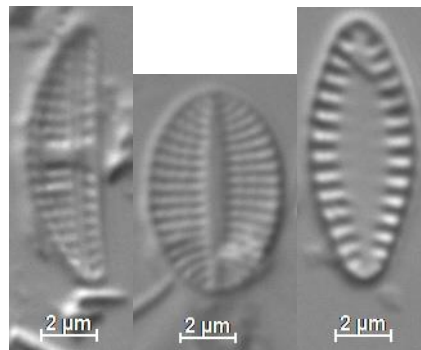


**Monitoring der Qualitätskomponente Phytobenthos  
für WRRL und FFH-RL in den schleswig-holsteinischen Seen  
Großer Ratzeburger See und Selenter See  
im Jahr 2021**

**Vergabe Nr. ZB-U0-20-1799000-4122.5, Los 4 (Diatomeen)**

**Februar 2022**



**Abbildung 1:** Die häufigsten Arten *Amphora pediculus* im Großen Ratzeburger See (GRS) (durchschnittlich mit 9,7 % pro Probe) und im Selenter See (Sel) (17,2 %), sowie *Cocconeis neothumensis* (8,0 %, GRS) und *Fragilaria brevistriata* (8,3 %, Sel).

**Auftraggeber:**

Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein  
Dezernat Seen, Hamburger Chaussee 25, 24220 Flintbek

**Auftragnehmer:**

Dr. Petra Werner

Diatomeen als Bioindikatoren, [www.bioindikator-diatomeen.de](http://www.bioindikator-diatomeen.de)

Grainauer Str. 8, 10777 Berlin, Tel. (030) 960 85 235, Email: [werner@bio-translations.de](mailto:werner@bio-translations.de)

|   |
|---|
| Zitation: Autor [oder Bezeichnung des Auftragnehmers] (Jahr) Titel. Auftraggeber. Erscheinungsort. Seitenzahl + Anlagen   |
| Werner, P. (2022): Monitoring der Qualitätskomponente Phytobenthos für WRRL und FFH-RL in den schleswig-holsteinischen Seen Großer Ratzeburger See und Selenter See im Jahr 2021, Teilkomponente Diatomeen, Vergabe Nr. ZB-U0-20-1799000-4122.5, Los 4. Februar 2022. - Endbericht. Im Auftrag des Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein. Flintbek. P 29 + Anlagen + 1 DVD. |
| Namen der Bearbeiter/-innen   |
| Dr. Petra Werner  |
| Untersuchungsjahr(e)  |
| 2021  |
| Qualitätskomponenten  |
| Benthische Diatomeen  |
| Ziele   |
| Operatives Monitoring; WRRL-Bewertung   |
| Gewässerkategorie   |
| Seen  |
| Flussgebietseinheiten   |
| Schlei / Trave  |
| Bearbeitungsgebiete   |
| Untere Trave, Baltic-Probstei   |
| Wasserkörper  |
| 0117, 0383  |
| Gewässernamen   |
| Großer Ratzeburger See, Selenter See  |
| FFH-Gebietsnummern  |
| DE 2230-391, DE 1628-302  |

**Inhaltsverzeichnis:**

|   |    |
|---|----|
| 1. Anlass und Aufgabenstellung .....                      | 4  |
| 2. Probenahmestellen.....                                 | 4  |
| 2.1 Großer Ratzeburger See .....                          | 5  |
| 2.2 Selenter See.....                                     | 9  |
| 3. Material und Methoden.....                             | 12 |
| 4. Ergebnisse .....                                       | 16 |
| 4.1 Großer Ratzeburger See .....                          | 17 |
| 4.2 Selenter See.....                                     | 21 |
| 5. Zusammenfassung .....                                  | 25 |
| 6. Literaturverzeichnis .....                             | 27 |
| 7. Verzeichnis der verwendeten Bestimmungsliteratur ..... | 28 |
| 8. Erklärungen zum Anhang .....                           | 29 |

**Abbildungsverzeichnis:**

Seite:

|   |    |
|---|----|
| <b>Abbildung 1:</b> Fotos der häufigsten Diatomeenarten .....                                       | 1  |
| <b>Abbildung 2:</b> Lage der untersuchten Seen .....  | 4  |
| <b>Abbildung 3:</b> Lage der zwölf Messstellen des Großen Ratzeburger Sees .....                    | 5  |
| <b>Abbildung 4:</b> Lage der zehn Messstellen des Selenter Sees .....                               | 9  |
| <b>Abbildung 5:</b> Fotos von <i>Fragilaria</i> (cf.) <i>radians</i> und <i>F. vaucheriae</i> ..... | 14 |
| <b>Abbildung 6:</b> Zusammenfassung der Bewertung Großer Ratzeburger See .....                      | 26 |
| <b>Abbildung 7:</b> Zusammenfassung der Bewertung Selenter See .....                                | 27 |

**Tabellenverzeichnis:**

Seite:

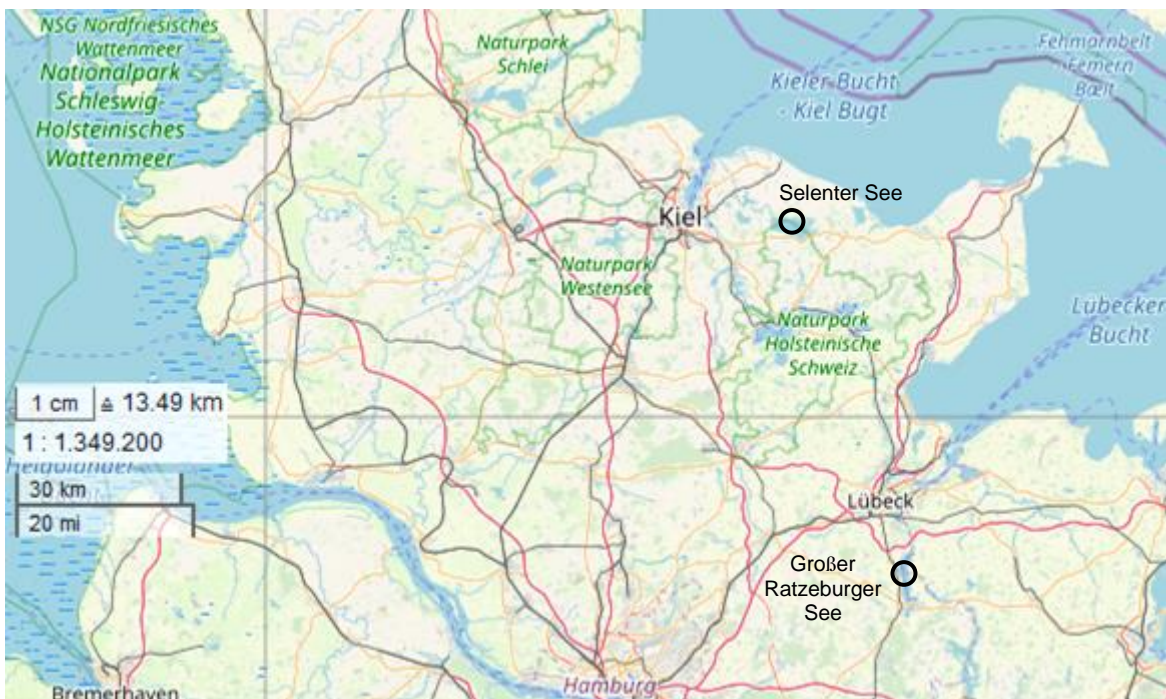
|  |    |
|--|----|
| <b>Tabelle 1:</b> Charakterisierung und Fotos der Probestellen des Großen Ratzeburger Sees ..... | 6  |
| <b>Tabelle 2:</b> Charakterisierung und Fotos der Probestellen des Selenter Sees .....           | 9  |
| <b>Tabelle 3:</b> Charakterisierung der Probenahme 2021.....                                     | 12 |
| <b>Tabelle 4:</b> Häufige Diatomeen und PHYLIB-Bewertung des Großen Ratzeburger Sees .....       | 18 |
| <b>Tabelle 5:</b> Historische Bewertungen des Großen Ratzeburger Sees .....                      | 20 |
| <b>Tabelle 6:</b> Häufige Diatomeen und PHYLIB-Bewertung des Selenter Sees.....                  | 22 |
| <b>Tabelle 7:</b> Historische Bewertungen des Selenter Sees .....                                | 24 |
| <b>Tabelle 8:</b> Zusammenfassung der Seenbewertung .....  | 25 |

## 1. Anlass und Aufgabenstellung

Entsprechend der Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie (EU WRRL 2000) sollten über das Monitoring von Phytobenthos bzw. der Diatomeengesellschaften des Großen Ratzeburger Sees und Selenter Sees in Schleswig-Holstein für das Jahr 2021 für insgesamt 22 Messstellen die ökologischen Zustandsklassen pro Messstelle und pro See bestimmt werden. Dafür sollten die benthischen Diatomeen jeder Messstelle nach dem PHYLIB-Verfahren beprobt und ausgewertet werden (Schaumburg et al. 2014). Diese Bewertungen anhand der benthischen Diatomeenbiozönose sollten, zusammen mit vorliegenden Altdaten, identifizieren, ob Maßnahmen für die Verbesserung der Wasserqualität notwendig sind bzw. ob Maßnahmen gegriffen haben.

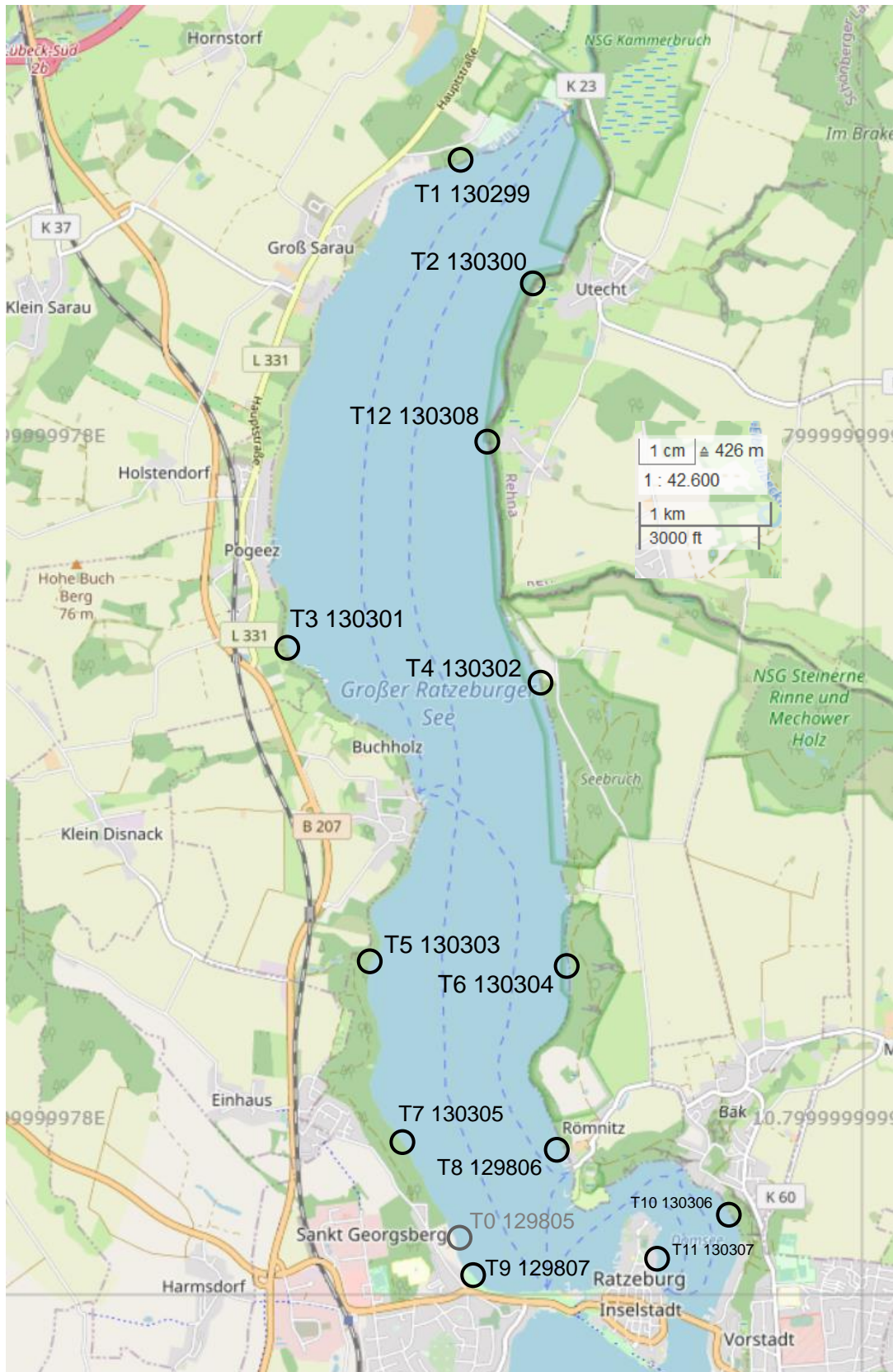
## 2. Probenahmestellen

Beide Seen liegen in der Ökoregion Norddeutsches Tiefland (Abb. 2-4), d.h. die Kalziumkonzentrationen im Seewasser sind  $\geq 15$  mg/l. Der Große Ratzeburger See (GRS) ist nach der Seentypologie von Mathes et al. (2002) Typ 10, der Selenter See (Sel) ist Typ 13, d.h. sie sind geschichtet und haben ein relativ großes Einzugsgebiet (GRS; Einzugsgebietsfläche (inklusive Seefläche) zum Seevolumen (in  $\text{km}^2/10^6 \text{m}^3$ )(VQ) ist  $> 1,5$ ) bzw. ein relativ kleines Einzugsgebiet (Sel;  $VQ \leq 1,5$ ). Außerdem gehört der Große Ratzeburger See dem Diatomeentyp DS 10.1 an, der Selenter See dem Typ DS 13.1 d.h. das Wasser hat eine Verweilzeit zwischen zehn Jahren und einem Jahr (P-limitiert; DS 10.1) bzw. von über zehn Jahren (DS 13.1) (Schaumburg et al. 2014).



**Abbildung 2:** Lage der untersuchten Seen. Kartenbasis: OpenStreetMap.





## 2.1 Großer Ratzeburger See












**Abbildung 3:** Lage der zwölf Messstellen des **Großen Ratzeburger Sees** an denen die benthischen Diatomeen im Jahr 2021 untersucht wurden und T0 (grau), für die Altdaten vorliegen. Kartenbasis: OpenStreetMap.

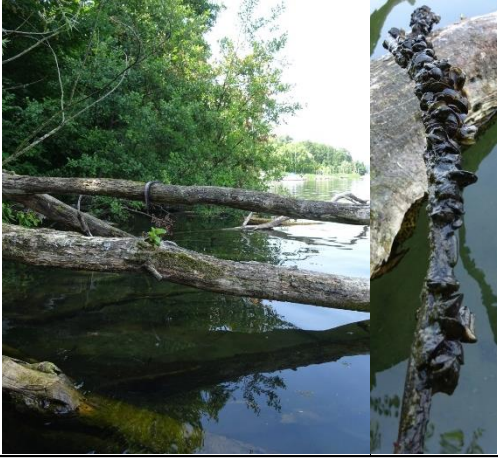





**Tabelle 1:** Charakterisierung und Fotos aus dem Jahr 2021 der bearbeiteten Probestellen des **Großen Ratzeburger Sees**.

| Messstellencharakter   | Foto der Messstelle  |
|--|--|
| <b>Großer Ratzeburger See, Messstelle 130299, GrRa T1</b>  |  |
| <p>Die Messstelle 130299 liegt im Norden des Sees. Das Ufer war landseits bewaldet und wasserseitig mit einem ~10-20m breitem Schilfgürtel bestanden. Das Litoral fiel flach ab. Das Sediment wurde vermutlich nur von Schlamm gebildet.</p>   |    |
| <b>Großer Ratzeburger See, Messstelle 130300, GrRa T2</b>  |  |
| <p>Die Messstelle 130300 liegt im Nordosten des Sees, nahe Utecht. Das Ufer war landseits mit Erlen- und Grauweiden bewaldet und wasserseitig mit einem ~10m breitem Schilfgürtel bestanden. Das Litoral fiel flach ab. Das Sediment wurde vermutlich nur von Schlamm auf einer Sandschicht gebildet, der zu 100% mit (Grün?) Algen bedeckt war. Vereinzelt Teichrosen.</p>  |   |
| <b>Großer Ratzeburger See, Messstelle 130301, GrRa T3</b>  |  |
| <p>Die Messstelle 130301 liegt im Westen des Sees. Das Ufer war landseits flach und mit Erlen bewaldet und wasserseitig mit einem ~10-15m breitem Schilfgürtel bestanden. Nördlich vom Transekt lag eine Schilflücke. Das Litoral fiel flach ab. Das Sediment wurde vor allem von Sand und etwas Schlamm gebildet. Probenahme im lichten Schilf am Schilfgürtelrand, Totholz mit Muscheln bewachsen, vereinzelt mit Köcherfliegenlarven.</p> |  |
| <b>Großer Ratzeburger See, Messstelle 130302, GrRa T4</b>  |  |
| <p>Die Messstelle 130302 liegt im Osten des Sees. Das Ufer war landseits mit Erlen bewaldet und wasserseitig mit einem ~15-30m breitem Schilfgürtel bestanden, mit lichten Teichrosen davor. Das Litoral fiel flach ab. Das Sediment wurde vermutlich von Schlamm und Sand gebildet und war zu ~50% mit Makrophyten und ~5% mit Muschelschill bedeckt, vereinzelt Steine. Ein Kern mit Schnecke.</p>   |  |

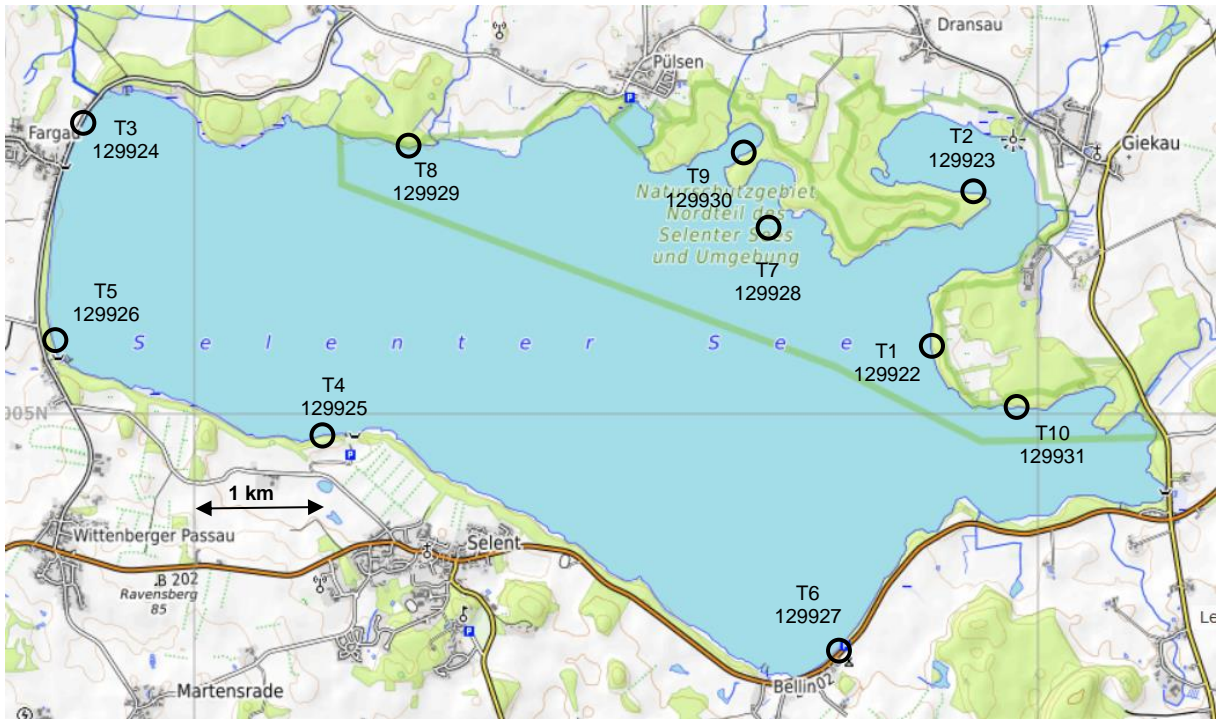
| Fortsetzung Tabelle 1: Charakterisierung der Messstellen   |  |
|--|--|
| Messstellencharakter   | Foto der Messstelle  |
| <b>Großer Ratzeburger See, Messstelle 130303, GrRa T5</b>  |  |
| <p>Die Messstelle 130303 liegt im südlichen Westen des Sees. Das Ufer war landseits flach und bewaldet, wasserseitig 5m Wasser, dann ~12m breiter Seerosen-Binsengürtel, der südlich vom Transekt vor einem 10m breitem Schilfgürtel liegt. Transektanfang mit ca. 5x5m lichtigem Schilf, Probenahme (PN) im lichten Schilf und dann PN an der Grenze der ~8m überhängenden Äste der Weide. Das Litoral fiel flach ab. Das Sediment wurde v.a. von Sand und etwas Schlamm gebildet, vereinzelt Totholz, dieses mit Muscheln bewachsen, vereinzelt Köcherfliegenlarven. PN 20m verschoben, weil so Totholzbeprobung möglich, vereinzelt Steine aber die zu 100% mit Muscheln bewachsen.</p> |    |
| <b>Großer Ratzeburger See, Messstelle 130304, GrRa T6</b>  |  |
| <p>Die Messstelle 130304 liegt im südlichen Osten des Sees. Das Ufer war landseits bewaldet (Erlen, davor Grauweiden) und wasserseitig mit einem ~10m breitem Schilfgürtel bestanden, davor vereinzelt Simsen. Das Litoral fiel flach ab. Das Sediment wurde vermutlich nur von Feinsand gebildet, mit ~40% lockerer (Grün?-) Algen -Auflage am Grund.</p>   |     |
| <b>Großer Ratzeburger See, Messstelle 130305, GrRa T7</b>  |  |
| <p>Die Messstelle 130305 liegt im Südwesten des Sees. Das Ufer war landseits mit Grauweiden und Erlen bewaldet und wasserseitig mit einem ~5-10m breitem Schilfgürtel bestanden. Das Litoral fiel flach ab. Das Sediment wurde v.a. von Sand gebildet, etwas Schlamm.</p>  |     |
| <b>Großer Ratzeburger See, Messstelle 129806, GrRa T8</b>  |  |
| <p>Die Messstelle 129806 liegt im Südosten des Sees, nahe Römnitz. Das Ufer war landseits mit Erlen bewaldet, mit Holzhütte, und wasserseitig mit einem ~10-20m breitem Schilfgürtel bestanden. Das Litoral fiel flach bis mäßig steil ab, das Sediment wurde von Schlamm und Feinsand gebildet.</p>   |    |



| Fortsetzung Tabelle 1: Charakterisierung der Messstellen  |  |
|---|--|
| Messstellencharakter  | Foto der Messstelle  |
| <b>Großer Ratzeburger See, Messstelle 129807, GrRa T9</b>   |  |
| <p>Die Messstelle 129807 liegt im Süden des Sees, am Westrand der Stadt Ratzeburg. Das Ufer war landseits bewaldet (u.a. Erlen), mit ~50cm hoher Stufe zum Wasser, wasserseitig mit ~10m überhängenden Ästen. Das Litoral fiel flach ab. Mehrere tote Bäume und dicke Baumstämme lagen im Wasser. Das Sediment wurde v.a. von Sand und etwas Schlamm gebildet. Ein Stein mit Sandschicht und Muschelkranz, relativ viel Totholz, vereinzelt Schnecken, vereinzelt Steine, viele zu 100% mit Muscheln überwuchert. Ölfleck-artiger Film.</p> |    |
| <b>Großer Ratzeburger See, Messstelle 130306, GrRa T10</b>  |  |
| <p>Die Messstelle 130306 liegt im Südosten des Sees bzw. im Nordosten des Domsees. Das Ufer war landseits flach mit Erlenwald und wasserseitig mit 5-10m überhängenden Ästen. Probenahme vor und unter den Ästen. Im Norden des Transekts grenzt ein 5m breiter Schilfgürtel an. Das Litoral fiel flach ab. Das Sediment wurde v.a. von Sand und von Schlamm gebildet. Totholz vereinzelt mit Muscheln oder Schwämmen bewachsen.</p>  |   |
| <b>Großer Ratzeburger See, Messstelle 130307, GrRa T11</b>  |  |
| <p>Die Messstelle 130307 liegt im Südosten des Sees bzw. im Westen des Domsees. Landseits steht ein Haus, dann folgt ein steiler Rasenhang zum Ufer, dort vereinzelt Bäume, dann entlang des Ufers wasserseits ein 1-2m sehr dichter Schilfgürtel, kurz davor Probenahme (PN): mit überhängendem Baum (z.T. 5m), deshalb PN z.T. im Schatten. Das Litoral fiel mäßig steil ab. Das Sediment wurde vermutlich nur von Sand gebildet, der sehr dicht mit Muscheln und Elodea bedeckt war.</p>   |  |
| <b>Großer Ratzeburger See, Messstelle 130308, GrRa T12</b>  |  |
| <p>Die Messstelle 130308 liegt im nördlichen Osten des Sees. Das Ufer war landseits mit Erlen bewaldet und wasserseitig mit einem ~5-20m breitem Schilfgürtel bestanden, vereinzelt Teichrosen davor. Das Litoral fiel flach ab. Das Sediment wurde vermutlich vor allem von Sand und von Schlamm gebildet und war zu 95% mit Makrophyten und (Grün?-) Algen bedeckt, vereinzelt Muschelschill.</p>   |  |






**2.2 Selenter See**








**Abbildung 4:** Lage der zehn Messstellen des **Selenter Sees** an denen die benthischen Diatomeen im Jahr 2021 untersucht wurden. Kartenbasis: OpenStreetMap.

**Tabelle 2:** Charakterisierung und Fotos aus dem Jahr 2021 der bearbeiteten Probestellen des **Selenter Sees**.

| Messstellencharakter   | Foto der Messstelle |
|--|---------------------|
| <b>Selenter See, Messstelle 129922, Sel T1</b>   |                     |
| <p>Die Messstelle 129922 liegt im Osten des Sees. Das Ufer war landseits flach und mit Erlen bewaldet und wasserseitig auf ~50% des Transekts mit 2-3m überhängenden Ästen, Probenahme 8-10m vor dem Ufer in einer Schilflücke eines ~10m breiten Schilfgürtels. Das Litoral fiel flach ab. Das Sediment wurde zu ~65% von Steinen, ~30% Kies und ~5% Sand gebildet. Die Steine waren z.T. mit Moos und Muscheln bewachsen.</p>  |                     |
| <b>Selenter See, Messstelle 129923, Sel T2</b>   |                     |
| <p>Die Messstelle 129923 liegt in der nordöstlichsten Bucht des Sees, gegenüber von Giekau. Das Ufer war landseits mit Erlen bewaldet mit Grauweiden davor und wasserseitig mit einem ~2m breitem Schilf-, dann 2-5m breitem Rohrkolben- und dann 2-5m breitem Teich- und Seerosengürtel bestanden. Das Litoral fiel flach ab. Das Sediment wurde von Schlamm gebildet, mit 80% Schwimmblattbedeckung, davor 100% Characeenbedeckung, Probenahme an der Grenze der Schwimmblattzone.</p> |                     |

| Fortsetzung Tabelle 2: Charakterisierung der Messstellen   |  |
|--|--|
| Messstellencharakter   | Foto der Messstelle  |
| <b>Selenter See, Messstelle 129924, Sel T3</b>   |  |
| <p>Die Messstelle 129924 liegt im nördlichen Westen des Sees, nahe Fargau. Landseits Straßenböschung, dann 2m steiles Ufer zum Wasser, Stieleichenreihe (mit Esche, Erle, Pappel, Weide), etwas Schilf und Hochstauden (an Land), Ufer wasserseits mit bis zu 7m überhängenden Ästen, ohne Makrophyten, ab 10m (vom Ufer weg) Characeen auf Sand. Probenahme an Baumrandgrenze. Das Litoral fiel flach ab. Das Sediment wurde von Kies, Sand, Steinen und etwas Schlamm gebildet, zu 5% mit Totholz bedeckt. Steine vereinzelt mit Köcherfliegenlarven, <i>Dreissena</i> und Zuckmückenlarven.</p>   |    |
| <b>Selenter See, Messstelle 129925, Sel T4</b>   |  |
| <p>Die Messstelle 129925 liegt im westlichen Süden des Sees. Das Ufer war landseits mit Erlen bewaldet und wasserseitig mit einem ~20m breitem Schilfgürtel bestanden. Probenahme an der Schilfgrenze, im sehr lichten Schilf mit vereinzelt <i>Potamogeton perfoliatus</i> und Characeen. Das Litoral fiel flach ab. Das Sediment wurde v.a. von Sand und etwas von Schlamm gebildet.</p>   |   |
| <b>Selenter See, Messstelle 129926, Sel T5</b>   |  |
| <p>Die Messstelle 129926 liegt im südlichen Westen des Sees. Das flache Ufer war landseits mit Erlen und Grauweiden bewaldet und wasserseitig mit lockerem Schilfbestand. Probenahme vor und im lichten Schilfgürtel, direkt nördlich angrenzend Schilflücke mit Erlen mit überhängenden Ästen und ~1m breitem Schilfgürtel, südlich ~15m breiter Schilfgürtel. Das Litoral fiel flach ab. Das Sediment wurde v.a. von Sand und von Steinen, Kies und Schlamm gebildet, mit 70% niedrigwüchsiger Characeen-Bedeckung, vereinzelt Grünalgen (Kugeln), <i>Chaetomorpha</i>. Steine stark, z.T. voll, mit <i>Dreissena</i> bewachsen, vereinzelt Egel, Schnecken und Köcherfliegenlarven.</p> |  |



| Fortsetzung Tabelle 2: Charakterisierung der Messstellen   |  |
|--|--|
| Messstellencharakter   | Foto der Messstelle  |
| <b>Selenter See, Messstelle 129927, Sel T6</b>   |  |
| Die Messstelle 129927 liegt an einer öffentlichen Badestelle im östlichen Süden des Sees, nahe Bellin. Landseits Zeltplatz, Straße, Parkplatz und Restaurant, ca. 5m hoher, mit Bäumen und Sträuchern bestandener, steiler Hang, dann 8m flach mit Gras und ~2m breitem Sandstrand, wasserseits flach, ohne Makrophyten: erst 2-3m mit ~60% Kies und Steinen, dann Sand.   |    |
| <b>Selenter See, Messstelle 129928, Sel T7</b>   |  |
| Die Messstelle 129928 liegt am Südufer einer kleinen, flachen Insel (keine 90m lang) im östlichen Norden des Sees, ~200m vor Wardeholz. Die Insel war mit Schwarzerlen und vereinzelt Grauweiden bewaldet und wasserseitig mit ~3m überhängenden Ästen. Probenahme 5-10m vom Ufer weg. Meist 100% mit Moos bewachsene Steine, vereinzelt <i>Dreissena</i> -Kränze. Das Litoral fiel flach ab. Das Sediment wurde v.a. von Steinen und etwas Kies gebildet, bis auf vereinzelt <i>Myriophyllum</i> keine Makrophyten. |    |
| <b>Selenter See, Messstelle 129929, Sel T8</b>   |  |
| Die Messstelle 129929 liegt im westlichen Norden des Sees. Ufer mit Erlensaum geht in Buchenwald über, Weg ~10m hinter dem Ufer, wasserseits 5m überhängende Äste, ohne Makrophyten. Probenahme an der Baumgrenze. Das Litoral fiel flach ab. Das Sediment wurde v.a. von Steinen, Sand und Kies gebildet, Steine z.T. mit Moos und Muscheln bewachsen.  |  |
| <b>Selenter See, Messstelle 129930, Sel T9</b>   |  |
| Die Messstelle 129930 liegt im Norden des Sees, in der Bucht östlich von Pülsen. Das Ufer war landseits bewaldet und wasserseitig mit einem ~5-20m breitem Schilfgürtel bestanden, davor 5-8m breiter Teichrosengürtel. Probenahme an der Teichrosenkante. Das Litoral fiel flach ab. Das Sediment wurde vermutlich nur von Schlamm gebildet, mit ~60% <i>Characeen</i> -Bedeckung.  |  |
| <b>Selenter See, Messstelle 129931, Sel T10</b>  |  |
| Die Messstelle 129931 liegt im Norden der östlichsten Bucht des Sees. Das Ufer war landseits mit Erlen bewaldet und wasserseitig mit einem ~20m breitem Schilfgürtel bestanden. Das Litoral fiel flach ab. Das Sediment wurde vermutlich von Sand und Schlamm gebildet. Kern ging wegen Schilfwurzeln schwer rein, Probenahme im lichten Schilf bzw. am Schilfrand.  |  |



### 3. Material und Methoden

Die **Probenahme** erfolgte vom 22.-24.07.2021 am Großen Ratzeburger See und vom 19.-21.07.2021 am Selenter See entsprechend Schaumburg et al. (2014). Die Messstellen wurden photographisch dokumentiert (Tab. 1-2). Die Proben wurden aus einer Wassertiefe von 30-60 cm bzw. mit Stechrohr vor einem Röhrichtgürtel von 60-200 cm entnommen. Für drei der 22 Proben wurde ausschließlich Schlamm beprobt, in drei weiteren Proben zusätzlich auch Sand und in zwei weiteren Proben zusätzlich Feinsand bzw. Feinsand und Sand. Außerdem wurden für drei Proben ausschließlich Steine beprobt und zusätzlich Sand (zwei Proben), Kies (einmal) oder Totholz (einmal). Für drei Proben wurde ausschließlich Totholz beprobt, in einer weiteren Probe zusätzlich Sand, während für die restlichen Proben zweimal ausschließlich Feinsand und einmal ausschließlich Sand beprobt wurde (Tab. 3).

**Tabelle 3:** Ort und Datum der **Probenahme** (PN) für benthische Diatomeen und beprobtes Substrat sowie Substrattiefe vom Großen Ratzeburger See und Selenter im Jahr 2021. East/North-Angabe mittig vom ca. 20 m langen Transekt. \*Beprobung mit Stechrohr vor einem Röhrichtgürtel. Feinsand = FSa, Schlamm = Schl, Totholz = TH.

| See                                | MSt.<br>Nr. | Abk.    | UTM-32<br>East (DF) | UTM-32<br>North (DF) | PN 2021<br>Datum | Tiefe<br>[cm] | Substrat        |            |
|------------------------------------|-------------|---------|---------------------|----------------------|------------------|---------------|-----------------|------------|
| Großer<br>Ratzeburger<br>See (GRS) | 130.299     | GrRa T1 | 32.615.597          | 5.960.154            | 23. Jul.         | 60-80*        | Sand            |            |
|                                    | 130.300     | GrRa T2 | 32.616.075          | 5.959.261            | 23. Jul.         | 80*           | Schl            |            |
|                                    | 130.301     | GrRa T3 | 32.614.346          | 5.956.446            | 22. Jul.         | 30-60         | TH              |            |
|                                    | 130.302     | GrRa T4 | 32.616.217          | 5.956.211            | 23. Jul.         | 80*           | Sand, FSa, Schl |            |
|                                    | 130.303     | GrRa T5 | 32.615.033          | 5.954.085            | 22. Jul.         | 45-60         | TH              |            |
|                                    | 130.304     | GrRa T6 | 32.616.532          | 5.953.993            | 23. Jul.         | 80-90*        | FSa             |            |
|                                    | 130.305     | GrRa T7 | 32.615.319          | 5.952.682            | 22. Jul.         | 80-90*        | FSa             |            |
|                                    | 129.806     | GrRa T8 | 32.616.478          | 5.952.768            | 24. Jul.         | 70-110*       | FSa, Schl       |            |
|                                    | 129.807     | GrRa T9 | 32.615.835          | 5.951.752            | 24. Jul.         | 40-60         | Steine, TH      |            |
|                                    | Domsee      | 130.306 | GrRa T10            | 32.617.840           | 5.952.190        | 22. Jul.      | 30-40           | TH         |
|                                    | Domsee      | 130.307 | GrRa T11            | 32.617.263           | 5.951.858        | 22. Jul.      | 60 / 80*        | TH, Sand   |
|                                    | GRS         | 130.308 | GrRa T12            | 32.615.797           | 5.958.060        | 23. Jul.      | 80-100*         | Sand, Schl |
| Selenter<br>See                    | 129.922     | Sel T1  | 32.596.754          | 6.018.433            | 20. Jul.         | 35-45         | Steine          |            |
|                                    | 129.923     | Sel T2  | 32.597.049          | 6.019.655            | 20. Jul.         | 100-150*      | Schl            |            |
|                                    | 129.924     | Sel T3  | 32.590.186          | 6.020.018            | 21. Jul.         | 40-45         | Steine, Sand    |            |
|                                    | 129.925     | Sel T4  | 32.592.060          | 6.017.668            | 21. Jul.         | 80*           | Sand, Schl      |            |
|                                    | 129.926     | Sel T5  | 32.590.000          | 6.018.367            | 21. Jul.         | 40-55         | Steine, Sand    |            |
|                                    | 129.927     | Sel T6  | 32.596.066          | 6.016.061            | 19. Jul.         | 40-50         | Steine, Kies    |            |
|                                    | 129.928     | Sel T7  | 32.595.411          | 6.019.305            | 20. Jul.         | 40            | Steine          |            |
|                                    | 129.929     | Sel T8  | 32.592.675          | 6.019.885            | 20. Jul.         | 40-45         | Steine          |            |
|                                    | 129.930     | Sel T9  | 32.595.293          | 6.019.905            | 20. Jul.         | 150-200*      | Schl            |            |
|                                    | 129.931     | Sel T10 | 32.597.414          | 6.017.952            | 20. Jul.         | 100*          | Schl, Sand      |            |

Die **Aufbereitung** der Diatomeenproben erfolgte mit Standardmethoden (Battarbee et al. 2001). Jede Probe wurde mit 35 % Wasserstoffperoxid versetzt, gewaschen und in Naphrax® eingebettet. Beim Waschen wurden die Proben bei 1500 Umdrehungen pro Minute für zehn Minuten zentrifugiert.

Die **Analyse** der Dauerpräparate erfolgte entsprechend der Handlungsanweisung zur Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie für Seen (Schaumburg et al. 2014). Bei 1000-facher Vergrößerung wurden pro Probe mindestens 500 Diatomeen-Objekte identifiziert. Anschließend wurde für ~30 Minuten nach seltenen Arten gesucht und diese mit einer Häufigkeit von „0“ erfasst. Das Standardbestimmungsbuch war Hofmann et al. (2011). Zusätzlich wurden Krammer (1997a, b, 2000, 2002, 2003), Krammer und Lange-Bertalot

(1988-2004), Lange Bertalot (2001), Lange-Bertalot und Metzeltin (1996), Lange-Bertalot und Moser (1994), Lange-Bertalot & Ulrich (2014), Lange-Bertalot et al. (2011, 2017), Levkov (2009), Levkov et al. (2016), Reichardt (1999), Van de Vijver et al. (2012) und Zelazna-Wieczorek (2011) genutzt.

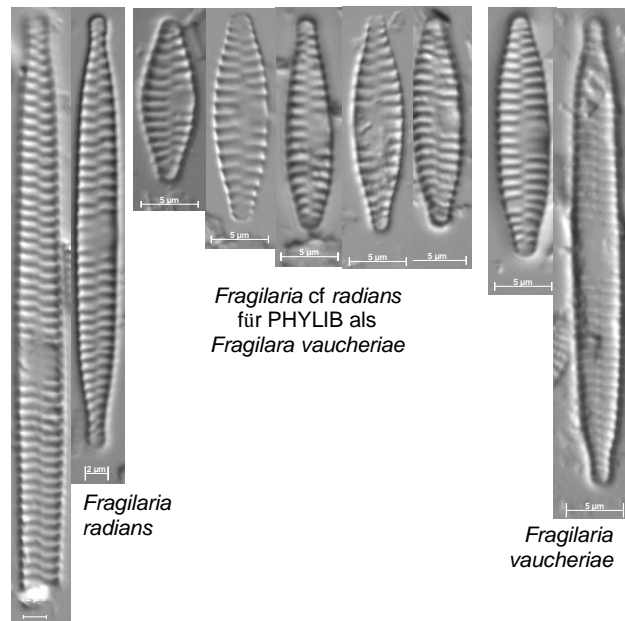
Die **Bewertung** der Messstellen anhand von Diatomeen erfolgte mit der PHYLIB Software-Version 5.3.0 vom 18.02.2016 (Tab. 4-8). Taxa, die nicht in PHYLIB 5.3 enthalten und entsprechend für PHYLIB „ungültige“ Taxa waren, aber die sicher bestimmt wurden, wurden für die PHYLIB-Importdatei als spec. eingegeben, also nur unter dem Gattungsnamen. Diese besitzen keine Indikatorwerte und verfälschen entsprechend nicht die Bewertung. Dies waren:

- *Amphora polonica* ZELAZNA-WIECZOREK & LANGE-BERTALOT 2011 (Zelazna-Wieczorek 2011),
- *Amphora stechlinensis* LEVKOV & METZELTIN, z.B. in Hofmann et al. (2011), Tafel 91.
- *Geissleria arkonensis* LANGE-BERTALOT, z.B. in Lange-Bertalot (2001), Tafel 96, lag nur als cf. vor (siehe Fotos).
- *Hippodonta olofjarlmannii* VAN DE VIJVER & JARLMAN (Van de Vijver et al. 2012).

Außerdem wurden für die PHYLIB-Importdatei folgende Veränderungen an der Taxaliste vorgenommen, siehe auch Fotos (Ordner „Abgabe Diatomeenfotos SH Seen 2021“):

- *Achnantheidium minutissimum*: Diese Objekte waren für die Varietät *minutissimum* zu schmal (<2,5µm) und entsprachen dem Taxonkonzept „*Achnanthes minutissima* var. <<Sippe mit besonders schmalen Schalen>>“ sensu Krammer und Lange-Bertalot (2004), Tafel 32, S. 312.
- *Amphora inariensis*: Es kamen regelmäßig *A. inariensis* vor, die zu kurz waren und mit *A. (cf.) inariensis* gekennzeichnet wurden. Obwohl sie <15µm lang waren wurden sie für PHYLIB ohne cf eingegeben und gegebenenfalls mit „echten“ *A. inariensis* aufaddiert, weil sie so auch in Hofmann et al. (2011) (Tafel 91:9) abgebildet ist und somit im Eichdatensatz vermutlich als solche erfasst wurde.
- *Amphora lange-bertalotii* var. *tenuis* und var. *lange-bertalotii*: Die Varietäten für diese Art werden weder in PHYLIB noch in der DV-Nr. Liste unterschieden. Deshalb wurde die Art für PHYLIB immer als *Amphora lange-bertalotii* eingegeben.
- *Caloneis schumanniana* (DV-Nr. 36023) steht mit dieser DV-Nr. in Hofmann et al. (2011). Für PHYLIB wurde dieses Taxon mit der DV-Nr. 6304 = *Caloneis schumanniana* var. *schumanniana* ersetzt, weil nur dieses Taxon Indikatorwerte hat.
- *Cymbella excisa* var. *angusta*: Diese Varietät ist nicht in PHYLIB enthalten und wurde deshalb als *Cymbella excisa* (DV-Nr. 36034) eingegeben.
- *Cymbella hustedtii* var. *crassipunctata*: Diese Varietät ist nicht in PHYLIB enthalten und wurde deshalb als *Cymbella hustedtii* (DV-Nr. 36036) eingegeben.
- *Diploneis (cf.) oculata* (DV-Nr. 6347); diese Schalen waren zu schmal (<6 µm). Für PHYLIB wurde das cf. weggelassen, weil die Art so auch in Hofmann et al. 2011 abgebildet ist (T66: 28-30, S. 735).
- *Encyonema silesiacum* war immer die Varietät var. *altensis* Krammer. Im Gegensatz zu acht anderen Varietäten ist diese Varietät weder in PHYLIB noch in der DV-Nr. Liste enthalten. Deshalb wurde diese Varietät für PHYLIB als *Encyonema silesiacum* eingegeben.

- *Encyonema ventricosum* war immer der Morphotyp 1. Die Morphotypen für diese Art werden weder in PHYLIB noch in der DV-Nr. Liste unterschieden. Deshalb wurde die Art für PHYLIB als *Encyonema ventricosum* eingegeben.
- *Fragilaria mesolepta* enthält hier, entsprechend Hofmann et al. (2011), sowohl *F. mesolepta* sensu stricto, als auch sensu lato. Letzteres Taxon heißt nun *F. subconstricta* Oestrup (siehe z.B. Reichardt 2018).
- *Fragilaria* cf. *radians*, cf. weil <33µm lang; früher als *Fr. vaucheriae* gezählt, deshalb für PHYLIB als solche ohne cf (vgl. Abb. 5).



**Abbildung 5:** Fotos von *Fragilaria radians*, *F.* cf. *radians* und *F. vaucheriae*.

- *Gomphonema linearoides* LEVKOV (z.B. Tafel 195 Levkov et al. 2016) wurde als *Gomphonema olivaceum* var. *olivaceum* eingegeben.
- *Gyrosigma acuminatum* (DV-Nr. 36096) steht mit dieser DV-Nr. in Hofmann et al. (2011). Für PHYLIB wurde dieses Taxon mit der DV-Nr. 6036 = *Gyrosigma acuminatum* var. *acuminatum* ersetzt, weil nur dieses Taxon Indikatorwerte hat.
- *Navicula* (cf). *utermoehlii*: Für PHYLIB wurde kein cf. für diese zu kleinen (<8x4,5 µm) Exemplare gesetzt, weil sie so auch in Hofmann et al. (2011) abgebildet sind (Tafel 40:23-24).
- *Placoneis clementis* entsprach Tafel 47:5-9 in Hofmann et al. (2011) und wird nun nach Lange-Bertalot et al. (2017) *P. clementispronina* genannt, der ergänzten und teilweise taxonomisch überarbeiteten, englischen Übersetzung von Hofmann et al. 2011. Für PHYLIB weiterhin *P. clementis* genannt, weil nur dieser Name enthalten ist.
- *Planothidium frequentissimum* (LANGE-BERTALOT) LANGE-BERTALOT (DV-Nr. 36209) steht mit dieser DV-Nr. in Hofmann et al. (2011). Für PHYLIB wurde dieses Taxon mit der DV-Nr. 16606 = *Planothidium frequentissimum* var. *frequentissimum* ersetzt, weil nur dieses Taxon Indikatorwerte hat.
- *Planothidium pumilum* BAK & LANGE-BERTALOT nach Lange-Bertalot et al. (2017; Tafel 25:72-75), der ergänzten und teilweise taxonomisch überarbeiteten, englischen Übersetzung von Hofmann et al. 2011, wurde entsprechend Hofmann et al. 2011 (Tafel 24:59,62) für PHYLIB als *Planothidium granum* eingegeben.



- Wurde ein Taxon mit und ohne cf. identifiziert, dann wurde das „cf.“ für PHYLIB als „sp.“ eingegeben. Kamen dadurch mehr als ein „sp.“ derselben Gattung vor, so wurden sie für PHYLIB aufaddiert.

Zusätzlich zum Auftrag wurden auch planktische Diatomeen erfasst, d.h. zusätzlich zu den mindestens 500 benthischen Diatomeenobjekten. Da die Probenahme auf benthische Diatomeen ausgerichtet ist, wurden die planktischen Diatomeen nur erwähnt (% Plankter) und wären nur unterstützend zur Bewertung mit herangezogen, wenn sie >10 % stellten. Hier bezieht sich Prozent Plankton stets auf die Summe aller planktischen und benthischen Diatomeenobjekte (= 100 %). Die 22 Proben enthielten jedoch nur 0,2-9,7 % planktische Diatomeen (Median 2,1 %; Tab. 4 und 6).

Vereinzelt kamen die planktischen Diatomeen *Diatoma tenuis* und *Fragilaria berolinensis* vor (Plankter nach Hofmann et al. 2011 bzw. Krammer & Lange-Bertalot 2000). Beide Arten stehen nicht in der Pennales-Plankton-Ausschlussliste nach Schaumburg et al. (2014, S. 45) und besitzen Indikatorwerte in PHYLIB. Es wurden stets mindestens 500 benthische Diatomeen pro Probe gezählt (also ohne diese beiden Arten), aber beide Arten wurden für PHYLIB mit eingegeben. Die PHYLIB Software berechnete demnach für alle Proben (n=22) planktische Arten mit Null Prozent.

Häufige Diatomeen (> 1 % Abundanzanteil in mindestens einer Probe) und nicht eindeutig bestimmbare Taxa, die in Valvenansicht vorlagen, wurden photographisch dokumentiert (siehe jpgs auf DVD).

## 4. Ergebnisse

Im Folgenden werden folgende Standard-Farbkodierungen genutzt:

| Ökologische Zustandsklasse |                        |
|----------------------------|------------------------|
| 1                          | sehr gut               |
| 2                          | gut                    |
| 3                          | mäßig                  |
| 4                          | unbefriedigend         |
| 5                          | schlecht               |
|                            | ungesicherte Bewertung |

Insgesamt gibt es mehrere **Kriterien der Nichtauswertbarkeit und Nichtbewertbarkeit** (Schaumburg et al. 2014). "Proben können zur Bewertung nicht herangezogen werden, wenn der Anteil nur bis zur Gattung bestimmter, nicht bestimmbarer (spec) und/oder nicht eindeutig bestimmbarer Formen [im Folgenden "cfs"] einen Wert von 5 % überschreitet." (Schaumburg et al. 2014, S. 46). Dies ist kein sinnvolles Ausschlusskriterium, weil vielmehr wichtig ist, wie viel Prozent indikativer Taxa insgesamt in die Bewertung eingehen. Hier liefert die neue PHYLIB-Software einen Anhaltspunkt, weil sie die Anzahl und Häufigkeiten der Taxa mit einem Trophiewert angibt und die Anzahl der Taxa, die in den Referenzartenquotienten einfließt (siehe Tab. 4 und 6).

Mit 0-4,5 % cfs pro Probe (n=22; Median 0,7 %) wurde die 5 %-Hürde nicht überschritten. Insgesamt mussten die meisten Objekte mit cf bezeichnet werden, wenn Taxa nur in der Gürtelbandansicht vorlagen und keiner Valvenansicht sicher zugeordnet werden konnten. Für diese Taxa liegen keine Fotos vor. Andere problematische Taxa, die in Valvenansicht vorlagen, wurden photographisch dokumentiert (siehe DVD).

Ein weiteres Ausschlusskriterium sind > 5 % **aerophile Diatomeen** (Schaumburg et al. 2014). Aerophile Taxa kamen laut PHYLIB 5.3, abgesehen von 0,2 % in Probe 129807 (GrRa T9), nicht vor (n = 22) und beeinflussten die Bewertungen demnach nicht.

In den 22 Messstellen wurden im Jahr 2021 keine **Versauerungszeiger-Diatomeen** nachgewiesen. Solche Diatomeen beeinflussten die Bewertung demnach nicht.

Für eine verlässliche Bewertung mit dem Modul **Referenzartenquotient** (RAQ) werden für Gewässer des Diatomeentyps DS 10.1 und DS 13.1 zwölf indikative Taxa für eine gesicherte Bewertung gefordert (Schaumburg et al. 2014). Für die 22 Messstellen beruhte das RAQ-Modul auf 18-34 Taxa (Median 26,5) und gelten somit als verlässliche Bewertungen.

Für den hier genutzten **Trophie-Index TI<sub>Nord</sub>** gilt, dass die Bewertung nur dann als gesichert gilt, wenn der Anteil der eingestuften Taxa mindestens 60% erreicht und ansonsten nur eine ungesicherte Bewertung des Teilmoduls Diatomeen vorgenommen werden kann (Schaumburg et al. 2014). In elf von zwölf Proben des Großen Ratzeburger Sees und in allen zehn Proben des Selenter Sees flossen 61-91 % der Objekte in den TI<sub>Nord</sub> ein (Median 84 %, n=21). Diese Bewertungen gelten demnach als gesichert (siehe Kapitel 4.1 und 4.2). Nur in Probe 130303 (GrRa T5) lag die Häufigkeit der Trophie-eingestuften Taxa bei 53 %, womit diese Messstelle anhand von benthischen Diatomeen laut PHYLIB nicht gesichert bewertet werden konnte. Grund waren vor allem hohe Abundanzen (25 %) von *Achnantheidium minutissimum* var. *minutissimum*, die für Seen keinen Trophiewert besitzt (siehe Kapitel 4.1).

#### 4.1 Großer Ratzeburger See

**Häufige Diatomeen-Taxa:** Die benthischen Diatomeenproben des Großen Ratzeburger Sees aus dem Jahr 2021 wurden mit 3-19 % pro Probe (Median 10 %, n= 12) von *Amphora pediculus* dominiert. Am zweithäufigsten waren mit 0-20 % *Cocconeis neothumensis* (Median 8 %, n=12) und mit 0,4-26 % *Amphora indistincta* (Median 7 %; n=12). Diese drei Taxa sind mit Trophiewerten zwischen 2,2 und 2,9 moderat eutraphent, wie auch folgende, in drei bis fünf Proben häufige (>5 %) Taxa: *Epithemia sorex*, *Fragilaria pinnata* var. *pinnata*, *Karayevia clevei* var. *clevei* und *Navicula rotunda* (Tab. 4). Außerdem waren folgende Taxa in einer bis fünf Proben häufig (>5 %), die zumeist Degradationszeiger (C-Arten in Tab. 4) und Indikatoren von (z.T. hoch) eutrophen Zuständen sind: *Cavinula scutelloides*, *Cocconeis placentula* var. *placentula*, *Mayamaea atomus* var. *permitis*, *Navicula tripunctata*, *Nitzschia dissipata* ssp. *dissipata*, *Nitzschia fonticola* und *Rhoicosphenia abbreviata*. In jeweils zwei Proben waren die Referenzart (A-Art in Tab. 4) *Achnanthydium minutissimum* var. *minutissimum* und die oligotrophe *Navicula cryptotenelloides* häufig (Tab. 4).

**Bewertung mit PHYLIB:** Die Anzahl der Diatomeen-Taxa mit Trophie-Wert je Probe lag zwischen 37 und 54, wobei diese Taxa 68-90 % (n=11) bzw. 53 % (GrRa T5) aller Diatomeenobjekte je Probe stellten. Somit enthielten elf Proben einen ausreichend hohen Anteil an Trophie-indikativen Taxa für eine gesicherte Trophie-Bewertung. In Probe GrRa T5 hingegen besitzen allein von den häufigsten Taxa (>5 %) 30 % der Taxa keinen Trophiewert, allen voran die dominante *Achnanthydium minutissimum* var. *minutissimum* (Acmin; 25 %) und *Cymbella vulgata* (5 %). Acmin ist ein Ubiquist und besiedelt eine "weite Spanne der Trophie" und ist demnach "unter oligotrophen und eutrophen Bedingungen gleichermaßen vital" (Hofmann et al. 2011, S. 84) und somit als Trophie-Indikator tatsächlich ungeeignet. *Cymbella vulgata* hingegen wurde früher nicht von einem Artkomplex differenziert und weist deshalb keinen Trophiewert in PHYLIB auf, bevorzugt jedoch oligotrophe Gewässer (Krammer 2002), wie auch *Cymbella parva* (Lange-Bertalot et al. 2017). Letztere Art war nach *Cymbella* cf. *vulgata* (4,5 %; identisch zu *C. vulgata*, aber <7,8µm breit) mit 2,9 % die nächst-häufigste Art ohne Trophiewert. Insgesamt werden neun der zwölf Proben aus dem Großen Ratzeburger See basierend auf dem **Trophieindex Nord** (TI<sub>Nord</sub>) mit mäßig (3) bewertet, alle gesichert. Die Messstellen GrRa 1, GrRa 3 und GrRa 5 werden mit gut (2) bewertet, letztere davon laut PHYLIB ungesichert (Tab. 4). Aufgrund der genannten oligotrophen *Cymbella*-Taxa, die in PHYLIB keine Trophiewerte besitzen, ist jedoch aus fachgutachterlicher Sicht auch die gute Bewertung von Probe GrRa 5 realistisch und plausibel.

Die Anzahl der **Referenzartenquotient** (RAQ)-Arten je Probe lag zwischen 18 und 33, die RAQ-Bewertungen gelten somit als gesichert. Unter den 21 häufigen Taxa kamen als RAQ-Arten sechs Degradationszeiger (Kategorie C) und eine Referenzarten (Kategorie A) vor. Entsprechend werden zehn Messstellen des Großen Ratzeburger Sees basierend auf dem RAQ mit unbefriedigend (4) und zwei mit mäßig (3) bewertet (Tab. 4).





Basierend auf dem TI und dem RAQ lag der **Diatomeen-Index** (DI) je Probe zwischen 0,25 und 0,48 (Median 0,30, n=12). Dementsprechend wird der ökologische Zustand für sieben Proben basierend auf dem DI als unbefriedigend (4) bewertet und für die weiteren fünf Proben als mäßig (3), einmal ungesichert. Basierend auf der Artenzusammensetzung kann die ökologische Bewertung aller zwölf Einzelproben insgesamt aus fachgutachterlicher Sicht als plausibel angesehen werden (Tab. 5). Allerdings ist die Diskrepanz zwischen Trophieindex (TI; gute Bewertung) und Referenzartenquotient (RAQ; unbefriedigende Bewertung) in Probe GrRa 1 auffällig. Fachgutachterlich erscheint der TI etwas zu gut und der RAQ etwas zu schlecht bewertet, womit die Gesamtbewertung (DI) wieder plausibel erscheint.

Insgesamt bewerten die **Litoraldiatomeen** den ökologischen Zustand des **Großen Ratzeburger Sees** im Jahr 2021 basierend auf elf gesicherten Messstellen mit unbefriedigend (3,53), wenn man mit den Dezimalbewertungen rechnet und auch mit unbefriedigend (3,6), wenn man mit den ganzen Zahlen rechnet (wie es PHYLIB macht). Da hier elf der zwölf Messstellen (gesicherte Bewertung) einfließen, ist die Gesamtbewertung gesichert. Das PHYLIB Bewertungsergebnis kann aus fachgutachterlicher Sicht als plausibel angesehen werden, da auch die Gesamtbewertung basierend auf allen zwölf Messstellen bei 3,6 liegt (wenn die Bewertung auf ganzen Zahlen beruht) (Tab. 4). Rechnet man allerdings mit den Dezimalzahlen, dann wird der See mit 3,47 (n=12) bewertet. Durch die Bewertung nahe der Klassengrenze zeigen sich in jedem Falle (n=11 oder 12) deutliche Tendenzen zum mäßigen ökologischen Zustand.

Die zusätzlich erfassten **planktischen Diatomeen**objekte stellten nur 0,2-9,7 % und lassen keine weitere Aussage zum ökologischen Zustand zu (Tab. 4).

**Vergleich mit Altdaten:** Auch im vorletzten Untersuchungsjahr 2015 wurde der Große Ratzeburger See von *Amphora pediculus* dominiert (2015: 4,6-61,2 %, im Mittel 18,1 %, 2021: 9,7 %, n=12). Auch *Cocconeis neothumensis* (2015: im Mittel 6,4 %, n=12; 2021: 8,0 %) und *Amphora indistincta* (2015: 10,6 %, n=12; 2021: 7,5 %) waren am zweithäufigsten, allerdings zusammen mit *Navicula rotunda* (2015: 6,4 %; 2021 nur 2,9 %) und *Karayevia clevei* var. *clevei* (6,4 %, n=12; 2021: 5,4 %) (Biota 2016; Tab. 4).

Der Diatomeenindex (DI) zeigte für elf Messstellen eine Verschlechterung von 2,8-3,4 (mäßig) im Jahr 2008 auf 3,3-3,9 bzw. ungesichert 4,0 (meist unbefriedigend) im Jahr 2015 an. Nur in Probe GrR 6 zeigten die Diatomeen eine leichte Verbesserung an (3,8 im Jahr 2008 auf 3,7 im Jahr 2015). Von 2015 bis 2018 verbesserte sich die Bewertung etwas in neun Proben, aber verschlechterte sich weiter in drei Messstellen. Dann erfolgte bis 2021 tendenziell wieder eine Verschlechterung auf 3,2-3,8 (meist unbefriedigend), also zurück auf ein ähnliches Niveau wie 2015, bis auf die im Westen bzw. südlichen Westen gelegenen GrRa T3 und T5, die im Jahr 2021 beide mit 2,8 bewertet wurden bzw. T10 und T7 die sich auf 3,4 bzw. 3,7 wieder leicht verbesserten (Tab. 5).

Die **Gesamtbewertung** des Großen Ratzeburger Sees anhand von benthischen Diatomeen wurde entsprechend im Jahr 2008 noch mit mäßig (3,1) bewertet und in den Jahren 2015 (3,7), 2018 (3,5) und 2021 (3,6) mit unbefriedigend, mit starken (2018, 2021) bis leichten (2015) Tendenzen zum mäßigen Zustand (Tab. 5). Demnach sind anhand der Diatomeenergebnisse entsprechend der EU-Wasserrahmenrichtlinie (EU WRRL 2000) Maßnahmen zur Verbesserung der Wasserqualität erforderlich.

**Tabelle 5:** Historische Bewertungen des **Großen Ratzburger Sees** anhand von **benthischen Diatomeen**. Alle Daten wurden mit PHYLIB 5.3 (Feb. 2016) berechnet.

Altdaten vom Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein; TI = Trophieindex, RAQ=Referenzartenquotient, DI= Diatomeenindex, ÖZ D = ökologische Zustandsklasse basierend auf benthischen Diatomeen, FAG = fachgutachterliche Bewertung, grau = Bewertung nicht gesichert (GrRa T5) bzw. markiert Messstelle 129805 (T0), die ~250m nördlich von GrRa T9, Nähe der Kläranlage, liegt.

| Messstelle         | Jahr   | TI             | RAQ  | DI   | ÖZ D | ÖZ D FAG |
|--------------------|--------|----------------|------|------|------|----------|
| 130299<br>GrRa T1  | 2008   | 0,67           | 0,29 | 0,48 | 2,8  | 3        |
|                    | 2015   | 0,56           | 0,14 | 0,35 | 3,4  | 3        |
|                    | 2018   | 0,67           | 0,27 | 0,47 | 2,9  | 3        |
|                    | 2021   | 0,66           | 0,16 | 0,41 | 3,2  | 3        |
| 130300<br>GrRa T2  | 2008   | 0,65           | 0,20 | 0,43 | 3,1  | 3        |
|                    | 2015   | 0,51           | 0,22 | 0,37 | 3,3  | 3        |
|                    | 2018   | 0,51           | 0,10 | 0,31 | 3,6  | 4        |
|                    | 2021   | 0,46           | 0,04 | 0,25 | 3,8  | 4        |
| 130301<br>GrRa T3  | 2008   | 0,61           | 0,20 | 0,41 | 3,2  | 3        |
|                    | 2015   | 0,41           | 0,08 | 0,25 | 3,9  | 4        |
|                    | 2018   | 0,51           | 0,17 | 0,34 | 3,4  | 3        |
|                    | 2021   | 0,65           | 0,32 | 0,48 | 2,8  | 3        |
| 130302<br>GrRa T4  | 2008   | 0,63           | 0,26 | 0,45 | 3,0  | 3        |
|                    | 2015   | 0,50           | 0,05 | 0,27 | 3,7  | 4        |
|                    | 2018   | 0,50           | 0,11 | 0,30 | 3,6  | 4        |
|                    | 2021   | 0,51           | 0,06 | 0,28 | 3,7  | 4        |
| 130303<br>GrRa T5  | 2008   | 0,70           | 0,27 | 0,49 | 2,8  | 3        |
|                    | 2015   | 0,49           | 0,15 | 0,32 | 3,54 | 3        |
|                    | 2018   | 0,55           | 0,16 | 0,36 | 3,4  | 3        |
|                    | 2021   | 0,65           | 0,31 | 0,48 | 2,8  | 3        |
| 130304<br>GrRa T6  | 2008   | 0,46           | 0,05 | 0,26 | 3,8  | 4        |
|                    | 2015   | 0,48           | 0,10 | 0,29 | 3,7  | 4        |
|                    | 2018   | 0,54           | 0,06 | 0,30 | 3,6  | 4        |
|                    | 2021   | 0,55           | 0,05 | 0,30 | 3,7  | 4        |
| 130305<br>GrRa T7  | 2008   | 0,66           | 0,27 | 0,46 | 2,9  | 3        |
|                    | 2015   | 0,42           | 0,00 | 0,21 | 4,0  | 4        |
|                    | 2018   | 0,47           | 0,06 | 0,27 | 3,8  | 4        |
|                    | 2021   | 0,52           | 0,05 | 0,28 | 3,7  | 4        |
| 129806<br>GrRa T8  | 2004   | 0,29           | 0,06 | 0,17 | 4,2  | 4        |
|                    | 2008   | 0,61           | 0,24 | 0,42 | 3,1  | 3        |
|                    | 2015   | 0,44           | 0,11 | 0,28 | 3,7  | 4        |
|                    | 2018   | 0,55           | 0,14 | 0,34 | 3,4  | 3        |
|                    | 2021   | 0,55           | 0,13 | 0,34 | 3,5  | 3        |
| 129805             | 2004   | 0,30           | 0,04 | 0,17 | 4,2  | 4        |
| 129807<br>GrRa T9  | 2008   | 0,61           | 0,17 | 0,39 | 3,2  | 3        |
|                    | 2015   | 0,53           | 0,10 | 0,31 | 3,6  | 4        |
|                    | 2018   | 0,53           | 0,07 | 0,30 | 3,6  | 4        |
|                    | 2021   | 0,44           | 0,12 | 0,28 | 3,7  | 4        |
| 130306<br>GrRa T10 | 2008   | 0,67           | 0,19 | 0,43 | 3,1  | 3        |
|                    | 2015   | 0,56           | 0,21 | 0,39 | 3,3  | 4        |
|                    | 2018   | 0,49           | 0,05 | 0,27 | 3,8  | 4        |
|                    | 2021   | 0,57           | 0,14 | 0,36 | 3,4  | 3        |
| 130307<br>GrRa T11 | 2008   | 0,49           | 0,20 | 0,34 | 3,4  | 3        |
|                    | 2015   | 0,53           | 0,00 | 0,27 | 3,8  | 4        |
|                    | 2018   | 0,55           | 0,20 | 0,37 | 3,3  | 3        |
|                    | 2021   | 0,40           | 0,21 | 0,31 | 3,6  | 4        |
| 130308<br>GrRa T12 | 2008   | 0,65           | 0,27 | 0,46 | 2,9  | 3        |
|                    | 2015   | 0,55           | 0,06 | 0,31 | 3,6  | 4        |
|                    | 2018   | 0,56           | 0,14 | 0,35 | 3,4  | 3        |
|                    | 2021   | 0,42           | 0,09 | 0,26 | 3,8  | 4        |
| ÖZ D See           | 129805 | 2004           | n=1  |      | 4,0  | 4        |
|                    | 2008   | n=12           |      |      | 3,1  | 3        |
|                    | 2015   | n=8, FAG n=12  |      |      | 3,8  | 4        |
|                    | 2018   | n=12           |      |      | 3,5  | 4        |
|                    | 2021   | n=11, FAG n=12 |      |      | 3,6  | 4        |



## 4.2 Selenter See

**Häufige Diatomeen-Taxa:** Die benthischen Diatomeenproben des Selenter Sees aus dem Jahr 2021 wurden mit 4-39 % (Median 18 %, n=10) von *Amphora pediculus* dominiert. Am zweithäufigsten waren *Fragilaria brevistriata* mit 0,2-26 % (im Mittel 8 %, Median 4 %) bzw. *Cocconeis neothumensis* mit 0-17 % (im Mittel 6 %, Median 5 %, n=10). Diese drei Taxa sind mit Trophiewerten zwischen 2,2 und 2,9 moderat eutraphent, wie auch folgende, in ein bis drei Proben häufige (>5 %) Taxa: *Amphora indistincta*, *Epithemia adnata*, *Epithemia sores*, *Fragilaria pinnata* var. *pinnata* und *Karayevia clevei* var. *clevei*. In jeweils einer Probe häufig waren die Referenzart (A-Art in Tab. 6) *Achnanthydium minutissimum* var. *minutissimum* und die oligotrophe *Nitzschia lacuum*, während die oligotrophen *Encyonopsis minuta*, *Encyonopsis subminuta* und *Navicula cryptotenelloides* sogar in drei bis vier Proben häufig waren (im Mittel 3,3-4,8 %, n=10). Zeiger hoch eutropher Zustände waren mit im Mittel nur 0,8-1,6% (n=10) in je einer Probe häufig (>5 %): *Cocconeis pediculus*, *Fragilaria vaucheriae* und *Gomphonema minutum* (Tab. 6).

**Bewertung mit PHYLIB:** Die Anzahl der Diatomeen-Taxa mit Trophie-Wert je Probe lag zwischen 37 und 49, wobei diese Taxa 61-91 % aller Diatomeenobjekte je Probe in den Messstellen stellten. Somit enthielten alle 10 Proben einen ausreichend hohen Anteil an Trophie-indikativen Taxa für eine gesicherte Trophie-Bewertung. Insgesamt wurden sechs der zehn Proben aus dem Selenter See basierend auf dem **Trophieindex Nord** (TI<sub>Nord</sub>) mit mäßig (3) bewertet, vier Messstellen mit gut (2), alle gesichert (Tab. 6).

Die Anzahl der **Referenzartenquotient** (RAQ)-Arten je Probe lag zwischen 22 und 34, die RAQ-Bewertungen gelten somit als gesichert. Unter den 20 häufigen Taxa kamen als RAQ-Arten drei Degradationszeiger (Kategorie C) und auch drei Referenzarten (Kategorie A) vor. Sechs Messstellen des Selenter Sees wurden basierend auf dem RAQ mit mäßig (3) bewertet und vier mit unbefriedigend (4) (Tab. 6).

Basierend auf dem TI und dem RAQ lag der **Diatomeen-Index** (DI) je Probe zwischen 0,32 und 0,51 (Median 0,41, n=10). Dementsprechend wurde der ökologische Zustand für neun Proben basierend auf dem DI als mäßig (3) bewertet und für Probe Sel T2 als unbefriedigend (4), alle gesichert. Basierend auf der Artenzusammensetzung ist die ökologische Bewertung der Einzelproben aus fachgutachterlicher Sicht plausibel (Tab. 6).

Insgesamt bewerteten die **Litoraldiatomeen** den ökologischen Zustand des **Selenter Sees** im Jahr 2021 mit mäßig 3,1 basierend auf den Dezimalzahlen und 3,0 basierend auf den ganzen Zahlen (wie von PHYLIB gefordert). Das Bewertungsergebnis wird aus fachgutachterlicher Sicht anhand der Diatomeengesellschaft als plausibel angesehen (Tab. 6).

Die zusätzlich erfassten **planktischen Diatomeenobjekte** stellten nur 0,2-7,7 % in den zehn Messstellen (Tab. 6), so dass hier keine unterstützende bzw. ergänzende Beurteilung anhand der planktischen Diatomeen gemacht werden kann.

**Tabelle 6:** Häufige (>5 %) Diatomeen-Taxa und Zusammenfassung der Bewertung der Proben anhand von benthischen Diatomeen im Jahr **2021** im **Selenter See** mit PHYLIB 5.3 vom Februar 2016 für den Seentyp D 13.1.

Sechsstellige Zahl = Messstellennummer, TW<sub>Nord</sub> = Trophiewert Nord, D13.1 = Diatomeen-Seentyp 13.1, RA = Artgruppe für den Referenzartenquotienten (RAQ): A = Referenzart, C= Degradationszeiger, *Ac. min.* = *Achnanthidium minutissimum*, Gesamt # = Anzahl identifizierter Taxa pro Probe, TI-# = Anzahl der Taxa, die in den Trophieindex (TI) einfluss, TI-KI = ökologische Zustandsklasse anhand des TI, RAQ-# = Anzahl der Taxa, die in den RAQ einfluss, RAQ-KI = ökologische Zustandsklasse anhand des RAQ, DI = Diatomeenindex, ÖZ D = ökologische Zustandsklasse (ÖZ) anhand benthischer Diatomeen, FAG = fachgutachterliche Bewertung. \*Dies beinhaltet ausschließlich *F. cf. radians*, ohne „echte“ *F. vaucheriae*, aber für PHYLIB als solche eingegeben (siehe oben und Abb. 5).

| Selenter See 2021, OWK 0383, WRRL-Typ 13, TKg-13, D13.1 |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |      |       |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------|-------|
|   | 129922    | 129923    | 129924    | 129925    | 129926    | 129927    | 129928    | 129929    | 129930    | 129931    | TW   | D13.1 |
|   | 20.07.    | 20.07.    | 21.07.    | 21.07.    | 21.07.    | 19.07.    | 20.07.    | 20.07.    | 20.07.    | 20.07.    |      |       |
| Taxon   | Sel T1    | Sel T2    | Sel T3    | Sel T4    | Sel T5    | Sel T6    | Sel T7    | Sel T8    | Sel T9    | Sel T10   | Nord | RA    |
| <i>Ac. min. var. minutissimum</i>                       | 0         | 4         | 2         | 1         | 2         | 7         | 1         | 1         | 2         | 0         | -    | A     |
| <i>Amphora indistincta</i>                              | 2         | 1         | 3         | 11        | 5         | 2         | 0         | 3         | 1         | 9         | 2,89 | -     |
| <i>Amphora pediculus</i>                                | 23        | 4         | 16        | 18        | 20        | 17        | 11        | 20        | 5         | 39        | 2,89 | -     |
| <i>Cocconeis neothumensis</i>                           | 5         | 0         | 8         | 17        | 10        | 5         | 0         | 1         | 0         | 14        | 2,15 | -     |
| <i>Cocconeis pediculus</i>                              | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 11        | 0         | 0         | 0         | 4,33 | -     |
| <i>Encyonopsis minuta</i>                               | 9         | 1         | 2         | 0         | 6         | 5         | 6         | 3         | 1         | 0         | 1,02 | A     |
| <i>Encyonopsis subminuta</i>                            | 1         | 3         | 9         | 1         | 2         | 13        | 3         | 6         | 9         | 0         | 1,02 | A     |
| <i>Epithemia adnata</i>                                 | 2         | 0         | 7         | 1         | 10        | 0         | 2         | 2         | 0         | 3         | 2,42 | -     |
| <i>Epithemia frickei</i>                                | 1         | 0         | 0         | 2         | 0         | 0         | 1         | 0         | 0         | 7         | -    | -     |
| <i>Epithemia sores</i>                                  | 5         | 1         | 9         | 0         | 5         | 0         | 8         | 2         | 0         | 0         | 2,46 | -     |
| <i>Fragilaria brevistriata</i>                          | 3         | 24        | 5         | 5         | 3         | 0         | 2         | 14        | 26        | 2         | 2,81 | -     |
| <i>Fragilaria con. f. construens</i>                    | 0         | 5         | 1         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 1         | 0         | -    | -     |
| <i>Fragilaria con. f. venter</i>                        | 0         | 19        | 0         | 1         | 1         | 0         | 0         | 3         | 13        | 0         | -    | -     |
| <i>Fragilaria pin. var. pinnata</i>                     | 1         | 7         | 1         | 5         | 2         | 2         | 1         | 1         | 17        | 4         | 2,57 | -     |
| <i>Fragilaria vaucheriae*</i>                           | 0         | 0         | 0         | 7         | 2         | 2         | 0         | 0         | 3         | 2         | 5,33 | C     |
| <i>Gomphonema minusculum</i>                            | 1         | 1         | 2         | 1         | 5         | 6         | 2         | 1         | 3         | 0         | -    | -     |
| <i>Gomphonema minutum</i>                               | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 7         | 0         | 1         | 0         | 4,23 | C     |
| <i>Karayevia clevei var. clevei</i>                     | 2         | 0         | 3         | 6         | 5         | 1         | 0         | 1         | 0         | 5         | 2,25 | -     |
| <i>Navicula cryptotenelloides</i>                       | 13        | 0         | 4         | 0         | 1         | 4         | 10        | 6         | 1         | 1         | 1,37 | C     |
| <i>Nitzschia lacuum</i>                                 | 2         | 0         | 2         | 0         | 2         | 1         | 5         | 5         | 0         | 0         | 1,27 | -     |
| <b>Summe (%)</b>  | <b>70</b> | <b>71</b> | <b>74</b> | <b>77</b> | <b>80</b> | <b>65</b> | <b>69</b> | <b>69</b> | <b>82</b> | <b>87</b> |      |       |
| <b>cfs %</b>  | 3,4       | 0,6       | 0,6       | 0         | 0,2       | 2,8       | 1,4       | 2,4       | 0         | 0,4       |      |       |
| <b>Plankton %</b>                                       | 1,0       | 2,7       | 4,0       | 0,6       | 2,3       | 0,2       | 7,7       | 1,9       | 2,7       | 1,0       |      |       |
| <b>Gesamt #</b>   | 62        | 69        | 69        | 57        | 54        | 73        | 66        | 61        | 64        | 52        |      |       |
| <b>TI-#</b>   | 45        | 49        | 46        | 40        | 37        | 49        | 49        | 43        | 42        | 37        |      |       |
| <b>TI[%]</b>  | 85,74     | 61,09     | 84,52     | 90,64     | 86,3      | 72,05     | 79,85     | 79,21     | 74,71     | 89,48     |      |       |
| <b>TI</b>   | 0,67      | 0,48      | 0,66      | 0,50      | 0,65      | 0,57      | 0,57      | 0,61      | 0,57      | 0,47      |      |       |
| <b>RAQ-#</b>  | 27        | 31        | 31        | 25        | 24        | 34        | 32        | 28        | 32        | 22        |      |       |
| <b>RAQ</b>  | 0,33      | 0,16      | 0,36      | 0,24      | 0,33      | 0,18      | 0,31      | 0,29      | 0,19      | 0,27      |      |       |
| <b>DI</b>   | 0,50      | 0,32      | 0,51      | 0,37      | 0,49      | 0,37      | 0,44      | 0,45      | 0,38      | 0,37      |      |       |
| <b>ÖZ D</b>   | 2,7       | 3,53      | 2,7       | 3,3       | 2,8       | 3,3       | 3,0       | 3,0       | 3,3       | 3,3       |      |       |
| <b>ÖZ D FAG</b>   | 3         | 4         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         | 3         |      |       |
| <b>ÖZ D See</b>   |           |           |           |           |           | 3,1       |           |           |           |           |      |       |
| <b>ÖZ D See FAG</b>                                     |           |           |           |           |           | 3         |           |           |           |           |      |       |

**Vergleich mit Altdaten:** Auch im vorletzten Untersuchungsjahr 2015 wurde der Selenter See von *Amphora pediculus* dominiert (2015: 3,6-40,4 %, im Mittel 18 %; 2021: 17 %; n=10) und *Fragilaria brevistriata* war am zweithäufigsten (2015 im Mittel 14,6 %, 2021: 8,3 %; n=10). Ähnlich wie im Jahr 2021 waren im Jahr 2015 auch *Amphora indistincta*, *Cocconeis neothumensis* und *Encyonopsis minuta* häufig, sowie die oligotrophe Referenzart *Epithemia smithii* (Tab. 6, Biota 2016). Letztere stellte im Jahr 2021 im Mittel nur 0,5 %.

Der Diatomeenindex (DI) indizierte an den Messstellen in den Jahren 2006 und 2009 meist einen mäßigen ökologischen Zustand (ÖZ: 3,0 bis 3,54 (ungesichert bis 3,7) bzw. 2,8 bis 3,7) und in den Jahren 2015 und 2018 eine Verbesserung zum guten bis mäßigen Zustand (ÖZ: 1,6 bis 3,2 bzw. 1,7 bis 3,0). Im Jahr 2021 verschlechterte sich der ÖZ in allen zehn Messstellen im Vergleich zum Jahr 2018 wieder auf ein ähnliches Niveau wie in den Anfangsjahren (ÖZ 2021: 2,7 bis 3,53) (Tab. 7). Die **Gesamtbewertung** des Selenter Sees anhand von benthischen Diatomeen wurde entsprechend in den Jahren 2006 (3,1) und 2009 (3,2) mit mäßig bewertet, in den Jahren 2015 und 2018 mit gut bis mäßig (2,6 bzw. 2,4) und im Jahr 2021 wieder mit mäßig (3,1) (Tab.7). Demnach sind anhand der Diatomeenergebnisse entsprechend der EU-Wasserrahmenrichtlinie (EU WRRL 2000) Maßnahmen zur Verbesserung der Wasserqualität erforderlich.

**Tabelle 7:** Historische Bewertungen des **Selenter Sees** anhand von **benthischen Diatomeen**. Alle Daten wurden mit PHYLIB 5.3 (Feb. 2016) berechnet.

Altdaten vom Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein; TI = Trophieindex, RAQ=Referenzartenquotient, DI= Diatomeenindex, ÖZ D = ökologische Zustandsklasse basierend auf benthischen Diatomeen, FAG = fachgutachterliche Bewertung, grau = Bewertung nicht gesichert.

| Messstelle               | Jahr | TI              | RAQ  | DI   | ÖZ D | ÖZ D FAG |
|--------------------------|------|-----------------|------|------|------|----------|
| <b>129922</b><br>Sel T1  | 2006 | 0,56            | 0,15 | 0,35 | 3,4  | 3        |
|                          | 2009 | 0,46            | 0,13 | 0,29 | 3,7  | 4        |
|                          | 2015 | 0,72            | 0,40 | 0,56 | 2,47 | 2        |
|                          | 2018 | 0,72            | 0,43 | 0,57 | 2,4  | 2        |
|                          | 2021 | 0,67            | 0,33 | 0,50 | 2,7  | 3        |
| <b>129923</b><br>Sel T2  | 2006 | 0,48            | 0,08 | 0,28 | 3,7  | 4        |
|                          | 2009 | 0,50            | 0,25 | 0,37 | 3,3  | 3        |
|                          | 2015 | 0,65            | 0,35 | 0,50 | 2,7  | 3        |
|                          | 2018 | 0,53            | 0,34 | 0,43 | 3,0  | 3        |
|                          | 2021 | 0,48            | 0,16 | 0,32 | 3,53 | 4        |
| <b>129924</b><br>Sel T3  | 2006 | 0,59            | 0,17 | 0,38 | 3,3  | 3        |
|                          | 2009 | 0,56            | 0,25 | 0,41 | 3,2  | 3        |
|                          | 2015 | 0,56            | 0,37 | 0,46 | 2,9  | 3        |
|                          | 2018 | 0,71            | 0,33 | 0,52 | 2,6  | 3        |
|                          | 2021 | 0,66            | 0,36 | 0,51 | 2,7  | 3        |
| <b>129925</b><br>Sel T4  | 2006 | 0,55            | 0,21 | 0,38 | 3,3  | 3        |
|                          | 2009 | 0,58            | 0,21 | 0,40 | 3,2  | 3        |
|                          | 2015 | 0,80            | 0,35 | 0,57 | 2,4  | 2        |
|                          | 2018 | 0,76            | 0,38 | 0,57 | 2,4  | 2        |
|                          | 2021 | 0,50            | 0,24 | 0,37 | 3,3  | 3        |
| <b>129926</b><br>Sel T5  | 2006 | 0,60            | 0,30 | 0,45 | 3,0  | 3        |
|                          | 2009 | 0,65            | 0,31 | 0,48 | 2,8  | 3        |
|                          | 2015 | 0,91            | 0,64 | 0,77 | 1,6  | 2        |
|                          | 2018 | 0,85            | 0,54 | 0,69 | 1,9  | 2        |
|                          | 2021 | 0,65            | 0,33 | 0,49 | 2,8  | 3        |
| <b>129927</b><br>Sel T6  | 2006 | 0,54            | 0,19 | 0,37 | 3,3  | 3        |
|                          | 2009 | 0,60            | 0,23 | 0,41 | 3,1  | 3        |
|                          | 2015 | 0,59            | 0,37 | 0,48 | 2,8  | 3        |
|                          | 2018 | 0,73            | 0,29 | 0,51 | 2,7  | 3        |
|                          | 2021 | 0,57            | 0,18 | 0,37 | 3,3  | 3        |
| <b>129928</b><br>Sel T7  | 2006 | 0,55            | 0,24 | 0,39 | 3,2  | 3        |
|                          | 2009 | 0,46            | 0,14 | 0,30 | 3,6  | 4        |
|                          | 2015 | 0,63            | 0,35 | 0,49 | 2,8  | 3        |
|                          | 2018 | 0,86            | 0,63 | 0,74 | 1,7  | 2        |
|                          | 2021 | 0,57            | 0,31 | 0,44 | 3,0  | 3        |
| <b>129929</b><br>Sel T8  | 2006 | 0,44            | 0,21 | 0,32 | 3,54 | 4        |
|                          | 2009 | 0,48            | 0,25 | 0,36 | 3,3  | 3        |
|                          | 2015 | 0,70            | 0,48 | 0,59 | 2,4  | 2        |
|                          | 2018 | 0,80            | 0,52 | 0,66 | 2,1  | 2        |
|                          | 2021 | 0,61            | 0,29 | 0,45 | 3,0  | 3        |
| <b>129930</b><br>Sel T9  | 2006 | 0,62            | 0,14 | 0,38 | 3,3  | 3        |
|                          | 2009 | 0,47            | 0,30 | 0,38 | 3,3  | 3        |
|                          | 2015 | 0,57            | 0,40 | 0,48 | 2,8  | 3        |
|                          | 2018 | 0,70            | 0,41 | 0,56 | 2,5  | 2        |
|                          | 2021 | 0,57            | 0,19 | 0,38 | 3,3  | 3        |
| <b>129931</b><br>Sel T10 | 2006 | 0,61            | 0,24 | 0,42 | 3,1  | 3        |
|                          | 2009 | 0,51            | 0,23 | 0,37 | 3,3  | 3        |
|                          | 2015 | 0,58            | 0,20 | 0,39 | 3,2  | 3        |
|                          | 2018 | 0,62            | 0,32 | 0,47 | 2,9  | 3        |
|                          | 2021 | 0,47            | 0,27 | 0,37 | 3,3  | 3        |
| <b>ÖZ D See</b>          | 2006 | n=9, FAG n =10  |      |      | 3,1  | 3        |
|                          | 2009 | n=10            |      |      | 3,2  | 3        |
|                          | 2015 | n=9, FAG n = 10 |      |      | 2,6  | 3        |
|                          | 2018 | n=10            |      |      | 2,4  | 2        |
|                          | 2021 | n=10            |      |      | 3,1  | 3        |



## 5. Zusammenfassung

Eine übersichtliche Darstellung der häufigsten Taxa und der berechneten Indizes des Großen Ratzeburger Sees ist in Tab. 4 und Abb. 6 gegeben. Die relativ diversen benthischen Diatomeenproben des **Großen Ratzeburger Sees** aus dem Jahr **2021** enthielten 52 bis 79 Taxa pro Messstelle (Median 60,5, n=12) und wurden von *Amphora pediculus* dominiert (im Mittel 9,7 %, n=12). Der Trophieindex (TI) bewertete neun der zwölf Proben gesichert mit mäßig und drei mit gut, eine davon ungesichert, weil nur 53 % der Taxa einen Trophiewert besaßen. Fachgutachterlich ist auch diese Probenbewertung aufgrund oligotropher *Cymbella*-Taxa ohne Trophiewerte plausibel. Der Referenzartenquotient (RAQ) bewertete zehn Messstellen gesichert mit unbefriedigend und zwei gesichert mit mäßig, aus fachgutachterlicher Sicht plausibel. Der Diatomeen-Index bewertete sieben Proben als unbefriedigend und fünf als mäßig, einmal ungesichert. Alle zwölf Bewertungen sind fachgutachterlich plausibel (Tab. 4, Abb. 6). **Insgesamt** bewertete PHYLIB den Großen Ratzeburger See anhand von benthischen Diatomeen im Jahr 2021 gesichert mit **unbefriedigend** (3,6), was fachgutachterlich plausibel erscheint (Tab. 4 & 8, Abb. 6).

Historisch zeigten die Diatomeen im Jahr 2008 im Großen Ratzeburger See eine mäßige Wasserqualität an und eine Verschlechterung auf einen unbefriedigenden Zustand in den Jahren 2015, 2018 und 2021, mit starken (2018, 2021) bis leichten (2015) Tendenzen zum mäßigen Zustand (Tab. 5, Abb. 6).

**Tabelle 8:** Zusammenfassung der **Seenbewertung** anhand von benthischen **Diatomeen** im Jahr **2021** mit PHYLIB 5.3 vom Februar 2016.

ÖZ D = ökologische Zustandsklasse (ÖZ) anhand benthischer Diatomeen (D), See = Bewertung des Sees anhand von elf (PHYLIB) bzw. zwölf (FAG) Messstellen im Großen Ratzeburger See, sowie aller zehn Messstellen im Selenter See, FAG = fachgutachterliche Bewertung.

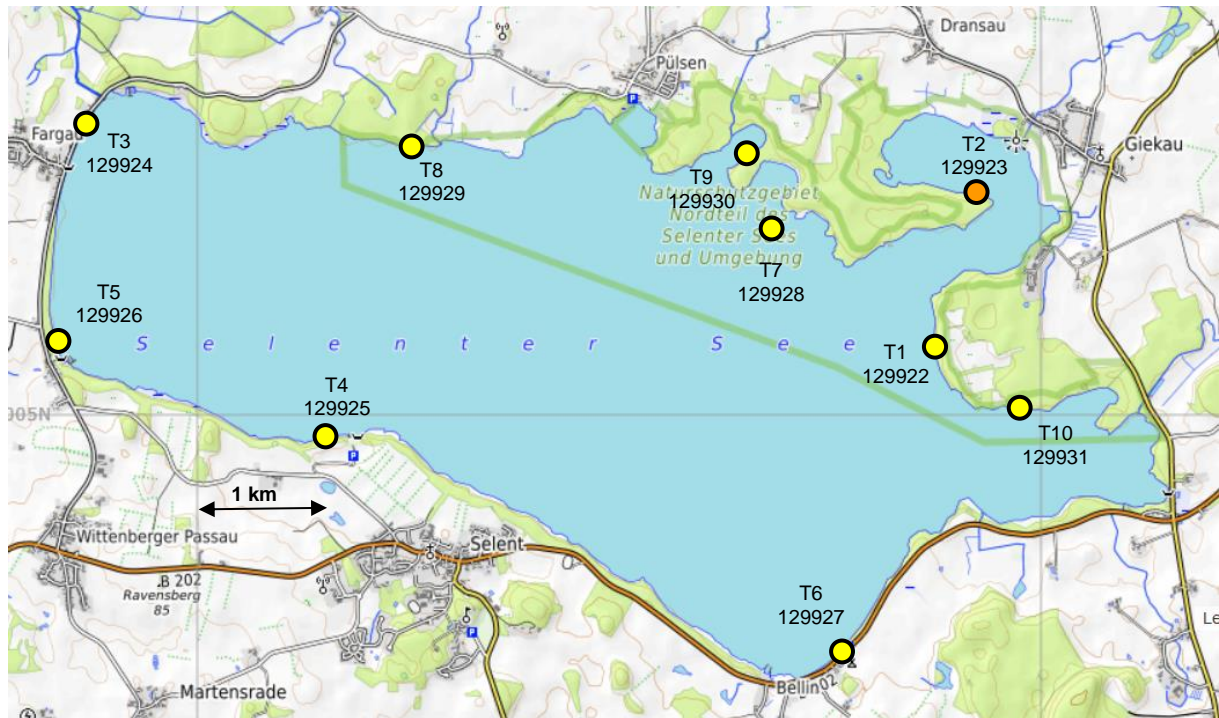
| 2021         | Großer Ratzeburger See | Selenter See |
|--------------|------------------------|--------------|
| ÖZ D See     | 3,6                    | 3,1          |
| ÖZ D See FAG | 4                      | 3            |

Eine übersichtliche Darstellung der häufigsten Taxa und der berechneten Indizes des Selenter Sees ist in Tab. 6 und Abb. 7 gegeben. Die relativ diversen benthischen Diatomeenproben des **Selenter Sees** aus dem Jahr **2021** enthielten 52 bis 73 Taxa (Median 63, n=10) und wurden von *Amphora pediculus* (im Mittel 17 %, n=10) dominiert. Der Trophieindex (TI) bewertete sechs der zehn Proben mit mäßig und vier mit gut, während der Referenzartenquotient (RAQ) sechs Messstellen mit mäßig und vier mit unbefriedigend bewertete. Beide Indices lieferten gesicherte und aus fachgutachterlicher Sicht plausible Bewertungen, ebenso wie der auf ihnen beruhende Diatomeen-Index, der neun Proben mit mäßig und eine Probe (Sel T2, in der nordöstlichen Bucht gegenüber Giekau gelegen) mit unbefriedigend bewertete (Tab. 6, Abb. 7). **Insgesamt** bewertete PHYLIB den Selenter See anhand von benthischen Diatomeen im Jahr 2021 mit **mäßig** (3,1), was fachgutachterlich plausibel erscheint (Tab. 6 & 8, Abb. 7).

Historisch zeigten die Diatomeen im Selenter See in den Jahren 2006 und 2009 eine mäßige Wasserqualität an, eine Verbesserung auf einen guten bis mäßigen Zustand in den Jahren 2015 und 2018, sowie eine Verschlechterung im Jahr 2021 wieder zum mäßigen Zustand (Tab. 7, Abb. 7).



**Abbildung 6:** Zusammenfassung der fachgutachterlichen Bewertung des ökologischen Zustandes des **Großen Ratzeburger Sees** anhand von benthischen Diatomeen im Jahr 2021. gelb =mäßige Bewertung (3), orange = unbefriedigende Bewertung (4); Kartenbasis: OpenStreetMap.



**Abbildung 7:** Zusammenfassung der fachgutachterlichen Bewertung des ökologischen Zustandes des **Selenter Sees** anhand von benthischen Diatomeen im Jahr 2021. gelb = mäßige Bewertung (3), orange = unbefriedigende Bewertung (4); Kartenbasis: OpenStreetMap.

## 6. Literaturverzeichnis

- Biota - Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH (2016): Monitoring der Qualitätskomponente Makrophyten/Phytobenthos für WRRL und FFH-RL in schleswig-holsteinischen Seen, 2015. Los 5 - Endbericht 2015 im Auftrag des Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume. Kiel.
- Europäische Union (2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. Amtsblatt der Europäischen Union, L 327/1-L327/72, 22.12.2000.
- Mathes, J., Plambeck, G., & Schaumburg, J. (2002): Das Typisierungssystem für stehende Gewässer in Deutschland mit Wasserflächen ab 0,5 km<sup>2</sup> zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie. Implementierung der EUWRRL in Deutschland: Ausgewählte Bewertungsmethoden und Defizite. Aktuelle Reihe 5: 15-23.
- Schaumburg, J., Schranz, C., Stelzer, D. (2014): Bewertung von Seen mit Makrophyten & Phytobenthos für künstliche und natürliche Gewässer sowie Unterstützung der Interkalibrierung. Bayerisches Landesamt für Umwelt, Endbericht im Auftrag der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), Projekt-Nr. O 10.10; Auftragnehmer: Bayerisches Landesamt für Umwelt.



## 7. Verzeichnis der verwendeten Bestimmungsliteratur

- Hlubikova, D., Blanco, S., Falasco, E., Goma, J., Hoffmann, L., & Ector, L. (2009). *Nitzschia alicae* sp. nov. and *N. puriformis* sp. nov., new diatoms from European rivers and comparison with the type material of *N. sublinearis* and *N. pura*. *Journal of Phycology*, 45(3), 742-760.
- Hofmann, G., M. Werum und H. Lange-Bertalot (2011): Diatomeen im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa. Bestimmungsflorea Kieselalgen für die ökologische Praxis. Über 700 der häufigsten Arten und ihre Ökologie. A.R.G. Gantner Verlag K.G.
- Krammer, K. (1997a): Die cymbelloiden Diatomeen, Eine Monographie der weltweit bekannten Taxa, Teil 1 Allgemeines und Encyonema Part. *Bibliotheca Diatomologica* Band 36. Cramer, Berlin Stuttgart, pp 1–382
- Krammer, K. (1997b): Die cymbelloiden Diatomeen, Eine Monographie der weltweit bekannten Taxa, Teil 2 Encyonema part., Encyonopsis and Cymbellopsis. *Bibliotheca Diatomologica* Band 37. Cramer, Berlin Stuttgart, pp 1–469
- Krammer, K. (2000): The genus *Pinnularia*. *Diatoms of Europe* 1, 703
- Krammer, K., (2002): *Cymbella*. In Lange-Bertalot, H. (ed.), *Diatoms of Europe*, Vol. 3. A.R.G. Gantner Verlag, Ruggel.
- Krammer, K. (2003): *Cymbopleura*, *Delicata*, *Navicymbula*, *Gophocymbelloides*, *Afrocymbella*. In Lange-Bertalot, H. (ed.), *Diatoms of Europe*, Vol. 4. A.R.G. Gantner Verlag, Ruggel.
- Krammer, K., Lange-Bertalot, H. (1988–2004): 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: *Achnantheaceae* (ergänzter Nachdruck), 437 S.; Stuttgart, Fischer
- Lange-Bertalot, H. (2001): *Navicula sensu stricto*. 10 Genera Separated from *Navicula sensulato* *Frustulia*. *Diatoms of Europe* 2, 526 S.
- Lange-Bertalot, H., Metzeltin, D. (1996): Oligotrophie-Indikatoren. 800 Taxa repräsentativ für drei diverse Seen-Typen. *Iconographia Diatomologica* 2: 1–390
- Lange-Bertalot, H., Moser, G. (1994): *Brachysira*. Monographie der Gattung. *Bibliotheca Diatomologica* 29: 1–212.
- Lange-Bertalot, H., Ulrich, S. (2014): Contributions to the taxonomy of needle-shaped *Fragilaria* and *Ulnaria* species. *Lauterbornia* 78, 1-73.
- Lange-Bertalot, H., M. Bak, A. Witkowski und N. Tagliaventi (2011): *Eunotia* and Some Related Genera. In *Diatoms of Europe* Volume 6, 747 S. Gantner Verlag, Ruggel.
- Lange-Bertalot H., Hofmann G., Werum M., Cantonati M. (2017): Freshwater Benthic Diatoms of Central Europe: Over 800 Common Species Used in Ecological Assessment. M. Cantonati, M.G. Kelly & H. Lange-Bertalot (Eds.): *Koeltz Botanical Books*, 1-942.
- Levkov, Z. (2009): *Amphora sensu lato*. *Diatoms of Europe* Volume 5, 916 S. Gantner Verlag, Ruggel.
- Levkov, Z., Lange-Bertalot, H., Mitić-Kopanja, D., & Reichardt, E. (2016): The Diatom Genus *Gomphonema* from the Republic of Macedonia: With 4425 Figures on 201 Plates. *Diatoms of Europe* Volume 8, 552 S. *Koeltz Botanical Books*.
- Reichardt, E. (1999): Zur Revision der Gattung *Gomphonema*. *Iconographia Diatomologica* 8, 203 S. Gantner Verlag, Ruggel.
- Van de Vijver, B., Jarlman, A., de Haan, M., & Ector, L. (2012). New and interesting diatom species (*Bacillariophyceae*) from Swedish rivers. *Beihefte zur Nova Hedwigia*, 141, 237-254.
- Żelazna-Wieczorek, J. (2011). Diatom Flora in Springs of Łódź Hills (Central Poland): Biodiversity, Taxonomy, and Temporal Changes of Epipsammic Diatom Assemblages in Springs Affected by Human Impact. 419 S. ARG Gantner Verlag, Ruggel.



## 8. Erklärungen zum Anhang

Alle erforderlichen Grundlagendaten, Diatomeen-Taxalisten, berechneten Indizes und die Fotos der Probennamestellen und der benthischen Diatomeen befinden sich als elektronischer Anhang auf der mit diesem Bericht zusammen gelieferten Daten-DVD. Im Einzelnen befinden sich die folgenden Ordner bzw. Dateien auf der DVD:

- Ordner „Fotos Probenahme D\_SH Seen 2021“, enthält 77 Fotos der Messstellen von der Probenahme im Jahr 2021
- Ordner „Abgabe Diatomeenfotos SH Seen 2021“, enthält Fotos der Taxa, die mit mindestens einem Prozent pro Probe vorkamen oder nicht sicher bestimmt werden konnten (cfs.)
- Litoraldiat\_Seen\_SH\_2021 Werner.xlsx
- Stammdaten Fotos u Extras D\_SH Seen 2021.xlsx, enthält Stammdaten zu den Probenahme- und Diatomeenfotos und die Auflistung der zusätzlich erfassten planktischen Diatomeen.
  
- Phylib Import Seen SH 2021\_D.xlsx
- Phylib Export Seen SH 2021\_D.xlsx
- Phylib Bericht SH Seen 2021\_D. pdf, der von PHYLIB generierte Bericht mit Diatomeendaten (D)
  
- Bericht SH Seen 2021 Werner.pdf
- Bericht SH Seen 2021 Werner.docx