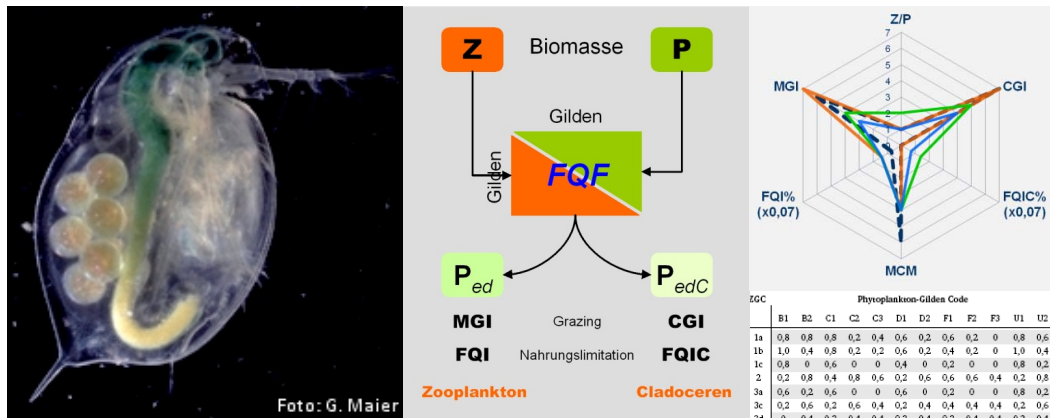


Das PhytoLoss-Verfahren

**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

Rainer Deneke, Gerhard Maier und Ute Mischke

Berlin 2015

Anschriften der Autoren:

Dr. Rainer Deneke
BTU Cottbus-Senftenberg
Lehrstuhl Gewässerschutz
Seestr. 45 , 15526 Bad Saarow,
E-Mail: info@zooplankton.eu

apl. Prof. Dr. Gerhard Maier
Büro für Gewässerökologie
Brucknerstr. 23, 89250 Senden,
E-Mail: gmaier-senden@t-online.de

Dr. Ute Mischke
Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei,
Müggelseedamm 310, 12587 Berlin
E-Mail: mischke@igb-berlin.de

Impressum

verantw. i.S.d.P.r.
Dr. Rainer Deneke
Mansfelder Str. 28
10709 Berlin

Zitiervorschlag:

Deneke, R., G. Maier & U. Mischke, 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 LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, Expertenkreis Seen), Projekt O8.12 (Projektmodul PhytoLoss), Berlin.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	7
1 Einleitung	9
2 Probenahme- und Analysevorschrift für das Metazooplankton im PhytoLoss-Verfahren	13
2.1 Probenahme	13
2.1.1 Planung der Probenahme	14
2.1.2 Auswahl der Probenstationen.....	14
2.1.3 Probenahmeprotokoll.....	14
2.1.4 Kennzeichnung der Probenflaschen	15
2.1.5 Zeitraum und Häufigkeit der Probenahmen	15
2.1.6 Probenahme im Tagesverlauf.....	15
2.1.7 Festlegung der Probenahmetiefe für Gewässer > 10 m Tiefe	16
2.1.8 Auswahl und Anwendung der Probenahmegeräte.....	16
2.2 Fixierung und Konservierung der Proben.....	18
2.2.1 Wartung der Probenahmegeräte	19
2.3 Arbeitsablauf der Zooplankton-Analyse.....	20
2.3.1 Anforderungen an die Qualifikation und Fortbildung	20
2.3.2 Artdetermination	21
2.3.3 Zählung und Abbruchkriterium.....	23
2.3.4 Reproduktion.....	23
2.3.5 Biomasse.....	24
2.3.6 Standardisierte Biomassefaktoren und -formeln	25
3 Operative Taxaliste Metazooplankton (OTL-MZ) nach Deneke & Maier (2014).....	27
3.1 Anforderungen an die OTL-MZ.....	27
3.2 Aufbau der OTL-MZ.....	27
3.3 Über die Mindestbestimmungstiefe.....	29
3.4 Die taxonomische Referenz	30
3.5 Aufbau der OTL-ID	31
3.6 Kodierung des Metazooplanktons nach OTL-MZ oder DV-Liste?.....	32
3.6.1 Vorteile des OTL-Codes.....	32
3.7 Anwendungshinweise und Aktualisierung der Einträge.....	32

4	Ermittlung der Grazing-Effektstärke des Zooplanktons	35
4.1	Vorbemerkung	35
4.2	Einführung in die Nutzung von Grazing-Indizes	35
4.3	Abkürzungen der Begriffe	38
4.4	Anwendungsbereich des PhytoLoss-Verfahrens	38
4.5	Zweck des PhytoLoss-Verfahrens	39
4.6	Definition und Kurzbeschreibung wichtiger Begriffe	39
4.7	Grundlagen des PhytoLoss-Verfahrens	43
4.7.1	Gildenspezifische Grazing-Indizes	47
4.7.2	Grazing-Effektstärke und inverse Grazing-Effekte	48
4.7.3	Biomasse-Parameter im PhytoLoss-Verfahren	49
4.7.4	Mittlere Cladoceren-Masse und Raubcladoceren-Index	49
4.8	Störungen	50
4.9	Berechnung der Indizes	51
4.9.1	Eingangsdaten	51
4.9.2	Mathematische Ableitung der Indizes	51
4.9.3	Sommermittel und Einzelwerte	53
4.9.4	Skalierung der berechneten Indexwerte	53
5	Anleitung zum PhytoLoss-Modul	55
5.1	Datenübergabeformate	55
5.1.1	Terminologie	55
5.1.2	Importvorlage für das PhytoLoss-Modul	56
5.2	Datenimport	61
5.2.1	Voraussetzungen und Fehlervermeidung (Checkliste)	61
5.2.2	Import-Ablauf von Proben- und Ergebnisdaten	62
5.2.3	Importprobleme	63
5.3	Datenbankstruktur	63
5.4	Datenexport	64
5.4.1	Exportdatei	64
5.4.2	Automatische Kommentarfunktion	65
6	Visualisierung der Ergebnisse und Interpretationshilfen	67
6.1	Radardiagramme	68
6.2	Zooplankton-Steckbrief (Sommer)	69

6.2.1	Farbschema	70
6.2.2	Aufbau	70
6.3	Anwendung der PhytoLoss-Indizes – Beispiele.....	71
6.3.1	Anmerkungen zum Gebrauch der PhytoLoss-Indizes	71
6.3.2	Allgemeine Hinweise zur Interpretation	73
6.3.3	Beispiel: Gülper See – Typ 11.1 – Sommer 2008 (Abb. 5)	75
6.3.4	Beispiel: Dümmer – Typ 11.2 – Sommer 2011 (Abb. 6).....	75
6.3.5	Beispiel: Dobersdorfer See – Typ 14 – Sommer 2011 (Abb. 7)	77
6.3.6	Beispiel: Plauer See – Typ 10.1 – Sommer 2007 (Abb. 8)	80
6.3.7	Beispiel: Groß Glienicker See – Typ 13 – Sommer 2008 (Abb. 9).....	80
6.3.8	Beispiel: Kulkwitzer See – Typ 13k – Sommer 2009 (Abb. 10)	83
6.3.9	Beispiel: Hopfensee – Typ 2+3 – Sommer 2007 (2 Termine) (Abb. 11).....	83
7	Ausblick.....	87
8	Copyright.....	89
9	Literatur	91
9.1	Referenz-Bestimmungsliteratur für das Metazooplankton	91
9.2	Literatur zum PhytoLoss-Verfahren.....	93
10	Anhang A.....	101
10.1	Literaturrecherche und Definition von Nahrungsgilden	101
10.1.1	Einteilung des Zooplanktons in Nahrungsgilden	101
10.1.2	Einteilung des Phytoplanktons in Nahrungsgilden.....	103
11	Anhang B.....	107
11.1	Ausgabeparameter des PhytoLoss-Moduls.....	107
12	Anhang C.....	109
12.1	Operative Taxaliste Metazooplankton (OTL-MZ).....	109

Vorwort

Das PhytoLoss-Verfahren zur Berechnung der Grazing-Effektstärke und anderer Indizes wurde im Rahmen der LAWA-Projekte O 9.09 und O 4.10 (Projektmodul PhytoLoss) entwickelt, die vom LAWA-/LABO Ausschuss „Oberirdische Gewässer und Küstengewässer“ finanziert wurden.

In der EU-Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL, 2000) wird das Zooplankton nicht als Biokomponente berücksichtigt. Dadurch besteht die Gefahr, dass die zahlreichen Möglichkeiten der Bioindikation mithilfe des Zooplanktons aus dem Blickfeld geraten – trotz einer langen Tradition mit einer Vielzahl an Publikationen (Jeppesen et al., 2011). Für die Biokomponenten der EU-WRRL gabe es umfangreiche Anstrengungen zur Entwicklung der Bioindikation sowie zur Qualitätssicherung auf nationaler und internationaler Ebene. Nicht so beim Zooplankton, da sich die finanziellen Ressourcen auf die gesetzlich notwendigen Maßnahmen konzentrieren. Durch eine fehlende Standardisierung der Zooplankton-Analyse im Gewässerschutz könnte sie ihre bisherige Akzeptanz in Deutschland als Standardmethode verlieren. Das ist auch der Grund, warum die vorliegende ausführliche Anleitung zum PhytoLoss-Verfahren mehr umfasst als nur die Beschreibung der Grazing-Indizes. Die Festlegungen zur Probenahme, die über die allgemeinen Angaben in der DIN EN 15110 hinaus gehen, zur Operativen Taxaliste Metazooplankton (OTL-MZ) sowie die Empfehlungen zur Biomassebestimmung sind ein wichtiger Schritt, um beim Zooplankton den Anschluss an die Biokomponenten der EU-WRRL nicht ganz zu verlieren. Das ist zwar kein Ersatz für die weiterhin anzustrebende Aufnahme des Zooplanktons in die EU-WRRL, trägt aber wesentlich zur Qualitätssicherung bei. Weiterhin können Grazing-Indizes das Potential der Zooplankton-Analyse für den Gewässerschutz durch eine Vernetzung der Daten mit dem Phytoplankton noch besser verdeutlichen.

Einen direkten Nutzen gibt es jetzt schon durch die einheitlichen Datenübergabeformate und durch die Phytoloss-Datenbank, die für die Bundesländer eine Plattform darstellen, um Zooplankton-Daten auszutauschen und bundesweit auszuwerten. In einem nächsten Schritt werden von Deneke & Maier (in Vorber.) einheitliche Biomassefaktoren für das Metazooplankton zur Verfügung gestellt. Weitere Schritte zur Standardisierung und Nutzung der Zooplankton-Ergebnisse zur Ableitung von Handlungsempfehlungen im Gewässerschutz sollten folgen.

Unser Dank geht an die Kollegen aus den verschiedenen Landesämtern der Bundesländer (LAWA-Seenexpertenkreis) für die Bereitstellung von Monitoringdaten und zahlreiche hilfreiche Diskussionen sowie die Unterstützung durch den Lehrstuhl für Gewässerschutz (Frau Prof. Nixdorf) der BTU Cottbus-Senftenberg.

Zukünftige Versionen und ergänzende Dateien sind von Dr. Rainer Deneke unter info@zooplankton.eu zu beziehen.

1 Einleitung

Das PhytoLoss-Verfahren hat das Ziel in der Seenbewertung nach EU-Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL, 2000) eine Interpretationshilfe für die Phytoplankton-Daten und die Bewertungsergebnisse des obligaten Phyto-See-Index mithilfe von Zooplankton-Indizes bereit zu stellen. Das Verfahren wird nach dem Vorschlag des „Expertenkreises Seen“ der LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser) in Deutschland fakultativer und unterstützender Bestandteil des EU-WRRL-Verfahrens „Phyto-See-Index“ sein. Das dazu gehörende Programm-Modul PhytoLoss bildet ein Gesamtpaket mit dem Auswertungsprogramm PhytoSee ab Version 6.0 (Januar 2015).

Zooplankton-Indizes sind eine wertvolle Interpretationshilfe für das Verständnis der Nahrungsnetz-Interaktionen und Ökosystemprozesse im Gewässermonitoring, insbesondere wenn der „gute ökologische Zustand“ nach dem Phyto-See-Index nicht erreicht wird. Besonders in eutrophen Seen können Gewässergüteprobleme durch Nahrungsnetzeffekte verstärkt werden, wenn

- der Anteil an nicht fressbarem Phytoplankton, wie z.B. Blaualgen, so hoch ist, dass das Zooplankton nur noch eine kleine Fraktion konsumieren kann, wodurch sich die Stoffflüsse im Nahrungsnetz deutlich reduzieren.
- sich durch übermäßigen Fraß von großem Zooplankton durch zu hohe Bestände an Weißfischen die Menge und das Größenspektrum des Zooplanktons so verändern, dass nur kleine Arten überleben, die einen deutlich geringeren Fraßdruck (Grazing) auf das Phytoplankton ausüben.

Für die Bioindikation von ungünstigen Nahrungsnetz-Strukturen ist das Zooplankton wegen seiner Position im Nahrungsnetz zwischen Primärproduzenten und Top-Prädatoren besonders geeignet. Bekanntermaßen wurde aber das Zooplankton in der in der EU-Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL, 2000) nicht als Biokomponente berücksichtigt. Das hat weitreichende Folgen, während für die ausgewählten Biokomponenten, wie das Phytoplankton, Methoden zur Bioindikation entwickelt wurden, um den ökologischen Zustand von Gewässern im Vergleich zu Referenzbedingungen zu bewerten (Mischke et al. 2008), blieben vergleichbare Möglichkeiten beim Zooplankton ungenutzt. Das betrifft auch die Qualitätssicherung in allen Bereichen, von der Probenahme über die Taxonomie bis zur Festlegung von verbindlichen Mindeststandards für die Analyseparameter.

Limnologen auf nationaler (Deneke, 2008) und internationaler Ebene (Jeppesen et al., 2011) fordern darum das Zooplankton zum regelmäßigen Bestandteil der ökologischen Seenbewertung nach EU-WRRL zu machen. Jeppesen et al. (2011) empfehlen für eine ergänzende Bewertung der Seen mithilfe des Zooplanktons, basierend auf über 100 Seenstudien europaweit, eine Kombination von Kenn-

größen, die die genannten Nahrungsnetz-Interaktionen (Grazing, Fisch-Prädation) mithilfe des Metazooplanktons erfassen. Dazu gehören

- a. als „Bottom-up“-Effekte bezeichnete Reaktionen des Zooplanktons auf Veränderungen in der Nahrungsverfügbarkeit (Menge, Qualität) und der Produktivität/Trophie der Gewässer, wie z.B. die absolute Zooplankton-Biomasse und das Zooplankton-Phytoplankton-Biomasseverhältnis (Z/P), und
- b. „Top-Down“-Effekte, die den Raubdruck auf das Zooplankton durch invertebrate bzw. vertebrae Räuber betreffen, und gut durch die mittlere Größe des Zooplanktons, z.B. die mittlere Cladoceren-Masse (MCM; Jeppesen et al., 1997), abgebildet werden.

Mit der Entwicklung des PhytoLoss-Verfahrens seit 2009 werden wichtige Schritte in diese Richtung unternommen.

Das PhytoLoss-Verfahren nutzt bereits publizierte und neu entwickelte Grazing-Indizes des Metazooplanktons, die zu einer klassifizierten „Grazing-Effektstärke“ zusammengefasst werden. Der neue Ansatz zur Beurteilung des Einflusses des Zooplankton-Grazing besteht in der Berechnung des fressbaren Phytoplanktons mithilfe einer Futterqualitätsmatrix. Daraus leiten sich dann sowohl die „relative Futterqualität“ des Phytoplanktons für das Zooplankton ab als auch verschiedene Grazing-Indizes. Zur Erfassung der Prädationsstärke wird die Größenstruktur des Zooplanktons exemplarisch mit durch die mittlere Größe der Cladoceren (MCM) dargestellt. Im Ergebnis wird nicht nur eine zusätzliche Bezugsgröße für das Zooplankton-Grazing eingeführt, das fressbare Phytoplankton, sondern diese auch gesondert für spezifische Zooplankton-Gruppen (Gilden) berechnet, d.h. es gibt Grazing-Indizes für cladoceren, rotatorien, etc. Dadurch werden auch die Forderungen von Gannon & Stemberger (1978) und Jeppesen et al. (2011) erfüllt, für die Analyse der Systemzustände des planktischen Nahrungsnetzes nicht nur die Kleinkrebse und insbesondere die wichtige Gruppe der Wasserflöhe (Cladoceren), sondern das gesamte Metazooplankton - einschließlich der Rädertiere (Rotatoria) - zu nutzen.

Das neue PhytoLoss-Verfahren beabsichtigt also, mithilfe von Indizes, die Nahrungsnetz-Interaktionen charakterisieren, besondere Systemzustände im planktischen Nahrungsnetz zu identifizieren. Das Ziel ist durch ein vertieftes Verständnis des Nahrungsnetzes bessere Managemententscheidungen zur Erreichung des guten ökologischen Zustandes eines Gewässers zu treffen.

Das PhytoLoss-Verfahren basiert auf einer Access-Datenbank, die in Kombination mit der PhytoSee-Datenbank aus den biologischen Befunden je Probenentnahme für das Phyto- und Zooplankton die verschiedenen Indizes berechnet. Darüber hinaus bieten die in der Datenbank zur Indexberechnung ermittelten Grunddaten etliche weitere biologische Kenngrößen des Zooplanktons, wie die Artzusammensetzung,

Artenzahl auf Basis der Mindestbestimmungstiefe, Dominanzverhältnisse zwischen den Zooplankton-Großgruppen in Prozent der Gesamtbiomasse, u.a., die in der Exportdatei der PhytoLoss-Datenbank routinemäßig mit ausgegeben werden. Weiterhin lassen sich die vorhandenen Datenbankstrukturen in Zukunft - und z.T. auch jetzt schon - dafür nutzen, zusätzliche Parameter zur Größenstruktur und Reproduktion zu berechnen, sofern ein entsprechender erhöhter Erfassungsaufwand gegenüber dem hier als verfahrensspezifische Mindestanforderungen festgelegtem geleistet wird (z.B. ganzjährige monatliche Beprobung, konsequente Erfassung in Größenklassen/Entwicklungsstadien, Gelegetgröße, etc.).

Mit dem jetzigen Stand des PhytoLoss-Verfahrens ist die Methodenentwicklung noch nicht abgeschlossen. Denn einerseits sind noch wichtige methodische Fragen offen, wie die Festlegung von standardisierten Biomassefaktoren und die Kommentare zur Bestimmung kritischer Taxa der OTL-MZ, andererseits müssen sich insbesondere die gilden-spezifischen Grazing-Indizes erst noch in der Praxis bewähren und evtl. angepasst und modifiziert werden. Dazu werden einige Möglichkeiten im Kapitel *Ausblick* dargestellt. Die gesamten methodischen Aspekte (Mindeststandards) werden von den Autoren zu gegebener Zeit in einem „Leitfaden der Zooplankton-Analyse“ (Deneke & Maier, in Vorber.) zusammen gefasst.

Die vorliegende ausführliche Verfahrensvorschrift fasst die Endergebnisse dieses Projektes zusammen und gliedert sich im Wesentlichen in zwei Teile: 1. Die Dokumentation der im Rahmen der Methodenentwicklung notwendigen Festlegungen und Empfehlungen zur Probenahme, Biomassebestimmung, Taxonbestimmung und –mindestbestimmungstiefe (OTL-MZ) und für Vorlagen der Datenübergabeformate mit dem Hauptziel der Qualitätssicherung und der Festlegung von Mindeststandards und 2. die Vorstellung der eigentlichen Zooplankton-Indizes mit dem Schwerpunkt Grazing sowie Beispiele zu ihrer Anwendung und Visualisierung.

Das hier beschriebene PhytoLoss-Verfahren wurde im Rahmen der LAWA-Projekte O 9.09, O 4.10 und O8.12 entwickelt, die im Länderfinanzierungsprogramm Oberflächengewässer beauftragt wurden, und durch die Zusammenarbeit im „Expertenkreis Seen“ der LAWA durch die Bundesländer fachlich begleitet. Die Verfahrensanleitung dient gleichzeitig als Abschlussbericht für das LAWA-Projekt O8.12 (Projektmodul PhytoLoss).

2 Probenahme- und Analysevorschrift für das Metazooplankton im PhytoLoss-Verfahren

Die Methoden der Zooplankton-Analyse wurden bisher noch nicht zur Qualitätssicherung standardisiert. Als Beitrag dazu werden in diesem Kapitel der PhytoLoss-Verfahrensvorschrift in Abstimmung mit dem „Expertenkreis Seen“ der LAWA Festlegungen für die Probenahme getroffen sowie Empfehlungen für die qualitative und quantitative Erfassung des Metazooplanktons gegeben. Wesentliche methodische Grundlagen der Erfassung des Zooplanktons finden sich in der DIN EN 15110 (2006), in v. Tümping & Friedrich (1999), sowie ergänzend auch im Leistungsverzeichnis für Limnologen – der LVLim der DGL (2012).

Ein wichtiges Ziel der Qualitätssicherung ist es, die Vergleichbarkeit der Daten zwischen den Bundesländern zu verbessern. Für das PhytoLoss-Verfahren ist es daher notwendig, für einzelne Analyseschritte konkrete Mindestanforderungen zu definieren.

2.1 Probenahme

Die Probenahme des Metazooplanktons erfolgt in der limnologischen Praxis sehr unterschiedlich (s. Stich et al., 2010; v. Tümping & Friedrich, 1999). Für das Phyto-Loss-Verfahren wird kurzgefasst die folgende Probenahmemethode empfohlen, die in den folgenden Kapiteln erläutert wird:

- Die Probenahme erfolgt am gleichen Tag und am gleichen Ort wie die Phytoplankton-Probenahme, als Minimum 3 mal monatlich im Zeitraum Juli–September
- Probenahmeprotokoll und Probenkennzeichnung sollen eindeutig und umfassend sein
- Es wird für jedes Gewässer einmalig die Profiltiefe und Probenahmemethode festgelegt
- Der Gewässertyp bestimmt die Auswahl des Probenahmegeräts: a) Vertikalschöpfer für Seen mit einer Tiefe bis zu 10 m mit Probenahmeabständen von maximal 1 m und b) Netze mit Aufsatzkegel für Seen mit einer maximalen Tiefe ab 10 m bis maximal 40 m. In oligotrophen Seen sind 2 Netzzüge notwendig, in eutrophen Seen wird die Mischprobe aus 2 separat beprobten Stufen des Tiefenprofils gebildet
- Es werden mindestens 30 Liter Probenvolumen über eine Netzgaze mit einer Maschenweite von 55 µm zu einer vertikalen Mischprobe vereinigt
- Zur Fixierung wird eine Zucker-Formol-Lösung (Endkonz. 4%) verwendet. Für genetische Analysen wird eine zusätzliche qualitative Netzprobe mit Ethanol-Fixierung (95 %) empfohlen
- Zur Funktionserhaltung sowie zur Vermeidung von Kontaminationen durch fremde Arten ist eine gründliche Reinigung der Probenahmegeräte erforderlich

2.1.1 Planung der Probenahme

Zur Vorbereitung der Probenahme sind die erforderlichen Genehmigungen einzuholen, das betrifft ggf. auch die Benutzung spezieller Zugangswege zum Gewässer. Das verantwortliche Probenahmepersonal muss benannt und bezüglich der relevanten Sicherheitsbestimmungen sowie der fachgerechten Benutzung der Geräte und Durchführung der Methodenanweisungen regelmäßig geschult werden. Diese Schulungen sind zu dokumentieren.

Werden mehrere Gewässer bzw. Messstellen am gleichen Tag beprobt, ist auf eine gründliche Reinigung der Entnahmegерäte zwischen den einzelnen Probenahmen besonders zu achten, um eine Kontamination der Proben durch Verschleppung von Arten zu vermeiden, dass gilt insbesondere für Planktonnetze und Auslaufschöpfer (s. Kapitel *Wartung der Probenahmegeräte*). Sehr unterschiedliche Gewässertypen werden möglichst nicht am selben Tag beprobt (z.B. oligo- und eutrophe Seen oder saure und neutrale Seen). Falls das aber unvermeidlich ist, werden zur Sicherheit vor Kontaminationen für die unterschiedlichen Gewässertypen am besten separate Probenahmegeräte benutzt oder zumindest bei der Planung der Reihenfolge der Beprobungen immer die arten- und individuenarmen, oligotrophen Seen vor den arten- und individuenreichen, meso-/eutrophen Seen beprobt.

2.1.2 Auswahl der Probenstationen

Die Auswahl der Probenstationen/Messstellen richtet sich generell nach dem Vorgehen beim Phytoplankton, da eine parallele Probenahme (gleicher Ort, gleiche Zeit) für die Interpretation der Ergebnisse erforderlich ist. Das bedeutet in den meisten Fällen mindestens eine Beprobung an der tiefsten Stelle (Z_{\max}) sowie in begründeten Fällen zusätzliche Probenstationen, z.B. in größeren Seen mit mehreren Seebecken. An den zusätzlichen Probenstationen ist eine parallele Entnahme von Phytoplanktonproben unbedingt erforderlich. Die Ergebnisse einer Steg-Probenahme sind beim Zooplankton nicht auf die Verhältnisse im Freiwasser übertragbar.

2.1.3 Probenahmeprotokoll

Neben den allgemeinen Angaben zur Probenahme (z.B. Wetter, etc.) werden auch speziell für das Zooplankton relevante Angaben festgehalten. Dazu gehören die Uhrzeit der Probenahme, mögliche Abweichungen vom üblichen methodischen Vorgehen, sowie insbesondere die Angaben, die zur Berechnung des Probenvolumens notwendig sind (s. Kapitel *Kennzeichnung der Probenflaschen*). Bei der Verwendung von Schöpfnern werden zusätzlich das Modell, das Volumen, die Anzahl der Schöpfproben sowie die Schöpftiefen angegeben. Bei Netzproben müssen ebenfalls das Modell (die Netzgeometrie) und falls Schichtproben genommen werden, die einzelnen Netzzugintervalle genannt werden (Musterprotokoll siehe DIN EN 15110, Anhang B).

2.1.4 Kennzeichnung der Probenflaschen

Die Probenflaschen sind vor der Probenahme so zu beschriften, dass eine Verwechslung ausgeschlossen werden kann und die Kennzeichnung nicht abwaschbar ist (kein Filzstift!). Folgende Angaben sind obligatorisch für das Etikett und werden gleichzeitig an den Bearbeiter als digitale Tabelle übergeben, sowie im Probenahmeprotokoll vermerkt:

- Eindeutige Probennummer
- Datum
- Gewässername und Gewässernummer
- Messstellenname und Messstellennummer
- Entnahmegerät und Maschenweite
- Probenahmetiefe und Probenvolumen
bzw. Angaben, anhand derer das Probenvolumen berechnet werden kann
(z.B. Gesamt-Netzzuglänge; Durchmesser der Netzöffnung), s.a. Probenahmeprotokoll
- Fixierungsmethode

Es wird davon abgeraten zur Kennzeichnung kryptische Nummern- oder Zahlen-codes zu verwenden, da im Langzeitmonitoring der Verlust einer Schlüsselliste keine Seltenheit ist und ohne eine nachvollziehbare Kennzeichnung ggf. eine nachträgliche Zuordnung der Proben nicht mehr möglich ist. So lässt sich z.B. der Gewässername sinnvoll abkürzen oder es werden eindeutige, genormte Gewässernummern verwendet.

Es wird empfohlen, für die fixierten Zooplankton-Rohproben bruchssichere PE-Weithalsflaschen mit einem Volumen von ca. 250 ml zu verwenden.

2.1.5 Zeitraum und Häufigkeit der Probenahmen

In Anlehnung an das Phytoplankton (Nixdorf et al., 2008) werden mindestens 6 Probenahmen im Zeitraum April bis Oktober durchgeführt, wobei monatliche Probenahmeabstände möglichst nicht überschritten werden. Als Minimalvariante für die Untersuchung eines Gewässers nach dem PhytoLoss-Verfahren müssen die drei Sommermonate Juli bis September erfasst werden, da für die Auswertung das Sommermittel verwendet wird. Im Langzeitmonitoring zur Erfassung von Klima- und Trophieänderungen ist die ganzjährige, monatliche Probenahme unter Einbeziehung der Wintermonate erforderlich, mindestens aber der Zeitraum März bis November.

2.1.6 Probenahme im Tagesverlauf

Im Rahmen eines längerfristigen Programms werden für eine bessere Vergleichbarkeit der Ergebnisse die einzelnen Gewässer immer ungefähr zur gleichen Tageszeit beprobt. Dadurch können Ergebnisverzerrungen durch die tagesperiodische Vertikalwanderung des Zooplanktons ausgeschlossen werden. Die Probenahme

erfolgt immer zeitgleich oder direkt im Anschluss an die Phytoplankton-Probenahme.

2.1.7 Festlegung der Probenahmetiefe für Gewässer > 10 m Tiefe

Es wird für jedes Gewässer ein konstantes Zooplankton-Probenahmeprofil mit maximaler Entnahmetiefe langfristig festgelegt und beprobt, denn wegen der tagesperiodischen Vertikalwanderung des Zooplanktons lässt sich seine genaue Aufenthaltstiefe nicht vorhersagen. Im Unterschied zum Phytoplankton gibt es bisher kein Verfahren, um vor Ort durch *in situ*-Messung das Probenahmeprofil der aktuellen Vertikalverteilung des Zooplanktons anzupassen. Von einer von Termin zu Termin variierenden Probenahmetiefe wird deshalb ausdrücklich abgeraten.

Besonders für das Langzeitmonitoring ist die konstante Länge des Entnahmeprofils essentiell, um z.B. eventuelle Trophieänderungen sicher erfassen zu können. Die Festlegung der maximalen Länge des Probenahmeprofils und ggf. einzelner Tiefenintervalle erfolgt unter Berücksichtigung der Seebeckenform. Die maximale Entnahmetiefe endet 1 m über Grund bzw. bei 40 m Seetiefe. Das maximale Probenahmeprofil umfasst folglich 0 bis 40 m und entspricht ungefähr der maximalen vertikalen Wanderungsamplitude des Zooplanktons (Wetzel, 1983).

Beim Vergleich verschiedener Gewässer werden die Zooplankton-Abundanzen, unabhängig von der realen (unbekannten) Verteilung des Zooplanktons in der Wassersäule, durch die unterschiedlichen (willkürlich gewählten) Längen der Probenahmeprofils, d.h. durch die unterschiedlichen Volumina, beeinflusst. Falls der Verdacht besteht, dass die beprobte Wassertiefe von der realen Zooplankton-Verteilung stark abweicht, kann nachträglich eine rechnerische Korrektur mithilfe der seeflächenbezogenen Abundanz (in Ind. pro m²) vorgenommen werden. Ist das Probenahmeprofil „zu lang“ und es wird eine Unterschätzung der mittleren Zooplankton-Abundanz vermutet, kann auf ein beliebig gewähltes, kürzeres Probenahmeprofil umgerechnet werden, da ja davon ausgegangen wird, dass 100 % des Zooplanktons beprobt wurde. Wird das Probenahmeprofil allerdings als „zu kurz“ angesehen, ist eine nachträgliche Korrektur der Ergebnisse nicht mehr möglich.

2.1.8 Auswahl und Anwendung der Probenahmegeräte

Bei der Auswahl der Probenahmegeräte spielt in erster Linie der Gewässertyp und erst in zweiter Linie die Begrenzung des Zeitaufwands die entscheidende Rolle.

Die Probenahme wird von einem geeigneten Boot aus, an der tiefsten Stelle durchgeführt. Es wird eine gute Verankerung des Bootes an mindestens zwei Stellen empfohlen, um ein Abdriften und damit eine Verzerrung des Entnahmeprofils zu vermeiden.

Für jedes Gewässer wird eine der hier vorgestellten Methoden der Zooplankton-Probenahme ausgewählt. Ein Methodenwechsel erfolgt nur im Fall einer deutlichen

Trophieänderung, da bisher keine allgemein verwendbaren Korrekturfaktoren nach Wechsel der Probenahmetechnik vorliegen.

Für die Zooplankton-Probenahme werden insbesondere zwei unterschiedliche Gerätetypen empfohlen:

I. Vertikalschöpfer

Bauart: Transparent (Plexiglas) mit im geöffneten Zustand vertikal stehenden Verschlussdeckeln („Ausstechschöpfer“) mit einem Volumen von 5 Liter (ggf. auch 2 Liter), z.B. Modell/Prinzip UWITEC, LIMNOS. Sogenannte Summenschöpfer sind ausdrücklich nicht für das Zooplankton geeignet; von Pumpfängen wird abgeraten.

Einsatzgebiet: Polymiktische und geschichtete Seen bis zu einer maximalen Tiefe von 10 m.

Anwendung: Es wird immer die gesamte Wassersäule bis ca. 1 m über Grund beprobt. Dabei werden die vertikalen Probenahmeintervalle und/oder die Anzahl der Schöpfungen pro Tiefenstufe so gewählt, dass ein gesamtes Probenvolumen von 30 Liter nicht unterschritten wird. Bei einem 10 m tiefen See mit einem 5 L-Schöpfer würden dazu z.B. 1 m-Abstände ausreichen, während bei einem sehr flachen See 0,5 m-Abstände notwendig wären. Mit einem 2 L-Schöpfer sind entsprechend andere Kombinationen zu wählen. Vertikale Probenahmeabstände von mehr als 1 m werden nicht empfohlen. In begründeten Ausnahmefällen (z.B. in polytrophen Seen mit extrem hoher Zooplankton-Dichte) kann das minimale Probenvolumen von 30 Litern unterschritten werden, da der Arbeitsaufwand für die Probenteilung im Labor sonst zu hoch wird.

Die einzelnen Schöpfproben werden an Bord durch Filtration über eine 55 µm-Netzgaze zu einer integrierten Mischprobe vereinigt. Dazu eignet sich z.B. die Kombination aus einem (dem Schöpfervolumen angepassten) Plastikgefäß (Tonne) und einem eingehängten kleinen Netzbecher oder Planktonnetz. Ein Trockenfallen der Mischprobe zwischen den einzelnen Teilprobenahmen ist unbedingt zu vermeiden.

In extrem flachen Seen (bis ca. 2 m Tiefe) ist – alternativ zu Vertikalschöpfern – auch der Einsatz von transparenten Plankton-Röhren (Volumen >2 Liter) möglich. Beim Einsatz von Plankton-Röhren ist eine ausreichende Einstechgeschwindigkeit (0,5-1 m/s) und ein minimaler Röhrendurchmesser (mindestens 5 cm) zu beachten, da die Gefahr besteht, dass fluchtfähige Zooplankton-Taxa, insbesondere große Copepoden, nicht quantitativ erfasst werden. Beim Ausstechen ist die Aufwirbelung des Sediments unbedingt zu vermeiden, weil sonst die spätere Probenanalyse sehr erschwert wird.

II. Planktonnetze

Bauart: Netze aus Nylon mit Aufsatzkegel (und ggf. mit Schließmechanismus; siehe unten), Öffnungsweite: ≥ 10 cm, Maschenweite: 55 μm , Netzbeutelänge: ≥ 1 m, Zuggeschwindigkeit: 0,5 – 1,0 m/s (siehe Schwoerbel, 1994; Mc Queen & Yan, 1993).

Einsatzgebiet: Mono- und dimiktische Seen mit einer maximalen Tiefe > 10 m.

Anwendung: In oligotrophen Seen werden, wegen der geringen Zooplankton-Abundanzen, mindestens 2 Vertikalzüge empfohlen. In eutrophen Seen wird das Zooplankton dagegen, wg. der Verstopfungsgefahr der Netze, möglichst in mehreren aneinandergrenzenden Stufen entnommen und anschließend an Bord zu einer integrierten Mischprobe vereinigt. Die Auswahl der Tiefenstufen kann in Anlehnung an das Phytoplankton (Nixdorf et al., 2008) erfolgen, d.h. die 1. Stufe reicht von der untersten Tiefe des Probenahmeprofiles bis zur Untergrenze des Epilimnions (Z_{epi}), die 2. Stufe von Z_{epi} bis zur Seeoberfläche. In begründeten Fällen (z.B. in Seen mit einem ausgedehnten Epilimnion oder in tiefen, stark eutrophierten Seen) können auch mehr als 2 Stufen, insbesondere in den oberen, phytoplanktonreichen Schichten sinnvoll sein (Stich et al., 2010).

Generell ist auch die Beprobung von Rotatorien und Crustaceen mit separaten Netzen (Rotatorien-Netz: 25–55 μm ; Crustaceen-Netz: ca. 100 μm Maschenweite) möglich. Dabei muss aber darauf geachtet werden, dass Copepoden-Nauplien in den Rotatorien-Proben gezählt werden, da Nauplien mit z.B. 100 μm Maschenweite nicht quantitativ erfasst werden.

2.2 Fixierung und Konservierung der Proben

Die Zooplankton-Proben werden an Bord unverzüglich mit einer Zucker-Formol Lösung fixiert (Endkonzentration ca. 4 % Formaldehyd und 40 g/l Zucker). Dazu kann eine entsprechend höher konzentrierte Ausgangslösung (z.B. 8 %) verwendet werden. Falls notwendig, z.B. auf Grund eines zu großen Probenvolumens, muss im Labor (unterm Abzug!) nachfixiert werden.

Die Betäubung des Zooplanktons mit CO_2 (Medium-Mineralwasser) kann nicht generell empfohlen werden, da sich damit nur für einzelne Taxa des Zooplanktons ein positiver Effekt erzielen lässt, andere dagegen schlechter fixiert werden.

Eine langfristige Konservierung von Metazooplankton-Rückstellproben ist, im Gegensatz zu den meist lugolfixierten Proben des Phytoplanktons, ebenfalls mit 4%-iger Zucker-Formol-Lösung leicht und wartungsarm möglich. Dazu eignen sich schon kleinvolumige Gefäße (ca. 20 ml), wodurch das Metazooplankton ideal für den Aufbau eines Archivs für das langfristige biologische Klimamonitoring geeignet ist.

Die Option im Rahmen des Langzeitmonitorings auch später noch genetische Analysen durchführen zu können, erfordert die Fixierung der Metazooplankton-

Proben mit Ethanol. Black & Dodson (2003) empfehlen dafür 95 %-iges Ethanol und eine anschließende Aufbewahrung der Proben in 70 % Ethanol. Bei Verwendung der Ethanol-Fixierung müssen aber die folgenden Aspekte berücksichtigt werden:

- Die benötigte Menge an mitzuführender Fixierlösung zur Erreichung der Endkonzentration ist relativ groß, da selbst die eingengten Proben-volumina der quantitativen Zooplankton-Fänge vergleichsweise groß sind. Daraus ergeben sich hohe Kosten für das Ethanol, denn, um spätere genetische Analysen zu ermöglichen, darf kein vergällter Alkohol verwendet werden. Eine Kompromisslösung könnte die zusätzliche Entnahme einer qualitativen Netzprobe sein, die vor der Ethanol-Fixierung auf ein Volumen <20 ml eingengt wird.
- Ethanol-fixierte Proben erfordern mehr Wartungsaufwand bei der Lagerung, wg. der Verdampfungsgefahr des Ethanols.
- Eine Bestimmung der Tiere anhand ihrer Morphologie ist teilweise erschwert, weil die Gewebe nicht dieselbe Festigkeit, wie bei einer Formol-Fixierung, aufweisen.

Ein unbestreitbarer Vorteil der Ethanol-Fixierung ist der erhöhte Arbeitsschutz durch die wesentlich geringere Humantoxizität im Vergleich zum Formol.

2.2.1 Wartung der Probenahmegeräte

Die Probenahmegeräte müssen im Labor regelmäßig auf ihre einwandfreie Funktion geprüft werden, d.h. Schöpfer z.B. auf die Dichtigkeit des Schließmechanismus, Netze auf die Unversehrtheit der Netzgaze. Die Wartung und Säuberung der Probenahmegeräte ist aber nicht nur zur Funktions- und Werterhaltung erforderlich, sondern dient auch zur Verhinderung der Kontamination der Proben mit fremden Arten.

Während der Probenahme ist eine gründliche Spülung der Netze erforderlich, das gilt insbesondere für Netzzüge nach jeder Entnahme- auch bei Schichtproben. Dabei kann durch mehrmaliges Auf- und Abbewegen des Netzes an der Gewässer-oberfläche schon eine Vorspülung vorgenommen werden, die nachfolgend durch kurze Spülung mit Leitungswasser, insbesondere im unteren Teil des Netzes in der Nähe des Netzbechers, ergänzt wird. Nach der Beendigung der Probenahme an einem Gewässer ist eine besonders gründliche Spülung durchzuführen. Am Ende eines Probenahmetages sind die Geräte im Labor vor dem Trocknen gründlich mit demineralisiertem Wasser zu spülen. Der beste Schutz vor der Verschleppung von Organismen in die nachfolgende Probe ist – soweit organisatorisch möglich – die zwischenzeitliche völlige Austrocknung des Netzes.

Falls Auslaufschöpfer (z.B. Marke UWITEC) benutzt werden, ist auf eine gründliche Reinigung des Auslaufsiebes zu achten.

2.3 Arbeitsablauf der Zooplankton-Analyse

Im PhytoLoss-Verfahren werden als Ausgangsparameter für die Berechnung der Indizes die Abundanz und die beiden Biomasseparameter Biovolumen und Trockenmasse des Metazooplanktons verwendet. Die Rohdaten werden durch lichtmikroskopische Verfahren gewonnen, gemäß der für das PhytoLoss-Verfahren in den Datenübergabeformaten festgelegten Vorgaben (s. Kapitel 5.1).

Die folgenden Kapitel enthalten Empfehlungen zu den einzelnen Arbeitsschritten der Zooplankton-Analyse. Eine vollständige Version mit Angaben zu Anforderungen an Laborausrüstung, Probenteilung, Hinweise zur Präparation, Kommentare zu kritischen Taxa, Umrechnungsfaktoren, u.ä. wird im Leitfaden der Zooplankton-Analyse publiziert (Deneke & Maier, in Vorber.).

Kurz zusammengefasst, besteht der Arbeitsablauf der Zooplankton-Analyse im PhytoLoss-Verfahren aus den folgenden Punkten:

- Die **Artdetermination** erfolgt gemäß der in der OTL-MZ genannten Referenz-Bestimmungsliteratur (s. Kapitel 3) nach den Vorgaben zur Mindestbestimmungstiefe.
- Die **Operative Taxaliste Metazooplankton** (OTL-MZ) ist die Referenz zur eindeutigen, taxonomisch strukturierten Kodierung der Analyseergebnisse. Alternativ kann weiterhin der DV-Code gemeinsam mit dem DV-Namen nach Mauch et al. 2011 benutzt werden.
- Die **Abundanzen** des Zooplanktons werden in Zählkategorien erfasst, die die Verwendung von standardisierten Biomassefaktoren (n. Deneke & Maier, in Vorber.) erlauben. Das **Abbruchkriterium** liegt bei mindestens 400 gezählten Individuen.
- Die **Biomasseberechnung** erfolgt auf der Basis der Abundanzen und der mit den Zählkategorien verknüpften **Größeninformation** und spezifischen **Biomassefaktoren**. GrößenvARIABLE Taxa oder Entwicklungsstadien (Daphnien, *Diaphanosoma*, Copepoden-Copepodide) werden immer in Größenklassen mit einer Schrittweite von max. 300 µm Breite gezählt oder alternativ eine bestimmte Anzahl von Individuen vermessen.
- Die Analysenergebnisse werden nach der Vorlage zu den **Datenübergabeformaten** (Datei im Excel-Format) an den Auftraggeber ausgehändigt. Die Pflichtfelder müssen vollständig ausgefüllt werden. Darüber hinaus werden Informationsverluste vermieden, indem einmal erhobene Parameter ohne Verlust der Auflösung (bezgl. Arten, Größen, Stadien) durch z.B. Addition, übergeben werden.

2.3.1 Anforderungen an die Qualifikation und Fortbildung

Die Analyse der Zooplankton-Proben erfolgt durch qualifiziertes Fachpersonal. Die Qualifikation kann durch Referenzen auf bereits erfolgreich durchgeführte Projekte und Publikationen und/oder durch die Teilnahme an Aus- und Fortbildungsmaßnahmen nachgewiesen werden (s. dazu LVLim, 2012).

2.3.2 Artdetermination

Vorangiger Gegenstand der Analyse ist das Metazooplankton, d.h. die Rotatoria (auch: Rotifera, Rädertiere) sowie die verschiedenen Gruppen der Crustacea (Krebse), insbesondere die Cladocera (Blattfußkrebse) und die Copepoda (Ruderfußkrebse), Letztere mit den Gruppen Calanoida und Cyclopoida.

Andere oft unter „**Sonstige**“ erfasste Taxa, wie z.B. die planktischen Protozoa (z.B. Ciliaten) werden mit der hier beschriebenen Methode der Probenahme und Fixierung nicht wirklich quantitativ erfasst. Abundanzen dieser Gruppen werden als zusätzliche Information berücksichtigt. Normalerweise wird die taxonomische Auflösung, wenn keine speziellen taxonomischen Kenntnisse des Bearbeiters nach nachgewiesenen wurden, deutlich geringer als beim Metazooplankton gewählt. Es werden in der Operativen Taxaliste Metazooplankton (OTL-MZ) dafür entsprechende Taxa bereit gestellt. In der Kategorie „Sonstige“ sind folgende Gruppen von besonderer Bedeutung: a) große invertebrate Räuber (Chaoborus, Wassermilben), b) die Dreikantmuschel *Dreissena polymorpha* sowie ggf. die neuerdings nachgewiesene Quaggamuschel *Dreissena bugensis* und c) Mysidaceen, als Neozoen oder im Brackwasser auftretend.

Die Bestimmung des Zooplanktons erfolgt bei ca. 50–400facher Vergrößerung am Lichtmikroskop. Dazu wird die als Referenz in der OTL-MZ definierte, aktuelle Bestimmungsliteratur verwendet (s. Kapitel 3).

Die Bestimmungstiefe für die einzelnen Gruppen des Zooplanktons richtet sich nach der in der OTL-MZ ausgewiesenen **Mindestbestimmungstiefe**. Diese stellt jedoch nur einen Mindeststandard dar und kann - entsprechende Qualifikation der Bearbeiter und Dokumentation bei kritischen Taxa vorausgesetzt – jederzeit überschritten werden. In der OTL-MZ wird auch dem Problem Rechnung getragen, dass bestimmte Taxa mit vertretbarem Aufwand oder generell nicht eindeutig taxonomisch eingeordnet werden können. Beispiele für solche Fälle sind durch die Formol-Fixierung stark verformte weichhäutige Rotatorien, Juvenilstadien von Crustaceen ohne speziellen Bestimmungsschlüssel oder die phänotypische Plastizität und Hybridbildung innerhalb der Gattungen *Daphnia* und *Bosmina*. Diese Bestimmungsprobleme beruhen einerseits auf begrenzten Ressourcen an Zeit und Gerät im Rahmen von Routineuntersuchungen und andererseits auf wissenschaftlichen Erkenntnisdefiziten. Während im ersten Fall in Abhängigkeit von den Anforderungen im Leistungsverzeichnis und der Qualifikation der Bearbeiter zufriedenstellende Ergebnisse theoretisch möglich sind, bleibt das im zweiten Fall einer Weiterentwicklung der Wissenschaft auf diesem Gebiet vorbehalten. Die Mindestbestimmungstiefe ist daran angepasst, dass für die Analyse normalerweise keine Lebendproben verfügbar sind.

Für die Artenliste und zur Erreichung der Mindestbestimmungstiefe müssen in wenigen Einzelfällen auch **Präparationen** an einer kleinen Stichprobe von Individuen der kritischen Taxa durchgeführt werden. Das betrifft gemäß OTL-MZ

die Gattungen *Asplanchna* (außer *A. priodonta*), *Ceriodaphnia* und *Diaphanosoma* und in Zweifelsfällen das P5 der Cyclopoida und Calanoida. Die Auszählung kann aus pragmatischen Gründen, z.B. ein häufiges Taxon mit schwierigen Bestimmungsmerkmalen, bei einer geringen taxonomischen Auflösung erfolgen (z.B. Gattungsniveau). Die Aufteilung der Abundanzen auf die Taxa der Mindestbestimmungstiefe erfolgt dann anschließend mithilfe der relativen Anteile an der präparierten Stichprobe. So ist z.B. eine Unterscheidung der Rotatoria-Arten *Asplanchna girodi* und *A. brightwellii* anhand der Morphologie der großen Kauer leicht möglich. Bei der Auszählung können sie temporär zum Sammeltaxon *A. girodi* / *brightwellii* zusammen gefasst werden, um nach Abschluss der Präparation die Abundanzen auf die Einzelarten umzurechnen.

Dieses Verfahren kann aber auf ***Daphnia*-Hybride** nicht angewandt werden, denn hier treten z.T. Morphen auf, die in der aktuellen Bestimmungsliteratur nicht beschrieben werden, wie z.B. intermediäre Morphen zwischen *Daphnia galeata* und *D. longispina*. Klare Grenzen zwischen den Hybrid-Formen und den typischen Vertretern sind auch durch Präparation nicht zu erkennen und deshalb nicht nachvollziehbar und auch nicht allgemein wissenschaftlich anerkannt. Letzteres trifft auf die Taxa *Daphnia x krausi*, *D. x tecta* und *D. x obscura* in Flößner (2000) zu. Deshalb ist für kritische Fälle, insbesondere im *Daphnia galeata/hyalina/longispina*-Komplex, in jedem Fall eine gute Dokumentation durch Fotos wünschenswert.

Rotatorien machen einen wesentlichen Teil des Artenreichtums des Metazooplanktons aus und werden soweit möglich auf Artniveau erfasst. Ausnahmen stellen einige durch die Fixierung stark deformierte Taxa (z.B. *Synchaeta*, *Collotheca*) sowie einige schwer zu bestimmende Taxa (z.B. *Polyarthra vulgaris*, *P. dolichoptera*, *P. longiremis*, *P. luminosa*) dar, die deshalb nur auf Gattungsbasis sicher zu bestimmen sind. Innerhalb der Gattung *Synchaeta* ist eine Bestimmung der großen Taxa (*S. pectinata*, *S. grandis*) auf Artniveau und der kleinen Taxa (*S. tremula*, *S. oblonga*, *S. lakowitziana*, etc.) als Gattung sinnvoll.

Für **Cladoceren** und **Copepoden** erfassen die Bestimmungsschlüssel generell nur die Adult-Stadien. Bei den Cladoceren ist aber trotzdem eine Zuordnung der Juvenilen zum jeweiligen Taxon meistens möglich. Eine Ausnahme machen in etlichen Fällen allerdings die Daphnien. Im Zweifelsfall wird empfohlen die nicht bestimmbaren Juvenilen dem aspektbestimmenden Adult-Taxon zuzuordnen. Bei den Copepoden sind die Adulten immer auf Artniveau zu bestimmen, da überwiegend sichere Bestimmungsmerkmale vorliegen. Juvenile Copepoden (Nauplien und Copepodide) sind mindestens nach Calanoiden und Cyclopoiden zu trennen. Im Hinblick auf die Biomassenberechnung erfolgt innerhalb der cyclopoiden Copepoden eine Trennung zwischen den Copepodiden der großen Arten (*Cyclops* spp., *Megacyclops* spp.) und der kleinen bis mittelgroßen Arten (*Thermocyclops*

spp., *Mesocyclops* sp., *Diacyclops* spp., *Acanthocyclops* spp.). Eine exakte Zuordnung der Copepodide zur jeweiligen Art ist in den meisten Fällen möglich und für die Zukunft anzustreben. Letzteres ist für eine Berechnung der Dominanzen auf Artniveau sogar eine Voraussetzung.

Die Operative Taxaliste Metazooplankton (OTL-MZ) ist die Referenz zur eindeutigen, taxonomisch strukturierten Kodierung der Analyseergebnisse (s. Kapitel 3). Alternativ kann weiterhin der DV-Code gemeinsam mit dem DV-Namen nach Mauch et al. 2011 benutzt werden.

2.3.3 Zählung und Abbruchkriterium

Die Zählung der Rotatorien erfolgt bei ca. 100facher Vergrößerung und die Zählung der Crustaceen bei ca. 50facher am Durchlicht-Mikroskop.

Es werden mindestens 400 Zooplankton-Individuen in der Gesamtprobe (inkl. Copepoden-Nauplien) und davon mindestens 100 Individuen der Crustaceen (ohne Copepoden-Nauplien) ausgezählt (**Abbruchkriterium**). Alternativ können auch mindestens 100 Individuen der aspektbestimmenden, dominanten Rotatorien und mindestens 100 Individuen der dominanten Crustaceen (ohne Copepoden-Nauplien) ausgezählt werden. Es empfiehlt sich mindestens 2 Parallelkammern auszuwerten.

Die **Abundanzen** des Zooplanktons werden in Zählkategorien erfasst, die die Verwendung von standardisierten Biomassefaktoren (n. Deneke & Maier, in Vorber.) erlauben. Größenklassen sollen eine maximale Klassenbreite von 300 µm nicht überschreiten (s. nächstes Kapitel). Bei der Erfassung der Copepoden-Copepodide empfiehlt es sich wg. der Größenunterschiede 3 Untergruppen zu bilden, entsprechend der oben beschriebenen Gruppierung (Calanoide – große Cyclopoide – kleine Cyclopoide). Alternativ können Copepoden-Copepodide auch nach Stadien getrennt erfasst werden.

Zusätzlich wird stets die **Gesamtprobe** auf das Vorkommen großer, seltener Taxa, wie insbesondere *Leptodora*, *Bythotrephes*, *Chaoborus*, *Eurytemora*) überprüft. Die Abundanz wird in der Maßeinheit „Individuen pro Liter (Ind/l)“ angegeben, wobei mindestens 4 Nachkommastellen zur Vermeidung späterer Rundungsfehler berücksichtigt werden.

2.3.4 Reproduktion

Zur Charakterisierung der Nahrungssituation können bei entsprechender Zielsetzung Reproduktionsparameter, z.B. die Gelegegröße als Teil der Fekundität, die Eiabundanz, spezifisch für einzelne Arten erfasst werden. Im Hinblick auf die saisonale Entwicklung des Phytoplanktons ist besonders die Reproduktion der herbivoren Crustaceen (Cladoceren, calanoide Copepoden) von Bedeutung. Es wird empfohlen als Ergänzung zur Berechnung der Futterqualitätsindizes mit dem PhytoLoss-Modul mindestens die Reproduktionsparameter der dominanten

Daphnia-Art zu erfassen und dafür mindestens 20 intakte Gelege auszuwerten. Hierzu die Hinweise im Kapitel 5.1.2 *Eingabe von Reproduktionsparametern* beachten.

2.3.5 Biomasse

Die Biomasse wird durch Multiplikation der Abundanzen mit den standardisierten, spezifischen, fixen Biomassefaktoren nach Deneke & Maier (in Vorber.) berechnet.

Zooplankton-Gruppen, die eine hohe **Größenvariabilität** aufweisen und wesentlich zur Gesamtbiomasse beitragen, werden in Größenklassen von 100, 200 oder 300 µm Breite bzw. alternativ als Entwicklungsstadien mit jeweils spezifischem Biomassefaktor gezählt. Durch eine Differenzierung in Größenklassen mit einer Schrittweite von maximal 300 µm liefert die Berechnung der Gesamtbiomasse des Zooplanktons qualitativ gute Resultate; zusätzlich ist die Erstellung eines Größenspektrums der Zooplankton-Biomasse einfach möglich. Von der Bestimmung von Biomassefaktoren durch probentägliche Vermessung einer repräsentativen Anzahl von Zooplankton-Individuen wird wg. des deutlich höheren Aufwands abgeraten.

Größenklassen als Zählkategorien werden insbesondere bei den Crustaceen verwendet. Weiterhin dienen Juvenil- und Adultstadien bzw. Geschlechter mit jeweils eigenen Standardbiomassefaktoren zur Größendifferenzierung. Für das PhytoLoss-Verfahren wird zusätzlich zur taxonomischen Einordnung die folgende Einteilung in Vorbereitung der Biomasseberechnung mit Standardfaktoren empfohlen:

a) Größenklassen von maximal 300 µm Klassenbreite

- große Cladoceren (*Daphnia*, *Diaphanosoma*)
- Juvenil-Stadien (Nauplien, Copepodide) der calanoiden und cyclopoiden Copepoden mit zwei Gruppen für cyclopoide Copepodide: „großen Arten“ (*Cyclops*, *Megacyclops*) und „kleine bis mittelgroße Arten“ (*Thermocyclops*., *Mesocyclops*, *Diacyclops*, *Acanthocyclops*).

b) Unterscheidung von Juvenil- und Adultstadien

- kleine Cladoceren (*Bosmina*, *Ceriodaphnia*, etc.)

c) Geschlechter

- Adulti der Arten der Cyclopoida und Calanoida

Bei den Copepoden besteht alternativ die Möglichkeit die einzelnen Copepodid-Stadien für jede Art getrennt zu erfassen anstatt in Größenklassen.

Folgende Besonderheiten bestehen für bestimmte Arten auf Grund ihrer Größe (räuberische Cladoceren) bzw. ihrer extremen Formänderung durch Cyclo-morphose (*Daphnia cucullata*):

Für *Leptodora kindti* werden zur Vereinfachung nach Maier et al. (2012) 3 Größenklassen (2-4, 4-8, 8-1 mm) vorgeschlagen und für *Bythotrephes longimanus* die Unterscheidung von 3 Entwicklungsstadien nach der Anzahl der Analdornen. **Raubcladoceren** werden nur in die Zooplankton-Biomasse mit eingerechnet, wenn sie bei der Probenahme mehr oder weniger repräsentativ erfasst werden. Dass ist wg. ihrer hohen Motilität z.B. nicht der Fall, wenn Röhren mit kleinem Durchmesser zur Probenahme verwendet werden. Die saisonal stark durch Helmbildung (Cyclomorphose) variierende individuelle Körperlänge von *Daphnia cucullata*-Individuen wird nach der Formel von Lampert & Taylor (1985) kompensiert, indem als Eingangsgröße für die Biomasseberechnung mithilfe einer Längen-Massen-Regression der „obere Rand des Komplexauges bis zur Spinabasis“ verwendet wird.

Die **Eibiomassen** des Zooplanktons werden im Rahmen von Routineuntersuchungen nicht gesondert erfasst und im PhytoLoss-Verfahren nicht zur Biomasse des Metazooplanktons addiert. Im Zusammenhang mit Untersuchungen zur Reproduktion kann es aber sinnvoll sein, da bei Rotatorien die Eimasse bis zu ca. 90 % der Körpermasse betragen kann (z.B. Pauli, 1989, Walz et al. 1995).

Tiere aus der **Gruppe der „Sonstigen“** werden nur als Abundanzen erfasst und nicht zur Biomasse des Metazooplanktons hinzu addiert, da sie größtenteils im Monitoring nicht quantitativ erfasst werden.

2.3.6 Standardisierte Biomassefaktoren und -formeln

Für das PhytoLoss-Verfahren werden die Abundanzen und beide Biomasseparameter, Biovolumen (in mm³/l) und Trockenmasse (in mg/l), benötigt (s.a. Kapitel 4.7.4). Bei der Berechnung der Biomasse mittels Biomassefaktoren werden unterschiedliche Verfahren, getrennt für Rotatorien und Crustaceen, angewendet. Bei den Rotatorien wird die Biomasse traditionell über geometrische Formeln (Ruttner-Kolisko, 1977) als **Biovolumen** berechnet. Bei den Crustaceen werden in der wissenschaftlichen Literatur in der großen Mehrzahl Längen-**Trockenmasse**-Regression (z.B. Dumont et al., 1975; Bottrell et al., 1976; McCauley, 1984; Padisak & Adrian, 1999) zur Ermittlung der Biomasse verwendet. Die Datengrundlage für eine direkte Berechnung der Crustaceen-Biomasse als Biovolumen ist sehr dünn bzw. wurden partiell nur entsprechende Formeln ohne Angabe von Umrechnungsfaktoren aus Längen-Trockenmasse-Regressionen umgerechnet. Deshalb sind zur Vereinheitlichung der Biomasseparameter - entweder auf Grundlage des Biovolumens oder der Trockenmasse - jeweils explizit anzugebene Umrechnungsfaktoren erforderlich.

Standardisierte Biomasseformeln, individuelle Biomassefaktoren und Umrechnungsfaktoren werden von Deneke & Maier (in Vorber.) zur Biomasseberechnung bereit gestellt, sind aber nicht direkter Bestandteil dieser Verfahrensanleitung. Die

Verwendung standardisierter Biomassefaktoren wird zur besseren Vergleichbarkeit der Ergebnisse im Rahmen des PhytoLoss-Verfahrens dringend empfohlen.

3 Operative Taxaliste Metazooplankton (OTL-MZ) nach Deneke & Maier (2014)

3.1 Anforderungen an die OTL-MZ

Die Operative Taxaliste Metazooplankton (OTL-MZ, Tabelle 12 im Anhang C) ist ein notwendiger Schritt zur standardisierten Erfassung der Ergebnisse der Zooplankton-Analyse. Im Mittelpunkt steht dabei die Entwicklung eines Systems zur eindeutigen Kodierung der Zooplankton-Taxa als Vorbereitung für den Import in die PhytoLoss-Datenbank. Die OTL-MZ gibt durch Empfehlungen zur Mindestbestimmungstiefe aber auch einen Qualitätsmaßstab vor, der sowohl Auftraggebern als auch den fachkompetenten Auftragnehmern als verbindliche Leitlinie für die Bearbeitung der Zooplankton-Proben dienen kann. Durch die Verknüpfung mit anderen Eigenschaftsfeldern wird insbesondere die Einordnung in vorgegebene Nahrungsgilden sowie die Angabe der Referenz-Bestimmungsliteratur auf Taxonebene ermöglicht.

Es ergeben sich daraus die folgenden allgemeinen Anforderungen an die OTL-MZ: Sie soll...

- alle im Untersuchungsgebiet vorkommenden Taxa umfassen
- dem aktuellen Stand der Taxonomie entsprechen
- eine realistische Empfehlung zur Mindestbestimmbarkeit enthalten
- eine einfache systematische Sortierung der Ergebnisse unterstützen
- bei Erhaltung der logischen Struktur problemlos erweiterbar sein
- Zuordnung von Eigenschaften auf Taxonebene unterstützen

3.2 Aufbau der OTL-MZ

Die Operative Taxaliste Metazooplankton (OTL-MZ) lehnt sich im Aufbau an die Harmonisierte Taxaliste des Phytoplanktons (HTL, Mischke et al., 2008) an. Im Unterschied zur HTL ist die OTL-MZ aber rein taxonomisch strukturiert, d.h. Angaben zu Geschlecht, Alter oder Größe sind nicht Bestandteil dieser Liste, sondern werden in der PhytoLoss-Datenbank grundsätzlich in separaten Feldern gespeichert. Dadurch ergibt sich eine größere Flexibilität hinsichtlich der Methodik zur Biomasse-Berechnung, die die Art der Zählkategorien und insbesondere die Anzahl von Größenklassen pro Taxon betrifft.

Die OTL-MZ wurde in einem ersten Schritt aus zwei unterschiedlichen Quellen zusammengesetzt: a) aus allen unter dem Stichwort 'Zooplankton' in der DV-Liste (Mauch et al., 2011) enthaltenen Taxa sowie b) aus der aggregierten Artenliste, die für das PhytoLoss-Verfahren auf der Grundlage der Gewässerüberwachungsprogramme der Bundesländer erstellt wurde. Dabei zeigte sich, dass die DV-Liste

große Lücken aufweist und im Moment nur bedingt den Anforderungen an eine Referenzliste gerecht werden kann, zumal die Kriterien für die taxonomisch-systematische Einordnung und Kodierung intransparent sind. Insbesondere mussten zahlreiche Taxa hinzugefügt werden, die (noch) nicht in der DV-Liste enthalten sind und somit auch keine DV-Nummer haben. In der vereinigten Vorbereitungsliste zur OTL-MZ wurden im nächsten Schritt mithilfe der angegebenen taxonomischen Quellen (s. Kapitel 3.4) notwendige Korrekturen an den Taxonnamen und den Erstbeschreibern vorgenommen, die aktuelle Veränderungen in der Taxonomie berücksichtigen und/oder Schreibfehler korrigieren. Um diese Änderungen an den Taxonnamen gegenüber der DV-Liste von 2011 bzw. entsprechenden Angaben in der Referenz-Bestimmungsliteratur transparent zu machen, wurde das Feld <Synonyme> eingefügt. Eigene taxonomische Untersuchungen wurden dazu nicht durchgeführt. Das Feld <OTL-Taxonname> enthält keine doppelten Einträge und wird deshalb als Primärschlüssel in der PhytoLoss-Datenbank verwendet. Alternativ oder ergänzend wird auch die eindeutige <OTL-ID> als Kennung angeboten, die eine nach dem System in Tabelle 1 zusammengesetzte 11-stellige alphanumerische Zeichenfolge darstellt.

Zur OTL-MZ gehören weiterhin zusätzliche Felder, die einerseits die systematische Stellung der Taxa angeben und andererseits die sichere Bestimmung erleichtern sollen. Dazu dienen in erster Linie die Benennung der Referenz-Bestimmungsliteratur und in einzelnen Fällen auch Angaben zu einfachen Präparationen zur Erreichung der Mindestbestimmungstiefe. Die Angaben zu Habitatpräferenzen der Taxa im Feld <Habitat> sollen bei Abweichungen des Fundortes zu einer erhöhten Aufmerksamkeit bei der Bestimmung veranlassen damit das evtl. vorhandene Indikatorpotenzial solcher atypischen Funde solide abgesichert werden kann. Dies gilt insbesondere für das Auftreten von Neozoen und im Verbreitungsgebiet bisher selten auftretende Arten. Weiterhin besteht durch das Feld <IndPot> (potentielle Indikatororganismen) die Möglichkeit mittelfristig ein Indikatorsystem auf der Basis des Metazooplanktons zu etablieren. Das Feld <ZooGild> ist die Referenz für die Zuordnung der einzelnen Taxa zu den im PhytoLoss-Verfahren vorgegebenen Nahrungsgilden 1a bis 4d. Die Druckversion im Anhang C (Tabelle 12) enthält aus Platzgründen nicht alle Felder der OTL-MZ. Als Referenz gilt momentan die aktuell gültige Tabelle „OTL-MZ Version 1.1“ in der Excel-Datei der PhytoLoss-Übergabeformate.

Die OTL-MZ enthält gegenwärtig (Stand: Februar 2015) 532 Taxa inklusive der sogenannten Sonstigen Taxa, d.h. Taxa außerhalb der Gruppen der Crustaceen und Rotatorien. 463 Taxa gehören zum Metazooplankton im engeren Sinne. Relativ viele Taxa gehören zu den Arten des Litorals/Benthals, der Kleingewässer oder selten auch des Grundwassers, die in den überwiegend im Pelagial von Seen entnommenen Proben eher selten vorkommen. Für sie wird deshalb oft wg. des zu hohen Aufwands und trotz ihrer großen Artenvielfalt eine geringere Mindestbestimmungstiefe empfohlen (z.B. *Lecane* spp., Bdelloidea, *Alona* spp.). 100 bis 130

Taxa können zu den häufig auftretenden und im Pelagial regelmäßig vorkommenden Taxa gezählt werden. Aus rein quantitativer Sicht kann deshalb die Anzahl der Taxa mit dem Status der Mindestbestimmbarkeit für Experten als nicht unangemessen hoch betrachtet werden.

3.3 Über die Mindestbestimmungstiefe

Die Empfehlungen zur Mindestbestimmungstiefe für Routineuntersuchungen wurden auf der Basis von praktischer und taxonomischer Erfahrung in der Zooplankton-Analyse erarbeitet. Die Gruppe der 'Sonstigen'-Taxa wurde dabei nicht berücksichtigt. Alle Angaben zu diesen Taxa dienen hauptsächlich zur Kodierung und Vervollständigung der Artenliste ohne die Taxonangaben zu validieren.

Die Mindestbestimmungstiefe (MBT) im Sinne dieser Vorschrift ist ein Kompromiss aus der taxonomischen Bestimmbarkeit und dem im Rahmen von Routineuntersuchungen zur Gewässerüberwachung möglichen (reduzierten) Untersuchungsaufwand pro Probe. Da die Artenvielfalt des Metazooplanktons deutlich weniger als 10 % der Anzahl an Phytoplankton-Taxa umfasst, kommt dem einzelnen Taxon eine größere Bedeutung zu, will man die Möglichkeiten einer Bioindikation nicht von vorneherein ausschließen. Daraus ergeben sich Qualitätsanforderungen an die Zooplankton-Analyse, die Expertentum voraussetzen, das üblicherweise durch ein Studium und/oder entsprechende praktische Erfahrung erworben und nachgewiesen werden muss. Eine wichtige Voraussetzung zur Erreichung der Mindestbestimmbarkeit ist schon die Probenahme. Nur bei ausreichendem Probenvolumen und fachgerechter Fixierung kann sichergestellt werden, dass ausreichend Tiere mit gut erhaltenen Bestimmungsmerkmalen vorhanden sind. Weiterhin umfasst der methodische Mindestaufwand die Verfügbarkeit der Referenz-Bestimmungsliteratur und eine angemessene optische Ausstattung, d.h. ein professionelles Durchlichtmikroskop mit Objektiven mindestens bis zu 40facher Vergrößerung (400fache Gesamtvergrößerung) und der Möglichkeit der photographischen Dokumentation. Darüber hinaus müssen Referenzexemplare, besonders bei kritischen Taxa für evtl. spätere Nachprüfungen, aufgehoben werden. Generell sollte in wichtigen Fällen, d.h. beim Auftreten von Neozoen oder starken Veränderung in der Artenzusammensetzung in einem langjährig untersuchten Gewässer, immer eine kompetente Zweitbestimmung erfolgen, um eine qualitativ gut abgesicherte Artenliste zu pflegen. In wenigen Ausnahmefällen kann für die Erreichung der Mindestbestimmungstiefe eine einfache Präparation notwendig werden. Dazu gehören die P5-Thorakopoden einiger Copepoden, die Kauer von *Asplanchna* (außer *A. priodonta*) und die Abdomen von *Ceriodaphnia*. Da es im Monitoring nicht um die Populationsdynamik einzelner Taxa im engeren Sinne geht, reichen meistens für die Absicherung der Artenliste auch eine relativ geringe Anzahl von präparierten Individuen, z.B. ca. 10 Tiere, aus, die entweder gezielt auf ihre Einordnung hin überprüft oder nach dem Zufallsprinzip ausgewählt werden.

In Fällen, wo zur sicheren Bestimmung lebende Tiere erforderlich sind (z.B. weichhäutige Rotatorien) oder die typischerweise nicht in den zum Untersuchungsprogramm gehörenden Habitaten auftreten, wird teilweise nur die Gattung oder eine höhere Kategorie als Mindestbestimmungstiefe verlangt. Dazu gehören üblicherweise viele litorale oder benthische Arten. Bei den Crustaceen sind allerdings gerade diese meistens sogar noch nach Formolfixierung gut bestimmbar. Außerdem können besonders in hocheutrophen Flachseen etliche Vertreter dieser Gruppe z.T. gehäuft auftreten und sind geradezu ein typisches Kennzeichen dieser Zönosen. Das gilt z.B. für Fischteiche aller Größen und natürlich Kleingewässer. Hier wird dann dringend eine genaue Artbestimmung trotz geringer Mindestbestimmungstiefe empfohlen. Um eine möglichst hohe Abdeckung an Taxa zu erreichen, wurden auch solche in die OTL-MZ aufgenommen, die nach unserer Meinung nicht die notwendige und von Spezialisten zu erwartende Bestimmungstiefe aufweisen, dabei handelt es sich überwiegend um Gattungen. Sie sind durch das Merkmal 'Mindestbestimmungstiefe nicht erreicht' im Feld <MBT-Kommentar> gekennzeichnet. In Fällen, wo z.B. die schlechte Fixierung der Proben keine sichere Bestimmung auf Artniveau mehr erlaubt, kann auf diese Taxa zur Kodierung zurück gegriffen werden.

Durch die Definition einer Mindestbestimmungstiefe gibt es jetzt eine einheitliche Basis, um die Artenzahlen in den Proben mithilfe der Datenbank reproduzierbar zu ermitteln. Das ist eine wichtige Voraussetzung, um zukünftig auch den Artenreichtum bzw. die Biodiversität des Zooplanktons in die Interpretation einbeziehen zu können.

3.4 Die taxonomische Referenz

Für die Revision der Taxonnamen wurde auf die Listen (,List of Available Names') der in den letzten Jahren international durchgeführten Revision der taxonomisch verfügbaren Namen des Metazooplanktons zurück gegriffen. Mithilfe dieser Listen, die bei den Rotatorien und Cladoceren fertig vorliegen (Segers, 2007, Jersabek et al., 2012; Jersabek & Leitner, 2013; Kotov et al., 2013), konnten auch Fälle entschieden werden, in denen es zwischen den der OTL-MZ zugrundeliegenden Listen sowie den verschiedenen Werken der Referenz-Bestimmungsliteratur taxonomische Widersprüche gibt. Auf diese Weise wurden alle Taxonnamen und Erstbeschreiber in der OTL-MZ überprüft und ggf. angepasst. Für die cyclopoiden Copepoden liegt eine vergleichbare Liste noch nicht vor. In diesem Fall wurde auf die von den Bearbeitern der Liste für die calanoiden Copepoden (Walter & Boxshall, 2013) bearbeiteten Bereiche in der ,World of Copepods Database' im ,World Register of Marine Species' (WoRM) für die Cyclopoiden im Internet als Referenz zurück gegriffen. Für alle Taxa, die nicht zum Metazooplankton gehören, also keine Rotatorien, Copepoden oder Cladoceren sind, wurde die Überarbeitung auch nach WoRM durchgeführt. Hier wird aber kein Anspruch auf taxonomische Richtigkeit erhoben.

3.5 Aufbau der OTL-ID

Nicht nur aus datenbanktechnischen Gründen ist es vorteilhaft zusätzlich zu den eindeutigen Taxonnamen auch ein eindeutiges (alpha-)numerisches Schlüssel-system zur Verfügung zu haben, welches hier mit der OTL-ID vorgestellt wird. Die OTL-ID ist ein alternativer Primärschlüssel, der offen für neu zu integrierende Taxa ist und zusätzlich die Möglichkeit bietet mithilfe einfacher Sortier Routinen schnell und unkompliziert eine sinnvolle systematische Reihenfolge der Taxa herzustellen, wie sie auch in Artenlisten verwendet werden kann.

Der OTL-Code besteht immer einheitlich aus 11 Zeichen. Zeichengruppen unterschiedlicher Länge repräsentieren und kodieren unterschiedliche taxonomische Ebenen und zwar nach folgendem Schema (s. Tabelle 1):

- der erste Block aus 2 Zeichen unterscheidet zwischen verschiedenen Großgruppen innerhalb des Zooplanktons und der Gruppe der ‘Sonstigen’-Taxa, z.B. RM = Rotatoria, Monogononta
- der zweite Block aus 3 Buchstaben enthält eine Abkürzung für die Familien und in wenigen Fällen auch höherer Taxa innerhalb der Großgruppen, z.B. Cyc = Cyclopidae
- der dritte Block aus 3 Buchstaben enthält die Abkürzungen der Gattungsnamen, z.B. Bra = Brachionus
- der vierte Block aus 2 Zahlen von 00 bis max. 90 kennzeichnet die Arten, was wg. später eingefügter Taxa nach einer Sortierung evtl. keine exakt alphabetische Reihenfolge ergeben kann. Der Bereich 91 bis 99 ist für unkonventionelle Taxa (Sammeltaxa, Hybrid-Morphe, etc.) reserviert
- der fünfte Block aus 1 Zahl von 0 bis 9 kennzeichnet mögliche Unterarten, in Kombination mit der Ziffer 9 am Anfang des 2-stelligen vierten Blocks aber die Ursprungstaxa denen das unkonventionelle Taxon ähnelt, z.B. CLDapDap946 = Daphnia galeata/cucullata (mit CLDapDap140 = Daphnia cucullata)
- für übergeordnete Taxa werden die restlichen der 11 möglichen Stellen mit Nullen aufgefüllt, z. B. R0000000000 = Eurotatoria

Tabelle 1: Erläuterungen zur Kodierung der Taxa in der Operativen Taxaliste Metazooplankton mithilfe des Feldes OTL-ID

	Block 1	Block 2	Block 3	Block 4	Block 5
Zeichenlänge	2	3	3	2	1
Zeichentyp	Buchstaben	Buchstaben	Buchstaben	Zahlen	Zahl
Bedeutung	Großgruppe	Familie	Gattung	Art	Unterart, Morph
Umfang	8 Gruppen	37 Familien	96 Gattungen	00 bis 90	1 bis 9

3.6 Kodierung des Metazooplanktons nach OTL-MZ oder DV-Liste?

Die primäre Kodierung der Metazooplankton-Taxa in den Importtabellen der Datenübergabeformate für das PhytoLoss-Modul (Kapitel 5.1) kann wahlweise nach dem System der OTL-MZ oder der DV-Liste erfolgen. Eine Vermischung der Systeme ist nicht sinnvoll. Datenbankintern werden die Daten jedoch immer im OTL-Code abgespeichert. Dazu werden die Taxonbezeichnungen beim Import, falls notwendig, automatisch mithilfe der OTL-MZ von DV- in OTL-Code übersetzt. In ca. 90 Fällen kann es dabei zum gegenwärtigen Zeitpunkt, wg. der Unvollständigkeit der DV-Liste 2011, zu einer Verringerung der taxonomischen Auflösung durch Angabe einer höher kodierten taxonomischen Einheit kommen. So wird z.B. „*Eurytemora affinis*“ nach DV-Code als „Calanoida“ und „*Bosmina (Eubosmina) coregoni thersites*“ als „*Bosmina coregoni*“ erfasst. Von dem Verlust an taxonomischer Auflösung betroffene Taxa sind in Vorlagendatei mit den Datenübergabeformaten auf dem Arbeitsblatt „OTL-MZ_V1.1“ im Bereich der Spalten <DV2011> und <DV-Taxonname> nicht hellgrün markiert, sondern weiß belassen worden.

3.6.1 Vorteile des OTL-Codes

Die OTL-Kodierung hat folgende Vorteile gegenüber dem DV-System:

- a) die taxonomischen Angaben (Taxonname, Erstbeschreiber) sind auf dem aktuellen wissenschaftlichen Stand. Neue Gattungszuordnungen wurden dabei berücksichtigt. Dadurch ist eine bessere Abbildung der originalen Bestimmungsgenauigkeit möglich. Nachträgliche Vergrößerungen durch Auswahl höherer taxonomischer Einheiten wg. fehlender Vergabe der DV-Nummer werden vermieden
- b) Fehler der DV-Liste hinsichtlich Taxonnamen und Erstbeschreiber wurden korrigiert
- c) es sind mehr Metazooplankton-Taxa enthalten als in der DV-Liste, Artenfunde aus Altdaten wurden berücksichtigt
- d) die Kombination des OTL-Taxonnamens mit der MBT (empfohlene Mindestbestimmungstiefe) erleichtert die Beschreibung von Qualitätsanforderungen bei der Auftragsvergabe, erhöht die Vergleichbarkeit der Zooplankton-Ergebnisdaten und ermöglicht so eine bessere Beurteilung von Biodiversitätsaspekten in der Zooplankton-Analyse

3.7 Anwendungshinweise und Aktualisierung der Einträge

Es empfiehlt sich generell die Ergebnisdaten nur einmalig und so früh wie möglich entsprechend der OTL-MZ zu kodieren, um damit zusätzliche Übermittlungsfehler zu vermeiden. Zur Verwendung der OTL-MZ siehe Kapitel 5.1.2.

Eine Aktualisierung der OTL-MZ wird mindestens einmal jährlich oder auf Anforderung durchgeführt. Weitere Infos zur OTL-MZ erscheinen gesondert, insbesondere eine kommentierte Taxaliste mit Angaben zu kritischen Taxa und eine Begründung zur jeweils empfohlenen Mindestbestimmungstiefe (MBT).

4 Ermittlung der Grazing-Effektstärke des Zooplanktons

4.1 Vorbemerkung

In diesem Kapitel werden verschiedene Grazing-Indizes vorgestellt und ihre Anwendung anhand von Beispielen erläutert. Die Berechnung der Indizes erfolgt automatisch durch das PhytoLoss-Datenbankmodul in Verbindung mit dem Auswertungsprogramm PhytoSee ab Version 6. Die dafür notwendigen Ergebnisse der Zooplankton-Analysen müssen zuvor menügesteuert in die Datenbank importiert werden. Dazu ist es erforderlich die vorgegebenen Datenübergabeformate zu verwenden. Die Vorlage zu den Datenübergabeformaten, die Operative Taxaliste Metazooplankton und die Vorlagen für die Auswertung der Ergebnisse (Radar-diagramme, Zooplankton-Steckbrief) sind Bestandteil dieser Vorschrift zum PhytoLoss-Verfahren. Zusätzlich wird eine Kurzanleitung (Deneke et al., 2014) für die Benutzung des PhytoLoss-Moduls bereit gestellt.

4.2 Einführung in die Nutzung von Grazing-Indizes

Das Metazooplankton ist wegen seiner Mittelstellung im planktischen Nahrungsnetz zwischen den Fischen und dem Phytoplankton, ein essentieller Bestandteil im biologischen Gewässermonitoring (s. Deneke, 2008). Als Hauptkonsument der Phytoplankton-Biomasse ist es durch das sogenannte Grazing eng an die kurz- und langfristige Entwicklung wichtiger Ökosystemprozesse gekoppelt (Lampert & Sommer, 1999), wie z.B. die Entstehung von Klarwasserstadien (Lampert et al., 1986) oder die bewertungsrelevante Trophie eines Gewässers (s. TGL 27885/01, 1982). Deshalb ist das Metazooplankton, obwohl kein Pflichtbestandteil des ökologischen Gewässermonitorings nach EU-Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL, 2000), weiterhin in den Gewässerüberwachungsprogrammen der deutschen Bundesländer enthalten.

Nach der Entwicklung des PhytoSee-Index (Mischke et al., 2008, Mischke et al., 2014) zur Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie wurden über 1000 Seen mittels Phytoplankton bewertet. In den Fällen wo der geforderte „gute ökologische Zustand“ nicht erreicht wird oder es zu ausgesprochen starken Schwankungen zwischen den Jahren kommt, ist die ausschließliche Betrachtung der Nährstoffbelastung nicht hinreichend. Nahrungsnetzeffekte, insbesondere die Phytoplankton–Zooplankton–Interaktion, können in diesen Fällen eine entscheidende Rolle spielen.

Degradierete Nahrungsnetze mit nur geringem Grazing-Effekt auf das Phytoplankton, ausgelöst durch die Dominanz kleiner, wenig effektiver Filtrierer, sind oft die Folge der überstarken Dominanz planktivorer Fische (Brooks & Dodson, 1965), also einer zu starken Top-Down-Kontrolle im planktischen Nahrungsnetz durch großenselektive Räuber. Solche Nahrungsnetzeffekte können nach dokumentierten Einzelstudien auch auf die Bewertung mit dem PhytoSee-Index

einen erheblichen Einfluss nehmen. Unter hocheutrophen Bedingungen kann andererseits ein starker, aber nicht offensichtlicher sogenannter inverser Grazing-Effekt die unerwünschte Dominanz nicht-fressbarer Cyanobakterien stabilisieren oder sogar verstärken, indem selektiv deren fressbare Konkurrenten im Phytoplankton dezimiert werden (Lampert, 1987; Benndorf, 1995; Böing et al., 1998). In beiden Fällen spielt die Beurteilung des Faktors Grazing eine wichtige Rolle bei der Interpretation von Phytoplankton-Daten und ggf. der Ableitung von Handlungsempfehlungen zur Erreichung des guten ökologischen Zustands. Als Handlungsoption kommen deshalb, neben der Verringerung der Nährstoffeinträge, auch Möglichkeiten der Nahrungskettensteuerung durch eine veränderte Fischbewirtschaftung in Frage (Benndorf, 1994). Bisher konnte der PhytoSee-Index solche mehr über das Nahrungsnetz (Top-Down) regulierten Zustände des Phytoplanktons nicht von solchen unterscheiden, in denen eine (weitere) Nährstoffverminderung (Bottom-Up) die größte Wirkung erzielen könnte. Um die Interaktion des PhytoSee-Index mit dem Faktor Zooplankton-Grazing zukünftig zu erfassen, wurden im Auftrag der LAWA mehrere Grazing-Indizes entwickelt auf der Basis von Monitoringdaten mit monatlicher Zooplankton-Probenahme parallel zum Phytoplankton. Denn während die Stärke des Raubdrucks durch Fische auf das Zooplankton nach der gängigen Theorie (Size-Efficiency-Hypothese, Hall et al., 1976) mithilfe von Größenindizes beschrieben werden kann, stehen für den Fraßdruck auf das Phytoplankton (Grazing), außer dem Ansatz von Jeppesen et al. (1997, s. Kapitel *Grundlagen des PhytoLoss-Verfahrens*), kaum Methoden auf der Grundlage von Monitoringdaten zur Verfügung.

Im Bereich der Trinkwassertalsperren wurde von Große (2009) ein Größenindex, der CSI (Cladocera-Size-Index), als Maß für die Intensität der Biofiltration im Gewässer eingeführt. Der CSI kennzeichnet den Anteil effektiver Filtrierer (Cladoceren >1 mm Körperlänge) und dient als Zielgröße sowie zur Ableitung von Handlungsempfehlungen für die Nahrungsnetzsteuerung über eine angepasste Fischbewirtschaftung in Talsperren (Willmitzer et al., 2010). Für Talsperren im oligo- bis mesotrophen Bereich konnte Große (2009) mithilfe des CSI eine deutliche Zunahme der Sichttiefe durch eine Steigerung der Biofiltration nachweisen. Dagegen gibt es im eu- bis hypertrophen Problembereich für die Erreichung der Qualitätsziele nach EU-WRRL (2000) weder für Trinkwassertalsperren noch für natürliche Standgewässer einen statistisch abgesicherten Zusammenhang für den Einfluss der Biofiltration (Grazing) auf die Gewässergüteparameter Sichttiefe und Chlorophyll a-Konzentration.

Besonders unter hocheutrophen Bedingungen bewirkt eine erhöhte Biofiltration in erster Linie eine Veränderung in der Zusammensetzung des Phytoplanktons mit einem höheren Anteil großer, fraßresistenter Taxa, vorwiegend Cyanobakterien, was einer Verschlechterung der Futterqualität für das filtrierende Zooplankton entspricht (Benndorf, 1995). Während sich bei Trinkwassertalsperren aus rein technischer Sicht dadurch sogar die „Abfiltrierbarkeit“ des unerwünschten

Phytoplanktons verbessert, spielt dieser Aspekt bei den natürlichen Gewässern keine Rolle. Im Gegenteil, er zeigt, dass ein Größenindex, wie der CSI, zwar zur Beschreibung des Fraßdrucks durch Fische taugt, aber die *indirekten* Effekte des intensiven Grazing (bzw. der Biofiltration), die zu einer geringeren Futterqualität führen, nicht abbilden kann. Es fehlten bisher für das Zooplankton-Grazing die geeigneten Parameter.

Das hier beschriebene PhytoLoss-Verfahren ist eine wesentliche Erweiterung des methodischen Ansatzes von Jeppesen et al. (1997), der auf dem Biomasseverhältnis des Zoo- und Phytoplanktons (Z/P-Verhältnis) beruht, aber nicht die stark variierende Futterqualität berücksichtigt. Mithilfe der Zusammensetzung des Zoo- und Phytoplanktons lassen sich durch eine Zooplankton-Phytoplankton-Interaktionsmatrix die Futterqualität für jeden Probenentwurf berechnen und verschiedene Grazing-Indizes ableiten. Im Ergebnis wird die bisherige Abschätzung des Grazing-Effekts auf das gesamte Phytoplankton ergänzt durch Grazing-Indizes, die nur auf den fressbaren Anteil an der Phytoplankton-Biomasse Bezug nehmen. In der Konsequenz ergibt sich in der Bewertung eine hohe Grazing-Effektstärke auch dann, wenn nur in Teilbereichen des Nahrungsnetzes, z.B. zwischen Cladoceren und Cryptophyceen, ein hoher Fraßdruck angenommen werden muss. Auch wenn sich dieser Grazing-Effekt (noch) nicht auf das gesamte Phytoplankton bezieht, zeigt er deutlich das ansonsten nicht ersichtliche Potential des Faktor Grazing für die Struktur des Nahrungsnetzes auf. Im Vergleich mit einem Größenindex, wie dem MCM (mittlere Cladoceren-Masse), können daraus evtl. Handlungsempfehlungen zur besseren Fischbewirtschaftung abgeleitet werden, die das vorhandene Grazing-Potential besser nutzen helfen.

Die Berechnung von Grazing-Indizes mithilfe der PhytoLoss-Datenbank wird durch die Standardisierung der Datenverwaltung der Zooplankton-Ergebnisse wesentlich erleichtert. Neben neuen Ansätzen zur Kodierung nach OTL-MZ (s. vorheriges Kapitel) gehört dazu auch eine Vorlage für die Datenübergabeformate, wie sie im Detail in Kapitel 5 beschrieben wird. Die Kurzanleitung zum Gebrauch des PhytoLoss-Moduls (Import, Export) wurde in diese ausführliche Anleitung integriert.

4.3 Abkürzungen der Begriffe

In der folgenden Tabelle sind die Abkürzungen für die wichtigsten Parameter dieser Verfahrensvorschrift aufgeführt.

Tabelle 2: Abkürzungen wichtiger Parameter

Abk	Erläuterung
Z	Zooplankton-Gildenbiomasse
P	Phytoplankton-Gildenbiomasse
Z/P	Z/P-Verhältnis
P _{ed}	fressbare Phytoplankton-Biomasse (ed: edible, engl.: essbar)
P _{ed_n}	fressbare Phytoplankton-Biomasse für eine Zooplankton-Gilde(ngruppe)
P _{ed_clad}	fressbare Phytoplankton-Biomasse für die Cladoceren-Gilden
FQI	Futterqualitätsindex für das Metazooplankton
FQIn	Spezifische Futterqualität für eine Zooplankton-Gilde(ngruppe)
FQIC	spezifischer Futterqualitätsindex für die Gilden der Cladoceren
FQF	Futterqualitätsfaktoren der Interaktionsmatrix
MGI	Metazooplankton-Grazing-Index
pMGI _n	partieller Metazooplankton-Grazing-Index für eine Gilde(ngruppe)
nGI	Spezifischer Grazing-Index für eine Zooplankton-Gilde(ngruppe)
CGI	spezifischer Cladoceren-Grazing-Index
GES	Grazing-Effektstärke
MCM	Mittlere Cladoceren-Masse

4.4 Anwendungsbereich des PhytoLoss-Verfahrens

Das hier beschriebene Verfahren kommt im Bereich des Gewässermonitorings im Rahmen der Zooplankton-Analyse als Interpretationshilfe für die Phytoplankton-Daten zur Anwendung.

Das Grazing-Potential des Zooplanktons kann durch die hier beschriebenen Indizes besser als wichtige Einflussgröße für die Phytoplankton-Entwicklung charakterisiert werden. So lassen sich Fragen zur potentiellen Bedeutung des Grazing für eine Verbesserung der Sichttiefe im Gewässer beurteilen sowie zur relativen Bedeutung der Nahrungslimitation im Vergleich zum Fraßdruck durch Fische für die Entwicklung und Zusammensetzung des Zooplanktons (vergl. Lampert, 1988). Zur Einschätzung des Fraßdrucks durch planktivore Fische wird ein einfacher Größenindex (MCM, die mittlere Cladoceren-Masse) verwendet.

Da die Intensität des Grazing *in situ* hoch-variabel ist, müssen insbesondere die hier errechneten absoluten Indexwerte unter Berücksichtigung möglicher Störungen (s. Kapitel 8), der saisonalen Planktonsukzession (z.B. Klarwasserstadium, s. Kapitel 12) und der Trophie des Gewässers interpretiert werden. Die besten Interpretationsmöglichkeiten bestehen dort, wo die klassifizierten Indizes Extremwerte anzeigen und/oder sich deutliche Differenzen zwischen den verschiedenen Indizes, insbesondere dem Z/P-Verhältnis und dem CGI, ergeben.

Die Grazing-Indexwerte werden im Kontext der absoluten Biomassen und der Größenstruktur der Zönose betrachtet. Abiotische Einflussgrößen und die Verschiebung der Artenzusammensetzung werden bisher mit diesem Verfahren nicht erfasst.

Die Indizes dieses Verfahrens eignen sich als Routineparameter, da keine zusätzlichen Daten zur Berechnung erforderlich sind. Als wichtige Einsatzbereiche kommen insbesondere das Langzeitmonitoring, die Begleitung von Sanierungsmaßnahmen oder die Ergänzung von seltener durchzuführenden fischereilichen Untersuchungen nach EU-WRRL (2000) in Frage. Der Vorteil der Zooplankton-Analyse liegt in der vergleichsweise kostengünstigen Durchführung und dem direkten Bezug zum Phytoplankton durch parallele Probenahme. Die Grazing-Indizes stellen keinen Ersatz für *in situ* Messungen der Grazing-Verluste des Phytoplanktons dar.

4.5 Zweck des PhytoLoss-Verfahrens

Der Zweck des Verfahrens ist die Bereitstellung einer Interpretationshilfe für die Zooplankton–Phytoplankton–Interaktion durch die Berechnung von verschiedenen Grazing-Indizes auf der Basis von Daten aus den Routinemessprogrammen zur Gewässerüberwachung. Dabei spielt insbesondere die bisher kaum berücksichtigte Futterqualität des Phytoplanktons für die Beurteilung des Grazing-Effekts eine zentrale Rolle. Mithilfe des PhytoLoss-Verfahrens kann die fressbare Phytoplankton-Biomasse abgeschätzt und als zusätzliche Bezugsgröße neben der Gesamtbiomasse des Phytoplanktons verwendet werden. Darüber hinaus ist es möglich mithilfe eines Größenindex (MCM) den Einfluss der Fische auf das Zooplankton-Grazing abzuschätzen. Im Ergebnis kann dann der Vergleich der Wachstumsvoraussetzungen für Cladoceren (Temperatur, FQIC) mit ihrer tatsächlichen Biomasse und dem MCM z.B. aufzeigen, ob es wahrscheinlich ist, dass ein der Futterqualität entsprechendes stärkeres Wachstum evtl. durch einen starken Fischfraßdruck verhindert wurde.

Durch eine systematische und synoptische Bewertung aller ausgewählten Grazing- und Prädations-Kenngrößen ist es möglich, Handlungsempfehlungen zur Erreichung des guten ökologischen Zustands zu prüfen, die eine günstigere Struktur des Nahrungsnetzes zum Ziel haben.

4.6 Definition und Kurzbeschreibung wichtiger Begriffe

Metazooplankton (Z)

Das Metazooplankton umfasst das mehrzellige Zooplankton, genauer die Gruppe der Rotatoria (oder Rotifera, entspricht den Rädertieren) und die Gruppe der Kleinkrebse (Crustacea), bestehend aus den zwei Untergruppen der Copepoda (Ruderfußkrebse), den Calanoida und den Cyclopoida, sowie den Cladocera (Blattfußkrebse). Demgegenüber stehen die Protozoa (Einzeller), die nicht Gegenstand

dieses Verfahrens sind. Streng litorale oder benthische Taxa, auch wenn sie zu den Krebsen (z.B. Harpacticoida) oder Rädertieren gehören, werden durch dieses Verfahren nicht erfasst. In dieser Verfahrensbeschreibung wird oft der traditionelle Ausdruck „Zooplankton“ verwendet, womit regelmäßig das Metazooplankton im obigen Sinne gemeint ist. Die Biomasse des Metazooplanktons kann als Trockenmasse (in mg/l) oder als Biovolumen (in mm³/l) bzw. Frischmasse (mg/l) erfasst werden. Das PhytoLoss-Verfahren verwendet das Biovolumen als einheitliche Biomasse-Plattform (Ausnahme MCM, s. Kapitel *Biomasse-Umrechnung*).

Cladoceren (C)

Die Cladocera (Blattfußkrebse) gehören zu den Kleinkrebsen und ihre Vertreter im Plankton sind bis auf wenige räuberische Arten effektive Filtrierer mit einem hohen, größtenteils parthenogenetischen Vermehrungspotential. Bekannt und besonders wichtig sind die Daphnien (Wasserflöhe), die durch intensives Grazing, z.B. im Frühsommer, ein Klarwasserstadium auslösen können. Cladoceren, und insbesondere Daphnien, sind sehr empfindlich gegenüber größenselektivem Raubdruck durch Fische. Sie sind nur in geringem Maße fluchtfähig und besitzen wenige Abwehrmechanismen, weshalb die Größenstruktur einer Population die Intensität des Raubdrucks durch Fische gut widerspiegelt. Mit „Cladoceren“ sind in dieser Vorschrift stets die herbivoren Cladoceren gemeint, also ohne die großen, räuberischen Arten („Raubcladoceren“) *Leptodora kindti* und *Bythotrephes longimanus*.

Grazing

(dt. „grasen“) Grazing beschreibt den Prozess der ausschließlich pflanzlichen Nahrungsaufnahme, d.h. auf das Zooplankton bezogen, die Ingestion von Phytoplankton.

Z/P-Verhältnis (Z/P)

Der Quotient aus der Biomasse des Zooplanktons und der Biomasse des Phytoplanktons wird Z/P-Verhältnis genannt und beschreibt den Umsatz von Phytoplankton- in Zooplankton-Biomasse. In einer einfachen Abschätzung läßt sich durch Annahme einer spezifischen Ingestionsrate (z.B. 100 % der Zooplankton-Biomasse pro Tag) und Multiplikation mit der Zooplankton-Biomasse Z die potentiell vom Zooplankton ingestierte Phytoplankton-Biomasse P_{ing} berechnen (s. Kapitel 6). Dadurch wird aus dem Z/P-Verhältnis ein P_{ing}/P -Verhältnis, das analog zur Community Grazingrate als Maß für die potentielle Grazing-Intensität des Zooplanktons auf das Phytoplankton verwendet werden kann (Jeppesen et al., 1997). Mit Z/P ist in dieser Vorschrift immer das Verhältnis der Gesamtgildenbiomassen von Zooplankton zu Phytoplankton gemeint.

Fressbare Phytoplankton-Biomasse (P_{ed} , P_{ed_n})

Bei der fressbaren Phytoplankton-Biomasse im hier verwendeten Sinne handelt es sich immer um die mittlere, potentiell vom Zooplankton fressbare Phytoplankton-Biomasse, berechnet mithilfe von Futterqualitätsfaktoren und als gewichteter Mittelwert der Zooplankton-Gildenbiomasse. Gleiches gilt übertragen auf Teilgruppen des Zooplanktons, wie insbesondere die Cladoceren.

Relative Futterqualität

Das Konzept der relativen Futterqualität bedeutet, dass der Futterqualitätsindex (FQI) sowohl von der Zusammensetzung des Phytoplanktons als auch von den Dominanzverhältnissen innerhalb des Zooplanktons am jeweiligen Termin abhängt, was sich durch die Berechnung von gewichteten Mittelwerten ausdrückt.

Gilden

Da nur wenige Daten über die Fraßbeziehungen zwischen Zooplankton und Phytoplankton auf Artebene vorliegen, werden beide zur Vereinfachung vor der Berechnung des Anteils der fressbaren Phytoplankton-Biomasse in funktionelle Gruppen (=Nahrungsgilden) eingeteilt und aggregiert (s. Tabelle 8 im Anhang A),

Futterqualitätsfaktoren (FQF)

Die Futterqualitätsfaktoren sind eine Abschätzung aus der Literatur und Expertenwissen für die Interaktionsstärke (Grazing) zwischen spezifischen Phyto- und Zooplankton-Gilden. Sie haben Werte zwischen 0 und 1 mit einer Schrittweite von von 0,2 (Tabelle 9 im Anhang A).

Zooplankton-Phytoplankton-Interaktionsmatrix

Die Zooplankton-Phytoplankton-Interaktionsmatrix verknüpft in einer Matrix die Zooplankton-Gilden mit den Phytoplankton-Gilden und ordnet den jeweiligen paarweisen Grazing-Interaktionen einen Futterqualitätsfaktor zu. Der Anteil des potentiell fressbaren Phytoplanktons errechnet sich durch Multiplikation mit der jeweiligen Phytoplankton-Gildenbiomasse.

Futterqualitätsindex (FQI), spezifische Futterqualitätsindizes (FQIn)

Der Futterqualitätsindex beschreibt den prozentualen Anteil der fressbaren Phytoplankton-Biomasse (P_{ed}) an der Gesamtgildenbiomasse des Phytoplanktons (P). Er ist, wie P_{ed} , ein mithilfe der Zooplankton-Gildenbiomassen gewichteter Mittelwert und damit spezifisch für die aktuelle Zusammensetzung des Metazooplanktons. Die spezifischen Futterqualitätsindizes beschreiben analog zum FQI die relative Futterqualität, aber nur bezogen auf einzelne Zooplankton-Gilden bzw. Gildengruppen, wie z.B. der FQIC für die Cladoceren. Es wird also nur die für die spezifische Gilde(ngruppe) fressbare Phytoplankton-Biomasse in Relation zur gesamten Phytoplankton-Gildenbiomasse gesetzt. Im Falle von Gildengruppen wird ein mit dem

Anteil der einzelnen Gilden gewichteter Mittelwert gebildet. Die Werte werden auf 10 %-Genauigkeit gerundet und können 100 % nicht überschreiten.

Metazooplankton-Grazing-Index (MGI)

Der Metazooplankton-Grazing-Index steht neben dem Futterqualitäts-Index im Zentrum dieses Verfahrens und beschreibt die potentielle Grazing-Stärke auf der Basis des fressbaren Phytoplanktons als Mittelwert gewichtet mit dem relativen Anteil der einzelnen Zooplankton-Gilden an der gesamten Zooplankton-Gildenbiomasse. Er ist damit eine wichtige Vergleichsgröße zum Z/P-Verhältnis.

Partielle Metazooplankton-Grazing-Indizes (pMGI_n)

Am Grazing des Phytoplanktons haben die einzelnen Gilden des Metazooplanktons einen unterschiedlichen Anteil. Zeitweise können auch andere Gilden - außer den Cladoceren - einen erheblichen Beitrag dazu leisten. Dieser Beitrag zum MGI auf der Basis des über alle Zooplankton-Gilden gemittelten, fressbaren Phytoplanktons richtet sich nach dem Biomasseanteil der jeweiligen Gilde und kann im Gegensatz zu den spezifischen Grazing-Indizes einen Wert von 100 % nicht übersteigen. Die pMGI_n-Werte repräsentieren also den Beitrag der jeweiligen Gilde(ngruppe) zum aktuellen MGI-Wert.

Spezifische Grazing-Indizes (nGI)

Die spezifischen Grazing-Indizes beschreiben analog zum MGI die potentielle Grazing-Stärke aber auf der Basis des ausschließlich für einzelne Gilden bzw. Gildengruppen fressbaren Phytoplanktons (P_{ed_n}), wie z.B. der CGI auf der Basis von P_{ed_clad} für die Cladoceren. Sie repräsentieren den „absoluten“ Fraßdruck dieser Gilde(ngruppe) auf ihre eigenen Nahrungsressourcen. Die spezifischen nGI können - wie der MGI - Werte weit über 100 % erreichen.

Effektklasse

Die Effektklassen sind die klassifizierte Form der Grazing-Indizes auf der Basis einer logarithmischen Einteilung (s. Tabelle 4). Klassifiziert werden nur Z/P, MGI und die nGIs und die daraus berechneten „Diff CGI – Z/P“ und GES sowie die MCM-Werte (invers skaliert).

Differenz CGI - Z/P

Die positive Differenz zwischen den klassifizierten Grazing-Indizes CGI und Z/P wird als Indikator für das Auftreten eines inversen Grazing-Effekts betrachtet (eine negative Differenz ergibt 0), wenn der Wert größer gleich 3 ist. Dann ist das spezifische Grazing-Potential der Cladoceren allein deutlich höher als das Potential der gesamten Zooplankton-Gildenbiomasse. Der Grund liegt hauptsächlich in der Bezugsgröße für das fressbare Phytoplankton, d.h. einer großen Differenz zwischen P_{ed} und P_{ed_clad} , wie sie typischerweise während extremer Dominanz nicht-fressbaren Phytoplanktons - vor allem Cyanobakterien - auftritt.

Grazing-Effektstärke (GES)

Die Grazing-Effektstärke ist das zusammenfassende Ergebnis des PhytoLoss-Verfahrens. Sie ergibt sich als die höchste Effektklasse der beiden klassifizierten Grazing-Indizes Z/P bzw. MGI. Für die Interpretation heißt das, dass ein starker Grazing-Effekt auf das fressbare Phytoplankton genauso stark bewertet wird wie auf das gesamte Phytoplankton.

Mittlere Cladoceren-Masse (MCM)

Die mittlere Cladoceren-Masse (MCM) ist, obwohl streng genommen eine Masse, ein sehr einfach zu berechnender Größenindex und kann als Maß für den durch planktivore Fische ausgeübten Fraßdruck auf die Cladoceren verwendet werden (s. Jeppesen et al., 1997). Er wird berechnet aus dem Quotienten der mittleren Cladoceren-Biomasse und der mittleren Cladoceren-Abundanz. Im Gegensatz zu Jeppesen et. al (1997) wird hier nur die Cladoceren-Gildenbiomasse verwendet, also ohne Raubcladoceren. Der MCM wird auf der Basis von a) der Trockenmasse - wie in der Literatur - und b) des Biovolumens berechnet.

Raubcladoceren-Index

Der Raubcladoceren-Index ist ein Maß für die Stärke der invertebraten Prädation auf das Metazooplankton durch Raubcladoceren (vor allem *Leptodora* und *Bythotrephes*). Er wird als prozentualer Anteil an der Cladoceren-Biomasse angegeben.

4.7 Grundlagen des PhytoLoss-Verfahrens

Die Grazing-Effektstärke, die mit dem hier vorgestellten Verfahren ermittelt werden kann, stellt eine Synthese aus zwei Grazing-Indizes (Z/P, MGI) dar. Dadurch wird als Bezugsgröße für das Grazing-Potential neben der gesamten Phytoplankton-Biomasse auch zusätzlich der fressbare Anteil des Phytoplanktons verwendet. Das erlaubt eine insgesamt differenziertere Interpretation des Faktors Grazing für die Phytoplankton-Entwicklung besonders im eutrophen Bereich.

Als Ausgangspunkt für die Ermittlung der Grazing-Effektstärke wurde das von Jeppesen et al. (1997) verwendete Zooplankton/Phytoplankton-Biomasseverhältnis (hier: Z/P (Jepp) in Tabelle 10) als Maß für den potentiellen Fraßdruck auf das Phytoplankton gewählt. Mithilfe dieses einfachen Ansatzes kann man auf der Basis von Monitoringdaten durch Multiplikation der Zooplankton-Biomasse mit einer spezifischen Ingestionsrate die potentiell vom Zooplankton ingestierte Phytoplankton-Biomasse (P_{ing}) berechnen. Dieser Wert in Relation zur aktuellen gesamten Phytoplankton-Biomasse gesetzt entspricht einer Abschätzung der Community Grazingrate des Zooplanktons mit der Maßeinheit %-eliminierte Phytoplankton-Biomasse pro Tag (s. Gleichung (1)). Bei Jeppesen et al. (1997) wird für Cladoceren pauschal eine spezifische Ingestionsrate von 100 % der eigenen Körpermasse pro Tag und für Copepoden von 50 % pro Tag angenommen.

Es werden aber weder Rotatorien als Konsumenten berücksichtigt, noch die saisonal sehr stark variierende Fressbarkeit des Phytoplanktons für die unterschiedlichen Konsumentengruppen. Ein weiteres, statistisches Problem ist, dass das Z/P-Verhältnis nicht wieder direkt mit der gesamten Phytoplankton-Biomasse P korreliert werden kann, da es sonst zu einer Scheinkorrelation kommt, was die Jeppesen et al. (1997) durch den Bezug auf den Gesamt-Phosphor (TP) umgehen.

Zusammenfassend unterscheidet sich der hier gewählte Ansatz von Jeppesen et al. (1997) in mehreren Punkten:

1. Alle Gruppen des Metazooplankton werden berücksichtigt, auch die Rotatorien, die in hocheutrophen Gewässern mit starkem Fischfraßdruck oder bei abiotischem Stress einen hohen Anteil an der Zooplankton-Biomasse ausbilden können.
2. Grundlage für die Berechnungen sind Nahrungsgilden, wodurch sich beim Metazooplankton besonders im Sommer ein Unterschied zwischen der gesamten Biomasse und der summierten Gildenbiomasse ergibt, weil die carnivoren Raubcladoceren nicht in den Grazing-Index eingehen
3. Als zusätzliche Bezugsgröße dient neben dem gesamten Phytoplankton, die fressbare Fraktion des Phytoplanktons (P_{ed}). Durch diesen Perspektivwechsel auf die Zooplankton-Phytoplankton-Interaktion läßt sich eine „relative Futterqualität“ definieren.
4. Durch die Unterscheidung von „fressbar“ und „nicht-fressbar“ kann für den fressbaren Anteil des Phytoplanktons pauschal für das jeweilige Zooplankton eine spezifische Ingestionsrate von 100 % Körpermasse pro Tag ($I_{spez} = 1 \mu\text{g}$ Phytoplankton-Trockenmasse pro μg Zooplankton-Trockenmasse) angenommen werden.

Das PhytoLoss-Verfahren ist als Erweiterung zu verstehen, denn das Z/P-Verhältnis bleibt weiterhin Ausgangspunkt und wichtige Vergleichsgröße für die Abschätzung des Grazing-Effekts auf das Phytoplankton, da es sich auf die gesamte Phytoplankton-(Gilden-)Biomasse bezieht. Mithilfe der PhytoLoss-Indizes, die sich nur auf die fressbare Phytoplankton-Biomasse beziehen, kann auch ein Grazing-Effekt erfasst werden, der sich nicht (sofort) in einer Abnahme der gesamten Phytoplankton-Biomasse äußert. Die Synthese aus beiden Verfahren wird durch die Bestimmung der klassifizierten Grazing-Effektstärke (GES) erreicht.

Durch den ergänzenden Bezug auf die fressbare Phytoplankton-Biomasse lassen sich insbesondere zwei Aspekte der Zooplankton-Phytoplankton-Interaktion separat erfassen: a) die *relative Futterqualität* mit dem Futterqualitäts-Index (FQI), der Phasen einer potentiellen Nahrungslimitation des Zooplankton-Wachstums erkennbar macht und b) der Fraßdruck auf die fressbare Fraktion des Phyto-

planktons mit dem *Metazooplankton-Grazing-Index* (MGI) in Anlehnung an das Z/P-Verhältnis.

Eine geringe Futterqualität äußert sich kurzfristig sowohl in einer geringen Konzentration der fressbaren Phytoplankton-Biomasse als auch durch eine Störung/Behinderung der Nahrungsaufnahme (durch Zellgröße, Koloniebildung, Gallertenbildung), durch eine schlechte Verdaubarkeit (z.B. durch dicke Zellwände) oder einen geringen Nahrungswert (C- und P-Gehalt, Fettsäurezusammensetzung) der ingestierten Algen, wodurch sich die physiologischen „Kosten“ der Nahrungsaufnahme erhöhen (z.B. Lampert, 1987). Der letztgenannte Aspekt, der sich - genauso wie die Bildung von Algentoxinen - nicht in der Taxonomie des Phytoplankton abbildet, sondern sich aus speziellen Umweltbedingungen ergibt (z.B. Nährstofflimitation) kann bisher nicht im PhytoLoss-Verfahren berücksichtigt werden.

Bei länger anhaltender geringer Futterqualität und -menge kommt es mit zeitlicher Verzögerung zu einer Nahrungslimitation des Zooplankton-Wachstums, die, u.a. durch eine stark verminderte Eiproduktion, zum Zusammenbruch einer Population führen kann. Lampert (1978) gibt die von Daphnien minimal zur Eiproduktion benötigte Futtergrenzkonzentration mit 0,2 mg/l Kohlenstoff (entspricht ca. 0,4 mg/l Trockenmasse) an. Da ähnliche Schwellenwerte je nach Größe, Art und Modus der Nahrungsaufnahme unterschiedlich sind, ist die Nahrungslimitation ein Teil der ständigen Wechselwirkungen im Sommer zwischen Zooplankton-Grazing – Fraßresistenz des Phytoplanktons – Nahrungslimitation von Teilen des Zooplanktons – Veränderung der Zooplankton-Zusammensetzung – Veränderung des Zooplankton-Grazing – usw.

Aktuelle oder zurück liegende Einzelwerte der Nahrungsmenge oder Futterqualitätsindizes lassen allerdings bei monatlicher Probenahme, wie im Gewässermonitoring üblich, noch keine Rückschlüsse auf die Bedeutung der Nahrungslimitation für die Zooplankton-Entwicklung insgesamt zu. Dafür sind stabile Verhältnisse über einen längeren Zeitraum, wie z.B. in den Sommermonaten, besser geeignet. Zusätzlich wäre eine Analyse der Reproduktionsparameter des Zooplanktons (Gelegegröße, etc.) im Vergleich zum FQI/FQIC prinzipiell sehr wünschenswert. Im Normalfall ist das im Rahmen des Gewässermonitorings bisher aber nur eingeschränkt möglich, da die Kosten für den erforderlichen Mehraufwand durch eine höhere Probenahmefrequenz und/oder durch einen erhöhten Zeitbedarf bei der Zooplankton-Analyse nicht in Rechnung gestellt werden können. Es wird empfohlen, zumindest für die dominante *Daphnia*-Art routinemäßig z.B. die mittlere Gelegegröße mit wenig Aufwand als Reproduktionsparameter zu erfassen (s. Kapitel 2.3.4).

Die Berechnung der fressbaren Phytoplankton-Biomasse ist in Abbildung 1 schematisch dargestellt. In einem ersten Schritt werden die Zoo- und Phytoplankton-Biomasse nach ihrer taxonomischen Zusammensetzung verschiedenen

funktionellen Gruppen - sogenannten Nahrungsgilden - zugeordnet (s. Tabelle 8 im Anhang A). Dabei spielen beim Zooplankton Ähnlichkeiten der Nahrungsaufnahmemodi (z.B. Feinfiltrierer) und der Selektivität eine wichtige Rolle (Nahrungsgilden), während beim Phytoplankton die Mechanismen zur Steigerung der Fraßresistenz im Vordergrund stehen (Fressbarkeitsklassen, s.a. Salmaso & Padisák (2007)). Die vereinfachende Aggregation zu Gilden ist einem feinskaligeren Ansatz auf Gattungs- oder Artebene (z.B. Schumpelick-Deuschel, 1995) vorzuziehen, da für das Anwendungsgebiet dieser Vorschrift zu wenige Taxa experimentell untersucht wurden und angesichts der bekannt hohen Variabilität der Grazing-Raten *in situ* nur eine falsche Genauigkeit der Ergebnisse des PhytoLoss-Verfahrens vorgetäuscht würde.

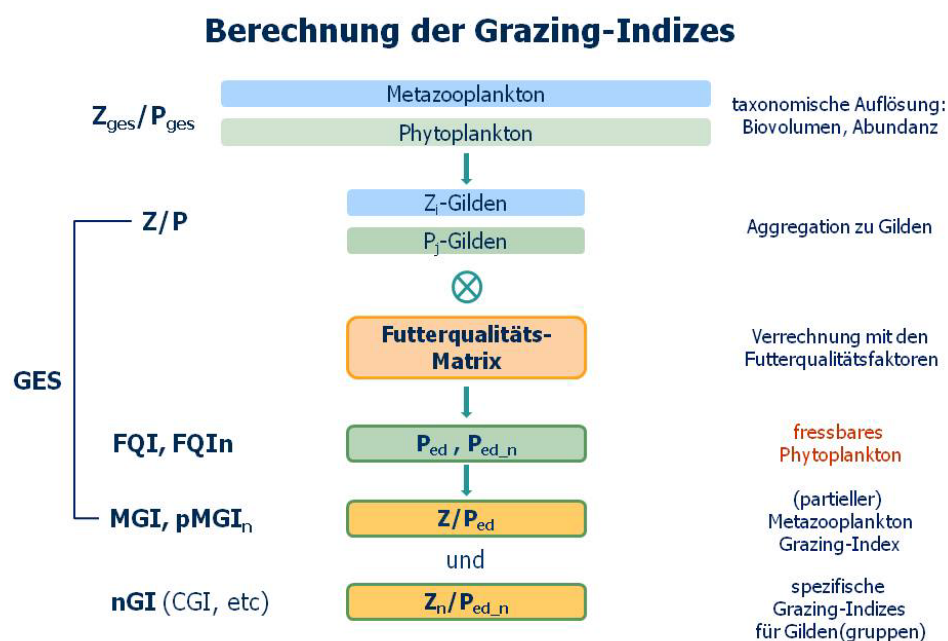


Abbildung 1: Berechnungsschema für die PhytoLoss-Grazing-Indizes. Erläuterung s. Text.

Mit der Zooplankton-Phytoplankton-Interaktionsmatrix (s. Tabelle 9 im Anhang A) wird für jede mögliche paarweise Kombination einer Zooplankton-Gilde mit einer Phytoplankton-Gilde mithilfe von fixen Futterqualitätsfaktoren (FQF) durch Multiplikation mit der Biomasse der jeweiligen Phytoplankton-Gilde die potentiell fressbare Phytoplankton-Gildenbiomasse berechnet (s. Gleichung (2)). Durch zeilenweise Addition ergibt sich daraus für jede einzelne Zooplankton-Gilde die potentiell fressbare Phytoplankton-Biomasse.

Die festgelegten Futterqualitätsfaktoren sind eine Abschätzung aus der Literatur und Expertenwissen für die relative Interaktionsstärke zwischen spezifischen Zoo- und Phytoplankton-Gilden. Sie beruhen beim Phytoplankton auf Angaben zur Ingestierbarkeit (hpts. nach Größe und Form) und dem Nährwert (Verdaubarkeit

(z.B. Schalendicke)) diverser Taxa sowie weiterhin auf dem Anteil des Phytoplanktons am gesamten Nahrungsspektrum („herbivor“ im Verhältnis zu „carnivor“ und/oder „detritivor/bacterivor“) für die jeweilige Zooplankton-Gilde. Die Ergebnisse der dafür durchgeführten Literaturrecherche werden im Anhang A dokumentiert. Für die Futterqualitätsfaktoren wurde eine Skalierung im Bereich von 0,0 bis 1,0 in Schritten von 0,2 Einheiten als ausreichend genau erachtet. Ein Faktor von 1,0 repräsentiert „100 %ige Fressbarkeit“ (maximale Interaktionsstärke), während 0,0 „unfressbar“ (keine Interaktion) bedeutet.

Aus der für jede Zooplankton-Gilde potentiell fressbaren Phytoplankton-Biomasse kann mit den Formeln in Tabelle 3 der gildenspezifische Futterqualitäts-Index (FQI_i) als Anteil an der gesamten Phytoplankton-Biomasse (P_{ed_j}/P in Prozent) und der gildenspezifische Metazooplankton-Grazing-Index als Quotient der Zooplankton-Gildenbiomasse und der fressbaren Phytoplankton-Gildenbiomasse (Z_i/P_{ed_i} jeweils in Prozent) berechnet werden. Dabei steht die jeweilige Zooplankton-Gildenbiomasse, wie beim Z/P -Verhältnis, für eine Abschätzung der von dieser Zooplankton-Gilde täglich ingestierten (fressbaren) Phytoplankton-Biomasse. Die mittleren Indexwerte für das gesamte (Gilden-)Zooplankton (FQI , MGI) werden als gewichtetes Mittel mit den entsprechenden Zooplankton-Gildenbiomassen berechnet (s. Formeln (3) und (4) in Tabelle 3).

Der so errechnete FQI -Wert repräsentiert die relative Futterqualität des Phytoplanktons für das Zooplankton an einem speziellen Probenort und -tag. Er ist damit nicht nur von der Zusammensetzung des Phytoplanktons, sondern ebenso von den Dominanzverhältnissen innerhalb des Zooplanktons abhängig. Denn gut fressbare Phytoplankton-Biomasse bewirkt nur dann auch einen hohen FQI -Wert, wenn die entsprechenden Zooplankton-Gilden auch tatsächlich ausreichend präsent sind.

4.7.1 Gildenspezifische Grazing-Indizes

Am Metazooplankton-Grazing haben alle herbivoren Arten Anteil, nicht nur die bisher besonders hervorgehobene Gruppe der Cladoceren. Es hat sich gezeigt, dass unter bestimmten Bedingungen immer wieder auch andere Gildengruppen, wie die Rotatorien (4a, 4b, 4c, 4d), Calanoiden (2a) und Cyclopoiden (3a, 3c, 3d) (Angaben in Klammern s. Zoo-Gilden in Tabelle 8) ein hohes Grazing-Potential aufweisen können. Deswegen wurde das Phytoloss-Verfahren so erweitert, dass für die genannten Zooplankton-Gildengruppen automatisch alle spezifischen Indizes (P_{ed_n} , $FQIn$, $pMGI_n$, nGI) ausgegeben werden. Bei den beiden Copepoden-Gilden(gruppen) fehlen die Nauplius-Stadien, da sie in einer eigenen Gilde zusammengefasst werden. Aus den Gilden 2a bis 3d kann auch die Gildengruppe der Copepoden gebildet werden. Im Mittelpunkt stehen aber immer noch die Cladoceren als besonders effektive Filtrierer und Fischnahrung.

Weiterhin muss sich zeigen, ob sich die zusätzliche Aufgliederung in zwei unterschiedliche gilden-spezifische Grazing-Indizes bewähren wird. Die „partiellen

MGI“ ($pMGI_n$) beruhen, wie der MGI auf der im Mittel für alle präsenten Zooplankton-Gilden fressbaren Phytoplankton-Biomasse ($= P_{ed}$), während sich die spezifischen Grazing-Indizes (nGI , z.B. CGI) ausschließlich auf die nur für die jeweilige Gilde(ngruppe) fressbare Phytoplankton-Biomasse ($= P_{ed_n}$) beziehen. Die partiellen MGI können direkt mit dem Anteil der gleichen Gruppe an der Zooplankton-Biomasse verglichen werden (s. Kapitel 6.2, Zooplankton-Steckbrief). Es zeigt sich dadurch, ob eine Gruppe wg. Besonderheiten in der Futterqualität einen überrepräsentativen Anteil am gemeinsamen Grazing-Potential hat. Von größerer Bedeutung sind allerdings die spezifischen Grazing-Indizes, wie z.B. der CGI, die unabhängig vom MGI hohe Werte annehmen können.

Mit den spezifischen Indizes kann jetzt leichter ermittelt werden, welche Zooplankter gute Wachstumsbedingungen vorfinden oder im Gegenteil von starker Nahrungslimitation betroffen sind und welche am meisten zum Metazooplankton-Grazing beitragen.

4.7.2 Grazing-Effektstärke und inverse Grazing-Effekte

Da die klassifizierten Grazing-Indizes Z/P und MGI oftmals abweichende Effektklassen anzeigen, wird als Synthese die Grazing-Effektstärke (GES) definiert, die jeweils die höchste Klasse der zwei Indizes annimmt. Die Grazing-Effektstärke repräsentiert das Endergebnis dieses Verfahrens und entspricht in den meisten Fällen dem MGI-Wert. Zur Basisgröße für die Beurteilung der potentiellen Stärke des Grazing-Effekts wird damit (in eutrophen Gewässern) de facto die fressbare Phytoplankton-Biomasse und nicht mehr das gesamte Phytoplankton. Mit der GES-Definition wird auch dann ein starker Grazing-Effekt postuliert, wenn die gesamte Phytoplankton-Biomasse konstant hoch bleibt oder sogar zu nimmt. Ein Grazing-Effekt kann also nicht nur durch eine Abnahme der Phytoplankton-Biomasse insgesamt deutlich werden, sondern es reicht dafür auch eine starke Abnahme der fressbaren Fraktion im Schatten stark wachsender, dominanter, nicht-fressbarer Phytoplankton-Taxa. Diese Merkmale kennzeichnen zugleich einen entkoppelten Systemzustand, der hier als inverser Grazing-Effekt bezeichnet wird. Dafür wurde ein Extra-Index geschaffen, die positive Differenz zwischen CGI und Z/P, der ab einer Differenz von 3 Effektklassen eine Warnung ausgibt. Dieser Schwellenwert wurde bewußt hoch angesetzt. Das gleiche Phänomen kann aber sicher auch schon bei geringeren Unterschieden beobachtet werden.

Beim inversen Grazing-Effekt ist das spezifische Grazing-Potential der Cladoceren (CGI) allein deutlich höher als das Potential des gesamten Zooplanktons. Der Grund liegt im Bezug auf das (für Cladoceren) fressbare Phytoplankton, d.h. einer sehr großen Differenz zwischen dem gesamten Phytoplankton und P_{ed_clad} , z.B. während einer Blaualgenblüte. Starkes Grazing unter den beschriebenen Bedingungen führt nur bei den gut fressbaren Konkurrenten der dominanten Cyanobakterien zu hohen Verlusten und kann so indirekt zur Stabilisierung eines degradierten Systemzustands beitragen. Dabei spielen dann auch die Freisetzung

von Nährstoffen durch das Grazing des Zooplanktons und veränderte Sedimentationsprozesse eine Rolle. Erfahrungsgemäß sind diese Zustände aber nicht über längere Zeit stabil. Das hängt stark von der Größenstruktur des Zooplanktons ab, also im Wesentlichen dem Prädationsdruck durch Fische. Zur Abschätzung dieses Aspektes kann der MCM als Indikator verwendet werden.

4.7.3 Biomasse-Parameter im PhytoLoss-Verfahren

Traditionell unterscheiden sich die verwendeten Biomasseparameter bei Phyto- und Zooplankton in der wissenschaftlichen Literatur. Während fürs Phytoplankton und die Rädertiere (Rotatoria) das Biovolumen (BV) mithilfe von Volumenformeln bestimmt wird, wird bei den restlichen Zooplanktongruppen die Trockenmasse (TM) durch z.B. Körperlängen-Trockenmasse-Regressionen berechnet (s. Kapitel 2.3.6). Als vereinheitlichter Biomasseparameter wird im PhytoLoss-Verfahren das Biovolumen verwendet, da Umrechnungsfaktoren von BV in TM schlecht dokumentiert und stark schwankend sind. Beim Zooplankton wurden die Daten zur Entwicklung des Verfahrens, falls nicht beide Parameter parallel zur Verfügung standen, mit einem Faktor von 10 in Biovolumen (über die Frischmasse (FM) mit einem Faktor $BV/FM=1$) umgerechnet. Generell gibt es zur Umrechnung aber keinen Standard. Deswegen wird auf dem Arbeitsblatt „PL_TM_BV_ratio_gewMittel“ der PhytoLoss-Exportdatei der Parameter $TM/BV_ratio\%_gewMittel$ ausgegeben. Er stellt den mittleren Anteil der Trockenmasse am Biovolumen bzw. der Frischmasse für das Zooplankton an einem Untersuchungstermin dar, gewichtet mit dem Anteil der einzelnen Taxa an der Gesamtbiomasse. Hiermit kann wegen der unterschiedlichen Herkunft der Daten und der fehlenden Standards der von den Bearbeitern aktuell verwendete Umrechnungsfaktor kontrolliert werden.

4.7.4 Mittlere Cladoceren-Masse und Raubcladoceren-Index

Als weiterer Vergleichsparameter wird routinemäßig ein einfacher Größenindex, die mittlere Cladoceren-Masse (MCM), zur Einschätzung des Fraßdrucks durch planktivore Fische verwendet. Ein Vergleich der Wachstumsvoraussetzungen für Cladoceren (Temperatur, FQIC) mit ihrer tatsächlichen Biomasse und dem MCM kann z.B. aufzeigen, ob es wahrscheinlich ist, dass im Falle einer guten Futterqualität, das Ausbleiben eines entsprechenden starken Wachstums der Cladoceren durch starken Fischfraßdruck verhindert wurde. Der MCM als Maß für die Prädationsstärke der gröbenselektiv jagenden planktivoren Fische kann auch als Kontroll- und Zielwert in der Fischbewirtschaftung verwendet werden. Einschränkend bleibt allerdings anzumerken, dass der MCM auch auf starke demographische Veränderungen im Cladoceren-Plankton reagiert, die nichts mit Prädation zu tun haben. Besonders im Frühjahr in eutrophen Seen, während starker, weitgehend synchronisierter Populationsentwicklungen, die zu einem sehr hohen

Anteil juveniler Tiere führen, ergeben sich ebenfalls niedrige MCM-Werte, die nicht auf Fischfraß zurückzuführen sind.

Da der MCM hauptsächlich auf größenselektive, vertebrale Räuber (Fische) reagiert, wurde er im PhytoLoss-Verfahren so modifiziert, dass dieser Effekt noch verstärkt wird und sich gleichzeitig ein zusätzlicher Index für den Raubdruck durch invertebrale Räuber ergibt. Dazu wird der MCM nur auf der Basis der herbivoren Cladoceren-Biomasse, d.h. ohne die carnivoren Raubcladoceren (*Leptodora*, *Bythotrephes*), berechnet. Deren Anteil an der gesamten Cladoceren-Biomasse in Prozent dient dann als „Raubcladoceren-Index“ und soll den Fraßdruck durch invertebrale Räuber repräsentieren. Er kann in den Sommermonaten gelegentlich Werte weit über 50 % annehmen.

Die Basis für den MCM in „µg pro Individuum“ ist in der Literatur (z.B. Jeppesen et al., 1997) die Trockenmasse der Cladoceren. Wegen der Auswahl des Biovolumens als einheitlicher Parameter im PhytoLoss-Verfahren wird der MCM in verschiedenen Varianten berechnet und in der Exportdatei ausgegeben. Das gilt auch für die klassifizierten Indexwerte. Die verwendeten Klassengrenzen sind in Tabelle 4 angegeben. Zu beachten ist hier, dass die Skalierung der Effektklassen des MCM invers erfolgt, da ein starker Effekt bei niedrigen Indexwerten gegeben ist. Umgekehrt bedeutet eine niedrige Effektklasse, dass der absolute MCM-Wert hoch ist, also die Prädationsstärke gering. Im Einzelfall kann sich wg. der verwendeten Biomasse-Umrechnungsfaktoren der Bearbeiter nach der Klassifizierung eine unterschiedliche Einstufung ergeben. Das läßt sich anhand der Ausgabe in der Exportdatei nachvollziehen und ist der Grund, warum sowohl die Biomasse-Umrechnungsfaktoren nachgerechnet wurden als auch alle MCM-Varianten dokumentiert werden.

Aus den vorherigen Ausführungen ergeben sich jetzt folgende vier MCM-Varianten mit unterschiedlicher Berechnungsbasis jeweils in der Form als Absolutwert, Effektklasse und verbale Kategorisierung, die zusammen auf dem Arbeitsblatt „PL_MCM_RClad_Zsfsg_TM_BV“ der Exportdatei ausgegeben werden:

1. Gesamt-Cladoceren-Trockenmasse
2. Gilden-Cladoceren-Trockenmasse (ohne Raubcladoceren)
3. Gesamt-Cladoceren-Biovolumen
4. Gilden-Cladoceren-Biovolumen (ohne Raubcladoceren).

Den Literaturwerten entspricht Variante 1, im PhytoLoss-Verfahren verwendet wird Variante 2, wg. der oben genannten Vorteile.

4.8 Störungen

Die Indizes zeigen allgemein eine Empfindlichkeit gegenüber extremen abiotischen Lebensbedingungen, wie sie z.B. in sauren Tagebauseen oder zeitweise auch in hypertrophen Seen herrschen, charakterisiert durch stark verkürzte Nahrungsketten

und eine geringe Diversität. Dies äußert sich in Extremwerten der einzelnen Rohindizes, die sowohl im oberen als auch im unteren Bereich liegen können. Zu einer Störung des Verfahrens kommt es, wenn die Absolutwerte des MGI und/oder CGI rechnerisch sehr hohe Werte annehmen, weil der Nenner des Quotienten, also die fressbare Phytoplankton-Biomasse, sehr klein oder sogar Nahe Null ist, z.B. bei extremer Dominanz von Cyanobakterien oder Panzerflagellaten (z.B. *Ceratium*). Deswegen können generell die Rohwerte beider Grazing-Indizes auch nur unter bestimmten Umständen zur Abschätzung einer realen Community Grazingrate (als Verlustrate in %/Tag) verwendet werden. Der unkritische Gebrauch zur Verlustberechnung durch Zooplankton-Grazing wird nicht empfohlen. Um diese Störung zu kompensieren, wurde für die Indikation der Grazing-Effektstärke eine Klassifizierung der Rohwerte durchgeführt. Die Interpretation der Phytoplankton-Daten sollte generell auf der Basis der klassifizierten Indizes erfolgen (s. Kapitel 4.9.4).

4.9 Berechnung der Indizes

4.9.1 Eingangsdaten

Die Eingangsdaten für das Phytoplankton entsprechen den Anforderungen an die Daten zum Import in die PhytoSee-Datenbank der LAWA (Mischke et al., 2008). Mithilfe der PhytoSee-Datenbank wird das Biovolumen des Phytoplanktons nach ihrer Zugehörigkeit zu den 12 Gilden gemäß Tabelle 8 in Anhang A aggregiert und zur Berechnung an das PhytoLoss-Modul mit der Abfrage „Zoo_morpho_GILDEN_Phyto_export“ übergeben. Für die Zooplankton-Daten gibt es bisher keine ähnlich verbindlichen Standards, deshalb werden im Rahmen des PhytoLoss-Verfahrens standardisierte Datenübergabeformate verwendet (s. Kapitel 5.1), die die Pflichtdaten und deren Formate eindeutig festlegen.

4.9.2 Mathematische Ableitung der Indizes

Die Berechnung der Indizes beruht auf den Biomassen der Zoo- und Phytoplankton-Gilden, die dazu in der gleichen Maßeinheit (Trockenmasse oder Biovolumen) vorliegen müssen. Sollte eine Umrechnung erforderlich sein, sind die dafür notwendigen Umrechnungsfaktoren zusammen mit den Ergebnissen zu dokumentieren. Die in Tabelle 3 aufgeführten Formeln (1) bis (4) dienen der Berechnung der wichtigsten Grazing-Parameter, wie sie in Kapitel 3 dargestellt werden. Die Berechnungen für die spezifischen FQIn und nGI erfolgen jeweils analog zum FQI bzw. MGI nur beschränkt auf die spezifischen Gilden.

Der Teilbeitrag jeder Gildengruppe zum MGI auf der Basis des fressbaren Phytoplanktons heißt partieller MGI_n . Für die Gildengruppen Rotatorien (4a, 4b, 4c, 4d), Calanoiden (2a, also ohne Nauplien) und Cyclopoiden (3a, 3c, 3d ohne Nauplien; s. Zoo-Gilden in Tabelle 8 im Anhang A) werden sie als Prozentanteile am MGI anhand der aktuellen Zusammensetzung und dem Anteil am Biovolumen

des gesamten Zooplanktons berechnet. Die Summe aller Prozentanteile der partiellen MGI beträgt maximal 100 %.

Tabelle 3 Definition und Berechnung der verschiedenen Grazing-Indizes

$$Z/P = \frac{P_{ing} \cdot 100}{P} \quad (1)$$

$$\text{mit } P_{ing} = Z \cdot I_{spez} \quad \text{und} \quad I_{spez} = 1$$

$$P_{ed} = \frac{\sum_{i=1}^n (Z_i \cdot P_{edi})}{Z} \quad \text{und} \quad (2)$$

$$FQI = \frac{\sum_{i=1}^n (Z_i \cdot FQI_i)}{Z} \quad (3)$$

$$\text{mit } FQI_i = \frac{P_{edi} \cdot 100}{P} \quad \text{und}$$

$$\text{mit } P_{edi} = \sum_{j=1}^k P_{edij} \quad \text{und}$$

$$\text{mit } P_{edij} = P_j \cdot FQF_{ij}$$

$$MGI = \frac{\sum_{i=1}^n (Z_i \cdot MGI_i)}{Z} \quad (4)$$

$$\text{mit } MGI_i = \frac{Z_i \cdot 100}{P_{edi}}$$

Abk	Erläuterung
Z	Zooplankton-Gildenbiomasse
Z _i	Biomasse der Zooplankton-Gilde <i>i</i>
P	Phytoplankton-Gildenbiomasse
P _{ing}	vom Zooplankton ingestierte Phytoplankton-Biomasse
I _{spez}	spezifische Ingestionsrate in % der eigenen Körpermasse pro Tag
P _j	Biomasse der Phytoplankton-Gilde <i>j</i>
Z/P	Z/P-Verhältnis
P _{ed}	fressbare Phytoplankton-Biomasse
P _{edi}	P _{edi} Summe der fressbaren Phytoplankton-Biomasse für die Zooplankton-Gilde <i>i</i>
P _{edij}	P _{edij} fressbare Biomasse der Phytoplankton-Gilde <i>j</i> für die Zooplankton-Gilde <i>i</i>
FQI	Futterqualitätsindex
FQI _i	Futterqualitätsindex für die Zooplankton-Gilde <i>i</i>
FQF _{ij}	fixer Futterqualitätsfaktor der Zelle <i>ij</i> der Interaktionsmatrix
MGI	Metazooplankton-Grazing-Index
MGI _i	spezifischer Grazing-Index für die Zooplankton-Gilde <i>i</i> , (neu: nGI)

4.9.3 Sommermittel und Einzelwerte

Die Betrachtung von Einzelwerten und/oder Mittelwerten der Indizes richtet sich nach der Fragestellung und der Qualität des Datenmaterials. Die im Gewässermonitoring üblichen monatlichen Probenahmeabstände im Vergleich zu den kurzen Generationszeiten von Rotatorien und Cladoceren ermöglichen keine genaue Abbildung der Populationsentwicklungen, d.h. wenige monatliche Einzelwerte repräsentieren zu bestimmten Zeiten, besonders im Frühling und Frühsommer, z.T. ganze Phasen. Insbesondere Termine im April und Mai/Juni stehen oft stellvertretend für die Frühjahrsgrünblüte bzw. das Klarwasserstadium. Im PhytoLoss-Verfahren werden vorrangig Sommermittelwerte der Grazing-Indizes sowie des MCM verwendet, weil sich in diesem Zeitraum das pelagische Nahrungsnetz voll entwickelt hat und gleichzeitig die größten Probleme in der Gewässerqualität auftreten. Hier spielt der möglicherweise starke indirekte Einfluss der planktivoren Fische auf das Zooplankton-Grazing eine wichtige Rolle. Sommermittelwerte mit mindestens 2 - im allgemeinen aber 3 - Werten im Zeitraum Juli–September bieten sich für die interannuelle Betrachtung an, da die Zusammensetzung des Zooplanktons dann über einen längeren Zeitraum relativ stabil ist. Extremsituationen des Zooplankton-Grazing, wie während des Frühjahrsklarwasserstadiums, können dagegen nicht zuverlässig erfasst werden. Um in den meisten Seenjahren 3 Untersuchungstermine im Sommer berücksichtigen zu können, werden im PhytoLoss-Verfahren alle Ergebnisse im Zeitraum vom 24. Juni bis 7. Oktober gemittelt.

4.9.4 Skalierung der berechneten Indexwerte

Die berechneten Rohwerte der Indizes sind die Basis zur Berechnung der Sommermittelwerte. Um Artefakten bei der Berechnung entgegen zu wirken, wie sie durch die Verwendung eines nicht-linearen mathematischen Verfahrens (Quotienten) z.T. entstehen können, werden die Indizes in einem weiteren Schritt gerundet oder klassifiziert. Dadurch soll auch die Interpretation durch einen besseren Vergleich der Indizes erleichtert werden. Beim FQI und den FQIn werden die Prozentwerte auf die 10er Stelle gerundet, woraus sich als Ergebnis eine 10er-Skalierung von 0 bis 100 % ergibt. Alle anderen Indizes werden nach dem Schema in Tabelle 4 in Effektklassen eingeteilt. Die Klassifizierung ist wegen des großen Wertebereichs 7-stufig logarithmisch, dem entspricht zur weiteren Vereinfachung eine nur 5-stufige sprachliche Beschreibung, die die Werte unterhalb von Klasse 3 und oberhalb von Klasse 5 nicht weiter differenziert. Die Bildung von Mittelwerten findet immer vor Rundung bzw. Klassifizierung statt. Sowohl die Rohwerte als auch die gerundeten bzw. klassifizierten Werte werden in der PhytoLoss-Exportdatei zur Verfügung gestellt.

Zum direkten Vergleich mit den anderen klassifizierten Effektgrößen wurde die mittlere Cladoceren-Masse (MCM) invers klassifiziert, denn eine geringe Körpermasse symbolisiert einen starken Prädationseinfluss (Effekt). Deshalb entspricht

z.B. die höchste Stufe 7 einer mittleren Cladoceren-Trockenmasse von $\leq 0,75 \mu\text{g}/\text{Ind}$ (Tabelle 4).

Tabelle 4: Klassifizierungsschema für die Grazing-Indizes und den MCM (in $\mu\text{g}/\text{Ind}$ Trockenmasse und mm^3/l Biovolumen) für die Einteilung der Rohindexwerte in 7 Effektklassen. Die verbale Beschreibung umfasst nur 5 Effekte. Die MCM wurde invers skaliert

Effekt- klasse	Grazing-Indizes		MCM		
	%	Ausprägung	mm^3/Ind	$\mu\text{g}/\text{Ind}$	Ausprägung
1	≤ 20	gering	$> 0,24$	$> 24,0$	gering
2	21 - ≤ 40	gering	0,12 - $\leq 0,24$	12,0 - $\leq 24,0$	gering
3	41 - ≤ 80	schwach	0,06 - $\leq 0,12$	6,0 - $\leq 12,0$	schwach
4	81 - ≤ 160	mittel	0,03 - $\leq 0,06$	3,0 - $\leq 6,0$	mittel
5	161 - ≤ 320	stark	0,015 - $\leq 0,03$	1,5 - $\leq 3,0$	stark
6	321 - ≤ 640	sehr stark	0,0075 - $\leq 0,015$	0,75 - $\leq 1,5$	sehr stark
7	> 640	sehr stark	$\leq 0,0075$	$\leq 0,75$	sehr stark

5 Anleitung zum PhytoLoss-Modul

Das PhytoLoss-Modul ist eine MS ACCESS Datenbank, erstellt mit MS Access 2007. Die Datenbank wird bisher nur als 32 Bit-Version zur Verfügung gestellt. Eine einwandfreie Funktion auf 64 Bit-Systemen kann (bisher) nicht gewährleistet werden.

5.1 Datenübergabeformate

Zur ökologischen Seenbewertung gemäß der EU-Wasserrahmenrichtlinie werden Phytoplankton- und Metazooplankton-Daten in enger Verbindung mit dem Programm PhytoSee (ab Version 6.0; Aug 2014) und dem PhytoLoss-Modul verarbeitet. Für die Verwendung des PhytoLoss-Moduls ist eine datenbankgerechte Formatierung der Ergebnisse der Zooplankton-Analyse eine wichtige Voraussetzung, um den reibungslosen Import der Zooplankton-Daten zu garantieren. Im Mittelpunkt stehen dabei sowohl die Anforderungen an den Umfang an Daten, die für die Berechnung der Indizes notwendig sind, als auch an das Format selbst. Deshalb ist die Formatvorlage für die Eingabe der Zooplankton-Daten in das PhytoLoss-Modul eine mitgeltende Unterlage des Verfahrens. Die einzuhaltenden Standards sind in der Excel-Datei

Zooplankton_Datenuebergabeformate_V1_1.xls (oder einer späteren Version) enthalten.

5.1.1 Terminologie

<Feld>, Datenbankfeld: enthält eine einzige in der jeweiligen Tabelle gelistete Eigenschaft, z.B. Taxonname. Entspricht in Excel dem Begriff „Spalte“. Die erste Zeile eines Felds enthält immer den Feldnamen, alle nachfolgenden Zeilen Werte. Es dürfen keine verschiedenen Eigenschaften miteinander vermischt werden. Einträge im Feld <Taxonname>, wie z.B. „Daphnia galeata, juvenil“ sind nicht erlaubt. Die Eigenschaft „juvenil“ gehört in das Feld <Stadium> abgekürzt als „J“. Alle Werte haben genau ein für das gesamte Feld gültiges Format. Es dürfen in einem Feld insbesondere nicht Text oder Zahlenformat gemischt benutzt werden.

Datensatz: enthält miteinander verbundene Eigenschaften, z.B. zu einer Probe bzw. an einem Probentermin. Wird in Excel als „Zeile“ bezeichnet.

Arbeitsblatt, Tabelle: In Excel werden beide Begriffe synonym verwendet und sind Bestandteil einer Arbeitsmappe. Eine bestimmte Struktur, außer dass sie aus Zellen bestehen, ist nicht damit verbunden. In Access dagegen bilden die Tabellen die Grundstruktur jeder Datenbank und sind einmal erstellt in Struktur und Format eindeutig festgelegt, so dass sie untereinander verknüpft werden können.

Kreuztabelle, Pivot-Tabelle: eine sehr kompakte Form Information in drei Dimensionen zu präsentieren. Wurde und wird oft in Berichten verwendet. Hat im Eingabebereich von Datenbanken nichts zu suchen.

Projektverzeichnis: Verzeichnis, von dem aus die Datenbank auf dem Speichermedium aufgerufen wird.

Fehlerdatei: diese benennen die Importhindernisse und werden im Projektverzeichnis ausgegeben.

5.1.2 Importvorlage für das PhytoLoss-Modul

Die Probandaten und die quantitativen Ergebnisdaten werden in getrennten Excel-Arbeitsblättern der Vorlage eingegeben. In die PhytoLoss-Datenbank werden die Tabellen "Input_Zoo_Probandaten" und "Input_Zoo_Ergebnisdaten" importiert; ihre Namen dürfen deshalb auf keinen Fall verändert werden. Eine ausführliche Import-Anleitung befindet sich auch auf dem Arbeitsblatt. Der Import ist ab PhytoLoss-Version 1.2 komplett menugesteuert, d.h. ein manueller Import der Excel-Tabellen ist nicht vorgesehen.

Die Datenübergabeformate beinhalten folgende Arbeitsblätter:

Erläuterungen
OTL_DV_Kodierung
ChangeLog
IMPORT
Erläuterung Input_Proben
Input_Zoo_Probandaten
Erläuterung Input_Ergebnisse
Input_Zoo_Ergebnisdaten
OTL-MZ_V1.1
Synonyme
Legende_OTL_MZ

Probandaten

Die Probandaten umfassen Angaben zur Probenahme und zur Probenbearbeitung sowie allgemeine Angaben zum Probenort, die vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt werden müssen. In dieser Auswahl werden die orange markierten Spalten als Pflichtfelder betrachtet, d.h. sie sollen immer ausgefüllt werden. Dies betrifft die folgenden Felder:

Bundesland, Gewässername, Datum, Prob_Meth, Prob_Intervall, Maschenweite, Konservierung, Prob_Vol

Das Feld <Gewässername> soll nur Daten enthalten, die im gleichnamigen Feld der Tabelle „Gewässername_SeeNr“ der PhytoSee-Datenbank schon enthalten sind. Ist der Gewässername dort noch nicht eingetragen worden oder wurde er falsch geschrieben, wird beim Import eine Fehlermeldung ausgegeben und der Import abgebrochen. Die nicht vorhandenen Gewässernamen werden in der Fehlerdatei „PL_fehlende_Gewässernamen_(Datum).xls“ ausgegeben.

Probendaten und Analyseergebnisse werden in der PhytoLoss-Datenbank über die Felder <Gewässername> und <Datum> miteinander verbunden, d.h. die Inhalte müssen in den Eingabetabellen identisch sein! Da das Zooplankton im PhytoLoss-Modul zusammen mit den Phytoplankton-Daten analysiert wird, **müssen auch die Messortbezeichnungen (=Gewässername) und das Probandatum für beide biologischen Gruppen identisch sein**. Schon bei Unterschieden von z.B. einem Tag zwischen den Probenterminen findet keine Berechnung statt. Es wird beim Import der Zooplankton-Daten allerdings automatisch geprüft, ob korrespondierende Phytoplankton-Daten vorliegen. Ist das nicht der Fall, kann gewählt werden, ob die Daten trotzdem importiert werden sollen oder ob die fehlenden Termine in die Fehlerdatei „PL_fehlende_Phytoplankton-Termine(Datum).xls“ ausgegeben werden sollen. Eine Fehlermeldung erscheint auch falls die Probentermine in der Datenbank schon vorhanden sind. Um welche es sich dabei handelt wird in die Fehlerdatei „PL_doppelte_Proben_(Datum).xls“ ausgegeben.

Weitere Erläuterungen zu den Datenfeldern befinden sich in der Excel-Datei auf dem Arbeitsblatt „Erläuterung Input_Proben“.

Detailergebnisse der Zooplankton-Analyse und Hinweise zur Dateneingabe

Die Detailergebnisse der Zooplankton-Analyse werden im Arbeitsblatt "Input_Zoo_Ergebnisdaten" erfasst. Dazu gehören die taxonomischen Angaben, die Angaben zu Stadium und Körpergröße sowie die Abundanz und die beiden Biomasseparameter – Biovolumen (BV) und Trockenmasse (TM). Die orange und rosa markierten Spalten sind Pflichtfelder, d.h. sie sollen immer ausgefüllt werden. Dies betrifft die folgenden Felder:

Gewässername, Datum, OTL-ID, OTL-Taxonname, DV2011, DV_Tax_Name, Stadium, GKM, Abundanz_Ind_L, TM_mg_L, BV_mm3_L

Die Berechnung des Biovolumens und des Trockengewichts (Pflichtfelder) aus Abundanz und Größenklasse (GKM) des Zooplanktons muss extern durch den Biologie-Bearbeiter erfolgen. Eine umfangreiche Formelsammlung sowie eine Anleitung zur Berechnung wird zukünftig als Excel-Datei von Rainer Deneke und Gerhard Maier zur Verfügung gestellt und zur Verwendung empfohlen (s. Kapitel 2.3). Probendaten und Analyseergebnisse werden in der PhytoLoss-Datenbank über die Felder <Gewässername> und <Datum> miteinander verbunden, d.h. die Inhalte müssen in den Eingabetabellen identisch sein.

Eingaberegeln für Metazooplanktontaxa unbedingt beachten!

Alle erfassten Zooplankton-Taxa müssen kodiert in die Ergebnistabelle eingetragen werden. Die Mindestbestimmungtiefe ist, wenn nicht ausdrücklich etwas anderes vereinbart wurde, einzuhalten. Ausnahmen (!) durch z.B. schlechte Fixierung, nicht bestimmbare Stadien oder ungeeignete Einzelfunde kommen vor. Für die Kodierung der Zooplankton-Taxa ist die aktuelle Operative Taxaliste Metazoo-

plankton (OTL-MZ) oder die DV-Liste zu verwenden. **Eine korrekte Taxonbezeichnung besteht aus einem vorgegebenen alphanumerischen Schlüssel und dem eigentlichen Taxonnamen.** Der Schlüsselwert richtet sich nach dem gewählten Kodierungssystem – OTL-MZ (Operative Taxaliste Metazooplankton) oder DV-Liste.

OTL-MZ als primäres Kodierungssystem

- Es muss die OTL-ID und der OTL-Taxonname angegeben werden.
- Die Eingabe der DV-Nummer und/oder des DV-Taxonnamens sind nicht notwendig.

DV-Liste als primäres Kodierungssystem

- Es reicht aus, nur die Felder <DV2011> und <Tax_Name_DV> in der Eingabetabelle auszufüllen.

Auch der Taxonname muss den Vorgaben des jeweils gewählten Kodierungssystems genau entsprechen, da es sowohl in der Bestimmungsliteratur als auch zwischen den zur Auswahl gestellten Kodierungen im Detail Unterschiede gibt. Verbindlich sind also nur die exakten Angaben gemäß den beiden Kodierungsmöglichkeiten, das gilt leider auch, wenn, wie im Einzelfall in der DV-Liste vorkommend, ein Taxonname offensichtlich falsch geschrieben wird. Alle Abweichungen von diesem Verfahren führen beim Import zu einem Fehler und zum Abbruch! Nach Synonymen kann im Tabellenblatt „Synonyme“ gesucht werden. Für Einzelheiten bitte die Hinweise auf dem Tabellenblatt „OTL_DV_Kodierung“ beachten! Die problematischen Taxa werden in den Fehlerdateien „PL_falsche_OTL-Kodierung_(Datum).xls“ bzw. „PL_falsche_DV-Kodierung_(Datum).xls“ ausgegeben.

Das Arbeitsblatt „OTL-MZ_V1.1“ entspricht der aktuellen „Operativen Taxaliste Metazooplankton (OTL-MZ)“ in der Version 1.1. Es enthält sowohl den neu entwickelten OTL-Code als auch den schon bekannten DV-Code aus dem Jahr 2011. Die Vor- und Nachteile beider Kodierungsmöglichkeiten werden im vorherigen Kapitel 3 behandelt und finden sich auch auf dem Arbeitsblatt „OTL_DV_Kodierung“. Die OTL-MZ enthält zusätzliche Angaben zur Mindestbestimmungstiefe, zu Synonymen, zur taxonomischen Referenzliteratur und zur Gildenzugehörigkeit. Dort verwendete Abkürzungen werden in den Arbeitsblättern „Synonyme“ und „Legende_OTL-MZ“ erklärt.

Die Verwendung von Zusätzen zur Taxonbezeichnung, wie "Daphnia galeata, juvenil" verhindert den Import der Zooplankton-Daten, gleiches gilt auch für "klein", "cf.", "sp.", "spec." oder "spp." als Bestandteil des Taxonnamens. Entsprechende Einträge können entweder im Feld <Stadium> gemäß den vorgegebenen Abkürzungen eingetragen werden oder alternativ im Feld <Anmerkungen>.

Weitere mögliche Fehlermeldungen beim Import der Analyseergebnisse stellen
a) fehlende Einträge zu diesem Gewässer bzw. Datum in der Probenliste und
b) schon vorhandene Einträge in der Ergebnistabelle zu diesem Termin dar. In beiden Fällen wird eine Fehlerdatei ausgegeben:

a: „PL_fehlende_Probentermine_(Datum).xls“,

b: „PL_doppelte_Ergebnisse_(Datum).xls“)

und der Import abgebrochen.

Mehrfachnennungen bei Taxonnamen möglich

Anders als beim Phytoplankton werden Taxa, die in mehreren Stadien oder Größenklassen gezählt wurden, mit demselben Taxon-Code (OTL oder DV) gelistet. Die notwendige Eindeutigkeit wird durch die Kombination des Taxon-Codes mit den Feldern <Stadium> und/oder <GKM> hergestellt.

Immer Eindeutigkeit herstellen

Wenn Taxa mehrfach genannt werden, müssen deshalb immer die Felder <Stadium> und <GKM> mit ausgefüllt werden: entweder als Zweierkombination, z.B. Taxon="Bosmina longirostris" und <Stadium>="A" (für „adult“), oder als Dreierkombination, z.B. Taxon="Calanoida", <Stadium>="C" (für „Copepodid“) und <GKM>=300 (=300 µm).

Angaben im Feld <GKM> (=Größenklassenmitte)

Im Feld <GKM> werden die bei der Zählung verwendeten Größenklassenmitten (GKM in µm!) eingetragen. Als Richtwert sollten über die gesamte Spannweite der Körperlänge einer Zählkategorie (=Taxon oder Stadium) mindestens 6 gleichgroße Größenklassen mit einer Größenklassenbreite (GKB) von maximal 300 µm gewählt werden. Als Beispiel die Mindestanforderung für mittelgroße Daphnien (in µm): 400–700, >700–1000, >1000–1300, >1300–1600, >1600–1900, >1900–2200. Bei Einzelvermessung wird die mittlere Länge eingetragen.

Nur zur auswahlstehende Abkürzungen verwenden

Mit den Einträgen im **Feld <Stadium>** sollen Entwicklungsstadien, Geschlechter oder andere sinnvolle Kategorien innerhalb der jeweiligen Taxa unterschieden werden. Ein wichtiger Grund dafür ist, dass die Nahrungsgilden der Crustaceen im PhytoLoss-Verfahren z.T. auf Entwicklungsstadien basieren (z.B. „Copepoden-Nauplien“). Weiterhin werden bei der Auszählung und Biomasseberechnung mithilfe fester Biomassefaktoren oft Stadien als Unterscheidungskriterien verwendet. Diese Information soll unbedingt für weitergehende Berechnungen (z.B. Größenverteilungen) erhalten bleiben. Beispiele dafür sind Kategorien wie „adulte Männchen einzelner Copepodenarten“ abgekürzt „M“, „Juvenilstadien kleiner Cladoceren-Arten“ abgekürzt „J“ oder die „Copepodid-Stadien kleiner Cyclo-

poidenarten“ abgekürzt „CK“. Im Feld <Stadium> sollen nur die angebotenen Abkürzungen aus Tabelle 5 verwendet werden.

Tabelle 5: Vorgaben für die zu verwendenden Abkürzungen im Feld <Stadium>

Stadium	Erläuterung
(leer)	leerer Feldinhalt ist erlaubt!
A	Adult-Stadium bei Cladoceren
J	Juvenil-Stadium bei Cladoceren
N	Nauplius-Stadium bei Cyclopoiden oder Calanoiden
NK	Nauplius-Stadium (kleine Arten)
NG	Nauplius-Stadium (grosse Arten)
C	Copepodid-Stadium 1, 2, 3, 4 oder 5
CK	Copepodid-Stadium 1, 2, 3, 4 oder 5 (kleine Arten)
CG	Copepodid-Stadium 1, 2, 3, 4 oder 5 (grosse Arten)
C13	Copepodid-Stadium 1, 2 oder 3
C45	Copepodid-Stadium 4 oder 5
CK13	Copepodid-Stadium 1, 2 oder 3 (kleine Arten)
CK45	Copepodid-Stadium 4 oder 5 (kleine Arten)
CG13	Copepodid-Stadium 1, 2 oder 3 (grosse Arten)
CG45	Copepodid-Stadium 4 oder 5 (grosse Arten)
C1	Copepodid-Stadium 1
C2	Copepodid-Stadium 2
C3	Copepodid-Stadium 3
C4	Copepodid-Stadium 4
C5	Copepodid-Stadium 5
M	adulte Männchen bei Cyclopoiden oder Calanoiden
W	adulte Weibchen bei Cyclopoiden oder Calanoiden
WE	Weibchen mit Eiern
WEph	Weibchen mit Ehippien
WO	adulte Weibchen ohne Eier
E	Eier für Eiabundanz in Eier/Liter
Eph	Ehippien der Cladoceren in Eph./Liter
GE	mittlere Gelegegröße (Eier pro intaktem Gelege)
L	Larven-Stadium

Empfehlungen zur Festlegung von Zählkategorien

Im Folgenden vier Empfehlungen zur vereinfachten Bildung von Zählkategorien, die der unterschiedlichen Größenvariabilität der betreffenden Taxa, ihrer Bedeutung für die Gesamtbiomasse und dem Arbeitsaufwand Rechnung tragen.

Die folgenden Unterscheidungen mit unterschiedlicher Auflösung innerhalb der Gruppen haben sich als sinnvoll erwiesen:

- **Rotatorien** benötigen keine Angaben im Feld <Stadium> oder <GKM>
- **Copepoden** immer mit Angaben zum <Stadium> listen, **Copepodide** zusätzlich mit <GKM>, wenn keine Stadien unterschieden werden
- **Kleine Cladoceren-Arten** unterscheiden in <Stadium> "J" oder "A" ohne Größenklassen
- **Daphnia-** und **Diaphanosoma-Arten** immer mit Angaben im Feld <GKM>, mindestens 6 linear-abgestufte Größenklassen mit je maximal 300 µm Breite

Eingabe von Reproduktionsparametern

Daten zur Reproduktion (Gelegegröße, Eiabundanz) sollen nur erhoben werden, wenn sie einwandfrei einzelnen Taxa zugeordnet werden können. Soll die mittlere Gelegegröße erfasst werden, zuerst das Taxon eingeben, im Feld <Stadium> "GE" und im Feld <Gelegegröße> den Mittelwert eintragen. Wird alternativ die Eiabundanz bestimmt, wird als <Stadium> "E" gewählt und im Feld <Abundanz_Ind_L> der Wert eingetragen. Die Eiabundanz bzw. Eibiomasse und die Gelegegröße gehen **nicht** in die Biomasseberechnung durch Aufsummierung in der Datenbank ein.

Die Anzahl gezählter Individuen (**Feld <AnzInd>**) dient als Qualitätskontrolle, ob die für das Abbruchkriterium bei der Zählung vorgesehenen 400 Individuen auch erfasst wurden. Dies ist auch für den Vergleich des Artenreichtums der Gewässer im Sinne eines vergleichbaren Untersuchungsaufwands eine wichtige Voraussetzung.

Das **Feld <Foto>** gibt die Möglichkeit für bestimmte Taxa, insbesondere bei großer phänotypischer Plastizität, das Vorhandensein eines Fotodokuments zu vermerken.

Anzahl von Nachkommastellen

Die minimale Anzahl von Nachkommastellen für numerische Felder ist den verschiedenen Tabellen auf den Arbeitsblättern mit dem Titel „Erläuterungen“ zu entnehmen.

5.2 Datenimport

Ab PhytoLoss-Modul Version 1.2 erfolgt der Import automatisiert und menügesteuert. Alle erwähnten Dateien und Tabellen enthalten reale Beispiel-Daten (Großer Wannsee, Berlin, 2008), deren Import erfolgreich mit der beschriebenen Methode getestet wurde. Datenbank-intern werden die Taxa immer im OTL-Code abgespeichert. Hierzu wird eine Transfertabelle verwendet, die automatisch die DV-Codes in die entsprechenden OTL-Codes umwandelt.

5.2.1 Voraussetzungen und Fehlervermeidung (Checkliste)

- ✓ Die Benutzung des PhytoLoss-Moduls setzt eine Lizenz für MS Access und MS Excel ab Version 2003 voraus.
- ✓ Die Gewässernamen müssen schon in der Tabelle „Gewässername_SeeNr“ erfasst sein.
- ✓ Die Berechnung der Indizes nach dem PhytoLoss-Verfahren setzt den vorherigen Import der Phytoplankton-Daten in die PhytoSee-Software voraus. Es erscheint eine Fehlermeldung, falls diese fehlen. Wahlweise ist dann ein Import ohne Phytoplankton-Daten möglich oder der Abbruch.

- ✓ Die Formatierung der Zooplankton-Daten soll gemäß der Vorlage für die Datenübergabeformate in ihrer jeweils aktuellsten Version erfolgen.
- ✓ Die Taxonnamen müssen entweder nach OTL-MZ (empfohlen) oder nach DV-Liste kodiert worden sein
- ✓ Die **Namen der Arbeitsblätter** mit den Proben- und Ergebnisdaten in der Datei „Zooplankton_Datenuebergabeformate_V1_1.xls“ **müssen unverändert sein.**
- ✓ Das gleiche gilt für alle Feldnamen (=Spaltenüberschriften) in den Eingabetabellen
- ✓ Die Daten sind in die Eingabemasken "Input_Zoo_Probendaten" und "Input_Zoo_Ergebnisdaten" jeweils **ab Zelle "A2"** einzutragen
- ✓ Die Excel-Importdatei mit den Zooplankton-Ergebnissen muss vor dem Importvorgang geschlossen sein, weil der Zugriff ansonsten vom System gesperrt wird und ein Import unmöglich ist.

5.2.2 Import-Ablauf von Proben- und Ergebnisdaten

- ✓ Der Datenimport startet mit einfachem Klick auf den Import-Knopf.
- ✓ Zuerst müssen die Probendaten importiert werden. (1. Antwort: JA)
- ✓ Das Verzeichnis mit der Importdatei auf dem Speichermedium kann frei ausgewählt werden. Die Importdatei soll geschlossen sein
- ✓ Der erfolgreiche Import der Probendaten wird bestätigt
- ✓ Nach erneutem Klicken auf den Import-Button kann der Import der Zooplankton-Ergebnisdaten erfolgen (1. Antwort: NEIN und anschließend die Aktion mit JA bestätigen)
- ✓ Das Verzeichnis mit der Importdatei auf dem Speichermedium kann frei ausgewählt werden. Die Importdatei soll geschlossen sein
- ✓ Mit JA bzw. NEIN im nächsten Menu muss anschließend angegeben werden, ob die Taxa OTL- oder DV-kodiert sind (OTL-Kodierung: JA bei DV-Kodierung: NEIN)
- ✓ Der erfolgreiche Import der Probendaten wird bestätigt und die Anzahl der importierten Probendatensätze angezeigt.

Fehlermeldungen

Im Falle eines Fehlers wird der Import komplett abgebrochen, eine Fehlermeldung ausgegeben und die kritischen Daten, die den Abbruch verursacht haben, werden in eine Fehlerdatei im Projektverzeichnis geschrieben. Die Fehlerkorrektur muss direkt in den Eingabetabellen der Importdatei (s.o.) vorgenommen werden, bevor

ein erneuter Importversuch sinnvoll ist, da immer nur alle Ergebnisse zusammen importiert werden können.

5.2.3 Importprobleme

Importprobleme können auftreten durch fehlende oder falsche Gewässernamen, durch bereits importierte Daten, durch fehlende Einträge in der Probenliste und durch falsch- bzw. nicht-kodierte Taxa.

Ein anderes häufiges Importproblem ist die falsche Formatierung der Daten, insbesondere wenn die Formate "Zahl" und "Text" verwechselt werden. Die Angabe zur Körperlänge der Zählkategorien (Feld <GKM>) ist immer eine Zahl, dagegen ist wg. der größeren Fehlertoleranz die Klassenbreite (Feld <GKB>) als Text formatiert. Im ersten Fall sollen Berechnungen mit den Daten durchgeführt werden, im letzteren dienen sie zur Information.

5.3 Datenbankstruktur

Im PhytoLoss-Datenbankmodul werden die Daten in Tabellen entsprechend dem Schema in Abbildung 2 gespeichert. Im Mittelpunkt stehen die Gesamtprobenliste (T_Zoo-Proben_Gesamtliste), die Analysenergebnisse (T_Zoo_AbuBM_gesamt) und Artenliste (T_Zoo_Arten), die mit der aktuellen OTL-MZ identisch ist. Die Berechnung der Indizes erfolgt mittels verknüpfter Abfragen nach dem in Abbildung 1 dargestellten Schema.

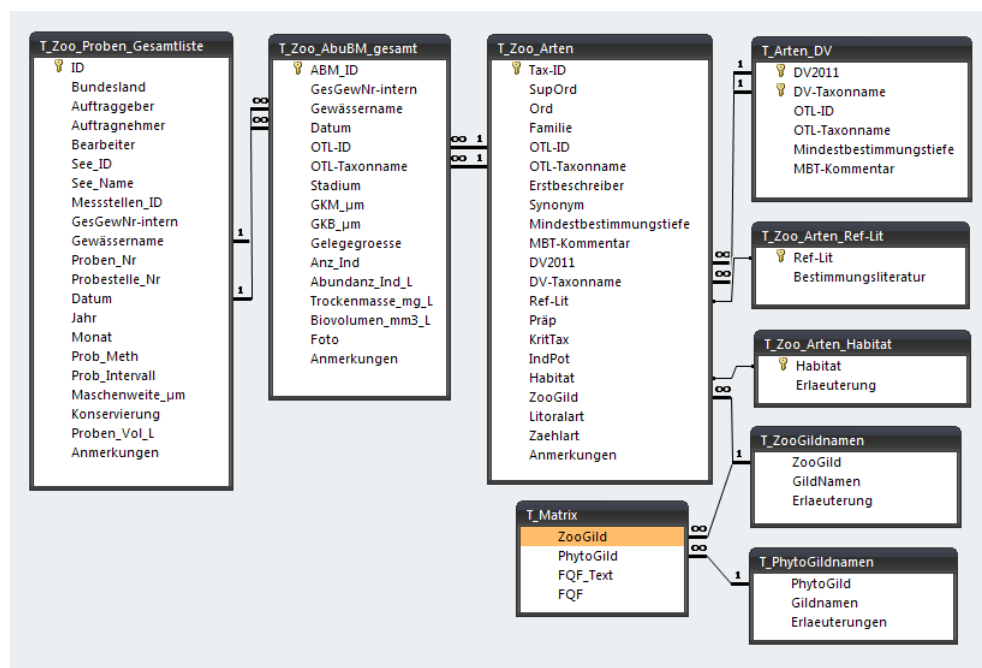


Abbildung 2: Struktur und Verknüpfungen des PhytoLoss-Datenbankmoduls

5.4 Datenexport

5.4.1 Exportdatei

Die PhytoLoss-Ergebnisse werden nach dem Ende der Berechnungen automatisch als Export-Datei im Excel 2003-Format ins Projektverzeichnis ausgegeben. Die Exportdatei besteht aus drei Gruppen von Daten: den Projektdaten, den berechneten PhytoLoss-Indizes und einer Dokumentation der Ausgangswerte und Systemvariablen (Tabelle 10 im Anhang B).

Die Exportdatei enthält alle Berechnungsergebnisse im Detail, d.h. für jeden Probentermin im Original und klassifiziert, desgleichen für die Sommermittelwerte. Die ausgegebene Indizes und Parameter sind in Tabelle 10 in Anhang B aufgelistet. Weiterhin dokumentiert sie den Stand des Projekts (ChangeLog) und die verwendete Version der PhytoLoss-Software. Auf dem Arbeitsblatt „PL_Info“ werden neben den Copyright-Hinweisen, die Struktur der Exportdatei erklärt und eine Kurzdefinition der verwendeten Parameter und ihrer jeweiligen Abkürzungen gegeben. Über die Hälfte der ausgegebenen Arbeitsblätter ist eine Dokumentation der Ausgangswerte und Systemvariablen, wie sie zur Berechnung nach dem Datenimport in die Datenbank verwendet werden, d.h. gildenbasiert und OTL-kodiert auf der Basis des Biovolumens als einheitlichem Biomasseparameter.

Die Ausgabe ist menügesteuert. Die angeforderten Berechnungen können nach Bundesland ausgewählt und das Ausgabeverzeichnis individuell festgelegt werden. Alle Ausgaben benötigen evtl. eine **relativ lange Berechnungsdauer**, da immer alle Parameter aktualisiert und Neuberechnet werden.

Tabelle 6: Struktur der Exportdatei des PhytoLoss-Moduls

Arbeitsblattnamen	Beschreibung
<i>Projektdaten</i>	
PL_Info	Struktur, Abkürzungen, Copyright, etc.
PL_Programm_ChangeLog	Liste der Veränderungen in der jeweils neuen Programm-Version
<i>PhytoLoss-Indizes</i>	
PL_Kommentare	Automatische Kommentare
PL_Zoo_Sommermittel_klass	PL-Basisparameter und gerundete bzw. klassifizierte PL-Indizes auf der Basis von Sommermittelwerten
PL_Zoo_Sommermittel_detail	PL-Basisparameter und detaillierte Sommermittelwerte der PL-Indizes
PL_Zoo_Zsfsg_OUTPUT_2	PL-Basisparameter und gerundete bzw. klassifizierte PL-Indizes für jeden Einzeltermin
PL_Zoo_Zsfsg_OUTPUT_1	PL-Basisparameter und Rohwerte der PL-Indizes für jeden Einzeltermin

Arbeitsblattnamen	Beschreibung
<i>Ausgangswerte und Systemvariablen</i>	
PL_MCM_RClad_Zsfsg_TM_BV	Varianten der MCM mit unterschiedlicher Berechnungsgrundlage als Absolutwerte, Effektklasse und verbale Beschreibung
PL_TM_BV_ratio_gewMittel	Mittlere Umrechnungsfaktoren für Biovolumen und Trockenmasse pro Termin gewichtet über Anteil des Taxons an der Gesamtbiomasse
PL_TM_mg_L_Artzahl_Grossgruppe	Zooplankton-Trockenmasse der Großgruppen und der Gesamt-Artenzahl
PL_TM_Prozent_Grossgruppen	Prozentualer Anteil der Zooplankton-Großgruppen an der Zooplankton-Trockenmasse
PL_Zoo_matched_OTL_kodiert	OTL-kodierte Zooplankton-Rohdaten für die auch Phytoplankton-Daten vorhanden sind
PL_Gildennamen	Abkürzungen und Erläuterungen zu den Gildennamen des Zoo- und Phytoplanktons
PL_Zoo_Gilden_Biovolumen	Zooplankton-Biovolumen aggregiert für die Zooplankton-Gilden
PL_Phyto_Gilden_Biovolumen	Phytoplankton-Biovolumen aggregiert für die Phytoplankton-Gilden
PL_Matrix_mit_Gilden	Futterqualitätsmatrix mit FQF

5.4.2 Automatische Kommentarfunktion

Zur Erzeugung von „Warnsignalen“ und als erste Interpretationsmöglichkeit zur Ableitung von Handlungsempfehlungen werden vom PhytoLoss-Modul automatisch Kommentare zu einzelnen Seenjahren generiert und in der Exportdatei auf dem Arbeitsblatt „PL_Kommentare“ zusammen mit der aktuellen Versionsnummer ausgegeben. Dazu werden die berechneten Indexwerte (Sommermittelwerte $N \geq 2$ Monate) mithilfe verschiedener Datenbankabfragen (s. Tabelle 7) gefiltert und ggf. standardisierte Kommentare ausgewählt. Limnologisches Expertenwissen diente zur Festlegung der Filtergrenzen.

Tabelle 7: Datenbankabfragen mit den berechneten PhytoLoss-Indizes als Kriterienkatalog für die automatische Kommentarfunktion im PhytoLoss-Modul

Abfragen	Kriterien	Mitteilungen
A1	$N < 3$	WARNUNG: für das Sommermittel standen nur 2 Einzelwerte zur Verfügung.
A2	$GES \geq 5, Z/P \geq 5$	Das Grazing-Potential ist hoch bis sehr hoch ($GES \geq 5$).
A3	$Z/P = 7, MGI = 7$	Mindestens ein absoluter Grazing-Indexwert ($Z/P, MGI$) ist unrealistisch hoch (evtl. Klarwasserstadium)! Mittelwertbildung (Einzelwerte!) überprüfen und nicht zur Berechnung verwenden.

Abfragen	Kriterien	Mitteilungen
A4	GES>=4, Diff>=3	Ein inverser Grazing-Effekt ist möglich, d.h. der starke Fraßdruck der Cladoceren auf die kleine Fraktion fressbaren Phytoplanktons verbessert evtl. die Konkurrenzbedingungen für das dominante nicht-fressbare Phytoplankton.
A5	FQIC>=70	Die Futterqualität des Phytoplanktons für Cladoceren ist hoch (FQIC>=70%).
A6	Z_gild>=2, CGI<=2, FQIC>=30, MCM>=5	Die Bedingungen für ein stärkeres Cladoceren-Wachstum sind gegeben. Das Grazing-Potential der filtrierenden Cladoceren ist aber nur sehr gering ausgeprägt (CGI<=2). Kleine Arten oder Stadien dominieren die Cladoceren-Biomasse. Ein übermäßiger Fraßdruck durch Fische und/oder starker abiotischer Stress könnte dafür verantwortlich sein.
A7	Z_gild>=2, CGI<=2, FQIC>=30, MCM<5	Die Bedingungen für ein stärkeres Cladoceren-Wachstum sind gegeben. Das Grazing-Potential der filtrierenden Cladoceren ist aber noch sehr gering ausgeprägt (CGI<=2). Größere Arten oder Stadien dominieren die Cladoceren-Biomasse, aber in geringer Anzahl. Der Fraßdruck durch invertebrate Räuber (Raubcladoceren, adulte cyclopoide Copepoden) ist deutlich erhöht.
A8	FQI<=20	Die allgemeine Futterqualität ist sehr gering (FQI<=20%).
A9	FQIC=10	Sehr geringe Futterqualität für Cladoceren (FQIC=10%).
A10	(Z/P-CGI)>=2, Z/P>=5	Für das hohe Grazing-Potential sind NICHT die Cladoceren hauptverantwortlich.
A11	GES>=5, RGI>=5, pMGI_Rot>30	Rotatorien tragen wesentlich zum hohen Grazing-Potential bei.
A12	Z_gild_rot>=50	Der Rotatorien-Anteil an der Biomasse ist ungewöhnlich hoch (>=50%). Hinweis auf Sonderbedingungen!
A13	GES>=5, Cal_oNGI>=5, pMGI_Cal_oN>30	Herbivore calanoide Copepoden tragen wesentlich zum hohen Grazing-Potential bei.
A14	Z_gild_Cop_sum>70	Der Copepoden-Anteil an der Biomasse ist sehr hoch (>=70%). Hinweis auf Sonderbedingungen!
A15	Z_gild_clad>70	Der Cladoceren-Anteil an der Biomasse ist sehr hoch (>=70%). Hinweis auf Sonderbedingungen!
A16	Z_gild_clad<=10	Der Cladoceren-Anteil an der Biomasse ist sehr niedrig (<=10%). Hinweis auf Sonderbedingungen!

Abfragen	Kriterien	Mitteilungen
A17	Z_gild>10	Die Metazooplankton-Biomasse ist hoch (>10 mm ³ /l BV). Hinweis auf hoch-eutrophe Bedingungen.
A18	Z_gild<1	Die Metazooplankton-Biomasse ist sehr niedrig (<1 mm ³ /l BV). Hinweis auf oligotrophe Bedingungen.
A19	P_ed_clad<0 Und <0.4, FQIC <0 Und <=20	Anzeichen für eine starke Nahrungslimitation (bezgl. Menge, Qualität) der Cladoceren.
A20	P_ed_clad>=4, FQIC>=60	Gute Nahrungsbedingungen (bezgl. Menge, Qualität) für Cladoceren.
A21	MCM<=2, MCM<0, CGI<4	Der MCM-Index ist sehr niedrig (<=2, <0), d.h. die Cladoceren sind groß (>12 µg/Ind TM). Sie üben einen geringen Fraßdruck aus. Nur geringer Prädationsdruck durch Fische, evtl. am Beginn einer Wachstumsphase mit wenigen großen Adulten.
A22	MCM>=6, CGI>=5	Der MCM-Index ist sehr hoch (>=6), d.h. die Cladoceren sind klein (<1,5 µg/Ind TM). Sie haben trotzdem ein hohes Grazing-Potential (CGI>=5). Hoher Prädationsdruck durch Fische und/oder abiotischer Stress sind mögliche Ursachen. Während intensiver Wachstumsphasen (z.B. Frühjahr) kann auch die Dominanz von Juvenilstadien verantwortlich sein.
A23	MCM<=2, MCM<0, CGI>=5	Der MCM-Index ist sehr niedrig (<=2, <0), d.h. die Cladoceren sind groß (>12 µg/Ind TM). Sie üben einen starken Fraßdruck aus (CGI>=5). Nur geringer Prädationsdruck durch Fische.
A24	RaubClad>30%	Hoher Anteil von Raub-Cladoceren an der Cladoceren-Biomasse (>30%).

Die Ergebnisse werden auch als Bestandteil des Zooplankton-Steckbriefs (Sommer) ausgegeben.

6 Visualisierung der Ergebnisse und Interpretationshilfen

Die gleichzeitige Darstellung der verschiedenen Zooplankton-Grazing-Indizes ist mithilfe eines mehrdimensionalen Radardiagramms möglich. Bei entsprechender Wahl des Layouts kann die Größe und der Grad der Überlappung der entstehenden Flächen beim Vergleich verschiedener Gewässer ein Maß für die unterschiedliche Ausprägung des Faktors Grazing hinsichtlich potentieller Grazing-Stärke, Anteil der Cladoceren und Ausmaß der Nahrungslimitation durch geringe Futterqualität unter Einbeziehung der mittleren Cladoceren-Masse (MCM) als Größenparameter darstellen. Eine Auswahl der wichtigsten numerischen Indexwerte wird mit dem Zooplankton-Steckbrief (Sommer) zusammen mit anderen charakteristischen Daten für jedes Seejahr auf Anforderung bereitgestellt.

6.1 Radardiagramme

Die Radardiagramme (Abbildung 3) beinhalten sechs ausgewählte PhytoLoss-Indizes (Z/P, MGI, CGI, FQI, FQIC, MCM), die auf einer Skala von 0 bis 7 einheitlich aufgetragen werden. Sie können im Modul menügesteuert automatisch für 11x4 Termine erzeugt werden und dienen der schnellen vergleichenden Betrachtung und Einschätzung der Ergebnisse von verschiedenen Gewässern bzw. Seenjahren. Bei mehr als 44 Datensätzen können weitere Abbildungen durch

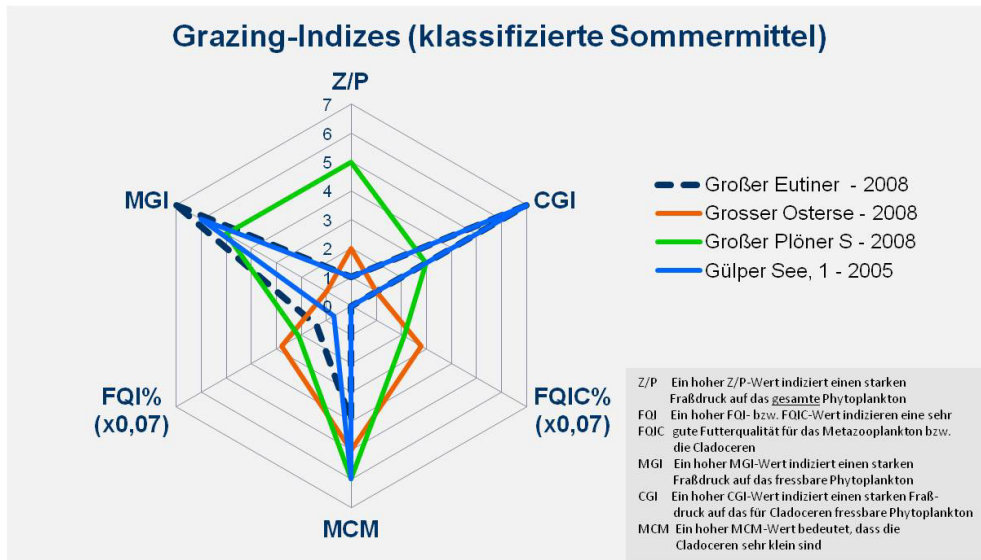


Abbildung 3: Beispiel der parallelen Ausgabe von ausgewählten PhytoLoss-Indizes vergleichend für vier Gewässer als vom Programm-Modul generiertes Radardiagramm

manuelles Kopieren erzeugt werden. Der Name der Vorlage darf für den weiteren Gebrauch nicht verändert werden. Die Datei muss sich immer im Projektverzeichnis befinden. Hinweise zur Interpretation befinden sich auch auf dem Arbeitsblatt „Interpretationshilfe“ der Vorlagedatei.

Vorlagedatei: PhytoLoss_Vorlage_RadarDiagramme_Okt2014.xls

In Abbildung 4 sind typische Formen von Radardiagrammen abgebildet, die unterschiedliche Systemzustände repräsentieren. Von links nach rechts nimmt der Grazing-Einfluss stark zu. Die unterschiedlichen Ausprägungen in den beiden unteren Zeilen basieren auf den beiden gegensätzlichen Gradienten für die Futterqualität und die mittlere Größe der Cladoceren (MCM). Dabei ist eine niedrige MCM-Klasse (=große Cladoceren!) kein Widerspruch zu niedrigen Grazing-Indizes (Z/P, MGI), wenn es sich dabei um einzelne, große Daphnien handelt. Letztlich ist immer der CGI entscheidend. Die Muster in der mittleren Zeile sind durch kleine Cladoceren (Fischprädation?) und eine besonders geringe Futterqualität des Phytoplanktons geprägt. In der unteren Zeile ist insbesondere die

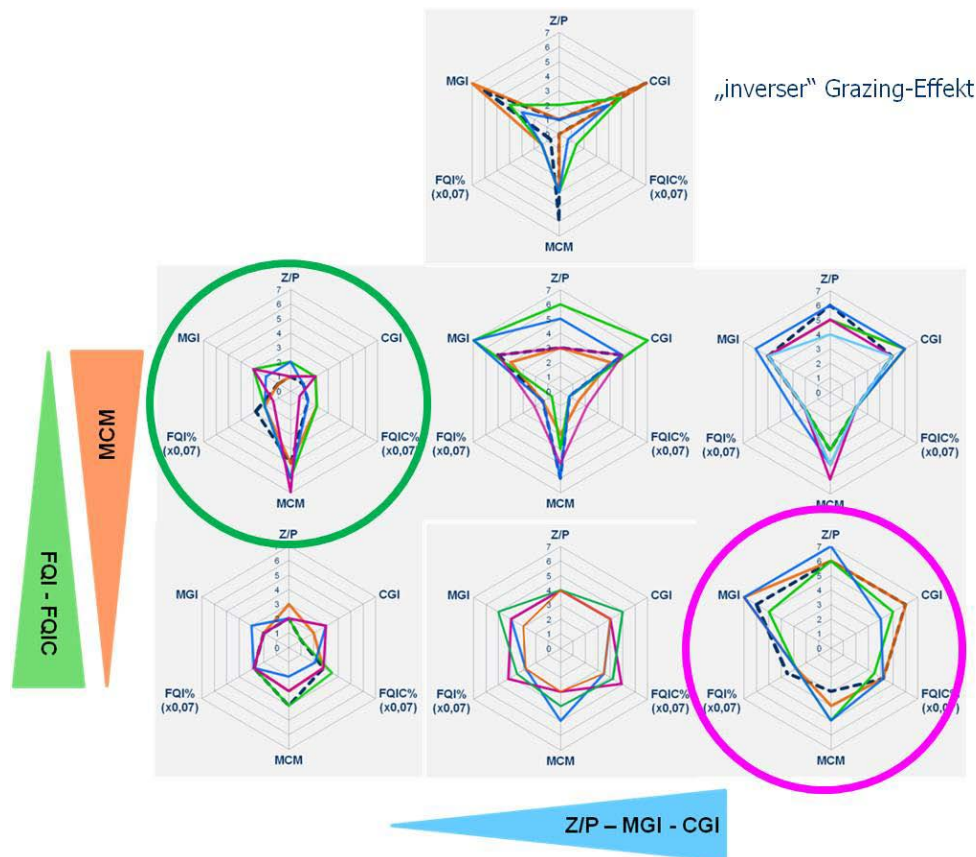


Abbildung 4: Verschiedene Muster der Radardiagramme in Relation zur Ausprägung der verwendeten PhytoLoss-Indizes. Die farbig eingezeichneten Dreiecke geben dabei die Richtung der Index-Gradienten an. Lila: starker Grazing-Einfluss, mittlere bis hohe Futterqualität, mittlere bis große Cladoceren; Grün: geringer Grazing-Einfluss, sehr geringe Futterqualität, sehr kleine Cladoceren

Futterqualität für die Cladoceren (FQIC) im Sommer deutlich besser. Das Muster in der oberen Zeile symbolisiert eine extreme Ausprägung mit einem möglicherweise inversen Grazing-Effekt.

Die eingekreisten Diagramme stellen Extremata des mit Radardiagrammen darstellbaren Grazing-Einflusses dar:

- a) starker Grazing-Einfluss, mittlere bis hohe Futterqualität, mittlere bis große Cladoceren (lila Kreis)
- b) geringer Grazing-Einfluss, sehr geringe Futterqualität, sehr kleine Cladoceren (grüner Kreis)
- c) inverser Grazing-Effekt (oberes Diagramm)

6.2 Zooplankton-Steckbrief (Sommer)

Es handelt sich bei dem Zooplankton-Steckbrief (Sommer) um eine Zusammenstellung der wichtigsten charakteristischen Daten zum Gewässer mit den wichtigsten PhytoLoss-Indizes, inklusive des automatischen Kommentars und des zugehörigen Radardiagramms. Durch diese komprimierte Darstellung soll die Interpretation mit Bezug auf die generellen Seeigenschaften erleichtert werden. Der

Steckbrief kann immer nur für einzelne Seenjahre erzeugt werden. Alle Werte sind für die wichtige Gruppe der Cladoceren in den unterschiedlichen Kategorien mit einer Schriftgröße von 20 Punkt formatiert, so dass durch ihre Größe der gegenseitige Bezug besonders hervorgehoben wird. Der Name der Vorlage darf für den weiteren Gebrauch nicht verändert werden. Die Datei muss sich immer im Projektverzeichnis befinden.

Vorlagedatei: PhytoLoss_Vorlage_StckbrfZoo_Nov2014.xls

6.2.1 Farbschema

- Hellgelb: charakteristische Werte
- Grün: Phytoplankton-Biovolumen
- Blau: Futterqualität
- Rosa, Orange: Metazooplankton-BV, MCM
- Gelb: Grazing-Indizes

Extreme Werte (Effektklasse >5) der Grazing-Indizes, der Differenz zwischen CGI und Z/P sowie des MCM werden durch eine bedingte Formatierung automatisch anstatt in Gelb bzw. Orange in der Farbe Pink hervorgehoben.

6.2.2 Aufbau

Die Abbildung innerhalb des Steckbriefs zur „Differenz zwischen den Anteilen der Metazooplankton-Gruppen am Biovolumen und am MGI“ vergleicht den Anteil der Metazooplankton-Gruppen am gesamten Biovolumen des Metazooplanktons mit den partiellen MGIs. Es geht also um die Frage, inwieweit sich das Potential einer Gruppe für das Community-Grazing durch deren Anteil am Biovolumen vorhersagen lässt bzw. ob es in Folge geringer Nahrungsqualität zu starken Abweichungen kommt und welche Gruppe davon profitiert. Es werden die Differenzen zwischen den prozentualen Anteilen berechnet, auf 10 % gerundet und als Balkendiagramm dargestellt. Balkenwerte >10 % sollen nicht interpretiert werden. Ein größerer positiver/negativer Balken bedeutet, diese Gruppe hat eine stärkere/geringere Bedeutung für das Grazing-Potential als es ihrem Anteil an der Biomasse entspricht. Die Verwendung bei der Interpretation ist optional.

- **Obere linke Ecke**
Charakteristische Seendaten aus der PhytoSee-Datenbank übernommen.
Zum Vergleich gibt es hier Sichttiefe und Chlorophyll a-Konzentration
- **Obere linke Mitte**
Phytoplankton-Biovolumina (verschiedene Fraktionen) und Futterqualitätsfaktoren
- **Untere linke Mitte**
Grazing-Indizes, Differenz CGI – Z/P, partielle MGIs, spezifische Grazing-Indizes
- **Obere rechte Ecke**
Abbildung „Anteile der Zooplankton-Gruppen am Gesamt-Biovolumen“

- **Obere rechte Mitte**
Metazooplankton-Biovolumen, Abbildung „Differenz zwischen den Anteilen der Metazooplankton-Gruppen am Biovolumen und am MGI“ (gerundet auf 10%, positiv/negativ, s. Erläuterung weiter unten)
- **Untere rechte Mitte**
Anteile der Metazooplankton-Gruppen am Gesamt-Metazooplankton-Biovolumen, MCM und Raubcladoceren-Index (in % Cladoceren-Biovolumen)
- **Unten**
Automatischer Kommentar (unbearbeitet)
Abbildung „Radardiagramm der Sommermittel von 6 Grazing-Indizes“

Wichtiger Hinweis zur Eingabe

Die **Eingabe** erfordert den exakten Gewässernamen, wie in der Tabelle „Gewässername_SeeNr“ gespeichert, und die Angabe des Seenjahrens für welches das Sommermittel berechnet werden soll. Zuerst wird geprüft, ob die erforderlichen Daten zur Verfügung stehen. Dann erfolgt - mit einer gewissen zeitlichen Verzögerung - die Wahl des Verzeichnisses mit der Formatvorlage „PhytoLoss_Vorlage_StckbrfZoo_(Datum)“ für die Steckbriefe oder alternativ der Abbruch der Ausgabe. Der Vorlagensteckbrief ist so formatiert, dass der Druckbereich in Excel bereits den gesamten Steckbrief umfasst. Eine Druckausgabe z.B. als PDF-Druck, ohne den Namen der Vorlage zu ändern, ist so schnell möglich. Die Vorlagendatei muss vor dem erneuten Export wieder geschlossen werden.

6.3 Anwendung der PhytoLoss-Indizes – Beispiele

Die PhytoLoss-Grazing-Indizes können bei der Interpretation der trophischen Verhältnisse in einem Gewässer und insbesondere für die Abschätzung der Bedeutung von Nahrungsnetz-Interaktionen sehr hilfreich sein. Das soll im Folgenden kurz anhand einiger Beispiele demonstriert werden. Im Mittelpunkt stehen dabei die Cladoceren als die bedeutendste Gruppe des herbivoren Metazooplanktons.

6.3.1 Anmerkungen zum Gebrauch der PhytoLoss-Indizes

Im Folgenden einige Anmerkungen zum Gebrauch der PhytoLoss-Indizes:

1. Es handelt sich bei den PhytoLoss-Indizes um **Potentiale** und nicht um Messungen. Deshalb wird in den meisten Fällen für die Interpretation nicht die Verwendung der absoluten Werte der Grazing-Indizes empfohlen, sondern die logarithmisch-abgestuften Effektklassen von 1 bis 7.
2. Das Rechenmodell basiert wesentlich auf **Quotienten**. Wird der Wert im Nenner, hier die fressbare Phytoplankton-Fraktion, sehr klein, steigt der Gesamtwert stark mit einem nicht-linearen Verlauf an. Dies wird z.T. durch die logarithmische Skalierung der Effektklassen kompensiert.
3. Eine geringe Futterqualität steht nicht unbedingt im Widerspruch zu einer hohen Grazing-Effektstärke. Denn eine geringe fressbare Nahrungsmenge ist

in diesem Zusammenhang nicht die Ursache für die hohe Grazer-Biomasse, sondern deren Ergebnis. Die geringe Futterqualität wirkt sich erst mit **Zeitverzögerung** auf die Reproduktion des Metazooplanktons aus, während das Grazing-Potential eine Abschätzung des unmittelbar wirksamen Fraßdrucks der Herbivoren darstellt. Bevor sich eine Veränderung der Menge und Qualität der Nahrung in der Biomasse des Zooplanktons niederschlägt, muss mindestens ein kompletter Generationszyklus durchlaufen werden. Bei Daphnien kann sich also je nach Temperatur und Todesrate z.B. erst nach ca. einer Woche eine Erhöhung/Verminderung der Abundanz messen lassen.

4. Ein anderer Fall ist das **Klarwasserstadium**, wo einer hohen Cladoceren-Biomasse äußerst geringe Nahrungsmengen gegenüberstehen. Daraus ergibt sich dann rechnerisch ein extrem hohes Grazing-Potential (Effektklasse 7!). Das Klarwasserstadium ist der Endpunkt einer überstarken Ausbeutung der eigenen Nahrungsgrundlage, die immer eine Hungerphase für die Daphnien und die schnelle Entwicklung fraßresistenter Algen (z.B. Cyanobakterien, koloniale Grünalgen) mit geringer Futterqualität zur Folge hat.
5. In vielen Fällen ist nicht ein dominanter Faktor (Futterqualität, Nahrungsmenge, Prädation, etc.) alleine, sondern das **Zusammenwirken mehrerer Faktoren** für den Zusammenbruch einer Grazer-Population verantwortlich. Dabei reichen dann oft schon geringe Verschiebungen, um eine Veränderung des Systemzustands auszulösen.
6. Ein weiterer natürlicher Variationsfaktor sind **komplexe Verhaltensstrategien** einiger Herbivorenarten. In tiefen Seen kann sich z.B. *Daphnia hyalina* durch Vertikalwanderung tagsüber (während der Probenahme!) effektiv vor Räubern schützen, indem sie die phytoplanktonreichen, oberflächennahen Wasserschichten meidet. *Daphnia magna* ist u.a. durch Besonderheiten ihres Filtrationsapparates in der Lage auch Detritus am Gewässergrund von Flachseen als Nahrung zu verwerten, was so nicht in der Futterqualitätsmatrix berücksichtigt werden kann.
7. Viele Metazooplankter sind nicht im strengen Sinne herbivor, sondern omnivor. Wegen fehlender Detailkenntnisse zur Nahrungsbiologie der meisten Einzelarten wurden im PhytoLoss-Verfahren Nahrungsgilden verwendet. Der **Omnivorie** wurde bei der Gildendefinition und der Zuordnung von Futterqualitätsfaktoren in der Futterqualitätsmatrix Rechnung getragen. Die tatsächliche Komplexität der Nahrungsnetzbeziehungen läßt sich damit nur bedingt abbilden. Darüber hinaus werden große Gruppen potentieller Nahrungsorganismen, wie z.B. nicht-pigmentierte Bakterien oder Protozoen, im Gewässermonitoring gar nicht (quantitativ) erfasst und konnten deshalb nicht im PhytoLoss-Verfahren berücksichtigt werden.

Abgesehen von diesen Einschränkungen kann mithilfe der PhytoLoss-Indizes aber in vielen Situationen die Einschätzung der relativen Bedeutung von Grazing und Prädation als wichtige Interaktionen im Nahrungsnetz in Bezug auf die Entwicklung des Phytoplanktons besser durchgeführt werden. Weitere Vorteile sind bessere Möglichkeiten zum Vergleich zwischen verschiedenen Seen(typen) und zur graphischen Darstellung auf Grund der Skalierung der Effekte.

Der PhytoLoss „Zooplankton-Steckbrief (Sommer)“ dient als Zusammenfassung der Ergebnisse und Grundlage zur Interpretation der Phytoplankton-Zooplankton-Interaktion. Durch Auswahl der wichtigsten Parameter und Indizes im Kontext der charakteristischen Seendaten, inklusive des Radardiagramms und des automatisierten Kommentars, ergibt sich eine gute Übersicht zu wichtigen Aspekten der Funktion des pelagischen Nahrungsnetzes.

6.3.2 Allgemeine Hinweise zur Interpretation

Das Vorgehen bei der Interpretation richtet sich nach der Fragestellung. In jedem Fall ist eine erste Orientierung über die grundlegenden Verhältnisse in dem zu untersuchenden See zum gegebenen Zeitraum erforderlich (Mixis, Trophie, Temperatur/Jahreszeit, abiotische Stressoren, Dominanzverhältnisse im Plankton, etc.). Vereinfacht sind die Interpretationsmöglichkeiten, wenn z.B. offensichtlich kaum Zooplankton vorhanden ist (Z/P, MGI, CGI niedrig) oder umgekehrt eine sehr starke Dominanz und Biomasse von effektiven Filtrierern vorherrscht und alle Indizes fast denselben hohen Wert annehmen. Als Interpretationshilfe eignen sich die Indizes vor allem, wenn sie entweder Extremwerte annehmen, d.h. Effektklasse ist größer gleich 5 bzw. kleiner gleich 2, und/oder große Differenzen zwischen den Indexpaaren, z.B. FQI-FQIC, Z/P-MGI und CGI-Z/P auftreten.

Das Z/P-Verhältnis dient zur ersten Abschätzung der möglichen Grazing-Stärke. Ein niedriger Wert ist in eutrophen Gewässern im Sommer typisch, bedeutet aber nach dem hier verfolgten Ansatz nicht automatisch, dass das Zooplankton-Grazing keine Bedeutung hat. In den meisten Fällen ist die Biomasse des fraßresistenten Phytoplanktons so hoch, dass die Futterqualität des gesamten Phytoplanktons gering ist. Das kann anhand von P_{ed} und FQI überprüft werden. FQI-Werte $\leq 20\%$ kennzeichnen eine geringe und Werte oberhalb von ca. 60 % dagegen eine gute Futterqualität. Auch die absolute Phytoplankton-Biomasse kann einen Hinweis auf eine schlechte Futterqualität geben, weil insbesondere Filtrierer, je nach Körpergröße, unterhalb bestimmter kritischer Konzentrationen nicht mehr effektiv Nahrung zur Reproduktion aufnehmen können. Nach Lampert (1978) liegt z.B. der Schwellenwert zur Eiproduktion bei Daphnien bei ca. 0,4 mg/l Trockenmasse (ca. 4 mm³/l Biovolumen). Unter dauerhaft oligotrophen Bedingungen führt dies zur Dominanz von Copepoden und dem Verschwinden kleiner Cladoceren mit deutlich höheren Schwellenwerten aus dem Pelagial. Im PhytoLoss-Verfahren hat sich die Verwendung von ähnlichen Schwellenwerten noch nicht eindeutig bewährt und

muss weiter geprüft werden. Dabei könnten die langen Probenahmeabstände und alternative Nahrungsangebote (Bakterien, Detritus, Protozoen) eine Rolle spielen.

Beträgt die positive Differenz zwischen CGI und Z/P ("Diff_CGI_Z/P") mindestens 3 Effektklassen, ist dies ein „Warnsignal“ für einen inversen Grazing-Effekt, wie er in Kapitel 4.7 beschrieben wird. Da hier eine hohe Grazer-Biomasse nicht mehr das Phytoplankton kontrolliert, sondern „entkoppelt“ ist, kann von einem stark degradierten Systemzustand gesprochen werden. Dies geht mit einer niedrigen Futterqualität ($\leq 25\%$) einher, wie sie typischerweise in polytrophen Seen im Sommer auftritt (s. Beispiel Gülper See, Kapitel 6.3.3).

In dieser Situation ist es wichtig die Größenstruktur des Zooplanktons anhand des MCM, aber auch der dominanten Arten, zu betrachten. In Fällen, wie z.B. Dümmer 2010, wo der MCM hoch und von *Daphnia magna* bestimmt wurde, kann auch die für diese Spezies bekannte Verwendung benthischer Algen oder von Detritus als alternative Nahrungsquellen, die nicht im PhytoLoss-Verfahren erfasst wird, zu dem Missverhältnis zwischen den beiden Grazing-Indizes beitragen. Es hat sich aber gezeigt, dass so eine Situation nicht nur extrem selten, sondern angesichts des hohen Grazing-Drucks auch instabil ist. Typischerweise ist es aber genau umgekehrt, das filtrierende Cladoceren-Plankton ist im Sommer sehr klein (*Bosmina*, *Chydorus*, etc.) und weist neben anderen Indizien, z.B. „Verbüttung“ der Weißfischbestände, auf einen sehr hohen Fraßdruck durch planktivore Fische hin. Daraus lassen sich - je nach Einzelfall - Handlungsempfehlungen zur Fischereibewirtschaftung ableiten, um den MCM als Zielwert deutlich zu erhöhen. Um der Bedeutung solcher Entwicklungen auch in der PhytoLoss-Gesamtbewertung Rechnung zu tragen, wird als Endergebnis die Grazing-Effektstärke (GES) angegeben. Sie nimmt den höchsten Wert der beiden Indizes Z/P bzw. MGI an.

Eine andere Sichtweise auf die Nahrungsnetz-Interaktionen ist es nach den möglichen Gründen für das Fehlen von großen Cladoceren als Hauptfiltrierer zu fragen. Denn bei optimaler Futterqualität sind große Cladoceren gegenüber kleinen Arten physiologisch deutlich im Vorteil. Es sollten der Reihe nach die möglichen Hauptfaktoren geprüft werden, wie Seetyp/Hydrologie, Temperatur/Jahreszeit, Futtermenge, Futterqualität und Prädationsdruck durch Fische. Wünschenswert wäre auch eine Erfassung der nicht selten auftretenden Parasitierung oder Verpilzung ganzer Populationen, die ein schnelles Absterben bewirken kann, was aber nur selten in der Zooplankton-Analyse berücksichtigt wird.

Das Beispiel einer Winterprobe (Februar 2000) aus dem Großen Ratzeburger See (Süd) zeigt optimale Futterbedingungen für Cladoceren (FQIC= 100 %), trotzdem findet laut CGI kein Grazing durch Cladoceren statt. Die Erklärung liegt hier offensichtlich in den niedrigen Wassertemperaturen, die die Cladoceren-Entwicklung verhindern. Im Sommer wirken die Top-Down-Kontrolle durch Fische und die Bottom-Up-Kontrolle durch Nahrungsmenge und -qualität gleichzeitig auf die Cladoceren. Neben den PhytoLoss-Indizes kann die

Betrachtung der Plankton-Entwicklung im Frühjahr/Frühsummer (März–Mai) hilfreich sein, wenn Fischfraß noch keine Rolle spielt. Mithilfe der gilden-spezifischen Indizes kann jetzt der Aspekt der Nahrungsqualität und -menge differenzierter auch für andere Zooplankton-Gruppen als die Cladoceren eingeschätzt werden. Dieser Ansatz ist neu und es liegen bisher erst wenige Erfahrungen vor.

6.3.3 Beispiel: Gülper See – Typ 11.1 – Sommer 2008 (Abb. 5)

Der polymiktische Flachsee „Gülper See“ in Brandenburg liegt in einem bekannten Vogelschutzgebiet, ist aber als Gewässer im Sommer 2005 in einem hocheutrophen Zustand. Das spiegelt sich auch im hohen Metazooplankton-Biovolumen von $11,9 \text{ mm}^3/\text{l}$ und dem hohen Anteil der Rotatorien daran wider. Die Futterqualität für das Metazooplankton ist durch die starke Dominanz von Cyanobakterien sehr gering ($\text{FQI} = 10 \%$). Auf einzelne Zooplankton-Gruppen bezogen, ist der Anteil der fressbaren Biomasse so gering, dass die gerundete Futterqualität bei 0% liegt. Das gesamte Grazing-Potential ist trotzdem sehr hoch ($\text{MGI} = 6$). Die hohe Differenz zwischen dem Grazing-Index CGI und Z/P von 6 Effektklassen weist hier deutlich auf einen inversen Grazing-Effekt hin, wie sich auch an der Sternform des Radardiagramms ablesen lässt. Den größten Beitrag am Community Grazing Potential haben die Cladoceren, hier hauptsächlich die kleine Art *Chydorus sphaericus*, und die Rotatorien. Größere Herbivore, wie Daphnien oder Calanoide, fehlen ganz, was sich auch in einer hohen MCM-Effektklasse von 6 niederschlägt. Alles deutet auf einen extrem starken Prädationseffekt planktivorer Fische auf die Zusammensetzung des Metazooplanktons hin. Die „übrig gebliebenen“ kleinen Arten sind zahlreich vertreten, aber nicht in der Lage das Phytoplankton zu konsumieren. Im Gegenteil, durch starken Fraßdruck auf die fressbare Fraktion wird die Dominanz der nicht-fressbaren Cyanobakterien noch stabilisiert. Viele der kleinen Zooplankter sind zusätzlich in der Lage auf andere Nahrungsquellen, insbesondere heterotrophe Bakterien, zurückzugreifen.

6.3.4 Beispiel: Dümmer – Typ 11.2 – Sommer 2011 (Abb. 6)

Im Dümmer, ein großer polymiktischer Flachsee in Niedersachsen in einem Einzugsgebiet mit intensiver Landwirtschaft, weist das pelagische Nahrungsnetz im Sommer 2011 einige Besonderheiten auf, die im hocheutrophen Bereich eher ungewöhnlich sind. Schon die besondere Form des Radardiagramms ist ein Hinweis auf diese Situation. Das Metazooplankton-Biovolumen ist mit $21,8 \text{ mm}^3/\text{l}$ sehr hoch. Die Futterqualität liegt für das Metazooplankton, dass zu 94% aus Cladoceren besteht, gerundet bei 0% , ist also extrem niedrig. Das Grazing-Potential ist sehr hoch ($\text{MGI} = 7$) und die „Differenz CGI–Z/P“ liegt bei 4 Effektklassen, was auf einen inversen Grazing-Effekt hinweist (s.a. die Form des Radardiagramms). Die MCM-Klasse hat den Wert 2.

PhytoLoss: Zooplankton-Steckbrief (Sommer)

Übersicht und Darstellung der Sommermittel wichtiger Metazooplankton-Parameter

Name des Arbeitsblatts: "Grazing-Indizes und andere Parameter des Metazooplanktons im Sommermittel des Untersuchungsjahres"

Stand: 04. Oktober 2014

Copyright-Lizenz: BY-NC-SA

Bundesland	Brandenburg
Gewässername	Gölper See, 1
Gewässerart	Flusssee
LAWA-Seen-Subtyp	12
Schichtungsverhalten	polymiktisch
Untersuchungsjahr	2005
gemittelte Monate (N)	3
Zeitraum	24.06. - 07.10.
Sichttiefe (m)	0.27
Chlorophyll a (µg/l)	162.5
gemittelte Monate (N)	3
PSI-Wert	2.94

Phytoplankton

Gilden-Phyto-BV	62.993	mm ³ /l
fressbares Phyto-BV	8.507	mm ³ /l
fressb. Phyto-BV f. Clad.	1.025	mm ³ /l

Futterqualität (in %) des Phytoplanktons für

Metazooplankton (FQI)	10
Cladocera (FQIC)	0
Calanoida (o. Nauplien)	0
Rotatoria (FQIR)	0

Grazing-Indizes

	Effektklasse	
Grazing-Effektstärke (GES)	6	sehr stark
Z/P	1	18
MGI	6	584
Anteile der Gruppen am MGI (partieller MGI)	[%]	
pMGI_Cladocera	55	
pMGI_Copepoda	2	
pMGI_Rotatoria	43	

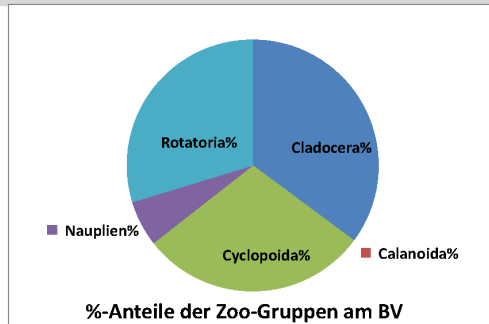
Differenz CGI - Z/P	6
---------------------	---

Spezifische Grazing-Indizes für Zoo-Gruppen

		[%]
CGI - Cladocera	7	1172
CalGI - Calanoida	0	0
RGI - Rotatoria	6	495

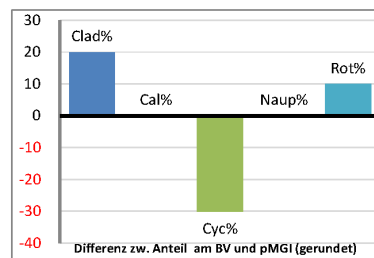
Automatisierter Kommentar

PhytoLoss-Modul Version 1.2. Ein inverser Grazing-Effekt ist möglich, d.h. der starke Fraßdruck der Cladoceren auf die kleine Fraktion fressbaren Phytoplanktons verbessert evtl. die Konkurrenzbedingungen für das dominante nicht-fressbare Phytoplankton. Die allgemeine Futterqualität ist sehr gering (FQI<20%). Rotatorien tragen wesentlich zum hohen Grazing-Potential bei. Die Metazooplankton-Biomasse ist hoch (>10 mm³/l BV). Hinweis auf hoch-eutrophe Bedingungen. Der MCM-Index ist sehr hoch (>6), d.h. die Cladoceren sind klein (<1,5µg/Ind TM). Sie haben trotzdem ein hohes Grazing-Potential (CGI>=5). Hoher Prädationsdruck durch Fische und/oder abiotischer Stress sind mögliche Ursachen. Während intensiver Wachstumsphasen (z.B. Frühjahr) kann auch die Dominanz von Juvenilstadien verantwortlich sein.



Metazooplankton

Gilden-Zoo-BV	11.890	mm ³ /l
---------------	--------	--------------------



Anteile der Gruppen am Biovolumen

	[%]
Cladocera	35
Copepoda	35
Rotatoria	30

Mittlere Cladoceren-Masse (MCM)

	Effektklasse	
MCM (Gilden-TM)	sehr stark	6
RaubCladoceren-Index	0	% Clad-BV

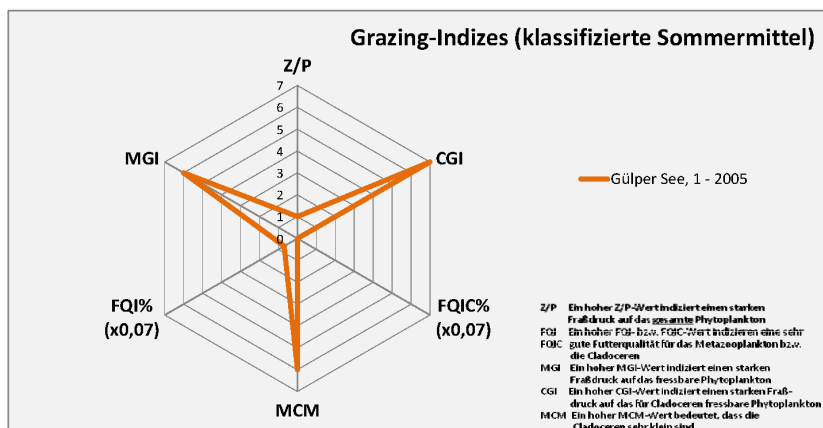


Abbildung 5: Beispiel der zusammenfassenden Ausgabe von ausgewählten PhytoLoss- und anderen Indizes durch den vom Programm-Modul automatisch generierten „Zooplankton-Steckbrief“, hier am Beispiel des Gölper Sees

Die starke Dominanz des großen Filtrierers *Daphnia pulicaria* über drei Sommermonate ist ein starker Indikator für einen sehr geringen Prädationsdruck durch planktivore Fische auf das Metazooplankton. Das hohe Grazing-Potential mit den geringen Mengen fressbarer Phytoplankton-Biomasse lässt im Dämmer auch keinen Raum für konkurrierende, weniger effektive Herbivore, wie insbesondere Rotatorien, die in hocheutrophen Situationen mit gleichzeitig starkem Prädationsdruck durch Fische in hohen Abundanzen vorkommen. Die hohe Biomasse der Daphnien über einen längeren Zeitraum bei geringer Futterqualität lässt sich nur im Zusammenhang mit dem Ausnutzen anderer Futterquellen (Detritus, heterotrophe Bakterien) sowie der evtl. unterschätzten Nutzung von bestimmten Cyanobakterien als Futter erklären. Allerdings ist bei geringer Mortalität durch Fische auch schon eine geringe Eiproduktion der Daphnien ausreichend, um hohe Bestände aufrecht zu erhalten.

6.3.5 Beispiel: Dobersdorfer See – Typ 14 – Sommer 2011 (Abb. 7)

Der Dobersdorfer See in Schleswig-Holstein weist mit einem Metazooplankton-Biovolumen von $3,3 \text{ mm}^3/\text{l}$ und einem Anteil der Cladoceren von 72 % die typischen Merkmale eines eutrophen Gewässers auf. Die Futterqualität für das Metazooplankton ist gering ($\text{FQI} = 20 \%$) und besonders niedrig für die Cladoceren mit einem FQIC von 10 %. Die Grazing-Effektstärke liegt mit 4 im mittleren Bereich und der Anteil der Cladoceren ist besonders stark ausgeprägt ($\text{pMGI_Clad} = 98 \%$ und spezifischer Grazing-Index = 5). Die „Differenz CGI – Z/P“ liegt bei 3 Effektklassen, was auf einen inversen Grazing-Effekt hinweist (s.a. die Form des Radardiagramms). Trotz guter Futterqualität können die Calanoiden keine größeren Bestände entwickeln ($\text{FQICal} = 60 \%$). Der Größenindex MCM liegt mit Effektklasse 4 im mittleren Bereich. Die Dominanz kleiner Cladoceren (*Daphnia cucullata*, *Ceriodaphnia quadrangula*) mit mittleren bis starken Grazing-Potential entspricht ganz dem eutrophen Muster in Seen mit sommerlicher Cyanobakterien-Dominanz. Die Höhe der Metazooplankton-Biomasse liegt aber schon fast im Bereich mesotropher Werte. Mit einer deutlichen Verringerung des Fraßdrucks durch Fische und stärkerer Präsenz von Makrophyten in Flachwasserbereichen könnte mittelfristig eine entscheidende Verbesserung der Situation erreicht werden.

PhytoLoss: Zooplankton-Steckbrief (Sommer)

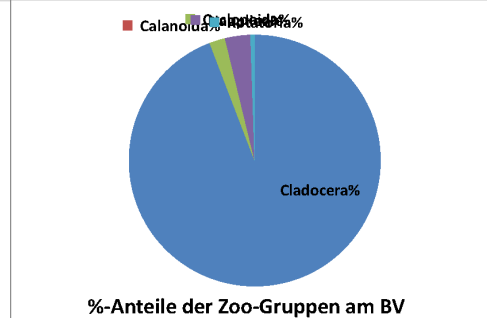
Übersicht und Darstellung der Sommermittel wichtiger Metazooplankton-Parameter

Name des Arbeitsblatts: "Grazing-Indizes und andere Parameter des Metazooplanktons im Sommermittel des Untersuchungsjahres"

Stand: 04. Oktober 2014

Copyright-Lizenz: BY-NC-SA

Bundesland	Niedersachsen
Gewässername	Dümmer, Olgahafen
Gewässerart	See
LAWA-Seen-Subtyp	11.2
Schichtungsverhalten	polymiktisch
Untersuchungsjahr	2011
gemittelte Monate (N)	2
Zeitraum	24.06. - 07.10.
Sichttiefe (m)	0.00
Chlorophyll a (µg/l)	89.0
gemittelte Monate (N)	2
PSI-Wert	2.95



Phytoplankton

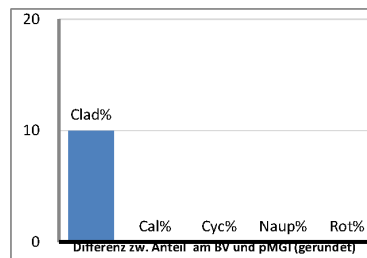
Gilden-Phyto-BV	65.095	mm3/l
fressbares Phyto-BV	1.766	mm3/l
fressb. Phyto-BV f. Clad.	1.355	mm3/l

Metazooplankton

Gilden-Zoo-BV	21.781 mm3/l
---------------	--------------

Futterqualität (in %) des Phytoplanktons für

Metazooplankton (FQI)	0
Cladocera (FQIC)	0
Calanoida (o. Nauplien)	0
Rotatoria (FQIR)	0



Grazing-Indizes

Effektklasse

Grazing-Effektstärke (GES)	7	sehr stark
Z/P	3	48
MGI	7	1324

Anteile der Gruppen am MGI (partieller MGI)

pMGI_Cladocera	100
pMGI_Copepoda	0
pMGI_Rotatoria	0

Anteile der Gruppen am Biovolumen

Cladocera	94
Copepoda	5
Rotatoria	1

Differenz CGI - Z/P

4

Spezifische Grazing-Indizes für Zoo-Gruppen

[%]

CGI - Cladocera	7	1400
CalGI - Calanoida	0	0
RGI - Rotatoria	1	9

Mittlere Cladoceren-Masse (MCM)

Effektklasse

MCM (Gilden-TM)	gering	2
RaubCladoceren-Index	0	% Clad-BV

Automatisierter

Kommentar

PhytoLoss-Modul Version 1.2. WARNUNG: für das Sommermittel standen nur 2 Einzelwerte zur Verfügung. Mindestens ein absoluter Grazing-Indexwert (Z/P, MGI) ist unrealistisch hoch (evtl. Klarwasserstadium)! Mittelwertbildung (Einzelwerte!) überprüfen und nicht zur Berechnung verwenden. Ein inverser Grazing-Effekt ist möglich, d.h. der starke Fraßdruck der Cladoceren auf die kleine Fraktion fressbaren Phytoplanktons verbessert evtl. die Konkurrenzbedingungen für das dominante nicht-fressbare Phytoplankton. Die allgemeine Futterqualität ist sehr gering (FQI<20%). Der Cladoceren-Anteil an der Biomasse ist sehr hoch (>=70%). Hinweis auf Sonderbedingungen! Die Metazooplankton-Biomasse ist hoch (>10 mm3/l BV). Hinweis auf hoch-eutrophe Bedingungen. Der MCM-Index ist sehr niedrig (<=2, <0), d.h. die Cladoceren sind groß (>12 µg/Ind TM). Sie üben einen starken Fraßdruck aus aus (CGI>=5). Nur geringer Prädationsdruck durch Fische.

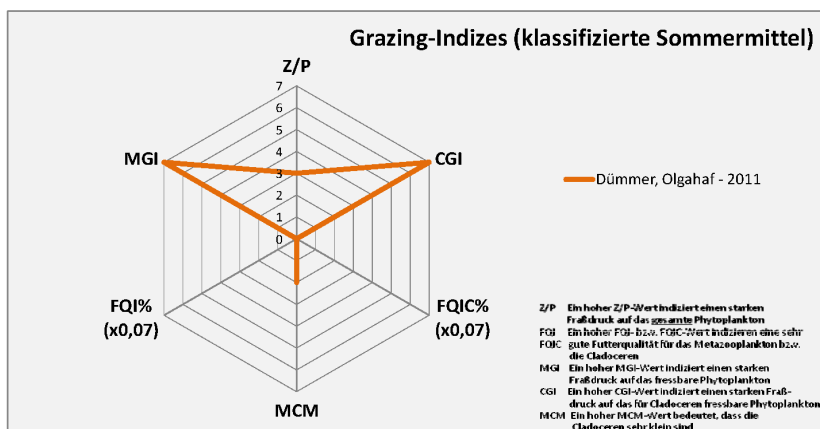


Abbildung 6: Beispiel der zusammenfassenden Ausgabe von ausgewählten PhytoLoss- und anderen Indizes durch den vom Programm-Modul automatisch generierten „Zooplankton-Steckbrief“, hier am Beispiel des Dümmer

PhytoLoss: Zooplankton-Steckbrief (Sommer)

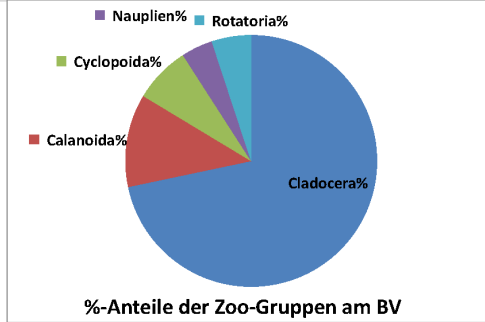
Übersicht und Darstellung der Sommermittel wichtiger Metazooplankton-Parameter

Name des Arbeitsblatts: "Grazing-Indizes und andere Parameter des Metazooplanktons im Sommermittel des Untersuchungsjahres"

Stand: 04. Oktober 2014

Copyright-Lizenz: BY-NC-SA

Bundesland	Schleswig-Holstein
Gewässername	Dobersdorfer See vor Schlesien, tiefste Stelle
Gewässerart	See
LAWA-Seen-Subtyp	14
Schichtungsverhalten	polymiktisch
Untersuchungsjahr	2011
gemittelte Monate (N)	3
Zeitraum	24.06. - 07.10.
Sichtiefe (m)	0.83
Chlorophyll a (µg/l)	56.8
gemittelte Monate (N)	3
PSI-Wert	2.90



Phytoplankton

Gilden-Phyto-BV	11.571	mm3/l
fressbares Phyto-BV	2.127	mm3/l
fressb. Phyto-BV f. Clad.	1.370	mm3/l

Metazooplankton

Gilden-Zoo-BV	3.301	mm3/l
---------------	-------	-------

Futterqualität (in %) des Phytoplanktons für

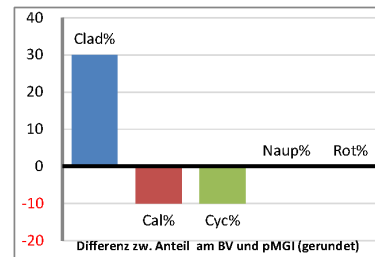
Metazooplankton (FQI)	20
Cladocera (FQIC)	10
Calanoida (o. Nauplien)	60
Rotatoria (FQIR)	10

Grazing-Indizes

	Effektklasse	
Grazing-Effektstärke (GES)	4	mittel
Z/P	2	30
MGI	4	125

Anteile der Gruppen am MGI (partieller MGI)

pMGI_Cladocera	98
pMGI_Copepoda	2
pMGI_Rotatoria	1



Anteile der Gruppen am Biovolumen

Cladocera	72
Copepoda	23
Rotatoria	5

Differenz CGI - Z/P	3
---------------------	---

Spezifische Grazing-Indizes für Zoo-Gruppen

CGI - Cladocera	5	171
CalGI - Calanoida	1	7
RGI - Rotatoria	1	12

Mittlere Cladoceren-Masse (MCM)

	Effektklasse	
MCM (Gilden-TM)	mittel	4
RaubCladoceren-Index	1	% Clad-BV

Automatisierter

Kommentar

PhytoLoss-Modul Version 1.2. Ein inverser Grazing-Effekt ist möglich, d.h. der starke Fraßdruck der Cladoceren auf die kleine Fraktion fressbaren Phytoplanktons verbessert evtl. die Konkurrenzbedingungen für das dominante nicht-fressbare Phytoplankton. Die allgemeine Futterqualität ist sehr gering (FQI<20%). Sehr geringe Futterqualität für Cladoceren (FQIC=10%). Der Cladoceren-Anteil an der Biomasse ist sehr hoch (>70%). Hinweis auf Sonderbedingungen!

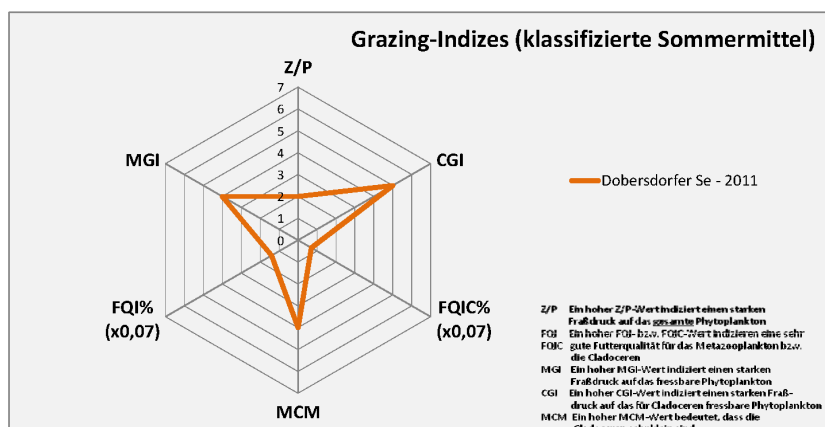


Abbildung 7: Beispiel der zusammenfassenden Ausgabe von ausgewählten PhytoLoss- und anderen Indizes durch den vom Programm-Modul automatisch generierten „Zooplankton-Steckbrief“, hier am Beispiel des Dobersdorfer Sees (vor Schlesien)

6.3.6 Beispiel: Plauer See – Typ 10.1 – Sommer 2007 (Abb. 8)

Der geschichtete Plauer See in Mecklenburg-Vorpommern weist im Sommer 2007 aus der Sicht des Metazooplanktons deutliche Merkmale einer relativ geringen Trophie auf: Das Biovolumen des Metazooplanktons liegt mit $2,2 \text{ mm}^3/\text{l}$ im mesotrophen Bereich und Copepoden dominieren deutlich mit 76 %. Die Futterqualität liegt im niedrigen bis mittleren Bereich mit einem FQI und FQIC von 30 %. Der Grazing-Effekt wird als stark, aber nicht sehr stark eingeschätzt (Z/P und MGI: Klasse 5). Die Cladoceren üben mit einem CGI von 5 einen starken Effekt auf ihre Nahrungsressourcen aus. Die MCM-Effektklasse 6 ist durch die Dominanz kleiner Cladoceren (*Bosmina coregoni*, *Daphnia cucullata*, *Diaphanosoma*) überraschend hoch, was sich im Radardiagramm in der nach unten gerichteten pfeilförmigen Spitze ausdrückt. Da große Cladoceren bei niedrigen Nahrungskonzentrationen als effektivere Konsumenten gelten, kann die Zusammensetzung des Metazooplankton im Plauer See nur als Resultat des Prädationsdrucks durch planktivore Fische betrachtet werden. Hier liegt ein großes Potential für eine weitere Trophieverbesserung.

6.3.7 Beispiel: Groß Glienicker See – Typ 13 – Sommer 2008 (Abb. 9)

Das Metazooplankton-Biovolumen im mesotrophen, dimiktischen Groß Glienicker See an der Grenze zwischen Berlin und Brandenburg liegt im Sommer 2008 bei $2,5 \text{ mm}^3/\text{l}$ und damit im mesotrophen Bereich. Es ist neben dem hohen Anteil der Cladoceren (46 %) durch einen besonders hohen Anteil der Calanoiden (37 %) am Biovolumen des Metazooplanktons gekennzeichnet. Das Phytoplankton-Biovolumen ist gering ($1,23 \text{ mm}^3/\text{l}$), hat aber eine relativ gute Futterqualität (FQI: 40 %, FQIC: 50 %). Die Grazing-Effektstärke ist mit Effektklasse 6 sehr hoch. Den großen Einfluss des Grazing teilen sich zu gleichen Teilen die Cladoceren (*Daphnia cucullata*, *Diaphanosoma brachyurum*) und der Calanoide *Eudiaptomus gracilis*. Die MCM-Effektklasse hat den Wert 5, was einen starken Prädationsdruck durch Fische signalisiert und sich im Radardiagramm durch die deutlich nach unten gerichtete Spitze ausdrückt. Ein Problem mit dem der See auch nach der Seentherapie (Phosphorfällung) und dem Übergang in den mesotrophen Zustand zu kämpfen hat. Wenn sich durch ein geeignetes Fischmanagement der Fraßdruck auf die Daphnien weiter verringern ließe, wäre mit der Etablierung größerer, effektiverer Arten (z.B. *D. pulicaria*) in kurzer Zeit zu rechnen, wodurch sich die Sichttiefe weiter deutlich erhöhen könnte und auch das Wachstum von Makrophyten gefördert würde.

PhytoLoss: Zooplankton-Steckbrief (Sommer)

Übersicht und Darstellung der Sommermittel wichtiger Metazooplankton-Parameter

Name des Arbeitsblatts: "Grazing-Indizes und andere Parameter des Metazooplanktons im Sommermittel des Untersuchungsjahres"
Stand: 04. Oktober 2014 Copyright-Lizenz: BY-NC-SA

Bundesland	Mecklenburg-Vorpommern
Gewässername	Plauer See, Mitte
Gewässerart	See
LAWA-Seen-Subtyp	10.1
Schichtungsverhalten	geschichtet
Untersuchungsjahr	2007
gemittelte Monate (N)	3
Zeitraum	24.06. - 07.10.
Sichtiefe (m)	2.07
Chlorophyll a (µg/l)	8.0
gemittelte Monate (N)	3
PSI-Wert	1.47

Phytoplankton		
Gilden-Phyto-BV	1.486	mm3/l
fressbares Phyto-BV	0.502	mm3/l
fressb. Phyto-BV f. Clad.	0.522	mm3/l

Futterqualität (in %) des Phytoplanktons für

Metazooplankton (FQI)	30
Cladocera (FQIC)	30
Calanoida (o. Nauplien)	40
Rotatoria (FQIR)	30

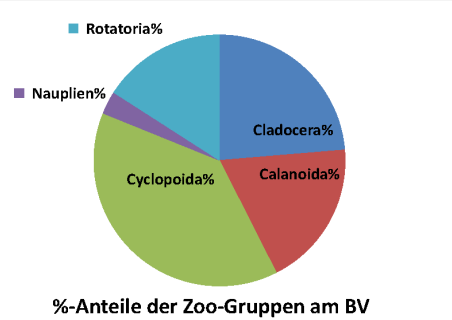
Grazing-Indizes

	Effektklasse
Grazing-Effektstärke (GES)	5 stark
Z/P	5 166
MGI	5 184
Anteile der Gruppen am MGI (partieller MGI)	[%]
pMGI_Cladocera	31
pMGI_Copepoda	63
pMGI_Rotatoria	6

Differenz CGI - Z/P	0
---------------------	---

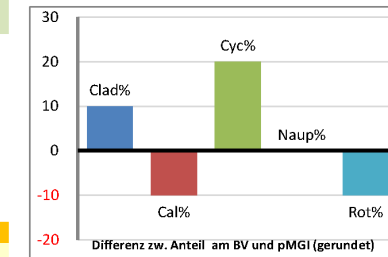
Spezifische Grazing-Indizes für Zoo-Gruppen

	[%]
CGI - Cladocera	5 181
CalGI - Calanoida	3 67
RGI - Rotatoria	2 30



Metazooplankton

Gilden-Zoo-BV	2.176 mm3/l
---------------	-------------



Anteile der Gruppen am Biovolumen	[%]
Cladocera	24
Copepoda	60
Rotatoria	16

Automatisierter Kommentar

PhytoLoss-Modul Version 1.2. Das Grazing-Potential ist hoch bis sehr hoch (GES>=5). Der MCM-Index ist sehr hoch (>=6), d.h. die Cladoceren sind klein (<1,5µg/Ind TM). Sie haben trotzdem ein hohes Grazing-Potential (CGI>=5). Hoher Prädationsdruck durch Fische und/oder abiotischer Stress sind mögliche Ursachen. Während intensiver Wachstumsphasen (z.B. Frühjahr) kann auch die Dominanz von Juvenilstadien verantwortlich sein.

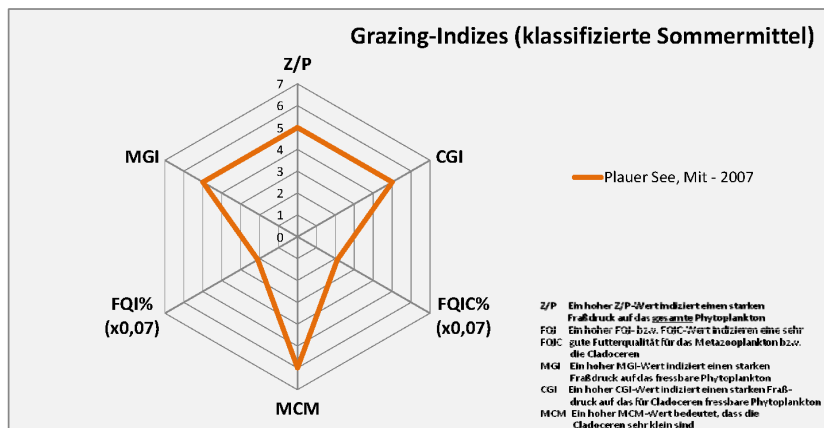


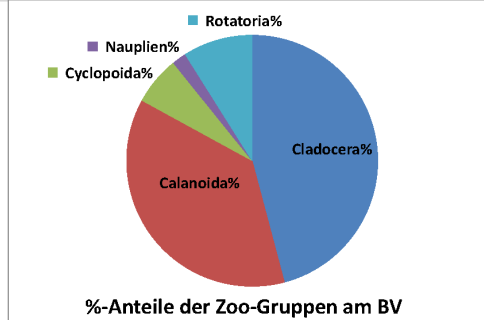
Abbildung 8: Beispiel der zusammenfassenden Ausgabe von ausgewählten PhytoLoss- und anderen Indizes durch den vom Programm-Modul automatisch generierten „Zooplankton-Steckbrief“, hier am Beispiel des Plauer Sees (Mitte)

PhytoLoss: Zooplankton-Steckbrief (Sommer)

Übersicht und Darstellung der Sommermittel wichtiger Metazooplankton-Parameter

Name des Arbeitsblatts: "Grazing-Indizes und andere Parameter des Metazooplanktons im Sommermittel des Untersuchungsjahres"
Stand: 04. Oktober 2014 Copyright-Lizenz: (CC) BY-NC-SA

Bundesland	Berlin
Gewässername	Groß Glienicker See, 1
Gewässerart	See
LAWA-Seen-Subtyp	13
Schichtungsverhalten	geschichtet
Untersuchungsjahr	2008
gemittelte Monate (N)	3
Zeitraum	24.06. - 07.10.
Sichttiefe (m)	3.10
Chlorophyll a (µg/l)	5.9
gemittelte Monate (N)	3
PSI-Wert	2.72



Phytoplankton		
Gilden-Phyto-BV	1.230	mm3/l
fressbares Phyto-BV	0.539	mm3/l
fressb. Phyto-BV f. Clad.	0.713	mm3/l

Metazooplankton	
Gilden-Zoo-BV	2.485 mm3/l

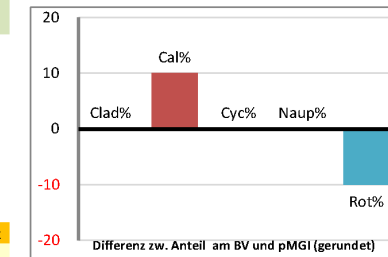
Futterqualität (in %) des Phytoplanktons für

Metazooplankton (FQI)	40
Cladocera (FQIC)	50
Calanoida (o. Nauplien)	30
Rotatoria (FQIR)	40

Grazing-Indizes

	Effektklasse	
Grazing-Effektstärke (GES)	6	sehr stark
Z/P	6	350
MGI	5	303

Anteile der Gruppen am MGI (partieller MGI)	
pMGI_Cladocera	44
pMGI_Copepoda	54
pMGI_Rotatoria	3



Anteile der Gruppen am Biovolumen	
Cladocera	46
Copepoda	45
Rotatoria	9

Differenz CGI - Z/P	0
---------------------	---

Spezifische Grazing-Indizes für Zoo-Gruppen

CGI - Cladocera	5	306
CalGI - Calanoida	6	394
RGI - Rotatoria	3	80

Mittlere Cladoceren-Masse (MCM)

	Effektklasse	
MCM (Gilden-TM)	stark	5
RaubCladoceren-Index	13	% Clad-BV

Automatisierter Kommentar

PhytoLoss-Modul Version 1.2. Das Grazing-Potential ist hoch bis sehr hoch (GES>=5). Herbivore calanoiden Copepoden tragen wesentlich zum hohen Grazing-Potential bei.

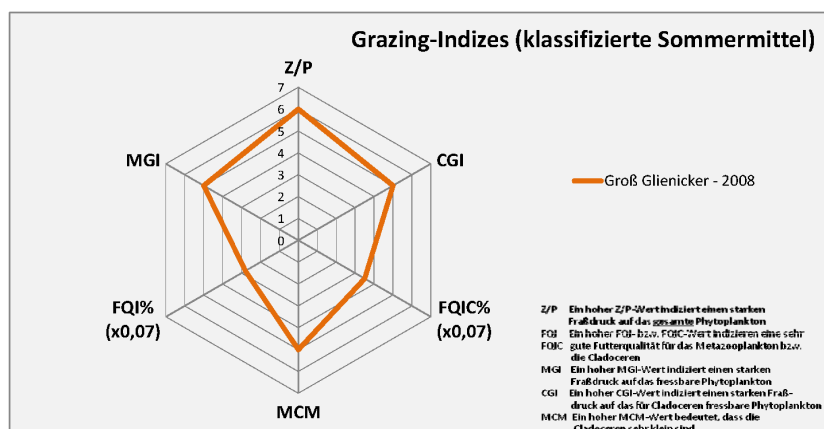


Abbildung 9: Beispiel der zusammenfassenden Ausgabe von ausgewählten PhytoLoss- und anderen Indizes durch den vom Programm-Modul automatisch generierten „Zooplankton-Steckbrief“, hier am Beispiel des Groß-Glienicker Sees

6.3.8 Beispiel: Kulkwitzer See – Typ 13k – Sommer 2009 (Abb. 10)

Der geschichtete Kulkwitzer See bei Dresden ist ein ehemaliger Tagebausee, der jetzt in einem oligotrophen Zustand ist. Das Metazooplankton-Biovolumen im Sommer 2009 liegt im Nordbecken mit $1,1 \text{ mm}^3/\text{l}$ im mesotrophen Bereich an der Grenze zur Oligotrophie. Es setzt sich zu fast gleichen Teilen aus Cladoceren (52 %) und Copepoden (41 %) zusammen. Das Phytoplankton-Biovolumen ist mit $0,3 \text{ mm}^3/\text{l}$ sehr gering, hat aber eine hohe Futterqualität (FQI: 50 %), insbesondere für die Cladoceren (FQIC: 60 %). Vor dem Hintergrund der durch das Metazooplankton indizierten Mesotrophie erscheint die Dominanz der Cladoceren nicht ungewöhnlich. Würde man von starker Oligotrophie ausgehen (Phytoplankton-Biovolumen!) wäre eine noch stärkere Dominanz der Copepoden zu erwarten. Das Nahrungsangebot ist offensichtlich für Cladoceren noch ausreichend. Der Grazing-Effekt ist erwartungsgemäß sehr stark (Effektklasse 6) und trägt zu der hohen mittleren, sommerlichen Sichttiefe von über 10 m bei. Die wichtigsten Grazer sind *Daphnia rosea* (= *Daphnia longispina*), eine mittelgroße Daphnien-Art, und der Calanoide *Eudiaptomus gracilis*. Die Größenstruktur der Cladoceren ergibt eine MCM-Effektklasse von 3, d.h. Fischprädation ist nur schwach ausgeprägt. Das Radardiagramm zeigt eine ausgewogene Struktur ohne Spitzen.

6.3.9 Beispiel: Hopfensee – Typ 2+3 – Sommer 2007 (2 Termine) (Abb. 11)

Der geschichtete Hopfensee in Bayern hat ein ähnlich hohes Metazooplankton-Biovolumen wie der mesotrophe Groß-Glienicker See. Die Zusammensetzung des Metazooplankton-Biovolumens mit einem Anteil der Cladoceren von 75 % signalisiert allerdings einen höheren Trophiegrad, das gleiche gilt auch für die Form des Radardiagramms, die sich dem eutrophen Typus nähert. Eine hohe Abundanz des Rädertiers *Keratella tecta*, das auch als Trophieindikator betrachtet wird, an einem Termin ($>1000 \text{ Ind/l}$) weist in die gleiche Richtung. Die Futterqualität für das gesamte Metazooplankton und die Cladoceren im Speziellen liegt nur bei 30 % (FQI, FQIC). Der Wert für die Calanoiden ist deutlich höher (60 %), schlägt sich aber nicht in einem signifikanten Anteil am Biovolumen nieder (2 %). Die Grazing-Effektstärke ist stark, aber nicht sehr stark ausgeprägt. Der Wert der MCM-Effektklasse liegt bei 5 und deutet auf einen starken Prädationsdruck durch Fische hin. Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang das hohe Biovolumen der sehr kleinen und streng litoralen Cladocere *Ilyocryptus agilis*. Sie ist kein Filtrierer im engeren Sinne und könnte das Ergebnis der PhytoLoss-Berechnungen deutlich verfälscht haben, weil die Voraussetzungen nicht gegeben sind. Die Dominanz von *Ilyocryptus* in den Proben spricht deutlich für Flachsee-Bedingungen mit Makrophyten anstatt für einen geschichteten See, falls die Probenahme repräsentativ für den See war.

PhytoLoss: Zooplankton-Steckbrief (Sommer)

Übersicht und Darstellung der Sommermittel wichtiger Metazooplankton-Parameter

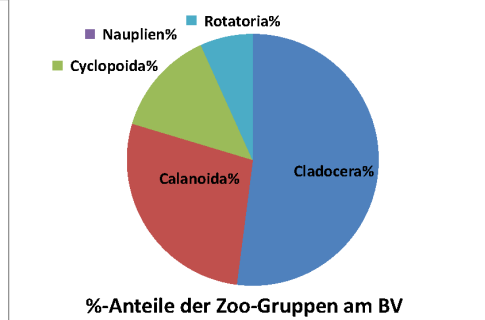
Name des Arbeitsblatts: "Grazing-Indizes und andere Parameter des Metazooplanktons im Sommermittel des Untersuchungsjahres"

Stand: 04. Oktober 2014

Copyright-Lizenz:



Bundesland	Sachsen
Gewässername	Kulkwitzer See, Nord
Gewässerart	Tagebausee
LAWA-Seen-Subtyp	13k
Schichtungsverhalten	geschichtet
Untersuchungsjahr	2009
gemittelte Monate (N)	3
Zeitraum	24.06. - 07.10.
Sichtiefe (m)	10.40
Chlorophyll a (µg/l)	1.1
gemittelte Monate (N)	3
PSI-Wert	0.50

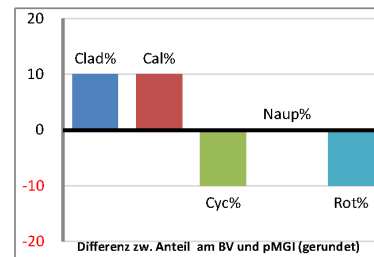


Phytoplankton		
Gilden-Phyto-BV	0.284	mm3/l
fressbares Phyto-BV	0.135	mm3/l
fressb. Phyto-BV f. Clad.	0.163	mm3/l

Metazooplankton	
Gilden-Zoo-BV	1.135 mm3/l

Futterqualität (in %) des Phytoplanktons für

Metazooplankton (FQI)	50
Cladocera (FQIC)	60
Calanoida (o. Nauplien)	40
Rotatoria (FQIR)	50



Grazing-Indizes

Effektklasse

Grazing-Effektstärke (GES)	6	sehr stark
Z/P	6	520
MGI	6	382

Anteile der Gruppen am MGI (partieller MGI)

pMGI_Cladocera	58
pMGI_Copepoda	40
pMGI_Rotatoria	1

Anteile der Gruppen am Biovolumen

	[%]
Cladocera	52
Copepoda	41
Rotatoria	7

Differenz CGI - Z/P	0
---------------------	---

Spezifische Grazing-Indizes für Zoo-Gruppen

[%]

CGI - Cladocera	6	432
CalGI - Calanoida	5	312
RGI - Rotatoria	3	55

Mittlere Cladoceren-Masse (MCM)

	Effektklasse
MCM (Gilden-TM)	schwach 3
RaubCladoceren-Index	0 % Clad-BV

Automatisierter Kommentar

PhytoLoss-Modul Version 1.2. Das Grazing-Potential ist hoch bis sehr hoch (GES>=5). Herbivore calanoidae Copepoden tragen wesentlich zum hohen Grazing-Potential bei.

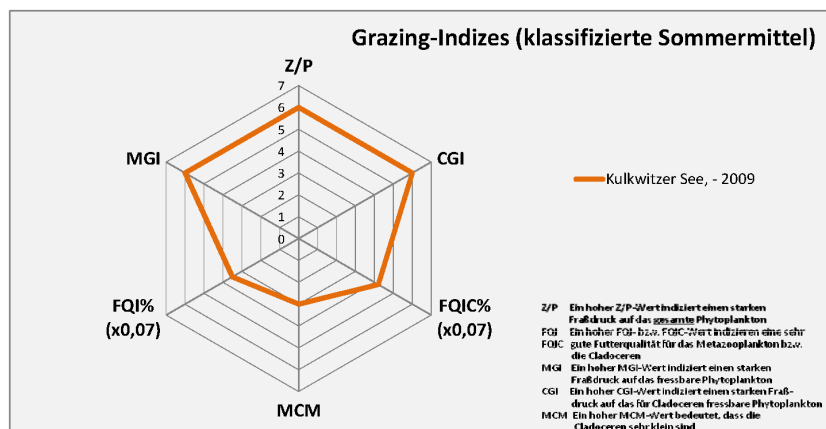


Abbildung 10: Beispiel der zusammenfassenden Ausgabe von ausgewählten PhytoLoss- und anderen Indizes durch den vom Programm-Modul automatisch generierten „Zooplankton-Steckbrief“, hier am Beispiel des Kulkwitzer Sees (Nord)

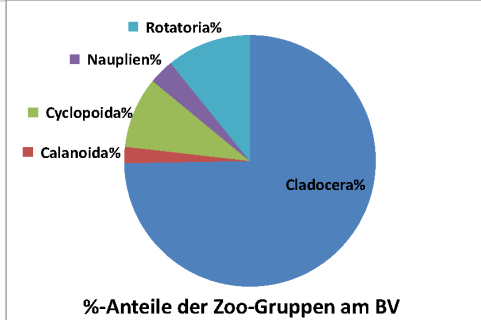
PhytoLoss: Zooplankton-Steckbrief (Sommer)

Übersicht und Darstellung der Sommermittel wichtiger Metazooplankton-Parameter

Name des Arbeitsblatts: "Grazing-Indizes und andere Parameter des Metazooplanktons im Sommermittel des Untersuchungsjahres"

Stand: 04. Oktober 2014 Copyright-Lizenz: BY-NC-SA

Bundesland	Bayern
Gewässername	Hopfensee (1231223000)
Gewässerart	See
LAWA-Seen-Subtyp	2+3
Schichtungsverhalten	geschichtet
Untersuchungsjahr	2007
gemittelte Monate (N)	2
Zeitraum	24.06. - 07.10.
Sichttiefe (m)	2.10
Chlorophyll a (µg/l)	31.1
gemittelte Monate (N)	2
PSI-Wert	2.76

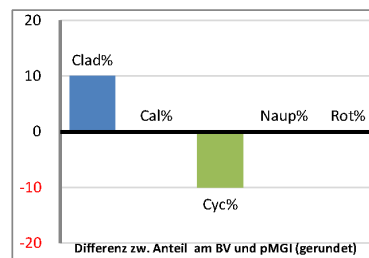


Phytoplankton		
Gilden-Phyto-BV	3.228	mm3/l
fressbares Phyto-BV	0.938	mm3/l
fressb. Phyto-BV f. Clad.	0.922	mm3/l

Metazooplankton	
Gilden-Zoo-BV	2.459 mm3/l

Futterqualität (in %) des Phytoplanktons für

Metazooplankton (FQI)	30
Cladocera (FQIC)	30
Calanoida (o. Nauplien)	60
Rotatoria (FQIR)	20



Grazing-Indizes	Effektklasse	
Grazing-Effektstärke (GES)	5	stark
Z/P	3	77
MGI	5	182

Anteile der Gruppen am MGI (partieller MGI)	[%]	
pMGI_Cladocera	86	
pMGI_Copepoda	3	
pMGI_Rotatoria	12	

Anteile der Gruppen am Biovolumen	[%]	
Cladocera	75	
Copepoda	14	
Rotatoria	11	

Differenz CGI - Z/P	2
---------------------	---

Spezifische Grazing-Indizes für Zoo-Gruppen	[%]	
CGI - Cladocera	5	199
CalGI - Calanoida	1	2
RGI - Rotatoria	2	25

Mittlere Cladoceren-Masse (MCM)	Effektklasse	
MCM (Gilden-TM)	stark	5
RaubCladoceren-Index	26	% Clad-BV

Automatisierter
Kommentar

PhytoLoss-Modul Version 1.2. WARNUNG: für das Sommermittel standen nur 2 Einzelwerte zur Verfügung. Der Cladoceren-Anteil an der Biomasse ist sehr hoch (>=70%). Hinweis auf Sonderbedingungen!

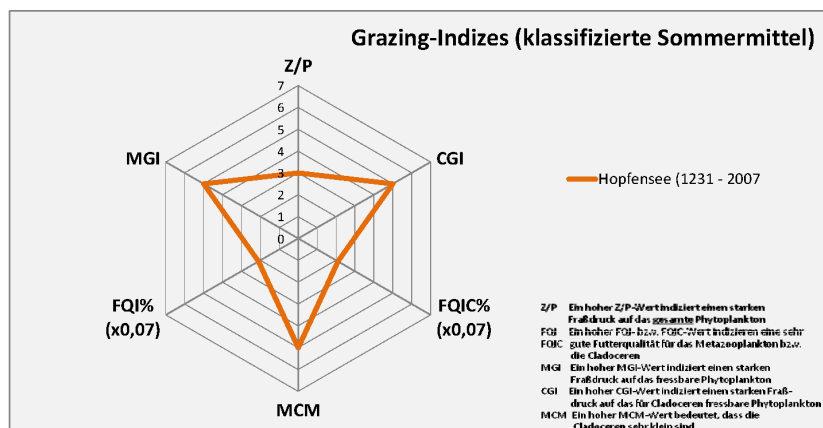


Abbildung 11: Beispiel der zusammenfassenden Ausgabe von ausgewählten PhytoLoss- und anderen Indizes durch den vom Programm-Modul automatisch generierten „Zooplankton-Steckbrief“, hier am Beispiel des Hopfensees

7 Ausblick

Das PhytoLoss-Verfahren nutzt in der vorliegenden Version Kenngrößen für das Zooplankton-Grazing und die Cladoceren-Masse, um die Interaktion zwischen dem Metazooplankton und dem Phytoplankton zu interpretieren. Dabei wird das gesamte indikative Potential, das in den erhobenen Analysedaten des Metazooplanktons steckt, bei weitem nicht voll ausgenutzt.

So wurde im Laufe der Bearbeitung die Fokussierung der Grazing-Indizes auf die Cladoceren, wie in der ersten Version von PhytoLoss, wieder fallen gelassen, weil sich anhand des Testdatensatzes zeigte, dass mit hoher indikativer Bedeutung auch andere Gruppen des Metazooplanktons z.T. erheblich zum Grazing-Potential beitragen können. Gilden(gruppen)-spezifische Grazing-Indizes, wie z.B. der RGI (Rotatorien-Grazing-Index) können das jetzt verdeutlichen. Auch die mit der Version 1.2 neu eingeführten partiellen MGI (pMGI_n) geben darüber Auskunft, wie stark der Beitrag der verschiedenen Gilden(gruppen) zum MGI ist, d.h. der potentiellen Grazing-Effektstärke bezogen auf das fressbare Phytoplankton. In knapp 20 % der Seenjahre (N=465) indizierten die gildenspezifischen Grazing-Indizes einen erheblichen Beitrag von anderen Gruppen als den Cladoceren.

Dieser Aspekt ist zentral für die Definition der zukünftigen Aufgaben. Sie umfassen im Einzelnen:

- die Prüfung und Bestimmung der Bandbreiten der Metriks und ihrer Klassifizierung, u.a. mithilfe der Radardiagramme, für verschiedene Seentypen, Referenz- und Degradations-zustände
- eine Feinjustierung und Überprüfung der automatischen Kommentare im Hinblick auf die Ableitung von Handlungsempfehlungen
- die Prüfung der Futterqualitätsindizes, insbesondere für Daphnien mithilfe der z.T. gleichzeitig vorhandenen Daten zu deren Gelegegrößen
- die Einbeziehung weiterer Zooplankton-Parameter, z.B. absolute und relative Biomasse, andere gildenspezifische Grazing-Indizes, in die Visualisierung und Validierung der Aussagen
- die Betrachtung von Vergleichszeiträumen, insbesondere des Frühjahrs (März-Juni), weil dann Fisch-Prädation ausgeschlossen werden kann

Durch die Einführung der Mindestbestimmungstiefe im Rahmen der OTL-MZ ist jetzt erstmalig die Möglichkeit gegeben, auch die Artenvielfalt des Metazooplanktons in einer nachvollziehbaren Art und Weise in die Analyse unterschiedlicher Systemzustände einzubeziehen. Schon in der aktuellen Version wird eine darauf basierende Gesamt-Artenzahl auf dem Arbeitsblatt „PL_TM_mg_L__Artzahl_Grossgruppe“ der Exportdatei ausgegeben. Hier bietet für die Zukunft gerade die Auswertung der Daten zu den Rotatorien ein großes

ungenutztes Potential, denn als artenreichste Metazooplankton-Gruppe mit verschiedenen Spezialisten stehen sie zugleich in einem scharfen, direkten Konkurrenzverhältnis zu den Cladoceren. Sobald der Fraßdruck durch Fische für die Cladoceren zu stark wird, reagieren sofort die Rotatorien mit einer Zunahme von Biomasse und Artenzahl. Eine umfassendere synoptische Auswertung der schon vorhandenen Metazooplankton-Daten verspricht neben einer Erweiterung in Bezug auf den Faktor Grazing auch eine bessere Abgrenzung gegenüber abiotischen Einflussgrößen, die sich auf die Artenzusammensetzung des Zooplanktons auswirken.

Über den bisherigen Ansatz von PhytoLoss hinaus, wo die relative Größe und Form der Algen wesentlich ihre Futterqualität bestimmen, bestünde durch die gute Datenbasis von PhytoSee und PhytoLoss auch die Möglichkeit statistisch zu prüfen, inwieweit auch andere in Laboruntersuchungen nachgewiesenermaßen wichtige Einflüsse auf die Futterqualität, wie insbesondere der P- oder N-Gehalt der Algenzellen, im Freiland eine Rolle spielen, und evtl. in PhytoLoss integriert werden können. Im Gegensatz zu Untersuchungen mit *Daphnia* fanden Ramos-Rodriguez & Conde-Porcuna (2003), dass *Cryptomonas*, die unter P- oder N-limitierenden Bedingungen wuchsen, eine höhere Futterqualität und ein besseres Wachstum bei *Keratella cochlearis* auslösten. Die auch im Freiland z.T. sehr häufigen und gut zu bestimmenden Arten/Gruppen *Daphnia-Keratella cochlearis*-Cryptomonaden wären ein guter Gruppen-Indikator, um den Einfluss der P- oder N-Limitation des Phytoplanktons auf dessen Futterqualität zu verifizieren. In der Konsequenz könnte ggf. das PhytoLoss-Verfahren modifiziert werden durch eine Anpassung der Futterqualitätsmatrix. Hier besteht die Möglichkeit die Gildendefinitionen und Futterqualitätsfaktoren zu verändern und eine quasi 3-dimensionale Berechnung durchzuführen, wo neben den Phytoplankton-Gilden noch deren potentieller Limitationszustand anhand von Gewässerdaten in die Berechnung integriert wird.

Entlang von Gradienten abiotischer Faktoren lassen sich erwartungsgemäß sensitive bzw. indikative Arten identifizieren. Diese Einflüsse, z.B. durch abiotische Stressoren und hydrologische Verhältnisse, sind bisher nicht systematisch analysiert worden. So können als stoffliche Stressoren pH (saure Tagebauseen), Verockerung, Huminstoffe, Insektizide (Agrar-Kleingewässer) und Schwermetalle (Bergbauseen) wirken. Ein Einfluss der unterschiedlichen Hydrologie in Flusseen, Flachseen, und Grundwasser gespeiste Seen auf das Zooplankton ist teils bekannt, doch dessen Wirkung auf die hier vorgestellten Indizes nicht quantifiziert. Durch eine geeignete Gruppierung der Gewässer könnte dies in einem Folgeprojekt in einer statistischen Analyse identifiziert und ggf. quantifiziert werden, um evtl. Gewichtungsfaktoren daraus abzuleiten. Gleichzeitig bietet sich eine Erweiterung des Verfahrens um Aspekte der Artenvielfalt und Bioindikation an, die die schon vorhandene Kombination von PhytoLoss-Datenbank und standardisierter Taxaliste (OTL-MZ) voll ausnutzt.

Eine weitere zentrale Aufgabe für die Zukunft ist die Konsolidierung des Größenparameters des Metazooplanktons, und speziell der Cladoceren, als wichtigster Indikator für den Prädationsdruck durch Fische und damit zugleich als Schlüsselfaktor für die Ableitung von Handlungsempfehlungen, z.B. im Bereich der Fischbewirtschaftung. Dazu sollte auf breiterer Datenbasis und durch die Verwendung von Daten zur Fischbiozönose eine Kalibrierung und Verbesserung des Zooplankton-Größenindex MCM vorgenommen werden. Der jetzt genutzte MCM ist ein einfacher Parameter, der nur die Cladoceren repräsentiert und zeitweise von demographischen Faktoren innerhalb der Cladoceren (Anteil von kleinen Jungtieren) beeinflusst wird. Es stehen jetzt mit der PhytoLoss-Datenbank aber bessere Daten zur Verfügung, die auch einen anderen statistischen Ansatz z.B. auf der Basis der Größenverteilung des gesamten Metazooplanktons oder anderer schon früher genutzter und aus der Literatur bekannter Indizes erlauben würden.

Für die Qualitätssicherung der Artdetermination ist aufgrund der weitgestreuten Literatur eine „Bestimmungshilfe Metazooplankton“ mit vielen Erläuterungen und Bildern zu erarbeiten. In die gleiche Richtung geht die Erweiterung der OTL-MZ durch Kommentare zur Bestimmbarkeit und den Bestimmungsmerkmalen einzelner kritischer Taxa (z.B. *Daphnia*-Hybride), die mit dem dafür schon reservierten Feld <KritTax> verlinkt werden können.

Auch die Implementierung standardisierter Biomassefaktoren für das Metazooplankton ist als weiterer Schritt zur Qualitätssicherung in einem zukünftigen Projekt durchzuführen.

8 Copyright

Die Operative Taxaliste Metazooplankton (OTL-MZ) mit den Arbeitsblättern „OTL-MZ_V1.1“, „Synonyme“ und „Legende_OTL-MZ“ wurde von Rainer Deneke und Gerhard Maier erstellt. Zusammen mit den anderen in dieser Arbeitsmappe enthaltenen Arbeitsblättern von Rainer Deneke und Ute Mischke mit den Dateneingabemasken für das PhytoLoss-Modul stehen sie unter der Creative-Commons-Lizenz Namensnennung - Nicht kommerziell - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 3.0. DEUTSCHLAND (CC BY-NC-SA 3.0 DE). Diese Lizenz gilt auch für die Software „PhytoLoss-Modul“. Um eine Kopie dieser Lizenz zu sehen, besuchen Sie:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/de>

Zur Qualitätssicherung werden das PhytoLoss-Modul, die Übergabeformate, die OTL-MZ sowie diese Verfahrensvorschrift mit einer Versionsnummer versehen, die stets mit dokumentiert werden sollte. Dadurch werden ggf. Änderungen in der Interaktionsmatrix (Gildendefinition, Futterqualitätsfaktoren) und bei anderen wichtigen Bestandteilen dieses Verfahrens kenntlich gemacht.

9 Literatur

9.1 Referenz-Bestimmungsliteratur für das Metazooplankton

Die hier gelistete Referenz-Bestimmungsliteratur ist für die Bestimmung der Taxa der Operativen Taxaliste Metazooplankton (OTL-MZ, Tabelle 12) verbindlich. Die Zuordnung erfolgt mithilfe der im Feld <Ref-Lit> angegebenen und aufgelösten Abkürzungen. Weitere Literaturquellen sind zur Bestimmung hilfreich und sinnvoll, aber nicht Gegenstand dieses Verfahrens.

- DON65** Donner, J. 1965. Ordnung Bdelloidea (Rotatoria, Rädertiere). In H. Franz (Hrsg.) Bestimmungsbücher zur Bodenfauna Europas Lfg. 6. Akademie-Verlag, Berlin: 297 S.
- EGG99** Eggers, T.O., A. Martens & K. Grabow, 1999. *Hemimysis anomala* Sars im Stichkanal Salzgitter (Crustacea: Mysidacea). *Lauterbornia* 35: 43-47.
- EIN93** Einsle, U. 1993. Crustacea, Copepoda, Calanoida und Cyclopoida. In J. Schwoerbel & P. Zwick (Hrsg.) Süßwasserfauna von Mitteleuropa 8, 4-1. G. Fischer, Stuttgart: 208 S.
- FLO72** Flößner, D. 1972. Kiemen- und Blattfüßer, Branchiopoda - Fischläuse, Branchiura. In M. Dahl & F. Peus (Hrsg.) *Die Tierwelt Deutschlands*. 60. Teil. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena: 501 S.
- FLO00** Flößner, D. 2000. Die Haplopoda und Cladocera (ohne Bosminidae) Mitteleuropas. Backhuys, Leiden: 440 S. (Nicht zur Bestimmung von *Diaphanosoma* und Chydoridae verwenden)
- JAN96** Janetzky, W., R. Enderle & W. Noodt 1996. Crustacea, Copepoda, Gelyelloida und Harpacticoida. In J. Schwoerbel & P. Zwick (Hrsg.) Süßwasserfauna von Mitteleuropa 8, 4-2. G. Fischer, Stuttgart: 227 S.
- JER11** Jersabek, Ch.D., G. Weithoff & T. Weisse 2011. *Cephalodella acidophila* n. sp. (Monogononta: Notommatidae), a new rotifer species from highly acidic mining lakes. *Zootaxa* 2939: 50–58.
- KOR92** Korovchinsky, N.M. 1992. Sididae & Holopediidae (Crustacea: Daphniiformes). In H.J.F. Dumont (Co.-Ed.) *Guides to the identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World* Vol. 3. SPB Academic Publishing, The Hague.
- KOS78** Koste, W. 1978. Rotatoria. Die Rädertiere Mitteleuropas. Ein Bestimmungswerk, begründet von Max Voigt. Überordnung Monogononta. 2. Aufl., Neubearb. v. Walter Koste. I. Textband, 63 Abb. 673 S., II. Tafelband, 234 Taf. Borntraeger, Berlin.
- LIE96** Lieder, U. 1996. Crustacea Cladocera/Bosminidae. In J. Schwoerbel & P. Zwick (Hrsg.) Süßwasserfauna von Mitteleuropa 8/2-3. G. Fischer, Stuttgart: 80 S.

- NOG02** Nogrady, T. & H. Segers (Eds) 2002. Rotifera. Vol. 6: Asplanchnidae, Gastro-podidae, Lintiidae, Microcodidae, Synchaetidae, Trochosphaeridae and Filinia. In H.J.F. Dumont (Co.-Ed.) Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World Vol. 18. Backhuys Publishers, Leiden: 264 pp.
- NOG95** Nogrady, T., R. Pourriot & H. Segers 1995. Notommatidae and Scaridiidae. Rotifera Vol. 3. In H.J.F. Dumont (Co.-Ed.) Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World Vol. 8. SPB Academic Publishing, Amsterdam.
- ORL01** Orlova-Bienkowskaja, M.Y. 2001. Cladocera: Anomopoda. Daphniidae: genus *Simocephalus*. In H.J.F. Dumont (Co.-Ed.) Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World Vol. 17. Backhuys Publishers, Leiden: 130 pp.
- RIV98** Rivier, I.K. 1998. The predatory Cladocera (Onychopoda: Podonidae, Polyphemidae, Cercopagidae) and Leptodoridae of the world. In H.J.F. Dumont (Co.-Ed.) Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World Vol. 13. Backhuys, Leiden.
- SEG95** Segers H. 1995. The Lecanidae (Monogononta). Rotifera Vol. 2. In H.J.F. Dumont (Co.-Ed.) Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World Vol. 6. SPB Academic Publishing, The Hague.
- SES10** Segers, H, S. Savatnalinton 2010. A critical re-evaluation of the Lecanidae of Thailand, with the description of a new species. International Review of Hydrobiology 95 (4-5): 343-351.
- SEW01** Segers, H.H., R.L. Wallace 2001. Phylogeny and classification of the Conochilidae (Rotifera, Monogononta, Flosculariacea). Zoologica Scripta 30: 37-48. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1463-6409.2001.00048.x>
- SMD93** Segers, H., G. Murugan, H.J. Dumont 1993. On the taxonomy of the Brachionidae: description of Plationus n. gen. (Rotifera, Monogononta). Hydrobiologia 268: 1-8. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00005736>
- SME96a** De Smet, W.H. 1996. The Proalidae (Monogononta). Rotifera Vol. 4. In H.J.F. Dumont (Co.-Ed.) Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World Vol. 9. SPB Academic Publishing, The Hague.
- SME96b** De Smet, W.H. & R. Pourriot 1996. The Dicranophoridae (Monogononta) and Theituridae. Rotifera Vol. 5. In H.J.F. Dumont (Co.-Ed.) Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World Vol. 12. SPB Academic Publishing, The Hague.
- SMI92** Smirnov, N.N. 1992. The Macrothricidae of the world. In H.J.F. Dumont (Co.-Ed.) Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World Vol. 1. SPB Academic Publishing, The Hague.

- SMI96** Smirnov, N.N. 1996. Cladocera: The Chydorinae and Sayciinae (Chydoridae) of the World. In H.J.F. Dumont (Co-Ed.) Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World Vol. 6. SPB Academic Publishing, The Hague.

9.2 Literatur zum PhytoLoss-Verfahren

- Benndorf, J., 1994. Sanierungsmaßnahmen in Binnengewässern: Auswirkungen auf die trophische Struktur. *Limnologica* 24: 121–135.
- Benndorf, J., 1995. Possibilities and limits for controlling eutrophication by biomanipulation. *Int. Rev. ges. Hydrobiol.* 80: 519–534.
- Black, A.R. & S.I. Dodson, 2003. Ethanol: a better preservation technique for *Daphnia*. *Limnol. Oceanogr. Methods* 1: 45-50.
- Böing, W., A. Wagner, H. Voigt, T. Deppe & J. Benndorf, 1998. Phytoplankton responses to grazing by *Daphnia galeata* in the biomanipulated Bautzen reservoir. *Hydrobiologia* 389: 101-114.
- Böttjer, D., C.E. Morales & U. Bathmann, 2010. Trophic role of small cyclopoid nauplii in the microbial food web: a case study in the coastal upwelling system off Central Chile. *Mar. Biol.* 157: 689-705.
- Bottrell, H. H., A. Duncan, Z. M. Gliwicz, E. Grygierek, A. Herzig, A. Hillbricht-Ilkowska, H. Kurasawa, P. Larsson & T. Weglenska, 1976. A review of some problems in zooplankton production studies. *Norw. J. Zool.* 24: 419-456.
- Brendelberger, H., 1985. Filter mesh-size and retention efficiency for small particles: comparative studies with Cladocera. *Arch. Hydrobiol. Beih. (Ergebn. Limnol.)* 21: 135-146.
- Brendelberger, H., M. Herbeck, H. Lang & W. Lampert, 1986. *Daphnia*'s filters are not solid walls. *Arch. Hydrobiol.* 107: 197-202.
- Brooks, J.L. & S.I. Dodson, 1965. Predation, body size and composition of plankton. *Science* 150: 28–35.
- Burns, C.W., 1968. The relationship between body size of filter-feeding Cladocera and the maximum size of particle ingested. *Limnol. Oceanogr.* 13: 675-678.
- DeMott, W.R., 1982. Feeding selectivities and relative ingestion rates of *Daphnia* and *Bosmina*. *Limnol. Oceanogr.* 27: 518-527.
- DeMott, W.R., 1985. Relations between filter mesh-size, feeding mode, and capture efficiency for cladocerans feeding on ultrafine particles. *Arch. Hydrobiol. Beih. (Ergebn. Limnol.)* 21: 125-134.
- DeMott, W.R., 1986. The role of taste in food selection by freshwater zooplankton. *Oecologia* 69: 1432-1439.

- DeMott, W.R., 1988. Discrimination between algae and artificial particles by freshwater and marine copepods. *Limnol. Oceanogr.* 33: 397-408.
- DeMott, W.R. & M.D. Watson, 1991. Remote detection of algae by copepods: responses to algal size, odors and motility. *J. Plankton Res.* 13: 1203-1222.
- Deneke, R., 2008. Möglichkeiten und Grenzen der Indikation ökologischer Zustände von Seen mithilfe des Zooplanktons. *Erweiterte Zusammenfassung der Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Limnologie (DGL) in Münster. Eigenverlag der DGL: 373–377.*
- Deneke, R., G. Maier & U. Mischke, 2014. Das PhytoLoss – Modul. Kurzanleitung. Stand: Dezember 2014. Im Auftrag der LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, Expertenkreis Seen), Projekt O8.12 (Projektmodul PhytoLoss), Bad Saarow: 32 S.
- DIN EN 15110. Wasserbeschaffenheit Anleitung zur Probenahme von Zooplankton in stehenden Gewässern (M 16).
- Dumont, H.J., 1977. Biotic factors in the population dynamics of rotifers. *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.* 8: 98-122.
- Dumont, H.J., I. Van de Velde & S. Dumont, 1975. The dry weight estimate of biomass in a selection of Cladocera, Copepoda and Rotifera from the plankton, periphyton and benthos of continental waters. *Oecologia* 19: 75-97.
- Ejsmont-Karabin, J., 1974. Studies on the feeding of planktonic polyphage *Asplanchna priodonta* GOSSE (Rotatoria). *Ekol. Pol.* 22: 311-317.
- EU-WRRL, 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 EU vom 22.12.2000 (L327/1).
- Fryer, G., 1957. The food of some freshwater cyclopoid copepods and its ecological significance. *J. Anim. Ecol.* 26: 263-286.
- Gannon, J.E. & R.S. Stemberger, 1978. Zooplankton (Especially Crustaceans and Rotifers) as Indicators of Water Quality. *Transactions of the American Microscopical Society*, 97 (1): 16-35.
- Geller, W. & H. Müller, 1981. The filtration apparatus of Cladocera: Filter mesh sizes and their implications on food selectivity. *Oecologia* 49: 316-321.
- Gilbert, J.J. & M.W. Durand, 1990. Effect of *Anabaena flos-aquae* on the ability of *Daphnia* and *Keratella* to feed and reproduce on unicellular algae. *Freshwat. Biol.* 24: 577-596.
- Gliwicz, Z.M., 1969. Studies on the feeding of pelagic zooplankton in lakes with varying trophic. *Ekol. Pol.* 36: 664-707.
- Gliwicz, Z.M., 1977. Food size election and seasonal succession of filter feeding zooplankton in an eutrophic lake. *Ekol. Pol.* 25: 179-225.

- Gliwicz, Z.M. & E. Siedlar, 1980. Food size limitation and algae interfering with food collection in *Daphnia*. *Arch. Hydrobiol.* 88: 155-177.
- Gophen, M. & W. Geller, 1984. Filter mesh size and food particle uptake by *Daphnia*. *Oecologia* 64: 408-412.
- Große, N., 2009. Bewertung von Zooplankton im Hinblick auf dessen Wirkung auf die Biofiltration in Trinkwassertalsperren. Endbericht 07.10.2009. ATT Arbeitsgemeinschaft Trinkwassertalsperren e.V., Dresden: 122 S.
- Hall, D.J., S.T. Threlkeld, C.W. Burns & P.H. Crowley, 1976. The Size-Efficiency Hypothesis and the Size Structure of Zooplankton Communities. *Annual Review of Ecology and Systematics* 7: 177–208.
- Hart, R.C. & B. Santer, 1994. Nutritional suitability of some uni-algal diets for freshwater calanoids: unexpected inadequacies of commonly used edible greens and others. *Freshwat. Biol.* 31: 109-116.
- Hawkins, P. & W. Lampert, 1989. The effect of *Daphnia* body size on filtering rate inhibition in the presence of a filamentous cyanobacterium. *Limnol. Oceanogr.* 34: 1084-1089.
- Heerkloß, R. & S. Hiawa, 1995. Feeding biology of two brachionid rotifers: *Brachionus quadridentatus* and *Brachionus plicatilis*. *Hydrobiologia* 313-314: 219-221.
- Hopp, U. & G. Maier, 2005a. Survival and development of five species of cyclopoid copepods in relation to food supply: experiments with algal food in a flow-through system. *Freshwat. Biol.* 50: 1454-1463.
- Hopp, U. & G. Maier, 2005b. Implications of the feeding limb morphology for herbivorous feeding in some freshwater cyclopoid copepods. *Freshwat. Biol.* 50: 742-747.
- Hopp, U., R. Bleher & G. Maier, 1997. Reproduction and adult longevity of five species of planktonic cyclopoid copepods reared on different diets: a comparative study. *Freshwat. Biol.* 38: 289-300.
- Jeppesen, E., J.P. Jensen, M. Søndergaard, T. Lauridsen, L.J. Pedersen & L. Jensen, 1997. Top-down control in freshwater lakes: the role of nutrient state, submerged macrophytes and water depth. *Hydrobiologia* 342/343: 151–164.
- Jeppesen, E., P. Nøges, T.A. Davidson, J. Haberman, T. Nøges, K. Blank, T.L. Lauridsen, M. Søndergaard, C. Sayer, R. Laugaste, L.S. Johansson, R. Bjerring, S.L. Amsinck, 2011. Zooplankton as indicators in lakes: a scientific-based plea for including zooplankton in the ecological quality assessment of lakes according to the European Water Framework Directive (WFD). *Hydrobiologia*, Vol. 676 (1): 279-297
- Jersabek, C.D. & M.F. Leitner, 2013. The Rotifer World Catalog. World Wide Web electronic publication, accessed February 2014. <http://www.rotifera.hausdernatur.at>
- Jersabek, C.D., W.H. De Smet, C. Fischer, D. Fontaneto, E. Michaloudi, R.L. Wallace, H. Segers, 2012. List of Available Names in Zoology, candidate part Phylum Rotifera,

species-group names established before 1 January 2000. 1) Completely defined names (A-list), 217 pp. and 2) incompletely defined names, with no types known (B-list), 53 pp.

Karabin, A., 1985. Pelagic zooplankton (Rotatoria + Crustacea) variation in the process of lake eutrophication II Modifying effect of biotic agents. Ecol. Pol. 33 :617-644.

Kotov, A., L. Forró, N.M. Korovchinsky & A. Petrusek, 2013. World checklist of freshwater Cladocera species. World Wide Web electronic publication. Available online at <http://fada.biodiversity.be/group/show/17>

Lampert, W., 1978. A field study on the dependance of fecundity of *Daphnia spec.* on food concentration. Oecologia (Berlin) 36: 363–369.

Lampert, W., 1982. Further studies on the inhibitory effects of the toxic blue-green *Microcystis aeruginosa* on the filtering rate of zooplankton. Arch. Hydrobiol. 95: 207-220.

Lampert, W., 1987. Laboratory studies on zooplankton-cyanobacteria interactions. New Z. J. mar. Freshwat. Res. 21: 483–490.

Lampert, W., 1988. The relative importance of food limitation and predation in the seasonal cycle of two *Daphnia* species. Verh. int. Ver. Limnol. 23: 713–718.

Lampert, W. & B.E. Taylor, 1985. Zooplankton grazing in a eutrophic lake: implications of diel vertical migration. Ecology 66 (1): 68-82.

Lampert, W. & U. Sommer, 1999. Limnoökologie. 2. Auflage. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York: 489 S.

Lampert, W., W. Fleckner, H. Rai & B.E. Taylor, 1986. Phytoplankton control by grazing zooplankton: a study on the spring clear-water phase. Limnology and Oceanography 31: 478–490.

LVLim, 2012. Leistungsverzeichnis für Limnologie (LVLim) - Gewässerökologische Untersuchungen. 2. überarbeitete Auflage. Eigenverlag der Deutschen Gesellschaft für Limnologie (DGL): 78 S. ISBN 978-3-9813095-1-5.

Maier, G. & H.B. Stich, 2012. Projekt Zooplankton. Länge, Volumen, Masse. Bericht des Instituts für Seenforschung 12. Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW)(Hrsg.): 37 S. ISSN 1437-0166

Mauch, E., U. Schmedtje, A. Maetze & F. Fischer, 2011. Taxaliste der Gewässerorganismen Deutschlands zur Kodierung biologischer Befunde. Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft (Hrsg.):

http://www.lfu.bayern.de/wasser/gewaesserqualitaet_fluesse/qualitaetssicherung/index.htm,

McCauley, E., 1984. The estimation of the abundance and biomass of zooplankton in samples. In J.A. Downing & F.H. Rigler (Eds.), A manual on methods for the assessment of secondary productivity in fresh waters. 2nd ed. Blackwell Scientific Publications, Oxford: p. 501.

- McQueen, D.J. & N.D. Yan, 1993. Metering filtration efficiency of freshwater zooplankton hauls. Reminders from the past. *J. Plankton Res.* 15: 57-65.
- Mischke, U., U. Riedmüller, E. Hoehn & B. Nixdorf, 2008. Praxistest zur Bewertung von Seen anhand des Phytoplanktons gemäß EU-WRRL. In U. Mischke & B. Nixdorf (Hrsg.), *Gewässerreport 10*, BTU Cottbus Aktuelle Reihe 2/2008: 7–115. ISBN 978-3-940471-06-2.
- Mischke, U., U. Riedmüller, E. Hoehn & B. Nixdorf, 2014. Verfahrensbeschreibung für die Bewertung von Seen mit dem Phyto-See-Index. Aktualisierung gemäß den Ergebnissen der Projekte des Länderfinanzierungsprogrammes O 3.06, O 7.08, O 9.08, O 9.09, O 4.10. Stand: Dezember 2014.
- Nixdorf, B., E. Hoehn, U. Riedmüller, U. Mischke, I. Schönfelder & M. Bahnwart, 2008. Anforderungen an Probenahme und Analyse der Phytoplanktonbiozönosen in Seen zur ökologischen Bewertung gemäß der EU-WRRL. In U. Mischke & B. Nixdorf (Hrsg.), *Gewässerreport Nr. 10*. BTU Cottbus Aktuelle Reihe 2/2008, Eigenverlag: 147-184. ISBN 978-3-940471-06-2
- Oomas-Wilms, A., 1997. Are bacteria an important food source for rotifers in eutrophic lakes? *J. Plankton Res.* 19: 1125-1141.
- Padisák, J. & R. Adrian, 1999. 5.1 Biovolumen und Biomasse. In W. von Tümpling & G. Friedrich (Hrsg.), *Biologische Gewässeruntersuchung. Methoden der Biologischen Wasseruntersuchung 2*. Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart: 334-367.
- Paffenhöfer, G.-A., 1998. On the relation of structure, perception and activity in marine planktonic copepods. *J. Marine Systems* 15: 457-473.
- Pauli, H.-R., 1989. A new method to estimate individual dry weights of rotifers, *Hydrobiologia* 186/187: 355-361.
- Ramos-Rodriguez, E. & J.M. Conde-Porcuna, 2003. Nutrient limitation on a planktonic rotifer: Life history consequences and starvation resistance. *Limnol. Oceanogr.*, 48(2): 933–938.
- Ronneberger, D., 1998. Uptake of latex beads as size-model for food of planktonic rotifers. *Hydrobiologia* 387-388:445-449.
- Rothhaupt, K.O., 1990. Differences in particle size-dependent feeding efficiencies of closely related rotifer species. *L & O* 35: 16-23.
- Rothhaupt, K.O., 1997. Grazing and nutrient influences of *Daphnia* and *Eudiaptomus* on phytoplankton in laboratory microcosms. *J. Plankton Res.* 19: 125-139.
- Ruttner-Kolisko, A., 1977. Suggestions for biomass calculation of plankton rotifers.- *Archiv für Hydrobiologie Beihefte Ergebnisse der Limnologie* 8: 71-76.
- Salmaso, N. & J. Padisák, 2007. Morpho-functional groups and phytoplankton development in two deep lakes (Lake Garda, Italy and Lake Stechlin, Germany). *Hydrobiologia* 578: 97–112.

- Santer, B. & F. van den Bosch, 1994. Herbivorous nutrition of *Cyclops vicinus*: the effect of a pure algal diet on feeding, development, reproduction and life cycle. J. Plankton Res. 16: 171-195.
- Schumpelick-Deuschel, B., 1995. Einfluss der Populationsstruktur, Verteilung und Biomasse des Planktons auf das Community Grazing im Hallwilersee. Dissertation Nr. 11293. TH Zürich.
- Schwoerbel, J., 1994. Methoden der Hydrobiologie. Spektrum Akademischer Verlag; Gustav Fischer. 368pp.
- Segers, H., 2007. Annotated checklist of the rotifers (Phylum Rotifera) with 313 notes on nomenclature, taxonomy and distribution. Zootaxa 1564: 1–104.
- Sommer, U., 2008. Trophic cascades in marine and freshwater plankton. International Review of Hydrobiology 93: 506-516.
- Sommer, U. & F. Sommer, 2005. Cladocerans versus copepods: the cause of contrasting top-down controls on freshwater and marine phytoplankton. Oecologia 147: 183-194.
- Sommer, F., H. Stibor, U. Sommer & B. Velimirov, 2000. Grazing by mesozooplankton from Kiel Bight, Baltic Sea, on different sized algae and natural seston size fraction. Mar. Ecol. Prog. Ser. 199: 43-53.
- Sommer, U., F. Sommer, B. Santer, C. Jamieson, M. Boersma & T. Hansen, 2001. Complementary impact of copepods and cladocerans on phytoplankton. Ecology Letters 4: 545-550.
- Stich, H.B., G. Maier & A. Hoppe, 2010. Projekt Zooplankton-Probenahme – Bericht der LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg 25 Seiten. <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/216177/>
- TGL 27885/01, April 1982. Nutzung und Schutz der Gewässer - Stehende Binnengewässer, Klassifizierung. Verlag für Standardisierung, Ministerium für Umweltschutz und Wasserwirtschaft d. DDR, Berlin.
- Toth, L.G. & N.P. Zankai, 1985. Feeding of *Cyclops vicinus* (Uljanin) (Copepoda: Cyclopoida) in Lake Balaton on the basis of gut content analysis. Hydrobiologia 122: 252-260.
- Von Tümpling, W. & G. Friedrich, 1999. Biologische Gewässeruntersuchung. Methoden der Biologischen Wasseruntersuchung 2. Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart.
- Walter, T.C. & G. Boxshall, 2013. World of Copepods database. Accessed through: World Register of Marine Species in February 2014. <http://www.marinespecies.org>
- Walz, N., S.S.S. Sarma & U. Benker, 1995. Egg size in relation to body size in rotifers: an indication of reproductive strategy? Hydrobiologia 313-314 (1): 165-170.
- Wetzel, R.G., 1983. Limnology. 2nd ed. Saunders College Publishing, Philadelphia, etc.

Willmitzer, H., N. Große, A. Mehling, A. Nienhäuser, W. Scharf & H.B. Stich, 2010. Bewertung und Bedeutung der Biofiltration des Zooplanktons zur Verbesserung der Wasserqualität in Talsperren. gwf-Wasser/Abwasser 11/2013: 1070–1075.

10 Anhang A

10.1 Literaturrecherche und Definition von Nahrungsgilden

Literatur-Referenzen siehe Kapitel *Literatur*.

10.1.1 Einteilung des Zooplanktons in Nahrungsgilden

Die **Rotatorien** wurden anhand von Literaturangaben (z.B. Gliwicz, 1969; Ejsmont-Karabin, 1974; Dumont, 1977; Karabin, 1985; Rothhaupt, 1990; Heerkloß & Hiawa, 1995; Oomas-Wilms, 1997; Ronneberger, 1998) in zwei Großgruppen untergliedert: die Nannoplanktonfresser und die „Spezialisten“. Die Nannoplanktonfresser (deutliche Mehrzahl der Rotatorien-Taxa) nehmen Partikel in der Größenordnung weniger Mikrometer auf (überwiegend bis ca. 5 µm, maximal bis 10 µm). Hierzu gehören z.B. kleine Chrysomonaden, Cryptomonaden oder Chlorophyceen (s. Dumont, 1977). Nicht separat abgegrenzt innerhalb dieser Gruppe wurden Taxa, wie z.B. *Anuraeopsis fissa*, mit einem hohen baktivoren Nahrungsanteil, die neben Bakterien auch die genannten kleinen Algen aufnehmen. Ebenfalls unberücksichtigt blieb eine mögliche, sicherlich aber wenig relevante Futterselektion, wie sie offensichtlich das Taxon *Filinia* aufweist (DeMott, 1986). Bei den Spezialisten wurde unterschieden zwischen den Gattungen *Trichocerca* (aufgrund ihrer Kauerstruktur in der Lage fädige Phytoplankter anzustechen und auszusaugen), *Ascomorpha* und *Gastropus* (spezialisiert auf Dinoflagellaten) und den omnivoren Gattungen *Asplanchna* und *Ploesoma* (fähig größere und koloniale Algen, wie z.B. *Ceratium* oder koloniale Bacillariophyceen zu fressen).

Bei den **Cladoceren**, die als klassische Filtrierer und besonders effektive Grazer (Ausnahme: Raubcladoceren) am besten untersucht sind, wurde insgesamt unterstellt, dass keine selektive Nahrungsaufnahme stattfindet (Ausnahmen evtl. *Bosmina* und *Chydorus* – DeMott, 1982, 1985), sondern überwiegend die Größe der Partikel bzw. Algen von Bedeutung ist. Weiterhin wurde vorrangig berücksichtigt, dass die Filtrierraten der Cladoceren bei großen Partikeln drastisch abnehmen (Gliwicz, 1977). Danach könnten relativ große Partikel (Netzplankton) die Carapaxspalte zwar passieren, diese wird aber mit Erhöhung der Konzentration verengt (Gliwicz & Siedlar, 1980), um negative Effekte auf die Mechanik des Filterapparates zu vermeiden. Die kritischen, oberen Partikelgrößen, bei denen die Filtrierraten gegen Null tendieren, liegen bei Daphnien bei ca. 20–30 µm und bei kleinen Cladoceren (*Bosmina*, *Chydorus*, etc.) bei ca. 10–20 µm (z.B. Burns, 1968; Gliwicz, 1977). Relativ gut fressbar sind für Daphnien folglich Partikel <30 µm bzw. für kleine Cladoceren Partikel <20 µm. Optimal fressbar sind für Daphnien Partikel <20 µm für kleine Cladoceren Partikel <10 µm (Gliwicz, 1977). Daraus folgt, dass große Algenkolonien, fädige Cyanobakterien, etc. von Cladoceren praktisch nicht aufgenommen werden, so dass der Fraßdruck auf diese äußerst gering ist. Beachtet wurde auch, dass einige Grünalgen mit gelatinöser Hülle zwar

gefressen, aber nicht verdaut werden können, sondern im Gegenteil sogar von der Darmpassage profitieren (siehe auch oben). Nicht berücksichtigt werden konnte, dass durch die Präsenz einiger großer und potentiell mit toxischen Stämmen verteilter Phytoplankter (z.B. *Anabaena*) die Filtrieraten und damit der Fraßdruck von Daphnien gleichzeitig auch auf unizelluläre Algen abnimmt (Lampert, 1982, Hawkins & Lampert, 1989; Gilbert & Durand, 1990). Die für die vorliegende Fragestellung allerdings weniger relevante Untergrenze der aufnehmbaren Partikel ergibt sich überwiegend aus den unteren Maschenweiten des Filtrierapparates, die bei Daphnien bei ca. 0,3–0,7 µm, bei *Diaphanosoma* und kleinen Cladoceren bei ca. 0,2–0,3 µm liegen (Geller & Müller, 1981; Gophen & Geller, 1984; Brendelberger, 1985; Brendelberger et al., 1986).

Die Nahrungsbiologie der **Copepoden**, insbesondere des Süßwassers, ist deutlich schlechter untersucht als die der Cladoceren und die Auswirkung des Copepoden–Grazing auf das Phytoplankton wurden bisher sicher unterschätzt. Bei den Copepoden wird berücksichtigt, dass diese im Unterschied zu den Cladoceren selektiv fressen (De Mott, 1986; 1988), d.h. in der Lage sind mittels Mechano- und Chemorezeptoren ihr Futter auszuwählen, wie z.B. große, wenig gepanzerte, motile Beuteorganismen (z.B. Paffenhöfer, 1998; De Mott & Watson, 1991). Weiterhin wird bei der Einschätzung des Fraßdrucks von Copepoden auf das Phytoplankton berücksichtigt, dass calanoide Copepoden überwiegend herbivor sind, während cyclopoide Copepoden – je nach Stadium und Taxon - eine herbivore bis omnivore Ernährungsweise aufweisen. Allerdings können selbst die großen, überwiegend als carnivor eingestuften Taxa der cyclopoiden Copepoden und deren ältere Copepodid-Stadien durchaus erhebliche Mengen an Phytoplankton zu sich nehmen (s. Fryer, 1957; Toth & Zankai, 1985). Beispielsweise konsumieren adulte Individuen von *Cyclops vicinus* ca. 60 % ihres Körpergewichtes an Algen, wobei Chrysophyta (insbesondere große Bacillariophyceen) und Cyanobakterien anteilig stark vertreten sind (Toth & Zankai, 1985). Obwohl Copepoden auch mit relativ kleinen Algen (z.B. *Chlamydomonas*) zurecht kommen und damit in der Lage sind sich zu entwickeln und zu reproduzieren (z.B. Santer & van den Bosch, 1994; Hart & Santer, 1994; Hopp et al., 1997; Hopp & Maier, 2005a) werden kleine Algen wenig gefressen, wenn gleichzeitig große Algen verfügbar sind (Sommer et al., 2000, 2001); d.h. große Algen werden von Copepoden – zumindest den fortgeschrittenen Copepodid-Stadien und Adulten – im Unterschied zu den Cladoceren präferiert (DeMott & Watson, 1991, Rothhaupt, 1997; Sommer et al., 2001; Sommer & Sommer, 2005; Sommer, 2008). Eine effiziente Aufnahme beginnt ab einer Algengröße von ca. 10 µm, aber auch Algen von 50–10 µm werden noch mit hoher Effizienz aufgenommen (z.B. Sommer & Sommer, 2005). Die selektive Aufnahme von eher großen Partikeln wird durch funktionsmorphologische Untersuchungen gestützt (Hopp & Maier, 2005b). Bei adulten cyclopoiden Copepoden beträgt der Abstand der Setae an den Maxillipeden, die den Mundraum nach hinten

unten abschließen je nach Taxon ca. 13–25 µm, der Abstand zwischen den Setulae ca. 5–13 µm (Hopp & Maier, 2005b). Etwas anders zu werten, ist allerdings die Nahrungsaufnahme der ersten Stadien, der Nauplien. Nach Böttjer et al. (2010) nehmen Nauplien gerne Nanoflagellaten (Größe 2–5 µm) auf, wobei die tägliche Aufnahme an Algen-Kohlenstoff mehr als 300 % ihres eigenen Körpergehaltes an Kohlenstoff entspricht.

In der Summe wurden für die Mehrzahl der Rotatorien (ohne Spezialisten!) Partikel/Algen ≤ 5 µm eine gute Fressbarkeit, und Algen bis ca. 10 µm eine noch halbwegs gute Fressbarkeit zugeordnet. Für die Daphnien (innerhalb der Cladoceren) wurden Algen ≤ 20 µm (z.B. Cryptophyceen) als sehr gut fressbar gewertet, Algen bis ca. 30 µm als gut fressbar. Für kleine Cladoceren (Bosminen, *Ceriodaphnia* und auch *Diaphanosoma*) wurden Algen bis ca. 10 µm als sehr gut fressbar, Algen bis 20 µm als gut fressbar eingestuft, wobei sich aber aufgrund der geringeren Effizienz niedrigere Koeffizienten als bei den Daphnien ergeben. Bei den Copepoden ergeben sich für die Nauplien aufgrund ihrer geringen Fress-Effizienz ca. mittlere Koeffizienten für kleine Algen (bis maximal 10 µm). Copepodide und adulte calanoide Copepoden erhielten hohe Koeffizienten bei Algen >30 bis ca. 100 µm und Copepodide von großen cyclopoiden Copepoden erhielten aufgrund ihrer omnivoren Ernährungsweise mittlere Koeffizienten bei Algen zwischen 30 und 100 µm. Kleine Algen wurden zwar als fressbar für Copepoden klassifiziert, erhielten aber niedrige Koeffizienten. Kleine cyclopoide Copepoden wurden ähnlich wie ihre großen Verwandten eingestuft, erhielten aber – aufgrund ihrer eher höheren Affinität zur Herbivorie – etwas höhere Koeffizienten. Generell wurden sehr große Kolonien und als toxisch geltende Algen für alle Zooplankter als nicht bzw. praktisch nicht fressbar eingestuft. Kleinere Algen mit gelatinöser Hülle, die von der Darmassage profitieren, erhielten – obwohl gut fressbar – niedrige Koeffizienten.

10.1.2 Einteilung des Phytoplanktons in Nahrungsgilden

Eine Vorgabe zur Einteilung des Phytoplanktons in „morpho-functional groups“ (Einteilung nach Größe, Form, Mobilität, Vorhandensein von gelatinösen Hüllen, etc.) findet sich in Salmaso & Padisák (2007). Die Übernahme der dort vorgeschlagenen 31 Gruppen ist für die vorliegende Fragestellung nicht erforderlich zumal auch kein adäquates Wissen über die Phytoplankton-Zooplankton-Interaktion in dieser hohen Auflösung vorhanden ist. In der hier vorgeschlagenen Interaktionsmatrix wurden die Phytoplankton-Gilden deshalb drastisch reduziert. Außerdem wurden in einzelnen Fällen die Zuordnungen zu den einzelnen Gruppen der Fragestellung dieser Untersuchung angepasst und modifiziert. Bei den Phytoplanktern wurden – beispielsweise - die filamentösen Taxa nach Größe in drei Untergruppen aufgeteilt. Bei der weiteren Einteilung bzw. Gruppierung spielte

ebenfalls die Größe die wichtigste Rolle, wobei insbesondere die 30 µm Grenze (siehe oben) ein wichtiges Gruppierungsmerkmal darstellte.

Insgesamt wurden die Phytoplankter gemäß ihrer geschätzten Fressbarkeit in 12 Gilden, die Zooplankter in 11 Gilden eingeteilt.

Tabelle 8: Definitionen der Phyto- und Zooplankton-Gilden. Die Einteilung der Phytoplankton-Gilden erfolgte durch eine Zusammenfassung der Gilden von Salmaso & Padisák (2007, = S & P (2007))

Abk	Gildennamen	Erläuterung	S & P (2007)
Phytoplankton			
B1	Kleine Bacillariophyta	kleiner als 30µm GALD	fast alle 7a, 7b
B2	Große Bacillariophyta	> 30µm GALD	6a, 6b
C1	Kleine Kolonien	koloniale Chlorophyta < 30µm GALD	5d, 11a
C2	Mittelgroße Kolonien	30–100µm - Chlorococcales, Phytomonadina, Chroococcales, andere	1c, 5c
C3	Große gelatinöse Kolonien	> 100µm GALD, Phytomonadina, Chroococcales, Chlorococcales	3b, 5b, 11b
D1	Kleine Dinophyta <30µm Durchmesser	< 30µm Durchmesser	2b
D2	Große Dinophyta	> 30µm Durchmesser	1b
F1	Dünne Filamente	Oscillatoriales	5a
F2	Mittel dicke Filamente	Chlorophyta, Conjugatophyta, Xanthophyta, Cyanobacteria, einzelne Nostocales	5e, 10a, 10b, 10c
F3	Dicke filamentöse Aggregate	kettenbildende Bacillariophyceae, flockenbildende Nostocales	in part 5e, 6b
U1	Kleine Chrysophyta/Haptophyta, Euglenophyta, Cryptophyta, Chlorococcales,	+ einzellige Phytomonadina, einzellige Cyanobacteria, Conjugatophyta	2a, 2c, 2d, 3a; 4a, 9a - d
U2	Große Chrysophyta/Haptophyta, Euglenophyta,	+ Conjugatophyta, Chlorophyta, Chroococcales	1a, 1c, 8a, 8b
Metazooplankton			
1a	Große Cladoceren	<i>Daphnia pulicaria</i> -Gruppe, <i>Daphnia magna</i> , nur Herbivore	
1b	Mittelgroße Cladoceren	<i>Daphnia longispina</i> -Gruppe	
1c	Kleine Cladoceren	<i>Daphnia cucullata</i> , <i>Bosmina</i> , <i>Ceriodaphnia</i> , <i>Chydorus</i> , <i>Diaphanosoma</i> , litorale Cladoceren	
2a	Calanoida Copepodide + Adulti	<i>Eudiaptomus</i> , <i>Eurytemora</i>	
3a	Copepoda Nauplien	cyclopoide und calanoide Nauplien (N1-N6)	
3c	Kleine Cyclopoida Copepodide + Cyclopoida Adulti	<i>Acanthocyclops</i> , <i>Mesocyclops</i> , <i>Diacyclops</i> , <i>Thermocyclops</i>	
3d	Große Cyclopoida Copepodide + Cyclopoida Adulti	<i>Cyclops</i> , <i>Macrocyclus</i> , <i>Megacyclus</i>	
4a	Rotatorien I	Alle Taxa ausser Spezialisten	
4b	Rotatorien II	<i>Trichocerca</i>	
4c	Rotatorien III	<i>Gastropus</i> , <i>Ascomorpha</i>	
4d	Rotatorien IV	<i>Asplanchna</i> , <i>Ploesoma</i>	

Tabelle 9: Zooplankton-Phytoplankton-Interaktionsmatrix mit Futterqualitätsfaktoren (FQF = Inhalt der weißen Matrixzellen). 1. Spalte senkrecht: ZooGild – Zooplankton-Gilden, 1. Zeile waagerecht: Phytoplankton-Gilden. Erläuterung der Gildenabkürzungen s. Tabelle 8

ZooGild	B1	B2	C1	C2	C3	D1	D2	F1	F2	F3	U1	U2
1a	0.8	0.8	0.8	0.2	0.4	0.6	0.2	0.6	0.2	0	0.8	0.6
1b	1	0.4	0.8	0.2	0.2	0.6	0.2	0.4	0.2	0	1	0.4
1c	0.8	0	0.6	0	0	0.4	0	0.2	0	0	0.8	0.2
2a	0.2	0.8	0.4	0.8	0.6	0.2	0.6	0.6	0.6	0.4	0.2	0.8
3a	0.6	0.2	0.6	0	0	0.6	0	0.2	0	0	0.8	0.2
3c	0.2	0.6	0.2	0.6	0.4	0.2	0.4	0.4	0.4	0.4	0.2	0.6
3d	0	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.4
4a	0.6	0	0.6	0	0	0.4	0	0	0	0	1	0
4b	0.2	0	0	0	0	0	0	0.8	0.8	0.8	0.4	0
4c	0.2	0	0	0	0	1	0.8	0	0	0	0.4	0
4d	0	0.4	0.4	0.6	0.2	0.2	0.4	0.4	0.2	0	0.2	0.6

11 Anhang B

11.1 Ausgabeparameter des PhytoLoss-Moduls

Tabelle 10: Abkürzungen und Erläuterung zu den Ausgabeparametern der PhytoLoss-Berechnungen (s.a. Exportdatei des PhytoLoss-Moduls) Parameter mit der Endung „Klasse“ beinhalten eine Klassifizierung der Roh-Indexwerte gleichen Namens (Originalwert in $\mu\text{g}/\text{Ind}$, Prozent, etc.) gemäß der in Tabelle 4 vorgegebenen 7 Effektklassen. Parameter mit der Endung „Ausprägung“ übersetzen diese Effektklassen in eine fünfstufige verbale Beschreibung (s. Tabelle 4).

Abk	Einheit	Erläuterung
Z_{ges}	mm^3/l	Metazooplankton-Gesamtbiomasse, inklusive Raubcladoceren und Mysida
P_{ges}	mm^3/l	Phytoplankton-Gesamtbiomasse, inklusive der Gruppe "others", die nicht bei der Gildenbildung berücksichtigt wurde
Z/P (Jepp)	%	Z/P-Verhältnis auf der Basis der Gesamtbiomassen nach Jeppesen et al. (1997). Die Rotatorien-Biomasse wird nicht berücksichtigt und die Copepoden-Biomasse nur zu 50%.
Z_{gild}	mm^3/l	Zooplankton-Gildenbiovolumen = Summe des in Gilden erfassten (herbivoren) Metazooplanktons, ohne Raubcladoceren und Mysida
P_{gild}	mm^3/l	Summe des in Gilden erfassten Phytoplanktons
$(Z/P)_{\text{gild}}$	%	Z/P-Verhältnis auf der Basis der Zooplankton-Gildenbiomasse (Z_{gild}) und der Phytoplankton-Gildenbiomasse (P_{gild})
P_{ed}	mm^3/l	gesamte fressbare Phytoplankton-Biomasse (ed: edible, engl.: essbar, gewichtet mit dem relativen Anteil der Zooplankton-Gilden an der gesamten Zooplankton-Gildenbiomasse)
$P_{\text{ed_cal}}$	mm^3/l	für Calanoiden(ohne Nauplien) fressbares Phytoplankton
$P_{\text{ed_clad}}$	mm^3/l	für Cladoceren fressbares Phytoplankton (gewichtet mit dem relativen Anteil der Cladoceren-Gilden an der summierten Cladoceren-Gildenbiomasse.
$P_{\text{ed_cyc}}$	mm^3/l	für Cyclopoiden(ohne Nauplien) fressbares Phytoplankton (gewichtet mit dem relativen Anteil der Cyclopoiden(ohne Nauplien)-Gilden an der summierten Cyclopoiden(ohne Nauplien)-Gildenbiomasse.
$P_{\text{ed_rot}}$	mm^3/l	für Rotatorien fressbares Phytoplankton (gewichtet mit dem relativen Anteil der Rotatorien-Gilden an der summierten Rotatorien-Gildenbiomasse.
$Z_{\text{gild_cal_oN}}$	%	Anteil des Calanoiden(ohne Nauplien)-Gildenbiovolumens am Zooplankton-Gildenbiovolumen
$Z_{\text{gild_clad}}$	%	Anteil des Cladoceren-Gildenbiovolumens am Zooplankton-Gildenbiovolumen
$Z_{\text{gild_copN}}$	%	Anteil des Copepoden-Nauplien-Gildenbiovolumens am Zooplankton-Gildenbiovolumen
$Z_{\text{gild_cyc_oN}}$	%	Anteil des Cyclopoiden(ohne Nauplien)-Gildenbiovolumens am Zooplankton-Gildenbiovolumen
$Z_{\text{gild_rot}}$	%	Anteil des Rotatorien-Gildenbiovolumens am Zooplankton-Gildenbiovolumen
FQF		fixer Futterqualitätsfaktor in der Interaktionsmatrix
FQI	%	Futterqualitätsindex für das Metazooplankton (gerundet auf 10%-Stufen, gewichtet mit dem relativen Anteil der Zooplankton-Gilden an der gesamten Zooplankton-Gildenbiomasse
FQICal_oN	%	spezifischer Futterqualitätsindex für die Calanoiden(ohne Nauplien) (gerundet auf 10%-Stufen)
FQIC	%	spezifischer Futterqualitätsindex für die Cladoceren (gerundet auf 10%-Stufen, gewichtet mit dem relativen Anteil der Cladoceren-Gilden an der gesamten Cladoceren-Gildenbiomasse
FQICyc_oN	%	spezifischer Futterqualitätsindex für die Cyclopoiden(ohne Nauplien) (gerundet auf 10%-Stufen, gewichtet mit dem relativen Anteil der Cyclopoiden(ohne Nauplien)-Gilden an der gesamten Cyclopoiden(ohne Nauplien)-Gildenbiomasse
FQIR	%	spezifischer Futterqualitätsindex für die Rotatorien (gerundet auf 10%-Stufen, gewichtet mit dem relativen Anteil der Rotatorien-Gilden an der gesamten Rotatorien-Gildenbiomasse

Abk	Einheit	Erläuterung
MGI	%	Metazooplankton-Grazing-Index auf der Basis des fressbaren Phytoplanktons (Z_gild/P_ed)
pMGI _{Cal_oN}	%	partieller MGI für die Calanoiden(ohne Nauplien)-Gilde (gewichtet mit dem relativen Anteil der Calanoiden(ohne Nauplien) an der gesamten Zooplankton-Gildenbiomasse)
pMGI _{Clad}	%	partieller MGI für die Cladoceren-Gilden (gewichtet mit dem relativen Anteil der Cladoceren an der gesamten Zooplankton-Gildenbiomasse)
pMGI _{CopN}	%	partieller MGI für die Copepoden-Nauplien-Gilde (gewichtet mit dem relativen Anteil der Copepoden-Nauplien an der gesamten Zooplankton-Gildenbiomasse)
pMGI _{Cyc_oN}	%	partieller MGI für die Cyclopoiden(ohne Nauplien)-Gilden (gewichtet mit dem relativen Anteil der Cyclopoiden(ohne Nauplien) an der gesamten Zooplankton-Gildenbiomasse)
pMGI _{Rot}	%	partieller MGI für die Rotatorien-Gilden (gewichtet mit dem relativen Anteil der Rotatorien an der gesamten Zooplankton-Gildenbiomasse)
CGI	%	spezifischer Cladoceren-Grazing-Index auf der Basis des für sie fressbaren Phytoplanktons (Z_gild_clad/P_ed_clad) als gewichteter Mittelwert
Cal_oN_GI	%	spezifischer Calanoiden(ohne Nauplien)-Grazing-Index auf der Basis des für sie fressbaren Phytoplanktons (Z_gild_cal/P_ed_cal)
Cyc_oN_GI	%	spezifischer Cyclopoiden(ohne Nauplien)-Grazing-Index auf der Basis des für sie fressbaren Phytoplanktons (Z_gild_cyc/P_ed_cyc) als gewichteter Mittelwert
RGI	%	spezifischer Rotatorien-Grazing-Index auf der Basis des für sie fressbaren Phytoplanktons (Z_gild_rot/P_ed_rot) als gewichteter Mittelwert
Diff_CGI_Z/P		positive Differenz zwischen den klassifizierten Werten von CGI und Z/P. Wenn ≥ 3 Hinweis auf einen starken Fraßdruck auf das fressbare Phytoplankton durch Cladoceren
GES		Grazing-Effekt-Stärke (7-stufig klassifiziert und 5-stufig verbal) als Maximum von Z/P oder MGI
MCM (Gesamt-TM)	µg/Ind	Mittlere Cladoceren-Masse bezogen auf Trockenmasse berechnet aus dem Quotienten der gesamten Cladoceren-Trockenmasse und der Gesamt-Cladoceren-Abundanz, inkl. Raubcladoceren
MCM (Gesamt-BV)	mm ³ /l	Mittlere Cladoceren-Masse als Biovolumen berechnet aus dem Quotienten des gesamten Cladoceren-Biovolumens und der Gesamt-Cladoceren-Abundanz, inkl. Raubcladoceren
MCM (Gilden-TM)	µg/Ind	Mittlere Cladoceren-Masse als Trockenmasse berechnet aus dem Quotienten der Cladoceren-Gildentrockenmasse und der Cladoceren-Gildenabundanz, ohne Raubcladoceren
MCM (Gilden-BV)	mm ³ /l	Mittlere Cladoceren-Masse als Biovolumen berechnet aus dem Quotienten des Cladoceren-Gildenbiovolumens und der Gesamt-Cladoceren-Gildenabundanz, ohne Raubcladoceren
RCIad_ProzTM	%	Anteil der Raubcladoceren an der gesamten Cladoceren-Trockenmasse
RCIad_ProzBV	%	Anteil der Raubcladoceren am gesamten Cladoceren-Biovolumen
TM/BV_ratio	%	Anteil der Trockenmasse am Biovolumen als arithmetisches Mittel der pro Taxon angegebenen Werte gewichtet mit dem relativen Anteil an der Gesamtbiomasse

12 Anhang C

12.1 Operative Taxaliste Metazooplankton (OTL-MZ)

Tabelle 11: Legende zur Operativen Taxaliste Metazooplankton (OTL-MZ)

Feldnamen	Erläuterung
SupOrd	Taxa oberhalb der Familie
Ord	Ordnung, Klasse
FamiIie	Familienzugehörigkeit
OTL-ID	eindeutiger alphanumerischer Taxon-Index der OTL-MZ
OTL-Taxonname	eindeutiger Taxonname der OTL-MZ
Mindestbestimmungstiefe	empfohlene MBT für das Metazooplankton
MBT-Kommentar	Markierung von Taxa die NICHT die MBT erreicht haben
Ref-Lit	Referenz-Bestimmungsliteratur
Präp	Notwendige Präparation zur Erreichung der MBT
ZooGild	Zooplankton-Gilden für das PhytoLoss-Verfahren (s. Tab. 8)

Tabelle 12: Ausschnitt aus der OTL-MZ ohne die Felder <Erstbeschreibung>, <Synonym>, <DV2011>, <DV-Taxonname>, <KritTax>, <IndPot> und <Habitat>. Eine vollständige Version und eine Liste aller Synonyme befinden sich als Excel-Arbeitsblätter in der Datei „Zooplankton_Dateneubergabeformate_(Versionsnummer).xls“.

SupOrd	Ord	Familie	OTL-ID	OTL-Taxonname	Mindestbestimmungstiefe	MBT-Kommentar	Ref-Lit	Präp	ZooGild
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera		CL000000000	Cladocera	Cladocera	MBT nicht erreicht	SMI96/FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Bosminidae	CLBosBos000	Bosmina	Bosmina	MBT nicht erreicht	LIE96		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Bosminidae	CLBosBos010	Bosmina (Eubosmina) coregoni	Bosmina (Eubosmina) coregoni	MBT nicht erreicht	LIE96		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Bosminidae	CLBosBos011	Bosmina (Eubosmina) coregoni berolinensis	Bosmina (Eubosmina) coregoni berolinensis		LIE96		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Bosminidae	CLBosBos012	Bosmina (Eubosmina) coregoni coregoni	Bosmina (Eubosmina) coregoni coregoni		LIE96		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Bosminidae	CLBosBos013	Bosmina (Eubosmina) coregoni crassicornis	Bosmina (Eubosmina) coregoni crassicornis		LIE96		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Bosminidae	CLBosBos014	Bosmina (Eubosmina) coregoni gibbera	Bosmina (Eubosmina) coregoni gibbera		LIE96		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Bosminidae	CLBosBos015	Bosmina (Eubosmina) coregoni kessleri	Bosmina (Eubosmina) coregoni kessleri		LIE96		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Bosminidae	CLBosBos016	Bosmina (Eubosmina) coregoni longicornis	Bosmina (Eubosmina) coregoni longicornis		LIE96		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Bosminidae	CLBosBos017	Bosmina (Eubosmina) coregoni longispina	Bosmina (Eubosmina) coregoni longispina		LIE96		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Bosminidae	CLBosBos018	Bosmina (Eubosmina) coregoni thersites	Bosmina (Eubosmina) coregoni thersites		LIE96		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Bosminidae	CLBosBos020	Bosmina (Bosmina) longirostris	Bosmina (Bosmina) longirostris		LIE96		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Cercopagidae	CLCerByt000	Bythotrephes	Bythotrephes	MBT nicht erreicht	RIV98/FLO00		
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Cercopagidae	CLCerByt010	Bythotrephes cederstroemi	Bythotrephes cederstroemi		RIV98/FLO00		
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Cercopagidae	CLCerByt020	Bythotrephes longimanus	Bythotrephes longimanus		RIV98/FLO00		
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Chydoridae	CLChyAcr000	Acroperus	Acroperus	MBT nicht erreicht	FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Chydoridae	CLChyAcr010	Acroperus alonoides	Acroperus alonoides		FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Chydoridae	CLChyAcr020	Acroperus angustatus	Acroperus angustatus		FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Chydoridae	CLChyAcr030	Acroperus elongatus	Acroperus elongatus		FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Chydoridae	CLChyAcr040	Acroperus harpae	Acroperus harpae		FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Chydoridae	CLChyAle000	Alonella	Alonella	MBT nicht erreicht	SMI96/FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Chydoridae	CLChyAle010	Alonella excisa	Alonella excisa		SMI96/FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Chydoridae	CLChyAle020	Alonella exigua	Alonella exigua		SMI96/FLO00		1c

SupOrd	Ord	Familie	OTL-ID	OTL-Taxonname	Mindestbestimmungstiefe	MBT-Kommentar	Ref-Lit	Präp	ZooGild
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Chydoridae	CLChyAle030	Alonella nana	Alonella nana		SMI96/FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Chydoridae	CLChyAlo000	Alona	Alona		FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Chydoridae	CLChyAlo010	Alona affinis	Alona affinis		FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Chydoridae	CLChyAlo020	Alona costata	Alona		FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Chydoridae	CLChyAlo030	Alona guttata	Alona		FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Chydoridae	CLChyAlo040	Alona intermedia	Alona		FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Chydoridae	CLChyAlo050	Alona quadrangularis	Alona quadrangularis		FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Chydoridae	CLChyAlo060	Alona rustica	Alona		FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Chydoridae	CLChyAnc010	Anchistropus emarginatus	Anchistropus emarginatus		SMI96/FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Chydoridae	CLChyCam000	Camptocercus	Camptocercus	MBT nicht erreicht	SMI96/FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Chydoridae	CLChyCam010	Camptocercus lilljeborgi	Camptocercus lilljeborgi		SMI96/FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Chydoridae	CLChyCam020	Camptocercus rectirostris	Camptocercus rectirostris		SMI96/FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Chydoridae	CLChyChy000	Chydorus	Chydorus	MBT nicht erreicht	SMI96/FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Chydoridae	CLChyChy010	Chydorus gibbus	Chydorus gibbus		SMI96/FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Chydoridae	CLChyChy020	Chydorus ovalis	Chydorus ovalis		SMI96/FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Chydoridae	CLChyChy030	Chydorus sphaericus	Chydorus sphaericus		SMI96/FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Chydoridae	CLChyCor010	Coronatella rectangula	Coronatella rectangula		FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Chydoridae	CLChyDis010	Disparalona rostrata	Disparalona rostrata		SMI96/FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Chydoridae	CLChyEur000	Eurycercus	Eurycercus	MBT nicht erreicht	FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Chydoridae	CLChyEur010	Eurycercus (Teretifrons) glacialis	Eurycercus (Teretifrons) glacialis		FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Chydoridae	CLChyEur020	Eurycercus (Eurycercus) lamellatus	Eurycercus (Eurycercus) lamellatus		FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Chydoridae	CLChyGra010	Graptoleberis testudinaria	Graptoleberis testudinaria		FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Chydoridae	CLChyLey000	Leydigia	Leydigia	MBT nicht erreicht	FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Chydoridae	CLChyLey010	Leydigia acanthocercoides	Leydigia acanthocercoides		FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Chydoridae	CLChyLey020	Leydigia leydigi	Leydigia leydigi		FLO00		1c

SupOrd	Ord	Familie	OTL-ID	OTL-Taxonname	Mindestbestimmungstiefe	MBT-Kommentar	Ref-Lit	Präp	ZooGild
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Chydoridae	CLChyMon010	Monospilus dispar	Monospilus dispar		FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Chydoridae	CLChyOxy010	Oxyurella tenuicaudis	Oxyurella tenuicaudis		FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Chydoridae	CLChyPar010	Paralona pigra	Paralona pigra		SMI96		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Chydoridae	CLChyPer010	Peracantha truncata	Peracantha truncata		SMI96		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Chydoridae	CLChyPhr000	Phreatalona	Phreatalona		FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Chydoridae	CLChyPhr010	Phreatalona protzi	Phreatalona		FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Chydoridae	CLChyPic000	Picripleuroxus	Picripleuroxus	MBT nicht erreicht	SMI96		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Chydoridae	CLChyPic010	Picripleuroxus denticulatus	Picripleuroxus denticulatus		SMI96/FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Chydoridae	CLChyPic020	Picripleuroxus laevis	Picripleuroxus laevis		SMI96		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Chydoridae	CLChyPle000	Pleuroxus	Pleuroxus	MBT nicht erreicht	SMI96/FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Chydoridae	CLChyPle010	Pleuroxus aduncus	Pleuroxus aduncus		SMI96/FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Chydoridae	CLChyPle020	Pleuroxus trigonellus	Pleuroxus trigonellus		SMI96/FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Chydoridae	CLChyPle030	Pleuroxus uncinatus	Pleuroxus uncinatus		SMI96/FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Chydoridae	CLChyPse010	Pseudochydorus globosus	Pseudochydorus globosus		SMI96/FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Chydoridae	CLChyRhy000	Rhynchotalona	Rhynchotalona	MBT nicht erreicht	FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Chydoridae	CLChyRhy010	Rhynchotalona falcata	Rhynchotalona falcata		FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Daphniidae	CLDapCer000	Ceriodaphnia	Ceriodaphnia	MBT nicht erreicht	FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Daphniidae	CLDapCer010	Ceriodaphnia dubia	Ceriodaphnia dubia		FLO00	Abdomen	1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Daphniidae	CLDapCer020	Ceriodaphnia laticaudata	Ceriodaphnia laticaudata		FLO00	Abdomen	1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Daphniidae	CLDapCer030	Ceriodaphnia megops	Ceriodaphnia megops		FLO00	Abdomen	1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Daphniidae	CLDapCer040	Ceriodaphnia pulchella	Ceriodaphnia pulchella		FLO00	Abdomen	1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Daphniidae	CLDapCer050	Ceriodaphnia quadrangula	Ceriodaphnia quadrangula		FLO00	Abdomen	1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Daphniidae	CLDapCer060	Ceriodaphnia reticulata	Ceriodaphnia reticulata		FLO00	Abdomen	1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Daphniidae	CLDapCer070	Ceriodaphnia rotunda	Ceriodaphnia rotunda		FLO00	Abdomen	1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Daphniidae	CLDapDap000	Daphnia	Daphnia	MBT nicht erreicht	FLO00		1b

SupOrd	Ord	Familie	OTL-ID	OTL-Taxonname	Mindestbestimmungstiefe	MBT-Kommentar	Ref-Lit	Präp	ZooGild
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Daphniidae	CLDapDap010	Daphnia (Daphnia) ambigua	Daphnia (Daphnia) ambigua		FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Daphniidae	CLDapDap020	Daphnia (Ctenodaphnia) atkinsoni	Daphnia (Ctenodaphnia) atkinsoni		FLO00		1a
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Daphniidae	CLDapDap030	Daphnia (Daphnia) cristata	Daphnia (Daphnia) cristata		FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Daphniidae	CLDapDap040	Daphnia (Daphnia) cucullata	Daphnia (Daphnia) cucullata		FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Daphniidae	CLDapDap050	Daphnia (Daphnia) curvirostris	Daphnia (Daphnia) curvirostris		FLO00		1a
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Daphniidae	CLDapDap060	Daphnia (Daphnia) galeata	Daphnia (Daphnia) galeata		FLO00		1b
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Daphniidae	CLDapDap070	Daphnia (Daphnia) hyalina	Daphnia (Daphnia) hyalina		FLO00		1b
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Daphniidae	CLDapDap080	Daphnia (Daphnia) longispina	Daphnia (Daphnia) longispina		FLO00		1b
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Daphniidae	CLDapDap090	Daphnia (Ctenodaphnia) magna	Daphnia (Ctenodaphnia) magna		FLO00		1a
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Daphniidae	CLDapDap100	Daphnia (Daphnia) middendorffiana	Daphnia (Daphnia) middendorffiana		FLO00		1a
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Daphniidae	CLDapDap110	Daphnia (Daphnia) obtusa	Daphnia (Daphnia) obtusa		FLO00		1b
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Daphniidae	CLDapDap120	Daphnia (Daphnia) parvula	Daphnia (Daphnia) parvula		FLO00		1a
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Daphniidae	CLDapDap130	Daphnia (Daphnia) pulex	Daphnia (Daphnia) pulex		FLO00		1a
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Daphniidae	CLDapDap140	Daphnia (Daphnia) pulicaria	Daphnia (Daphnia) pulicaria		FLO00		1a
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Daphniidae	CLDapDap150	Daphnia (Daphnia) rosea	Daphnia (Daphnia) rosea		FLO00		1b
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Daphniidae	CLDapDap946	Daphnia galeata/cucullata	Daphnia galeata/cucullata		FLO00		1b
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Daphniidae	CLDapDap947	Daphnia hyalina/cucullata	Daphnia hyalina/cucullata		FLO00		1b
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Daphniidae	CLDapDap967	Daphnia hyalina/galeata	Daphnia hyalina/galeata		FLO00		1b
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Daphniidae	CLDapMeg010	Megafenestra aurita	Megafenestra aurita		FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Daphniidae	CLDapMoi000	Moina	Moina	MBT nicht erreicht	FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Daphniidae	CLDapMoi010	Moina brachiata	Moina brachiata		FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Daphniidae	CLDapMoi020	Moina macrocopa	Moina macrocopa		FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Daphniidae	CLDapMoi030	Moina micrura	Moina micrura		FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Daphniidae	CLDapSca000	Scapholeberis	Scapholeberis	MBT nicht erreicht	FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Daphniidae	CLDapSca010	Scapholeberis mucronata	Scapholeberis mucronata		FLO00		1c

SupOrd	Ord	Familie	OTL-ID	OTL-Taxonname	Mindestbestimmungstiefe	MBT-Kommentar	Ref-Lit	Präp	ZooGild
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Daphniidae	CLDapSca020	Scapholeberis rammneri	Scapholeberis rammneri		FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Daphniidae	CLDapSim000	Simocephalus	Simocephalus	MBT nicht erreicht	ORL01		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Daphniidae	CLDapSim010	Simocephalus exspinosus	Simocephalus exspinosus		ORL01		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Daphniidae	CLDapSim020	Simocephalus serrulatus	Simocephalus serrulatus		ORL01		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Daphniidae	CLDapSim030	Simocephalus vetulus	Simocephalus vetulus		ORL01		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Holopediidae	CLHolHol010	Holopedium gibberum	Holopedium gibberum		FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Leptodoridae	CLLepLep010	Leptodora kindti	Leptodora kindti		RIV98/FLO00		
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Macrothricidae	CLMacIly000	Ilyocryptus	Ilyocryptus	MBT nicht erreicht	SMI92/FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Macrothricidae	CLMacIly010	Ilyocryptus spinosus	Ilyocryptus spinosus		SMI92/FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Macrothricidae	CLMacIly020	Ilyocryptus agilis	Ilyocryptus agilis		SMI92/FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Macrothricidae	CLMacIly030	Ilyocryptus acutifrons	Ilyocryptus acutifrons		SMI92/FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Macrothricidae	CLMacIly040	Ilyocryptus sordidus	Ilyocryptus sordidus		SMI92/FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Macrothricidae	CLMacLat010	Lathonura rectirostris	Lathonura rectirostris		SMI92/FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Macrothricidae	CLMacMac000	Macrothrix	Macrothrix	MBT nicht erreicht	SMI92/FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Macrothricidae	CLMacMac010	Macrothrix hirsuticornis	Macrothrix hirsuticornis		SMI92/FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Macrothricidae	CLMacMac020	Macrothrix laticornis	Macrothrix laticornis		SMI92/FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Macrothricidae	CLMacMac030	Macrothrix rosea	Macrothrix rosea		SMI92/FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Podonidae	CLPodEva000	Evadne	Evadne		RIV98/FLO72		
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Podonidae	CLPodPod000	Podon	Podon		RIV98/FLO72		
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Polyphemidae	CLPolPol010	Polyphemus pediculus	Polyphemus pediculus		RIV98/FLO00		
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Sididae	CLSIdDia000	Diaphanosoma	Diaphanosoma	MBT nicht erreicht	KOR92		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Sididae	CLSIdDia010	Diaphanosoma brachyurum	Diaphanosoma brachyurum		KOR92	Carapax-Rand	1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Sididae	CLSIdDia020	Diaphanosoma lacustris	Diaphanosoma lacustris		KOR92	Carapax-Rand	1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Sididae	CLSIdDia030	Diaphanosoma mongolianum	Diaphanosoma mongolianum		KOR92	Carapax-Rand	1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Sididae	CLSIdDia040	Diaphanosoma orghidani	Diaphanosoma orghidani		KOR92	Carapax-Rand	1c

SupOrd	Ord	Familie	OTL-ID	OTL-Taxonname	Mindestbestimmungstiefe	MBT-Kommentar	Ref-Lit	Präp	ZooGild
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Sididae	CLSidLat010	Latona setifera	Latona setifera		FLO00		1c
Crustacea, Phyllopoda	Cladocera	Sididae	CLSidSid010	Sida crystallina	Sida crystallina		FLO00		1c
Crustacea, Copepoda	Calanoida		COCal000000	Calanoida	Calanoida	MBT nicht erreicht	EIN93		2a
Crustacea, Copepoda	Calanoida		CoCal000C00	Calanoida-Copepodid	Calanoida-Copepodid		EIN93		2a
Crustacea, Copepoda	Calanoida		CoCal000N00	Calanoida-Nauplius	Calanoida-Nauplius		EIN93		3a
Crustacea, Copepoda	Calanoida	Diaptomidae	COCalAca000	Acanthodiaptomus	Acanthodiaptomus	MBT nicht erreicht	EIN93		2a
Crustacea, Copepoda	Calanoida	Diaptomidae	COCalAca010	Acanthodiaptomus denticornis	Acanthodiaptomus denticornis		EIN93		2a
Crustacea, Copepoda	Calanoida	Diaptomidae	COCalArc000	Arctodiaptomus	Arctodiaptomus	MBT nicht erreicht	EIN93		2a
Crustacea, Copepoda	Calanoida	Diaptomidae	COCalArc010	Arctodiaptomus (Rhabdodiaptomus) alpinus	Arctodiaptomus (Rhabdodiaptomus) alpinus		EIN93		2a
Crustacea, Copepoda	Calanoida	Diaptomidae	COCalDia000	Diaptomus	Diaptomus	MBT nicht erreicht	EIN93		2a
Crustacea, Copepoda	Calanoida	Diaptomidae	COCalDia010	Diaptomus (Diaptomus) castor	Diaptomus (Diaptomus) castor		EIN93		2a
Crustacea, Copepoda	Calanoida	Diaptomidae	COCalEud000	Eudiaptomus	Eudiaptomus	MBT nicht erreicht	EIN93		2a
Crustacea, Copepoda	Calanoida	Diaptomidae	COCalEud010	Eudiaptomus gracilis	Eudiaptomus gracilis		EIN93	P5	2a
Crustacea, Copepoda	Calanoida	Diaptomidae	COCalEud020	Eudiaptomus graciloides	Eudiaptomus graciloides		EIN93	P5	2a
Crustacea, Copepoda	Calanoida	Diaptomidae	COCalEud030	Eudiaptomus transsylvanicus	Eudiaptomus transsylvanicus		EIN93	P5	2a
Crustacea, Copepoda	Calanoida	Diaptomidae	COCalEud040	Eudiaptomus vulgaris	Eudiaptomus vulgaris		EIN93	P5	2a
Crustacea, Copepoda	Calanoida	Diaptomidae	COCalEud050	Eudiaptomus zacharias	Eudiaptomus zacharias		EIN93	P5	2a
Crustacea, Copepoda	Calanoida	Temoridae	COCalEur000	Eurytemora	Eurytemora	MBT nicht erreicht	EIN93		2a
Crustacea, Copepoda	Calanoida	Temoridae	COCalEur010	Eurytemora affinis	Eurytemora affinis		EIN93	P5	2a
Crustacea, Copepoda	Calanoida	Temoridae	COCalEur020	Eurytemora lacustris	Eurytemora lacustris		EIN93	P5	2a
Crustacea, Copepoda	Calanoida	Temoridae	COCalEur030	Eurytemora velox	Eurytemora velox		EIN93	P5	2a
Crustacea, Copepoda	Calanoida	Diaptomidae	COCalHem000	Hemidiaptomus	Hemidiaptomus	MBT nicht erreicht	EIN93		2a
Crustacea, Copepoda	Calanoida	Diaptomidae	COCalHem010	Hemidiaptomus (Gigantodiaptomus) amblyodon	Hemidiaptomus (Gigantodiaptomus) amblyodon		EIN93		2a
Crustacea, Copepoda	Calanoida	Diaptomidae	COCalHem020	Hemidiaptomus (Gigantodiaptomus) superbus	Hemidiaptomus (Gigantodiaptomus) superbus		EIN93		2a
Crustacea, Copepoda	Calanoida	Temoridae	COCalHet000	Heterocope	Heterocope	MBT nicht erreicht	EIN93		2a

SupOrd	Ord	Familie	OTL-ID	OTL-Taxonname	Mindestbestimmungstiefe	MBT-Kommentar	Ref-Lit	Präp	ZooGild
Crustacea, Copepoda	Calanoida	Temoridae	COCaHet010	Hetercope borealis	Hetercope borealis		EIN93	P5	2a
Crustacea, Copepoda	Calanoida	Diaptomidae	COCaMix000	Mixodiaptomus	Mixodiaptomus	MBT nicht erreicht	EIN93		2a
Crustacea, Copepoda	Calanoida	Diaptomidae	COCaMix010	Mixodiaptomus laciniatus	Mixodiaptomus laciniatus		EIN93	P5	2a
Crustacea, Copepoda	Calanoida	Pseudodiaptomidae	COCaPse000	Pseudodiaptomus	Pseudodiaptomus		EIN93	P5	2a
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida		COCyc000000	Cyclopoida	Cyclopoida	MBT nicht erreicht	EIN93		3c
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida		COCyc000C00	Cyclopoida-Copepodid	Cyclopoida-Copepodid		EIN93		3c
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida		COCyc000CG0	Cyclopoida-Copepodid (grosse Arten)	Cyclopoida-Copepodid (grosse Arten)		EIN93		3d
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida		COCyc000CK0	Cyclopoida-Copepodid (kleine Arten)	Cyclopoida-Copepodid (kleine Arten)		EIN93		3c
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida		COCyc000N00	Cyclopoida-Nauplius	Cyclopoida-Nauplius		EIN93		3a
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	COCycAca000	Acanthocyclops	Acanthocyclops	MBT nicht erreicht	EIN93	P5	3c
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	COCycAca010	Acanthocyclops kieferi	Acanthocyclops kieferi		EIN93		3c
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	COCycAca020	Acanthocyclops rhenanus	Acanthocyclops rhenanus		EIN93		3c
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	COCycAca030	Acanthocyclops robustus	Acanthocyclops robustus		EIN93		3c
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	COCycAca040	Acanthocyclops sensitivus	Acanthocyclops sensitivus		EIN93		3c
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	COCycAca050	Acanthocyclops venustus	Acanthocyclops venustus		EIN93		3c
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	COCycAca060	Acanthocyclops vernalis	Acanthocyclops vernalis		EIN93		3c
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	COCycCyc000	Cyclops	Cyclops	MBT nicht erreicht	EIN93	P5	3d
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	COCycCyc011	Cyclops abyssorum	Cyclops abyssorum		EIN93		3d
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	COCycCyc012	Cyclops abyssorum tatricus	Cyclops abyssorum tatricus		EIN93		3d
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	COCycCyc020	Cyclops bohater	Cyclops bohater		EIN93		3d
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	COCycCyc030	Cyclops insignis	Cyclops insignis		EIN93		3d
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	COCycCyc040	Cyclops kolensis	Cyclops kolensis		EIN93		3d
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	COCycCyc050	Cyclops strenuus	Cyclops strenuus		EIN93		3d
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	COCycCyc060	Cyclops vicinus	Cyclops vicinus		EIN93		3d
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	COCycDia000	Diacyclops	Diacyclops	MBT nicht erreicht	EIN93	P5	3c

SupOrd	Ord	Familie	OTL-ID	OTL-Taxonname	Mindestbestimmungstiefe	MBT-Kommentar	Ref-Lit	Präp	ZooGild
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	COCycDia010	Diacyclops bicuspidatus	Diacyclops bicuspidatus		EIN93		3c
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	COCycDia020	Diacyclops bisetosus	Diacyclops bisetosus		EIN93		3c
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	COCycDia030	Diacyclops charon	Diacyclops charon		EIN93		3c
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	COCycDia040	Diacyclops crassicaudis	Diacyclops crassicaudis		EIN93		3c
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	COCycDia060	Diacyclops languidoides	Diacyclops languidoides		EIN93		3c
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	COCycDia070	Diacyclops languidus	Diacyclops languidus		EIN93		3c
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	COCycEct000	Ectocyclops	Ectocyclops	MBT nicht erreicht	EIN93	P5	3c
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	COCycEct010	Ectocyclops affinis	Ectocyclops affinis		EIN93		3c
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	COCycEct020	Ectocyclops phaleratus	Ectocyclops phaleratus		EIN93		3c
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	COCycEuc000	Eucyclops	Eucyclops	MBT nicht erreicht	EIN93	P5	3c
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	COCycEuc010	Eucyclops graeteri	Eucyclops graeteri		EIN93		3c
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	COCycEuc021	Eucyclops macruroides denticulatus	Eucyclops macruroides denticulatus		EIN93		3c
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	COCycEuc022	Eucyclops macruroides macruroides	Eucyclops macruroides macruroides		EIN93		3c
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	COCycEuc030	Eucyclops macrurus	Eucyclops macrurus		EIN93		3c
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	COCycEuc040	Eucyclops serrulatus	Eucyclops serrulatus		EIN93		3c
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	COCycEuc050	Eucyclops speratus	Eucyclops speratus		EIN93		3c
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	COCycMac000	Macrocylops	Macrocylops	MBT nicht erreicht	EIN93	P5	3d
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	COCycMac010	Macrocylops albidus	Macrocylops albidus		EIN93		3d
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	COCycMac020	Macrocylops distinctus	Macrocylops distinctus		EIN93		3d
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	COCycMac030	Macrocylops fuscus	Macrocylops fuscus		EIN93		3d
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	COCycMeg000	Megacyclops	Megacyclops	MBT nicht erreicht	EIN93	P5	3d
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	COCycMeg010	Megacyclops gigas	Megacyclops gigas		EIN93		3d
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	COCycMeg020	Megacyclops viridis	Megacyclops viridis		EIN93		3d
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	COCycMes010	Mesocyclops leuckarti	Mesocyclops leuckarti		EIN93	P5	3c
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	COCycMet000	Metacyclops	Metacyclops	MBT nicht erreicht	EIN93	P5	3c

SupOrd	Ord	Familie	OTL-ID	OTL-Taxonname	Mindestbestimmungstiefe	MBT-Kommentar	Ref-Lit	Präp	ZooGild
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	COCycMet010	Metacyclops gracilis	Metacyclops gracilis		EIN93		3c
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	COCycMet020	Metacyclops minutus	Metacyclops minutus		EIN93		3c
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	COCycMet030	Metacyclops planus	Metacyclops planus		EIN93		3c
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	COCycMic000	Microcyclops	Microcyclops	MBT nicht erreicht	EIN93	P5	3c
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	COCycMic010	Microcyclops bicolor	Microcyclops bicolor		EIN93		3c
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	COCycMic020	Microcyclops rubellus	Microcyclops rubellus		EIN93		3c
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	COCycMic030	Microcyclops varicans	Microcyclops varicans		EIN93		3c
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	COCycPar000	Paracyclops	Paracyclops	MBT nicht erreicht	EIN93	P5	3c
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	COCycPar010	Paracyclops fimbriatus	Paracyclops fimbriatus		EIN93		3c
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	COCycPar020	Paracyclops poppei	Paracyclops poppei		EIN93		3c
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	COCycThe000	Thermocyclops	Thermocyclops	MBT nicht erreicht	EIN93	P5	3c
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	COCycThe010	Thermocyclops crassus	Thermocyclops crassus		EIN93		3c
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	COCycThe020	Thermocyclops dybowskii	Thermocyclops dybowskii		EIN93		3c
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	COCycThe030	Thermocyclops oithonoides	Thermocyclops oithonoides		EIN93		3c
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	COCycTro000	Tropocyclops	Tropocyclops	MBT nicht erreicht	EIN93	P5	3c
Crustacea, Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	COCycTro010	Tropocyclops prasinus	Tropocyclops prasinus		EIN93		3c
Crustacea, Copepoda	Poecilostomatoida	Ergasilidae	COErgErg000	Ergasilus	Ergasilus		FLO72		
Crustacea, Copepoda	Harpacticoida		COHar000000	Harpacticoida	Harpacticoida		JAN96		
Crustacea, Copepoda	Harpacticoida		COHar000C00	Harpacticoida-Copepodid	Harpacticoida		JAN96		
Crustacea, Copepoda	Harpacticoida		COHar000N00	Harpacticoida-Nauplius	Harpacticoida		JAN96		
Crustacea, Copepoda	Harpacticoida	Canthocamptidae	COHarCan000	Canthocamptus	Harpacticoida		JAN95		
Crustacea, Copepoda	Harpacticoida	Canthocamptidae	COHarCan010	Canthocamptus staphylinus	Harpacticoida		JAN96		
Crustacea, Malacostraca	Mysida		MAMys000000	Mysida	Mysida	MBT nicht erreicht	EGG99		
Crustacea, Malacostraca	Mysida	Mysidae	MAMysHem010	Hemimysis anomala	Hemimysis anomala		EGG99		
Crustacea, Malacostraca	Mysida	Mysidae	MAMysKat010	Katamysis warpachowskyi	Katamysis warpachowskyi				

SupOrd	Ord	Familie	OTL-ID	OTL-Taxonname	Mindestbestimmungstiefe	MBT-Kommentar	Ref-Lit	Präp	ZooGild
Crustacea, Malacostraca	Mysida	Mysidae	MAMysLim010	Limnomysis benedeni	Limnomysis benedeni		EGG99		
Crustacea, Malacostraca	Mysida	Mysidae	MAMysMys010	Mysis relicta	Mysis relicta		EGG99		
Crustacea, Malacostraca	Mysida	Mysidae	MAMysNeo010	Neomysis integer	Neomysis integer		EGG99		
Eurotatoria			R000000000	Eurotatoria	Eurotatoria	MBT nicht erreicht			4a
Eurotatoria, Bdelloidea			RB000000000	Bdelloidea	Bdelloidea		DON65		4a
Eurotatoria, Bdelloidea		Habrotrochidae	RBHabHab000	Habrotrocha	Bdelloidea		DON65		4a
Eurotatoria, Bdelloidea		Philodinidae	RBPhi000000	Philodina	Bdelloidea		DON65		4a
Eurotatoria, Bdelloidea		Philodinidae	RBPhiDis000	Dissotrocha	Bdelloidea		DON65		4a
Eurotatoria, Bdelloidea		Philodinidae	RBPhiDis010	Dissotrocha aculeata	Bdelloidea		DON65		4a
Eurotatoria, Bdelloidea		Philodinidae	RBPhiPhi010	Philodina citrina	Bdelloidea		DON65		4a
Eurotatoria, Bdelloidea		Philodinidae	RBPhiPhi020	Philodina flaviceps	Bdelloidea		DON65		4a
Eurotatoria, Bdelloidea		Philodinidae	RBPhiPhi030	Philodina megalotrocha	Bdelloidea		DON65		4a
Eurotatoria, Bdelloidea		Philodinidae	RBPhiPhi040	Philodina plena	Bdelloidea		DON65		4a
Eurotatoria, Bdelloidea		Philodinidae	RBPhiPhi050	Philodina roseola	Bdelloidea		DON65		4a
Eurotatoria, Bdelloidea		Philodinidae	RBPhiRot000	Rotaria	Bdelloidea		DON65		4a
Eurotatoria, Bdelloidea		Philodinidae	RBPhiRot010	Rotaria neptunia	Bdelloidea		DON65		4a
Eurotatoria, Bdelloidea		Philodinidae	RBPhiRot020	Rotaria rotatoria	Bdelloidea		DON65		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Asplanchnidae	RMAspAsp000	Asplanchna	Asplanchna	MBT nicht erreicht	NOG02		4d
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Asplanchnidae	RMAspAsp010	Asplanchna brightwellii	Asplanchna brightwellii		NOG02	Kauer	4d
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Asplanchnidae	RMAspAsp020	Asplanchna girodi	Asplanchna girodi		NOG02	Kauer	4d
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Asplanchnidae	RMAspAsp030	Asplanchna priodonta	Asplanchna priodonta		NOG02		4d
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Asplanchnidae	RMAspAsp040	Asplanchna sieboldii	Asplanchna sieboldii		NOG02	Kauer	4d
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Asplanchnidae	RMAspAsp050	Asplanchna silvestrii	Asplanchna silvestrii		NOG02	Kauer	4d
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Asplanchnidae	RMAspAsp912	Asplanchna girodi/brightwellii	Asplanchna	MBT nicht erreicht	NOG02	Kauer	4d
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Asplanchnidae	RMAspAss010	Asplanchnopus multiceps	Asplanchnopus multiceps		NOG02		4d
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Brachionidae	RMBraAnu000	Anuraeopsis	Anuraeopsis	MBT nicht erreicht	KOS78		4a

SupOrd	Ord	Familie	OTL-ID	OTL-Taxonname	Mindestbestimmungstiefe	MBT-Kommentar	Ref-Lit	Präp	ZooGild
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Brachionidae	RMBraAnu010	Anuraeopsis fissa	Anuraeopsis fissa		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Brachionidae	RMBraBra000	Brachionus	Brachionus	MBT nicht erreicht	KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Brachionidae	RMBraBra010	Brachionus angularis	Brachionus angularis		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Brachionidae	RMBraBra011	Brachionus angularis bidens	Brachionus angularis bidens		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Brachionidae	RMBraBra020	Brachionus bidentatus	Brachionus bidentatus		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Brachionidae	RMBraBra030	Brachionus budapestinensis	Brachionus budapestinensis		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Brachionidae	RMBraBra040	Brachionus calyciflorus	Brachionus calyciflorus		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Brachionidae	RMBraBra050	Brachionus diversicornis	Brachionus diversicornis		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Brachionidae	RMBraBra060	Brachionus falcatus	Brachionus falcatus		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Brachionidae	RMBraBra070	Brachionus leydigii	Brachionus leydigii		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Brachionidae	RMBraBra071	Brachionus leydigii leydigii	Brachionus leydigii		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Brachionidae	RMBraBra072	Brachionus leydigii rotundus	Brachionus leydigii rotundus		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Brachionidae	RMBraBra080	Brachionus plicatilis	Brachionus plicatilis		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Brachionidae	RMBraBra090	Brachionus quadridentatus	Brachionus quadridentatus		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Brachionidae	RMBraBra100	Brachionus rubens	Brachionus rubens		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Brachionidae	RMBraBra110	Brachionus sericus	Brachionus sericus		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Brachionidae	RMBraBra120	Brachionus urceolaris	Brachionus urceolaris		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Brachionidae	RMBraBra130	Brachionus variabilis	Brachionus variabilis		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Brachionidae	RMBraBra140	Brachionus zahniseri	Brachionus zahniseri		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Brachionidae	RMBraKel010	Kellicottia longispina	Kellicottia longispina		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Brachionidae	RMBraKer000	Keratella	Keratella	MBT nicht erreicht	KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Brachionidae	RMBraKer010	Keratella cochlearis	Keratella cochlearis		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Brachionidae	RMBraKer020	Keratella cruciformis	Keratella cruciformis		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Brachionidae	RMBraKer030	Keratella hiemalis	Keratella hiemalis		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Brachionidae	RMBraKer040	Keratella lenzi	Keratella lenzi		KOS78		4a

SupOrd	Ord	Familie	OTL-ID	OTL-Taxonname	Mindestbestimmungstiefe	MBT-Kommentar	Ref-Lit	Präp	ZooGild
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Brachionidae	RMBraKer050	Keratella quadrata	Keratella quadrata		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Brachionidae	RMBraKer060	Keratella serrulata	Keratella serrulata		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Brachionidae	RMBraKer070	Keratella testudo	Keratella testudo		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Brachionidae	RMBraKer080	Keratella ticinensis	Keratella ticinensis		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Brachionidae	RMBraKer090	Keratella tecta	Keratella tecta		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Brachionidae	RMBraKer100	Keratella valga	Keratella valga		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Brachionidae	RMBraNot000	Notholca	Notholca	MBT nicht erreicht	KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Brachionidae	RMBraNot010	Notholca acuminata	Notholca acuminata		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Brachionidae	RMBraNot020	Notholca bipalium	Notholca bipalium		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Brachionidae	RMBraNot030	Notholca caudata	Notholca caudata		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Brachionidae	RMBraNot040	Notholca foliacea	Notholca foliacea		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Brachionidae	RMBraNot050	Notholca labis	Notholca labis		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Brachionidae	RMBraNot060	Notholca marina	Notholca marina		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Brachionidae	RMBraNot070	Notholca squamula	Notholca squamula		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Brachionidae	RMBraNot080	Notholca striata	Notholca striata		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Brachionidae	RMBraNot915	Notholca acuminata/labis	Notholca	MBT nicht erreicht	KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Brachionidae	RMBraPla010	Plationus patulus	Plationus patulus		SMD93		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Brachionidae	RMBraPly000	Platylas	Platylas	MBT nicht erreicht	KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Brachionidae	RMBraPly010	Platylas quadricornis	Platylas quadricornis		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Collothecaceae	Collothecidae	RMColCol000	Collotheca	Collotheca		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Collothecaceae	Collothecidae	RMColCol010	Collotheca campanulata	Collotheca		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Collothecaceae	Collothecidae	RMColCol020	Collotheca libera	Collotheca		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Collothecaceae	Collothecidae	RMColCol030	Collotheca mutabilis	Collotheca		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Collothecaceae	Collothecidae	RMColCol040	Collotheca ornata	Collotheca		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Collothecaceae	Collothecidae	RMColCol050	Collotheca pelagica	Collotheca		KOS78		4a

SupOrd	Ord	Familie	OTL-ID	OTL-Taxonname	Mindestbestimmungstiefe	MBT-Kommentar	Ref-Lit	Präp	ZooGild
Eurotatoria, Monogononta	Collotheceae	Collotheceidae	RMColCol923	Collothea libera/mutabilis	Collothea		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Flosculariaceae	Conochilidae	RMConCon000	Conochilus	Conochilus	MBT nicht erreicht	KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Flosculariaceae	Conochilidae	RMConCon010	Conochilus (Conochiloides) coenobasis	Conochilus (Conochiloides) coenobasis		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Flosculariaceae	Conochilidae	RMConCon020	Conochilus (Conochiloides) dossuarius	Conochilus (Conochiloides) dossuarius		SEW01		4a
Eurotatoria, Monogononta	Flosculariaceae	Conochilidae	RMConCon030	Conochilus (Conochilus) hippocrepis	Conochilus (Conochilus) hippocrepis		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Flosculariaceae	Conochilidae	RMConCon040	Conochilus (Conochiloides) natans	Conochilus (Conochiloides) natans		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Flosculariaceae	Conochilidae	RMConCon050	Conochilus (Conochilus) unicornis	Conochilus (Conochilus) unicornis		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Dicranophoridae	RMDic000000	Dicranophoridae	Dicranophoridae		SME96b		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Dicranophoridae	RMDicDic000	Dicranophorus	Dicranophoridae		SME96b		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Dicranophoridae	RMDicDic010	Dicranophorus forcipatus	Dicranophoridae		SME96b		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Dicranophoridae	RMDicDic030	Dicranophorus rostratus	Dicranophoridae		SME96b		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Dicranophoridae	RMDicEnc000	Encentrum	Dicranophoridae		SME96b		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Dicranophoridae	RMDicEnc010	Encentrum uncinatum	Dicranophoridae		SME96b		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Epiphanidae	RMEpiEpi000	Epiphanes	Epiphanes		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Epiphanidae	RMEpiEpi010	Epiphanes macroura	Epiphanes		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Epiphanidae	RMEpiEpi020	Epiphanes senta	Epiphanes		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Epiphanidae	RMEpiPro010	Proalides subtilis	Proalides subtilis		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Epiphanidae	RMEpiRhi010	Rhinoglena frontalis	Rhinoglena frontalis		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Euchlanidae	RMEucEuc000	Euchlanis	Euchlanis	MBT nicht erreicht	KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Euchlanidae	RMEucEuc010	Euchlanis deflexa	Euchlanis deflexa/lyra		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Euchlanidae	RMEucEuc020	Euchlanis dilatata	Euchlanis dilatata		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Euchlanidae	RMEucEuc030	Euchlanis lyra	Euchlanis deflexa/lyra		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Euchlanidae	RMEucEuc040	Euchlanis triquetra	Euchlanis triquetra		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Euchlanidae	RMEucEuc913	Euchlanis deflexa/lyra	Euchlanis deflexa/lyra		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Flosculariaceae	Flosculariidae	RMFloFlo000	Floscularia	Floscularia		KOS78		4a

SupOrd	Ord	Familie	OTL-ID	OTL-Taxonname	Mindestbestimmungstiefe	MBT-Kommentar	Ref-Lit	Präp	ZooGild
Eurotatoria, Monogononta	Flosculariaceae	Flosculariidae	RMFloFlo010	Floscularia ringens	Floscularia		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Flosculariaceae	Flosculariidae	RMFloLac000	Lacinularia	Lacinularia		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Flosculariaceae	Flosculariidae	RMFloLac010	Lacinularia flosculosa	Lacinularia		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Flosculariaceae	Flosculariidae	RMFloPty000	Ptygura	Ptygura		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Flosculariaceae	Flosculariidae	RMFloPty010	Ptygura melicerta	Ptygura		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Flosculariaceae	Flosculariidae	RMFloPty020	Ptygura pilula	Ptygura		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Gastropodidae	RMGasAsc000	Ascomorpha	Ascomorpha	MBT nicht erreicht	NOG02		4c
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Gastropodidae	RMGasAsc010	Ascomorpha agilis	Ascomorpha agilis		NOG02		4c
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Gastropodidae	RMGasAsc020	Ascomorpha ecaudis	Ascomorpha ecaudis		NOG02		4c
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Gastropodidae	RMGasAsc030	Ascomorpha ovalis	Ascomorpha ovalis		NOG02		4c
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Gastropodidae	RMGasAsc040	Ascomorpha saltans	Ascomorpha saltans		NOG02		4c
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Gastropodidae	RMGasGas000	Gastropus	Gastropus	MBT nicht erreicht	NOG02		4c
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Gastropodidae	RMGasGas010	Gastropus hytopus	Gastropus hytopus		NOG02		4c
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Gastropodidae	RMGasGas020	Gastropus minor	Gastropus minor		NOG02		4c
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Gastropodidae	RMGasGas030	Gastropus stylifer	Gastropus stylifer		NOG02		4c
Eurotatoria, Monogononta	Flosculariaceae	Hexarthridae	RMHexHex000	Hexarthra	Hexarthra	MBT nicht erreicht	KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Flosculariaceae	Hexarthridae	RMHexHex010	Hexarthra fennica	Hexarthra fennica		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Flosculariaceae	Hexarthridae	RMHexHex020	Hexarthra mira	Hexarthra mira		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Lecanidae	RMLecLec000	Lecane	Lecane		SEG95		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Lecanidae	RMLecLec010	Lecane arcuata	Lecane		SEG95		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Lecanidae	RMLecLec020	Lecane bulla	Lecane		SEG95		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Lecanidae	RMLecLec030	Lecane cornuta	Lecane		SEG95		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Lecanidae	RMLecLec040	Lecane closterocerca	Lecane		SEG95		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Lecanidae	RMLecLec050	Lecane hamata	Lecane		SEG95		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Lecanidae	RMLecLec060	Lecane inermis	Lecane		SEG95		4a

SupOrd	Ord	Familie	OTL-ID	OTL-Taxonname	Mindestbestimmungstiefe	MBT-Kommentar	Ref-Lit	Präp	ZooGild
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Lecanidae	RMLecLec070	Lecane luna	Lecane		SEG95		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Lecanidae	RMLecLec080	Lecane lunaris	Lecane		SEG95		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Lecanidae	RMLecLec090	Lecane mira	Lecane		SEG95		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Lecanidae	RMLecLec100	Lecane scutata	Lecane		SEG95		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Lecanidae	RMLecLec110	Lecane stichaea	Lecane		SEG95		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Lecanidae	RMLecLec120	Lecane flexilis	Lecane		SEG95		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Lecanidae	RMLecLec130	Lecane kostei	Lecane		SES10		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Lepadellidae	RMLepCol000	Colurella	Colurella		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Lepadellidae	RMLepCol010	Colurella adriatica	Colurella		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Lepadellidae	RMLepCol020	Colurella hindenburgi	Colurella		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Lepadellidae	RMLepCol030	Colurella tessellata	Colurella		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Lepadellidae	RMLepCol040	Colurella uncinata	Colurella		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Lepadellidae	RMLepLep000	Lepadella	Lepadella		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Lepadellidae	RMLepLep010	Lepadella (Lepadella) acuminata	Lepadella		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Lepadellidae	RMLepLep020	Lepadella (Lepadella) ovalis	Lepadella		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Lepadellidae	RMLepLep030	Lepadella (Xenolepadella) parasitica	Lepadella		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Lepadellidae	RMLepLep040	Lepadella (Lepadella) patella	Lepadella		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Lepadellidae	RMLepSqu000	Squatinella	Squatinella		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Lepadellidae	RMLepSqu010	Squatinella rostrum	Squatinella		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Lindiidae	RMLinLin000	Lindia	Lindia		NOG02		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Lindiidae	RMLinLin010	Lindia (Lindia) janickii	Lindia		NOG02		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Microcodidae	RMMicMic010	Microcodon clavus	Microcodon clavus		NOG02		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Mytilinidae	RMMytLop000	Lophocharis	Lophocharis		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Mytilinidae	RMMytMyt000	Mytilina	Mytilina	MBT nicht erreicht	KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Mytilinidae	RMMytMyt010	Mytilina bisulcata	Mytilina bisulcata		KOS78		4a

SupOrd	Ord	Familie	OTL-ID	OTL-Taxonname	Mindestbestimmungstiefe	MBT-Kommentar	Ref-Lit	Präp	ZooGild
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Mytilinidae	RMMytMyt020	Mytilina mucronata	Mytilina mucronata		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Mytilinidae	RMMytMyt030	Mytilina ventralis	Mytilina ventralis		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Notommatidae	RMNot000000	Notommatidae	Notommatidae		NOG95		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Notommatidae	RMNotCep000	Cephalodella	Cephalodella		NOG95		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Notommatidae	RMNotCep010	Cephalodella acidophila	Cephalodella acidophila		JER11		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Notommatidae	RMNotCep020	Cephalodella auriculata	Cephalodella		NOG95		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Notommatidae	RMNotCep030	Cephalodella catellina	Cephalodella		NOG95		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Notommatidae	RMNotCep040	Cephalodella eva	Cephalodella		NOG95		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Notommatidae	RMNotCep050	Cephalodella forficula	Cephalodella		NOG95		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Notommatidae	RMNotCep060	Cephalodella gibba	Cephalodella gibba		NOG95		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Notommatidae	RMNotCep070	Cephalodella hoodii	Cephalodella		NOG95		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Notommatidae	RMNotCep080	Cephalodella megaloccephala	Cephalodella		NOG95		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Notommatidae	RMNotEnt000	Enteroplea	Notommatidae		NOG95		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Notommatidae	RMNotEnt010	Enteroplea lacustris	Notommatidae		NOG95		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Notommatidae	RMNotMon000	Monommata	Notommatidae		NOG95		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Notommatidae	RMNotMon010	Monommata grandis	Notommatidae		NOG95		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Notommatidae	RMNotMon020	Monommata longiseta	Notommatidae		NOG95		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Notommatidae	RMNotNot000	Notommata	Notommatidae		NOG95		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Notommatidae	RMNotNot010	Notommata aurita	Notommatidae		NOG95		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Proalidae	RMPProPou010	Pourriotia werneckii	Proales		SME96a		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Proalidae	RMPProPro000	Proales	Proales		SME96a		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Proalidae	RMPProPro010	Proales daphnicola	Proales		SME96a		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Proalidae	RMPProPro020	Proales decipiens	Proales		SME96a		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Proalidae	RMPProPro030	Proales reinhardtii	Proales		SME96a		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Proalidae	RMPProPro040	Proales theodora	Proales		SME96a		4a

SupOrd	Ord	Familie	OTL-ID	OTL-Taxonname	Mindestbestimmungstiefe	MBT-Kommentar	Ref-Lit	Präp	ZooGild
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Synchaetidae	RMSynPlo000	Ploesoma	Ploesoma	MBT nicht erreicht	NOG02		4d
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Synchaetidae	RMSynPlo010	Ploesoma hudsoni	Ploesoma hudsoni		NOG02		4d
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Synchaetidae	RMSynPlo020	Ploesoma lenticulare	Ploesoma lenticulare		NOG02		4d
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Synchaetidae	RMSynPlo030	Ploesoma triacanthum	Ploesoma triacanthum		NOG02		4d
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Synchaetidae	RMSynPlo040	Ploesoma truncatum	Ploesoma truncatum		NOG02		4d
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Synchaetidae	RMSynPol000	Polyarthra	Polyarthra		NOG02		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Synchaetidae	RMSynPol010	Polyarthra dolichoptera	Polyarthra		NOG02		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Synchaetidae	RMSynPol020	Polyarthra euryptera	Polyarthra euryptera		NOG02		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Synchaetidae	RMSynPol030	Polyarthra longiremis	Polyarthra		NOG02		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Synchaetidae	RMSynPol040	Polyarthra luminosa	Polyarthra		NOG02		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Synchaetidae	RMSynPol050	Polyarthra major	Polyarthra major		NOG02		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Synchaetidae	RMSynPol060	Polyarthra minor	Polyarthra minor		NOG02		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Synchaetidae	RMSynPol070	Polyarthra remata	Polyarthra remata		NOG02		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Synchaetidae	RMSynPol080	Polyarthra vulgaris	Polyarthra		NOG02		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Synchaetidae	RMSynPol918	Polyarthra vulgaris/dolichoptera	Polyarthra		NOG02		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Synchaetidae	RMSynPol967	Polyarthra remata/minor	Polyarthra	MBT nicht erreicht	NOG02		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Synchaetidae	RMSynSyn000	Synchaeta	Synchaeta		NOG02		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Synchaetidae	RMSynSyn010	Synchaeta grandis	Synchaeta grandis		NOG02		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Synchaetidae	RMSynSyn020	Synchaeta lakowitziana	Synchaeta		NOG02		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Synchaetidae	RMSynSyn030	Synchaeta longipes	Synchaeta		NOG02		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Synchaetidae	RMSynSyn040	Synchaeta oblonga	Synchaeta		NOG02		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Synchaetidae	RMSynSyn050	Synchaeta pectinata	Synchaeta pectinata		NOG02		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Synchaetidae	RMSynSyn060	Synchaeta stylata	Synchaeta		NOG02		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Synchaetidae	RMSynSyn070	Synchaeta tremula	Synchaeta		NOG02		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Synchaetidae	RMSynSyn924	Synchaeta lakowitziana/oblonga	Synchaeta		NOG02		4a

SupOrd	Ord	Familie	OTL-ID	OTL-Taxonname	Mindestbestimmungstiefe	MBT-Kommentar	Ref-Lit	Präp	ZooGild
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Synchaetidae	RMSynSyn947	Synchaeta tremula/oblonga	Synchaeta		NOG02		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Synchaetidae	RMSynSyn956	Synchaeta stylata/pectinata	Synchaeta		NOG02		4a
Eurotatoria, Monogononta	Flosculariaceae	Testudinellidae	RMTesPom000	Pompholyx	Pompholyx	MBT nicht erreicht	KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Flosculariaceae	Testudinellidae	RMTesPom010	Pompholyx complanata	Pompholyx complanata		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Flosculariaceae	Testudinellidae	RMTesPom020	Pompholyx sulcata	Pompholyx sulcata		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Flosculariaceae	Testudinellidae	RMTesTes000	Testudinella	Testudinella	MBT nicht erreicht	KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Flosculariaceae	Testudinellidae	RMTesTes010	Testudinella mucronata	Testudinella mucronata		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Flosculariaceae	Testudinellidae	RMTesTes020	Testudinella parva	Testudinella parva		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Flosculariaceae	Testudinellidae	RMTesTes030	Testudinella patina	Testudinella patina		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Trichocercidae	RMTriElo010	Elosa worallii	Elosa worallii		KOS78		4b
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Trichocercidae	RMTriTri000	Trichocerca	Trichocerca		KOS78		4b
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Trichocercidae	RMTriTri010	Trichocerca birostris	Trichocerca birostris		KOS78		4b
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Trichocercidae	RMTriTri020	Trichocerca capucina	Trichocerca capucina		KOS78		4b
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Trichocercidae	RMTriTri030	Trichocerca cylindrica	Trichocerca cylindrica		KOS78		4b
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Trichocercidae	RMTriTri040	Trichocerca dixonnutalli	Trichocerca dixonnutalli		KOS78		4b
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Trichocercidae	RMTriTri050	Trichocerca elongata	Trichocerca elongata		KOS78		4b
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Trichocercidae	RMTriTri060	Trichocerca gracilis	Trichocerca		KOS78		4b
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Trichocercidae	RMTriTri070	Trichocerca iernis	Trichocerca		KOS78		4b
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Trichocercidae	RMTriTri080	Trichocerca longiseta	Trichocerca longiseta		KOS78		4b
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Trichocercidae	RMTriTri090	Trichocerca mus	Trichocerca		KOS78		4b
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Trichocercidae	RMTriTri100	Trichocerca porcellus	Trichocerca porcellus		KOS78		4b
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Trichocercidae	RMTriTri110	Trichocerca pusilla	Trichocerca pusilla		KOS78		4b
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Trichocercidae	RMTriTri120	Trichocerca rattus	Trichocerca rattus		KOS78		4b
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Trichocercidae	RMTriTri130	Trichocerca rousseleti	Trichocerca rousseleti		KOS78		4b
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Trichocercidae	RMTriTri140	Trichocerca ruttneri	Trichocerca ruttneri		KOS78		4b

SupOrd	Ord	Familie	OTL-ID	OTL-Taxonname	Mindestbestimmungstiefe	MBT-Kommentar	Ref-Lit	Präp	ZooGild
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Trichocercidae	RMTriTri150	Trichocerca similis	Trichocerca similis		KOS78		4b
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Trichocercidae	RMTriTri151	Trichocerca similis grandis	Trichocerca similis		KOS78		4b
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Trichocercidae	RMTriTri160	Trichocerca stylata	Trichocerca		KOS78		4b
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Trichocercidae	RMTriTri170	Trichocerca tenuior	Trichocerca tenuior		KOS78		4b
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Trichotriidae	RMTrkTra000	Trichotria	Trichotria	MBT nicht erreicht	KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Trichotriidae	RMTrkTra010	Trichotria pocillum	Trichotria pocillum		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Ploima	Trichotriidae	RMTrkTra020	Trichotria tetractis	Trichotria tetractis		KOS78		4a
Eurotatoria, Monogononta	Flosculariaceae	Trochosphaeridae	RMTroFil000	Filinia	Filinia	MBT nicht erreicht	NOG02		4a
Eurotatoria, Monogononta	Flosculariaceae	Trochosphaeridae	RMTroFil010	Filinia brachiata	Filinia brachiata		NOG02		4a
Eurotatoria, Monogononta	Flosculariaceae	Trochosphaeridae	RMTroFil020	Filinia cornuta	Filinia cornuta		NOG02		4a
Eurotatoria, Monogononta	Flosculariaceae	Trochosphaeridae	RMTroFil030	Filinia longiseta	Filinia longiseta		NOG02		4a
Eurotatoria, Monogononta	Flosculariaceae	Trochosphaeridae	RMTroFil040	Filinia opoliensis	Filinia opoliensis		NOG02		4a
Eurotatoria, Monogononta	Flosculariaceae	Trochosphaeridae	RMTroFil050	Filinia passa	Filinia passa		NOG02		4a
Eurotatoria, Monogononta	Flosculariaceae	Trochosphaeridae	RMTroFil060	Filinia terminalis	Filinia terminalis		NOG02		4a
Sonstige, Chromista	Bigyra	Actinophryidae	SCBigAct000	Actinophrys	Actinophrys				
Sonstige, Chromista	Ciliophora		SCC00000000	Ciliophora	Ciliophora				
Sonstige, Chromista	Cercozoa	Cyphoderiidae	SCCercyp000	Cyphoderia	Cyphoderia				
Sonstige, Chromista	Cercozoa	Cyphoderiidae	SCCercyp010	Cyphoderia ampulla	Cyphoderia				
Sonstige, Chromista	Cercozoa	Euglyphidae	SCCercEug000	Euglypha	Euglypha				
Sonstige, Chromista	Ciliophora	Oligotrichia	SCCOli00000	Oligotrichia	Oligotrichia				
Sonstige, Chromista	Ciliophora	Oligotrichia	SCCOliCod00	Codonella	Codonella				
Sonstige, Chromista	Ciliophora	Oligotrichia	SCCOliCod10	Codonella cratera	Codonella				
Sonstige, Chromista	Ciliophora	Oligotrichia	SCCOliStm00	Strombidium	Strombidium				
Sonstige, Chromista	Ciliophora	Oligotrichia	SCCOliStr00	Strobilidium	Strobilidium				
Sonstige, Chromista	Ciliophora	Oligotrichia	SCCOliTin00	Tintinnina	Tintinnina				

SupOrd	Ord	Familie	OTL-ID	OTL-Taxonname	Mindestbestimmungstiefe	MBT-Kommentar	Ref-Lit	Präp	ZooGild
Sonstige, Chromista	Ciliophora	Oligotrichia	SCCOLITin10	Tintinnidium	Tintinnidium				
Sonstige, Chromista	Ciliophora	Oligotrichia	SCCOLITin11	Tintinnidium fluviatile	Tintinnidium				
Sonstige, Chromista	Ciliophora	Oligotrichia	SCCOLITin20	Tintinnopsis	Tintinnopsis				
Sonstige, Chromista	Ciliophora	Ventrata	SCCPer00000	Peritrichia	Peritrichia				
Sonstige, Chromista	Ciliophora	Peritrichia	SCCPerCar10	Carchesium	Carchesium				
Sonstige, Chromista	Ciliophora	Peritrichia	SCCPerEpi10	Epistylis	Epistylis				
Sonstige, Chromista	Ciliophora	Peritrichia	SCCPerTri00	Trichodinidae	Trichodinidae				
Sonstige, Chromista	Ciliophora	Peritrichia	SCCPerTri10	Trichodina	Trichodinidae				
Sonstige, Chromista	Ciliophora	Peritrichia	SCCPerVor10	Vorticella	Vorticella				
Sonstige, Chromista	Ciliophora	Rhabdophora	SCCRhaDid10	Didinium	Didinium				
Sonstige, Chromista	Ciliophora	Rhabdophora	SCCRhaDil00	Dileptus	Dileptus				
Sonstige, Chromista	Ciliophora	Spirotrichia	SCCSpi00000	Spirotrichia	Spirotrichia				
Sonstige, Chromista	Ciliophora	Spirotrichia	SCCSpiOxy00	Oxytricha	Oxytricha				
Sonstige, Chromista	Ciliophora	Spirotrichia	SCCSpiSty00	Stylonychia	Stylonychia				
Sonstige, Chromista	Ciliophora	Ventrata	SCCVenCol10	Coleps	Coleps				
Sonstige, Chromista	Ciliophora	Ventrata	SCCVenPar10	Paramecium	Paramecium				
Sonstige, Chromista	Ciliophora	Ventrata	SCCVenSuc00	Suctoria	Suctoria				
Sonstige, Chromista	Heliozoa		SCHel000000	Heliozoa	Heliozoa				
Sonstige, Metazoa	Acarina		SMAca000000	Acari	Acari				
Sonstige, Metazoa	Mollusca		SMBiv000000	Bivalvia	Bivalvia				
Sonstige, Metazoa	Bivalvia		SMBivDre000	Dreissena	Dreissena				
Sonstige, Metazoa	Bivalvia		SMBivDre010	Dreissena polymorpha	Dreissena polymorpha				
Sonstige, Metazoa	Bryozoa		SMBry000000	Bryozoa	Bryozoa				
Sonstige, Metazoa	Crustacea, Branchiura	Argulidae	SMCruBraArg	Argulus	Argulus		FLO72		
Sonstige, Metazoa	Crustacea, Cirripedia		SMCruCir000	Cirripedia	Cirripedia				
Sonstige, Metazoa	Crustacea, Isopoda		SMCruIso000	Isopoda	Isopoda				
Sonstige, Metazoa	Crustacea, Ostracoda		SMCruOst000	Ostracoda	Ostracoda				
Sonstige, Metazoa	Gastrotricha		SMGas000000	Gastrotricha	Gastrotricha				
Sonstige, Metazoa	Gastrotricha	Chaetonotidae	SMGasCha000	Polymerurus	Gastrotricha				

SupOrd	Ord	Familie	OTL-ID	OTL-Taxonname	Mindestbestimmungstiefe	MBT-Kommentar	Ref-Lit	Präp	ZooGild
Sonstige, Metazoa	Gastrotricha	Chaetonotidae	SMGasCha010	Polymerurus rhomboides	Gastrotricha				
Sonstige, Metazoa	Hydrozoa		SMHyd000000	Hydrozoa	Hydrozoa				
Sonstige, Metazoa	Insecta	Corixidae	SMInsCor000	Corixidae	Corixidae				
Sonstige, Metazoa	Insecta		SMInsDip000	Diptera	Diptera				
Sonstige, Metazoa	Insecta	Chaoboridae	SMInsDip010	Chaoborus	Chaoborus				
Sonstige, Metazoa	Insecta	Chaoboridae	SMInsDip011	Chaoborus crystallinus	Chaoborus				
Sonstige, Metazoa	Insecta	Chaoboridae	SMInsDip012	Chaoborus flavicans	Chaoborus				
Sonstige, Metazoa	Insecta	Chironomidae	SMInsDip020	Chironomidae	Chironomidae				
Sonstige, Metazoa	Insecta		SMInsHem000	Hemiptera	Hemiptera				
Sonstige, Metazoa	Insecta		SMInsTri000	Trichoptera	Trichoptera				
Sonstige, Metazoa	Mollusca		SMMol000000	Mollusca	Mollusca				
Sonstige, Metazoa	Mollusca		SMMolGas000	Gastropoda	Gastropoda				
Sonstige, Metazoa	Nematoda		SMNem000000	Nematoda	Nematoda				
Sonstige, Metazoa	Oligochaeta		SMOli000000	Oligochaeta	Oligochaeta				
Sonstige, Metazoa	Polychaeta		SMPol000000	Polychaeta	Polychaeta				
Sonstige, Metazoa	Tardigrada		SMTar000000	Tardigrada	Tardigrada				
Sonstige, Metazoa	Trematoda		SMTreTri000	Trichobilharzia	Trichobilharzia				
Sonstige, Metazoa	Turbellaria		SMTur000000	Turbellaria	Turbellaria				
Sonstige, Protozoa	Amoebozoa		SPA00000000	Amoebozoa	Amoebozoa				
Sonstige, Protozoa	Amoebozoa		SPA00000000	Arcellinida	Arcellinida				
Sonstige, Protozoa	Amoebozoa	Arcellidae	SPA00000000	Arcella	Arcella				
Sonstige, Protozoa	Amoebozoa	Arcellidae	SPA00000000	Arcella discoides	Arcella				
Sonstige, Protozoa	Amoebozoa	Arcellidae	SPA00000000	Arcella gibbosa	Arcella				
Sonstige, Protozoa	Amoebozoa	Arcellidae	SPA00000000	Arcella vulgaris	Arcella				
Sonstige, Protozoa	Amoebozoa	Centropyxidae	SPA00000000	Centropyxis	Amoebozoa				
Sonstige, Protozoa	Amoebozoa	Centropyxidae	SPA00000000	Centropyxis aculeata	Amoebozoa				
Sonstige, Protozoa	Amoebozoa	Diffugiidae	SPA00000000	Diffugia	Diffugia				
Sonstige, Protozoa	Amoebozoa	Diffugiidae	SPA00000000	Diffugia acuminata	Diffugia				
Sonstige, Protozoa	Amoebozoa	Diffugina	SPA00000000	Nebela	Amoebozoa				