nicht akzeptiert und es müsste der Prüfschritt 2 wie für neue Verfahren erfolgen. Da sich die wichtige G/M-Grenze nur sehr geringfügig verändert hat, wurde vom kategorischen Prozedere nach EC (2014) abgewichen. Der Prüfschritt 2 der IC-Anleitung wurde nicht durchgeführt. Stattdessen wurde die Gleichwertigkeit mit einer Dokumentation der realen Bewertungsänderungen an der gut/mäßig-Grenze sowie in Zusammenhang mit den Ergebnissen der Interkalibration im alpinen GIG dargelegt.

Ergebnisse in der ökologischen Zustandsklassenbewertung der See-Jahrgänge im Datensatz:

- In den IC-Typen L-AL4, L-CB1 und 2 treten die Zustandsklassen "mäßig bis schlecht" entsprechend der strengeren Bewertung im neuen Verfahren häufiger auf.
- Im weniger streng bewerteten IC-Typ L-AL3 der tiefen Alpenseen ergibt sich an der G/M-Grenze mit dem neuen Verfahren keine einzige Verschiebung zu mehr mit "gut" bewerteten Jahrgängen. Lediglich an der H/G-Grenze ergibt sich eine 20%ige Zunahme der mit "sehr gut" bewerteten See-Jahrgänge. Die Veränderung in der Bewertung kann deshalb als tolerabel und nahezu gleichwertig angesehen werden.

Einschätzung der Gleichwertigkeit anhand der Ergebnisse der IC beim Typ L-AL3 im alpinen GIG (WOLFRAM *et al.* 2014): Die drei Verfahren (AT/SI, GE, IT) zeigten eine hohe Übereinstimmung miteinander sowie mit dem "pseudo-common-metric" (PCM) und hielten die geforderten Vergleichskriterien gut ein. Der IC-Typ L-AL3 wird im AT/SI- und "alten" GE-Verfahren nahezu identisch (**vor** Normalisierung der EQR-Werte) und im Vergleich zum PCM etwas strenger bewertet, während das IT-Verfahren etwas milder einstuft. Das überarbeitete deutsche Verfahren würde sich bei einem neuerlichen Vergleich bei der H/G-Grenze mehr dem italienischen Verfahren annähern, die G/M-Grenze verbleibt nahe derjenigen des AT-Verfahrens. Eine Nichteinhaltung der Vergleichskriterien ist deshalb nicht zu erwarten.

Abschließendes Fazit: Mit verschiedenen Methoden und Betrachtungsweisen wurde gezeigt, dass das revidierte PhytoSee-Verfahren (Version 7.0) mit Modifikationen in den Bewertungsmaßstäben als gleichwertig mit dem interkalibrierten Verfahren (PhytoSee-Version 3.1) angesehen werden kann.

4 Literatur

- Europäische Gemeinschaft (EG) (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.
- Europäische Kommission (EC) (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 (EC) (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 Commission (2011): Guidance document on the intercalibration process 2008–2011. Guidance Document No. 14. Implementation strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Technical report-2011-045.
- European Commission (EC) (2014) EUR 26568 EN – Joint Research Centre – Institute for Environment and Sustainability: Water Framework Directive Intercalibration Manual: Procedure to fit new or updated classification methods to the results of a completed intercalibration. Authors: Sebastian Birk, Nigel Willby, Sandra Poikane, Wouter van de Bund. Luxembourg: Publications Office of the European Union – 28 pp. – ISBN 978-92-79-36636-9, doi: 10.2788/37057.
- 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.
- MISCHKE, U., RIEDMÜLLER, U., BÖHMER, J. (2016a): 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. <http://www.igb-berlin.de/datenbanken.html>
- 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., RIEDMÜLLER, U., HOEHN, E., DENEKE, R., NIXDORF, B. (2015): Handbuch für die Seenbewertung mittels Plankton – Phyto-See-Index (Teil A) und PhytoLoss-Modul Zooplankton (Teil B). S. 1-143.
- MISCHKE, U., RIEDMÜLLER, U., HOEHN, E., DENEKE, R., NIXDORF, B. (2016b): Handbuch für die Seenbewertung mittels Plankton – Phyto-See-Index (Teil A) und PhytoLoss-Modul Zooplankton (Teil B).
- MISCHKE, U., RIEDMÜLLER, U., HOEHN, E. & B. NIXDORF (2016c): Method description of the assessment of lakes and reservoirs with Phytoplankton and the Phyto-See-Index in Germany. User Handbook. Electronic publication.
- MISCHKE, U. & BÖHMER, J. (2008): PhytoSee, Auswertungssoftware zur Bewertung von natürlichen Seen der Alpen- und Tieflandregionen nach EG-Wasserrahmenrichtlinie. Version 3.1. Stand 31.01.2009.
- 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.
- 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-Projekt O 9.08, 06.05.2009 IGB Berlin. 79 S.
- PHILLIPS, G., FREE, G., KAROTTKI, I., LAPLACE-TREYTURE, C., MAILEHT, K., MISCHKE, U., OTT, I., PASZTALENIĆ, 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.

- 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.
- RIEDMÜLLER, U., MISCHKE, U., POTTGIEBER, T., BÖHMER, J., DENEKE, R., RITTERBUSCH, D., STELZER, D. & HOEHN, E. (2013b): Steckbriefe der deutschen Seetypen. – Begleittext und Steckbriefe. 85 S. Download: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/seen>
- 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 Länderfinanzierungsprogramms „Wasser, Boden und Abfall“ 2011. 55 S. zzgl. Anhänge.
- WOLFRAM, G., BUZZI, F., DOKULIL, M., FRIEDL, M., HOEHN, E., LAPLACE-TREYTURE, 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.