



Bayerisches Landesamt
für Umwelt



Verfahrensanleitung für die ökologische Bewertung von Fließgewässern zur Umsetzung der EG- Wasserrahmenrichtlinie: Makrophyten und Phytobenthos

Phylib

Stand Januar 2012

Dr. Jochen Schaumburg
Christine Schranz
Dr. Doris Stelzer
Dr. Andrea Vogel
Dr. Antje Gutowski

Stand Januar 2012
Version 13.08.2012

Auftragnehmer	Bayerisches Landesamt für Umwelt
Projektleitung	Dr. Jochen Schaumburg, Bayer. Landesamt für Umwelt
Koordination	Dipl.-Biol. Christine Schranz, Bayer. Landesamt für Umwelt
Makrophyten	Dr. Doris Stelzer, Hohenbrunn-Riemerling
Diatomeen	Dr. Andrea Vogel, Hechendorf
Phytobenthos	Dr. Antje Gutowski, Bremen

Mit Textbeiträgen von Dr. Klaus van de Weyer und Dr. Uwe Koenzen et al. (Planungsbüro Koenzen).

Inhaltsverzeichnis

1	Vorbemerkung	15
2	Probenahme und Ermittlung der Makrophyten&Phytobenthos-Biozönose	16
2.1	Makrophyten	17
2.1.1	Materialien zur Durchführung der Kartierung	17
2.1.2	Festlegung des Kartierabschnittes	18
2.1.3	Hinweise zum Ausfüllen des Kartierprotokolls	18
2.2	Diatomeen	22
2.2.1	Zeiträume der Probenahme	22
2.2.2	Methoden der Probenahme	22
2.2.3	Materialien zur Durchführung der Probenahme in Fließgewässern	24
2.2.4	Präparation	25
2.2.5	Herstellen von Dauerpräparaten	27
2.2.6	Mikroskopische Auswertung	29
2.2.7	Kriterien der Nichtauswertbarkeit und Nichtbewertbarkeit	30
2.3	Phytobenthos ohne Diatomeen	33
2.3.1	Probenahme	33
2.3.2	Transport, Fixierung, Lagerung und Versand der Proben	36
2.3.3	Mikroskopische Analyse und Dokumentation	37
3	Bestimmung des Fließgewässertyps	44
4	Bewertung	53
4.1	Makrophyten	53
4.1.1	Berechnung des Referenzindex	53
4.1.2	Typspezifische Besonderheiten im Bewertungsverfahren	59
4.2	Diatomeen	63
4.2.1	Bewertungsmodul „Artenzusammensetzung und Abundanz“	63
4.2.2	Bewertungsmodul „Nährstoffbewertung“	65
4.2.3	Bewertungsmodul „Versauerungszeiger“	65
4.2.4	Bewertungsmodul „Halobienindex“	66
4.2.5	Ermittlung der ökologischen Qualität durch Verschneidung der Module	67
4.2.6	Gesamtmodul Diatomeen	67
4.2.7	Zusätzliche Metrics	68
4.3	Phytobenthos ohne Diatomeen	90
4.4	Gesamtbewertung von Fließgewässern mit Makrophyten & Phytobenthos	99

4.4.1	Verschneidung der Metrics Makrophyten, Diatomeen und Phytobenthos ohne Diatomeen	99
4.4.2	Ermitteln der Ökologischen Zustandsklasse	101
4.5	Anmerkungen zur Interpretation der Bewertungsergebnisse	129
5	Literatur	131
6	Bestimmungsliteratur	135
7	Anhang	144
7.1	Steckbriefe der biozönotischen Makrophytentypen	146
7.2	Fixative für die Phytobenthosprobenahme	162
7.3	Kartier- und Feldprotokolle	164
7.4	Anpassung der Fließgewässer-Typologie von Schaumburg et al. (2006) an die LAWA-Fließgewässertypen <i>Textbeitrag von Herrn Dr. Klaus van de Weyer</i>	177
7.5	Beratung zur Ermittlung des Talbodengefälles für eine Makrophytentypologie für Fließgewässer <i>Textbeitrag Planungsbüro Koenzen</i>	183

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Mögliche Gründe für das Nicht-Vorhandensein von Makrophyten an einer Untersuchungsstrecke und die Beurteilung bzgl. der Einstufung als Makrophytenverödung	21
Tabelle 2: Ausschlussliste der bei der mikroskopischen Auswertung nicht zu berücksichtigenden pennaten Diatomeentaxa mit planktischer Lebensweise (V = Verbreitung, m = marin, b = Brackwasser, lfd.-Nr. = laufende Nummer).....	30
Tabelle 3: Aerophile Taxa nach LANGE-BERTALOT (1996) und HILDEBRAND (1991).....	32
Tabelle 4: Häufigkeitsschätzungen	39
Tabelle 5: Empfehlung hinsichtlich des Arbeits- und Zeitaufwandes, bezogen auf Unterproben – vereinfachte Analyse.....	39
Tabelle 6: Empfehlung hinsichtlich des Arbeits- und Zeitaufwandes, bezogen auf Unterproben – vollständige Analyse	40
Tabelle 7: Häufigkeitsschätzungen reduziertes Verfahren	42
Tabelle 8: Häufigkeitsschätzungen vollständiges Verfahren	43
Tabelle 9: Bestimmungsschlüssel zur Makrophyten-Typfindung in der Ökoregion Alpen.....	46
Tabelle 10: Bestimmungsschlüssel zur Diatomeen-Typfindung in der Ökoregion Alpen. LAWA-Typ nach POTTGIEBER & SOMMERHÄUSER (2008)	46
Tabelle 11: Bestimmungsschlüssel zur Phytobenthos-Typfindung in der Ökoregion Alpen. LAWA-Typ nach POTTGIEBER & SOMMERHÄUSER (2008)	46
Tabelle 12: Bestimmungsschlüssel zur Makrophyten-Typfindung im Alpenvorland.	47
Tabelle 13: Bestimmungsschlüssel zur Diatomeen-Typfindung in der Ökoregion Alpenvorland. LAWA- Typ nach POTTGIEBER & SOMMERHÄUSER (2008)	47
Tabelle 14: Bestimmungsschlüssel zur Phytobenthos-Typfindung in der Ökoregion Alpenvorland. LAWA-Typ nach POTTGIEBER & SOMMERHÄUSER (2008).....	47
Tabelle 15: Bestimmungsschlüssel zur Makrophyten-Typfindung im Mittelgebirge.....	48
Tabelle 16: Bestimmungsschlüssel zur Diatomeen-Typfindung in der Ökoregion Mittelgebirge. LAWA- Typ nach POTTGIEBER & SOMMERHÄUSER (2008)	49
Tabelle 17: Bestimmungsschlüssel zur Phytobenthos-Typfindung in der Ökoregion Mittelgebirge. LAWA-Typ nach POTTGIEBER & SOMMERHÄUSER (2008).....	49
Tabelle 18: Bestimmungsschlüssel zur Typfindung in der Ökoregion Norddeutsches Tiefland.....	50
Tabelle 19: Kriterien zur Unterscheidung von rhithralen und potamalen Fließgewässern bzw. Fließgewässerabschnitten (Auszug aus van de Weyer, siehe Anhang Kapitel 7.4, leicht verändert)	51
Tabelle 20: Vorschlag für eine Makrophyten-Fließgewässertypen-Anpassung: LAWA – PHYLIB für das Norddeutsche Tiefland (nach van de Weyer, es werden nur die wahrscheinlichsten Typen genannt, siehe Anhang Kapitel 7.4, verändert).....	51
Tabelle 21: Bestimmungsschlüssel zur Diatomeen-Typfindung in der Ökoregion Norddeutsches Tiefland. LAWA-Typ nach POTTGIEBER & SOMMERHÄUSER (2008).	52
Tabelle 22: Bestimmungsschlüssel zur Phytobenthos-Typfindung in der Ökoregion Norddeutsches Tiefland. LAWA-Typ nach POTTGIEBER & SOMMERHÄUSER (2008)	52
Tabelle 23: Liste typespezifischer Indikatorengruppen zur Makrophytenbewertung (<i>lfd.-Nr.: laufende Nummer</i>)	53
Tabelle 24: Verwendung der silikatischen und karbonatischen Referenzartensätze in den verschiedenen Diatomeentypen. Subtypen sind in dieser Tabelle zu übergeordneten Typen zusammengefasst.	64

Tabelle 25: Abwertung der Referenzartensumme bei Massenvorkommen einer typspezifischen Referenzart (> 40%) in Fließgewässern der Mittelgebirge und des Norddeutschen Tieflandes (Diatomeentypen D 5 bis D 13, inklusive Subtypen).....	64
Tabelle 26: Indikatoren anthropogener Versauerung.....	66
Tabelle 27: Bewertungsmodul „Versauerungszeiger“	66
Tabelle 28: Umwandlung der prozentualen Häufigkeiten in Abundanzwerte	67
Tabelle 29: Bewertungsmodul „Versalzung“	67
Tabelle 30: Typspezifische Referenzarten (Sind keine Varietäten benannt, handelt es sich um die Nominatvarietät.) Synonymisierungen sind in der Bewertungssoftware integriert.	70
Tabelle 31: Allgemeine Referenzarten Geochemie: blau unterlegt: = Referenzart silikatisch geprägter Gewässer, gelb unterlegt: = Referenzart karbonatisch geprägter Gewässer, grau hinterlegt = auf Grund der trophischen Sensibilität als Referenzart zu berücksichtigen (Daten zur geochemischen Präferenz allerdings noch unzureichend). Sind keine Varietäten benannt, handelt es sich um die Nominatvarietät. Synonymisierungen sind in der Bewertungssoftware integriert.	71
Tabelle 32: Artspezifische Kenngrößen zur Berechnung des Trophie-Index und des Saprobienindex nach ROTT et al. (1997, 1999) <i>TW</i> = Trophiewert; <i>SW</i> = Saprobiewert; <i>G</i> = Gewichtung. Sind keine Varietäten benannt, handelt es sich um die Nominatvarietät. Diese Tabelle entspricht den Veröffentlichungen von ROTT et al. Nicht alle hier aufgeführten Taxa gehören im Sinne des Bewertungsverfahrens Phylib zum Phytobenthos (z.B. Centrales) und sind somit nicht bewertungsrelevant (siehe auch Kapitel 2.2.6 und 2.2.7). Synonymisierungen sind in der Bewertungssoftware integriert.	77
Tabelle 33: Indikatorarten für den Salzgehalt von Binnengewässern (verändert und erweitert nach ZIEMANN et al. 1999) <i>HG</i> = Halobiengruppe; <i>hx</i> = haloxene Taxa, <i>hmp</i> = halophile, mesohalobe und polyhalobe Taxa Synonymisierungen sind in der Bewertungssoftware integriert.	85
Tabelle 34: Einteilung der PoD-Taxa in die vier Bewertungskategorien nach SCHAUMBURG et al. (2004).	90
Tabelle 35: Einstufungen der Taxa *: Chantransia-Stadien gehen nicht in die Bewertung ein, wenn am Standort Arten der Gattungen <i>Batrachospermum</i> , <i>Lemanea</i> , <i>Paralemanea</i> oder <i>Thorea</i> mit Häufigkeiten 3, 4 oder 5 nachgewiesen werden. **: Die Taxa <i>Chamaesiphon confervicolus</i> und <i>Chamaesiphon incrustans</i> können bei Bewertung mit der verkürzten Indikatorenliste zu dem Taxon <i>Chamaesiphon confervicolus/incrustans</i> (DVNr 8342) zusammengefasst werden.	91
Tabelle 36: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse: Fließgewässer der Kalkalpen mit einer Einzugsgebietsgröße kleiner oder gleich 1000 km ² ; LAWA-Typ 1.1	102
Tabelle 37: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse: Fließgewässer der Kalkalpen mit einer Einzugsgebietsgröße größer 1000 km ² ; LAWA-Typ 1.2	102
Tabelle 38: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen: Fließgewässer der Kalkalpen mit einer Einzugsgebietsgröße kleiner oder gleich 1000 km ² ; LAWA-Typ 1.1	103
Tabelle 39: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen: Fließgewässer der Kalkalpen mit einer Einzugsgebietsgröße größer 1000 km ² ; LAWA-Typ 1.2.....	103
Tabelle 40: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Diatomeen: Fließgewässer der Alpen, LAWA-Typen 1.1 und 1.2	103
Tabelle 41: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Makrophyten: Fließgewässer der Alpen, LAWA-Typen 1.1 und 1.2	104

Tabelle 42: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse bei ungesichertem Modul Makrophyten und ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen: Fließgewässer der Kalkalpen, LAWA-Typen 1.1 und 1.2.....	105
Tabelle 43: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse bei ungesichertem Modul Diatomeen und bei ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen: Fließgewässer der Kalkalpen, LAWA-Typen 1.1 und 1.2.....	105
Tabelle 44: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse bei ungesichertem Modul Diatomeen und bei ungesichertem Modul Makrophyten: Fließgewässer der Kalkalpen, LAWA-Typen 1.1 und 1.2.....	105
Tabelle 45: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse: Silikatisch geprägte Fließgewässer des Alpenvorlandes mit einer Einzugsgebietsgröße kleiner oder gleich 1000 km ² , LAWA-Typ 2	106
Tabelle 46: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse: Karbonatisch geprägte Fließgewässer des Alpenvorlandes mit einer Einzugsgebietsgröße kleiner oder gleich 1000 km ² , LAWA-Typen 3 sowie 11 und 19 in der Ökoregion Alpenvorland	106
Tabelle 47: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse: Fließgewässer des Alpenvorlandes mit einer Einzugsgebietsgröße größer 1000 km ² , LAWA-Typ 4	106
Tabelle 48: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen: Silikatisch geprägte Fließgewässer des Alpenvorlandes mit einer Einzugsgebietsgröße kleiner oder gleich 1000 km ² , LAWA-Typ 2	107
Tabelle 49: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen: Karbonatisch geprägte Fließgewässer des Alpenvorlandes mit einer Einzugsgebietsgröße kleiner oder gleich 1000 km ² , LAWA-Typen 3 sowie 11 und 19 in der Ökoregion Alpenvorland	107
Tabelle 50: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse: Fließgewässer des Alpenvorlandes mit einer Einzugsgebietsgröße größer 1000 km ² , LAWA-Typ 4	107
Tabelle 51: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Diatomeen: Fließgewässer des Alpenvorlandes, LAWA-Typen 2, 3, 4 sowie 11 und 19 in der Ökoregion Alpenvorland.....	108
Tabelle 52: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Makrophyten: Fließgewässer des Alpenvorlandes, LAWA-Typen 2, 3, 4 sowie 11 und 19 in der Ökoregion Alpenvorland.....	108
Tabelle 53: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Makrophyten und ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen: Fließgewässer des Alpenvorlandes, LAWA-Typen 2, 3, 4 sowie 11 und 19 in der Ökoregion Alpenvorland	109
Tabelle 54: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Diatomeen und ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen: Fließgewässer des Alpenvorlandes, LAWA-Typen 2, 3, 4 sowie 11 und 19 in der Ökoregion Alpenvorland	109
Tabelle 55: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Diatomeen und ungesichertem Modul Makrophyten: Fließgewässer des Alpenvorlandes, LAWA-Typen 2, 3, 4 sowie 11 und 19 in der Ökoregion Alpenvorland	109
Tabelle 56: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse: Silikatisch geprägte Fließgewässer des Buntsandsteins und des Grundgebirges im Mittelgebirge mit einer Einzugsgebietsgröße kleiner oder gleich 100 km ² , LAWA-Typen 5 (excl. Subtyp 5.2: Vulkanite) und 5.1 sowie 11 in der Ökoregion Mittelgebirge	110
Tabelle 57: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse: Silikatisch geprägte Fließgewässer der Vulkangebiete im Mittelgebirge mit einer Einzugsgebietsgröße kleiner oder gleich 100 km ² , LAWA-Typ 5.2.....	110

Tabelle 58: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse: Silikatisch geprägte Fließgewässer des Buntsandsteins und des Grundgebirges im Mittelgebirge mit einer Einzugsgebietsgröße größer 100 km ² und zugleich kleiner oder gleich 1000 km ² , LAWA-Typ 9.....	110
Tabelle 59: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse: Karbonatisch geprägte Fließgewässer der Löss- und Keuperregionen im Mittelgebirge mit einer Einzugsgebietsgröße kleiner oder gleich 1000 km ² ; LAWA-Typen 6 und 6_K sowie 9.1 in Löss-, Keuper- und Kreideregionen excl. Muschelkalk-, Jura-, Malm-, Lias-, Dogger- und andere Kalkregionen und 19 im Mittelgebirge	111
Tabelle 60: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse: Karbonatisch geprägte Fließgewässer der Kalkgebiete im Mittelgebirge mit einer Einzugsgebietsgröße kleiner oder gleich 100 km ² , LAWA-Typ 7.....	111
Tabelle 61: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse: Karbonatisch geprägte Fließgewässer der Kalkgebiete im Mittelgebirge mit einer Einzugsgebietsgröße größer 100 km ² und zugleich kleiner oder gleich 1000 km ² , LAWA-Typ 9.1 in Muschelkalk-, Jura-, Malm-, Lias-, Dogger- und anderen Kalkregionen excl. Löss-, Keuper- und Kreideregionen.....	111
Tabelle 62: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse: Karbonatisch geprägte Fließgewässer im Mittelgebirge mit einer Einzugsgebietsgröße größer 1000 km ² und zugleich kleiner oder gleich 10.000 km ² , LAWA-Typ 9.2	112
Tabelle 63: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse: Karbonatisch geprägte Fließgewässer im Mittelgebirge mit einer Einzugsgebietsgröße größer 10.000 km ² , LAWA-Typ 10.....	112
Tabelle 64: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen: Silikatisch geprägte Fließgewässer des Buntsandsteins und des Grundgebirges im Mittelgebirge mit einer Einzugsgebietsgröße kleiner oder gleich 100 km ² , LAWA-Typen 5 (excl. Subtyp 5.2: Vulkanite) und 5.1 sowie 11 in der Ökoregion Mittelgebirge	113
Tabelle 65: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen: Fließgewässer der Vulkangebiete im Mittelgebirge mit einer Einzugsgebietsgröße kleiner oder gleich 100 km ² , LAWA-Typ 5.2	113
Tabelle 66: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen: Fließgewässer des Buntsandsteins und des Grundgebirges im Mittelgebirge mit einer Einzugsgebietsgröße größer 100 km ² und zugleich kleiner oder gleich 1000 km ² , LAWA-Typ 9.....	113
Tabelle 67: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen: Fließgewässer der Löss- und Keuperregionen im Mittelgebirge mit einer Einzugsgebietsgröße kleiner oder gleich 1000 km ² ; LAWA-Typen 6 und 6_K sowie 9.1 in Löss-, Keuper- und Kreideregionen excl. Muschelkalk-, Jura-, Malm-, Lias-, Dogger- und andere Kalkregionen und 19 im Mittelgebirge	114
Tabelle 68: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen: Fließgewässer der Kalkgebiete im Mittelgebirge mit einer Einzugsgebietsgröße kleiner oder gleich 100 km ² , LAWA-Typ 7	114
Tabelle 69: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen: Fließgewässer der Kalkgebiete im Mittelgebirge mit einer Einzugsgebietsgröße größer 100 km ² und zugleich kleiner oder gleich 1000 km ² , LAWA-Typ 9.1 in Muschelkalk-, Jura-, Malm-, Lias-, Dogger- und anderen Kalkregionen excl. Löss-, Keuper- und Kreideregionen.....	114
Tabelle 70: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen: Karbonatisch geprägte	

Fließgewässer im Mittelgebirge mit einer Einzugsgebietsgröße größer 1000 km ² und zugleich kleiner oder gleich 10.000 km ² , LAWA-Typ 9.2	115
Tabelle 71: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen: Karbonatisch geprägte Fließgewässer im Mittelgebirge mit einer Einzugsgebietsgröße größer 10.000 km ² , LAWA-Typ 10.....	115
Tabelle 72: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Diatomeen: Silikatisch geprägte Fließgewässer der Mittelgebirge, LAWA-Typen 5, 5.1, 5.2, und 9 sowie 11 im Mittelgebirge	116
Tabelle 73: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Diatomeen: Karbonatisch geprägte Fließgewässer der Mittelgebirge, LAWA-Typen 6, 6_K und 9.1_K sowie 19 im Mittelgebirge.....	116
Tabelle 74: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Diatomeen: Karbonatisch geprägte Fließgewässer der Kalkgebiete im Mittelgebirge mit einer Einzugsgebietsgröße kleiner oder gleich 100 km ² , LAWA-Typ 7	116
Tabelle 75: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Diatomeen: Karbonatisch geprägte Fließgewässer der Mittelgebirge, LAWA-Typen 9.1, 9.2 und 10	117
Tabelle 76: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Makrophyten: Silikatisch geprägte Fließgewässer der Mittelgebirge, LAWA-Typen 5, 5.1, 5.2 und 9 sowie 11 im Mittelgebirge	117
Tabelle 77 Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Makrophyten: Karbonatisch geprägte Fließgewässer der Mittelgebirge, LAWA Typen 6, 6_K, 9.1 in Löss-, Keuper- und Kreideregeonien excl. Muschelkalk-, Jura-, Malm-, Lias-, Dogger-und andere Kalkregionen Typ 19 im Mittelgebirge sowie Typ 7	117
Tabelle 78: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Makrophyten: Karbonatisch geprägte Fließgewässer der Mittelgebirge, LAWA-Typen 9.1 in Muschelkalk-, Jura-, Malm-, Lias-, Dogger-und anderen Kalkregionen excl. Löss-, Keuper- und Kreideregeonien, 9.2 und 10.....	118
Tabelle 79 Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen und ungesichertem Modul Diatomeen: Silikatisch und karbonatisch geprägte Fließgewässer des Mittelgebirges	119
Tabelle 80 Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Makrophyten und ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen: Silikatisch geprägte Fließgewässer des Mittelgebirges	119
Tabelle 81 Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Makrophyten und ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen: Karbonatisch geprägte Fließgewässer des Mittelgebirges mit einem EZG kleiner oder gleich 1.000km ²	119
Tabelle 82 Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Makrophyten und ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen: Karbonatisch geprägte Fließgewässer des Mittelgebirges mit einem EZG größer 1.000km ²	120
Tabelle 83: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Makrophyten und ungesichertem Modul Diatomeen: Silikatisch bzw. karbonatisch geprägte Fließgewässer des Mittelgebirges.....	120
Tabelle 84: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse: Silikatisch bzw. Organisch geprägte Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes mit einer Einzugsgebietsgröße kleiner oder gleich 1000 km ² , LAWA-Typen 11 und 12 in der Ökoregion Norddeutsches Tiefland sowie 14 und 16, alle Typen in der basenarmen bzw. silikatischen Ausprägung	121

Tabelle 85: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse: Karbonatisch geprägte Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes mit einer Einzugsgebietsgröße kleiner oder gleich 1000 km ² , LAWA-Typen 11 in basenreicher Ausprägung, 12 in basenreicher Ausprägung, 14 in karbonatischer Ausprägung, 15, excl. Lössregion und einem EZG kleiner oder gleich 1.000km ² sowie 19 in der Ökoregion Norddeutsches Tiefland.	121
Tabelle 86: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse: Karbonatisch geprägte Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes mit einer Einzugsgebietsgröße größer 1000 km ² , LAWA-Typ 15 mit einem EZG größer 1.000km ² (entspricht 15_g), excl. Lössregion sowie 12 mit EZG größer 1.000 km ²	121
Tabelle 87: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse: Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes in Lössregionen, LAWA-Typ 18 sowie 15, nur Lössregion	122
Tabelle 88: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse: Karbonatisch geprägte Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes mit einer Einzugsgebietsgröße kleiner oder gleich 1000 km ² , LAWA-Typ 16, karbonatische Ausprägung sowie 17 mit einem EZG kleiner oder gleich 1.000km ²	122
Tabelle 89: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse: Karbonatisch geprägte Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes mit einer Einzugsgebietsgröße größer 1000 km ² , LAWA-Typ 17 mit einem EZG größer 1.000km ²	122
Tabelle 90: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse: Karbonatisch geprägte Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes mit einer Einzugsgebietsgröße größer 10.000 km ² , LAWA-Typ 20	123
Tabelle 91: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen: Silikatisch bzw. Organisch geprägte Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes mit einer Einzugsgebietsgröße kleiner oder gleich 1000 km ² , LAWA-Typen 11 und 12 in der Ökoregion Norddeutsches Tiefland sowie 14 und 16, alle Typen in der basenarmen bzw. silikatischen Ausprägung	123
Tabelle 92: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen: Karbonatisch geprägte Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes mit einer Einzugsgebietsgröße kleiner 1000 km ² , LAWA-Typen 11 in basenreicher Ausprägung, 12 mit einem EZG kleiner oder gleich 1.000km ² und basenreicher Ausprägung, 14 und 16, beide in karbonatischer Ausprägung, 15, excl. Lössregion und einem EZG kleiner oder gleich 1.000km ² , 17 mit einem EZG kleiner oder gleich 1.000km ² sowie 19 in der Ökoregion Norddeutsches Tiefland.	123
Tabelle 93: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen: Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes mit einer Einzugsgebietsgröße größer 1000 km ² , LAWA-Typen 12, basenreiche Ausprägung und zugleich EZG größer 1.000 km ² , 15 (entspricht 15_g), excl. Lössregionen und zugleich EZG größer 1.000 km ² , 17 mit EZG größer 1.000km ² sowie 20.....	124
Tabelle 94: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen: Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes in den Lössregionen, LAWA-Typen 15, nur Lössregionen sowie 18.	124
Tabelle 95: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Diatomeen: Silikatisch bzw. Organisch geprägte Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes, LAWA-Typen 11, 12, 14 und 16, jeweils in der basenarmen bzw. silikatischen Ausprägung	124
Tabelle 96: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Diatomeen: Karbonatisch geprägte Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes, LAWA-Typen 11, 12, 14, jeweils in der basenreichen bzw. karbonatischen Ausprägung, 15, 18 sowie 19 im Norddeutschen Tiefland	125

Tabelle 97: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Diatomeen: Karbonatisch geprägte Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes, LAWA-Typen 16, in der karbonatischen Ausprägung und 17	125
Tabelle 98: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Diatomeen: Karbonatisch geprägte Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes, LAWA-Typ 20	125
Tabelle 99: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Makrophyten: Silikatisch bzw. Organisch geprägte Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes mit einer Einzugsgebietsgröße kleiner oder gleich 1000 km ² , LAWA-Typen 11 und 12 in der Ökoregion Norddeutsches Tiefland sowie 14 und 16, alle Typen in der basenarmen bzw. silikatischen Ausprägung	126
Tabelle 100: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Makrophyten: Karbonatisch geprägte Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes, LAWA-Typen 11 in basenreicher Ausprägung, 12 mit einem EZG kleiner oder gleich 1.000km ² und basenreicher Ausprägung, 14 in karbonatischer Ausprägung, 15, excl. Lössregion und einem EZG kleiner oder gleich 1.000km ² sowie 19 in der Ökoregion Norddeutsches Tiefland.	126
Tabelle 101: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Makrophyten: Karbonatisch geprägte Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes mit einer Einzugsgebietsgröße größer 1000 km ² , LAWA-Typ 15 mit einem EZG größer 1.000km ² (entspricht 15_g), excl. Lössregion sowie 12 mit EZG größer 1.000 km ²	126
Tabelle 102: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Makrophyten: Karbonatisch geprägte Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes, LAWA-Typ 18 sowie 15, nur Lössregion	127
Tabelle 103: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Makrophyten: Karbonatisch geprägte Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes, LAWA-Typen 16 in der karbonatischen Ausprägung, sowie 17 mit einem EZG kleiner oder gleich 1.000km ²	127
Tabelle 104: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Makrophyten: Karbonatisch geprägte Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes, LAWA-Typ 17 mit einem EZG größer 1.000km ²	127
Tabelle 105: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Makrophyten: Karbonatisch geprägte Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes, LAWA-Typ 20	127
Tabelle 106: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Diatomeen und ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen: Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes	128
Tabelle 107: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Makrophyten und ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen: Silikatisch bzw. Organisch und Karbonatisch geprägte Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes	128
Tabelle 108: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Makrophyten und ungesichertem Modul Diatomeen: Silikatisch bzw. Organisch und Karbonatisch geprägte Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes	128

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Falten einer Mooskapsel	19
Abbildung 2: Typ MRS: Schwarzbach Höhe Jagdschlösschen (Probestelle Nr. 33, Bayern)	148
Abbildung 3: Typ MRK: Würm bei Mühlthal (Probestelle Nr. 223, Bayern)	150
Abbildung 4: Typ MPG: Innerer Rhein, Niederhausen (Probest. Nr. 881, Baden-Württemberg).....	152
Abbildung 5: Typ TR: Schwärze Abfluss Schwärzensee (Probestelle 10018; Brandenburg).....	154
Abbildung 6: Typ TN _k : Grove bei Wehdel (Probestelle 10026; Niedersachsen)	156
Abbildung 7: Typ TN: Pfefferfließ westlich Stangenhagen (Probestelle Nr. 25, Brandenburg)	158
Abbildung 8: Typ TN _g : Weser bei Dörverdev (Probestelle 10084; Niedersachsen)	160
Abbildung 9: Kartierungsbogen für die Gewässerstrukturgüte nach LAWA (LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER 2000), Seite 1	166
Abbildung 10: Kartierungsbogen für die Gewässerstrukturgüte nach LAWA (LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER 2000), Seite 2	167
Abbildung 11: Feldprotokoll für die Probenahme von Diatomeen.....	168
Abbildung 12: Feldprotokoll für die Probenahme des Phytobenthos	170
Abbildung 13: Mikroskopier-Protokoll Phytobenthos ohne Diatomeen, geeignet zur Dokumentation eines einzelnen Unterbefundes.....	172
Abbildung 14: Mikroskopier-Protokoll Phytobenthos ohne Diatomeen, geeignet zur Dokumentation aller Unterbefunde eines Befundes.	173
Abbildung 15: Kartierprotokoll Makrophyten und Phytobenthos in Fließgewässern (Seite 1).....	175
Abbildung 16: Kartierprotokoll Makrophyten und Phytobenthos in Fließgewässern (Seite 2).....	176

Gleichungsverzeichnis

Gleichung 1: Umrechnung von Pflanzenmengen in Quantitäten.....	53
Gleichung 2: Berechnung des Referenzindex	59
Gleichung 3: Berechnung des Diversitäts-Index	61
Gleichung 4: Berechnung der Evenness	61
Gleichung 5: Berechnung des Trophie-Index nach ROTT et al. (1999).....	65
Gleichung 6: Berechnung des Saprobienindex nach ROTT et al. (1997)	65
Gleichung 7: Berechnung des Halobienindex.....	67
Gleichung 8: Umrechnung der Referenzartensumme	68
Gleichung 9: Umrechnung des Trophie-Index (Diatomeentypen 1 bis 12).....	68
Gleichung 10: Umrechnung des Saprobienindex (Diatomeentyp 13)	68
Gleichung 11: Berechnung des DI_{FG} für die Diatomeentypen 1 bis 12	68
Gleichung 12: Berechnung des DI_{FG} für den Diatomeentyp 13.....	68
Gleichung 13: Rote Liste-Index (RLI).....	69
Gleichung 14: Berechnung des Bewertungsindex	99
Gleichung 15: Gleichung zur Umrechnung des Moduls RI_{FG} (Referenzindex _{Fließgewässer} Makrophyten) auf eine Skala von 0 bis 1.	100
Gleichung 16: Gleichung zur Umrechnung des Moduls BI (Bewertungsindex Phytobenthos ohne Diatomeen) auf eine Skala von 0 bis 1.....	100
Gleichung 17: Berechnung des Indexwertes $M\&P_{FG}$ zur Ermittlung des ökologischen Zustandes eines Fließgewässers bei drei gesicherten Modulen.....	101
Gleichung 18: Berechnung des Indexwertes $M\&P_{FG}$ zur Ermittlung des ökologischen Zustandes eines Fließgewässers bei gesicherten Modulen Diatomeen und Phytobenthos ohne Diatomeen.	101
Gleichung 19: Berechnung des Indexwertes $M\&P_{FG}$ zur Ermittlung des ökologischen Zustandes eines Fließgewässers bei gesicherten Modulen Makrophyten und Diatomeen.	101
Gleichung 20: Berechnung des Indexwertes $M\&P_{FG}$ zur Ermittlung des ökologischen Zustandes eines Fließgewässers bei gesicherten Modulen Makrophyten und Phytobenthos ohne Diatomeen.	101

1 Vorbemerkung

Die hier vorgestellten Bewertungsverfahren wurden anhand einer begrenzten Anzahl von Probestellen im Rahmen eines Untersuchungsprogramms entwickelt und getestet. Dabei wurden Organismen in Indikations-Gruppen eingeteilt. Die entstandenen Listen wurden durch Literaturwissen ergänzt. Diese Artenlisten können Lücken oder Fehler aufweisen, die sich erst im Zuge weiterer Anwendung erkennen lassen.

In den vergangenen Jahren wurden umfangreiche taxonomische und nomenklatorische Änderungen vor allem in den Organismengruppen Makrophyten und benthische Diatomeen vorgenommen. Diese Änderungen sind in den in der Verfahrensanleitung aufgeführten Indikatorartenlisten nur bei entsprechenden Erkenntnissen zu ökologischen Präferenzen der Taxa berücksichtigt. Die Bewertungssoftware Phylib in der jeweils aktuellen Version berücksichtigt jedoch den zum Zeitpunkt der Erscheinung des Tools neuesten Stand der Taxaliste der Gewässerorganismen Deutschlands (MAUCH et al. 2003). Synonyme und aufgesplittete Taxa können dort eingelesen und verrechnet werden. Aus der Software kann eine Liste mit allen berücksichtigten Synonymen ausgelesen werden.

Eine eventuell notwendige Anpassung der Indikatorenlisten muss unbedingt und ausschließlich an einer zentralen Stelle in Zusammenarbeit mit Spezialisten erfolgen. Idealerweise sollten hierfür die Bearbeiter des Projektes, in Zusammenarbeit mit dem Bayerischen Landesamt für Umwelt, herangezogen werden.

Die Klassengrenzen des Bewertungsverfahrens wurden durch die Bundesländer getestet und abgestimmt. Diese Phase des Projektes fand im Zusammenhang mit der neu zu erstellenden Bewertungssoftware statt. Diese abgestimmten Klassengrenzen sind in dieser Anleitung aufgeführt.

Über diese Verfahrensanleitung hinaus gehende Informationen und die Vorgehensweise bei der Entwicklung des Verfahrens finden sich in SCHAUMBURG et al. 2004, SCHAUMBURG et al. 2005, SCHAUMBURG et al. 2007 und SCHAUMBURG et al. 2012.

Diese und weitere Publikationen zum Thema stehen auf Seite

http://www.lfu.bayern.de/wasser/gewaesserqualitaet_seen/phylib_deutsch/publikationen/index.htm zum down-load bereit.

Die Bewertungssoftware Phylib kann ebenfalls im Internet zur freien Verfügung:

http://www.lfu.bayern.de/wasser/gewaesserqualitaet_seen/phylib_deutsch/software/index.htm

2 Probenahme und Ermittlung der Makrophyten & Phytobenthos-Biozönose

Die Probenahme wird einmal pro Jahr durchgeführt, im Sommer, zur Hauptvegetationszeit der Makrophyten. Der Zeitpunkt der idealen Ausprägung der Biozönose ist für jedes Gewässer nach Gegebenheiten vor Ort festzulegen (gewöhnlich Mitte Juni bis Anfang September). Der gesamte benthische Pflanzenaspekt eines Gewässerabschnittes wird untersucht. Die Makrophytenvegetation wird vor Ort kartiert, Diatomeenproben werden genommen und für die Aufbereitung aufbewahrt sowie das Phytobenthos ohne Diatomeen makroskopisch erfasst und Proben für die mikroskopische Analyse entnommen. Gewässertypen, für die noch nicht für jedes Modul ein Bewertungsverfahren entwickelt werden konnte und Probestellen, an denen nicht alle drei Teilkomponenten angetroffen werden, werden vorerst mit Hilfe der anderen Module bewertet.

Die Lage der Probestelle sollte möglichst genau festgehalten werden, im Optimalfall können die Koordinaten mittels eines GPS-Gerätes direkt abgelesen werden. Anfangs- und Endpunkt des Untersuchungsabschnittes sollten aufgezeichnet werden.

Der erste Schritt der Probenahme ist die genaue Bestimmung der Untersuchungsstrecke. Dazu wird das Gewässer vom Ufer aus begutachtet und nach den Kriterien aus dem Kapitel 2.1.2, Seite 18, der Abschnitt für die Makrophytenuntersuchung festgelegt. Der Erfassungsbogen zur Strukturgüte wird ausgefüllt. Liegt die Strukturgütekartierung bereits vor, kann dieser Schritt ausgelassen werden. Innerhalb des Makrophytenabschnittes wird ein Bereich zur Phytobenthosprobenahme bestimmt (Kapitel 2.3.1, Seite 33). Die Diatomeen-Probestelle wird nach den Kriterien im Kapitel 2.2.2, Seite 22 ermittelt.

Die Diatomeenprobenahme findet vor den Begehungen für die Makrophyten- und Phytobenthoskartierung statt, um das Probenmaterial aus einem möglichst ungestörten Bereich entnehmen zu können. Darauf folgend wird das Phytobenthos ohne Diatomeen (PoD) untersucht, danach die Makrophytenvegetation. Alle Untersuchungen und Probenahmen sind möglichst schonend durchzuführen, es ist darauf zu achten, die Bestände der anderen Organismengruppen nicht zu zerstören.

Die Dokumentation der Probenahme bzw. Kartierung ist eine wichtige Grundlage für die Auswertung und die Interpretation der Ergebnisse. Die in der Verfahrensanleitung vorgestellten Feldprotokolle beinhalten alle für das Verfahren relevanten Informationen. Die Wiederholung der Angaben zur Abiotik auf allen Feldprotokollen soll sicherstellen, die im Gelände aufgenommenen Originaldaten immer zweifelsfrei zuordnen zu können. Bei Bearbeitung der Teilkomponenten durch verschiedene Spezialisten sind so die enthaltenen Zusatzinformationen zur Probestelle für alle Bearbeiter zugänglich. Wird die Probenahme/Kartierung der gesamten benthischen Flora von nur einem Bearbeiter vorgenommen, ist das Mehrfachausfüllen nicht nötig. Es kann in diesem Fall auch ein Feldprotokoll verwendet werden, in dem die abiotischen Zusatzinformationen nur einmal erfasst werden (Anhang, Abbildung 15, Abbildung 16).

2.1 Makrophyten

2.1.1 Materialien zur Durchführung der Kartierung

Kursiv: optional

- GPS-Gerät
- Topographische Karten 1:25 000 bzw. 1: 50 000
- Kartierprotokolle
- Exemplar der Verfahrensanleitung
- *Erhebungsbögen zur Gewässerstruktur* (LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER 2000)
- *Anleitung Strukturgütekartierung* (LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER 2000)
- Schreibutensilien
- Wathosen
- ausziehbarer Rechen
- Sichtkasten
- Fotoapparat (ggf. Filme)
- Gefrierbeutel und Verschlüsse
- Kühlbox mit Kühlakku
- Briefumschläge/Mooskapseln für Moosproben
- Bestimmungsliteratur (s. u.)
- Handlupe
- (tragbares) Stereomikroskop und Zubehör
- Herbarpresse und Zubehör
- ggf. Sicherheitsausrüstung (z. B. Schwimmweste)

Bestimmungsliteratur (Auswahl)

- CASPER & KRAUSCH (1980, 1981)
- KLAPP & OPITZ VON BOBERFELD (1990)
- KRAUSCH (1996)
- KRAUSE (1997)
- OBERDORFER (1994)
- ROTHMALER (1994A, 1994B)
- SCHMEIL & FITSCHEN (2009)

Spezielle Literatur für die Moosbestimmung (Auswahl)

- BERTSCH (1959)
- BURCK (1947)
- DEMARET & CASTAGNE (1964)
- FRAHM & FREY (1992)
- FREY, FRAHM, FISCHER & LOBIN (1995)
- LANDWEHR (1984)
- MÜLLER (1957)
- NEBEL & PHILIPPI (2000)
- NEBEL & PHILIPPI (2001)
- NYHOLM (1986)
- NYHOLM (1993)
- PAUL, MÖNKEMEYER & SCHIFFNER (1931)
- SCHUSTER (1980)
- SMITH (1992)
- WELCH (1960)
-

Ein zusammenfassendes Werk stellt auch VAN DE WEYER et al. (2011) dar.

2.1.2 Festlegung des Kartierabschnittes

Die Kartierung der Makrophytenvegetation erfolgt in der Hauptvegetationsperiode (gewöhnlich Mitte Juni bis Anfang September) auf einem in ökologischer Hinsicht homogenen Fließgewässer-Abschnitt. Die Untersuchungsstrecke sollte vor allem einheitliche Verhältnisse bei Fließgeschwindigkeit, Beschattung und Sedimentverhältnissen aufweisen. Innerhalb des Abschnittes sollten keine gravierenden Veränderungen in der Umlandnutzung (z. B. Wald/Viehweide) auftreten. Darüber hinaus dürfen keine Zuflüsse (z. B. Nebenbäche, Drainagen) im Bereich des Untersuchungsabschnittes in das Fließgewässer münden. Auch bei abrupten Veränderungen in der Zusammensetzung der Makrophytenvegetation muss die Untersuchungsfläche begrenzt werden. Bei Probestellen in der Nähe von Brücken, Wehren o. ä. muss darauf geachtet werden, dass die Kartierung oberhalb der Verbauung und damit außerhalb des direkten Einflussbereichs erfolgt. Die zu untersuchende Abschnittslänge beträgt ca. 100 Meter, bei Bedarf mehr.

2.1.3 Hinweise zum Ausfüllen des Kartierprotokolls

aDas Feldprotokoll kann aus dem Internet in aktualisierter Fassung ausgedruckt werden http://www.lfu.bayern.de/wasser/gewaesserqualitaet_seen/phylib_deutsch/verfahrensanleitung/index.htm

Seite 1 des standardisierten **Kartierprotokolls** (Abbildung 15) dient zur Aufnahme allgemeiner Standortfaktoren an der Untersuchungsstelle. Grau unterlegte Felder sind optional, d. h. sie müssen nur bei einer vollständigen Kartierung (s. o.) ausgefüllt werden. Es werden für jede Probestelle neben allgemeinen Angaben charakteristische strukturelle Merkmale wie mittlere Tiefe, Wasserstand und mittlere Breite, optional auch Trübung, aufgenommen. Die Beschattung des gesamten Abschnittes wird mit Hilfe der fünfstufigen Beschattungsskala nach WÖRLEIN (1992) geschätzt. Die Aufnahme der Strömungsbedingungen erfolgt nach dem Kartier- und Bewertungsverfahren Gewässerstruktur des BAYERISCHEN LANDESAMTES FÜR WASSERWIRTSCHAFT (1995). Besonderheiten in Färbung und Geruch des Wassers können verbal notiert werden. Die Substratverhältnisse an der Probestelle werden in 5%-Schritten in eine achtsstufige Skala eingeordnet (Korngrößenverteilung nach SCHACHTSCHABEL et al. 1992), zusätzlich werden Verbauungen und Fremdsubstrate vermerkt. Falls bei großen Fließgewässern nicht der gesamte Querschnitt untersucht werden kann, wird festgehalten, ob das ganze Fließgewässer oder nur der Uferbereich untersucht wurden. Pro Probestelle sollten wenigstens zwei Fotografien (z. B. flussauf- und -abwärts) aufgenommen werden. Bemerkungen zu Besonderheiten oder Auffälligkeiten an der Probestelle werden zusätzlich festgehalten, ebenso die Länge des Kartierbereiches.

Die im Kartierbereich vorkommenden Makrophyten werden durch **Begehung** des Fließgewässers untersucht, die möglichst **entgegen der Strömungsrichtung** erfolgen sollte. Um die gesamte Breite des Fließgewässers in die Untersuchung einzubeziehen, sollte das Gewässer im Zickzack abgewatet werden. Ein Sichtkasten oder eine vergleichbare Sichthilfe sollte dabei unbedingt benutzt werden. Der Einsatz eines Bootes vor allem in tiefen, nicht durchwatbaren Gewässern ist möglich, aber nicht obligatorisch.

Es werden Armleuchteralgen, Moose sowie Gefäßpflanzen erfasst, die submers wachsen bzw. zumindest bei mittlerem Wasserstand im Gewässer wurzeln. Die Determination der Arten erfolgt

soweit möglich vor Ort, ist das nicht möglich, werden Pflanzenproben entnommen und später bestimmt. Der Transport der Proben erfolgt bei Characeen und Phanerogamen am besten in beschrifteten Gefrierbeuteln zusammen mit wenig Wasser, die in Kühlboxen kühl geaaaaahalten werden.

Moosproben werden in sogenannte **Mooskapseln** aus Papier aufbewahrt, für die DIN A4-Blätter folgendermaßen gefaltet werden (Abbildung 1): Das untere Drittel des Blattes wird nach oben geklappt (1), danach werden ca. 2 cm rechts und links umgefaltet (2,3), um die Ränder zu verschließen. Zum Schluss wird das obere Drittel des Blattes als „Deckel“ nach unten geklappt (4). Die Moosproben können in den – am besten mit Bleistift beschrifteten – Mooskapseln getrocknet und zur späteren Bestimmung wieder mit Wasser befeuchtet werden.

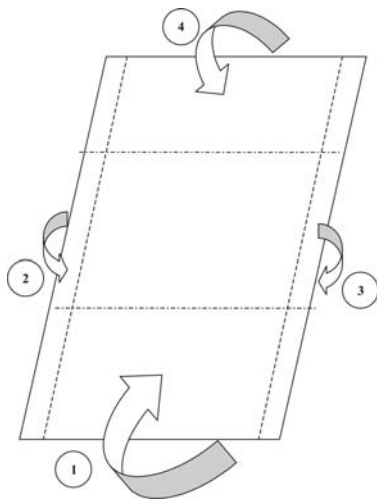


Abbildung 1: Falten einer Mooskapsel

Auf der zweiten Seite des Kartierprotokolls (Abbildung 16) werden die Arten und ihre Pflanzenmenge nach KOHLER (1978) notiert. Zusätzlich wird aufgenommen, ob die Pflanzen **submers oder emers wachsen**, optional auch Vitalität und Soziabilität sowie Angaben zum Sediment im Pflanzenpolster und ob die Pflanzen zur Herbarisierung mitgenommen wurden. Kommt eine Art in zwei verschiedenen Ausprägungen, z. B. einmal submers und einmal emers, oder auf zwei stark unterschiedlichen Substraten (z. B. Stein oder Holz) vor, wird die Art zweimal in das Kartierprotokoll eingetragen. Die Pflanzenmenge wird dann ebenfalls zweimal notiert, zusätzlich wird jedoch die gesamte Pflanzenmenge des Taxons an der Probestelle festgehalten. Zur allgemeinen Charakterisierung der Probestelle sollten zusätzlich die am Ufer vorkommenden dominanten Arten grob erfasst werden.

Bei großer Tiefe und/oder hohem Trübungsgrad werden die Pflanzen mittels eines ausziehbaren Rechens (max. Länge = 3 m, Breite = 60 cm, Zinkenabstand ca. 2 cm) kartiert. Tiefe, unzugängliche Fließgewässer werden vom Rand aus untersucht, indem soweit wie möglich in den Fluss hineingewatet und der Gewässergrund sorgfältig abgereicht wird. Auch eine Kartierung vom Boot oder mit Hilfe von Tauchern ist möglich. Die Art der Kartierung wird im Kartierprotokoll notiert. Falls nur das Ufer beprobt werden kann, wird dies ebenfalls im Kartierprotokoll (Seite 1) vermerkt.

Liegt an einer Probestelle **Helophytendominanz** vor, ist dies auf Seite 1 des Kartierprotokolls einzutragen. Das Kriterium gilt als erfüllt, wenn das Gewässerbett eines Abschnittes durchgehend und dicht mit einer oder mehreren der folgenden **emers vorkommenden** Arten bewachsen ist:

- *Glyceria maxima*
- *Phalaris arundinacea*
- *Phragmites australis*
- *Sagittaria sagittifolia*
- *Sparganium emersum*
- *Sparganium erectum*
- *Urtica dioica*

Die Arten, die diese Dominanz ausbilden werden ebenfalls notiert.

Auf Seite 1 des Kartierprotokolls wird die Angabe zum Vorliegen einer **Makrophytenverödung** eingetragen mit dazugehöriger Begründung. Die Bewertungssoftware enthält das Eingabefeld „Begründung Makrophytenverödung“ als Pflichtfeld. Die Überprüfung möglicher Gründe ist bereits bei der Kartierung vor Ort erforderlich.

Nicht immer werden an den Untersuchungsabschnitten Makrophyten angetroffen. Das kann verschiedene Gründe haben. Einige Gewässertypen sind im Referenzzustand makrophytenfrei oder nur sehr spärlich mit Makrophyten bewachsen, es gibt aber auch anthropogene Einflüsse, die das Wachstum der Makrophyten ver- oder behindern. Um eine Probestelle anhand der vorhandenen Makrophytenvegetation gesichert bewerten zu können, müssen Mindestanforderungen bzgl. der Häufigkeit und der Anzahl der vorkommenden Taxa erfüllt sein (siehe auch Kapitel „Kriterien für gesicherte Bewertungen“, Seite 58). Sind an einem Untersuchungsabschnitt sehr wenige oder keine Makrophyten vorhanden, muss immer die Möglichkeit einer Makrophytenverödung in Betracht gezogen werden. Unter einer **Makrophytenverödung** versteht man die anthropogen bedingte Abwesenheit von Makrophyten, nicht aber das Nicht-Vorhandensein von Makrophyten aus natürlichen Gründen. Die Gründe für das Fehlen der Makrophytenvegetation sind nicht immer offensichtlich. Stellen, an denen kein anthropogener Einfluss zu erkennen ist, können trotz guter Wachstumsbedingungen makrophytenfrei sein. Bei im Referenzzustand (fast) makrophytenfreien Standorten kann auch eine nicht erkennbare anthropogene Belastung vorliegen. Kann eine Makrophytenverödung bzw. eine anthropogene Belastung die zum vollständigen oder fast vollständigen Ausfall der Makrophyten führt nachgewiesen werden, wird die Teilkomponente Makrophyten mit der Zustandsklasse 5 bewertet. Kann kein Grund eindeutig zugewiesen werden, gilt die Indexberechnung als nicht gesichert und wird nicht zur Ermittlung der Ökologischen Zustandsklasse herangezogen.

Eine Liste möglicher Gründe für das Fehlen von Makrophyten findet sich in Tabelle 1. Diese Aufstellung erhebt nicht den Anspruch vollständig zu sein, entspricht aber den möglichen Begründungen, die als Pflichtangabe in der Berechnungssoftware gemacht werden müssen, wenn Makrophytenverödung vorliegt. Ist eine Erweiterung dieser Liste nötig, kann das nach einer Prüfung in der Software zentral angepasst werden.

Tabelle 1: Mögliche Gründe für das Nicht-Vorhandensein von Makrophyten an einer Untersuchungsstrecke und die Beurteilung bzgl. der Einstufung als Makrophytenverödung

Belastungsart	Belastung	Makrophytenverödung	Eingabe Phylib-Tool
stofflich	starke trophische Belastung	Ja	✓
	starke saprobielle/organische Belastung	Ja	✓
	Versauerung	Ja	✓
	geogen bedingter niedriger pH-Wert	Nein	
	Versalzung	Ja	✓
	geogen bedingt hoher Salzgehalt	Nein	
	chemische Belastung (z. B. Pestizideintrag oder Schwermetalle)	Ja	✓
	natürlich bedingter hoher Huminstoffgehalt	Nein	
mechanisch	starker Schwebstoffeintrag (z.B. durch Erosion von Ackerflächen)	Ja	✓
	natürlich bedingter Schwebstoffeintrag (z.B. geprägt von Gletscherabfluss)	Nein	
	Mahd	Ja	✓
	Räumung	Ja	✓
	Ausbaggerung (z.B. Schifffahrtsrinnen, Hafenanlagen)	Ja	✓
	anthropogen bedingter Wellenschlag (z.B. Schiffsverkehr)	Ja	✓
	natürlich bedingter Wellenschlag (z.B. durch Windexposition)	Nein	
	Uferverbau der zu veränderten hydromorphologischen Bedingungen führt (z. B. stark brechende statt auslaufende Wellen)	Ja	✓
	Sediment, das aus natürlichen Gründen stark umgelagert wird (z.B. regelmäßige Hochwasserereignisse, reißende Abflussbedingungen durch starkes Gefälle)	Nein	
	Bootsbetrieb	Ja	✓
	Badebetrieb	Ja	✓
	Tritt- und Fraßbelastung durch Weidetiere	Ja	✓
strukturell	Sohlverbau	Ja	✓
	Felssohle	Nein	
	Rhithralisierung durch Begradigung	Ja	✓
	natürlich reißende Abflussbedingungen z.B. durch starkes Gefälle	Nein	
Herbivore Organismen	Besatz mit herbivoren Fischen	Ja	✓
	Besatz mit nicht heimischen und/oder zu großen Populationen von Krebsen	Ja	✓
	natürliche Populationsgröße heimischer Krebsen	Nein	
	herbivore heimische Wasservögel in natürlicher Populationsgröße	Nein	
	nicht heimische herbivore Wasservögel und / oder zu große Populationen herbivorer Wasservögel	Ja	✓
Allgemein	wenig / keine Makrophyten ohne erkennbaren natürlichen oder anthropogen bedingten Grund	Nein	
	anthropogen bedingte starke Beschattung z.B. durch Bauten am Ufer oder Brücken	Ja	✓
	natürlich bedingte starke Beschattung (z. B. Wald)	Nein	

Eine genauere morphologische Beschreibung der Probestellen hinsichtlich Gewässersohle, Ufer und Umland kann mit dem „Erhebungsbogen zur Gewässerstrukturgütekartierung gemäß Verfahrensempfehlung der LAWA 1998“ (LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER 2000 (Abbildung 9 und Abbildung 10) vorgenommen werden, falls nicht schon eine aktuelle Strukturgütekartierung des Untersuchungsabschnittes vorliegt.

2.2 Diatomeen

2.2.1 Zeiträume der Probenahme

Die Probenahme ist in der Niedrigwasserperiode nach mehrwöchig stabilen hydrologischen Bedingungen durchzuführen. In den durch ein alpines Abflussregime geprägten Gewässern stellt der Spätwinter den besten Zeitraum dar. Im Alpenvorland, im Mittelgebirge und im Norddeutschen Tiefland ist die Probenahme idealerweise in den Monaten August und September durchzuführen, in denen in der Regel artenreiche und diverse Gemeinschaften anzutreffen sind. Die Zeiten der Biomassemaxima-Entwicklung im Herbst bis Frühjahr sind hingegen in den Gewässern dieser Regionen nicht geeignet, da die Gesellschaften zu dieser Zeit häufig von einer oder wenigen Arten (z.B. *Navicula lanceolata*) in extremer Weise dominiert werden, was eine Bewertung erschwert oder verhindert. Bei Kenntnis nutzungsbedingter, temporärer Veränderungen des ökologischen Zustands wird eine zweite Probenahme dringend angeraten.

Einen Sonderfall stellen die versauerungsgefährdeten Bäche der Mittelgebirge dar. Zum Nachweis von Versauerungserscheinungen ist die Probenahme zwei bis vier Wochen nach Ende der Schneeschmelze durchzuführen. Soll über die Bewertung nach WRRL hinaus, eine Charakterisierung des Säurezustands durchgeführt werden, ist eine zweite Probenahme in Zeiten geringer Abflüsse unerlässlich. Erst dadurch werden Aussagen darüber möglich, ob es sich um ein ganzjährig saures, ein periodisch saures oder ein unversauertes Gewässer handelt (vgl. CORING 1999).

2.2.2 Methoden der Probenahme

Bereiche mit extrem starker Strömung wie auch ufernahe Stillwasserzonen sind zu meiden, ebenso sollten stark beschattete Gewässerabschnitte nicht berücksichtigt werden – es sei denn, sie sind charakteristisch für den zu untersuchenden Gewässerabschnitt. Weiterhin sollten im Bereich des Untersuchungsabschnittes keine Zuflüsse oder Drainagen einmünden. Die Begehung des Gewässers erfolgt entgegen der Fließrichtung. Die Kenngrößen des untersuchten Gewässerabschnitts (Lage, Substrate, Lichtverhältnisse etc.) sind in einem Feldprotokoll zu vermerken (Abbildung 11). An jeder Probestelle sollten mindestens zwei Fotografien (gewässeraufwärts und -abwärts) aufgenommen werden.

In Gewässern mit hoher bis mäßiger Fließgeschwindigkeit wird die Besammlung von Hartsubstraten empfohlen, insbesondere von mittelgroßen bis großen Steinen. Dazu werden mindestens zehn, so weit wie möglich über den Gewässerquerschnitt verteilte und unter normalen hydrologischen Bedingungen keiner Umlagerung unterworfenen Steine in ihrer ursprünglichen Ausrichtung vorsichtig entnommen. Der Aufwuchs der Steinoberseite wird mit einer Zahnbürste, einem Teelöffel, Spatel oder ähnlichem Gerät vollständig abgekratzt und in ein beschriftetes Weithalsprobengefäß mit einem Fassungsvermögen von mindestens 100 ml überführt. Aufgrund der potenziell hohen Gefahr der Verunreinigung sind die Zahnbürsten nur einmalig zu verwenden oder zwischen zwei Proben gründlich in einem Ultraschallbad zu reinigen. Die Bewuchsdichte kann in den verschiedenen Gewässertypen sehr unterschiedlich sein, stellenweise ist ein Bewuchs makroskopisch nicht erkennbar, kann aber durch Betasten der Substratoberfläche erfühlt werden. In jedem Fall muß

eine relativ grosse Menge entnommen werden – nach Absetzen im Probenbehälter sollten mindestens 5 ml Diatomeensediment vorliegen.

In langsam fließenden Gewässern wird von KELLY et al. (1998) zur Bestimmung von verschiedenen Belastungszuständen mittels Indizes die Beprobung von vertikal exponierten Hartsubstraten, wie Brückenpfeiler oder Quais, empfohlen. In Untersuchungen, die auf die Erfassung von gewässertyp-spezifischen Biozönosen zielen, ist diese Vorgehensweise nicht angebracht. Zu bevorzugen ist vielmehr das in den Gewässern natürliche Bodensubstrat, welches in der Regel aus Sand, Kies oder Feinsediment besteht. In den bewatbaren Bereichen weraaaaaden vom Bodensubstrat die obersten Millimeter mit einem Löffel vorsichtig abgehoben. In stärker strömenden Bereichen gestaltet sich dies oftmals problematisch, da der Löffelbesatz häufig abgespült wird.

Eine standardisierte Methode liegt für derartige Gewässer aufgrund mangelnder Erfahrungswerte bislang nicht vor. Zur Gewinnung der obersten Substratschichten bietet sich beispielsweise der Einsatz von Sedimentstechern oder- greifern an. Gleichfalls zu prüfen ist die Möglichkeit des Abpipettierens.

Für die Beprobung von Weichsedimenten in Seen wurde in Norddeutschland verschiedene Vorgehensweisen entwickelt und vorgeschlagen. Die genaue Beschreibung dieser Methoden findet sich im Endbericht zu Projekt 10.09 der LAWA (SCHAUMBURG et al. 2011). Bei geeigneten Bedingungen können diese Methoden für die Fließgewässerbeprobung übernommen werden. Folgende Vorgehensweisen werden vorgeschlagen:

- **Besammlung mit der Hand:**

Gut entwickelte Diatomeenassoziationen auf Sand fallen durch ihre braune Pigmentierung (z.B. *Geissleria* spp. oder *Gomphonema* spp.) oder durch ihre puddingartige (z. B. *Fragilaria pulchella*), leicht kohäsive (*Mastogloia* spp.) bis locker flockige (kohäsionslose) aber dann zumeist stark voluminöse Struktur (*Fragilaria brevistriata*, *F. construens*) auf.

Diese gut entwickelten epipsammischen Assoziationen sind am besten mit einer scherenartigen Schließbewegung von Mittelfinger und Ringfinger der horizontal auf das Substrat gleitenden Hand auf die Handfläche zu bringen, mit der Hand aus dem Flachwasser zu entnehmen und in das Probengefäß zu überführen.

Zur Beprobung epipsammischer Diatomeen kann ein Löffel o.ä. verwendet werden, sofern damit ein ausreichender Materialumfang (mindestens 5 ml sandfreier Feinschlamm nach einem Absetzvorgang von 10 Minuten) gewährleistet wird. Bei Einsatz von Werkzeugen ist deshalb ggf. die Zahl der Teilproben zu vervielfachen.

Die Methode eignet sich bei Beprobung in Wassertiefen bis ca. 1m (abhängig von der Körpergröße und der Armlänge des Probennehmers)

- **Beprobung mit Saugvorrichtungen**

Für die Entnahme von Aufwuchsdiatomeen auf dem Sediment eignen sich ebenfalls Saug- oder Pumpsysteme. Mit einer großen Spritze (Infusionsspritze), auf die in einigen Fällen noch ein Schlauch aufgesetzt wird, können die oberen Diatomeen abgesaugt werden, ohne Sediment aufzuwirbeln. Mit der Verlängerung durch einen Schlauch können bei guten Bedingungen so Tiefen von 50-100 cm beprobt werden. In Süddeutschland wurden zur Beprobung von epipsammischen Diatomeengesellschaften auch bereits Handsaugpumpen mit zwischengeschalteter Filterkammer mit Erfolg eingesetzt.

- **Beprobung mit Sedimentstechrohr**

An Uferstellen, an denen eine Beprobung in Tiefen über ca. 1m durchgeführt werden müssen, z.B. vor einem geschlossenen Röhrichtbestand, empfiehlt sich die Verwendung eines Bootes und eines Sedimentstechrohres. Von dem gewonnenen Substrat werden die obersten Millimeter benötigt. Ideal hierfür ist die Verwendung einer Saugvorrichtung, wie oben beschrieben.

Problematisch ist die Beprobung tiefer Tieflandbäche und -flüsse, deren Steilufer eine Begehung schwierig gestalten. Hier muss die Auswahl der Probestelle vor allem unter dem Aspekt der Zugänglichkeit erfolgen, was allerdings unter Umständen die Repräsentativität verringert.

Die Fixierung der Proben erfolgt vor Ort, spätestens jedoch am Abend des Probenahmetages durch Ethanol. Die Proben sind bis zur weiteren Behandlung in einem Lagerraum zu verwahren.

2.2.2.1 Beschriftung des Probengefäßes:

Aus Gründen der Qualitätssicherung muss das Probengefäß mit dem Diatomeensediment eindeutig beschriftet werden. Dazu sind mindestens folgende Informationen nötig:

- Codierung (eindeutige Kennung, die den Bezug zu allen Begleitinformationen sowie der präparierten Probe herstellt)
- Gewässer (eindeutige Kennung)
- Probestelle / Transekt (eindeutige Kennung)
- beprobtes Substrat
- Datum der Probenahme
- Probenehmer

2.2.3 Materialien zur Durchführung der Probenahme in Fließgewässern

- Topographische Karten 1:25.000 bzw. 1:50.000
- GPS-Gerät
- Feldprotokoll
- Exemplar der Verfahrensanleitung
- Schreibmaterialien
- Wathose
- Weithalsflaschen oder -gläschen
- Wasserfester Stift zur Beschriftung der Probengefäße
- Zahnbürsten, Teelöffel, Spatel o.ä.
- Ethanol
- Fotoausrüstung
- Sicherheitsausrüstung

2.2.4 Präparation

2.2.4.1 Materialien zur Durchführung der Präparation

Chemikalien

- Salzsäure 25% z. A.
- Schwefelsäure 95-97% z. A.
- Kaliumnitrat z. A.
- Ethanol

Weitere Ausstattung

- Abzug
- Heizplatte
- Schutzkleidung (Laborkittel, Brille, ggf. chemikalienfeste Laborhandschuhe)
- Bechergläser (Fassungsvermögen mindestens 100 ml)
- Uhrgläser mit Durchmesser entsprechend den Bechergläsern
- Becherglaszange
- Siedestäbchen
- ggf. Mörser und Pistille zum Zerreiben des Kaliumnitrats
- Spatel
- Kleines Kunstsieb mit Durchmesser entsprechend den Bechergläsern
- Universal-Indikatorpapier zur pH-Wert-Bestimmung
- Aqua dest.
- Spritzflasche
- Schraubdeckelgläschen mit Dichtung

2.2.4.2 Säurebehandlung

Die beschriebenen Kochvorgänge sind unter einem leistungsfähigen Abzug mit der gebotenen Vorsicht unter Einhaltung der Arbeitsschutzmaßnahmen durchzuführen. Schutzkleidung und Augenschutz sind obligatorisch.

Die Bestimmung der Diatomeen auf Artniveau erfolgt anhand der Strukturen des Kieselsäureskeletts und setzt die Herstellung von Dauerpräparaten voraus. Insbesondere kleinschalige Arten können nur im gereinigten Präparat nach Entfernen der organischen Zellbestandteile und weiterer, störender organischer Komponenten sicher zugeordnet werden. Zur Aufbereitung des Probenmaterials existieren verschiedene Verfahren, die je nach Beschaffenheit des Probenmaterials unterschiedlich geeignet sind. Eine Darstellung der häufigsten Aufbereitungstechniken findet sich in KRAMMER & LANGE-BERTALOT (1986). Zur Aufbereitung von Aufwuchsproben von Bodensubstraten (Steine, Kies, Schlamm), die einen hohen Anteil von organischem, nicht-diatomeenhaltigem Material enthalten können, bietet sich die Oxidation durch starke Säuren an, wobei die Aufbereitung in Schwefelsäure empfohlen wird.

Von jeder Probe wird ein Teil als Rückstellprobe zurückbehalten. Dazu ist es sinnvoll, die ganze Probenmenge durch Schütteln zu durchmischen und beim Überführen des Materials in ein Becherglas einen Rest (Rückstellprobe) im beschrifteten Gefäß übrig zu behalten.

2.2.4.3 Behandlung mit Salzsäure

Die Probe wird zunächst in Salzsäure gekocht, um die Bildung von Gips bei der sich anschließenden Behandlung mit Schwefelsäure auszuschließen. Bei einem hohen Wasseranteil lässt man die Proben zunächst 24 Stunden absetzen und dekantiert dann vorsichtig ab. Alternativ können die Proben bis auf eine geringe Wassermenge eingedampft werden. Anschließend wird die verbleibende Probenmenge durch Schütteln durchmischt und etwa 20 ml des Materials in einem beschrifteten Becherglas mit einem Fassungsvermögen von mindestens 100 ml mit 20 bis 40 ml verdünnter Salzsäure (25%) versetzt. Ist die Probe stark kalkhaltig, muss die Salzsäure vor dem Erhitzen mehrfach, in zunächst geringen Mengen zugegeben werden, da es zu einer starken Schaumentwicklung kommt. Durch 30-minütiges Kochen der mit einem Siedestäbchen bestückten und einem Uhrglas abgedeckten Probe werden anschließend die Karbonate gelöst, die Stielchen und Gallerten der Diatomeen aufgelöst und die Schalen vom Substrat getrennt. Weist die Probe einen hohen Sandanteil auf, muß mit starken Bewegungen des Becherglases gerechnet werden. Dabei wird es oftmals nötig, die Position des Becherglases auf der Heizplatte zu korrigieren. Verwendet wird hierzu eine Becherglaszange, wobei durch Abspülen der Zange in oder unter Leitungswasser Materialverschleppungen zwischen verschiedenen Proben verhindert wird. Gleichfalls sind die Siedestäbchen zwischen verschiedenen Kochvorgängen sorgfältig zu reinigen.

Nach dem Kochen lässt man die Probe erkalten, siebt anschließend – soweit vorhanden – die groben Reste mithilfe eines kleinen Küchensiebs ab und füllt das Becherglas mit Leitungswasser auf. Um evtl. vorhandenen Sand, Kies oder kleinere Steine soweit wie möglich zu entfernen, wird die Lösung stark aufgerührt und der diatomeenhaltige Überstand nach einer etwa einminütigen Sedimentationszeit vorsichtig abdekantiert. Die Probe wird im Folgenden mehrmals vorsichtig auf etwa ein Drittel des Volumens abdekantiert und mit Leitungswasser gewaschen. Bewährt hat sich vierfaches Waschen und Abdekantieren, wobei die Sedimentationszeit zwischen den Waschvorgängen 24 Stunden nicht unterschreiten sollte. Alternativ kann die Probe zwischen den Waschvorgängen in einer Tischzentrifuge etwa 10 Minuten lang bei maximal 2000 Umdrehungen pro Minute (Upm) abzentrifugiert und der Überstand auf etwa ein Drittel abdekantiert oder mit einer Wasserstrahlpumpe entfernt werden. Diese Vorgehensweise erlaubt eine schnelle Aufbereitung, ist aber letztlich arbeitsintensiver und birgt die Gefahr, langschalige Diatomeen zu zerbrechen.

2.2.4.4 Behandlung mit Schwefelsäure

Die Probe wird durch Abdekantieren auf einen geringen Wasseranteil eingeengt, mit rund 20 bis 30 ml konzentrierter Schwefelsäure versetzt und zum Kochen gebracht. In Abständen von etwa 20 Minuten wird mit einem Spatel eine Prise Kaliumnitrat zugegeben bis sich die Probe entfärbt oder eine schwach gelbliche Farbe annimmt. Bei geringen Mengen organischer Bestandteile sind bereits wenige Zugaben von Kaliumnitrat ausreichend, enthält die Probe jedoch grosse Mengen, kann der Kochvorgang bis zu acht Stunden dauern. Nach dem Farbumschlag ist die Probe weitere 20 Minuten auf der Heizplatte zu belassen. Nach dem Abkühlen der Probe und dem Absetzen der

Diatomeen bilden diese einen weißen bis gräulichen Bodensatz. Anschließend werden die Proben gewaschen, bis der Neutralpunkt (Indikatorpapier!) erreicht ist. Beim ersten Wässern der Probe nach dem Kochvorgang ist mit großer Vorsicht vorzugehen, da es zu heftigen Reaktionen kommen kann. Erfahrungsgemäß ist ein etwa achtmaliges Waschen erforderlich, wobei die Sedimentationszeit zwischen den Waschvorgängen 24 Stunden nicht unterschreiten sollte. Das letzte Wässern der Probe sollte mit destilliertem Wasser erfolgen. Die gereinigte Probe wird durch Schütteln des Becherglases durchmischt und in ein beschriftetes Schraubdeckelglas mit Dichtung überführt. Die Schraubdeckelgläser sind zur Dokumentation in einem Lagerraum zu verwahren.

Beschriftung des Schraubdeckelglases:

Die Schraubdeckelgläser mit der präparierten Diatomeensuspension muss mindestens mit folgenden Informationen beschriftet werden:

- Codierung (eindeutige Kennung, die den Bezug zu allen Begleitinformationen sowie zum Dauerpräparat herstellt)
- Gewässer (eindeutige Kennung)
- Probestelle / Transekt (eindeutige Kennung)
- beprobtes Substrat
- Datum der Probenahme
- präparierendes Labor / Bearbeiter

2.2.5 Herstellen von Dauerpräparaten

2.2.5.1 Materialien

- Objektträger
- Deckgläser (empfohlen werden runde Deckgläser mit einem Durchmesser von 18 mm)
- rundgebogene Pinzette oder Deckglaspinzette
- Naphrax
- Präparatekasten oder -mappe
- Etiketten

Die Deckgläser sind vor dem Beschicken mit der Diatomeensuspension zu reinigen. Bewährt hat sich ein kurzes Eintauchen in einer stark spülmittelhaltigen Lösung um Fettreste zu entfernen und die Oberflächenspannung zu vermindern. Die im Schraubdeckelglas enthaltene Suspension wird anschließend durch Schütteln durchmischt, unmittelbar anschließend wird eine geringe Menge mit einer sauberen Pipette entnommen und auf ein Deckgläschen aufgetropft. Um Konvektionen zu vermindern, ist der Tropfen möglichst flach zu halten. Bei stark konzentrierten Suspensionen ist es oftmals erforderlich, diese in einem Uhrgläschen mit destilliertem Wasser zu verdünnen. Der Grad der Verdünnung richtet sich nach der gewünschten Dichte der Schalen im Präparat und ist abhängig von der Menge der verbliebenen anorganischen Komponenten. Probleme ergeben sich häufig durch hohe Gehalte aus der Probe nicht entfernbare mineralischer Bestand-

teile (Schluff- und Tonpartikel), die im Schraubdeckelglas optisch von den Diatomeen nicht zu unterscheiden sind. Es ist daher ratsam, unterschiedlich verdünnte Präparate anzufertigen.

Die optimale Schalendichte liegt vor, wenn nach Durchmusterung eines oder mehrerer, ganzer Transsektstreifen bei 1000facher Vergrößerung die erforderliche Anzahl von 400 Schalen (siehe unten) erreicht ist. Dies begründet sich durch eine durch Konvektion im Tropfen auf dem Deckglas hervorgerufene teilweise Entmischung der Diatomeenschalen. So können bei starken Konvektionsströmen kleinschalige, leichte Formen in der Deckglasmitte konzentriert sein, wohingegen sich die großen, schweren Schalen überproportional häufig in den Randbezirken finden. Diesem Phänomen wird durch Zählung ganzer Transsekte entgegengetreten.

Um Kontaminationen zu vermeiden, ist streng darauf zu achten, die verwendeten Pipetten zwischen der Behandlung verschiedener Proben unter fließendem Wasser zu reinigen. Ist das Diatomeen-Material über Nacht luftgetrocknet, wird ein beschrifteter, fettfreier Objektträger mit einem Tropfen Naphrax versehen und das Deckglas mit der beschickten Seite nach unten mit einer Pinzette vorsichtig aufgelegt. Um das Lösungsmittel auszutreiben, wird das Präparat anschließend über einem Bunsenbrenner bei kleiner Flamme erhitzt, bis es etwa fünf Sekunden lang Blasen wirft, und sofort erschütterungsfrei auf einer glatten, kalten Oberfläche gelagert, bis es abgekühlt ist. Naphrax enthält Toluol, das beim Erhitzen entweicht, und darf daher nur mit großer Vorsicht gehandhabt werden. Das Austreiben des Toluols kann alternativ auf einer Heizplatte erfolgen. Mithilfe einer Pinzette ist anschließend zu überprüfen, ob das Deckglas fest mit dem Objektträger verbunden ist. Gegebenfalls muß der Vorgang wiederholt werden.

Das Präparat kann danach sofort unter dem Lichtmikroskop ausgewertet werden und ist bei entsprechender Lagerung über Jahrzehnte hinweg haltbar. Von großer Wichtigkeit ist die Anlage einer Belegsammlung mit detaillierter Beschriftung der Objektträger mit Angabe des Gewässers, der Lage der Stelle (falls vorhanden mit Rechts- und Hochwerten), des beprobten Substrats, des Datums sowie gegebenenfalls mit Codierungen, die den Bezug zu anderen Informationsquellen herstellen.

Nach Herstellung der Dauerpräparate wird die im Schraubdeckelglas verbliebene Diatomeensuspension durch Zugabe Ethanol konserviert. Um ein Eintrocknen der Probe zu verhindern, werden vor der Einlagerung zusätzlich fünf bis zehn Tropfen Glycerin zugegeben.

Beschriftung des Objektträgers:

Die Objektträger müssen mindestens mit folgenden Informationen beschriftet werden:

- Codierung (eindeutige Kennung, die den Bezug zu allen Begleitinformationen sowie der präparierten Probe herstellt)
- Gewässer (eindeutige Kennung)
- Probestelle / Transekt (eindeutige Kennung)
- Datum der Probenahme
- taxonomischer Bearbeiter

2.2.6 Mikroskopische Auswertung

Um repräsentative Verteilungen zu erhalten, werden im Streupräparat bei 1000- bis 1200-facher Vergrößerung 400 Diatomeenobjekte auf Artniveau bestimmt, teilweise ist die Differenzierung von Varietäten erforderlich (siehe Kapite 4.2.1). Bei der Zählung sind sowohl die in Schalenansichten liegenden Arten als auch die Gürtelbänder zu erfassen. Da bei in Schalenansicht liegenden Vertretern der *Naviculaceae* oftmals nicht sicher erkennbar ist, ob es sich um einzelne Schalen oder um gesamte Frusteln handelt, wird bei der Zählung grundsätzlich nicht zwischen Einzel- und Doppelschalen unterschieden, sondern es werden Objekte erfasst. Frusteln, deren Schalen bei der Präparation nicht getrennt wurden, gehen folglich als Einheit in die Zählung ein. Nicht bestimmbare Gürtelbänder sind auf Gattungsniveau zuzuordnen, falls möglich zu gruppieren und in Größenklassen zu trennen. Nach Abschluß der Zählung werden diese nach dem prozentualen Verhältnis der in Frage kommenden determinierten Arten auf diese verteilt. Bruchstücke werden nur dann berücksichtigt, wenn ihre Größe die Hälfte der Schalenfläche übersteigt. Die Darstellung der Häufigkeiten erfolgt in prozentualen Anteilen. Die Zählraten sind mit Angabe der DV-Nummern nach MAUCH et al. (2003) als Excel- oder Access-Dateien bzw. in spezifischen Datenbanken zu dokumentieren.

Bei der Zählung werden ausschließlich benthische sowie benthisch/planktische Taxa erfasst. Ausschließlich planktisch lebende Formen werden nicht berücksichtigt. Da verlässliche Literaturangaben zur Lebensweise der centrischen Taxa nicht durchgängig vorhanden und zum Teil widersprüchlich sind, werden mit Ausnahme von *Melosira varians* Centrales bei der Zählung nicht erfasst. Gleiches gilt für pennate Taxa mit obligatorisch planktischer Lebensweise. Um die Vergleichbarkeit der Zähl- und Bewertungsergebnisse verschiedener Bearbeiter zu gewährleisten, sind die bei der mikroskopischen Auswertung nicht zu berücksichtigenden planktischen pennaten Diatomeentaxa in einer Ausschlussliste aufgeführt (Tabelle 2). Der Vollständigkeit halber werden auch marine und Brackwasserarten angegeben. Bei der Berechnung mit der Phylib-Bewertungssoftware werden Proben mit einem Anteil planktischer Taxa >5% aus der Bewertung ausgeschlossen.

Die Miterfassung von Centrales führt dazu, dass sich die Abundanzwerte für die benthischen Taxa ändern. Das kann sich auf die Bewertung eines Transektes auswirken und die Vergleichbarkeit der Ergebnisse unterschiedlicher Bearbeiter vermindern. Zudem sorgt das im DV-Tool vorhandene Sicherungskriterium $98\% < \text{Gesamthäufigkeit} < 102\%$ dafür, dass für Datensätze, die einen hohen Anteil Centrales enthalten, ein ungesichertes Bewertungsergebnis ausgegeben wird. Ursache für die ungesicherte Bewertung ist in diesen Fällen das methodische Vorgehen bei der mikroskopischen Auswertung.

Für eine Bewertung unabdingbar ist eine ausreichende Bestimmungstiefe. In einigen Fällen geht diese über die Stufe „Art“ hinaus, teilweise müssen Varietäten und Unterarten ermittelt werden. Die benötigte Bestimmungstiefe kann im Einzelfall den Indikationslisten (siehe auch die jeweils aktuelle Softwareversion) entnommen werden.

Tabelle 2: Ausschlussliste der bei der mikroskopischen Auswertung nicht zu berücksichtigenden pennaten Diatomeentaxa mit planktischer Lebensweise
(V = Verbreitung, m = marin, b = Brackwasser, lfd-Nr. = laufende Nummer)

lfd-Nr.	DV-Nr.	Taxon	Autor	V
1	6142	Asterionella	HASSALL	
2	6050	Asterionella formosa	HASSALL	
3	6863	Asterionella formosa var. acaroides	LEMMERMANN	
4	16820	Asterionellopsis	ROUND	m
5	16797	Asterionellopsis glacialis	(CASTRACANE) ROUND	m
6	16819	Asterionellopsis kariana	(GRUNOW) ROUND	m
7	26929	Cylindrotheca closterium	(EHRENBERG) REIMANN & J.C.LEWIN	m, b
8	16831	Delphineis surirella	(EHRENBERG) G.W.ANDREWS	m
9	6075	Fragilaria crotonensis	KITTON	
10	6215	Fragilaria reicheltii	(VOIGT) LANGE-BERTALOT	
11	6410	Fragilaria ulna angustissima-Sippen	sensu KRAMMER & LANGE-BERT.	
12	6023	Nitzschia acicularis	(KUETZING) W.SMITH	
13	16856	Nitzschia acicularis-Formenkreis		
14	16600	Nitzschia acicularis var. closterioides	GRUNOW	
15	16394	Nitzschia behrei	HUSTEDT	b
16	16398	Nitzschia closterium	(EHRENBERG) W.SMITH	m, b
17	6806	Nitzschia fruticosa	HUSTEDT	
18	16847	Pseudo-nitzschia	H.PERAGALLO	m
19	16659	Rhaphoneis	EHRENBERG	m
20	16812	Rhaphoneis amphiceros	(EHRENBERG) EHRENBERG	m
21	6695	Surirella splendida	(EHRENBERG) KUETZING	
22	6074	Tabellaria fenestrata	(LYNGBYE) KUETZING	
23	16849	Thalassionema nitzschioides	(GRUNOW) GRUNOW ex HUSTEDT	m

Als Standard-Bestimmungsliteratur dient der Bestimmungsschlüssel von HOFMANN et al. (2011). Ergänzend sollte die weiterführende Literatur herangezogen werden. Wichtige Werke sind:

- KRAMMER (2000, 2002, 2003)
- KRAMMER (1997 a & b)
- KRAMMER & LANGE-BERTALOT (1986-1991, 2004)
- LANGE-BERTALOT & METZELTIN (1996)
- LANGE-BERTALOT & MOSER (1994)
- LANGE-BERTALOT (1993, 2001)
- LEVKOV (2009)
- REICHARDT (1999)

In den salzbeeinflussten Gewässertypen des Norddeutschen Tieflandes muß zusätzlich die Arbeit von WITKOWSKI & LANGE-BERTALOT (2000) verwendet werden.

2.2.7 Kriterien der Nichtauswertbarkeit und Nichtbewertbarkeit

Die Kieselalgen sind, soweit möglich, bis auf das taxonomische Niveau zu bestimmen, das in den Indikatorlisten vorgegeben ist (siehe Kapitel 4.2 bzw. Listen aus der Software Phylib). Proben können zur Bewertung nicht herangezogen werden, wenn der Anteil nur bis zur Gattung bestimmter, nicht bestimmbarer (sp., spp.) und/oder nicht eindeutig bestimmbarer Formen (cf., aff.) einen Wert von 5 % überschreitet. Die ökologischen Präferenzen der Taxa unterscheiden sich zumeist auf Artebene, z.T. aber auch auf Unterart- oder Varietätenebene. Gattungen oder Sammelgruppen können daher nicht mit Indikatorwerten versehen werden. Bei einem größeren Anteil von Individuen, die nicht bis auf eine taxonomisch ausreichende Ebene bestimmt wurden, ist von einer Verfälschung des Bewertungsergebnisses auszugehen.

Sind auch nach maximaler Einengung des Probenmaterials nur sehr geringe Diatomeenmengen enthalten, deutet dies auf Fehler bei der Probenahme oder auf eine schlechte Wahl des Probenahmezeitpunktes hin (Kapitel 2.2.1). Als Kriterium der Auswertbarkeit wird eine Mindestzahl von 50 Objekten in einem Transsekt bei 1000facher Vergrößerung und einem Deckglasdurchmesser von 18 mm vorgeschlagen. Bei zu vermutender Nichtauswertbarkeit ist die Diatomeendichte durch Testzählung eines Transsektstreifens zu ermitteln. Nach Erfahrungswerten kann auch bei sorgfältiger Vorgehensweise der Anteil nicht auswertbarer Proben bis zu 3 % betragen.

Ein weiteres Ausschlußkriterium stellt eine hohe Zahl aerophiler Diatomeen in der Probe dar, die sich insbesondere bei steigenden Abflüssen durch Beprobung erst kürzlich überfluteter Bereiche ergeben kann. Übersteigt der Anteil aerophiler Taxa (Tabelle 3) den Wert von 5%, muß von einem starken aerischen Einfluß ausgegangen werden, der die Bewertung überlagert, zumindestens aber stark beeinflusst. Zusätzliche Angaben zum aerophilen Charakter der Taxa sind KRAMMER & LANGE-BERTALOT (1986–1991) zu entnehmen.

Tabelle 3: Aerophile Taxa nach LANGE-BERTALOT (1996) und HILDEBRAND (1991)

lfd. Nr	DV-Nr.	Name	Autor
1	6247	Achnanthes coarctata	(BREBISSON) GRUNOW
2	6286	Amphora montana	KRASSKE
3	6287	Amphora normanii	RABENHORST
4	16692	Denticula cretica	(OESTRUP) LANGE-BERTALOT & KRAMMER
5	6344	Diploneis minuta	PETERSEN
6	16264	Hantzschia abundans	LANGE-BERTALOT
7	6084	Hantzschia amphioxys	(EHRENBERG) GRUNOW
8	6802	Hantzschia elongata	(HANTZSCH) GRUNOW
9	16267	Hantzschia graciosa	LANGE-BERTALOT
10	16271	Hantzschia subrupestris	LANGE-BERTALOT
11	16276	Hantzschia vivacior	LANGE-BERTALOT
12	6805	Melosira dickiei	(THWAITES) KUETZING
13	6449	Navicula aerophila	KRASSKE
14	6458	Navicula brekkaensis	PETERSEN
15	6467	Navicula cohnii	(HILSE) LANGE-BERTALOT
16	6858	Navicula contenta	GRUNOW
17	16003	Navicula egregia	HUSTEDT
18	6489	Navicula gallica var. perpusilla	(GRUNOW) LANGE-BERTALOT
19	6492	Navicula gibbula	CLEVE
20	6504	Navicula insociabilis	KRASSKE
21	6028	Navicula mutica	KUETZING
22	16020	Navicula nivalis	EHRENBERG
23	16021	Navicula nivaloides	BOCK
24	16022	Navicula nolenoides	BOCK
25	16025	Navicula paramutica	BOCK
26	16026	Navicula parsura	HUSTEDT
27	6013	Navicula pelliculosa	(BREBISSON) HILSE
28	6528	Navicula pseudonivalis	BOCK
29	16360	Navicula pusilla var. incognita	(KRASSKE) LANGE-BERTALOT
30	16366	Navicula saxophila	BOCK
31	16036	Navicula subadnata	HUSTEDT
32	16375	Navicula suecorum var. dismutica	(HUSTEDT) LANGE-BERTALOT
33	6569	Neidium minutissimum	KRASSKE
34	6574	Nitzschia aerophila	HUSTEDT
35	16393	Nitzschia bacillariaeformis	HUSTEDT
36	6921	Nitzschia debilis	ARNOTT
37	16407	Nitzschia epithemoides var. disputata	(CARTER) LANGE-BERTALOT
38	16050	Nitzschia harderi	HUSTEDT
39	16053	Nitzschia modesta	HUSTEDT
40	6614	Nitzschia terrestris	(PETERSEN) HUSTEDT
41	16453	Nitzschia valdestriata	ALEEM & HUSTEDT
42	16460	Orthoseira dendroteres	(EHRENBERG) CRAWFORD
43	16060	Orthoseira roeseana	(RABENHORST) O'MEARA
44	6148	Pinnularia borealis	EHRENBERG
45	6635	Pinnularia frauenbergiana	REICHARDT
46	6645	Pinnularia krookii	(GRUNOW) CLEVE
47	16473	Pinnularia lagerstedtii	(CLEVE) CLEVE-EULER
48	6654	Pinnularia obscura	KRASSKE
49	6225	Simonsenia delognei	(GRUNOW) LANGE-BERTALOT
50	6679	Stauroneis agrestis	PETERSEN
51	16081	Stauroneis borrichii	(PETERSEN) LUND
52	16558	Stauroneis gracillima	HUSTEDT
53	16083	Stauroneis lundii	HUSTEDT
54	16084	Stauroneis muriella	LUND
55	6685	Stauroneis obtusa	LAGERSTEDT
56	16095	Surirella terricola	LANGE-BERTALOT & ALLES

2.3 Phytobenthos ohne Diatomeen

Für das Phytobenthos ohne Diatomeen wurde zur Minimierung des Zeitaufwandes neben der vollständigen und ausführlichen Bewertungsmethode zusätzlich ein alternativ anzuwendendes vereinfachtes Verfahren entwickelt. Das ausführliche Verfahren basiert auf einer möglichst vollständigen Aufnahme aller vorhandenen Phytobenthosalgae, auch mikroskopischer Formen, an allen nach der Biokomponente Makrophyten & Phytobenthos zu bewertenden Fließgewässern. Das vereinfachte Verfahren beschränkt sich auf makroskopisch sichtbares Phytobenthos. Die Anwendung des vereinfachten Verfahrens führt allerdings in manchen Typen zu einer deutlich verringerten Anzahl an gesichert anzusehenden Bewertungen (SCHAUMBURG et al. 2005).

Eine weitere Methode für eine Zeitersparnis besteht in der Möglichkeit eine verkürzte Indikatorenliste zu verwenden, der Probenahme- und Bestimmungsaufwand reduziert sich damit erheblich. Diese verkürzte Liste wurde von Frau Dr. Foerster, LfU Bayern) erstellt und anhand bayerischer Daten im Mittelgebirge getestet. Die Bewertungsergebnisse weichen allerdings in bis zu 45% der Gewässer von den Ergebnissen mit den Kompletlisten ab (früherer Typ MG_{karb}). Für den früheren Typ MG_{sil} wurden 25% Abweichung bestimmt (Protokoll der Sitzung „Projektbegleitender Fachbeirat Makrophyten & Phytobenthos“ November 2008). Diese verkürzte Liste findet sich in Tabelle 35.

Im Folgenden wird das vereinfachte Verfahren beschrieben. Wo es von der ausführlichen Variante abweicht, werden die Unterschiede angemerkt, so dass beide Verfahren mit der vorliegenden Anleitung durchgeführt werden können. Dabei wurden teilweise Hinweise aus dem Entwurf der CEN-Norm zur Beprobung von Phytobenthos in flachen Fließgewässern aufgenommen (DIN-EN 15708). Eine zusätzliche Beschreibung der Probenahme mit ausführlich dargestellten Vorgehensweisen und vielen Fotografien der vor Ort ansprechbaren Formen ist der Feldführer „Benthische Algen – ohne Diatomeen und Characeen“ (LANUV, GUTOWSKI UND FOERSTER, 2009)

2.3.1 Probenahme

2.3.1.1 Materialien zur Probenahme Phytobenthos

- Sicherheitsausrüstung
- topographische Karten der Maßstäbe 1:25 000 bzw. 1:50 000 oder GPS-Gerät
- Fotokamera
- Wathose oder hohe Gummistiefel
- Sichtkasten
- evt. Gummihandschuhe
- Handlupe
- teilweise hilfreich: Rechen, Zange oder ähnliche Greifinstrumente
- evt. weiße Plastikschaale (2 bis 3 l) zum Sortieren des Materials
- Löffel, Pinzetten, Spatel
- Skalpell oder Messer (rostfrei)
- Pipetten
- Saubere kleinere (15-20 ml) und größere Glasgefäße mit Schraubdeckel

- Petrischalen (Plastik)
- Gefrierbeutel, verschiedene Größen
- vorgefertigte wasserfeste Etiketten oder Gewebepapier und wasserfeste Filzstifte zur Beschriftung der Proben
- Kühlboxen mit Kühlakkus oder Ventilator
- Großer Eimer zum Transport von größerem Substrat
- Saure Lugol'sche Lösung oder neutralisiertes Formaldehyd
- Wasserfestes Protokollbuch oder Feldprotokollblatt und Stift
- Plastikgefäße zur Aufbewahrung

Das Verfahren basiert auf einer einmaligen Probenahme pro Jahr. Die Probenahme sollte zu einem Zeitpunkt mit möglichst niedrigem Wasserstand und nach einer stabilen Abflussphase durchgeführt werden. Nach einem Hochwasserereignis sollten bis zur Probenahme mindestens 4 Wochen verstrichen sein. Der zu untersuchende Fließgewässerabschnitt beträgt bei Bächen etwa 20 m, bei Flüssen ca. 50 m. Um die Wiederholbarkeit der Untersuchung zu gewährleisten, sollte die Lage der Probestelle möglichst mittels eines GPS-Gerätes vermessen werden. Die Probestelle sollte durch Fotos in beide Fließrichtungen dokumentiert werden. In einem Feldprotokoll werden alle Daten zur Probestelle und zu den im Abschnitt entnommenen Unterproben incl. deren Häufigkeit (siehe Tabelle 7 bzw. Tabelle 8) notiert (Abbildung 12).

Die Probenahme folgt bei der reduzierten ebenso wie bei der vollständigen Analyse dem Verfahren des Multi-Habitat-Sampling (MHS).

Ziel der Probenahme ist es, die makroskopisch sichtbaren Beläge und Wuchsformen von benthischen Algen möglichst vollständig zu erfassen. Dafür sollten alle im Gewässerabschnitt vorhandenen Habitate beachtet werden. Sie unterscheiden sich vor allem durch verschiedene Substrate, Fließgeschwindigkeiten, Tiefen und Lichtverhältnisse. Für die Probenahme wird der Abschnitt der Länge nach abgegangen und, soweit mit Wathosen möglich, durchschritten. Das Bachbett wird mit einem Sichtkasten untersucht. Stellen, die nicht komplett durchwatet und begutachtet werden können, sind nur annäherungsweise repräsentativ beprobbar. In diesen Fällen können Werkzeuge wie ein Rechen oder eine Zange mit langem Griff hilfreich sein (Kapitel „Materialien zur Probenahme Phytobenthos“, Seite 33). An einer Probestelle werden mehrere Proben entnommen, die die verschiedenen Aspekte der Untersuchungsstelle widerspiegeln. Diese verschiedenen Proben werden als „Unterproben“ bezeichnet.

Anmerkung: Die Probenahme ist für das vollständige und das reduzierte Verfahren identisch.

In einem ersten Schritt werden alle makroskopisch sichtbaren Bewuchsformen und Beläge als separate Unterproben einzeln im Feldprotokoll notiert. Das besiedelte Substrat sowie die geschätzte Häufigkeit nach Tabelle 7 bzw. Tabelle 8 wird angegeben. Die Farbe sowie die Wuchs- oder Lagerform werden möglichst genau beschrieben und evt. fotografisch dokumentiert. Einige auffällige Wuchsformen sind in folgender Auflistung genannt.

- Zarte, flutende Fäden oder Büschel (z.B. *Zygnema*, *Stigeoclonium*)
- Grüne, fädige Büschel an Steinen oder Pflanzen (z. B. *Cladophora*, *Oedogonium*, *Microspora*)
- Grüne Polster (z.B. *Vaucheria*)
- Grüne oder rote Fäden im Wellenschlagbereich an Steinen (z.B. *Ulothrix*, *Bangia*)
- Hellgrüne, schleimige, aufschwimmende Fäden (z.B. *Spirogyra*, *Mougeotia*)
- Hellgrüne bis gelbliche netzartige, aufschwimmende Formen (z.B. *Hydrodictyon*)
- Grüne bis braune, raue, feste Fäden (z.B. *Lemanea*)
- Weinrote, blaue, violette oder schwärzliche kleine Büschel an Steinen (z.B. *Audouinella*, *Chantransia*)
- Schwarze Flecken, Pusteln oder Warzen auf Stein (z.B. *Chamaesiphon*)
- Verschieden farbige Überzüge (blauschwarz, türkis, dunkelblau, grau, schwarz, grünlich, golden) (z.B. *Phormidium*, *Phaeodermatium*)
- ausgedehnte weinrote oder schwärzliche Krusten (z.B. *Hildenbrandia*), auch kalkinkrustiert (z.B. *Homoeothrix crustacea*)
- Gelatinöse Kolonien oder Thalli (z.B. *Tetraspora*, *Hydrurus*, *Batrachospermum*, *Nostoc*)
- Blatt- oder röhrenförmige Thalli (z.B. *Enteromorpha*)
- Ledrige oder filzige Matten (z.B. *Phormidium*)
- Angeheftete kugelige oder halbkugelige Kolonien, auch verkalkt (z.B. *Rivularia*)
- Epiphytische Algen (z.B. *Chamaesiphon*, *Coleochaete*)
- Metaphytische Algen (zwischen pflanzlichem Bewuchs wachsend) (z.B. *Closterium*, *Chroococcus*)
- Auf und im Sand, Schlamm oder Schlick lebende Algen (z.B. *Euglena*, *Closterium*)

Von **fädigen oder thallösen Formen** ebenso wie von **gelatinösen Kolonien** wird jeweils eine kleine Menge entnommen und mit etwas Wasser in ein geeignetes Gefäß (kleines Glasgefäß) überführt. Wenn sich auffällige **Beläge auf Steinen** befinden empfiehlt es sich, die ganzen Steine mitzunehmen. Diese werden entnommen und in kleine Plastikbeutel (Gefrierbeutel) verpackt. So können später im Labor diese Beläge unter dem Binokular einzeln analysiert werden. Werden hingegen die Steine im Fließgewässer direkt abgeschabt, entsteht eine Mischprobe verschiedener epilithischer Algen. Dies erschwert die mikroskopische Bestimmung. **Beläge auf Sand, Schlamm, Lehm** u.ä. können mit einem Löffel, einer Pinzette oder einer Pipette beprobt werden. In einigen Fällen ist es auch möglich, eine Petrischale über das Sediment zu stülpen und das Sediment durch Einstecken eines Spatels unter der Schale einzufangen.

Die entnommenen Unterproben werden, beginnend mit der Nummer 2 (die Nummer 1 wird später für den Gesamtbefund vergeben, siehe unten), durchnummeriert und eindeutig beschriftet (Nummer der Probestelle, Gewässername, Standort, Datum, Nummer der Unterprobe). Im Feldprotokoll wird zu jeder Unterprobe der jeweilige Deckungsgrad (Prozentangabe, bezogen auf die gesamte Probestelle) notiert. Zusätzlich kann auch die jeweilige mittlere Bewuchsdicke (Angabe in mm bzw. cm) festgehalten werden.

Im zweiten Schritt werden von den vorhandenen Substraten Proben entnommen:

Von **unbeweglichen großen Substraten** (Geröllblöcke, Grundgestein, Baumklötze, Bäume, Wurzeln) werden kleinere Stücke abgebrochen oder etwas Belag (Spatel/Skalpell) abgeschabt. Diese Proben werden in Plastikbeutel (Gefrierbeutel) verpackt oder zusammen mit etwas Wasser in kleine Glasgefäße (15-20 ml) überführt.

Bewegliches Hartsubstrat (Steine unterschiedlicher Größe, kleinere Holzstücke) wird entnommen und in kleine Plastikbeutel (Gefrierbeutel) verpackt.

Von **pflanzlichem Substrat** (Moose, Makroalgen, Gefäßpflanzen, Wurzelgeflecht) werden kleine Büschel entnommen und in einer Plastiktüte mit etwas Flusswasser ordentlich ausgequetscht. Von der resultierenden Mischung wird eine möglichst gehaltvolle Probe in ein kleines Glasgefäß überführt. Es wird eine Mischprobe von pflanzlichen Substraten von den unterschiedlichen Stellen des Standortes erstellt.

Von **auffallenden fädigen oder aufschwimmenden Formen** werden kleine Teile mit etwas Wasser in ein größeres Glasgefäß überführt. Es ist zweckmäßig, die entnommenen Algen vorsichtig, aber sorgfältig von angelagertem Detritus und Schlamm zu reinigen.

Feinsedimente (Sand, Schlamm, feines partikuläres organisches Material, Lehm) können mit einem Löffel, einer Pinzette oder einer Pipette beprobt werden. In einigen Fällen ist es auch möglich, eine Petrischale über das Sediment zu stülpen und das Sediment durch Einstecken eines Spatel unter der Schale einzufangen. Feinsedimente werden nur bei makroskopisch auffälligem Bewuchs beprobt.

Um eine gesicherte Bewertung zu erreichen, sollten insgesamt mindestens 5 Unterproben entnommen werden. Dabei müssen in erster Linie die makroskopisch auffälligen Wuchsformen und Beläge erfasst werden. Weiterhin sollte vor allem steiniges Material beprobt werden sowie eine Quetschprobe vom pflanzlichen Substrat hergestellt werden.

2.3.2 Transport, Fixierung, Lagerung und Versand der Proben

Materialien

- Fixierungsmittel: siehe Rezepte im Kapitel 7.2
- Zum Transport: Kühlbox mit Kühlakkus
- Für eine kurzfristige Lagerung (2-3 Tage): Kühlschrank
- Für eine längere Lagerung der Steine: Gefrierschrank oder -truhe (ca. -20°C)

Kann die Analyse der Proben unmittelbar nach der Probenahme stattfinden, werden die frischen Proben in einer Kühlbox zur Analyse ins Labor gebracht und dort so schnell wie möglich aufgearbeitet. Zur Aufbewahrung im Kühlschrank (5-8 C) werden bei Flüssigproben die Deckel der Gefäße leicht geöffnet, um den Gasaustausch zu ermöglichen. Die Proben sollten täglich etwas Licht erhalten. Hartsubstrate lassen sich 2-3 Tage im Kühlschrank aufbewahren.

Erfolgt die mikroskopische Analyse erst zu einem späteren Zeitpunkt, müssen die Proben fixiert und gelagert werden (Fixative siehe Kapitel 7.2).

Flüssigproben werden möglichst sofort mit einigen Tropfen saurer Lugol'scher Lösung fixiert. In der Regel reichen für eine 15-20 ml-Probe 5-10 Tropfen. Proben mit einem hohen Anteil organischer Masse (z.B. hohe Algendichte; Sand, Schlamm, Lehm) benötigen eine höhere Konzentration Lugol'scher Lösung (Sichtkontrolle: Farbe gleicht der von Cognac). So fixierte Proben sollen bis zur Analyse nicht zu lange (bei Kontrolle der Fixierung höchstens 1 Jahr) in einem kühlen, dunklen und gut belüfteten Raum lagern. Es kann auch mit neutralisiertem Formaldehyd fixiert werden. Formaldehyd ermöglicht eine längere Lagerung der Proben.

Hartsubstrate werden durch Kryopreservation fixiert, d. h. sie werden bis zur Analyse in einer Tiefkühltruhe eingefroren. Häufiges Einfrieren und Auftauen des Materials sollte allerdings vermieden werden.

Eine Kombination der Verfahren zur Fixierung und Konservierung der Proben hat sich bewährt: Lugol'sche Lösung überdeckt die Farben des Materials, erhält aber die Strukturen der Zellorganellen, Kryofixierung erhält die Farben, beeinträchtigt jedoch die Strukturen der Zellorganellen erheblich. Für die Bestimmung der Taxa sind aber alle Merkmale wichtig.

Werden die Proben zur mikroskopischen Analyse an einen Experten verschickt, müssen die fixierten Flüssigproben bruchstark verpackt werden. Die Steine können in Gefrierbeutel (Supermarkt) mit gekühlten Kühlakkus verpackt werden. Die Proben sollten möglichst nicht länger als 1 Tag unterwegs sein.

2.3.3 Mikroskopische Analyse und Dokumentation

2.3.3.1 Materialien

- Weiße Plastikschalen
- Petrischalen (Durchmesser ca. 10 und 20 cm)
- Skalpell
- Pinzetten in diversen Größen
- Bürsten
- Präpariernadeln
- Pasteurpipetten
- Fotoapparat mit Makroeinrichtung
- Binokular (Vergrößerung 6,7 bis 40-fach) mit externer Lichtquelle und Fotoaufsatz
- Zusammengesetztes Lichtmikroskop mit Objektstisch und 40- bis 1000-facher Vergrößerung. Ein Messokular für das Ausmessen der Zellen ist erforderlich. Eine Fotoausrüstung ist zur Dokumentation der gefundenen Taxa notwendig. Optische Kontrastierungsverfahren, wie Interferenzkontrast, sind für die Bestimmung der Organismen hilfreich.
- Objektträger und Deckgläschen
- Zellstofftücher
- Leitungswasser
- Linsenputzpapier und Reinigungsmittel
- Glycerin und durchsichtiger Nagellack (für die Herstellung von Dauerpräparaten)
- Präparatemappen mit Deckel zur Lagerung der Dauerpräparate
- Evt. Färbemittel zum Nachweis von Reservestoffen etc. (siehe Bestimmungsliteratur)
- Saubere kleinere (15-20 ml) Glasgefäße mit Schraubdeckel zur Lagerung
- Etiketten oder Gewebeklebeband und Stifte zur Beschriftung der Proben
- Saure Lugol'sche Lösung oder neutralisiertes Formaldehyd zur Fixierung

2.3.3.2 Mikroskopie

Die Auswertung der Proben erfolgt mit einem Stereomikroskop (Vergrößerung 6,7- bis 40fach) sowie mit einem Mikroskop (Vergrößerung 40- bis 1 000fach). Für die Dokumentation der gefundenen Arten (s. u.) ist ein Fotoaufsatz am Mikroskop auf jeden Fall erforderlich, ein Fotoaufsatz auch am Binokular ist wünschenswert.

Ziel der mikroskopischen Analyse ist es, die Taxa der repräsentativen Unterproben möglichst **auf Artniveau** zu bestimmen. Zum jetzigen Stand des Verfahrens ist es **nicht empfehlenswert**, die Analyse auf die hier genannten Indikatorarten zu beschränken. Zur Abklärung taxonomischer Probleme sollte jedes Taxon photographisch dokumentiert werden.

Fixierte Flüssigproben können meist ohne weitere Vorbehandlung analysiert werden. Erweist sich das Material in der Probe als sehr inhomogen, empfiehlt es sich, das Material zunächst in einer Petrischale (evtl. unter Zugabe von Leitungswasser) unter dem Binokular bei geringer Vergrößerung zu untersuchen. Falls verschiedene Wuchsformen zu finden sind, sollten diese dokumentiert und danach einzeln mikroskopiert werden. Mit Formalin fixierte Proben sollten mit entsprechender Vorsicht behandelt werden.

Tiefgefrorene Steine müssen zunächst aufgetaut werden. Wenn hier unterschiedliche Bewüchse oder Beläge festzustellen sind (evtl. Untersuchung unter dem Binokular), müssen diese verschiedenen Wuchsformen separat analysiert werden.

Von den farbigen Überzügen, Flecken, Pusteln, Warzen oder Krusten auf Stein werden Teile mit einem Skalpell oder einer Bürste entfernt und mit wenig Wasser auf einen Objektträger gebracht.

Von Fäden, Büscheln oder Polstern werden Teile vom Substrat mit Hilfe einer Pinzette entfernt und mit wenig Wasser auf einen Objektträger gebracht. Dabei kann es für eine Bestimmung notwendig sein, die Anheftungsorgane in die Analyse einzubeziehen. Dies gilt auch für ledrige oder filzige Matten. So können auch epiphytische Algen erfasst werden.

Gelatinöse Kolonien (z.B. *Nostoc*) können zur genaueren Analyse auf dem Objektträger mit Hilfe des Deckgläschens gequetscht werden.

Thallöse Rotalgen ebenso wie blatt- oder röhrenförmige Thalli anderer Algenklassen müssen zur Artbestimmung präpariert werden, damit Reproduktionsorgane und andere morphologische Charakteristika erkannt werden können. Zur Dokumentation empfiehlt sich die Herstellung von Glycerin-Dauerpräparaten.

Epipsammische Algen müssen mit möglichst wenig Sand, Schlamm oder Schlick und etwas Wasser auf den Objektträger aufgetragen werden.

Flüssigproben mit metaphytischen Algen können direkt mit einer Pipette auf den Objektträger aufgetragen werden.

Die Taxa, die in den einzelnen Unterproben vorkommen, werden in einem Mikroskopierprotokoll (beispielhaft in Abbildung 13 und Abbildung 14 dargestellt) erfasst. Darin werden alle mikroskopisch häufig bzw. massenhaft auftretenden Taxa aufgeführt. Die Häufigkeit jedes Taxons wird entsprechend der Abundanzschätzungen in Tabelle 4 angegeben. Im Unterschied zur vollständigen Analyse des Phytobenthos werden bei der reduzierten Analyse nur die Taxa erfasst, die mikroskopisch massenhaft (Häufigkeit 3) auftreten. Mikroskopisch „selten“ oder „häufig“ auftretende Arten (Häufigkeit 1 bzw. Häufigkeit 2) werden nicht erfasst.

Tabelle 4: Häufigkeitsschätzungen

Häufigkeit	Beschreibung
3	makroskopisch selten, gerade noch erkennbar (Vermerk im Feldprotokoll: „Einzelfund“ oder „5 % Deckungsgrad“) oder mikroskopisch massenhaft
2	mikroskopisch häufig
1	mikroskopisch selten

Anmerkung: Für das **vollständige Verfahren** werden **alle** in den Proben enthaltenen Taxa, soweit möglich auf Artniveau bestimmt und auch bei sehr geringen Häufigkeiten erfasst. Mikroskopisch selten entspricht dabei der Häufigkeit 1

Hinsichtlich des Arbeitsaufwandes gelten für die vereinfachte Analyse folgende Empfehlungen (Tabelle 5):

- Proben von Blöcken, Kies, Sand und Schlamm sowie von aufschwimmendem Material sollten mit 3 bis 5 Deckgläschen bearbeitet werden.
- Proben von Steinen und pflanzlichem Material müssen unter Umständen mit mehr als fünf Deckgläschen bearbeitet werden.
- In die mikroskopische Analyse sollten 30 bis 60 Minuten für steiniges Substrat, ca. 30 Minuten für pflanzliches Substrat und ca. 15 Minuten für die restlichen Substrattypen investiert werden.

Tabelle 5: Empfehlung hinsichtlich des Arbeits- und Zeitaufwandes, bezogen auf Unterproben – vereinfachte Analyse

Substrat	maximale Anzahl Deckgläschen	maximaler durchschnittlicher Zeitaufwand
Sand, Schlamm	3 - 5	15 Min.
Feinkies	3 - 5	15 Min.
gröberer Kies, Steine	evtl. mehr als 5	60 Min.
Blöcke	3 - 5	15 Min.
aufschwimmendes Material	3 - 5	15 Min.
Moos und Makrophyten Quetschprobe	evtl. mehr als 5	30 Min.

Nach diesen Untersuchungen sollten die Proben wieder fixiert und weiter aufbewahrt werden. Sollte sich herausstellen, dass bei der reduzierten Analyse nicht ausreichend indikative Taxa gefunden werden konnten, um eine gesicherte Bewertung zu erreichen, kann durch Nachmikroskopieren dieser Proben ohne viel Aufwand eine vollständige Analyse erreicht werden, ohne dass die Probenahme wiederholt werden muss.

Anmerkung: Für das **vollständige Verfahren** werden hinsichtlich des Arbeitsaufwandes folgende Empfehlungen gegeben (Tabelle 6):

Tabelle 6: Empfehlung hinsichtlich des Arbeits- und Zeitaufwandes, bezogen auf Unterproben – vollständige Analyse

Substrat	maximale Anzahl Deckgläschen	maximaler durchschnittlicher Zeitaufwand
Sand, Schlamm	max. 5	30 Min.
Feinkies	max. 5	30 Min.
gröberer Kies, Steine	evtl. mehr als 5	90 Min.
Block	max. 5	30 Min.
aufschwimmendes Material	max. 5	30 Min.
Moos und Makrophyten Quetschprobe	evtl. mehr als 5	60 Min.

Bestimmungsliteratur

Die Bestimmungsliteratur für das Phytobenthos exkl. Diatomeen und Charales ist relativ umfangreich und wird ständig weiterentwickelt. Ein grundlegendes Werk stellt die Bestimmungshilfe von GUTOWSKI & FOERSTER (LANUV 2009) dar. Dort sind die meisten der relevanten Taxa enthalten. Zusätzlich können für die Bestimmung der benthischen Algen folgende Werke zu Rate gezogen werden. Die essenziellen Werke sind grau unterlegt:

Gruppenübergreifende Literatur

- Bourrelly, P. (1968)
- Bourrelly, P. (1972)
- Bourrelly, P. (1970)
- Entwistle, T.J., Sonnemann, J.A., Lewis, S.H. (1997)
- John, D.M.; Whitton, B.A.; Brook, A.J. (Hrsg.; 2002)
- Kann, E. (1978)
- Gutowski A. & Foerster, J., LANUV NRW (2009)
- Gutowski A. & Foerster, J., LANUV NRW (2009)
- Linne von Berg, K.-H. & Melkonian, M. (2004)
- Pankow, H. (1990):
- Simons, J.; Lokhorst, G.M.; van Beem, A.P. (1999)
- Wehr, J.D. & Sheath, R.G. (2003)

Nostocophyceae

- Anagnostidis, K. & Komárek, J. (1988a, b)
- Geitler, L. (1932)
- Kann, E. & Komárek, J. (1970)
- Komárek, J. (1999)
- Komárek, J. & Anagnostidis, K. (1989)
- Komárek J. & Anagnostidis, K. (1998)
- Komárek J. & Anagnostidis, K. (2005)
- Komárek, J. & Kann, E. (1973)

- Komárek, J. & Kovácik, L. (1987)
- Mollenhauer, D., Bengtsson, R. & Lindstrøm, E.-A. (1999)
- Starmach, K. (1966)

Bangiophyceae / Florideophyceae / Fucophyceae

- Compère, P. (1991)
- Eloranta, P. & Kwadrans, J. (1996)
- Friedrich, G. (1966)
- Kumano, S. (2002)
- Leukart, P. & Knappe, J. (1995)
- Necchi, O.; Sheath, R.G.; Cole K.M. (1993a)
- Necchi, O.; Sheath, R.G.; Cole K.M. (1993b)
- Necchi, O. & Zucchi, M.R. (1993)
- Rieth, A. (1979)
- Sheath, R.G.; Whittick, A.; Cole K.M. (1994)
- Sheath, R.G. & Vis, M.L. (1995)
- Starmach, K. (1977)
- Vis, M.L.; Sheath, R.G.; Entwistle, T.J. (1995)
- Wehr, J.D. & Stein, J.R. (1985)

Ansonsten die gruppenübergreifende Literatur

Chrysophyceae/Synurophyceae

- Kristiansen, J. & Preisig, H.R. (2001)
- Starmach, K. (1985)

Cryptophyceae / Dinophyceae

- Fott, B. (1968)
- Popovsky, J. & Pfister, L.A. (1990)

Euglenophyceae

- Huber-Pestalozzi, G. (1955)
- Kusel-Fetzmann, E. (2002)
- Wołoski, K. (1998)
- Wołoski, K. & Hindák, F. (2005)

Tribophyceae

- Christensen, T.A. (1970)
- Ettl, H. (1978)
- Rieth, A. (1980)

Chlorophyceae / Trebouxiophyceae / Ulvophyceae / Tetrasporales/

- Lockhorst, G.H. (1999)
- Ettl, H. (1983)
- Ettl, H. & Gärtner, G. (1988)
- Fott, B. (1972)
- Huber-Pestalozzi, G. (1961)
- Komárek, J. & Fott, B. (1983)
- Mrozinska, T. (1985)
- Printz, H. (1964)

- Starmach, K. (1972)
- van den Hoek, C. (1963)

Charales excl. Characeae

- Coesel, P.M. (1982)
- Coesel, P.M. (1983)
- Coesel, P.M. (1985)
- Coesel, P.M. (1991)
- Coesel, P.M. (1994)
- Coesel, P.M. (1997)
- Croasdale, H. & Flint, E.A. (1986)
- Croasdale, H. & Flint, E.A. (1988)
- Croasdale, H.; Flint, E.A.; Racine, M.M. (1994)
- Förster, K. (1982)
- Kadlubowska, J.Z. (1984)
- Lenzenweger, R. (1996)
- Lenzenweger, R. (1997)
- Lenzenweger, R. (1999)
- Lenzenweger, R. (2003)
- Růžicka, J. (1977)
- Růžicka, J. (1981)

2.3.3.3 Zusammenfassung und Aufbereitung der Daten

Die Taxalisten der einzelnen Unterbefunde werden nach der mikroskopischen Analyse zu einem **Gesamtbefund** zusammengeführt. Dieser bekommt die Unterbefundnummer 1. Darin werden alle Taxa aufgeführt, die in den verschiedenen Unterproben nachgewiesen wurden. Zu jedem Taxon wird eine endgültige Häufigkeitsstufe gemäß Tabelle 7 angegeben. Zur Ermittlung dieser Häufigkeitsstufe müssen Informationen aus Feldprotokollen (Deckungsgrade der Unterproben) und Mikroskopierprotokollen (mikroskopische Häufigkeiten) kombiniert werden.

Bei den Taxa, die mikroskopisch massenhaft auftraten, müssen für die endgültige Festlegung der Häufigkeit die in den Feldprotokollen vermerkten Abundanzen oder Deckungsgrade der Beläge und Wuchsformen hinzugezogen werden. Dafür wird in der Gesamttaxaliste zunächst für jedes Taxon die höchste Häufigkeitsstufe aus den verschiedenen Unterproben übernommen. Falls ein Taxon in mindestens drei Unterproben mit derselben mikroskopischen Häufigkeit auftritt, wird seine Häufigkeit für den Gesamtbefund um eine Stufe höher gesetzt.

Tabelle 7: Häufigkeitsschätzungen reduziertes Verfahren

Häufigkeit	Beschreibung
5	Massenhaft, mehr als 1/3 des Bachbettes bedeckend (Deckungsgrad > 33%)
4	häufig, aber weniger als 1/3 des Bachbettes bedeckend (Deckungsgrad 5-33%)
3	Makroskopisch selten, gerade noch erkennbar (Vermerk im Feldprotokoll: „Einzelfund“ oder „5% Deckungsgrad“) oder mikroskopisch massenhaft

Nach der mikroskopischen Analyse liegen für jede Probenahme die Ergebnisse in Form von Artenlisten (inkl. Häufigkeitsangaben zu jeder Art) vor. Ausgehend von diesen Artenlisten kann eine Bewertung der Probestelle zum Zeitpunkt der Probenahme vorgenommen werden.

Anmerkung: Beim **vollständigen** müssen auch die Häufigkeitsklassen „mikroskopisch selten“ und „mikroskopisch häufig“ beachtet werden. Falls ein Taxon in mindestens drei Unterbefunden mit derselben Häufigkeit auftrat, wird seine Häufigkeit für den Gesamtbefund wie bei dem vereinfachten Verfahren um eine Stufe höher gesetzt. So wird beispielsweise einem Taxon, das in vier Unterproben mikroskopisch selten auftrat (Häufigkeitsklasse 1), für den Gesamtbefund die Häufigkeitsklasse 2 zugewiesen. Bei den Taxa, die mikroskopisch massenhaft auftraten, müssen für die endgültige Festlegung der Häufigkeit die in den Feldprotokollen vermerkten Abundanzen oder Deckungsgrade der Beläge und Wuchsformen hinzugezogen werden. Auf diese Weise können die endgültigen Abundanzen der Taxa entsprechend Tabelle 8 festgelegt werden.

Tabelle 8: Häufigkeitsschätzungen vollständiges Verfahren

Häufigkeit	Beschreibung
5	massenhaft, mehr als 1/3 des Bachbettes bedeckend (Deckungsgrad > 33 %)
4	häufig, aber weniger als 1/3 des Bachbettes bedeckend (Deckungsgrad 5–33 %)
3	makroskopisch selten, gerade noch erkennbar (Vermerk im Feldprotokoll: „Einzelfund“ oder „5 % Deckungsgrad“) oder mikroskopisch massenhaft
2	mikroskopisch häufig
1	mikroskopisch selten

3 Bestimmung des Fließgewässertyps

Die Anwendung des Verfahrens bedingt die korrekte Zuordnung des beprobten Gewässers zu den für die Organismengruppe Makrophyten & Phytobenthos ermittelten biozönotischen Typen. **Die bundesweite LAWA-Typenkarte kann als Hilfe für die Typermittlung dienen, nicht aber als alleinige Grundlage. Die relevanten Zusatzinformationen müssen immer beachtet werden.**

Sollten die relevanten Parameter für die Ermittlung der Makrophyten- oder Phytobenthostypen anthropogen überformt sein, sind für die Typzuweisung Werte zu verwenden, wie sie an dieser Stelle im ursprünglichen Zustand (Referenzzustand) vorliegen würden. Das kann vor allem die Gewässertiefe, die Fließgeschwindigkeit, die mittlere Breite und auch Säurekapazität bzw. Gesamthärte betreffen. Ist eine solche Beeinträchtigung zu erkennen (z.B. Rückstau, Sohlrampe), bzw. bekannt (z.B. Kalibergbau im Oberlauf, Einleitung von gekalktem Wasser aus einer Kläranlage in silikatischem Gebiet), müssen deren Auswirkungen (z.B. veränderte Fließgeschwindigkeit oder erhöhte Gesamthärte) bei der Typeinteilung außer Acht gelassen werden. Evtl. können diese Informationen aus der Zuordnung der Messstelle in die LAWA-Typologie geschlossen werden.

Makrophyten reagieren artabhängig stark auf mechanische Belastung. Ein reißendes, turbulentes Abflussgeschehen zerstört Pflanzen ohne sklerenchymatisches Festigungsgewebe. Bei solchen rhithralen Abflussbedingungen können nur strömungsresistente Arten mit festen Sprossen oder auch sehr kleinwüchsige Arten existieren. Bei eher laminaren, potamalen Abflussbedingungen treten vermehrt langgewachsene, zartere Pflanzen oder auch Schwimmblattgewächse auf. Diese verschiedenen Abflussgeschehen können nicht an der längszonalen Einordnung nach der LAWA-Typologie festgemacht werden. Parameter wie Gewässertiefe, die mittlere Breite und die Fließgeschwindigkeit sind Grundlage für diese Unterscheidung.

Die LAWA-Gewässertypologie nach POTTGIEBER & SOMMERHÄUSER (2008) beschreibt für einige Typen unterschiedliche geochemische Ausprägungen (basenarm und basenreich, bzw. silikatisch und karbonatisch) im Referenzzustand. Erfolgt die Zuweisung eines Gewässers zu der Makrophyten- und Phytobenthostypologie unter Zuhilfenahme des zugewiesenen LAWA-Gewässertyps, muss auf die Unterscheidung dieser Ausprägungen geachtet werden.

Wird für die Makrophyten der Typ MRK ermittelt, wobei der gemessenen Säurekapazitäts- bzw. Gesamthärtewert nur um wenig über dem Grenzwert von 1,4 mmol/l liegt, und sich die Probe- stelle in einer silikatischen Geologie befindet, so ist für die Makrophyten auch der zum karbonatischen Typ MRK parallele silikatische Typ MRS zu berechnen und die Ergebnisse zu diskutieren.

Liegen keine Messungen zu Säurekapazität und Gesamthärte vor, so ist im Falle der Typen MRS bzw. MRK das Resultat der Berechnungen genau auf Plausibilität zu überprüfen, ggf. muss der jeweils parallele Typ ebenfalls berechnet werden. Die beiden Ergebnisse müssen diskutiert werden. Gleiches gilt für die Typzuordnung bei der Teilkomponente Phytobenthos ohne Diatomeen bezüglich der Unterscheidung silikatisch/karbonatisch bzw. basenarm/basenreich.

Ist die Typzuordnung unsicher, muss immer der parallele Typ ebenfalls ermittelt und für diesen der ökologische Zustand berechnet werden. Unsicherheiten können z. B. aufgrund fehlender Informationen auftreten oder aufgrund der Lage der Probestelle oder deren chemisch-physikalischen Kennwerte in einem Grenzbereich. Die beiden Ergebnisse müssen diskutiert werden.

Als Hilfe für die Zuordnung der Makrophytentypen wurden Steckbriefe erstellt, sie befinden sich im Anhang, Kapitel 7.1. Angaben zu Tiefenklassen und Fließgeschwindigkeitsklassen beziehen sich auf die Angaben auf dem Feldprotokoll (Anhang, Kapitel 7.3).

Probleme bei der Zuweisung des biozönotischen Diatomeentypen können sich im Übergangsbereich der Ökoregionen und bei geologisch heterogenem Untergrund im Einzugsgebiet ergeben. Letzteres gilt insbesondere für Gewässer mit sowohl silikatisch als auch karbonatisch geprägten Einzugsgebieten, deren Bewertung sich im Modul „Trophie-Index“ unterscheiden (SCHAUMBURG et al. 2005). In diesem Fall muss die Typisierung anhand der im Einzugsgebiet vorherrschenden Geologie (silikatisch bzw. karbonatisch) erfolgen und entsprechend diskutiert werden. Als Hilfskriterium kann ein Trennwert der Gesamthärte oder Säurekapazität von 1,4 mmol/l herangezogen werden. Auf das Modul „Artenzusammensetzung und Abundanz“ wirkt sich eine Mischgeologie hingegen nicht aus, da in diesem Fall sowohl die silikatischen als auch die karbonatischen Referenzarten herangezogen werden können (siehe Kapitel 4.2.1).

Jeder ermittelte Typ ist mit allen verfügbaren Informationen über das Gewässer zu plausibilisieren.

Alpen

Die biozönotischen Gewässertypen in der Ökoregion Alpen werden nach Tabelle 9 bis Tabelle 11 ermittelt.

Tabelle 9: Bestimmungsschlüssel zur Makrophyten-Typfindung in der Ökoregion Alpen.

Makrophyten		
1a	Tiefenklasse = 1	→ Typ MRK
1b	Tiefenklasse ≥ 2	→ 2
2a	mittlere Breite ≥ 40m	→ 5
2b	mittlere Breite < 40m	→ 3
3a	Fließgeschwindigkeit > III	→ Typ MRK
3b	Fließgeschwindigkeit ≤ III	→ 4
4a	Grundwassereinfluss	→ Typ MPG
4b	kein Grundwassereinfluss	→ Typ MP
5a	Fließgeschwindigkeit > III	→ Typ MRK
5b	Fließgeschwindigkeit ≤ III	→ 6
6a	Tiefenklasse = 3	→ Typ Mg
6b	Tiefenklasse < 3	→ 4

Tabelle 10: Bestimmungsschlüssel zur Diatomeen-Typfindung in der Ökoregion Alpen. LAWA-Typ nach POTTGIEBER & SOMMERHÄUSER (2008)

Diatomeen		
LAWA-Typ 1.1	.....	→ D 1.1
LAWA-Typ 1.2	.....	→ D 1.2

Tabelle 11: Bestimmungsschlüssel zur Phytobenthos-Typfindung in der Ökoregion Alpen. LAWA-Typ nach POTTGIEBER & SOMMERHÄUSER (2008)

Phytobenthos ohne Diatomeen		
LAWA-Typ 1.1	.....	→ PB 1
LAWA-Typ 1.2	.....	→ PB 1

Alpenvorland

Die Fließgewässer des Tertiären Hügellandes, der Flussterrassen und Altmoränen im Alpenvorland gelten als leicht karbonatisch, aber auch silikatisch geprägt, die der Jungmoränenlandschaft als überwiegend karbonatisch (BRIEM 2003). Dieser Unterschied wirkt sich zwar in den Diatomeengesellschaften aus, es wurden jedoch in der vorliegenden Untersuchung keine silikatisch geprägten Makrophyten-Gesellschaften im Alpenvorland gefunden. Das bedeutet, dass theoretisch zwar die Bedingungen für einen Makrophytentyp MRS vorliegen können, dieses jedoch sehr unwahrscheinlich ist. Sollten nach der Typbestimmung diese Bedingungen festgestellt werden, sollten alle dafür erhobenen Parameter nochmals gründlich auf Richtigkeit überprüft und das gewonnene Ergebnis nur unter Vorbehalt verwendet werden. Nicht vorkommen kann der Fall eines Diatomeentyps für karbonatisch geprägte Gewässer in Kombination mit einem Makrophytentyp für silikatisch geprägte Gewässer.

Die biozönotischen Gewässertypen im Alpenvorland werden nach Tabelle 12 bis Tabelle 14 ermittelt.

Tabelle 12: Bestimmungsschlüssel zur Makrophyten-Typfindung im Alpenvorland.

Makrophyten		
1a	Tiefenklasse = 1	→ 2
1b	Tiefenklasse ≥ 2	→ 3
2a	Maximalwert Gesamthärte oder Medianwert Säurekapazität $4,3 < 1,4$ mmol/l	→ Typ MRS
2b	Maximalwert Gesamthärte und Medianwert Säurekapazität $4,3 \geq 1,4$ mmol/l.....	→ Typ MRK
3a	mittlere Breite ≥ 40m	→ 6
3b	mittlere Breite < 40m	→ 4
4a	Fließgeschwindigkeit > III	→ 2
4b	Fließgeschwindigkeit ≤ III	→ 5
5a	Grundwassereinfluss	→ Typ MPG
5b	kein Grundwassereinfluss	→ Typ MP
6a	Fließgeschwindigkeit > III	→ 2
6b	Fließgeschwindigkeit ≤ III	→ 7
7a	Tiefenklasse = 3	→ Typ Mg
7b	Tiefenklasse < 3	→ 5

Tabelle 13: Bestimmungsschlüssel zur Diatomeen-Typfindung in der Ökoregion Alpenvorland. LAWA-Typ nach POTTGIEBER & SOMMERHÄUSER (2008)

Diatomeen		
LAWA-Typ 2	.....	→ D 2
LAWA-Typ 3	.....	→ D 3
LAWA-Typ 11	und Ökoregion Alpenvorland	→ D 3
LAWA-Typ 12	und Ökoregion Alpenvorland	→ D 3
LAWA-Typ 19	und Ökoregion Alpenvorland	→ D 3
LAWA-Typ 4	.....	→ D 4

Tabelle 14: Bestimmungsschlüssel zur Phytobenthos-Typfindung in der Ökoregion Alpenvorland. LAWA-Typ nach POTTGIEBER & SOMMERHÄUSER (2008)

Phytobenthos ohne Diatomeen		
LAWA-Typ 2	.....	→ PB 2
LAWA-Typ 3	.....	→ PB 2
LAWA-Typ 11	und Ökoregion Alpenvorland	→ PB 2
LAWA-Typ 12	und Ökoregion Alpenvorland	→ PB 2
LAWA-Typ 19	und Ökoregion Alpenvorland	→ PB 2
LAWA-Typ 4	.....	→ PB 2

Mittelgebirge

Die in den Mittelgebirgen sehr verbreiteten Buntsandstein- und Vulkangebiete sowie Gebiete mit Gneis-, Granit- und Schiefergestein sind silikatisch geprägt, ebenso wie die dort verlaufenden Fließgewässer. Allerdings kann aus einem Einzugsgebiet das sowohl karbonatische als auch silikatische Bereiche umfasst, karbonatreiches Wasser zufließen, so dass die silikatische Prägung des Wassers weitgehend verloren geht. Da der Diatomeentyp nach der vorherrschenden geochemischen Prägung des Einzugsgebietes bestimmt wird, der Makrophytentyp jedoch nach Gesamthärte und Säurekapazität ist eine Kombination von einem silikatischen Diatomeentyp mit einem karbonatischen Makrophyten- oder Phytobenthostyp durchaus möglich. Allerdings muss dann genau kontrolliert werden, ob die erhöhte Gesamthärte bzw. Säurekapazität, die zur Zuordnung zu karbonatischen Typen führen, nicht auf Einleitung z. B. von Industrieabwässern oder gekalktem Wasser beruht. Dann muss nach dem entsprechenden silikatischen Typ ausgewertet werden.

Es kann nur in sehr seltenen Fällen zu einer Kombination von silikatischen Makrophyten- und Phytobenthostypen mit einem karbonatischen Diatomeentyp kommen. Sollte die Typermittlung eine solche Kombination ergeben, müssen alle relevanten Parameter nochmals auf Richtigkeit überprüft werden. Gegebenenfalls müssen die Messungen wiederholt oder eine andere Probestelle ausgewiesen werden.

Die biozönotischen Gewässertypen im Mittelgebirge werden nach Tabelle 15, Tabelle 16 und Tabelle 17 ermittelt.

Tabelle 15: Bestimmungsschlüssel zur Makrophyten-Typfindung im Mittelgebirge

Makrophyten		
1a	Tiefenklasse = 1	→ 2
1b	Tiefenklasse ≥ 2	→ 3
2a	Maximalwert Gesamthärte oder Medianwert Säurekapazität $4,3 < 1,4 \text{ mmol/l}$	→ Typ MRS
2b	Maximalwert Gesamthärte und Medianwert Säurekapazität $4,3 \geq 1,4 \text{ mmol/l}$	→ Typ MRK
3a	mittlere Breite ≥ 40m	→ 6
3b	mittlere Breite < 40m	→ 4
4a	Fließgeschwindigkeit > III	→ 2
4b	Fließgeschwindigkeit ≤ III	→ 5
5a	Grundwassereinfluss	→ Typ MPG
5b	kein Grundwassereinfluss	→ Typ MP
6a	Fließgeschwindigkeit > III	→ 2
6b	Fließgeschwindigkeit ≤ III	→ 7
7a	Tiefenklasse = 3	→ Typ Mg
7bc	Tiefenklasse < 3	→ 5

Tabelle 16: Bestimmungsschlüssel zur Diatomeen-Typfindung in der Ökoregion Mittelgebirge. LAWA-Typ nach POTTGIEBER & SOMMERHÄUSER (2008)

Diatomeen		
LAWA-Typ 5	excl. Subtyp 5.2 (Vulkanite)	→ D 5
LAWA-Typ 5.1	.....	→ D 5
LAWA-Typ 11	und Ökoregion Mittelgebirge	→ D 5
LAWA-Typ 5.2	.....	→ D 6
LAWA-Typ 9	.....	→ D 7
LAWA-Typ 6	.....	→ D 8.1
LAWA-Typ 19	und Ökoregion Mittelgebirge	→ D 8.1
LAWA-Typ 9.1	und Löss-, Keuper- und Kreideregeonen excl. Muschelkalk-, Jura-, Malm-, Lias-, Dogger-und andere Kalkregionen	→ D 8.2
LAWA-Typ 7	.....	→ D 9.1
LAWA-Typ 9.1	und Muschelkalk-, Jura-, Malm-, Lias-, Dogger-und andere Kalkregionen excl. Löss-, Keuper- und Kreideregeonen	→ D 9.2
LAWA-Typ 9.2	.....	→ D 10.1
LAWA-Typ 10	.....	→ D 10.2

Tabelle 17: Bestimmungsschlüssel zur Phytobenthos-Typfindung in der Ökoregion Mittelgebirge. LAWA-Typ nach POTTGIEBER & SOMMERHÄUSER (2008)

Phytobenthos ohne Diatomeen		
LAWA-Typ 5	.....	→ PB 3
LAWA-Typ 5.1	.....	→ PB 3
LAWA-Typ 5.2	.....	→ PB 3
LAWA-Typ 9	.....	→ PB 3
LAWA-Typ 6	.....	→ PB 4
LAWA-Typ 9.1	und Löss-, Keuper- und Kreideregeonen excl. Muschelkalk-, Jura- -, Malm-, Lias-, Dogger-und andere Kalkregionen	→ PB 4
LAWA-Typ 19	und Ökoregion Mittelgebirge	→ PB 4
LAWA-Typ 7	.....	→ PB 5
LAWA-Typ 9.1	und Muschelkalk-, Jura-, Malm-, Lias-, Dogger-und andere Kalkregionen excl. Löss-, Keuper- und Kreideregeonen	→ PB 6
LAWA-Typ 9.2	.....	→ PB 6
LAWA-Typ 10	.....	→ PB 6

Norddeutsches Tiefland

Die biozönotischen Gewässertypen in der Ökoregion Norddeutsches Tiefland werden nach Tabelle 18, Tabelle 21 und Tabelle 22 ermittelt. Die Bezeichnungen „basenarme Ausprägung“ und „basenreiche Ausprägung“ bzw. „silikatische Ausprägung“ und „karbonatische Ausprägung“ entsprechen den Bezeichnungen „basenarm“ und „basenreich“ bzw. „silikatisch“ und „karbonatisch“ in den Steckbriefen der Fließgewässertypen Deutschlands POTTGIEßER & SOMMERHÄUSER (2008).

Bei den für die Typfindung benötigten Zusatzangaben mittlere Breite, Tiefenklasse und Fließgeschwindigkeit muss berücksichtigt werden, dass es sich hierbei um mittlere, den Untersuchungsabschnitt repräsentierende Angaben handelt die sich auf den Mittelwasserstand beziehen. Alle Typzuordnungen sollen den Typ im potentiellen Referenzzustand abbilden. Liegt eine anthropogene Überformung der Typisierungsparameter vor, muss der entsprechende Wert in ein für den Referenzzustand anzunehmenden Wert überführt werden.

Ein Gewässer eines Typs mit dem Suffix „k“ ist ein kleines Gewässer seines Typs und weist Bachcharakter auf. Das Suffix „m“ beschreibt ein Gewässer mit dem Charakter eines kleineren bis größeren Flusses. Ein mit dem Suffix „g“ bezeichneter Typ steht für ein großes Gewässer seines Typs und sollte entsprechende Merkmale aufweisen.

Tabelle 18: Bestimmungsschlüssel zur Typfindung in der Ökoregion Norddeutsches Tiefland.

Makrophyten		
1a	mittlere Breite ≥ 30 m.....	→ Typ TN_g
1b	mittlere Breite < 30 m	→ 2
2a	Fließgeschwindigkeit $> III$	→ 7
2b	Fließgeschwindigkeit $\leq III$	→ 3
3a	Fließgeschwindigkeit = III	→ 4
3b	Fließgeschwindigkeit $< III$	→ 5
4a	Tiefenklasse = 1	→ 7
4b	Tiefenklasse ≥ 2	→ 5
5a	mittlere Breite ≥ 5 m.....	→ TN_m
5b	mittlere Breite < 5 m	→ 6
6a	Tiefenklasse = III.....	→ TN_m
6b	Tiefenklasse $\leq II$	→ TN_k
7a	mittlere Breite ≥ 5 m.....	→ 8
7b	mittlere Breite < 5 m	→ TR_k
8a	mittlere Breite ≥ 20 m.....	→ TR_g
8b	mittlere Breite < 20 m	→ TR_m

Eine weitere Herangehensweise an die Zuordnung des Makrophytentyps anhand des LAWA-Typs und des Talbodengefälles wurde von Herrn van de Weyer vorgeschlagen. Dieser Vorschlag steht als Textbeitrag im Anhang (Kapitel 7.4), zusammen mit einer Anleitung zur Ermittlung des Talbodengefälles (Kapitel 7.5) zur Verfügung. Diese Vorgehensweise kann nach Beschluss des projektbegleitenden Beirats als Hilfe mit herangezogen werden (SCHAUMBURG et al. 2012, Kapitel 3.4). Die Kriterien zur Unterscheidung der Abflussbedingungen „potamal“ bzw. „rithral“ sowie die Gegenüberstellung der LAWA-Typologie und der Makrophytentypologie aus diesem Papier finden sich in Tabelle 19 und Tabelle 20.

Tabelle 19: Kriterien zur Unterscheidung von rhithralen und potamalen Fließgewässern bzw. Fließgewässerabschnitten (Auszug aus van de Weyer, siehe Anhang Kapitel 7.4, leicht verändert)

Größe des Einzugsgebietes (km ²)	Talbodengefälle*	Anteil des Mittelgebirges und anderer reliefreicher Gebiete am Einzugsgebiet	
< 100	<= 1‰		potamal
	> 1‰		rhithral
100-10.000	<= 0,5‰		potamal
	> 0,5‰-1‰	< 50%	potamal
	> 0,5‰-1‰	> 50%	rhithral
	> 1‰		rhithral
> 10.000	<= 0,5‰		potamal
	> 0,5‰		rhithral

* unter Berücksichtigung des potenziell natürlichen Windungsgrades

rhithral: überwiegend schnell fließend, potamal: überwiegend langsam fließend

Tabelle 20: Vorschlag für eine Makrophyten-Fließgewässertypen-Anpassung: LAWA – PHYLIB für das Norddeutsche Tiefland (nach van de Weyer, es werden nur die wahrscheinlichsten Typen genannt, siehe Anhang Kapitel 7.4, verändert)

LAWA-Typ	LAWA-Typ	Makrophyten-Typ
11, Tiefland	Organisch geprägte Bäche des Tieflandes	TN _k
12, Tiefland	Organisch geprägte Flüsse des Tieflandes	TN _m
14, rhithral	Rhithrale, sandgeprägte Tieflandbäche	TR _k
14, potamal	Potamale, sandgeprägte Tieflandbäche	TN _k
15, rhithral	Rhithrale, sand- & lehmgeprägte Tieflandflüsse	TR _m
15, potamal	Potamale, sand- & lehmgeprägte Tieflandflüsse	TN _m
15g, rhithral	Große, rhithrale, sand- & lehmgeprägte Tieflandflüsse	TR _g
15g, potamal	Große, potamale, sand- & lehmgeprägte Tieflandflüsse	TN _g
16	Kiesgeprägte Tieflandbäche	TR _k
17, rhithral	Rhithrale, kiesgeprägte Tieflandflüsse	TR _m
17, potamal	Potamale, kiesgeprägte Tieflandflüsse	TN _m
18, rhithral	Rhithrale, löss-lehmgeprägte Tieflandbäche	TR _k
18, potamal	Potamale, löss-lehmgeprägte Tieflandbäche	TN _k
19, Tiefland, rhithral	Rhithrale Niederungsfließgewässer des Tieflandes	TR _k
19, Tiefland, potamal	Potamale Niederungsfließgewässer des Tieflandes	TN
20	Sandgeprägte Ströme	TN _g
21, rhithral	Rhithrale, seeausflussgeprägte Fließgewässer	TR _m /TR _k /TR _g
21, potamal	Potamale, seeausflussgeprägte Fließgewässer	TN _m /TN _k /TN _g

rhithral: überwiegend schnell fließend, potamal: überwiegend langsam fließend

Tabelle 21: Bestimmungsschlüssel zur Diatomeen-Typfindung in der Ökoregion Norddeutsches Tiefland. LAWA-Typ nach POTTGIEBER & SOMMERHÄUSER (2008).

Diatomeen		
LAWA-Typ 11	und Ökoregion Norddeutsches Tiefland, basenarme Ausprägung	D 11.1
LAWA-Typ 14	und silikatische Ausprägung	D 11.1
LAWA-Typ 16	und silikatische Ausprägung	D 11.1
LAWA-Typ 12	und Ökoregion Norddeutsches Tiefland, basenarme Ausprägung, EZG < 1.000 km ²	D 11.2
LAWA-Typ 15	und ausschließlich Lössregion	D. 8.1
LAWA-Typ 18	.....	D. 8.1
LAWA-Typ 11	und Ökoregion Norddeutsches Tiefland, basenreiche Ausprägung	D 12.1
LAWA-Typ 14	und karbonatische Ausprägung	D 12.1
LAWA-Typ 16	und karbonatische Ausprägung	D 12.1
LAWA-Typ 19	und Ökoregion Norddeutsches Tiefland	D 12.1
LAWA-Typ 15	und EZG < 1.000 km ² , excl. Lössregion	D 12.2
LAWA-Typ 17	und EZG < 1.000 km ²	D 12.2
LAWA-Typ 12	und EZG < 1.000 km ² , Ökoregion Norddeutsches Tiefland, basenreiche Ausprägung	D 12.2
LAWA-Typ 15	und EZG > 1.000 km ² , excl. Lössregion	D 13.1
LAWA-Typ 17	und EZG > 1.000 km ²	D 13.1
LAWA-Typ 12	und EZG > 1.000 km ² , Ökoregion Norddeutsches Tiefland, basenreiche Ausprägung	D 13.1
LAWA-Typ 20	.....	D 13.2

Tabelle 22: Bestimmungsschlüssel zur Phytobenthos-Typfindung in der Ökoregion Norddeutsches Tiefland. LAWA-Typ nach POTTGIEBER & SOMMERHÄUSER (2008)

Phytobenthos		
LAWA-Typ 11	und Ökoregion Norddeutsches Tiefland, basenarme Ausprägung	PB 9
LAWA-Typ 12	und EZG < 1.000 km ²	PB 9
	Ökoregion Norddeutsches Tiefland, basenarme Ausprägung	
LAWA-Typ 14	und silikatische Ausprägung	PB 9
LAWA-Typ 16	und silikatische Ausprägung	PB 9
LAWA-Typ 11	und Ökoregion Norddeutsches Tiefland, basenreiche Ausprägung	PB 10
LAWA-Typ 12	und Ökoregion Norddeutsches Tiefland, basenreiche Ausprägung	PB 10
LAWA-Typ 14	und karbonatische Ausprägung	PB 10
LAWA-Typ 15	.....	PB 10
LAWA-Typ 16	und karbonatische Ausprägung	PB 11
LAWA-Typ 17	.....	PB 11
LAWA-Typ 18	.....	PB 10
LAWA-Typ 19	.....	PB 10
LAWA-Typ 20	.....	PB 12

4 Bewertung

4.1 Makrophyten

4.1.1 Berechnung des Referenzindex

Zur Berechnung des Referenzindex werden **ausschließlich die an der jeweiligen Probestelle submers oder flutend bzw. schwimmend vorkommenden Arten** herangezogen. Amphiphytische Taxa gehen, bei untergetauchtem Wachstum, in die Bewertung ein, helophytisch wachsende Arten werden nur in Form des Zusatzkriteriums „Helophytendominanz“ berücksichtigt.

4.1.1.1 Umrechnung von Pflanzenmengen in Quantitäten

Die nominal skalierten Werte der Pflanzenmengenskala werden **vor Durchführung von Berechnungen** in metrische Quantitätsstufen umgewandelt (Gleichung 1):

Gleichung 1: Umrechnung von Pflanzenmengen in Quantitäten

$$Pflanzenmenge^3 = Quantität$$

4.1.1.2 Zuordnung der Taxa zu den Artengruppen

Die an der Probestelle auftretenden Taxa werden den **typspezifischen** Artengruppen zugeordnet (Tabelle 23).

Tabelle 23: Liste typspezifischer Indikatorengruppen zur Makrophytenbewertung (*lfd.-Nr.: laufende Nummer*)

lfd. Nr.	DV-Nr	Artname	MRK	MRS	MP(G)	TN	TR
1	2893	Agrostis canina		B	B	B	A
2	2258	Agrostis stolonifera	B	B	B	B	B
3	2881	Alopecurus geniculatus	B	B	B	B	B
4	2301	Amblystegium fluviatile	A	A	B	B	A
5	2299	Amblystegium tenax	B	B	B	B	A
6	2322	Amblystegium varium	B	B	B	B	B
7	12270	Andreaea rothii		A			
8	2300	Aneura pinguis	A				
9	2878	Angelica sylvestris	B	B	B	B	B
10	2332	Apium nodiflorum	B	B	B	B	B
11	2231	Azolla filiculoides	-	-	-	C	C
12	2008	Berula erecta	B	B	B	B	A
13	12254	Blindia acuta		A			

Ild. Nr.	DV-Nr	Artname	MRK	MRS	MP(G)	TN	TR
14	2043	Brachythecium plumosum	A	A	A	B	A
15	2995	Brachythecium rivulare	A	A	B	B	A
16	2335	Brachythecium rutabulum	A	A	B	B	A
17	12292	Bryum gemmiparum	A				
18	2950	Bryum pseudotriquetrum	A	A			
19	12277	Bryum schleicheri		A			
20	2012	Butomus umbellatus	C	C	C	B	C
21	2160	Callitriche brutia var. hamulata	A	A	A	A	A
22	2171	Callitriche cophocarpa	B	B	B	B	B
23	2964	Callitriche obtusangula	C	C	C	C	C
24	2173	Callitriche platycarpa	B	B	B	B	B
25	2263	Callitriche stagnalis	B	B	B	B	B
26	2013	Cardamine amara	B	B	B	B	B
27	2840	Catabrosa aquatica	B	B	B	B	B
28	2014	Ceratophyllum demersum	C	C	C	C	C
29	2015	Ceratophyllum submersum				C	C
30	7486	Chara aspera	A		A	A	A
31	7170	Chara contraria	A		A	A	A
32	7467	Chara globularis	A	A	A	A	A
33	7948	Chara hispida	A		A	A	A
34	7468	Chara intermedia	A		A	A	A
35	7470	Chara rudis	A		A	A	A
36	7473	Chara tomentosa	A		A	A	A
37	7488	Chara virgata	A	A	A	A	A
38	7947	Chara vulgaris	A		A	A	A
39	2962	Chiloscyphus pallescens	A	A	A	A	A
40	2339	Chiloscyphus polyanthos		A	A	B	A
41	2067	Cinclidotus aquaticus	B	-	B	B	B
42	2948	Cinclidotus danubicus	B		B	B	B
43	2947	Cinclidotus fontinaloides	B	B	B	B	A
44	2238	Cinclidotus riparius	B	B	B	B	B
45	2963	Conocephalum conicum	B	B	B	B	B
46	12299	Crassula helmsii				C	C
47	2240	Cratoneuron filicinum	B	C	B	B	B
48	12302	Ctenidium molluscum	A	A			
49	12304	Dialytrichia mucronata	B		B	B	
50	12306	Dichodontium flavescens		A			
51	2344	Dichodontium pellucidum	A	A	A		A
52	2946	Dicranella palustris		A			
53	12308	Didymodon nicholsonii	A		B	B	
54	12309	Didymodon tophaceus	A		B		B
55	2241	Drepanocladus aduncus	A	B	B	B	B
56	2311	Egeria densa				C	C
57	2977	Eleocharis acicularis			B	B	B
58	2011	Elodea canadensis	C	C	C	B	C
59	2270	Elodea nuttallii	C	C	C	C	C
60	2976	Equisetum fluviatile	B	B	B	B	B
61	2787	Equisetum palustre	B	B	B	B	B
62	12311	Equisetum x litorale	B	B	B	B	B
63	2242	Eucladium verticillatum	A				
64	2944	Eurhynchium praelongum		B			
65	2942	Fissidens arnoldii	B		B	B	
66	2080	Fissidens crassipes	B	B	B	B	
67	12293	Fissidens exiguus	A		A		
68	2303	Fissidens grandifrons	A				
69	12257	Fissidens gymnandrus			A	A	A
70	2244	Fissidens pusillus		A			
71	2304	Fissidens rivularis	A	A			
72	2941	Fissidens rufulus	B	B	B		
73	2000	Fontinalis antipyretica	A	B	B	B	A
74	2229	Fontinalis hypnoides	A	A	A	A	A
75	2230	Fontinalis squamosa		A	A	-	A
76	2768	Galium palustre	B	B	B	B	B

lfd. Nr.	DV-Nr	Artname	MRK	MRS	MP(G)	TN	TR
77	2763	Glyceria declinata		B	B	B	B
78	2975	Glyceria fluitans	B	B	B	B	B
79	2064	Glyceria maxima	B	B	B	B	B
80	2355	Glyceria notata	B	B	B	B	B
81	2009	Groenlandia densa	A		A	A	A
82	2016	Hippuris vulgaris	B		A	A	A
83	2406	Hookeria lucens		A			
84	2755	Hottonia palustris	-	A	A	A	A
85	2753	Hydrocharis morsus-ranae	C	C	B	B	C
86	12419	Hydrocotyle ranunculoides				C	C
87	2752	Hydrocotyle vulgaris			B	B	B
88	2245	Hygrohypnum duriusculum		A			
89	2407	Hygrohypnum eugyrium	A	A			
90	2997	Hygrohypnum luridum	A	B	A	B	A
91	12429	Hygrohypnum ochraceum f. obtusifolia		C	C	C	C
92	12430	Hygrohypnum ochraceum f. ochraceum		A	A		
93	12433	Hygrophila polysperma				C	C
94	2246	Hymenostylium recurvirostrum	A				
95	2247	Hyocomium armoricum		A			
96	12317	Hyophila involuta	B				
97	12318	Hypericum elodes				A	
98	2227	Isolepis fluitans				A	A
99	12319	Isoetecium holtii		A			
100	2744	Juncus acutiflorus		B	B	B	B
101	2742	Juncus articulatus	B	B	B	B	B
102	2740	Juncus bulbosus		A		A	A
103	2733	Juncus subnodulosus	A		A		
104	2248	Jungermannia atrovirens	A	A			
105	2408	Jungermannia exsertifolia		A			
106	2249	Jungermannia obovata		A			
107	12320	Jungermannia pumila		A			
108	2250	Jungermannia sphaerocarpa		A			
109	2272	Lagarosiphon major	C		C	C	C
110	2019	Lemna gibba	C	C	C	C	C
111	2018	Lemna minor	C	C	C	C	C
112	2356	Lemna minuta				C	C
113	2029	Lemna trisulca	C	C	B	B	B
114	12321	Lemna turionifera	C	C	C	C	C
115	2068	Leptodictyum riparium	C	C	C	B	C
116	2081	Leskea polycarpa	B	B	B	B	B
117	12259	Lunularia cruciata			B	B	C
118	2312	Luronium natans				A	A
119	2716	Lysimachia nummularia	B	B	B	B	B
120	2055	Marchantia polymorpha	B	B	B	B	B
121	2959	Marsupella emarginata		A			
122	2252	Marsupella sphacelata		A			
123	2710	Mentha aquatica	B	B	B	B	B
124	2069	Montia fontana	A	A	A	A	A
125	12355	Myosotis laxa			B	B	B
126	2070	Myosotis scorpioides	B	B	B	B	B
127	2991	Myriophyllum alterniflorum	A	A	A	A	A
128	12358	Myriophyllum aquaticum				C	C
129	2275	Myriophyllum heterophyllum				C	C
130	2005	Myriophyllum spicatum	B	B	B	B	B
131	2699	Myriophyllum verticillatum		B	B	B	B
132	2071	Najas marina	B		B	B	B
133	2984	Nardia compressa		A			
134	2697	Nasturtium microphyllum				B	B
135	2020	Nasturtium officinale	B	B	B	B	B
136	7474	Nitella capillaris				A	
137	7475	Nitella flexilis		A	A	A	A
138	7952	Nitella mucronata	B	B	B	B	B
139	7905	Nitella opaca	A	A	A	A	A

Ifd. Nr.	DV-Nr	Artname	MRK	MRS	MP(G)	TN	TR
140	7478	Nitella syncarpa				A	
141	7480	Nitella translucens				A	
142	7481	Nitelopsis obtusa	A		A	A	
143	2021	Nuphar lutea	C	C	C	B	B
144	2072	Nymphaea alba	C		B	B	C
145	2073	Nymphoides peltata			B	B	C
146	12260	Octodicerias fontanum	B	B	B	B	B
147	2695	Oenanthe aquatica	B		B	B	B
148	2694	Oenanthe fistulosa				B	
149	2409	Oenanthe fluviatilis	A				
150	12297	Orthotrichum cupulatum var. riparium	B		B	C	C
151	2308	Orthotrichum rivulare					
152	12298	Oxystegus tenuirostris		A			
153	12261	Palustriella commutata	A	A			A
154	2958	Pellia endiviifolia	A		B	B	B
155	2410	Pellia epiphylla	-	A		B	A
156	12325	Pellia neesiana		B		B	B
157	2688	Peplis portula				A	
158	2358	Persicaria amphibia	B	B	B	B	C
159	2361	Persicaria hydropiper	B	B	B	B	B
160	2074	Phalaris arundinacea	B	B	B	B	B
161	12396	Philonotis caespitosa	B	B			
162	2938	Philonotis calcarea	A				
163	2937	Philonotis fontana	B	B			
164	12327	Philonotis seriata		A			
165	2683	Pilularia globulifera				A	
166	12434	Pistia stratiotes				C	C
167	2419	Platyhypnidium lusitanicum		A			
168	2040	Platyhypnidium riparioides	B	B	B	B	B
169	12431	Pohlia wahlenbergii var. glacialis	A	A			
170	12265	Porella cordaeana		A			A
171	2672	Potamogeton acutifolius				A	B
172	2671	Potamogeton alpinus	A	A	A	A	A
173	2973	Potamogeton berchtoldii	C	C	B	B	C
174	2929	Potamogeton coloratus	A		A	A	A
175	2669	Potamogeton compressus				A	A
176	2002	Potamogeton crispus	C	C	C	C	C
177	2061	Potamogeton filiformis	A	A	A	A	A
178	2668	Potamogeton friesii	B	B	B	B	B
179	2667	Potamogeton gramineus			A	A	A
180	2313	Potamogeton helveticus	C		C		
181	2041	Potamogeton lucens	B	B	B	A	B
182	2010	Potamogeton natans	B	B	B	B	B
183	2982	Potamogeton nodosus	C	C	B	B	C
184	2666	Potamogeton obtusifolius	B	B	B	B	B
185	2001	Potamogeton pectinatus	C	C	C	C	C
186	2023	Potamogeton perfoliatus	B	B	A	A	B
187	2212	Potamogeton polygonifolius		A	A	A	A
188	2213	Potamogeton praelongus				A	
189	2664	Potamogeton pusillus	C	C	B	B	C
190	2663	Potamogeton trichoides	C	C	B	B	C
191	2670	Potamogeton x angustifolius			B	B	
192	2284	Potamogeton x nitens	A		A	A	
193	2416	Potamogeton x salicifolius	B		B	B	
194	2414	Potamogeton x schreberi	B		B	B	
195	12369	Potamogeton x spathulatus		A		A	A
196	2965	Racomitrium aciculare		A			A
197	12266	Racomitrium aquaticum		A			
198	2052	Ranunculus aquatilis	B	B	B	B	B
199	2024	Ranunculus circinatus	B	B	B	B	B
200	2655	Ranunculus flammula		A	A	A	A
201	2003	Ranunculus fluitans	B	B	B	B	A
202	2286	Ranunculus fluitans x trichophyllus	B	B	B	B	A

lfd. Nr.	DV-Nr	Artname	MRK	MRS	MP(G)	TN	TR
203	2215	Ranunculus hederaceus				A	A
204	2872	Ranunculus peltatus	B	B	B	B	A
205	2217	Ranunculus penicillatus	B	B	B	B	A
206	2652	Ranunculus sceleratus	C	C	C	C	C
207	12377	Ranunculus trichophyllus ssp. trichophyllus	A	B	B	B	A
208	12376	Ranunculus trichophyllus ssp. rionii	A	B	B	B	A
209	2289	Ranunculus x glueckii	B	B	B	B	B
210	12330	Rhynchosstegiella curviseta	A				
211	12331	Rhynchosstegiella teneriffae	A				
212	2957	Riccardia chamedryfolia	A	A			
213	12332	Riccardia multifida		A			
214	2063	Riccia fluitans	C	C	B	A	C
215	2955	Riccia rhenana	C	C	A	A	C
216	2954	Ricciocarpos natans	C	C	A	A	C
217	12378	Ruppia cirrhosa				A	
218	12379	Ruppia maritima				A	
219	2219	Sagittaria latifolia	C		C	B	C
220	2054	Sagittaria sagittifolia	C	C	C	B	C
221	12380	Sagittaria subulata				B	
222	2952	Scapania paludosa		A			
223	12333	Scapania subalpina		A			
224	12334	Scapania uliginosa		A			
225	2062	Scapania undulata		A	A	A	A
226	12335	Schistidium platyphyllum		B	B	C	
227	2082	Schistidium rivulare		A	B	C	
228	2025	Schoenoplectus lacustris	B	B	B	B	B
229	12336	Scleropodium cespitosum	B		B	B	
230	2254	Scorpidium scorpioides				A	
231	12435	Shinnerya rivularis				C	C
232	2967	Sium latifolium			B	B	B
233	2600	Sparganium angustifolium				A	B
234	2992	Sparganium emersum	C	C	C	B	C
235	2075	Sparganium erectum	C	C	C	B	C
236	2374	Sparganium natans				A	B
237	12340	Sphagnum cuspidatum				A	
238	2255	Sphagnum denticulatum		A		A	
239	2331	Sphagnum fallax				A	
240	12432	Sphagnum inundatum		A		A	
241	2031	Spirodela polyrrhiza	C	C	C	C	C
242	2076	Stratiotes aloides				A	
243	2256	Thamnobyrium alopecurum	B	B	A	A	A
244	7482	Tolypella glomerata			A	A	
245	7483	Tolypella intricata			A	A	
246	7484	Tolypella prolifera			A	A	
247	12346	Tortula latifolia			B	B	B
248	2057	Trapa natans				B	C
249	2951	Trichocolea tomentella		A			
250	2571	Utricularia australis	A		A	A	B
251	2572	Utricularia minor				A	
252	2226	Utricularia ochroleuca			A		
253	2077	Utricularia vulgaris			A	A	A
254	12388	Vallisneria spiralis				B	C
255	2032	Veronica anagallis-aquatica	B	B	B	B	B
256	2028	Veronica beccabunga	B	B	B	B	B
257	2566	Veronica catenata	B	B	B	B	B
258	12267	Warnstorfia exannulata		A		A	
259	12268	Warnstorfia fluitans		A		A	
260	2078	Wolffia arrhiza				B	
261	2007	Zannichellia palustris	C	C	C	C	C

4.1.1.3 Berechnung der Gesamtquantitäten

Die aus den Pflanzenmengen berechneten Quantitäten der Arten einer Probestelle werden für jede der Taxagruppen gesondert, sowie für alle an der Probestelle vorkommenden submersen Arten aufsummiert.

Sollten bei neuen Kartierungen **Arten** auftreten, die **in der angegebenen Artenliste nicht genannt** werden, sollen diese Arten für die Indexbewertung nicht berücksichtigt werden. Da bei einem größeren Anteil nicht eingestufte (= nicht indikativer) Arten eine Verfälschung des Indexwertes zu erwarten ist, soll bei einem Anteil von $\geq 25\%$ nicht indikativer Arten an der Gesamtquantität der Index als nicht gesichert betrachtet werden.

4.1.1.4 Kriterien für gesicherte Bewertungen

Um eine **gesicherte Bewertung** zu erhalten muss

- die Gesamtquantität aller an der Probestelle vorkommenden submersen Arten mindestens 17 betragen, und zugleich
- die Anzahl der submersen und zugleich indikativen Taxa 2 betragen sowie
- der Anteil der eingestuften Arten über 75 % liegen.

Bei geringerem Makrophytenvorkommen gilt die aus dem Indexwert ermittelte Ökologische Qualitätsklasse als nicht gesichert. Sie kann dann nur als unterstützende Tendenz in die Gesamtbewertung einfließen. Für Stellen, welche die Mindest-Gesamtquantität nicht erreichen, muss überprüft werden, ob es hierfür natürliche Ursachen gibt oder ob eine Makrophytenverödung vorliegt. Als Makrophytenverödung wird ausschließlich das Nichtvorhandensein von Makrophyten aufgrund nachweisbarer anthropogener Einflüsse bezeichnet. Makrophyten können aber ebenfalls natürlicherweise an Gewässerstellen fehlen. Das kann verschiedenste Gründe haben, wie z.B. starke Beschattung. Angaben zu einer evtl. vorliegenden Makrophytenverödung sowie deren Gründe müssen bereits bei der Kartierung vor Ort angegeben werden (Abbildung 15). Nicht immer können die Gründe für ein Fehlen der Makrophyten benannt werden. Dann wird nicht von einer Verödung ausgegangen.

Gewässerstellen, an denen keine oder nur sehr wenige Makrophyten wachsen und an denen keine erkennbaren anthropogenen Einflüsse vorliegen, die das Fehlen der Wasserpflanzen begründen, gelten nicht als verödet.

Liegt eine nachweisbare Makrophytenverödung vor, gilt die Bewertung der Teilkomponente Makrophyten als gesichert, der RI wird auf den Wert -100 gesetzt, das Modul Makrophytenindex bekommt somit den Wert 0,0 und wird mit den anderen vorliegenden gesicherten Teilkomponenten verschnitten. Die negative anthropogene Beeinflussung spiegelt sich direkt im Bewertungsergebnis wider.

Das Vorhandensein einer für eine gesicherte Bewertung ausreichenden Makrophytenpopulation kann von den in Tabelle 1 aufgeführten Faktoren beeinflusst werden. In der Spalte „Makrophytenverödung“ wird angegeben, ob die genannte Belastung eine Verödung (ja) oder ein natürliches Ausbleiben (nein) der Teilkomponente bewirkt. Das Auftreten mehrerer Belastungen ist möglich. In das Bewertungstool Phylib werden lediglich die Faktoren eingegeben, die eine Verödung

begründen (siehe Spalte Eingabe Phylib-Tool). In der Importtabelle wird nur die Hauptbelastung angegeben, Mehrfachnennungen sind dort nicht möglich.

4.1.1.5 Berechnung des Referenzindex

Die Berechnung des Referenzindex erfolgt für die **alle Typen (MRK, MRS, MP(G), TR_k, TR_m, TR_g, TN_k, TN_m sowie TN_g)** anhand folgender Formel (Gleichung 2):

Gleichung 2: Berechnung des Referenzindex

$$RI = \frac{\sum_{i=1}^{n_A} Q_{Ai} - \sum_{i=1}^{n_C} Q_{Ci}}{\sum_{i=1}^{n_g} Q_{gi}} * 100$$

RI = Referenzindex
Q_{Ai} = Quantität des i-ten Taxons aus Gruppe A
Q_{Ci} = Quantität des i-ten Taxons aus Gruppe C
Q_{gi} = Quantität des i-ten Taxons aller Gruppen
n_A = Gesamtzahl der Taxa aus Gruppe A
n_C = Gesamtzahl der Taxa aus Gruppe C
n_g = Gesamtzahl der Taxa aller Gruppen

4.1.2 Typspezifische Besonderheiten im Bewertungsverfahren

Bei der Ermittlung des Referenzindex sind die folgenden typspezifischen Besonderheiten und Voraussetzungen zu beachten.

4.1.2.1 Typ MRK

Die Bewertung innerhalb des Makrophytentyps MRK weist keine Besonderheiten im Bewertungsverfahren auf.

Der Referenzindex wird nach Gleichung 2 berechnet.

Zusatzkriterien werden nicht berechnet.

4.1.2.2 Typ MRS

Der Referenzindex für den Typ MRS wird nach Gleichung 2 berechnet.

Zusätzlich zu einer evtl. vorliegenden Verödung der höheren Wasserpflanzen muss hier auf Verödung der Moosvegetation geprüft werden.

4.1.2.3 Typ MP(G)

Typ MPG liegt bei erhöhtem Grundwassereinfluss vor. Fließgewässer mit erhöhtem **Grundwasserzufluss** haben im Vergleich zu nicht grundwasserbeeinflussten Gewässern eine geringe Temperaturamplitude, d. h. sie sind winterwarm und sommerkühl (POTT & REMY 2000). Sie besitzen meist relativ hohe CO₂-Gehalte (SCHWOERBEL 1994) und sind im natürlichen Zustand oligotroph.

Der Referenzindex für die Typen MP und MPG wird nach Gleichung 2 berechnet.

Das Zusatzkriterium „Mindestartenzahl“ greift bei beiden Subtypen MP und MPG in Zusammenhang mit der Höhe des RI-Wertes.

- bei RI-Wert > -70 und weniger als vier submers vorkommenden Taxa verringert sich der RI um 30.

4.1.2.4 Typ TR_k

Der Referenzindex für den Typ TR wird nach Gleichung 2 berechnet.

Das Zusatzkriterium „Helophytendominanz“ gilt als erfüllt, wenn das Gewässerbett eines Abschnitts durchgehend und dicht mit einer oder mehreren der folgenden **emers vorkommenden** Arten bewachsen ist:

- *Glyceria maxima*
- *Phalaris arundinacea*
- *Phragmites australis*
- *Sagittaria sagittifolia*
- *Sparganium emersum*
- *Sparganium erectum*
- *Urtica dioica*

Die Zusatzkriterien für den Typ TR sind:

- bei $RI \geq 0$ und Helophytendominanz verringert sich der RI um 80

4.1.2.5 Typ TR_m

Der Referenzindex für den Typ TR wird nach Gleichung 2 berechnet.

Das Zusatzkriterium „Helophytendominanz“ gilt als erfüllt, wenn das Gewässerbett eines Abschnitts durchgehend und dicht mit einer oder mehreren der folgenden **emers vorkommenden** Arten bewachsen ist:

- *Glyceria maxima*
- *Phalaris arundinacea*
- *Phragmites australis*
- *Sagittaria sagittifolia*
- *Sparganium emersum*
- *Sparganium erectum*
- *Urtica dioica*

Die Zusatzkriterien für den Typ TR sind:

- bei $RI \geq -20$ und Helophytendominanz verringert sich der RI um 80

4.1.2.6 Typ TR_g

Der Referenzindex für den Typ TR wird nach Gleichung 2 berechnet.

Das Zusatzkriterium „Helophytendominanz“ gilt als erfüllt, wenn das Gewässerbett eines Abschnitts durchgehend und dicht mit einer oder mehreren der folgenden **emers vorkommenden** Arten bewachsen ist:

- *Glyceria maxima*
- *Phalaris arundinacea*
- *Phragmites australis*
- *Sagittaria sagittifolia*
- *Sparganium emersum*
- *Sparganium erectum*
- *Urtica dioica*

Die Zusatzkriterien für den Typ TR sind:

- bei $RI \geq -40$ und Helophytendominanz verringert sich der RI um 80

4.1.2.7 Typ TN_k

Der Referenzindex für den Typ TN_k wird nach Gleichung 2 berechnet.

In die Bewertung der Zusatzkriterien gehen eine Mindestartenzahl, die Gesamtquantität der Taxa *Myriophyllum spicatum* und *Ranunculus ssp.*, Helophytendominanz und Evenness ein.

Das Kriterium „Helophytendominanz“ gilt als erfüllt, wenn das Gewässerbett eines Abschnitts durchgehend und dicht mit einer oder mehreren der folgenden **emers vorkommenden** Arten bewachsen ist:

- *Glyceria maxima*
- *Phalaris arundinacea*
- *Phragmites australis*
- *Sagittaria sagittifolia*
- *Sparganium emersum*
- *Sparganium erectum*
- *Urtica dioica*

Das Kriterium „Evenness“ (Gleichung 4) berechnet sich aus dem Diversitätsindex nach SHANNON & WEAVER (1949) (Gleichung 3).

Gleichung 3: Berechnung des Diversitäts-Index

$$H_s = - \sum_{i=1}^s N_i * \ln N_i$$

H_s = Diversitäts-Index
 N_i = Quantität der Art i/Gesamtquantität aller Arten
 s = Gesamt-Taxazahl der Biozönose

Gleichung 4: Berechnung der Evenness

$$E = \frac{H_s}{\ln s}$$

E = Evenness
 H_s = Diversitäts-Index nach SHANNON-WEAVER
 s = Gesamtartenzahl

Die Zusatzkriterien für den Typ TN_k lauten:

- bei $RI \geq 0$ und weniger als fünf submers vorkommenden Taxa verringert sich der RI um 20
- bei $RI \geq 0$ und einer Evenness $< 0,75$ verringert sich der RI um 30
- bei $RI \geq 0$ und einer Gesamtquantität der Taxa *Myriophyllum spicatum* und *Ranunculus spp.* $> 60\%$ verringert sich der RI um 80
- bei $RI \geq 0$ und Helophytendominanz verringert sich der RI um 80
- wird der RI durch die Anwendung mehrerer Kriterien < -100 , wird er auf -100 gesetzt

4.1.2.8 Typ TN_m

Der Referenzindex für den Typ TN_m wird nach Gleichung 2 berechnet.

In die Bewertung der Zusatzkriterien gehen eine Mindestartenzahl, die Gesamtquantität der Taxa *Myriophyllum spicatum* und *Ranunculus spp.*, Helophytendominanz und Evenness ein.

Das Zusatzkriterium „Helophytendominanz“ gilt als erfüllt, wenn das Gewässerbett eines Abschnitts durchgehend und dicht mit einer oder mehreren der folgenden **emers vorkommenden** Arten bewachsen ist:

- *Glyceria maxima*
- *Phalaris arundinacea*
- *Phragmites australis*
- *Sagittaria sagittifolia*
- *Sparganium emersum*
- *Sparganium erectum*
- *Urtica dioica*

Das Kriterium „Evenness“ (Gleichung 4) berechnet sich aus dem Diversitätsindex nach SHANNON & WEAVER(1949)(Gleichung 3).

Die Zusatzkriterien für den Typ TN_m sind:

- bei $RI \geq -20$ und weniger als fünf submers vorkommenden Taxa verringert sich der RI um 20
- bei $RI \geq -20$ und einer Evenness $< 0,75$ verringert sich der RI um 30
- bei $RI \geq -20$ und einer Gesamtquantität der Taxa *Myriophyllum spicatum* und *Ranunculus spp.* $> 60\%$ verringert sich der RI um 80
- bei $RI \geq -20$ und Helophytendominanz verringert sich der RI um 80
- wird der RI durch die Anwendung mehrerer Kriterien < -100 , wird er auf -100 gesetzt

4.1.2.9 Typ TN_g

Der Referenzindex für den Typ TN_g wird nach Gleichung 2 berechnet.

In die Bewertung der Zusatzkriterien gehen eine Mindestartenzahl, die Gesamtquantität der Taxa *Myriophyllum spicatum* und *Ranunculus ssp.* und Evenness ein.

Das Kriterium „Evenness“ (Gleichung 4) berechnet sich aus dem Diversitätsindex nach SHANNON & WEAVER(1949)(Gleichung 3).

Die Zusatzkriterien für den Typ TN_g sind:

- bei $RI \geq -40$ und weniger als fünf submers vorkommenden Taxa verringert sich der RI um 20
- bei $RI \geq -40$ und einer Evenness $< 0,75$ verringert sich der RI um 30
- bei $RI \geq -40$ und einer Gesamtquantität der Taxa *Myriophyllum spicatum* und *Ranunculus spp.* $> 60\%$ verringert sich der RI um 80
- wird der RI durch die Anwendung mehrerer Kriterien < -100 , wird er auf -100 gesetzt

4.2 Diatomeen

4.2.1 Bewertungsmodul „Artenzusammensetzung und Abundanz“

Die Bewertung erfolgt anhand der prozentualen Summenhäufigkeit der an der Gewässerstelle präsenten Referenzarten, wobei zwischen Allgemeinen Referenzarten und Typspezifischen Referenzarten unterschieden wird. Bei den Allgemeinen Referenzarten handelt es sich überwiegend um oligotraphente und oligo-mesotraphente Diatomeen, es sind aber auch bezüglich der trophischen Situation euryöke Arten enthalten. Die überwiegende Zahl der Arten weist eine eindeutige geochemische Präferenz auf und lässt sich entweder dem silikatischen oder dem karbonatischen Arteninventar zuordnen. Eine geringe Zahl von Arten verhält sich indifferent gegenüber dem Kalkgehalt und ist in beiden geochemischen Gewässertypen zu finden. Tabelle 31 sind die insgesamt 442 Allgemeinen Referenzarten und ihre geochemische Präferenzen zu entnehmen. Die Verwendung der silikatischen und karbonatischen Referenzartensätze für die verschiedenen Diatomeentypen findet sich in Tabelle 24.

Die Liste der Allgemeinen Referenzarten gibt nicht für alle biozönotischen Typen das tatsächlich zu erwartende Arteninventar im sehr guten Zustand wieder. Sie stellt vielmehr in offener Form einen „Artenpool“ für zukünftige Erweiterungen der Referenzarteninventare der verschiedenen Diatomeentypen (siehe SCHAUMBURG et al. 2005) zur Verfügung, die bei erweitertem Kenntnisstand im Zuge der Erhöhung der Zahl von Gewässern im sehr guten ökologischen Zustand zu erwarten sind. Im Falle der meisten Arten sind die geochemischen Präferenzen bekannt und anhand von Literaturdaten ausreichend abgesichert. Lässt sich die geochemische Präferenz derzeit nicht sicher charakterisieren, ist dies in Tabelle 31 ausgewiesen. Betroffen sind hierbei vor allem seltene und/oder zumeist individuenarm auftretende Taxa.

Tabelle 24: Verwendung der silikatischen und karbonatischen Referenzartensätze in den verschiedenen Diatomeentypen. Subtypen sind in dieser Tabelle zu übergeordneten Typen zusammengefasst.

Diatomeentyp	Silikatische Referenzarten	Karbonatische Referenzarten
1		x
2	x	x
3		x
4	x	x
5	x	
6	x	
7	x	x
8		x
9		x
10	x	x
11	x	x
12	x	x
13	x	x

Die sogenannten Typspezifischen Referenzarten (Tabelle 30) sind weder auf den jeweiligen Typ beschränkt, noch dürfen sie als Referenzarten im engeren Sinne gelten. Es handelt sich dabei um weit verbreitete Taxa, die in bestimmten Gewässertypen auch im sehr guten und guten ökologischen Zustand individuenreich auftreten können.

Die Bewertung erfolgt anhand der prozentualen Summenhäufigkeiten der an der Gewässerstelle präsenten Allgemeinen und Typspezifischen Referenzarten. Summenhäufigkeiten zwischen 76% und 100% kennzeichnen den sehr guten ökologischen Zustand, Werte zwischen 51% und 75% charakterisieren den guten ökologischen Zustand. Anteile zwischen 26% und 50% werden dem mäßigen ökologischen Zustand zugeordnet.

Zusätzlich geht in den Typen der Mittelgebirge und des Norddeutschen Tieflandes (Typ D 5 bis D 13, inkl. Subtypen) die Diversität der Gesellschaften in die Bewertung ein (SCHAUMBURG et al. 2005). Überschreitet in einem Gewässer dieser Typen der prozentuale Anteil einer Typspezifischen Referenzart den Wert von 40% (Massenvorkommen), wird in Abhängigkeit der Ausprägung des Massenvorkommens die Summe aller in der Probe vorkommenden Referenzarten, wie in Tabelle 25 angegeben, reduziert. Bei Massenvorkommen einer Allgemeinen Referenzart in den Diatomeentypen der Mittelgebirge und des Norddeutschen Tieflandes wird eine zweite Probenahme zur Absicherung der Bewertung angeraten.

Tabelle 25: Abwertung der Referenzartensumme bei Massenvorkommen einer typspezifischen Referenzart (> 40%) in Fließgewässern der Mittelgebirge und des Norddeutschen Tieflandes (Diatomeentypen D 5 bis D 13, inklusive Subtypen)

Summenprozent der typspezifischen Referenzart	Abwertung um:
76 bis 100	- 30
51 bis 75	- 25
41 bis 50	- 20

4.2.2 Bewertungsmodul „Nährstoffbewertung“

Zur Bewertung der biozönotischen Fließgewässertypen 1 bis 12 wird der Trophie-Index von ROTT et al. (1999) herangezogen (Gleichung 5). Die artspezifischen Kenngrößen sind Tabelle 32 zu entnehmen.

Zur Bewertung der Gewässer des Diatomeentyps 13 (große Flüsse und Ströme des Norddeutschen Tieflandes) wird der Saprobienindex herangezogen (Gleichung 6, Tabelle 32).

Die Bedeutung der Trophie, bzw. Saprobie in den jeweiligen Gewässertypen ist in SCHAUMBURG et al. 2005 ausführlich dargestellt.

Gleichung 5: Berechnung des Trophie-Index nach ROTT et al. (1999)

$$TI = \frac{\sum_{i=1}^n TW_i * G_i * H_i}{\sum_{i=1}^n G_i * H_i}$$

TI : Trophie-Index
TW_i : Trophiewert der Art i
G_i : Indikationsgewicht der Art i
H_i : Häufigkeit der Art i in Prozent

Gleichung 6: Berechnung des Saprobienindex nach ROTT et al. (1997)

$$SI = \frac{\sum_{i=1}^n SW_i * G_i * H_i}{\sum_{i=1}^n G_i * H_i}$$

SI : Saprobienindex
SW_i : Saprobienwert der Art i
G_i : Indikationsgewicht der Art i
H_i : Häufigkeit der Art i in Prozent

4.2.3 Bewertungsmodul „Versauerungszeiger“

Die Berücksichtigung von Versauerungserscheinungen stellt in den Bächen des silikatischen Mittelgebirges, insbesondere in den Gewässerlandschaften des Buntsandsteins und Grundgebirges, eine unverzichtbare Komponente dar und erfolgt anhand des Vorkommens der quantitativ wichtigsten Indikatoren anthropogener Versauerung (Tabelle 26). Diese Arten sind typische Bestandteile ungestörter Zönosen und finden sich daher auch in der Liste der Allgemeinen Referenzarten. Im sehr guten ökologischen Zustand sind sie allerdings nur mit geringen bis mäßig hohen Individuenzahlen anzutreffen. Erst bei einsetzender Versauerung vermögen sie ihre Gesellschaftsanteile zu steigern und prägen die Gesellschaften permanent stark saurer Gewässer durch extrem hohe Anteile.

In Abhängigkeit von der Häufigkeit der Versauerungszeiger wird eine Abstufung der für die aus der gesamten Biokomponente Makrophyten & Phytobenthos ermittelten ökologischen Zustandsklasse gemäß Tabelle 27 vorgenommen (siehe Kapitel Verschneiden des Ergebnisses mit zusätzlichen Kriterien, Seite 129). Diese einfache Form der Einbindung von Degradation infolge von Versauerung ist zur Bewertung gemäß den Vorgaben der EU-Wasserrahmenrichtlinie geeignet, stellt aber keinen Ersatz bestehender, ausschließlich der Versauerungsindikation dienender Verfahren dar (z.B. CORING 1999). In seiner Anwendung ist das Modul auf die silikatischen Gewässer des Mittelgebirges beschränkt.

Tabelle 26: Indikatoren anthropogener Versauerung

DV-Nr	Name	Autor
6253	<i>Achnanthes helvetica</i>	(HUSTEDT) LANGE-BERTALOT
6975	<i>Eunotia exigua</i>	(BREBISSON) RABENHORST
6214	<i>Eunotia incisa</i>	GREGORY
6375	<i>Eunotia rhomboidea</i>	HUSTEDT
6383	<i>Eunotia tenella</i>	(GRUNOW) HUSTEDT
6513	<i>Navicula mediocris</i>	KRASSKE
6543	<i>Navicula soehrensii</i>	KRASSKE
16074	<i>Pinnularia silvatica</i>	PETERSEN
6126	<i>Pinnularia subcapitata</i> var. <i>subcapitata</i>	GREGORY
6665	<i>Pinnularia subcapitata</i> var. <i>hilseana</i>	(JANISCH) O.MUELLER

Tabelle 27: Bewertungsmodul „Versauerungszeiger“

Summenhäufigkeit der Versauerungszeiger	Abstufung um
10% bis 25%	eine ökologische Zustandsklasse
26% bis 50%	zwei ökologische Zustandsklassen
51% bis 99%	drei ökologische Zustandsklassen
100%	vier ökologische Zustandsklassen

4.2.4 Bewertungsmodul „Halobienindex“

Zum Nachweis unterschiedlicher Grade der Salzbelastung in limnischen Gewässern hat sich der Halobienindex bewährt, der auf der Einteilung der Arten nach ihrem Vorkommen in verschiedenen Salinitätsbereichen basiert (ZIEMANN 1971, 1999). Unterschieden werden salzmeidende (haloxene bzw. halophobe) und salzliebende Taxa. Die Sammelgruppe der salzliebenden Taxa setzt sich aus halophilen, mesohaloben und polyhaloben Formen zusammen, die gemeinsam und ungewichtet in die Berechnung des Index‘ eingehen (Gleichung 7). Die Arteninventare sind Tabelle 33 zu entnehmen. In der Tabelle nicht enthalten sind die limnischen (oligohalob-indifferenten) Taxa, die jedoch bei der Berechnung durch die Summe im Nenner mit eingehen.

Halobienindizes um 0 kennzeichnen typische Süßgewässer, negative Indizes salzarme – zumeist elektrolytarme und/oder saure – Gewässer. Werte zwischen +10 und +30 weisen auf einen erhöhten Salzgehalt hin. Bei +30 beginnt der Bereich mäßiger Versalzung, bei +50 die Zone starker Versalzung. Die Umsetzung in ein Bewertungsmodul folgt der Definition dieser Bereiche nach ZIEMANN (1999) und ist Tabelle 29 zu entnehmen: Überschreitet der Halobienindex einen Wert von 15 wird die ökologische Zustandsklasse die aus der Gesamtbio Komponente ermittelt wurde um eine Qualitätsklasse abgestuft. Das Modul kann im Bedarfsfall zur Planung von Sanierungsmassnahmen herangezogen werden.

In versalzten Gewässern sind häufig Massenvorkommen halophiler und/oder mesohalober Arten anzutreffen. Erfolgt die Berechnung des Halobienindex auf der Grundlage prozentualer Häufigkeiten hat dies zur Folge, dass individuenarme Vorkommen indikativer Arten unterbetont werden. Die Berechnung des Halobienindex wird daher auf der Basis von Abundanzen vorgenommen

(ZIEMANN et al. 1999). Dazu müssen die aus der Zählung resultierenden Prozentwerte nach Tabelle 28 in Abundanzwerte transformiert werden.

In den natürlich salzbeeinflussten Typen 14 und 15 hat der Halobienindex keine Gültigkeit. In natürlich salzhaltigen, zum Beispiel durch Solequellen beeinflussten, Fließgewässern hat der Halobienindex ebenfalls keine Gültigkeit und entfällt als Bestandteil der Bewertung.

Das Modul „Versalzung“ hat ausschließlich ergänzende Funktion bei der Bewertung degradierter Gewässer mit mäßigem bis schlechtem Zustand und stellt im Vergleich ein wenig differenzierendes Kriterium dar, da die Typspezifität unberücksichtigt bleibt.

Gleichung 7: Berechnung des Halobienindex

$$H = \frac{\sum h_H - \sum h_x}{\sum h} * 100$$

$\sum h_H$ = Abundanzsumme der halophilen, mesohaloben u. polyhaloben Taxa

$\sum h_x$ = Abundanzsumme der haloxenen Taxa

$\sum h$ = Abundanzsumme aller in der Probe vorhandenen Taxa

Tabelle 28: Umwandlung der prozentualen Häufigkeiten in Abundanzwerte

Prozentuale Häufigkeit	Abundanz
≤ 1,0 %	2
> 1,0 % und ≤ 2,5 %	3
> 2,5 % und ≤ 10,0 %	5
> 10,0 % und ≤ 25,0 %	7
> 25,0 %	9

Tabelle 29: Bewertungsmodul „Versalzung“

Halobienindex	Abstufung um
> 15	eine ökologische Zustandsklasse

4.2.5 Ermittlung der ökologischen Qualität durch Verschneidung der Module

4.2.6 Gesamtmodul Diatomeen

Die Gesamtbewertung des Teilmoduls Diatomeen erfolgt durch Verschneidung der Module „Artenzusammensetzung und Abundanz“ und „Nährstoffbewertung“ zum $DI_{\text{Fließgewässer}}$. Für diese Verschneidung werden die errechneten Werte der beiden Module (Gleichung 8, Gleichung 9, Gleichung 10) umgerechnet und die erhaltenen Ergebnisse arithmetisch gemittelt (Gleichung 11, Gleichung 12). Dieses Mittel, der Diatomeenindex_{Fließgewässer} (DI_{FG}), geht in die Berechnung der ökologischen Zustandsklasse für Makrophyten & Phytobenthos ein.

Wurde eine zweimalige Probenahme durchgeführt, wird der Bewertung der höhere Diatomeenindex bzw. die schlechtere ökologische Zustandsklasse zugrunde gelegt.

Gleichung 8: Umrechnung der Referenzartensumme

$$M_{ASR} = \frac{\sum_{i=1}^n RA_i}{100}$$

M_{ASR} : Modul Abundanzsumme Referenzarten
 RA_i : Abundanz der Referenzart i
 n : Gesamtzahl der in einer Probe vorhandenen allgemeinen und typspezifischen Referenzarten

Gleichung 9: Umrechnung des Trophie-Index (Diatomeentypen 1 bis 12)

$$M_{TI} = 1 - ((TI - 0,3) / 3,6)$$

M_{TI} : Modul Trophieindex
 TI : berechneter Trophie-Index

Gleichung 10: Umrechnung des Saprobienindex (Diatomeentyp 13)

$$M_{SI} = 1 - ((SI - 1) / 2,8)$$

M_{SI} : Modul Saprobienindex
 SI : berechneter Saprobienindex

Gleichung 11: Berechnung des DI_{FG} für die Diatomeentypen 1 bis 12

$$DI_{FG} = \frac{M_{ASR} + M_{TI}}{2}$$

M_{ASR} : Modul Abundanzsumme Referenzarten
 TI : berechneter Trophie-Index

Gleichung 12: Berechnung des DI_{FG} für den Diatomeentyp 13

$$DI_{FG} = \frac{M_{ASR} + M_{SI}}{2}$$

M_{ASR} : Modul Abundanzsumme Referenzarten
 SI : berechneter Saprobienindex

4.2.7 Zusätzliche Metrics

Ergänzend zu den drei bewertungsrelevanten Modulen können weitere Auswertungen der Gesellschaftsstrukturen zusätzliche Informationen zur ökologischen Qualität des zu untersuchenden Gewässerabschnittes sowie Interpretationshilfen liefern. Dies gilt insbesondere für die Häufigkeit von planktischen Taxa, dem Vorkommen von Taxa der Roten Liste und der Heterogenität der Gesellschaft unter autökologischen Gesichtspunkten. In die Bewertung sind die genannten Aspekte aufgrund der unzureichenden Datenlage jedoch derzeit nicht zu integrieren.

4.2.7.1 Häufigkeit planktischer Taxa in Bächen und kleinen Flüssen

Das Vorkommen planktischer Taxa in Bächen (Einzugsgebiet < 100 km²) ist als direkte Folge struktureller Degradationen infolge von Aufstauen zu werten. In extremen Fällen übt das Diatomeenplankton einen wesentlichen Einfluß auf die benthischen Gemeinschaften aus (z.B. über Beschattung, Nährstoffkonkurrenz bzw. -freisetzung) und prägt auch durch seine jahreszeitliche Dynamik die natürlichen Umweltbedingungen der benthischen Gemeinschaften entscheidend mit. Zur Frage, inwieweit in kleinen Flüssen (Einzugsgebiet > 100 km² und < 1.000 km²) natürlicherweise mit der Entwicklung von Diatomeenplankton zu rechnen ist, liegen derzeit keine ausreichenden Daten vor. Nach MISCHKE (2005) sind auch die kleinen Flüsse, welche sich durch Chlorophyll a-Gehalte von über 20 µg/l auszeichnen, nicht zu den planktonführenden Gewässertypen zu rechnen. Die Häufigkeit planktischer Arten kann durch Schätzung von Häufigkeits-

klassen erfolgen oder durch Ermittlung des Planktonanteils durch Zählen von 100 Objekten quantifiziert werden. Angaben zur Lebensform finden sich in KRAMMER & LANGE-BERTALOT (1986-1991). Eine Bestimmung der planktischen Formen ist grundsätzlich nicht erforderlich, kann sich jedoch als zusätzliche Information als nützlich erweisen.

4.2.7.2 Vorkommen von Arten der Roten Liste

Zur vergleichenden Betrachtung des Inventars und der Häufigkeiten gefährdeter Taxa wurde ein Rote Liste-Index (RLI, SCHAUMBURG et al. 2004) entwickelt, der rechnerisch dem Rheo-Index von BANNING (1990) entspricht. Grundlage ist die Rote Liste der Kieselalgen Deutschlands von LANGE-BERTALOT (1996), die 535 Taxa umfasst. Die Taxonomie dieses Werkes wurde an die „Diatomeen im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa“ (HOFMANN et al. 2011), angepasst. Fast sämtliche als gefährdet ausgewiesene Arten sind in ihrem Vorkommen an oligotrophe bzw. dystrophe Habitate gebunden, die extrem gefährdete Lebensräume darstellen. Ihre Zahl ist in den vergangenen Jahrzehnten infolge von Eutrophierung durch punktuellen und diffusen Eintrag von Nährstoffen bzw. durch Versauerung infolge von atmosphärischer Deposition von Schwefeldioxid drastisch zurückgegangen. Den unterschiedlichen Gefährdungsgraden der Rote Liste-Arten wird mit einer Gewichtung Rechnung getragen (Gleichung 13).

Gleichung 13: Rote Liste-Index (RLI)

$$RLI = \frac{6 * (\sum Ai; RL1) + 5 * (\sum Ai; RL2) + 4 * (\sum Ai; RL3) + 3 * (\sum Ai; RL4) + 2 * (\sum Ai; RL5)}{6 * (\sum Ai; RL1) + 5 * (\sum Ai; RL2) + 4 * (\sum Ai; RL3) + 3 * (\sum Ai; RL4) + 2 * (\sum Ai; RL5) + 1 * (\sum Ai; RL6)}$$

RLI = Rote Liste-Index

Ai = relative Häufigkeit der Art i in Prozent

RLx = Gefährungskategorie nach LANGE-BERTALOT (1996)

RL1 = „vom Aussterben bedroht“

RL2 = „stark gefährdet“

RL3 = „gefährdet“

RL4 = „Gefährdung anzunehmen“

RL5 = „extrem selten“

RL6 = nicht eingestufte und ungegefährdete Arten

4.2.7.3 Autökologische Heterogenität

Bei großer Varianz der autökologischen Charakteristika der präsenten Arten liegt der Verdacht auf räumlich und/oder zeitlich begrenzte Störungen der Gesellschaften vor. Stark schwankende Verhältnisse können beispielsweise unter dem Einfluß punktueller oder kurzzeitiger saprobieller und trophischer Belastungen oder als Folge von Versauerungsschüben entstehen. In derartigen Fällen ist eine zweite Probenahme dringend anzuraten. Eine Ausnahme stellen die Marschengewässer (Diatomeentyp 14) dar, deren Gesellschaften sich durch die Koexistenz von marinen Taxa und Charakterarten silikatisch und organisch geprägter Gewässer auszeichnen.

Tabelle 30: Typspezifische Referenzarten
(Sind keine Varietäten benannt, handelt es sich um die Nominatvarietät.)
Synonymisierungen sind in der Bewertungssoftware integriert.

DV-Nr.	Taxon	Diatomeentyp												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
6180	Achnanthes clevei										x		x	x
6855	Achnanthes conspicua									x	x		x	x
6703	Achnanthes kolbei												x	
6260	Achnanthes lanceolata ssp. frequentissima					x	x					x		
16127	Achnanthes lanceolata ssp. lanceolata					x	x	x				x		
6263	Achnanthes lauenburgiana								x				x	
6984	Achnanthes ploenensis										x		x	x
6983	Amphora pediculus		x	x	x				x	x	x		x	x
6306	Cocconeis neothumensis										x		x	x
6020	Cocconeis pediculus													x
6726	Cocconeis placentula var. euglypta		x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x
6728	Cocconeis placentula var. lineata		x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x
6021	Cocconeis placentula var. placentula		x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x
6307	Cocconeis pseudothumensis												x	
6891	Cymbella caespitosa													x
6059	Cymbella cistula													x
6323	Cymbella helvetica var. compacta													x
6334	Cymbella reichardtii												x	
6898	Cymbella silesiaca			x	x		x	x		x	x		x	
6065	Cymbella sinuata		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
6006	Diatoma vulgare													x
6385	Fragilaria bicapitata					x						x	x	
6388	Fragilaria brevistriata										x		x	x
6390	Fragilaria capucina var. capucina					x	x	x		x	x	x	x	x
16571	Fragilaria capucina distans-Sippen												x	x
6393	Fragilaria capucina var. mesolepta						x						x	x
6034	Fragilaria construens f. construens										x	x	x	x
6397	Fragilaria construens f. binodis										x	x	x	x
6828	Fragilaria construens f. venter					x	x	x		x	x	x	x	x
6915	Fragilaria famelica											x	x	
167888	Fragilaria sp. (KRAMMER & LANGE-BERTALOT, 1991, 3. Teil, Tafel 112: 10, 11)					x						x		
6774	Fragilaria leptostauron var. dubia												x	x
6076	Fragilaria leptostauron var. leptostauron												x	x
6078	Fragilaria pinnata					x	x	x		x	x	x	x	x
6079	Frustulia vulgaris					x						x	x	
16594	Gomphonema grovei var. lingulatum													x
6912	Gomphonema minutum													x
6867	Gomphonema olivaceum			x	x				x	x	x		x	x
6158	Gomphonema parvulum (excl. f. saprophilum)					x	x	x				x		
6437	Gomphonema pumilum	x	x	x	x		x		x	x	x		x	x
6897	Gomphonema tergestinum	x		x	x					x	x		x	x
6910	Navicula capitatoradiata													x
6010	Navicula cryptocephala					x								
6889	Navicula cryptotenella		x	x	x				x	x	x		x	x
6473	Navicula decussis													x
6507	Navicula joubaudii													x
6221	Navicula reichardtiana													x
6022	Navicula rhynchocephala					x		x				x	x	x
6106	Navicula subhamulata													x
6831	Navicula tripunctata													x
6008	Nitzschia dissipata													x
6025	Nitzschia fonticola			x	x						x			x
6603	Nitzschia palea var. debilis					x	x	x						
6918	Nitzschia pura			x	x									
6029	Nitzschia recta													x
6224	Rhoicosphenia abbreviata													x

Tabelle 31: Allgemeine Referenzarten

Geochemie: blau unterlegt: = Referenzart silikatisch geprägter Gewässer, gelb unterlegt: = Referenzart karbonatisch geprägter Gewässer, grau hinterlegt = auf Grund der trophischen Sensibilität als Referenzart zu berücksichtigen (Daten zur geochemischen Präferenz allerdings noch unzureichend).

Sind keine Varietäten benannt, handelt es sich um die Nominatvarietät.

Synonymisierungen sind in der Bewertungssoftware integriert.

DV-Nr.	Taxa	Autor	Geochemie	
6699	<i>Achnanthes altaica</i>	(PORETZKY) CLEVE-EULER	S	
6139	<i>Achnanthes biasolettiana</i>	GRUNOW	S	K
16106	<i>Achnanthes biasolettiana</i> var. <i>subatomus</i>	LANGE-BERTALOT	S	K
6835	<i>Achnanthes bioretii</i>	GERMAIN	S	K
6246	<i>Achnanthes calcar</i>	CLEVE	S	K
16108	<i>Achnanthes carissima</i>	LANGE-BERTALOT	S	
6700	<i>Achnanthes chlidanos</i>	HOHN & HELLERMANN	S	
16111	<i>Achnanthes daonensis</i>	LANGE-BERTALOT	S	
6701	<i>Achnanthes dauui</i>	FOGED	S	
16113	<i>Achnanthes delicatula</i> ssp. <i>hauckiana</i>	LANGE-BERTALOT		K
16114	<i>Achnanthes didyma</i>	HUSTEDT	S	
16116	<i>Achnanthes distincta</i>	MESSIKOMMER	S	
6249	<i>Achnanthes exilis</i>	KUETZING		K
6250	<i>Achnanthes flexella</i>	(KUETZING) BRUN	S	K
6251	<i>Achnanthes flexella</i> var. <i>alpestris</i>	BRUN	S	K
6252	<i>Achnanthes grischuna</i>	WUTHRICH	S	K
6253	<i>Achnanthes helvetica</i>	(HUSTEDT) LANGE-BERTALOT	S	
16118	<i>Achnanthes impexiformis</i>	LANGE-BERTALOT	S	
6255	<i>Achnanthes joursacense</i>	HERIBAUD	S	K
6256	<i>Achnanthes kranzii</i>	LANGE-BERTALOT	S	
6257	<i>Achnanthes kryophila</i>	PETERSEN	S	K
16119	<i>Achnanthes kuelbsii</i>	LANGE-BERTALOT	S	
16121	<i>Achnanthes lacus-vulcani</i>	LANGE-BERTALOT & KRAMMER	S	
6258	<i>Achnanthes laevis</i>	OESTRUP	S	K
16122	<i>Achnanthes laevis</i> var. <i>austriaca</i>	(HUSTEDT) LANGE-BERTALOT	S	K
6259	<i>Achnanthes laevis</i> var. <i>quadratarea</i>	(OESTRUP) LANGE-BERTALOT	S	K
6262	<i>Achnanthes lapidosa</i>	KRASSKE	S	
6705	<i>Achnanthes laterostrata</i>	HUSTEDT	S	K
6264	<i>Achnanthes levanderi</i>	HUSTEDT	S	
16683	<i>Achnanthes linearoides</i>	LANGE-BERTALOT	S	
6706	<i>Achnanthes lutheri</i>	HUSTEDT	S	K
6265	<i>Achnanthes marginulata</i>	GRUNOW	S	
16529	<i>Achnanthes microscopica</i>	(CHOLNOKY) LANGE-B. & KRAMMER	S	
6014	<i>Achnanthes minutissima</i>	KUETZING	S	K
6240	<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>gracillima</i>	(MEISTER) LANGE-BERTALOT		K
6267	<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>scotica</i>	(CARTER) LANGE-BERTALOT	S	K
6709	<i>Achnanthes nodosa</i>	CLEVE	S	
6268	<i>Achnanthes oblongella</i>	OESTRUP	S	
6270	<i>Achnanthes peragalli</i>	BRUN & HERIBAUD	S	
6271	<i>Achnanthes petersenii</i>	HUSTEDT	S	K
16140	<i>Achnanthes pseudoswazi</i>	CARTER	S	
6272	<i>Achnanthes pusilla</i>	(GRUNOW) DE TONI	S	
6711	<i>Achnanthes rechtensis</i>	LECLERCQ	S	
6273	<i>Achnanthes rosenstockii</i>	LANGE-BERTALOT		K
16143	<i>Achnanthes rossii</i>	HUSTEDT	S	
6275	<i>Achnanthes silvahercynia</i>	LANGE-BERTALOT	S	
6276	<i>Achnanthes subatomoides</i>	(HUSTEDT) LANGE-B. & ARCHIBALD	S	
16146	<i>Achnanthes subexigua</i>	HUSTEDT	S	
6277	<i>Achnanthes suchlandtii</i>	HUSTEDT	S	
6279	<i>Achnanthes trinodis</i>	(W.SMITH) GRUNOW		K
6713	<i>Achnanthes ventralis</i>	(KRASSKE) LANGE-BERTALOT	S	
6283	<i>Amphora fogediana</i>	KRAMMER	S	K
6171	<i>Amphora inariensis</i>	KRAMMER	S	K
6288	<i>Amphora thumensis</i>	(A.MAYER) CLEVE-EULER		K
6289	<i>Amphora veneta</i> var. <i>capitata</i>	HAWORTH		K
6172	<i>Asterionella ralfsii</i>	W.SMITH	S	
6291	<i>Brachysira brebissonii</i>	ROSS	S	
6292	<i>Brachysira calcicola</i>	LANGE-BERTALOT		K
16165	<i>Brachysira follis</i>	(EHRENBERG) ROSS	S	
16166	<i>Brachysira garrensis</i>	(LANGE-B. & KRAMMER) LANGE-B.	S	
6293	<i>Brachysira hofmanniae</i>	LANGE-BERTALOT		K
6294	<i>Brachysira liliana</i>	LANGE-BERTALOT		K

DV-Nr.	Taxa	Autor	Geochemie	
6295	Brachysira neoexilis	LANGE-BERTALOT	S	K
16167	Brachysira procera	LANGE-BERTALOT & MOSER	S	K
6296	Brachysira serians	(BREISSON) ROUND & MANN	S	
6297	Brachysira styriaca	(GRUNOW) ROSS	S	K
6298	Brachysira vitrea	(GRUNOW) ROSS		K
16168	Brachysira wygaschii	LANGE-BERTALOT	S	
6299	Brachysira zellensis	(GRUNOW) ROUND & MANN	S	K
6300	Caloneis aerophila	BOCK	S	
6166	Caloneis alpestris	(GRUNOW) CLEVE		K
16690	Caloneis bottnica	CLEVE		K
6301	Caloneis latiuscula	(KUETZING) CLEVE	S	K
6721	Caloneis lauta	CARTER & BAILEY-WATTS	S	
16169	Caloneis lepidula	(GRUNOW) CLEVE	S	
6174	Caloneis leptosoma	(GRUNOW) KRAMMER	S	
6302	Caloneis obtusa	(W.SMITH) CLEVE	S	K
6304	Caloneis schumanniana	(GRUNOW) CLEVE		K
6810	Caloneis tenuis	(GREGORY) KRAMMER		K
6175	Caloneis undulata	(GREGORY) KRAMMER	S	
6058	Cymbella affinis	KUETZING		K
6310	Cymbella alpina	GRUNOW		K
6311	Cymbella amphicephala	NAEGELI	S	K
6739	Cymbella amphicephala var. hercynica	(SCHMIDT) CLEVE	S	K
6740	Cymbella amphioxys	(KUETZING) CLEVE	S	
6312	Cymbella ancyli	CLEVE		K
6741	Cymbella angustata	(W.SMITH) CLEVE	S	
6313	Cymbella austriaca	GRUNOW		K
16195	Cymbella austriaca var. erdobyeniana	(PANTOCSEK) KRAMMER		K
6314	Cymbella brehmii	HUSTEDT	S	K
6183	Cymbella cesatii	(RABENHORST) GRUNOW	S	K
6979	Cymbella cymbiformis	J.G.AGARDH	S	K
6315	Cymbella delicatula	KUETZING		K
6316	Cymbella descripta	(HUSTEDT) KRAMMER & LANGE-B.	S	K
6317	Cymbella elginensis	KRAMMER	S	
6318	Cymbella falaisensis	(GRUNOW) KRAMMER & LANGE-B.	S	K
6319	Cymbella gaeumannii	MEISTER	S	
6320	Cymbella gracilis	(EHRENBERG) KUETZING	S	
6321	Cymbella hebridica	(GRUNOW) CLEVE	S	
6184	Cymbella helvetica	KUETZING		K
6978	Cymbella hustedtii	KRASSKE		K
6324	Cymbella hybrida	GRUNOW		K
16581	Cymbella hybrida var. lanceolata	KRAMMER		K
6325	Cymbella incerta	(GRUNOW) CLEVE	S	K
6327	Cymbella laevis	NAEGELI		K
6328	Cymbella lapponica	GRUNOW	S	K
6331	Cymbella mesiana	CHOLNOKY	S	
6895	Cymbella microcephala	GRUNOW	S	K
6909	Cymbella minuta	HILSE	S	K
16196	Cymbella naviculacea	GRUNOW	S	K
6063	Cymbella naviculiformis	AUERSWALD	S	
6747	Cymbella norvegica	GRUNOW	S	
6332	Cymbella obscura	KRASSKE	S	K
16197	Cymbella paucistriata	CLEVE-EULER	S	K
6977	Cymbella perpusilla	CLEVE-EULER	S	
6333	Cymbella proxima	REIMER		K
6749	Cymbella reinhardtii	GRUNOW	S	K
6335	Cymbella rupicola	GRUNOW	S	
16199	Cymbella schimanskii	KRAMMER		K
6337	Cymbella similis	KRASSKE		K
6336	Cymbella simonsenii	KRAMMER		K
6338	Cymbella stauroneiformis	LAGERSTEDT	S	K
6150	Cymbella subaequalis	GRUNOW	S	K
6067	Cymbella tumidula	GRUNOW		K
6339	Cymbella tumidula var. lancettula	KRAMMER		K
6340	Denticula kuetsingii	GRUNOW		K
6068	Denticula tenuis	KUETZING		K
6185	Diatoma anceps	(EHRENBERG) KIRCHNER	S	
6208	Diatoma ehrenbergii	KUETZING		K
6167	Diatoma hyemalis	(ROTH) HEIBERG	S	
6949	Diatoma mesodon	(EHRENBERG) KUETZING	S	K

DV-Nr.	Taxa	Autor	Geochemie
16208	<i>Diatomella balfouriana</i>	GREVILLE	S
16209	<i>Didymosphenia geminata</i>	(LYNGBYE) M.SCHMIDT	K
6341	<i>Diploneis alpina</i>	MEISTER	S K
6807	<i>Diploneis elliptica</i>	(KUETZING) CLEVE	K
6345	<i>Diploneis modica</i>	HUSTEDT	K
6346	<i>Diploneis oblongella</i>	(NAEGELI) CLEVE-EULER	K
6070	<i>Diploneis ovalis</i>	(HILSE) CLEVE	K
6348	<i>Diploneis parma</i>	CLEVE	S
6349	<i>Diploneis petersenii</i>	HUSTEDT	S
6754	<i>Entomoneis ornata</i>	(BAILEY) REIMER	S K
6351	<i>Epithemia goeppertiana</i>	HILSE	K
6352	<i>Epithemia smithii</i>	CARRUTHERS	K
16666	<i>Eunotia angusta</i>	(GRUNOW) BERG	S
6354	<i>Eunotia arcubus</i>	NOERPEL & LANGE-BERTALOT	K
16221	<i>Eunotia arculus</i>	(GRUNOW) LANGE-B. & NOERPEL	S
6886	<i>Eunotia arcus</i>	EHRENBERG	S
6213	<i>Eunotia bilunaris</i>	(EHRENBERG) MILLS	S K
16222	<i>Eunotia bilunaris</i> var. <i>linearis</i>	(OKUNO) LANGE-B. & NOERPEL	S
6355	<i>Eunotia bilunaris</i> var. <i>mucophila</i>	LANGE-BERTALOT & NOERPEL	S
6761	<i>Eunotia botuliformis</i>	WILD et al.	S
16223	<i>Eunotia circumborealis</i>	LANGE-BERTALOT & NOERPEL	S
6356	<i>Eunotia denticulata</i>	(BREBISSE) RABENHORST	S
6357	<i>Eunotia diodon</i>	EHRENBERG	S
16224	<i>Eunotia elegans</i>	OESTRUP	S
6975	<i>Eunotia exigua</i>	(BREBISSE) RABENHORST	S
16225	<i>Eunotia exigua</i> var. <i>undulata</i>	MAGDEBURG	S
6358	<i>Eunotia faba</i>	EHRENBERG	S
6359	<i>Eunotia fallax</i>	A.CLEVE	S
6360	<i>Eunotia flexuosa</i>	(BREBISSE) KUETZING	S
6362	<i>Eunotia glacialis</i>	MEISTER	S
6363	<i>Eunotia hexaglyphis</i>	EHRENBERG	S
6364	<i>Eunotia implicata</i>	NOERPEL et al.	S
6214	<i>Eunotia incisa</i>	GREGORY	S
6365	<i>Eunotia intermedia</i>	(KRASSKE) NOERPEL & LANGE-B.	S
16226	<i>Eunotia islandica</i>	OESTRUP	S
16104	<i>Eunotia jemtlandica</i>	(FONTELL) BERG	S
16228	<i>Eunotia major</i>	(W.SMITH) RABENHORST	S
6367	<i>Eunotia meisteri</i>	HUSTEDT	S
6368	<i>Eunotia microcephala</i>	KRASSKE	S
6369	<i>Eunotia minor</i>	(KUETZING) GRUNOW	S K
6885	<i>Eunotia monodon</i>	EHRENBERG	S
6370	<i>Eunotia muscicola</i> var. <i>tridentula</i>	NOERPEL & LANGE-BERTALOT	S
6371	<i>Eunotia naegeli</i>	MIGULA	S
16695	<i>Eunotia neofallax</i>	NOERPEL	S
6372	<i>Eunotia nymanniana</i>	GRUNOW	S
6373	<i>Eunotia paludosa</i>	GRUNOW	S
6884	<i>Eunotia paludosa</i> var. <i>trinacria</i>	(KRASSKE) NOERPEL	S
6168	<i>Eunotia pectinalis</i>	(DILLWYN) RABENHORST	S
6766	<i>Eunotia pectinalis</i> var. <i>undulata</i>	(RALFS) RABENHORST	S
6851	<i>Eunotia praerupta</i>	EHRENBERG	S
6374	<i>Eunotia praerupta</i> var. <i>bigibba</i>	(KUETZING) GRUNOW	S
6768	<i>Eunotia praerupta</i> var. <i>curta</i>	GRUNOW	S
6769	<i>Eunotia praerupta</i> var. <i>inflata</i>	GRUNOW	S
16229	<i>Eunotia pseudopectinalis</i>	HUSTEDT	S
6375	<i>Eunotia rhomboidea</i>	HUSTEDT	S
16230	<i>Eunotia rhyngocephala</i>	HUSTEDT	S
6376	<i>Eunotia septentrionalis</i>	OESTRUP	S
6850	<i>Eunotia serra</i>	EHRENBERG	S
6770	<i>Eunotia serra</i> var. <i>diadema</i>	(EHRENBERG) PATRICK	S
6377	<i>Eunotia serra</i> var. <i>tetraodon</i>	(EHRENBERG) NOERPEL	S
6378	<i>Eunotia silvahercynia</i>	NOERPEL et al.	S
6379	<i>Eunotia soleirolii</i>	(KUETZING) RABENHORST	S
6380	<i>Eunotia steinecke</i>	PETERSEN	S
6381	<i>Eunotia subarcuatoides</i>	ALLES et al.	S
6382	<i>Eunotia sudetica</i>	O.MUELLER	S
6383	<i>Eunotia tenella</i>	(GRUNOW) HUSTEDT	S
6771	<i>Eunotia triodon</i>	EHRENBERG	S
16233	<i>Fragilaria acidoclinata</i>	LANGE-BERTALOT & HOFMANN	S
6077	<i>Fragilaria arcus</i>	(EHRENBERG) CLEVE	S K

DV-Nr.	Taxa	Autor	Geochemie	
6908	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>amphicephala</i>	(GRUNOW) LANGE-BERTALOT		K
6389	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>austriaca</i>	(GRUNOW) LANGE-BERTALOT		K
6392	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>gracilis</i>	(OESTRUP) HUSTEDT	S	K
6396	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>rumpens</i>	(KUETZING) LANGE-BERTALOT	S	K
16234	<i>Fragilaria constricta</i>	EHRENBERG	S	
6399	<i>Fragilaria delicatissima</i>	(W.SMITH) LANGE-BERTALOT		K
6401	<i>Fragilaria exigua</i>	GRUNOW	S	
6405	<i>Fragilaria nanana</i>	LANGE-BERTALOT	S	K
6407	<i>Fragilaria pseudoconstruens</i>	MARCINIAK	S	
6409	<i>Fragilaria tenera</i>	(W.SMITH) LANGE-BERTALOT	S	K
6169	<i>Fragilaria virescens</i>	RALFS	S	
6187	<i>Frustulia rhomboides</i>	(EHRENBERG) DE TONI	S	
6412	<i>Frustulia rhomboides</i> var. <i>crassinervia</i>	(BREISSON) ROSS	S	
6413	<i>Frustulia rhomboides</i> var. <i>saxonica</i>	(RABENHORST) DE TONI	S	
6414	<i>Frustulia rhomboides</i> var. <i>viridula</i>	(BREISSON) CLEVE	S	
6417	<i>Gomphonema acutiusculum</i>	(O.MUELLER) CLEVE-EULER	S	K
16246	<i>Gomphonema amoenum</i>	LANGE-BERTALOT	S	
6819	<i>Gomphonema angustum</i>	J.G.AGARDH		K
6419	<i>Gomphonema auritum</i>	A.BRAUN	S	K
6420	<i>Gomphonema bavaricum</i>	REICHARDT & LANGE-BERTALOT		K
6421	<i>Gomphonema bohemicum</i>	REICHELT & FRICKE	S	
6423	<i>Gomphonema dichotomum</i>	KUETZING	S	K
6424	<i>Gomphonema hebridense</i>	GREGORY	S	
6425	<i>Gomphonema helveticum</i>	BRUN		K
16661	<i>Gomphonema lacus-vulcani</i>	REICHARDT & LANGE-BERTALOT	S	
6426	<i>Gomphonema lagerheimii</i>	A.CLEVE	S	
6427	<i>Gomphonema lateripunctatum</i>	REICHARDT & LANGE-BERTALOT		K
6429	<i>Gomphonema occultum</i>	REICHARDT & LANGE-BERTALOT		K
6430	<i>Gomphonema olivaceum</i> v. <i>minutissimum</i>	HUSTEDT	S	
6431	<i>Gomphonema olivaceum</i> v. <i>olivaceoides</i>	(HUSTEDT) LANGE-B. & REICHARDT	S	K
6433	<i>Gomphonema parvulum</i> var. <i>exilissimum</i>	GRUNOW	S	K
16258	<i>Gomphonema parvulum</i> var. <i>parvulus</i>	LANGE-BERTALOT & REICHARDT	S	K
6434	<i>Gomphonema procerum</i>	REICHARDT & LANGE-BERTALOT		K
6435	<i>Gomphonema productum</i>	(GRUNOW) LANGE-B. & REICHARDT	S	
16586	<i>Gomphonema rhombicum</i>	FRICKE	S	
6440	<i>Gomphonema subtile</i>	EHRENBERG	S	K
6441	<i>Gomphonema tenue</i>	FRICKE		K
6999	<i>Gomphonema ventricosum</i>	GREGORY	S	K
6442	<i>Gomphonema vibrio</i>	EHRENBERG		K
6804	<i>Mastogloia grevillei</i>	W.SMITH		K
6445	<i>Mastogloia smithii</i> var. <i>lacustris</i>	GRUNOW		K
6446	<i>Meridion circulare</i> var. <i>constrictum</i>	(RALFS) VAN HEURCK	S	K
6448	<i>Navicula absoluta</i>	HUSTEDT	S	K
16717	<i>Navicula adversa</i>	KRASSKE	S	
6809	<i>Navicula angusta</i>	GRUNOW	S	
16289	<i>Navicula aquaedurae</i>	LANGE-BERTALOT		K
6460	<i>Navicula brockmannii</i>	HUSTEDT	S	
6461	<i>Navicula bryophila</i>	PETERSEN	S	K
6464	<i>Navicula catalanogermanica</i>	LANGE-BERTALOT & HOFMANN	S	K
16300	<i>Navicula cataractarheni</i>	LANGE-BERTALOT		K
6969	<i>Navicula cocconeiformis</i>	GREGORY	S	K
6468	<i>Navicula concentrica</i>	CARTER	S	K
6472	<i>Navicula dealpina</i>	LANGE-BERTALOT		K
16308	<i>Navicula declivis</i>	HUSTEDT	S	
6474	<i>Navicula densilineolata</i>	(LANGE-B.) LANGE-BERTALOT		K
6475	<i>Navicula detenta</i>	HUSTEDT	S	
16000	<i>Navicula digitulus</i>	HUSTEDT	S	
6478	<i>Navicula diluviana</i>	KRASSKE		K
16001	<i>Navicula disjuncta</i>	HUSTEDT	S	
6482	<i>Navicula evanida</i>	HUSTEDT	S	
6917	<i>Navicula exilis</i>	KUETZING	S	
6485	<i>Navicula festiva</i>	KRASSKE	S	
6489	<i>Navicula gallica</i> var. <i>perpusilla</i>	(GRUNOW) LANGE-BERTALOT	S	
6493	<i>Navicula gotlandica</i>	GRUNOW		K
6496	<i>Navicula heimansioides</i>	LANGE-BERTALOT	S	
16324	<i>Navicula hoefleri</i>	CHOLNOKY	S	
6501	<i>Navicula ignota</i> var. <i>acceptata</i>	(HUSTEDT) LANGE-BERTALOT	S	K
6502	<i>Navicula ignota</i> var. <i>palustris</i>	(HUSTEDT) LUND	S	
6505	<i>Navicula jaagii</i>	MEISTER	S	K

DV-Nr.	Taxa	Autor	Geochemie	
6506	Navicula jaernefeltii	HUSTEDT		K
6509	Navicula krasskei	HUSTEDT	S	
6882	Navicula laevissima	KUETZING	S	K
16010	Navicula lapidosa	KRASSKE	S	
16334	Navicula laticeps	HUSTEDT		K
16335	Navicula leistikowii	LANGE-BERTALOT		K
6923	Navicula lenzii	HUSTEDT		K
16011	Navicula leptostriata	JOERGENSEN	S	
16337	Navicula levanderii	HUSTEDT	S	
6511	Navicula lundii	REICHARDT	S	K
16012	Navicula maceria	SCHIMANSKI	S	
16342	Navicula mediocostata	REICHARDT		K
6513	Navicula mediocris	KRASSKE	S	
6515	Navicula minuscula	GRUNOW	S	
16349	Navicula notha	WALLACE	S	
6521	Navicula oligotraphenta	LANGE-BERTALOT & HOFMANN		K
16356	Navicula porifera var. opportuna	(HUSTEDT) LANGE-BERTALOT	S	
6524	Navicula praeterita	HUSTEDT		K
6527	Navicula pseudobryophila	(HUSTEDT) HUSTEDT	S	
6529	Navicula pseudoscutiformis	HUSTEDT	S	K
16028	Navicula pseudosilicula	HUSTEDT	S	
6530	Navicula pseudotuscula	HUSTEDT		K
6533	Navicula pusio	CLEVE	S	
6536	Navicula rotunda	HUSTEDT	S	
6538	Navicula schadei	KRASSKE		K
6539	Navicula schmassmannii	HUSTEDT	S	
6926	Navicula schoenfeldii	HUSTEDT		K
6543	Navicula soehrensensis	KRASSKE	S	
16034	Navicula soehrensensis var. hassiaca	(KRASSKE) LANGE-BERTALOT	S	
6544	Navicula soehrensensis var. muscicola	(PETERSEN) KRASSKE	S	
16035	Navicula stankovicii	HUSTEDT		K
6546	Navicula stroemii	HUSTEDT		K
6547	Navicula subalpina	REICHARDT		K
6549	Navicula submolesta	HUSTEDT	S	
6878	Navicula subtilissima	CLEVE	S	
6551	Navicula suchlandtii	HUSTEDT	S	
6554	Navicula tridentula	KRASSKE	S	
6989	Navicula tuscula	(EHRENBERG) GRUNOW		K
6556	Navicula utermoehlii	HUSTEDT		K
16037	Navicula variostrata	KRASSKE	S	
16736	Navicula ventraloconfusa	LANGE-BERTALOT	S	
6560	Navicula vulpina	KUETZING		K
6561	Navicula wildii	LANGE-BERTALOT		K
6820	Neidium affine	(EHRENBERG) PFITZER	S	K
6562	Neidium affine var. longiceps	(GREGORY) CLEVE	S	K
6563	Neidium alpinum	HUSTEDT	S	
6564	Neidium ampliatus	(EHRENBERG) KRAMMER	S	K
6566	Neidium bisulcatum	(LAGERSTEDT) CLEVE	S	
6567	Neidium carterii	KRAMMER	S	
16383	Neidium densestriatum	(OESTRUP) KRAMMER	S	
6568	Neidium hercynicum	A.MAYER	S	
6109	Neidium iridis	(EHRENBERG) CLEVE	S	
16386	Neidium ladogensis	(CLEVE) FOGED	S	
6110	Neidium productum	(W.SMITH) CLEVE	S	
6571	Neidium septentrionale	CLEVE-EULER	S	
6573	Nitzschia acidoclinata	LANGE-BERTALOT	S	K
6575	Nitzschia alpina	HUSTEDT	S	
16100	Nitzschia alpinobacillum	LANGE-BERTALOT	S	K
6577	Nitzschia bacilliformis	HUSTEDT		K
16396	Nitzschia bryophila	(HUSTEDT) HUSTEDT	S	
16579	Nitzschia dissipata ssp. oligotraphenta	LANGE-BERTALOT	S	K
6586	Nitzschia dissipata var. media	(HANTZSCH) GRUNOW	S	K
6587	Nitzschia diversa	HUSTEDT		K
6589	Nitzschia fibulafissa	LANGE-BERTALOT		K
16749	Nitzschia garrensis	HUSTEDT	S	
6592	Nitzschia gessneri	HUSTEDT		K
6593	Nitzschia gisela	LANGE-BERTALOT		K
6931	Nitzschia hantzschiana	RABENHORST	S	K
16051	Nitzschia hamburgiensis	LANGE-BERTALOT	S	

DV-Nr.	Taxa	Autor	Geochemie	
6597	Nitzschia lacuum	LANGE-BERTALOT	S	K
16433	Nitzschia paleaeformis	HUSTEDT	S	
6605	Nitzschia perminuta	(GRUNOW) M.PERAGALLO	S	K
6607	Nitzschia radícula	HUSTEDT		K
6608	Nitzschia regula	HUSTEDT		K
16455	Nupela rhetica	(WUETHRICH) LANGE-BERTALOT	S	K
16456	Nupela tenuicephala	(HUSTEDT) LANGE-BERTALOT	S	
6619	Peronia fibula	(BREBISSON) ROSS	S	
6620	Pinnularia acoricola	HUSTEDT	S	
6877	Pinnularia acuminata	W.SMITH	S	
6621	Pinnularia anglica	KRAMMER	S	
6622	Pinnularia angusta	(CLEVE) KRAMMER	S	
16543	Pinnularia bacilliformis	KRAMMER	S	
16461	Pinnularia balfouriana	GRUNOW	S	K
6624	Pinnularia brandeliformis	KRAMMER	S	
6625	Pinnularia brandelii	CLEVE	S	
16463	Pinnularia brauniana	(GRUNOW) MILLS	S	
6881	Pinnularia braunii	(GRUNOW) CLEVE	S	
6627	Pinnularia brevicostata	CLEVE	S	
16062	Pinnularia cardinalis	(EHRENBERG) W.SMITH	S	
16544	Pinnularia carminata	BARBER & CARTER	S	
6629	Pinnularia cleveiformis	KRAMMER	S	
6632	Pinnularia divergens	W.SMITH	S	
16466	Pinnularia divergens var. decrescens	(GRUNOW) KRAMMER	S	
6633	Pinnularia divergentissima	(GRUNOW) CLEVE	S	
6845	Pinnularia episcopalis	CLEVE	S	
16063	Pinnularia esox	EHRENBERG	S	
16546	Pinnularia esoxiformis	FUSEY	S	
16547	Pinnularia esoxiformis var. eifeliana	KRAMMER	S	
6636	Pinnularia gentilis	(DONKIN) CLEVE	S	
6121	Pinnularia gibba	EHRENBERG	S	K
6638	Pinnularia gibbiformis	KRAMMER	S	K
16065	Pinnularia gigas	EHRENBERG	S	
6223	Pinnularia hemiptera	(KUETZING) RABENHORST	S	K
6642	Pinnularia infirma	KRAMMER	S	K
6643	Pinnularia intermedia	(LAGERSTEDT) CLEVE	S	
6844	Pinnularia interrupta	W.SMITH	S	
6853	Pinnularia lata	(BREBISSON) RABENHORST	S	
6958	Pinnularia legumen	EHRENBERG	S	K
6648	Pinnularia macilenta	(EHRENBERG) EHRENBERG	S	K
6123	Pinnularia maior	(KUETZING) RABENHORST	S	
6124	Pinnularia mesolepta	(EHRENBERG) W.SMITH	S	K
16475	Pinnularia mesolepta var. gibberula	(HUSTEDT) KRAMMER	S	K
6125	Pinnularia microstauron	(EHRENBERG) CLEVE	S	
6651	Pinnularia neomajor	KRAMMER	S	
6111	Pinnularia nobilis	(EHRENBERG) EHRENBERG	S	
6652	Pinnularia nodosa	(EHRENBERG) W.SMITH	S	
6653	Pinnularia notabilis	KRAMMER	S	
6654	Pinnularia obscura	KRASSKE	S	K
6655	Pinnularia oriunda	KRAMMER	S	K
6656	Pinnularia parallela	BRUN	S	K
16070	Pinnularia platycephala	(EHRENBERG) CLEVE	S	
6842	Pinnularia polyonca	(BREBISSON) W.SMITH	S	
6658	Pinnularia pseudogibba	KRAMMER	S	
16552	Pinnularia renata	KRAMMER	S	
6659	Pinnularia rupestris	HANTZSCH	S	
6660	Pinnularia schoenfelderii	KRAMMER	S	
16074	Pinnularia silvatica	PETERSEN	S	
16075	Pinnularia similiformis	KRAMMER	S	
6662	Pinnularia sinistra	KRAMMER	S	
6663	Pinnularia stomatophora	(GRUNOW) CLEVE	S	
16479	Pinnularia stomatophora var. triundulata	(FONTELL) HUSTEDT	S	
6664	Pinnularia streptoraphe	CLEVE	S	
16480	Pinnularia streptoraphe var. parva	KRAMMER	S	
6126	Pinnularia subcapitata	GREGORY	S	
16481	Pinnularia subcapitata var. elongata	KRAMMER	S	
6665	Pinnularia subcapitata var. hilseana	(JANISCH) O.MUELLER	S	
6667	Pinnularia subgibba	KRAMMER	S	K
16482	Pinnularia subgibba var. hustedtii	KRAMMER	S	K

DV-Nr.	Taxa	Autor	Geochemie	
16483	Pinnularia subgibba var. undulata	KRAMMER	S	K
6670	Pinnularia subrupestris	KRAMMER	S	
16557	Pinnularia subrupestris var. parva	KRAMMER	S	
6671	Pinnularia suchlandtii	HUSTEDT	S	
6673	Pinnularia transversa	(A.SCHMIDT) MAYER	S	
6674	Pinnularia viridiformis	KRAMMER	S	
6128	Pinnularia viridis	(NITZSCH) EHRENBERG	S	K
6676	Pinnularia woerthensis	(MAYER) KRAMMER	S	
6678	Rhopalodia gibba var. parallela	(GRUNOW) H.ET M.PERAGALLO		K
16495	Rhopalodia rupestris	(W.SMITH) KRAMMER	S	
6129	Stauroneis anceps	EHRENBERG	S	
6680	Stauroneis anceps var. gracilis	(EHRENBERG) BRUN	S	
6681	Stauroneis kriegerii	PATRICK	S	K
6840	Stauroneis nobilis	SCHUMANN	S	
6688	Stauroneis thermicola	(PETERSEN) LUND	S	K
6689	Stauroneis undata	HUSTEDT	S	
16087	Stenopterobia curvula	(W.SMITH) KRAMMER	S	
6690	Stenopterobia delicatissima	(LEWIS) BREISSON	S	
16503	Stenopterobia densestriata	(HUSTEDT) KRAMMER	S	
16507	Surirella barrowcliffia	DONKIN	S	
6691	Surirella bifrons	EHRENBERG	S	K
6135	Surirella linearis	W.SMITH	S	K
16091	Surirella linearis var. helvetica	(BRUN) MEISTER	S	K
6694	Surirella roba	LECLERCQ	S	
6137	Surirella robusta	EHRENBERG	S	
6097	Surirella spiralis	KUETZING	S	K
16092	Surirella tenera	GREGORY	S	K
16518	Surirella turgida	W.SMITH	S	K
16519	Tabellaria binalis	(EHRENBERG) GRUNOW	S	
6091	Tabellaria flocculosa	(ROTH) KUETZING	S	K
16096	Tabellaria quadrisepata	KNUDSON	S	
6698	Tabellaria ventricosa	KUETZING	S	
16521	Tetracyclus emarginatus	(EHRENBERG) W.SMITH	S	
16522	Tetracyclus glans	(EHRENBERG) MILLS	S	
16097	Tetracyclus rupestris	(BRAUN) GRUNOW	S	

Tabelle 32: Artspezifische Kenngrößen zur Berechnung des Trophie-Index und des Saprobienindex nach ROTT et al. (1997, 1999)

TW = Trophiewert; *SW* = Saprobiewert; *G* = Gewichtung. Sind keine Varietäten benannt, handelt es sich um die Nominatvarietät.

Diese Tabelle entspricht den Veröffentlichungen von ROTT et al. Nicht alle hier aufgeführten Taxa gehören im Sinne des Bewertungsverfahrens Phylib zum Phytobenthos (z.B. Centrales) und sind somit nicht bewertungsrelevant (siehe auch Kapitel 2.2.6 und 2.2.7). Synonymisierungen sind in der Bewertungssoftware integriert.

DV-Nr.	Taxa	Autor	TW	G	SW	G
6699	Achnanthes altaica	(PORETZKY) CLEVE-EULER	1,7	2	1,0	5
6139	Achnanthes biasolettiana	GRUNOW	1,3	1	1,4	3
6835	Achnanthes bioretii	GERMAIN			1,2	4
6180	Achnanthes clevei	GRUNOW			1,6	3
6247	Achnanthes coarctata	(BREISSON) GRUNOW	0,9	2		
6855	Achnanthes conspicua	A.MAYER			1,5	2
16110	Achnanthes curtissima	CARTER	0,6	2		
16111	Achnanthes daonensis	LANGE-BERTALOT			1,1	4
6248	Achnanthes delicatula	(KUETZING) GRUNOW	2,9	3	2,6	3
16112	Achnanthes delicatula ssp. engelbrechtii	(CHOLNOKY) LANGE-BERTALOT			2,0	3
6249	Achnanthes exilis	KUETZING	1,2	3	1,3	4
6250	Achnanthes flexella	(KUETZING) BRUN	0,3	3	1,0	5
6251	Achnanthes flexella var. alpestris	BRUN			1,0	5
6253	Achnanthes helvetica	(HUSTEDT) LANGE-BERTALOT	0,6	3	1,0	5
6047	Achnanthes hungarica	(GRUNOW) GRUNOW	3,4	2	2,7	3
6703	Achnanthes kolbei	HUSTEDT	3,9	2		
6258	Achnanthes laevis	OESTRUP	1,2	2	1,3	3
6260	Achnanthes lanceolata ssp. frequentissima	LANGE-BERTALOT	2,8	3		
16127	Achnanthes lanceolata ssp. lanceolata	(BREISSON) GRUNOW	3,3	3		
6262	Achnanthes lapidosa	KRASSKE	0,7	3	1,0	5
6705	Achnanthes laterostrata	HUSTEDT	1,2	2	1,0	5
6263	Achnanthes lauenburgiana	HUSTEDT	1,8	3	1,9	4

DV-Nr.	Taxa	Autor	TW	G	SW	G
6264	Achnanthes levanderi	HUSTEDT	0,6	3	1,0	5
6045	Achnanthes linearis	(W.SMITH) GRUNOW	1,8	1		
6265	Achnanthes marginulata	GRUNOW	0,6	2	1,0	5
6266	Achnanthes minuscula	HUSTEDT	2,3	2	1,9	4
6014	Achnanthes minutissima	KUETZING	1,2	1	1,7	1
6173	Achnanthes minutissima var. affinis	(GRUNOW) LANGE-BERTALOT	2,3	2	1,3	3
6240	Achnanthes minutissima var. gracillima	(MEISTER) LANGE-BERTALOT	0,6	3	1,0	5
6707	Achnanthes minutissima var. jackii	(RABENHORST) LANGE-BERTALOT	1,2	3		
16135	Achnanthes minutissima var. saprophila	KOBAYASI et MAYAMA	2,7	4	3,1	3
6267	Achnanthes minutissima var. scotica	(CARTER) LANGE-BERTALOT	1,0	2	1,0	5
6708	Achnanthes montana	KRASSKE	0,6	2	1,0	5
6709	Achnanthes nodosa	CLEVE	0,6	2	1,0	5
6268	Achnanthes oblongella	OESTRUP	1,0	2	1,0	5
6269	Achnanthes oestrupii	(CLEVE-EULER) HUSTEDT	1,2	2	1,3	4
6270	Achnanthes peragalli	BRUN et HERIBAUD	0,6	3	1,1	4
6271	Achnanthes petersenii	HUSTEDT	0,6	1	1,0	5
6984	Achnanthes ploenensis	HUSTEDT	2,6	3	1,9	4
6272	Achnanthes pusilla	(GRUNOW) DE TONI	0,6	3	1,0	5
6711	Achnanthes rechtensis	LECLERCQ	0,6	2	1,0	5
6712	Achnanthes rupestoides	HOHN	1,2	3		
16144	Achnanthes rupestris	KRASSKE	0,6	2		
6276	Achnanthes subatomoides	(HUST.) LANGE-B. et ARCHIBALD	2,1	2	1,1	4
16148	Achnanthes subsalsa	PETERSEN	0,6	2		
6277	Achnanthes suchlandtii	HUSTEDT	0,6	2	1,0	5
6279	Achnanthes trinodis	(W.SMITH) GRUNOW	0,6	2	1,0	5
6048	Amphipleura pellucida	(KUETZING) KUETZING	2,1	2	1,3	3
6281	Amphipleura rutilans	(TRENTEPOHL) CLEVE	2,9	3		
6171	Amphora inariensis	KRAMMER	2,1	1	1,2	4
6860	Amphora libyca	EHRENBERG	3,5	5	1,6	2
6286	Amphora montana	KRASSKE	2,9	2		
6044	Amphora ovalis	(KUETZING) KUETZING	3,3	2	1,5	2
6983	Amphora pediculus	(KUETZING) GRUNOW	2,8	2	2,1	2
6288	Amphora thumensis	(A.MAYER) CLEVE-EULER	1,4	3	1,1	4
6181	Amphora veneta	KUETZING	3,8	2	3,6	3
6049	Anomoeoneis sphaerophora	(EHRENBERG) PFITZER	3,4	3	2,7	3
6050	Asterionella formosa	HASSALL	1,8	2	1,5	3
6799	Aulacoseira distans	(EHRENBERG) SIMONSEN	1,0	4		
6787	Aulacoseira italica	(EHRENBERG) SIMONSEN	1,4	2		
6716	Aulacoseira lirata	(EHRENBERG) ROSS	1,8	2		
6143	Bacillaria paradoxa	GMELIN	2,9	3	2,3	3
6291	Brachysira brebissonii	ROSS	1,1	2	1,0	5
6295	Brachysira neoxilis	LANGE-BERTALOT	1,2	2	1,1	5
6296	Brachysira serians	(BREBISSE) ROUND et MANN	0,6	1	1,0	5
6298	Brachysira vitrea	(GRUNOW) ROSS	0,7	2	1,0	5
6300	Caloneis aerophila	BOCK			1,0	5
6166	Caloneis alpestris	(GRUNOW) CLEVE	1,3	2	1,0	5
6043	Caloneis amphisbaena	(BORY DE SAINT VINCENT) CLEVE	3,9	2	2,3	3
6051	Caloneis bacillum	(GRUNOW) CLEVE	2,5	1	2,0	4
6301	Caloneis latiuscula	(KUETZING) CLEVE			1,0	5
6302	Caloneis obtusa	(W.SMITH) CLEVE	0,6	2	1,0	5
6303	Caloneis pulchra	MESSIKOMMER	1,2	1	1,0	5
6304	Caloneis schumanniana	(GRUNOW) CLEVE			1,2	4
6052	Caloneis silicula	(EHRENBERG) CLEVE			1,2	4
6723	Caloneis sublinearis	(GRUNOW) KRAMMER			1,0	5
6810	Caloneis tenuis	(GREGORY) KRAMMER	1,1	2		
6175	Caloneis undulata	(GREGORY) KRAMMER	0,6	2		
6053	Campylodiscus noricus	EHRENBERG	2,3	1		
6981	Cocconeis disculus	(SCHUMANN) CLEVE	2,2	3		
6306	Cocconeis neothumensis	KRAMMER	2,0	2	1,5	3
6020	Cocconeis pediculus	EHRENBERG	2,6	2	2,0	3
6021	Cocconeis placentula	EHRENBERG	2,6	2	1,8	2
6726	Cocconeis placentula var. euglypta	EHRENBERG	2,3	2		
6727	Cocconeis placentula var. klinoraphis	GEITLER	2,3	2		
6728	Cocconeis placentula var. lineata	(EHRENBERG) VAN HEURCK	2,3	2		
6307	Cocconeis pseudothumensis	REICHARDT			1,0	5
6943	Cyclostephanos dubius	(FRICKE) ROUND	2,9	3		
6002	Cyclotella meneghiniana	KUETZING	2,8	5		
6936	Cyclotella ocellata	PANTOCSEK	1,5	1		
6057	Cymatopleura elliptica	(BREBISSE) W.SMITH	2,9	3	1,4	3

DV-Nr.	Taxa	Autor	TW	G	SW	G
6031	<i>Cymatopleura solea</i>	(BREBISSON) W.SMITH	3,1	3	2,1	3
6738	<i>Cymbella aequalis</i>	W.SMITH	0,6	2		
6058	<i>Cymbella affinis</i>	KUETZING	0,7	4	1,2	4
6310	<i>Cymbella alpina</i>	GRUNOW	0,6	3	1,0	5
6311	<i>Cymbella amphicephala</i>	NAEGELI	1,1	3	1,1	4
6739	<i>Cymbella amphicephala</i> var. <i>hercynica</i>	(SCHMIDT) CLEVE	0,9	2		
6740	<i>Cymbella amphioxys</i>	(KUETZING) CLEVE	0,6	2		
6312	<i>Cymbella ancyli</i>	CLEVE	0,9	2		
6741	<i>Cymbella angustata</i>	(W.SMITH) CLEVE	0,9	2	1,0	5
6092	<i>Cymbella aspera</i>	(EHRENBERG) CLEVE	1,7	1		
6313	<i>Cymbella austriaca</i>	GRUNOW	0,6	1	1,0	5
6891	<i>Cymbella caespitosa</i>	(KUETZING) BRUN			1,6	2
6183	<i>Cymbella cesatii</i>	(RABENHORST) GRUNOW	0,6	4	1,0	5
6059	<i>Cymbella cistula</i>	(EHRENBERG) KIRCHNER	2,3	1	1,4	3
6060	<i>Cymbella cuspidata</i>	KUETZING			1,1	4
6979	<i>Cymbella cymbiformis</i>	J.G.AGARDH	1,8	3	1,0	5
6315	<i>Cymbella delicatula</i>	KUETZING	0,3	4	1,0	5
6316	<i>Cymbella descripta</i>	(HUSTEDT) KRAMMER et LANGE-B.	0,6	2	1,0	5
6061	<i>Cymbella ehrenbergii</i>	KUETZING	2,2	3	1,1	4
6317	<i>Cymbella elginensis</i>	KRAMMER	0,6	2		
6318	<i>Cymbella falaisensis</i>	(GRUNOW) KRAMMER et LANGE-B.	0,4	3	1,0	5
6319	<i>Cymbella gaeumannii</i>	MEISTER	0,6	2	1,0	5
6320	<i>Cymbella gracilis</i>	(EHRENBERG) KUETZING	0,6	4	1,0	5
6321	<i>Cymbella hebridica</i>	(GRUNOW) CLEVE	0,6	2	1,0	5
6184	<i>Cymbella helvetica</i>	KUETZING	1,4	2	1,1	4
6323	<i>Cymbella helvetica</i> var. <i>compacta</i>	(OESTRUP) HUSTEDT	2,6	3	1,8	3
6978	<i>Cymbella hustedtii</i>	KRASSKE	1,2	2		
6324	<i>Cymbella hybrida</i>	GRUNOW	0,6	2	1,0	5
6325	<i>Cymbella incerta</i>	(GRUNOW) CLEVE	0,6	2	1,0	5
6327	<i>Cymbella laevis</i>	NAEGELI	0,9	2	1,0	5
6062	<i>Cymbella lanceolata</i>	(EHRENBERG) KIRCHNER			1,6	4
6330	<i>Cymbella leptoceros</i>	(EHRENBERG) KUETZING			1,3	4
6331	<i>Cymbella mesiana</i>	CHOLNOKY			1,0	5
6895	<i>Cymbella microcephala</i>	GRUNOW	1,2	1	1,2	4
6909	<i>Cymbella minuta</i>	HILSE	2,0	1	1,6	2
6063	<i>Cymbella naviculiformis</i>	AUERSWALD	1,8	1	1,3	3
6747	<i>Cymbella norvegica</i>	GRUNOW	0,6	2	1,0	5
6977	<i>Cymbella perpusilla</i>	CLEVE-EULER	0,5	2	1,0	5
6040	<i>Cymbella prostrata</i>	(BERKELEY) CLEVE	2,3	1	1,8	3
6333	<i>Cymbella proxima</i>	REIMER	1,2	2	1,1	5
6748	<i>Cymbella pusilla</i>	GRUNOW	1,2	2		
6334	<i>Cymbella reichardtii</i>	KRAMMER	2,7	3	1,5	4
6335	<i>Cymbella rupicola</i>	GRUNOW			1,0	5
6337	<i>Cymbella similis</i>	KRASSKE	0,6	2	1,0	5
6336	<i>Cymbella simonsenii</i>	KRAMMER	0,6	2	1,0	5
6065	<i>Cymbella sinuata</i>	GREGORY	2,1	1	2,0	2
6150	<i>Cymbella subaequalis</i>	GRUNOW	1,0	2	1,0	5
6066	<i>Cymbella tumida</i>	(BREBISSON) VAN HEURCK	2,5	2	1,6	4
6067	<i>Cymbella tumidula</i>	GRUNOW	0,6	2	1,0	5
6339	<i>Cymbella tumidula</i> var. <i>lancettula</i>	KRAMMER	0,3	2	1,0	5
6752	<i>Denticula elegans</i>	KUETZING	1,8	2		
6340	<i>Denticula kuetzingii</i>	GRUNOW	1,0	2	1,0	5
6068	<i>Denticula tenuis</i>	KUETZING	1,4	3	1,3	4
6185	<i>Diatoma anceps</i>	(EHRENBERG) KIRCHNER	0,3	2	1,0	5
6208	<i>Diatoma ehrenbergii</i>	KUETZING	1,6	2	1,3	3
6167	<i>Diatoma hyemalis</i>	(ROTH) HEIBERG	1,0	4	1,0	5
6949	<i>Diatoma mesodon</i>	(EHRENBERG) KUETZING	0,7	4	1,3	4
6209	<i>Diatoma moniliformis</i>	KUETZING	2,0	3	2,2	4
6210	<i>Diatoma tenuis</i>	J.G.AGARDH			1,3	4
6006	<i>Diatoma vulgare</i>	BORY DE SAINT VINCENT			2,1	4
16208	<i>Diatomella balfouriana</i>	GREVILLE	0,6	2	1,0	5
16209	<i>Didymosphenia geminata</i>	(LYNGBYE) M.SCHMIDT	0,6	1		
6807	<i>Diploneis elliptica</i>	(KUETZING) CLEVE	1,7	2	1,1	4
6346	<i>Diploneis oblongella</i>	(NAEGELI) CLEVE-EULER	1,0	2	1,0	5
6347	<i>Diploneis oculata</i>	(BREBISSON) CLEVE			1,2	4
6070	<i>Diploneis ovalis</i>	(HILSE) CLEVE	1,0	2	1,0	5
6349	<i>Diploneis petersenii</i>	HUSTEDT	1,3	2	1,1	4
6754	<i>Entomoneis ornata</i>	(BAILEY) REIMER	1,2	2		
6212	<i>Epithemia adnata</i>	(KUETZING) BREBISSON	2,2	2	1,2	4

DV-Nr.	Taxa	Autor	TW	G	SW	G
6350	<i>Epithemia argus</i>	(EHRENBERG) KUETZING	1,1	2		
6887	<i>Epithemia sorex</i>	KUETZING	2,7	2	1,4	3
6353	<i>Epithemia turgida</i>	(EHRENBERG) KUETZING	2,3	2		
6354	<i>Eunotia arcubus</i>	NOERPEL et LANGE-BERTALOT	0,6	2	1,0	5
16221	<i>Eunotia arculus</i>	(GRUNOW) LANGE-B. et NOERPEL	1,1	2		
6886	<i>Eunotia arcus</i>	EHRENBERG			1,0	5
6213	<i>Eunotia bilunaris</i>	(EHRENBERG) MILLS			1,7	2
6357	<i>Eunotia diodon</i>	EHRENBERG	0,6	2	1,0	5
6975	<i>Eunotia exigua</i>	(BREBISSON) RABENHORST	0,5	3	1,1	4
6359	<i>Eunotia fallax</i>	A.CLEVE	0,6	2	1,0	5
6360	<i>Eunotia flexuosa</i>	(BREBISSON) KUETZING	0,7	2	1,0	5
6362	<i>Eunotia glacialis</i>	MEISTER	0,7	2	1,0	5
6363	<i>Eunotia hexaglyphis</i>	EHRENBERG	0,6	2		
6364	<i>Eunotia implicata</i>	NOERPEL et al.	0,6	2	1,0	5
6214	<i>Eunotia incisa</i>	GREGORY	0,6	2	1,0	5
6365	<i>Eunotia intermedia</i>	(KRASSKE) NOERPEL et LANGE-B.	0,6	2		
6368	<i>Eunotia microcephala</i>	KRASSKE	0,6	2	1,0	5
6369	<i>Eunotia minor</i>	(KUETZING) GRUNOW			1,5	2
6885	<i>Eunotia monodon</i>	EHRENBERG	0,6	2		
6370	<i>Eunotia muscicola</i> var. <i>tridentula</i>	NOERPEL et LANGE-BERTALOT	0,6	2	1,0	5
6371	<i>Eunotia naegeli</i>	MIGULA	0,6	2		
6372	<i>Eunotia nymmanniana</i>	GRUNOW	0,6	2	1,0	5
6765	<i>Eunotia parallela</i>	EHRENBERG	0,6	2		
6168	<i>Eunotia pectinalis</i>	(DILLWYN) RABENHORST			1,0	5
6851	<i>Eunotia praerupta</i>	EHRENBERG	0,9	2	1,0	5
6767	<i>Eunotia praerupta</i> var. <i>bidens</i>	(EHRENBERG) GRUNOW	1,1	2		
6374	<i>Eunotia praerupta</i> var. <i>bigibba</i>	(KUETZING) GRUNOW	0,9	2		
6375	<i>Eunotia rhomboidea</i>	HUSTEDT	0,6	2	1,0	5
6850	<i>Eunotia serra</i>	EHRENBERG	0,6	2	1,0	5
6377	<i>Eunotia serra</i> var. <i>tetraodon</i>	(EHRENBERG) NOERPEL	0,6	2	1,0	5
6382	<i>Eunotia sudetica</i>	O.MUELLER	0,6	2	1,0	5
6383	<i>Eunotia tenella</i>	(GRUNOW) HUSTEDT			1,0	5
6771	<i>Eunotia triodon</i>	EHRENBERG	0,6	2	1,0	5
6384	<i>Fragilaria alpestris</i>	KRASSKE	0,6	2		
6077	<i>Fragilaria arcus</i>	(EHRENBERG) CLEVE	1,0	3	1,5	2
6385	<i>Fragilaria bicipitata</i>	A.MAYER	1,1	1	1,6	3
6388	<i>Fragilaria brevistriata</i>	GRUNOW	3,0	1	1,3	4
6033	<i>Fragilaria capucina</i>	DESMAZIERES	1,8	2		
6394	<i>Fragilaria capucina</i> perminuta - Sippen	KRAMMER et LANGE-BERTALOT	2,1	4	1,5	3
6395	<i>Fragilaria capucina</i> radians - Sippen	KRAMMER et LANGE-BERTALOT	2,0	2		
6908	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>amphicephala</i>	(GRUNOW) LANGE-BERTALOT	0,9	2	1,0	5
6389	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>austriaca</i>	(GRUNOW) LANGE-BERTALOT	0,5	4	1,0	5
6392	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>gracilis</i>	(OESTRUP) HUSTEDT	1,1	2	1,3	4
6393	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>mesolepta</i>	(RABENHORST) RABENHORST	2,5	1	1,5	3
6396	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>rumpens</i>	(KUETZING) LANGE-BERTALOT	1,0	2	1,6	3
6186	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>vaucheriae</i>	(KUETZING) LANGE-BERTALOT	1,8	1	2,5	2
16234	<i>Fragilaria constricta</i>	EHRENBERG	0,6	3	1,0	5
6034	<i>Fragilaria construens</i>	(EHRENBERG) GRUNOW	2,3	2	1,4	3
6397	<i>Fragilaria construens</i> f. <i>binodis</i>	(EHRENBERG) HUSTEDT	2,3	2		
6828	<i>Fragilaria construens</i> f. <i>venter</i>	(EHRENBERG) HUSTEDT	2,3	2		
6075	<i>Fragilaria crotonensis</i>	KITTON			1,4	3
6399	<i>Fragilaria delicatissima</i>	(W.SMITH) LANGE-BERTALOT	1,4	2	1,0	5
6401	<i>Fragilaria exigua</i>	GRUNOW	0,6	2	1,0	5
6915	<i>Fragilaria famelica</i>	(KUETZING) LANGE-BERTALOT	0,7	4		
6234	<i>Fragilaria fasciculata</i>	(J.G.AGARDH) LANGE-BERTALOT	3,5	3	2,5	3
6402	<i>Fragilaria incognita</i>	REICHARDT	2,2	1	1,1	4
6076	<i>Fragilaria leptostauron</i>	(EHRENBERG) HUSTEDT	2,0	1		
6405	<i>Fragilaria nanana</i>	LANGE-BERTALOT	1,2	2	1,1	4
6237	<i>Fragilaria parasitica</i>	(W.SMITH) GRUNOW	2,3	3	2,2	3
6078	<i>Fragilaria pinnata</i>	EHRENBERG	2,2	1	1,4	3
6238	<i>Fragilaria pulchella</i>	(RALFS) LANGE-BERTALOT	3,5	2	2,8	4
6408	<i>Fragilaria robusta</i>	(FUSEY) MANGUIN			1,0	5
6409	<i>Fragilaria tenera</i>	(W.SMITH) LANGE-BERTALOT	1,0	2	1,0	5
6239	<i>Fragilaria ulna</i>	(NITZSCH) LANGE-BERTALOT	3,5	4		
16575	<i>Fragilaria ulna</i> acus - Sippen	KRAMMER et LANGE-BERTALOT	1,8	2		
6410	<i>Fragilaria ulna</i> angustissima - Sippen	KRAMMER et LANGE-BERTALOT	1,8	2		
6780	<i>Fragilaria ulna</i> oxyrhynchus - Sippen	KRAMMER et LANGE-BERTALOT	2,9	2		
6169	<i>Fragilaria virescens</i>	RALFS	1,4	1	1,2	4
6187	<i>Frustulia rhomboides</i>	(EHRENBERG) DE TONI	0,5	3	1,0	5

DV-Nr.	Taxa	Autor	TW	G	SW	G
6411	<i>Frustulia rhomboides</i> var. <i>amphipleuroides</i>	(GRUNOW) DE TONI	0,6	2	1,2	4
6412	<i>Frustulia rhomboides</i> var. <i>crassinervia</i>	(BREISSON) ROSS	0,4	2	1,0	5
6413	<i>Frustulia rhomboides</i> var. <i>saxonica</i>	(RABENHORST) DE TONI	0,4	2	1,0	5
6079	<i>Frustulia vulgaris</i>	(THWAITES) DE TONI	2,0	2	2,0	3
6080	<i>Gomphonema acuminatum</i>	EHRENBERG	2,5	2	1,5	2
6418	<i>Gomphonema affine</i>	KUETZING	1,8	3		
16246	<i>Gomphonema amoenum</i>	LANGE-BERTALOT	0,4	1		
6819	<i>Gomphonema angustum</i>	J.G.AGARDH	1,0	3	1,6	3
6081	<i>Gomphonema augur</i>	EHRENBERG	3,1	1	2,1	3
6419	<i>Gomphonema auritum</i>	A.BRAUN	0,6	1	1,1	4
6420	<i>Gomphonema bavaricum</i>	REICHARDT et LANGE-BERTALOT	0,6	2	1,1	5
6421	<i>Gomphonema bohemicum</i>	REICHELDT et FRICKE	0,6	1	1,0	5
6217	<i>Gomphonema clavatum</i>	EHRENBERG			1,2	4
6422	<i>Gomphonema clevei</i>	FRICKE	1,2	2		
6423	<i>Gomphonema dichotomum</i>	KUETZING	1,3	2		
6883	<i>Gomphonema gracile</i>	EHRENBERG			1,2	4
6424	<i>Gomphonema hebridense</i>	GREGORY	0,9	2	1,1	4
6427	<i>Gomphonema lateripunctatum</i>	REICHARDT et LANGE-BERTALOT	0,7	2	1,0	5
6428	<i>Gomphonema micropus</i>	KUETZING			1,9	4
6912	<i>Gomphonema minutum</i>	(J.G.AGARDH) J.G.AGARDH	2,2	1	2,0	5
6429	<i>Gomphonema occultum</i>	REICHARDT et LANGE-BERTALOT	0,6	2	1,0	5
6867	<i>Gomphonema olivaceum</i>	(HORNEMANN) BREISSON	2,9	1	2,1	4
16255	<i>Gomphonema olivaceum</i> var. <i>calcareum</i>	(CLEVE) CLEVE	1,8	3		
6430	<i>Gomphonema olivaceum</i> var. <i>minutissimum</i>	HUSTEDT	1,2	2	1,5	3
6431	<i>Gomphonema olivaceum</i> var. <i>olivaceoides</i>	(HUST.) LANGE-B. et REICHARDT	1,5	2	1,5	3
6432	<i>Gomphonema olivaceum</i> v. <i>olivaceolacuum</i>	LANGE-BERTALOT et REICHARDT	1,9	3	1,9	4
6158	<i>Gomphonema parvulum</i>	(KUETZING) KUETZING	3,6	2		
6433	<i>Gomphonema parvulum</i> var. <i>exilissimum</i>	GRUNOW	0,7	2		
16258	<i>Gomphonema parvulum</i> var. <i>parvulus</i>	LANGE-BERTALOT et REICHARDT	0,6	2		
6434	<i>Gomphonema procerum</i>	REICHARDT et LANGE-BERTALOT	1,2	2	1,0	5
6435	<i>Gomphonema productum</i>	(GRUN.) LANGE-B. et REICHARDT	1,3	2	1,2	4
6436	<i>Gomphonema pseudoaugur</i>	LANGE-BERTALOT	3,7	3	2,5	3
6437	<i>Gomphonema pumilum</i>	(GRUNOW) LANGE-B. et REICH.	1,1	1	1,6	3
16586	<i>Gomphonema rhombicum</i>	FRICKE	0,6	1		
6438	<i>Gomphonema sarcophagus</i>	GREGORY	1,3	2		
6439	<i>Gomphonema stauroneiforme</i>	GRUNOW	0,3	3		
6897	<i>Gomphonema tergestinum</i>	FRICKE	1,4	1	1,9	4
6188	<i>Gomphonema truncatum</i>	EHRENBERG	1,9	1	1,5	2
6999	<i>Gomphonema ventricosum</i>	GREGORY	0,5	5	1,0	5
6036	<i>Gyrosigma acuminatum</i>	(KUETZING) RABENHORST	3,7	3	1,9	3
6041	<i>Gyrosigma attenuatum</i>	(KUETZING) RABENHORST	2,6	3		
6443	<i>Gyrosigma nodiferum</i>	(GRUNOW) REIMER	2,7	2	2,0	4
6974	<i>Gyrosigma scalpoides</i>	(RABENHORST) CLEVE	2,3	1		
6084	<i>Hantzschia amphioxys</i>	(EHRENBERG) GRUNOW	3,6	3	1,8	1
6005	<i>Melosira varians</i>	J.G.AGARDH	2,9	4	2,3	2
6026	<i>Meridion circulare</i>	(GREVILLE) J.G.AGARDH	2,5	2	1,9	3
6446	<i>Meridion circulare</i> var. <i>constrictum</i>	(RALFS) VAN HEURCK	1,2	2	1,2	4
6448	<i>Navicula absoluta</i>	HUSTEDT	1,4	3	1,1	4
6809	<i>Navicula angusta</i>	GRUNOW	0,6	2	1,0	5
16292	<i>Navicula arvensis</i> var. <i>major</i>	LANGE-BERTALOT	3,9	2	3,5	2
6117	<i>Navicula atomus</i>	(KUETZING) GRUNOW	2,8	3	3,4	2
6241	<i>Navicula atomus</i> var. <i>permitis</i>	(HUSTEDT) LANGE-BERTALOT	3,1	4	3,4	2
6087	<i>Navicula bacillum</i>	EHRENBERG	2,3	3	1,6	4
6461	<i>Navicula bryophila</i>	PETERSEN	1,3	2	1,1	4
6462	<i>Navicula canoris</i>	HOHN et HELLERMANN	2,9	1	2,0	5
6868	<i>Navicula capitata</i>	EHRENBERG	3,4	3	2,7	3
6966	<i>Navicula capitata</i> var. <i>hungarica</i>	(GRUNOW) ROSS	2,7	2		
6910	<i>Navicula capitatoradiata</i>	GERMAIN	3,3	4	2,3	3
6088	<i>Navicula cari</i>	EHRENBERG	2,6	1	1,5	3
6089	<i>Navicula cincta</i>	(EHRENBERG) RALFS	3,4	2	2,6	2
6968	<i>Navicula citrus</i>	KRASSKE	2,9	1	2,3	3
6466	<i>Navicula clementis</i>	GRUNOW	2,5	2	1,7	4
6969	<i>Navicula cocconeiformis</i>	GREGORY	1,2	2	1,0	5
6467	<i>Navicula cohnii</i>	(HILSE) LANGE-BERTALOT	3,5	2		
6469	<i>Navicula constans</i>	HUSTEDT	2,9	1	1,4	4
6858	<i>Navicula contenta</i>	GRUNOW			1,4	3
6470	<i>Navicula costulata</i>	GRUNOW	2,9	2	1,5	3
6010	<i>Navicula cryptocephala</i>	KUETZING	3,5	4	2,5	2
6471	<i>Navicula cryptofallax</i>	LANGE-BERTALOT et HOFMANN	2,1	2	1,9	4

DV-Nr.	Taxa	Autor	TW	G	SW	G
6889	<i>Navicula cryptotenella</i>	LANGE-BERTALOT	2,3	1	1,5	2
6038	<i>Navicula cuspidata</i>	(KUETZING) KUETZING	3,8	3	2,7	3
6473	<i>Navicula decussis</i>	OESTRUP	1,2	1	1,7	3
6475	<i>Navicula detenta</i>	HUSTEDT	0,6	2	1,0	5
6826	<i>Navicula elginensis</i>	(GREGORY) RALFS	2,1	2	1,5	3
6481	<i>Navicula erifuga</i>	LANGE-BERTALOT	2,9	2	2,3	3
6482	<i>Navicula evanida</i>	HUSTEDT	1,8	1	1,0	5
6808	<i>Navicula exigua</i>	(GREGORY) GRUNOW	2,9	3	1,5	3
6917	<i>Navicula exilis</i>	KUETZING	2,0	1	1,1	4
6485	<i>Navicula festiva</i>	KRASSKE	0,6	2	1,0	5
6489	<i>Navicula gallica</i> var. <i>perpusilla</i>	(GRUNOW) LANGE-BERTALOT	1,2	1	1,2	4
6967	<i>Navicula gastrum</i>	(EHRENBERG) KUETZING	2,9	3	1,5	5
6916	<i>Navicula goeppertiana</i>	(BLEISCH) H.L.SMITH	3,6	5	3,3	2
6493	<i>Navicula gottlandica</i>	GRUNOW	1,5	2	1,0	5
6015	<i>Navicula gregaria</i>	DONKIN	3,5	4	2,5	2
6833	<i>Navicula halophila</i>	(GRUNOW) CLEVE	3,4	5	3,0	3
6500	<i>Navicula hustedtii</i>	KRASSKE	1,8	2		
6501	<i>Navicula ignota</i> var. <i>acceptata</i>	(HUSTEDT) LANGE-BERTALOT	1,8	2		
6812	<i>Navicula integra</i>	(W.SMITH) RALFS	2,9	2	2,4	2
6505	<i>Navicula jaagii</i>	MEISTER	0,9	2	1,0	5
6506	<i>Navicula jaernefeltii</i>	HUSTEDT	1,3	2	1,1	4
6507	<i>Navicula joubaudii</i>	GERMAIN	3,6	5	1,8	3
16330	<i>Navicula lacunolaciniata</i>	LANGE-BERTALOT et BONIK	3,9	3		
6882	<i>Navicula laevisima</i>	KUETZING	1,1	2	1,1	4
6864	<i>Navicula lanceolata</i>	(J.G.AGARDH) EHRENBERG	3,5	4	2,3	3
6156	<i>Navicula laterostrata</i>	HUSTEDT	1,4	2	1,0	5
6923	<i>Navicula lenzii</i>	HUSTEDT	1,2	2	1,1	4
16337	<i>Navicula levanderi</i>	HUSTEDT			1,0	5
6513	<i>Navicula mediocris</i>	KRASSKE	0,6	2	1,0	5
6094	<i>Navicula menisculus</i>	SCHUMANN	2,7	2	1,1	5
6514	<i>Navicula menisculus</i> var. <i>grunowii</i>	LANGE-BERTALOT	2,1	2	2,2	2
16343	<i>Navicula menisculus</i> var. <i>upsaliensis</i>	GRUNOW	2,9	2		
6095	<i>Navicula minima</i>	GRUNOW	2,9	2		
6872	<i>Navicula minuscula</i> var. <i>muralis</i>	(GRUNOW) LANGE-BERTALOT	2,9	3	3,1	3
6516	<i>Navicula minusculoides</i>	HUSTEDT	2,9	2	3,0	2
6219	<i>Navicula molestiformis</i>	HUSTEDT	2,9	2	3,1	2
6861	<i>Navicula monoculata</i>	HUSTEDT	2,9	2	2,2	4
6028	<i>Navicula mutica</i>	KUETZING	2,9	1	2,0	3
6519	<i>Navicula mutica</i> var. <i>ventricosa</i>	(KUETZING) CLEVE et GRUNOW	3,1	2		
16020	<i>Navicula nivalis</i>	EHRENBERG	2,9	1		
6073	<i>Navicula oblonga</i>	KUETZING	2,7	1	1,4	3
6013	<i>Navicula pelliculosa</i>	(BREBISSON) HILSE	2,5	3		
16353	<i>Navicula perminuta</i>	GRUNOW	3,4	3	2,3	3
6866	<i>Navicula phyllepta</i>	KUETZING	2,9	3	2,3	3
6099	<i>Navicula placentula</i>	(EHRENBERG) GRUNOW	2,7	3	1,6	4
6524	<i>Navicula praeterita</i>	HUSTEDT	0,9	2	1,0	5
6100	<i>Navicula protracta</i>	(GRUNOW) CLEVE	2,9	2	2,1	4
6527	<i>Navicula pseudobryophila</i>	(HUSTEDT) HUSTEDT	0,6	2	1,0	5
6865	<i>Navicula pseudolanceolata</i>	LANGE-BERTALOT	2,5	2		
6529	<i>Navicula pseudoscutiformis</i>	HUSTEDT	1,4	2	1,0	5
6530	<i>Navicula pseudotuscula</i>	HUSTEDT	1,8	2	1,3	4
6101	<i>Navicula pupula</i>	KUETZING	3,7	5	2,4	2
6532	<i>Navicula pupula</i> var. <i>mutata</i>	(KRASSKE) HUSTEDT	1,2	2		
6102	<i>Navicula pygmaea</i>	KUETZING	3,7	5	2,6	3
6103	<i>Navicula radiosa</i>	KUETZING	0,6	3	1,3	4
6534	<i>Navicula recens</i>	(LANGE-BERTALOT) LANGE-B.	2,9	2	2,4	3
6221	<i>Navicula reichardtiana</i>	LANGE-BERTALOT	2,3	1	2,1	4
6535	<i>Navicula reichardtiana</i> var. <i>crassa</i>	LANGE-BERTALOT et HOFMANN	2,3	1		
6104	<i>Navicula reinhardtii</i>	GRUNOW	2,8	1	1,9	4
6022	<i>Navicula rhynchocephala</i>	KUETZING	2,3	1	1,7	2
6105	<i>Navicula salinarum</i>	GRUNOW	2,3	2		
6537	<i>Navicula saprophila</i>	LANGE-BERTALOT	2,6	1	3,5	2
6539	<i>Navicula schmassmannii</i>	HUSTEDT	0,6	2	1,0	5
6926	<i>Navicula schoenfeldii</i>	HUSTEDT	1,9	1	1,6	4
6541	<i>Navicula scutelloides</i>	W.SMITH	2,7	3	1,6	4
16368	<i>Navicula seibigiana</i>	LANGE-BERTALOT	2,3	2		
16032	<i>Navicula semen</i>	EHRENBERG	0,6	3		
6192	<i>Navicula seminulum</i>	GRUNOW	3,2	2	3,2	2
6873	<i>Navicula slesvicensis</i>	GRUNOW	3,0	2	2,0	5

DV-Nr.	Taxa	Autor	TW	G	SW	G
6543	Navicula soehrensii	KRASSKE	0,6	2	1,0	5
16034	Navicula soehrensii var. hassiaca	(KRASSKE) LANGE-BERTALOT	0,6	2	1,0	5
6813	Navicula splendicula	VAN LANDINGHAM	1,5	2		
6546	Navicula stroemii	HUSTEDT	1,2	2	1,0	5
6547	Navicula subalpina	REICHARDT	1,4	2	1,0	5
6106	Navicula subhamulata	GRUNOW	2,5	1	1,9	3
6548	Navicula sublucidula	HUSTEDT	2,9	1	1,9	4
6896	Navicula subminuscule	MANGUIN	3,5	4	3,4	2
16373	Navicula submuralis	HUSTEDT	0,6	2		
6550	Navicula subrotundata	HUSTEDT	1,8	2	1,4	4
6878	Navicula subtilissima	CLEVE	0,5	2	1,0	5
6551	Navicula suchlandtii	HUSTEDT	0,6	2	1,0	5
6553	Navicula tenelloides	HUSTEDT	2,9	2		
6554	Navicula tridentula	KRASSKE	0,6	2		
6831	Navicula tripunctata	(O.F.MUELLER) BORY DE ST. VINC.	3,1	3	2,0	3
6870	Navicula trivialis	LANGE-BERTALOT	3,3	1	2,7	3
6989	Navicula tuscula	(EHRENBERG) GRUNOW	1,8	1	1,1	4
6556	Navicula utermoehtii	HUSTEDT	1,8	2	1,4	4
16037	Navicula variostriata	KRASSKE	0,5	2	1,0	5
6890	Navicula veneta	KUETZING	3,5	5	3,3	2
6557	Navicula ventralis	KRASSKE	0,5	3		
6037	Navicula viridula	(KUETZING) EHRENBERG	3,5	4	2,2	4
6558	Navicula viridula var. rostellata	(KUETZING) CLEVE	3,5	4	2,2	4
6559	Navicula vitabunda	HUSTEDT	1,3	2	1,2	4
6560	Navicula vulpina	KUETZING	1,8	2	1,0	5
6561	Navicula wildii	LANGE-BERTALOT	0,3	2	1,0	5
6820	Neidium affine	(EHRENBERG) PFITZER	0,6	2	1,0	5
6562	Neidium affine var. longiceps	(GREGORY) CLEVE	0,6	2		
6563	Neidium alpinum	HUSTEDT	0,6	2	1,0	5
6564	Neidium ampliutum	(EHRENBERG) KRAMMER	1,5	2	1,0	5
6856	Neidium binodis	(EHRENBERG) HUSTEDT	1,8	1	1,3	3
6566	Neidium bisulcatum	(LAGERSTEDT) CLEVE	0,6	3	1,0	5
6108	Neidium dubium	(EHRENBERG) CLEVE	2,3	2	1,3	3
6568	Neidium hercynicum	A.MAYER	0,5	2	1,0	5
6109	Neidium iridis	(EHRENBERG) CLEVE	1,3	2	1,0	5
16386	Neidium ladogensis	(CLEVE) FOGED	0,8	1		
6110	Neidium productum	(W.SMITH) CLEVE	1,4	2	1,0	5
6023	Nitzschia acicularis	(KUETZING) W.SMITH	3,6	5	2,5	2
6573	Nitzschia acidoclinata	LANGE-BERTALOT	2,3	2	1,3	3
6965	Nitzschia acula	HANTZSCH	2,7	2	2,0	3
6575	Nitzschia alpina	HUSTEDT	0,6	3	1,0	5
6039	Nitzschia amphibia	GRUNOW	3,8	5	2,5	2
6991	Nitzschia angustata	(W.SMITH) GRUNOW	1,9	1	1,3	4
6576	Nitzschia angustatula	LANGE-BERTALOT	2,6	2	1,9	4
16045	Nitzschia angustiforaminata	LANGE-BERTALOT	3,9	2		
6922	Nitzschia archibaldii	LANGE-BERTALOT	2,0	2	1,9	3
6578	Nitzschia bacillum	HUSTEDT	1,9	2	1,1	4
6580	Nitzschia brevissima	GRUNOW	2,9	2		
16048	Nitzschia calida	GRUNOW	3,0	2	2,9	4
6964	Nitzschia capitellata	HUSTEDT	3,8	5	3,4	2
6193	Nitzschia clausii	HANTZSCH	3,9	2	2,9	4
6194	Nitzschia communis	RABENHORST	3,9	2	3,3	3
6581	Nitzschia commutata	GRUNOW	3,5	2		
6242	Nitzschia constricta	(KUETZING) RALFS	3,9	5	2,8	4
6584	Nitzschia dealpina	LANGE-BERTALOT et HOFMANN	2,3	2	1,1	4
6921	Nitzschia debilis	ARNOTT	2,9	2		
6008	Nitzschia dissipata	(KUETZING) GRUNOW	2,4	2	2,0	3
6586	Nitzschia dissipata var. media	(HANTZSCH) GRUNOW	2,6	1	1,3	3
6113	Nitzschia dubia	W.SMITH	2,9	2		
6195	Nitzschia filiformis	(W.SMITH) VAN HEURCK	3,7	2	2,9	4
6025	Nitzschia fonticola	GRUNOW			2,1	4
6196	Nitzschia frustulum	(KUETZING) GRUNOW	3,3	4	2,2	4
6806	Nitzschia fruticosa	HUSTEDT	2,9	2		
6594	Nitzschia graciliformis	LANGE-BERTALOT et SIMONSEN	3,4	1	1,6	2
6197	Nitzschia gracilis	HANTZSCH	2,5	2	1,3	4
6931	Nitzschia hantzschiana	RABENHORST	2,0	3	1,6	2
6963	Nitzschia heufferiana	GRUNOW	3,3	4	2,0	5
16051	Nitzschia homburgensis	LANGE-BERTALOT	1,4	3	1,3	3
6114	Nitzschia hungarica	GRUNOW	3,9	3	2,9	4

DV-Nr.	Taxa	Autor	TW	G	SW	G
6595	Nitzschia inconspicua	GRUNOW	3,1	1	2,2	4
6857	Nitzschia intermedia	HANTZSCH	2,9	2		
6597	Nitzschia lacuum	LANGE-BERTALOT	1,2	1	1,2	4
6888	Nitzschia levidensis	(W.SMITH) GRUNOW	3,7	2	2,9	4
6024	Nitzschia linearis	(J.G.AGARDH) W.SMITH	3,4	4	1,9	2
6599	Nitzschia linearis var. subtilis	(GRUNOW) HUSTEDT	3,9	3		
6198	Nitzschia microcephala	GRUNOW	3,9	3	2,5	2
6198	Nitzschia microcephala	GRUNOW	3,9	3	2,5	2
6011	Nitzschia palea	(KUETZING) W.SMITH	3,3	3		
6603	Nitzschia palea var. debilis	(KUETZING) GRUNOW	2,3	1		
6199	Nitzschia paleacea	GRUNOW	2,3	2	2,7	3
6605	Nitzschia perminuta	(GRUNOW) M.PERAGALLO	2,3	1	1,3	3
6918	Nitzschia pura	HUSTEDT	1,9	3	1,8	2
6925	Nitzschia pusilla	GRUNOW	2,7	2	2,4	3
6029	Nitzschia recta	HANTZSCH	3,0	3	1,5	2
16445	Nitzschia reversa	W.SMITH	2,9	2		
6201	Nitzschia sigma	(KUETZING) W.SMITH	2,9	2	2,9	4
6027	Nitzschia sigmoidea	(NITZSCH) W.SMITH	3,8	4	2,1	4
6610	Nitzschia sinuata var. delognei	(GRUNOW) LANGE-BERTALOT	2,3	2	1,8	2
6611	Nitzschia sinuata var. tabellaria	(GRUNOW) GRUNOW	1,2	1		
6961	Nitzschia sociabilis	HUSTEDT	2,8	1	2,1	4
6612	Nitzschia solita	HUSTEDT	3,4	2		
6613	Nitzschia subacicularis	HUSTEDT			2,0	3
6960	Nitzschia sublinearis	HUSTEDT	2,7	4	1,6	2
6924	Nitzschia supralitorea	LANGE-BERTALOT	2,9	4	2,7	3
6119	Nitzschia tryblionella	HANTZSCH	3,8	4	2,4	4
6615	Nitzschia tubicola	GRUNOW	3,4	2	2,1	4
6615	Nitzschia tubicola	GRUNOW	3,4	2	2,1	4
6118	Nitzschia umbonata	(EHRENBERG) LANGE-BERTALOT	3,8	3	3,8	4
6120	Nitzschia vermicularis	(KUETZING) HANTZSCH			2,0	3
6616	Nitzschia wuellerstorffii	LANGE-BERTALOT			2,1	4
6846	Pinnularia alpina	W.SMITH	0,6	2		
16461	Pinnularia balfouriana	GRUNOW	0,6	2		
6148	Pinnularia borealis	EHRENBERG	1,9	1	1,4	3
6881	Pinnularia braunii	(GRUNOW) CLEVE	0,7	2		
6627	Pinnularia brevicostata	CLEVE	0,3	2		
16062	Pinnularia cardinalis	(EHRENBERG) W.SMITH	0,4	2		
6631	Pinnularia dactylus	EHRENBERG	0,6	2		
6632	Pinnularia divergens	W.SMITH	0,6	2		
6633	Pinnularia divergentissima	(GRUNOW) CLEVE	0,6	2		
6845	Pinnularia episcopalis	CLEVE	0,6	2		
6636	Pinnularia gentilis	(DONKIN) CLEVE	1,5	2		
6121	Pinnularia gibba	EHRENBERG			2,5	1
6637	Pinnularia gibba var. linearis	HUSTEDT	0,3	2	1,0	5
6639	Pinnularia globiceps	GREGORY	1,8	2		
6223	Pinnularia hemiptera	(KUETZING) RABENHORST	0,6	2		
6844	Pinnularia interrupta	W.SMITH	0,7	2	1,2	4
16473	Pinnularia lagerstedtii	(CLEVE) CLEVE-EULER	0,6	2		
6853	Pinnularia lata	(BREISSON) RABENHORST	0,6	2		
6958	Pinnularia legumen	EHRENBERG	0,6	2		
6123	Pinnularia maior	(KUETZING) RABENHORST	1,4	3	1,0	5
6650	Pinnularia microstauron var. brebissonii	(KUETZING) MAYER			2,1	2
6111	Pinnularia nobilis	(EHRENBERG) EHRENBERG	0,5	2		
6652	Pinnularia nodosa	(EHRENBERG) W.SMITH	0,3	2		
16071	Pinnularia pulchra	OESTRUP	0,6	2		
6659	Pinnularia rupestris	HANTZSCH	0,6	2		
6663	Pinnularia stomatophora	(GRUNOW) CLEVE	0,6	2		
6126	Pinnularia subcapitata	GREGORY	0,9	2	1,0	5
6665	Pinnularia subcapitata var. hilseana	(JANISCH) O.MUELLER	0,3	2	1,0	5
6669	Pinnularia subrostrata	(A.CLEVE) CLEVE-EULER	0,3	2		
6672	Pinnularia sudetica	(HILSE) HILSE	1,3	2		
6128	Pinnularia viridis	(NITZSCH) EHRENBERG	1,3	2	1,2	4
16485	Pleurosigma angulatum	QUEKETT	2,9	2		
6224	Rhoicosphenia abbreviata	(J.G.AGARDH) LANGE-BERTALOT	2,9	2	2,1	4
6677	Rhopalodia gibba	(EHRENBERG) O.MUELLER	2,7	2	1,5	3
6678	Rhopalodia gibba var. parallela	(GRUNOW) H.et M.PERAGALLO	0,6	3	1,0	5
6225	Simonsenia delognei	(GRUNOW) LANGE-BERTALOT	2,9	2	2,2	4
6841	Stauroneis acuta	W.SMITH	1,8	1		
6679	Stauroneis agrestis	PETERSEN			1,0	5

DV-Nr.	Taxa	Autor	TW	G	SW	G
6129	Stauroneis anceps	EHRENBERG			1,2	4
16558	Stauroneis gracillima	HUSTEDT	1,1	1		
6681	Stauroneis kriegerii	PATRICK	3,3	2	1,6	2
6683	Stauroneis legumen	EHRENBERG	1,9	2		
6685	Stauroneis obtusa	LAGERSTEDT	0,6	2	1,0	5
6130	Stauroneis phoenicenteron	(NITZSCH) EHRENBERG	2,9	1	1,5	2
6131	Stauroneis smithii	GRUNOW	3,3	2	1,5	2
6688	Stauroneis thermicola	(PETERSEN) LUND			1,4	3
16087	Stenopterobia curvula	(W.SMITH) KRAMMER	0,4	2	1,0	5
6690	Stenopterobia delicatissima	(LEWIS) BREBISSON	0,5	2	1,0	5
6227	Surirella amphioxys	W.SMITH	2,9	2		
6133	Surirella angusta	KUETZING	3,7	3	2,2	2
6691	Surirella bifrons	EHRENBERG	2,3	2		
6134	Surirella biseriata	BREBISSON	2,1	2		
6693	Surirella brebissonii	KRAMMER et LANGE-BERTALOT	3,6	5	2,5	2
6994	Surirella capronii	BREBISSON	2,5	2		
16513	Surirella crumena	BREBISSON	2,9	2		
6880	Surirella elegans	EHRENBERG	2,7	3		
6135	Surirella linearis	W.SMITH	1,0	2	1,1	4
16091	Surirella linearis var. helvetica	(BRUN) MEISTER	0,6	2	1,0	5
6229	Surirella minuta	BREBISSON	3,8	3	2,4	3
6136	Surirella ovalis	BREBISSON			2,9	4
6694	Surirella roba	LECLERCQ	0,6	2	1,0	5
6097	Surirella spiralis	KUETZING	0,6	2		
16518	Surirella turgida	W.SMITH	0,6	2		
6074	Tabellaria fenestrata	(LYNGBYE) KUETZING	1,4	3		
6091	Tabellaria flocculosa	(ROTH) KUETZING	0,8	2	1,1	4
6698	Tabellaria ventricosa	KUETZING	0,9	2	1,0	5
16522	Tetracyclus glans	(EHRENBERG) MILLS	0,6	3	1,0	5
16097	Tetracyclus rupestris	(BRAUN) GRUNOW	0,5	2	1,0	5

Tabelle 33: Indikatorarten für den Salzgehalt von Binnengewässern (verändert und erweitert nach ZIEMANN et al. 1999)
 HG = Halobiengruppe; hx = haloxene Taxa, hmp = halophile, mesohalobe und polyhalobe Taxa
 Synonymisierungen sind in der Bewertungssoftware integriert.

DV-Nr.	Taxa	Autor	HG
6699	Achnanthes altaica	(PORETZKY) CLEVE-EULER	hx
16105	Achnanthes bahusiensis	(GRUNOW) LANGE-BERTALOT	hmp
16106	Achnanthes biasolettiana var. subatomus	LANGE-BERTALOT	hx
16107	Achnanthes brevipes	J.G.AGARDH	hmp
16528	Achnanthes brevipes var. intermedia	(KUETZING) CLEVE	hmp
16111	Achnanthes daonensis	LANGE-BERTALOT	hx
6248	Achnanthes delicatula	(KUETZING) GRUNOW	hmp
16114	Achnanthes didyma	HUSTEDT	hx
6253	Achnanthes helvetica	(HUSTEDT) LANGE-BERTALOT	hx
6256	Achnanthes kranzii	LANGE-BERTALOT	hx
16119	Achnanthes kuelbsii	LANGE-BERTALOT	hx
6262	Achnanthes lapidosa	KRASSKE	hx
6705	Achnanthes laterostrata	HUSTEDT	hx
6264	Achnanthes levanderi	HUSTEDT	hx
6045	Achnanthes linearis	(W.SMITH) GRUNOW sensu auct. nonnull	hx
6265	Achnanthes marginulata	GRUNOW	hx
6268	Achnanthes oblongella	OESTRUP	hx
16138	Achnanthes parvula	KUETZING	hmp
6270	Achnanthes peragalli	BRUN & HERIBAUD	hx
16139	Achnanthes pseudopunctulata	SIMONSEN	hmp
16141	Achnanthes punctulata	SIMONSEN	hmp
6711	Achnanthes rechtensis	LECLERCQ	hx
16143	Achnanthes rossii	HUSTEDT	hx
6275	Achnanthes silvahercynia	LANGE-BERTALOT	hx
6276	Achnanthes subatomoides	(HUSTEDT) LANGE-B. & ARCHIBALD	hx
6277	Achnanthes suchlandtii	HUSTEDT	hx
6713	Achnanthes ventralis	(KRASSKE) LANGE-BERTALOT	hx
6281	Amphipleura rutilans	(TRENTEPOHL) CLEVE	hmp
16152	Amphora coffeaeformis	(J.G.AGARDH) KUETZING	hmp
16153	Amphora coffeaeformis var. acutiuscula	(KUETZING) RABENHORST	hmp

DV-Nr.	Taxa	Autor	HG
16154	<i>Amphora commutata</i>	GRUNOW	hmp
16155	<i>Amphora delicatissima</i>	KRASSKE	hmp
6285	<i>Amphora holsatica</i>	HUSTEDT	hmp
16156	<i>Amphora lineolata</i>	EHRENBERG	hmp
16157	<i>Amphora subcapitata</i>	(KISSELEV) HUSTEDT	hmp
6049	<i>Anomoeoneis sphaerophora</i>	(EHRENBERG) PFITZER	hmp
6143	<i>Bacillaria paradoxa</i>	GMELIN	hmp
6291	<i>Brachysira brebissonii</i>	ROSS	hx
16165	<i>Brachysira follis</i>	(EHRENBERG) ROSS	hx
16166	<i>Brachysira garrensis</i>	(LANGE-B. & KRAMMER) LANGE-B.	hx
16167	<i>Brachysira procera</i>	LANGE-BERTALOT & MOSER	hx
6296	<i>Brachysira serians</i>	(BREBISSE) ROUND & MANN	hx
16168	<i>Brachysira wygaschii</i>	LANGE-BERTALOT	hx
6300	<i>Caloneis aerophila</i>	BOCK	hx
6043	<i>Caloneis amphisbaena</i>	(BORY DE SAINT VINCENT) CLEVE	hmp
16171	<i>Caloneis permagna</i>	(BAILEY) CLEVE	hmp
16172	<i>Caloneis westii</i>	(W.SMITH) HENDEY	hmp
16174	<i>Campylodiscus clypeus</i>	EHRENBERG	hmp
16175	<i>Campylodiscus echeneis</i>	EHRENBERG	hmp
16180	<i>Cocconeis scutellum</i>	EHRENBERG	hmp
6309	<i>Cylindrotheca gracilis</i>	(BREBISSE) GRUNOW	hmp
6316	<i>Cymbella descripta</i>	(HUSTEDT) KRAMMER & LANGE-B.	hx
6317	<i>Cymbella elginensis</i>	KRAMMER	hx
6319	<i>Cymbella gaeumannii</i>	MEISTER	hx
6320	<i>Cymbella gracilis</i>	(EHRENBERG) KUETZING	hx
6321	<i>Cymbella hebridica</i>	(GRUNOW) CLEVE	hx
6331	<i>Cymbella mesiana</i>	CHOLNOKY	hx
6747	<i>Cymbella norvegica</i>	GRUNOW	hx
6977	<i>Cymbella perpusilla</i>	CLEVE-EULER	hx
6748	<i>Cymbella pusilla</i>	GRUNOW	hmp
6338	<i>Cymbella stauroneiformis</i>	LAGERSTEDT	hx
16202	<i>Denticula subtilis</i>	GRUNOW	hmp
6185	<i>Diatoma anceps</i>	(EHRENBERG) KIRCHNER	hx
6167	<i>Diatoma hyemalis</i>	(ROTH) HEIBERG	hx
6949	<i>Diatoma mesodon</i>	(EHRENBERG) KUETZING	hx
16206	<i>Diatoma moniliformis ssp. ovalis</i>	(FRICKE) LANGE-BERTALOT	hmp
16207	<i>Diatoma problematica</i>	LANGE-BERTALOT	hmp
16210	<i>Diploneis didyma</i>	(EHRENBERG) EHRENBERG	hmp
16211	<i>Diploneis interrupta</i>	(KUETZING) CLEVE	hmp
16213	<i>Diploneis smithii</i>	(BREBISSE) CLEVE	hmp
16214	<i>Diploneis smithii var. dilatata</i>	(PERAGALLO) TERRY	hmp
16215	<i>Diploneis smithii var. pumila</i>	(GRUNOW) HUSTEDT	hmp
16216	<i>Diploneis smithii var. rhombica</i>	MERESCHKOWSKY	hmp
16217	<i>Entomoneis alata</i>	(EHRENBERG) EHRENBERG	hmp
16218	<i>Entomoneis costata</i>	(HUSTEDT) REIMER	hmp
16219	<i>Entomoneis paludosa</i>	(W.SMITH) REIMER	hmp
16220	<i>Entomoneis paludosa var. subsalina</i>	CLEVE	hmp
16221	<i>Eunotia arculus</i>	(GRUNOW) LANGE-B. & NOERPEL	hx
6886	<i>Eunotia arcus</i>	EHRENBERG	hx
6213	<i>Eunotia bilunaris</i>	(EHRENBERG) MILLS	hx
16222	<i>Eunotia bilunaris var. linearis</i>	(OKUNO) LANGE-BERTALOT & NOERPEL	hx
6355	<i>Eunotia bilunaris var. mucophila</i>	LANGE-BERTALOT & NOERPEL	hx
6761	<i>Eunotia botuliformis</i>	WILD et al.	hx
16223	<i>Eunotia circumborealis</i>	LANGE-BERTALOT & NOERPEL	hx
6356	<i>Eunotia denticulata</i>	(BREBISSE) RABENHORST	hx
6357	<i>Eunotia diodon</i>	EHRENBERG	hx
16224	<i>Eunotia elegans</i>	OESTRUP	hx
6975	<i>Eunotia exigua</i>	(BREBISSE) RABENHORST	hx
16225	<i>Eunotia exigua var. undulata</i>	MAGDEBURG	hx
6358	<i>Eunotia faba</i>	EHRENBERG	hx
6359	<i>Eunotia fallax</i>	A.CLEVE	hx
6762	<i>Eunotia fallax var. groenlandica</i>	(GRUNOW) LANGE-B. & NOERPEL	hx
6360	<i>Eunotia flexuosa</i>	(BREBISSE) KUETZING	hx
6362	<i>Eunotia glacialis</i>	MEISTER	hx
6363	<i>Eunotia hexaglyphis</i>	EHRENBERG	hx
6364	<i>Eunotia implicata</i>	NOERPEL et al.	hx
6214	<i>Eunotia incisa</i>	GREGORY	hx
6365	<i>Eunotia intermedia</i>	(KRASSKE) NOERPEL & LANGE-B.	hx
16226	<i>Eunotia islandica</i>	OESTRUP	hx

DV-Nr.	Taxa	Autor	HG
16104	<i>Eunotia jemtlandica</i>	(FONTELL) BERG	hx
16228	<i>Eunotia major</i>	(W.SMITH) RABENHORST	hx
6367	<i>Eunotia meisteri</i>	HUSTEDT	hx
6368	<i>Eunotia microcephala</i>	KRASSKE	hx
6885	<i>Eunotia monodon</i>	EHRENBERG	hx
6370	<i>Eunotia muscicola</i> var. <i>tridentula</i>	NOERPEL & LANGE-BERTALOT	hx
6371	<i>Eunotia naegeli</i>	MIGULA	hx
16695	<i>Eunotia neofallax</i>	NOERPEL	hx
6372	<i>Eunotia nymanniana</i>	GRUNOW	hx
6373	<i>Eunotia paludosa</i>	GRUNOW	hx
6884	<i>Eunotia paludosa</i> var. <i>trinacria</i>	(KRASSKE) NOERPEL	hx
6168	<i>Eunotia pectinalis</i>	(DILLWYN) RABENHORST	hx
6766	<i>Eunotia pectinalis</i> var. <i>undulata</i>	(RALFS) RABENHORST	hx
6851	<i>Eunotia praerupta</i>	EHRENBERG	hx
6767	<i>Eunotia praerupta</i> var. <i>bidens</i>	(EHRENBERG) GRUNOW	hx
6374	<i>Eunotia praerupta</i> var. <i>bigibba</i>	(KUETZING) GRUNOW	hx
6768	<i>Eunotia praerupta</i> var. <i>curta</i>	GRUNOW	hx
6769	<i>Eunotia praerupta</i> var. <i>inflata</i>	GRUNOW	hx
16229	<i>Eunotia pseudopectinalis</i>	HUSTEDT	hx
6375	<i>Eunotia rhomboidea</i>	HUSTEDT	hx
16230	<i>Eunotia rhynchocephala</i>	HUSTEDT	hx
6376	<i>Eunotia septentrionalis</i>	OESTRUP	hx
6850	<i>Eunotia serra</i>	EHRENBERG	hx
6770	<i>Eunotia serra</i> var. <i>diadema</i>	(EHRENBERG) PATRICK	hx
6377	<i>Eunotia serra</i> var. <i>tetraodon</i>	(EHRENBERG) NOERPEL	hx
6378	<i>Eunotia silvahercynia</i>	NOERPEL et al.	hx
6379	<i>Eunotia soleirolii</i>	(KUETZING) RABENHORST	hx
6380	<i>Eunotia steinecke</i>	PETERSEN	hx
6381	<i>Eunotia subarcuatoides</i>	ALLES et al.	hx
6382	<i>Eunotia sudetica</i>	O.MUELLER	hx
6383	<i>Eunotia tenella</i>	(GRUNOW) HUSTEDT	hx
16668	<i>Eunotia tetraodon</i>	EHRENBERG	hx
6771	<i>Eunotia triodon</i>	EHRENBERG	hx
16233	<i>Fragilaria acidoclinata</i>	LANGE-BERTALOT & HOFMANN	hx
16234	<i>Fragilaria constricta</i>	EHRENBERG	hx
6401	<i>Fragilaria exigua</i>	GRUNOW	hx
6234	<i>Fragilaria fasciculata</i>	(J.G.AGARDH) LANGE-BERTALOT	hmp
6238	<i>Fragilaria pulchella</i>	(RALFS) LANGE-BERTALOT	hmp
6169	<i>Fragilaria virescens</i>	RALFS	hx
16245	<i>Frustulia creuzburgensis</i>	(KRASSKE) HUSTEDT	hmp
6187	<i>Frustulia rhomboides</i>	(EHRENBERG) DE TONI	hx
6412	<i>Frustulia rhomboides</i> var. <i>crassinervia</i>	(BREBISSE) ROSS	hx
6413	<i>Frustulia rhomboides</i> var. <i>saxonica</i>	(RABENHORST) DE TONI	hx
6414	<i>Frustulia rhomboides</i> var. <i>viridula</i>	(BREBISSE) CLEVE	hx
6421	<i>Gomphonema bohemicum</i>	REICHELT & FRICKE	hx
6424	<i>Gomphonema hebridense</i>	GREGORY	hx
6426	<i>Gomphonema lagerheimii</i>	A.CLEVE	hx
6430	<i>Gomphonema olivaceum</i> var. <i>minutissimum</i>	HUSTEDT	hx
6435	<i>Gomphonema productum</i>	(GRUNOW) LANGE-B. & REICHARDT	hx
6999	<i>Gomphonema ventricosum</i>	GREGORY	hx
16227	<i>Gyrosigma balticum</i>	(EHRENBERG) RABENHORST	hmp
16262	<i>Gyrosigma parkeri</i>	(HARRISON) ELMORE	hmp
6996	<i>Gyrosigma peisonis</i>	(GRUNOW) HUSTEDT	hmp
6042	<i>Gyrosigma spenceri</i>	(W.SMITH) CLEVE	hmp
16263	<i>Gyrosigma strigilis</i>	W.SMITH	hmp
16270	<i>Hantzschia spectabilis</i>	(EHRENBERG) HUSTEDT	hmp
16272	<i>Hantzschia virgata</i>	(ROPER) GRUNOW	hmp
16277	<i>Hantzschia vivax</i>	(W.SMITH) M.PERAGALLO	hmp
16279	<i>Mastogloia baltica</i>	GRUNOW	hmp
16280	<i>Mastogloia braunii</i>	GRUNOW	hmp
16281	<i>Mastogloia elliptica</i>	J.G.AGARDH	hmp
6803	<i>Mastogloia elliptica</i> var. <i>dansei</i>	(THWAITES) CLEVE	hmp
6444	<i>Mastogloia smithii</i>	THWAITES	hmp
16287	<i>Melosira nummuloides</i>	(DILLWYN) J.G.AGARDH	hmp
6446	<i>Meridion circulare</i> var. <i>constrictum</i>	(RALFS) VAN HEURCK	hx
16717	<i>Navicula adversa</i>	KRASSKE	hx
6809	<i>Navicula angusta</i>	GRUNOW	hx
16290	<i>Navicula arenaria</i>	DONKIN	hmp
16297	<i>Navicula bulnheimii</i>	GRUNOW	hmp

DV-Nr.	Taxa	Autor	HG
6089	Navicula cincta	(EHRENBERG) RALFS	hmp
6969	Navicula cocconeiformis	GREGORY	hx
6901	Navicula crucicula	(W.SMITH) DONKIN	hmp
16304	Navicula crucigera	(W.SMITH) CLEVE	hmp
16306	Navicula cryptolyra	BROCKMANN	hmp
6038	Navicula cuspidata	(KUETZING) KUETZING	hmp
6475	Navicula detenta	HUSTEDT	hx
6477	Navicula digitoradiata	(GREGORY) RALFS	hmp
16000	Navicula digitulus	HUSTEDT	hx
6479	Navicula duerrenbergiana	HUSTEDT	hmp
16314	Navicula elegans	W.SMITH	hmp
6482	Navicula evanida	HUSTEDT	hx
6917	Navicula exilis	KUETZING	hx
16316	Navicula flantica	GRUNOW	hmp
6489	Navicula gallica var. perpusilla	(GRUNOW) LANGE-BERTALOT	hx
6833	Navicula halophila	(GRUNOW) CLEVE	hmp
16321	Navicula halophiloides	HUSTEDT	hmp
6496	Navicula heimansioides	LANGE-BERTALOT	hx
16325	Navicula humerosa	BREBISSON	hmp
6812	Navicula integra	(W.SMITH) RALFS	hmp
6509	Navicula krasskei	HUSTEDT	hx
16010	Navicula lapidosa	KRASSKE	hx
16011	Navicula leptostriata	JOERGENSEN	hx
16337	Navicula levanderii	HUSTEDT	hx
6513	Navicula mediocris	KRASSKE	hx
16346	Navicula microdigitoradiata	LANGE-BERTALOT	hmp
16349	Navicula notha	WALLACE	hx
6098	Navicula peregrina	(EHRENBERG) KUETZING	hmp
16353	Navicula perminuta	GRUNOW	hmp
6866	Navicula phyllepta	KUETZING	hmp
16355	Navicula plicata	DONKIN	hmp
6100	Navicula protracta	(GRUNOW) CLEVE	hmp
6527	Navicula pseudobryophila	(HUSTEDT) HUSTEDT	hx
6102	Navicula pygmaea	KUETZING	hmp
6534	Navicula recens	(LANGE-BERTALOT) LANGE-BERTALOT	hmp
16362	Navicula rhynchotella	LANGE-BERTALOT	hmp
6105	Navicula salinarum	GRUNOW	hmp
16365	Navicula salinicola	HUSTEDT	hmp
6539	Navicula schmassmannii	HUSTEDT	hx
6540	Navicula schroeterii	MEISTER	hmp
6543	Navicula soehrensii	KRASSKE	hx
16034	Navicula soehrensii var. hassiaca	(KRASSKE) LANGE-BERTALOT	hx
6544	Navicula soehrensii var. muscicola	(PETERSEN) KRASSKE	hx
16370	Navicula soodensis	KRASSKE	hmp
16371	Navicula spicula	(HICKIE) CLEVE	hmp
6549	Navicula submolesta	HUSTEDT	hx
6878	Navicula subtilissima	CLEVE	hx
6551	Navicula suchlandtii	HUSTEDT	hx
16376	Navicula tenera	HUSTEDT	hmp
16037	Navicula variostrata	KRASSKE	hx
6563	Neidium alpinum	HUSTEDT	hx
6566	Neidium bisulcatum	(LAGERSTEDT) CLEVE	hx
6110	Neidium productum	(W.SMITH) CLEVE	hx
6573	Nitzschia acidoclinata	LANGE-BERTALOT	hx
16390	Nitzschia agnita	HUSTEDT	hmp
6575	Nitzschia alpina	HUSTEDT	hx
16391	Nitzschia amplexans	HUSTEDT	hmp
6580	Nitzschia brevissima	GRUNOW	hmp
16048	Nitzschia calida	GRUNOW	hmp
16397	Nitzschia circumscuta	(BAILEY) GRUNOW	hmp
6193	Nitzschia clausii	HANTZSCH	hmp
6581	Nitzschia commutata	GRUNOW	hmp
6583	Nitzschia compressa var. balatonis	(GRUNOW) LANGE-BERTALOT	hmp
16049	Nitzschia compressa var. vexans	(GRUNOW) LANGE-BERTALOT	hmp
6242	Nitzschia constricta	(KUETZING) RALFS	hmp
16402	Nitzschia dippelii	GRUNOW	hmp
6113	Nitzschia dubia	W.SMITH	hmp
16405	Nitzschia elegantula	GRUNOW	hmp
16406	Nitzschia epithemoides	GRUNOW	hmp

DV-Nr.	Taxa	Autor	HG
16408	Nitzschia fasciculata	GRUNOW	hmp
6195	Nitzschia filiformis	(W.SMITH) VAN HEURCK	hmp
6196	Nitzschia frustulum	(KUETZING) GRUNOW	hmp
6591	Nitzschia frustulum var. bulnheimiana	(RABENHORST) GRUNOW	hmp
6931	Nitzschia hantzschiana	RABENHORST	hx
16051	Nitzschia homburgensis	LANG-BERTALOT	hx
6114	Nitzschia hungarica	GRUNOW	hmp
16414	Nitzschia hybrida	GRUNOW	hmp
6595	Nitzschia inconspicua	GRUNOW	hmp
6888	Nitzschia levidensis	(W.SMITH) GRUNOW	hmp
16102	Nitzschia levidensis var. salinarum	GRUNOW	hmp
16052	Nitzschia levidensis var. victoriae	GRUNOW	hmp
16423	Nitzschia liebetruthii	RABENHORST	hmp
6601	Nitzschia littoralis	GRUNOW	hmp
16427	Nitzschia lorenziana	GRUNOW	hmp
6198	Nitzschia microcephala	GRUNOW	hmp
16055	Nitzschia obtusa	W.SMITH	hmp
6602	Nitzschia ovalis	ARNOTT	hmp
16437	Nitzschia perspicua	CHOLNOKY	hmp
16446	Nitzschia rosenstockii	LANG-BERTALOT	hmp
16447	Nitzschia scalaris	(EHRENBERG) W.SMITH	hmp
16057	Nitzschia scalpelliformis	(GRUNOW) GRUNOW	hmp
6201	Nitzschia sigma	(KUETZING) W.SMITH	hmp
6119	Nitzschia tryblionella	HANTZSCH	hmp
16058	Nitzschia vitrea	NORMAN	hmp
6619	Peronia fibula	(BREBISSON) ROSS	hx
6621	Pinnularia anglica	KRAMMER	hx
6622	Pinnularia angusta	(CLEVE) KRAMMER	hx
6623	Pinnularia appendiculata	(J.G.AGARDH) CLEVE	hmp
16543	Pinnularia bacilliformis	KRAMMER	hx
6625	Pinnularia brandelii	CLEVE	hx
16463	Pinnularia brauniana	(GRUNOW) MILLS	hx
6627	Pinnularia brevicostata	CLEVE	hx
16062	Pinnularia cardinalis	(EHRENBERG) W.SMITH	hx
6629	Pinnularia cleveiformis	KRAMMER	hx
6845	Pinnularia episcopalis	CLEVE	hx
6636	Pinnularia gentilis	(DONKIN) CLEVE	hx
16065	Pinnularia gigas	EHRENBERG	hx
6125	Pinnularia microstauron	(EHRENBERG) CLEVE	hx
6651	Pinnularia neomajor	KRAMMER	hx
6658	Pinnularia pseudogibba	KRAMMER	hx
6659	Pinnularia rupestris	HANTZSCH	hx
6660	Pinnularia schoenfelderii	KRAMMER	hx
16074	Pinnularia silvatica	PETERSEN	hx
6663	Pinnularia stomatophora	(GRUNOW) CLEVE	hx
16479	Pinnularia stomatophora var. triundulata	(FONTELL) HUSTEDT	hx
6664	Pinnularia streptoraphe	CLEVE	hx
16480	Pinnularia streptoraphe var. parva	KRAMMER	hx
6126	Pinnularia subcapitata	GREGORY	hx
16481	Pinnularia subcapitata var. elongata	KRAMMER	hx
6665	Pinnularia subcapitata var. hilseana	(JANISCH) O.MUELLER	hx
6670	Pinnularia subrupestris	KRAMMER	hx
16485	Pleurosigma angulatum	QUEKETT	hmp
16486	Pleurosigma elongatum	W.SMITH	hmp
16078	Pleurosigma salinarum	GRUNOW	hmp
16487	Pleurosira laevis	(EHRENBERG) COMPERE	hmp
16492	Rhopalodia constricta	(W.SMITH) KRAMMER	hmp
6677	Rhopalodia gibba	(EHRENBERG) O.MUELLER	hmp
16493	Rhopalodia musculus	(KUETZING) O.MUELLER	hmp
6840	Stauroneis nobilis	SCHUMANN	hx
16501	Stauroneis salina	W.SMITH	hmp
-	Stauroneis simulans	(DONKIN) ROSS	hmp
16087	Stenopterobia curvula	(W.SMITH) KRAMMER	hx
6690	Stenopterobia delicatissima	(LEWIS) BREBISSON	hx
16503	Stenopterobia densestriata	(HUSTEDT) KRAMMER	hx
16510	Surirella brightwellii	W.SMITH	hmp
16511	Surirella brightwellii var. baltica	(SCHUMANN) KRAMMER	hmp
16513	Surirella crumena	BREBISSON	hmp
6136	Surirella ovalis	BREBISSON	hmp

DV-Nr.	Taxa	Autor	HG
6694	Surirella roba	LECLERCQ	hx
16517	Surirella striatula	TURPIN	hmp
16519	Tabellaria binalis	(EHRENBERG) GRUNOW	hx
16520	Tabellaria binalis var. elliptica	FLOWER	hx
16096	Tabellaria quadrisepata	KNUDSON	hx
6698	Tabellaria ventricosa	KUETZING	hx

4.3 Phytobenthos ohne Diatomeen

Für die Phytobenthosbewertung wurden indikative Arten vergleichbarer ökologischer Zustände in den Bewertungskategorien A, B, C und D (Tabelle 34) zusammengefasst. In der für eine Probe-stelle ermittelten Taxaliste muss zu jedem gefundenen Taxon die zugeordnete Bewertungskate-gorie vermerkt werden. Dabei muss darauf geachtet werden, dass die Einordnung der Taxa in den Bewertungskategorien für die einzelnen Fließgewässergruppen unterschiedlich ausfallen kann (Tabelle 35).

Von Frau Dr. Foerster (LfU Bayern) wurde eine gekürzte Indikatorenliste erstellt und anhand bayerischer Daten für die Ökoregion Mittelgebirge getestet. Diese Liste umfasst eine relativ geringe Anzahl Taxa, sodass bei der Probenahme weniger Taxa bestimmt werden müssen und somit eine Bewertung auch mit einem geringeren Zeitaufwand ermöglicht wird. Diese verkürzte Liste findet sich in Tabelle 35.

Tabelle 34: Einteilung der PoD-Taxa in die vier Bewertungskategorien nach SCHAUMBURG et al. (2004)

Kategorie	Beschreibung
A	sensible Arten, charakteristisch für bestimmte Fließgewässertypen
B	weniger sensible Arten, Vorkommen nicht so eng begrenzt wie unter A
C	Störzeiger (Eutrophierung bzw. einen mäßigen bis unbefriedigenden saprobiellen Zustand anzeigend)
D	Störzeiger (sehr starke Eutrophierung, unbefriedigenden bis schlechten saprobiellen Zustand bzw. Schwermetallbelastung anzeigend)

Tabelle 35: Einstufungen der Taxa

*: Chantransia-Stadien gehen nicht in die Bewertung ein, wenn am Standort Arten der Gattungen *Batrachospermum*, *Lemanea*, *Paralemanea* oder **Thorea** mit Häufigkeiten 3, 4 oder 5 nachgewiesen werden.

** : Die Taxa *Chamaesiphon confervicolus* und *Chamaesiphon incrustans* können bei Bewertung mit der verkürzten Indikatorenliste zu dem Taxon *Chamaesiphon confervicolus/incrustans* (DVNr 8342) zusammengefasst werden.

biozönotischer Typ PoD					PB 1	PB 2	PB 3	PB 4	PB 5	PB 6	PB 9	PB 10	PB 11	PB 12
lfd Nr	Taxa der verkürzten Indikatorenliste	Klasse	DV-Nr	LAWA-Typ Taxon	Alpen	Alpen- vorland	5, 5.1, 9	6, 6K, 9.1K, 19_MG	7	9.1, 9.2, 10	14.s, 16.s, 11a, 12a	14.k, 15, 18, 11.r, 12.r, 19_NT	16.k, 17	20
1		Nostocophyceae	8447	Aphanocapsa fonticola		A	A			A				
2		Nostocophyceae	8448	Aphanocapsa rivularis	A	A	C	A	A	A				
3		Nostocophyceae	8077	Aphanothece stagnina									B	
4		Nostocophyceae	8046	Calothrix parietina								A		
5	x**	Nostocophyceae	8427	Chamaesiphon confervicolus	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
6		Nostocophyceae	8105	Chamaesiphon fuscus			A							
7		Nostocophyceae	8446	Chamaesiphon geitleri	A		C							
8	x**	Nostocophyceae	8056	Chamaesiphon incrustans	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
9		Nostocophyceae	8504	Chamaesiphon investiens	A	A	B							
10		Nostocophyceae	8866	Chamaesiphon investiens var. roseus	A									
11		Nostocophyceae	8505	Chamaesiphon minutus	B		A					B		
12		Nostocophyceae	8450	Chamaesiphon oncobyrsoides	B	B	B							
13		Nostocophyceae	8867	Chamaesiphon polonicus	B	B	B				B			
14		Nostocophyceae	8085	Chamaesiphon polymorphus	C	C	C	C	C	C			C	
15		Nostocophyceae	8506	Chamaesiphon rostafinskii			A							
16	x	Nostocophyceae	8086	Chamaesiphon starmachii	A	A	A							
17		Nostocophyceae	8451	Chamaesiphon subglobosus	A	A	A	A	A	A				
18		Nostocophyceae	8087	Chlorogloea microcystoides			B							
19		Nostocophyceae	8865	Chondrocystis dermochroa	A									
20		Nostocophyceae	8864	Chroococcopsis fluviatilis		B	B							
21		Nostocophyceae	8460	Chroococcopsis gigantea		B	C	B	B	B				
22		Nostocophyceae	8062	Chroococcus turgidus								B		
23		Nostocophyceae	8088	Clastidium rivulare	A	A	A							
24		Nostocophyceae	8089	Clastidium setigerum		A								

biozönotischer Typ PoD					PB 1	PB 2	PB 3	PB 4	PB 5	PB 6	PB 9	PB 10	PB 11	PB 12
lfd Nr	Taxa der verkürzten Indikatorliste	LAWA-Typ			Alpen	Alpen-vorland	5, 5.1, 9	6, 6K, 9.1K, 19_MG	7	9.1, 9.2, 10	14.s, 16.s, 11a, 12a	14.k, 15, 18, 11.r, 12.r, 19_NT	16.k, 17	20
		Klasse	DV-Nr	Taxon										
25		Nostocophyceae	8711	Cyanodermatium fluminense			B							
26		Nostocophyceae	8428	Cylindrospermum				C	C	C		C	C	
27		Nostocophyceae	8898	Cylindrospermum maius				C						
28		Nostocophyceae	8452	Dichothrix gypsophila	A	A				A				
29		Nostocophyceae	8197	Geitlerinema acutissimum								D		
30		Nostocophyceae	8175	Geitlerinema splendidum					D			D	D	
31		Nostocophyceae	8090	Heteroleibleinia kuetzingii	C	C	C			C		C	C	
32		Nostocophyceae	8156	Homoeothrix crustacea	B	A	C	A	A	A				
33		Nostocophyceae	8457	Homoeothrix gracilis	A	A								
34		Nostocophyceae	8157	Homoeothrix janthina	C	B	A		C	B		C		-
35		Nostocophyceae	8453	Homoeothrix juliana		A	A							
36	x	Nostocophyceae	8158	Homoeothrix varians	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
37		Nostocophyceae	8159	Hydrococcus cesatii	B	B	B	B	B	B				
38		Nostocophyceae	8155	Hydrococcus rivularis	C	C	C	C	C					
39		Nostocophyceae	8862	Hydrocoleum homoeotrichum	A		A							
40		Nostocophyceae	8454	Hyella fontana	A	A			A					
41		Nostocophyceae	8861	Hyella maxima		A			A	A				
42		Nostocophyceae	8423	Komvophoron constrictum		C	C					C		
43		Nostocophyceae	8247	Komvophoron minutum									C	
44		Nostocophyceae	8637	Komvophoron schmidlei			B			B		B	B	
45		Nostocophyceae	8177	Leptolyngbya foveolarum	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
46		Nostocophyceae	8860	Leptolyngbya frigida				B		B				
47		Nostocophyceae	8455	Leptolyngbya perforans	B	B	C		A	A				
48		Nostocophyceae	8176	Leptolyngbya tenuis								C	C	
49		Nostocophyceae	8993	Merismopedia elegans									B	B
50		Nostocophyceae	8026	Merismopedia glauca		A		A		A		A	A	A
51		Nostocophyceae	8822	Merismopedia minima				C						
52		Nostocophyceae	8456	Microcoleus subtorulosus						B		B		
53		Nostocophyceae	8211	Microcoleus vaginatus					B			B		
54	x	Nostocophyceae	8707	Microcrocis obvoluta									B	
55		Nostocophyceae	8103	Nostoc parmelioides			A							

biozönotischer Typ PoD					PB 1	PB 2	PB 3	PB 4	PB 5	PB 6	PB 9	PB 10	PB 11	PB 12
lfd Nr	Taxa der verkürzten Indikatorliste	Klasse	DV-Nr	LAWA-Typ Taxon	Alpen	Alpen- vorland	5, 5.1, 9	6, 6K, 9.1K, 19_MG	7	9.1, 9.2, 10	14.s, 16.s, 11a, 12a	14.k, 15, 18, 11.r, 12.r, 19_NT	16.k, 17	20
56		Nostocophyceae	8902	Nostoc verrucosum					A					
57	x	Nostocophyceae	8001	Oscillatoria limosa	D	D	D	C	D	D	D	C	D	C
58		Nostocophyceae	8132	Oscillatoria princeps								C		
59		Nostocophyceae	8004	Oscillatoria tenuis			D		D			C	D	
60		Nostocophyceae	8160	Phormidium aerugineo-coeruleum			B	B	B	B				
61		Nostocophyceae	8060	Phormidium ambiguum			C					C		
62	x	Nostocophyceae	8037	Phormidium autumnale	B	B	B	B	B	B		B	B	
63		Nostocophyceae	8464	Phormidium autumnale - Gruppe	B	B		B	B	B	B	B	B	
64		Nostocophyceae	8161	Phormidium breve			D					D	D	
65		Nostocophyceae	8199	Phormidium chalybaeum								C	C	
66		Nostocophyceae	8200	Phormidium chlorinum								C	C	
67	x	Nostocophyceae	8346	Phormidium ingrediens	B	B	B		A	A	B			
68		Nostocophyceae	8162	Phormidium favosum			C		B	B	C			
69		Nostocophyceae	8174	Phormidium formosum								C	C	
70	x	Nostocophyceae	8042	Phormidium incrustatum	C	B	D	B	B	B	C	B	B	
71		Nostocophyceae	8137	Phormidium inundatum								A		
72	x	Nostocophyceae	8974	Phormidium retzii	B	B	B			B		B	B	
73		Nostocophyceae		Phormidium setchellianum			B							
74		Nostocophyceae	8061	Phormidium subfuscum	B	B	C	B		B			B	B
75		Nostocophyceae	8233	Phormidium tergestinum										
76		Nostocophyceae	8891	Phormidium tinctorium			B							B
77		Nostocophyceae	8874	Plectonema			B							
78		Nostocophyceae	8673	Plectonema tomasinianum		B	B							
79		Nostocophyceae	8163	Pleurocapsa aurantiaca	A									
80	x	Nostocophyceae	8164	Pleurocapsa minor	C	C	C	C	C	C		C	C	
81		Nostocophyceae	8165	Porphyrosiphon martensianus			B					B		
82		Nostocophyceae	8008	Pseudanabaena catenata			C	C		C	C	C	C	
83		Nostocophyceae	8206	Pseudanabaena limnetica									C	
84		Nostocophyceae	8916	Schizothrix lacustris		A								
85		Nostocophyceae	8196	Schizothrix semiglobosa	A									
86		Nostocophyceae	8458	Schizothrix tinctoria			A							

biozönotischer Typ PoD					PB 1	PB 2	PB 3	PB 4	PB 5	PB 6	PB 9	PB 10	PB 11	PB 12
lfd Nr	Taxa der verkürzten Indikatorliste	Klasse	DV-Nr	LAWA-Typ Taxon	Alpen	Alpen- vorland	5, 5.1, 9	6, 6K, 9.1K, 19_MG	7	9.1, 9.2, 10	14.s, 16.s, 11a, 12a	14.k, 15, 18, 11.r, 12.r, 19_NT	16.k, 17	20
87		Nostocophyceae	8169	Siphononema polonicum	A		C							
88		Nostocophyceae	8170	Tolypothrix distorta	A									
89		Nostocophyceae	8172	Xenotholus kernerii			A		A					
90	x	Bangiophyceae	7850	Bangia atropurpurea		B	C			B			B	A
91		Bangiophyceae		Compsopogon								D		
92	x	Florideophyceae	7724	Audouinella	-	-	-	B	-	-	B	B	B	B
93	x	Florideophyceae		Audouinella chalybaea	B	B	B	B	B	B				
94	x	Florideophyceae	7950	Audouinella hermannii	B	B	B	B	B	B				
95	x	Florideophyceae	7616	Audouinella pygmaea	C	C	C	B	C	C	B	B	B	
96	x	Florideophyceae	7012	Batrachospermum	B	B	B	B	B	B	B	B	B	A
97		Florideophyceae	7529	Batrachospermum anatinum		A	B		A					
98		Florideophyceae		Batrachospermum atrum			B					A		
99		Florideophyceae	7530	Batrachospermum confusum			A							
100		Florideophyceae	7531	Batrachospermum gelatinosum			B	B	B	B	B	B		
101		Florideophyceae	7617	Batrachospermum helminthosum							A			
102	x	Florideophyceae	7095	Chantransia – Stadien *	C	C	C	B	C	C	B	B	B	B
103	x	Florideophyceae	7073	Hildenbrandia rivularis		B	B	B	B	B	B		B	
104	x	Florideophyceae	7074	Lemanea		B	B							
105		Florideophyceae	7117	Lemanea fluviatilis	B		A			B				
106	x	Florideophyceae	17423	Paralemanea			B		A			-		
107		Florideophyceae	17008	Thorea hispida								C		
108	x	Fucophyceae	7559	Heribaudiella fluviatilis	B	B	C		B					
109		Fucophyceae	7560	Pleurocladia lacustris	-	-								
110		Bicosoecophyceae	7444	Bicosoeca petiolata									C	
111	x	Chrysophyceae	7045	Hydrurus foetidus	B	B	B	B	A	B				
112		Chrysophyceae	7611	Phaeodermatium rivulare	B	B	B	B	A	B				
113		Euglenophyceae	7101	Anisonema acinus									C	
114		Euglenophyceae	7854	Euglena ehrenbergii				C				C		
115		Euglenophyceae	7041	Euglena oxyuris			C	C				C	C	
116		Euglenophyceae	7102	Euglena pisciformis									C	
117		Euglenophyceae	17230	Euglena spirogyra var. fusca									C	

biozönotischer Typ PoD					PB 1	PB 2	PB 3	PB 4	PB 5	PB 6	PB 9	PB 10	PB 11	PB 12
lfd Nr	Taxa der verkürzten Indikatorliste	LAWA-Typ			Alpen	Alpen-vorland	5, 5.1, 9	6, 6K, 9.1K, 19_MG	7	9.1, 9.2, 10	14.s, 16.s, 11a, 12a	14.k, 15, 18, 11.r, 12.r, 19_NT	16.k, 17	20
		Klasse	DV-Nr	Taxon										
118		Euglenophyceae	7503	Euglena texta				C		C				
119		Euglenophyceae	7043	Euglena tripteris								B		
120		Euglenophyceae	7046	Lepocinclis								C		
121		Euglenophyceae	7384	Lepocinclis salina									C	
122		Euglenophyceae	7083	Phacus acuminatus			C	C				C	C	
123		Euglenophyceae	7060	Phacus longicauda			C			C				
124		Euglenophyceae	7389	Phacus orbicularis			C	C		C		C	C	
125		Euglenophyceae	7958	Phacus pleuronectes					C			C	C	
126		Euglenophyceae	7986	Phacus tortus				C			C			
127		Euglenophyceae	7985	Phacus triqueter									C	
128		Euglenophyceae	7882	Trachelomonas oblonga									C	
129		Tribophyceae	17027	Characiopsis minuta								B		
130	x	Tribophyceae	7092	Tribonema			-	B	B	B		B		
131		Tribophyceae	17028	Tribonema regulare				B				B		
132		Tribophyceae	7760	Tribonema viride			C	B	B	B	C	B	B	B
133		Tribophyceae	7288	Tribonema vulgare			C	B	B	B	C	B	B	B
134	x	Tribophyceae	7002	Vaucheria	C	C	C	B / C	C	C	B / C	B / C	B / C	B / C
135		Tribophyceae	17117	Vaucheria aversa		A								
136		Tribophyceae	7561	Vaucheria bursata	C	C	C	B	C	C				
137		Tribophyceae	17119	Vaucheria ornithocephala		B		B		B				
138		Chlorophyceae	7238	Bulbochaete			B							
139		Chlorophyceae	7020	Chaetophora			B					B		
140		Chlorophyceae	17233	Characium acuminatum			B							B
141		Chlorophyceae	17234	Characium ensiforme			C	B				B		B
142	x	Chlorophyceae	7098	Draparnaldia			A	A				A		
143		Chlorophyceae	7110	Draparnaldia glomerata				A				A		
144		Chlorophyceae	7111	Draparnaldia mutabilis			A							
145		Chlorophyceae	7935	Gongrosira debaryana	B	B	B	B	B	B		B		
146		Chlorophyceae	7550	Gongrosira fluminensis	C	B	B							
147	x	Chlorophyceae	7224	Gongrosira incrustans	B	B	C	B	B	B				
148	x	Chlorophyceae	7108	Hydrodictyon reticulatum			B / C				B / C	B / C	B / C	

biozönotischer Typ PoD					PB 1	PB 2	PB 3	PB 4	PB 5	PB 6	PB 9	PB 10	PB 11	PB 12
lfd Nr	Taxa der verkürzten Indikatorliste	LAWA-Typ			Alpen	Alpen- vorland	5, 5.1, 9	6, 6K, 9.1K, 19_MG	7	9.1, 9.2, 10	14.s, 16.s, 11a, 12a	14.k, 15, 18, 11.r, 12.r, 19_NT	16.k, 17	20
		Klasse	DV-Nr	Taxon										
149	x	Chlorophyceae	7096	Microspora amoena	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
150		Chlorophyceae	7998	Microspora floccosa		B	B	B	B	B		B		
151		Chlorophyceae	17034	Microspora lauterbornii			B							
152		Chlorophyceae	7551	Microspora pachyderma				B	B					
153		Chlorophyceae	7112	Microspora quadrata				-		-				
154		Chlorophyceae	17422	Microspora stagnorum			C		C			C		
155		Chlorophyceae	17103	Microspora tumidula			C					C		B
156		Chlorophyceae	7671	Microspora wittrockii		A		A	A	A			A	
157	x	Chlorophyceae	7052	Oedogonium	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
158		Chlorophyceae	7984	Sphaerobotrys fluviatilis	C	C	C	C	C	C				
159		Chlorophyceae	7548	Sporotetras pyriformis	C		C	C		C				
160	x	Chlorophyceae	7001	Stigeoclonium	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
161		Chlorophyceae	7546	Stigeoclonium farctum			D	D		D				D
162		Chlorophyceae	7066	Stigeoclonium tenue				D				D	D	
163		Chlorophyceae	7557	Tetraspora gelatinosa			A					A		-
164		Trebouxiophyceae	7082	Microthamnion kuetzingianum		A	A							
165		Trebouxiophyceae	7051	Microthamnion strictissimum		B	B	B				B		
166	x	Ulvophyceae	7000	Cladophora	C	B / C	C	B / C	B / C	B / C	C	B / C	B / C	B / C
167		Ulvophyceae	7549	Cladophora fracta			C	B / C		B / C		B / C		
168	x	Ulvophyceae	7114	Cladophora glomerata	C	B / C	C	B / C	B / C	B / C	C	B / C	B / C	B / C
169	x	Ulvophyceae	7668	Cladophora rivularis			C	B / C	B / C	B / C	C	B / C		
170		Ulvophyceae	7034	Enteromorpha intestinalis						D				
171		Ulvophyceae	17237	Enteromorpha pilifera								C		
172		Ulvophyceae	7669	Enteromorpha prolifera								D		C
173	x	Ulvophyceae	7115	Rhizoclonium hieroglyphicum			C	B / C		B / C	C	B / C	B / C	
174		Ulvophyceae	7556	Ulothrix tenerrima	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
175		Ulvophyceae	7113	Ulothrix tenuissima	C	B	C	B	B	B				B
176	x	Ulvophyceae	7069	Ulothrix zonata	C	B	C	B	B	B	B	B	B	B
177		Charophyceae	17424	Actinotaenium cruciferum			A							
178		Charophyceae		Bambusina brebissonii			A							
179	x	Charophyceae	7004	Closterium acerosum		C	C	C	C	C	C	C	C	B

biozönotischer Typ PoD					PB 1	PB 2	PB 3	PB 4	PB 5	PB 6	PB 9	PB 10	PB 11	PB 12
lfd Nr	Taxa der verkürzten Indikatorliste	LAWA-Typ			Alpen	Alpen- vorland	5, 5.1, 9	6, 6K, 9.1K, 19_MG	7	9.1, 9.2, 10	14.s, 16.s, 11a, 12a	14.k, 15, 18, 11.r, 12.r, 19_NT	16.k, 17	20
		Klasse	DV-Nr	Taxon										
180		Charophyceae	7358	Closterium cornu			A					C	C	
181		Charophyceae	7085	Closterium dianae			B				B			
182		Charophyceae	7674	Closterium eboracense			B					B		
183	x	Charophyceae	7005	Closterium ehrenbergii		B	C	B	B	B	B	B	B	B
184		Charophyceae	7675	Closterium ehrenbergii var. malinvernianum			C							
185		Charophyceae	7786	Closterium incurvum			B				B			
186		Charophyceae	7785	Closterium intermedium			A							
187		Charophyceae	7359	Closterium jenneri			A							
188		Charophyceae	7843	Closterium kuetzingii								B		
189		Charophyceae	7025	Closterium leibleinii			C	B	B	B	C	B	B	
190		Charophyceae	7677	Closterium leibleinii var. boergensenii			C	B	B	B	C	B	B	
191		Charophyceae	7360	Closterium littorale			C	B		B	B	B	B	
192		Charophyceae	7678	Closterium littorale var. crassum		B	C		B	B				
193		Charophyceae	17107	Closterium lunula								B		
194	x	Charophyceae	7026	Closterium moniliferum		C	C	B	C	C	C	B	C	B
195		Charophyceae	7679	Closterium moniliferum var. concavum			C		C	C				
196		Charophyceae	7784	Closterium navicula			A							
197		Charophyceae	7783	Closterium nilssonii			A							
198		Charophyceae	7680	Closterium praelongum var. brevius			B	B	B	B	B	B	B	
199		Charophyceae	7841	Closterium rostratum			A	C	C	C	A	C	C	C
200		Charophyceae	7009	Closterium strigosum			C	C	C	C	C	C	C	B
201		Charophyceae	7681	Closterium strigosum var. elegans			C	B	C	C		B	B	B
202		Charophyceae	7781	Closterium striolatum			A				A			
203		Charophyceae	7780	Closterium sublaterale			C	C	C	C	C	C	C	
204		Charophyceae		Closterium submoniliferum			C							B
205	x	Charophyceae	7779	Closterium tumidulum		C	C	B	C	C	C	B	C	B
206		Charophyceae	7840	Closterium tumidum			A							
207		Charophyceae	17041	Closterium tumidum var. nylandicum			A							
208		Charophyceae	7361	Closterium venus			A							
209		Charophyceae	17114	Cosmarium botrytis									C	
210		Charophyceae	7215	Cosmarium formosulum								B		

biozönotischer Typ PoD					PB 1	PB 2	PB 3	PB 4	PB 5	PB 6	PB 9	PB 10	PB 11	PB 12
lfd Nr	Taxa der verkürzten Indikatorliste	LAWA-Typ			Alpen	Alpen-vorland	5, 5.1, 9	6, 6K, 9.1K, 19_MG	7	9.1, 9.2, 10	14.s, 16.s, 11a, 12a	14.k, 15, 18, 11.r, 12.r, 19_NT	16.k, 17	20
		Klasse	DV-Nr	Taxon										
211		Charophyceae	7364	Cosmarium laeve			C	B		B	C	B	B	B
212		Charophyceae	7028	Cosmarium margaritiferum									C	
213		Charophyceae	7682	Cosmarium pachydermum var. aetiopicum			A							
214		Charophyceae	7707	Hyalotheca dissiliens			A							
215		Charophyceae	17124	Mesotaenium macrococcum			A							
216		Charophyceae	7091	Micrasterias			A							
217	x	Charophyceae	7089	Mougeotia		B	B	B	B	B	B	B	B	A
218		Charophyceae	7727	Penium margaritaceum			A							
219		Charophyceae		Penium spirostriolatum			A							
220		Charophyceae	7684	Pleurotaenium crenulatum							A			
221		Charophyceae	7768	Pleurotaenium trabecula							A			
222		Charophyceae	7765	Roya			A							
223		Charophyceae		Roya obtusa			A							
224	x	Charophyceae	7013	Spirogyra		B / C	B / C	B / C	B / C	B / C	B / C	B / C	B / C	B
225		Charophyceae	7275	Staurastrum punctulatum			B							
226		Charophyceae	7796	Xanthidium antilopaeum			A							
227	x	Charophyceae	7293	Zygnema			B				B	B	B	
228		Klebsormidiophyceae	7122	Coleochaete								A		
229		Klebsormidiophyceae	7507	Klebsormidium	B	B	B	B	B	B	B	C	B	B
230		Klebsormidiophyceae	7670	Klebsormidium flaccidum		B	B					C		
231		Klebsormidiophyceae	7536	Klebsormidium rivulare	B		B							
232		Klebsormidiophyceae	7563	Klebsormidium subtile		B				B				

Für die Berechnung des Bewertungsindex müssen die Häufigkeitsangaben quadriert werden. Der Bewertungsindex wird nach Gleichung 14 ermittelt. Der errechnete Wert kann theoretisch Werte zwischen +100 und -100 annehmen.

Eine auf diesem Wege berechnete Bewertung gilt als gesichert, wenn bei der Probenahme mindestens fünf eingestufte Taxa gefunden wurden bzw. wenn (bei weniger als fünf Taxa) die Summe der quadrierten Deckungsgrade **mehr** als 16 beträgt. Kann eine Bewertung nicht gesichert erfolgen, so muss dies entsprechend angegeben werden.

Gleichung 14: Berechnung des Bewertungsindex

$$BI = \frac{\sum_{i=1}^{n_A} Q_{Ai} + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{n_B} Q_{Bi} - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{n_C} Q_{Ci} - \sum_{i=1}^{n_D} Q_{Di}}{\sum_{i=1}^{n_A} Q_{Ai} + \sum_{i=1}^{n_B} Q_{Bi} + \sum_{i=1}^{n_C} Q_{Ci} + \sum_{i=1}^{n_D} Q_{Di}} * 100$$

BI = Bewertungsindex
 Q_A = quadrierte Häufigkeit eines Taxons aus Bewertungskategorie A
 Q_B = quadrierte Häufigkeit eines Taxons aus Bewertungskategorie B
 Q_C = quadrierte Häufigkeit eines Taxons aus Bewertungskategorie C
 Q_D = quadrierte Häufigkeit eines Taxons aus Bewertungskategorie D
 i = 1 bis n_A , n_B , n_C , n_D

4.4 Gesamtbewertung von Fließgewässern mit Makrophyten & Phytobenthos

Die WRRL sieht die **gesamte Organismengruppe** der benthischen Flora, Makrophyten & Phytobenthos, als **eine der vier biologischen Komponenten** zur Bewertung des Gewässerzustandes. Daher müssen die drei Teilkomponenten als Module oder auch Metrics für die Bewertung im Sinne der Wasserrahmenrichtlinie betrachtet werden.

4.4.1 Verschneidung der Metrics Makrophyten, Diatomeen und Phytobenthos ohne Diatomeen

Für die Gesamtbewertung der Fließgewässer mit der Biokomponente Makrophyten & Phytobenthos ist es unbedingt erforderlich, dass die Bearbeitung der drei Teilmodule Makrophyten, Diatomeen und Phytobenthos ohne Diatomeen exakt nach den beschriebenen Methoden vorgenommen wird. Das setzt auch eine vorschriftsmäßige Datenerhebung und die korrekte Bestimmung des organismengruppen-abhängigen biozönotischen Typs voraus. Dabei kann es in Einzelfällen zu Widersprüchen zwischen den Teil-Organismengruppen kommen. So kann eine Untersuchungsstelle in einen silikatisch geprägten Fließgewässertyp nach LAWA eingeordnet sein, aber durch sein Einzugsgebiet Einflüssen von karbonatischem Wasser unterliegen. Dabei ist eine Zuordnung zu einem silikatischen Diatomeentyp aber einem karbonatischen Makrophyten- oder Phytobenthostyp möglich. In einem solchen Fall muss überprüft werden, ob die erhöhte Gesamthärte- bzw. Säurekapazität auf anthropogene Beeinflussung, zum Beispiel auf die Einleitung von industriellen Abwässern, zurückzuführen ist. Dann müssen diese Werte als Degradationsfolgen angesehen werden und die Typermittlung dahingehend korrigiert werden. Oft tritt diese Situation auch bei stark degradierten Gewässern auf, ebenso in Gewässern mit großem Einzugsgebiet. Liegt ein

Untersuchungsabschnitt in einem Gebiet mit kleinräumig wechselnder Geologie, sollte, wenn möglich, eine andere Untersuchungsstelle gewählt werden.

Die Kombination von karbonatischer Geologie aber geringer Gesamthärte ist auszuschließen.

Die Unterscheidung von rhithral bzw. potamal geprägten Fließgewässern im Sinne der Makrophytentypologie bezieht sich auf die Besiedlungsmöglichkeit des Gewässers durch höhere Wasserpflanzen. Eine große Rolle spielt hier die mechanische Belastung die durch die fließende Welle auf die Pflanzen einwirkt und die Resistenz der einzelnen Arten gegen diese Belastungen. Eine großblättrige Laichkrautart z.B. ist in turbulent abfließendem Wasser kaum zu erwarten, kleinwüchsige, schmalblättrige aber, je nach Typ, durchaus. Auch ein Gewässer mit einem großen Einzugsgebiet kann im natürlichen Zustand streckenweise ein Abflussgeschehen aufweisen, das nur für strömungsresistente Arten geeignet ist.

Die bundesweit gültige Typologie der LAWA, bzw. die bundesweite Typenkarte der LAWA, kann nicht als alleinige Grundlage der Typermittlung herangezogen werden. Die Typisierung der Probestellen nach den beschriebenen Kriterien ist Voraussetzung für eine Bewertung.

Um die Ergebnisse der drei Metrics Makrophyten, Diatomeen und Phytobenthos ohne Diatomeen vergleichbar zu machen, müssen alle Indexwerte auf eine einheitliche Skala von „0“ bis „1“ umgerechnet werden. Der Wert „1“ bedeutet dabei bestmöglicher ökologischer Zustand im Sinne der WRRL und damit Zustandsklasse 1. „0“ dagegen höchste Degradation des Gewässers, d. h. Zustandsklasse 5. Die Umrechnungen für die Module „Makrophyten“ (Referenzindex, RI) und „Phytobenthos ohne Diatomeen“ (Bewertungsindex, BI) erfolgen nach Gleichung 15 und Gleichung 16. Das Ergebnis des Moduls „Diatomeen“ (Diatomeenindex_{Fließgewässer}, DI_{FG}) bewegt sich bereits auf dieser Skala und muss deswegen nicht umgerechnet werden.

Gleichung 15: Gleichung zur Umrechnung des Moduls RI_{FG} (Referenzindex_{Fließgewässer} Makrophyten) auf eine Skala von 0 bis 1.

$$M_{MP} = \frac{(RI_{FG} + 100) * 0,5}{100}$$

M_{MP} = Modul Makrophytenbewertung
RI_{FG} = typbezogener berechneter Referenzindex_{Fließgewässer}

Gleichung 16: Gleichung zur Umrechnung des Moduls BI (Bewertungsindex Phytobenthos ohne Diatomeen) auf eine Skala von 0 bis 1.

$$M_{PB} = \frac{(BI + 100) * 0,5}{100}$$

M_{PB} = Modul Phytobenthosbewertung
BI = typbezogener berechneter Bewertungsindex

Aus den drei Komponenten erfolgt nach Gleichung 17 die Berechnung des gemeinsamen Makrophyten- Phytobenthos-Index für Fließgewässer (M&P_{FG}). Sollten berechnete Einzelmodule als nicht gesichert angesehen werden müssen, kann der M&P_{FG} ebenfalls berechnet werden. Im Falle eines ungesicherten Moduls Makrophyten wird Gleichung 18 verwendet, bei ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen Gleichung 19. Sollte in Ausnahmefällen die Auswertung des Moduls Diatomeen nicht gesichert möglich sein, kann Gleichung 20 verwendet werden. Bei einer ungesicherten Bewertung zweier Module wird die Bewertung nach dem einen gesicherten Modul vorgenommen. Allerdings ist dann das Endergebnis kritisch zu überprüfen und nicht einer Bewertung aus zwei oder drei Modulen gleichzusetzen!

Gleichung 17: Berechnung des Indexwertes $M\&P_{FG}$ zur Ermittlung des ökologischen Zustandes eines Fließgewässers bei drei gesicherten Modulen.

$$M\&P_{FG} = \frac{M_{MP} + M_D + M_{PB}}{3}$$

$M\&P_{FG}$ = Makrophyten & Phytobenthos-Index für
Fließgewässer
 M_{MP} = Modul Makrophyten
 M_D = Modul Diatomeen
 M_{PB} = Modul Phytobenthos ohne Diatomeen

Gleichung 18: Berechnung des Indexwertes $M\&P_{FG}$ zur Ermittlung des ökologischen Zustandes eines Fließgewässers bei gesicherten Modulen Diatomeen und Phytobenthos ohne Diatomeen.

$$M\&P_{FG} = \frac{M_D + M_{PB}}{2}$$

$M\&P_{FG}$ = Makrophyten & Phytobenthos-Index für
Fließgewässer
 M_D = Modul Diatomeen
 M_{PB} = Modul Phytobenthos ohne Diatomeen

Gleichung 19: Berechnung des Indexwertes $M\&P_{FG}$ zur Ermittlung des ökologischen Zustandes eines Fließgewässers bei gesicherten Modulen Makrophyten und Diatomeen.

$$M\&P_{FG} = \frac{M_{MP} + M_D}{2}$$

$M\&P_{FG}$ = Makrophyten & Phytobenthos-Index für
Fließgewässer
 M_{MP} = Modul Makrophyten
 M_D = Modul Diatomeen

Gleichung 20: Berechnung des Indexwertes $M\&P_{FG}$ zur Ermittlung des ökologischen Zustandes eines Fließgewässers bei gesicherten Modulen Makrophyten und Phytobenthos ohne Diatomeen.

$$M\&P_{FG} = \frac{M_{MP} + M_{PB}}{2}$$

$M\&P_{FG}$ = Makrophyten & Phytobenthos-Index für
Fließgewässer
 M_{PB} = Modul Phytobenthos ohne Diatomeen
 M_{MP} = Modul Makrophyten

4.4.2 Ermitteln der Ökologischen Zustandsklasse

Getrennt nach Ökoregionen sind in Tabelle 36 bis Tabelle 108 die Grenzen für die Zuordnung des berechneten Index $M\&P_{FG}$ in die Ökologischen Zustandsklassen nach WRRL dargestellt. Im Falle einer ungesicherten Bewertung eines oder auch zweier Module werden diese Ergebnisse zwar unterstützend zur Interpretation des Gesamtergebnisses herangezogen, aus der Ermittlung der Ökologischen Zustandsklasse nach WRRL aber herausgelassen.

Die Indexgrenzen für den Fall ungesicherter Einzelbewertungen sind ebenfalls in den genannten Tabellen aufgeführt.

Die Angabe „LAWA-Typ“ bezieht sich auf die Fließgewässertypologie nach POTTGIEBER & SOMMERHÄUSER (2008).

4.4.2.1 Alpen

Bewertung mit den Modulen Makrophyten, Diatomeen und Phytobenthos ohne Diatomeen

Tabelle 36: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse:
Fließgewässer der Kalkalpen mit einer Einzugsgebietsgröße kleiner oder gleich 1000 km²; LAWA-Typ 1.1

Phytobenthos	PB 1		
Diatomeen	D 1.1 FG der Kalkalpen mit EZG ≤ 1000 km ²		
Makrophyten	MRK	MP	MPG
1	1,00 – 0,70	1,00 – 0,72	1,00 – 0,75
2	0,69 – 0,48	0,71 – 0,43	0,74 – 0,48
3	0,47 – 0,26	0,42 – 0,21	0,47 – 0,26
4	0,25 – 0,09	0,20 – 0,08	0,25 – 0,09
5	0,08 – 0,00	0,07 – 0,00	0,08 – 0,00

Tabelle 37: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse:
Fließgewässer der Kalkalpen mit einer Einzugsgebietsgröße größer 1000 km²; LAWA-Typ 1.2

Phytobenthos	PB 1		
Diatomeen	D 1.2 FG der Kalkalpen mit EZG > 1000 km ²		
Makrophyten	MRK	MP	MPG
1	1,00 – 0,69	1,00 – 0,71	1,00 – 0,74
2	0,68 – 0,44	0,70 – 0,39	0,73 – 0,44
3	0,43 – 0,26	0,38 – 0,21	0,43 – 0,26
4	0,25 – 0,09	0,20 – 0,08	0,25 – 0,09
5	0,08 – 0,00	0,07 – 0,00	0,08 – 0,00

Bewertung mit den Modulen Makrophyten und Diatomeen, anzuwenden bei ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen

Tabelle 38: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen:

Fließgewässer der Kalkalpen mit einer Einzugsgebietsgröße kleiner oder gleich 1000 km²; LAWA-Typ 1.1

Diatomeen	D 1.1 FG der Kalkalpen mit EZG ≤ 1000 km²		
Makrophyten	MRK	MP	MPG
1	1,00 – 0,70	1,00 – 0,73	1,00 – 0,78
2	0,69 – 0,50	0,72 – 0,42	0,77 – 0,50
3	0,49 – 0,26	0,41 – 0,19	0,49 – 0,26
4	0,25 – 0,06	0,18 – 0,05	0,25 – 0,06
5	0,05 – 0,00	0,04 – 0,00	0,05 – 0,00

Tabelle 39: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen:

Fließgewässer der Kalkalpen mit einer Einzugsgebietsgröße größer 1000 km²; LAWA-Typ 1.2

Diatomeen	D 1.2 FG der Kalkalpen mit EZG > 1000 km²		
Makrophyten	MRK	MP	MPG
1	1,00 – 0,69	1,00 – 0,71	1,00 – 0,76
2	0,68 – 0,45	0,70 – 0,37	0,75 – 0,45
3	0,44 – 0,25	0,36 – 0,18	0,44 – 0,25
4	0,24 – 0,06	0,17 – 0,05	0,24 – 0,06
5	0,05 – 0,00	0,04 – 0,00	0,05 – 0,00

Bewertung mit den Modulen Makrophyten und Phytobenthos ohne Diatomeen, anzuwenden bei ungesichertem Modul Diatomeen

Tabelle 40: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Diatomeen:

Fließgewässer der Alpen, LAWA-Typen 1.1 und 1.2

Phytobenthos	PB 1		
Makrophyten	MRK	MP	MPG
1	1,00 – 0,70	1,00 – 0,73	1,00 – 0,78
2	0,69 – 0,47	0,72 – 0,40	0,77 – 0,47
3	0,46 – 0,26	0,39 – 0,19	0,46 – 0,26
4	0,25 – 0,09	0,18 – 0,08	0,25 – 0,09
5	0,08 – 0,00	0,07 – 0,00	0,08 – 0,00

**Bewertung mit den Modulen Diatomeen und Phytobenthos ohne Diatomeen,
anzuwenden bei ungesichertem Modul Makrophyten**

Tabelle 41: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Makrophyten:

Fließgewässer der Alpen, LAWA-Typen 1.1 und 1.2

Phytobenthos	PB 1	
Diatomeen	D 1.1 FG der Kalkalpen mit EZG ≤ 1000 km²	D 1.2 FG der Kalkalpen mit EZG > 1000 km²
1	1,00 – 0,70	1,00 – 0,69
2	0,69 – 0,47	0,68 – 0,42
3	0,46 – 0,27	0,41 – 0,26
4	0,26 – 0,12	0,26 – 0,12
5	0,11 – 0,00	0,11 – 0,00

**Bewertung mit dem Modul Diatomeen,
anzuwenden bei ungesichertem Modul Makrophyten und ungesichertem Modul
Phytobenthos ohne Diatomeen**

Tabelle 42: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse bei ungesichertem Modul Makrophyten und ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen:
Fließgewässer der Kalkalpen, LAWA-Typen 1.1 und 1.2

Diatomeen	D 1.1 FG der Kalkalpen mit EZG ≤ 1000 km²	D 1.2 FG der Kalkalpen mit EZG > 1000 km²
1	1,00 – 0,70	1,00 – 0,67
2	0,69 – 0,49	0,66 – 0,39
3	0,48 – 0,27	0,38 – 0,25
4	0,26 – 0,09	0,24 – 0,09
5	0,08 – 0,00	0,08 – 0,00

**Bewertung mit dem Modul Makrophyten,
anzuwenden bei ungesichertem Modul Diatomeen und bei ungesichertem Modul
Phytobenthos ohne Diatomeen**

Tabelle 43: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse bei ungesichertem Modul Diatomeen und bei ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen:
Fließgewässer der Kalkalpen, LAWA-Typen 1.1 und 1.2

Makrophyten	MRK	MP	MPG
1	1,00 – 0,70	1,00 – 0,75	1,00 – 0,85
2	0,69 – 0,50	0,74 – 0,35	0,84 – 0,50
3	0,49 – 0,25	0,34 – 0,10	0,49 – 0,25
4	0,24 – 0,03	0,09 – 0,01	0,24 – 0,03
5	0,02 – 0,00	0,00	0,02 – 0,00

**Bewertung mit dem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen.
anzuwenden bei ungesichertem Modul Diatomeen und bei ungesichertem Modul
Makrophyten**

Tabelle 44: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse bei ungesichertem Modul Diatomeen und bei ungesichertem Modul Makrophyten:
Fließgewässer der Kalkalpen, LAWA-Typen 1.1 und 1.2

Phytobenthos	PB 1
1	1,00 – 0,70
2	0,69 – 0,44
3	0,43 – 0,27
4	0,26 – 0,14
5	0,13 – 0,00

4.4.2.2 Alpenvorland

Bewertung mit den Modulen Makrophyten, Diatomeen und Phytobenthos ohne Diatomeen

Tabelle 45: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse:

Silikatisch geprägte Fließgewässer des Alpenvorlandes mit einer Einzugsgebietsgröße kleiner oder gleich 1000 km², LAWA-Typ 2

Phytobenthos	PB 2			
Diatomeen	D 2 Silikatische FG mit EZG ≤ 1000 km ²			
Makrophyten	MRK	MP	MPG	MRS
1	1,00 – 0,76	1,00 – 0,78	1,00 – 0,81	1,00 – 0,79
2	0,75 – 0,52	0,77 – 0,47	0,80 – 0,52	0,78 – 0,54
3	0,51 – 0,26	0,46 – 0,21	0,51 – 0,26	0,53 – 0,28
4	0,25 – 0,10	0,20 – 0,10	0,25 – 0,10	0,27 – 0,11
5	0,09 – 0,00	0,09 – 0,00	0,09 – 0,00	0,10 – 0,00

Tabelle 46: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse:

Karbonatisch geprägte Fließgewässer des Alpenvorlandes mit einer Einzugsgebietsgröße kleiner oder gleich 1000 km², LAWA-Typen 3 sowie 11 und 19 in der Ökoregion Alpenvorland

Phytobenthos	PB 2			
Diatomeen	D 3 Karbonatische FG mit EZG ≤ 1000 km ²			
Makrophyten	MRK	MP	MPG	MRS
1	1,00 – 0,72	1,00 – 0,74	1,00 – 0,77	1,00 – 0,76
2	0,71 – 0,49	0,73 – 0,44	0,76 – 0,49	0,75 – 0,51
3	0,48 – 0,26	0,43 – 0,21	0,48 – 0,26	0,50 – 0,28
4	0,25 – 0,10	0,20 – 0,10	0,25 – 0,10	0,27 – 0,11
5	0,09 – 0,00	0,09 – 0,00	0,09 – 0,00–	0,10 – 0,00–

Tabelle 47: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse:

Fließgewässer des Alpenvorlandes mit einer Einzugsgebietsgröße größer 1000 km², LAWA-Typ 4

Phytobenthos	PB 2			
Diatomeen	D 4 FG mit EZG > 1000 km ²			
Makrophyten	MRK	MP	MPG	MRS
1	1,00 – 0,74	1,00 – 0,76	1,00 – 0,79	1,00 – 0,78
2	0,73 – 0,50	0,75 – 0,45	0,78 – 0,50	0,77 – 0,51
3	0,49 – 0,27	0,44 – 0,22	0,49 – 0,27	0,50 – 0,29
4	0,26 – 0,11	0,21 – 0,10	0,26 – 0,11	0,28 – 0,11
5	0,10 – 0,00	0,09 – 0,00	0,10 – 0,00	0,10 – 0,00

Bewertung mit den Modulen Makrophyten und Diatomeen, anzuwenden bei ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen

Tabelle 48: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen:

Silikatisch geprägte Fließgewässer des Alpenvorlandes mit einer Einzugsgebietsgröße kleiner oder gleich 1000 km², LAWA-Typ 2

Diatomeen	D 2 Silikatische FG mit EZG ≤ 1000 km²			
Makrophyten	MRK	MP	MPG	MRS
1	1,00 – 0,74	1,00 – 0,77	1,00 – 0,82	1,00 – 0,79
2	0,73 – 0,51	0,76 – 0,44	0,81 – 0,51	0,78 – 0,54
3	0,50 – 0,24	0,43 – 0,17	0,50 – 0,24	0,53 – 0,27
4	0,23 – 0,06	0,16 – 0,05	0,23 – 0,06	0,26 – 0,07
5	0,05 – 0,00	0,04 – 0,00	0,05 – 0,00	0,06 – 0,00

Tabelle 49: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen:

Karbonatisch geprägte Fließgewässer des Alpenvorlandes mit einer Einzugsgebietsgröße kleiner oder gleich 1000 km², LAWA-Typen 3 sowie 11 und 19 in der Ökoregion Alpenvorland

Diatomeen	D 3 Karbonatische FG mit EZG ≤ 1000 km²			
Makrophyten	MRK	MP	MPG	MRS
1	1,00 – 0,69	1,00 – 0,71	1,00 – 0,76	1,00 – 0,74
2	0,68 – 0,47	0,70 – 0,39	0,75 – 0,47	0,73 – 0,49
3	0,46 – 0,25	0,38 – 0,17	0,46 – 0,25	0,48 – 0,27
4	0,24 – 0,06	0,16 – 0,05	0,24 – 0,06	0,26 – 0,07
5	0,05 – 0,00	0,04 – 0,00	0,05 – 0,00	0,06 – 0,00

Tabelle 50: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse:

Fließgewässer des Alpenvorlandes mit einer Einzugsgebietsgröße größer 1000 km², LAWA-Typ 4

Diatomeen	D 4 FG mit EZG > 1000 km²			
Makrophyten	MRK	MP	MPG	MRS
1	1,00 – 0,72	1,00 – 0,74	1,00 – 0,79	1,00 – 0,77
2	0,71 – 0,47	0,73 – 0,40	0,78 – 0,47	0,76 – 0,50
3	0,46 – 0,26	0,39 – 0,19	0,46 – 0,26	0,49 – 0,29
4	0,25 – 0,06	0,18 – 0,05	0,25 – 0,06	0,28 – 0,07
5	0,05 – 0,00	0,04 – 0,00	0,05 – 0,00	0,06 – 0,00

Bewertung mit den Modulen Makrophyten und Phytobenthos ohne Diatomeen, anzuwenden bei ungesichertem Modul Diatomeen

Tabelle 51: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Diatomeen:

Fließgewässer des Alpenvorlandes, LAWA-Typen 2, 3, 4 sowie 11 und 19 in der Ökoregion Alpenvorland

Phytobenthos	PB 2			
Makrophyten	MRK	MP	MPG	MRS
1	1,00 – 0,75	1,00 – 0,78	1,00 – 0,83	1,00 – 0,80
2	0,74 – 0,53	0,77 – 0,45	0,82 – 0,53	0,79 – 0,55
3	0,52 – 0,28	0,44 – 0,20	0,52 – 0,28	0,54 – 0,30
4	0,27 – 0,12	0,19 – 0,11	0,27 – 0,12	0,29 – 0,13
5	0,11 – 0,00	0,10 – 0,00	0,11 – 0,00	0,12 – 0,00

Bewertung mit den Modulen Diatomeen und Phytobenthos ohne Diatomeen, anzuwenden bei ungesichertem Modul Makrophyten

Tabelle 52: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Makrophyten:

Fließgewässer des Alpenvorlandes, LAWA-Typen 2, 3, 4 sowie 11 und 19 in der Ökoregion Alpenvorland

Phytobenthos	PB 2		
Diatomeen	D 2 Silikatische FG mit EZG ≤ 1000 km²	D 3 Karbonatische FG mit EZG ≤ 1000 km²	D 4 FG mit EZG > 1000 km²
1	1,00 – 0,79	1,00 – 0,74	1,00 – 0,77
2	0,78 – 0,54	0,73 – 0,49	0,76 – 0,50
3	0,53 – 0,27	0,48 – 0,27	0,49 – 0,29
4	0,26 – 0,14	0,26 – 0,14	0,28 – 0,15
5	0,13 – 0,00	0,13 – 0,00	0,14 – 0,00

**Bewertung mit dem Modul Diatomeen,
anzuwenden bei ungesichertem Modul Makrophyten und ungesichertem Modul
Phytobenthos ohne Diatomeen**

Tabelle 53: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Makrophyten und ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen:
Fließgewässer des Alpenvorlandes, LAWA-Typen 2, 3, 4 sowie 11 und 19 in der Ökoregion Alpenvorland

Diatomeen	D 2 Silikatische FG mit EZG ≤ 1000 km²	D 3 Karbonatische FG mit EZG ≤ 1000 km²	D 4 FG mit EZG > 1000 km²
1	1,00 – 0,78	1,00 – 0,67	1,00 – 0,73
2	0,77 – 0,52	0,66 – 0,43	0,72 – 0,44
3	0,51 – 0,23	0,42 – 0,24	0,43 – 0,27
4	0,22 – 0,08	0,23 – 0,08	0,26 – 0,09
5	0,07 – 0,00	0,07 – 0,00	0,08 – 0,00

**Bewertung mit dem Modul Makrophyten,
anzuwenden bei ungesichertem Modul Diatomeen und ungesichertem Modul Phytobenthos
ohne Diatomeen**

Tabelle 54: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Diatomeen und ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen:
Fließgewässer des Alpenvorlandes, LAWA-Typen 2, 3, 4 sowie 11 und 19 in der Ökoregion Alpenvorland

Makrophyten	MRK	MP	MPG	MRS
1	1,00 – 0,70	1,00 – 0,75	1,00 – 0,85	1,00 – 0,80
2	0,69 – 0,50	0,74 – 0,35	0,84 – 0,50	0,79 – 0,55
3	0,49 – 0,25	0,34 – 0,10	0,49 – 0,25	0,54 – 0,30
4	0,24 – 0,03	0,09 – 0,01	0,24 – 0,03	0,29 – 0,05
5	0,02 – 0,00	0,00	0,02 – 0,00	0,04 – 0,00

**Bewertung mit dem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen,
anzuwenden bei ungesichertem Modul Diatomeen und ungesichertem Modul Makrophyten**

Tabelle 55: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Diatomeen und ungesichertem Modul Makrophyten:
Fließgewässer des Alpenvorlandes, LAWA-Typen 2, 3, 4 sowie 11 und 19 in der Ökoregion Alpenvorland

Phytobenthos	PB 2
1	1,00 – 0,80
2	0,79 – 0,55
3	0,54 – 0,30
4	0,29 – 0,20
5	0,19 – 0,00

4.4.2.3 Mittelgebirge

Bewertung mit den Modulen Makrophyten, Diatomeen und Phytobenthos ohne Diatomeen

Tabelle 56: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse:

Silikatisch geprägte Fließgewässer des Buntsandsteins und des Grundgebirges im Mittelgebirge mit einer Einzugsgebietsgröße kleiner oder gleich 100 km², LAWA-Typen 5 (excl. Subtyp 5.2: Vulkanite) und 5.1 sowie 11 in der Ökoregion Mittelgebirge

Phytobenthos	PB 3			
Diatomeen	D 5 FG des Buntsandsteins und Grundgebirges mit EZG ≤ 100 km ²			
Makrophyten	MRK	MP	MPG	MRS
1	1,00 – 0,72	1,00 – 0,74	1,00 – 0,77	1,00 – 0,76
2	0,71 – 0,49	0,73 – 0,44	0,76 – 0,49	0,75 – 0,51
3	0,48 – 0,26	0,43 – 0,21	0,48 – 0,26	0,50 – 0,28
4	0,25 – 0,10	0,20 – 0,10	0,25 – 0,10	0,27 – 0,11
5	0,09 – 0,00	0,09 – 0,00	0,09 – 0,00	0,10 – 0,00

Tabelle 57: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse:

Silikatisch geprägte Fließgewässer der Vulkangebiete im Mittelgebirge mit einer Einzugsgebietsgröße kleiner oder gleich 100 km², LAWA-Typ 5.2

Phytobenthos	PB 3			
Diatomeen	D 6 FG der Vulkangebiete mit EZG ≤ 100 km ²			
Makrophyten	MRK	MP	MPG	MRS
1	1,00 – 0,70	1,00 – 0,72	1,00 – 0,75	1,00 – 0,74
2	0,69 – 0,48	0,71 – 0,43	0,74 – 0,48	0,73 – 0,50
3	0,47 – 0,26	0,42 – 0,21	0,47 – 0,26	0,49 – 0,28
4	0,25 – 0,10	0,20 – 0,10	0,25 – 0,10	0,27 – 0,11
5	0,09 – 0,00	0,09 – 0,00	0,09 – 0,00	0,10 – 0,00

Tabelle 58: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse:

Silikatisch geprägte Fließgewässer des Buntsandsteins und des Grundgebirges im Mittelgebirge mit einer Einzugsgebietsgröße größer 100 km² und zugleich kleiner oder gleich 1000 km², LAWA-Typ 9

Phytobenthos	PB 3			
Diatomeen	D 7 FG des Buntsandsteins und Grundgebirges mit EZG > 100 km ² und ≤ 1000 km ²			
Makrophyten	MRK	MP	MPG	MRS
1	1,00 – 0,70	1,00 – 0,72	1,00 – 0,75	1,00 – 0,74
2	0,69 – 0,48	0,71 – 0,43	0,74 – 0,48	0,73 – 0,50
3	0,47 – 0,26	0,42 – 0,21	0,47 – 0,26	0,49 – 0,28
4	0,25 – 0,10	0,20 – 0,10	0,25 – 0,10	0,27 – 0,11
5	0,09 – 0,00	0,09 – 0,00	0,09 – 0,00	0,10 – 0,00

Tabelle 59: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse:

Karbonatisch geprägte Fließgewässer der Löss- und Keuperregionen im Mittelgebirge mit einer Einzugsgebietsgröße kleiner oder gleich 1000 km²; LAWA-Typen 6 und 6_K sowie 9.1 in Löss-, Keuper- und Kreideregionen excl. Muschelkalk-, Jura-, Malm-, Lias-, Dogger- und andere Kalkregionen und 19 im Mittelgebirge

Phytobenthos	PB 4			
Diatomeen	D 8.1 und D 8.2 FG der Löss- und Keuperregionen mit EZG ≤ 1000 km ²			
Makrophyten	MRK	MP	MPG	MRS
1	1,00 – 0,71	1,00 – 0,73	1,00 – 0,76	1,00 – 0,74
2	0,70 – 0,54	0,72 – 0,49	0,75 – 0,54	0,73 – 0,56
3	0,53 – 0,35	0,48 – 0,30	0,53 – 0,35	0,55 – 0,37
4	0,34 – 0,09	0,29 – 0,09	0,34 – 0,09	0,36 – 0,10
5	0,08 – 0,00	0,08 – 0,00	0,08 – 0,00	0,09 – 0,00

Tabelle 60: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse:

Karbonatisch geprägte Fließgewässer der Kalkgebiete im Mittelgebirge mit einer Einzugsgebietsgröße kleiner oder gleich 100 km², LAWA-Typ 7

Phytobenthos	PB 5			
Diatomeen	D 9.1 FG der Kalkgebiete mit EZG ≤ 100 km ²			
Makrophyten	MRK	MP	MPG	MRS
1	1,00 – 0,77	1,00 – 0,78	1,00 – 0,82	1,00 – 0,80
2	0,76 – 0,53	0,77 – 0,48	0,81 – 0,53	0,79 – 0,55
3	0,52 – 0,29	0,47 – 0,24	0,52 – 0,29	0,54 – 0,31
4	0,28 – 0,10	0,23 – 0,10	0,28 – 0,10	0,30 – 0,11
5	0,09 – 0,00	0,09 – 0,00	0,09 – 0,00	0,10 – 0,00

Tabelle 61: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse:

Karbonatisch geprägte Fließgewässer der Kalkgebiete im Mittelgebirge mit einer Einzugsgebietsgröße größer 100 km² und zugleich kleiner oder gleich 1000 km², LAWA-Typ 9.1 in Muschelkalk-, Jura-, Malm-, Lias-, Dogger- und anderen Kalkregionen excl. Löss-, Keuper- und Kreideregionen

Phytobenthos	PB 6			
Diatomeen	D 9.2 FG der Kalkgebiete mit EZG > 100 km ² und ≤ 1000 km ²			
Makrophyten	MRK	MP	MPG	MRS
1	1,00 – 0,74	1,00 – 0,75	1,00 – 0,79	1,00 – 0,77
2	0,73 – 0,54	0,74 – 0,49	0,78 – 0,54	0,76 – 0,55
3	0,53 – 0,28	0,48 – 0,23	0,53 – 0,28	0,54 – 0,30
4	0,27 – 0,10	0,22 – 0,09	0,27 – 0,10	0,29 – 0,10
5	0,09 – 0,00	0,08 – 0,00	0,09 – 0,00	0,09 – 0,00

Tabelle 62: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse:

Karbonatisch geprägte Fließgewässer im Mittelgebirge mit einer Einzugsgebietsgröße größer 1000 km² und zugleich kleiner oder gleich 10.000 km², LAWA-Typ 9.2

Phytobenthos	PB 6			
Diatomeen	D 10.1 FG mit EZG > 1000 km² und ≤ 10.000 km²			
Makrophyten	MRK	MP	MPG	MRS
1	1,00 – 0,70	1,00 – 0,72	1,00 – 0,75	1,00 – 0,74
2	0,69 – 0,51	0,71 – 0,46	0,74 – 0,51	0,73 – 0,52
3	0,50 – 0,30	0,45 – 0,25	0,50 – 0,30	0,51 – 0,32
4	0,29 – 0,10	0,24 – 0,10	0,29 – 0,10	0,31 – 0,11
5	0,09 – 0,00	0,09 – 0,00	0,09 – 0,00	0,10 – 0,00

Tabelle 63: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse:

Karbonatisch geprägte Fließgewässer im Mittelgebirge mit einer Einzugsgebietsgröße größer 10.000 km², LAWA-Typ 10

Phytobenthos	PB 6			
Diatomeen	D 10.2 FG mit EZG > 10.000 km²			
Makrophyten	MRK	MP	MPG	MRS
1	1,00 – 0,70	1,00 – 0,72	1,00 – 0,75	1,00 – 0,73
2	0,69 – 0,50	0,71 – 0,45	0,74 – 0,50	0,72 – 0,52
3	0,49 – 0,30	0,44 – 0,25	0,49 – 0,30	0,51 – 0,31
4	0,29 – 0,10	0,24 – 0,10	0,29 – 0,10	0,30 – 0,11
5	0,09 – 0,00	0,09 – 0,00	0,09 – 0,00	0,10 – 0,00

Bewertung mit den Modulen Makrophyten und Diatomeen, anzuwenden bei ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen

Tabelle 64: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen:

Silikatisch geprägte Fließgewässer des Buntsandsteins und des Grundgebirges im Mittelgebirge mit einer Einzugsgebietsgröße kleiner oder gleich 100 km², LAWA-Typen 5 (excl. Subtyp 5.2: Vulkanite) und 5.1 sowie 11 in der Ökoregion Mittelgebirge

Diatomeen	D 5 FG des Buntsandsteins und Grundgebirges mit EZG ≤ 100 km ²			
Makrophyten	MRK	MP	MPG	MRS
1	1,00 – 0,69	1,00 – 0,71	1,00 – 0,76	1,00 – 0,74
2	0,68 – 0,47	0,70 – 0,39	0,75 – 0,47	0,73 – 0,49
3	0,46 – 0,25	0,38 – 0,17	0,46 – 0,25	0,48 – 0,27
4	0,24 – 0,06	0,16 – 0,05	0,24 – 0,06	0,26 – 0,07
5	0,05 – 0,00	0,04 – 0,00	0,05 – 0,00	0,06 – 0,00

Tabelle 65: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen:

Fließgewässer der Vulkangebiete im Mittelgebirge mit einer Einzugsgebietsgröße kleiner oder gleich 100 km², LAWA-Typ 5.2

Diatomeen	D 6 FG der Vulkangebiete mit EZG ≤ 100 km ²			
Makrophyten	MRK	MP	MPG	MRS
1	1,00 – 0,66	1,00 – 0,68	1,00 – 0,73	1,00 – 0,71
2	0,65 – 0,45	0,67 – 0,38	0,72 – 0,45	0,70 – 0,48
3	0,44 – 0,25	0,37 – 0,17	0,44 – 0,25	0,47 – 0,27
4	0,24 – 0,06	0,16 – 0,05	0,24 – 0,06	0,26 – 0,07
5	0,05 – 0,00	0,04 – 0,00	0,05 – 0,00	0,06 – 0,00

Tabelle 66: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen:

Fließgewässer des Buntsandsteins und des Grundgebirges im Mittelgebirge mit einer Einzugsgebietsgröße größer 100 km² und zugleich kleiner oder gleich 1000 km², LAWA-Typ 9

Diatomeen	D 7 FG des Buntsandsteins und Grundgebirges mit EZG > 100 km ² und ≤ 1000 km ²			
Makrophyten	MRK	MP	MPG	MRS
1	1,00 – 0,66	1,00 – 0,68	1,00 – 0,73	1,00 – 0,71
2	0,65 – 0,45	0,67 – 0,38	0,72 – 0,45	0,70 – 0,48
3	0,44 – 0,25	0,37 – 0,17	0,44 – 0,25	0,47 – 0,27
4	0,24 – 0,06	0,16 – 0,05	0,24 – 0,06	0,26 – 0,07
5	0,05 – 0,00	0,04 – 0,00	0,05 – 0,00	0,06 – 0,00

Tabelle 67: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen:

Fließgewässer der Löss- und Keuperregionen im Mittelgebirge mit einer Einzugsgebietsgröße kleiner oder gleich 1000 km²; LAWA-Typen 6 und 6_K sowie 9.1 in Löss-, Keuper- und Kreideregionen excl. Muschelkalk-, Jura-, Malm-, Lias-, Dogger- und andere Kalkregionen und 19 im Mittelgebirge

Diatomeen	D 8.1 und D 8.2 FG der Löss- und Keuperregionen mit EZG ≤ 1000 km²			
Makrophyten	MRK	MP	MPG	MRS
1	1,00 – 0,63	1,00 – 0,66	1,00 – 0,71	1,00 – 0,68
2	0,62 – 0,45	0,65 – 0,37	0,70 – 0,45	0,67 – 0,47
3	0,44 – 0,25	0,36 – 0,17	0,44 – 0,25	0,46 – 0,27
4	0,24 – 0,06	0,16 – 0,05	0,24 – 0,06	0,26 – 0,07
5	0,05 – 0,00	0,04 – 0,00	0,05 – 0,00	0,06 – 0,00

Tabelle 68: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen:

Fließgewässer der Kalkgebiete im Mittelgebirge mit einer Einzugsgebietsgröße kleiner oder gleich 100 km², LAWA-Typ 7

Diatomeen	D 9.1 FG der Kalkgebiete mit EZG ≤ 100 km²			
Makrophyten	MRK	MP	MPG	MRS
1	1,00 – 0,75	1,00 – 0,78	1,00 – 0,83	1,00 – 0,80
2	0,74 – 0,53	0,77 – 0,45	0,82 – 0,53	0,79 – 0,55
3	0,52 – 0,24	0,44 – 0,17	0,52 – 0,24	0,54 – 0,27
4	0,23 – 0,06	0,16 – 0,05	0,23 – 0,06	0,26 – 0,07
5	0,05 – 0,00	0,04 – 0,00	0,05 – 0,00	0,06 – 0,00

Tabelle 69: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen:

Fließgewässer der Kalkgebiete im Mittelgebirge mit einer Einzugsgebietsgröße größer 100 km² und zugleich kleiner oder gleich 1000 km², LAWA-Typ 9.1 in Muschelkalk-, Jura-, Malm-, Lias-, Dogger- und anderen Kalkregionen excl. Löss-, Keuper- und Kreideregionen

Diatomeen	D 9.2 FG der Kalkgebiete mit EZG > 100 km² und ≤ 1000 km²			
Makrophyten	MRK	MP	MPG	MRS
1	1,00 – 0,71	1,00 – 0,73	1,00 – 0,78	1,00 – 0,76
2	0,70 – 0,51	0,72 – 0,43	0,77 – 0,51	0,75 – 0,53
3	0,50 – 0,23	0,42 – 0,15	0,50 – 0,23	0,52 – 0,25
4	0,22 – 0,05	0,14 – 0,04	0,22 – 0,05	0,24 – 0,06
5	0,04 – 0,00	0,03 – 0,00	0,04 – 0,00	0,05 – 0,00

Tabelle 70: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen:

Karbonatisch geprägte Fließgewässer im Mittelgebirge mit einer Einzugsgebietsgröße größer 1000 km² und zugleich kleiner oder gleich 10.000 km², LAWA-Typ 9.2

Diatomeen	D 10.1 FG mit EZG > 1000 km² und ≤ 10.000 km²			
Makrophyten	MRK	MP	MPG	MRS
1	1,00 – 0,66	1,00 – 0,68	1,00 – 0,73	1,00 – 0,71
2	0,65 – 0,46	0,67 – 0,39	0,72 – 0,46	0,70 – 0,49
3	0,45 – 0,25	0,38 – 0,18	0,45 – 0,25	0,48 – 0,28
4	0,24 – 0,06	0,17 – 0,05	0,24 – 0,06	0,27 – 0,07
5	0,05 – 0,00	0,04 – 0,00	0,05 – 0,00	0,06 – 0,00

Tabelle 71: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen:

Karbonatisch geprägte Fließgewässer im Mittelgebirge mit einer Einzugsgebietsgröße größer 10.000 km², LAWA-Typ 10

Diatomeen	D 10.2 FG mit EZG > 10.000 km²			
Makrophyten	MRK	MP	MPG	MRS
1	1,00 – 0,65	1,00 – 0,68	1,00 – 0,73	1,00 – 0,70
2	0,64 – 0,45	0,67 – 0,38	0,72 – 0,45	0,69 – 0,48
3	0,44 – 0,25	0,37 – 0,17	0,44 – 0,25	0,47 – 0,27
4	0,24 – 0,06	0,16 – 0,05	0,24 – 0,06	0,26 – 0,07
5	0,05 – 0,00	0,04 – 0,00	0,05 – 0,00	0,06 – 0,00

Bewertung mit den Modulen Makrophyten und Phytobenthos ohne Diatomeen, anzuwenden bei ungesichertem Modul Diatomeen

Tabelle 72: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Diatomeen:

Silikatisch geprägte Fließgewässer der Mittelgebirge, LAWA-Typen 5, 5.1, 5.2, und 9 sowie 11 im Mittelgebirge

Phytobenthos	PB 3			
Makrophyten	MRK	MP	MPG	MRS
1	1,00 – 0,75	1,00 – 0,78	1,00 – 0,83	1,00 – 0,80
2	0,74 – 0,53	0,77 – 0,45	0,82 – 0,53	0,79 – 0,55
3	0,52 – 0,28	0,44 – 0,20	0,52 – 0,28	0,54 – 0,30
4	0,27 – 0,12	0,19 – 0,11	0,27 – 0,12	0,29 – 0,13
5	0,11 – 0,00	0,10 – 0,00	0,11 – 0,00	0,12 – 0,00

Tabelle 73: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Diatomeen:

Karbonatisch geprägte Fließgewässer der Mittelgebirge, LAWA-Typen 6, 6_K und 9.1_K sowie 19 im Mittelgebirge

Phytobenthos	PB 4			
Makrophyten	MRK	MP	MPG	MRS
1	1,00 – 0,79	1,00 – 0,81	1,00 – 0,86	1,00 – 0,84
2	0,78 – 0,62	0,80 – 0,54	0,85 – 0,62	0,83 – 0,64
3	0,61 – 0,41	0,53 – 0,33	0,61 – 0,41	0,63 – 0,43
4	0,40 – 0,10	0,32 – 0,09	0,40 – 0,10	0,42 – 0,11
5	0,09 – 0,00	0,08 – 0,00	0,09 – 0,00	0,10 – 0,00

Tabelle 74: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Diatomeen:

Karbonatisch geprägte Fließgewässer der Kalkgebiete im Mittelgebirge mit einer Einzugsgebietsgröße kleiner oder gleich 100 km², LAWA-Typ 7

Phytobenthos	PB 5			
Makrophyten	MRK	MP	MPG	MRS
1	1,00 – 0,75	1,00 – 0,78	1,00 – 0,83	1,00 – 0,80
2	0,74 – 0,53	0,77 – 0,45	0,82 – 0,53	0,79 – 0,55
3	0,52 – 0,33	0,44 – 0,25	0,52 – 0,33	0,54 – 0,35
4	0,32 – 0,12	0,24 – 0,11	0,32 – 0,12	0,34 – 0,13
5	0,11 – 0,00	0,10 – 0,00	0,11 – 0,00	0,12 – 0,00

Tabelle 75: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Diatomeen:

Karbonatisch geprägte Fließgewässer der Mittelgebirge, LAWA-Typen 9.1, 9.2 und 10

Phytobenthos	PB 6			
Makrophyten	MRK	MP	MPG	MRS
1	1,00 – 0,75	1,00 – 0,78	1,00 – 0,83	1,00 – 0,80
2	0,74 – 0,55	0,77 – 0,48	0,82 – 0,55	0,79 – 0,58
3	0,54 – 0,33	0,47 – 0,25	0,54 – 0,33	0,57 – 0,35
4	0,32 – 0,12	0,24 – 0,11	0,32 – 0,12	0,34 – 0,13
5	0,11 – 0,00	0,10 – 0,00	0,11 – 0,00	0,12 – 0,00

Bewertung mit den Modulen Diatomeen und Phytobenthos ohne Diatomeen, anzuwenden bei ungesichertem Modul Makrophyten

Tabelle 76: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Makrophyten:

Silikatisch geprägte Fließgewässer der Mittelgebirge, LAWA-Typen 5, 5.1, 5.2 und 9 sowie 11 im Mittelgebirge

Phytobenthos	PB 3		
Diatomeen	D 5 FG des Buntsand- steins und Grund- gebirges mit EZG ≤ 100 km ²	D 6 FG der Vulkan- gebiete mit EZG ≤ 100 km ²	D 7 FG des Buntsandsteins und Grundgebirges mit EZG > 100 km ² und ≤ 1000 km ²
1	1,00 – 0,74	1,00 – 0,71	1,00 – 0,71
2	0,73 – 0,49	0,70 – 0,48	0,70 – 0,48
3	0,48 – 0,27	0,47 – 0,27	0,47 – 0,27
4	0,26 – 0,14	0,26 – 0,14	0,26 – 0,14
5	0,13 – 0,00	0,13 – 0,00	0,13 – 0,00

Tabelle 77 Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Makrophyten:

Karbonatisch geprägte Fließgewässer der Mittelgebirge, LAWA Typen 6, 6_K, 9.1 in Löss-, Keuper- und Kreideregionen excl. Muschelkalk-, Jura-, Malm-, Lias-, Dogger- und andere Kalkregionen Typ 19 im Mittelgebirge sowie Typ 7

Phytobenthos	PB 4	PB 5
Diatomeen	D 8. 1 und D 8.2 FG der Löss- und Keuperregionen mit EZG ≤ 1000 km ²	D 9.1 FG der Kalkgebiete mit EZG ≤ 100 km ²
1	1,00 – 0,72	1,00 – 0,80
2	0,71 – 0,56	0,79 – 0,55
3	0,55 – 0,40	0,54 – 0,32
4	0,39 – 0,13	0,31 – 0,14
5	0,12 – 0,00	0,13 – 0,00

Tabelle 78: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Makrophyten:

Karbonatisch geprägte Fließgewässer der Mittelgebirge, LAWA-Typen 9.1 in Muschelkalk-, Jura-, Malm-, Lias-, Dogger- und anderen Kalkregionen excl. Löss-, Keuper- und Kreideregionen, 9.2 und 10

Phytobenthos	PB 6		
Diatomeen	D 9.2 FG der Kalkgebiete mit EZG > 100 km² und ≤ 1000 km²	D 10.1 FG mit EZG > 1000 km² und ≤ 10.000 km²	D 10.2 FG mit EZG > 10.000 km²
1	1,00 – 0,76	1,00 – 0,71	1,00 – 0,70
2	0,75 – 0,56	0,70 – 0,51	0,69 – 0,50
3	0,55 – 0,30	0,50 – 0,33	0,49 – 0,32
4	0,29 – 0,13	0,32 – 0,14	0,31 – 0,14
5	0,12 – 0,00	0,13 – 0,00	0,13 – 0,00

**Bewertung mit dem Modul Makrophyten,
anzuwenden bei ungesichertem Modul Diatomeen und ungesichertem Modul Phytobenthos
ohne Diatomeen**

Tabelle 79 Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen und ungesichertem Modul Diatomeen:
Silikatisch und karbonatisch geprägte Fließgewässer des Mittelgebirges

Makrophyten	MRK	MP	MPG	MRS
1	1,00 – 0,70	1,00 – 0,75	1,00 – 0,85	1,00 – 0,80
2	0,69 – 0,50	0,74 – 0,35	0,84 – 0,50	0,79 – 0,55
3	0,49 – 0,25	0,34 – 0,10	0,49 – 0,25	0,54 – 0,30
4	0,24 – 0,03	0,09 – 0,01	0,24 – 0,03	0,29 – 0,05
5	0,02 – 0,00	0,00	0,02 – 0,00	0,04 – 0,00

**Bewertung mit dem Modul Diatomeen,
anzuwenden bei ungesichertem Modul Makrophyten und ungesichertem Modul
Phytobenthos ohne Diatomeen**

Tabelle 80 Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Makrophyten und ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen:
Silikatisch geprägte Fließgewässer des Mittelgebirges

Diatomeen	D 5 FG des Buntsand- steins und Grund- gebirges mit EZG ≤ 100 km²	D 6 FG der Vulkangebiete mit EZG ≤ 100 km²	D 7 FG des Buntsand- steins und Grund- gebirges mit EZG > 100 km² und ≤ 1000 km²
1	1,00 – 0,67	1,00 – 0,61	1,00 – 0,61
2	0,66 – 0,43	0,60 – 0,40	0,60 – 0,40
3	0,42 – 0,24	0,39 – 0,24	0,39 – 0,24
4	0,23 – 0,08	0,23 – 0,08	0,23 – 0,08
5	0,07 – 0,00	0,07 – 0,00	0,07 – 0,00

Tabelle 81 Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Makrophyten und ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen:
Karbonatisch geprägte Fließgewässer des Mittelgebirges mit einem EZG kleiner oder gleich 1.000km²

Diatomeen	D 8.1 und D 8.2 FG der Löss- und Keuperregionen mit EZG ≤ 1000 km²	D 9.1 FG der Kalkgebiete mit EZG ≤ 100 km²	D 9.2 FG der Kalkgebiete mit EZG > 100 km² und ≤ 1000 km²
1	1,00 – 0,56	1,00 – 0,80	1,00 – 0,71
2	0,55 – 0,39	0,79 – 0,55	0,70 – 0,51
3	0,38 – 0,24	0,54 – 0,23	0,50 – 0,20
4	0,23 – 0,08	0,22 – 0,08	0,19 – 0,06
5	0,07 – 0,00	0,07 – 0,00	0,05 – 0,00

Tabelle 82 Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Makrophyten und ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen:
 Karbonatisch geprägte Fließgewässer des Mittelgebirges mit einem EZG größer 1.000km²

Diatomeen	D 10.1 FG der Kalkgebiete mit EZG > 1000 km ² und ≤ 10.000 km ²	D 10.2 FG mit EZG > 10.000 km ²
1	1,00 – 0,61	1,00 – 0,60
2	0,60 – 0,42	0,59 – 0,40
3	0,41 – 0,25	0,39 – 0,24
4	0,24 – 0,08	0,23 – 0,08
5	0,07 – 0,00	0,07 – 0,00

**Bewertung mit dem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen,
 anzuwenden bei ungesichertem Modul Makrophyten und ungesichertem Modul Diatomeen**

Tabelle 83: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Makrophyten und ungesichertem Modul Diatomeen:
 Silikatisch bzw. karbonatisch geprägte Fließgewässer des Mittelgebirges

Phytobenthos	PB 3	PB 4	PB 5	PB 6
1	1,00 – 0,80	1,00 – 0,87	1,00 – 0,80	1,00 – 0,80
2	0,79 – 0,55	0,86 – 0,73	0,79 – 0,55	0,79 – 0,60
3	0,54 – 0,30	0,72 – 0,56	0,54 – 0,40	0,59 – 0,40
4	0,29 – 0,20	0,55 – 0,17	0,39 – 0,20	0,39 – 0,20
5	0,19 – 0,00	0,16 – 0,00	0,19 – 0,00	0,19 – 0,00

4.4.2.4 Norddeutsches Tiefland

Bewertung mit den Modulen Makrophyten, Diatomeen und Phytobenthos ohne Diatomeen

Tabelle 84: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse:

Silikatisch bzw. Organisch geprägte Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes mit einer Einzugsgebietsgröße kleiner oder gleich 1000 km², LAWA-Typen 11 und 12 in der Ökoregion Norddeutsches Tiefland sowie 14 und 16, alle Typen in der basenarmen bzw. silikatischen Ausprägung

Phytobenthos	PB 9					
Diatomeen	D 11.1 und D 11.2 Silikatische FG mit EZG ≤ 1000 km ²					
Makrophyten	TRk	TRm	TRg	TNk	TNm	TNg
1	1,00 – 0,73	1,00 – 0,70	1,00 – 0,66	1,00 – 0,69	1,00 – 0,67	1,00 – 0,68
2	0,72 – 0,52	0,69 – 0,49	0,65 – 0,45	0,68 – 0,52	0,66 – 0,49	0,67 – 0,47
3	0,51 – 0,30	0,48 – 0,27	0,44 – 0,24	0,51 – 0,30	0,48 – 0,29	0,46 – 0,25
4	0,29 – 0,12	0,26 – 0,11	0,23 – 0,11	0,29 – 0,13	0,28 – 0,12	0,24 – 0,11
5	0,11 – 0,00	0,10 – 0,00	0,10 – 0,00	0,12 – 0,00	0,11 – 0,00	0,10 – 0,00

Tabelle 85: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse:

Karbonatisch geprägte Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes mit einer Einzugsgebietsgröße kleiner oder gleich 1000 km², LAWA-Typen 11 in basenreicher Ausprägung, 12 in basenreicher Ausprägung, 14 in karbonatischer Ausprägung, 15, excl. Lössregion und einem EZG kleiner oder gleich 1.000km² sowie 19 in der Ökoregion Norddeutsches Tiefland.

Phytobenthos	PB 10					
Diatomeen	D 12.1 und D 12.2 Karbonatische FG mit EZG ≤ 1000 km ²					
Makrophyten	TRk	TRm	TRg	TNk	TNm	TNg
1	1,00 – 0,70	1,00 – 0,67	1,00 – 0,64	1,00 – 0,66	1,00 – 0,65	1,00 – 0,65
2	0,69 – 0,51	0,66 – 0,48	0,63 – 0,44	0,65 – 0,51	0,64 – 0,48	0,64 – 0,46
3	0,50 – 0,30	0,47 – 0,26	0,43 – 0,23	0,50 – 0,30	0,47 – 0,28	0,45 – 0,25
4	0,29 – 0,12	0,25 – 0,11	0,22 – 0,11	0,29 – 0,13	0,27 – 0,12	0,24 – 0,11
5	0,11 – 0,00	0,10 – 0,00	0,10 – 0,00	0,12 – 0,00	0,11 – 0,00	0,10 – 0,00

Tabelle 86: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse:

Karbonatisch geprägte Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes mit einer Einzugsgebietsgröße größer 1000 km², LAWA-Typ 15 mit einem EZG größer 1.000km² (entspricht 15_g), excl. Lössregion sowie 12 mit EZG größer 1.000 km²

Phytobenthos	PB 10					
Diatomeen	D 13.1 FG mit EZG > 1000 km ²					
Makrophyten	TRg	TRm	TRg	TNk	TNm	TNg
1	1,00 – 0,76	1,00 – 0,73	1,00 – 0,69	1,00 – 0,72	1,00 – 0,70	1,00 – 0,71
2	0,75 – 0,57	0,72 – 0,54	0,68 – 0,50	0,71 – 0,57	0,69 – 0,54	0,70 – 0,52
3	0,56 – 0,37	0,53 – 0,33	0,49 – 0,30	0,56 – 0,37	0,53 – 0,35	0,51 – 0,32
4	0,36 – 0,14	0,32 – 0,13	0,29 – 0,13	0,36 – 0,15	0,34 – 0,14	0,31 – 0,13
5	0,13 – 0,00	0,12 – 0,00	0,12 – 0,00	0,14 – 0,00	0,13 – 0,00	0,12 – 0,00

Tabelle 87: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse:
Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes in Lössregionen, LAWA-Typ 18 sowie 15, nur Lössregion

Phytobenthos	PB 10					
Diatomeen	D 8.1					
Makrophyten	TRg	TRm	TRg	TNk	TNm	TNg
1	1,00 – 0,69	1,00 – 0,65	1,00 – 0,62	1,00 – 0,65	1,00 – 0,63	1,00 – 0,64
2	0,68 – 0,50	0,64 – 0,46	0,61 – 0,43	0,64 – 0,50	0,62 – 0,46	0,63 – 0,45
3	0,49 – 0,30	0,45 – 0,26	0,42 – 0,23	0,49 – 0,30	0,45 – 0,28	0,44 – 0,25
4	0,29 – 0,12	0,25 – 0,11	0,22 – 0,11	0,29 – 0,13	0,27 – 0,12	0,24 – 0,11
5	0,11 – 0,00	0,10 – 0,00	0,10 – 0,00	0,12 – 0,00	0,11 – 0,00	0,10 – 0,00

Tabelle 88: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse:
Karbonatisch geprägte Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes mit einer Einzugsgebietsgröße kleiner oder gleich 1000 km², LAWA-Typ 16, karbonatische Ausprägung sowie 17 mit einem EZG kleiner oder gleich 1.000km²

Phytobenthos	PB 11					
Diatomeen	D 12.1 und 12.2 Karbonatische FG mit EZG ≤ 1000 km ²					
Makrophyten	TRg	TRm	TRg	TNk	TNm	TNg
1	1,00 – 0,70	1,00 – 0,67	1,00 – 0,64	1,00 – 0,66	1,00 – 0,65	1,00 – 0,65
2	0,69 – 0,51	0,66 – 0,48	0,63 – 0,44	0,65 – 0,51	0,64 – 0,48	0,64 – 0,46
3	0,50 – 0,30	0,47 – 0,26	0,43 – 0,23	0,50 – 0,30	0,47 – 0,28	0,45 – 0,25
4	0,29 – 0,12	0,25 – 0,11	0,22 – 0,11	0,29 – 0,13	0,27 – 0,12	0,24 – 0,11
5	0,11 – 0,00	0,10 – 0,00	0,10 – 0,00	0,12 – 0,00	0,11 – 0,00–	0,10 – 0,00

Tabelle 89: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse:
Karbonatisch geprägte Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes mit einer Einzugsgebietsgröße größer 1000 km², LAWA-Typ 17 mit einem EZG größer 1.000km²

Phytobenthos	PB 11					
Diatomeen	D 13.1 FG mit EZG > 1000 km ²					
Makrophyten	TRg	TRm	TRg	TNk	TNm	TNg
1	1,00 – 0,76	1,00 – 0,73	1,00 – 0,69	1,00 – 0,72	1,00 – 0,70	1,00 – 0,71
2	0,75 – 0,57	0,72 – 0,54	0,68 – 0,50	0,71 – 0,57	0,69 – 0,54	0,70 – 0,52
3	0,56 – 0,37	0,53 – 0,33	0,49 – 0,30	0,56 – 0,37	0,53 – 0,35	0,51 – 0,32
4	0,36 – 0,14	0,32 – 0,13	0,29 – 0,13	0,36 – 0,15	0,34 – 0,14	0,31 – 0,13
5	0,13 – 0,00	0,12 – 0,00	0,12 – 0,00	0,14 – 0,00	0,13 – 0,00	0,12 – 0,00

Tabelle 90: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse:

Karbonatisch geprägte Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes mit einer Einzugsgebietsgröße größer 10.000 km², LAWA-Typ 20

Phytobenthos	PB 12					
Diatomeen	D 13.2 FG mit EZG > 10.000 km ²					
Makrophyten	TRg	TRm	TRg	TNk	TNm	TNg
1	1,00 – 0,76	1,00 – 0,73	1,00 – 0,69	1,00 – 0,72	1,00 – 0,70	1,00 – 0,71
2	0,75 – 0,57	0,72 – 0,54	0,68 – 0,50	0,71 – 0,57	0,69 – 0,54	0,70 – 0,52
3	0,56 – 0,37	0,53 – 0,33	0,49 – 0,30	0,56 – 0,37	0,53 – 0,35	0,51 – 0,32
4	0,36 – 0,14	0,32 – 0,13	0,29 – 0,13	0,36 – 0,15	0,34 – 0,14	0,31 – 0,13
5	0,13 – 0,00	0,12 – 0,00	0,12 – 0,00	0,14 – 0,00	0,13 – 0,00	0,12 – 0,00

**Bewertung mit den Modulen Makrophyten und Diatomeen,
anzuwenden bei ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen**

Tabelle 91: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen:

Silikatisch bzw. Organisch geprägte Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes mit einer Einzugsgebietsgröße kleiner oder gleich 1000 km², LAWA-Typen 11 und 12 in der Ökoregion Norddeutsches Tiefland sowie 14 und 16, alle Typen in der basenarmen bzw. silikatischen Ausprägung

Diatomeen	D 11.1 und D 11.2 Silikatische FG mit EZG ≤ 1000 km ²					
Makrophyten	TRk	TRm	TRg	TNk	TNm	TNg
1	1,00 – 0,72	1,00 – 0,67	1,00 – 0,62	1,00 – 0,66	1,00 – 0,64	1,00 – 0,65
2	0,71 – 0,48	0,66 – 0,43	0,61 – 0,38	0,65 – 0,48	0,63 – 0,43	0,64 – 0,41
3	0,47 – 0,26	0,42 – 0,21	0,37 – 0,16	0,47 – 0,26	0,42 – 0,23	0,40 – 0,18
4	0,25 – 0,06	0,20 – 0,05	0,15 – 0,05	0,25 – 0,07	0,22 – 0,06	0,17 – 0,05
5	0,05 – 0,00	0,04 – 0,00	0,04 – 0,00	0,06 – 0,00	0,05 – 0,00	0,04 – 0,00

Tabelle 92: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen:

Karbonatisch geprägte Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes mit einer Einzugsgebietsgröße kleiner 1000 km², LAWA-Typen 11 in basenreicher Ausprägung, 12 mit einem EZG kleiner oder gleich 1.000km² und basenreicher Ausprägung, 14 und 16, beide in karbonatischer Ausprägung, 15, excl. Lössregion und einem EZG kleiner oder gleich 1.000km², 17 mit einem EZG kleiner oder gleich 1.000km² sowie 19 in der Ökoregion Norddeutsches Tiefland.

Diatomeen	D 12.1 und D 12.2 Karbonatische FG mit EZG ≤ 1000 km ²					
Makrophyten	TRk	TRm	TRg	TNk	TNm	TNg
1	1,00 – 0,68	1,00 – 0,63	1,00 – 0,58	1,00 – 0,62	1,00 – 0,60	1,00 – 0,61
2	0,67 – 0,47	0,62 – 0,42	0,57 – 0,37	0,61 – 0,47	0,59 – 0,42	0,60 – 0,39
3	0,46 – 0,25	0,41 – 0,20	0,36 – 0,15	0,46 – 0,25	0,41 – 0,22	0,38 – 0,17
4	0,24 – 0,06	0,19 – 0,05	0,14 – 0,05	0,24 – 0,07	0,21 – 0,06	0,16 – 0,05
5	0,05 – 0,00	0,04 – 0,00	0,04 – 0,00	0,06 – 0,00	0,05 – 0,00	0,04 – 0,00

Tabelle 93: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen:

Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes mit einer Einzugsgebietsgröße größer 1000 km², LAWA-Typen 12, basenreiche Ausprägung und zugleich EZG größer 1.000 km², 15 (entspricht 15_g), excl. Lössregionen und zugleich EZG größer 1.000 km², 17 mit EZG größer 1.000 km² sowie 20.

Diatomeen	D 13.1 und D 13.2 FG mit EZG > 1000 km ²					
Makrophyten	TRk	TRm	TRg	TNk	TNm	TNg
1	1,00 – 0,77	1,00 – 0,72	1,00 – 0,67	1,00 – 0,71	1,00 – 0,68	1,00 – 0,69
2	0,76 – 0,56	0,71 – 0,51	0,66 – 0,46	0,70 – 0,56	0,67 – 0,51	0,68 – 0,48
3	0,55 – 0,35	0,50 – 0,30	0,45 – 0,25	0,55 – 0,35	0,50 – 0,33	0,47 – 0,28
4	0,34 – 0,09	0,29 – 0,08	0,24 – 0,08	0,34 – 0,10	0,32 – 0,09	0,27 – 0,08
5	0,08 – 0,00	0,07 – 0,00	0,07 – 0,00	0,09 – 0,00	0,08 – 0,00	0,07 – 0,00

Tabelle 94: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen:

Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes in den Lössregionen, LAWA-Typen 15, nur Lössregionen sowie 18.

Diatomeen	D 8.1					
Makrophyten	TRk	TRm	TRg	TNk	TNm	TNg
1	1,00 – 0,66	1,00 – 0,61	1,00 – 0,56	1,00 – 0,60	1,00 – 0,57	1,00 – 0,58
2	0,65 – 0,45	0,60 – 0,40	0,55 – 0,35	0,59 – 0,45	0,56 – 0,40	0,57 – 0,37
3	0,44 – 0,25	0,39 – 0,20	0,34 – 0,15	0,44 – 0,25	0,39 – 0,22	0,36 – 0,17
4	0,24 – 0,06	0,19 – 0,05	0,14 – 0,05	0,24 – 0,07	0,21 – 0,06	0,16 – 0,05
5	0,05 – 0,00	0,04 – 0,00	0,04 – 0,00	0,06 – 0,00	0,05 – 0,00	0,04 – 0,00

Bewertung mit den Modulen Makrophyten und Phytobenthos ohne Diatomeen, anzuwenden bei ungesichertem Modul Diatomeen

Tabelle 95: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Diatomeen:

Silikatisch bzw. Organisch geprägte Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes, LAWA-Typen 11, 12, 14 und 16, jeweils in der basenarmen bzw. silikatischen Ausprägung

Phytobenthos	PB 9					
Makrophyten	TRk	TRm	TRg	TNk	TNm	TNg
1	1,00 – 0,75	1,00 – 0,70	1,00 – 0,65	1,00 – 0,69	1,00 – 0,67	1,00 – 0,68
2	0,74 – 0,55	0,69 – 0,50	0,64 – 0,45	0,68 – 0,55	0,66 – 0,50	0,67 – 0,48
3	0,54 – 0,33	0,49 – 0,28	0,44 – 0,23	0,54 – 0,33	0,49 – 0,30	0,47 – 0,25
4	0,32 – 0,14	0,27 – 0,13	0,22 – 0,13	0,32 – 0,15	0,29 – 0,14	0,24 – 0,13
5	0,13 – 0,00	0,12 – 0,00	0,12 – 0,00	0,14 – 0,00	0,13 – 0,00	0,12 – 0,00

Tabelle 96: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Diatomeen:

Karbonatisch geprägte Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes, LAWA-Typen 11, 12, 14, jeweils in der basenreichen bzw. karbonatischen Ausprägung, 15, 18 sowie 19 im Norddeutschen Tiefland

Phytobenthos	PB 10					
Makrophyten	TRk	TRm	TRg	TNk	TN	TNg
1	1,00 – 0,75	1,00 – 0,70	1,00 – 0,65	1,00 – 0,69	1,00 – 0,67	1,00 – 0,68
2	0,74 – 0,55	0,69 – 0,50	0,64 – 0,45	0,68 – 0,55	0,66 – 0,50	0,67 – 0,48
3	0,54 – 0,33	0,49 – 0,28	0,44 – 0,23	0,54 – 0,33	0,49 – 0,30	0,47 – 0,25
4	0,32 – 0,14	0,27 – 0,13	0,22 – 0,13	0,32 – 0,15	0,29 – 0,14	0,24 – 0,13
5	0,13 – 0,00	0,12 – 0,00	0,12 – 0,00	0,14 – 0,00	0,13 – 0,00	0,12 – 0,00

Tabelle 97: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Diatomeen:

Karbonatisch geprägte Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes, LAWA-Typen 16, in der karbonatischen Ausprägung und 17

Phytobenthos	PB 11					
Makrophyten	TRk	TRm	TRg	TNk	TN	TNg
1	1,00 – 0,75	1,00 – 0,70	1,00 – 0,65	1,00 – 0,69	1,00 – 0,67	1,00 – 0,68
2	0,74 – 0,55	0,69 – 0,50	0,64 – 0,45	0,68 – 0,55	0,66 – 0,50	0,67 – 0,48
3	0,54 – 0,33	0,49 – 0,28	0,44 – 0,23	0,54 – 0,33	0,49 – 0,30	0,47 – 0,25
4	0,32 – 0,14	0,27 – 0,13	0,22 – 0,13	0,32 – 0,15	0,29 – 0,14	0,24 – 0,13
5	0,13 – 0,00	0,12 – 0,00	0,12 – 0,00	0,14 – 0,00	0,13 – 0,00	0,12 – 0,00

Tabelle 98: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Diatomeen:

Karbonatisch geprägte Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes, LAWA-Typ 20

Phytobenthos	PB 12					
Makrophyten	TRk	TRm	TRg	TNk	TN	TNg
1	1,00 – 0,75	1,00 – 0,70	1,00 – 0,65	1,00 – 0,69	1,00 – 0,67	1,00 – 0,68
2	0,74 – 0,55	0,69 – 0,50	0,64 – 0,45	0,68 – 0,55	0,66 – 0,50	0,67 – 0,48
3	0,54 – 0,33	0,49 – 0,28	0,44 – 0,23	0,54 – 0,33	0,49 – 0,30	0,47 – 0,25
4	0,32 – 0,14	0,27 – 0,13	0,22 – 0,13	0,32 – 0,15	0,29 – 0,14	0,24 – 0,13
5	0,13 – 0,00	0,12 – 0,00	0,12 – 0,00	0,14 – 0,00	0,13 – 0,00	0,12 – 0,00

Bewertung mit den Modulen Diatomeen und Phytobenthos ohne Diatomeen, anzuwenden bei ungesichertem Modul Makrophyten

Tabelle 99: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Makrophyten:

Silikatisch bzw. Organisch geprägte Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes mit einer Einzugsgebietsgröße kleiner oder gleich 1000 km², LAWA-Typen 11 und 12 in der Ökoregion Norddeutsches Tiefland sowie 14 und 16, alle Typen in der basenarmen bzw. silikatischen Ausprägung

Phytobenthos	PB 9
Diatomeen	D 11.1 und D 11.2 Silikatische FG mit EZG ≤ 1000 km ²
1	1,00 – 0,72
2	0,71 – 0,53
3	0,52 – 0,33
4	0,32 – 0,17
5	0,16 – 0,00

Tabelle 100: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Makrophyten:

Karbonatisch geprägte Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes, LAWA-Typen 11 in basenreicher Ausprägung, 12 mit einem EZG kleiner oder gleich 1.000km² und basenreicher Ausprägung, 14 in karbonatischer Ausprägung, 15, excl. Lössregion und einem EZG kleiner oder gleich 1.000km² sowie 19 in der Ökoregion Norddeutsches Tiefland.

Phytobenthos	PB 10
Diatomeen	D 12.1 und D 12.2 Karbonatische FG mit EZG ≤ 1000 km ²
1	1,00 – 0,68
2	0,67 – 0,52
3	0,51 – 0,32
4	0,31 – 0,17
5	0,16 – 0,00

Tabelle 101: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Makrophyten:

Karbonatisch geprägte Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes mit einer Einzugsgebietsgröße größer 1000 km², LAWA-Typ 15 mit einem EZG größer 1.000km² (entspricht 15_g), excl. Lössregion sowie 12 mit EZG größer 1.000 km²

Phytobenthos	PB 10
Diatomeen	D 13.1 FG mit EZG > 1000 km ²
1	1,00 – 0,77
2	0,76 – 0,61
3	0,60 – 0,43
4	0,42 – 0,20
5	0,19 – 0,00

Tabelle 102: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Makrophyten:
Karbonatisch geprägte Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes, LAWA-Typ 18 sowie 15, nur Lössregion

Phytobenthos	PB 10
Diatomeen	D 8.1
1	1,00 – 0,66
2	0,65 – 0,50
3	0,49 – 0,32
4	0,31 – 0,17
5	0,16 – 0,00

Tabelle 103: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Makrophyten:
Karbonatisch geprägte Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes, LAWA-Typen 16 in der karbonatischen Ausprägung, sowie 17 mit einem EZG kleiner oder gleich 1.000km²

Phytobenthos	PB 11
Diatomeen	D 12.1 und D 12.2 Karbonatische FG mit EZG ≤ 1000 km ²
1	1,00 – 0,68
2	0,67 – 0,52
3	0,51 – 0,32
4	0,31 – 0,17
5	0,16 – 0,00

Tabelle 104: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Makrophyten:
Karbonatisch geprägte Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes, LAWA-Typ 17 mit einem EZG größer 1.000km²

Phytobenthos	PB 11
Diatomeen	D 13.1 FG mit EZG > 1000 km ²
1	1,00 – 0,77
2	0,76 – 0,61
3	0,60 – 0,43
4	0,42 – 0,20
5	0,19 – 0,00

Tabelle 105: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Makrophyten:
Karbonatisch geprägte Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes, LAWA-Typ 20

Phytobenthos	PB 12
Diatomeen	D 13.2 FG mit EZG > 10.000 km ²
1	1,00 – 0,77
2	0,76 – 0,61
3	0,60 – 0,43
4	0,42 – 0,20
5	0,19 – 0,00

**Bewertung mit dem Modul Makrophyten,
anzuwenden bei ungesichertem Modul Diatomeen und ungesichertem Modul Phytobenthos
ohne Diatomeen**

Tabelle 106: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Diatomeen und ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen:
Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes

Makrophyten	TRk	TRm	TRg	TNk	TNm	TNg
1	1,00 – 0,75	1,00 – 0,65	1,00 – 0,55	1,00 – 0,63	1,00 – 0,58	1,00 – 0,60
2	0,74 – 0,50	0,64 – 0,40	0,54 – 0,30	0,62 – 0,50	0,57 – 0,40	0,59 – 0,35
3	0,49 – 0,25	0,39 – 0,15	0,29 – 0,05	0,49 – 0,25	0,39 – 0,20	0,34 – 0,10
4	0,24 – 0,03	0,14 – 0,01	0,04 – 0,01	0,24 – 0,05	0,19 – 0,03	0,09 – 0,01
5	0,02 – 0,00	0,00	0,00	0,04 – 0,00	0,02 – 0,00	0,00

**Bewertung mit dem Modul Diatomeen,
anzuwenden bei ungesichertem Modul Makrophyten und ungesichertem Modul
Phytobenthos ohne Diatomeen**

Tabelle 107: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Makrophyten und ungesichertem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen:
Silikatisch bzw. Organisch und Karbonatisch geprägte Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes

Diatomeen	D 8.1	D 11.1 und D 11.2 Silikatische FG mit EZG ≤ 1000 km²	D 12.1 und D 12.2 Karbonatische FG mit EZG ≤ 1000 km²	D 13.1 und D 13.2 FG mit EZG > 1000 km²
1	1,00 – 0,56	1,00 – 0,69	1,00 – 0,61	1,00 – 0,78
2	0,55 – 0,39	0,68 – 0,46	0,60 – 0,43	0,77 – 0,61
3	0,38 – 0,24	0,45 – 0,26	0,42 – 0,24	0,60 – 0,45
4	0,23 – 0,08	0,25 – 0,08	0,23 – 0,08	0,44 – 0,14
5	0,07 – 0,00	0,07 – 0,00	0,07 – 0,00	0,13 – 0,00

**Bewertung mit dem Modul Phytobenthos ohne Diatomeen,
anzuwenden bei ungesichertem Modul Makrophyten und ungesichertem Modul Diatomeen**

Tabelle 108: Indexgrenzen für die Zuordnung der ökologischen Zustandsklasse, anzuwenden bei ungesichertem Modul Makrophyten und ungesichertem Modul Diatomeen:
Silikatisch bzw. Organisch und Karbonatisch geprägte Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes

Phytobenthos	PB 9	PB 10	PB 11	PB 12
1	1,00 – 0,75	1,00 – 0,75	1,00 – 0,75	1,00 – 0,75
2	0,74 – 0,60	0,74 – 0,60	0,74 – 0,60	0,74 – 0,60
3	0,59 – 0,40	0,59 – 0,40	0,59 – 0,40	0,59 – 0,40
4	0,39 – 0,25	0,39 – 0,25	0,39 – 0,25	0,39 – 0,25
5	0,24 – 0,00	0,24 – 0,00	0,24 – 0,00	0,24 – 0,00

4.4.2.5 Verschneiden des Ergebnisses mit zusätzlichen Kriterien

Das Einzelbewertungsverfahren für die Teilkomponente Diatomeen sieht nach der Ermittlung des ökologischen Zustandes durch die Berechnung der jeweiligen Indexwerte noch eine Überprüfung zweier Metrics zur Indikation spezieller Belastungen vor. Die Ergebnisse dieser Metrics werden in die Bewertung der Biokomponente Makrophyten & Phytobenthos eingebracht. Da es sich dabei um Belastungsarten handelt, die nicht von allen Teilorganismengruppen gleich gut indiziert werden können, aber auf das gesamte Ökosystem wirken, gehen sie am Schluss in die Gesamtbewertung ein.

Bei Relevanz der Module „Versauerung“ oder Versalzung erfolgt eine entsprechende Abstufung der ökologischen Zustandsklasse nach Tabelle 27 bzw. Tabelle 29. Diese Abstufung wird wegen der gravierenden ökologischen Relevanz dieser Beeinträchtigung erst beim Gesamtergebnis, nach Verschneidung der drei Teilmodule Makrophyten, Diatomeen und Phytobenthos ohne Diatomeen zu der ökologischen Zustandsklasse Makrophyten & Phytobenthos vorgenommen. Dieses Vorgehen entspricht den Vorgaben der ECOSTAT (2003).

4.5 Anmerkungen zur Interpretation der Bewertungsergebnisse

Das Verfahren Phylib erlaubt durch seine Struktur neben der Bewertung mit der Biokomponente Makrophyten & Phytobenthos nach EG-WRRL auch die Betrachtung der Einzelergebnisse von Probestellen, von Teilkomponenten oder einzelner Module. Eine solche Vorgehensweise dient der Interpretation der Gesamtbewertung. Folgende Bewertungsergebnisse können ermittelt werden:

- Biokomponente Makrophyten & Phytobenthos (M&P)
- Teilkomponente Makrophyten
- Teilkomponente Diatomeen
- Teilkomponente Diatomeen, Modul Trophieindex
- Teilkomponente Diatomeen, Modul Referenzartensumme
- Teilkomponente PoD

Da die Teilkomponenten Unterschiede in Morphologie und Physiologie sowie räumliche und zeitliche Phänologie aufweisen und die verschiedenen Module und Metrics unterschiedliche Bewertungsziele haben, können zwischen diesen Einzelinformationen auch größere Abweichungen auftreten. In den meisten Fällen sind diese Diskrepanzen **nicht unplausibel**.

Für eine Interpretation der Bewertungsergebnisse und auch als Hilfestellung für eine ggf. notwendige Maßnahmenplanung wurden kurze Dokumente zur Vorgehensweise bei der Bewertung für jenen einzelnen Gewässertyp und auch für die wichtigsten Bewertungsmodule, deren Aussagekraft und ökologische Relevanz erstellt. Diese Dokumente finden sich in SCHAUMBURG et al. 2012 Kapitel 7.2.

5 Literatur

- BANNING, M. (1990): Der Rheo-Index – eine Möglichkeit zur Berechnung der Auswirkungen des Flußstaus auf die benthische Lebensgemeinschaft. *Erweiterte Zusammenfassung der Jahrestagung der DGL*: 186–190
- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT (1995): Kartier- und Bewertungsverfahren Gewässerstruktur. *Erläuterungsbericht, Kartier- und Bewertungsanleitung*, 77 S.
- BERTSCH, K. (1959): *Moosflora von Südwestdeutschland*. 3. Auflage, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 234 S.
- BRIEM, E. (2003): *Gewässerlandschaften der Bundesrepublik Deutschland*. ATV-DVWK Arbeitsbericht, Hennef
- CORING, E. (1999): Säuregrad. Indikation mit Hilfe von Diatomeen. – In: TÜMLING, W. VON, FRIEDRICH, G. (Hrsg.): *Biologische Gewässeruntersuchung. Methoden der biologischen Gewässeruntersuchung* 2: 298–305
- HILDEBRAND, A. (1991): Assoziationen von Bodendiatomeen pflanzensoziologisch charakterisierter Standorte. *Diplomarbeit J. W. Goethe-Universität Frankfurt am Main*, 143 S.
- HOFMANN, G., WERUM, M., LANGE-BERTALOT, H. (2011): *Diatomeen im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa*. Ganter Verlag, Rugell.
- KELLY, M.G., CAZAUBON, A., CORING, E., DELL'UOMO, A., ECTOR, L., GOLDSMITH, B., GUASCH, H., HÜRLIMANN, J., JARLMAN, A., KAWECKA, B., KWANDRANS, J., LAUGASTE, R., LINDSTRÖM, E.-A., LEITAO, M., MARVAN, P., PADISÁK, J., PIPP, E., PRYGIEL, J., ROTT, E., SABATER, S., DAM, H. VAN, VIZINET, J. (1998): Recommendations for the routine sampling of diatoms for water quality assessments in Europe. *Journal of Applied Phycology* 10: 215–224
- KOHLER, A. (1978): Methoden der Kartierung von Flora und Vegetation von Süßwasserbiotopen. *Landschaft + Stadt* 10/2: 73–85
- KRAMMER, K., LANGE-BERTALOT, H. (1986–1991, 2004): *Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bacillariophyceae*. 2/1: Naviculaceae, 876 S.; 2/2: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae, 596 S.; 2/3: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae, 576 S.; 2/4: Achnanthaceae, 437 S.; Stuttgart, Fischer
- LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER (2000): *Gewässerstrukturgütekartierung in der Bundesrepublik Deutschland, Verfahren für kleine und mittelgroße Fließgewässer, Empfehlung*, 164 S.

LANUV NRW (2009): Benthische Algen ohne Bacillariophyceen und Characeen – Feldführer, 2. aktualisierte Neuauflage; Bearbeiter A. Gutowski & J. Foerster. LANUV, Arbeitsblattblatt 2, 90 S.

[HTTP://WWW.LANUV.NRW.DE/VEROEFFENTLICHUNGEN/ARBEITSBLATT/ARBLA2/ARBLA2.PDF](http://www.lanuv.nrw.de/veroeffentlichungen/arbeitsblatt/arbla2/arbla2.pdf)

MAUCH, E., SCHMEDTJE, U., MAETZE, A. & FISCHER, F. (2003): Taxaliste der Gewässerorganismen Deutschlands zur Kodierung biologischer Befunde. - Informationsberichte Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft 1/03: 1-388 + CD-ROM. Stand April (2006):
http://www.bayern.de/LFW/technik/qkd/lmn/fliessgewaesser_seen/taxa/taxa_inet.xls

MISCHKE, U. (2005): Entwicklung eines Bewertungsverfahrens für Fließgewässer mittels Phytoplankton zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie. Überarbeiteter Endbericht zum LAWA-Projekt O 6.03, 99 S.

POTT, R., REMY, D. (2000): Gewässer des Binnenlandes. Ökosysteme Mitteleuropas aus geobotanischer Sicht. Ulmer, Stuttgart, 255 S.

POTTGIEBER, T. & SOMMERHÄUSER, M. (2008): Erste Überarbeitung der Steckbriefe der deutschen Fließgewässertypen, mit folgendem link: wasserblick, Öffentliches Forum, LAWA-Info, Materialien, Fließgewässertypen

POTTGIEBER, T. (2008): Anhang der Steckbriefe der deutschen Fließgewässertypen - Bewertungsverfahren und Klassengrenzen (A 1.1) mit folgendem link: wasserblick, Öffentliches Forum, LAWA-Info, Materialien, Fließgewässertypen

ROTT, E., HOFMANN, G., PALL, K., PFISTER, P., PIPP, E. (1997): Indikationslisten für Aufwuchsalgen. Teil 1: Saprobielle Indikation. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien, 73 S.

ROTT, E., PFISTER, P., VAN DAM, H., PIPP, E., PALL, K., BINDER, N., ORTLER, K. (1999): Indikationslisten für Aufwuchsalgen in österreichischen Fließgewässern, Teil 2: Trophieindikation sowie geochemische Präferenz, taxonomische und toxikologische Anmerkungen. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien, 248 S.

SCHACHTSCHABEL, P., BLUME, H.-P., BRÜMMER, G., HARTGE, K.-H., SCHWERTMANN, U., FISCHER, W.R., RENGEL, M., STREBEL, O. (1992): Lehrbuch der Bodenkunde. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 491 S.

SCHAUMBURG, J., SCHMEDTJE, U., SCHRANZ, C., KÖPF, B., SCHNEIDER, S., MEILINGER, P., STELZER, D., HOFMANN, G., GUTOWSKI, A. UND FOERSTER, J. (2004): Erarbeitung eines ökologischen Bewertungsverfahrens für Fließgewässer und Seen im Teilbereich Makrophyten und Phyto-benthos zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie. – Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, Abschlussbericht an das Bundesministerium für Bildung und Forschung (FKZ 0330033) und die Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (Projekt Nr. O 11.03), München: 635 S.

http://www.lfu.bayern.de/wasser/gewaesserqualitaet_seen/phylib_deutsch/publikationen/index.htm

- SCHAUMBURG, J., SCHMEDTJE, U., SCHRANZ, C., KÖPF, B., SCHNEIDER, S., MEILINGER, P., STELZER, D., HOFMANN, G., GUTOWSKI, A., FOERSTER, J. (2005): Bewertungsverfahren Makrophyten & Phytobenthos, Fließgewässer- und Seenbewertung in Deutschland nach EG-WRRL. – Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft, Heft 1/05: 245 S., München.
- SCHAUMBURG, J., SCHRANZ, C., STELZER, D. (2011): Bewertung von Seen mit Makrophyten & Phytobenthos gemäß EG-WRRL – Anpassung des Verfahrens für natürliche und künstliche Gewässer sowie Unterstützung der Interkalibrierung. Bayerisches Landesamt für Umwelt, Endbericht im Auftrag der LAWA. (Projekt Nr. O 10.09), 161 S, Augsburg/Wielenbach.
- SCHAUMBURG, J., SCHRANZ, C., STELZER, D., HOFMANN, G., GUTOWSKI, A., FOERSTER, J. (2007): Vorbereitung des nationalen Bewertungsverfahrens für Makrophyten & Phytobenthos zur Interkalibrierung sowie Fachliche Unterstützung beim Interkalibrierungsprozess Bayerisches Landesamt für Umwelt, Endbericht im Auftrag der Universität Duisburg - Essen, 192 S, Augsburg/Wielenbach.
- SCHAUMBURG, J., SCHRANZ, C., STELZER, D., HOFMANN, G., GUTOWSKI, A. & FOERSTER, J. (2005): Bundesweiter Test: Bewertungsverfahren „Makrophyten & Phytobenthos“ in Fließgewässern zur Umsetzung der WRRL. Endbericht im Auftrag der LAWA (Projekt-Nr. O 2.04): 230 S.
http://www.lfu.bayern.de/wasser/gewaesserqualitaet_seen/phylib_deutsch/publikationen/index.htm
- SCHAUMBURG, J., SCHRANZ, C., STELZER, D., VOGEL, A., GUTOWSKI, A. (2012): Weiterentwicklung biologischer Untersuchungsverfahren zur kohärenten Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie. Teilvorhaben Makrophyten & Phytobenthos. Endbericht im Auftrag des UBA (FKZ 3707 28 201), 552 S., Augsburg/Wielenbach.
http://www.lfu.bayern.de/wasser/gewaesserqualitaet_seen/phylib_deutsch/publikationen/index.htm
- SCHWOERBEL, J. (1994): Methoden der Hydrobiologie. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, 368 S.
- SHANNON, C.E., WEAVER, W. (1949): The mathematical theory of communication. Univ. Illinois Press, Urbana., 117 S.
- WÖRLEIN, F. (1992): Pflanzen für Garten, Stadt und Landschaft. Taschenkatalog, Wörlein Baumschulen, Dießen.
- ZIEMANN, H. (1971): DIE WIRKUNG DES SALZGEHALTES AUF DIE DIATOMEENFLORA ALS GRUNDLAGE FÜR EINE BIOLOGISCHE ANALYSE UND KLASSIFIKATION DER BINNENGEWÄSSER. LIMNOLOGICA 8 (2): 505–525
- ZIEMANN, H. (1999): Bestimmung des Halobienindex. – In: Tümpling, W. von, Friedrich, G. (Hrsg.): Biologische Gewässeruntersuchung. Methoden der Biologischen Gewässeruntersuchung 2: 310–313

6 Bestimmungsliteratur

Makrophyten

- BERTSCH, K. (1959): Moosflora von Südwestdeutschland. 3. Auflage, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 234 S.
- BURCK, O. (1947): Die Laubmoose Mitteleuropas. – In: MERTENS, R. (Hrsg.): Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft. Verlag Dr. Waldemar Kramer, Frankfurt am Main. (Abhandlung 477): 1–210
- CASPER, S.J., KRAUSCH, H.-D. (1980): Pteridophyta und Anthophyta. 1. Teil. – In: Ettl, H., GÄRTNER, G., HEYNIG, H. (Hrsg.): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd. 23. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York, 403 S.
- CASPER, S.J., KRAUSCH, H.-D. (1981): Pteridophyta und Anthophyta. 2. Teil. – In: Ettl, H., GÄRTNER, G., HEYNIG, H. (Hrsg.): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd. 24. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York, 538 S.
- DEMARET, F., CASTAGNE, E. (1964): Bryophytes. Volume II – Fascicule III. – In: ROBYNS, W. (Hrsg.): Flore Générale de Belgique, Brüssel
- FRAHM, J.-P., FREY, W. (1992): Moosflora. 3., überarbeitete Auflage, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 528 S.
- FREY, W., FRAHM, J.-P., FISCHER, E., LOBIN, W. (1995): DIE MOOS- UND FARNPFLANZEN EUROPAS, 6. Aufl. – In: Gams, H. (Begr.): Kleine Kryptogamenflora. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, New York, 426 S.
- KLAPP, E., OPITZ VON BOBERFELD, W. (1990): Taschenbuch der Gräser. 12. überarb. Auflage, Verlag Paul Parey, Berlin, Hamburg, 282 S.
- KRAUSE, W. (1997): Charales (Charophyceae). – In: Ettl, H., GÄRTNER, G., HEYNIG, H., MOLLENHAUER, D. (Hrsg.): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd. 18. Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart, Lübeck, Ulm, 202 S.
- LANDWEHR, J. (1984): Nieuwe Atlas nederlandse Bladmossen. Thieme, Zutphen (NL), 568 S.
- MÜLLER, K. (1957): Die Lebermoose. – In: RABENHORST, L. (Hrsg.): Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. VI: Band, 2. Abteilung, 3. Auflage
- NEBEL, M., PHILIPPI, G. (Hrsg., 2001): Die Moose Baden-Württembergs. Band 2. In Zusammenarbeit mit der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg. Ulmer Stuttgart (Hohenheim), 529 S.

- NEBEL, M.; PHILIPPI, G. [HRSG.] (2000): Die Moose Baden-Württembergs. Band 1. In Zusammenarbeit mit der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg. Ulmer Stuttgart (Hohenheim), 512 S.
- NYHOLM, E. (1986): Illustrated flora of nordic mosses. Fasc. 1 Fissidentaceae – Seligeriaceae
- NYHOLM, E. (1993): Illustrated flora of nordic mosses. Fasc. 3 Bryaceae – Rhodobryaceae – Mniaceae – Cinclidiaceae – Plagomniaceae. Nord. Bryol. Soc., Copenhagen und Lund
- OBERDORFER, E. (1994): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. 7. Auflage. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 1050 S.
- PAUL, H., MÖNKEMEYER, W., SCHIFFNER, V. (1931): Bryophyta (Sphagnales – Bryales – Hepaticae). – In: PASCHER, A. (Hrsg.): Die Süßwasserflora Mitteleuropas. Bd. 22. Gustav Fischer Verlag, Jena, 252 S.
- ROTHMALER, W. (1994a): Exkursionsflora von Deutschland. Bd. 3, Gefäßpflanzen: Atlasband. 9. durchges. und verb. Auflage, Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart, 753 S.
- ROTHMALER, W. (1994b): Exkursionsflora von Deutschland. Bd. 4, Gefäßpflanzen: Kritischer Band. 8. Auflage, Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart, 811 S.
- SCHMEIL, O., FITSCHEN, J., SEYBOLD, S. (2009): Flora von Deutschland und angrenzender Länder: Ein Buch zum Bestimmen der wild wachsenden und häufig kultivierten Gefäßpflanzen, Quelle & Meyer; Auflage: 94., unveränderte Auflage, 880 Seiten
- SCHUSTER, R.M. (1980): The Hepaticae and Anthocerotae of North America. East of the Hundredth Meridian. Vol. IV: Columbia University Press, New York
- SMITH, A.J.E. (1992): The liverworts of Britain and Ireland. Cambridge University Press, Cambridge, New York, Port Chester, Melbourne, Sydney, 362 S.
- WELCH, W.H. (1960): A Monograph of the Fontinalaceae. Martinus Nijhoff, Den Hag (NL), 357 S.
- VAN DE WEYER, K., SCHMIDT, C., KREIMEIER, B., WASSONG, D. (2011): Bestimmungsschlüssel für die aquatischen Makrophyten (Gefäßpflanzen, Armleuchterlgen und Moose) in Deutschland. Band 1: Bestimmungsschlüssel und Band 2: Abbildungen. Fachbeiträge des LUGV, Heft 119 und Heft 120. LUGV Brandenburg, Potsdam.

Diatomeen

- HOFMANN, G., WERUM, M., LANGE-BERTALOT, H. (2011): Diatomeen im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa. Ganter Verlag, Rugell.
- KRAMMER, K. (1997a): Die cymbelloiden Diatomeen, eine Monographie der weltweit bekannten Taxa, Teil 1. Bibliotheca Diatomologica, 36. J. Cramer Verlag, Berlin –Stuttgart.

- KRAMMER, K. (1997b): Die cymbelloiden Diatomeen, eine Monographie der weltweit bekannten Taxa, Teil 2. Bibliotheca Diatomologica, 37. J. Cramer Verlag, Berlin –Stuttgart.
- KRAMMER, K. (2000): The genus *Pinnularia*. Diatoms of Europe 1, 703 S. Gantner Verlag, Rugell.
- KRAMMER, K. (2002): *Cymbella*. Diatoms of Europe 3, 584. Gantner Verlag, Rugell.
- KRAMMER, K. (2003): *Cymbopleura*, *Delicata*, *Navicymbula*, *Gomphocymbellopsis*, *Afrocymbella*. Diatoms of Europe 4, 530 S. Gantner Verlag, Rugell.
- KRAMMER, K., LANGE-BERTALOT, H. (1986–1991, 2004): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bacillariophyceae. 2/1: Naviculaceae, 876 S.; 2/2: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae, 596 S.; 2/3: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae, 576 S.; 2/4: Achnanthaceae, 437 S.; Stuttgart, Fischer
- LANGE-BERTALOT, H., METZELTIN, D. (1996): Oligotrophie-Indikatoren. 800 Taxa repräsentativ für drei diverse Seen-Typen. Iconographia Diatomologica 2: 1–390
- LANGE-BERTALOT, H. (2001): *Navicula sensu stricto*. 10 Genera Separated from *Navicula sensu lato* Frustulia. Diatoms of Europe 2, 526 S. Gantner Verlag, Rugell.
- LANGE-BERTALOT, H., MOSER, G. (1994): *Brachysira*. Monographie der Gattung. Bibliotheca Diatomologica 29: 1–212
- LANGE-BERTALOT, H. (1993): 85 Neue Taxa. Bibliotheca Diatomologica 27, 454 S.
- LEVKOV, Z. (2009): *Amphora sensu lato*. Diatoms of Europe, 5, 916 S. Gantner Verlag, Rugell.
- REICHARDT, E. (1999): Zur Revision der Gattung *Gomphonema*. Iconographia Diatomologica 8, 203 S. Ganter Verlag, Rugell.
- WITKOWSKI, A. LANGE-BERTALOT, H., METZELTIN, M. (2000): Diatom flora of marine coasts 1. Iconographia Diatomologica 7: 955 S. Ganter Verlag, Rugell.

Phytobenthos ohne Diatomeen

- ANAGNOSTIDIS, K. & KOMÁREK, J. (1988): Modern approach to the classification system of cyanophytes. 5 – Stigonematales. Arch. Hydrobiol./Algological Studies 59: 1-73.
- BOURRELLY, P. (1968): Les Algues d'eau douce. Bd II : Les Algues jaunes et brunes. Soc. N. Boubée, Paris, 517 S.
- BOURRELLY, P. (1970): Les Algues d'eau douce. Bd. III : Les Algues bleus et rouges. Les Eugléniens, Peridiniens et Cryptomonadines. Soc. N. Boubée, Paris, 606 S.

- BOURRELLY, P. (1972): Les Algues d'eau douce. Bd. I : Les Algues vertes. Soc. N. Boubée, Paris, 569 S.
- ENTWISLE, T.J., SONNEMAN, J.A., LEWIS, S.H. (1997): Freshwater Algae in Australia. Sainty and Associates Pty Ltd., 242 S.
- CHRISTENSEN, T.A. (1970): Seaweeds of the British Isles. Vol. 4 Tribophyceae (Xanthophyceae). British Museum (Natural History), 36 S.
- COESEL, P. F. M (1994): De Desmidiaceen van Nederland, Bd. 5: Fam. Desmidiaceae (3). wetenschappelijke mededelingen 210, Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Utrecht, 52 S.
- COESEL, P. F. M (1997): De Desmidiaceen van Nederland, Bd. 6: Fam. Desmidiaceae (4). wetenschappelijke mededelingen 220, Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Utrecht, 93 S.
- COESEL, P. F. M. (1982): De Desmidiaceen van Nederland, Bd. 1: Fam. Mesotaeniaceae, Gonatozygaceae, Peniaceae. wetenschappelijke mededelingen 153, Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Hoogwoud, 32 S.
- COESEL, P. F. M. (1983): De Desmidiaceen van Nederland, Bd. 2: Fam. Closteriaceae. wetenschappelijke mededelingen 157, Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Hoogwoud, 49 S.
- COESEL, P. F. M. (1985): De Desmidiaceen van Nederland, Bd. 3: Fam. Desmidiaceae (1). wetenschappelijke mededelingen 170, Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Hoogwoud, 70 S.
- COESEL, P. F. M. (1991): De Desmidiaceen van Nederland, Bd. 4: Fam. Desmidiaceae (2). wetenschappelijke mededelingen 153, Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Hoogwoud, 88 S.
- COMPÈRE, P. (1991): Rhodophytes, In: Flore pratique des algues d'eau douce de Belgique, Jardin Botanique National de Belgique, Meise, 55 S.
- CROASDALE, H. & FLINT, E.A. (1986): Flora of New Zealand. Freshwater Algae, Chlorophyta, Desmids: with ecological comments on their habitats, Vol. 1., V.R. Ward, Govt. Printer, Wellington, 132 S.
- CROASDALE, H. & FLINT, E.A. (1988): Flora of New Zealand. Freshwater Algae, Chlorophyta, Desmids: with ecological comments on their habitats, Vol. 2. *Actinotaenium*, *Cosmarium*, *Cosmocladium*, *Spinocosmarium*, *Xanthidium*, The Caxton Press, Christchurch, 147 S.
- CROASDALE, H., FLINT, E.A. & Racine, M.M. (1994): Flora of New Zealand. Freshwater algae, Chlorophyta, Desmids: with ecological comments on their habitats, Vol. 3. *Staurodesmus*, *Staurostrum* and the Filamentous Desmids, Manaaki Whenua Press, Lincoln, 218 S.

- ELORANTA, P & KWANDRANS, J. (1996): Freshwater Rhodophyta. Identification key for common taxa, particularly taxa found in Finland, Department of Limnology and Environmental Protection/Limnology, University of Helsinki.
- ETTL H. & GÄRTNER G. (1988): Chlorophyta II, In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H., Mollenhauer, D. (Hrsg.): Süßwasserflora von Mitteleuropa Bd. 10. Fischer, Jena, 436 S.
- ETTL, H. (1978): Xanthophyceae, 1. Teil, In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. (Hrsg.): Süßwasserflora von Mitteleuropa Bd. 3. Fischer, Stuttgart, 530 S.
- ETTL, H. (1983): CHLOROPHYTA 1, Phytomonadina. – In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H., Mollenhauer, D. (Hrsg.): Süßwasserflora von Mitteleuropa Bd. 9. Fischer, Stuttgart, 807 S.
- FÖRSTER, K. (1982): Conjugatophyceae Zygnematales und Desmidiales (excl. Zygnemataceae). In: HUBER-PESTALOZZI, G. (Hrsg.): Das Phytoplankton des Süßwassers. Die Binnengewässer Bd. XVI, 8. Teil, 1. Hälfte, Schweizerbart, Stuttgart, 543 S.
- FOTT, B. (1972): Chlorophyceae (Grünalgen), Ordnung Tetrasporales. In: HUBER-PESTALOZZI, G. (Hrsg.): Das Phytoplankton des Süßwassers. Die Binnengewässer Bd. XVI, 6. Teil. Schweizerbart, Stuttgart, 116 S.
- FOTT, B. (1968): Cryptophyceae, Chloromonadophyceae, Dinophyceae. – In: Huber-Pestalozzi, G. (Hrsg.): Das Phytoplankton des Süßwassers. Die Binnengewässer Bd. XVI, 3. Teil. Schweizerbart, Stuttgart, 322 S.
- FRIEDRICH, G. (1966): *Compsopogon hookeri* MONTAGNE (Rhodophyceae, Bangioideae) neu für Deutschland. Nova Hedwigia 12: 399-403.
- GEITLER, L. (1932): Cyanophyceae von Europa. Rabenhorst's Kryptogamenflora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig, 1196 S.
- HUBER-PESTALOZZI, G. (1955): Euglenophyceae. In: HUBER-PESTALOZZI, G. (Hrsg.): Das Phytoplankton des Süßwassers. Die Binnengewässer Bd. XVI, 4. Teil. Schweizerbart, Stuttgart, 606 S.
- HUBER-PESTALOZZI, G. (1961): Chlorophyceae (Grünalgen), Ordnung: Volvocales. – In: Huber-Pestalozzi, G. (Hrsg.): Das Phytoplankton des Süßwassers. Die Binnengewässer Bd. XVI, 5. Teil. Schweizerbart, Stuttgart, 744 S.
- JOHN, D.M., WHITTON, B.A. & BROOK, A.J. (HRSG., 2002): The freshwater algal flora of the British Isles: An identification guide to freshwater and terrestrial algae. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, 702 S.
- KADŁUBOWSKA, J.Z. (1984): Conjugatophyceae I, Chlorophyta VIII, Zygnematales. In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H., Mollenhauer, D. (Hrsg.): Süßwasserflora von Mitteleuropa Bd. 16. Fischer, Stuttgart, 532 S.

- KANN, E. & KOMÁREK, J. (1970): Systematisch-ökologische Bemerkungen zu den Arten des Formenkreises *Phormidium autumnale*. Schweiz. Z. Hydrol. 32: 495-518.
- KANN, E. (1978): Systematik und Ökologie der Algen österreichischer Bergbäche. Arch. Hydrobiol./Suppl. 53: 405-643.
- KOMÁREK, J. (1999): Übersicht der planktischen Blaualgen (Cyanobakterien) im Einzugsgebiet der Elbe. Internationale Kommission zum Schutz der Elbe (Hrsg.), Magdeburg
- KOMÁREK, J., ANAGNOSTIDIS, K. (1989): Modern approach to the classification system of cyanophytes 4 – Nostocales. Arch. Hydrobiol., Algological Studies 56: 247–345
- KOMÁREK, J., ANAGNOSTIDIS, K. (1998): Cyanoprokaryota I. Chroococcales. – In: Ettl, H., Gärtner, G., Heynig, H., Mollenhauer, D. (Hrsg.) Süßwasserflora von Mitteleuropa Bd. 19. Fischer, Jena, 800 S.
- KOMÁREK, J. & FOTT, B.. (1983): Chlorococcales. In: HUBER-PESTALOZZI, G. (Hrsg.): Das Phytoplankton des Süßwassers. Die Binnengewässer Bd. XVI, 7. Teil. Schweizerbart, Stuttgart, 1044 S.
- KOMÁREK, J. & KANN, E. (1973): Zur Taxonomie und Ökologie der Gattung *Homoeothrix*. Arch. Protistenkd. 115: 173-233.
- KOMÁREK, J. ANAGNOSTIDES K. (2005): Cyanoprokaryota. II. Oscillatoriales. In: BÜDEL, B., GÄRTNER, G., KRIENITZ, L., SCHLAGERL, M. (Hrsg.): Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd. 19.2. Elsevier Verlag, München, 759 S.
- KOMÁREK, J., KOVÁČIK, L. (1987): Revision of several species of the genus *Homoeothrix* (Cyanophyta). Preslia 59: 229–242
- KRISTIANSEN, J. & PREISIG, H.R. (2001): Encyclopedia of Chrysophyte Genera. Bibliotheca Phycologica 110, J. Cramer, Stuttgart, 260 S.
- KUMANO, S. (2002): Freshwater Red Algae of the World. Biopress, Bristol, 375 S.
- KUSEL-FETZMANN, E. (2002): Die Euglenophytenflora des Neusiedler Sees (Burgenland, Österreich). Abhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Österreich, Bd. 32, 115 S.
- LANUV NRW (2009): Benthische Algen ohne Bacillariophyceen und Characeen – Feldführer, 2. aktualisierte Neuauflage; Bearbeiter A. Gutowski & J. Foerster. LANUV, Arbeitsblattblatt 2, 90 S.
[HTTP://WWW.LANUV.NRW.DE/VEROEFFENTLICHUNGEN/ARBEITSBLATT/ARBLA2/ARBLA2.PDF](http://www.lanuv.nrw.de/veroeffentlichungen/arbeitsblatt/arbla2/arbla2.pdf)
- LANUV NRW (2009): Benthische Algen ohne Bacillariophyceen und Characeen – Bestimmungshilfe, Bearbeiter A. Gutowski & J. Foerster. LANUV, Arbeitsblattblatt 9, 474 S. [HTTP://WWW.LANUV.NRW.DE/VEROEFFENTLICHUNGEN/ARBEITSBLATT/ARBLA9/SI-XIV.PDF](http://www.lanuv.nrw.de/veroeffentlichungen/arbeitsblatt/arbla9/si-xiv.pdf)

- LENZENWEGER, R. (1996): Desmidiaceenflora von Österreich, Teil 1. In: Cramer, J. (Hrsg.): Bibliotheca Phycologica 101, Stuttgart, 162 S.
- LENZENWEGER, R. (1997): Desmidiaceenflora von Österreich, Teil 2. In: Cramer, J. (Hrsg.): Bibliotheca Phycologica 102, Stuttgart, 216 S.
- LENZENWEGER, R. (1999): Desmidiaceenflora von Österreich, Teil 3. In: Cramer, J. (Hrsg.): Bibliotheca Phycologica 104, Stuttgart, 218 S.
- LENZENWEGER, R. (2003): Desmidiaceenflora von Österreich, Teil 4. In: Cramer, J. (Hrsg.): Bibliotheca Phycologica 111, Stuttgart, 87 S.
- LEUKART, P., KNAPPE, J. (1995): Observations on *Balbiana investiens* (Rhodophyta) from two new locations in Germany and from laboratory culture. *Nova Hedwigia* 60: 527–532
- LINNE VON BERG, K.-H., HOEF-EMDEN, K., MARIN, B. & MELKONIAN, M. (2004): Der Kosmos-Algenführer. Die wichtigsten Süßwasseralgen im Mikroskop. Franckh-Kosmos Verlag, Stuttgart, 366 S.
- LOKHORST, G.M. (1999): Taxonomic study of the genus *Microspora* Thuret (Chlorophyceae). An integrated field, culture and herbarium analysis. *Arch. Hydrobiol./Algological Studies* 93: 1-38.
- MOLLENHAUER, D., BENGTSSON, R. & LINDSTRØM, E.-A. (1999): Macroscopic cyanobacteria of the genus *Nostoc*: a neglected and endangered constituent of European inland aquatic biodiversity. *Eur. J. Phycol.* 34: 349-360.
- MROZIŃSKA, T. (1985): Oedogoniophyceae: Oedogoniales. In: Ettl, H., Gärtner, G., Heynig, H., Mollenhauer, D. (Hrsg.): Süßwasserflora von Mitteleuropa Bd. 14. Fischer, Jena, 624 S.
- NECCHI, O. & ZUCCHI, M.R. (1993): Systematics and distribution of freshwater *Audouinella* (Acrochaetiaceae, Rhodophyta) in Brazil. *Eur. J. Phycol.* 30: 209-218.
- NECCHI, O., SHEATH, R.G. & COLE, K.M. (1993 a): Systematics of freshwater *Audouinella* (Acrochaetiaceae, Rhodophyta) in North America. 1. The reddish species. *Arch. Hydrobiol., Algological Studies* 70: 11-28.
- NECCHI, O., SHEATH, R.G. & COLE, K.M. (1993 b): Systematics of freshwater *Audouinella* (Acrochaetiaceae, Rhodophyta) in North America. 1. The bluish species. *Arch. Hydrobiol., Algological Studies* 71: 13-21.
- PANKOW, H. (1990): Ostsee-Algenflora. Gustav Fischer Verlag, Jena.
- POPOVSKY, J., PFIESTER, L.A. (1990): Dinophyceae. – In: Ettl, H., Gärtner, G., Heynig, H., Mollenhauer, D. (Hrsg.): Süßwasserflora von Mitteleuropa Bd. 6. Fischer, Jena, 272 S.
- PRINTZ, H. (1964): Die Chaetophorales der Binnengewässer. *Hydrobiologia* 24: 1-376.

- RIETH, A. (1980): Xanthophyceae, 2. Teil. In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. (Hrsg.): Süßwasserflora von Mitteleuropa Bd. 4. Fischer, Stuttgart, 147 S.
- RIETH, A. (1979): Ein Standort der epiphytischen Süßwasser-Rotalge *Balbiania investiens* (Lenormand) Sirodot 1876. Arch. Protistenkd. 121: 401–416
- RŮŽIČKA, J. (1977): Die Desmidiaceen Mitteleuropas, Bd. 1.1. Schweizerbart, Stuttgart, 736 S.
- RŮŽIČKA, J. (1981): Die Desmidiaceen Mitteleuropas, Bd. 1.2. Schweizerbart, Stuttgart, 291 S.
- SHEATH, R.G., WHITTICK, A., COLE K.M. (1994): *Rhododraparnaldia oregonica*, a new freshwater red algal genus and species intermediate between the Acrochaetiales and the Batrachospermales. Phycologia 33: 1–7
- SHEATH, R.G., VIS, M.L. (1995): Distribution and systematics of *Batrachospermum* (Batrachospermales, Rhodophyta) in North America. 7 Section Hybrida. Phycologia 34: 431–438
- SIMONS, J., LOKHORST, G.M. & VAN BEEM, A.P. (1999): Bentische zoetwateralgen in Nederland. KNNV Uitgeverij, Utrecht, 280 S.
- STARMACH, K. (1972): Chlorophyta III. In: Flora słodkowodna Polski, T 10. Polska Akademia Nauk, Warszawa, 750 S.
- STARMACH, K. (1985): Chrysophyceae und Haptophyceae, In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H., Mollenhauer, D. (Hrsg.): Süßwasserflora von Mitteleuropa Bd. 1. Fischer, Jena, 515 S.
- STARMACH, K. (1966): Cyanophyta – sinice Glaucophyta – Glaukofity. – In: Starmach, K. (Hrsg.): Flora słodkowodna Polski, T. 2. Polska Akademia Nauk, Warszawa, 807 S.
- VAN DEN HOEK, C. (1963): Revision of the european species of *Cladophora*, (Reprint 1976) Koeltz Science Publishers, Koenigstein, 248 S.
- VIS, M.L., SHEATH, R.G., ENTWISLE, T.J. (1995): Morphometric analysis of *Batrachospermum* section *Batrachospermum* (Batrachospermales, Rhodophyta) type specimens. Eur. J. Phycol. 30: 35–55
- WEHR, J.D. & SHEATH, R.G. (2003, HRSG.): Freshwater Algae of North America. Ecology and Classification. Elsevier Science (USA), San Diego, 918 S.
- WEHR, J.D., STEIN, J.R. (1985): Studies on the biography and ecology on the freshwater phaeophycean alga *Heribaudiella fluviatile*. J. Phycology 21: 81–93
- WOŁOWSKI, K. & Hindák, F. (2005): Atlas of Euglenophytes, VEDA Publishing House of the Slovak Academy of Science, Warschau, 136 S.
- WOŁOWSKI, K. (1998): Taxonomic and environmental studies on euglenophytes of the Kraków-Częstochowa upland (Southern POLAND), Fragmenta Floristica et Geobotanica

Supplementum 6. W. Szafer, Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Krakow,
192 S.

7 Anhang

7.1 Steckbriefe der biozönotischen Makrophytentypen

Silikatisch-rhithral geprägte Fließgewässer der Mittelgebirge und (Vor-) Alpen (MRS)

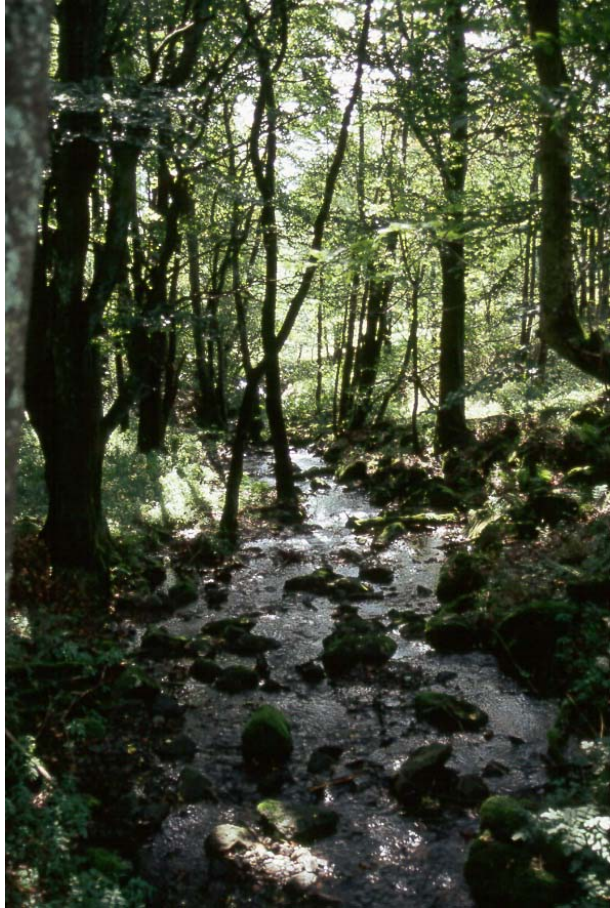


Abbildung 2: Typ MRS: Schwarzbach Höhe Jagdschlösschen (Probestelle Nr. 33, Bayern)

Die silikatisch-rhithral geprägten Fließgewässer der Mittelgebirge und (Vor-) Alpen (MRS, Abbildung 2) weisen auf Grund ihrer Geochemie niedrige Gesamthärte- und Säurekapazitätswerte auf. Diese liegen im naturnahen, unbeeinflussten Zustand im Mittel unter 1,4 mmol/l. Sie sind meist nur ca. drei Meter breit, selten bis über zehn Meter. Ihre Wasserführung ist gering, es werden nur Tiefen bis etwa 30 cm erreicht. Im natürlichen Zustand sind die Fließgewässer meist von Wald umgeben und daher (stark) beschattet. Die Fließgeschwindigkeits-Stufe nach BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT (1995) ist fast immer als IV (schnell fließend, Strömung mit mäßiger Turbulenz) oder höher (reißend, stürzend) einzustufen. Diesen Bedingungen entsprechen auch die Substratverhältnisse, die sehr stark von Grobkies, Steinen und Blöcken dominiert werden. Aufgrund dieser Standortfaktoren ist die Hauptwuchsformengruppe der aquatischen Makrophyten die der Haptophyten, die hier von Moosen gebildet wird, Gefäß-Hydrophyten sind selten (verändert nach MEILINGER 2003).

Karbonatisch-rhithral geprägte Fließgewässer der Mittelgebirge und (Vor-) Alpen (MRK)



Abbildung 3: Typ MRK: Würm bei Mühlthal (Probestelle Nr. 223, Bayern)

Dem silikatischen Typ ähnlich stellen sich die Fließgewässer des karbonatisch-rhithral geprägten Fließgewässertyps der Mittelgebirge und (Vor-) Alpen dar. Sie weisen auf Grund ihrer Geochemie höhere Gesamthärte- und Säurekapazitätswerte auf. Diese liegen im naturnahen, unbeeinflussten Zustand im Mittel über 1,4 mmol/l. Zwar enthält dieser Typ auch größere Gewässer mit einer Breite von teilweise mehr als 30 Metern und bis zu einem Meter Tiefe, hohe Fließgeschwindigkeiten von IV (schnell fließend, Strömung mit mäßiger Turbulenz) und mehr (reißend, stürzend) BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT 1995) weisen diesen Typ jedoch ebenfalls den rhithral geprägten Gewässern zu. Die Beschattung kann auch hier hohe Werte erreichen. Überwiegend große Korngrößen sind charakteristisch für die rhithral geprägten Gewässer der Mittelgebirge, wobei im karbonatisch-rhithralen Mittelgebirgstyp der Anteil von Steinen und Blöcken etwas geringer ist als im Typ MRS. Den Großteil der Makrophytenvegetation stellen auch hier die Moose (Haptophyten). Durch die zum Teil größere Wasserführung treten, v. a. in eutrophierten Gewässern, auch Hydrophyten auf (verändert nach MEILINGER 2003).

Potamal geprägte Fließgewässer der Mittelgebirge und (Vor-) Alpen (MP) inklusive Untertyp MPG (grundwasserbeeinflusst)



Abbildung 4: Typ MPG: Innerer Rhein, Niederhausen (Probest. Nr. 881, Baden-Württemberg)

Potamal geprägte Mittelgebirgsgewässer ähneln in ihren Habitatbedingungen für Makrophyten den potamal geprägten Fließgewässern Norddeutschlands. Die Gewässer des Typs MP(G) sind meist um 10 Meter breit und tiefer als 30 cm. Die Beschattung ist fast immer gering, die Fließgeschwindigkeit liegt im Bereich der Stufe III (langsam fließend, erkennbar fließend, Wasserspiegel fast glatt, BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT 1995). Die Gewässer besitzen daher hohe Anteile an Feinsedimenten wie Schlamm, Sand und Feinkies. Grobe Substrate wie Grobkies, Steine und Blöcke machen hier jedoch ebenfalls einen großen Anteil an der Sedimentzusammensetzung aus. Diese für Wasserpflanzen günstigen Standortbedingungen führen zur Ausbildung einer vielfältigen Makrophytenvegetation mit einem hohen Prozentsatz an Hydrophyten. (Verändert nach MEILINGER 2003).

Der Untertyp MPG (grundwasserbeeinflusst) zeichnet sich durch starken und deutlichen Grundwasserzustrom aus. Ein Merkmal dieses Typs ist eine niedrige Wassertemperatur im Sommer („sommerkalt“) und eine hohe Wassertemperatur im Winter („winterwarm“).

TR – rhithral geprägte Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes



Abbildung 5: Typ TR: Schwärze Abfluss Schwärzensee (Probestelle 10018; Brandenburg)

Die rhithral geprägten Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes (TR, Abbildung 5) sind meist nur ca. zwei bis drei Meter breit und erreichen selten eine Breite von über zehn Meter. Ihre Wasserführung ist gering, es werden meist nur Tiefen bis etwa 30 cm erreicht. Naturnahe Stellen dieses Typs sind von Wald umgeben und deshalb mehr oder weniger stark beschattet. Die Fließgeschwindigkeit ist höher als bei den potamal geprägten Fließgewässern des Tieflandes (TN), und liegt in den Klassen III (langsam fließend, erkennbar fließend, Wasserspiegel fast glatt) und IV (schnell fließend, Strömung mit mäßiger Turbulenz) nach BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT (1995). Das Strömungsbild ist eher turbulent. Die Substrate bestehen überwiegend aus Sanden und/oder Kiesen. Die Fließgewässer des Typs TR besitzen eine relativ geringe Wasserführung, welche die Ausbildung von z. B. Großlaichkräutern nicht zulässt. Aufgrund dieser Standortbedingungen werden Stellen des Typs TR in naturnahem Zustand meist von Moosen sowie von *Berula erecta* (submers und emers), *Ranunculus*- und *Callitriche*-Arten besiedelt.

Der Typ TR tritt ähnlich wie der Typ TN in drei verschiedenen Größen auf. Ein Gewässer des Typs TR mit dem Suffix „k“ ist ein kleines Gewässer seines Typs und weist Bachcharakter auf. Das Suffix „m“ beschreibt ein Gewässer mit dem Charakter eines kleineren bis größeren Flusses. Ein mit dem Suffix „g“ bezeichneter Typ steht für ein großes Gewässer seines Typs und sollte entsprechende Merkmale aufweisen.

TN_k – kleine Niederungsfließgewässer des Norddeutschen Tieflandes



Abbildung 6: Typ TN_k: Grove bei Wehdel (Probestelle 10026; Niedersachsen)

Die kleinen Niederungsfließgewässer des Norddeutschen Tieflandes (TN_k, Abbildung 6) sind etwa zwischen drei und fünf Metern breit, weisen eine Tiefe von bis zu einem Meter auf und sind wenig beschattet. Die Fließgeschwindigkeit ist geringer als bei den rhithral geprägten Fließgewässern des Tieflandes, es werden die Klassen II (träge fließend) und III (langsam fließend) nach BLfW 1995 erreicht. Durch dieses potamale Strömungsbild wird auch die Zusammensetzung des Substrats geprägt. Es besteht v. a. aus Feinsedimenten wie Schlamm und Sand. Die Habitatvoraussetzungen in Fließgewässern des Typs TN_k eignen sich gut für eine Besiedlung mit Makrophyten.

(Mittelgroße) Niedrigungsfließgewässer des Norddeutschen Tieflands (TN_m)



Abbildung 7: Typ TN: Pfefferfließ westlich Stangenhagen (Probestelle Nr. 25, Brandenburg)

Die mittelgroßen potamal geprägten Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes (TN_m, Abbildung 7) sind etwa zwischen drei und 20 Metern breit, weisen eine Tiefe von mehr als 30 cm bis über einen Meter auf und sind wenig beschattet. Die Fließgeschwindigkeit ist gering, es werden die Klassen II (träge fließend, Strömung sehr schwach, aber erkennbar fließend) und III (langsam fließend, erkennbar fließend, Wasserspiegel fast glatt) nach BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT 1995 erreicht. Durch dieses potamale Strömungsbild wird auch die Zusammensetzung des Substrats geprägt. Es besteht v. a. aus Feinsedimenten wie Schlamm und Sand. Die Habitatvoraussetzungen in Fließgewässern des Typs TN_m eignen sich gut für eine Besiedlung mit Makrophyten, was sich in einem vielfältigen Wuchsformenspektrum ausdrückt. Typische Wasserpflanzengesellschaften werden hier u. a. von Großlaichkräutern gebildet. (Verändert nach MEILINGER 2003).

TN_g – große Niederungsfließgewässer des Norddeutschen Tieflandes



Abbildung 8: Typ TN_g: Weser bei Dörverdev (Probestelle 10084; Niedersachsen)

Die großen potamal geprägten Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes (TN_g, Abbildung 8) weisen eine Breite von mindestens 30 Metern auf. Im natürlichen Zustand ist das Gewässerprofil breit und flach, häufig werden Furten ausgebildet. Charakteristisch sind großräumige Stromverlagerungen mit Stromaufspaltungen sowie ein hoher Totholzanteil. Durch gewässerbauliche Maßnahmen weisen diese Gewässer heute meist relativ große Tiefen auf, die nicht mehr die ursprünglichen Besiedlungsmöglichkeiten für Makrophyten bieten, sondern deren Vorkommen auf die Randbereiche beschränken. Aus diesem Grund ist eine Bewertung mit Makrophyten in vielen Fällen nicht möglich.

7.2 Fixative für die Phytobenthosprobenahme

saure Lugol'sche Lösung

20 g Kaliumjodid (IK)

200 ml destilliertes Wasser

10 g resublimiertes Jod (J2)

19ml Eisessig (96-100% CH₃COOH)

Das Kaliumjodid in etwas Wasser lösen, dann das Jod dazugeben und das restliche Wasser nachfüllen. Anschließend den Eisessig dazugeben. Die Lösung in kleineren Braunflaschen aufbewahren. Empfohlen wird, die Flaschen möglichst gut zu füllen, da das Jod in halbleeren Flaschen oxidiert.

neutralisiertes Formaldehyd

500 ml Formaldehyd (40%)

500 ml aqua dest.

100 g Hexamethylentetramin

Formaldehyd in aqua dest. verdünnen und anschließend Hexamethylentetramin hinzufügen. Nach einer Woche filtrieren (pH 7,3-7,9).

Zur Fixierung der Proben sollte eine Endkonzentration von 3-4% erreicht werden.

7.3 Kartier- und Feldprotokolle

Abbildung 9: Kartierungsbogen für die Gewässerstrukturgüte nach LAWA (LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER 2000), Seite 1

4. Sohlenstruktur	4.1 Sohlensubstrat natürlich unnatürlich Schlick, Schlamm <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Ton, Lehm <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Sand <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Kies und Schotter <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Schotter <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Schotter und Steine <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Blöcke, Schotter und Steine <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> reines Blockwerk <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> anstehender Fels <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> anstehender Torf <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Sohlenverbau <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> nicht feststellbar <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		4.2 Sohlenverbau >10% Steinschüttung <input type="checkbox"/> Massivsohle mit Sediment <input type="checkbox"/> Massivsohle, kein Sediment <input type="checkbox"/> kein Sohlenverbau <input type="checkbox"/>		4.4 Besondere Sohlenstrukturen viele <input type="checkbox"/> mehrere <input type="checkbox"/> zwei <input type="checkbox"/> eine <input type="checkbox"/> Ansätze <input type="checkbox"/> keine <input type="checkbox"/> Rauschflächen, Schnellen Stillwasserpools durchströmte Pools Kehrwasser, Totholz Flachwasser, Detritus Wurzelflächen Tiefrinnen Kolke, Makrophyten Kaskaden		BEWERTUNG der funktionalen Einheiten Art/Verteilung der Substrate <input type="checkbox"/> Sohlenverbau <input type="checkbox"/> Σ <input type="text"/> Wertzahl <input type="text"/> Klasse <input type="text"/>
	4.3 Substratdiversität sehr groß <input type="checkbox"/> groß <input type="checkbox"/> mäßig <input type="checkbox"/> gering <input type="checkbox"/> keine <input type="checkbox"/>						
5. Uferstruktur	5.1 Uferbewuchs L R Wald <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Galerie <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Röhricht <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> teilweise Wald, Galerie <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Gebüsch, Einzelgehölz <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Krautflur, Hochstauden <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Wiese, Rasen <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Forst <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Galerie <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Gebüsch, Einzelgehölz <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Verbau <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Erosion <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> naturbedingt <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		5.2 Uferverbau L R >10% >10% Lebendverbau <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Steinschüttung/Steinwurf <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Holzverbau <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Böschungsrasen <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Pflaster, Steinsatz, unverbaut <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> wilder Verbau <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Beton, Mauer, Pflaster <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> kein Uferverbau <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		5.3 Besondere Uferstrukturen viele <input type="checkbox"/> mehrere <input type="checkbox"/> zwei <input type="checkbox"/> eine <input type="checkbox"/> Ansätze <input type="checkbox"/> keine <input type="checkbox"/> Erlenumlauf Prallbaum Unterstand Sturzbaum Holzansammlung Ufersporn Nistwand		naturnaumtypische Ausprägung L R naturnaumtypischer Bewuchs L R Uferverbau L R Σ <input type="text"/> Wertzahl <input type="text"/> Klasse <input type="text"/>
6. Gewässerumfeld	6.1 Flächennutzung L R >50% 10-50% >50% 10-50% Wald, bodenständig <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> naturnahe Biotopie <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Brache <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Grünland <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Wald, nicht bodenständig <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Acker, Gärten, Nadelforst <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Park, Grünanlage <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Bebauung mit Freiflächen <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Bebauung ohne Freiflächen <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Flächenhafte Umfeldstruktur <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		6.2 Gewässerrandstreifen L R >50% 10-50% >50% 10-50% flächenhaft Wald/Sukzession <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Gewässerrandstreifen <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Saumstreifen <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Nutzung <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		6.3 Sonstige Umfeldstrukturen L R Abstand Abstand gering mäßig groß gering mäßig groß Abgrabung <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Fischteich <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> gewässerunverträgliche Anlagen <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> befestigte Verkehrsanlagen <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Anschüttung, Müllablagerung <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Hochwasserschutzbauwerk <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> keine <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		Gewässerrandstreifen L R Vorland L R Σ <input type="text"/> Wertzahl <input type="text"/> Klasse <input type="text"/>
Zusammenfassende Bewertung der funktionalen Einheiten							
1. Laufentwicklung <input type="text"/> <input type="text"/> 2. Längsprofil <input type="text"/> <input type="text"/> 4. Sohlenstruktur <input type="text"/> <input type="text"/> Σ <input type="text"/> <input type="text"/> Ø <input type="text"/> <input type="text"/> Sohle <input type="text"/>		3. Querprofil <input type="text"/> <input type="text"/> 5. Uferstruktur <input type="text"/> <input type="text"/> Σ <input type="text"/> <input type="text"/> Ø <input type="text"/> <input type="text"/> Ufer <input type="text"/>		6. Gewässerumfeld <input type="text"/> <input type="text"/> Σ <input type="text"/> <input type="text"/> Ø <input type="text"/> <input type="text"/> Land <input type="text"/>			
				Wertzahl Klasse Σ <input type="text"/> <input type="text"/> Ø <input type="text"/> <input type="text"/> Gesamt <input type="text"/>			
Name <input type="text"/> Unterschrift <input type="text"/>							
Güteklasse 1 2 3 4 5 6 7 Indexspanne 1 - 1,7 1,8 - 2,6 2,7 - 3,5 3,6 - 4,4 4,5 - 5,3 5,4 - 6,2 6,3 - 7							

Abbildung 10: Kartierungsbogen für die Gewässerstrukturgüte nach LAW (LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER 2000), Seite 2

Feldprotokoll Diatomeenprobenahme in Fließgewässern (Makrophyten- & Phytobenthos-Bewertung gemäß EG-WRRL 2005; grau unterlegte Felder optional)																														
Gewässername <input style="width: 100%;" type="text"/> Probestelle <input style="width: 100%;" type="text"/> Lage der Probestelle <input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/> Nächstgelegene Ortschaft <input style="width: 100%;" type="text"/> Bearbeiter <input style="width: 100%;" type="text"/> Probestellen-Nr. <input style="width: 100%;" type="text"/> Befund-Nr. <input style="width: 100%;" type="text"/> Rechtswert <input style="width: 100%;" type="text"/> Hochwert <input style="width: 100%;" type="text"/> TK-Blatt-Nr. <input style="width: 100%;" type="text"/> Datum <input style="width: 100%;" type="text"/>	Abschnittslänge <input style="width: 100%;" type="text"/> m Mittlere Breite <input style="width: 100%;" type="text"/> m Mittlere Tiefe <input type="checkbox"/> I 0-30 cm <input type="checkbox"/> II 30-100 cm <input type="checkbox"/> III >100 cm Wasserstand <input type="checkbox"/> trocken <input type="checkbox"/> niedrig <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> hoch Probenahme über die gesamte Breite des Gewässers möglich? ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> Trübung <input type="checkbox"/> ungetrübt, klar <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark getrübt Grund sichtbar? <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein Film-/Foto-Nr. <input style="width: 100%; height: 30px;" type="text"/>																													
Fließgeschwindigkeit nach BLfW (1995) <table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 5%;"><input type="checkbox"/></td> <td style="width: 15%;">I</td> <td style="width: 40%;">nicht erkennbar fließend</td> <td style="width: 40%;">fast stehend oder Kehrströmungen</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>II</td> <td>träge fließend</td> <td>Strömung sehr schwach, aber erkennbar fließend</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>III</td> <td>langsam fließend</td> <td>erkennbar fließend, Wasserspiegel fast glatt</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>IV</td> <td>schnell fließend</td> <td>Strömung mit mäßiger Turbulenz</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>V</td> <td>reißend</td> <td>turbulente Wasserbewegung</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>VI</td> <td>stürzend</td> <td>äußerst turbulent, laut rauschend</td> </tr> </table>				<input type="checkbox"/>	I	nicht erkennbar fließend	fast stehend oder Kehrströmungen	<input type="checkbox"/>	II	träge fließend	Strömung sehr schwach, aber erkennbar fließend	<input type="checkbox"/>	III	langsam fließend	erkennbar fließend, Wasserspiegel fast glatt	<input type="checkbox"/>	IV	schnell fließend	Strömung mit mäßiger Turbulenz	<input type="checkbox"/>	V	reißend	turbulente Wasserbewegung	<input type="checkbox"/>	VI	stürzend	äußerst turbulent, laut rauschend			
<input type="checkbox"/>	I	nicht erkennbar fließend	fast stehend oder Kehrströmungen																											
<input type="checkbox"/>	II	träge fließend	Strömung sehr schwach, aber erkennbar fließend																											
<input type="checkbox"/>	III	langsam fließend	erkennbar fließend, Wasserspiegel fast glatt																											
<input type="checkbox"/>	IV	schnell fließend	Strömung mit mäßiger Turbulenz																											
<input type="checkbox"/>	V	reißend	turbulente Wasserbewegung																											
<input type="checkbox"/>	VI	stürzend	äußerst turbulent, laut rauschend																											
Beschattung nach Wörlein (1992) <table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 5%;"><input type="checkbox"/></td> <td style="width: 15%;">1 vollsonnig</td> <td style="width: 40%;">Sonne von deren Auf- bis Untergang</td> <td style="width: 40%;"></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>2 sonnig</td> <td>in der überwiegenden Zeit zwischen Sonnenaufgang und Sonnenuntergang, immer jedoch in den wärmsten Stunden des Tages in voller Sonne</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>3 absonnig</td> <td>überwiegend in der Sonne, in den heißesten Stunden jedoch im Schatten</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>4 halbschattig</td> <td>mehr als die Tageshälfte und immer während der Mittagszeit beschattet</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>5 schattig</td> <td>voller Schatten unter Bäumen</td> <td></td> </tr> </table>				<input type="checkbox"/>	1 vollsonnig	Sonne von deren Auf- bis Untergang		<input type="checkbox"/>	2 sonnig	in der überwiegenden Zeit zwischen Sonnenaufgang und Sonnenuntergang, immer jedoch in den wärmsten Stunden des Tages in voller Sonne		<input type="checkbox"/>	3 absonnig	überwiegend in der Sonne, in den heißesten Stunden jedoch im Schatten		<input type="checkbox"/>	4 halbschattig	mehr als die Tageshälfte und immer während der Mittagszeit beschattet		<input type="checkbox"/>	5 schattig	voller Schatten unter Bäumen								
<input type="checkbox"/>	1 vollsonnig	Sonne von deren Auf- bis Untergang																												
<input type="checkbox"/>	2 sonnig	in der überwiegenden Zeit zwischen Sonnenaufgang und Sonnenuntergang, immer jedoch in den wärmsten Stunden des Tages in voller Sonne																												
<input type="checkbox"/>	3 absonnig	überwiegend in der Sonne, in den heißesten Stunden jedoch im Schatten																												
<input type="checkbox"/>	4 halbschattig	mehr als die Tageshälfte und immer während der Mittagszeit beschattet																												
<input type="checkbox"/>	5 schattig	voller Schatten unter Bäumen																												
Substrat Diatomeenprobe <input style="width: 100%; height: 30px;" type="text"/>																														
Substrat <table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 10%;">Anteil</td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 80%;"></td> </tr> <tr> <td><input type="text"/> %</td> <td>Schlamm</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="text"/> %</td> <td>Ton/Lehm (<0,063 mm)</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="text"/> %</td> <td>Sand (0,063-2,0 mm)</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="text"/> %</td> <td>Fein-/Mittelkies (2,0-6,3/6,3-20 mm)</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="text"/> %</td> <td>Grobkies (20-63 mm)</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="text"/> %</td> <td>Steine (63-200 mm)</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="text"/> %</td> <td>Blöcke (> 200 mm)</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="text"/> %</td> <td>organisch/Torf</td> <td></td> </tr> </table>		Anteil			<input type="text"/> %	Schlamm		<input type="text"/> %	Ton/Lehm (<0,063 mm)		<input type="text"/> %	Sand (0,063-2,0 mm)		<input type="text"/> %	Fein-/Mittelkies (2,0-6,3/6,3-20 mm)		<input type="text"/> %	Grobkies (20-63 mm)		<input type="text"/> %	Steine (63-200 mm)		<input type="text"/> %	Blöcke (> 200 mm)		<input type="text"/> %	organisch/Torf		Makrophyten-Aspekt <input style="width: 100%; height: 30px;" type="text"/> Aspekt des übrigen Phytobenthos <input style="width: 100%; height: 30px;" type="text"/>	
Anteil																														
<input type="text"/> %	Schlamm																													
<input type="text"/> %	Ton/Lehm (<0,063 mm)																													
<input type="text"/> %	Sand (0,063-2,0 mm)																													
<input type="text"/> %	Fein-/Mittelkies (2,0-6,3/6,3-20 mm)																													
<input type="text"/> %	Grobkies (20-63 mm)																													
<input type="text"/> %	Steine (63-200 mm)																													
<input type="text"/> %	Blöcke (> 200 mm)																													
<input type="text"/> %	organisch/Torf																													
Bemerkungen <input style="width: 100%; height: 60px;" type="text"/>																														

Bayerisches Landesamt für Umwelt November 2005

Abbildung 11: Feldprotokoll für die Probenahme von Diatomeen

Feldprotokoll Phytobenthos Fließgewässer

(Makrophyten- & Phytobenthos-Bewertung gemäß EG-WRRL; grau unterlegte Felder optional)

<p>Gewässername <input style="width: 100%;" type="text"/></p> <p>Probestelle <input style="width: 100%;" type="text"/></p> <p>Lage der Probestelle <input style="width: 100%;" type="text"/></p> <p>Nächste Ortschaft <input style="width: 100%;" type="text"/></p> <p>Bearbeiter <input style="width: 100%;" type="text"/></p> <p>Probstellen-Nr. <input style="width: 100%;" type="text"/></p> <p>Befund-Nr. <input style="width: 100%;" type="text"/></p> <p>Rechtswert <input style="width: 100%;" type="text"/></p> <p>Hochwert <input style="width: 100%;" type="text"/></p> <p>TK-Blatt <input style="width: 100%;" type="text"/></p> <p>Datum <input style="width: 100%;" type="text"/></p>	<p>Abschnittslänge <input style="width: 100%;" type="text"/> m</p> <p>mittlere Breite <input style="width: 100%;" type="text"/> m</p> <p>mittlere Tiefe <input type="checkbox"/> I 0-30 cm <input type="checkbox"/> II 30-100 cm <input type="checkbox"/> III >100 cm </p> <p>Wasserstand <input type="checkbox"/> trocken <input type="checkbox"/> niedrig <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> hoch </p> <p>Probenahme über die gesamte Breite des Gewässers möglich? ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/></p> <p>Trübung <input type="checkbox"/> ungetrübt, klar <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> stark getrübt </p> <p>Gewässergrund sichtbar? <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein </p> <p>Film-/Foto-Nr. <input style="width: 100%;" type="text"/></p>
---	--

Entnommene Phytobenthosproben

Nr.	Beschreibung der Probe	Substrat-Art	Deckungsgrad bzw. geschätzte Häufigkeit
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			

Bayerisches Landesamt für Umwelt Januar 2012

Abbildung 12: Feldprotokoll für die Probenahme des Phytobenthos

Makrophyten- & Phytobenthos-Bewertung gemäß EG-WRRL

Bayerisches Landesamt für Umwelt Januar 2012

172

[illegible]

Abbildung 14: Mikroskopier-Protokoll Phytobenthos ohne Diatomeen, geeignet zur Dokumentation aller Unterbefunde eines Befundes.

Abbildung 15: Kartierprotokoll Makrophyten und Phytobenthos in Fließgewässern (Seite 1)

[illegible]

- * Pflanzenmenge nach KOHLER (1978)
- 1 = sehr selten
- 2 = selten
- 3 = verbreitet
- 4 = häufig
- 5 = massenhaft

**** Vitalität, verändert nach
 BRAUN-BLANQUET (1964)**
 ● = sehr gut entwickelt
 β = gut entwickelt
 ○ = mäßig entwickelt
 oo = schlecht entwickelt

*** Soziabilität, verändert nach
BRAUN-BLANQUET (1964)
I = verstreut
II = horstweise
III = kleine Flecken
IV = ausgedehnte Flecken
V = große Herden bildend

Nr.	Beschreibung der Probe	Substrat-Art	Deckungsgrad bzw. geschätzte Häufigkeit
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			

Abbildung 16: Kartierprotokoll Makrophyten und Phytobenthos in Fließgewässern (Seite 2)

7.4 Anpassung der Fließgewässer-Typologie von Schaumburg et al. (2006) an die LAWA-Fließgewässertypen

Textbeitrag von Herrn Dr. Klaus van de Weyer

Klaus van de Weyer, 20.02.2008

Anpassung der Fließgewässer-Typologie von Schaumburg et al. (2006) an die LAWA-Fließgewässertypen

Die Fließgewässer-Typologie, Teil Makrophyten, von SCHAUMBURG et al. (2006) wurde an die LAWA-Fließgewässertypen (POTTGIESSER et al. 2004) angepasst. Sie sind die Grundlage für die Typzuweisung. Das hat zur Folge, dass die bestehende Klassifikation der Makrophyten-Fließgewässertypen von SCHAUMBURG et al. (2006), die als Grundlage u.a. die Gewässerbreite, Tiefe und Fließgeschwindigkeit beinhaltet, nicht weiter verfolgt wird. Die nachfolgende Anpassung ist keine Gegenüberstellung, sondern eine Anpassung der Makrophyten-Fließgewässertypen von SCHAUMBURG et al. (2006) an die LAWA-Fließgewässertypen (POTTGIESSER et al. 2004).

Für das Tiefland und die großen Flüsse der Mittelgebirge muss eine weitere Differenzierung in rhithrale und potamale Probestellen erfolgen. Diese Unterteilung erfolgt anhand des Talbodengefälles unter Berücksichtigung des potenziell natürlichen Windungsgrades, der Größe des Einzugsgebietes und des Mittelgebirgsanteils (s. Tab. 1):

Tab. 1: Kriterien zur Unterscheidung von rhithralen und potamalen Fließgewässern bzw. Fließgewässerabschnitten (KOENZEN, pers. Mittlg., KOENZEN 2005)

Größe des Einzugsgebietes (km ²)	Talbodengefälle*	Anteil des Mittelgebirges am Einzugsgebiet	
< 100	<= 1/00		potamal
	> 1/00		rhithral
100-10.000	<= 0,5/00		potamal
	> 0,5/00-1/00	< 50%	potamal
	> 0,5/00-1/00	> 50%	rhithral
	> 1/00		rhithral
> 10.000	<= 0,5/00		potamal
	> 0,5/00		rhithral

* unter Berücksichtigung des potenziell natürlichen Windungsgrades

rhithral: überwiegend schnell fließend, potamal: überwiegend langsam fließend

Demnach lassen sich die LAWA-Fließgewässertypen (POTTGIESSER et al. 2004) wie in Tab. 2 dargestellt differenzieren. Gleichzeitig werden die entsprechenden Fließgewässer-Makrophyten-Typen von SCHAUMBURG et al. (2006) aufgeführt. Für die rhithral geprägten Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes ist eine Differenzierung analog den potamalen Fließgewässern des Norddeutschen Tieflandes erforderlich.

Tab. 2: Vorschlag für eine Makrophyten-Fließgewässertypen-Anpassung: LAWA - PHYLIB- (ohne Alpen und Alpenvorland)

LAWA-TYP	LAWA-TYP	PHYLIB-TYP neu
5	Grobmaterialreiche, silikatische Bäche der Mittelgebirge	MRS
5.1	Feinmaterialreiche, silikatische Bäche der Mittelgebirge	MRS
6	Feinmaterialreiche, karbonatische Mittelgebirgsbäche	MRK
7	Grobmaterialreiche, karbonatische Mittelgebirgsbäche	MRK
9	Silikatische, fein-grobmaterialreiche Flüsse der Mittelgebirge	MRS
9.1	Karbonatische, fein-grobmaterialreiche Flüsse der Mittelgebirge	MRK
9.2, rhithral	Rhithrale, große Flüsse des Mittelgebirge	Mg
9.2, potamal	Potamale, große Flüsse des Mittelgebirge	MP
10, rhithral	Rhithrale, kiesgeprägte Ströme	Mg
10, potamal	Potamale, kiesgeprägte Ströme	MP
11, Tiefland	Organisch geprägte Bäche des Tieflandes	TNk
11, Mittelgebirge	Organisch geprägte Bäche des Tieflandes	MP
12, Tiefland	Organisch geprägte Flüsse des Tieflandes	TN
12, Mittelgebirge	Organisch geprägte Flüsse der Mittelgebirge	MP
14, rhithral	Rhithrale, sandgeprägte Tieflandbäche	TRk
14, potamal	Potamale, sandgeprägte Tieflandbäche	TNk
15, rhithral	Rhithrale, sand- & lehmgeprägte Tieflandflüsse	TR
15, potamal	Potamale, sand- & lehmgeprägte Tieflandflüsse	TN
15g, rhithral	Große, rhithrale, sand- & lehmgeprägte Tieflandflüsse	TRg
15g, potamal	Große, potamale, sand- & lehmgeprägte Tieflandflüsse	TNg
16	Kiesgeprägte Tieflandbäche	TRk
17, rhithral	Rhithrale, kiesgeprägte Tieflandflüsse	TR
17, potamal	Potamale, kiesgeprägte Tieflandflüsse	TN
18, rhithral	Rhithrale, löss-lehmgeprägte Tieflandbäche	TRk
18, potamal	Potamale, löss-lehmgeprägte Tieflandbäche	TNk
19, Tiefland, rhithral	Rhithrale Niederungsfließgewässer des Tieflandes	TRk
19, Tiefland, potamal	Potamale Niederungsfließgewässer des Tieflandes	TN
19, Mittelgebirge, rhithral, silikatisch	Rhithrale, silikatische Niederungsfließgewässer der Mittelgebirge	MRS
19, Mittelgebirge, rhithral, karbonatisch	Rhithrale, karbonatische Niederungsfließgewässer der Mittelgebirge	MRK
19, Mittelgebirge, potamal	Potamale Niederungsfließgewässer der Mittelgebirge	MP
20	Sandgeprägte Ströme	TNg
21, rhithral	Rhithrale, seeausflussgeprägte Fließgewässer	TR/TRk/TRg
21, potamal	Potamale, seeausflussgeprägte Fließgewässer	TN/TNk/TNg

rhithral: überwiegend schnell fließend, potamal: überwiegend langsam fließend

MRK:	karbonatisch-rhithral geprägte Fließgewässer der Mittelgebirge und (Vor-) Alpen
MRS:	silikatisch-rhithral geprägte Fließgewässer der Mittelgebirge und (Vor-) Alpen
MP:	potamal geprägte Fließgewässer der Mittelgebirge und (Vor-) Alpen
Mg:	große Ströme der Mittelgebirge und (Vor-) Alpen
TRk:	kleine rhithral geprägte Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes
TR:	mittelgroße, rhithral geprägte Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes
TRg:	große rhithral geprägte Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes
TNk:	kleine potamale Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes
TNm:	mittelgroße potamale Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes
TNg:	große potamale Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes

bisher bei PHYLIB nicht angegeben

Literatur

- KOENZEN, U. 2005: Fluss- und Stromauen in Deutschland - Typologie und Leitbilder. Ergebnisse des F+E-Vorhabens „Typologie und Leitbildentwicklung für Flussauen in der Bundesrepublik Deutschland“ des Bundesamtes für Naturschutz FKZ 80382100. - Angewandte Landschaftsökologie 65: 327 S. + Karte.
- POTTGIESSER, T., KAIL, J., SEUTER, S., HALLE, M. 2004: Abschließende Arbeiten zur Fließgewässertypisierung entsprechend den Anforderungen der EU-WRRL, Teil II, Endbericht: 20 S., im Auftrag der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)
- SCHAUMBURG, J., SCHRANZ, C., STELZER, D., HOFMANN, G., GUTOWSKI, A., FOERSTER, J. 2006: Handlungsanweisung für die ökologische Bewertung von Fließgewässern zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie: Makrophyten und Phytobenthos, Stand Januar 2006

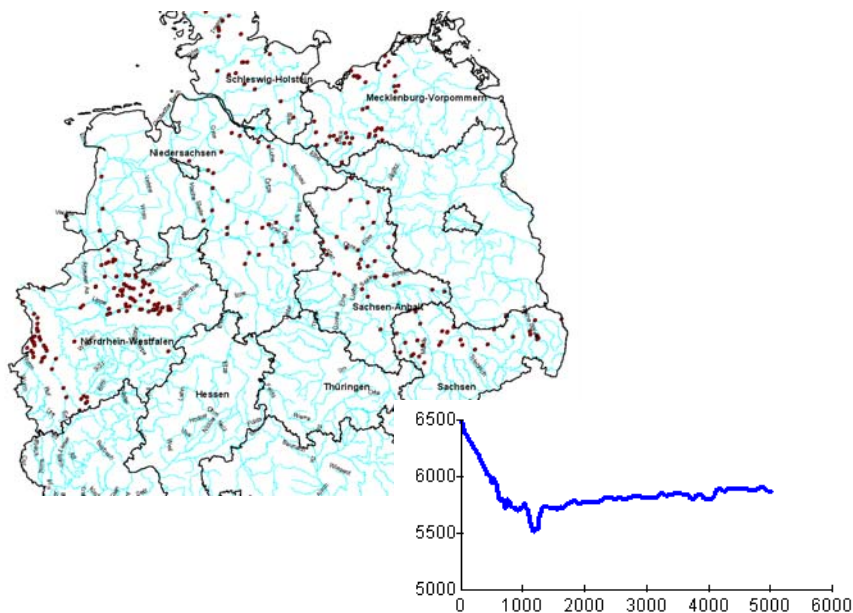
7.5 Beratung zur Ermittlung des Talbodengefälles für eine Makrophytentypologie für Fließgewässer

Textbeitrag Planungsbüro Koenzen

Bayerisches Landesamt für Umwelt



Beratung zur Ermittlung des Talbodengefälles für eine Makrophytentypologie für Fließgewässer



Auftraggeber:



Bayerisches Landesamt für Umwelt
86 177 Augsburg

Bearbeitung:

Planungsbüro Koenzen 
Wasser und Landschaft

Benrather Straße 47
40721 Hilden
Tel: 02103/90884-0
Fax: 02103/90884-19

Dr. Uwe Koenzen
Dipl.-Geogr. Julia Herda
Dipl.-Ing. (FH) Annette Kurth
Dipl.-Geogr. Patrick Amberge

Dezember 2008

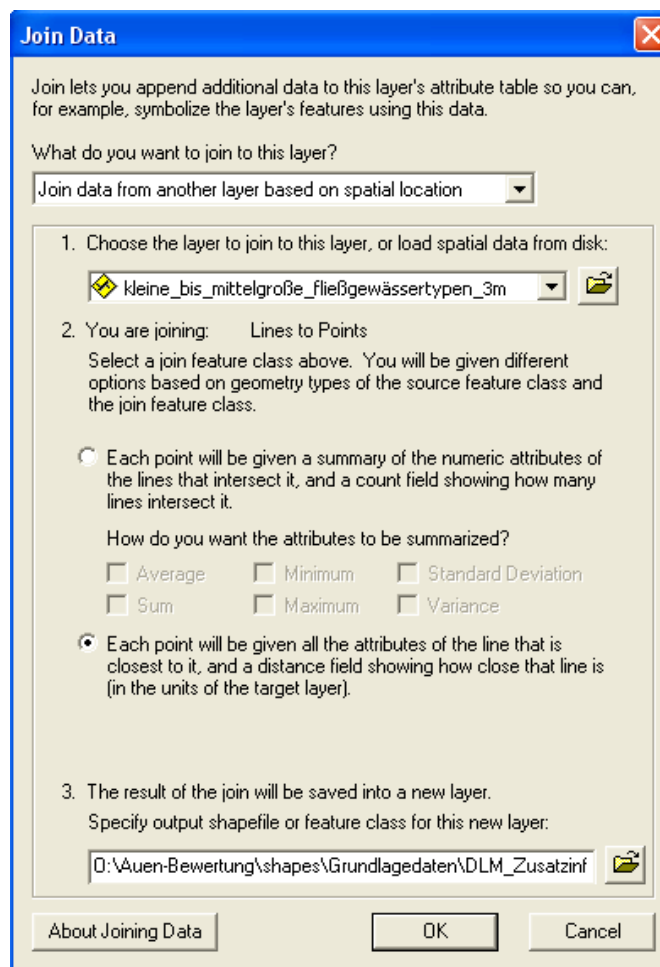
Anleitung für die Ermittlung des Talbodengefälles mit Hilfe eines Geographischen Informationssystems

Für die Ermittlung des Talbodengefälles sind nachfolgend zwei Vorgehensweisen beschrieben:

- mit dem Programm Arc-Gis 9.2 sowie
- mit dem Programm Arc-View 3.2.

Zunächst werden die vorherrschenden Windungsgrade ermittelt. Dazu führt man in Arc-Gis eine Join-Abfrage durch, um die relevanten LAWA-Typen festzustellen.

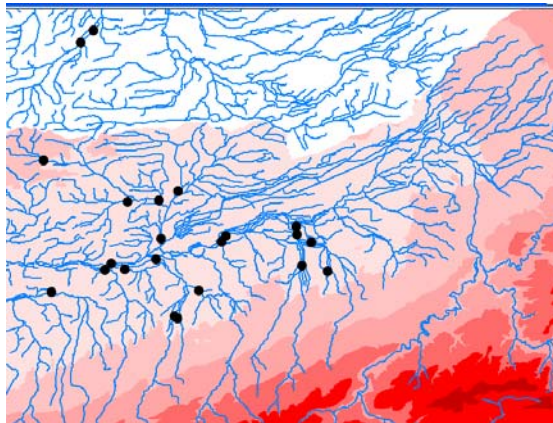
Das heißt, die Abfrage verknüpft die Information der Lage der Probestelle (Punktshape) mit dem jeweiligen Gewässertyp (Linienshape) und liefert damit den Typ im Bereich der Probestelle (**lines to point**).



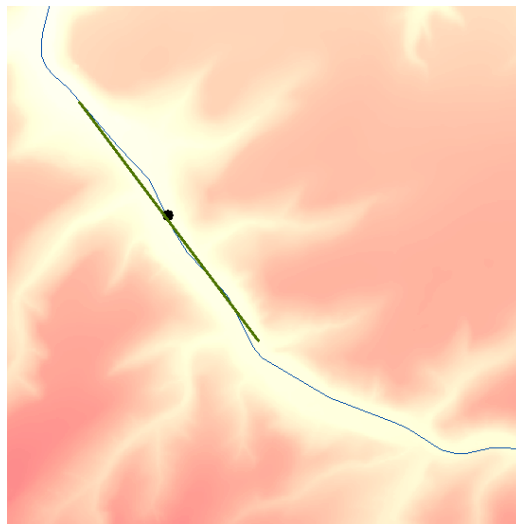
Für diese relevanten Gewässertypen werden die vorherrschenden Windungsgrade abgeschätzt. Diese dienen der Plausibilisierung.

Für die Berechnung des Talbodengefälles mit Arc-Gis 9.2 sind folgende Arbeitsschritte durchzuführen:

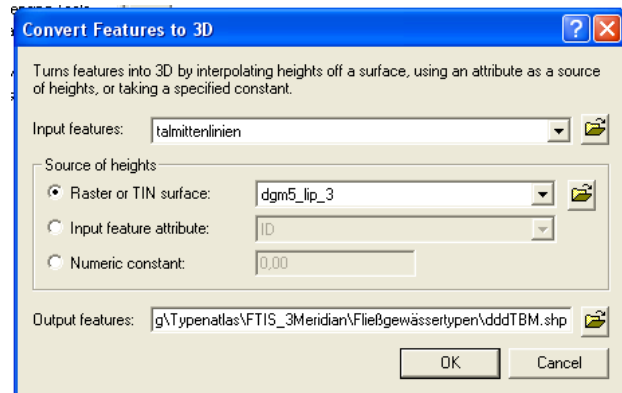
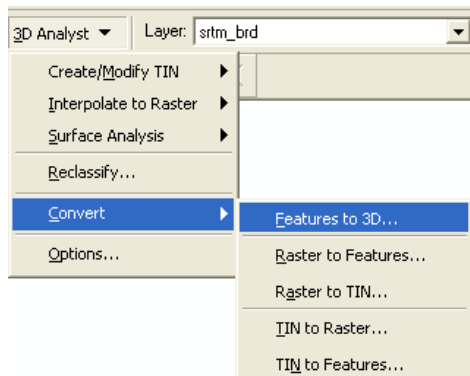
1. Einladen der Shapes zu Probestellen und Gewässerlinien, eines möglichst hoch auflösenden DGMs, topographischer Informationen



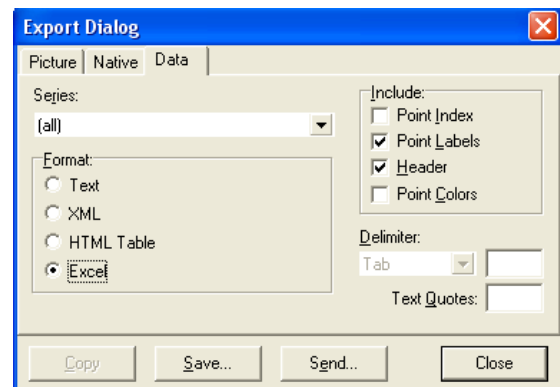
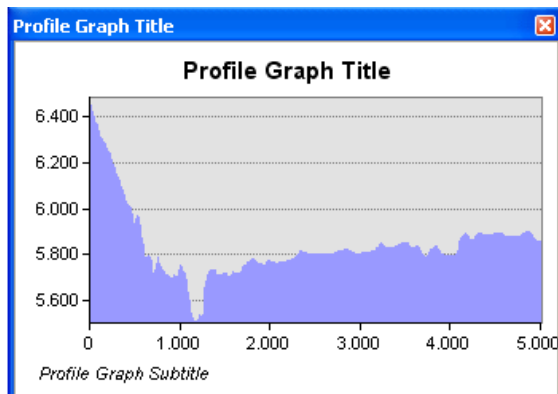
2. Im Bereich der Probestelle wird die Talmitte als Linien-Shape digitalisiert (ca. 500 m oberhalb und unterhalb der Probestelle bei Bächen, ca. 1 km bei Flüssen)



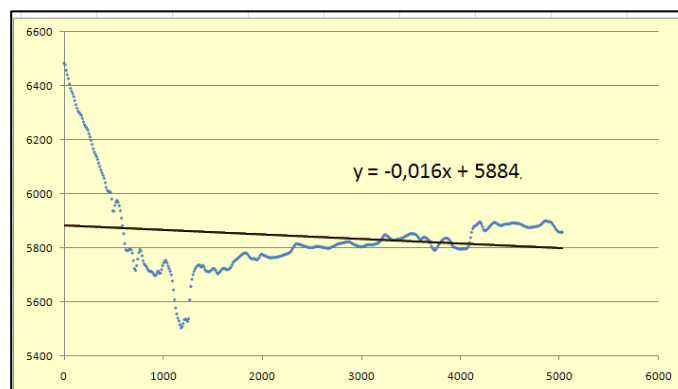
3. Das Linien-Shape mit den Talmittellinien wird mit Hilfe des 3D-Analysten (**convert Features to 3D**) in ein 3D-Linien-Shape umgewandelt



4. Die markierte Talbodenmittellinie wird mit dem Tool „**Create Profile Graph**“ in ein Diagramm umgewandelt und anschließend in eine Excel-Datei exportiert

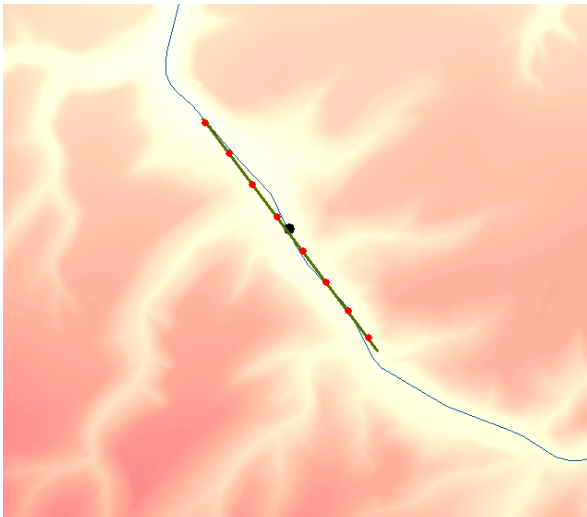


5. Erstellen eines Punktdiagramms in der Excel-Datei, Trendlinie inklusive geeignete Formel hinzufügen -> Gefälle ablesen (auf Plausibilität prüfen, s.u.)

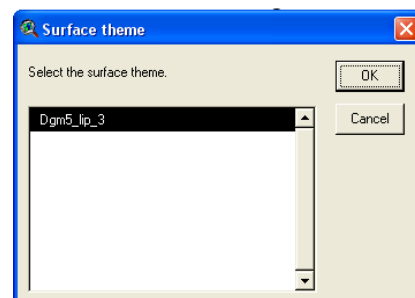
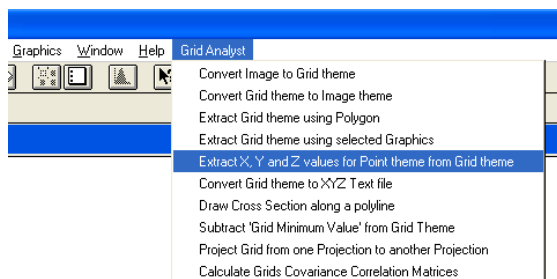


Für die Berechnung des Talbodengefälles mit ArcView sind folgende Schritte durchzuführen:

1. Einladen der Shapes zu Probestellen und Gewässerlinien, eines möglichst hoch auflösenden DGMs, topographischer Informationen
2. Im Bereich der Probestelle wird die Talmitte als Linien-Shape digitalisiert (ca. 500 m oberhalb und unterhalb der Probestelle bei Bächen, ca. 1 km bei Flüssen)
3. In die Attributtabelle werden die Probestellennummern eingetragen
4. Script (z.B. stationi) anwenden, um Punkte in 100m-Abständen entlang der Linie zu erhalten



5. Grid-Analyst (**Extract X,Y,Z values for Point Shape from Grid Theme**) anwenden



6. Join-Abfrage des neu entstandenen Punktshapes mit dem Talmittelinienshape durchführen (**line to points**). Die Information zur Probestellennummer (aus dem Talmittelinienshape) wird auf das Punktshape (Punkte entlang der Talmittelinie im Bereich der jeweiligen Probestelle) übertragen

7. dbf-Datei des Punktshapes, das nun Informationen zu den Z-Werten und der Probestellennummer enthält in Excel einladen

<i>xval</i>	<i>yval</i>	<i>zval</i>
3440757.000000	5735031.000000	9568.00
3466590.000000	5724890.000000	9274.00
3452940.000000	5720611.000000	9096.00
3452630.000000	5720800.000000	9038.00
3464270.000000	5725420.000000	9002.00
3465130.000000	5727590.000000	8390.00
3463800.000000	5728260.000000	8236.00
3454861.000000	5723167.000000	8225.00
3463720.000000	5729010.000000	8105.00
3456920.000000	5727600.000000	7679.00
3448402.000000	5731240.000000	7651.00

8. Erstellen eines Punktdiagramms in der Excel-Datei, Trendlinie inklusive geeignete Formel hinzufügen -> Gefälle ablesen (auf Plausibilität prüfen, s.u.)

Für die Plausibilisierung wird folgende Vorgehensweise vorgeschlagen:

Anhand von topographischen Informationen zu den Höhenverhältnissen im Bereich der Probestelle können stichprobenartig manuelle Berechnungen für das Talbodengefälle durchgeführt werden und mit den halbautomatisch ermittelten Werten verglichen und gegebenenfalls eine Fehlerkorrektur durchgeführt werden.

Im Tiefland ist zu beachten, dass die Ermittlung des Talbodengefälles besonders von der Qualität der Datengrundlage abhängt. Ein hochauflösendes DGM liefert für das Tiefland ein realistischeres Talbodengefälle, als ein DGM mit geringer Auflösung. Im Bergland ist dagegen bei sehr schmalen Tälern die Rastergröße des DGM entscheidend.

Zur plausiblen Bewertung der Trendlinie ist folgendes zu beachten:

- Möglichst lange Talbodenmittenlinien ziehen (mindestens 500 oberhalb und unterhalb der Probestellen bei Bächen, mindestens 1 km bei Flüssen)
- In Excel manuell/visuelle Prüfung der Z-Werte -> Löschen von Ausreißern, ggf. Orientierung an der Unterkante