



**Monitoring der benthischen Diatomeen in Fließgewässern
im Land Brandenburg mit bergbaubedingten Belastungen
(Untersuchungsjahr 2018)**

Abschlussbericht



Wudritz bei Groß Radden (OSL), MST 339_0091, 18.08.2018; Foto: Ilka Schönfelder

**Im Auftrag
des Landesamtes für Umwelt (LfU) Brandenburg**

Auftragnehmerin: Dr. Ilka Schönfelder
Büro für Diatomeenanalyse
Prof.-Zeller-Str. 2
15366 Neuenhagen

Inhalt

0	Zusammenfassung.....	3
1	Anlass und Zielstellung.....	6
2	Material und Methoden.....	7
2.1	Untersuchungsgewässer, Probenahme und Überprüfung der Typzuweisung.....	7
2.2	Untersuchungsmethoden	10
2.2.1	Präparation, Zählung und Determination der Diatomeen	10
2.2.2	Datenerfassung, ökologische Auswertung, Berechnung der Metrics	11
3	Ergebnisse	11
3.1	Floristische Befunde	11
3.2	Messstellen mit Diatomeenverödung.....	12
3.3	Bewertungsergebnisse der Messstellen.....	13
4	Diskussion	19
4.1	Einschätzung der Ergebnisse, Plausibilität, Artenvielfalt	19
4.2	Hinweise für die Verbesserung des Bewertungsverfahrens PHYLIB	20
5	Literatur.....	20
6	Bestimmungsliteratur	21

Anhang:

Eine DVD mit

... den biologischen Daten im Format einer PHYLIB-Importdatei (.xlsx)

... den Bewertungsergebnissen als PHYLIB 5.3.0 (18.02.2016) - Export im Steckbriefformat (.pdf)

... den Bewertungsergebnissen als 5.3.0 (18.02.2016) - Export im Tabellenformat (.xlsx)

... diesem Bericht (.docx und .pdf)

... den digitalen Fotos der Messstellen (.jpg)

Zusammenfassung

Im Zeitraum 05. August bis 09. November 2018 waren durch das Büro für Diatomeenanalyse, Neuenhagen Beprobungen der Aufwuchsdiatomeen an 76 Fließgewässermessstellen im Land Brandenburg durchgeführt worden. Zwei Gewässer (Neues Buchholzer Fließ, Siegraben Arnsdorf) waren trocken gefallen und wurden nicht beprobt. Es konnten 76 Proben mit aussagekräftigem Diatomeenmaterial entnommen und analysiert werden.

Die Probenahmen 2018 begannen im August 2018 während einer bereits seit ca. 4 Wochen anhaltenden extremen Niedrigwassersituation. Die Wasserführung der untersuchten Fließgewässer blieb wegen sehr geringer Niederschläge auch in den Monaten September und Oktober 2018 ungewöhnlich niedrig. Erst mit Beginn des Monats November waren wieder überwiegend normale Fließbedingungen in den untersuchten Fließgewässern im Süden Brandenburgs anzutreffen.

Die Diatomeenproben wurden im Gelände mit Ethanol konserviert und beschriftet. Die Diatomeenproben wurden im Labor oxidativ gereinigt. Von den Suspensionen wurden mikroskopische Dauerpräparate hergestellt. In jedem Dauerpräparat wurden mindestens 400 Diatomeenobjekte mit einem hochauflösenden Forschungsmikroskop bei 1125facher Vergrößerung auf Varietätsniveau bestimmt. Die Proben waren sehr artenreich. In den 76 Diatomeenproben wurden mit den Routineanalysen 280 Diatomeentaxa (Arten bzw. Unterarten / Varietäten / Formae) nachgewiesen. In der Hälfte der Proben wurden mehr als 45 Diatomeentaxa gefunden. Der Median der pro Probe bestimmten Diatomeenobjekte lag bei 480.

Der Materialumfang der 76 auswertbaren Diatomeenproben war repräsentativ für eine ökologische Bewertung der Messstellen. Die Bestimmungsergebnisse ermöglichten eine gesicherte ökologische Bewertung aller 76 erfolgreich beprobten Messstellen. Die Bewertung der Gewässer erfolgte mit dem Bewertungsverfahren PHYLIB (SCHAUMBURG et al. 2006) in der aktuellen Fassung der Software PHYLIB 5.3.0 (Bayerisches Landesamt für Umwelt, 18.02.2016).

Fünf der 78 Messstellen waren vollständig (gelb) oder nahezu (grau) ausgetrocknet. Der Anteil aerophiler Taxa an der Gesamtobjektzahl lag jedoch an den drei nahezu trockenen Messstellen, an denen eine Probenahme auf feuchtem Schlamm noch möglich war, erstaunlicherweise nicht über 5%. Offenbar trat die Austrocknung ab Juni / Juli 2018 so unvermittelt ein, dass sich im Sommer 2018 selbst aerophile Diatomeenarten nicht auf dem atmosphärisch exponierten Schlamm entwickeln konnten. Alle Bewertungsergebnisse waren trotz temporärer Austrocknung einiger Gewässer statistisch gut gesichert.

Messstelle_LfU	Gewässer	Ort	aerophile Taxa [%] D
1579_0001	Neues Buchholzer Fließ	Casel	ausgetrocknet
622_0016	Siegraben Arnsdorf	Ruhland	ausgetrocknet
84_0368	Kleine Elster	Möllendorf	3,61
1593_0017	Groß Beuchower Dorfgraben	Groß Beuchow	2,55
1232_0153	Kleptna	Mlode	1,95
1207_0009	Kochsa	Mündung	1,86
GRH_2	Greifenhainer Fließ	Wiesendorf	1
GRH_3	Greifenhainer Fließ	Wiesendorf	0,95
641_0041	Rückersdorfer Neugraben	Rückersdorf	0,72
745_0121	Malxe	Buschmühle	0,52
731_0021	Vetschauer Mühlenfließ	Stradow	0,47
85_0491	Kleine Elster	Sadow	0,46

Keine der mit PHYLIB ermittelten Bewertungen der Teilkomponente Diatomeen war ungesichert.

Die vom Landesamt für Umwelt im Jahr 2018 für die Bewertung der Proben aus 2017 vorgegebenen Zuordnungen der Messstellen zu silikatischen (D 11.1, D 11.2) oder karbonatischen (D 12.1, D 12.2, D 13.1, D 13.2) Ausprägungsformen der Fließgewässertypen bildeten die Grundlage der hier vorgestellten Bewertungsergebnisse („Einstufungen des diatomeenökologischen Zustands“). Die diatomeenökologischen Typzuweisungen wurden anhand der aktuellen Vorkommen von Versauerungszeigern und des Halobienindex überprüft. Für die folgenden zwei Messstellen wurden Halobienindizes >0 und Fehlen karbonatmeidender Diatomeenarten festgestellt.

Messstelle_LfU	Gewässer	Ort	Halobienindex (HI)
PT_MZB_81_0077	Pulsnitz	Nord	3,73
PT_MZB_82_0261	Pulsnitz	Gröden	2,31

Die Pulsnitz fiel innerhalb der untersuchten Gewässer durch hohe Abflüsse auf. Es erscheint möglich, dass ein für die hydrogeochemische Prägung maßgeblicher Anteil der Speisung aus hydrogenkarbonathaltigem Grundwasser erfolgt. Die Pulsnitz sollte anhand hydrochemischer Messwerte ($pK_{s4.3} > 1,4$ mmol/l?) auf Vorliegen einer karbonatischen Prägung überprüft werden, um sie ggf. künftig dem diatomeenökologischen Fließgewässertyp D 12.2 zuzuordnen und keine übermäßig strengen Bewertungskriterien nach dem PHYLIB-Verfahren anzulegen.

Alle Assoziationen waren von Süßwasserarten geprägt. Erkennbare leichte Belastungen durch erhöhten Elektrolytgehalt (Salzbeeinflussung) waren, wie im Jahr zuvor auch, anhand des Auftretens halophiler Diatomeenarten in geringen Dominanzwerten ($D < 2$ %) im Greifenhainer Fließ, im Priorgraben und im Südumfluter feststellbar. Alle Salzbelastungen blieben jedoch unterhalb der abstufungsrelevanten Grenze des Halobienindex (in der Version der Software PHYLIB 5.3.0 (18.02.2016)) von +15. Der höchste Wert (14,85) wurde im Groß Beuchower Dorfgraben ermittelt.

Die mit der PHYLIB-Software erzeugten Einstufungen (Bewertungen) des diatomeenökologischen Zustands wurden Plausibilitätsprüfungen unterzogen. Die Ergebnisse waren ohne Ausnahmen plausibel. Es wurden keine fachgutachterliche Korrekturen der Einstufungen für erforderlich gehalten.

Die diatomeenökologischen Qualitätsparameter zeigten zwischen den Messstellen große Unterschiede. Würde man die ökologische Bewertung der Qualitätskomponente „Makrophyten & Phytobenthos“ an den 78 Messstellen allein auf die Teilkomponente Diatomeen stützen, würde sich für das Untersuchungsjahr 2018 folgendes Bild ergeben:

- 2 Messstellen (3%) wiesen einen „sehr guten“ ökologischen Zustand auf,
- 26 Messstellen (33%) erreichten einen „guten“ ökologischen Zustand,
- 30 Messstellen (38%) lagen im Bereich des „mäßigen“ ökologischen Zustands,
- 18 Messstellen (23%) wurden mit ökologisch „unbefriedigend“ bewertet,
- keine Messstelle (0%) wurde mit „schlecht“ bewertet,
- zwei (ausgetrocknete) Messstellen (3%) waren nicht klassifizierbar.

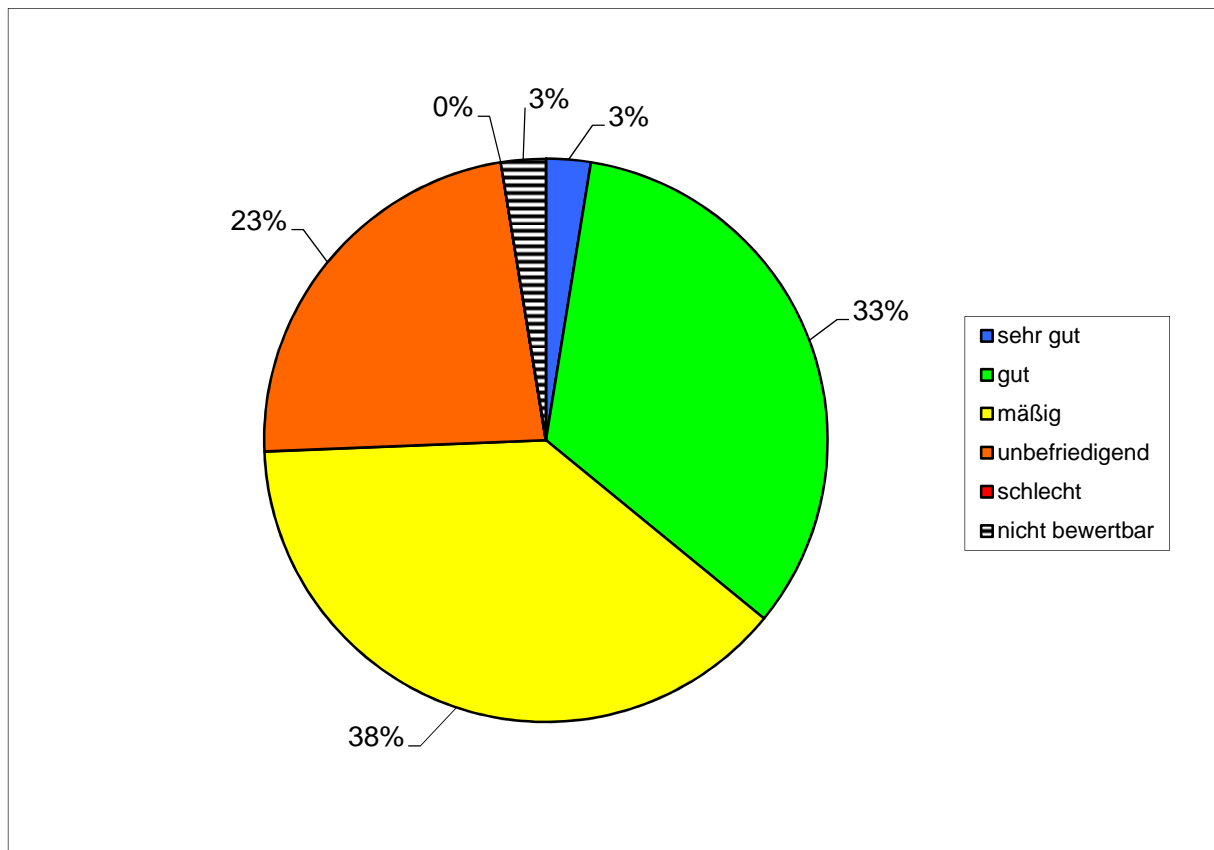


Abb. Z1: Verteilung der diatomeenökologischen Bewertungen der 78 Diatomeenmessstellen im Süden des Landes Brandenburg auf die fünf Zustandsklassen 1 (sehr gut), 2 (gut), 3 (mäßig), 4 (unbefriedigend) und 5 (schlecht) bzw. die Kategorie nicht klassifiziert (nicht bewertbar, unclassified).

Die maßgeblichen Belastungsursachen in den Gewässern, die keinen guten diatomeenökologischen Zustand aufwiesen, waren zu hoher Eintrag an Phosphaten (Eutrophierung) oder Versauerung. Durch das Verfahren PHYLIB 5.3 wurden wegen Versauerung fünf Messstellen abgewertet. Vier davon weisen Sanierungsbedarf auf.

Messstelle_LfU	Gewässer	Ort	Versauerungszeiger-Diatomeen [%]	Abwertung in PHYLIB 5.3
342_0392	Berste	Trebbinchen	98,64	1 + 3 -> 4
GRH_4	Greifenhainer Fließ	Feldmühle	96,21	1 + 3 -> 4
GRH_3	Greifenhainer Fließ	Wiesendorf	33,33	2 + 2 -> 4
641_0041	Rückersdorfer Neugraben	Rückersdorf	11,03	1 + 1 -> 2
GRH_2	Greifenhainer Fließ	Wiesendorf	20,56	2 + 1 -> 3

Zusammengefasst war das Untersuchungsprogramm 2018 hinsichtlich der Teilkomponente Diatomeen als aussagekräftig zu beurteilen. Die Versauerung wurde repräsentativ erfasst. Die Wirkung der Nährstoffeinträge wurde 2018 besonders deutlich, weil Verdünnungseffekte durch Niederschläge fast gänzlich ausfielen.

1 Anlass und Zielstellung

Um den Anforderungen der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL, 2000/60/EG) zu entsprechen, führen die EU-Mitgliedstaaten Überwachungsprogramme an ihren Gewässern durch. Die Ergebnisse sollen belegen, dass keine Verschlechterungen des ökologischen Zustands der Gewässer eintreten und dass Maßnahmen zur Erreichung eines guten ökologischen Zustands bzw. Potenzials führen. Die Ergebnisse der operativen und der überblicksweisen Überwachung können Trends der Entwicklung des ökologischen Zustands und bestimmter Belastungen in den Oberflächenwasserkörpern aufzeigen. Die ortsgenau erhobenen biologischen Befunde unterstützen die Bewirtschaftungsplanung. Bei jährlich wiederholten Untersuchungen können sogar vorübergehende Verschlechterungen des Zustands einzelner biologischer Qualitätskomponenten an einzelnen Messstellen, die z. B. als Folge von Dürren oder Hochwässern eintreten können, erkannt und bei die Planungen von Maßnahmen zum Schutz der Gewässer berücksichtigt werden.

In der Bundesrepublik Deutschland liegt die Verantwortung für die Gewässerüberwachung bei den Bundesländern. Für Gewässer in Kulturlandschaften mit hohem Anteil an Siedlungsflächen und intensiver Landwirtschaft sind Nährstoffeinträge (insbesondere P und N) zumeist eine erhebliche Belastung für die typspezifische Gewässerflora. Zu starken Veränderungen der Flora führt auch die Versauerung der Gewässer (und der Böden) in den Bergbaufolgelandschaften. Im Vergleich mit Eutrophierung und Versauerung treten im Land Brandenburg Gewässerbelastungen durch Versalzung, wie sie z. B. unterhalb von Berg- und Klärwerken möglich ist, oder durch toxische Belastungen infolge Einleitungen aus der Industrie oder Abschwemmungen von Pestiziden aus landwirtschaftlich genutzten Flächen bislang in den Hintergrund. Ebenfalls nur sehr vereinzelt tritt Fäulnis in Gewässerabschnitten mit hoher organischer Belastung auf.

Die Kieselalgen im Aufwuchs auf Steinen, Kies und Sand sind in der Lage, die Wasserbeschaffenheit feinfühlig widerzuspiegeln. Sie bilden innerhalb weniger Wochen ausgereifte artenreiche Assoziationen aus und ermöglichen dadurch eine Einschätzung des aktuellen ökologischen Zustands in Bezug auf die Teilkomponente Diatomeen im jeweiligen Untersuchungsjahr. Die Zusammensetzung der Diatomeenassoziation einer Messstelle integriert die stofflichen Belastungen, die in den ca. 2 - 4 Monaten vor der Probenahme im Gewässerabschnitt wirksam waren. Im Rahmen der Gewässerüberwachung werden sie deshalb genutzt, um ökologisch gesicherte Aussagen über den Grad der Nährstoff-, Säure- und Salzbelastung der Gewässer abzuleiten. Sehr viele Kieselalgenarten sind außerdem empfindlich gegenüber Einträgen an fäulnisfähigen organischen Substanzen. Zahlreiche Arten gelten als tolerant gegenüber höheren Saprobiegraden. Einige Diatomeentaxa sind sogar ausschließlich in Klärwerken bzw. in Fließgewässern mit übermäßig starken Einleitungen an Siedlungsabwässern zu finden. Somit können Kieselalgenproben relativ zuverlässig auf die an einer Untersuchungsstelle maßgeblichen stofflichen Belastungen hinweisen. Da die Mehrzahl der in den norddeutschen Fließgewässern dominanten Diatomeenarten klare Präferenzen in Bezug auf die Strömungsgeschwindigkeit aufweist, lassen sich beim Vergleich von Diatomeenproben aus mehreren Untersuchungsjahren sogar Einflüsse der Strömungsbedingungen, trockener Sommer oder Hochwasserereignisse auf das Bewertungsergebnis diskutieren (z. B. JÖDICKE et al. 2011). Auch in Gewässern mit besonderen ökologischen Bedingungen kommen Diatomeen in hoher Artenzahl vor. Viele dieser Arten sind ökologisch eng eingemischt. Deshalb lassen sich mit Diatomeen insbesondere natriumchloridreiche (z. B. auch marin beeinflusste) oder versauerte Gewässer sicher erkennen.

Das aktuelle deutsche Bewertungsverfahren für Makrophyten und Phytobenthos (PHYLIB, SCHAUMBURG et al. 2012) sieht in Fließgewässern eine gekoppelte Erfassung der Makrophyten und der Aufwuchsalgen (Mikrophytobenthos) vor. Die Aufwuchsdiatomeen haben sich in den Monitoringprogrammen als stetig zu bewertende Teilkomponente

herausgestellt. Benthische Kieselalgen sind bei entsprechender Arbeitserfahrung praktisch in nahezu jedem Fließgewässer in hinreichender Menge zu finden. Vorübergehende starke Störungen der Diatomeenbesiedlung können jedoch gelegentlich durch Geschiebetransport bei Extremhochwässern, als Folge von Unterhaltungsmaßnahmen oder bei längerer Austrocknung eines Gewässerbetts auftreten.

Im Rahmen der Fließgewässerüberwachung des Landesamtes für Umwelt Brandenburg (LfU) waren im Jahr 2018 Untersuchungen der Diatomeen an 78 Fließgewässermessstellen der Bergbauregion im Süden des Landes ausgeschrieben worden. Das Büro für Diatomeenanalyse, Neuenhagen, wurde mit der Probenahme, Präparation und ökologischen Analyse der Diatomeenproben beauftragt. Von den ursprünglich in der Leistungsbeschreibung genannten 78 Messstellen wurden 76 erfolgreich beprobt. Zwei Gewässer waren ausgetrocknet und wurden nicht beprobt. Die Ergebnisse der Bewertungen der Teilkomponente Diatomeen an den 76 Messstellen werden nachfolgend vorgestellt.

2 Material und Methoden

2.1 Untersuchungsgewässer, Probenahme und Überprüfung der Typzuweisung

Die Untersuchungsgewässer des Untersuchungsprogramms 2018 (Tabelle 1) liegen im Süden des Landes Brandenburg, vom Einzugsgebiet der Spree bis zum Elbe-Elster-Gebiet verteilt. Die Probenahmen erfolgten im Zeitraum 05.08.2018 – 09.11.2018 (Median 23.10.2018). Die Verlagerung der Diatomeenprobenahme auf den Spätsommer und Frühherbst erwies sich angesichts der ab Mitte Juni 2018 eingetretenen extremen Trockenheit und Hitze, die bis Ende August andauerten, als notwendig, um ausgereifte Diatomeenassoziationen beproben zu können.

Die Probenahmen erfolgten durch die Bearbeiterin selbst (Dr. Ilka Schönfelder, Neuenhagen).

Beprobt wurden – dem bundesweit angewandten Verfahren PHYLIB entsprechend – lebende Diatomeenassoziationen auf dem typischen Bodensubstrat. In vorübergehend ausgetrockneten Gewässern wurden die oberen ca. zwei Millimeter des feuchten Schlammes eingesammelt. Die Diatomeenschalen dieses subfossilen Diatomeenmaterials erwiesen sich im Einzelnen im mikroskopischen Bild hinsichtlich Erhaltungszustand als normal. Grundsätzlich war in allen Proben eine Separation des Diatomeenmaterials im Oxidationsprozess und eine diatomeentaxonomische Analyse des Schluffmaterials möglich. Nur mit erhöhtem Aufwand präpariert und ausgewertet werden konnten einige Proben aus stark verockerten Gewässern (insbesondere Greifenhainer Fließ und Berste, Trebbinchen). Trotz des Einsatzes konzentrierter Säuren zur Lösung des Eisenockers blieb die Dichte der Diatomeenschalen in diesen Proben oft gering. Auch Proben aus beschatteten Bächen, wie der Kochsa (Mündung), waren individuenarm und erforderten erhöhten Aufwand.

Die für die Bewertung wichtigen Zuweisungen der Untersuchungsgewässer und Messstellen zu den diatomeenökologischen Ausprägungsformen „silikatisch“ (hydrogenkarbonatarm) und „karbonatisch“ (hydrogenkarbonatreich) waren durch das Landesamt für Umwelt vorgegeben worden. Anhand der Diatomeenbefunde ergaben sich nur für die Messstellen der Pulsnitz Hinweise auf eine davon abweichende, an beiden Stellen hydrogenkarbonatreiche Fließgewässerausprägung.

Tab. 1: Die 78 Messstellen (von 76 konnten bewertbare Diatomeenproben analysiert werden) mit den Vorgaben der Diatomeentypzuweisungen des LfU. In eckigen Klammern [12], [32] etc. sind die in PHYLIB 5.3.0 – 2016 programmintern verwendeten Codierungen der Diatomeentypen angegeben. Rosa hinterlegte Messstellen waren ausgetrocknet und wurden 2018 nicht beprobt.

MST	GEWAESSER	ORT	Datum	Bemerkung	Diatomeentyp
1207_0009	Kochsa	Mündung	31.10.2018		D 11.1 [14]
1207_0030	Kochsa	Kochsdorf (neu)	31.10.2018		D 11.1 [14]
1223_0044	Priorgraben	Kunersdorf	23.10.2018		D 12.2 [32]
1224_0140	Priorgraben	Klein Ströbitz	23.10.2018		D 12.1 [12]
1226_0016	Brahmower Landgraben	Müschchen	23.10.2018		D 12.1 [12]
1232_0153	Kleptna	Mlode	08.08.2018	geringer Abfluss, uh. MSt. liegt ein Biberstau	D 11.1 [14]
1576_0013	Neue Spree	Leipe	05.08.2018		D 13.1 [13]
1579_0001	Neues Buchholzer Fließ	Casel	03.11.2018	ausgetrocknet, keine PN	
1583_0023	Koselmühlenfließ	bei Kackrow	03.11.2018		D 11.1 [14]
1583_0073	Koselmühlenfließ	Koschendorf	03.11.2018		D 11.1 [14]
1593_0017	Groß Beuchower Dorfgraben	Groß Beuchow	18.08.2018	stagnierend, kein Abfluss, Probe genommen	D 12.1 [12]
1679_0007	Steinitzer Wasser	Siewisch	03.11.2018		D 11.1 [14]
1684_0030	Nordfließ	Buschmühle	04.11.2018		D 13.1 [13]
1685_0041	Nordfließ/Neue Polenza	Forsthaus Schützenhaus	05.08.2018		D 13.1 [13]
1724_2565	Spree	Wilhelmsthal	31.10.2018		D 13.1 [13]
256_0121	Ruhlander Schwarzwasser	Jannowitz	13.10.2018	stagnierend, kein Abfluss, Probe genommen	D 11.1 [14]
256_0194	Ruhlander Schwarzwasser	Lipsa	31.10.2018		D 11.1 [14]
258_0013	Hopfengartenbach	Großthiemig	07.10.2018		D 11.1 [14]
261_0033	Sonnewalder Landgraben	Schönewalde	13.10.2018		D 11.1 [14]
263_0073	Schacke	Zschiepelmühle	07.10.2018		D 11.1 [14]
264_0047	Flösse	Täubertsmühle	07.10.2018	mäßige Verockerung	D 11.1 [14]
31_0367	Schwarze Elster	Prieschka	07.10.2018		D 13.1 [13]
31_0446	Schwarze Elster	Elsterwerda	07.10.2018		D 13.1 [13]
31_1025	Schwarze Elster	Biehlen	31.10.2018		D 13.1 [13]
31_1127	Schwarze Elster	Kleinkoschen	31.10.2018		D 13.1 [13]
337_0051	Südumfluter	Kahnsdorfer Kahnfahrt	05.08.2018		D 12.2 [32]
337_0129	Südumfluter	Burg	23.10.2018		D 12.2 [32]
338_0031	Wudritz	Ragow	09.11.2018		D 11.2 [31]
339_0091	Wudritz	Groß Radden	18.08.2018	mäßige	D 11.1 [14]

MST	GEWAESSER	ORT	Datum	Bemerkung	Diatomeentyp
				Verockerung	
339_0118	Wudritz	Stöbritz	18.08.2018	starke Verockerung	D 11.1 [14]
342_0182	Berste	Zauche	18.08.2018		D 11.1 [14]
342_0278	Berste	südlich Luckau	18.08.2018		D 11.1 [14]
342_0392	Berste	Trebbinchen	18.08.2018		D 11.1 [14]
343_0080	Burg-Lübbener Kanal	Wotschofska	05.08.2018		D 12.2 [32]
40_1827	Spree	Steinkirchen	09.11.2018		D 13.1 [13]
40_1935	Spree	Lehde	09.11.2018		D 13.1 [13]
40_1980	Spree	Dubkowmühle	05.08.2018		D 13.1 [13]
40_2098	Spree	Schmogrow	04.11.2018		D 13.1 [13]
40_2213	Spree	Döbbrick	04.11.2018		D 13.1 [13]
40_2279	Spree	Hammergraben Siedlung	03.11.2018		D 13.1 [13]
40_2366	Spree	Madlow	23.10.2018		D 13.1 [13]
40_2464	Spree	Bräsinchen	31.10.2018		D 13.1 [13]
40_2619	Spree	Trattendorf	31.10.2018	starke Verockerung	D 13.1 [13]
40_2633	Spree	Zerre	31.10.2018	starke Verockerung	D 13.1 [13]
617_0004	Ableiter Senftenberger See	Niemtsch	31.10.2018		D 11.1 [14]
622_0016	Sieggraben Arnsdorf	Ruhland	13.10.2018	ausgetrocknet, keine PN	
624_0064	Hauptschradengraben	Plessa-Süd	07.10.2018		D 11.2 [31]
638_0019	Breiter Graben	Werenzhain	13.10.2018	kaum Fließbewegung erkennbar	D 11.1 [14]
641_0041	Rückersdorfer Neugraben	Rückersdorf	07.10.2018	fast ausgetrocknet, Probe genommen	D 11.1 [14]
728_0207	Greifenhainer Fließ	Reddern	03.11.2018		D 11.1 [14]
729_0028	Göritzer Fließ	Raddusch	31.10.2018		D 11.1 [14]
731_0021	Vetschauer Mühlenfließ	Stradow	03.11.2018		D 11.1 [14]
734_0046	Dobra	Redlitz	08.08.2018		D 11.1 [14]
734_0080	Dobra	uh. Schönfeld	08.08.2018	stagnierend, kein Abfluss, Probe genommen	D 11.1 [14]
736_0021	Zerkwitzer Kahnfahrt	Krimnitz	09.11.2018		D 12.1 [12]
742_0054	Kohlegraben Luckau	Goßmar	18.08.2018		D 11.1 [14]
745_0019	Malxe	Bukoitza	05.08.2018		D 12.2 [32]
745_0043	Malxe	nördlich Dolzke	05.08.2018		D 12.2 [32]
745_0068	Malxe	Polenzschenke uh Wehr	05.08.2018		D 12.2 [32]
745_0082	Malxe	Polenzschenke	05.08.2018		D 12.2 [32]
745_0121	Malxe	Buschmühle	04.11.2018		D 12.2 [32]
745_0164	Malxe	Erlenhof	23.10.2018		D 12.2 [32]

MST	GEWAESSER	ORT	Datum	Bemerkung	Diatomeentyp
84_0031	Kleine Elster	Maasdorf	07.10.2018		D 11.2 [31]
84_0167	Kleine Elster	Lindena	07.10.2018		D 11.2 [31]
84_0275	Kleine Elster	Frankena	13.10.2018		D 11.2 [31]
84_0368	Kleine Elster	Möllendorf	13.10.2018	temporär trockengefallen, Probe aus Resttümpel genommen	D 11.2 [31]
85_0491	Kleine Elster	Saadow	13.10.2018	ausgetrocknet, feuchten Schlamm beprobt	D 11.1 [14]
GRH_1	Greifenhainer Fließ	Wüstenhain	03.11.2018	starke Verockerung	D 11.1 [14]
GRH_2	Greifenhainer Fließ	Wiesendorf	03.11.2018	sehr starke Verockerung	D 11.2 [31]
GRH_3	Greifenhainer Fließ	Wiesendorf	03.11.2018	sehr starke Verockerung	D 11.2 [31]
GRH_4	Greifenhainer Fließ	Feldmühle	03.11.2018	starke Verockerung	D 11.2 [31]
GRH_5	Greifenhainer Fließ	Babow	23.10.2018		D 11.2 [31]
GRH_6	Greifenhainer Fließ	Paulicks Mühle	23.10.2018		D 11.2 [31]
GRH_7	Greifenhainer Fließ	Naundorf	23.10.2018		D 11.2 [31]
GRH_8	Greifenhainer Fließ	Burg-Kolonie	23.10.2018		D 11.2 [31]
PT_MZB_341_0044	Berste	Treppendorf	18.08.2018		D 12.2 [32]
PT_MZB_81_0077	Pulsnitz	Nord	07.10.2018	relativ flacher Wasserstand, Strömung gering	D 11.2 [31]
PT_MZB_82_0261	Pulsnitz	Gröden	13.10.2018		D 11.2 [31]

2.2 Untersuchungsmethoden

2.2.1 Präparation, Zählung und Determination der Diatomeen

Die mit Ethanol fixierten Proben enthielten neben dem Diatomeenmaterial auch m.o.w. viel Schluff und Sand, viel organisches Material und im Falle verockerter Gewässer auch sehr viel Eisenocker. Das feinkörnige, diatomeenhaltige Material wurde mit langen Einwegpipetten aus den Probegefäßen entnommen und zur oxidativen Reinigung in Bechergläser überführt. Alle Proben enthielten repräsentatives Diatomeenmaterial, das im Labor separiert und gereinigt werden konnte.

Die Auflösung von Eisenocker erfolgte durch Zugabe konzentrierter Salzsäure. Die weitere Separation und Reinigung der Diatomeenschalen erfolgte in Anlehnung an KRAMMER & LANGE-BERTALOT (1986-1991) und BATTARBEE (1986) durch einen heißen Aufschluss der Proben in mehreren Arbeitsschritten mit Salzsäure und Wasserstoffperoxid (SCHÖNFELDER 1997). Das separierte Diatomeenmaterial wurde abschließend mit destilliertem Wasser gewaschen und zentrifugiert. Eine gut durchmischte, verdünnte Suspension der gereinigten Diatomeenschalen wurde auf Deckgläschen gleichmäßig verteilt, auf einer Heizplatte

getrocknet und abschließend auf Objektträgern in Naphrax (Brechungsindex n. D. 1,69) eingebettet. Für die Auszählung und Bestimmung wurde von jeder Probe ein Streupräparat angefertigt.

Die lichtmikroskopische Auswertung erfolgte mit einem Durchlichtmikroskop (NIKON Eclipse 80i) mit differentiell Interferenzkontrast (NOMARSKI DIC) bei einer Endvergrößerung von 1,5 x 12,5 x 60fach (1125 x) und einer numerischen Apertur des Kondensors und des 60x Planapochromat-Objektivs von 1,40. Es wurden zufällig gewählte, sich nicht kreuzende Transekte ausgezählt.

In allen Proben wurden mindestens 400 Schalen benthischer oder fakultativ benthischer Diatomeenarten bestimmt. Rein planktische Taxa wurden nicht mit erfasst. In Proben mit Massenentwicklungen einzelner Arten wurden regelmäßig über 400 Objekte pro Probe, im Median 473 Diatomeenobjekte gezählt und bestimmt, um auch die selteneren Arten soweit mit zu erfassen, wie das im angebotenen Zeitumfang möglich war.

Für die Determinationen wurden das moderne Kompendium von HOFMANN et al. (2011), für seltene Arten ergänzt durch das Bestimmungswerk von KRAMMER & LANGE-BERTALOT (1986-1991) sowie Monographien und Artneubeschreibungen der Bibliotheca Diatomologica, Iconographia Diatomologica (LANGE-BERTALOT & KRAMMER 1989, KRAMMER 1992, LANGE-BERTALOT 1993, REICHARDT 1995 und 1999, LANGE BERTALOT & MOSER 1994, LANGE-BERTALOT & METZELTIN 1996, KRAMMER 1997 a und b, VAN DE VIJVER et al. 2004) sowie die ersten sechs Bände der Diatoms of Europe (KRAMMER 2000, LANGE-BERTALOT 2001, KRAMMER 2002, 2003, LEVKOV 2009, LANGE-BERTALOT et al. 2011) verwendet.

2.2.2 Datenerfassung, ökologische Auswertung, Berechnung der Metrics

Die Objektzahlen der bestimmten Diatomeen wurden im Format Excel in einer PHYLIB-Importdatei erfasst und in „relative Häufigkeiten“ (Dominanzwerte) in % umgerechnet. Die bestimmten Taxa waren alle verlustfrei in die Software PHYLIB 5.3.0 (18.02.2016) importierbar.

Die Berechnungen der bewertungsrelevanten Indizes und Modulwerte sowie die Einstufungen des diatomeenökologischen Zustands der Messstellen erfolgten mit der Software PHYLIB Version 5.3.0 (Stand 18.02.2016).

3 Ergebnisse

3.1 Floristische Befunde

Es wurden 37.812 Diatomeenobjekte (Einzelschalen oder noch geschlossene Frusteln) auf Art- bzw. Varietätsniveau bestimmt. Das entspricht einem Medianwert von 480 Schalen pro Probe. Der tatsächliche Bestimmungsumfang lag zwischen 406 und 750 Diatomenobjekten pro Probe.

Die Proben aus dem Untersuchungsgebiet waren im Vergleich mit denen aus anderen Landschaften im Norddeutschen Tiefland durchschnittlich artenreich, aber wegen der sehr unterschiedlichen Hydrogenkarbonatkonzentration der Untersuchungsgewässer und lokal starker Versauerung floristisch sehr verschieden. In den 76 ausgewerteten Proben wurden 280 Diatomeentaxa bestimmt. Im Median wurden 45 Taxa pro Probe erfasst.

Anhand des Halobienindex wurde die Zuordnung der beprobten Gewässerabschnitte zu den karbonatreichen diatomeenökologischen Fließgewässertypen validiert. Halobienindizes <-15 sind charakteristisch für hydrogenkarbonatarme Gewässer. Halobienindizes >0 weisen auf aktuell hydrogenkarbonatreiches Milieu hin, wobei zunächst offen bleibt, ob der

Karbonatreichtum das Ergebnis einer Aufkalkung des Einzugsgebiets oder geologisch bedingt ist.

Zwei als karbonatarm vorgegebene Messstellen der Pulsnitz wiesen Halobienindizes >0 auf und weisen Silkatzeigerarten auch nur in verstreuten Einzelzellen auf. Die Pulsnitz ist stark eutrophiert, deshalb ist es anhand der Diatomeen aktuell nicht sicher zu entscheiden, ob die Karbonatprägung natürlich ist.

Messstelle_LfU	Gewässer	Ort	Halobienindex (HI)
PT_MZB_81_0077	Pulsnitz	Nord	3,73
PT_MZB_82_0261	Pulsnitz	Gröden	2,31

Die hydrologische Besonderheit der Pulsnitz spricht für eine natürliche Karbonatprägung. Im Dürresommer 2018 fiel die Pulsnitz innerhalb der untersuchten Gewässer durch hohe Abflüsse auf. Es erscheint möglich, dass ein für die hydrogeochemische Prägung maßgeblicher Anteil der Speisung aus hydrogencarbonathaltigem Grundwasser erfolgt. Die Pulsnitz sollte anhand hydrochemischer Messwerte ($pK_{s4.3} > 1,4$ mmol/l?) auf Vorliegen einer karbonatischen Prägung überprüft werden, um sie ggf. künftig dem diatomeenökologischen Fließgewässertyp D 12.2 zuzuordnen und keine übermäßig strengen Bewertungskriterien nach dem PHYLIB-Verfahren anzulegen.

Die Zuweisungen der übrigen Gewässer zu den vom LfU vorgegebenen Ausprägungsformen wurden als plausibel beurteilt.

Nicht bestimmbare Taxa traten nicht auf. Eine in Norddeutschland weit verbreitete aber relativ seltene *Nitzschia*-Art (*Nitzschia* sp. in Witkowski et al. 2000, Plate 184/1) ist noch nicht valide beschrieben und konnte deshalb nicht mit einem Artnamen versehen werden. Sie wurde nur in wenigen Proben und auch nur in geringer Anzahl festgestellt und hatte keinen störenden Einfluss auf die Bewertung.

Die Probenahme aller Proben war insgesamt als repräsentativ für das Sommerhalbjahr 2018 zu beurteilen. Das Jahr 2018 war allerdings wegen seines extrem trockenen Sommers ziemlich untypisch für die Abflusssituation in der Lausitz.

Alle 76 Proben unterstützten formal und fachlich die technische Bewertung der Messstellen mit der Software PHYLIB 5.3.0.

3.2 Messstellen mit Diatomeenverödung

Diatomeenverödung bedeutet, dass an einer Fließgewässer-Messstelle nahezu keine Diatomeen gesammelt und ökologisch ausgewertet werden können. Das traf 2018 nur auf die beiden ausgetrockneten Gewässer (Neues Buchholzer Fließ, Siegraben Arnsdorf) zu.

Diatomeenverödung liegt nach Ansicht der Bearbeiterin auch dann an einer Messstelle vor, wenn wegen stofflicher Belastungen ein serienmäßig aus gereinigtem silikatischem Schluffmaterial hergestelltes Diatomeenpräparat weniger als 400 auswertbare Diatomeenschalen enthält. Mikroskopische Präparate aus natürlichen Fließgewässern enthalten normalerweise Zehntausende Diatomeenschalen. Diatomeenverödung wegen stofflicher Belastungsursachen lag 2018 an keiner der 76 beprobten Messstellen vor.

3.3 Bewertungsergebnisse der Messstellen

3.3.1 Messstellen mit temporärer Wasserführung und formal ungesicherten Bewertungsergebnissen

Keine Probe enthielt mehr als 5% an Diatomeenobjekten mit terrestrischer („aerophiler“) Lebensweise. Alle Proben waren gesichert bewertbar. Aerophile Arten störten die Bewertung im Untersuchungsjahr 2018 überraschenderweise nicht.

Der Anteil aerophiler Taxa an der Gesamtobjektzahl lag selbst an drei nahezu trockenen Messstellen, an denen eine Probenahme auf feuchtem Schlamm noch möglich war, erstaunlicherweise nicht über 5%. Offenbar trat die Austrocknung ab Juni / Juli 2018 so unvermittelt ein, dass sich im Sommer 2018 selbst aerophile Diatomeenarten nicht auf dem atmosphärisch exponierten Schlamm entwickeln konnten. Alle Bewertungsergebnisse waren trotz temporärer Austrocknung einiger Gewässer statistisch gut gesichert.

Die nachfolgende Auflistung schließt alle Messstellen ein, die 2018 entweder ausgetrocknet waren und/oder mehr als 0,45% Objekte aerophiler Taxa aufwiesen. Gelb sind komplett ausgetrocknete Messstellen hinterlegt. Gewässer mit Resttümpeln sind grau hinterlegt. Die Auflistung zeigt, dass 2018 auch Messstellen mit relativ normaler Wasserführung einzelne Objekte aerophiler Diatomeenarten aufwiesen. Umgekehrt fiel die seit Jahren nur sehr selten Wasser führende Kleine Elster bei Saadow nicht durch höhere Dominanzwerte aerophiler Arten auf.

Messstelle_LfU	Gewässer	Ort	aerophile Taxa [%] D
1579_0001	Neues Buchholzer Fließ	Casel	ausgetrocknet
622_0016	Sieggraben Arnsdorf	Ruhland	ausgetrocknet
84_0368	Kleine Elster	Möllendorf	3,61
1593_0017	Groß Beuchower Dorfgraben	Groß Beuchow	2,55
1232_0153	Kleptna	Mlode	1,95
1207_0009	Kochsa	Mündung	1,86
GRH_2	Greifenhainer Fließ	Wiesendorf	1
GRH_3	Greifenhainer Fließ	Wiesendorf	0,95
641_0041	Rückersdorfer Neugraben	Rückersdorf	0,72
745_0121	Malxe	Buschmühle	0,52
731_0021	Vetschauer Mühlenfließ	Stradow	0,47
85_0491	Kleine Elster	Saadow	0,46

3.3.2 Messstellen mit formal gesicherten Bewertungsergebnissen

Das Bewertungsverfahren PHYLIB sieht für die Bewertung der Teilkomponente Diatomeen eine gekoppelte Bewertung durch einen Verschnitt der beiden Module „Artenzusammensetzung und Abundanz“ (Metric Referenzartensumme (RAS%)) und „Nährstoffbewertung“ vor. Bei Versauerung oder Versalzung greifen zusätzlich die Module „Versauerungszeiger“ und „Halobienindex“ und führen bei Überschreitung bestimmter Werte zu Herabstufungen.

Um die Einflüsse der beiden Module Trophieindex und Abundanzsumme der Referenzarten sowie die Abwertungen aufgrund von Versauerung im Einzelnen deutlich zu machen, werden in Tab. 4 auch die durch die Software PHYLIB 5.3.0 ausgegebenen Modulbewertungen einzeln wieder gegeben. Damit wird für jede Messstelle die unmittelbare Wirkung der Nährstoffbelastungen (indiziert über den TI und den SI) den Auswirkungen der multifaktoriell bedingten „allgemeinen“ Degradation unter Einschluss der Nährstoffbelastung (indiziert über

die Referenzartensumme (RAS %)) und die Bewertung aufgrund des Versauerungszustands gegenüber gestellt.

Alle Bewertungen, bis auf die für die Pulsnitz, erschienen bei der Plausibilitätsprüfung angemessen streng. Die Pulsnitz wurde mit ÖZK 4 an beiden Messstellen im Jahr 2018 auffallend streng bewertet.

Versalzung mit einer Überschreitung des Halobienindex-Grenzwertes von +15 lag an keiner Messstelle vor. Auch in der Versalzungsregion Südumfluter – Priorgraben – Unterlauf Greifenhainer Fließ, in der regional isoliert mehrere halophile Arten vorkommen und auch bei den Routineuntersuchungen 2018 wieder nachgewiesen werden konnten, traten diese Indikatorarten nur in Einzelzellen auf. Der Einfluss der salztoleranten Arten auf die Referenzartensumme blieb aufgrund der geringen relativen Abundanzwerte dieser Arten sehr gering. Salzzeiger können im südlichen Oberspreewald also bislang als botanische Besonderheit mit bislang nur sehr geringem Einfluss auf das Bewertungsergebnis der Teilkomponente Diatomeen betrachtet werden. Die Ursache des kleinräumigen Versalzungsgebietes am Südrand des Oberspreewalds blieb weiter ungeklärt.

In keiner Probe (0%) wurde 2018 eine Massenentwicklung einer toleranten, eu- oder eu-polytraphenten Referenzart festgestellt, die zu einer Abwertung im Modul Referenzarten hätte führen können. Die Entwicklung der fließgewässertypischen Referenzarten fiel 2018 überhaupt sehr schlecht aus, so dass für weitergehende Abwertung auch kein Grund erkennbar war.

Die diatomeenökologischen Qualitätsparameter zeigten zwischen den Messstellen große Unterschiede. Würde man die ökologische Bewertung der Qualitätskomponente „Makrophyten & Phytobenthos“ an den 78 Messstellen allein auf die Teilkomponente Diatomeen stützen, würde sich für das Untersuchungsjahr 2018 folgendes Bild ergeben:

- 2 Messstellen (3%) wiesen einen „sehr guten“ ökologischen Zustand auf,
- 26 Messstellen (33%) erreichten einen „guten“ ökologischen Zustand,
- 30 Messstellen (38%) lagen im Bereich des „mäßigen“ ökologischen Zustands,
- 18 Messstellen (23%) wurden mit ökologisch „unbefriedigend“ bewertet,
- keine Messstelle (0%) wurde mit „schlecht“ bewertet,
- zwei (ausgetrocknete) Messstellen (3%) waren nicht klassifizierbar.

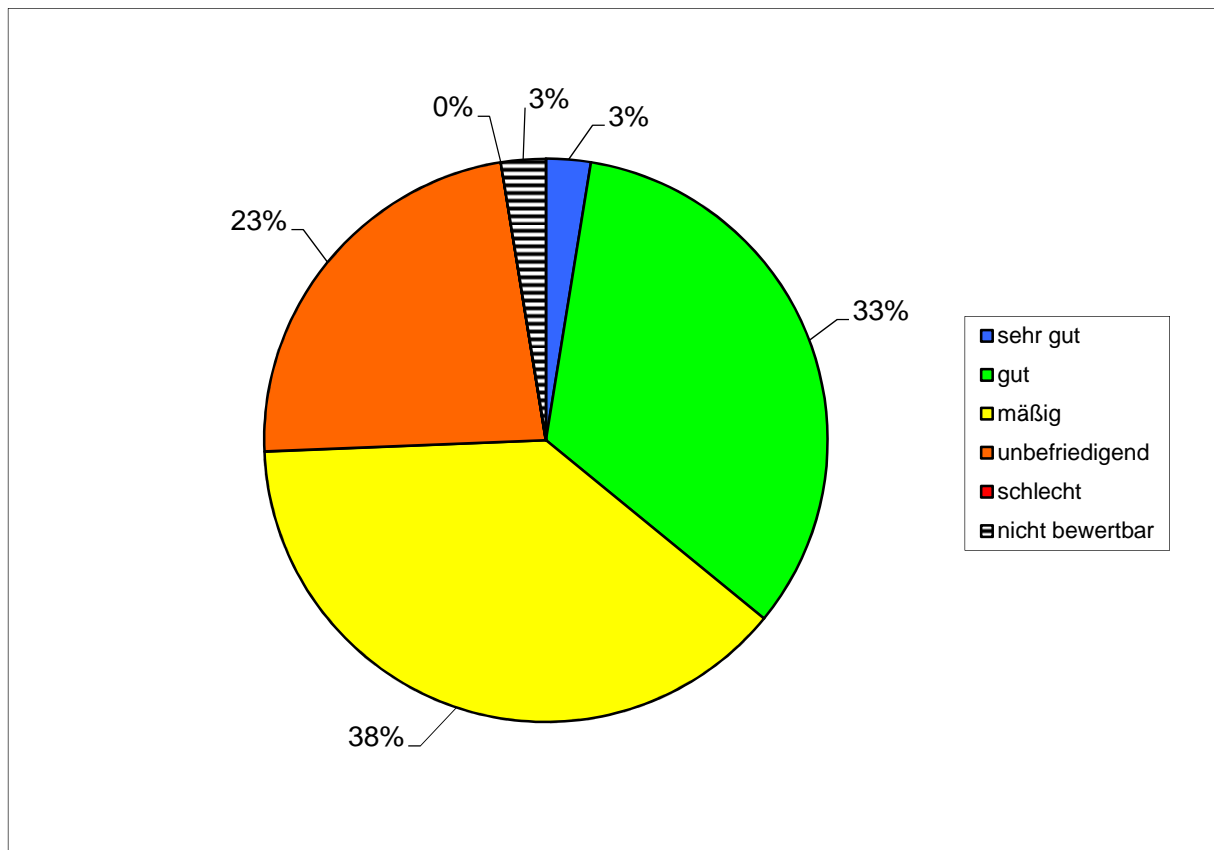


Abb. 1: Verteilung der diatomeenökologischen Bewertungen der 78 Diatomeenmessstellen im Süden des Landes Brandenburg auf die fünf Zustandsklassen 1 (sehr gut), 2 (gut), 3 (mäßig), 4 (unbefriedigend) und 5 (schlecht) bzw. die Kategorie nicht klassifiziert (nicht bewertbar, unclassified).

Die Einstufungen in den drei Modulen „Referenzartensumme“, „Nährstoffbelastung“ und „Versauerung“ werden in Tabelle 4 für die 76 bewerteten Messstellen dem Gesamtergebnis vergleichend gegenüber gestellt.

Tab. 4: Die mit der Software PHYLIB 5.3.0 (2016) ermittelten Saprobienindizes (SI), Trophieindizes (TI), Referenzartensummen (RAS) und Anteile an Versauerungsindikatoren (VSI) für die 76 ökologisch bewerteten Diatomeenproben. Angegeben werden die nach dem Klassifikationsansatz von PHYLIB 5.3.0 ausgegebenen Teilergebnisse (Klassifikationen K_) der Bewertungen für den Trophieindex TI und die Referenzartensumme RAS, der Anteil der Versauerungsindikatoren, die Abwertung wegen Versauerung (in ganzen Zustandsklassen; im Bereich 5 – 10% Versauerungszeiger wurde die Vorwarnstufe 0 (!) eingeführt) und die Ergebnisse der Zusammenführung der Module zur Gesamtbewertung (ÖZK / ÖPK = Ökologische Zustandsklasse / ökologische Potenzialklasse) der Teilkomponente Diatomeen.
 $3 \uparrow 2$ = Fachgutachterliche Umstufung: im Beispiel Aufwertung von „mäßig“ auf „gut“ .

Messstelle	Gewässer	Lage	SI	K_SI	TI	K_TI	RAS [%]	K_RAS	Versauerung [%]	Abwertung_Versauerung	Bewertung ÖZK / ÜPK
1207_0009	Kochsa	Mündung			2,46	2	59,1	2	0,23		2
1207_0030	Kochsa	Kochsdorf (neu)			3,04	4	38,8	3	0,00		3
1223_0044	Priorgraben	Kunersdorf			2,83	3	60,5	2			2
1224_0140	Priorgraben	Klein Ströbitz			2,68	3	33,1	3			3
1226_0016	Brahmower Landgraben	Müschchen			2,62	2	52,2	2			2
1232_0153	Kleptna	Mlode			2,59	3	28,5	3	0,24		3
1576_0013	Neue Spree	Leipe	1,87	3			59,9	2			2
1579_0001	Neues Buchholzer Fließ	Casel									
1583_0023	Koselmühlenfließ	bei Kackrow			3,25	4	3,4	4	0,00		4
1583_0073	Koselmühlenfließ	Koschendorf			3,07	4	26,2	3	0,00		4
1593_0017	Groß Beuchower Dorfgraben	Groß Beuchow			2,62	2	7,9	4			4
1679_0007	Steinitzer Wasser	Siewisch			3,07	4	28,4	3	0,00		3
1684_0030	Nordfließ	Buschmühle	1,84	2			73,2	2			2
1685_0041	Nordfließ/Neue Polenza	Forsthaus Schützenhaus	1,96	3			50,0	3			3
1724_2565	Spree	Wilhelmsthal	1,73	2			60,5	2			2
256_0121	Ruhlander Schwarzwasser	Jannowitz			2,48	3	58,5	2	0,00		2
256_0194	Ruhlander Schwarzwasser	Lipsa			2,19	2	62,3	2	0,21		2
258_0013	Hopfengartenbach	Großthiemig			3,05	4	21,8	4	0,00		4
261_0033	Sonnewalder Landgraben	Schönewalde			2,98	3	10,4	4	0,00		4
263_0073	Schacke	Zschiepelmühle			2,90	3	45,3	3	0,00		3

Messstelle	Gewässer	Lage	SI	K_SI	TI	K_TI	RAS [%]	K_RAS	Ver-sauerung [%]	Ab-wertung_ Ver-sauerung	Be-wertung ÖZK / ÜPK
264_0047	Flösse	Täubertsmühle			1,19	1	85,7	1	8,81	0 (!)	1
31_0367	Schwarze Elster	Prieschka	1,83	2			41,7	3			3
31_0446	Schwarze Elster	Elsterwerda	1,66	2			58,2	2			2
31_1025	Schwarze Elster	Biehlen	2,08	4			41,3	3			3
31_1127	Schwarze Elster	Kleinkoschen	2,39	4			33,6	3			4
337_0051	Südumfluter	Kahnsdorfer Kahnfahrt			2,84	3	55,9	2			2
337_0129	Südumfluter	Burg			3,03	3	29,2	3			3
338_0031	Wudritz	Ragow			2,55	3	19,8	4	0,00		3
339_0091	Wudritz	Groß Radden			2,25	2	24,5	4	0,00		3
339_0118	Wudritz	Stöbritz			1,73	2	30,8	3	0,00		2
342_0182	Berste	Zauche			3,08	4	25,2	3	0,00		4
342_0278	Berste	südlich Luckau			1,45	1	67,2	2	2,85		2
342_0392	Berste	Trebbinchen			0,54	1	98,6	1	98,64	+3	4
343_0080	Burg-Lübbener Kanal	Wotschofska			2,94	3	50,7	2			3
40_1827	Spree	Steinkirchen	2,01	3			57,2	2			2
40_1935	Spree	Lehde	1,78	2			64,2	2			2
40_1980	Spree	Dubkowmühle	1,91	3			75,0	2			2
40_2098	Spree	Schmogrow	1,92	3			49,0	3			3
40_2213	Spree	Döbbrick	1,91	3			54,2	2			2
40_2279	Spree	Hammergraben Siedlung	1,95	3			32,5	3			3
40_2366	Spree	Madlow	2,01	3			54,6	2			3
40_2464	Spree	Bräsinchen	1,88	3			57,6	2			2
40_2619	Spree	Trattendorf	1,73	2			61,9	2			2
40_2633	Spree	Zerre	1,84	2			61,3	2			2
617_0004	Ableiter Senftenberger See	Niemtsch			1,83	2	42,7	3	0,00		2
622_0016	Sieggraben Arnsdorf	Ruhland									
624_0064	Hauptschradengraben	Plessa-Süd			1,31	1	37,5	3	7,16	0 (!)	2
638_0019	Breiter Graben	Werenzhain			2,56	3	7,3	4	0,00		4
641_0041	Rückersdorfer Neugraben	Rückersdorf			1,02	1	90,4	1	11,03	+1	2
728_0207	Greifenhainer Fließ	Reddern			2,92	3	15,6	4	0,00		4
729_0028	Göritzer Fließ	Raddusch			2,92	3	57,4	2	0,00		3
731_0021	Vetschauer Mühlenfließ	Stradow			2,84	3	17,3	4	0,00		4
734_0046	Dobra	Redlitz			2,42	2	43,5	3	0,00		3

Messstelle	Gewässer	Lage	SI	K_SI	TI	K_TI	RAS [%]	K_RAS	Ver-sauerung [%]	Ab-wertung_ Ver-sauerung	Be-wertung ÖZK / ÜPK
734_0080	Dobra	uh. Schönfeld			2,72	3	19,3	4	0,37		3
736_0021	Zerkwitzer Kahnfahrt	Krimnitz			2,68	2	39,8	3			3
742_0054	Kohlegraben Luckau	Goßmar			2,96	3	18,7	4	0,00		4
745_0019	Malxe	Bukoitzza			2,67	2	60,5	2			2
745_0043	Malxe	nördlich Dolzke			2,81	3	58,8	2			2
745_0068	Malxe	Polenzschenke uh Wehr			2,81	3	48,7	3			3
745_0082	Malxe	Polenzschenke			2,84	3	53,1	2			3
745_0121	Malxe	Buschmühle			2,88	3	36,8	3			3
745_0164	Malxe	Erlenhof			2,71	3	58,7	2			2
84_0031	Kleine Elster	Maasdorf			2,81	3	44,8	3	0,00		3
84_0167	Kleine Elster	Lindena			2,77	3	39,7	3	0,00		3
84_0275	Kleine Elster	Frankena			0,93	1	97,0	1	0,00		1
84_0368	Kleine Elster	Möllendorf			2,71	3	39,7	3	0,00		3
85_0491	Kleine Elster	Saadow			2,81	3	39,6	3	0,00		3
GRH_1	Greifenhainer Fließ	Wüstenhain			2,60	3	25,8	3	0,19		3
GRH_2	Greifenhainer Fließ	Wiesendorf			1,86	2	48,3	3	20,56	+1	3
GRH_3	Greifenhainer Fließ	Wiesendorf			1,69	1	51,4	2	33,33	+2	4
GRH_4	Greifenhainer Fließ	Feldmühle			0,52	1	98,9	1	96,21	+3	4
GRH_5	Greifenhainer Fließ	Babow			2,74	3	21,9	4	0,17		3
GRH_6	Greifenhainer Fließ	Paulicks Mühle			2,77	3	23,4	4	0,00		3
GRH_7	Greifenhainer Fließ	Naundorf			2,79	3	13,2	4	0,00		4
GRH_8	Greifenhainer Fließ	Burg-Kolonie			2,83	3	14,5	4	0,00		4
PT_MZB_3 41_0044	Berste	Treppendorf			2,73	3	56,6	2			2
PT_MZB_8 1_0077	Pulsnitz	Nord			2,85	3	17,1	4	0,00		4
PT_MZB_8 2_0261	Pulsnitz	Gröden			2,98	3	17,9	4	0,00		4

In der äußeren rechten Spalte der Tabelle 4 sind die Ergebnisse der Zusammenführungen der Einzelbewertungen zur Gesamtbewertung dargestellt. Die durch das PHYLIB-Verfahren erfolgenden Abwertungen wegen Versauerung werden deutlich. Zwischen den Modulwerte Trophieindex und Referenzartensumme traten bei zahlreichen Proben die bei allen biologischen Bewertungen mit multimetrischen Indizes normalen Streuungen und Abweichungen um eine Klasse voneinander auf. An drei Messstellen (Groß Beuchower Dorfgraben, Wudritz bei Groß Radden, Hauptschradengraben), wichen die Klassifikationen

der Trophie und der Referenzartensumme um zwei Klassen voneinander ab. In allen drei Fällen waren die Referenzarten „mäßig“ oder „unbefriedigend“ entwickelt, obwohl der Trophieindex keine Nährstoffbelastungen anzeigte. In den drei Fällen war diese starke Abweichung plausibel. Der Groß Beuchower Dorfgraben und die Wudritz sind extrem sulfatreich, die Wudritz und der Hauptschradengraben verockert und der Groß Beuchower Dorfgraben und der Hauptschradengraben stagnieren und sind keine Fließgewässer. Die Kombination aus jeweils zwei der drei Belastungsfaktoren genügt für eine starke Hemmung der Entwicklung der fließgewässertypischen Referenzarten des Typs D 11.1.

Es war erkennbar, dass trotz der relativ häufigen Abweichungen beider Module um eine Klasse voneinander, die in beiden Richtungen auftreten können, der Verschnitt beider Module letztlich ganz überwiegend zu plausiblen Endergebnissen führte. Zwischen großen Flüssen (D 13) und kleineren Fließgewässern (D 11, D 12) war hierbei kein Unterschied erkennbar. Das angewandte Bewertungsverfahren PHYLIB 5.3.0 (18.02.2016) erwies sich als relativ robust bezüglich der Anwendung auf die Fließgewässertypen des Untersuchungsgebiets und zeigte stoffliche und hydrologische Belastungen deutlich an.

4 Diskussion

4.1 Einschätzung der Ergebnisse, Plausibilität, Artenvielfalt

Die Einstufungen der untersuchten Fließgewässer anhand der Diatomeen, die mit PHYLIB 5.3.0 (18.02.2016) erzielt wurden, entsprachen nach Ansicht der Bearbeiterin der im Jahr 2018 im Untersuchungsgebiet ausgeprägten Belastungssituation. Etwa zwei Drittel der untersuchten Proben wick in Bezug auf die Bewertungsgrößen Artenzusammensetzung und relative Abundanz von Referenzarten mäßig bis stark von Proben aus ungestörten Referenzgewässern ab. Mehrere Fließgewässermessstellen waren durch hoch eutraphente oder polytraphente Diatomeenassoziationen gekennzeichnet, wie sie für intensiv genutzte Kulturlandschaften typisch sind. Weiterhin waren mehrere Fließgewässermessstellen in den Folgelandschaften des Braunkohlebergbaus von Versauerung betroffen.

Aus floristischer Sicht waren die untersuchten Gewässer deshalb zu Recht nur zu etwas mehr als einem Drittel (36%) als sehr gering oder gering belastet einzustufen. Die Indikation sehr geringer Gewässerbelastungen mit Diatomeen (ÖZK =1) bezieht sich dabei vorrangig auf den Grad der Belastung mit Phosphaten und ihre Eutrophierungswirkung. Wie die Beispiele Groß Beuchower Dorfgraben, Wudritz und Hauptschradengraben eindrucksvoll zeigen, ist speziell das Modul Referenzartensumme im Stande, bergbauspezifische Belastungskombinationen aufzuzeigen.

Floristische Verarmungen waren nur an den beiden extrem versauerten Gewässern (Greifenhainer Fließ und Berste) erkennbar. 74 Messstellen waren als artenreich bis sehr artenreich mit Diatomeen besiedelt zu beurteilen. Hinweise auf reduzierte Artenzahlen wegen Beschattung oder Verockerung konnten nicht gesammelt werden.

Unstet vertreten waren im Artenspektrum der Diatomeengemeinschaften, wie auch in den Vorjahren, die für den Untersuchungsraum eigentlich typischen Dystrophierungszeiger der Niedermoore. Insbesondere die sensiblen Arten der Gattungen *Pinnularia* und *Eunotia* waren selten. Die für Fließgewässer des Norddeutschen Tieflands ehemals charakteristischen hydrologischen und hydrochemischen Verzahnungen zwischen den Flüssen und ihren vermoorten Niederungen sind im Untersuchungsgebiet nicht optimal und sie waren 2018 aufgrund der Dürre extrem schlecht.

4.2 Hinweise für die Verbesserung des Bewertungsverfahrens PHYLIB

Mit wenigen Ausnahmen sind die Bewertungsergebnisse von PHYLIB 5.3.0 (18.02.2016) als plausibel zu betrachten. Die im Untersuchungsprogramm 2018 aufgefallene strenge Bewertung der beiden Proben aus der Pulsnitz könnte als Hinweis auf eine natürliche Karbonatprägung interpretiert werden. Die Limnochemie der Pulsnitz und ihrer Zuflüsse sollte überprüft werden.

5 Literatur

- BATTARBEE, R. W. (1986): Diatom analysis. In: BERGLUND, B. E. (ed.): Handbook of holocene palaeoecology and palaeohydrology, John Wiley & Sons, Chichester, New York, Toronto, Singapore, 527-569.
- EUROPEAN UNION (2000): Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. PE-CONS 3639/1/00, REV 1, ENV 221, CODEC 513, pp. 1-152.
- JÖDICKE, K., STUHR, J., SCHÖNFELDER, I., LÜTTICH, A., GÖRLICH, T., SCHWAHN, J., HARBST, D. & NEUMANN, M. (2012): Überblicksüberwachung Fließgewässer, 2008 – 2011. Unveröff. Abschlussbericht im Auftrag des Landesverbandes der Wasser- und Bodenverbände Schleswig-Holstein, 1 – 160.
- ROTT, E., PFISTER, P., VAN DAM, H., PIPP, E., PALL, K., BINDER, N. & ORTLER, K. (1999): Indikationslisten für Aufwuchsalgen. Teil 2: Trophieindikation und autökologische Anmerkungen. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft der Republik Österreich, Wasserwirtschaftskataster, Wien, 1-73.
- ROTT, E., HOFMANN, G., PALL, K., PFISTER, P. & PIPP, E. (1997): Indikationslisten für Aufwuchsalgen. Teil 1: Saprobielle Indikation und autökologische Anmerkungen. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft der Republik Österreich, Wasserwirtschaftskataster, Wien, 1-248.
- SCHAUMBURG, J., SCHMEDTJE, U., SCHRANZ, C., KÖPF, B., SCHNEIDER, S., MEILINGER, P., STELZER, D., HOFMANN, G., GUTOWSKI, A. & FOERSTER, J. (2005): Bewertungsverfahren Makrophyten und Phytobenthos. Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, Informationsbericht Heft 1/05, 1-245.
- SCHAUMBURG, J., SCHRANZ, C., STELZER, D., VOGEL, A. & GUTOWSKI, A. (2012): Verfahrensanleitung für die ökologische Bewertung von Fließgewässern zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie: Makrophyten und Phytobenthos. Stand Januar 2012. Bayerisches Landesamt für Umwelt, 1-195.
- SCHÖNFELDER, I. (1997): Eine Phosphor-Diatomeen-Relation für alkalische Seen und Flüsse Brandenburgs und ihre Anwendung für die paläolimnologische Analyse von Auensedimenten der unteren Havel. Diss. Bot. 283, 1-148.
- SCHÖNFELDER, I., GELBRECHT, J., SCHÖNFELDER, J., STEINBERG, C. E. W. (2002): Relationships between littoral diatoms and their chemical environment in northeastern German lakes and rivers. J. Phycol. 38, 66-82.
- SCHÖNFELDER, I. (2013): Verfahrensanleitung zur Ermittlung der maßgeblichen stofflichen Belastungsursachen in Fließgewässern Mecklenburg-Vorpommerns anhand von Diatomeenbefunden. Unveröffentlichte Studie im Auftrag des Landesamts für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern, 1- 43.

6 Bestimmungsliteratur

- HOFMANN, G, LANGE-BERTALOT, H. & WERUM, M. (2011): Diatomeen im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa. A.R.G. Gantner Verlag K.G., 1-908.
- KRAMMER, K. (1992): Pinnularia. Eine Monographie der europäischen Taxa. Bibliotheca Diatomologica 26, J. Cramer / Gebr. Borntraeger, Berlin, Stuttgart, 1-278.
- KRAMMER, K. (1997 a): Die cymbelloiden Diatomeen. Teil 1: Allgemeines und Encyonema. Bibliotheca Diatomologica 36, Verlag J. Cramer (Gebrüder Borntraeger), Berlin, Stuttgart, 1-382.
- KRAMMER, K. (1997 b): Die cymbelloiden Diatomeen. Teil 2: Encyonopsis und Cymbellopsis. Allgemeines und Encyonema. Bibliotheca Diatomologica 37, Verlag J. Cramer (Gebrüder Borntraeger), Berlin, Stuttgart, 1-469.
- KRAMMER, K. (2000): The genus Pinnularia. In: LANGE-BERTALOT (Ed.): Diatoms of Europe. Diatoms of the European Inland Waters and comparable habitats. Volume 1, A.R.G. Gantner Verlag K.G., 1-703.
- KRAMMER, K. & LANGE-BERTALOT, H. (1986-1991): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bacillariophyceae. 2/1: Naviculaceae, 1-876; 2/2: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae, 1-596; 2/3: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae, 1-576; 2/4: Achnanthaceae, 1-437; Gustav Fischer, Stuttgart.
- LANGE-BERTALOT, H. (1993): 85 Neue Taxa und über 100 weitere neu definierte Taxa ergänzend zur Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bibliotheca Diatomologica 27, Verlag J. Cramer (Gebrüder Borntraeger), Berlin, Stuttgart, 1-456.
- LANGE-BERTALOT (2001): *Navicula* sensu stricto. 10 genera separated from *Navicula* sensu lato. Frustulia. In: LANGE-BERTALOT (Ed.): Diatoms of Europe. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats. Volume 2, A.R.G. Gantner Verlag K. G., 1-526.
- LANGE-BERTALOT, H., BAK, M., WITKOWSKI, A. & TAGLIAVENTI, N. (2011): Eunotia and some related genera. In: LANGE-BERTALOT (Ed.): Diatoms of Europe. Diatoms of the European inland waters and comparable habitats. Volume 6, A.R.G. Gantner Verlag K. G., 1-747.
- LANGE-BERTALOT, H. & METZELTIN, D. (1996): Indikatoren der Oligotrophie. Iconographia Diatomologica 2, Koeltz Scientific Books Koenigstein, 1-390.
- LANGE-BERTALOT, H. & MOSER, G. (1994): *Brachysira*. Bibliotheca Diatomologica 29, J. Cramer, Berlin, Stuttgart, 1-212.
- LEVKOV, Z. (2009): Amphora sensu lato. In: LANGE-BERTALOT (Ed.): Diatoms of Europe. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats. Volume 5, A.R.G. Gantner Verlag K. G., 1-916.
- REICHARDT, E. (1995): Die Diatomeen (Bacillariophyceae) in Ehrenbergs Material von Cayenne, Guyana Gallica (1843). Iconographia Diatomologica, 1, Koeltz Scientific Books, Königstein, 1-107.
- REICHARDT, E. (1999): Zur Revision der Gattung *Gomphonema*. Iconographia Diatomologica 8, A.R.G. Gantner Verlag K.G., Rugell, 1-203.
- VAN DE VIJVER, B., BEYENS, L. & LANGE-BERTALOT, H. (2004): The Genus *Stauroneis* in the Arctic and (Sub-) Antarctic Regions. Bibliotheca Diatomologica 51, J. Cramer, Berlin, Stuttgart, 1-317.
- WITKOWSKI, A., LANGE-BERTALOT, H. & H. METZELTIN, D. (2000): Diatom Flora of marine coasts I. Iconographia Diatomologica 7, A.R.G. Gantner Verlag K.G., Rugell, 1-925.