Steckbriefe der Phytoplankton-Indikatortaxa in den WRRL-Bewertungsverfahren PhytoSee und PhytoFluss mit Begleittext

Juliane Kasten, Wolf-Henning Kusber, Ursula Riedmüller,
Annette Tworeck, Lydia Oswald & Ute Mischke

2018

Published by BGBM Press

Botanic Garden and Botanical Museum Berlin

Freie Universität Berlin

© 2018 Juliane Kasten, Wolf-Henning Kusber, Ursula Riedmüller, Annette Tworeck, Lydia Oschwald & Ute Mischke

ISBN 978-3-946292-28-9

doi: <https://doi.org/10.3372/spi.01>

Published online on 30 July 2018 by the Botanic Garden and Botanical Museum Berlin, Freie Universität Berlin – www.bgbm.org

Citation:

Kasten J., Kusber W.-H., Riedmüller U., Tworeck A., Oschwald L. & Mischke U. 2018: Steckbriefe der Phytoplankton-Indikatortaxa in den WRRL-Bewertungsverfahren PhytoSee und PhytoFluss mit Begleittext – 1. Lieferung: 50 Steckbriefe ausgewählter Indikatortaxa. – Berlin: Botanic Garden and Botanical Museum Berlin, Freie Universität Berlin. doi: <https://doi.org/10.3372/spi.01>

Sections (Steckbriefe):

Kasten J., Kusber W.-H., Riedmüller U., Tworeck A., Oschwald L. & Mischke U. 2018: [*Scientific name*]. – Pp. x-x in: Steckbriefe der Phytoplankton-Indikatortaxa in den WRRL-Bewertungsverfahren PhytoSee und PhytoFluss mit Begleittext – 1. Lieferung: 50 Steckbriefe ausgewählter Indikatortaxa. – Berlin: Botanic Garden and Botanical Museum Berlin, Freie Universität Berlin. doi: <https://doi.org/10.3372/spi.01>

Förderung im Länderfinanzierungsprogramm „Wasser, Boden, Abfall“ des Jahres 2017 **LFP O2.17**

Addresses of the authors:

Dr. Juliane Kasten
Lüttig & Friends, GbR
Dretzen 29
D-14793 Buckautal
Germany
j.kasten@luettig-berlin.de
info@luettig-berlin.de

Wolf-Henning Kusber
Botanischer Garten und Botanisches Museum, Freie Universität Berlin
Königin-Luise-Str. 6-8
D-14195 Berlin
Germany
w.h.kusber@bgbm.org
www.bgbm.org

Ursula Riedmüller
Büro für Nutzung und Ökologie der Binnengewässer (BNÖ)
Erlenweg 13
D-79822 Titisee-Neustadt
Germany
bnoe@gewaesserfragen.de
www.gewaesserfragen.de

Annette Tworeck
Limnologie Büro Hoehn (LBH)
Glümerstr. 2a
D-79102 Freiburg
Germany
lbh@gewaesserfragen.de
www.gewaesserfragen.de

Lydia Oschwald
Limnologie Büro Hoehn (LBH)
Glümerstr. 2a
D-79102 Freiburg
Germany
lbh@gewaesserfragen.de
www.gewaesserfragen.de

Dr. Ute Mischke
Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB)
Justus-von-Liebig-Str. 7
D-12489 Berlin
Germany
mischke@igb-berlin.de
ute.mischke@gmx.de
www.igb-berlin.de

Cover image: Dr. Juliane Kasten

Summary

The implementation of the European Water Framework Directive relies on the correct identification of phytoplankton taxa to assess the ecological status of waters. Here, newly introduced taxa character sheets are designed assure the quality of routine taxonomic determination in phytoplankton analysis. They provide information supplementary to the existing determination books listed in the operational taxa list. The introduction describes the numerous illustrated characters and their data sources. This first release (Kasten & al. 2018) covers 50 out of about 350 indicator taxa. For each taxon, there is a datasheet consisting of diagnostic characters, information about its trophic classification for various water body types, microphotographs for visual identification, as well as a guide to determining the cell volume of specimens; the measurement guidelines follow the protocols routinely used in German laboratories. These datasheets will also link the taxa to functional groups and illustrate their seasonal and geographic distribution in Germany.

Zusammenfassung

Zur Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie ist die korrekte Bestimmung der Arten des Phytoplanktons für die Ermittlung des ökologischen Zustandes mittels biologischer Bewertungsverfahren von grundlegender Bedeutung. Als Arbeitshilfe zur Qualitätssicherung der Bestimmung wurden für die Praxis der Phytoplanktonuntersuchung erstmals Taxon-Steckbriefe konzipiert. Sie sind eine Ergänzung zu den empfohlenen Bestimmungswerken, die in der operativen Taxaliste ausgewiesen sind. In einem Begleittext werden die dargestellten zahlreichen Merkmale und die Datenherkunft erläutert. In der hier vorgelegten ersten Lieferung (Kasten & al. 2018) sind 50 der insgesamt über 350 Indikatortaxa in einem jeweils 3-seitigen Steckbrief dargestellt, der Informationen über ihre trophische Einstufung separat für gruppierte Gewässertypen, über Bestimmungsmerkmale mit Mikrofotographien und alle relevanten Informationen zur Bestimmung des Zellvolumens gemäß der deutschen Laborpraxis, über ihre Zugehörigkeit zu funktionellen Gruppen und saisonale sowie geografische Verbreitung in Deutschland enthält.

Inhalt

1	Zielsetzung und Einführung	6
2	Erläuterung zu den Steckbrieffeldern und zur Datenherkunft	7
2.1	Taxonomie und lichtmikroskopisch-sichtbare Bestimmungsmerkmale	7
2.2	Ökologische Besonderheiten wie z.B. Lebensform oder funktionelle Gruppe	8
2.3	Geokörper gemäß HTL und Vermessungshinweise	9
2.4	Trophische Einstufung in den Verfahren und Vorkommensschwerpunkt	10
2.5	Geografische und saisonale Verbreitung in Deutschland	11
3	Literatur	15
4	Abkürzungsverzeichnis	17
5	Liste der in den Steckbriefen dargestellten Indikatorarten der ersten Lieferung	18
6	Steckbriefe der Indikatorarten	19
7	Index der Taxa und Abbildungen	175

1 Zielsetzung und Einführung

Die korrekte Bestimmung von Arten und Artgruppen des Phytoplanktons ist für die Durchführung von Bewertungsverfahren zur Ermittlung des ökologischen Zustandes von grundlegender Bedeutung. In Deutschland wurden für die Bewertung die Verfahren PhytoFluss-Index für große Fließgewässer und das Verfahren Phyto-See-Index für Seen erstellt, um die Europäische Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) umzusetzen (s. OGewV 2016; BESCHLUSS (EU) 2018/229).

Als Arbeitshilfe zur Qualitätssicherung der Bestimmung für die Praxis der Phytoplanktonuntersuchung wurden Taxon-Steckbriefe (für Steckbriefe deutscher Seentypen siehe Riedmüller & al. 2013) im Rahmen eines Forschungsprojektes erstellt (LAWA Projekt O.17). Sie sind eine Ergänzung zu den empfohlenen Bestimmungswerken, die in der operativen Taxaliste (HTL) ausgewiesen sind.

In der hier vorgelegten ersten Lieferung wurden solche Steckbriefe für 50 Indikatortaxa der WRRL-Bewertungsverfahren erstellt und auf BGBM Press veröffentlicht. Eine Lieferung umfasst folgende einzeln herunterladbare PDF-Dokumente mit einer gemeinsamen DOI, die gemeinsam durch ein Autorenteam (hier Kasten & al. 2018) erstellt wurden: a) Den vorliegenden Begleittext inkl. Impressum und b) die Steckbriefe gemäß der Liste der Indikatornamen in Kapitel 5.

Die Steckbriefe sind einem 3-4-seitigen Format konzipiert und enthalten Informationen zu folgenden Aspekten oder Merkmalen:

1. Wissenschaftlicher Name und lichtmikroskopisch-sichtbare Bestimmungsmerkmale und Besonderheiten
2. Ökologische Besonderheiten wie z.B. Lebensform oder Zugehörigkeit zu funktionellen Gruppen
3. Geokörper gemäß HTL und Vermessungshinweise
4. Trophische Einstufung in den Verfahren und Trophieschwerpunkte in den Gewässertypgruppen
5. Geografische und saisonale Verbreitung in Deutschland mit Grafiken

In den Steckbriefen werden Art- und Gattungsnamen sowie deren Synonyme gemäß der nomenklatorischen Revision der Taxaliste Phytoplankton im Jahr 2018 benutzt (Mischke & al. 2018, LAWA Projekt 02.17). Diese Revision war notwendig geworden, weil auch die Taxonomie, damit die Benennung der Taxa wie andere Bereiche der Forschung dem wissenschaftlichen Fortschritt unterliegen (Krienitz & Bock 2012, Kusber & al. 2017).

Die eingangs genannten Bewertungsverfahren wurden seit ihrer Erstveröffentlichung (Mischke & al. 2008; Mischke & Behrendt 2007) im Auftrag der Bund-Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) revidiert (z.B. siehe Kapitel 1 im Handbuch Phyto-See-Index). Die Taxon-Steckbriefe sind an den aktuellen Stand der Verfahren angepasst:

a.) Phyto-See-Index gemäß Handbuch und Tool-Version PhytoSee 7.0 vom Dezember 2017 (Mischke & al. 2017) mit teilweisem Vorgriff auf Version PhytoSee 7.1, welche die geplante Anpassung der integrierten Taxaliste sowie der Indikatorliste PTSI an die nomenklatorische Revision der Taxaliste (HTL_2018) enthalten soll.

b.) PhytoFluss Version 4.1 nach Mischke & Riedmüller, welche im Status „Plausibilitätsprüfung durch die Bundesländer“ nach der Revision von PhytoFluss 4.0 im Praxistest (Becker & Fischer 2018) ist, mit teilweisem Vorgriff auf die nomenklatorisch revidierte Taxaliste (HTL_2018, Mischke & al. in Vorbereitung).

Im Folgenden werden die Struktur und Felder der Taxon-Steckbriefe erläutert.

Indikatortaxa, die mehrere Taxa umfassen, werden in anders konzipierten Steckbriefen für **"Artgruppen"** dargestellt. Artgruppen werden dann als Indikatortaxon genutzt, wenn die gruppenzugehörigen Arten mit der routinemäßig angewandten Methode (hier: Lichtmikroskopie von Lugol-fixierten Objekten nach dem Utermöhl-Verfahren) nicht oder nur mit einer erheblichen Unsicherheit unterscheidbar sind. Die lichtmikroskopische Bestimmbarkeit dieser Indikatortaxa wurde für die Artgruppen-Steckbriefe geprüft.

In den Artgruppen-Steckbriefen werden alle in der Gruppe enthaltenen Taxa sowie deren zu anderen Taxa relevanten Bestimmungs- und Unterscheidungsmerkmale genannt. Letzteres wird durch eine größere Aus-

wahl an Mikrofotografien unterstützt als dies für die Steckbriefe für Einzelarten vorgesehen ist.

2 Erläuterung zu den Steckbrieffeldern und zur Datenherkunft

2.1 Taxonomie und lichtmikroskopisch-sichtbare Bestimmungsmerkmale

Indikatortaxon		<i>Taxonname</i> Autoren Jahr – Angaben gemäß HTL_2018					
SEEN	FG		Algenklasse	Zuordnung aus HTL_2018	Algenordnung	Zuordnung aus HTL_2018	
			Algenklasse_neu	Zuordnung aus HTL_2018	Algenordnung_neu	Zuordnung aus HTL_2018	
DV-Nr. der BTL		BTL_2018				DV Syn.	HTL Syn.
HTL-ID		HTL_2018	Synonyme	Bestimmungsrelevante Synonyme, die z.B. in der DV-Liste und/oder auch direkt in der HTL geführt werden		BTL_2018	HTL_2018
Rebecca-Code							
Bestimmungs- literatur		HTL - Basis	Zuordnung aus HTL_2018 als Langzitat inkl. Seitenzahl und als HTL-Kürzel				
		Ergänzung	Vorschläge für ergänzende Bestimmungswerke (auch Bildbände etc.) mit Hinweisen darauf, ob die darin vertretenen nomenklatorischen Auffassungen evt. von denen der HTL-Basis abweichen.				
Verfahrens- spezifische Mindestbestim- mungstiefe		PhytoSee 7.1	Taxon - Zuordnung aus HTL_2018 - bezogen auf die Indikatorliste der hier angegebenen Verfahrensversion				
		PhytoFluss 4.1	Taxon - Zuordnung aus HTL_2018 - bezogen auf die Indikatorliste der hier angegebenen Verfahrensversion				

Fotografische Dokumentation – z.T. mit Markierungen, die im Abschnitt „Bestimmungsrelevante Besonderheiten“ erläutert werden.

Abkürzungslegende der fotografischen Dokumentation:

Auftraggebende Behörden bzw. Büros	
BfUL	Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft, Sachsen
IGB	Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei, Berlin
LfU	Bayerisches Landesamt für Umwelt
LHW	Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt
LimPlan	Dr. Wolfgang Arp, Berlin
LLUR	Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (bis 2008: Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein)
LUBW	Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg, Institut für Seenforschung
NLWKN	Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
Fotografinnen & Fotografen	
M. Arnold	Marion Arnold, Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft, Sachsen
Dr. J. Kasten	Dr. Juliane Kasten, Lüttig & Friends GbR, Brandenburg
LBH	Limnologie Büro Hoehn, Baden-Württemberg
G. Paul	Gabriela Paul, Büro, Sachsen
M. Pohlmann	Marlies Pohlmann, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz, Nordrhein-Westfalen
S. Ulrich	Sabine Ulrich, Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft, Sachsen
S. Wiehart	Steffen Wiehart, Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft, Sachsen

Bestimmungsrelevante Besonderheiten	
Lugol-Artefakte	Hinweise auf fixierungsbedingte Veränderungen der Zell- bzw. Koloniestruktur
Besondere Bestimmungsmerkmale	Artmerkmale gemäß HTL-Basis-Literatur mit besonderen Hinweisen auf die Bestimmbarkeit im Utermöhl-Verfahren
Chloroplasten	Beschreibung
Verwechslungsmöglichkeit	Beschreibung ähnlicher Taxa und Hinweis auf Differenzierungsmerkmale
Diatomeenpräparat gefordert	ja / nein - Feld - gemäß Einschätzung in HTL
Potentielle Toxine	gemäß https://toxische-cyanobakterien.de/hintergrundinformation/toxische-cyanobakterien/
Geruch bei Massenentwicklung	ja / nein - Feld

Die Taxonomie erfährt in den letzten Jahren eine komplexe und grundlegende Revision (s. Frey 2012, 2015) und dies führt zu unterschiedlichen Begriffen in der Klassifikation der Algen. Neue Bezeichnungen für die Algenklasse oder Algenordnung werden in als „neu“ ausgewiesenen Feldern gemäß Frey (2012, 2015), ggf. nach Guiry & Guiry (2018) aufgeführt, während die bisherige Klassifikation in den Feldern darüber erhalten bleibt. Dies ist nötig, um biologische Kenngrößen der Bewertungsverfahren (Metrics), die Organismen gemäß der bisherigen Algenklasse zusammenfassen, unverändert zu definieren. Bei einer zukünftigen Neueinstufung von Metrics können die neuen Bezeichnungen der Algenklassen getestet und genutzt werden.

Jedem Indikatortaxon ist ein Bestimmungswerk zugeordnet, welches in der HTL ausgewiesen ist. Dies ist nötig, da es konkurrierende Bestimmungswerke gibt, die den gleichen Morphotyp unterschiedlich benennen.

Die nomenklatorische Revision (Benennung von Art und Gattungsnamen) ist ebenso komplex. Der Taxonname entspricht dem in der HTL_2018 akzeptierten Stand. Ihm zugeordnet sind Synonyme.

Die verfahrensspezifische Mindestbestimmungstiefe gibt an, welches Bestimmungsniveau erreicht werden sollte, um die Indikatortaxa ausreichend zu erfassen.

2.2 Ökologische Besonderheiten wie z.B. Lebensform oder funktionelle Gruppe

Ökologische Besonderheiten			
Lebensformtyp	planktisch / benthisch	Anmerkungen	
Ernährungstyp	autotroph / mixotroph	Anmerkungen	gemäß Literaturrecherche Leßmann & al. 2017
Fressbarkeit (PhytoLoss)	Phytogilde	Gildenzugehörigkeit gemäß Deneke & al. (2015)	
Funktionale Gruppe (Padisák & al. 2009)	Codon	Codon aus Reynolds & al. 2002; Padisák & al. 2009, Borics & al. 2007	
Sonder-CODON	Codon	Sonderfall gemäß Padisák & al. 2009: Es führt das Vorkommen von <i>Ceratium</i> entweder mit oder ohne gleichzeitigen Vorkommens von <i>Microcystis</i> zu einer anderen Codon-Zuordnung	

Die in den Steckbriefen behandelten Indikatorarten haben überwiegend den Lebensformtyp „planktisch“. In Fließgewässern und in polymiktischen Seen werden benthisch lebende Taxa in das Plankton eingetragen.

Die Phytoplanktonarten ernähren sich überwiegend mittels Photosynthese und damit ist der Ernährungstyp autotroph. Nach einer umfangreichen Literaturrecherche (Leßmann & al. 2017) wurde deutlich, dass sich eine Reihe von Taxa mixotroph ernähren.

Die Fressbarkeit von Phytoplankton-Arten wurde den Einstufungen des PhytoLoss-Moduls entnommen. Im PhytoLoss-Auswertetool (www.phytoloss.de) werden Zooplanktonbefunde verarbeitet, welche gleichzeitig zum Phytoplankton erhoben werden. Es werden Indices für die Grazing-Effektstärke errechnet, wodurch eine erweiterte Interpretation des Phyto-See-Index und des Nahrungsnetzes erfolgt. Daraus können Handlungsoptionen für die Maßnahmenplanung abgeleitet werden. Nach Deneke & al. (2015) werden die Phy-

toplanktontaxa in 12 Gilden unterschieden (s. Tabelle 1), die eine Reduzierung der Einteilung des Phytoplanktons in „morpho-functional groups“ durch Salmaso & Padisák (2007) darstellen.

Tabelle 1: Gilden des Phytoplanktons hinsichtlich Fressbarkeit durch Zooplankton gemäß Deneke & al. (2015).

Phyto-Gilde	Gildenbezeichnung
B1	B1 - small-Bacillariophytes
B2	B2 - large-Bacillariophytes
C1	C1 - small Colonies
C2	C2 - medium Colonies
C3	C3 - gelatinous Large Colonies
D1	D1 - small-Dinophytes - <30µm diameter
D2	D2 - large-Dinophytes
F1	F1 - thin Filaments
F2	F2 - medium Filaments
F3	F3 - thick Filamentous Aggregates
U1	U1 - small Chrysophytes/Haptophytes, Euglenophytes, Cryptophytes, Chlorococcales, unicell Phytomonadales
U2	U2 - large-Chrysophytes/Haptophytes, Euglenophytes, Conjugatophytes, Chlorophytes, Chroococcales

In funktionellen Gruppen werden Taxa vereinigt, die in ähnlichen Habitaten vorkommen, weil sie gleiche Toleranzen (z.B. Nährstoffmangel) oder Empfindlichkeiten besitzen (z.B. Zooplanktonfraß) oder ähnliche Strategien verfolgen (z.B. Beweglichkeit, N₂-Fixierung). Die international anerkannte und verwendete Zuordnung von Phytoplanktontaxa zu funktionellen Phytoplanktontypen wurde u.a. von Reynolds & al. (2002) begründet, für Fließgewässer durch Borics & al. (2007) angepasst und durch Padisák & al. (2009) für Seen weitergeführt und verfeinert.

Reynolds & al. (2002) beschrieben 31 verschiedene funktionelle Gruppen (mit 31 Codons), die sich hinsichtlich ihrer Reaktion auf die Steuerfaktoren Stickstoff, Phosphor, Licht, Temperatur, Crustaceen- und Rotatorien-Fraß, Kohlendioxid, Schichtung und Silizium unterscheiden. Die Entscheidung der Gruppenzuordnung muss nach Padisák & al. (2009) oft auf Artebene entschieden werden. Zu einigen Algengruppen, wie z.B. viele Kieselalgenarten, liegen zu wenige autökologische Kenntnisse vor, um eine zuverlässige Zuordnung zu begründen.

2.3 Geokörper gemäß HTL und Vermessungshinweise

Geokörper gemäß HTL		
Einheit	HTL_2018
Geometrischer Körper (x Korrekturfaktor)	HTL_2018	
Geometrie-ID nach DIN EN 16695	HTL_2018	
Abschätzung der versteckten Dimension	HTL_2018	
Zuweisung abweichend von DIN EN 16695	ja / nein	
Anmerkungen zur Vermessung	Begründung für eine mögliche Abweichung der HTL-Angaben gegenüber der DIN EN 16695; Hinweise zur Vermessung	

In diesem Abschnitt des Steckbriefes werden für das Indikatortaxon alle relevanten Informationen zur Bestimmung des Zellvolumens zusammengestellt, da dies für beide Bewertungsverfahren nötig und bewertungsrelevant ist und eine neue EN/DIN-Norm zur Biovolumenbestimmung des Phytoplanktons (DIN EN

16695: 2015-12) umgesetzt werden sollte.

Die DIN EN 16695, die sowohl für marine Arten als auch für Süßwasserarten gilt, schlägt für jedes Taxon die Verwendung einer bestimmten geometrischen Form (Geometrischer Körper) und Faktoren zur Abschätzung der versteckten Dimensionen (HD = „hidden dimension“) für die Biovolumenberechnung vor. Zugleich werden auch allgemeine Skalierungsfaktoren für einzelne Geokörper angeführt (Korrekturfaktor). Das Feld „Einheit“ beschreibt, ob eine Zelle, eine Halbzelle, ein Filament oder ein Zellteil gemessen wird.

In Taxa-Fotos sind die zu vermessenden Zelldimensionen farbig eingezeichnet. Zusätzlich sind die gleichen Messstrecken in den entsprechenden Geokörpern dargestellt.

Im Projekt LAWA 02.17 wurde die Kompatibilität dieser EN-Geokörperinformationen der 1.558 HTL-Einzeltaxa (HTL Stand 2009, Mischke & Kusber 2009) zu der in Deutschland etablierten Praxis geprüft, wie sie in der ATT-TI-7 der ATT (Hoehn & al. 1998) und der Vorschrift zur Probenahme und Analyse des Phytoplanktons für die Verfahren der WRRL (Nixdorf & al. 2010) dokumentiert ist.

Von den insgesamt 1.558 HTL-Taxa wurden die Angaben aus DIN EN 16695 für 70% übernommen und für 30% begründet verändert. Hiermit wurde ein Praxisvorschlag für die Biovolumenermittlung des Phytoplanktons in Deutschland erarbeitet, der die EN umsetzt, jedoch auch die Abweichungen dazu explizit ausweist (s. Hoehn & al. 2018).

2.4 Trophische Einstufung in den Verfahren und Vorkommensschwerpunkt

Trophische Einstufung						
SEEN – Regionen	AVA	MG	TLgesch	TLgeschAWB	TLpoly	TLpolyAWB
Trophieankerwert	0,8		2,6	3,5		
Stenökiefaktor	2		2	2		
Trophieschwerpunkt	oligo-meso1		meso2-eu1		eu2-poly1	
FG – Regionen	Donau		Mittelgebirge		Tiefland	
Trophieankerwert			0,7			
Gewichtungsfaktor			3			
Trophieschwerpunkt			meso-eu			
Anmerkungen						

Legende: AVA = Alpen und Voralpen, MG = Mittelgebirge, TLgesch = Tiefland geschichtet, TLgeschAWB = Tiefland geschichtet künstliche und stark veränderte Gewässer, TLpoly = Tiefland polymiktisch, TLpolyAWB = Tiefland polymiktisch künstliche und stark veränderte Gewässer.

Die Trophieankerwerte und Stenökiefaktoren entstammen den Phytoplankton-Bewertungsverfahren PhytoSee Version 7.0 (Mischke & al. 2017) und der Verfahrensanleitung für PhytoFluss 4.1 (Mischke & Riedmüller in Vorbereitung). Die Trophieankerwerte in Seen sind in der Einheit des Trophieindex nach LAWA (LAWA 2014) geführt, diejenigen für Flüsse in der Dimension der Gesamtposphor-Konzentrationen in µg/L. Die Stenökiefaktoren werden in der Indexberechnung als Gewichtungsfaktoren berücksichtigt und geben die Treue des Taxons im Trophieschwerpunkt an. Die Werte liegen zwischen 1 (= geringe Treue) und 4 (= große Treue).

Für **Seen** stehen sechs verschiedene Indikatorlisten zur Verfügung (s. Tabelle 2).

Tabelle 2: Indikatorlisten für den PTSI in **Seen** mit anzusprechenden Phytoplankton-Seetypen (PP-Seotyp).

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

Weiterführende Informationen sind dem Handbuch PhytoSee von Mischke & al. (2017) zu entnehmen.

Für die Bewertung von **Flüssen** oder Flussabschnitten stehen drei verschiedene Indikatorlisten zur Verfügung. Je eine Liste für die in der Ökoregion Norddeutsches Tiefland ("**Tiefland**") und zentrale Mittelgebirge ("**Mittelgebirge**") liegenden Fließgewässer. Für die Donau und deren Zuflüsse wurde eine eigene Liste konzipiert ("**Donau**"). Die hier angesprochenen Flüsse liegen im Süden der Mittelgebirgs- und in der Alpenvorlandregion.

Die Trophieankerwerte sind zwar von den Trophie- oder Gesamtphosphor-Vorkommens-Schwerpunkten der Taxa abgeleitet, stellen aber stark transformierte Verrechnungsgrößen für die Artenindices PTSI und TIP der Bewertungsverfahren dar. Sie können nicht direkt als Angabe für einen Trophieschwerpunkt oder ein Gesamtphosphor-"Optimum" (GesP) verstanden werden. Die "echten" Trophieschwerpunkte wurden deshalb auf Basis der aktuellen Phytoplankton-Datenbanken für Seen und Flüsse in Deutschland abgeleitet. Sie werden verbal in Trophieklassenbezeichnungen wiedergegeben nach den in Tabelle 3 genannten Klassifizierungen von LAWA (2014) und Pfister & al. (2016). Liegt eine unklare Verteilung des Taxons im Trophiespektrum vor, erfolgt kein Eintrag.

Tabelle 3: Index- und Gesamtphosphor-Wertebereiche, trophische Zuordnung und Abkürzungen nach LAWA (2014) und Pfister & al. (2016).

Trophieklassifizierung Seen			Trophieklassifizierung Fließgewässer		
Trophieindex nach LAWA und Trophieklassen (LAWA 2014)			Gesamtphosphor-Klassifizierung in Fließgewässern (Pfister & al. 2016a)		
Trophieindex nach LAWA	Trophieklasse	Abkürzung	Gesamtphosphor im Jahresmittel (µg/L)	Trophieklasse	Abkürzung
0,5 - 1,5	oligotroph	oligo	< 10	oligotroph	oligo
> 1,5 – 2,0	mesotroph 1	meso1	10-20	oligo-mesotroph	oligo-meso
> 2,0 – 2,5	mesotroph 2	meso2	20-30	mesotroph	meso
> 2,5 – 3,0	eutroph 1	eu1	30-50	meso-eutroph	meso-eu
> 3,0 – 3,5	eutroph 2	eu2	50-100	eutroph	eu
> 3,5 – 4,0	polytroph 1	poly1	100-250	eu-polytroph	eu-poly
> 4,0 – 4,5	polytroph 2	poly2	250-650	polytroph	poly
> 4,5	hypertroph	hyper	> 650	poly-hypertroph	poly-hyper

2.5 Geografische und saisonale Verbreitung in Deutschland

Verbreitung																															
Bevorzugte Gewässertypen	Seen	13	4	11.1																											
	Fließgewässer	23	9.2	15.1+17.1																											
Verbreitungskarten		Saisonales Hauptvorkommen in Seen		Sommer in Flüssen, Winter in Seen																											
<p>Nachweise des Indikators in Deutschland (s. nächste Seite).</p> <p>Die Größe des Punktes gibt das maximal gefundene Biovolumen des Taxons in Abundanzklassen von 1-7 wider.</p> <p>Die Lage <u>aller</u> Messpunkte sowie die Orte mit Diatomeenpräparat (Teilmenge) sind im Begleittext zu den Steckbriefen als Karten eingangs dargestellt.</p> <div><div>● Seen</div><div>● Fließgewässer</div></div>		<div><h3><i>Aulacoseira islandica</i></h3><p>(382 Proben aus Seen)</p> <table border="1"><caption>mittleres Biovolumen (mm³/L) pro Monat</caption><thead><tr><th>Monat</th><th>mittleres Biovolumen (mm³/L)</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>1.3</td></tr><tr><td>2</td><td>1.75</td></tr><tr><td>3</td><td>1.1</td></tr><tr><td>4</td><td>0.35</td></tr><tr><td>5</td><td>0.05</td></tr><tr><td>6</td><td>0.1</td></tr><tr><td>7</td><td>0.25</td></tr><tr><td>8</td><td>0.08</td></tr><tr><td>9</td><td>0.05</td></tr><tr><td>10</td><td>0.1</td></tr><tr><td>11</td><td>0.55</td></tr><tr><td>12</td><td>0.15</td></tr></tbody></table></div>				Monat	mittleres Biovolumen (mm³/L)	1	1.3	2	1.75	3	1.1	4	0.35	5	0.05	6	0.1	7	0.25	8	0.08	9	0.05	10	0.1	11	0.55	12	0.15
Monat	mittleres Biovolumen (mm³/L)																														
1	1.3																														
2	1.75																														
3	1.1																														
4	0.35																														
5	0.05																														
6	0.1																														
7	0.25																														
8	0.08																														
9	0.05																														
10	0.1																														
11	0.55																														
12	0.15																														
Geographische Verbreitung		kosmopolitisch, aber auf wenige Gewässer beschränkt																													

Zur Identifizierung der bevorzugten Gewässertypen, für die Abbildung des saisonalen Vorkommens sowie die geographische Verbreitungskarte wurden als Datenquelle die in LAWA-Projekten des Länderfinanzierungsprogramms sukzessiv erstellten nationalen Datenbanken zum Phytoplankton genutzt.

Seen – bundesweite Projekt-Datenbank Phytoplankton mit Stand Juli 2016 („vereint_Jul2016“): Es konnten 1.080 Messstellen für Phytoplankton den in georeferenzierten Gewässerkarten (GeoBasi s-DE und ESRINS v1.1) benannten Seennamen zugeordnet werden. Pro georeferenzierten See wurden, falls vorhanden, mehrere Messstellen mit Biobefunden gemeinsam ausgewertet. Für die Verbreitungskarte wurden über 25.000 Beprobungen aus Seen ausgewertet.

Fließgewässer – bundesweite Projekt-Datenbank Phytoplankton mit Stand Mai 2016 („Rebio-DB“): Davon wurden 367 Messstellen georeferenziert. Damit wurden über 19.000 Beprobungen ausgewertet.

Als Extrakt aus den Datenbanken wurde das Vorkommen der Indikatorarten als Gesamtanzahl „Befundenachweise“ in den Kategorien „Monat“ (saisonale Verteilung) und „Gewässertyp“, sowie das maximal ermittelte Taxabiovolumen an einem Messort entnommen (s. Verbreitungskarte).

Indikatortaxon						<i>Aulacoseira islandica</i> (O.Müller) Simonsen 1979	
SEEN	FG		Algenklasse	Bacillariophyceae	Algenordnung	Centrales	
			Algenklasse_neu	Coscinodiscophyceae	Algenordnung_neu	Melosirales	
Diatomeenpräparat gefordert			Ja				

Auf der dritten Seite wird nach der Wiederholung der Kopfzeilen zur Benennung (wie hier oberhalb des Textes dargestellt) das maximale Vorkommen des Indikatortaxons an den georeferenzierten Messorten des Phytoplanktons in einer geografischen Verbreitungskarte dargestellt. Die Karten stellen die klassifizierten maximalen Biovolumina eines Taxons an einem Ort dar pro Koordinaten eines in ATKIS-Karten erfassten Sees und pro Messstelle an Fließgewässern.

Die Punktgröße orientiert sich an der Höhe des maximal gefundenen Taxonbiovolumens an einem Ort. Dieser Maximumwert wurde einer „Abundanzklasse“ entsprechend den Klassengrenzen 1-7 (Tabelle 4) zugeordnet. Diese Klassengrenzen entsprechen denen für die Abundanzklassen im Phyto-See-Verfahren, welche für die Bewertungskenngröße PTSI zur Indexberechnung genutzt werden. Die Klasse 8 tritt extrem selten im Datenbestand auf und wurde deshalb zur Darstellung in der Karte in die Klasse 7 integriert.

Tabelle 4: Klassifiziertes Biovolumen in "Abundanzklassen" analog zur Verrechnung von Indikatortaxa im Metrik PTSI im PhytoSee-Verfahren nach Riedmüller in Mischke & al. (2017)

Klassen Biovolumen (mm ³ /l)	Abundanzklasse	klassifiziertes Biovolumen (grün: Seen; blau: Flüsse)
≤ 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 (extrem seltener Fall)	8

Abbildung 1: Kartenüberblick zu **allen** verfügbaren Messorten an Flüssen (blau) und Seen (grün) mit quantitativer Phytoplanktonanalyse in Deutschland.

Abbildung 2: Kartenüberblick zu allen verfügbaren Messorten an Flüssen (blau) und Seen (grün) in Deutschland, an denen eine quantitative Phytoplanktonanalyse **mit** Diatomeenpräparation vorliegt.

Nicht für alle Gewässer/Messorte liegen Befunde vor, welche mithilfe von Präparaten der Pelagialdiatomeen ermittelt wurden. Die diesbezüglichen Messorte (Abbildung 2) stellen demnach eine Teilmenge aller Messorte (Abbildung 1) dar.

Die Anzahl der möglichen Nachweisorte für eine Art hängt davon ab, ob sie nur durch eine zusätzliche Diatomeenpräparation bestimmbar ist. Für die meisten Kieselalgenarten ist ein Diatomeenpräparat erforderlich. Dieses "Merkmal" wird in den Steckbriefen ausdrücklich hervorgehoben. Die Präparation von Diatomeen wird in den Bundesländern nicht regelmäßig für die Bewertung von Seen und Flüssen durchgeführt. Sie ist aber immer dann zwingend gefordert, wenn die Anzahl anderer Indikatorarten für eine gesicherte Bewertung zu gering ist, wie es häufig in oligo- bis mesotrophen Oberflächengewässern der Fall ist.

Weiterhin ergibt sich aus einer unterschiedlichen Häufigkeit an Beprobungen an einem Gewässer aufgrund der hohen Variabilität der Populationsbiomasse innerhalb eines Jahres und zwischen mehreren Jahren eine unterschiedliche Wahrscheinlichkeit, ein Biovolumenmaximum einer Art nachzuweisen. Alle Orte wurde mindestens sechsmal beprobt, manche langjährig und an mehreren Messstellen untersuchte Orte über fünfhundertmal (Bodensee, Müggelsee, Unterhavel, Müritz).

3 Literatur

- Becker A. & Fischer H. 2018: Bericht Praxistest PhytoFluss. – Abschlussbericht zum LAWA-Projekt O 4.15, BfG-1955 (unveröffentlichter Bericht, 112 Seiten + Anhang). – Koblenz: Bundesanstalt für Gewässerkunde.
- BESCHLUSS (EU) 2018/229 DER KOMMISSION vom 12. Februar 2018 zur Festlegung der Werte für die Einstufungen im Rahmen des Überwachungssystems des jeweiligen Mitgliedstaats als Ergebnis der Interkalibrierung gemäß der Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates. – Amtsblatt der Europäischen Union. L 47/1.
- Borics G., Vabriom G., Grigorszky I., Krasznai E., Szabo S. & Kiss K. T. 2007: A new evaluation technique of potamoplankton for the assessment of the ecological status of rivers. – *Large Rivers* **17**, Arch. Hydrobiol. Suppl. **161/3-4**: 465–486.
- 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.
- DIN EN 16695 2015: Water quality – Guidance on the estimation of phytoplankton biovolume. Wasserbeschaffenheit – Anleitung zur Abschätzung des Phytoplankton-Biovolumens. – Beuth, 83 S.
- Frey W. (ed.) 2012, 2015: Syllabus of plant families (13th ed.). **1(1), 2(1)**. – Stuttgart: Borntraeger.
- Guiry M. D. & Guiry G. M. 2018: AlgaeBase. World-wide electronic publication. – Galway: National University of Ireland. <http://www.algaebase.org>; aufgerufen am 24.07.2018.
- Hoehn E., Clasen J., Scharf W., Ketelaars H. A. M., Nienhüser A. E., Horn H., Kersken H. & Ewig B. 1998: Erfassung und Bewertung von Planktonorganismen. ATT-Technische Information **Nr. 7., 2.** völlig neu bearbeitete Aufl. Arbeitsgemeinschaft Trinkwassertalsperren, AK-Biologie. – Siegburg: Kommissionsverlag Oldenbourg. 151 S.
- Hoehn E., Dürselen C.-D., Kasten J., Tworeck A., Höfer R., Oschwald L. & Riedmüller U. 2018: Anwendung der neuen Verfahrensmethode (DIN EN 16695) zur Abschätzung des Phytoplankton-Biovolumens in der Praxis und Auswirkungen auf das Bewertungsverfahren PhytoSee – ein Erfahrungsbericht. – Ergebnisse der DGL-Jahrestagung 2017 in Cottbus S. 168-176.
- Krienitz L. & Bock C. 2012: Present state of the systematics of planktonic coccoid green algae of inland waters. – *Hydrobiologia* **698**: 295–326.
- Kusber W.-H., Kohlbecker A., Güntsch A., Berendsohn W. G. & Jahn R. 2017: PhycoBank – Registration of nomenclatural acts for diatomists and diatom research. – S. 40–41 in: Kopalová K., Bishop J. & Van de Vijver B. (ed.), Program & Abstracts, 11th Central European Diatom meeting, Prague, Czech Republic, 22–25 March 2017. – Prague: Charles University. <https://www.ced2017.eu/files/2017/03/ABSTRACT-book.pdf>

- LAWA 2014: Trophieklassifikation von Seen. Richtlinie zur Ermittlung des Trophie-Index nach LAWA für natürliche Seen, Baggerseen, Talsperren und Speicherseen. Empfehlungen Oberirdische Gewässer. LAWA – Bund/Länder Arbeitsgemeinschaft Wasser. 34 S. zzgl. Access-Auswertetool. (Autoren: Riedmüller U., Hoehn E. & Mischke U.). Aktuelle Toolversion http://www.gewaesserfragen.de/publikationen_2012.htm
- Leßmann D., Riedmüller U., Ulm M., Nixdorf B. & Hoehn, E. 2017: Weiterentwicklung des Verfahrens zur Bewertung von sauren Tageauseen 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.
- 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. Excel-Tabelle mit Aktualisierung mit Stand März 2017: https://www.lfu.bayern.de/wasser/gewaesserqualitaet_fluesse/qualitaetssicherung/doc/taxa_liste_03_2017.xlsx
- Mischke U. & Behrendt H. 2007: Handbuch zum Bewertungsverfahren von Fließgewässern mittels Phytoplankton zur Umsetzung der EU-WRRL in Deutschland. – Berlin: Weißensee Verlag.
- Mischke U. & Kusber W.-H. 2009: Die harmonisierte Taxaliste des Phytoplanktons für Seen und Flüsse in Deutschland. Elektronische Veröffentlichung auf Informationsportal [gewaesser-bewertung.de](http://www.gewaesser-bewertung.de); Link: http://www.gewaesser-bewertung.de/files/htl_mai_09_erg.zip
- Mischke U., Kusber W.-H., Kasten J., Hoehn E., Tworeck A., Oschwald L., Dürselen C.-D., Täuscher L., & Riedmüller U. 2018: Aktualisierung der Taxaliste Phytoplankton für die WRRL-Bewertungsverfahren. – S. 301-315 in: Ergebnisse der DGL-Jahrestagung 2017 in Cottbus. – Cottbus.
- Mischke U., Kasten J., Dürselen C.-D., Täuscher L., Riedmüller U., Tworeck A., Oschwald L., Hoehn E. & Kusber W.-H. (in Vorb.): Taxaliste Phytoplankton (HTL_2018) in Ergänzung zur Bundestaxaliste für die WRRL-Bewertungsverfahren PhytoSee und PhytoFluss. – Geplante elektronische Veröffentlichung auf Informationsportal www.gewaesser-bewertung.de
- Mischke U. & Riedmüller U. (in Vorb.) : Verfahrensanleitung für das Bewertungsverfahren PhytoFluss 4.1 zur Bewertung von Fließgewässern mittels Phytoplankton. – Geplante elektronische Veröffentlichung auf Informationsportal www.gewaesser-bewertung.de
- Mischke U., Riedmüller U., Hoehn E., Nixdorf B. 2017: Handbuch Phyto-See-Index – Verfahrensbeschreibung für die Bewertung von Seen mittels Phytoplankton. Im Rahmen des Länderfinanzierungsprogramms "Wasser, Boden und Abfall". Stand 15. Dezember 2017. 86 S.
- Nixdorf B., Hoehn E., Riedmüller U., Mischke U. & Schönfelder I. 2010: III-4.3.1 Probenahme und Analyse des Phytoplanktons in Seen und Flüssen zur ökologischen Bewertung gemäß der EU-WRRL. – S. 1–24 in: Handbuch Angewandte Limnologie – 27. Erg. Lfg. **2/10** 1.
- OGewV (Oberflächengewässerverordnung) 2016: Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer. Oberflächengewässerverordnung vom 20. Juni 2016 (BGBl. I S. 1373).
- Padisák J., Crossetti L. O. & Naselli-Flores L. 2009: Use and misuse in the application of the phytoplankton functional classification: a critical review with updates. – *Hydrobiologia* **621**: 1–19.
- Pfister P., Hofmann G. & Ehrensperger G. 2016: Fliessgewässer Phytobenthos: Überarbeitung des Trophie- und Saprobiebewertungssystems nach Rott et al. 1999, 1997. – Wien: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft.
- Reynolds C., Huszar V., Kruk C., Naselli-Flores L. & Melo, S. 2002: Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. – *Journal of Plankton Research* **24(5)**: 417–428.
- Riedmüller U., Mischke U., Pottgiesser T., Böhmer J., Deneke R., Ritterbusch D., Stelzer D. & Hoehn E. 2013: Steckbriefe der deutschen Seetypen. Begleittext und Steckbriefe.
- Salmaso N. & Padisák J. 2007: Morpho-functional groups and phytoplankton development in two deep lakes (Lake Garda, Italy and Lake Stechlin, Germany). – *Hydrobiologia* **578**: 97–112.

4 Abkürzungsverzeichnis

GeoBasis-DE: Amtlichen Geodaten (© GeoBasis-DE / *BKG*(/2013/))“ (Landnutzungsdaten)

ESRINS v1.1: Europäische Geodaten zu Einzugsgebieten und Fließgewässersystemen

<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/european-catchments-and-rivers-network>

HTL_2018: Harmonisierte Taxaliste Phytoplankton nach Mischke & al (in Vorbereitung)

BTL_2018: Bundestaxaliste zur Kodierung der Gewässerorganismen in Deutschland (Umweltbundesamt unveröffentlicht, weiterentwickelt nach Mauch & al. 2003)

PTSI: Phytoplankton-Taxa-Seen-Index, ein Metric innerhalb des PhytoSee-Verfahrens

Rebecca-Code: <http://www.freshwaterecology.info>

5 Liste der in den Steckbriefen dargestellten Indikatorarten der ersten Lieferung (Kasten & al. 2018)

Steckbrief - Taxon	Seitenzahlen	Steckbrief - Taxon	Seitenzahlen
<i>Acanthoceras zachariasii</i>	19–21	<i>Lagerheimia ciliata</i>	100–102
<i>Anathece clathrata</i> = <i>Aphanothece clathrata</i>	22–24	<i>Limnithrix redekei</i> / <i>Limnithrix planctonica</i>	103–105
<i>Aulacoseira ambigua</i>	25–27	<i>Monoraphidium contortum</i>	106–108
<i>Aulacoseira islandica</i>	28–30	<i>Nephroselmis olivacea</i>	109–111
<i>Ceratium cornutum</i>	31–33	<i>Peridinium willei</i>	112–114
<i>Ceratium furcoides</i>	34–36	<i>Phacotus lenticularis</i>	115–117
<i>Chroococcus limneticus</i>	37–39	<i>Planktolyngbya contorta</i>	118–120
<i>Chrysochromulina parva</i>	40–42	<i>Planktolyngbya limnetica</i>	121–123
<i>Chrysolykos planctonicus</i>	43–45	<i>Planktothrix agardhii</i>	124–126
<i>Closterium acutum</i> var. <i>variabile</i>	46–49	<i>Planktothrix rubescens</i>	127–129
<i>Closterium limneticum</i>	50–52	<i>Pseudotetrastrum punctatum</i>	130–132
<i>Cryptomonas curvata</i>	53–56	<i>Quadrigula pfizeri</i>	133–135
<i>Cryptomonas erosa/ovata/</i> <i>phaseolus</i>	57–60	<i>Rhizosolenia longiseta</i> = <i>Urosolenia longiseta</i>	136–138
<i>Cyanobium parvum</i> = <i>Synechococcus cedrorum</i>	61–63	<i>Schroederia</i>	139–141
<i>Cyclostephanos dubius</i>	64–66	<i>Skeletonema potamos</i>	142–144
<i>Cyclostephanos invisitatus</i>	67–69	<i>Stephanocostis chantaica</i>	145–147
<i>Desmodesmus communis</i> = <i>Scenedesmus quadricauda</i> = <i>Scenedesmus communis</i>	70–72	<i>Stephanodiscus alpinus</i>	148–150
<i>Diatoma mesodon</i>	73–75	<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	151–153
<i>Dinobryon cylindricum</i>	76–78	<i>Stephanodiscus minutulus</i> / <i>Stephanodiscus parvus</i>	154–156
<i>Dinobryon divergens</i>	79–81	<i>Stephanodiscus neoastraea</i>	157–159
<i>Dolichospermum spiroides</i> = <i>Anabaena spiroides</i>	82–84	<i>Surirella brebissonii</i>	160–162
<i>Euglena/Lepocinclis</i> Gruppe	85–89	<i>Tabellaria flocculosa</i>	163–165
<i>Fragilaria grunowii</i> = <i>Fragilaria ulna angustissima</i> – Sippen p.p. sensu Krammer & Lange-Bertalot 1991	90–93	<i>Tetrademus lagerheimii</i> = <i>Scenedesmus acuminatus</i> = <i>Scenedesmus falcatus</i>	166–168
<i>Gymnodinium uberrimum</i>	94–96	<i>Tetraselmis cordiformis</i>	169–171
<i>Kephyrion rubri-claustri</i>	97–99	<i>Willea apiculata</i> = <i>Crucigeniella apiculata</i> ; = <i>Crucigeniella pulchra</i>	172–174

Synonyme mit Gleichheitszeichen gekennzeichnet (=)