



**Universität  
Rostock**



Traditio et Innovatio

## Erster deutscher Ringversuch benthische Diatomeen **2011/2012**

### Abschlussbericht / September 2014

**Autoren:** Mirko Dreßler, Petra Werner, Sven Adler, Maria Kahlert, Geurt Verweij, Anja Schwarz, Jako van der Wal, Sonja Kistenich, Thomas Hübener, Andrea Fazzone, Matteo Galbiati

**Organisation:** Andreas Meybohm, Petra Werner, Mirko Dreßler

#### Korrespondierender

**Autor:** Dr. Mirko Dreßler  
Universität Rostock  
Institut für Biowissenschaften  
Allgemeine und Spezielle Botanik und Botanischer Garten  
Wismarsche Str. 8  
D-18057 Rostock  
E-Mail: [mirko.dressler@gmx.de](mailto:mirko.dressler@gmx.de)

<b>1. Einleitung .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Material und Methoden .....</b>	<b>6</b>
<b>3. Ergebnisse und Diskussion .....</b>	<b>12</b>
<b>3.1 Artenzusammensetzung, Zählergebnisse und Bewertung der Labore.....</b>	<b>12</b>
3.1.1 Krossinsee, Norddeutschland, Flachlandsee Probe D 11 .....	12
3.1.2 Genfer See, Schweiz, Alpen- bzw. Voralpensee Probe D 1.1 .....	19
3.1.3 Klepelshagener Bach, Norddeutschland, Flachland-Fließgewässer Probe D 12 .....	25
3.1.4 Drau, Österreich, Alpen- bzw. Voralpen-Fließgewässer Probe D 2 .....	31
<b>3.2 Taxonomische Probleme im Detail .....</b>	<b>37</b>
3.2.1 <i>Achnanthidium pyrenaicum</i> und <i>Achnanthidium minutissimum</i> in Probe D 2.....	37
3.2.2 Kleine <i>Amphora</i> -Arten in Probe D 11 .....	45
3.2.3 <i>Cocconeis placentula</i> -Aggregat und ähnliche Taxa in Probe D 11 .....	53
3.2.4 <i>Encyonema silesiacum</i> und ähnliche Taxa in Probe D 2 .....	63
3.2.5 <i>Encyonopsis subminuta</i> und ähnliche Taxa in Probe D 1.1 .....	69
3.2.6 <i>Eolimna minima</i> und ähnliche Taxa in Probe D 12 .....	75
3.2.7 <i>Fragilaria (Staurosira) brevistriata</i> und ähnliche Taxa in Probe D 1.1 .....	81
3.2.8 <i>Fragilaria capucina</i> und ähnliche Taxa in den Proben D 1.1 und D 2.....	89
3.2.9 <i>Gomphonema olivaceolacuum</i> in Probe D 1.1.....	106
3.2.10 <i>Gomphonema pumilum</i> und ähnliche Taxa in den Proben D 11 und D 1.1 .....	111
3.2.11 <i>Mayamaea atomus</i> var. <i>permisis</i> in Probe D 12.....	125
3.2.12 <i>Navicula cryptotenella</i> und <i>N. cryptotenelloides</i> in D 11 und D 1.1 .....	129
3.2.13 <i>Navicula lundii</i> und <i>N. veneta</i> in Probe D 12 .....	142
3.2.14 <i>Navicula reichardtiana</i> und <i>N. caterva</i> in Probe D 1.1 .....	148
3.2.15 <i>Nitzschia lacuum</i> und <i>N. fonticola</i> in den Proben D 11 und D 1.1 .....	157
<b>3.3 Auswirkungen der Zählergebnisse auf die ökologischen Bewertungen.....</b>	<b>169</b>
3.3.1 Die Seen.....	169
3.3.2 Die Fließgewässer .....	175
3.3.3 Vergleich der Zählergebnisse nach der neuen (2012) und alten (2007) Taxonomie .....	183
<b>4. Qualitätssicherungen bei Diatomeen-Zählungen in Europa.....</b>	<b>186</b>
<b>5. Zum Umgang mit taxonomischen Unklarheiten („cf.“, „aff.“, „spec.“) .....</b>	<b>194</b>
<b>6. Messungen der Streifendichte bei Diatomeen .....</b>	<b>196</b>
<b>7. Empfehlungen.....</b>	<b>199</b>
<b>8. Zusammenfassung.....</b>	<b>203</b>
Danksagung .....	206
Literatur .....	207

## 1. Einleitung

Diatomeen (Kieselalgen) kommen in nahezu allen aquatischen Habitaten vor, sowohl als Benthos im Aufwuchs als auch als Plankton im Freiwasser (Round et al. 1990). Seit mehreren Jahrzehnten ist die gute Eignung dieser artenreichsten Algengruppe für die Bioindikation zur Gewässergüte bekannt (Battarbee et al. 2001). Insbesondere bei den nationalen Anwendungen der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EU-WFD 2000) in den einzelnen Ländern der Europäischen Union spielen Diatomeen neben Makrophyten eine wesentliche Rolle. In Deutschland sind Diatomeen Teil des Gewässerbewertungsmoduls PHYLIB (Schaumburg et al. 2006, 2011a, b).

Im Teilmodul Diatomeen des PHYLIB-Verfahrens werden verschiedene Substrate in den zu untersuchenden Gewässern (sowohl Fliessgewässer als auch Seen) beprobt und auf ihre benthischen Diatomeen-Gesellschaften hin untersucht. Die Beprobung und Auswertung der Proben (Erfassung der Diatomeen-Artenzusammensetzung) wird von den ausführenden Behörden in der Regel an private Büros bzw. Firmen vergeben. Aufgrund der in den Proben gefundenen Artenzusammensetzung wird über die Berechnung von Indices für das jeweilige Gewässer eine ökologische Bewertung durchgeführt (Schaumburg et al. 2011a).

Da für Diatomeenuntersuchungen im Rahmen von Gewässer-Monitoringmaßnahmen in der Regel eine Auflösung auf Artniveau oder noch weitergehend notwendig ist und die Diatomeen eine sehr artenreiche Gruppe sind, sind Bearbeiter-bedingte Bestimmungsfehler in der Praxis eine bedeutende Quelle der Variabilität von Diatomeenergebnissen (Kelly & Lewis 1996, Prygiel et al. 2002, Besse-Lototskaya et al. 2006, Kahlert et al. 2009), was auch dazu führen kann, dass die Bewertungen von Gewässerzuständen basierend auf Diatomeen deutlich variieren können (Stevenson et al. 2010). Um jedoch die auf Diatomeenuntersuchungen basierenden Bewertungsergebnisse in der Praxis beurteilen bzw. nutzen zu können, ist es unerlässlich, die Bearbeiter-abhängige Variabilität der primären Diatomeenergebnisse zu kennen und zu minimieren (Kelly & Lewis 1996).

Da Diatomeenproben nur von ausgebildeten Spezialisten bearbeitet werden sollten und Bearbeiter-bedingte Qualitätsunterschiede bekannt sind (Besse-Lototskaya et al. 2006, Kahlert et al. 2009, Stevenson et al. 2010), ist es notwendig, eine Qualitätssicherung bezüglich der Diatomeenergebnisse bzw. der Diatomeenbearbeiter sicherzustellen. Dem entsprechend werden verschiedene Maßnahmen, wie beispielsweise Ringtests, Workshops, Probenaustausch und eine dauerhafte Kommunikation zwischen den Diatomeenbearbeitern empfohlen (Kelly & Lewis 1996, Prygiel et al. 2002, Kahlert et al. 2009). Im Jahr 2009 gab es

sowohl den ersten (und bisher einzigen) europäischen Workshop über Diatomeen-Taxonomie (Belvaux, Luxemburg, November 2009) als auch den ersten (und bisher einzigen) europäischen Diatomeen-Ringtest (Kahlert et al. 2012). Jedoch gibt es zurzeit keinen EU-einheitlichen Standard bezüglich der Qualitätssicherung von Diatomeen-Ergebnissen im Rahmen von Monitoringarbeiten. In einigen europäischen Ländern (z.B. Großbritannien, Schweden, Ungarn, Niederlande) werden aber zu diesem Zweck bereits verschiedene Verfahren wie Ringtests oder Workshops veranstaltet (z.B. Kahlert et al. 2012, Kelly 2013).

Obwohl weiterhin auch von Behörden in Deutschland ausdrücklich auf die Bedeutung von Qualitätssicherungsmaßnahmen im Zusammenhang mit der Erfüllung der WRRL hingewiesen wird (Blondzik et al. 2006) und obwohl die Diatomeen im deutschen Verfahren (Schaumburg et al. 2006, 2011a) zur Gewässeruntersuchung im Rahmen der WRRL eine bedeutende Rolle spielen, gibt es in Deutschland keine einheitlichen bzw. nur sporadische Maßnahmen zur Qualitätssicherung von Diatomeenergebnissen. In diesem Zusammenhang heißt es in Blondzik et al. (2006) jedoch:

„Die Frage der Datenqualität darf sowohl auf chemischem als auch auf biologischem Gebiet nicht vernachlässigt werden. Daten werden nur dann als zuverlässig eingeschätzt, wenn sie durch entsprechende Qualitätssicherungsmaßnahmen abgesichert sind. Dies trifft auch auf die Überwachung der Gewässer gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) zu, die bei Nichterreichen des geforderten „guten Zustandes“ den Einsatz kosteneffizienter Maßnahmen zur Erreichung ihrer Umweltziele verlangt.“

Der „Deutsche Ringversuch Benthische Diatomeen 2011/2012“ ist der erste Versuch deutschlandweit, die in der Praxis der Anwendung von Diatomeen zur Gewässergüte-Untersuchung auftretende qualitative Spanne der Ergebnisse basierend auf den Zählungen unterschiedlicher Labore hinsichtlich ihrer taxonomischen Auswertung als auch hinsichtlich der Genauigkeit bzw. Vergleichbarkeit der gezählten Ergebnisse zu überprüfen. Dem entsprechend steht in diesem Ringversuch nicht die Bewertung der Qualität einzelner Labore als alleiniges Ziel im Vordergrund, sondern darüber hinaus das Aufzeigen der in der Praxis möglichen qualitativen Spanne, auch in Bezug auf die ökologische Bewertung. Ziel des Ringtests ist dementsprechend die Vereinheitlichung der taxonomischen Bestimmung von benthischen Diatomeen zum Zweck der Verbesserung der Auswertungsschärfe bei Anwendung des PHYLIB Verfahrens für Fließgewässer (Schaumburg et al. 2006) und Seen (Schaumburg et al. 2007, 2011a) bzw. die Basis dafür zu schaffen.

Resultierend aus den Ergebnissen des Ringtests und des anschließenden Workshops werden Vorschläge für Diatomeenzähler, Auftraggeber, Taxonomen und für das Verfahren in

Deutschland gemacht, wie bestimmte Probleme vermieden werden können bzw. wie der Umgang damit aussehen könnte.

Während bzw. kurz nach dem Ringversuch gab es eine neue Auflage der Handlungsanweisung für Seen (Schaumburg et al. 2007 bzw. neu: 2011a und 2011b) und Flüsse (Schaumburg et al. 2006 bzw. neu: 2012). Relevant für den Ringtest war hier, dass in den neuen Anleitungen bereits die neuere Taxonomie gefordert wird (vor allem entsprechend Hofmann et al. 2011), die deshalb auch die Grundlage für diesen Ringtest bildete. Um auch die ältere Taxonomie bzw. Handlungsanweisungen zu berücksichtigen, haben alle Referenzzählern und einige Labore die Proben sowohl nach der alten (vor allem entsprechend Krammer & Lange-Bertalot 1986-2004), als auch nach der neuen Taxonomie gezählt. Dies war für die Labore optional, die neuere Literatur hingegen verpflichtend und maßgebend für die Bewertung, was deutlich vermittelt wurde. Ein Vergleich beider Ansätze verfolgt ebenfalls das Ziel, die Auswertungsschärfe von PHLYIB zu verbessern.

Am Ringversuch teilgenommen haben 37 unterschiedliche Labore aus Deutschland und weiteren europäischen Ländern (Belgien, Frankreich, Irland, Italien, Niederlande, Schweden, Slowakei, Spanien und Tschechien). Jedes Labor hat vier Diatomeen-Präparate erhalten und diese ausgewertet. Des Weiteren haben drei international anerkannte Diatomologen als Referenzzählern ebenfalls Präparate der vier unterschiedlichen Proben ausgewertet. Grundlage für die Auswertung der Präparate waren die PHYLIP-Anleitungen (Schaumburg et al. 2006, 2011a) mit ausdrücklichem Hinweis auf die notwendige Bestimmungsliteratur.

Die Personen, die für diese Studie die Gewässerauswahl, die Probennahme, die Probenaufbereitung, den Probenversand und die Auswertung der Ergebnisse durchgeführt haben, sind selber nicht als Teilnehmer des Ringversuches aufgetreten, und stehen als Angestellte der Universität Rostock und der Schwedischen Universität für Agrarwissenschaften im Rahmen dieses Ringversuchs in keiner Konkurrenz zu den teilnehmenden Büros. Den Personen, die die statistische Auswertung durchgeführt haben, war nicht bekannt, welcher Labor-Code zu welchem Ringtestteilnehmer gehörte. Den Verfassern dieser Studie ist bewusst, dass es sehr unwahrscheinlich ist, dass zwei Zählungen von zwei unterschiedlichen Präparaten (der gleichen Probe) zu exakt den gleichen Ergebnissen führen (Adler et al. 2010), dieses ist in der Auswertung berücksichtigt worden.

## 2. Material und Methoden

Für diesen Ringtest wurden die folgenden vier Präparate benthischer Diatomeen genutzt:

- **D 11:** Krossinsee, Norddeutschland, Flachlandsee Typ D 11, karbonatisch, polymiktisch
- **D 1.1:** Genfer See, Schweiz, Alpen- bzw. Voralpensee Typ D 1.1, karbonatisch, dimiktisch
- **D 12:** Klepelshagener Bach, Norddeutschland, Flachland-Fluss Typ D12, karbonatisch
- **D 2:** Drau, Österreich, Alpen- bzw. Voralpen-Fluss Typ D2, silikatisch

Entsprechend der PHYLIB-Handlungsanweisung (Schaumburg et al. 2006, 2011b) wurden natürlich vorkommende Hartsubstrate (Steine) beprobt. Das gewonnene Probenmaterial wurde in 500 ml Plastikflaschen gefüllt und mit Alkohol fixiert. Die oxidierende Probenaufbereitung erfolgte verändert nach Kalbe & Werner (1974) mithilfe von Salzsäure (HCl), Wasserstoffperoxyd ( $H_2O_2$ ), Schwefelsäure ( $H_2SO_4$ ), Kaliumpermanganat ( $KMnO_4$ ) und Oxalsäure ( $C_2H_2O_4$ ). Der aus dieser Behandlung resultierende Rückstand (oxidierte Diatomeen-Suspension) wurde in destilliertem Wasser gelöst und je Probennahmestelle, also je Gewässer, in ein beschriftetes 4 ml Probeflächchen gefüllt, so dass alle Dauerpräparate, die an die Ringtestteilnehmer und die Referenzzähler geschickt wurden, auch aus dem selben 4 ml Probeflächchen je Probe stammen.

Alle Proben wurden für die Dauerpräparate-Herstellung in einem Durchgang unter wiederholtem Schütteln der oxidierten Suspension auf Deckgläschen aufgetropft. Nach einer Trocknung über Nacht wurden die Diatomeenschalen mit Naphrax® (Brechungsindex 1,73) fixiert. Die hier beschriebene Probenaufbereitung wurde durchgehend von einer Person (Universität Rostock) durchgeführt. Jeder Ringtestteilnehmer erhielt vier Proben mit je zwei verschiedenen Dichten von Diatomeenobjekten je Probe. Die teilnehmenden Labore konnten einzelne Präparate nachfordern, wenn beispielsweise die Dichte der Diatomeenschalen zu gering bzw. zu hoch war. Die Beschriftung der Dauerpräparate erfolgte mithilfe des Diatomeentyps, so dass den Teilnehmern der Gewässertyp (See oder Fließgewässer) und die Gewässerregion bekannt waren. Um welches Gewässer es sich tatsächlich handelte, war den Teilnehmern während des Ringtests nicht bekannt.

Ebenso wie die Ringtestteilnehmer erhielten auch drei Referenzzähler Dauerpräparate aus denselben oxidierten Suspensionen, wie sie die Teilnehmer des Ringversuchs bekommen haben. Bei den Referenzzählern handelte es sich um Spezialisten auf dem Gebiet der

Diatomeen, die über eine langjährige Erfahrung (mehr als 20 Jahre) hinsichtlich der Auswertung von Diatomeenpräparaten verfügen. Die Aufteilung der Proben auf die Referenzzähler erfolgte wie folgt: (1) Dr. Gabriele Hofmann: drei Seeproben (eine davon doppelt) und zwei Fließgewässerproben, (2) Dr. Thomas Hübener: drei Seeproben (eine davon doppelt) und zwei Fließgewässerproben, (3) Dr. Peter Pfister: zwei Fließgewässer-Proben. Es wurden also je Gewässer drei Referenzzählungen durchgeführt, wobei die Seeproben jeweils von zwei Referenzzählern und die Fließgewässerproben jeweils von drei Referenzzählern gezählt wurden. Dementsprechend wurden von den Seeproben je eine doppelt (zwei Präparate) von einem Referenzzähler gezählt, so dass es möglich ist, die Variabilität zwischen den einzelnen Präparaten weitgehend abzuschätzen.

Als Grundlage für alle Ringtestteilnehmer galt für das Zählen der beiden Seeproben die zum Zeitpunkt des Ringtests gültige Handlungsanweisung für das PHYLIB-Verfahren für Seen (Schaumburg et al. 2011b). Nach dieser Handlungsanweisung sollen nicht halbe Schalen, sondern mindestens 500 Diatomeen-Objekte gezählt werden. Zur Definition von Diatomeenobjekten siehe Schaumburg et al. (2011b) auf Seite 25. Liegen Gürtelbandketten vor, so wird jede Frustel der Kette als ein Objekt gezählt (Hofmann, pers. Mitteilung). Die Halbschalen am Ende einer Kette werden ebenfalls als ein Objekt gezählt (Hofmann, pers. Mitteilung).

Für das Zählen der beiden Fließgewässerproben galt die zum Zeitpunkt des Ringtests gültige Handlungsanweisung für das PHYLIB-Verfahren für Fließgewässer (Schaumburg et al. 2006). In den Fließgewässerproben sollten mindestens 400 Diatomeenobjekte gezählt werden. Da zum Zeitpunkt des Ringtests bereits eine neue Handlungsanweisung für Fließgewässer in Vorbereitung war (Schranz, pers. Mitteilung), sollten beim Zählen der Fließgewässerproben die folgenden in der in Vorbereitung befindlichen Handlungsanweisung relevanten Neuerungen (Schranz, pers. Mitteilung) beachtet werden: Die Bestimmungsliteratur und die Plankton-Ausschlussliste entsprechen nun der in der neuen Handlungsanweisung für Seen (Schaumburg et al. 2011b).

Als Standardbestimmungsliteratur für den gesamten Ringtest (See- und Fließgewässer-Proben) galt nach den Angaben in Schaumburg et al. (2011b) das Buch von Hofmann et al. (2011). Als notwendige, ergänzende Literatur galt Krammer & Lange-Bertalot (1986-2004), Lange-Bertalot (1993, 2001), Lange-Bertalot & Moser (1994), Lange-Bertalot & Metzeltin (1996), Krammer (1997a, 1997b, 2000, 2002, 2003), Reichardt (1999), Witkowski et al. (2000) und Levkov (2009). Alle Teilnehmer und die Referenzzähler wurden in einem

Begleitbrief zu den verschickten Proben auf diese Sachverhalte (Handlungsanweisungen und notwendige Literatur) hingewiesen.

Die Übermittlung der Zählergebnisse der Teilnehmer und der Referenzzähler an den Ringversuchsveranstalter erfolgte über eine zur Verfügung gestellte Eingabemaske über einen Upload auf den Internetseiten [www.planktonforum.eu](http://www.planktonforum.eu) unter Angabe eines Laborcodes, den jeder Teilnehmer und die Referenzzähler zugewiesen bekommen haben. Bei der Auswertung und Darstellung der Ergebnisse wurden ausschließlich die Laborcodes genutzt. Bei der Datenübermittlung musste zu jedem gefundenen Taxon die Anzahl der gefundenen Objekte sowie die zum Taxon gehörige DV-Nummer angegeben werden. Als Grundlage für die DV-Nummern galt die aktuelle DV-Liste der Gewässerorganismen Deutschlands (Mauch et al. 2003 in der Version 2011), die über die Internetseite für alle Ringtestteilnehmer vorab zum Download zur Verfügung stand.

Neben den Zählergebnissen wurden weitere die Qualität bestimmende Faktoren der Teilnehmer abgefragt (genutzte Vergrößerung, Objektivtyp, Apertur, Kontrastverfahren, Berufserfahrung mit Diatomeen in Jahren, bearbeitete Diatomeenproben pro Jahr, regionale Herkunft der meisten bisher bearbeiteten Diatomeenproben). Mit einem gemischten Modell (mixed-effect model; Pinheiro & Bates 2000) wurde überprüft, ob Objektivtyp, Berufserfahrung, Kontrastverfahren, regionale Herkunft der Proben und Anzahl der gezählten Proben pro Jahr einen Einfluss auf die Bray-Curtis Distanz (siehe unten) zu den Referenzzählern haben. Hierbei war die Distanz zu den Referenzzählern die abhängige und die einzelnen abgefragten Fakten die unabhängigen Variablen (sie gingen jeweils als ein Faktor ein). Als zufällige Variable wurde die Probennummer gewählt.

Für die Auswertung aller Daten (Teilnehmer und Referenzzähler) und für die Bewertung der Zählergebnisse der Ringtestteilnehmer (taxonomischer Teil) wurden in einem ersten Schritt aus den Anzahlen der Diatomeenobjekte relative Häufigkeiten berechnet, die Anzahl gefundener Taxa und die Anzahl nicht sicher bestimmter Taxa („spec.“, „cf.“, „aff.“, Pennate) bestimmt. In einem weiteren Schritt wurde eine Analyse der Ähnlichkeiten zwischen den Proben einerseits mittels eines distanzbasierten Verfahrens (Bray-Curtis-Distanzberechnung) und andererseits mithilfe multivariater graphischer Darstellung (DCA; Detrended Correspondence Analysis) durchgeführt. Hierbei handelt es sich um zwei voneinander unabhängige Verfahren, die parallel zueinander genutzt wurden, um eine bessere Absicherung der Bewertung der Zählergebnisse der einzelnen Labore zu erzielen. Bei beiden Verfahren

wurden die Daten wurzeltransformiert, problematische Taxa zu Gruppen zusammengefasst (siehe unten) und seltene Arten herabgewichtet (Funktion „downweight“ im Packet vegan (Oksanen et al. 2012), weil das Auffinden seltener Taxa (relative Häufigkeit < 1 %) stark durch Zufall bedingt ist (Adler et al. 2010).

Aus den auf den relativen Anteilen der gefundenen Diatomeenobjekte basierenden Bray-Curtis Distanzmaßen der jeweiligen drei Referenzzählungen zueinander wurde für jede Probe ein Mittelwert, die Standardabweichung und dementsprechend ein 95 %-Konfidenzintervall für die Ähnlichkeit der Zählergebnisse der Referenzzählern berechnet. Liegt die Bray-Curtis Distanz eines einzelnen Labors zu allen drei Referenzzählern innerhalb dieses Konfidenzintervalls, so ist das Ergebnis des Labors so ähnlich zu den Referenzzählern, wie diese sich untereinander ähnlich sind. War dies bei der Bray-Curtis Distanz zu zwei Referenzzählern nicht der Fall, dann erhielt das Labor einen grünen Kreis in der DCA (Ergebnisse siehe Kap. 3.1). Lag ein Labor außerhalb der Standardabweichung aller drei Referenzzählern, so erhielt das Labor einen roten Kreis in der DCA (Ergebnisse siehe Kap. 3.1). Anschließend wurde optisch geprüft, ob die mit Hilfe von Bray-Curtis ermittelten Distanzen (farbige Kreise) mit der graphischen Abbildung in der DCA übereinstimmte (ggf. auch in der dritten Dimension). So konnten die Ergebnisse mit Hilfe von zwei unabhängigen Methoden überprüft bzw. abgesichert werden.

Zu bemerken ist im Zusammenhang mit der Bewertung der Zählergebnisse der Labore, dass die Berechnung eines Konfidenzintervalls auf der Grundlage von nur drei Proben als kritisch zu betrachten ist, da der Stichprobenumfang sehr klein ist. Da es zwischen den einzelnen Referenzzählern teilweise doch deutliche Unterschiede bei der Bestimmung und somit bei den errechneten Abundanzen gegeben hat, ist hier davon auszugehen, dass die resultierenden Konfidenzintervalle eher zu groß sind und somit die Bewertung für Einzellaborergebnisse vergleichbar günstig ausgefallen ist. Weiterhin wird diese günstige bzw. optimistische Bewertung der Zählergebnisse noch dadurch verstärkt, dass nur die Zählergebnisse der Labore als „nicht erfolgreich“ auf den Zertifikaten bezeichnet wurden, bei denen die Bray-Curtis Distanzen zu allen drei Referenzzählern außerhalb des Konfidenzintervalls lagen.

Für den statistischen Vergleich der Zählergebnisse mit denen der Referenzzählern (Bray-Curtis und DCA) – und letztlich für die Bewertung der einzelnen Labore – wurde eine Reihe von Taxa in den statistisch auswertbaren Proben D 11, D 12 und D 2 zu Gruppen zusammengefasst. Bei diesen Taxa handelt es sich um solche, die taxonomisch nicht deutlich

voneinander abgegrenzt sind, d.h. die in einer Diatomeen-Routinezählung am Lichtmikroskop in vielen Fällen nicht sicher voneinander abzugrenzen sind bzw. solche Taxa, die zwar gut identifiziert werden können, aber für die in der Literatur verschiedene, teilweise widersprüchliche Benennungen Verwendung finden, d.h. vor allem solche Taxa, die von den drei Referenzzählern unterschiedlich benannt bzw. taxonomisch unterschiedlich weit aufgelöst wurden. Diese Gruppierungen wurden durchgeführt, um eine realistische Bewertung der teilnehmenden Labore zu gewährleisten, d.h. um eine schlechtere Bewertung der Zählergebnisse basierend auf den oben genannten Problemen zu verhindern. Nur so konnte gewährleistet werden, dass die oben genannten Probleme den teilnehmenden Laboren nicht indirekt als Fehler angelastet wurden und dass nur schwerwiegende Verwechslungen, Fehlbestimmungen bzw. Fehlbenennungen in die Berechnung der Bray-Curtis-Distanzen und somit in die Bewertung eingingen.

Bei den Kapiteln zu den taxonomischen Problemen werden die Taxa jedoch nicht, wie oben erläutert, gruppiert, um auch diese Probleme aufzuzeigen. Ebenso wurden die Gruppierungen für die ökologischen Bewertungen (siehe weiter unten) nicht durchgeführt, um darstellen zu können, welchen Effekt unterschiedliche Zählungen einer und derselben Probe auf die Ergebnisse des PHYLIP-Verfahrens haben können. Die Gruppierungen werden bei den Zählergebnissen zu den einzelnen Proben im Kapitel 3.1 dargestellt.

Um eine möglichst gute Vergleichbarkeit von Diatomeen-Zählergebnissen zu gewährleisten, ist es neben einer qualitativ vergleichbaren taxonomischen Auflösung auch notwendig, dass beim Zählen von Diatomeenproben die gleichen Bedingungen bzw. Vorgaben, im Rahmen dieses Ringtest die gültigen Handlungsanweisungen (Schaumburg et al. 2006, 2011b) und die entsprechend geforderte Literatur, zugrunde liegen. Aus diesem Grund wurde neben der Bewertung der Zählergebnisse der teilnehmenden Labore basierend auf taxonomischen Kriterien weiterhin die Einhaltung der vorgegebenen Handlungsanweisung (Abweichungen von der Handlungsanweisung) – soweit möglich – geprüft und auf den Zertifikaten für die Ringtestteilnehmer vermerkt. Diese Angaben beziehen sich ausschließlich auf die anhand der Ergebnisse der Teilnehmer nachzuvollziehenden Parameter (1) „deutlich zu geringe Anzahl gezählter Objekte“, (2) „nicht erfolgte Nachsuche nach seltenen Taxa in den Seeproben“ und (3) „nicht ausreichende Aktualität der Taxa-Bezeichnungen bzw. Nutzung veralterter und nicht der vorgegebenen Bestimmungsliteratur entsprechender Bezeichnungen“. Die diesbezügliche Bewertung erfolgte anhand der folgenden dreistufigen Skala: 0 = keine Abweichungen, 1 = geringe Abweichungen, 2 = erhebliche Abweichungen von der

Handlungsanweisung. Geringe Abweichungen wurden bescheinigt, wenn bei den Seeproben entgegen der Vorschrift nicht nach seltenen Taxa nachgesucht wurde oder wenn deutlich weniger Objekte als gefordert gezählt wurden oder wenn planktische Diatomeen mitgezählt wurden. Erhebliche Abweichungen wurden konstatiert, wenn mindestens zwei oder mehrere der folgenden Kriterien zutrafen: wenn bei den Seeproben entgegen der Vorschrift nicht nach seltenen Taxa nachgesucht wurde, wenn deutlich weniger Objekte als gefordert gezählt wurden, wenn planktische Diatomeen mitgezählt wurden und wenn die Taxa-Bezeichnungen nicht denen in der durch die Handlungsanweisung geforderten Bestimmungsliteratur entsprachen.

Des Weiteren wurde für jede See-Probe unter Verwendung der PHYLIB-Software 4.1 ein Diatomeenindex ( $DI_{Seen}$ ) berechnet, der den ökologischen Zustand eines Sees anhand der Diatomeenbiozönose bewertet. Der Diatomeenindex besteht aus zwei Teilmodulen, dem Trophie-Index (TI) und dem Referenzartenquotient (RAQ) (Schaumburg et al. 2011b). Der TI beruht auf der Verrechnung der relativen Zähldaten mit den vorher bestimmten Optima der einzelnen Taxa bezüglich Gesamtphosphat, wohingegen der RAQ nur Präsent-Absent-Daten verwendet und diese mit einer ökologischen Klasseneinteilung gewichtet (Schaumburg et al. 2007).

Für die Fließgewässerproben wurde unter Verwendung der PHYLIB-Software 4.1 das „Fließgewässer-Gesamtmodul Diatomeen“ berechnet, welches sich aus den Teilmodulen „Artenzusammensetzung und Abundanz“ und „Trophie-Index“ zusammensetzt (Schaumburg et al. 2006).

Die Diatomeenfotos in diesem Bericht wurden mit einer Kamera des Typs ProgRes® SpeedXTcore3 (Jenoptik) an einem Axioplan-Lichtmikroskop (Zeiss) (Differential-Interferenz-Kontrast, 100er Ölimmersionsobjektiv Plan-APOCHROMAT, Gesamtvergrößerung 1000, Apertur 1,4) aufgenommen und gegebenenfalls mit Hilfe der Software analySIS® (Soft Imaging System GmbH) vermessen.

### 3. Ergebnisse und Diskussion

#### 3.1 Artenzusammensetzung, Zählergebnisse und Bewertung der Labore

##### 3.1.1 Krossinsee, Norddeutschland, Flachlandsee, Probe D 11

Die im Ringtest entsprechend ihres Diatomeentyps als D 11 bezeichnete Probe (Krossinsee, norddeutsches Flachland) wurde von den folgenden drei Diatomeentaxa dominiert: *Achnanthidium minutissimum* var. *minutissimum* (Kützing) Czarnecki, *Cocconeis placentula* var. *lineata* (Ehrenberg) van Heurck und *Rhoicosphenia abbreviata* (Agardh) Lange-Bertalot (Tab. 1).

Weiterhin kamen in Probe D 11 basierend auf den Ergebnissen der Referenzzählern die folgenden sieben Taxa relativ häufig bzw. regelmäßig vor: *Amphora indistincta* Levkov, *Amphora pediculus* (Kützing) Grunow, *Cocconeis pseudolineata* (Geitler) Lange-Bertalot, *Gomphonema pumilum* (Grunow) Reichardt & Lange-Bertalot, *Navicula antonii* Lange-Bertalot, *Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot und *Nitzschia fonticola* (Grunow) Grunow (Tab. 1).

**Tab. 1:** Dominante und häufige Diatomeen-Taxa in Probe D 11 (Flachlandsee Krossinsee) basierend auf den Ergebnissen der drei Referenzzählungen. **L** = Labor-Code der Referenzzählern, **MW** = Mittelwert der Referenzzählern, **STABW** = Standardabweichung basierend auf den Daten der Referenzzählern. Alle Zahlen sind in Prozent (%) angegeben. Weitere Informationen siehe Text.

TAXON	L 39	L 41	L 42	MW	STABW
<i>A. minutissimum</i> var. <i>minutissimum</i>	15,4	22,6	9,4	15,8	6,6
<i>C. placentula</i> var. <i>lineata</i>	2,2	25,6	23,5	17,1	12,9
<i>R. abbreviata</i>	19,3	11,6	19,8	16,9	4,6
<i>Amphora indistincta</i>	0,0	7,3	3,8	3,7	3,6
<i>Amphora pediculus</i>	7,8	1,2	0,9	3,3	3,9
<i>Cocconeis pseudolineata</i>	0,7	1,4	3,3	1,8	1,3
<i>Gomphonema pumilum</i>	5,2	0,4	1,3	2,3	2,6
<i>Navicula antonii</i>	3,9	0,0	0,8	1,6	2,1
<i>Navicula cryptotenella</i>	5,9	10,0	8,8	8,3	2,1
<i>Nitzschia fonticola</i>	3,2	1,8	0,9	2,0	1,1

Die teilweise relativ hohen Standardabweichungen bei den oben genannten Taxa basierend auf den Ergebnissen der Referenzzähler (Tab. 1) sind neben der geringen Anzahl an Werten (drei Werte, sprich drei Referenzzählungen, siehe dazu Kap. 2) hauptsächlich durch zwei weitere Faktoren bedingt: Zum einen durch eine „natürliche“ Streuung in den Dauerpräparaten und zum anderen durch taxonomische Unklarheiten.

Von einer „natürlichen“ Streuung in den Präparaten ist auszugehen, da alle Präparate, die zwar in derselben Art und Weise hergestellt wurden und aus der selben oxidierten Diatomeen-Suspension stammten, doch als jeweils einzelne Dauerpräparate aufgetropft und an die Teilnehmer verschickt wurden. Diese Streuung steckt in allen Ergebnissen und führt unmittelbar zu leicht abweichenden Zählergebnissen und dementsprechend auch zu mehr oder weniger deutlichen Standardabweichungen. Dieser Streuung wurde durch die dreifache Zählung jeder Probe durch Referenzzähler Rechnung getragen.

Zum anderen zeigte sich jedoch anhand der vorliegenden Ergebnisse, dass die Referenzzähler in einigen wenigen Fällen bei der Bestimmung einzelner, zumeist taxonomisch schwieriger Diatomeen nicht zu den gleichen Ergebnissen kamen, was sich auch auf die Mittelwerte und Standardabweichungen in Tabelle 1 auswirkt. Dies zeigt in eindringlicher Weise, dass die aktuelle Taxonomie der Diatomeen in einigen Fällen noch nicht ganz geklärt bzw. teilweise recht kompliziert ist, sodass selbst taxonomisch sehr erfahrene Diatomologen unter Umständen zu abweichenden Ergebnissen kommen können. So ist es beispielsweise vorgekommen, dass zwei Referenzzähler in Probe D 11 hauptsächlich *Coccconeis placentula* var. *lineata* gefunden haben, wohingegen der dritte Referenzzähler die meisten dieser Schalen als *C. placentula* var. *euglypta* (Ehrenberg) Grunow bestimmt hat (weiteres dazu siehe Kap. 3.2.3). Deshalb und aus weiteren Gründen (siehe dazu Kap. 2) wurden einige Taxa sowohl bei den Ergebnissen der Referenzzähler als auch bei denen der teilnehmenden Labore (in gleicher Weise) entsprechend zu Gruppen zusammengefasst, bevor die Ergebnisse der Referenzzähler mit denen der Labore verglichen wurden (Gruppierungen siehe unten).

Auch ist es vorgekommen, dass zwei Referenzzähler ein Taxon gefunden haben und ein dritter dieses nicht gefunden hat (zum Beispiel *Navicula antonii* und *Amphora indistincta* in Probe D 11, näheres dazu siehe Kap. 3.2.12 und 3.2.2). Andererseits kann im Fall von *Rhoicosphenia abbreviata* in Probe D 11 weitgehend davon ausgegangen werden, dass die Standardabweichung von 4,6 % bei einem Mittelwert von 16,9 % hauptsächlich durch die Streuung in den einzelnen Dauerpräparaten zustande gekommen ist, da alle drei Referenzzähler dieses Taxon in ähnlichen Größenordnungen gefunden haben und von

taxonomischen Problemen in diesem Fall nicht ausgegangen werden kann. Letztlich bedeutet das hier gesagte, dass die Angaben zu den Mittelwerten und Standardabweichungen der Referenzzähler in jedem Fall detailliert betrachtet und interpretiert werden müssen. Allgemeingültige Aussagen sind dementsprechend nicht ohne weiteres möglich.

Wie bereits erwähnt, wurden für die Berechnung der Bray-Curtis-Distanzen (Tab. 2) und für die Darstellung der Ergebnisse in der DCA (Abb. 1) folgende Namen zusammengefasst (weiteres dazu siehe Kap. 2): **Gruppe 1** (*Cocconeis placentula*, *C. placentula* var. *euglypta*, *C. placentula* var. *lineata*), **Gruppe 2** (*Encyonema silesiacum*, *E. silesiacum* var. *silesiacum*), **Gruppe 3** (*Fragilaria brevistriata*, *F. brevistriata* var. *brevistriata*, *F. brevistriata* var. cf. *brevistriata*, *Staurosira brevistriata*), **Gruppe 4** (*Fragilaria vaucheriae*, *F. capucina* var. *vaucheriae*), **Gruppe 5** (*Gomphonema olivaceum*, *G. olivaceum* var. *olivaceum*), **Gruppe 6** (*Gomphonema pumilum* var. *pumilum*, *G. pumilum* var. *elegans*, *G. pumilum* var. *rigidum*, *G. pumilum* var. cf. *rigidum*), **Gruppe 7** (*Karayevia clevei*, *K. clevei* var. *clevei*, *K. clevei* var. cf. *clevei*, *K. clevei* var. *rostrata*), **Gruppe 8** (*Navicula radiososa*, *N. radiososa* var. *radiosa*), **Gruppe 9** (*Nitzschia dissipata*, *N. dissipata* ssp. *dissipata*, *N. dissipata* var. *media*), **Gruppe 10** (*Nitzschia palea*, *N. palea* var. *palea*, *N. palea* var. *debilis*, *N. palea* var. *tenuirostris*) und **Gruppe 11** (Pennate, Pennate cf.).

Größere taxonomische Probleme bei den Ringtestteilnehmern und teilweise, jedoch in deutlich geringerem Ausmaß und ohne signifikante statistische Auswirkungen auf das gesamte Zählergebnis auch bei den Referenzzählern, traten in Probe D 11 bei der Bestimmung von *Achnanthidium minutissimum* var. *minutissimum*, bei den kleinen *Amphora*-Arten *A. pediculus* und *A. indistincta*, bei den Varietäten *euglypta* und *lineata* von *Cocconeis placentula* und ähnlichen Arten (*Cocconeis placentula* und *C. pseudolineata*) und bei der Bestimmung von *Navicula cryptotenella* auf. Weiterhin offenbarten sich bedeutende taxonomische Probleme bei den folgenden Taxa: *Eolimna minima* (Grunow) Lange-Bertalot & Schiller, *Gomphonema pumilum*, *Navicula antonii*, *Navicula reichardtiana* Lange-Bertalot und *Nitzschia fonticola*. Die wesentlichen taxonomischen Probleme werden im Kapitel 3.2 detailliert besprochen.

Sieben der 37 teilnehmenden Labore (und ein Referenzzähler) haben alle von ihnen gefundenen Taxa in Probe D 11 als sicher bestimmt angegeben (Tab. 2), d.h. diese Labore haben keine Taxa bestimmungstechnisch als problematisch angesehen. Dreizehn Labore und zwei Referenzzähler haben mehr als 5 % ihrer während der Zählung gefundenen Taxa als nicht sicher zu bestimmen gekennzeichnet (Bezeichnungen „cf.“, „aff.“, „spec.“, Pennate),

wobei das Maximum bei 19,2 % (Labor 12) lag (Tab. 2). Die Anzahl der nicht sicher bestimmten Diatomeentaxa floss im Rahmen des Ringtests nicht in die Bewertung der Labore ein. Weiteres zum Thema „nicht sicher zu bestimmende Diatomeen“ folgt in den Kapiteln 3.3 und 5.

**Tab. 2:** Grundlegende Übersichtsparameter (Diatomeen-Objekte, Artenzahlen, nicht sicher bestimmte Diatomeen-Objekte) zu den Ergebnissen der Ringtestteilnehmer und Referenzzähler und Ergebnisse der Ähnlichkeitsanalysen mithilfe der Bray-Curtis-Distanzberechnung (Vergleich Teilnehmer mit Referenzzählern) für Probe D 11. Bei den Referenzzählern handelt es sich um die Labore 39, 41 und 42 (grün hinterlegt). **Labor** = Labor-Code, **Objekte** = Anzahl der gezählten Diatomeenobjekte, **NTZ** = Anzahl der Taxa, die während der Zählung gefunden wurden, **NTN** = Anzahl der Taxa, die während der Nachsuche gefunden wurden, **NT>1** = Anzahl Taxa, für die relative Häufigkeiten von größer als 1,0 % ermittelt wurden, **%cf** = relative Anteile aller nicht sicher bestimmten Diatomeenobjekte (Taxa, die als „cf.“, „aff.“, „spec“ oder „Pennate“ bezeichnet wurden), die während der Zählung gefunden wurden, **Diff 1, 2, 3** = Bray-Curtis-Distanzen (Differenz der Teilnehmerergebnisse zu den Ergebnissen der drei Referenzzähler). Rot und fett markiert: Bray-Curtis-Distanzen außerhalb des 95 %-Konfidenzintervall. Weitere Erklärungen siehe Text.

<b>Labor</b>	<b>Objekte</b>	<b>NTZ</b>	<b>NTN</b>	<b>NT&gt;1</b>	<b>%cf</b>	<b>Diff 1</b>	<b>Diff 2</b>	<b>Diff 3</b>
1	500	28	0	16	0	0,2898	0,4627	0,3846
2	394	42	0	15	15,5	0,4265	<b>0,5158</b>	0,4800
3	517	37	2	15	1,9	0,4087	<b>0,5471</b>	0,4799
4	505	49	6	13	1,6	0,3261	0,4595	0,4300
5	524	37	0	13	2,1	0,3945	<b>0,5837</b>	0,5044
6	500	45	0	13	0,0	0,2931	0,4677	0,3893
7	498	69	20	18	1,6	0,4106	<b>0,5526</b>	<b>0,5287</b>
8	504	51	10	16	2,0	0,3623	<b>0,5136</b>	0,4548
9	507	50	9	12	0,8	0,2803	0,4416	0,4126
10	367	31	0	15	1,4	<b>0,6177</b>	<b>0,6605</b>	<b>0,6277</b>
11	499	36	0	12	0,2	0,3012	0,4882	0,4392
12	496	45	4	17	19,2	0,4501	<b>0,6094</b>	<b>0,5372</b>
13	513	51	8	13	5,7	0,3363	0,4696	0,4697
14	586	51	0	7	0,0	0,2530	0,4735	0,4130
15	408	24	0	6	1,0	<b>0,6403</b>	<b>0,8110</b>	<b>0,7331</b>
16	495	47	1	15	5,1	0,3912	0,4950	0,4498
17	513	42	11	12	0,2	0,4171	<b>0,5754</b>	0,4914
18	500	40	8	16	6,4	0,3368	0,4026	0,3651
19	508	21	0	11	11,8	<b>0,6411</b>	<b>0,6823</b>	<b>0,6725</b>
20	499	37	4	18	0,0	<b>0,5224</b>	<b>0,6354</b>	<b>0,6069</b>

Fortsetzung Tab. 2								
<b>21</b>	500	29	0	14	5,0	0,4651	<b>0,6138</b>	<b>0,5141</b>
<b>22</b>	312	31	0	11	7,7	0,4682	<b>0,5741</b>	<b>0,5886</b>
<b>23</b>	509	51	15	10	3,9	<b>0,6222</b>	<b>0,7255</b>	<b>0,6972</b>
<b>24</b>	494	51	13	16	5,5	0,3235	0,4789	0,4661
<b>25</b>	506	47	0	18	11,3	0,4628	0,4938	0,4674
<b>26</b>	501	33	5	13	0,0	0,4156	<b>0,5254</b>	0,4904
<b>27</b>	535	39	8	11	0,0	0,2985	0,4927	0,4335
<b>28</b>	375	17	0	12	14,4	<b>0,5795</b>	<b>0,6597</b>	<b>0,6579</b>
<b>29</b>	523	53	11	17	0,6	0,3274	0,3838	0,4109
<b>30</b>	491	59	10	19	6,1	0,4073	<b>0,5425</b>	<b>0,5395</b>
<b>31</b>	528	62	13	16	9,1	0,4606	<b>0,6232</b>	<b>0,5296</b>
<b>32</b>	531	39	9	8	0,9	0,2790	0,3938	0,4170
<b>33</b>	502	39	5	14	0,2	0,2743	0,4428	0,4325
<b>34</b>	561	69	11	13	8,4	0,2920	0,4313	0,4152
<b>35</b>	478	48	6	17	0,4	0,4291	<b>0,5744</b>	<b>0,5238</b>
<b>36</b>	806	40	0	11	0,0	0,4994	<b>0,5635</b>	<b>0,5397</b>
<b>37</b>	500	50	7	14	3,0	0,4594	<b>0,6216</b>	<b>0,5497</b>
<b>39</b>	539	48	8	12	0,0	0,0	0,4300	0,4115
<b>41</b>	508	42	4	11	5,7	0,4300	0,0	0,3170
<b>42</b>	638	53	8	13	12,9	0,4115	0,3170	0,0

Bei der Analyse der Ähnlichkeiten zwischen den Proben (Vergleich Teilnehmer und Referenzzähler) basierend auf den Zählergebnissen (relative Anteile der Diatomeenobjekte) mittels Bray-Curtis-Distanzberechnung ergab sich für Probe D 11 eine mittlere Distanz der Referenzzähler zueinander von 0,3862 (Mittelwert) mit einer Standardabweichung von 0,0607, was zu einem 95 %-Konfidenzintervall von 0,1187 bis 0,5049 für Probe D 11 führt. Liegt die Bray-Curtis-Distanz eines Labors zu allen drei Referenzzählern innerhalb dieses Konfidenzintervalls, so ist das Ergebnis des Labors so ähnlich zu den Referenzzählern, wie diese sich untereinander ähnlich sind. Wenn die Bray-Curtis-Distanz eines Labors außerhalb des Konfidenzintervalls liegt, ist diese in der Tab. 2 rot und fett gekennzeichnet. Weiteres dazu siehe Kapitel 2.

Die Bray-Curtis-Distanzen bilden die Grundlage für die Bewertung der Zählergebnisse der einzelnen Labore. Um die durch das Konfidenzintervall vorgegebenen Grenzen vorsichtig zu interpretieren und um der Tatsache gerecht zu werden, dass die Referenzzähler in einigen Ergebnissen mehr oder weniger leicht voneinander abweichen, wurden nur die Zählergebnisse der Labore als ungenügend (Zertifikatsbezeichnung „nicht erfolgreich“) angesehen, die bei allen drei Referenzzählern außerhalb der Standardabweichung lagen. Dementsprechend

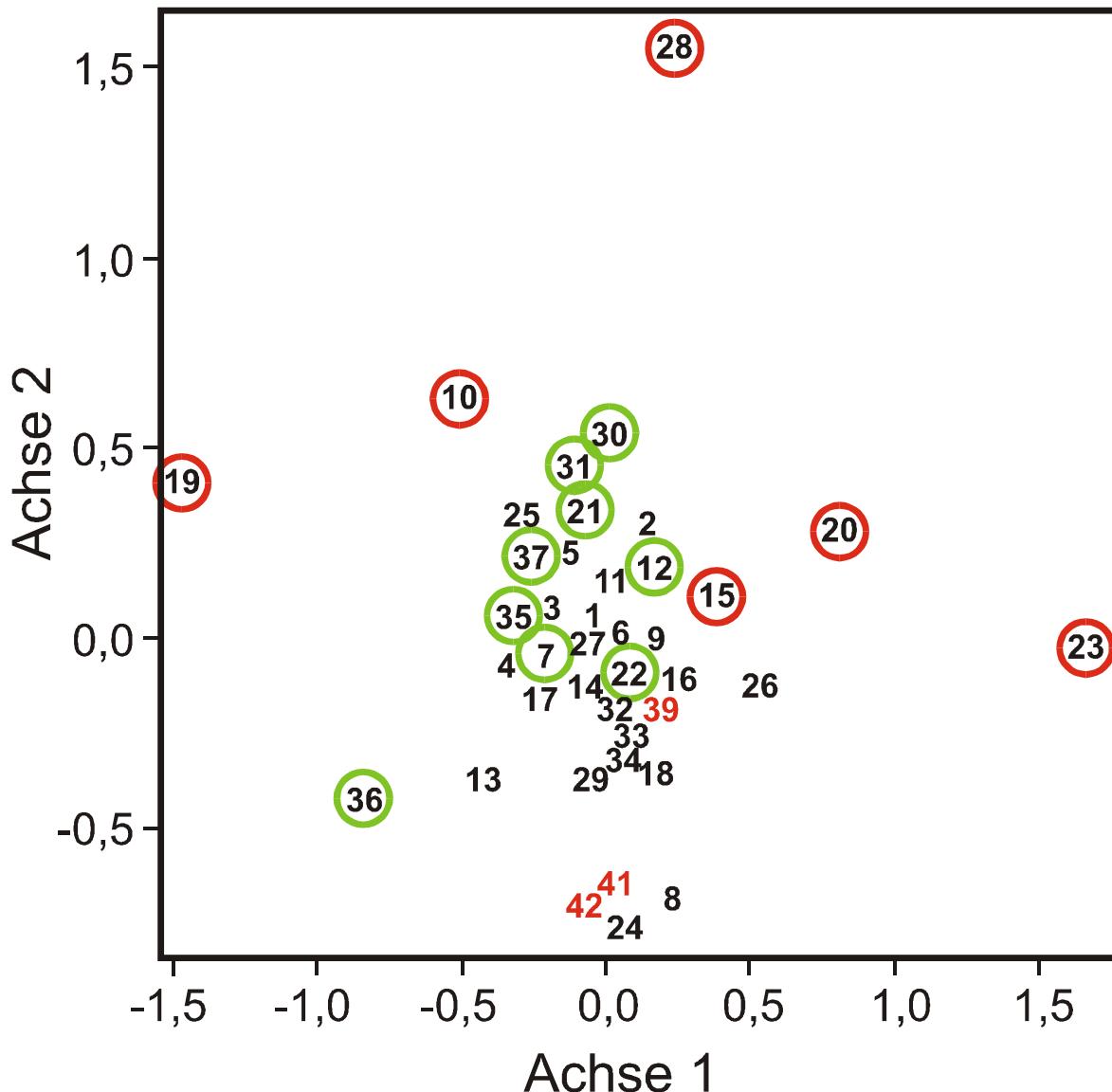
konnten die Zählergebnisse der sechs Labore 10, 15, 19, 20, 23 und 28 nur als „nicht erfolgreich“ auf den Zertifikaten gekennzeichnet werden (Tab. 2).

Um die Ergebnisse der Bray-Curtis-Distanzberechnung mit einem weiteren, unabhängigen Verfahren zu überprüfen bzw. abzusichern, wurde zusätzlich eine multivariate graphische Darstellung (DCA; Detrended Correspondence Analysis) durchgeführt. Dargestellt sind in Abb. 1 die erste und zweite Achse der DCA; überprüft wurde auch die dritte Dimension, wobei die Bray-Curtis-Distanzberechnung im Ergebnis bestätigt wird. Die Proben der Referenzähler sind als rote Zahlen dargestellt. Die Proben der Teilnehmer, die in der Abbildung keine weitere Kennzeichnung erfahren haben, stimmen basierend auf den Bray-Curtis-Distanzen gut mit den jeweiligen Ergebnissen der Referenzähler überein. Die Proben der Teilnehmer, die grün umrandet dargestellt sind, liegen zu zwei Referenzzählern außerhalb des 95 %-Konfidenzintervall (Abb. 1). Die Ergebnisse dieser Labore wurden noch als erfolgreich auf den Zertifikaten vermerkt, obwohl taxonomische Unstimmigkeiten ersichtlich waren. Die rot umrandeten Proben liegen basierend auf den Bray-Curtis-Distanzen zu allen drei Referenzzählern außerhalb des 95 %-Konfidenzintervall (Tab. 2, Abb. 1).

Neben der Bewertung der Zählergebnisse der einzelnen Ringtestteilnehmer basierend auf den Bray-Curtis-Distanzen wurden weiterhin, soweit das anhand der Zählergebnisse möglich war, Abweichungen von der Handlungsanweisung auf den Zertifikaten der Ringtestteilnehmer vermerkt (weiteres dazu siehe Kap. 2). Es mussten beispielsweise in der Seeprobe D 11 nach Schaumburg et al. (2011b) mindestens 500 Diatomeenobjekte gezählt werden. Mehrere Labore haben jedoch deutlich weniger als 500 Objekte gezählt. Besonders auffällig war dies bei den Laboren 22 (312 Objekte), 10 (367), 28 (375), 2 (394) und 15 (408) (Tab. 2).

Neben der Anzahl der zu zählenden Objekte schreibt die Handlungsanweisung (Schaumburg et al. 2011b) auch vor, dass in den Seeproben im Anschluss an die Zählung die Probe nach seltenen Taxa durchgemustert werden soll und diese mit einer Häufigkeit von „0“ in die Ergebnistabellen eingetragen werden sollen. Von den 37 teilnehmenden Laboren haben jedoch 14 Labore (1, 2, 5, 6, 10, 11, 14, 15, 19, 21, 22, 25, 28, 36) keine Nachsuche durchgeführt bzw. nachgesuchte Taxa nicht mit dem Wert „0“ in die Ergebnistabellen eingetragen (Tab. 2).

Die Ergebnisse der Labore 2, 8, 10, 15, 19, 23, 30 zeigten deutlich, dass die Taxa-Bezeichnungen nicht der in der zum Zeitpunkt des Ringtests gültigen Handlungsanweisung geforderten aktuellen Bestimmungsliteratur entsprachen. Auch dies wurde auf den Zertifikaten vermerkt.



**Abb. 1:** Erste und zweite Achse der DCA basierend auf den Diatomeen-Ergebnissen aller Teilnehmer und Referenzzählern der **Probe D 11** (See norddeutsches Flachland). Rote Zahlen = Referenzzählern, grün umrandete Proben liegen basierend auf den Bray-Curtis-Distanzen mindestens zu zwei Referenzzählern außerhalb des 95 %-Konfidenzintervales, rot umrandete Proben liegen basierend auf den Bray-Curtis-Distanzen zu drei Referenzzählern außerhalb des 95 %-Konfidenzintervales. Weitere Erklärungen siehe Text.

Neben den oben genannten taxonomischen Problemen und den Abweichungen von der Handlungsanweisung zeigte sich auch eine große Variabilität beim Vergleich der Laborergebnisse basierend auf weiteren Parametern. So variiert beispielsweise die Anzahl der gezählten Taxa innerhalb der Ergebnisse der Ringtestteilnehmer von 17 bis 69 in Probe D 11 erheblich. Die Referenzzählern zählten 48, 42 bzw. 53 Taxa während der regulären Zählung (Tab. 2). Auch die Anzahl der in der Nachsuche gefundenen Taxa variiert mit einem bis zu 20

gefundenen Taxa erheblich, die Referenzzähler fanden 4-8 Taxa während der Nachsuche (Tab. 2). Die Anzahl der Taxa, die einen relativen Anteil von mehr als 1 % ausmachen, schwankt zwischen 6 und 19 Taxa (Referenzzähler: 11-13; Tab. 2). Diese Parameter unterstreichen zusätzlich die Variabilität der unterschiedlichen Ergebnisse für eine Probe. In die Bewertung der Labore sind sie jedoch nicht eingegangen.

### 3.1.2 Genfer See, Schweiz, Alpen- bzw. Voralpensee Probe D 1.1

Die im Ringtest entsprechend ihres Diatomeentyps als D 1.1 bezeichnete Probe (Genfer See, Schweiz, Alpen- bzw. Voralpensee) wurde von den folgenden Diatomeentaxa dominiert: *Achnanthidium minutissimum* var. *minutissimum* (Kützing) Czarnecki, Diatomeen aus der Gruppe um *Encyonopsis minuta* Krammer & Reichardt bzw. *Encyonopsis subminuta* Krammer & Reichardt und von einer kleiner *Gomphonema* Ehrenberg, die aus morphologischer Sicht Ähnlichkeiten mit Arten aus der Gruppe um *Gomphonema pumilum* (Grunow) Reichardt & Lange-Bertalot aufweist (Tab. 3).

Weiterhin kamen in Probe D 1.1 basierend auf den Ergebnissen der Referenzzähler die folgenden Taxa relativ häufig bzw. regelmäßig vor: *Amphora indistincta* Levkov, *Amphora pediculus* (Kützing) Grunow, *Cymbella excisa* Kützing bzw. *Cymbella parva* (W. Smith) Kirchner, *Fragilaria brevistriata* Grunow (Synonym: *Staurosira brevistriata* (Grunow) Grunow), *Fragilaria pinnata* (Ehrenberg) Williams & Round (= *Staurosirella pinnata* Ehrenberg), *Gomphonema olivaceolacuum* (Lange-Bertalot & Reichardt) Lange-Bertalot & Reichardt, *Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot bzw. *Navicula cryptotenelloides* Lange-Bertalot und *Nitzschia lacuum* Lange-Bertalot bzw. *Nitzschia palea* (Kützing) W. Smith (Tab. 3).

Ebenso wie in Probe D 11 (siehe Kap. 3.1.1) wurden für die Berechnung der Bray-Curtis-Distanzen (Tab. 4) verschiedene von den Ringtestteilnehmer und Referenzzählern benutzte Taxa-Namen zu Gruppen zusammengefasst (weiteres dazu siehe Kap. 2): **Gruppe 1** (*Cocconeis placentula*, *C. placentula* var. *euglypta*, *C. placentula* var. *lineata*), **Gruppe 2** (*Cymbella excisa*, *Cymbella excisa* var. *excisa*), **Gruppe 3** (*Cymbella hustedtii*, *Cymbella hustedtii* var. *hustedtii*), **Gruppe 4** (*Encyonema cespitosum*, *Encyonema cespitosum* var. *cespitosum*), **Gruppe 5** (*Encyonema silesiacum*, *E. silesiacum* var. *silesiacum*), **Gruppe 6** (*Fragilaria brevistriata*, *F. brevistriata* var. *brevistriata*, *F. brevistriata* var. cf. *brevistriata*,

*Staurosira brevistriata*), **Gruppe 7** (*Fragilaria famelica*, *Fragilaria famelica* var. *famelica*), **Gruppe 8** (*Fragilaria pinnata*, *Fragilaria pinnata* var. *pinnata*), **Gruppe 9** (*Fragilaria vaucheriae*, *F. capucina* var. *vaucheriae*), **Gruppe 10** (*Gomphonema olivaceum*, *G. olivaceum* var. *olivaceum*), **Gruppe 11** (*Karayevia clevei*, *K. clevei* var. *clevei*, *K. clevei* var. cf. *clevei*, *K. clevei* var. *rostrata*), **Gruppe 12** (*Navicula cryptocephala*, *Navicula cryptocephala* var. *cryptocephala*), **Gruppe 13** (*Navicula reichardtiana*, *Navicula reichardtiana* var. *reichardtiana*), **Gruppe 14** (*Nitzschia dissipata*, *N. dissipata* ssp. *dissipata*, *N. dissipata* var. *media*), **Gruppe 15** (*Nitzschia palea*, *N palea* var. *palea*, *N. palea* var. *debilis*, *N. palea* var. *tenuirostris*), **Gruppe 16** (*Nitzschia fonticola*, *Nitzschia fonticola* var. *fonticola*), **Gruppe 17** (Pennate, Pennate cf.), **Gruppe 18** (*Planothidium frequentissimum*, var. *frequentissimum*, *magnus*, *minus*) und **Gruppe 19** (*Reimeria sinuata*, var. *sinuata*, var. *sinuata* cf.).

**Tab. 3:** Dominante und häufige Diatomeen-Taxa in Probe D 1.1 (Genfer See, Alpen- bzw. Voralpensee) basierend auf den Ergebnissen der drei Referenzzählungen. **L** = Labor-Code der Referenzzähler, **MW** = Mittelwert der Referenzzähler, **STABW** = Standardabweichung basierend auf den Daten der Referenzzähler. Alle Zahlen sind in Prozent (%) angegeben. Weitere Informationen siehe Text und Kapitel 2 und 3.1.1.

TAXON	L 39	L 40	L 42	MW	STABW
<i>A. minutissimum</i> var. <i>minutissimum</i>	26,7	27,5	25,4	26,5	1,1
<i>Gomphonema pumilum</i>	20,4	21,4	8,4	16,8	7,2
<i>Gomphonema spec.</i>	0,0	0,0	15,7	5,2	9,1
<i>Encyonopsis minuta</i>	13,2	11,7	0,4	8,4	7,0
<i>Encyonopsis subminuta</i>	0,0	0,0	9,2	3,1	5,3
<i>Navicula cryptotenelloides</i>	7,1	7,5	0,0	4,8	4,2
<i>Navicula</i> cf. <i>cryptotenella</i>	0,0	0,0	6,5	2,2	3,8
<i>Amphora pediculus</i>	6,9	6,5	0,7	4,7	3,4
<i>Amphora indistincta</i>	0,0	0,0	6,4	2,1	3,7
<i>Gomphonema olivaceolacuum</i>	6,9	4,7	5,0	5,5	1,2
<i>Fragilaria pinnata</i>	3,2	1,9	3,0	2,7	0,7
<i>Fragilaria brevistriata</i>	2,3	1,6	0,6	1,3	0,9
<i>Nitzschia lacuum</i>	2,5	4,7	0,0	2,4	2,3
<i>Nitzschia palea</i>	0,0	0,0	5,6	1,9	3,2
<i>Cymbella parva</i>	1,7	2,6	0,0	1,4	1,3
<i>Cymbella excisa</i>	0,0	0,0	2,2	0,7	1,3

Neben vielen anderen, erheblichen taxonomischen Problemen (siehe unten) stellte sich das Vorkommen einer kleinen, bisher wissenschaftlich nicht beschriebenen *Gomphonema*-Art in Probe D 1.1 als besonders problematisch dar (siehe Kap. 3.2.10). Dieses Taxon macht ungefähr 20 % der Diatomeenflora in Probe D 1.1 aus (in Tab. 3 als *Gomphonema pumilum* bzw. *Gomphonema* spec. bezeichnet). Auf den ersten Blick ähnelt es Arten aus dem Komplex um *Gomphonema pumilum*. Bei genauerer Betrachtung kann jedoch festgestellt werden, dass es sich hierbei nicht um *G. pumilum* oder ein ähnliches, bereits beschriebenes Taxon handelt (siehe Kap. 3.2.10). Die korrekte Bezeichnung für dieses kleine *Gomphonema*-Taxon ist nach aktuellem Kenntnisstand dementsprechend *Gomphonema* spec. (Reichardt, pers. Mitteilung im Jahr 2013). Da jedoch zwei der Referenzzähler den Namen *G. pumilum* vergeben haben (einer dieser beiden Referenzzähler hat als Kommentar darauf hingewiesen, dass es sich nicht um *G. pumilum* handelt, er jedoch den Namen genutzt hat, um eine ökologische Bewertung der Probe zu ermöglichen, weiteres dazu siehe Kap. 3.2.10; 3.3 und 5) und viele der Teilnehmer ebenso Namen aus dem Komplex um *G. pumilum* für dieses Taxon vergeben haben, musste hier eine abweichende Gruppierung vorgenommen werden, um für die Bewertung der Zählergebnisse nicht die Ringtestteilnehmer zu benachteiligen, die korrekterweise den Namen *Gomphonema* spec. oder Namen aus der Gruppe um *G. pumilum* mit der Kennzeichnung „cf.“, also nicht sicher bestimmt, gewählt haben. Aus diesem Grund wurden seitens der Referenzzähler *G. pumilum* und *Gomphonema* spec. zusammengefasst und für die Auswertung den folgenden von den Ringtest-Teilnehmern genutzten Namen gleichgesetzt: *G. cf. pumilum*, *G. cf. pumilum* var. *pumilum*, *G. cf. pumilum* var. *rigidum*, *G. cf. micropumilum*, *G. cf. elegantissimum*, *G. cf. angustivalva* und *Gomphonema* spec.

Bei keiner der anderen drei in diesem Ringtest untersuchten Proben (siehe Kap. 3.1.1, 3.1.3 und 3.1.4) offenbarten sich so erhebliche taxonomische Schwierigkeiten wie in Probe D 1.1. Dies betrifft sowohl die Ergebnisse der Referenzzähler, als auch in noch größerem Umfang die Ergebnisse einer großen Anzahl der teilnehmenden Labore. Erhebliche Probleme bei den Referenzzählern und den teilnehmenden Laboren gab es bei der Bestimmung bzw. Benennung der kleinen *Gomphonema* spec. (siehe oben und Kap. 3.2.10), bei *Encyonopsis minuta* und *Encyonopsis subminuta*, *Navicula cryptotenelloides* und *Navicula cryptotenella*, *Amphora pediculus* und *Amphora indistincta*, *Nitzschia lacuum* und *Nitzschia palea* und *Cymbella parva* und *Cymbella excisa*. Bei den Ringtestteilnehmern traten zusätzlich beispielsweise noch taxonomische Schwierigkeiten bei der Bestimmung von *Achnanthidium minutissimum*, *Fragilaria (Staurosira) brevistriata* und ähnlichen Taxa, *Fragilaria capucina*

und ähnlichen Taxa, *Gomphonema olivaceolacuum* und *Navicula reichardtiana* und *Navicula caterva* auf (siehe Kap. 3.2).

Bei der Analyse der Ähnlichkeiten zwischen den Proben basierend auf den Zählergebnissen (relative Anteile der Diatomeenobjekte) mittels Bray-Curtis-Distanzberechnung ergab sich für Probe D 1.1 eine mittlere Distanz der Referenzzähler zueinander von 0,46 (Mittelwert) mit einer außergewöhnlich großen Standardabweichung von 0,3, was zu einem 95 %-Konfidenzintervall führt, welches fast den gesamten, möglichen Bereich von 0 bis 1 abdeckt (vergleiche Standardabweichungen für die Proben D 11, D 12 und D 2 in Kap. 3.1.1, 3.1.3 und 3.1.4). Dieses 95 %-Konfidenzintervall für Probe D 1.1 basierend auf den Ergebnissen der Referenzzähler kann nicht als Hilfe bzw. als Basis für die Beurteilung der Qualität der Zählergebnisse der Ringtestteilnehmer genutzt werden, so dass die Probe D 1.1 als nicht auswertbar angesehen werden muss bzw. eine Bewertung der Ergebnisse der teilnehmenden Labore statistisch nicht möglich war. Dementsprechend wurden auch die Ergebnisse der Ringtestteilnehmer für Probe D 1.1 nicht auf den Zertifikaten bewertet. Weiterhin erübrigte sich aus diesem Grund auch die Bestätigung der Bray-Curtis-Distanzberechnung mit einem weiteren, unabhängigen Verfahren (DCA, Detrended Correspondence Analysis), wie es für die anderen drei Ringtest-Proben durchgeführt wurde (siehe Kap. 3.1.1, 3.1.3 und 3.1.4). Die aufgetretenen, wesentlichen taxonomischen Probleme in Probe D 1.1 werden jedoch ausführlich im Kapitel 3.2 besprochen.

**Tab. 4** (folgende Seite): Grundlegende Übersichtsparameter (Diatomeen-Objekte, Artenzahlen, nicht sicher bestimmte Diatomeen-Objekte) zu den Ergebnissen der Ringtestteilnehmer und Referenzzähler und Ergebnisse der Ähnlichkeitsanalysen mithilfe der Bray-Curtis-Distanzberechnung (Vergleich Teilnehmer mit Referenzzählern) für Probe D 1.1. Bei den Referenzzählern handelt es sich um die Labore 39, 40 und 42 (grün hinterlegt). **Labor** = Labor-Code, **Objekte** = Anzahl der gezählten Diatomeenobjekte, **NTZ** = Anzahl der Taxa, die während der Zählung gefunden wurden, **NTN** = Anzahl der Taxa, die während der Nachsuche gefunden wurden, **NT>1** = Anzahl Taxa, für die relative Häufigkeiten von größer als 1,0 % ermittelt wurden, **%cf** = relative Anteile aller nicht sicher bestimmten Diatomeenobjekte (Taxa, die als „cf.“, „aff.“, „spec“ oder „Pennate“ bezeichnet wurden), die während der Zählung gefunden wurden, **Diff 1, 2, 3** = Bray-Curtis-Distanzen (Differenz der Teilnehmerergebnisse zu den Ergebnissen der drei Referenzzähler). Weitere Erklärungen siehe Text.

Labor	Objekte	NTZ	NTN	NT>1	% cf	Diff 1	Diff 2	Diff 3
1	500	30	0	19	15,0	0,4611	0,4543	0,6673
2	411	38	0	17	23,4	0,5680	0,5774	0,7744
3	524	33	3	15	0,0	0,4386	0,4174	0,7249
4	501	40	1	22	1,2	0,4380	0,4198	0,6438
5	588	38	0	17	4,3	0,5638	0,5571	0,6774
6	500	36	0	17	0,8	0,4250	0,3857	0,5844
7	500	35	11	20	20,6	0,6178	0,6078	0,7609
8	400	37	9	22	2,0	0,4948	0,5237	0,7823
9	558	28	6	13	1,6	0,3257	0,3107	0,5691
10	562	46	0	26	2,8	0,8686	0,8564	0,8711
11	500	31	0	17	0,8	0,3883	0,4091	0,6125
12	499	38	7	24	4,6	0,6627	0,6707	0,8087
13	510	42	9	16	21,4	0,4937	0,4628	0,6608
14	584	44	0	18	0,0	0,3130	0,3125	0,7356
15	396	30	0	15	0,8	0,6887	0,6526	0,8976
16	512	40	10	13	14,3	0,5808	0,5857	0,7350
17	507	24	7	14	0,4	0,4487	0,4248	0,7826
18	495	32	6	19	22,8	0,5220	0,5299	0,5592
19	506	19	0	16	35,0	0,8412	0,8365	0,8939
20	601	35	8	18	0,0	0,6085	0,5924	0,7843
21	507	32	0	15	3,9	0,7786	0,7753	0,7873
22	417	28	0	15	26,4	0,5095	0,4820	0,7374
23	554	37	11	14	26,0	0,7198	0,7139	0,9028
24	500	27	8	16	31,4	0,4727	0,4486	0,7541
25	516	30	3	16	47,5	0,6650	0,6645	0,7215
26	513	22	7	15	0,2	0,4848	0,4595	0,6783
27	528	25	10	17	0,0	0,3315	0,3302	0,6853
28	415	17	0	12	50,4	0,7611	0,7395	0,7916
29	520	34	12	18	0,0	0,3715	0,3526	0,6118
30	591	40	8	19	2,7	0,5267	0,5515	0,6563
31	540	25	12	14	20,9	0,5799	0,5760	0,8258
32	521	30	9	17	0,2	0,5069	0,4876	0,7635
33	500	31	7	18	4,2	0,5143	0,5047	0,7584
34	546	43	12	18	27,8	0,5191	0,5163	0,6132
35	526	34	8	16	0,2	0,6770	0,6705	0,7351
36	529	39	0	15	0,0	0,6818	0,6817	0,7513
37	500	29	12	19	13,2	0,5722	0,5474	0,7823
39	524	27	10	13	0,0	0,0000	0,1129	0,6863
40	429	23	9	15	0,0	0,1129	0,0000	0,6846
42	535	37	8	11	25,0	0,6863	0,6846	0,0000

Sechs der 37 teilnehmenden Labore (und zwei Referenzzähler) haben alle von ihnen gefundenen Taxa in Probe D 1.1 als sicher bestimmt angegeben (Tab. 4), d.h. diese Labore haben trotz der insgesamt erheblichen taxonomischen Probleme in Probe D 1.1 keine Taxa bestimmungstechnisch als problematisch angesehen. Jedoch spiegeln sich die in Probe D 1.1 aufgetretenen, erheblichen taxonomischen Probleme deutlich in den Anteilen der nicht sicher bestimmten Diatomeen-Taxa wieder. So haben fünfzehn Labore und ein Referenzzähler mehr als 5 % ihrer während der Zählung gefundenen Taxa als nicht sicher zu bestimmend gekennzeichnet (Bezeichnungen „cf.“, „aff.“, „spec.“, Pennate), wobei das Maximum bei 50,4 % lag (Labor 28; Tab. 4) (Mittelwert der „nicht sicher zu bestimmender Taxa“ von 11,5 % bezogen auf alle Teilnehmer). Weiteres zum Thema „nicht sicher zu bestimmende Diatomeen“ folgt in den Kapiteln 3.3 und 5.

Im Gegensatz zum Verzicht auf die Bewertung der Zählergebnisse der Ringtest-Teilnehmer (siehe oben) wurden jedoch etwaige Abweichungen von der Handlungsanweisung, die anhand der Zählergebnisse für Probe D 1.1 nachgewiesen werden konnten, dokumentiert und flossen in die generellen Bemerkungen zur Einhaltung der Handlungsanweisung auf den Zertifikaten mit ein. Mehrere Labore haben beispielsweise in Probe D 1.1 im Gegensatz zu den Vorgaben der Handlungsanweisung (Schaumburg et al. 2011b) deutlich weniger als 500 Objekte gezählt. Besonders auffällig war dies bei den Laboren 15 (396 Objekte), 8 (400), 2 (411), 28 (415), 22 (417) und 40 (429) (Tab. 4). Weiterhin haben von den 37 teilnehmenden Laboren im Gegensatz zu den Vorgaben der Handlungsanweisung (Schaumburg et al. 2011b) 13 Labore (1, 2, 5, 6, 10, 11, 14, 15, 19, 21, 22, 28, 36) keine Nachsuche nach seltenen Taxa im Anschluss an die eigentliche Zählung durchgeführt bzw. nachgesuchte Taxa nicht mit dem Wert „0“ in die Ergebnistabellen eingetragen (Tab. 4).

Neben den weiter oben genannten taxonomischen Problemen und den Abweichungen von der Handlungsanweisung zeigte sich auch eine große Variabilität beim Vergleich der Laborergebnisse basierend auf weiteren Parametern. So variiert beispielsweise die Anzahl der gezählten Taxa innerhalb der Ergebnisse der Ringtestteilnehmer von 17 bis 46 in Probe D 1.1 erheblich. Die Referenzzähler zählten 27, 23 bzw. 37 Taxa während der regulären Zählung (Tab. 4). Auch die Anzahl der in der Nachsuche gefundenen Taxa variiert mit einem bis zu 12 gefundenen Taxa erheblich, die Referenzzähler fanden 8-10 Taxa während der Nachsuche (Tab. 4). Die Anzahl der Taxa, die einen relativen Anteil von mehr als 1 % ausmachen, schwankt zwischen 12 und 26 Taxa (Referenzzähler: 11-15; Tab. 4).

### 3.1.3 Klepelshagener Bach, Norddeutschland, Flachland-Fließgewässer Probe D 12

Die im Ringtest entsprechend ihres Diatomeentyps als D 12 bezeichnete Probe (Klepelshagener Bach, Norddeutschland, Flachland-Fließgewässer) wurde von den folgenden drei Diatomeentaxa dominiert: *Planothidium lanceolatum* (Brébisson) Lange-Bertalot, *Planothidium frequentissimum* (Lange-Bertalot) Round & Bukhtiyarova und *Eolimna minima* (Grunow) Lange-Bertalot & Schiller (Tab. 5).

Weiterhin kamen in Probe D 12 basierend auf den Ergebnissen der Referenzähler die folgenden 12 Taxa relativ häufig bzw. regelmäßig vor: *Gomphonema insigniforme* Reichardt & Lange-Bertalot, *Gomphonema micropus* Kützing, *Gomphonema parvulum* (Kützing) Kützing, *Mayamaea permitis* (Hustedt) Bruder & Medlin (Synonym: *Mayamaea atomus* var. *permitis* (Hustedt) Lange-Bertalot), *Meridion circulare* (Greville) Agardh, *Navicula cryptocephala* Kützing, *Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot, *Navicula lundii* Reichardt, *Navicula veneta* Kützing, *Sellaphora joubaudii* (Germain) Aboal, *Sellaphora seminulum* (Grunow) Mann und *Stauroneis kriegeri* Patrick (Tab. 5).

Ebenso wie in den anderen Ringtestproben (siehe Kap. 3.1.1; 3.1.2 und 3.1.4) wurden auch in Probe D 12 für die Berechnung der Bray-Curtis-Distanzen (Tab. 6) und für die Darstellung der Ergebnisse in der DCA (Abb. 2) folgende Namen zu Gruppen zusammengefasst (weiteres dazu siehe Kap. 2): **Gruppe 1** (*Cocconeis placentula*, *C. placentula* var. *euglypta*, *C. placentula* var. *lineata*), **Gruppe 2** (*Eunotia bilunaris*, *E. bilunaris* var. *bilunaris*), **Gruppe 3** (*Fragilaria vaucheriae*, *F. capucina* var. *vaucheriae*), **Gruppe 4** (*Gomphonema acuminatum*, *G. acuminatum* var. *acuminatum*, *G. acuminatum* cf. var. *acuminatum*), **Gruppe 5** (*Meridion circulare*, *M. circulare* var. *circulare*, *M. circulare* var. *constrictum*), **Gruppe 6** (*Navicula cryptocephala*, *N. cryptocephala* var. *cryptocephala*), **Gruppe 7** (*Navicula radiososa*, *N. radiososa* var. *radiosa*), **Gruppe 8** (*Nitzschia dissipata*, *N. dissipata* ssp. *dissipata*, *N. dissipata* var. *media*), **Gruppe 9** (*Nitzschia linearis*, *N. linearis* var. *linearis*), **Gruppe 10** (*Nitzschia palea*, *N. palea* var. *palea*, *N. palea* var. *debilis*), **Gruppe 11** (Pennate, Pennate cf.) und **Gruppe 12** (*Planothidium frequentissimum*, *P. frequentissimum* var. *frequentissimum*, *P. frequentissimum* var. *magnus*, *P. frequentissimum* var. *minus*).

Die Ergebnisse der Referenzähler für Probe D 12 (Tab. 5) stimmen unter Beachtung einer gewissen Streuung in den Präparaten (siehe Kap. 3.1.1) weitgehend überein und können als sichere Basis für die statistische Auswertung und für die Bewertung der Zählergebnisse der

Ringtestteilnehmer dieser Probe angesehen werden. Zur Einschätzung der Standardabweichungen siehe Kap. 3.1.1.

Taxonomische Probleme traten bei den Ringtestteilnehmern in Probe D 12 bei der Bestimmung von *Eolimna minima* und ähnlichen Taxa (*Sellaphora joubaudii*, *S. seminulum*), *Gomphonema micropus*, *G. parvulum*, *Mayamaea permitis*, *Navicula lundii*, *N. veneta* und *Planothidium frequentissimum* (und *P. lanceolatum*) auf. Die wesentlichen taxonomischen Probleme werden im Kapitel 3.2 detailliert besprochen.

Neun der 37 teilnehmenden Labore haben alle von ihnen gefundenen Taxa in Probe D 12 als sicher bestimmt angegeben (Tab. 6), d.h. diese Labore haben keine Taxa bestimmungstechnisch als problematisch angesehen. Acht Labore haben mehr als 5 % ihrer während der Zählung gefundenen Taxa als nicht sicher zu bestimmen gekennzeichnet (Bezeichnungen „cf.“, „aff.“, „spec.“, Pennate), wobei das Maximum bei 23,0 % (Labor 28) lag (Tab. 6). Die Anzahl der nicht sicher bestimmten Diatomeentaxa floss im Rahmen des Ringtests nicht in die Bewertung der Labore ein. Weiteres zum Thema „nicht sicher zu bestimmende Diatomeen“ folgt in den Kapiteln 3.3 und 5.

**Tab. 5:** Dominante und häufige Diatomeen-Taxa in Probe D 12 (Flachland-Fließgewässer Klepelshagener Bach) basierend auf den Ergebnissen der drei Referenzzählungen. **L** = Labor-Code der Referenzzähler, **MW** = Mittelwert der Referenzzähler, **STABW** = Standardabweichung basierend auf den Daten der Referenzzähler. Alle Zahlen sind in Prozent (%) angegeben. Weitere Informationen siehe Text und Kap. 2 und 3.1.1.

TAXON	L 39	L 41	L 42	MW	STABW
<i>Planothidium lanceolatum</i>	34,6	27,2	44,4	35,4	8,6
<i>Planothidium frequentissimum</i>	7,0	11,7	4,5	7,7	3,6
<i>Eolimna minima</i>	12,8	15,1	4,5	10,8	5,6
<i>Gomphonema insigniforme</i>	1,2	1,1	0,0	0,8	0,7
<i>Gomphonema micropus</i>	0,7	1,1	3,5	1,8	1,5
<i>Gomphonema parvulum</i>	4,8	0,6	2,2	2,6	2,1
<i>Mayamaea permitis</i>	6,3	7,6	0,2	4,7	4,0
<i>Meridion circulare</i>	1,7	3,5	2,2	2,4	0,9
<i>Navicula cryptocephala</i>	0,7	0,6	2,2	1,2	0,9
<i>Navicula cryptotenella</i>	0,7	0,0	2,2	1,0	1,1
<i>Navicula lundii</i>	0,0	2,4	1,2	1,2	1,2
<i>Navicula veneta</i>	2,2	1,5	1,5	1,7	0,4
<i>Sellaphora joubaudii</i>	3,9	1,9	1,3	2,4	1,3
<i>Sellaphora seminulum</i>	5,1	6,7	6,0	5,9	0,8
<i>Stauroneis kriegeri</i>	1,0	2,6	0,8	1,5	1,0

**Tab. 6:** Grundlegende Übersichtsparameter (Diatomeen-Objekte, Artenzahlen, nicht sicher bestimmte Diatomeen-Objekte) zu den Ergebnissen der Ringtestteilnehmer und Referenzzähler und Ergebnisse der Ähnlichkeitsanalysen mithilfe der Bray-Curtis-Distanzberechnung (Vergleich Teilnehmer mit Referenzzählern) für Probe D 12. Bei den Referenzzählern handelt es sich um die Labore 38, 39 und 42 (grün hinterlegt). **Labor** = Labor-Code, **Objekte** = Anzahl der gezählten Diatomeenobjekte, **NTZ** = Anzahl der Taxa, die während der Zählung gefunden wurden, **NTN** = Anzahl der Taxa, die während der Nachsuche gefunden wurden (Für Probe D 12 (Fließgewässer) war keine Nachsuche erforderlich), **NT>1** = Anzahl Taxa, für die relative Häufigkeiten von größer als 1,0 % ermittelt wurden, **%cf** = relative Anteile aller nicht sicher bestimmten Diatomeenobjekte (Taxa, die als „cf.“, „aff.“, „spec“ oder „Pennate“ bezeichnet wurden), die während der Zählung gefunden wurden, **Diff 1, 2, 3** = Bray-Curtis-Distanzen (Differenz der Teilnehmerergebnisse zu den Ergebnissen der drei Referenzzähler). Rot und fett markiert: Bray-Curtis-Distanzen außerhalb des 95 %-Konfidenzintervall. Weitere Erklärungen siehe Text.

Labor	Objekte	NTZ	NTN	NT>1	%cf	Diff 1	Diff 2	Diff 3
1	389	27	0	15	2,0	0,3732	0,3906	0,4653
2	413	38	0	15	4,8	0,2862	0,3888	0,4515
3	517	30	0	11	0,4	0,4637	<b>0,4983</b>	<b>0,5301</b>
4	405	34	0	16	2,2	0,3688	0,3985	0,4193
5	444	36	0	15	2,3	0,3912	0,3992	0,4827
6	388	37	0	17	3,0	0,2935	0,3534	0,4772
7	500	40	14	14	0,0	0,3739	0,3093	0,4484
8	400	39	15	18	0,0	0,4138	0,4279	<b>0,5433</b>
9	404	31	0	16	3,5	0,2682	0,2671	0,3728
10	324	59	0	19	0,0	<b>0,8755</b>	<b>0,8790</b>	<b>0,8476</b>
11	395	30	0	13	1,3	0,2898	<b>0,2433</b>	0,4836
12	400	34	6	18	0,0	0,4892	0,4667	<b>0,5437</b>
13	392	41	0	15	5,4	0,4026	0,3986	0,4835
14	467	45	0	15	0,0	0,3664	0,3554	0,4032
15	416	32	0	12	1,0	<b>0,6504</b>	<b>0,6748</b>	<b>0,6726</b>
16	414	39	7	15	1,9	<b>0,2615</b>	0,3179	0,4087
17	405	33	9	15	0,0	0,4031	0,4562	0,4611
18	398	34	17	17	6,0	0,2771	0,3622	0,4334
19	350	28	0	13	16,3	<b>0,8700</b>	<b>0,8973</b>	<b>0,8890</b>
20	716	33	6	17	0,0	<b>0,6018</b>	<b>0,6754</b>	<b>0,6491</b>
21	514	29	0	17	0,4	0,3619	0,4200	0,4732
22	414	35	0	12	2,4	0,403	0,3845	<b>0,5255</b>
23	432	35	15	14	3,9	0,3288	0,4376	0,4494
24	377	36	4	16	7,2	0,3651	0,3811	<b>0,5336</b>
25	362	37	0	15	11,7	0,4604	<b>0,4929</b>	<b>0,5368</b>

Fortsetzung Tab. 6								
26	427	26	0	14	1,4	0,3213	0,3622	0,4657
27	421	30	0	15	0,5	0,3692	0,3641	0,4409
28	405	15	0	8	23,0	<b>0,7513</b>	<b>0,7353</b>	<b>0,7450</b>
29	416	40	2	13	0,2	0,3118	<b>0,2518</b>	0,3973
30	419	45	3	15	2,1	0,4767	0,4905	<b>0,4970</b>
31	490	42	6	15	9,7	0,3782	0,4215	<b>0,5298</b>
32	415	32	0	14	0,2	0,2960	0,3067	0,3608
33	387	34	0	18	8,1	0,3503	0,4058	0,4082
34	440	38	0	15	2,2	0,2697	<b>0,2664</b>	0,3915
35	442	35	2	13	0,7	0,3394	0,3940	0,4441
36	639	27	0	10	0,0	<b>0,6260</b>	<b>0,5586</b>	<b>0,5846</b>
37	400	32	4	18	0,0	0,3817	0,3729	0,4413
38	413	41	0	13	2,9	0	0,3171	0,3886
39	445	34	3	15	3,9	0,3171	0	0,4305
42	596	49	6	18	4,8	0,3886	0,4305	0

Bei der Analyse der Ähnlichkeiten zwischen den Proben (Vergleich Teilnehmer und Referenzzählern) basierend auf den Zählergebnissen (relative Anteile der Diatomeenobjekte) mittels Bray-Curtis-Distanzberechnung ergab sich für Probe D 12 eine mittlere Distanz der Referenzzählern zueinander von 0,3788 (Mittelwert) mit einer Standardabweichung von 0,0573, was zu einem 95 %-Konfidenzintervall von 0,2664 bis 0,4911 für Probe D 12 führt. Liegt die Bray-Curtis-Distanz eines Labors zu allen drei Referenzzählern innerhalb dieses Konfidenzintervalls, so ist das Ergebnis des Labors so ähnlich zu den Referenzzählern, wie diese sich untereinander ähnlich sind. Wenn die Bray-Curtis-Distanz eines Labors außerhalb des Konfidenzintervalls liegt, ist diese in der Tab. 6 rot und fett gekennzeichnet. Weiteres dazu siehe Kapitel 2.

Die Bray-Curtis-Distanzen bilden die Grundlage für die Bewertung der Zählergebnisse der einzelnen Labore. Um die durch das Konfidenzintervall vorgegebenen Grenzen vorsichtig zu interpretieren und um der Tatsache gerecht zu werden, dass die Referenzzählern in einigen Ergebnissen mehr oder weniger leicht voneinander abweichen, wurden nur die Zählergebnisse der Labore als ungenügend (Zertifikatsbezeichnung „nicht erfolgreich“) angesehen, die bei allen drei Referenzzählern außerhalb der Standardabweichung lagen. Dementsprechend konnten die Zählergebnisse der sechs Labore 10, 15, 19, 20, 28 und 36 nur als „nicht erfolgreich“ auf den Zertifikaten gekennzeichnet werden (Tab. 6).

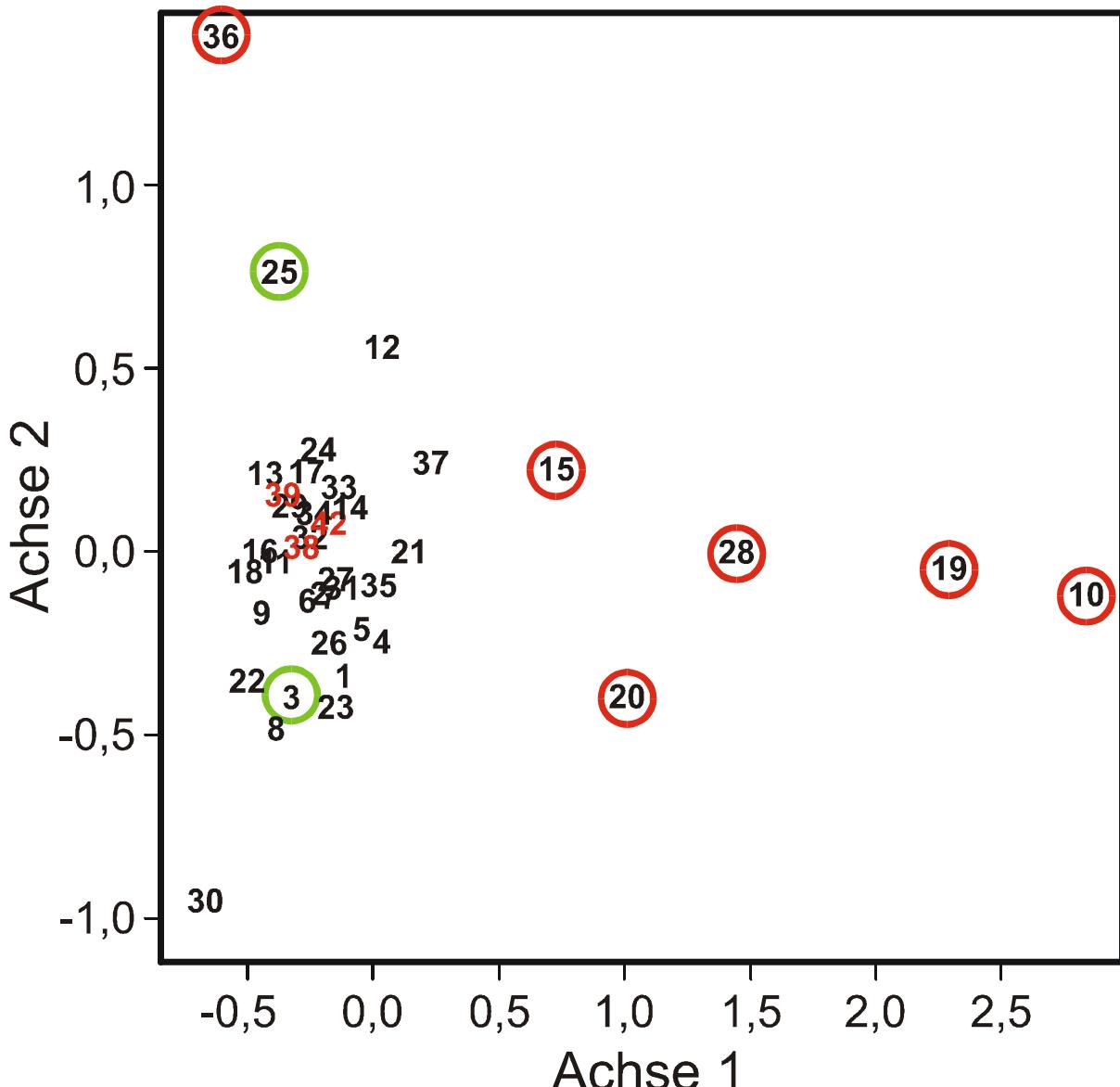
Um die Ergebnisse der Bray-Curtis-Distanzberechnung mit einem weiteren, unabhängigen Verfahren zu überprüfen bzw. abzusichern, wurde zusätzlich eine multivariate

graphische Darstellung (DCA; Detrendet Correspondence Analysis) durchgeführt. Dargestellt sind in Abb. 2 die erste und zweite Achse der DCA; überprüft wurde auch die dritte Dimension, wobei die Bray-Curtis-Distanzberechnung im Ergebnis bestätigt wird. Die Proben der Referenzähler sind als rote Zahlen dargestellt. Die Proben der Teilnehmer, die in der Abbildung keine weitere Kennzeichnung erfahren haben, stimmen basierend auf den Bray-Curtis-Distanzen gut mit den jeweiligen Ergebnissen der Referenzähler überein. Die Proben der Teilnehmer, die grün umrandet dargestellt sind, liegen zu zwei Referenzzählern außerhalb des 95 %-Konfidenzintervall (Abb. 2). Die Ergebnisse dieser Labore wurden noch als erfolgreich auf den Zertifikaten vermerkt, obwohl taxonomische Unstimmigkeiten ersichtlich waren. Die rot umrandeten Proben liegen basierend auf den Bray-Curtis-Distanzen zu allen drei Referenzzählern außerhalb des 95 %-Konfidenzintervalls (Tab. 6, Abb. 2).

Neben der Bewertung der Zählergebnisse der einzelnen Ringtestteilnehmer basierend auf den Bray-Curtis-Distanzen wurden weiterhin, soweit das anhand der Zählergebnisse möglich war, Abweichungen von der Handlungsanweisung auf den Zertifikaten der Ringtestteilnehmer vermerkt (weiteres dazu siehe Kap. 2). Es mussten beispielsweise in der Fließgewässerprobe D 12 nach Schaumburg et al. (2006) mindestens 400 Diatomeenobjekte gezählt werden. Mehrere Labore haben jedoch weniger als 400 Objekte gezählt. Besonders auffällig war dies bei den Laboren 10 (324 Objekte), 19 (350) und 25 (362) (Tab. 6).

Neben der Anzahl der zu zählenden Objekte schreibt die Handlungsanweisung (Schaumburg et al. 2006) im Gegensatz zu Seeproben (Schaumburg et al. 2011b) **nicht** vor, dass in den Fließgewässerproben im Anschluss an die Zählung die Probe nach seltenen Taxa durchgemustert werden soll. Von den 37 teilnehmenden Laboren haben jedoch 14 Labore eine Nachsuche durchgeführt bzw. nachgesuchte Taxa mit dem Wert „0“ in die Ergebnistabellen eingetragen (Tab. 6).

Die Ergebnisse der Labore 2, 8, 10, 15, 19, 23 und 30 zeigten deutlich, dass die Taxa-Bezeichnungen nicht der in der zum Zeitpunkt des Ringtests gültigen Handlungsanweisung geforderten aktuellen Bestimmungsliteratur entsprachen. Auch dies wurde auf den Zertifikaten vermerkt.



**Abb. 2:** Erste und zweite Achse der DCA basierend auf den Diatomeen-Ergebnissen aller Teilnehmer und Referenzzähler der **Probe D 12** (Fließgewässer, norddeutsches Flachland). Rote Zahlen = Referenzzähler, grün umrandete Proben liegen basierend auf den Bray-Curtis-Distanzen mindestens zu zwei Referenzzählern außerhalb des 95 %-Konfidenzintervall, rot umrandete Proben liegen basierend auf den Bray-Curtis-Distanzen zu drei Referenzzählern außerhalb des 95 %-Konfidenzintervall. Weitere Erklärungen siehe Text.

Neben den oben genannten taxonomischen Problemen und den Abweichungen von der Handlungsanweisung zeigte sich auch eine relativ große Variabilität beim Vergleich der Laborergebnisse basierend auf weiteren Parametern. So variiert beispielsweise die Anzahl der gezählten Taxa innerhalb der Ergebnisse der Ringtestteilnehmer von 15 bis 59 in Probe D 12 erheblich. Die Referenzzähler zählten 41, 34 bzw. 49 Taxa während der regulären Zählung

(Tab. 6). Die Anzahl der Taxa, die einen relativen Anteil von mehr als 1 % ausmachen, schwankt zwischen 8 und 19 Taxa (Referenzzähler: 13-18; Tab. 6). Diese Parameter unterstreichen zusätzlich die Variabilität der unterschiedlichen Ergebnisse für eine Probe. In die Bewertung der Labore sind sie jedoch nicht eingegangen.

### 3.1.4 Drau, Österreich, Alpen- bzw. Voralpen-Fließgewässer Probe D 2

Die im Ringtest entsprechend ihres Diatomeentyps als D 2 bezeichnete Probe (Drau, Österreich, Alpen- bzw. Voralpen-Fließgewässer) wurde von den folgenden fünf Diatomeentaxa dominiert: *Achnanthidium minutissimum* var. *minutissimum* (Kützing) Czarnecki, *Achnanthidium pyrenaicum* (Hustedt) Kobayasi, *Diatoma ehrenbergii* Kützing, *Encyonema silesiacum* (Bleisch) Mann und *Fragilaria capucina* var. *vaucheriae* (Kützing) Lange-Bertalot (Tab. 7).

Weiterhin kamen in Probe D 12 basierend auf den Ergebnissen der Referenzzähler die folgenden Taxa relativ häufig bzw. regelmäßig vor: *Diatoma mesodon* (Ehrenberg) Kützing, *Encyonema minutum* (Hilse) Mann, *Fragilaria ulna* (Nitzsch) Lange-Bertalot, *Reimeria sinuata* (Gregory) Kocielek & Stoermer und *Fragilaria* spec. (Tab. 7).

Ebenso wie in den anderen Ringtestproben (siehe Kap. 3.1.1; 3.1.2 und 3.1.3) wurden auch in Probe D 2 für die Berechnung der Bray-Curtis-Distanzen (Tab. 8) und für die Darstellung der Ergebnisse in der DCA (Abb. 3) folgende Namen zu Gruppen zusammengefasst (weiteres dazu siehe Kap. 2): **Gruppe 1** (*Cocconeis placentula*, *C. placentula* var. *euglypta*, *C. placentula* cf. var. *euglypta* und *C. placentula* var. *lineata*), **Gruppe 2** (*Diatoma moniliformis*, *D. moniliformis* ssp. *moniliformis*, *D. moniliformis* cf. ssp. *moniliformis*, *D. moniliformis* ssp. *ovalis*), **Gruppe 3** (*Encyonema silesiacum*, *E. silesiacum* var. *silesiacum*, *E. silesiacum* cf. var. *silesiacum*, *E. silesiacum* var. *latum*), **Gruppe 4** (*Fragilaria vaucheriae*, *F. capucina* var. *vaucheriae*), **Gruppe 5** (*Gomphonema pumilum*, *G. pumilum* var. *pumilum*, *G. pumilum* cf. var. *pumilum*, *G. pumilum* var. *rigidum*) und **Gruppe 6** (*Reimeria sinuata*, *R. sinuata* var. *sinuata*, *R. sinuata* cf. var. *sinuata*).

**Tab. 7:** Dominante und häufige Diatomeen-Taxa in Probe D 2 (Alpen- bzw. Voralpen-Fließgewässer Drau) basierend auf den Ergebnissen der drei Referenzzählungen. **L** = Labor-Code der Referenzzählern, **MW** = Mittelwert der Referenzzählern, **STABW** = Standardabweichung basierend auf den Daten der Referenzzählern. Alle Zahlen sind in Prozent (%) angegeben. Weitere Informationen siehe Text und Kap. 2 und 3.1.1.

TAXON	L 38	L 39	L 42	MW	STABW
<i>A. minutissimum</i> var. <i>minutissimum</i>	35,7	42,5	42,7	40,3	4,0
<i>Achnanthidium pyrenaicum</i>	13,8	9,2	10,7	11,3	2,3
<i>Diatoma ehrenbergii</i>	8,1	9,0	12,3	9,8	2,2
<i>Encyonema silesiacum</i>	8,6	9,5	12,9	10,3	2,3
<i>F. capucina</i> var. <i>vaucheriae</i>	8,4	9,5	2,8	6,9	3,6
<i>Diatoma mesodon</i>	3,0	3,9	3,2	3,3	0,5
<i>Encyonema minutum</i>	1,5	1,7	0,2	1,1	0,8
<i>Fragilaria ulna</i>	1,5	2,4	0,0	1,3	1,2
<i>Reimeria sinuata</i>	4,4	3,4	2,2	3,3	1,1
<i>Fragilaria</i> spec.	1,0	0,0	6,2	2,4	3,3

Die Ergebnisse der Referenzzählern für Probe D 2 (Tab. 7) stimmen unter Beachtung einer gewissen Streuung in den Präparaten (siehe Kap. 3.1.1) weitgehend überein und können als sichere Basis für die statistische Auswertung und für die Bewertung der Zählergebnisse der Ringtestteilnehmer dieser Probe angesehen werden. Zur Einschätzung der Standardabweichungen siehe Kapitel 3.1.1.

Taxonomische Probleme traten bei den Ringtestteilnehmern in Probe D 2 hauptsächlich bei der Bestimmung von *Achnanthidium minutissimum* var. *minutissimum*, *A. pyrenaicum*, *Encyonema silesiacum*, *E. minutum* und *Fragilaria capucina* var. *vaucheriae* auf. Die wesentlichen taxonomischen Probleme werden im Kapitel 3.2 detailliert besprochen.

Neun der 37 teilnehmenden Labore haben alle von ihnen gefundenen Taxa in Probe D 2 als sicher bestimmt angegeben (Tab. 8), d.h. diese Labore haben keine Taxa bestimmungstechnisch als problematisch angesehen. Neun Labore und ein Referenzzählner haben mehr als 5 % ihrer während der Zählung gefundenen Taxa als nicht sicher zu bestimmen gekennzeichnet (Bezeichnungen „cf.“, „aff.“, „spec.“, Pennate), wobei das Maximum bei 20,0 % (Labor 19) lag (Tab. 8). Die Anzahl der nicht sicher bestimmten Diatomeentaxa floss im Rahmen des Ringtests nicht in die Bewertung der Labore ein. Weiteres zum Thema „nicht sicher zu bestimmende Diatomeen“ folgt in den Kap. 3.3 und 5.

Bei der Analyse der Ähnlichkeiten zwischen den Proben (Vergleich Teilnehmer und Referenzzähler) basierend auf den Zählergebnissen (relative Anteile der Diatomeenobjekte) mittels Bray-Curtis-Distanzberechnung ergab sich für Probe D 2 eine mittlere Distanz der Referenzzähler zueinander von 0,3695 (Mittelwert) mit einer Standardabweichung von 0,0932, was zu einem 95 %-Konfidenzintervall von 0,1868 bis 0,5522 für Probe D 2 führt. Liegt die Bray-Curtis-Distanz eines Labors zu allen drei Referenzzählern innerhalb dieses Konfidenzintervalls, so ist das Ergebnis des Labors so ähnlich zu den Referenzzählern, wie diese sich untereinander ähnlich sind. Wenn die Bray-Curtis-Distanz eines Labors außerhalb des Konfidenzintervalls liegt, ist diese in der Tab. 8 rot und fett gekennzeichnet. Weiteres dazu siehe Kapitel 2.

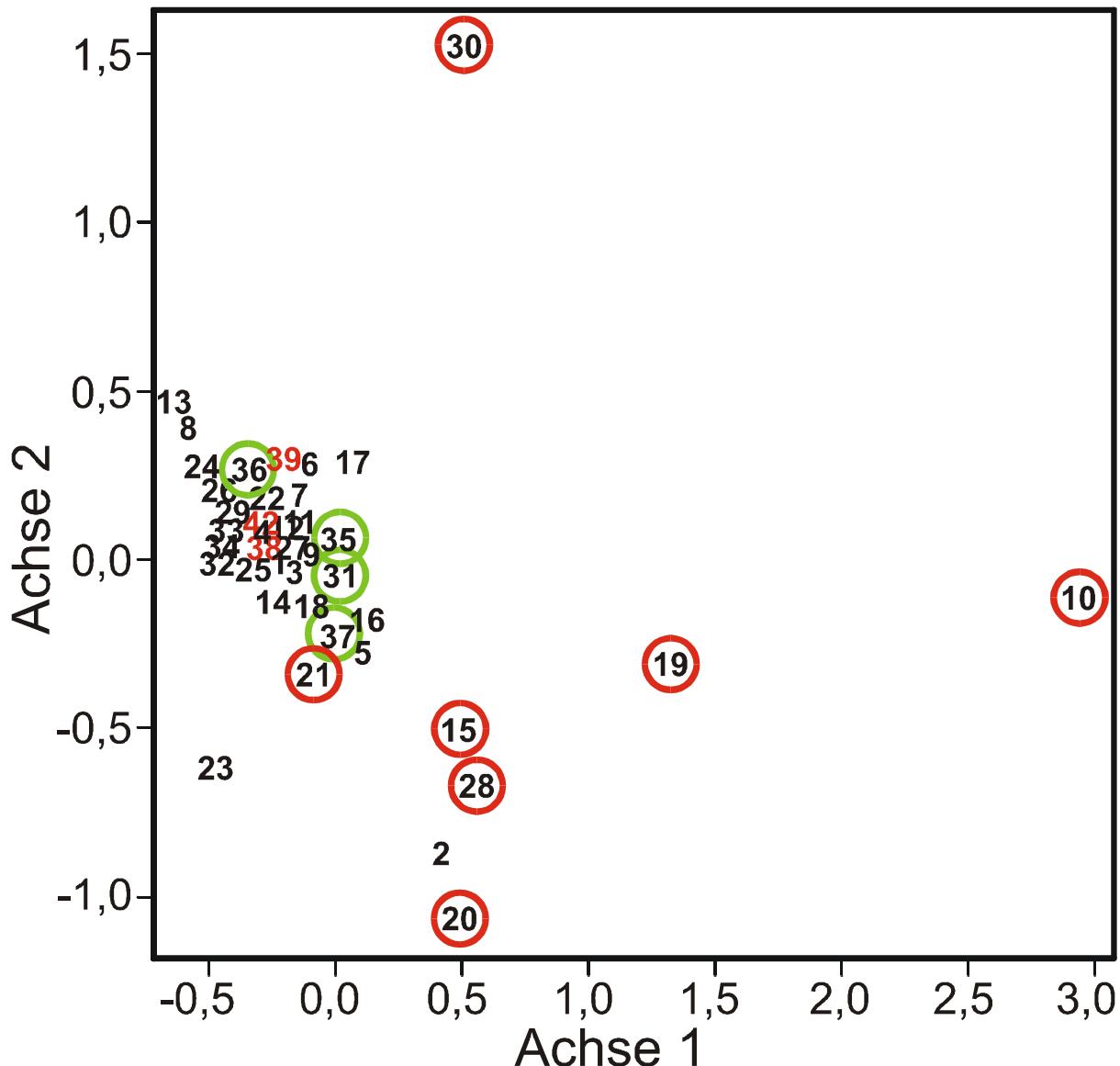
**Tab. 8:** Grundlegende Übersichtsparameter (Diatomeen-Objekte, Artenzahlen, nicht sicher bestimmte Diatomeen-Objekte) zu den Ergebnissen der Ringtestteilnehmer und Referenzzähler und Ergebnisse der Ähnlichkeitsanalysen mithilfe der Bray-Curtis-Distanzberechnung (Vergleich Teilnehmer mit Referenzzählern) für Probe D 2. Bei den Referenzzählern handelt es sich um die Labore 38, 39 und 42 (grün hinterlegt). **Labor** = Labor-Code, **Objekte** = Anzahl der gezählten Diatomeenobjekte, **NTZ** = Anzahl der Taxa, die während der Zählung gefunden wurden, **NTN** = Anzahl der Taxa, die während der Nachsuche gefunden wurden (Für Probe D 2 (Fließgewässer) war keine Nachsuche erforderlich), **NT>1** = Anzahl Taxa, für die relative Häufigkeiten von größer als 1,0 % ermittelt wurden, **%cf** = relative Anteile aller nicht sicher bestimmten Diatomeenobjekte (Taxa, die als „cf.“, „aff.“, „spec“ oder „Pennate“ bezeichnet wurden), die während der Zählung gefunden wurden, **Diff 1, 2, 3** = Bray-Curtis-Distanzen (Differenz der Teilnehmerergebnisse zu den Ergebnissen der drei Referenzzähler). Rot und fett markiert: Bray-Curtis-Distanzen außerhalb des 95 %-Konfidenzintervall. Weitere Erklärungen siehe Text.

<b>Labor</b>	<b>Objekte</b>	<b>NTZ</b>	<b>NTN</b>	<b>NT&gt;1</b>	<b>%cf</b>	<b>Diff 1</b>	<b>Diff 2</b>	<b>Diff 3</b>
<b>1</b>	400	20	0	15	13,5	0,3675	0,3369	0,4651
<b>2</b>	402	34	0	13	19,9	0,5054	0,5409	<b>0,6259</b>
<b>3</b>	515	28	0	15	0,2	0,4600	0,4466	0,5389
<b>4</b>	407	30	2	15	0,7	0,3442	0,3619	0,4790
<b>5</b>	463	35	0	12	2,4	0,4557	0,4449	<b>0,6344</b>
<b>6</b>	400	33	0	15	0,0	0,3639	0,3333	0,4440
<b>7</b>	500	35	10	15	3,6	0,4677	0,4992	<b>0,6421</b>
<b>8</b>	400	32	9	17	9,3	0,3971	0,4040	0,5345
<b>9</b>	410	23	0	10	1,0	0,2963	0,2327	0,3943
<b>10</b>	639	42	0	16	0,3	<b>0,8526</b>	<b>0,8470</b>	<b>0,8560</b>
<b>11</b>	400	21	0	13	0,0	0,3366	0,2902	0,4122
<b>12</b>	400	25	8	13	11,3	0,5297	0,5461	<b>0,6569</b>

Fortsetzung Tab. 8								
13	404	32	0	13	5,7	0,3832	0,4122	0,4982
14	459	36	0	13	0,0	0,3341	0,3314	0,4719
15	402	20	0	10	0,5	<b>0,6048</b>	<b>0,6010</b>	<b>0,6559</b>
16	405	38	6	9	0,7	0,4225	0,4876	0,5507
17	404	24	3	12	0,2	0,4770	0,4869	<b>0,5880</b>
18	400	28	3	13	5,3	0,4215	0,4650	0,4968
19	480	22	0	14	20,0	<b>0,8253</b>	<b>0,8312</b>	<b>0,8167</b>
20	444	24	1	16	0,0	<b>0,5802</b>	<b>0,5585</b>	<b>0,6309</b>
21	517	30	0	16	7,7	<b>0,5921</b>	<b>0,6012</b>	<b>0,5802</b>
22	412	24	0	10	8,5	0,3734	0,4084	0,4215
23	407	30	3	10	2,7	0,5109	0,5314	<b>0,6316</b>
24	400	26	3	12	4,3	0,3449	0,2774	0,4211
25	431	22	11	8	3,5	0,4409	0,4529	0,4538
26	427	21	0	9	0,0	0,3744	0,3668	0,3782
27	431	25	0	10	0,2	0,3335	0,2516	0,4433
28	402	14	0	8	0,0	<b>0,7600</b>	<b>0,7289</b>	<b>0,7966</b>
29	424	25	5	11	0,0	0,2920	0,2753	0,4756
30	446	28	4	13	0,4	<b>0,5810</b>	<b>0,5757</b>	<b>0,7294</b>
31	548	30	5	14	1,8	0,5499	<b>0,5760</b>	<b>0,6132</b>
32	407	24	0	9	1,0	0,2792	0,2699	0,4003
33	400	28	0	12	0,0	0,2881	0,2526	0,4716
34	443	39	0	12	4,1	0,2819	0,3180	0,4165
35	435	28	5	10	0,7	0,5389	<b>0,5529</b>	<b>0,6094</b>
36	487	23	0	13	0,0	<b>0,5709</b>	0,5400	<b>0,6442</b>
37	400	27	3	13	0,5	0,5068	<b>0,5523</b>	<b>0,6170</b>
38	406	35	0	11	3,2	0	0,2630	0,4363
39	412	30	6	11	0,5	0,2630	0	0,4092
42	503	22	6	12	15,5	0,4363	0,4092	0

Die Bray-Curtis-Distanzen bilden die Grundlage für die Bewertung der Zählergebnisse der einzelnen Labore. Um die durch das Konfidenzintervall vorgegebenen Grenzen vorsichtig zu interpretieren und um der Tatsache gerecht zu werden, dass die Referenzzählern in einigen Ergebnissen mehr oder weniger leicht voneinander abweichen, wurden nur die Zählergebnisse der Labore als ungenügend (Zertifikatsbezeichnung „nicht erfolgreich“) angesehen, die bei allen drei Referenzzählern außerhalb der Standardabweichung lagen. Dementsprechend konnten die Zählergebnisse der sieben Labore 10, 15, 19, 20, 21, 28 und 30 nur als „nicht erfolgreich“ auf den Zertifikaten gekennzeichnet werden (Tab. 8).

Um die Ergebnisse der Bray-Curtis-Distanzberechnung mit einem weiteren, unabhängigen Verfahren zu überprüfen bzw. abzusichern, wurde zusätzlich eine multivariate graphische Darstellung (DCA, Detrendet Correspondence Analysis) durchgeführt. Dargestellt sind in Abb. 3 die erste und zweite Achse der DCA; überprüft wurde auch die dritte Dimension, wobei die Bray-Curtis-Distanzberechnung im Ergebnis bestätigt wird. Die Proben der Referenzzählern sind als rote Zahlen dargestellt. Die Proben der Teilnehmer, die in der Abbildung keine weitere Kennzeichnung erfahren haben, stimmen basierend auf den Bray-Curtis-Distanzen gut mit den jeweiligen Ergebnissen der Referenzzählern überein. Die Proben der Teilnehmer, die grün umrandet dargestellt sind, liegen zu zwei Referenzzählern außerhalb des 95 %-Konfidenzintervall (Abb. 3). Die Ergebnisse dieser Labore wurden noch als erfolgreich auf den Zertifikaten vermerkt, obwohl taxonomische Unstimmigkeiten ersichtlich waren. Die rot umrandeten Proben liegen basierend auf den Bray-Curtis-Distanzen zu allen drei Referenzzählern außerhalb des 95 %-Konfidenzintervalls (Tab. 8, Abb. 3).



**Abb. 3:** Erste und zweite Achse der DCA basierend auf den Diatomeen-Ergebnissen aller Teilnehmer und Referenzzählern der **Probe D 2** (Fließgewässer, Alpen- bzw. Voralpenregion). Rote Zahlen = Referenzzählern, grün umrandete Proben liegen basierend auf den Bray-Curtis-Distanzen mindestens zu zwei Referenzzählern außerhalb des 95 %-Konfidenzintervall, rot umrandete Proben liegen basierend auf den Bray-Curtis-Distanzen zu drei Referenzzählern außerhalb des 95 %-Konfidenzintervall. Weitere Erklärungen siehe Text.

Neben der Bewertung der Zählergebnisse der einzelnen Ringtestteilnehmer basierend auf den Bray-Curtis-Distanzen wurden weiterhin, soweit das anhand der Zählergebnisse möglich war, Abweichungen von der Handlungsanweisung auf den Zertifikaten der Ringtestteilnehmer vermerkt (weiteres dazu siehe Kap. 2). Neben der Anzahl der zu zählenden Objekte (in Probe D 2 keine Abweichungen bei der Anzahl der gezählten Objekte) schreibt die Handlungsanweisung (Schaumburg et al. 2006) im Gegensatz zu Seeproben (Schaumburg et

al. 2011b) **nicht** vor, dass in den Fließgewässerproben im Anschluss an die Zählung die Probe nach seltenen Taxa durchgemustert werden soll. Von den 37 teilnehmenden Laboren haben jedoch 16 Labore eine Nachsuche durchgeführt bzw. nachgesuchte Taxa mit dem Wert „0“ in die Ergebnistabellen eingetragen (Tab. 8).

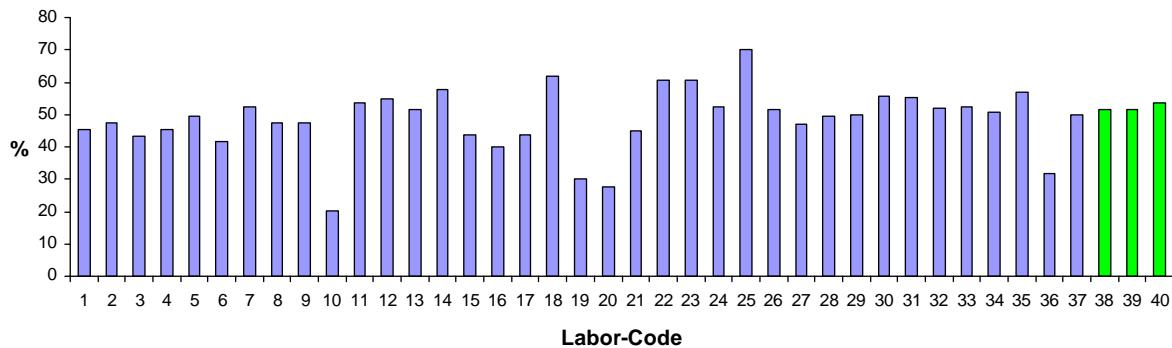
Die Ergebnisse der Labore 2, 8, 10, 15, 19, 23 und 30 zeigten deutlich, dass die Taxa-Bezeichnungen nicht der in der zum Zeitpunkt des Ringtests gültigen Handlungsanweisung geforderten aktuellen Bestimmungsliteratur entsprachen. Auch dies wurde auf den Zertifikaten vermerkt.

Neben den oben genannten taxonomischen Problemen und den Abweichungen von der Handlungsanweisung zeigte sich auch eine relativ große Variabilität beim Vergleich der Laborergebnisse basierend auf weiteren Parametern. So variiert beispielsweise die Anzahl der gezählten Taxa innerhalb der Ergebnisse der Ringtestteilnehmer von 14 bis 42 in Probe D 2 erheblich. Die Referenzzähler zählten 35, 30 bzw. 22 Taxa während der regulären Zählung (Tab. 8). Die Anzahl der Taxa, die einen relativen Anteil von mehr als 1 % ausmachen, schwankt zwischen 8 und 17 Taxa (Referenzzähler: 11-12; Tab. 8). Diese Parameter unterstreichen zusätzlich die Variabilität der unterschiedlichen Ergebnisse für eine Probe. In die Bewertung der Labore sind sie jedoch nicht eingegangen.

## 3.2 Taxonomische Probleme im Detail

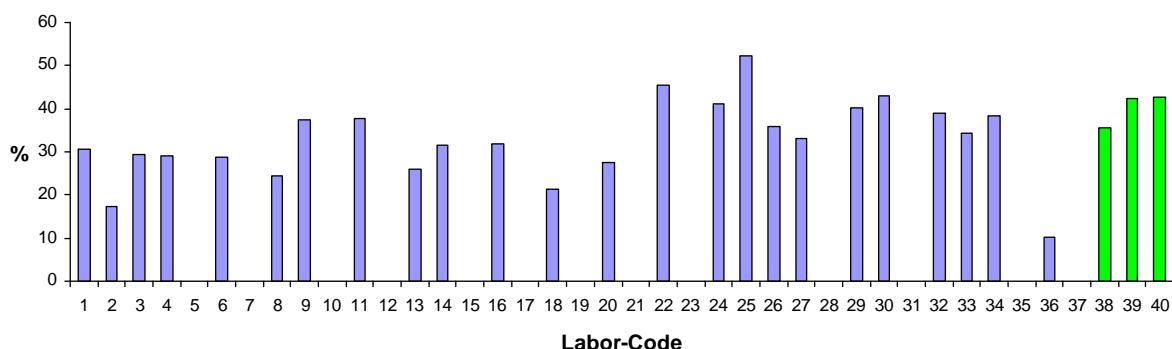
### 3.2.1 *Achnanthidium pyrenaicum* und *Achnanthidium minutissimum* in Probe D 2

Beim Vergleich der Zählergebnisse der 37 Teilnehmer des Ringtests zeigten sich in Probe D 2 taxonomische Probleme bezüglich der Bestimmung von *Achnanthidium pyrenaicum* (Hustedt) Kobayasi (Tafel 1: 1-4) und *Achnanthidium minutissimum* var. *minutissimum* (Kützing) Czarnecki (Tafel 1: 5-8). In dieser Probe wird die Summe aller *Achnanthidium-* und *Achnanthes*-Taxa (20,0-70,3 %, Mittelwert (MW): 48,5 %) (Abb. 4) hauptsächlich durch *A minutissimum* var. *minutissimum* (inklusive der Bezeichnung *Achnanthes minutissima* var. *minutissima*) (0,0-52,2 %, MW: 21,2 %) (Abb. 5) und *A pyrenaicum* (0,0-27,6 %, MW: 10,9 %) (Abb. 6) bestimmt. Die Referenzzähler wiesen *A minutissimum* var. *minutissimum* (35,7-42,7 %, MW: 40,3 %) und *A pyrenaicum* (9,2-13,7 %, MW: 11,3 %) in guter Übereinstimmung nach.



**Abb. 4:** Summe der relativen Anteile aller *Achnanthes-* bzw. *Achnanthidium-*Taxa aus Probe D 2. Blau: Ringtestteilnehmer, grün: Referenzzählern.

Von den 37 Teilnehmern fanden 13 Teilnehmer anstelle von *Achnanthidium minutissimum* var. *minutissimum* nur *Achnanthes minutissima* Kützing bzw. *Achnanthidium minutissimum* ohne Angabe einer weiteren Differenzierung der Varietäten (2,8-49,5 %, MW: 32,3 %) (Abb. 7). Ein Teilnehmer (Labor 18) zählte neben *A minutissimum* ohne Angabe einer weiteren Differenzierung der Varietäten zusätzlich noch *A minutissimum* var. *minutissimum* (Abb. 7).

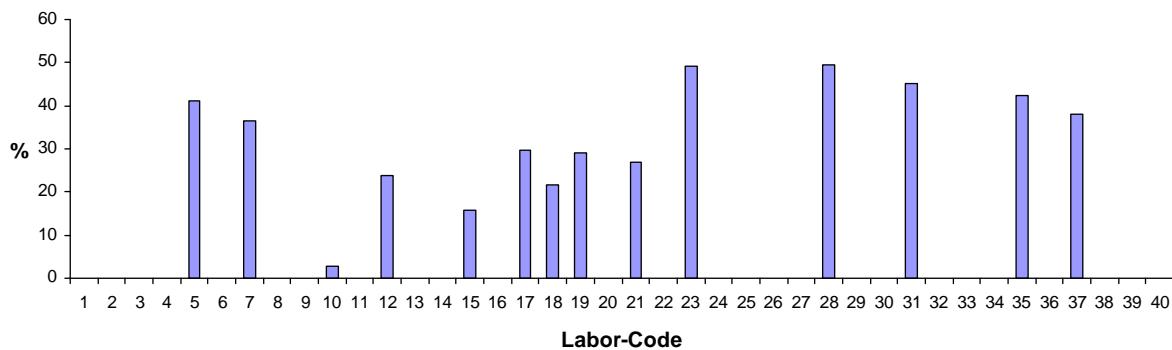


**Abb. 5:** Summe der relativen Anteile von *Achnanthes minutissima* var. *minutissima* bzw. *Achnanthidium minutissimum* var. *minutissimum* aus Probe D 2. Blau: Ringtestteilnehmer, grün: Referenzzählern.



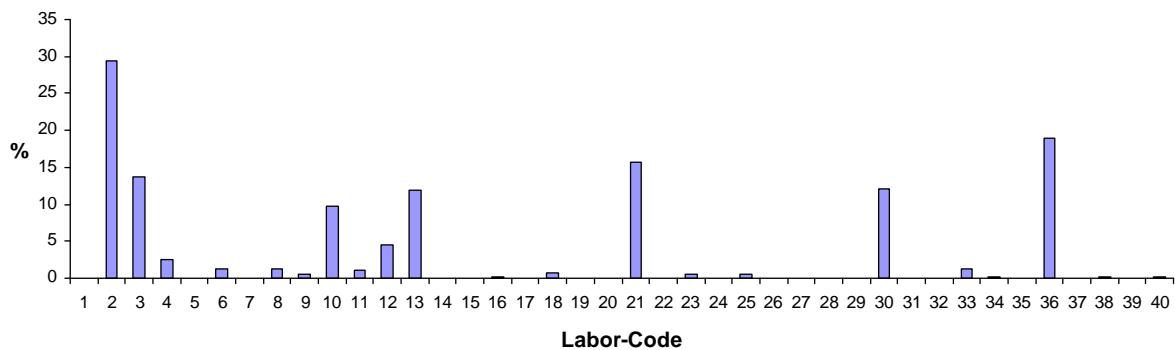
**Abb. 6:** Summe der relativen Anteile von *Achnanthidium pyrenaicum* aus Probe D 2. Blau: Ringtestteilnehmer, grün: Referenzzähler.

*Achnanthidium pyrenaicum* fanden 30 der 37 Teilnehmer (1,8-27,6 %, MW: 13,4 %) (Abb. 6). Zwei weitere Teilnehmer (Labore 21 und 36) fanden unterdurchschnittlich geringe Häufigkeiten von *Achnanthidium pyrenaicum* (Abb. 6). Drei Labore fanden anstelle von *Achnanthidium pyrenaicum* *Achnanthes biasolettiana* (Kützing) Grunow (11,2% Labor 2 und 3,8 % Labor 10) bzw. *Achnanthes biasolettiana* var. *biosolettiana* (11,7 % Labor 30) (Abb. 8). *Achnanthes biasolettiana* var. *biosolettiana* wird als Synonym von *Achnanthidium pyrenaicum* angesehen. Nach älterer Bestimmungsliteratur (z.B. Krammer & Lange-Bertalot 1986-2004) hätten diese drei Labore das Taxon korrekt bezeichnet. Jedoch ist die zu verwendende Literatur (Hofmann et al. 2011) in der Handlungsanweisung (Schaumburg et al. 2011b) klar genannt, so dass hierbei nicht nach Handlungsanweisung verfahren wurde. Weiterhin sei darauf hingewiesen, dass die Labore 2 und 10 die Varietäten von *Achnanthes biasolettiana* nicht getrennt haben. Hierbei ergibt sich jedoch das Problem, dass dabei nach Krammer & Lange-Bertalot (1986-2004, Band 2/4) zwei Taxa (aktuelle Bezeichnungen: *Achnanthidium pyrenaicum* und *Achnanthidium subatomus* (Hustedt) Lange-Bertalot) in Frage kommen könnten, die durch unterschiedliche ökologische Ansprüche gekennzeichnet sind, was eine ökologische Bewertung aufgrund dieser Ergebnisse erschweren bzw. verfälschen könnte (siehe Kap. 3.3).



**Abb. 7:** Summe der relativen Anteile von *Achnanthes minutissima* bzw. *Achnanthidium minutissimum* aus Probe D 2, wobei hier die Varietäten nicht differenziert wurden. Blau: Ringtestteilnehmer, grün: Referenzzähler (kein Nachweis).

Von den Laboren ohne Funde von *Achnanthidium pyrenaicum* und denen mit geringen Anteilen von *A. pyrenaicum* fanden die Labore 2, 3, 30 und 36 neben *Achnanthidium minutissimum* var. *minutissimum* noch *Achnanthes spec.*, *Achnanthidium spec.*, *Achnanthes biasolettiana*, *A. biasolettiana* var. *bisolettiana*, *Achnanthidium eutrophilum* (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot, *Achnanthes petersenii* Hustedt, *A. pusilla* Grunow, *Achnanthidium minutissimum* var. *jackii* (Rabenhorst) Lange-Bertalot und *A. cf. minutissimum* var. *jackii* (Abb. 8). Es kann hier wahrscheinlich davon ausgegangen werden, dass *Achnanthidium pyrenaicum* in Probe D 2 für diese Taxa gehalten wurde. Drei weitere Labore (19, 20, 28) von denen, die keine *A. pyrenaicum* gefunden haben, fanden generell nur *A. minutissimum* ohne Angabe einer weiteren Differenzierung der Varietäten. Hier wurden also *A. pyrenaicum* und *A. minutissimum* var. *minutissimum* generell nicht differenziert und als *A. minutissimum* ohne Angabe einer weiteren Differenzierung der Varietäten gezählt. Die Labore 10 (keine *A. pyrenaicum*) und 36 (sehr wenig *A. pyrenaicum*) fanden *Achnanthes biasolettiana* (Labor 10), *A. petersenii* (Labor 10), *Achnanthidium minutissimum* var. *jackii* (Labor 36) und *A. minutissimum* (Labore 10 und 36) ohne Angabe einer weiteren Differenzierung der Varietäten, wobei Labor 10 generell nur unterdurchschnittlich wenige *Achnanthes-* bzw. *Achnanthidium*-Taxa gefunden hat.



**Abb. 8:** Summe der relativen Anteile von *Achnanthes* spec., *Achnanthidium* spec., aller hier besprochenen Taxa, die mit „cf.“ bezeichnet wurden, *Achnanthes biasolettiana*, *Achnanthes biasolettiana* var. *biosolettiana*, *Achnanthidium eutrophilum*, *Achnanthes petersenii*, *Achnanthes pusilla* und *Achnanthidium minutissimum* var. *jackii* aus Probe D 2. Blau: Ringtestteilnehmer, grün: Referenzzähler.

Insgesamt stellte sich heraus, dass von den 37 teilnehmenden Laboren nur 17 beide Taxa (*A. pyrenaicum* und *A. minutissimum* var. *minutissimum*) in Größenordnungen gefunden haben, die mit denen der Referenzzähler weitgehend übereinstimmen. Es handelt sich hierbei um die Labore 1, 4, 6, 8, 9, 11, 14, 16, 22, 24, 25, 26, 27, 29, 32, 33 und 34. Weiterhin haben die Labore 13 und 18 ebenso wie die oben genannten 17 Labore *A. pyrenaicum* und *A. minutissimum* var. *minutissimum* in Größenordnungen gefunden, die mit denen der Referenzzähler relativ gut übereinstimmen. Jedoch haben diese beiden Labore zusätzlich noch *A. minutissimum* var. *jackii* (Labor 13) und *A. minutissimum* ohne Angabe einer weiteren Differenzierung der Varietäten (Labor 18) gefunden.

Bei allen weiteren 18 Laboren kann von erheblichen Bestimmungsproblemen bezüglich der beiden hier besprochenen Taxa ausgegangen werden, wobei hier fehlerhafte ökologische Bewertungen als Resultat der taxonomischen Probleme in der Praxis nicht auszuschließen sind (Kap. 3.3). So haben die Labore 2, 3, 20 und 30 nur *Achnanthidium minutissimum* var. *minutissimum*, aber keine *Achnanthidium pyrenaicum* gefunden. Andersherum haben die Labore 5, 7, 12, 15, 17, 21, 23, 31, 35 und 37 zwar *Achnanthidium pyrenaicum* aber nicht *Achnanthidium minutissimum* var. *minutissimum* gefunden. Die größten Probleme zeigten sich bei den Laboren 10, 19 und 28, die weder *Achnanthidium pyrenaicum* noch *Achnanthidium minutissimum* var. *minutissimum* gefunden haben.

Es kann festgestellt werden, dass die taxonomischen Probleme bezüglich der Bestimmung von *A. pyrenaicum* und *A. minutissimum* var. *minutissimum* mindestens zwei unterschiedliche Problemfelder beinhalten. Zum einen ist das die Verwechslung von *A. pyrenaicum* mit *A. minutissimum* var. *minutissimum* und anderen Taxa (Abb. 8) und zum anderen die Unterscheidung der Varietäten von *A. minutissimum*. Zusätzlich erschwerend erwies sich im Ringtest die gleichzeitige Anwendung älterer und neuerer taxonomischer Modelle bzw. Ansichten (*Achnanthes* bzw. *Achnanthidium*) von verschiedenen Teilnehmern, wobei als Ursache in den meisten Fällen eine unterschiedliche Nutzung älterer (Krammer & Lange-Bertalot 1986-2004) und neuerer (Hofmann et al. 2011) Bestimmungsliteratur angenommen werden kann. Hierbei wird nochmals erwähnt, dass die zu verwendende Literatur in der Handlungsanweisung (Schaumburg et al. 2011b) klar genannt wird. Bei Benutzung dieser Literatur (z.B. Hofmann et al. 2011) sollte *A. pyrenaicum* auch als diese bezeichnet werden und nicht, wie von den Laboren 2, 10 und 30, als *Achnanthes biasolettiana*.

Taxonomische Probleme ergaben sich in der Ringtestprobe D 2 bezüglich der Taxa *A. pyrenaicum*, *A. minutissimum* var. *minutissimum*, *A. minutissimum* var. *jackii*, *A. eutrophilum*, *Achnanthes petersenii*, *A. pusilla*. Neben diesen in den Ergebnissen des Ringtests genannten Taxa sind wir im Folgenden noch auf *Achnanthidium subatomus* (Hustedt) Lange-Bertalot eingegangen, die zwar von keinem Labor im Ringtest genannt wurde, jedoch sehr ähnlich zu *A. pyrenaicum* ist. Auf *A. straubianum* (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot wird hier kurz eingegangen, weil sie in Probe D 2 in sehr geringen Anteilen vorhanden war und eventuell auch mit den hier besprochenen Taxa verwechselt werden kann (Tab. 9).

Eine Verwechslung der beiden in Probe D 2 am häufigsten vorkommenden Taxa *A. pyrenaicum* und *A. minutissimum* var. *minutissimum* ist möglich, besonders von kleineren Exemplaren der Ersten und größeren Exemplaren der Zweiten, da sich die Größenspektren überschneiden. Bei Beachtung aller Merkmale, besonders der zu den Schalen-Enden hin sehr stark zunehmenden Streifendichte bei *A. pyrenaicum*, sollten jedoch Verwechslungen auf ein praktikables Minimum reduzierbar sein.

**Tab. 9:** Charakteristische Merkmale von kritischen Taxa um *Achnanthidium pyrenaicum* und *Achnanthidium minutissimum* var. *minutissimum*. Länge und Breite in µm, Striae bezogen auf 10 µm, R = Raphenschale, RL = raphenlose Schale, Striae-Dichte auf R und RL gleich, wenn nur eine Angabe vorhanden ist. Weitere Erklärungen siehe Text.

	<b>Länge</b>	<b>Breite</b>	<b>Striae</b>	<b>Kommentar</b>
<i>Achnanthidium pyrenaicum</i>	6-35	3-6	R: (15) 20-27 (40); RL: ø 18-24	Striae-Dichte
<i>Achnanthidium subatomus</i>	6-35	3-6	R: (15) 20-27 (40); RL: ø 18-24	Umriss, Punkte sichtbar
<i>A. minutissimum</i> var. <i>minutissimum</i>	5-25	2,5-4	~30	
<i>A. minutissimum</i> var. <i>jackii</i>	5-25	2,5-4	~26	
<i>Achnanthidium eutrophilum</i>	4-19	3-5	23-27	Umriss, Quotient Länge Breite
<i>Achnanthidium straubianum</i>	6-10	3-4	25-29	Umriss, Quotient Länge Breite
<i>Achnanthes petersenii</i>	8,5-42,5	4-5	26-36	Umriss, Striae- Stellung
<i>Achnanthes pusilla</i>	8,5-18	3,5-4,5	18-23	Umriss, Striae- Stellung

*Achnanthidium subatomus* unterscheidet sich von *A. pyrenaicum* durch den elliptischen bis linear-elliptischen Umriss ohne vorgezogene Enden und durch die Auflösbarkeit der Streifen in Punkte im Lichtmikroskop mindestens auf der raphenlosen Schale, was bei *A. pyrenaicum* nicht möglich ist.

*Achnanthidium minutissimum* var. *minutissimum* wird auch heute noch als heterogener taxonomischer Komplex angesehen (Hofmann et al. 2011), was auch in Zukunft für Bestimmungsschwierigkeiten sorgen wird. Einige ähnliche Taxa werden in Hofmann et al. (2011) genannt. *Achnanthidium minutissimum* var. *jackii* unterscheidet sich von der Nominatvarietät hauptsächlich durch die weiter gestellten Streifen. *Achnanthidium eutrophilum* hat einen höheren Länge-Breite-Quotienten und einen stärker rhombischen Umriss und stets einen einzeln stehenden Transapikalstreifen auf der Raphenschale. *A. straubianum* ist im Vergleich zu den beiden vorgenannten Taxa aufgrund ihres wenig variablen Umrisses und des eng begrenzten Quotienten aus Länge und Breite besser charakterisiert und somit sicherer zu bestimmen (Tab. 9).

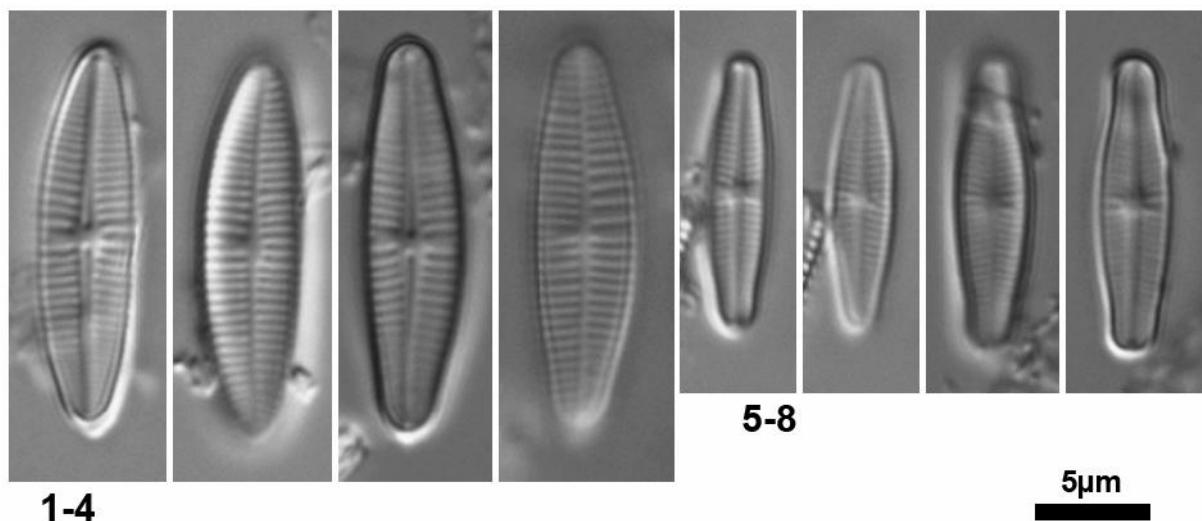
Weiterhin wurden im Ringtest die Namen *Achnanthes petersenii* und *Achnanthes pusilla* verwendet. Beide Taxa besitzen einen charakteristischen linear-elliptischen Umriss mit breit

gerundeten Enden wobei *A. petersenii* dichter gestreift ist (26-36 Striae auf 10 µm) als *A. pusilla* (18-23 Striae auf 10 µm). Beide Taxa könnten mit *Achnanthidium linearoides* verwechselt werden; diese besitzt jedoch 24-28 Striae auf 10 µm. Demgegenüber hat *A. petersenii* als charakteristisches Merkmal eine breitere meist bis zu den Rändern reichende Zentralarea auf der Raphenschale.

Viele weitere Taxa könnten in diesem Zusammenhang eingehend diskutiert werden. Beispielhaft seien hier noch die folgenden ähnlichen Taxa genannt: *Achnanthidium saprophilum* (Kobayasi & Mayama) Round & Bukhtiyarova, *Achnanthidium affine* (Grunow) Czarnecki, *Achnanthidium exile* (Kützing) Heiberg, *Achnanthidium kranzii* (Lange-Bertalot) Round & Bukhtiyarova, *Achnanthidium rivulare* Potapova & Ponader und *Achnanthidium pfisteri* Lange-Bertalot.

Abschließend kann generell empfohlen werden, bei den hier genannten Taxa immer die gesamte Merkmalskombination zu beachten. In Hofmann et al. (2011) wird empfohlen, bei der Gewässer-Qualitätsbewertung auf eine Unterscheidung von *A. minutissimum* var. *minutissimum* und *A. minutissimum* var. *jackii* zu verzichten. Dies ist jedoch bei der Nutzung der Phylib-Software problematisch, weil die beiden Arten unterschiedlich in die Bewertung einfließen (siehe Kap. 3.3). Wir empfehlen, diese Unterscheidung, soweit möglich, beim Zählen einer entsprechenden Probe primär durchzuführen und die beiden Taxa in diesem Falle fotografisch zu dokumentieren. So könnten kritische Proben bei späteren Vergleichen zur Klärung beispielsweise ökologischer Ansprüche, besser genutzt werden.

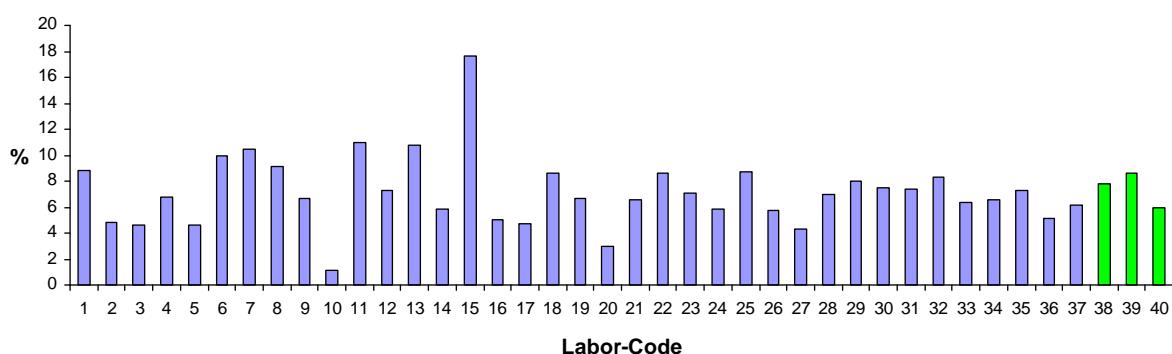
Für *Achnanthidium eutrophicum* empfehlen Hofmann et al. (2011) als zusätzliches Hilfskriterium zur taxonomischen Bestimmung die Gewässerqualität oder die Zusammensetzung der assoziierten Diatomeen-Taxa zu nutzen. Dies halten wir für einen Zirkelschluss und in der Praxis für sehr schwierig, da dem Diatomeenzähler in vielen Fällen die Gewässerqualität nicht bekannt ist bzw. sie über die Diatomeenarten überhaupt erst bestimmt werden soll und auch die assoziierten Diatomeen-Taxa nicht immer eine sichere Zuordnung erlauben. Auch hier wäre eine fotografische Dokumentation, besonders der kritischen Schalen, für eine spätere Beurteilung der Proben vorteilhaft, wobei es durchaus sinnvoll ist, diese Taxa primär als nicht sicher bestimmt („cf.“) zu bezeichnen.



**Tafel 1:** Lichtmikroskopische Aufnahmen von *Achnanthidium pyrenaicum* (**1-4**) und *Achnanthidium minutissimum* var. *minutissimum* (**5-8**) aus Probe D 2 (Drau, Österreich).

### 3.2.2 Kleine *Amphora*-Arten in Probe D 11

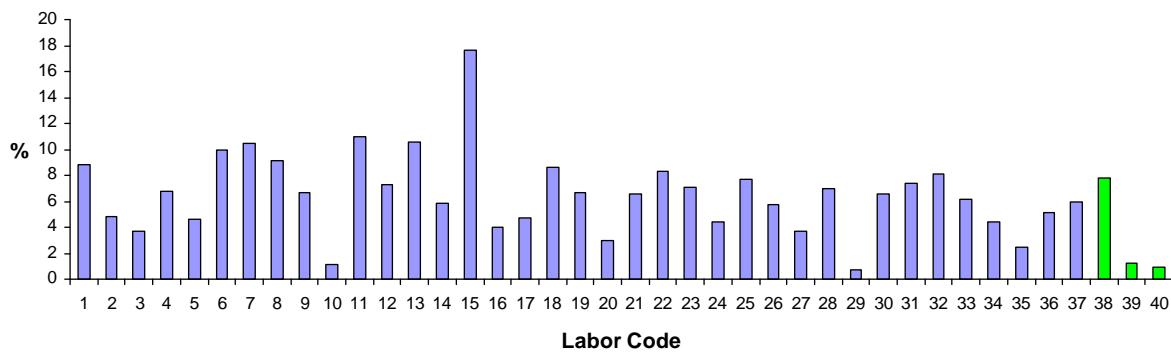
Erhebliche Bestimmungsprobleme hat es im Ringtest bezüglich der in den Proben D 11 und D 1.1 vorkommenden kleineren Arten der Gattung *Amphora* Ehrenberg (hier *A. inariensis* Krammer, *A. indistincta* Levkov und *A. pediculus* (Kützing) Grunow) gegeben. Die Ergebnisse und Probleme bezüglich dieser *Amphora*-Taxa sind in den Proben D 11 und D 1.1 sehr ähnlich. Aus diesem Grund werden im Folgenden nur die Ergebnisse der Probe D 11 dargestellt und besprochen.



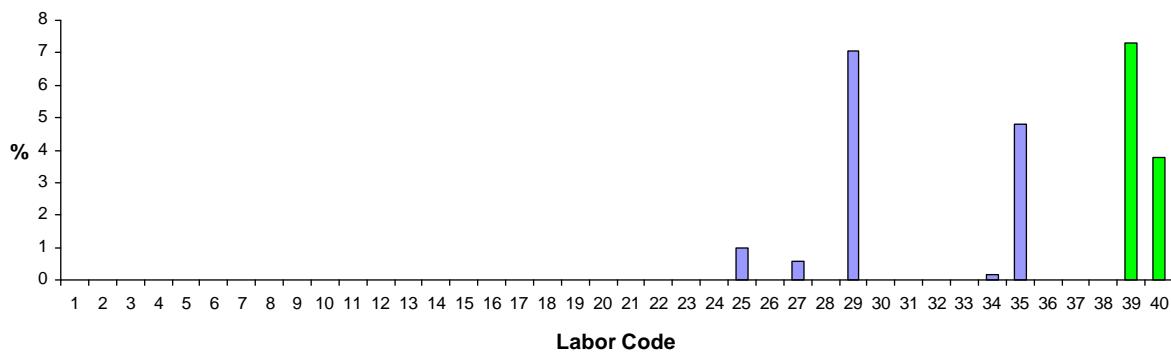
**Abb. 9:** Summe der relativen Anteile von *Amphora inariensis*, *A. indistincta* und *A. pediculus* aus Probe D 11 (inklusive „spec.“ und „cf.“). Blau: Ringtestteilnehmer, grün: Referenzzählner.

Die Ergebnisse bezüglich der Summe der kleinen *Amphora*-Arten in Probe D 11 (Abb. 9) sind mehr oder weniger einheitlich, wobei die meisten Ringtestteilnehmer (1,1-17,6 %, Mittelwert (MW): 7,2 %) mit den Referenzzählern (6,0-8,7 %, MW: 7,5 %) und diese auch untereinander gut übereinstimmen. Lediglich die Ergebnisse von Labor 10 (1,1 %) und Labor 15 (17,6 %) weichen hier signifikant ab.

Deutliche Probleme zeigten sich jedoch bei der Betrachtung der einzelnen Taxa. Alle Ringtestteilnehmer fanden *A. pediculus* in Probe D 11 (0,8-17,6 %, MW: 6,6 %) (Abb. 10). Auch die drei Referenzzählern fanden *A. pediculus* in Probe D 11 (0,9-7,8 %, MW: 3,3 %). Jedoch zeigten sich bei den Ergebnissen der Referenzzählern erhebliche Unterschiede (Abb. 10). Ein Referenzzähler fand nur *A. pediculus* (7,8 %) wohingegen die anderen beiden Referenzzählern *A. pediculus* (1,2 und 0,9 %) und *A. indistincta* (7,3 und 3,8 %) in Probe D 11 fanden. Von den Ringtestteilnehmern fanden nur fünf Labore die in der Probe D 11 vorhandene *A. indistincta* (Abb. 11).

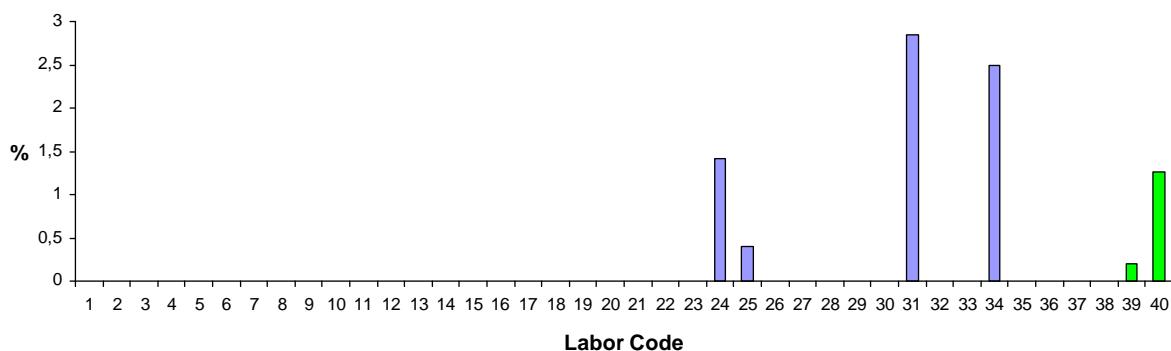


**Abb. 10:** Relative Anteile von *Amphora pediculus* aus Probe D 11. Blau: Ringtestteilnehmer, grün: Referenzzählern.



**Abb. 11:** Relative Anteile von *Amphora indistincta* aus Probe D 11. Blau: Ringtestteilnehmer, grün: Referenzzählern.

Neben der wahrscheinlichen Verwechslung von *A. pediculus* und *A. indistincta* zeigte sich ein weiteres für Diatomeen-Zählungen unter Umständen bedeutendes Problem bei den kleinen *Amphora* Arten. Von den 37 Teilnehmern und drei Referenzzählern haben 33 Teilnehmer und ein Referenzzähler alle kleinen *Amphora*-Arten nach ihren Angaben sicher bestimmt, das heißt, es wurden keine Taxa mit „spec.“ bzw. mit „cf.“ bezeichnet. Nur vier Labore und zwei Referenzzähler hatten Zweifel an der Identität einiger Schalen aus dieser Gruppe und haben dies durch die Bezeichnungen „spec.“ und „cf.“ kenntlich gemacht (Abb. 12). Wenn jedoch die Beschreibungen dieser Taxa (siehe Hofmann et al. 2011 und Levkov 2009) im Detail mit den in Probe D 11 vorhandenen kleinen *Amphora*-Arten verglichen werden, so stellt sich heraus, dass eine Reihe von Schalen aus Probe D 11 bei sorgfältigem Vorgehen keinem der in Hofmann et al. (2011) und Levkov (2009) beschriebenen *Amphora*-Taxa sicher zugeordnet werden kann (siehe dazu Tafel 2 und den Text weiter unten).



**Abb. 12:** Summe der relativen Anteile von *Amphora spec.* und allen kleinen *Amphora*-Taxa aus Probe D 11, die mit „cf.“ bezeichnet wurden. Blau: Ringtestteilnehmer, grün: Referenzzähler.

Neben den in der Probe D 11 tatsächlich vorhandenen *A. pediculus* und *A. indistincta* sowie den unsicheren Taxa („spec.“ und „cf.“) kamen noch weitere kleine *Amphora*-Arten vor (z.B. *A. inariensis*, *A. eximia* Carter, *A. aequalis* Krammer), die mehrfach von verschiedenen Ringtestteilnehmern nachgewiesen wurden. Diese Taxa waren jedoch in Probe D 11 sehr selten und erreichten nur geringe relative Anteile von deutlich unter 1 %, so dass ihr Auffinden oder Nicht-Auffinden während einer regulären Zählung nicht als Bestimmungs- oder Zählfehler, sondern als Zufallsfund angesehen werden kann.

Es kann zusammengefasst werden, dass es in dieser Gruppe neben der vermutlichen Verwechslung von *A. pediculus* und *A. indistincta* teilweise zu einer Benennung von *Amphora*-Schalen gekommen ist, die eine sichere Bestimmung vortäuscht und Unsicherheiten

anhand der Zählergebnisse nicht mehr erkennen lässt. So wurden beispielsweise von 30 teilnehmenden Laboren ausschließlich Schalen von *A. pediculus* in der Probe D 11 nachgewiesen, wobei Bestimmungsunsicherheiten nicht zum Ausdruck gebracht wurden (siehe Kap. 5 für eine ausführliche Diskussion zum Umgang mit taxonomischen Unklarheiten („cf.“, „aff.“, „spec.“)).

Zur Unterscheidung der kleinen *Amphora*-Arten:

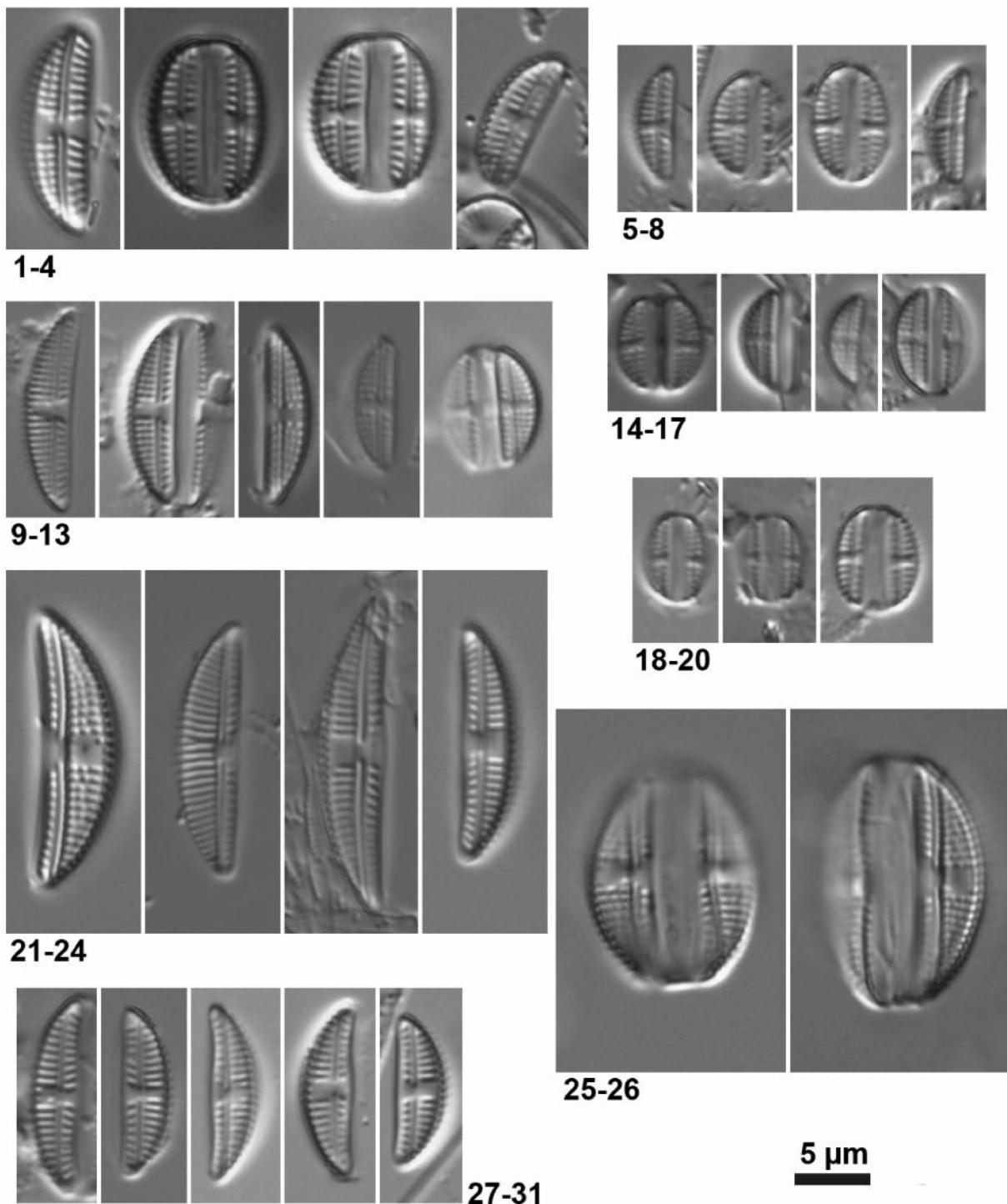
Im Gegensatz zu *A. pediculus* besitzt *A. indistincta* (wie auch *A. inariensis* und *A. subatomus*) keine punktiert erscheinenden Dorsalstreifen (Tab. 10). Bei *A. indistincta* sind die Enden nie, bei *A. pediculus* nur selten nach ventral geneigt. Die Raphenäste verlaufen bei *A. indistincta* bogig bis zu den zentralen Enden, bei *A. pediculus* sind sie annähernd gerade, jedoch ist dieses Merkmal im Lichtmikroskop nicht immer gut zu beurteilen.

*A. inariensis* und *A. minutissima* haben geringere Streifendichten als die anderen drei hier besprochenen *Amphora*-Arten und sie haben im Gegensatz zu diesen einen bauchigen Ventralrand. *A. subatomus* ähnelt in vielen Merkmalen *A. inariensis*, ist jedoch viel schmäler als diese und hat eine höhere Streifendichte (Tab. 10). Im Gegensatz zu *A. indistincta* hat *A. subatomus* spitz gerundete und nach ventral geneigte Ende und einen anderen Umriss.

Neben den hier besprochenen kleinen *Amphora*-Arten kommen auch noch weitere Taxa in Mitteleuropa vor. Auch dies muss bei der Bestimmung beachtet werden, zumal in Hofmann et al. (2011) nicht alle vorhandenen Arten dargestellt sind. Weiteres dazu siehe Hofmann et al. (2011) und Levkov (2009).

**Tab. 10:** Kritische Taxa aus dem Spektrum der kleinen *Amphora*-Arten basierend auf den Ergebnissen des Ringtests und einige messbare Dimensionen bzw. Hinweise zu ihrer Unterscheidung. Die Angaben zur Länge und Breite (in µm) beziehen sich auf eine Valve (eine Schalenhälfte), nicht auf die gesamte Frustel. Angaben aus Hofmann et al. (2011) und Levkov (2009).

Taxon	Länge	Breite	dorsal Striae/10µm	Kommentar
<i>A. inariensis</i>	15-28	3,5-6	15-17	Ventral bauchig
<i>A. minutissima</i>	13-20	3,5-4,5	17-18	Ventral bauchig, Enden spitz
<i>A. indistincta</i>	6-20	3-4	18-22	Umriss
<i>A. pediculus</i>	7-15	2,5-4	18-24	Dorsale Striae gepunktet
<i>A. subatomus</i>	9-20	2-3	18-22	Größe, Umriss



**Tafel 2:** Lichtmikroskopische Aufnahmen kleiner *Amphora*-Taxa aus Probe D 11 (Flachlandsee Krossinsee, Norddeutschland). **1-4:** *A. indistincta*; **5-8:** *A. cf. indistincta*; **9-13:** *A. pediculus*; **14-17:** *A. cf. pediculus*; **18-20:** *Amphora* spec.; **21:** *A. cf. copulata*; **22:** *A. eximia*; **23:** *A. inariensis*; **24:** *A. cf. subatomus*; **25:** *A. minutissima*; **26:** *A. cf. minutissima*; **27-31:** *A. cf. subatomus*.

Die hier (Tafel 2) als *A. cf. indistincta* bezeichneten Schalen 5-8 entsprechen in ihrer morphologischen Erscheinung weitgehend *A. indistincta*. Jedoch weichen sie in einigen verschiedenen messbaren Merkmalen von der Beschreibung in Levkov (2009) bzw. Hofmann et al. (2011) ab, so dass für diese Schalen die Bezeichnung „cf.“ gewählt wurde. So sind die Schalenhälften meist zu schmal (1,9-2,9 µm anstatt 3-4 µm) und die Streifendichte ist zu hoch (dorsal z.B. zumeist 24-25 anstatt 18-22 Striae in 10 µm).

Die als Nummer 14-17 abgebildeten Schalen, die hier als *A. cf. pediculus* bezeichnet wurden, entsprechen in ihrer morphologischen Erscheinung weitgehend *A. pediculus*; selbst die dorsalen Punkte sind trotz der geringen Größe der Schalen noch lichtmikroskopisch aufzulösen. Jedoch sind die Schalen zu klein (Länge 5,8-6,9 µm anstatt 7-15 µm, Breite der Schalenhälften 1,9-2,3 µm anstatt 2,5-4,0 µm) und haben eine zu hohe Streifendichte (z.B. dorsal 25 und mehr Striae in 10 µm anstatt 18-24 in 10 µm).

Die Schalen 18-20 sind noch kleiner als die Schalen 5-8 und 14-17 und weichen noch mehr von den Beschreibungen von *A. indistincta* und *A. pediculus* ab, so dass es noch schwieriger wird, diese Taxa zuzuordnen. Aus diesem Grund wurden sie hier als *Amphora* spec. bezeichnet.

Die Schalen 21-26 stammen zwar auch aus Probe D 11, sind hier aber hauptsächlich zu Vergleichszwecken dargestellt. Verwechslungen mit den hier besprochenen kleinen *Amphora*-Arten (siehe Tab. 10) könnten unter Umständen möglich sein, sollten aber bei Beachtung der gesamten Merkmalskombinationen weitgehend ausgeschlossen werden können. Schale 21 (*A. cf. copulata*) wurde als „cf.“ bezeichnet, da sie etwas zu kurz ist (Länge 18,7 µm anstatt 19-42 µm) und zu viele Striae in 10 µm besitzt (dorsal 18 anstatt 14-16). Schale 26 (*A. cf. minutissima*) wurde als „cf.“ bezeichnet, weil sie etwas zu breit ist (Breite der Schalenhälfte 4,8 µm anstatt 3,5-4,5 µm), eine zu hohe Streifendichte hat (dorsal 20 anstatt 17-18 Striae/10 µm) und eine abweichend ausgebildete Zentralarea besitzt als in Levkov (2009) angegeben ist.

Die Schalen 27-31 entsprechen anhand ihrer morphologischen Erscheinung und den im Lichtmikroskop messbaren Dimensionen ganz klar *A. subatomus*. Für die Bezeichnung „cf.“ haben wir uns hier vorerst dennoch entschieden, da hier keine elektronenmikroskopischen Untersuchungen durchgeführt wurden und da nach Levkov (2009) *A. subatomus* bisher nur aus dem zentralafrikanischen Tanganjikasee bekannt ist. Die Schale 24 wurde aus demselben Grund mit „cf.“ bezeichnet, wobei sie zusätzlich noch etwas zu breit ist (Breite der Schalenhälfte 3,5 µm anstatt 2-3 µm).

Es bleibt letztlich zu vermuten, dass von den hier besprochenen *Amphora*-Taxa besonders *A. indistincta* und *A. pediculus*, und zu einem gewissen Grad auch *A. copulata*, *A. inariensis* und *A. minutissima*, größere morphologische Spektren besitzen, als in der Bestimmungsliteratur (Levkov 2009, Hofmann et al. 2011) angegeben wurde. Dementsprechend erscheint es durchaus möglich, dass die Schalen 5-8 (*A. cf. indistincta*), 14-17 (*A. cf. pediculus*) und auch die Schalen 21 (*A. cf. copulata*) und 26 (*A. cf. minutissima*) den jeweiligen Taxa angehören könnten. Solange jedoch nicht weitere taxonomische bzw. morphologische Untersuchungen diesbezüglich Klärung verschaffen, sollten diese Schalen primär als „cf.“ gezählt und nachvollziehbar dokumentiert und ausschließlich für eine ökologische Bewertung mit den sicher bestimmten Taxa zusammengefasst werden (siehe auch Kap. 5).

Problematisch bleibt die Situation bei den Schalen 18-20 (*Amphora* spec.), da aufgrund der sehr stark abweichenden messbaren Dimensionen eine Zuordnung kaum noch vertretbar ist. Auch hier müssen weitere morphologische und taxonomische Untersuchungen Klärung schaffen. Aus verschiedenen Gründen ist weiterhin die aktuelle Situation bei den Schalen 24; 27-31 (*A. cf. subatomus*) und 26 (*A. cf. minutissima*) als problematisch anzusehen. Beide Taxa sind in der Phylib-Software 4.1 nicht enthalten (demgegenüber kommt *A. minutissima* nach Levkov (2009) in Europa weit verbreitet vor), was automatisch zu Problemen bei der Berechnung des ökologischen Zustands führt (siehe Kap. 3.3), denn sie müssten – um sie bei den Zählergebnissen nicht zu unterschlagen – als *Amphora* spec. eingetragen werden. Beide Taxa werden jedoch in Flüssen und Seen des norddeutschen Tieflandes stetig gefunden (Dreßler, Werner unveröffentlichte Daten). Es handelt sich bei den hier abgebildeten Schalen durchaus nicht um Ausnahmefunde. Es bleibt also zu hoffen, dass beide Taxa in die Phylib-Software 4.1 aufgenommen werden (siehe Kap. 3.3) und dass Untersuchungen zum Vorkommen und zur Ökologie besonders von *A. subatomus* durchgeführt werden, um zu klären ob es sich beispielsweise bei den hier abgebildeten Schalen 24; 27-31 tatsächlich um *A. subatomus* oder um ein noch nicht beschriebenes Taxon handelt.

#### Empfehlungen:

Besonders zur Unterscheidung der kleinen *Amphora*-Arten ist es unerlässlich, die gesamte Merkmalskombination zu beachten. Weiterhin können – wie auch in der hier besprochenen Ringtestprobe D 11 – verschiedene kleinschalige Arten der Gattung *Amphora* durchaus in der gleichen Probe vorkommen. Es kann also beim Vorhandensein von erhöhten Anteilen kleinerer *Amphora*-Taxa die Notwendigkeit bestehen, immer wieder bei verschiedenen

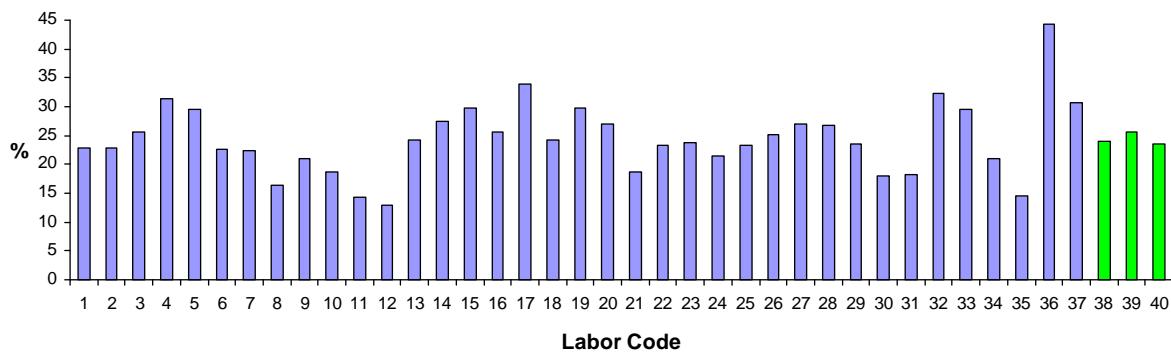
Schalen die Identität zu überprüfen. Es sollten nicht einige wenige Schalen vermessen und bestimmt werden – wie nach Angaben einiger Ringtestteilnehmer in der Praxis durchaus üblich – und alle weiteren, ähnlich aussehenden Schalen vorbehaltlos demselben Namen zugeordnet werden. Weiterhin hat sich bei der Taxonomie der Gattung *Amphora* in den letzten Jahren viel getan. Einen groben Überblick geben Hofmann et al. (2011), wobei hier nicht alle in Deutschland vorkommenden Taxa aufgeführt sind. Es ist also unerlässlich auch weitere Literatur für die Bestimmung kleinere *Amphora*-Arten zu nutzen (z.B. Levkov 2009).

Oftmals wird empfohlen, ökologische Angaben für die Diatomeen-Bestimmung als zusätzliches Kriterium zu nutzen. Jedoch sollten ökologische Angaben wie in Hofmann et al. (2011) (z.B. soll *A. indistincta* im Gegensatz zu *A. pediculus* in nährstoffärmeren Gewässern leben) bei der Bestimmung nicht genutzt werden, da sie oftmals nicht ausreichend verifiziert sind (*A. indistincta* und *A. pediculus* kommen trotz ihrer nach Hofmann et al. (2011) unterschiedlichen ökologischen Amplitude häufig gemeinsam vor). Darüber hinaus werden bei Routinezählungen in der Praxis die Diatomeengemeinschaften genutzt, um den ökologischen Zustand eines Gewässers zu bestimmen, der dem Diatomeenbearbeiter in vielen Fällen nicht bekannt ist, wobei es ein Zirkelschluss wäre, anhand der ökologischen Angaben Diatomeenarten zu bestimmen und mit diesen dann wiederum den ökologischen Zustand zu bestimmen. Taxa, die laut Literatur im jeweiligen Gewässer bzw. Gewässertyp nicht vorkommen sollen, sollten bei der Bestimmung jedoch nicht außer Acht gelassen werden. Das gleiche wie für die ökologischen Angaben gilt auch für die Literaturangaben zur geografischen Verbreitung und zu den Angaben zum Gewässertyp.

Ein weiteres Problem – nicht nur bei den kleineren *Amphora*-Arten – ist die Tatsache, dass Fotografien der jeweiligen Taxa in der Bestimmungsliteratur in einigen Fällen nicht die in den verbalen Beschreibungen genannten Merkmale zeigen, bzw. nicht mit diesem übereinstimmen. So sind die im Lichtmikroskop sichtbaren Punkte bei den dorsalen Streifen von *A. pediculus* auf den meisten Fotos in Hofmann et al. (2011; Seite 785) nicht zu erkennen. Ähnliche Unstimmigkeiten zeigen sich diesbezüglich bei *A. inariensis*, die mindestens 15 µm lang sein soll, von der jedoch in Hofmann et al. (2011) auf Tafel 91, Abbildung 9, Seite 785 eine Schale unter dem Namen *A. inariensis* abgebildet ist, die nur 11,3 µm lang ist. Es sollten also immer die verbalen Beschreibungen und nicht ausschließlich messbare Werte wie Länge und Breite der Schalen und die Fotos alleine für die Bestimmung genutzt werden.

### 3.2.3 *Cocconeis placentula*-Aggregat und ähnliche Taxa in Probe D 11

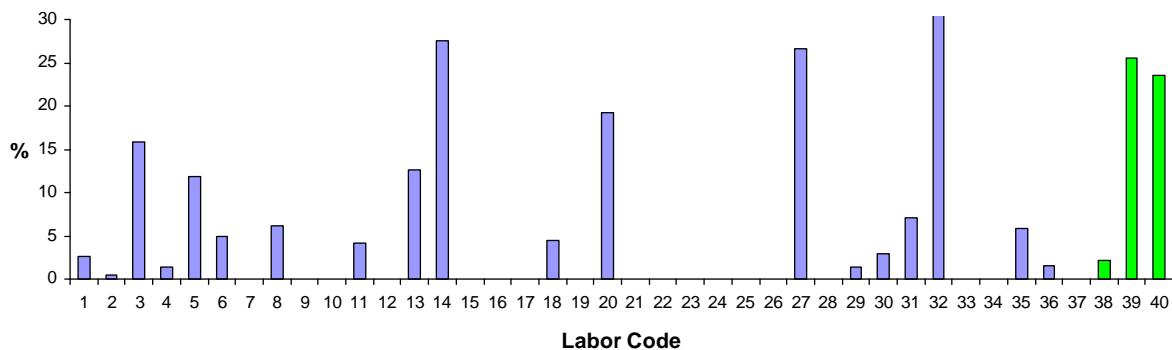
Die größten Probleme zeigten sich bei der Bestimmung von *Cocconeis placentula* Ehrenberg in der Probe D 11 bezüglich der Unterscheidung der Varietäten *euglypta* (Ehrenberg) Grunow und *lineata* (Ehrenberg) van Heurck. Zu einem gewissen Anteil gab es auch Probleme bezüglich der Nominatvarietät.



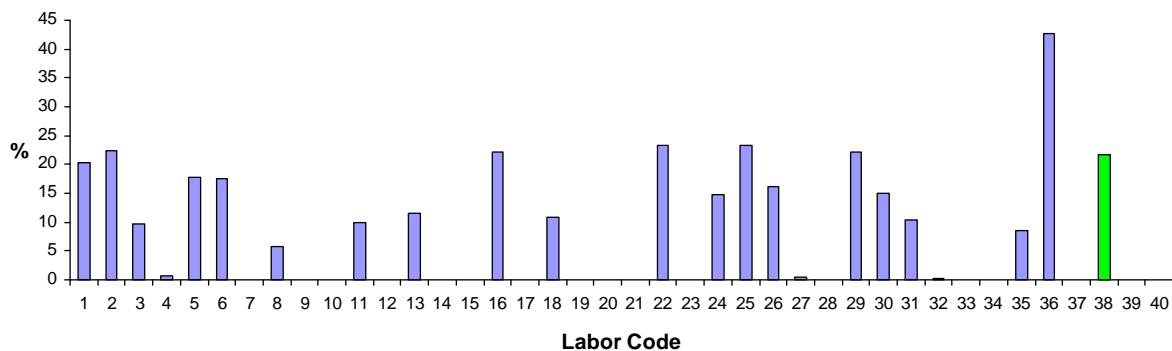
**Abb. 13:** Summe der relativen Anteile von *Cocconeis placentula* var. *lineata*, var. *euglypta*, var. *placentula* und *C. placentula* ohne Differenzierung der Varietäten aus Probe D 11. Blau: Ringtestteilnehmer, grün: Referenzzähler.

Alle 37 Labore haben *C. placentula* als Varietät *euglypta*, *lineata* oder *placentula* oder als *C. placentula* ohne Differenzierung der Varietäten gefunden (12,9-44,3 %, Mittelwert (MW): 24,4 %) (Abb. 13). 19 Labore fanden *C. placentula* var. *lineata* (0,5-31,8 %, MW: 9,9 %) (Abb. 14) und 22 Labore fanden *C. placentula* var. *euglypta* (0,2-42,8 %, MW: 14,8 %) (Abb. 15). 14 Labore fanden *C. placentula* ohne Angabe der Varietäten (2,8-33,9 %, MW: 21,9 %) (Abb. 16). Nur drei dieser 14 Labore gaben noch an, mindestens eine der hier besprochenen Varietäten von *C. placentula* gefunden zu haben. Elf Labore fanden *C. placentula* var. *placentula* (0,18-29,7 %, MW: 7,6 %) (Abb. 17), von denen zwei (Labor 15 und 23) keine anderen Varietäten von *C. placentula* fanden.

Aufgrund der Ergebnisse der Referenzzähler kann davon ausgegangen werden, dass das Vorkommen von *C. placentula* fast ausschließlich durch die Varietäten *euglypta* und/oder *lineata* in der Probe D 11 dominiert wurde. Zwei Referenzzähler fanden ausschließlich *C. placentula* var. *lineata* (25,5 % bzw. 23,5 %). Der dritte Referenzzähler fand 21,7 % *C. placentula* var. *euglypta* und 2,2 % *C. placentula* var. *lineata*. Andere Varietäten als *euglypta* und *lineata* wurden von den Referenzzählern in der Probe D 11 nicht gefunden.



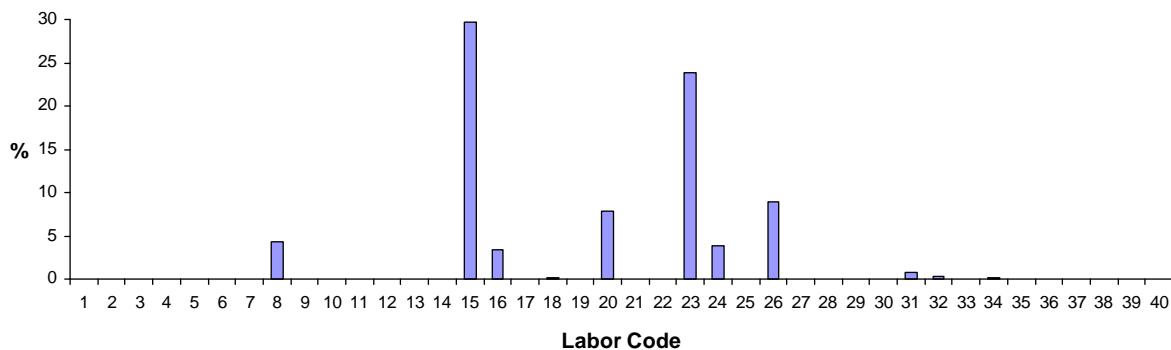
**Abb. 14:** Relative Anteile von *Cocconeis placentula* var. *lineata* aus Probe D 11. Blau: Ringtestteilnehmer, grün: Referenzzählner.



**Abb. 15:** Relative Anteile von *Cocconeis placentula* var. *euglypta* aus Probe D 11. Blau: Ringtestteilnehmer, grün: Referenzzählner.



**Abb. 16:** Relative Anteile von *Cocconeis placentula* ohne Differenzierung der Varietäten aus Probe D 11. Blau: Ringtestteilnehmer, grün: Referenzzählner.



**Abb. 17:** Relative Anteile von *Cocconeis placentula* var. *placentula* aus Probe D 11. Blau: Ringtestteilnehmer, grün: Referenzzähler.

Es wird anhand der Zählergebnisse der Teilnehmer und auch der Referenzzähler aus Probe D 11 offensichtlich, dass erhebliche Schwierigkeiten bei der Unterscheidung der Varietäten *euglypta* und *lineata* bestehen. Daneben kam es bei einigen Laboren zu Verwechslungen von *C. placentula* var. *placentula* mit den Varietäten *euglypta* bzw. *lineata*. Hierbei wird es sich wahrscheinlich um Fehlbestimmungen handeln. Dies gilt insbesondere für die Labore 15 und 20, die ausschließlich *C. placentula* var. *placentula* gefunden haben.

Die Probleme um die Taxonomie der Varietäten von *C. placentula* sind sehr weit reichend, da einerseits verschiedene Autoren basierend auf unterschiedlichen Merkmalen die Varietäten beschrieben haben (siehe z.B. Ehrenberg 1838, Grunow 1884, Van Heurck 1885, Geitler 1927) und andererseits Geitler, der einen Großteil der Varietäten beschrieben hat, neben morphologischen Merkmalen auch Lebensformen, den Modus der Auxosporenbildung und andere Merkmale für die Trennung der Varietäten genutzt hat (Geitler 1958, 1982). Hierbei sei nur kurz darauf hingewiesen, dass Geitler (1982) im Großen und Ganzen seine Varietäten aus nur einem Gewässer beschrieben hat und auch nicht an Klonkulturen gearbeitet hat. Es ist weiterhin auch noch nicht abschließend geklärt, ob das Auftreten der unterschiedlichen Modi der Auxosporenbildung, die Geitler beschrieben hat, eventuell nicht auch durch verschiedene Umwelteinflüsse gesteuert sein kann (Mann 1999). Problematisch erweist sich in diesem Zusammenhang, dass das System von Geitler (1982) nun auf in Europa und weltweit vorkommende Funde von *C. placentula* angewandt wird. Darüber hinaus gibt es unterschiedliche Konzepte bezüglich der morphologischen Abgrenzung der Varietäten von *C. placentula* (siehe z.B. Hustedt 1930, Krammer & Lange-Bertalot 1986-2004, Jahn et al. 2009, Romero & Jahn 2013), die auch teilweise heute noch nebeneinander in der Praxis genutzt werden, was ebenfalls zu Problemen bei der Bestimmung der Varietäten führen kann.

Für die Unterteilung der Varietäten wird in Hofmann et al. (2011) auf Krammer & Lange-Bertalot (1986-2004) verwiesen. Darüber hinaus wird an gleicher Stelle aber auch empfohlen, die Varietäten von *C. placentula* im Rahmen von Gewässer-Gütebewertungen vorläufig nicht zu trennen (Ausnahme: *Coccconeis pseudolineata* (Geitler) Lange-Bertalot). Dies könnte neben den morphologischen Problemen ein Grund dafür sein, dass im Ringtest 14 Labore *C. placentula* ohne Angabe der Varietäten in der Probe D 11 gefunden haben. Bei der Anwendung des Phylib-Verfahrens (Schaumburg et al. 2006, 2011b) sollte jedoch eine Trennung der Varietäten erfolgen, da sich in der Phylib-Software (Stand 2012) die Varietäten bezüglich ihrer Trophie-Werte und Gewichtungen unterscheiden (siehe Tab. 11 und Kap. 3.3), was in der Anwendung zu unterschiedlichen Bewertungsergebnissen führen wird.

**Tab. 11:** Saprobie- bzw. Trophie-Werte (S bzw. T) und Gewichtungen (G) einiger Varietäten von *Coccconeis placentula* für Fließgewässer und Seen, wie sie in der aktuellen Phylib-Software (Stand 2012) hinterlegt sind bzw. zur Anwendung kommen.

Taxon	Fließgewässer				Seen		
	S	G	T	G	TI Nord	TI Süd	G
<i>C. placentula</i> aggr.	1,8	2,0	2,6	2,0	3,45	-	-
var. <i>euglypta</i>	-	-	2,3	2,0	-	-	-
var. <i>lineata</i>	-	-	2,3	2,0	2,93	-	-
var. <i>placentula</i>	1,8	2,0	2,6	2,0	3,45	-	-
var. <i>tenuistriata</i>	-	-	-	-	-	-	-

Die Unterscheidung der Varietäten soll nach Krammer & Lange-Bertalot (1986-2004) anhand der im Lichtmikroskop erkennbaren Feinstruktur der raphenlosen Schalen erfolgen (Tab. 12). Hiernach lassen sich die Varietäten *placentula* und *tenuistriata* gut anhand der Streifenanzahl in 10 µm unterscheiden. Problematisch wird dies bei den häufig vorkommenden Varietäten *lineata* und *euglypta*, da die Streifenanzahl und auch die Anzahl der Punkte je Streifen von *euglypta* komplett im Spektrum von *lineata* liegen (Tab. 12). Weiterhin sollen die Areolen von *euglypta* robuster sein als die von *lineata*, wohingegen die Streifen von *lineata* kräftig punktiert erscheinen sollen (Krammer & Lange-Bertalot 1986-2004). Hierbei ist jedoch nicht klar, was der Unterschied zwischen robusten und kräftigen Punkten sein soll. Bei *lineata* sollen die Punkte vielfach strichförmig verbreitert sein und etwas isoliert voneinander stehen, wobei die Längsreihen etwas unregelmäßig oder zickzackförmig gewellt sein sollen.

Alles in allem bleibt es schwierig anhand dieser eher unscharfen Merkmale die Varietäten *euglypta* und *lineata* klar voneinander abzugrenzen. Dies wird auch die widersprüchlichen Ringtestergebnisse im Bezug auf die Varietäten *euglypta* und *lineata* erklären helfen (siehe Abb. 14 und 15). Problematisch im Zusammenhang mit den textlichen Beschreibungen der Varietäten *euglypta* und *lineata* ist auch die Tatsache, dass die Abbildungen der Varietäten in Krammer & Lange-Bertalot (1986-2004) nicht in allen Punkten mit den Merkmalen im Text in Übereinstimmung zu bringen sind. Siehe hierzu beispielsweise die Figuren 17 und 18 (Tafel 53, Seite 354) von *C. placentula* var. *euglypta* in Krammer & Lange-Bertalot (2004) mit deutlich mehr als fünf Areolen je Streifen, wobei auch die Längsreihen in diesen beiden Abbildungen als unregelmäßig bezeichnet werden könnten. Letztlich sei hier darauf hingewiesen, dass neben den hier genannten Varietäten noch eine Reihe weitere Varietäten existiert, die hier nicht besprochen wurden.

**Tab. 12:** Ausgewählte Angaben zur Unterscheidung der Varietäten von *Cocconeis placentula* anhand der raphenlosen Schalen. Quelle: Krammer & Lange-Bertalot (1986-2004). Areolenlängsreihen werden in der Tabelle als Reihen bezeichnet.

Taxon	Länge µm	Striae/10µm	Punkte/Stria	Kommentar
<i>C. placentula</i> -Aggr.	7,5-98	13-36		
var. <i>euglypta</i>	10-46	19-22	3-5	Reihen regelmäßig
var. <i>lineata</i>	10-80	16-23	3-10	Reihen unregelmäßig (zickzack)
var. <i>placentula</i>		24-26		zart punktiert
var. <i>tenuistriata</i>	12-38	26-32(38)		sehr zart punktiert

Aufgrund des momentan unzureichenden Kenntnisstandes bezüglich der Taxonomie und Ökologie der Varietäten von *C. placentula* ist es schwierig, Empfehlungen für die Praxis auszusprechen. Weitere taxonomische und ökologische Arbeiten sind in diesem Zusammenhang notwendig und die Empfehlungen zum Umgang mit diesem Problem können sich jederzeit ändern.

Am häufigsten kommen in europäischen Gewässern die Varietäten *euglypta* und *lineata* und zu einem gewissen Grad auch die Nominatvarietät und var. *tenuistriata* vor. Daneben tritt häufig auch die in den Artrang erhobene *C. pseudolineata* auf. Generell sollten alle Varietäten soweit wie möglich getrennt werden. Ohne größere Probleme sollte dies bei den Varietäten *placentula*, *intermedia*, *rouxii*, *tenuistriata*, *klinoraphis* und bei *C. pseudolineata* anhand der

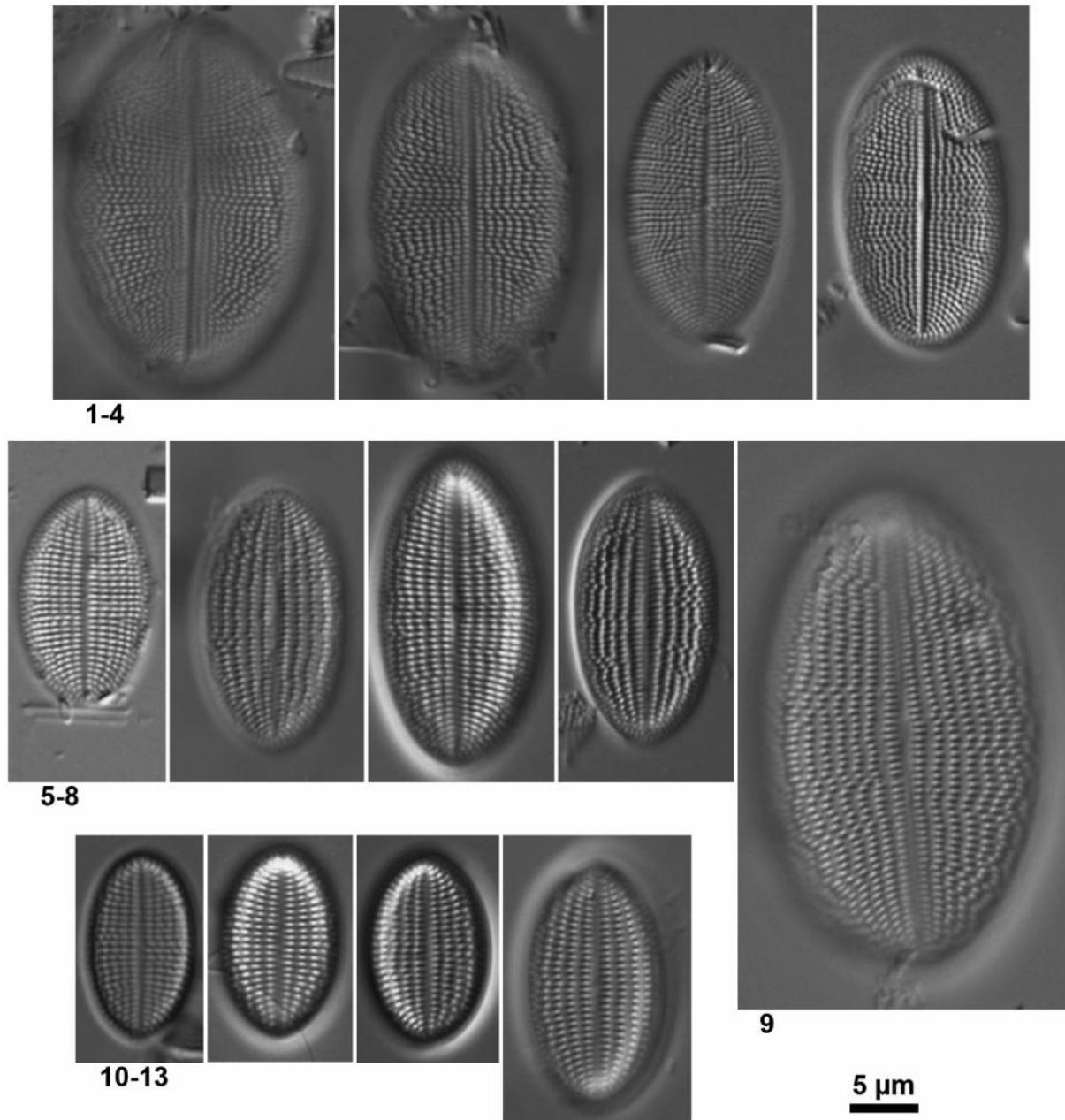
raphenlosen Schalen möglich sein. Die Varietäten *euglypta* und *lineata* könnten für eine spätere Bewertung zusammengefasst werden, sollten jedoch beim Zählen einer Probe primär getrennt, fotografisch dokumentiert und textlich kurz erläutert werden. Hierbei bleibt immer die Möglichkeit bestehen, spätere Änderungen der Benennung, auch in Hinblick auf eine Gewässer-Bewertung, durchführen zu können. In diesem Zusammenhang empfehlen wir als provisorische, aber nachvollziehbare, pragmatische Lösung bei der Anwendung des Phylib-Verfahrens (Schaumburg et al. 2006, 2011b), die Varietäten *euglypta* und *lineata* unter dem Namen *C. placentula* var. *euglypta* zusammenzufassen, weil die in der Phylib-Software (Stand 2012) hinterlegten Saprobie- bzw. Trophie-Werte der Varietät *euglypta* mit denen der Varietät *lineata* übereinstimmen (Fließgewässer) oder die Varietät *euglypta* keinen Wert besitzt (siehe Tab. 11).

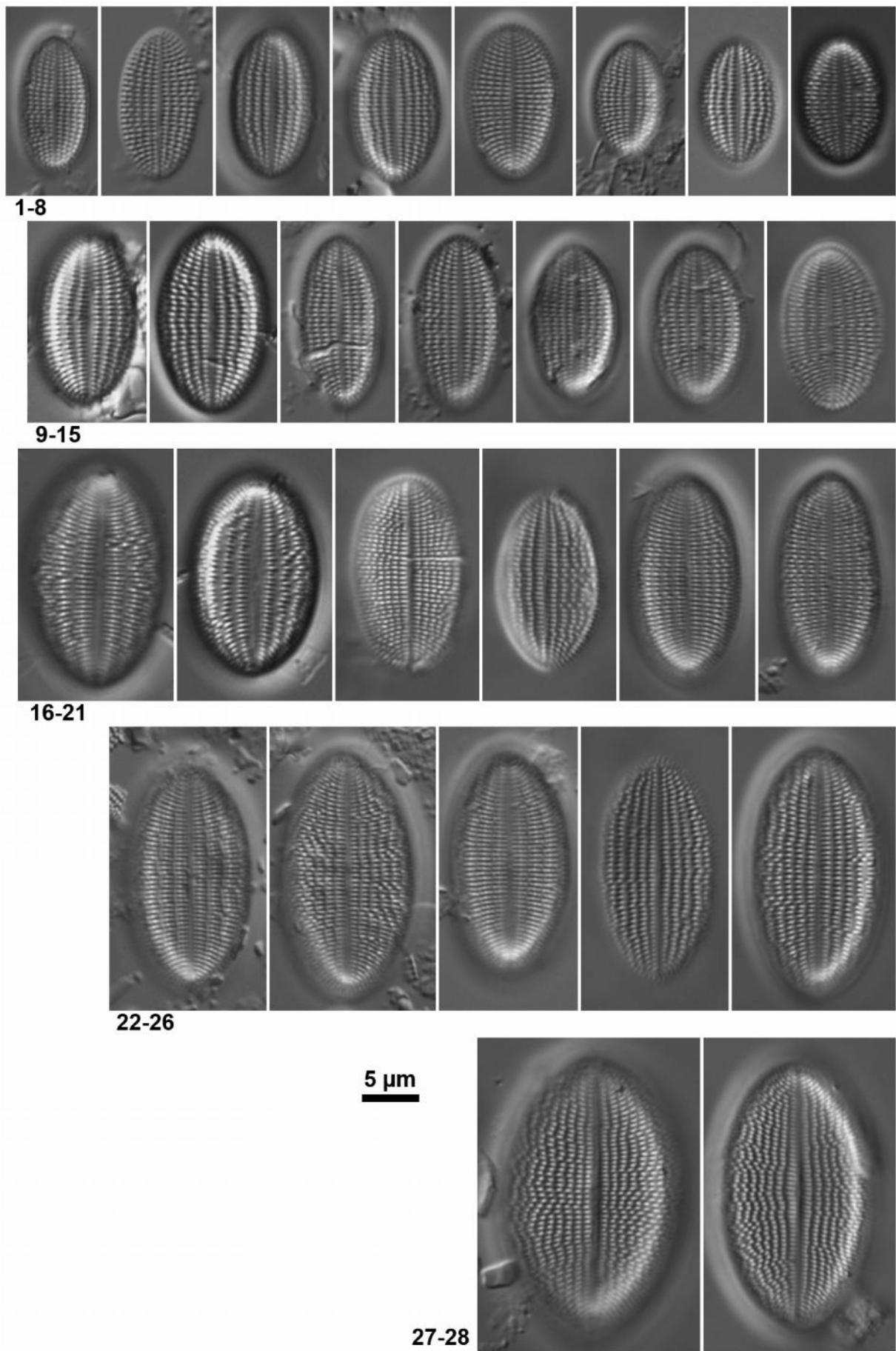
Ein weiteres, hier bisher nicht angesprochenes Problem ist die Tatsache, dass die meisten Varietäten von *C. placentula* nicht anhand der Raphenschale voneinander getrennt werden können (Ausnahme var. *klinoraphis*). Hier kann empfohlen werden, die Raphenschalen separat zu zählen und letztlich auf die in der Probe anhand der raphenlosen Schalen bestimmten Varietäten nach relativen Anteilen aufzuteilen. Hierbei muss auch *C. pseudolineata* miteinbezogen werden, da diese anhand der Raphenschale ebenfalls nicht von den Varietäten von *C. placentula* zu trennen ist.

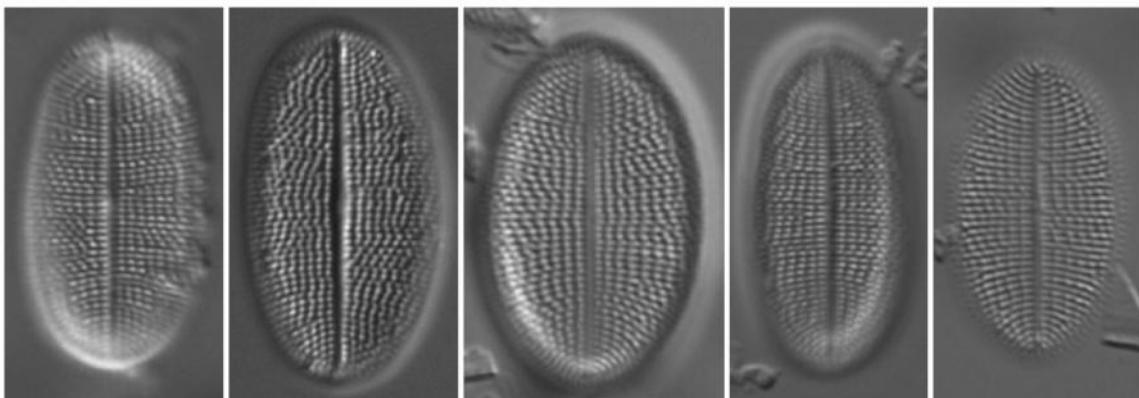
**Tafel 3** (Seite 60): Raphenlose Schalen von *Cocconeis placentula*-Varietäten nach dem Konzept in Krammer & Lange-Bertalot (1986-2004) aus Probe D 11 (Krossinsee, Norddeutschland). **1-4:** *C. placentula* var. *placentula*; **5-9:** *C. placentula* var. *lineata*; **10-13:** *C. placentula* var. *euglypta*.

**Tafel 4** (Seite 61): Raphenlose Schalen von *Cocconeis placentula* aus der Ringtest-Probe D 11 (Krossinsee, Norddeutschland) mit einer Streifendichte von ca. 24-26 Streifen in 10 µm. Diese Schalen (1-28) müssten nach Krammer & Lange-Bertalot (1986-2004) anhand der Streifendichte als *C. placentula* var. *placentula* bezeichnet werden. Die Anordnung und Form der Areolen würde nach Krammer & Lange-Bertalot (1986-2004) jedoch eher zu den Bezeichnungen *C. placentula* var. *euglypta* (**1-14**) oder *C. placentula* var. *lineata* (**15-28**) führen. Weitere Erklärungen siehe Text.

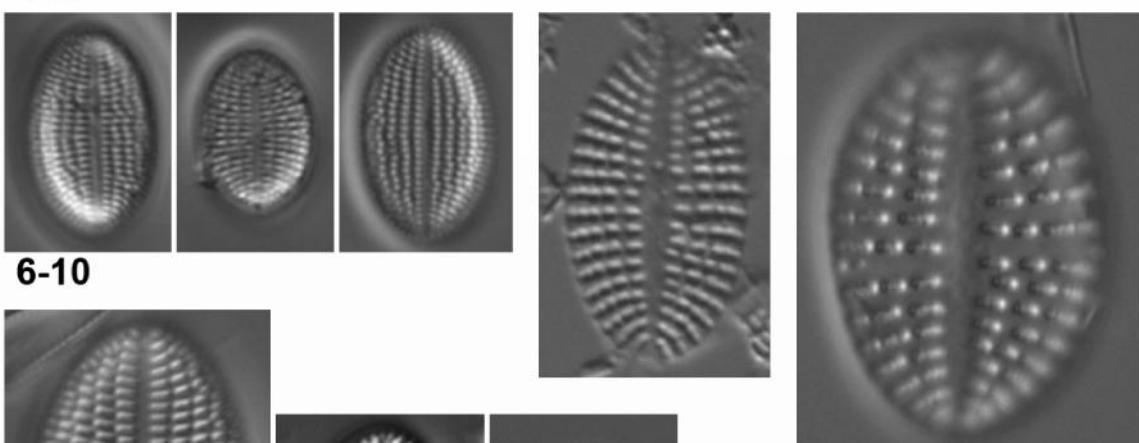
**Tafel 5** (Seite 62): **1-5:** *C. placentula* var. *tenuistriata*; **6-8:** *C. placentula* cf. var. *tenuistriata*; **9:** *C. neodiminuta*; **10:** *C. disculus*; **11-13:** *C. pseudolineata*; **14-16:** *C. pediculus*. Die Schalen 1-8 und 14-16 stammen aus der Ringtestprobe D 11 (Krossinsee, Norddeutschland). Die Schalen 9-16 sind hierzu Vergleichszwecken dargestellt; Verwechslungen mit Varietäten von *C. placentula* sollten bei Beachtung der gesamten Merkmalskombination weitgehend ausgeschlossen sein. Die Schalen 9-13 (*C. neodiminuta*, *C. disculus* und *C. pseudolineata*) stammen nicht aus Probe D 11. Die Schalen 1-8 besitzen Streifendichten von ca. 28-32 Streifen in 10 µm, die Schalen 6-8 weichen trotz der passenden Streifendichte von der Beschreibung in Krammer & Lange-Bertalot (1986-2004) ab (Form und Anordnung der Areolen). Die Benennung der abgebildeten Schalen erfolgte nach den Angaben in Krammer & Lange-Bertalot (1986-2004) und Hofmann et al. (2011).



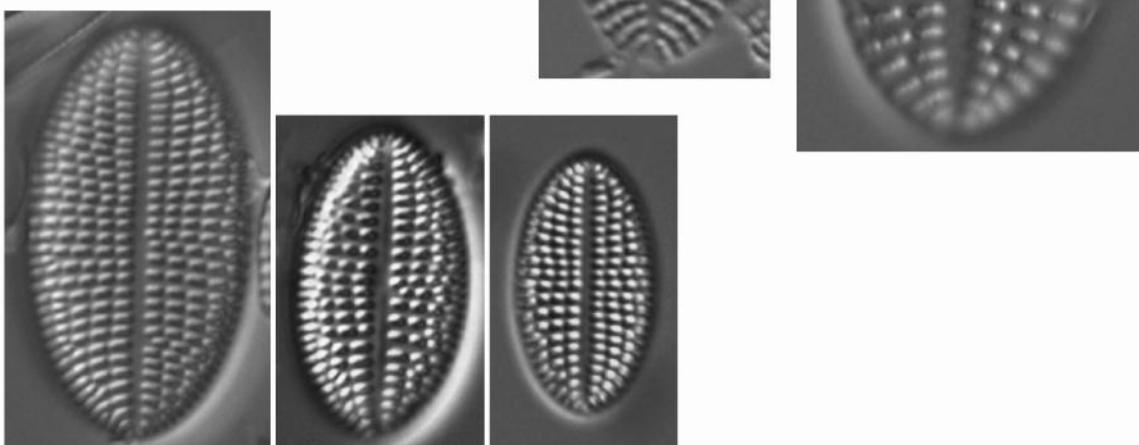




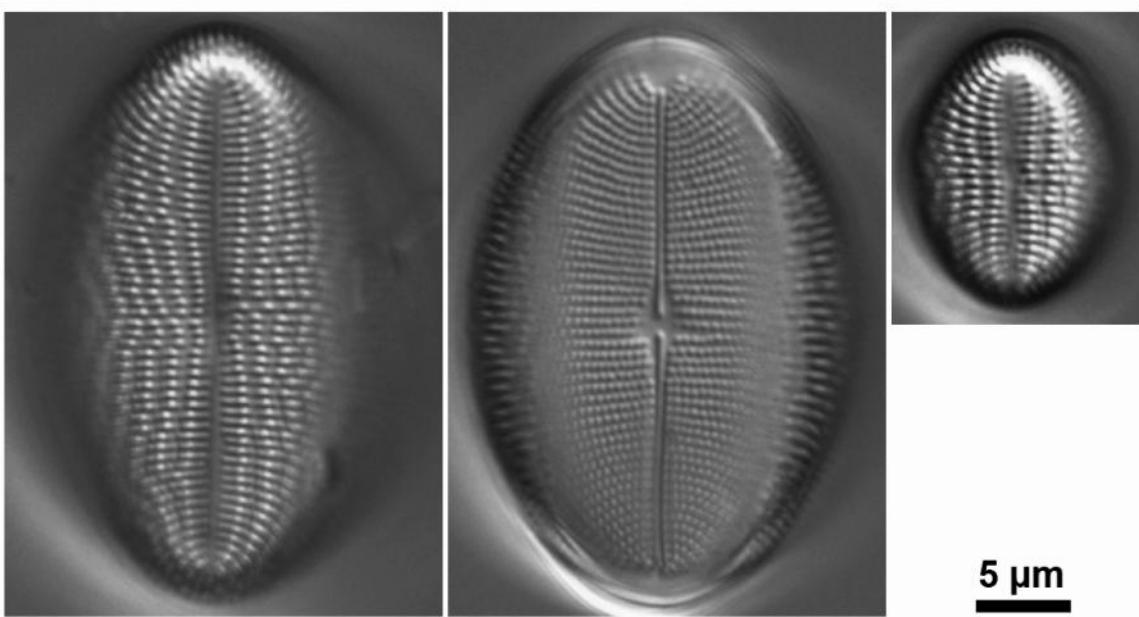
1-5



6-10



11-13

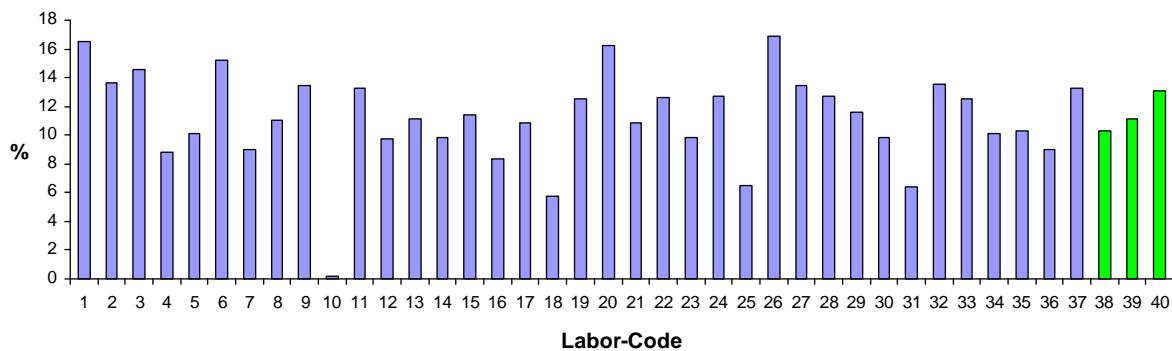


14-16

5 µm

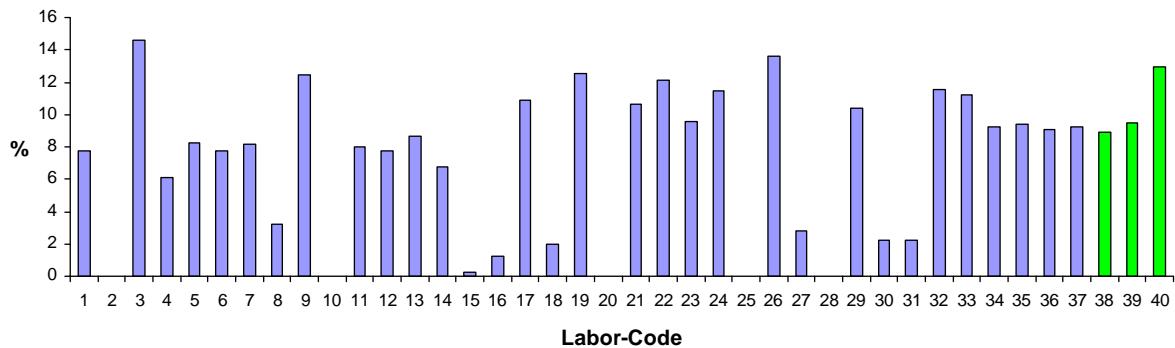
### 3.2.4 *Encyonema silesiacum* und ähnliche Taxa in Probe D 2

In der Probe D 2 zeigten sich mehr oder weniger stark ausgeprägte taxonomische Probleme bezüglich der Bestimmung von *Encyonema lange-bertalotii* Krammer, *E. minutum* (Hilse) Mann, *E. reichardtii* (Krammer) Mann, *E. silesiacum* (Bleisch) Mann und *E. ventricosum* (Agardh) Grunow. In dieser Probe wird die Summe der oben genannten Taxa (0,2-16,9 %, Mittelwert (MW): 11,2 %) (Abb. 18) basierend auf den Zählergebnissen der Ringtestteilnehmer hauptsächlich durch von *E. silesiacum* (0,0-14,6 %, MW: 7,1 %) (Abb. 19) und *E. minutum* (0,0-13,7 %, MW: 3,4 %) (Abb. 20) bestimmt. Dementsprechend wiesen die Referenzzähler *E. silesiacum* (8,6-12,9 %, MW: 10,3 %) (Abb. 19) und *E. minutum* (0,2-1,6 %, MW: 1,1 %) (Abb. 20) in guter Übereinstimmung nach.



**Abb. 18:** Summe der relativen Anteile aus Probe D 2 von *Encyonema lange-bertalotii*, *E. minutum*, *E. reichardtii*, *E. silesiacum* und *E. ventricosum* inklusive Bezeichnungen dieser Taxa mit „cf.“ (gab es nur bei *E. silesiacum*), die jedoch nur einen sehr geringen Teil der Zählergebnissen ausmachten. Von *E. silesiacum* wurden für diese Abbildung die verschiedenen Varietäten zusammengefasst. Blau: Ringtestteilnehmer, grün: Referenzzähler.

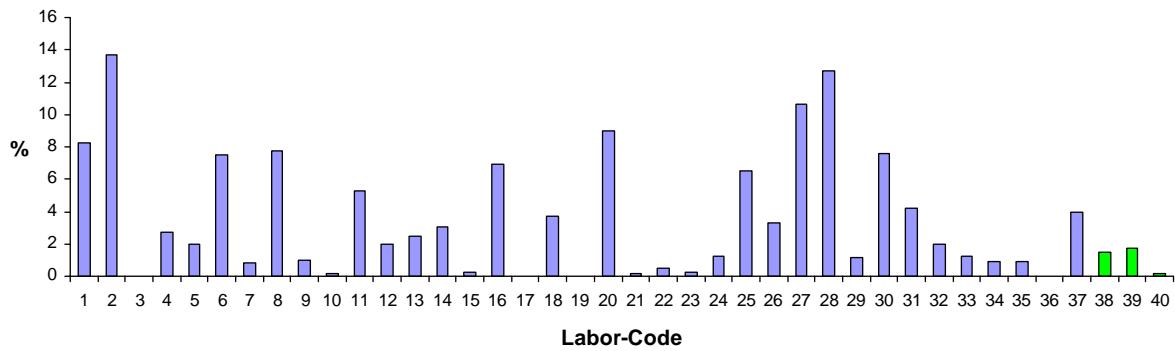
Das in Probe D 2 am häufigsten vorhandene Taxon aus dieser Gruppe, *E. silesiacum*, konnte von 32 der 37 Ringtestteilnehmer nachgewiesen werden (Abb. 19). Fünf Labore (2, 10, 20, 25 und 28) fanden in Probe D 2 keine *E. silesiacum* (Abb. 19). Von diesen Laboren wurden stattdessen überdurchschnittlich hohe Anteile von *E. minutum* (Labor 2, 20, 25, 28) oder von *E. minutum* und *E. reichardtii* (Labor 20) nachgewiesen (Abb. 20 und 22). Labor 10 fand generell aus dieser taxonomischen Gruppe nur 0,2 %. Sieben weitere Labore (8, 15, 16, 18, 27, 30, 31) fanden im Vergleich zu den Referenzzählern unterdurchschnittlich geringe Anteile von *E. silesiacum* (Abb. 19).



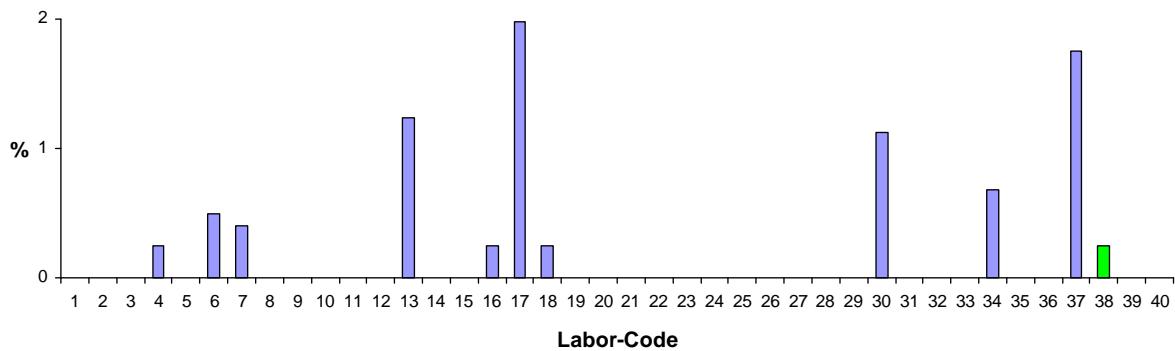
**Abb. 19:** Relativen Anteile aus Probe D 2 von *Encyonema silesiacum* (inklusive „cf.“). Die verschiedenen Varietäten wurden für diese Abbildung zusammengefasst. Blau: Ringtestteilnehmer, grün: Referenzzählern.

Das in Probe D 2 in der Gruppe um *E. silesiacum* subdominant vorkommende Taxon *E. minutum* wurde von 33 der 27 Labore gefunden (Abb. 20), wobei 15 Labore (1, 2, 6, 8, 11, 16, 18, 2, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 37) im Vergleich zu den Referenzzählern überdurchschnittlich hohe Anteile von *E. minutum* nachgewiesen haben (Abb. 20). Ein Referenzzählern und 10 der teilnehmenden Labore konnten weiterhin die relativ selten vorkommende *E. ventricosum* in Probe D 2 nachweisen (0,2-2,0 %, MW: 0,8 %, bezogen auf die Labore, die *E. ventricosum* gefunden haben) (Abb. 21). Vier weitere Labore bestimmten in Probe D 2 *E. lange-bertalotii* und *E. reichardtii* (Abb. 22), wobei zwei dieser Labore sehr hohe Anteile von *E. lange-bertalotii* (Labor 15) und *E. reichardtii* (Labor 20) ausgewiesen haben.

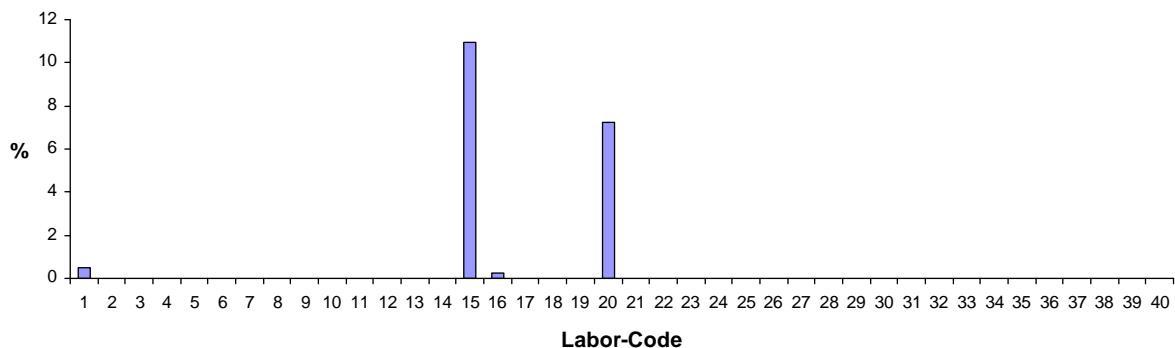
Es kann geschlussfolgert werden, dass es zu Verwechslungen bzw. Fehlbestimmungen innerhalb der Gruppe um *E. silesiacum* gekommen ist, wobei bis auf *E. reichardtii* alle anderen im Rahmen des Ringtests nachgewiesenen Taxa tatsächlich in Probe D 2 vorhanden waren (Tafel 6). Dominant bzw. relativ häufig waren jedoch hauptsächlich *E. silesiacum* und subdominant *E. minutum*. *E. lange-bertalotii* und *E. ventricosum* kamen nur sehr selten vor und müssen nicht zwangsläufig bei einer einzelnen, regulären Zählung nachgewiesen werden.



**Abb. 20:** Relativen Anteile aus Probe D 2 von *Encyonema minutum*. Blau: Ringtest-Teilnehmer, grün: Referenzzählner.



**Abb. 21:** Relativen Anteile aus Probe D 2 von *Encyonema ventricosum*. Blau: Ringtest-Teilnehmer, grün: Referenzzählner.



**Abb. 22:** Relativen Anteile aus Probe D 2 von *Encyonema lange-bertalotii* (Labore 1, 15 und 16) und *E. reichardtii* (Labor 20). Blau: Ringtestteilnehmer, grün: Referenzzählner.

Weiterhin gibt es von den hier besprochenen Arten (Tab. 13) eine Vielzahl von teilweise schwer voneinander abzugrenzenden Varietäten und Morphotypen (siehe Krammer 1997a, 1997b). Da jedoch anhand der vorliegenden Ringtestergebnisse ersichtlich wird, dass bereits größere Probleme bei der Unterscheidung der Arten auftraten, wird im Folgenden nur auf die

Unterscheidung der Arten, jedoch nicht weiter auf die Varietäten und Morphotypen eingegangen.

**Tab. 13:** Ausgewählte Angaben zur Unterscheidung der in Probe D 2 von den Ringtestteilnehmern gezählten *Encyonema*-Arten. Angaben nach Hofmann et al. (2011) und Krammer (1997a, 1997b).

	Länge (µm)	Breite (µm)	Str/10µm	Pkte/10µm	Kommentar
<i>E. lange-bertalotii</i>	16-38	6,2-11	12-16	27-31	Enden vorgezogen
<i>E. ventricosum</i>	9-29	4,5-6,9	(12)14-19	33-39	Enden vorgezogen
<i>E. reichardtii</i>	6,7-14,5	3,2-4	18-22	35-42	Zentralarea
<i>E. minutum</i>	7-23	4,2-6,9	15-18	34-38	Größe
<i>E. silesiacum</i> -agg.	14-44(48)	5,9-9,6(11)	11-14	(24)28-32	Stigma

*Encyonema silesiacum* besitzt im Gegensatz zu den anderen in Tabelle 13 genannten Taxa ein deutlich sichtbares, isoliertes Stigma dorsal am mittleren Streifen. *E. reichardtii* ist deutlich kleiner als *E. silesiacum* und besitzt als einziges von den hier besprochenen Taxa eine angedeutete Zentralarea auf der Ventralseite und dorsal in der Mitte weiter gestellte Streifen als an den Enden. *E. minutum* ist von *E. silesiacum* durch die geringere Größe und die Streifen- und Punktanzahl gut abzugrenzen. Bei Einzelexemplaren kann unter Umständen eine Unterscheidung von *E. minutum* und *E. silesiacum* problematisch bis unmöglich sein. Beim Vorhandensein von Populationen mit ausreichend vorhandenen Individuen sollte eine Unterscheidung jedoch in den meisten Fällen gut möglich sein, auch beim gemeinsamen Vorkommen beider Taxa. *E. lange-bertalotii* und *E. ventricosum* besitzen im Gegensatz zu den drei vorgenannten Arten deutlich köpfchenartig vorgezogene und nach Ventral geneigte Enden. *E. lange-bertalotii* ist im Gegensatz zu *E. ventricosum* durchschnittlich größer und auch größer punktiert. Auch hier kann unter Umständen beim Vorliegen von einzelnen Exemplaren eine Unterscheidung unmöglich sein.

Neben den hier besprochenen Arten um *E. silesiacum* existieren eine Reihe weiterer, ähnlicher *Encyonema*-Arten, auf die hier nicht weiter eingegangen wird. Ausführliches dazu siehe Hofmann et al. (2011) und Krammer (1997a, 1997b).

#### Empfehlungen:

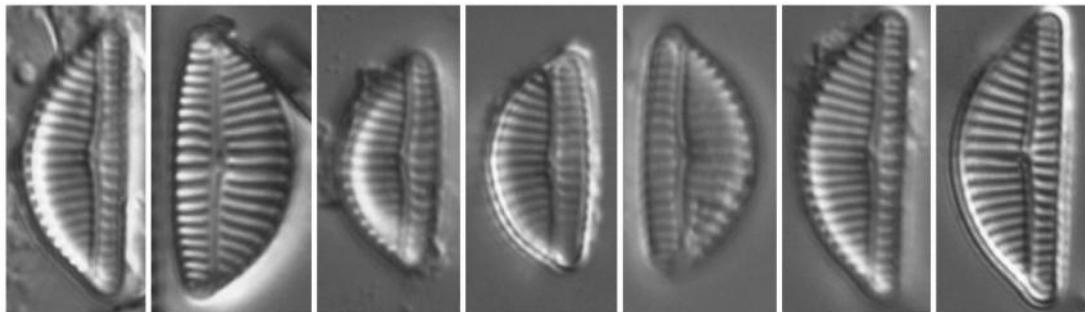
Auch bei den hier besprochenen Taxa um *Encyonema silesiacum* ist es unerlässlich die gesamte Merkmalskombination für die Bestimmung zu nutzen. Weiterhin ist es besonders wichtig, möglichst große Teile von vorhandenen Populationen für die Bestimmung zu

beachten und nicht allen Schalen nach Bestimmung einzelner Schalen den gleichen Namen zu geben, da eben verschiedene Arten – wie beispielsweise *E. silesiacum* und *E. minutum* in der Ringtestprobe D 2 – nebeneinander vorkommen können. Bei Einzelfunden oder wenigen Schalen ist die Gefahr von Fehlbestimmungen mitunter relativ groß. Diese Schalen sollten als „cf.“ notiert und fotografisch dokumentiert werden.

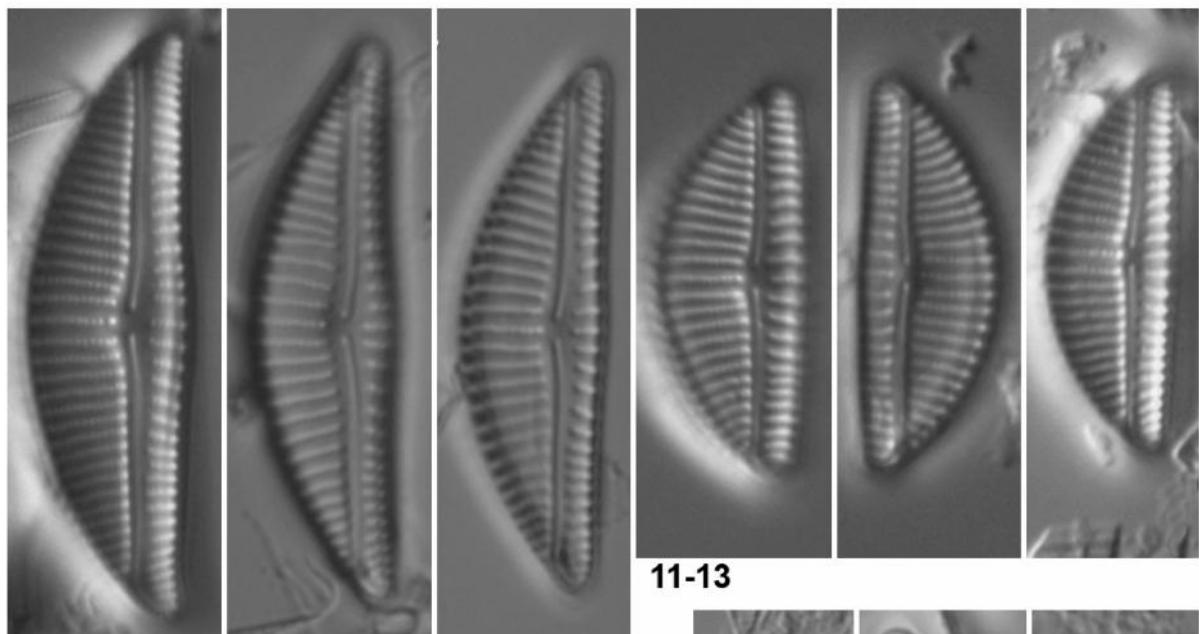
Für eine sichere Bestimmung der hier besprochenen *Encyonema*-Schalen ist Hofmann et al. (2011) oft nicht ausreichend, weil dort nur die häufigsten Arten enthalten sind. Eine notwendige Ergänzung sind hier Krammer (1997a, 1997b). Diese Bücher sind zurzeit jedoch vergriffen. Liegen diese beiden Bücher nicht vor, sollte besonders genau geprüft werden, ob die vorliegenden Schalen in allen Merkmalen mit denen in Hofmann et al. (2011) beschriebenen Arten übereinstimmen. Ansonsten sollten solche Schalen als „cf.“ oder „spec.“ benannt und fotografiert werden. Sind solche Schalen besonders häufig, dann empfiehlt sich ein Austausch mit Kollegen, denen Krammer (1997a, 1997b) vorliegen.

In Hofmann et al. (2011) wird empfohlen, im Rahmen von Diatomeen-Zählungen für die Anwendung des Phylib-Verfahrens (Schaumburg et al. 2011b, 2012) die Varietäten von *E. silesiacum* nicht zu trennen. Da anhand der Ringtestergebnisse deutlich wurde, dass bereits erhebliche Probleme bei der Bestimmung der einzelnen hier besprochenen Arten vorliegen, und da auch den einzelnen Varietäten von *E. silesiacum* in der aktuellen Phylib-Software keine unterschiedlichen Trophie-Werte bzw. unterschiedliche Gewichtungen zugeordnet sind, schließen wir uns dieser Empfehlung ausschließlich für Zählungen im Rahmen des Phylib-Verfahrens vorerst an.

**Tafel 6** (folgende Seite): Lichtmikroskopische Aufnahmen von *Encyonema minutum* (1-7), *E. silesiacum* (8-13), *Encyonema vulgare* Krammer (14), *E. ventricosum* (15-16), *Encyonema hebridiforme* Krammer (17), *E. reichardtii* (18-19) und *E. lange-bertalotii* (20-24). Die Schalen 1-13, 15-17 und 23 stammen aus der Ringtestprobe D 2 (Drau, Österreich). Die Schalen 14, 18-22, 24 aus verschiedenen Fließgewässern Norddeutschlands und sind zum Vergleich abgebildet. Weitere Erklärungen siehe Text.

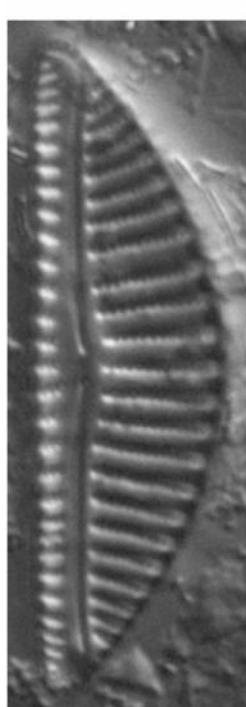


1-7

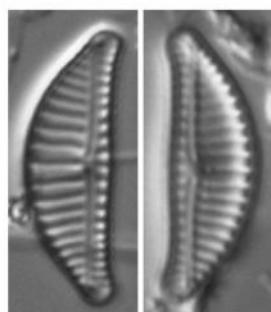


8-10

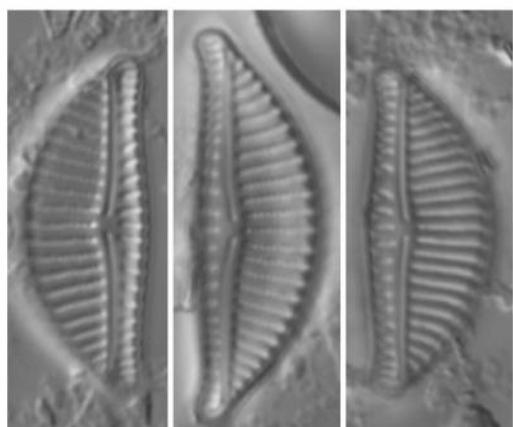
11-13



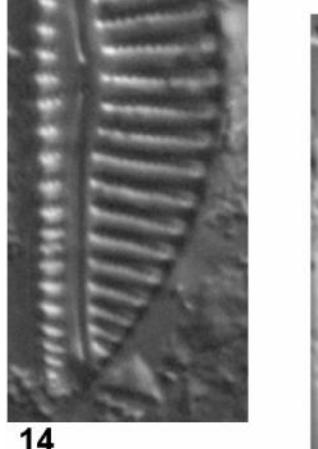
14



15-16



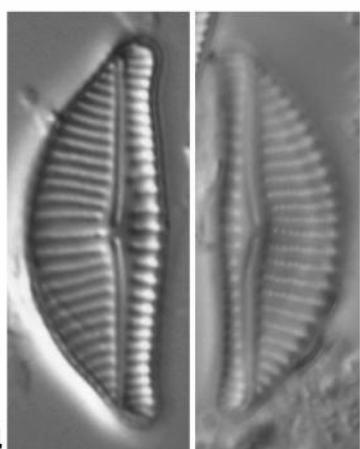
20-22



17



18-19



23-24

5 µm

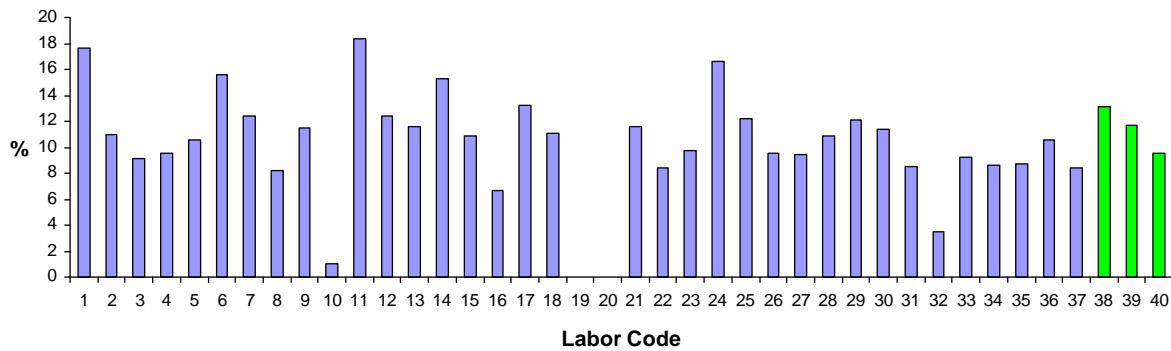
### 3.2.5 *Encyonopsis subminuta* und ähnliche Taxa in Probe D 1.1

Als bestimmungstechnisch besonders schwierig kann die ehemals als *Cymbella microcephala* Grunow bezeichnete Gruppe aus der Gattung *Encyonopsis* Krammer angesehen werden. Große Probleme gab es hierbei in Probe D 1.1 bei der Unterscheidung von *Encyonopsis microcephala* (Grunow) Krammer, *E. minuta* Krammer & Reichardt, *E. subminuta* Krammer & Reichardt und *E. krammeri* Reichardt.

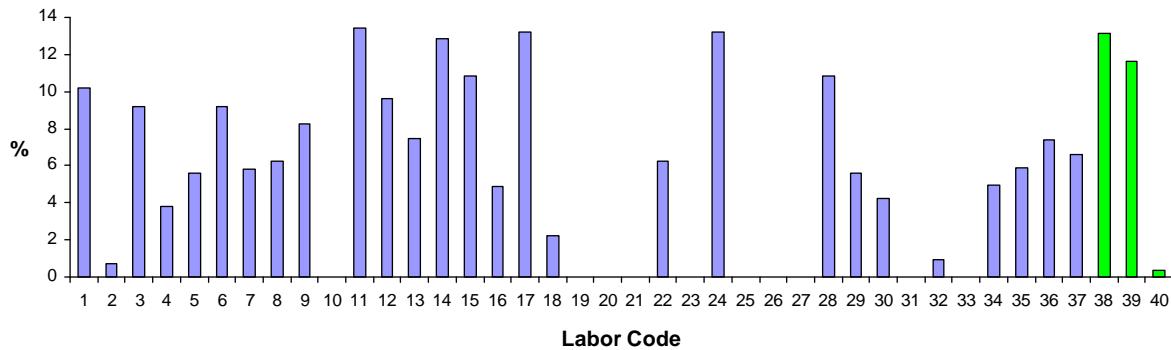
35 der 37 teilnehmenden Labore fanden Taxa aus dieser Gruppe (1,1-18,4 %, Mittelwert (MW): 10,7 %) (Abb. 23), wobei hier auch *Cymbella microcephala* mit eingeschlossen ist, die von zwei Laboren (10 und 23) (Abb. 27) wahrscheinlich aufgrund der Nutzung ausschließlich älterer, nicht ausreichender Literatur, so bezeichnet wurde. Zwei Labore (10 und 32) fanden unterdurchschnittlich wenige Objekte aus dieser Gruppe. Lediglich zwei Labore (19 und 20) fanden keine *Encyonopsis* oder eventuell vergleichbare andere Taxa (Abb. 23).

*E. minuta* wurde von 27 Laboren bestimmt (0,7-13,4 %, MW: 7,3 %) (Abb. 24), *E. subminuta* von 21 (1,2-8,5 %, MW: 3,4 %) (Abb. 25) und *E. microcephala* von 15 Laboren (0,2-11,6 %, MW: 4,2 %) (Abb. 26). Weiterhin bestimmte ein Labor *E. krammeri* (10,2 %, Labor 2), zwei Labore *Encyonopsis* spec. (12,2 % Labor 25 und 8,5 % Labor 31) und zwei Labore *Cymbella microcephala* (1,1 % Labor 10 und 9,7 % Labor 23) (Abb. 27).

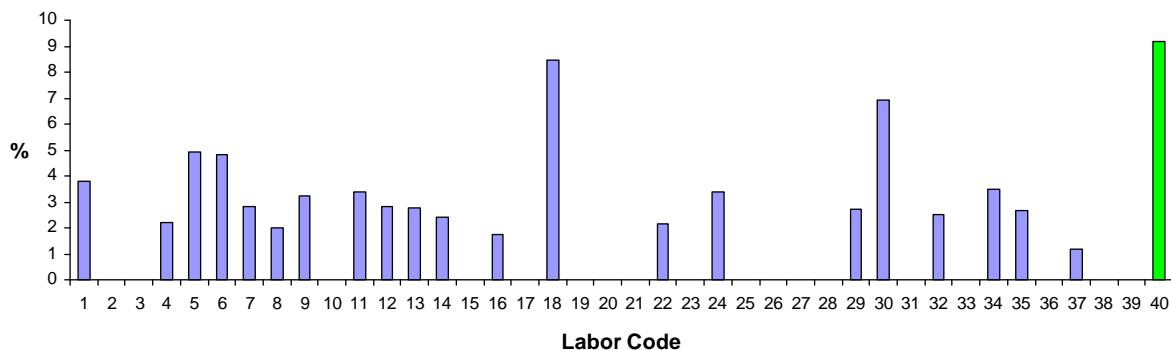
Auch bei den Ergebnissen der Referenzzählern zeigte sich am Beispiel der Probe D 1.1, dass es mögliche Bestimmungsprobleme in dieser taxonomischen Gruppe geben könnte. So fanden zwar alle drei Referenzzählern *E. minuta*, jedoch mit erheblich unterschiedlichen relativen Anteilen (13,2; 11,7 und 0,4 %) (Abb. 24). Demgegenüber bestimmte nur ein Referenzzähler *E. subminuta* mit 9,2 % (Abb. 25). Die anderen hier genannten Taxa wurden von keinem der Referenzzählern nachgewiesen. Bei einer wiederholten Kontrolle der Probe D 1.1 konnte gezeigt werden, dass *E. minuta* und *E. subminuta* diese Gruppe in dieser Probe zu etwa gleichen Teilen dominieren. *E. microcephala* und *E. tavarana* Krammer kamen ebenfalls in dieser Probe vor, allerdings nur sehr vereinzelt (Tafel 7).



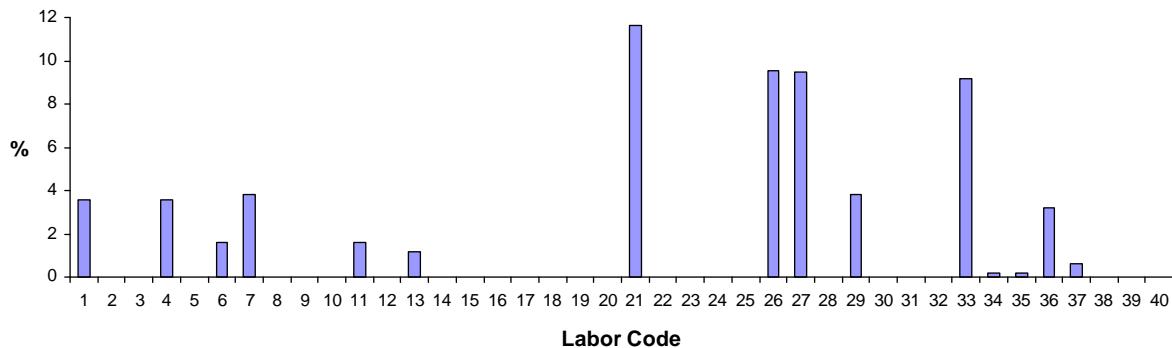
**Abb. 23:** Summe der relativen Anteile von *Encyonopsis spec.*, *E. microcephala*, *E. minuta*, *E. subminuta*, *E. krammeri* und *Cymbella microcephala* aus Probe D 1.1 inklusive Bezeichnungen dieser Taxa mit „cf.“, die aber nur einen sehr geringen Teil der Zählergebnissen ausmachten. Blau: Ringtestteilnehmer, grün: Referenzzähler.



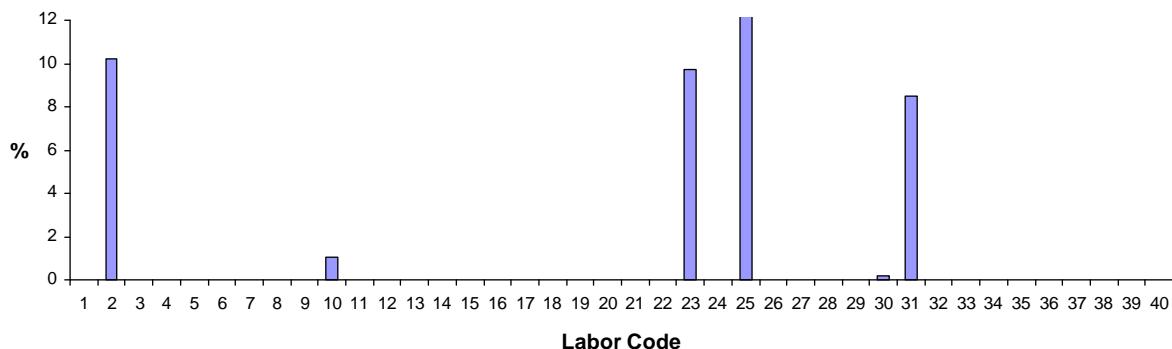
**Abb. 24:** Relative Anteile von *Encyonopsis minuta* aus Probe D 1.1. Blau: Ringtest-Teilnehmer, grün: Referenzzähler.



**Abb. 25:** Relative Anteile von *Encyonopsis subminuta* aus Probe D 1.1. Blau: Ringtest-Teilnehmer, grün: Referenzzähler.



**Abb. 26:** Relative Anteile von *Encyonopsis microcephala* aus Probe D 1.1. Blau: Ringtest-Teilnehmer, grün: Referenzzählner (Labor-Code 38-40).



**Abb. 27:** Relative Anteile von *Encyonopsis krammeri* (Labor 2), *Encyonopsis spec.* (Labore 25 und 31) und *Cymbella microcephala* (Labore 10 und 23) aus Probe D 1.1. Blau: Ringtest-Teilnehmer, grün: Referenzzählner (Labor-Code 38-40).

Bei den hier besprochenen Taxa ist es – noch mehr als bei anderen Diatomeen – unerlässlich für die Bestimmung die gesamte Merkmalskombination zu nutzen (siehe Tab. 14), wobei hier die je Taxon wenig variable Form des Umrisses eine besondere Bedeutung einnimmt.

*E. krammeri* ist im Umriss lanzettlich und gering dorsiventral. Die Ränder sind beidseitig schwach bis deutlich konvex ausgebildet. Die Enden sind kopfig abgesetzt. *E. krammeri* besitzt im Gegensatz zu *E. microcephala*, *E. minuta* und *E. subminuta* eine höhere Streifendichte (Tab. 14).

*E. microcephala* ist im Umriss linear bis linear-elliptisch und symmetrisch bis gering dorsiventral. Die Ränder sind parallel bis konvex ausgebildet. Die Enden sind kopfig abgesetzt, wobei die hier deutlich ausgebildeten Schultern bei *E. krammeri*, *E. minuta* und *E. subminuta* fehlen.

*E. minuta* ist im Umriss elliptisch bis elliptisch-lanzettlich und symmetrisch bis gering dorsiventral. Die Ränder sind beidseitig deutlich konvex ausgebildet. Die Enden sind mehr

oder weniger kopfig ohne deutliche Schultern. *E. minuta* besitzt eine geringere Breite als *E. microcephala*, *E. subminuta* und *E. tavarana* (Tab. 14). Das Breitenspektrum von *E. minuta* überschneidet sich zwar mit dem von *E. krammeri* und *E. alpina*, aber Verwechslungen sollten aufgrund der deutlich unterschiedlichen Umrisse und Streifendichte kaum möglich sein.

*E. subminuta* ist im Umriss elliptisch bis lanzettlich und symmetrisch bis gering dorsiventral. Die Ränder sind im Gegensatz zu den andern hier besprochenen Taxa beidseitig deutlich konvex. Die Enden sind schmal köpfchenartig abgesetzt, wobei keine Schultern auftreten. Im Gegensatz zu den anderen hier besprochenen Arten ist *E. subminuta* fast symmetrisch.

*E. alpina* Krammer & Lange-Bertalot und *E. tavarana* ähneln *E. microcephala*, haben aber eine höhere Streifendichte. *E. alpina* ist im Gegensatz zu *E. tavarana* lang gestreckter und etwas feiner gestreift (Krammer 1997b; Tab. 14, Tafel 7).

**Tab. 14:** Ausgewählte Angaben zur Unterscheidung von *Encyonopsis alpina*\*, *E. krammeri*, *E. microcephala*, *E. minuta*, *E. subminuta* and *E. tavarana*\*. Quellen: Hofmann et al. (2011) und \*Krammer (1997b). Max. L/B: maximales Verhältnis von Länge zu Breite.

	Länge µm	Breite µm	Striae/10µm	Max. L/B	Kommentar
<i>E. microcephala</i>	10-23	3,5-4,2	23-25	5,4	Umriss
<i>E. minuta</i>	8-17	2,8-3,5	24-25	4,9	Umriss, Breite
<i>E. subminuta</i>	10-25	3,4-4,5	23-26	~6	Umriss, symmetrisch
<i>E. tavarana</i>	10-18	3,4-4,0	28-30	4,5	Striae-Dichte
<i>E. krammeri</i>	11,5-23	2,6-3,8	(27)28-30(32)	7	Striae-Dichte, Umriss
<i>E. alpina</i>	11-20	3,0-3,8	28-32	5,3	Striae-Dichte, Umriss

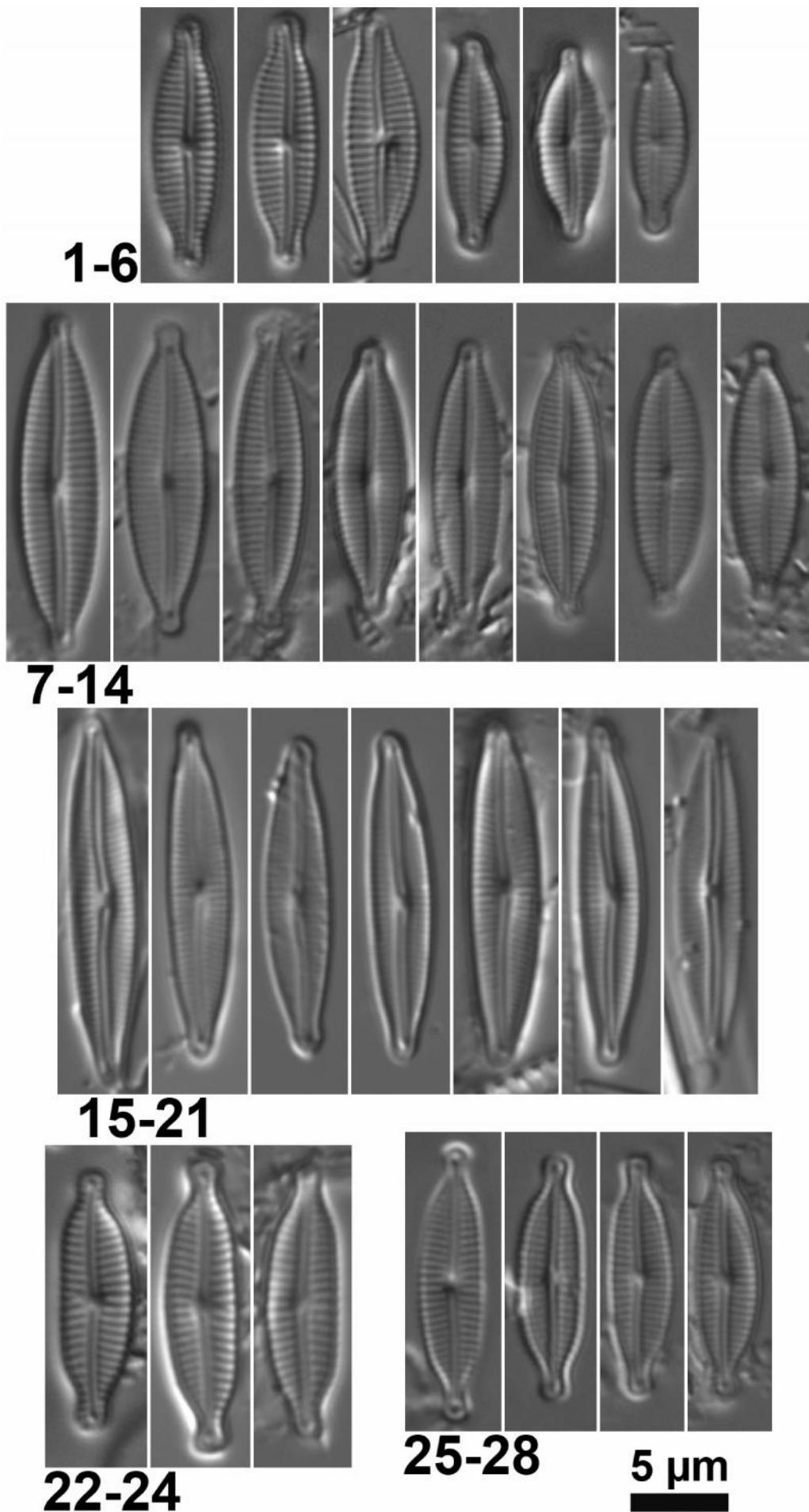
Es sei darauf hingewiesen, dass es noch viele weitere ähnliche Taxa aus der Gattung *Encyonopsis* gibt, die hier nicht angesprochen wurden, aber unter anderem auch im norddeutschen Flachland vorkommen können. Siehe dazu und für weitere ausführlich erläuterte Bestimmungsmerkmale Krammer (1997b) und Hofmann et al. (2011). Als problematisch in diesem Zusammenhang erweist sich die Tatsache, dass Krammer (1997b) vergriffen ist und dass in Hofmann et al. (2011) nicht alle ähnlichen Taxa aufgeführt sind, was bei alleiniger Nutzung von Hofmann et al. (2011) als Bestimmungsliteratur zu Fehlinterpretationen führen kann. In diesem Fall, also wenn nicht die Möglichkeit besteht, Krammer (1997b) zu nutzen, empfehlen wir beim Vorhandensein von *Encyonopsis*-Schalen in

einer Probe, die nicht in allen Merkmalen mit denen in Hofmann et al. (2011) übereinstimmen, einen eine sorgfältige fotografische Dokumentation und einen Austausch mit Kollegen, denen Krammer (1997b) zur Verfügung steht.

Eine Trennung der hier besprochenen Arten ist aus taxonomischer und ökologischer Sicht generell notwendig, zumal diese Taxa bei Beachtung der gesamten Merkmalskombination (besonders wichtig ist unter anderem der Schalenumriss) in den meisten Fällen gut voneinander unterschieden werden können. Weiterhin ist es wichtig, möglichst große Teile von vorhandenen Populationen für die Bestimmung zu nutzen und nicht allen Schalen nach Bestimmung einzelner Funde den gleichen Namen zu geben, da eben verschiedene, sehr ähnliche Arten – wie beispielsweise *Encyonopsis minuta* und *E. subminuta* in der Ringtestprobe D 1.1 – nebeneinander vorkommen können. Bei Einzelfunden oder wenigen Schalen ist die Gefahr von Fehlbestimmungen mitunter relativ groß. Diese Schalen sollten als „cf.“ notiert und fotografisch dokumentiert werden.

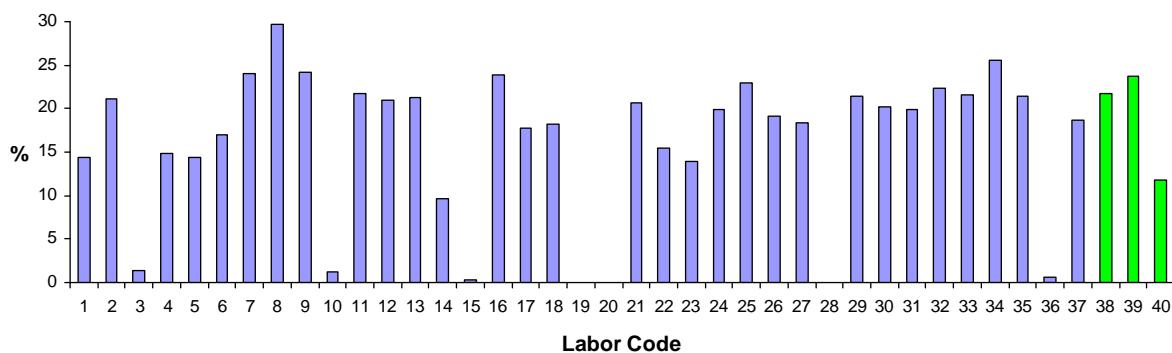
Problematisch im Zusammenhang mit der Trennung der hier besprochenen *Encyonopsis*-Taxa ist die Tatsache, dass der Diatomeen-Umweltparameter-Eichdatensatz (die relevanten *Encyonopsis*-Taxa wurden erst später beschrieben), der als Grundlage für das Phylib-Verfahren genutzt wird, nur *Cymbella microcephala* enthält. Im Zuge der Anpassung der Phylib-Software haben somit – entsprechend *C. microcephala* – *E. alpina*, *E. minuta*, *E. subminuta*, *E. microcephala* und *E. krammeri* die gleichen Indikator-Werte (Software 4.1 02.10.2012; *E. tavirana* ist in der Phylib-Software gar nicht enthalten). Es ist aus diesem Grund zu empfehlen, den oben genannten Eichdatensatz unter Beachtung der neuen Taxonomie (z.B. die in Schaumburg et al. (2011b) geforderte Bestimmungsliteratur) zu überarbeiten bzw. neu auszuzählen. Nur so kann die neue, zumeist gut handhabbare taxonomische Schärfe auch in der Anwendung genutzt werden (weiteres dazu siehe Kap. 3.3).

**Tafel 7** (folgende Seite): Lichtmikroskopische Aufnahmen von *Encyonopsis minuta* (1-6), *E. subminuta* (7-14), *E. krammeri* (15-21), *E. microcephala* (22-24) und *E. tavirana* (25-28). Die Schalen 1-14 und die Schalen 22 und 26 stammen aus der Ringtestprobe D 1.1 (Genfer See, Schweiz). Alle anderen hier abgebildeten Schalen stammen aus verschiedenen Seen und Fließgewässern Norddeutschlands und sind zum Vergleich abgebildet. Weitere Erklärungen siehe Text.



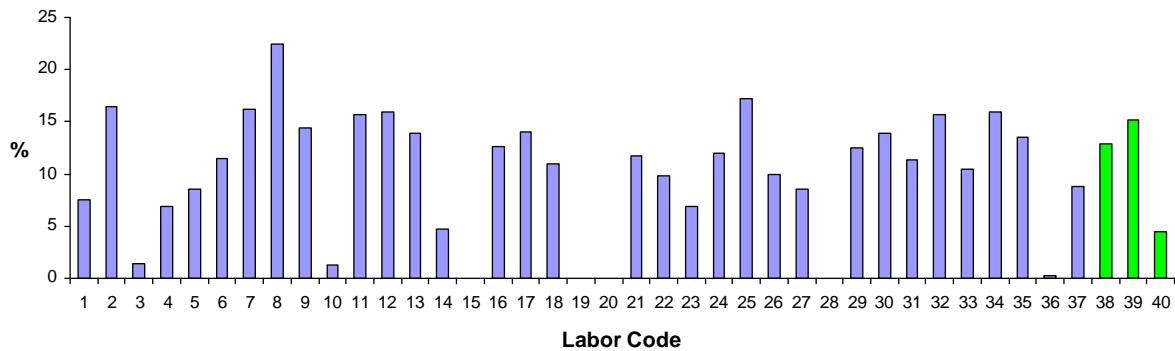
### 3.2.6 *Eolimna minima* und ähnliche Taxa in Probe D 12

Für die Gruppe um *Eolimna minima* (Grunow) Lange-Bertalot & Schiller und ähnliche Arten (Abb. 28) ermittelten die Referenzzähler in der Probe D 12 relative Anteile von 21,8 %, 23,8 % und 11,8 % (Mittelwert (MW): 19,1 %). Von den 37 Teilnehmern fanden 34 in Probe D 12 Taxa aus dieser Gruppe (0,2-29,8 %, MW: 17,6 %) (Abb. 28). Die Labore 19, 20 und 28 wiesen keine der hier besprochenen Taxa nach (Abb. 28) und die Labore 3, 10, 15 und 36 fanden nur sehr geringe relative Anteile (0,2-1,4 %) von Taxa aus der Gruppe um *E. minima*.



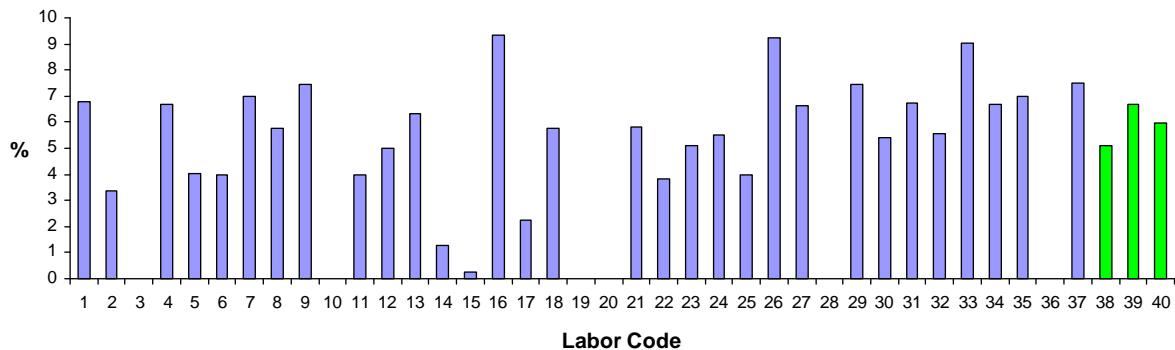
**Abb. 28:** Summe der relativen Anteile von *Eolimna (Navicula) minima* (inkl. „cf.“), *Sellaphora (Navicula) seminulum* (inkl. „cf.“) und *Sellaphora (Navicula) joubaudii* aus Probe D 12. Blau: Ringtestteilnehmer, grün: Referenzzähler.

Innerhalb der Gruppe um *E. minima* wurden in der Probe D 12 für *E. minima* selbst die größten relativen Anteile ermittelt (Referenzzähler: 12,8 %, 15,1 % und 4,5 %; MW: 10,8 %) (Abb. 29). Von 37 Teilnehmern fanden 33 *E. minima* (teilweise als *Navicula minima* bezeichnet) (0,3-22,5 %, MW: 11,3 %) wohingegen die Labore 15, 19, 20 und 28 hier keinen Nachweis erbrachten (Abb. 29). Die Labore 3, 10 und 36 fanden nur sehr geringe relative Anteile von *E. minima* (Abb. 29).



**Abb. 29:** Relative Anteile von *Eolimna (Navicula) minima* (inkl. „cf.“) aus Probe D 12. Blau: Ringtestteilnehmer, grün: Referenzzählert.

*Sellaphora seminulum* (Grunow) Mann (teilweise als *Navicula seminulum* bezeichnet) wurde von 31 Ringtestteilnehmern mit Anteilen von 0,2-9,3 % und von den Referenzzählern mit Anteilen von 5,1 %, 6,7 % bzw. 6,0 % gezählt (Abb. 30). Sechs Teilnehmer (Labore 3, 10, 19, 20, 28, 36) konnten *S. seminulum* nicht nachweisen, der Teilnehmer 15 nur mit 0,2 % (Abb. 30).



**Abb. 30:** Relative Anteile von *Sellaphora (Navicula) seminulum* (inkl. „cf.“) aus Probe D 12. Blau: Ringtestteilnehmer, grün: Referenzzählert.

*Sellaphora joubaudii* (Germain) Aboal (teilweise als *Navicula joubaudii* gezählt) wurde von den Referenzzählern mit Anteilen von 3,9 %, 1,9 % und 1,3 % nachgewiesen (Abb. 31). Neun Teilnehmer des Ringversuches fanden *S. joubaudii* gar nicht in der Probe D 12, die übrigen Teilnehmer in einer Spannbreite zwischen 0,3 und 3,6 % (Abb. 31).



**Abb. 31:** Relative Anteile von *Sellaphora (Navicula) joubaudii* aus Probe D 12. Blau: Ringtestteilnehmer, grün: Referenzzählert.

Alle drei hier besprochenen Taxa (*Eolimna minima*, *Sellaphora seminulum* und *Sellaphora joubaudii*) wurden von den Referenzzählern in Probe D 12 in relativ guter Übereinstimmung nachgewiesen. Probleme bei den Ringtest-Teilnehmern waren einerseits Verwechslungen dieser drei Taxa, wie die Ergebnisse der Labore 1, 3, 10, 12 und 36 vermuten lassen. Andererseits zeigte sich an diesem Beispiel auch das Problem, dass kleinschalige Diatomeen-Taxa, wie die hier besprochenen drei Arten, übersehen oder nicht in ausreichenden Anteilen nachgewiesen werden. Darauf deuten die Ergebnisse der Labore 3, 10, 15, 19, 20, 28 und 35 hin.

Die Gründe für das Übersehen solcher Taxa sind anhand der vorliegenden Ergebnisse nicht klar und abschließend zu definieren. Theoretisch wäre eine nicht ausreichende technische Ausstattung (Vergrößerung, Apertur) oder mangelnde Erfahrung im Zählen und Bestimmen von Diatomeen möglich. Dies kann jedoch anhand der vorliegenden Ergebnisse und anhand der zusätzlich von den Ringtestteilnehmern erhobenen Daten ausgeschlossen werden, da sowohl Objektivtyp, Apertur, Berufserfahrung, Kontrastverfahren, regionale Herkunft der Proben und Proben pro Jahr, die die Teilnehmer regelmäßig zählen, keinen statistisch signifikanten Einfluss auf die Distanz zu den Referenzzählern hatten (mixed-effect model nach Pinheiro & Bates (2000); p Wert stets <0.05).

**Tab. 15:** Ausgewählte Angaben zur Unterscheidung der in Probe D 12 gefundenen *Eolimna minima*, *Sellaphora seminulum*, *S. joubaudii*, *Navicula utermoehlii* und ähnlicher Arten. *Naviculadicta raederae* Lange-Bertalot und *Naviculadicta schaumburgii* Lange-Bertalot & Hofmann wurden in Probe D 12 nicht nachgewiesen, kommen aber im norddeutschen Flachland vor und könnten mit den hier besprochenen Arten unter Umständen verwechselt werden. Angaben nach Hofmann et al. (2011).

Taxon	Länge (µm)	Breite (µm)	Str/10µm	Kommentar
<i>Eolimna minima</i>	5-18	2-4,5	25-30	
<i>Sellaphora seminulum</i>	3-21	3-5	18-22	
<i>Sellaphora joubaudii</i>	5-15	3-4,5	18-20	Form, Str gekrümmmt
<i>Navicula(dicta) utermoehlii</i>	8-12	4,5-6	24-36	Str durchgehend radial
<i>Naviculadicta raederae</i>	7-9	3,5-4	26-29	Zentralarea variabel
<i>Naviculadicta schaumburgii</i>	8,5-13	5,5-6,6	18-20	Breite, Streifendichte

Für eine sichere Bestimmung der Taxa um *Eolimna minima* ist es notwendig, alle Parameter (besonders Umriss, Zentralarea, Länge, Breite, Streifenzahl) zu beachten und den Vergleich mit den Abbildungen sowie die Artbeschreibungen mit einzubeziehen. Als Bestimmungs-Literatur ist Hofmann et al. (2011) weitgehend geeignet. Weitere ähnliche Arten (siehe z.B. Hofmann et al. 2011) sollen bei der Bestimmung auch mit in Betracht gezogen werden.

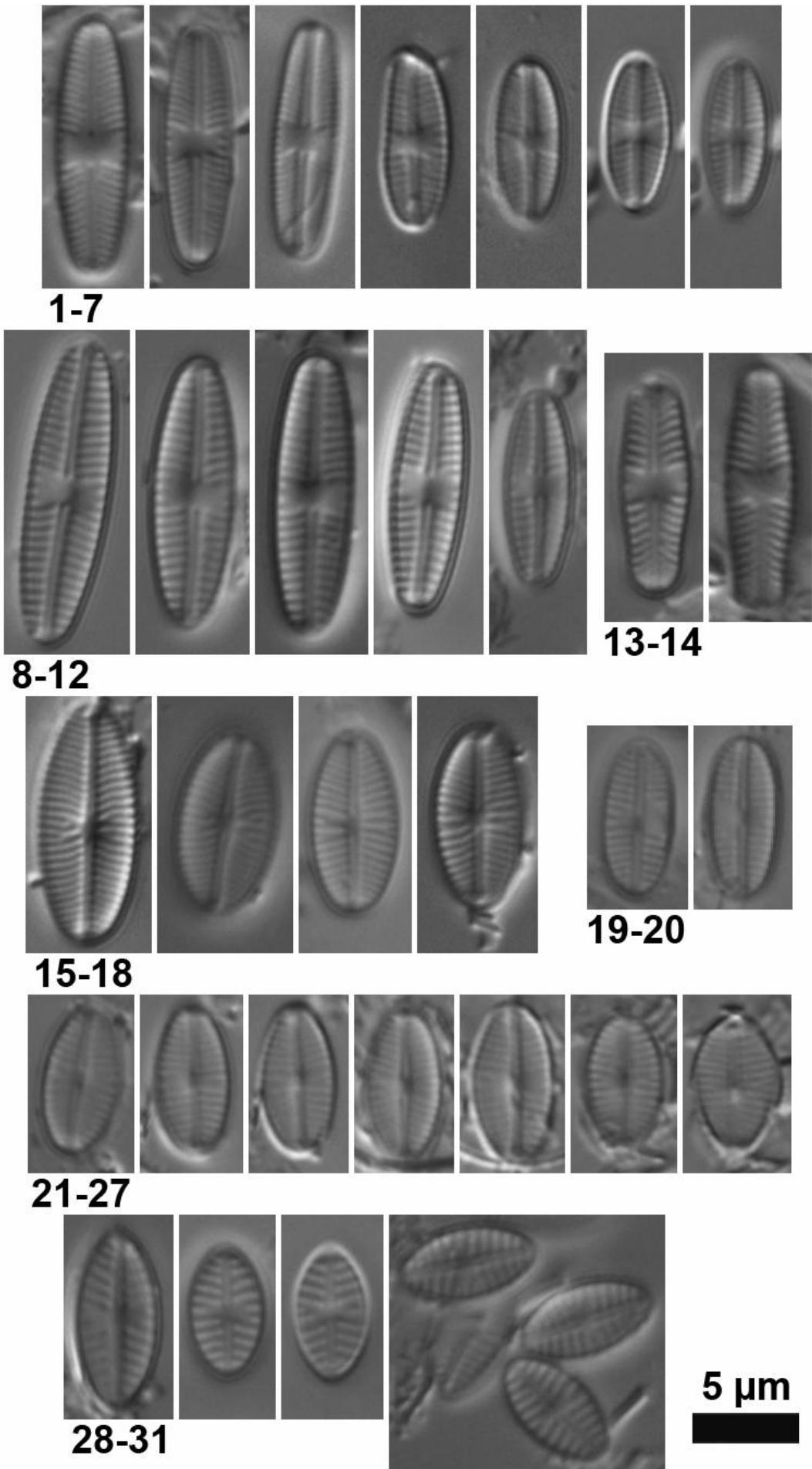
*Sellaphora joubaudii* lässt sich von allen in der Tab. 15 aufgeführten Arten wohl noch am einfachsten erkennen. Hofmann et al. (2011) weisen auf die bogenförmig gekrümmten Streifen sowie auf die große, schmetterlingsförmige Zentralarea hin. Auch der Umriss von *S. joubaudii* hebt sich von den anderen der Gruppe ab: linear-elliptisch mit schwach vorgezogenen, breit gerundeten Enden. *Eolimna minima* lässt sich von *S. joubaudii* anhand der Streifenzahl und des Umrisses eindeutig abgrenzen. *E. minima* ist deutlich enger und nicht bogenförmig gestreift (Tab. 15) und ihr Umriss weist selten vorgezogene Enden auf. Im Vergleich mit *Sellaphora seminulum* hebt sich *E. minima* ebenfalls durch die größere Streifenzahl ab. Der Umriss kann, wie anhand der Abbildungen in Tafel 8 ersichtlich, nicht zur Unterscheidung von *E. minima* und *S. seminulum* herangezogen werden. Gleiches gilt in den meisten Fällen auch für die Größe (Länge, Breite).

*Navicula utermoehlii* ist grundsätzlich anhand ihrer elliptischen Schalen mit breit gerundeten Enden und der durchgehend, radiären Streifung erkennbar. *E. minima* und *S. seminulum* können jedoch ebenfalls elliptische Schalen mit breit gerundeten Enden hervorbringen. Hier lässt sich erkennen, dass nur die Einbeziehung aller Merkmale (Länge, Breite, Streifenzahl, Umriss etc.) eine exakte Bestimmung ermöglicht. So ist *S. seminulum* wiederum gut anhand der Streifenzahl eindeutig abzugrenzen.

*Naviculadicta raederae* lässt sich von *Navicula utermoehlii* eindeutig anhand ihrer geringeren Breite unterscheiden (Tab. 15). *Naviculadicta schaumburgii* ist im Vergleich mit *Navicula utermoehlii* durchweg größer gestreift (Tab. 15). Sie lässt sich anhand ihrer Breite bzw. Streifenzahl ebenfalls eindeutig von *E. minima*, *S. seminulum* und *S. joubaudii* abgrenzen (Tab. 15). Bei der Bestimmung von *Naviculadicta raederae* kann es jedoch zu Unterscheidungsschwierigkeiten zu *E. minima* kommen (Überlappung bei der Länge, Breite und Streifenzahl).

In Gürtelbandansicht lassen sich die Taxa um *E. minima* nur anhand ihrer Länge und Streifenzahl, wenn sichtbar, bestimmen. Dies ist nicht in allen Fällen für die eindeutige Zuordnung ausreichend, sollte aber in jedem Fall versucht werden.

**Tafel 8** (folgende Seite): Lichtmikroskopische Aufnahmen von *Eolimna minima* (1-7), *Sellaphora seminulum* (8-12), *Sellaphora joubaudii* (13-14) und *Navicula utermoehlii* (15-18) aus Probe D 12 (Flachland-Fließgewässer, Klepelshagener Bach, Norddeutschland). Zum Vergleich sind beispielhaft die folgenden ähnlichen Arten aus anderen Fließgewässern des norddeutschen Flachlandes dargestellt: *Fallacia lucinensis* (19-20), *Naviculadicta raederae* (21-27) und *Navicula crassulexigua* (28-31). Viele weitere ähnliche kleinschalige Diatomeen aus verschiedenen Gattungen existieren, die bei der Bestimmung beachtet werden sollten. Die Schalen 6 und 7, 22 und 23, 24 und 25, 26 und 27 und 29 und 30 sind jeweils Schalenhälften einer Frustel. Weitere Erklärungen siehe Text.



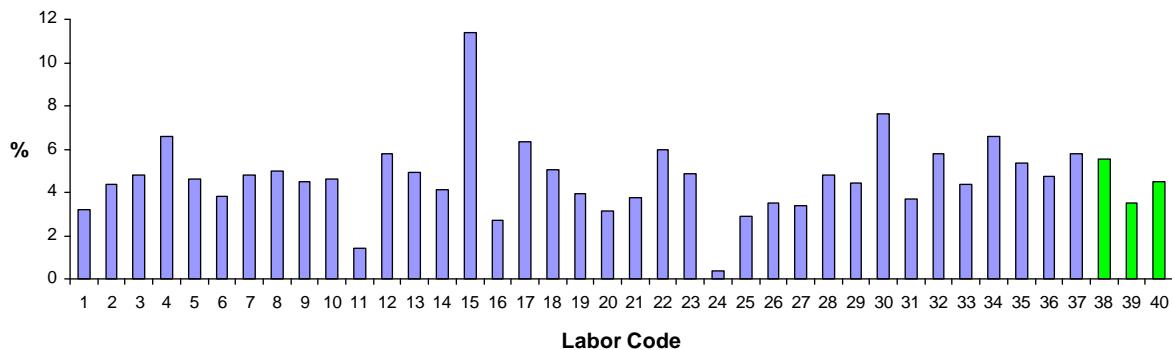
### 3.2.7 *Fragilaria (Staurosira) brevistriata* und ähnliche Taxa in Probe D 1.1

Zurzeit existieren verschiedene taxonomische Systeme bzw. Meinungen bezüglich der Einteilung und Benennung der kleinen fragilarioden Diatomeen (siehe z.B. Williams & Round 1987, Krammer & Lange-Bertalot 1986-2004, Sato et al. 2008, Hofmann et al. 2013, Williams 2013), die durchaus auch in der Praxis nebeneinander Anwendung finden. Da jedoch die Meinungen diesbezüglich immer noch weit auseinander gehen und die Artabgrenzungsmodi bzw. die Einteilung der hier besprochenen fragilarioden Diatomeen – auch auf Gattungsebene – noch nicht abschließend geklärt sind, wird hier vorerst aus praktischen Gründen der Benennung in Hofmann et al. (2013) gefolgt. Für weitere Informationen dazu siehe beispielsweise Haworth (1975), Williams & Round (1987), Round et al. (1990), Witkowski et al. (1995), Krammer & Lange-Bertalot (1986-2004), Morales (2001, 2002, 2003, 2006), Morales et al. (2010), Morales & Manoylov (2006), Sato et al. (2008), Cejudo-Figueiras et al. (2011) und Williams (2013).

Bei den Taxa, die in Probe D 1.1 von allen drei Referenzzählern in guter Übereinstimmung gefunden wurden, handelt es sich um ***Fragilaria brevistriata* Grunow** (siehe z.B. *Staurosira brevistriata* (Grunow) Grunow, *Pseudostaurosira brevistriata* (Grunow) Williams & Round) und ***Fragilaria pinnata* Ehrenberg** (siehe z.B. *Staurosirella pinnata* (Ehrenberg) Williams & Round, *Staurosira mutabilis* (W. Smith) Pfitzer). Von einem Referenzzähler wurden zusätzlich noch ***Fragilaria construens* f. *venter* (Ehrenberg) Hustedt** (siehe z.B. *Staurosira venter* (Ehrenberg) Kobayasi, *Fragilaria venter* Ehrenberg, *Staurosira venter* (Ehrenberg) Cleve & Moeller, *Fragilaria construens* var. *venter* (Ehrenberg) Grunow, *Staurosira venter* (Ehrenberg) Grunow, *Staurosira construens* var. *venter* (Ehrenberg) Hamilton) und ***Fragilaria leptostauron* (Ehrenberg) Hustedt** (siehe z.B. *Staurosirella leptostauron* (Ehrenberg) Williams & Round, *Staurosira pinnata* Ehrenberg) gezählt, diese jedoch mit sehr geringen relativen Anteilen (<0,8 %). Weiterhin wurde zusätzlich noch während einer intensiven Nachsuche der Probe D 1.1 ***Fragilaria parasitica* var. *parasitica* (W. Smith) Grunow** nachgewiesen (siehe *Odontidium parasiticum* W. Smith, *Synedrella parasitica* (W. Smith) Round & Maidana und *Pseudostaurosira parasitica* (W. Smith) Morales).

Die relativen Anteile der Gruppe um *Fragilaria brevistriata* und ähnlicher Taxa (Abb. 32) lagen innerhalb der 37 Teilnehmer durchschnittlich bei 4,6 %, was gut mit den von den Referenzzählern ermittelten Anteilen (5,5; 3,5 und 4,5 %) übereinstimmt (Abb. 32). Der

Maximal-Wert mit 11,4 % (Labor 15) sowie der Minimal-Wert mit 0,4 % (Labor 24) weichen jedoch erheblich vom Durchschnitt für diese Gruppe ab.



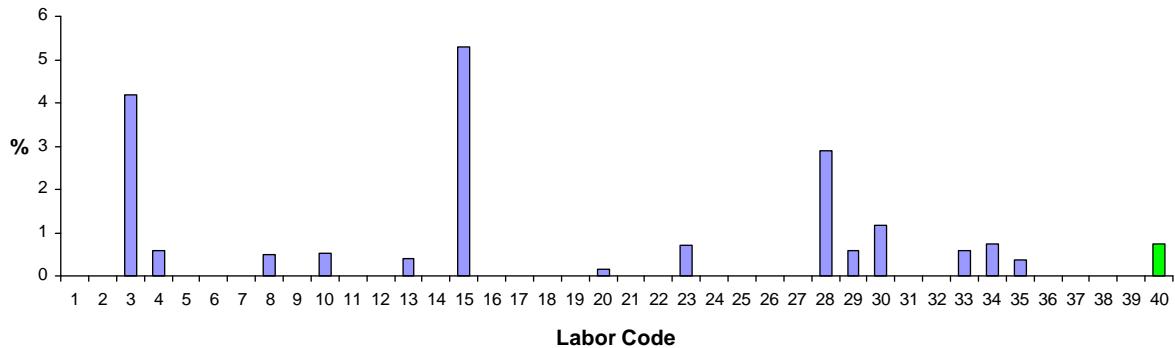
**Abb. 32:** Summe der relativen Anteile der nachfolgend genannten Taxa bzw. genannten Namen aus Probe D 1.1: *Fragilaria brevistriata*, *F. brevistriata* var. *brevistriata*, *F. construens*, *Fragilaria construens* f. *construens*, *F. construens* f. *venter*, *F. elliptica*, *F. cf. leptostauron*, *F. leptostauron* var. *dubia*, *F. leptostauron* var. *leptostauron*, *F. martyi*, *F. oldenburgiana*, *F. parasitica*, *F. pinnata*, *F. cf. pinnata*, *F. pinnata* var. *pinnata*, *Opephora mutabilis* und *Staurosira brevistriata*. Blau: Ringtestteilnehmer, grün: Referenzzählern.

Aus dem oben gezeigten Spektrum der kleinen fragilaroiden Diatomeen (Abb. 32) wurden die Teilgruppe um *Fragilaria brevistriata* von den Referenzzählern mit Anteilen von 0,6; 1,6 und 2,3 % (Mittelwert (MW): 1,5 %) nachgewiesen (Abb. 33). Von den Teilnehmern wurde diese Gruppe mit “nicht vorhanden” (neun Labore) bis zu maximal 4,0 % (Labor 12) (MW: 1,0 %) bestimmt (Abb. 33).

*Fragilaria construens* einschließlich der Formen *construens* und *venter* (Abb. 34) wurde von einem der Referenzzählern mit 0,8 % gezählt. Mehr als die Hälfte der Teilnehmer ( $n = 23$ ) haben diese Teilgruppe nicht erfasst, was aufgrund der geringen relativen Anteile nicht unbedingt durch Bestimmungsprobleme bedingt sein muss, sondern auch durch eine gewisse Variabilität innerhalb der Präparate verursacht sein kann. Die minimal ermittelten Anteile bewegten sich bei 0,2 % (Labor 20) und 0,4 % (Labor 35), die maximalen Werte bei 5,3 % (Labor 15) und 4,2 % (Labor 3), durchschnittlich lag der Anteil dieser Teilgruppe unter Einbeziehung aller Teilnehmer bei 0,5 %.

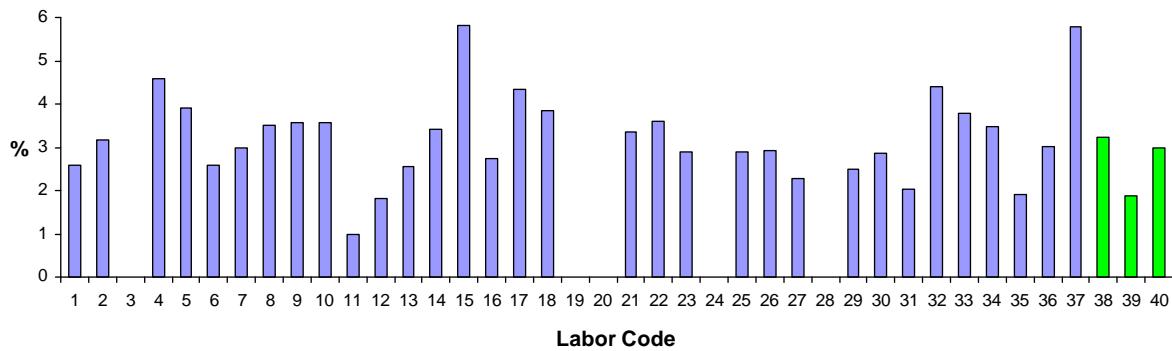


**Abb. 33:** Summe der relativen Anteile von *Fragilaria brevistriata*, *F. brevistriata* var. *brevistriata* und *Staurosira brevistriata* aus Probe D 1.1. Blau: Ringtestteilnehmer, grün: Referenzzählern.



**Abb. 34:** Summe der relativen Anteile von *Fragilaria construens*, *Fragilaria construens* f. *construens* und f. *venter* aus Probe D 1.1. Blau: Ringtestteilnehmer, grün: Referenzzählern.

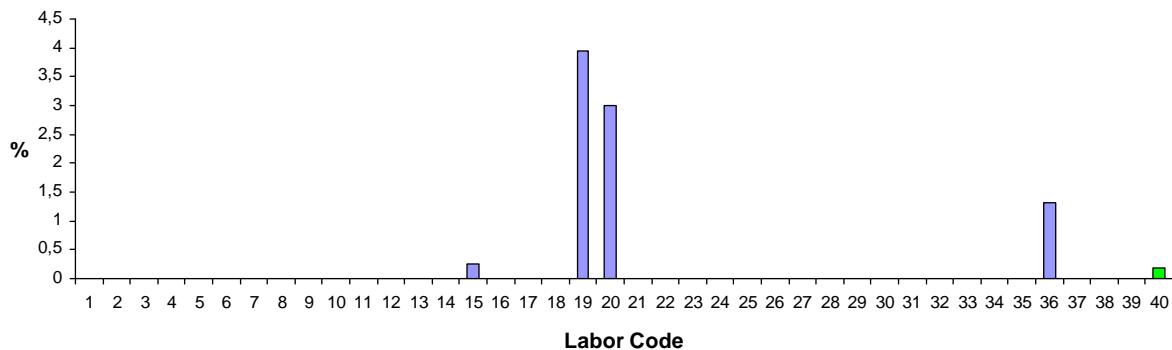
Die Teilgruppe aus *Fragilaria pinnata*, *F. pinnata* var. *pinnata* und *Fragilaria cf. pinnata* (Abb. 35) wurde von den Referenzzählern mit 1,9; 3,0 und 3,2 % nachgewiesen. Vier Teilnehmer haben kein Taxon dieser Gruppe in der Probe D 1.1 bestimmt, minimal wurden von den Teilnehmern Anteile von 1,0 % (Labor 11) und 1,8 % (Labor 12), maximal 5,8 % (Labor 15 und 37) und durchschnittlich 2,8 % ermittelt.



**Abb. 35:** Summe der relativen Anteile von *Fragilaria pinnata*, *Fragilaria pinnata* var. *pinnata* und *Fragilaria cf. pinnata* aus Probe D 1.1. Blau: Ringtestteilnehmer, grün: Referenzzähler.

Die Teilgruppe aus *Fragilaria leptostauron* var. *leptostauron*, *F. leptostauron* var. *dubia*, *F. cf. leptostauron* und *F. martyi* (Abb. 36) wurde in der Probe D 1.1 von einem der Referenzzähler mit einem Anteil von 1,9 % ermittelt. Die Mehrzahl der Teilnehmer hat diese Gruppe nicht gefunden. Lediglich Labor 15 wies die Gruppe mit 0,3 % nach, Labor 19 mit 4,0 %, Labor 20 mit 3,0 % und Labor 36 mit 1,3 %.

Weiterhin wurde *Fragilaria parasitica* vom Labor 28 mit einem Anteil von 1,9 % und *Fragilaria elliptica* von Labor 22 mit 1,0 % bestimmt (nicht als Abbildung gezeigt).



**Abb. 36:** Summe der relativen Anteile von *Fragilaria cf. leptostauron*, *Fragilaria leptostauron* var. *dubia* und var. *leptostauron* und *Fragilaria martyi* aus Probe D 1.1. Blau: Ringtestteilnehmer, grün: Referenzzähler.

Generell muss angemerkt werden, dass die hier besprochene Gruppe um *F. brevistriata* insgesamt mit nicht sehr hohen relativen Anteilen (Mittelwert der Referenzzähler 4,5 %, Abb. 32) in Probe D 1.1 vertreten war, so dass es schwierig ist, ein Finden oder Nicht-Finden dieser Taxa primär als Bestimmungsfehler zu werten. Als Ursache kann beispielsweise auch eine von Probe zu Probe in bestimmten Grenzen variierende Häufigkeit dieser Taxa

angesehen werden. Die Ergebnisse einiger Labore deuten jedoch im Vergleich mit den Referenzzählern auf Probleme bei der Bestimmung dieser Taxa hin (z.B. Labore 3 und 15 überdurchschnittlich hohe Anteile von *F. construens*, siehe Abb. 34, Labore 3, 19, 20, 24 und 28 ohne Nachweis von *F. pinnata*, siehe Abb. 35, Labore 19 und 20 mit relativ hohen Anteilen von *F. leptostauron*, siehe Abb. 36).

*Fragilaria brevistriata* ist in Schalenansicht aufgrund der randständig angeordneten Streifen und der Form kaum mit anderen Vertretern dieser Gruppe zu verwechseln (Tafel 9, Tab. 16). Problematischer erscheint die Unterscheidung von *Fragilaria construens*, *F. pinnata* und *F. leptostauron*. *Fragilaria construens* und *F. leptostauron* lassen sich in Schalenansicht mittels ihrer Breite, Streifendichte und Streifenausrichtung gut voneinander trennen. Zur Unterscheidung von *Fragilaria pinnata* und *F. leptostauron* eignet sich nach Hofmann et al. (2011) vor allem die Schalenbreite und die Streifendichte, wobei großschalige und grob gestreifte Formen von *F. pinnata* var. *pinnata* schwer abzugrenzen sind, da sie zu *F. leptostauron* var. *dubia* bzw. *F. leptostauron* var. *martyi* (Heteropolarität) überleiten. *Fragilaria parasitica* ist aufgrund ihrer typisch lanzettlichen Form (Schalenansicht) mit den schnabelartig vorgezogenen Enden kaum mit anderen Arten dieser Gruppe verwechselbar (Tafel 9, Tab. 16).

Der Vollständigkeit wegen soll noch auf *Fragilaria pseudoconstruens* hingewiesen werden, welche vor allem an der markanten Punktierung der Streifen erkennbar ist. Hinsichtlich ihrer Form gleicht sie am ehesten *F. construens* f. *construens*, welche aber diese Punktierung lichtmikroskopisch nicht zeigt. *Fragilaria construens* f. *subsalina* weist ebenfalls eine lichtmikroskopisch sichtbare Punktierung der Streifen auf und unterscheidet sich damit von ähnlichen Formen von *F. brevistriata* und *F. construens* f. *venter*.

Von größter Schwierigkeit ist die taxonomische Bestimmung der meisten Taxa dieser Gruppe in Gürtelansicht, in welcher die Taxa häufig vorgefunden werden. Die hierbei nur mögliche Ermittlung der Schalenlänge und Streifendichte genügen häufig nicht zur eindeutigen Bestimmung. Nach Hofmann et al. (2011) lassen sich *Fragilaria brevistriata* und *F. construens* f. *venter* in Gürtelansicht daran unterscheiden, wie weit die Streifen in die Mantelfläche einlaufen (bei *F. brevistriata* weniger lang als bei *F. construens* f. *venter*). Die starke Aufreibung im Mittelteil der Schale von *Fragilaria leptostauron* var. *leptostauron* und *Fragilaria construens* f. *construens* wird auch in der Gürtelansicht bandartig sichtbar. Häufig ist eine Zuordnung der Schalen in Gürtelansicht jedoch nur indirekt über die Anteile der in Frage kommenden Taxa möglich.

**Tab. 16:** Ausgewählte Taxa aus der Gruppe der kleinen fragilaroiden Diatomeen, die mit den in der Ringtestprobe D 1.1 gefundenen *Fragilaria brevistriata* und *F. pinnata* verwechselt werden könnten.  
Quellen: Hofmann et al. (2011), Krammer & Lange-Bertalot (1986-2004)

TAXON	LÄNGE (µM)	BREITE (µM)	STRAE IN 10 µM	KOMMENTAR
<i>F. brevistriata</i>	5-30 (mehr?)	3-7	12-17	Str. stark randständig
<i>F. construens</i> f. <i>construens</i>	15-27	5-7	13-14	Str. parallel, Umriss
<i>F. construens</i> f. <i>venter</i>	4-9	3-6	19-21	Str. parallel, Umriss
<i>F. elliptica</i>	3-10 (mehr?)	2,8-6	11-16 (mehr?)	Str. gepunktet
<i>F. lapponica</i>	10-30	3-6	6-10	Str. stark randständig
<i>F. leptostauron</i>	(6?) 15-36	(3?) 10-23	5-9 (11)	Umriss
<i>F. leptostauron</i> var. <i>dubia</i>	(6?) 15-36	10-23	5-9	Umriss
<i>F. leptostauron</i> var. <i>leptostauron</i>	(6?) 15-36	10-23	5-9	Umriss
<i>F. martyi</i>	(6?) 15-36	10-23	5-9	Umriss
<i>F. parasitica</i> (var. <i>parasitica</i> )	10-25	3-5	16-20	Umriss
<i>F. pinnata</i>	3-35(60?)	2-8 (mehr?)	(5)6-12	Str. meist parallel
<i>F. pinnata</i> var. <i>pinnata</i>	3-35	2-8	8-12	Str. meist parallel
<i>F. pseudoconstruens</i>	3-22	3-7	15-18	Str. gepunktet!
<i>F. construens</i> f. <i>subsalina</i>	12-24	4-4,5	12-14	Str. gepunktet!

Aufgrund der sehr kontrovers diskutierten und zurzeit noch ungenügenden Klärung der Taxonomie der hier besprochenen kleinen fragilaroiden Diatomeen empfehlen wir, die hier besprochenen Taxa für das Verfahren in Deutschland nach Hofmann et al. (2013) zu bestimmen. Eine Bestimmung bzw. Benennung der besprochenen Taxa nach anderen (siehe oben im Text) taxonomischen Modellen wäre im Rahmen der Anwendung des Phylib-Verfahrens ohnehin nicht möglich, da die dem Verfahren zugrunde liegenden Zähldaten bzw. Eichdaten nach der alten Taxonomie (Krammer & Lange-Bertalot 1986-2004), der Hofmann et al. (2013) weitgehend folgen, gezählt wurden und zurzeit nur so eine Vergleichbarkeit bzw. Anwendbarkeit gegeben ist.

Da jedoch davon auszugehen ist, dass sich die Taxonomie und die Benennung der kleinen fragilaroiden Diatomeen in der Zukunft noch stark ändern wird, sollte eine fotografische Dokumentation der hier besprochenen Taxa durchgeführt werden, um spätere Angleichungen der Benennung zu ermöglichen. Fraglich ist jedoch in diesem Zusammenhang, ob in naher Zukunft die dem Phylib-Verfahren zugrunde liegenden Zähldaten bzw. Eichdaten neu ausgezählt werden, um neuere taxonomische Modelle anwenden zu können.

Problematisch wird auch in Zukunft die Bestimmung von in Gürtelbandansicht liegenden Schalen sein, die gerade bei den kleinen fragilaroiden Diatomeen in den Dauerpräparaten häufig zu finden sind. Diese sollten wenn möglich vermessen und soweit wie möglich bestimmt werden. Ist dies nicht möglich, sollten die Gürtelbänder anteilmäßig den in Schalenansicht liegenden und in Frage kommenden Taxa zugeordnet werden. Auch hierbei sollte eine fotografische Dokumentation unerlässlich sein. In diesem Zusammenhang muss darauf hingewiesen werden, dass im deutschen Verfahren Objekte und nicht Halbschalen gezählt werden. Zur Definition von Diatomeenobjekten siehe Schaumburg et al. (2011b) auf Seite 25. Liegen Gürtelbandketten vor, so wird jede Frustel der Kette als ein Objekt gezählt (Hofmann, pers. Mitteilung). Die Halbschalen am Ende einer Kette werden ebenfalls als ein Objekt gezählt (Hofmann, pers. Mitteilung).

**Tafel 9** (folgende Seite): Kleine fragilarioide Diatomeen aus der Ringtestprobe D 1.1 (Genfer See, Schweiz). Bei einer Bestimmung der abgebildeten Taxa anhand von Hofmann et al. (2013) müssten die abgebildeten Schalen wie folgt benannt werden: *Staurosira brevistriata* (Grunow) Grunow oder alternativ *Fragilaria brevistriata* Grunow (**1-26**); *Staurosira mutabilis* (W. Smith) Grunow oder alternativ *Fragilaria pinnata* Ehrenberg (**27-54**); *Staurosira cf. mutabilis* (W. Smith) Grunow oder alternativ *Fragilaria cf. pinnata* Ehrenberg (**55-59**); *Fragilaria parasitica* var. *parasitica* (W. Smith) Grunow (**60**). Abbildungen 22-26; 43-46 und 53-54 sind Gürtelbandansichten, wobei die Abbildungen 22 und 23 sowie 25 und 26 dieselben Schalen mit unterschiedlichem Fokus darstellen. Die abgebildeten Taxa wurden während einer Nachsuche in Probe D 1.1 gefunden und sind die einzigen Taxa aus der Gruppe der kleinen fragilaroiden Diatomeen, die dabei nachgewiesen werden konnten, d.h. es wurden keine weiteren ähnlichen Taxa während der Nachsuche gefunden. Es wurde hierbei solange nachgesucht, bis insgesamt 5000 Diatomeenschalen in Probe D 1.1 gesichtet wurden. Einzelfunde weiterer hier nicht abgebildeter sehr selten in Probe D 1.1 vorkommender Taxa sind möglich, aber statistisch nicht relevant.

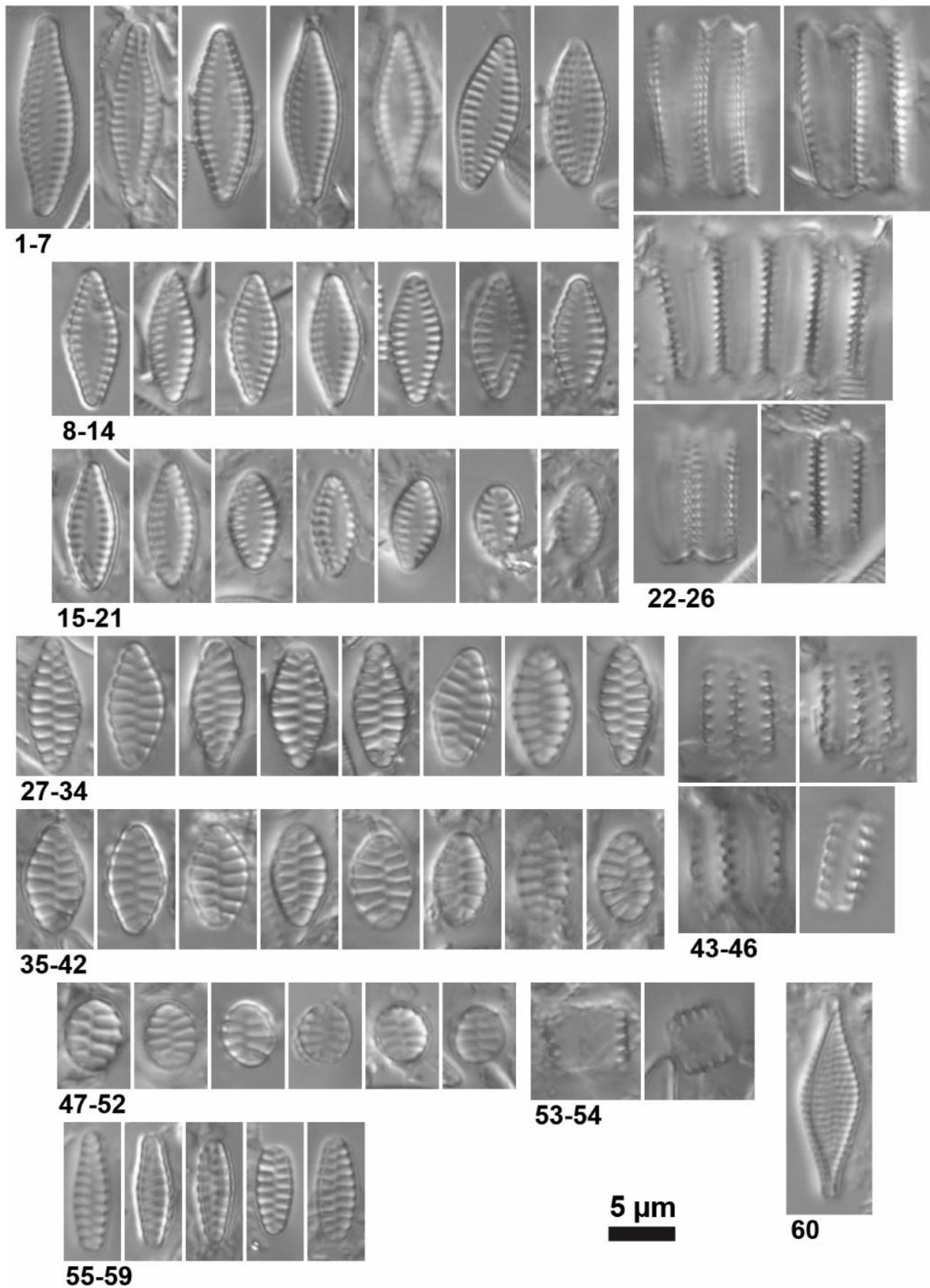
Maßangaben zu den abgebildeten Schalen:

1-26: Länge: 5,5-15,5 µm, Breite: 3,5-4,8 µm, Striae in 10 µm: 14-15

27-42: Länge: 7,0-10,5 µm, Breite: ca. 4,5 µm, Striae in 10 µm: ca. 10

47-52: Länge: 4,5-5,5 µm, Breite: 4,0-4,2 µm, Striae in 10 µm: 10-12

55-59: Länge: 6,8-9,1 µm, Breite: 2,5-3,0 µm, Striae in 10 µm: 12-13 (14)



5 μm

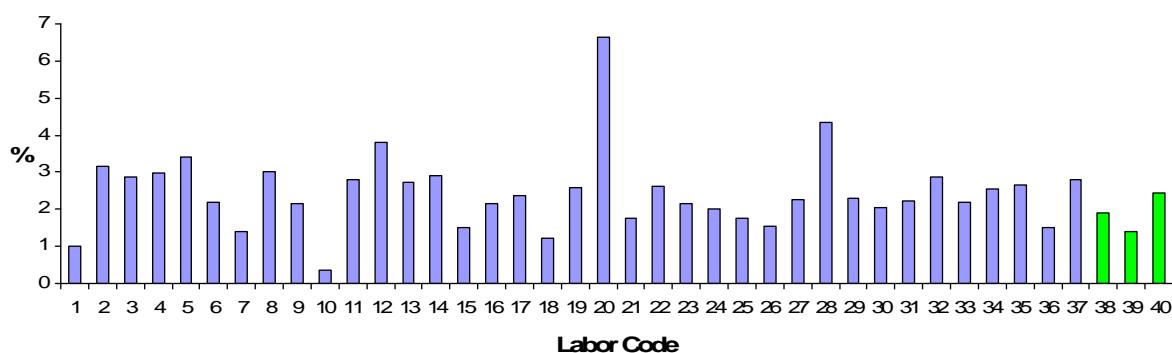
60

### 3.2.8 *Fragilaria capucina* und ähnliche Taxa in den Proben D 1.1 und D 2

In den Proben D 1.1 und D 2 kamen verschiedene Taxa aus dem ehemaligen *Fragilaria capucina*-Komplex vor (Tafeln 10 und 11) wobei die Diversität und auch die Abundanzen dieser Taxa in Probe D 2 höher war als in D 1.1. Es zeigte sich bei Betrachtung der Ergebnisse, dass bei vielen Ringtestteilnehmern einerseits Probleme bei der Bestimmung dieser *Fragilaria*-Taxa zu vermuten sind und andererseits, dass unterschiedlich alte Bestimmungsliteratur genutzt wurde. Beides führte zu der Vergabe einer Vielzahl von Namen für diese *Fragilaria*-Taxa (siehe Abb. 37 und Abb. 41), deren Anzahl bei weitem die tatsächliche Diversität innerhalb dieser Gruppe in den beiden Proben übersteigt. So wurden von den Ringtest-Teilnehmern 13 Namen für die hier besprochenen *Fragilaria*-Arten in Probe D 1.1 und 19 Namen für die *Fragilaria*-Taxa in Probe D 2 vergeben.

#### *Fragilaria capucina*-Komplex in Probe D 1.1

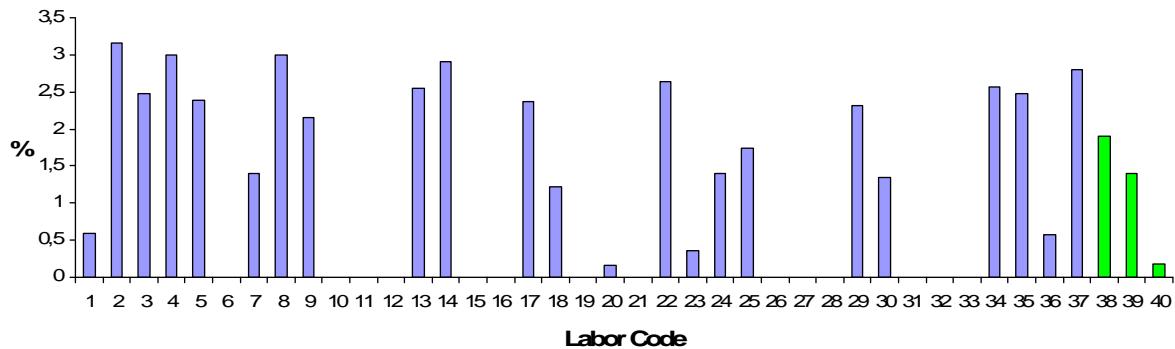
Alle Ringversuchsteilnehmer haben in Probe D 1.1 Taxa aus dem ehemaligen *Fragilaria capucina*-Komplex oder ähnliche Taxa gefunden (0,4-6,7 %, Mittelwert (MW): 2,5 %) (Abb. 37). Die drei Referenzzähler fanden in guter Übereinstimmung 1,4-2,4 % (MW: 1,9 %) aus dieser Gruppe (Abb. 37).



**Abb. 37:** Summe der relativen Anteile von *Fragilaria spec.*, *F. amphicephaloidea*, *F. austriaca*, *F. capucina* (inklusive „cf.“), *F. capucina* var. *capucina*, *F. capucina* var. *vaucheriae*, *F. famelica*, *F. famelica* var. *famelica*, *F. gracilis*, *F. pararumpens*, *F. perminuta*, *F. rumpens* (inklusive „cf.“) und *F. vaucheriae* aus Probe D 1.1. Blau: Ringtestteilnehmer, grün: Referenzzähler.

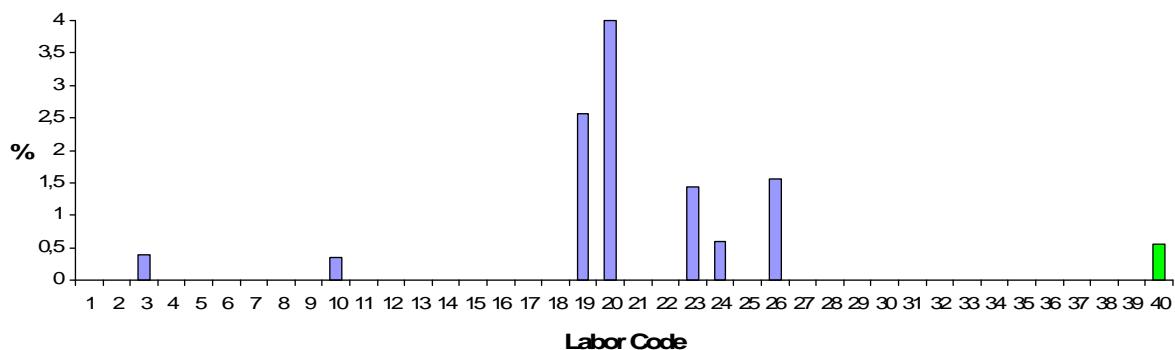
Von den 37 Ringtest-Teilnehmern fanden 23 *Fragilaria perminuta* in Probe D 1.1 (0,2-3,2; MW: 2,0) (Abb. 38). Alle drei Referenzzähler wiesen *F. perminuta* in Probe D 1.1 nach (0,2-

1,9 %; MW: 1,2) (Abb. 38). Es bleibt auf Grund der relativ geringen Anteile von *F. perminuta* in Probe D 1.1 offen, ob das Nicht-Finden dieser Art durch die Variabilität zwischen den einzelnen Dauerpräparaten (siehe Kap. 2) oder durch Bestimmungsfehler bedingt ist. Beides kann als mehr oder weniger wahrscheinlich angenommen werden.



**Abb. 38:** Relative Anteile von *Fragilaria perminuta* aus Probe D 1.1. Blau: Ringtest-Teilnehmer, grün: Referenzähler.

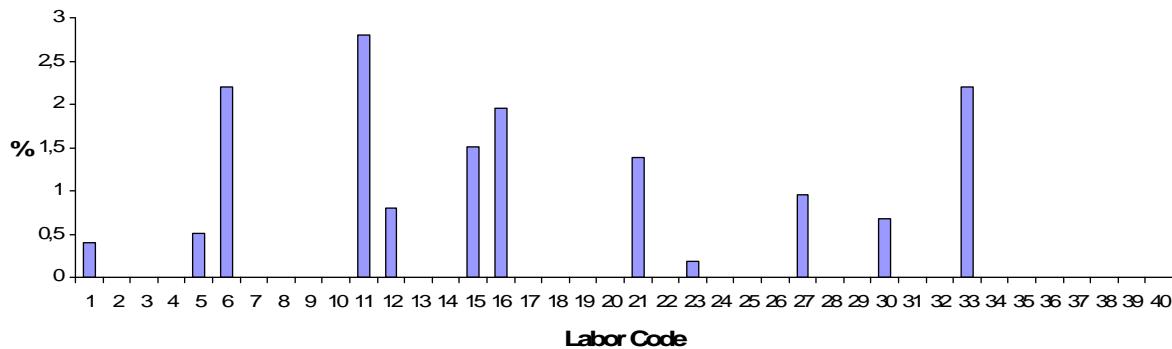
*Fragilaria capucina* bzw. *F. capucina* var. *capucina* wurden von einem Referenzähler (0,6 %) und von sieben Ringtest-Teilnehmern gezählt (0,4-4,0 %; MW: 1,6 %) (Abb. 39). Es fällt hierbei auf, dass die Labore mit höheren Werten von *F. capucina* keine (Labore 19 und 26) bzw. relativ wenig (Labore 20 und 23) *F. perminuta* gezählt haben. Verwechslungen bzw. Fehlbestimmungen können dabei nicht ausgeschlossen werden.



**Abb. 39:** Relative Anteile von *Fragilaria capucina* (inklusive „cf.“) und *F. capucina* var. *capucina* aus Probe D 1.1. Blau: Ringtest-Teilnehmer, grün: Referenzähler.

Von den 37 Ringtest-Teilnehmern wiesen 12 *Fragilaria capucina* var. *vaucheriae* bzw. *F. vaucheriae* mit Anteilen zwischen 0,2 bis 2,8 % nach (Abb. 40). Von den drei Referenzzählern wurde *F. vaucheriae* in Probe D 1.1 nicht gefunden. Von den 12 Laboren mit

Bestimmung von *F. capucina* var. *vaucheriae* bzw. *F. vaucheriae* haben besonders die Labore mit höheren Anteilen (>1 %) dieser beiden Namen keine *F. perminuta* in Probe D 1.1 nachgewiesen (Labore 6, 11, 15, 16, 21, 27 und 33). Es erscheint relativ wahrscheinlich, dass *F. perminuta* als *F. capucina* var. *vaucheriae* bzw. *F. vaucheriae* bestimmt wurde.



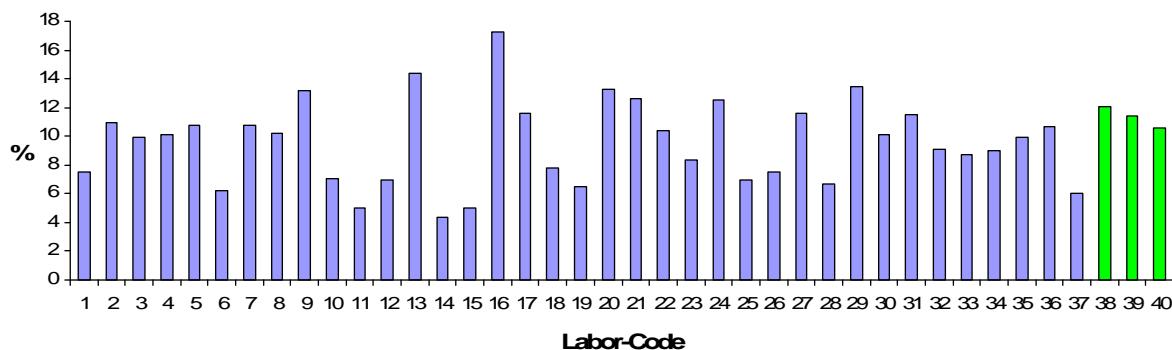
**Abb. 40:** Relative Anteile von *Fragilaria vaucheriae* bzw. *F. capucina* var. *vaucheriae* aus Probe D 1.1. Blau: Ringtest-Teilnehmer, kein Nachweis durch die Referenzzähler.

Ein Referenzzähler (1,5 %) und vier Labore (0,2-0,5 %) haben *Fragilaria* spec. in Probe D 1.1 gezählt (nicht dargestellt). *Fragilaria pararumpens*, welche von keinem der Referenzzähler nachgewiesen wurde, ist von drei Teilnehmern mit Anteilen von 0,9-2,9 % bestimmt worden (nicht dargestellt). Zwei dieser Labore fanden keine *F. perminuta* in Probe D 1.1. *Fragilaria rumpens* bzw. *F. cf. rumpens*, die ebenfalls von keinem der Referenzzähler bestimmt wurde, wurde mit Anteilen von 0,2 bis 4,3 % von vier Teilnehmern der Ringtestes gefunden (nicht dargestellt). Zwei dieser Labore fanden keine *F. perminuta* in Probe D 1.1. Bei den jeweils einmaligen Nachweisen von *Fragilaria austriaca* (2,5 %) und *Fragilaria gracilis* (2,8 %) erscheinen Fehlbestimmungen wahrscheinlich (nicht dargestellt).

Es kann anhand der Ergebnisse aus Probe D 1.1 geschlussfolgert werden, dass wahrscheinlich erhebliche Bestimmungsschwierigkeiten bezüglich der Taxa aus dem ehemaligen *Fragilaria capucina*-Komplex aufgetreten sind. Als einziges Taxon aus dieser Gruppe mit regelmäßigem Vorkommen kann *F. perminuta* angesehen werden (siehe auch Tafel 10). Es kann angenommen werden, dass viele der Benennungen (siehe Abb. 37) aufgrund von Verwechslungen anderer Taxa mit *F. perminuta* zustande gekommen sind.

## ***Fragilaria capucina*-Komplex in Probe D 2**

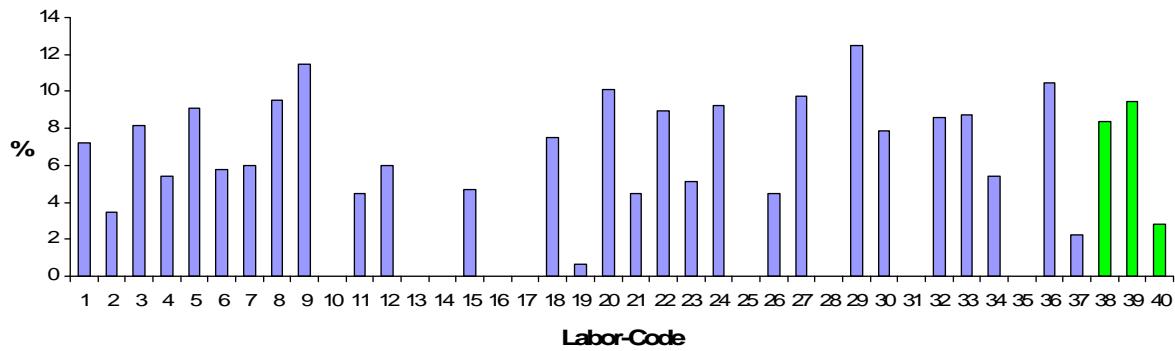
Der ehemalige *Fragilaria capucina*-Komplex zeigt in Probe D 2 eine höhere Diversität als in Probe D 1.1 (Tafel 11). Die von den Referenzzählern für Taxa aus dem *F. capucina*-Komplex ermittelten relativen Anteile lagen vergleichsweise dicht beieinander: 10,5-12,1 % (MW: 11,3 %) (Abb. 41). Die Referenzteilnehmer bestimmten 4,4-17,3 % (MW: 9,6 %) aus dieser Gruppe (Abb. 41).



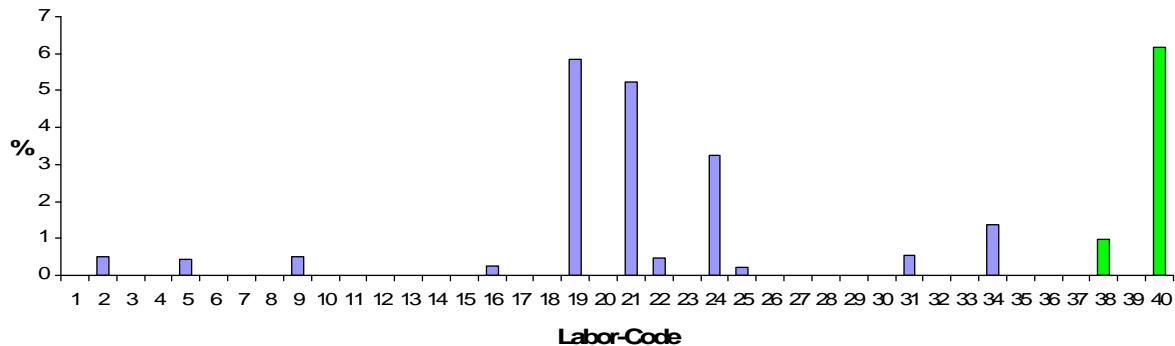
**Abb. 41:** Summe der relativen Anteile von *Fragilaria spec.*, *F. amphicephalooides*, *F. austriaca* (inklusive „cf.“), *F. capitellata*, *F. capucina* (inklusive „cf.“), *F. capucina* var. *austriaca*, *F. capucina* var. *capucina*, *F. capucina* var. *gracilis*, *F. capucina* var. *rumpens*, *F. capucina* var. *vaucheriae*, *F. delicatissima*, *F. gracilis* (inklusive „cf.“), *F. pararumpens*, *F. pectinalis*, *F. perminuta*, *F. radians*, *F. recapitellata*, *F. rumpens* (inklusive „cf.“) und *F. vaucheriae* aus Probe D 2. Blau: Ringtestteilnehmer, grün: Referenzzähller.

Als das im Rahmen der hier besprochenen Taxa wohl häufigste kann in Probe D 2 *F. vaucheriae* angesehen werden (Tafel 11). So wurde dieses Taxon von allen drei Referenzzählern (als *F. capucina* var. *vaucheriae*) in Probe D 2 nachgewiesen (2,8-9,5 %; MW: 6,9) (Abb. 42). Von den 37 Ringtest-Teilnehmern haben 28 *F. vaucheriae* bzw. *F. capucina* var. *vaucheriae* mit Anteilen von 0,6-12,5 % (MW: 7,0 %) bestimmt (Abb. 42). Von neun Teilnehmern wurde dieses Taxon nicht ermittelt.

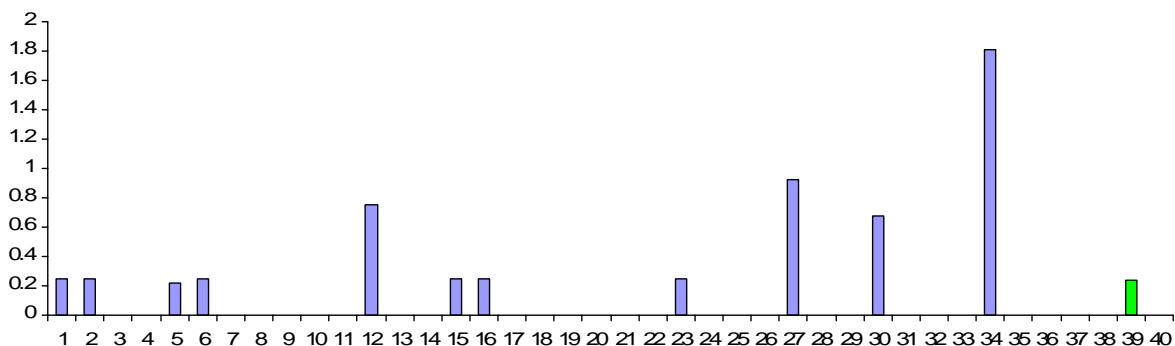
Obwohl es offensichtlich erhebliche Schwierigkeiten bei der Bestimmung der hier besprochenen *Fragilaria*-Arten gibt, haben nur 11 der 37 Ringtest-Teilnehmer Objekte aus dieser Gruppe als nicht sicher zu bestimmen (Bezeichnung „cf.“ oder „spec.“) gekennzeichnet (0,2-5,2 %) (Abb. 43). Zwei der Referenzzähller bezeichnete einen Teil der Objekte als *Fragilaria spec.* (1,0 und 6,2 %) (Abb. 43).



**Abb. 42:** Relative Anteile von *Fragilaria vaucheriae* bzw. *F. capucina* var. *vaucheriae* aus Probe D 2. Blau: Ringtest-Teilnehmer, grün: Referenzzähler.



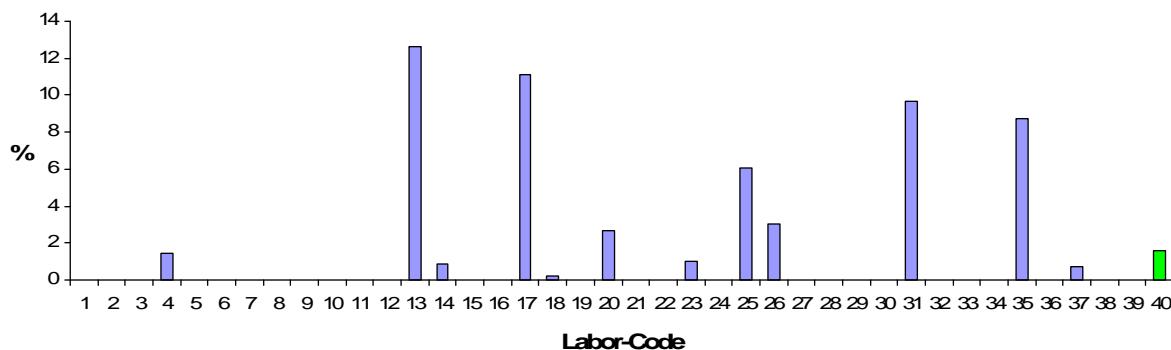
**Abb. 43:** Summe der relativen Anteile aller nicht sicher bestimmten Objekte aus dem *Fragilaria capucina*-Komplex (*Fragilaria* spec., *F. cf. austriaca*, *F. cf. capucina*, *F. cf. gracilis*, *F. cf. radians* und *F. cf. rumpens*) aus Probe D 2. Blau: Ringtest-Teilnehmer, grün: Referenzzähler.



**Abb. 44:** Relative Anteile von *Fragilaria austriaca* bzw. *F. capucina* var. *austriaca* aus Probe D 2. Blau: Ringtest-Teilnehmer, grün: Referenzzähler.

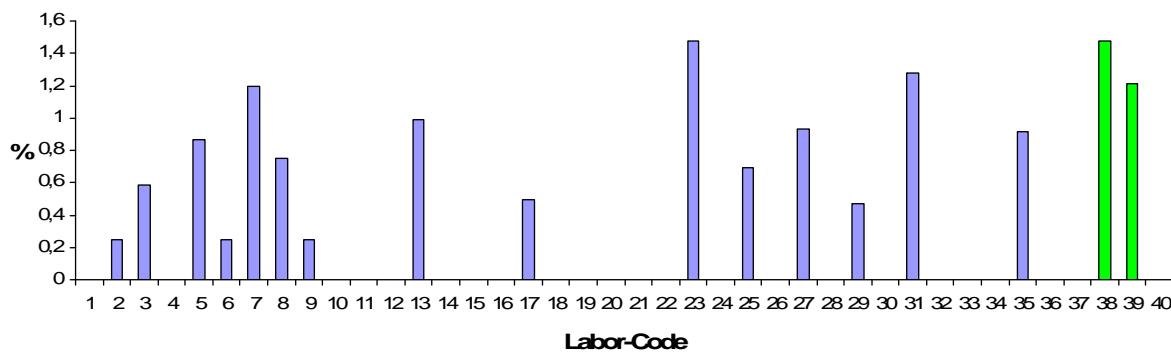
*Fragilaria austriaca* wurde von einem der Referenzzähler mit 0,2 % nachgewiesen (Abb. 44). Etwas weniger als ein Drittel der Ringtest-Teilnehmer fand ebenfalls *F. austriaca* in Probe D 2 mit relativen Anteilen von 0,2-1,8 % (Abb. 44).

Ein Referenzzähler wies in Probe D 2 *Fragilaria capucina* (bezeichnet als *F. capucina* var. *capucina*) mit 1,6 % nach (Abb. 45). 12 der 37 Teilnehmer fanden ebenfalls *F. capucina* bzw. *F. capucina* var. *capucina* mit deutlich unterschiedlichen relativen Anteilen (0,3-12,6 %; MW: 4,9 %) (Abb. 45).



**Abb. 45:** Relative Anteile von *Fragilaria capucina* bzw. *F. capucina* var. *capucina* aus Probe D 2. Blau: Ringtest-Teilnehmer, grün: Referenzzähler.

Von zwei Referenzzählern wurde in Probe D 2 *Fragilaria gracilis* nachgewiesen (1,5 % und 1,2 %) (Abb. 46). 15 der 37 Ringtest-Teilnehmer fanden ebenfalls *F. gracilis* bzw. *F. capucina* var. *gracilis* (0,2-1,5 %; MW: 0,8 %) (Abb. 46).



**Abb. 46:** Relative Anteile von *Fragilaria gracilis* bzw. *F. capucina* var. *gracilis* aus Probe D 2. Blau: Ringtest-Teilnehmer, grün: Referenzzähler.

Neben den oben genannten Namen wurden von verschiedenen Ringtest-Teilnehmern noch weitere Namen für Taxa aus der Gruppe um *F. capucina* in Probe D 2 genutzt. Es handelt sich

hierbei um *Fragilaria perminuta*, *F. rumpens* bzw. *F. capucina* var. *rumpens*, *F. pectinalis*, *F. delicatissima* und *F. amphicephalooides* (nicht dargestellt). Diese fünf Taxa wurden von den Referenzzählern in Probe D 2 nicht nachgewiesen. *F. perminuta* wurde von fünf Teilnehmern (Labore 2, 3, 7, 14 und 20) bestimmt (0,5-2,8 %; MW: 1,4 %). *F. rumpens* bzw. *F. capucina* var. *rumpens* wurde von 14 Laboren bestimmt (Labore 2, 5, 7, 9, 11, 12, 14, 16, 21, 22, 28, 30 und 37) (0,2-6,7 %; MW: 1,3 %). *F. pectinalis* wurde nur von Labor 16 mit 16,1 % und *F. delicatissima* (4,1 %) sowie *F. amphicephalooides* (3,0 %) nur vom Labor 10 bestimmt.

Die taxonomischen Probleme, welche sich bei der Bestimmung der Arten aus dem ehemaligen *Fragilaria capucina*-Komplex in den Proben D 1.1 und D 2 ergaben, werden anhand der Zählergebnisse der Ringtestteilnehmer, und teilweise jedoch in deutlich geringerem Ausmaß auch anhand der Ergebnisse der Referenzzählern, deutlich. So wurden beispielsweise Taxa, welche von allen drei Referenzzählern nachgewiesen wurden, von einem erheblichen Teil der Ringtest-Teilnehmer nicht bestimmt oder gefunden. Dies trifft zum Beispiel auf *F. perminuta* in der Probe D 1.1 und auf *Fragilaria vaucheriae* in Probe D 2 zu. Außerdem wurden Taxa, welche von keinem der Referenzzählern gefunden wurden, teilweise mit mehr oder weniger hohen relativen Anteilen von einigen Ringtest-Teilnehmern bestimmt. Dies waren beispielsweise *F. vaucheriae* in Probe D 1.1 und *F. perminuta* sowie *F. rumpens* in Probe D 2. Unsicherheiten bei der Bestimmung durch Bezeichnungen wie “spec.” oder “cf” wurden trotz der offensichtlichen Schwierigkeiten nur selten von den Teilnehmern genutzt.

Aufgrund der Ähnlichkeit vieler Taxa innerhalb des *Fragilaria capucina*-Komplexes im weiteren Sinn, dem Vorkommen von Übergangsformen zwischen einigen der hier besprochenen Taxa, den oft eng beieinander liegenden Bestimmungsmerkmalen vieler dieser Taxa (siehe Tab. 17) und der in vielen Fällen noch ausstehenden Klärung grundlegender und detaillierter taxonomischer Fragen ist es für eine sichere Bestimmung unbedingt erforderlich, alle messbaren Parameter (Länge, Breite, Streifenzahl) an mehreren Individuen zu ermitteln und den Vergleich mit den Abbildungen sowie die Artbeschreibungen im Detail zu beachten. Als Bestimmungsliteratur für die meisten (siehe weiter unten) der hier besprochenen Taxa ist Hofmann et al. (2013) geeignet.

Von den in Tab. 17 aufgeführten Arten mit einer Breite bis 3 µm (*F. amphicephalooides*, *F. gracilis*, *F. delicatissima* und *F. pararumpens*) lässt sich *F. gracilis* aufgrund der Streifenzahl (ca. 20 in 10 µm) relativ gut abgrenzen. *F. pararumpens* sticht hinsichtlich ihrer markanten Schalenansicht hervor: der kurze zentrale Teil ist mehr bis weniger aufgetrieben,

der Schalenumriss lanzettlich, von der Mitte zu den kopfigen Enden allmählich verschmälert (Hofmann et al. 2013). *F. delicatissima* und *F. amphicephaloides* lassen sich meist anhand der Streifenzahl voneinander unterscheiden. Weiterhin sind bei der größer gestreiften *F. amphicephaloides* die Schalenenden stärker kopfig ausgeprägt als bei *F. delicatissima*.

Von den Arten mit einer Schalenbreite  $>3,5\text{ }\mu\text{m}$  (*F. capucina* var. *capucina*, *F. rumpens*, *F. vaucheriae*, *F. radians*, *F. mesolepta* und *F. pectinalis*) sticht *F. mesolepta* aufgrund der meist (siehe weiter unten) vorhandenen Einschnürung im mittleren Teil der Schale deutlich heraus. *F. radians* lässt sich anhand der geringeren Streifendichte zumeist von den übrigen dieser Taxa abgrenzen. *F. capucina* var. *capucina* und *F. rumpens* lassen sich, wenn die Streifenzahl keine Unterscheidung möglich macht, anhand ihres Umrisses (Schalenansicht) von den anderen Taxa abgrenzen. Die Schalen von *F. radians* sind von der Mitte bis zu den kopfig vorgezogenen Enden allmählich verschmälert (Hofmann et al. 2013). Im Gegensatz dazu verlaufen die Schalenseiten bei *F. vaucheriae* von der Mitte aus bis fast zu den Enden nahezu parallel und die Schale verschmälert sich erst kurz vor den Enden (“schulterartig”) deutlich. *F. capucina* var. *capucina* unterscheidet sich von *F. rumpens* durch die Streifendichte. Am schwierigsten lassen sich von den Taxa mit einer Breite von  $>3,5\text{ }\mu\text{m}$  wahrscheinlich *F. vaucheriae* und *F. pectinalis* voneinander unterscheiden. Hier sollte auf jeden Fall immer die gesamte Merkmalskombination beachtet werden. *F. famelica*, die im taxonomischen Sinn nicht zum *F. capucina*-Komplex gerechnet wird, jedoch mit einigen dieser Arten verwechselt werden könnte und deshalb hier aufgeführt ist, besitzt im Gegensatz zu den anderen hier besprochenen Taxa zumeist Streifen, bei denen die Punkte sichtbar sind.

Die noch übrigen Arten *F. austriaca*, *F. perminuta*, *F. recapitellata*, *F. acidoclinata* (und *F. famelica*) weisen Schalenbreiten zwischen 3-4  $\mu\text{m}$  bzw. 3-5  $\mu\text{m}$  auf (Tab. 17) und können damit nicht eindeutig einer der beiden vorherigen Gruppen zugeordnet werden. *F. perminuta* ist innerhalb des *F. capucina*-Komplexes recht gut anhand der einseitig ausgeprägten Zentralarea erkennbar, in deren Bereich der Schalenrand gewöhnlich schwach bauchig nach außen gewölbt ist (Hofmann et al. 2013). Häufig ist ein unscharf begrenzter Fleck im Bereich der Zentralarea sichtbar. *F. austriaca* ist aufgrund ihrer lanzettlichen Schalenform einschließlich ihrer kopfig vorgezogenen Enden relativ gut abzugrenzen. *F. recapitellata* kann *F. vaucheriae* ähneln, ist von dieser jedoch anhand der höheren Streifendichte und der zumeist stärker kopfigen Enden zu unterscheiden. *F. acidoclinata* besitzt einen typischen Umriss mit relativ lang vorgezogenen und kopfig gerundeten Enden und ist grob punktiert.

Eine Fotografische Dokumentation halten wir bei den hier besprochenen Taxa für besonders wichtig, um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse verschiedener Bearbeiter und spätere Revisionen von Zählergebnissen zu ermöglichen. Nach Hofmann et al. (2013) soll in einigen Fällen (siehe z.B. Angaben zu *F. austriaca* in Hofmann et al. 2013) die Autökologie als zusätzliches Merkmal für die Artbestimmung herangezogen werden. Dem schließen wir uns nicht an, da in vielen Fällen – gerade im Bereich der Arbeiten zur Wasserrahmenrichtlinie – dem Diatomeenbearbeiter die Ökologie des jeweiligen Gewässers bzw. limnologische Angaben zu den Probennahmestellen nicht bekannt sind. Außerdem wäre es ein Zirkelschluss, die Wasserqualität mit Arten zu identifizieren, die anhand der Wasserqualität bestimmt wurden. Im Zweifelsfall ist es neben der fotografischen Dokumentation angebracht, die Bezeichnung „cf.“ zu nutzen, um nicht Sicherheiten bei der Benennung vorzutäuschen. Im Folgenden werden zur Übersicht die wichtigsten Bestimmungsmerkmale der hier besprochenen Arten in Tab. 17 und in Stichpunkten dargestellt.

**Tab. 17:** Messbare Dimensionen und einige Merkmale von Taxa aus dem ehemaligen *Fragilaria capucina*-Komplex und ähnlicher Taxa, deren Namen von den Ringtest-Teilnehmern und den Referenzzählern für Objekte aus den Proben D 1.1 und D 2 genutzt wurden (Ausnahme: zusätzlich sind *F. mesolepta* und *F. acidoclinata* aufgeführt). Angaben nach Hofmann et al. (2013), Krammer & Lange-Bertalot (1984-2004), Tuji (2007)\* und Tuji & Williams (2008a, b). Weitere Erklärungen im Text. Bis auf *F. pectinalis* sind alle in der Tabelle aufgeführten Taxa in Hofmann et al. (2013) dargestellt.

Taxon	Länge (µm)	Breite (µm)	Striae/10µm	Kommentar
<i>F. acidoclinata</i>	35-60	3-4	11-13	Umriss, Punktierung
<i>F. amphicephaloides</i>	40-75	2-3	10-14	Umriss, Zentralarea
<i>F. austriaca</i>	20-60	3-4	12-15	Umriss
<i>F. capucina</i> var. <i>capucina</i>	<25-75	3,5-4,5	12-17	
<i>F. delicatissima</i>	30->100	2,5-3	14-16	
<i>F. famelica</i>	10-70	2,5-4	11-16	Striae punktiert
<i>F. gracilis</i>	<10-60	2-3 (-3,6*)	~20	
<i>F. mesolepta</i>	ca. 20-60	3,5-4,5	15-18	Umriss
<i>F. pararumpens</i>	25-50	2,5-3	16-18	Umriss, Zentralarea
<i>F. pectinalis</i>	28-37	3,5-4	14-15	Zentralarea
<i>F. perminuta</i>	7-40	3-4	17-21	Umriss, Zentralarea
<i>F. radians</i>	35-55	3,5-4,5	9-11	Umriss, Zentralarea
<i>F. recapitellata</i>	11-38	3-5	14-18	Umriss, Zentralarea
<i>F. rumpens</i>	ca. 20-65	3,5-4	18-20	
<i>F. vaucheriae</i>	<10-50	4-5	9-14	Umriss

***Fragilaria acidoclinata* Lange-Bertalot & Hofmann**

- in Krammer & Lange-Bertalot (1986-2004) nicht aufgeführt
- Synonyme: keine bekannt
  - Schalen linear bis schmal linear-lanzettlich
  - Enden mehr oder weniger lang ausgezogen und kopfig gerundet
  - auffällig grob punktiert, Axialarea lanzettlich. Zentralarea mehr bis weniger rechteckig

***F. amphicephaloidea* Lange-Bertalot**

- in Krammer & Lange-Bertalot (1986-2004) als *Fragilaria capucina amphicephala*-Sippen
- Synonyme: *Fragilaria capucina* var. *amphicephala* (Kützing) Lange-Bertalot, *F. capucina* subsp. *amphicephala* (Kützing) Lange-Bertalot, *Synedra amphicephala* Kützing, *F. amphicephala* Ehrenberg
  - Schalen linear, Enden mehr oder weniger Kopfig ausgezogen
  - Axialarea mäßig eng bis stärker erweitert
  - Streifen in Schalenmitte durch diffus ausgeprägte Zentralarea abgeschwächt

***F. austriaca* (Grunow) Lange-Bertalot**

- in Krammer & Lange-Bertalot (1986-2004) als *Fragilaria capucina austriaca*-Sippen
- Synonym: *Fragilaria capucina* var. *austriaca* (Grunow) Lange-Bertalot
  - Schalen schmal lanzettlich bis linear-lanzettlich
  - Enden mehr oder weniger ausgeprägt kopfig und vorgezogen
  - Axialarea (meist) eng linear, Zentralarea variabel

***F. capucina* Desmazieres var. *capucina***

- in Krammer & Lange-Bertalot (1986-2004) als *Fragilaria capucina*-Sippen sensu stricto
  - Schalen variabel zwischen lanzettlich und linear
  - Striae oft von mehr oder weniger deutlicher Zentralarea abgeschwächt / unterbrochen
  - keine Punktierung erkennbar

***F. delicatissima* (W. Smith) Lange-Bertalot**

- in Krammer & Lange-Bertalot (1986-2004) als solche aufgeführt
- Basionym: *Synedra delicatissima* W. Smith
  - als *Ulnaria delicatissima* von Aboal & Silva (2004) bezeichnet
  - Schalen schmal linear bis schmal lanzettlich, Enden lang ausgezogen und kopfig
  - Schalen von der Mitte zu den Enden allmählich verschmälernd

### ***F. famelica* (Kützing) Lange-Bertalot**

- in Krammer & Lange-Bertalot (1986-2004) als *F. famelica*-Sippen sensu stricto
- Synonyme: *Synedra famelica* Kützing, *S. minuscula* Grunow, *Nitzschia famelica* (Kützing) Rabenhorst, *N. palea* f. *famelica* (Kützing) Rabenhorst, *N. palea* var. *famelica* (Kützing) Peragallo
  - Schalen linear-elliptisch bis linear-lanzettlich, Enden stumpf gerundet bis leicht vorgezogen
  - Punktierung der Streifen im LM meist gerade noch erkennbar
  - Axialarea sehr eng, Zentralarea variabel, oft unregelmäßig begrenzt oder fehlend

### ***F. gracilis* Østrup**

- in Krammer & Lange-Bertalot (1986-2004) als *F. capucina gracilis*-Sippen
- Synonym: *Fragilaria capucina* var. *gracilis* (Østrup) Hustedt
  - Schalen linear bis linear-lanzettlich
  - Enden stumpf gerundet, nicht oder nur schwach vorgezogen
  - Striae oft von mehr oder weniger deutlicher Zentralarea abgeschwächt / unterbrochen
  - keine Punktierung erkennbar

### ***F. mesolepta* Rabenhorst**

- in Krammer & Lange-Bertalot (1986-2004) als *F. capucina mesolepta*-Sippen sensu lato
- Synonyme: *Fragilaria capucina* var. *mesolepta* (Rabenhorst) Rabenhorst, *F. virescens* var. *mesolepta* (Rabenhorst) Schönfelt, *F. virescens* f. *mesolepta* (Rabenhorst) Cleve-Euler, *F. capucina* f. *mesolepta* (Rabenhorst) Hustedt, *Staurosira mesolepta* (Rabenhorst) Cleve & Möller, *S. capucina* var. *mesolepta* (Rabenhorst) Comère
  - in Hofmann et al. (2013) und Krammer & Lange-Bertalot (1986-2004) drei Sippen:
    - *mesolepta*-Sippen, in Krammer & Lange-Bertalot Tafel 110, Fig. 14-16
    - *subconstricta*-Sippen, in Krammer & Lange-Bertalot Tafel 110, Fig. 17-18
    - *tenuistriata*-Sippen, Krammer & Lange-Bertalot Tafel 110, Fig. 19-21
  - nach Tuji & Williams (2008a) drei eigene Arten

*mesolepta*-Sippen:

- Schalen annähernd linear, in der Mitte mehr bis weniger stark eingeschnürt
- Enden schwach kopfig vorgezogen

*subconstricta*-Sippen und *tenuistriata*-Sippen:

- Schalen fast gerade, in der Mitte nur wenig oder gar nicht eingeschnürt
- Enden breit bis auffallend stumpf gerundet

***F. pararumpens* Lange-Bertalot, Hofmann, Werum**

- in Krammer & Lange-Bertalot (1986-2004) unter verschiedenen Namen aufgeführt
- in Krammer & Lange-Bertalot (1986-2004) in Tafel 110, Fig. 22; Tafel 112, 10-11
- Synonyme: *Fragilaria familiaris* Krasske

- Schalen relativ schmal lanzettlich
  - Schalen von der Mitte zu den Enden allmählich verschmälert
  - Schalen in der Mitte in einem kleinen Teil mehr oder weniger aufgetrieben
  - Enden kopfig, Punkte auf den Streifen nicht sichtbar
  - Axialarea schmal bis sehr schmal
- Zentralarea relativ groß, annähernd quadratisch hyalin oder mit „Geister-Streifen“

***F. pectinalis* (O.F. Müller) Lyngbye**

- in Hofmann et al. (2013) und Krammer & Lange-Bertalot (1986-2004) nicht aufgeführt
- in Tuji & Williams (2006 und 2008b) dargestellt
- Synonyme: *Conferva pectinalis* O.F. Müller, *Synedra capitellata* var. *cymbelloides* Grunow,  
*S. capitellata* f. *striis-distantioribus* Grunow, *S. gloiophila* Grunow
  - Schalen meist linear bis linear-lanzettlich
  - Enden meist mehr oder weniger schwach vorgezogen bis leicht kopfig
  - Zentralarea einseitig ausgeprägt

***F. perminuta* (Grunow) Lange-Bertalot**

- in Krammer & Lange-Bertalot (1986-2004) als *F. capucina perminuta*-Sippe
- Synonyme: *Fragilaria perminuta*-Sippe Krammer & Lange-Bertalot
  - Schalen variabel, linear-elliptisch (linear-lanzettlich) bis fast linear bei großen Zellen
  - Enden mehr bis weniger kopfig vorgezogen, Zentralarea einseitig, oft schwach bauchig

***F. radians* (Kützing) Williams & Round**

- in Krammer & Lange-Bertalot (1986-2004) als *F. capucina radians*-Sippen
- Synonyme: *Synedra radians* Kützing und viele weitere
  - Schalen annähernd linear, Enden kopfig vorgezogen
  - Schalen im Bereich der Zentralarea oft leicht aufgetrieben
  - keine Punkte auf den Streifen sichtbar
  - Zentralarea quadratisch bis apikal rechteckig mit unscharfen „Geister-Streifen“

**F. recapitellata Lange-Bertalot & Metzeltin**

- in Krammer & Lange-Bertalot (1986-2004) als *F. capucina capitellata*-Sippen
- Synonyme: *Synedra capitellata* Grunow, *S. vaucheriae* var. *capitellata* (Grunow) Hustedt, *Fragilaria intermedia* var. *capitellata* (Grunow) Cleve-Euler, *F. capitellata* (Grunow) Petersen, *F. vaucheriae* var. *capitellata* (Grunow) Ross, *F. capucina capitellata*-Sippen Krammer & Lange-Bertalot
  - Schalen mit abnehmender Größe von linear bis lanzettlich
  - Enden mehr bis weniger kopfig abgesetzt, Zentralarea einseitig deutlich bis undeutlich

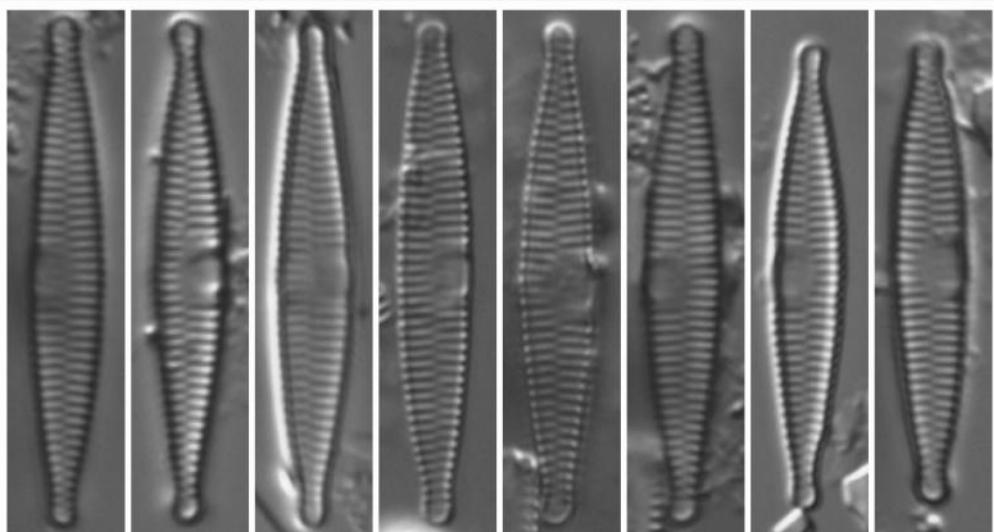
**F. rumpens (Kützing) Carlson**

- in Krammer & Lange-Bertalot (1986-2004) als *F. capucina rumpens*-Sippen
- Synonyme: *Fragilaria capucina* subsp. *rumpens* (Kützing) Lange-Bertalot, *F. capucina* var. *rumpens* (Kützing) Lange-Bertalot, *Synedra rumpens* Kützing
  - Schalen linear bis linear-lanzettlich, Enden nicht oder schwach vorgezogen, stumpf gerundet

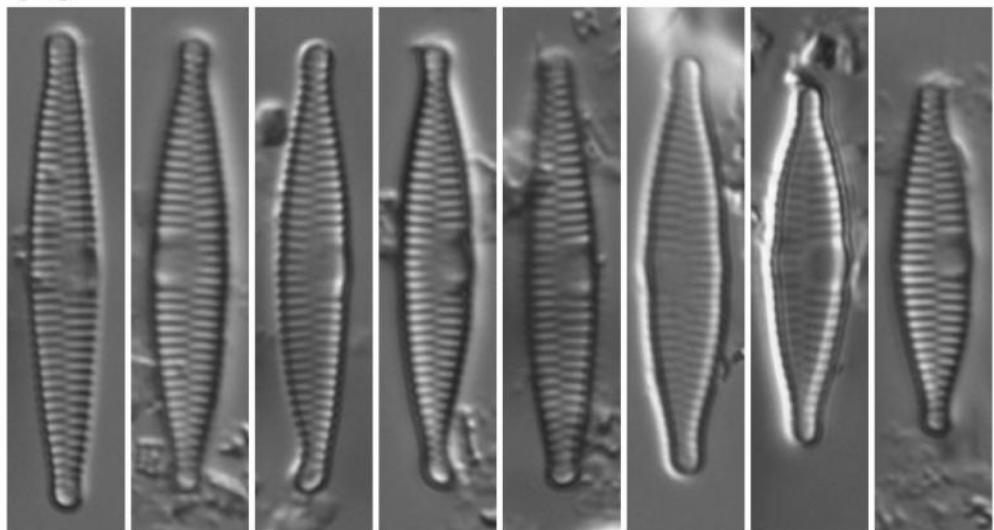
**F. vaucheriae (Kützing) Petersen**

- in Krammer & Lange-Bertalot (1986-2004) als *F. capucina vaucheriae*-Sippen s.t.
- Synonyme: *Exilaria vaucheriae* Kützing, *Fragilaria vaucheriae* var. *parvula* (Kützing) Cleve-Euler, *F. capucina* var. *vaucheriae* (Kützing) Lange-Bertalot, *Synedra vaucheriae* (Kützing) Kützing, *Ctenophora vaucheriae* (Kützing) Schönfeldt, *Ceratoneis vaucheriae* (Kützing) Kobayasi, *C. vaucheriae* (Kützing) Kobayashi
  - Schalen variabel; linear-elliptisch (kleine Schalen) bis linear (große Schalen)
  - Zentralarea einseitig, nicht immer deutlich ausgeprägt

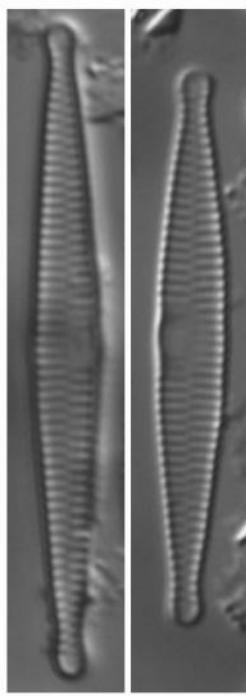
**Tafel 10** (folgende Seite): *Fragilaria perminuta* (**1-18**) und *F. cf. perminuta* (**19-21**) aus der Ringtestprobe D 1.1 (Genfer See, Schweiz). Die Schalen 19-20 sind etwas zu schmal (2,7-2,8 µm breit), stimmen ansonsten in allen Merkmalen mit der Definition von *F. perminuta* überein. Andere als die hier abgebildeten Taxa aus dem *F. capucina*-Komplex wurden während einer Nachsuche in Probe D 1.1 nicht gefunden (1500 Diatomeenschalen wurden dafür durchgemustert und alle Schalen die zum *F. capucina*-Komplex gehören oder solchen ähnlich sind, wurden beachtet). Weitere Erklärungen siehe Text.



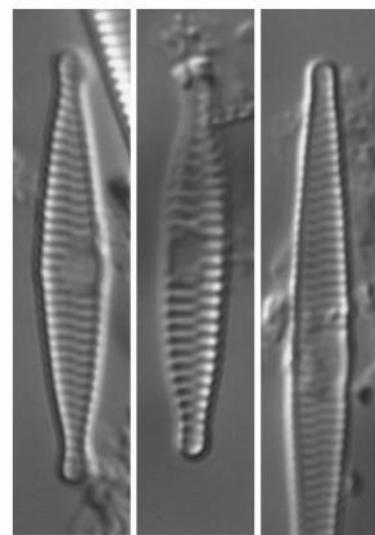
1-8



9-16



17-18



19-20

5 µm

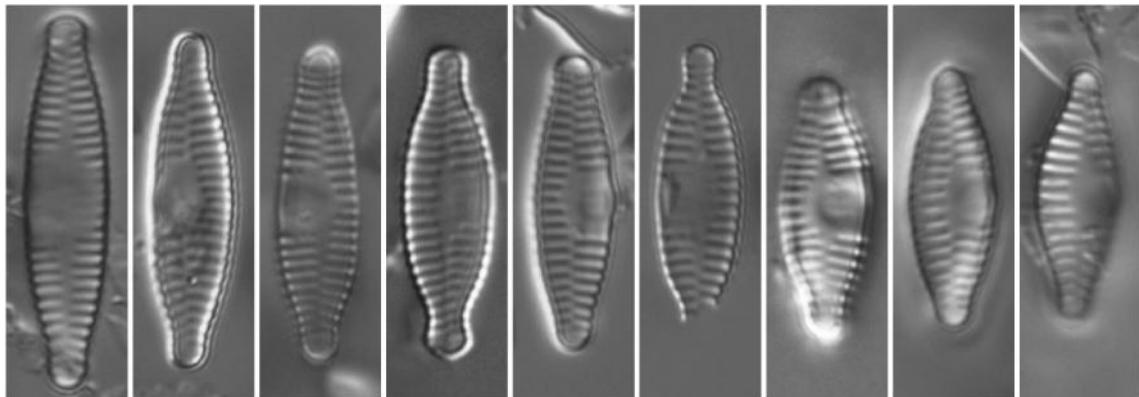
21

**Tafel 11** (Seiten 104 und 105): *Fragilaria recapitellata* (**1-9**), *F. cf. recapitellata* (**10-12**), Schwer differenzierbare *Fragilaria*-Schalen (*F. capucina* var. *capucina* oder *F. vaucheriae*) (**13-38**), *F. gracilis* (**39-44**), *F. cf. gracilis* (**45-47**), *F. cf. austriaca* (**48-49**), *F. austriaca* (**50**), *Fragilaria* spec. 1 (**51-54**), *F. cf. pararumpens* (**55**), *Fragilaria* spec. 2 (**56**) und *Fragilaria* spec. 3 (**57**) aus der Ringtestprobe D 2 (Drau, Österreich). Andere als die hier abgebildeten Taxa aus dem *F. capucina*-Komplex wurden während einer Nachsuche in Probe D 2 nicht gefunden (1500 Diatomeenschalen wurden dafür durchgemustert und alle Schalen die zum *F. capucina*-Komplex gehören oder solchen ähnlich sind, wurden beachtet). Weitere Erklärungen siehe Text.

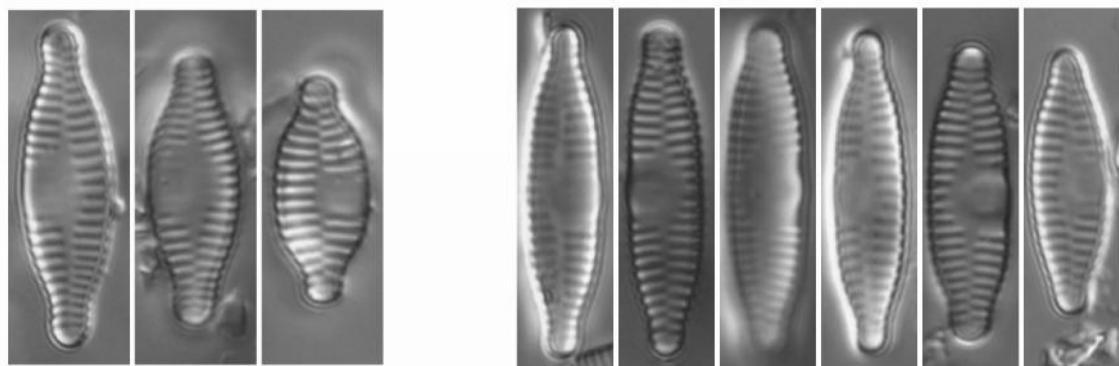
Die als *F. cf. recapitellata* (10-12) bezeichneten Schalen sind etwas zu breit für *F. recapitellata* (5,1-5,3 µm anstatt 3-5 µm). Alle weiteren Merkmale stimmen mit der Beschreibung überein, so dass zu vermuten ist, dass das Breitenspektrum von *F. recapitellata* größer ist, als angenommen und es sich bei den abgebildeten Schalen wahrscheinlich um *F. recapitellata* handelt.

Die hier als schwer differenzierbar bezeichneten *Fragilaria*-Schalen (13-38) stellen bezüglich der messbaren Dimensionen einen Mix aus Merkmalen von *F. capucina* var. *capucina* und *F. vaucheriae* dar (Länge: 14,6-25,1 µm; Breite: 3,4-4,5 µm, 14,5-16,5 Striae in 10 µm; Ausnahme Schale 25 mit 13,5 Striae in 10 µm), wobei die Untergrenze des Längenspektrums von *F. capucina* var. *capucina* aus der Literatur nicht genau zu entnehmen ist. Vom Umriss entsprechen diese Schalen jedoch eher der Beschreibung von *F. vaucheriae*, besitzen jedoch durchgehend zu hohe Streifendichten. Die Schalen 13-27 besitzen eine Breite von ca. 4,0-4,5 µm und die Schalen 28-38 eine Breite von 3,4-3,9 µm. Bis auf Schale 25 kann keine der hier gezeigten Schalen (13-38) eindeutig *F. vaucheriae* oder *F. capucina* var. *capucina* zugeordnet werden. Letztlich müssten diese Schalen als nicht sicher bestimmbar kenntlich gemacht werden. Lediglich Schale 25 (Länge: 25,8 µm; Breite 4,2 µm; 13,5 Striae in 10 µm) stimmt in allen Merkmalen mit der Beschreibung von *F. vaucheriae* überein und könnte als solche bezeichnet werden.

Die als *F. cf. gracilis* (45-47) bezeichneten Schalen sind nach Angaben in Hofmann et al. (2013) etwas zu breit (3,1-3,4 µm anstatt 2-3 mm). Tuji (2007) verweist jedoch darauf, dass *F. gracilis* breiter als 3,0 µm (z.B. 3,6 µm) sein kann, so dass davon ausgegangen werden kann, dass die Schalen 45-47 *F. gracilis* darstellen. Die als *F. cf. austriaca* (48-49) bezeichneten Schalen sind zu schmal (2,8-2,9 µm anstatt 3-4 µm) und haben zu viele Streifen (16-16,5 anstatt 12-15 Streifen in 10 µm) für *F. austriaca*. Die hier als *Fragilaria* spec. 1 (51-54) bezeichneten Schalen könnten als *F. cf. mesolepta* bezeichnet werden. Jedoch weichen Umriss (in der Mitte zwar eingeschnürt aber Schalen kaum linear) und Streifendichte in 10 µm (14-15 anstatt 15-18) leicht von der Beschreibung von *F. mesolepta* ab. *F. cf. pararumpens* (55) ist zu breit (3,9 anstatt 2,5-3 µm) und hat etwas zu viele Streifen in 10 µm (19 anstatt 16-18). *Fragilaria* spec. 2 (56) (Länge: 24,3 µm; Breite 4,4 µm; 16 Streifen in 10 µm) und *Fragilaria* spec. 3 (57) (Länge: 18,7 µm; Breite 3,9 µm; 18 Streifen in 10 µm) könnten keinem der hier besprochenen Taxa zugeordnet werden.

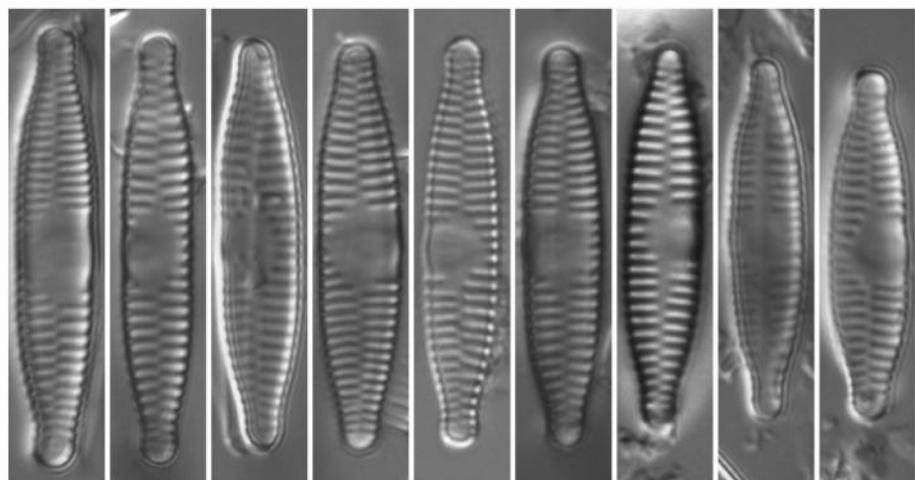


1-9

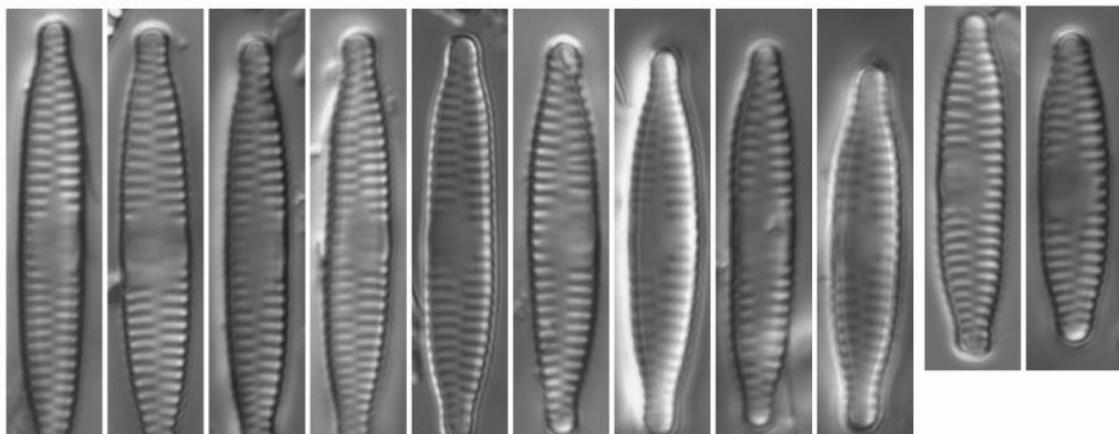


10-12

13-18

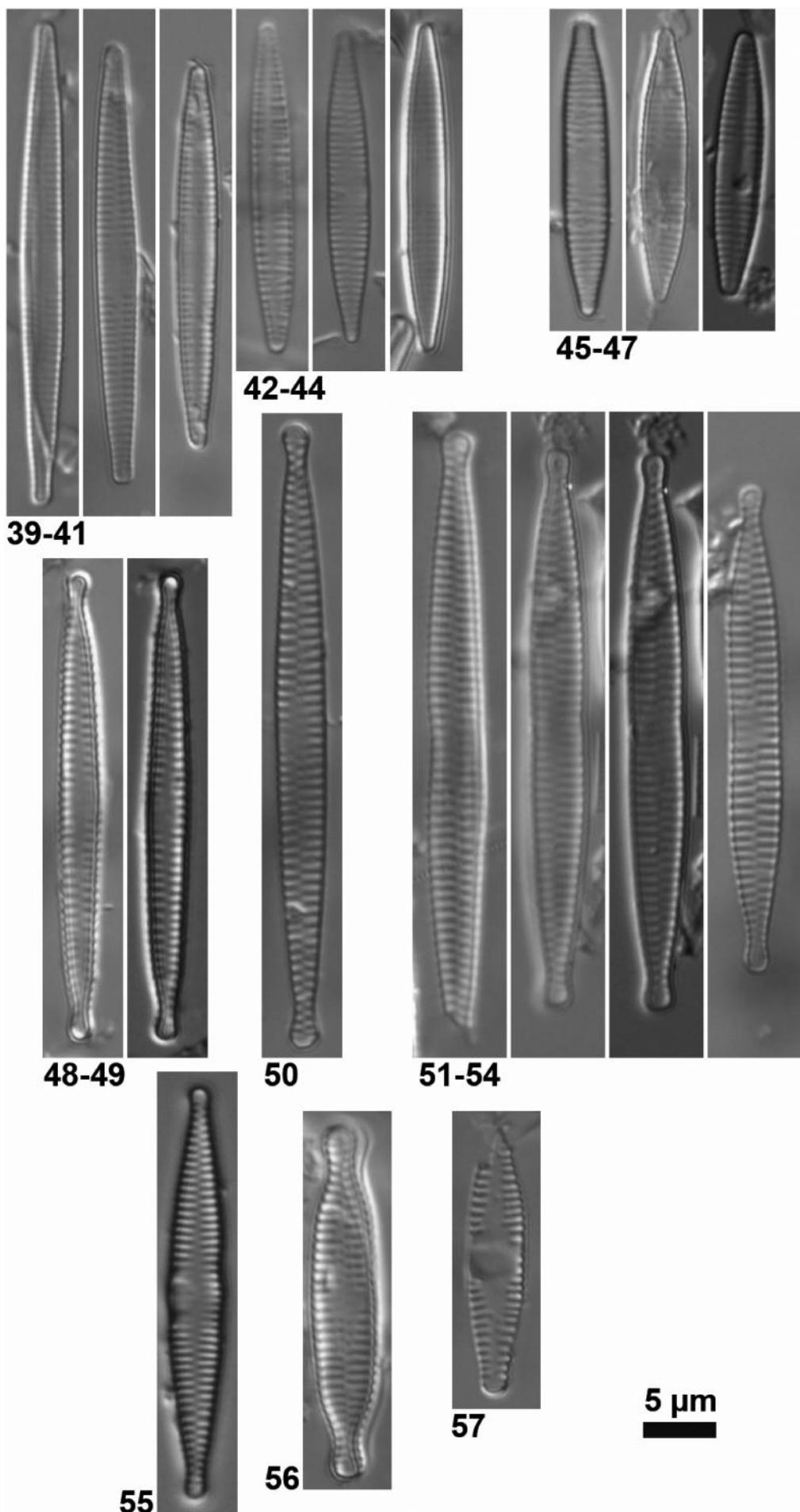


19-27



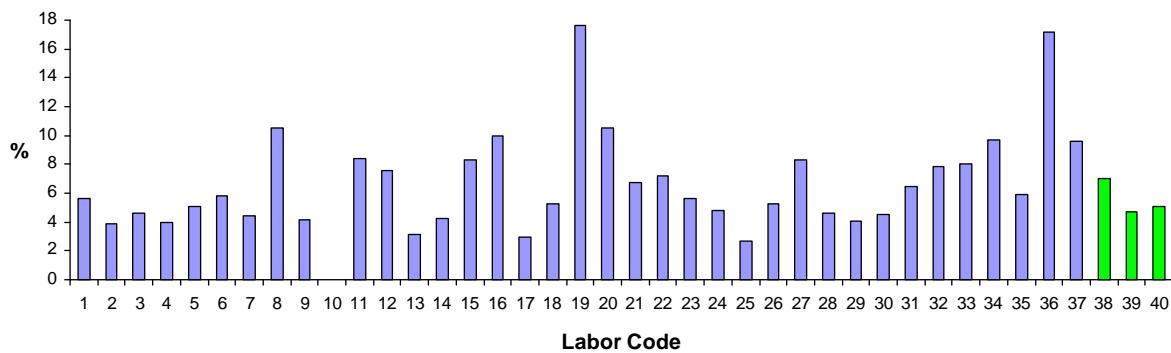
28-38

5 µm



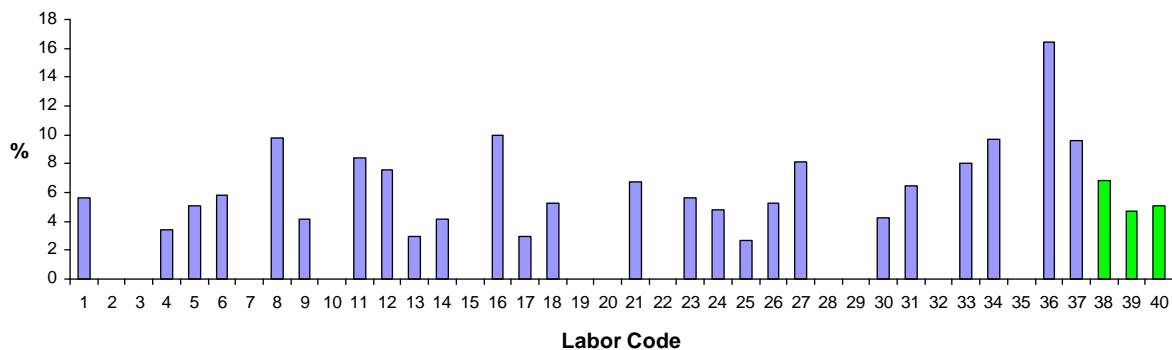
### 3.2.9 *Gomphonema olivaceolacuum* in Probe D 1.1

In der Probe D 1.1 zeigten sich wesentliche Probleme bezüglich der Bestimmung von *Gomphonema olivaceolacuum* (Lange-Bertalot & Reichardt) Lange-Bertalot & Reichardt, die von verschiedenen Teilnehmern mit *Gomphonema olivaceum* (Hornemann) Brébisson verwechselt wurde. Die Summe beider Taxa (*G. olivaceolacuum* und *G. olivaceum*) liegt bei der Mehrzahl (n = 36) der Teilnehmer (2,7-17,6 %, Mittelwert (MW): 6,8 %) und bei allen drei Referenzzählern (4,7-7,1 %, MW: 5,6 %) in mehr oder weniger ähnlichen Größenordnungen (Abb. 47). Labor 10 wies keines der beiden Taxa nach und die Labore 19 und 36 ermittelten überdurchschnittliche hohe Anteile von dieser Gruppe (17,6 % und 17,2 %) (Abb. 47).



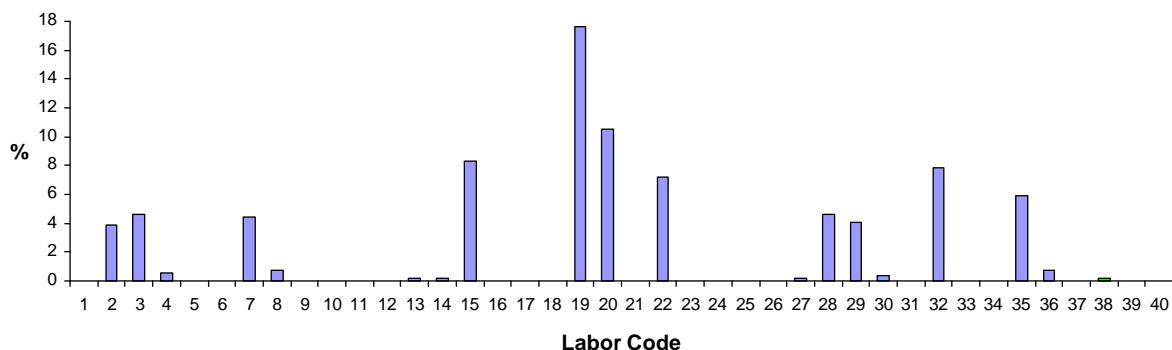
**Abb. 47:** Summe der relativen Anteile von *Gomphonema olivaceolacuum* (inklusive „cf.“) und *G. olivaceum* (inklusive „cf.“ und var. *balticum*, *calcareum*, *olivaceolacuum* und *olivaceum*) aus Probe D 1.1. Blau: Ringtest-Teilnehmer; grün: Referenzzählern.

*Gomphonema olivaceolacuum*, die von allen drei Referenzzählern in guter Übereinstimmung nachgewiesen wurde (4,7-6,9 %, MW: 5,5 %), konnte nur von 22 der 37 Teilnehmer sicher nachgewiesen werden (2,7-16,4 %, MW: 6,8 %) (Abb. 48). Drei Labore (13, 23, 24) bestimmten dieses Taxon als *G. cf. olivaceolacuum*. Keinen Nachweis von *G. olivaceolacuum* in Probe D 1.1 erbrachten die Labore 2, 3, 7, 10, 15, 19, 20, 22, 28, 29, 32 und 35 (Abb. 48). Labor 7 zählte dieses Taxon unter dem Namen *Gomphonema olivaceum* var. *olivaceolacuum* Lange-Bertalot & Reichardt.



**Abb. 48:** Relative Anteile von *Gomphonema olivaceolacuum* (inklusive „cf.“) aus Probe D 1.1. Blau: Ringtest-Teilnehmer; grün: Referenzzählner.

Von den 12 Laboren, die keinen Nachweis von *G. olivaceolacuum* in Probe D 1.1 erbrachten, haben 11 Labore (2, 3, 7, 15, 19, 20, 22, 28, 29, 32, 35) ausschließlich *G. olivaceum* in Größenordnungen, die denen von *G. olivaceolacuum* entsprechen, gezählt (Abb. 49). Es kann insgesamt davon ausgegangen werden, dass es sich weitgehend um Verwechslungen von *G. olivaceolacuum* mit *G. olivaceum* handelt. Jedoch kam *G. olivaceum* auch in der Probe D. 1.1 vor, allerdings nur mit sehr geringen relativen Anteilen (z.B. Nachweis durch einen Referenzzählner mit 0,2 %) (Abb. 49). Weiterhin deutet die Tatsache, dass hier die *G. olivaceum*-Varietäten *olivaceum*, *balticum*, *calcareum* und *olivaceolacuum* gezählt wurden, darauf hin, dass die im Begleitbrief zu den Proben und in der Verfahrensanleitung genannte aktuelle Literatur (siehe z.B. Seite 27 in Schaumburg et al. 2011b) von mehreren Teilnehmern nicht verwendet bzw. ignoriert wurde.



**Abb. 49:** Relative Anteile von *Gomphonema olivaceum* (inklusive „cf.“ und var. *balticum*, *calcareum*, *olivaceolacuum* (nur Labor 7) und *olivaceum*) aus Probe D 1.1. Blau: Ringtest-Teilnehmer; grün: Referenzzählner.

Bei einer sorgfältigen Bestimmung unter Beachtung der gesamten Merkmalskombination und bei Benutzung der aktuellen Bestimmungsliteratur (Hofmann et al. 2011) kann speziell eine Verwechslung von *G. olivaceolacuum* mit *G. olivaceum* weitgehend ausgeschlossen werden. *G. olivaceum* ist etwas kleiner (Länge 12-42 µm; Breite 5,5-9 µm) als *G. olivaceolacuum* (Länge 20-50 µm; Breite 7,5-13 µm), jedoch überschneiden sich die Größenspektren in weiten Teilen. Eine gute Abtrennung ermöglicht jedoch die Streifendichte (*G. olivaceum* 8-12 in 10 µm; *G. olivaceolacuum* 12-18 in 10 µm). Neben der Streifendichte unterscheiden sich diese beiden Taxa auch anhand ihres Umrisses (unterschiedliches Verhältnis der Breite von Kopf- und Fußpol).

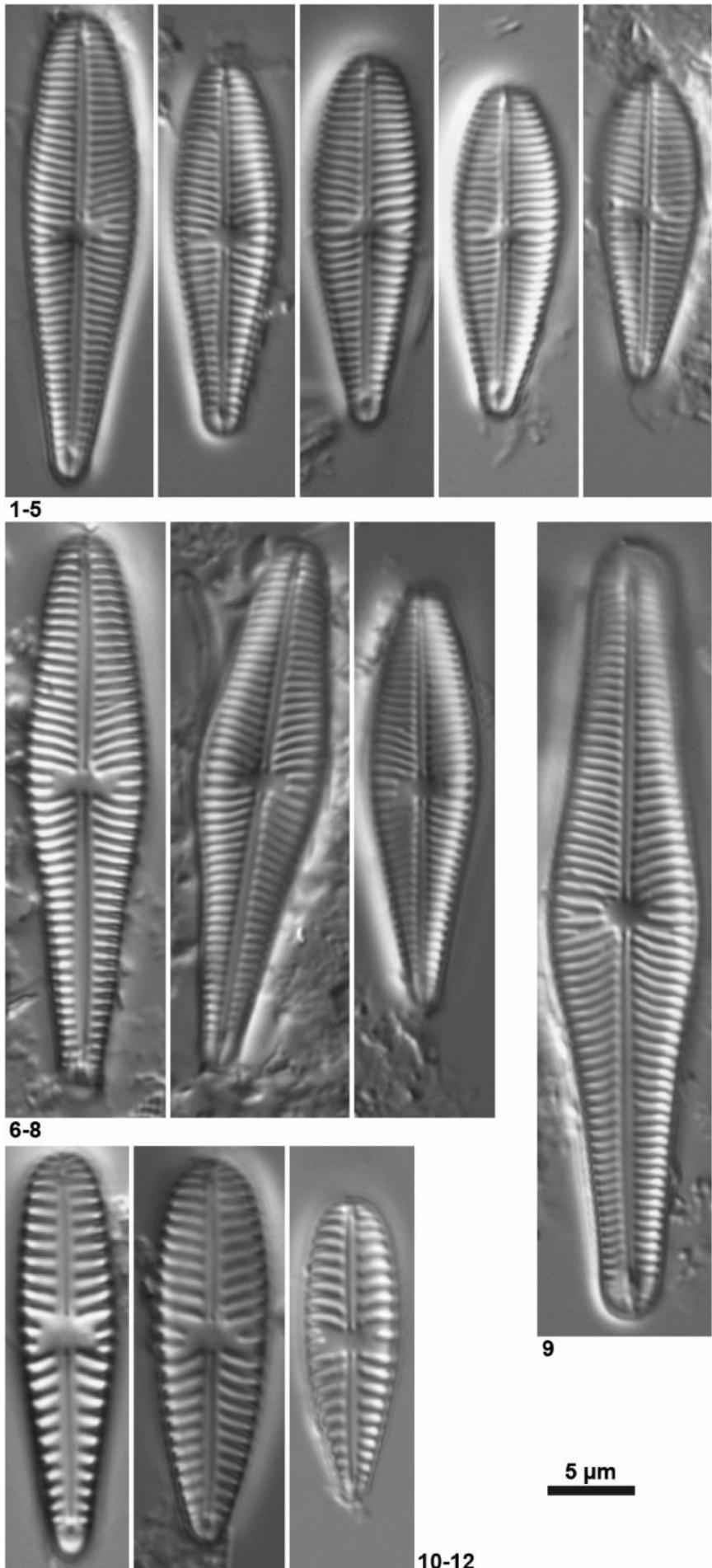
Theoretisch ist auch eine Verwechslung von *G. olivaceolacuum* mit *G. olivaceoides* (siehe Hofmann et al. 2011 Seite 310) möglich. Diese ist jedoch deutlich kleiner als *G. olivaceolacuum* und besitzt im Gegensatz zu *G. olivaceolacuum* vier Stigmata im Bereich der Zentralarea, die wahrscheinlich nur bei schlechter technischer Ausstattung übersehen werden könnten.

Weiterhin sehr ähnlich zu *G. olivaceolacuum* und für Verwechslungen viel eher in Frage kommend als die vorgenannten Taxa sind *G. calcareum* und *G. balticum*. Verwechslungen mit diesen beiden Taxa hat es im Ringtest gegeben, allerdings unter den Bezeichnungen *G. olivaceum* var. *balticum* und var. *calcareum*. Die Unterscheidung dieser beiden Taxa ist zurzeit nach Aussage von Hofmann et al (2011) immer noch problematisch. *G. calcareum* ist in Hofmann et al. (2011) auf Seite 792 (Tafel 95, Fig. 15, 16) abgebildet, jedoch gibt es dort keine Beschreibung zu diesem Taxon. *G. balticum* ist als *G. olivaceum* var. *balticum* in Krammer & Lange-Bertalot (1986-2004) auf Seite 772 (Fig. 165: 8) abgebildet. Für weitere Informationen zur Problematik des Komplexes um *G. olivaceum* siehe Lange-Bertalot (1993), Krammer & Lange-Bertalot (1986-2004) und Hofmann et al. (2011).

Letztlich sei noch darauf hingewiesen, dass bei ausschließlicher Benutzung der älteren Bestimmungs-Literatur eine Unterscheidung von *G. olivaceolacuum* und *G. olivaceum* nicht möglich ist. So ist zum Beispiel die Abbildung 19 der Tafel 95 auf Seite 792 in Hofmann et al. (2011) (*G. olivaceolacuum*) identisch mit der Fig. 165: 1 auf Seite 772 in Krammer & Lange-Bertalot (1986-2004) (hier als *G. olivaceum* var. *olivaceum*). Dies und weiterhin die Tatsache, dass *G. olivaceolacuum* in das weiter gespannte morphologische Spektrum der Beschreibung von *G. olivaceum* in Krammer & Lange-Bertalot (1986-2004, Band 2/1) (siehe Seite 374 Beschreibung unter Punkt 24) passt, führt unweigerlich dazu, dass *G. olivaceolacuum* bei ausschließlicher Benutzung von Krammer & Lange-Bertalot (1986-

2004) als *G. olivaceum* var. *olivaceum* bezeichnet werden würde. Dies lässt schlussfolgern, dass die Nutzung der neueren Bestimmungsliteratur essentiell ist.

**Tafel 12** (folgende Seite): Lichtmikroskopische Aufnahmen von *Gomphonema olivaceolacuum* (**1-5**); *Gomphonema cf. olivaceolacuum* (**6-8**), *Gomphonema spec.* (**9**) und *Gomphonema olivaceum* (**10-12**). Schalen 1-9 aus Ringtestprobe D 1.1 (Genfer See, Schweiz); Schalen 10-12 zum Vergleich aus Ringtestprobe D 11 (Krossinsee, Norddeutschland). Die Schalen 6-8 zeigen im Gegensatz zu den Schalen 1-5 und den in Hofmann et al. (2011) abgebildeten Schalen von *G. olivaceolacuum* einen leicht abweichenden Umriss, besonders in der oberen Schalenhälfte. Nach Hofmann et al. (2011) jedoch soll *G. olivaceolacuum* allgemein einen wenig variablen Schalenumriss haben. Die Schalen sollen stets keulenförmig sein und einen breit gerundeten Kopf- und einen vergleichsweise sehr schmal gerundeten Fußpol haben. Die größte Breite der Schale soll immer deutlich oberhalb der Mitte sein (Hofmann et al. 2011). Aus diesem Grund wurden die Schalen 6-8 als „cf.“ bezeichnet. Die Schale 9 ist im Vergleich zur Beschreibung in Hofmann et al. (2011) zu groß für *G. olivaceolacuum* und hat darüber hinaus einen stärker abweichenden Schalenumriss. Es könnte möglich sein, dass *G. olivaceolacuum* morphologisch variabler ist, als angenommen und dass die Schalen 6-9 tatsächlich zu *G. olivaceolacuum* gehören. Um dies zu klären, sind jedoch weitere taxonomische Untersuchungen nötig.

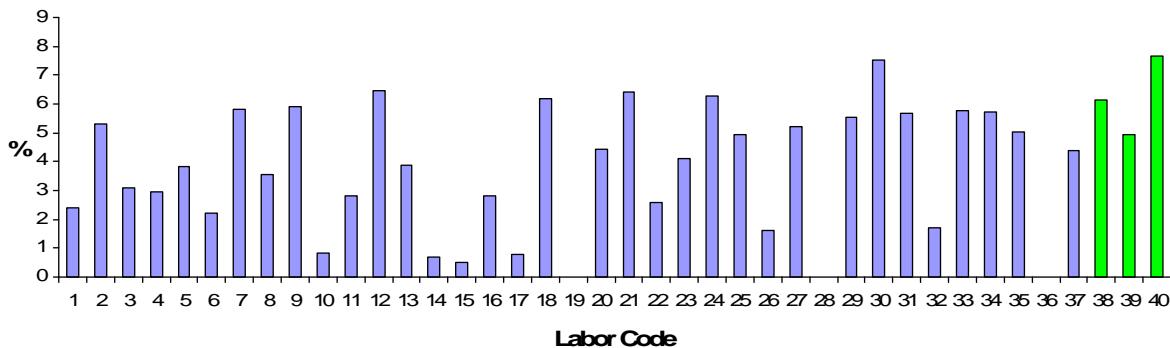


### **3.2.10 *Gomphonema pumilum* und ähnliche Taxa in den Proben D 11 und D 1.1**

In den Proben D 11 und D 1.1 kamen unter anderem verschiedene kleine *Gomphonema*-Taxa aus der Gruppe um *Gomphonema pumilum* (Grunow) Reichardt & Lange-Bertalot und mehr oder weniger ähnliche Arten wie beispielsweise *Gomphonema minutum* (Agardh) Agardh vor. Dass speziell die Unterscheidung der Arten um *G. pumilum* besonders schwierig ist und die Taxonomie nicht ausreichend geklärt ist, zeigte bereits Reichardt (1997) (siehe z.B. dort Tafel XII), der diese Gruppe intensiv untersucht hat. Diese bekannten Schwierigkeiten der Unterscheidung der im Folgenden besprochenen Arten und weitere Probleme spiegeln auch die Ergebnisse dieses Ringtests wieder (siehe unten).

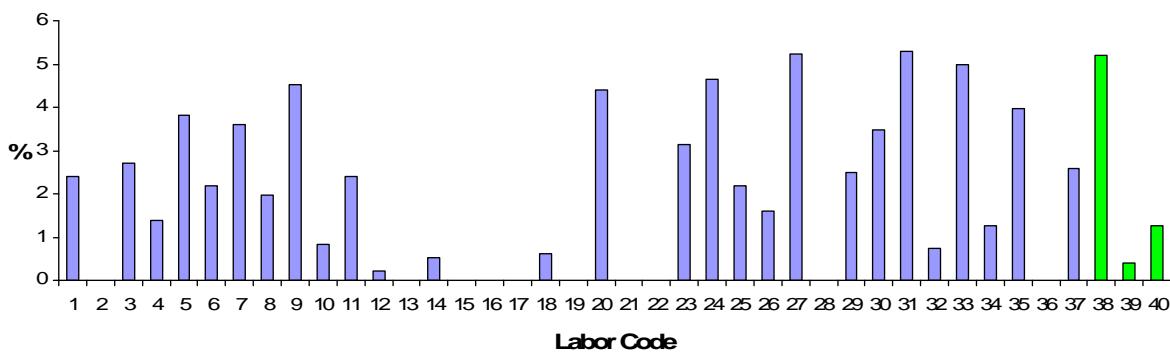
#### **Zählergebnisse Probe D 11**

In Probe D 11 wiesen die Referenzzähler Taxa aus der Gruppe um *Gomphonema pumilum* und ähnliche Arten mit Anteilen von 4,9-7,7 % nach (Mittelwert (MW): 6,2 %) (Abb. 50). Bei den Ringtest-Ergebnissen wurden für Taxa aus Probe D 11 von den Teilnehmern folgenden Namen verwendet: *Gomphonema* spec., *G. elegantissimum* (Reichardt & Lange-Bertalot) Reichardt & Lange-Bertalot, *G. micropumilum* Reichardt, *G. minusculum* Krasske, *G. minutum*, *G. pumilum*, *G. pumilum* var. *elegans* Reichardt & Lange-Bertalot (Synonym von *G. elegantissimum*), *G. pumilum* var. *pumilum* Reichardt & Lange-Bertalot und *G. pumilum* var. *rigidum* Reichardt & Lange-Bertalot. Von den 37 Ringtestteilnehmern fanden 34 ebenfalls Taxa aus dieser Gruppe (0,5-7,5 %; MW: 4,0 %) (Abb. 50). Drei Teilnehmer (Labore 19, 28, 36) wiesen keine dieser Taxa nach. Sechs Labore (10, 14, 15, 17, 26, 32) zählten sehr geringe Anteile (<2 %) aus dieser Gruppe (Abb. 50).



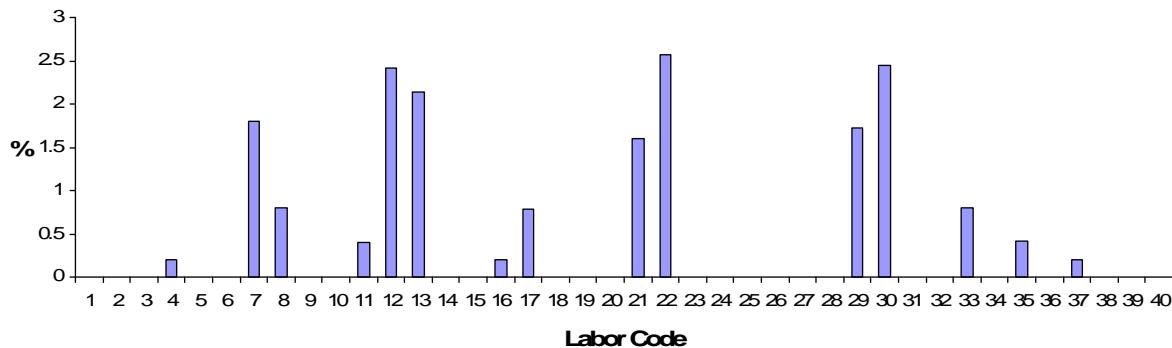
**Abb. 50:** Summe der relativen Anteile von *Gomphonema spec.*, *G. elegantissimum* (inkl. „cf.“), *G. micropumilum*, *G. minusculum*, *G. minutum*, *G. pumilum* (inkl. „cf.“) und *G. pumilum* var. *elegans*, var. *pumilum* und var. *rigidum* (var. *rigidum* inkl. „cf.“) aus der Ringtest-Probe D 11. Blau: Ringtest-Teilnehmer, grün: Referenzzähler.

Alle drei Referenzzähler wiesen in Probe D 11 *G. pumilum* mit relativen Anteilen von 0,4-5,2 % (MW: 2,3 %) nach (Abb. 51), wobei die Varietäten *pumilum* und *rigidum* nicht weiter differenziert wurden. Von den 37 Ringtest-Teilnehmern fanden nur 27 Teilnehmer *G. pumilum* (inklusive der Varietäten *pumilum* und *rigidum*) mit relativen Anteilen von 0,2-5,3 % (MW: 2,8 %) (Abb. 51).



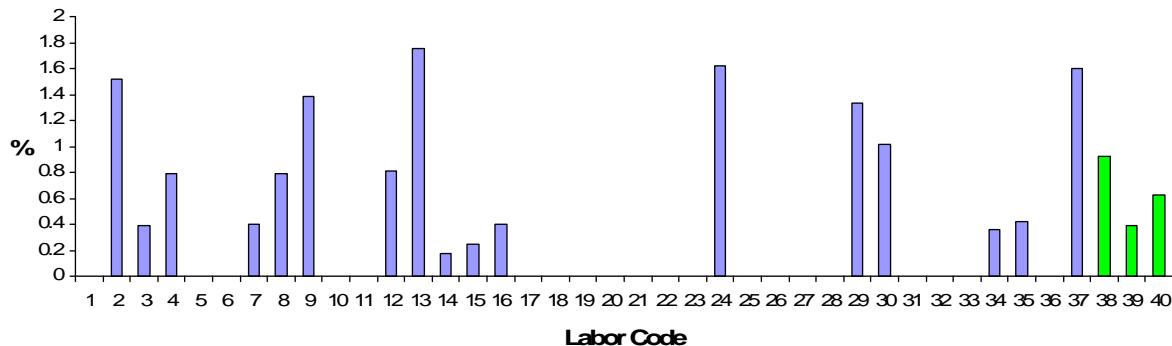
**Abb. 51:** Summe der relativen Anteile von *Gomphonema pumilum*, *G. pumilum* var. *pumilum* und *G. pumilum* var. *rigidum* aus Ringtest-Probe D 11. Blau: Ringtest-Teilnehmer, grün: Referenzzähler.

Von den 37 Ringtest-Teilnehmern gaben 15 Teilnehmer an *Gomphonema elegantissimum*, *G. pumilum* var. *elegans*, *G. micropumilum* und *G. minusculum* mit relativen Anteilen von 0,2-2,6 % (MW: 1,2 %) gefunden zu haben (Abb. 52). Die Referenzzähler wiesen diese Taxa in Probe D 11 nicht nach (Abb. 52).



**Abb. 52:** Summe der relativen Anteile von *Gomphonema elegantissimum*, *G. pumilum* var. *elegans*, *G. micropumilum* und *G. minusculum* aus Probe D 11. Blau: Ringtest-Teilnehmer, grün: Referenzzähler (kein Nachweis).

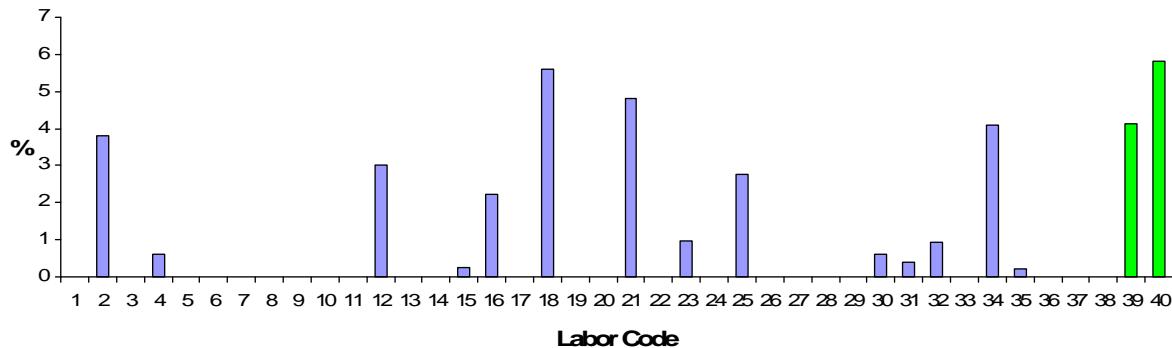
In der Ringtest-Probe D 11 kam auch *G. minutum* vor. Alle drei Referenzzähler wiesen dieses Taxon mit relativen Anteilen von 0,4-0,9 % (MW: 0,6 %) nach (Abb. 53). Von den 37 Teilnehmern fanden *G. minutum* 17 Teilnehmer mit Anteilen von 0,2-1,8 % (MW: 0,9 %) (Abb. 53).



**Abb. 53:** Relative Anteile von *Gomphonema minutum* aus Probe D 11. Blau: Ringtest-Teilnehmer, grün: Referenzzähler.

In Anbetracht der bekannten Schwierigkeiten bei der Bestimmung der Arten um *G. pumilum* und deren Varietäten (siehe z.B. Reichardt 1997, Hofmann et al. 2013) kann erwartet werden, dass ein gewisser Anteil der hier besprochenen *Gomphonema*-Taxa aus Probe D 11 als nicht sicher bestimmt angegeben wird. Zwei der drei Referenzzähler fanden dementsprechend *Gomphonema* spec. mit Anteilen von 3,9 und 5,8 % (Abb. 54). Von den 37 Teilnehmern gaben nur 14 an, nicht sicher bestimmte Taxa (Bezeichnung „spec.“ bzw. „cf.“) von den hier besprochenen *Gomphonema*-Taxa gefunden zu haben (0,2-5,6 %) (Abb. 54). Alle anderen 23

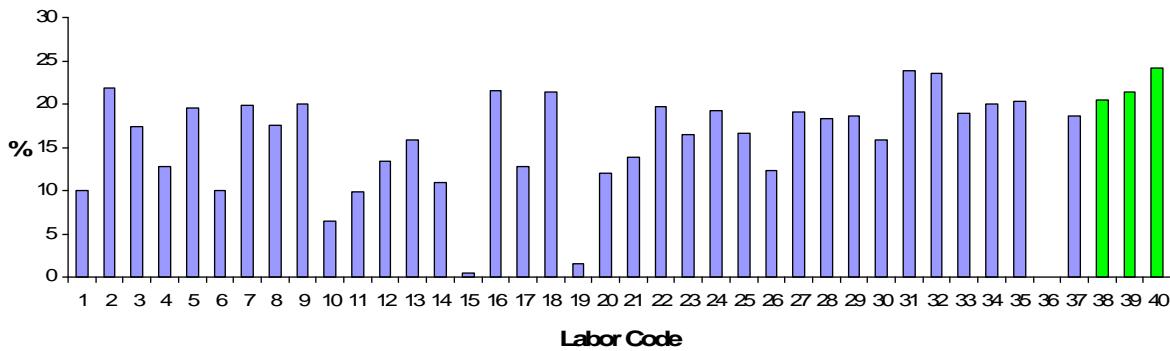
Teilnehmer haben nach ihren Angaben alle im Rahmen der hier besprochenen *Gomphonema*-Taxa gefundenen Arten sicher bestimmen können.



**Abb. 54:** Summe der relativen Anteile von *Gomphonema spec.* und allen *Gomphonema*-Taxa aus Probe D 11, die in Abb. 50 genannt sind und die mit der Bezeichnung „cf.“ versehen wurden. Als „cf.“ wurden die folgenden Taxa gezählt: *G. elegantissimum*, *G. pumilum* und *G. pumilum* var. *rigidum*. Blau: Ringtest-Teilnehmer, grün: Referenzzähler.

## Zählergebnisse Probe D 1.1

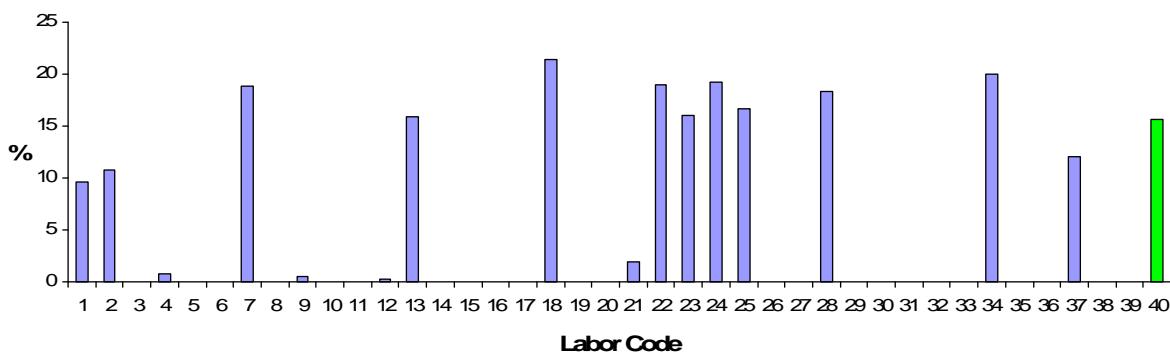
In Probe D 1.1 wiesen die Referenzzähler Taxa aus der Gruppe um *Gomphonema pumilum* und ähnliche Arten mit Anteilen von 20,4-24,1 % nach (Mittelwert (MW): 22,0 %) (Abb. 55). Bei den Ringtest-Ergebnissen wurden für Taxa aus Probe D 1.1 von den Teilnehmern folgenden Namen verwendet: *Gomphonema spec.*, *G. angustivalva* Reichardt, *G. elegantissimum*, *G. lacus-vulcani* Reichardt & Lange-Bertalot, *G. micropumilum*, *G. minusculum*, *G. minutum*, *G. pseudotenellum* Lange-Bertalot, *G. pumilum*, *G. pumilum* var. *pumilum* und *G. pumilum* var. *rigidum*. Von den 37 Ringtestteilnehmern fanden 36 ebenfalls Taxa aus dieser Gruppe (0,5-23,9 %; MW: 15,9 %) (Abb. 55). Ein Teilnehmer (Labor 36) wies keine dieser Taxa nach. Zwei Labore (15, 19) zählten sehr geringe Anteile (<2 %) aus dieser Gruppe (Abb. 55).



**Abb. 55:** Summe der relativen Anteile von *Gomphonema spec.*, *G. angustivalva*, *G. elegantissimum*, *G. lacus-vulcani*, *G. micropumilum*, *G. minusculum*, *G. minutum*, *G. pseudotenellum*, *G. pumilum*, *G. pumilum* var. *pumilum* und var. *rigidum* aus Ringtest-Probe D 1.1. Blau: Ringtest-Teilnehmer, grün: Referenzzählert.

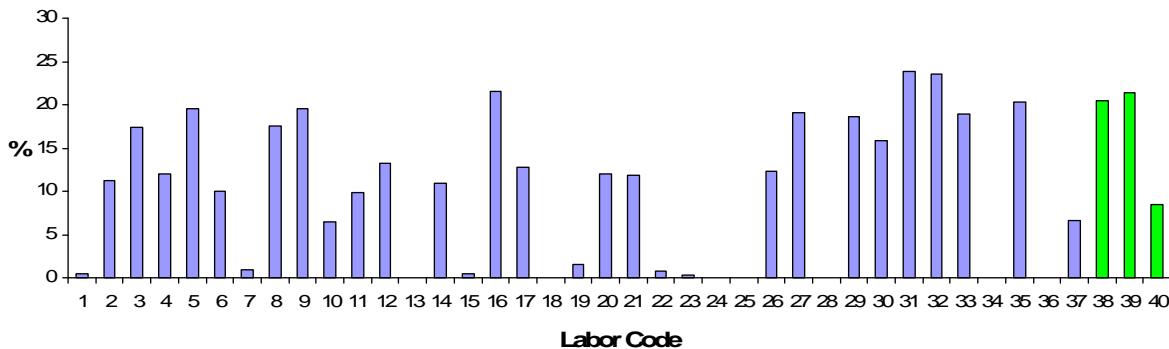
Da in der Ringtest-Probe D 1.1 eine bisher wissenschaftlich nicht näher beschriebene *Gomphonema*-Art dominant vorkam (näheres dazu siehe weiter unten), wird im Folgenden nur darauf eingegangen, wie viele der Teilnehmer dieser Tatsache durch Bezeichnungen wie „*Gomphonema spec.*“ bzw. „cf.“ korrekterweise Rechnung getragen haben.

Einer der Referenzzählert bezeichnete 15,7 % der in Probe D 1.1 gefundenen Objekte aus der hier besprochenen Gruppe als *Gomphonema* spec. (Abb. 56). Von den 37 Teilnehmern gaben 16 an, Taxa aus dieser Gruppe mit Anteilen von 0,2-21,4 % (MW: 12,6 %) nicht sicher bestimmt zu haben (Abb. 56).



**Abb. 56:** Summe der relativen Anteile von *Gomphonema spec.* und allen *Gomphonema*-Taxa aus Probe D 1.1, die in Abb. 55 genannt sind und die mit der Bezeichnung „cf.“ versehen wurden. Als „cf.“ wurden die folgenden Taxa gezählt: *G. angustivalva*, *G. micropumilum*, *G. pumilum*, *G. pumilum* var. *pumilum* und *G. pumilum* var. *rigidum*. Blau: Ringtest-Teilnehmer, grün: Referenzzählert.

Gegenüber der Darstellung in Abb. 56 (nicht sicher bestimmte Taxa) gaben die drei Referenzzähler an, 8,4-21,4 % (MW: 16,8 %) der hier besprochenen Taxa sicher bestimmt zu haben (Abb. 57). Es handelt sich dabei ausschließlich um *G. pumilum* ohne weitere Differenzierung der Varietäten. Von den 37 Teilnehmern gaben 30 an, alle hier besprochenen Taxa mit Anteilen von 0,4-23,9 % (MW: 12,3 %) sicher bestimmt zu haben (Abb. 57). Es wurden dabei die in Abb. 57 genannten Namen vergeben.



**Abb. 57:** Summe der relativen Anteile aller sicher bestimmten kleinen *Gomphonema*-Taxa aus Ringtest-Probe D 1.1 (*G. angustivalva*, *G. elegantissimum*, *G. lacus-vulcani*, *G. micropumilum*, *G. minusculum*, *G. minutum*, *G. pseudotenellum*, *G. pumilum*, *G. pumilum* var. *pumilum* und var. *rigidum*). Blau: Ringtest-Teilnehmer, grün: Referenzzähler.

Bei Betrachtung der vorliegenden Ergebnisse (siehe oben) offenbaren sich verschiedene Probleme. Zum einen kann davon ausgegangen werden, dass es wahrscheinlich erhebliche Probleme bei der Bestimmung und Unterscheidung von *G. pumilum* und ähnlichen Arten wie zum Beispiel *G. elegantissimum*, *G. micropumilum* und *G. minusculum* und eventuell auch *G. minutum* gegeben hat (siehe Ergebnisse Probe D 11). Weiterhin kann davon ausgegangen werden, dass die Unterscheidung der Varietäten von *G. pumilum* Schwierigkeiten bereitet (siehe Ergebnisse Probe D 11). Zum Teil könnten diese Ergebnisse allerdings auch einfach darauf zurückgehen, dass Hofmann et al. (2011) empfehlen auf eine Differenzierung dieser Varietäten zu verzichten.

Ebenso wie bei anderen besprochenen taxonomischen Problemen (siehe z.B. Kap. 3.2.1 und Kap. 3.2.5) ist auch hier wieder offensichtlich geworden, dass eine unterschiedliche Nutzung verschiedener Bestimmungsliteratur zur Verwendung unterschiedlicher Namen führte (z.B. *G. elegantissimum* und *G. pumilum* var. *elegans*) (siehe Ergebnisse Probe D 11), was eine Vergleichbarkeit der Zählergebnisse von verschiedenen Bearbeitern erschwert.

Als besonders problematisch erwiesen sich anhand der hier besprochenen Ergebnisse – besonders im Beispiel der kleinen *Gomphonema*-Art in der Ringtest-Probe D 1.1 – die unterschiedlichen Angaben zur Sicherheit der Bestimmung (Nutzung der Bezeichnungen „spec.“ und „cf.“ für nicht sicher bestimmte Taxa). Immerhin haben von den 37 Teilnehmern 30 angegeben, alle hier besprochenen *Gomphonema*-Arten in Probe D 1.1 sicher bestimmt zu haben, obwohl ein Großteil der vorhandenen Diatomeen-Objekte aus der Gruppe um *G. pumilum* in Probe D 1.1 einem bisher nicht näher beschriebenen Taxon angehören (siehe weiter unten). Zur generellen Problematik bezüglich nicht sicher zu bestimmender Diatomeenobjekte im Rahmen des Phylib-Verfahrens (Schaumburg et al. 2006, 2011b) siehe Kap. 3.3.

**Tab. 18:** Messbare Dimensionen von Taxa aus dem *Gomphonema pumilum*-Komplex und ähnlicher Arten, deren Namen von den Ringtest-Teilnehmern und den Referenzzählern für Objekte aus den Proben D 11 und D 1.1 genutzt wurden. Angaben nach Hofmann et al. (2013), Krammer & Lange-Bertalot (1986-2004), Reichardt & Lange-Bertalot (1991) und Reichardt (1997). Länge und Breite in µm, Streifenanzahl bezogen auf 10 µm. Weitere Erklärungen siehe Text.

Taxon	Länge	Breite	Streifen
<i>G. angustivalva</i>	11-24	2,7-3,7	15-18
<i>G. elegantissimum</i>	10-35	3,6-5,4	11-15
<i>G. lacus-vulcani</i>	6,5-20	3,1-4,0	20-23
<i>G. micropumilum</i>	10-22	3,5-4,4	14-18
<i>G. minusculum</i>	14-32,7	2,8-4,6	12-16
<i>G. minutum</i>	10-35	4-8	8-18
<i>G. pseudotenenellum</i>	14-28	2,5-4	14-18,5
<i>G. pumilum</i> var. <i>pumilum</i>	12-36 (38)	3,5-5,5	11,5-14
<i>G. pumilum</i> var. <i>rigidum</i>	12-36	(3) 3,5-5,3	11,5-14

Die Bestimmung der hier besprochenen Arten um *G. pumilum* und ähnliche Arten wird auch in Zukunft immer schwierig bleiben, weil bei den bereits beschriebenen Arten viele Merkmale überlappen können (siehe z.B. Tab. 18), weil regelmäßig Übergangsformen zwischen den Taxa auftreten können (Reichardt 1997), die Taxonomie nicht völlig geklärt ist (Reichardt 1997, Hofmann et al. 2013) und der gesamte Artkomplex durch relativ hohe morphologische Variabilität ausgezeichnet ist. Neben den messbaren Dimensionen sind gerade im Fall der hier besprochenen Arten wichtige lichtmikroskopische Merkmale der Umriss, der Raphenverlauf, die Größe und Anordnung des Stigmas, die Streifenorientierung, die Ausprägung und Breite

der Axialarea und die Größe und Ausprägung der Zentralarea, die bei der Bestimmung generell in ihrer gesamten Kombination beachtet werden müssen.

***G. angustivalva*** (Abbildungen z.B. in Reichardt 1997 und Hofmann et al. 2013)

- Umriss wenig keulenförmig bis fast völlig naviculoid, linear bis linear-lanzettlich
- Pole ziemlich stumpf gerundet, Kopfpol häufig (nicht immer) leicht vorgezogen
- Raphe wenig gewellt bis gerade, filiform oder kaum erkennbar lateral
- Axialarea eng, Zentralarea quer rechteckig erweitert
- Stigma deutlich von den Streifen abgesetzt, dicht am Zentralknoten
- Streifen schwach radial

***G. elegantissimum*** (Abbildungen z.B. in Hofmann et al. 2013)

- Umriss lanzettlich, Enden stumpf gerundet, Kopfpol moderat breiter als Fußpol
- Fußpol kann bis zu mäßig spitz gerundet variieren
- Raphe deutlich geschwungen, Eindruck seitlich abgebogener Zentralporen
- Axialarea variabel von mäßig eng bis mäßig weit lanzettlich
- Zentralarea variabel quer erweitert
- Stigma deutlich von den Streifen abgesetzt, dicht am Zentralknoten
- Streifen stärker radial, leicht bogig
- Punkte manchmal erkennbar

***G. lacus-vulcani*** (Abbildungen in Reichardt 1997)

- Schalen nur wenig unsymmetrisch zur Transapikalachse
- Umriss lanzettlich bis oval-lanzettlich
- Kopfpol stumpf bis „spitzlich“ gerundet, zuweilen etwas vorgezogen
- Raphe gerade, fadenförmig
- Axialarea eng, Zentralarea etwas quer rechteckig erweitert
- Stigma deutlich von den Streifen abgesetzt, dicht am Zentralknoten
- Streifen schwach radial bis parallel

***G. micropumilum*** (Abbildungen in Reichardt 1997)

- Umriss gedrungen keulenförmig, Pole stumpf keilförmig gerundet
- Kopfpol am Scheitel meist deutlich abgeflacht, zuweilen kaum merklich vorgezogen
- Fußpol schmäler gerundet, Raphe gerade, nahezu filiform
- Axialarea eng linear, Zentralarea quer verbreitert
- Stigma deutlich von den Streifen abgesetzt (isoliert), dicht am Zentralknoten
- Streifen schwach bis mäßig stark radial, Punktierung kaum erkennbar

**G. minusculum** (Abbildungen z.B. in Reichardt 1997 und Hofmann et al. 2013)

- Umriss schmal linear-lanzettlich, in der Mitte „aufgetrieben“ erscheinend
- Pole stumpf gerundet, oft vorgezogen, Fußpol etwas schmäler gerundet
- größte Breite in der Mitte
- Kopfpol gelegentlich leicht kopfig aufgetrieben
- Raphe gerade bis kaum merklich geschwungen, filiform oder sehr schwach lateral
- Axialarea eng linear bis sehr wenig lanzettlich erweitert
- Zentralarea quer rechteckig erweitert (gleichmäßige Verkürzung der Mittelstreifen)
- Stigma am Zentralknoten, deutlich von den Streifen abgesetzt
- Streifen parallel bis wenig radial

**G. minutum** (Abbildungen z.B. in Hofmann et al. 2013)

- Umriss keulenförmig oval bis lanzettlich, Kopfpol breit gerundet
- Fußpol stärker verschmälert, Raphe schwach geschwungen
- Axialarea sehr eng, Zentralarea meist sehr klein und einseitig ausgeprägt
- Stigma relativ groß und deutlich, nahe der Schalenmitte
- Streifen radial, im Lichtmikroskop breit erscheinend (Areolen in Doppelreihen)
- Punkte nicht erkennbar
- in Gürtelansicht abgesetzt von den randständigen Streifen je ein deutlicher Punkt

**G. pseudotenenellum** (Abbildungen z.B. in Hofmann et al. 2013)

- Umriss kaum keulenförmig, schmal-lanzettlich, fast naviculoid
- Pole mehr oder weniger spitz gerundet, nicht vorgezogen
- Raphe deutlich bis stark geschwungen, bei kleineren Exemplaren nur „schwach gewellt“
- Axialarea eng bis sehr eng, Zentralarea mehr bis weniger quer rechteckig erweitert
- Stigma dicht am Zentralknoten
- Streifen schwach radial

**G. pumilum var. pumilum** (Abbildungen z.B. in Reichardt 1997 und Hofmann et al. 2013)

- Umriss mehr lanzettlich und etwas weniger keulenförmig als bei var. *rigidum*
- Pole mehr oder weniger stumpf gerundet, Kopfpol nur wenig breiter als der Fußpol
- Raphe ziemlich gerade, filiform oder sehr schwach verbreitert (lateral)
- Axialarea weit lanzettlich, Zentralarea kaum bis moderat abgesetzt
- Stigma deutlich von den Streifen abgesetzt, dicht am Zentralknoten
- Streifen sehr schwach radial bis fast parallel, kaum gebogen erscheinend

**G. pumilum var. rigidum** (Abbildungen z.B. in Reichardt 1997 und Hofmann et al. 2013)

- Umriss mehr linear-lanzettlich als bei der Nominatvarietät
- Pole stumpf gerundet, Kopfpol moderat breiter als der Fußpol
- Raphe ziemlich gerade, filiform oder sehr schwach verbreitert (lateral)
- Axialarea eng, Zentralarea sehr deutlich und abrupt abgesetzt
- Stigma deutlich von den Streifen abgesetzt, dicht am Zentralknoten
- Streifen sehr schwach radial bis fast parallel, kaum gebogen erscheinend

Die oben gemachten Angaben zu den morphologischen Merkmalen der einzelnen Arten stammen aus Hofmann et al. (2013), Krammer & Lange-Bertalot (1986-2004), Reichardt & Lange-Bertalot (1991) und Reichardt (1997). Neben den oben näher erläuterten Taxa sind noch weitere ähnliche Arten bekannt, die bei der Bestimmung eventuell berücksichtigt werden müssen. Es handelt sich dabei beispielsweise um *G. procerum* Reichardt & Lange-Bertalot, *G. cuneolus* Reichardt, *G. designatum* Reichardt und weitere zum Beispiel in Reichardt (1997) aufgeführte Taxa.

In der Probe D 1.1 war unter den hier besprochenen *Gomphonema*-Arten ein sehr kleines Taxon zu finden (Tafel 13: 1-39). Bei einer intensiven Nachsuche in Probe D 1.1 wurden auf insgesamt 1500 Diatomeenschalen weiterhin nur *Gomphonema olivaceolacuum* (ca. 6 %), *G. tergestinum* (ca. 1 %) und je eine einzelne Schale von *G. angustivalva* und *G. minutum* gefunden (Tafel 13). *Gomphonema pumilum* oder weitere ähnliche Arten wurden in Probe D 1.1 nicht gefunden. Alle anderen Schalen, die auch den größten Anteil der *Gomphonema*-Taxa in Probe D 1.1 ausmachten (ca. 15-20 %) gehören dem oben genannten kleinen *Gomphonema*-Taxon an (Tafel 13).

Die Schalen dieses Taxons sind 7,1-15,2 µm lang, 2,7-3,8 µm breit und haben 17-24 Streifen in 10 µm (basierend auf Messungen von 150 Schalen aus Probe D 1.1). Der Umriss ist eher elliptisch-lanzettlich, nur sehr wenig bis nicht mehr erkennbar keulenförmig, also in den meisten Fällen naviculoid. Die Pole sind mehr oder weniger stumpf gerundet und nicht abgesetzt. Der Kopfpol ist nur wenig breiter als der Fußpol bis annähernd gleich gestaltet. Die Raphe ist trotz der geringen Schalengröße deutlich sichtbar, gerade fadenförmig bis sehr schwach geschwungen. Die Axialarea ist an den Polen eng und erweitert sich zur Mitte hin allmählich. Die Breite der Axialarea und der Beginn der Erweiterung der Axialarea ist sehr variabel; bei einigen wenigen Schalen beginnt die Verbreiterung relativ dicht an den Schalenenden, bei den meisten anderen erst mehr oder weniger kurz vor der Zentralarea. Die Zentralarea ist relativ groß und elliptisch länglich. Sie ist nie abrupt von der Axialarea

abgesetzt (wie das z.B. bei *G. pumilum* var. *rigidum* der Fall ist), sondern erscheint als deutliche Erweiterung der Axialarea, prinzipiell ähnlich wie bei *G. pumilum* var. *pumilum*, nur dass Übergang zwischen Axialarea und Zentralarea etwas deutlicher auszumachen ist, als bei *G. pumilum* var. *pumilum*. Ein deutlich erkennbares Stigma ist der Schalenmitte angenähert und deutlich von den mittleren Streifen abgesetzt vorhanden. Die Streifen sind parallel bis schwach radial und gerade bis teilweise sehr leicht geschwungen.

Die Merkmale dieses Taxons stimmen mit keinem der hier besprochenen Taxa und der in Abb. 57 genannten Taxa überein und weichen besonders von den Angaben zu *G. pumilum* (der Name wurde für Taxa aus Probe D 1.1 am häufigsten genutzt) erheblich ab. Es kann wahrscheinlich davon ausgegangen werden, dass es sich um eine bisher wissenschaftlich nicht beschriebene Art handelt (Erwin Reichardt, persönliche Mitteilung März 2012). Eine Artbeschreibung dieses Taxons ist zurzeit in Vorbereitung.

#### Empfehlungen:

Wie bei vielen anderen Diatomeen ist es auch bei den Arten um *G. pumilum* – und hier im besonderen Maße – unerlässlich, für die Bestimmung die gesamte Merkmalskombination zu nutzen. Auch sollten die Arten soweit wie möglich bestimmt werden, obwohl Hofmann et al. (2013) empfehlen, diese Taxa nicht zu trennen und weiterhin als *G. pumilum* zu zählen, da die ökologischen Ansprüche der hier besprochenen Taxa ähnlich sein sollen und dementsprechend eine Auswirkung auf die Ergebnisse der Phylib-Software nicht zu erwarten ist. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass die ökologischen Ansprüche vieler dieser Taxa noch nicht restlos geklärt sind, da sie einfach in der Vergangenheit in den verschiedenen Gewässern nicht getrennt wurden und somit bei detaillierten Untersuchungen durchaus Unterschiede in den ökologischen Ansprüchen zu erwarten sind.

In Hofmann et al. (2013) sind einige der hier besprochenen Arten bildlich dargestellt und einige davon mit Text erläutert. Für eine weitgehend lückenlose Bestimmung der Taxa um *G. pumilum* ist Hofmann et al. (2013) jedoch nicht völlig ausreichend, da andere, in den verschiedenen Ökoregionen vorkommende und für die Bestimmung zu beachtende Taxa, nicht in Hofmann et al. (2013) aufgeführt sind. Weitere Literatur wäre hier notwendig (z.B. Reichardt 1997).

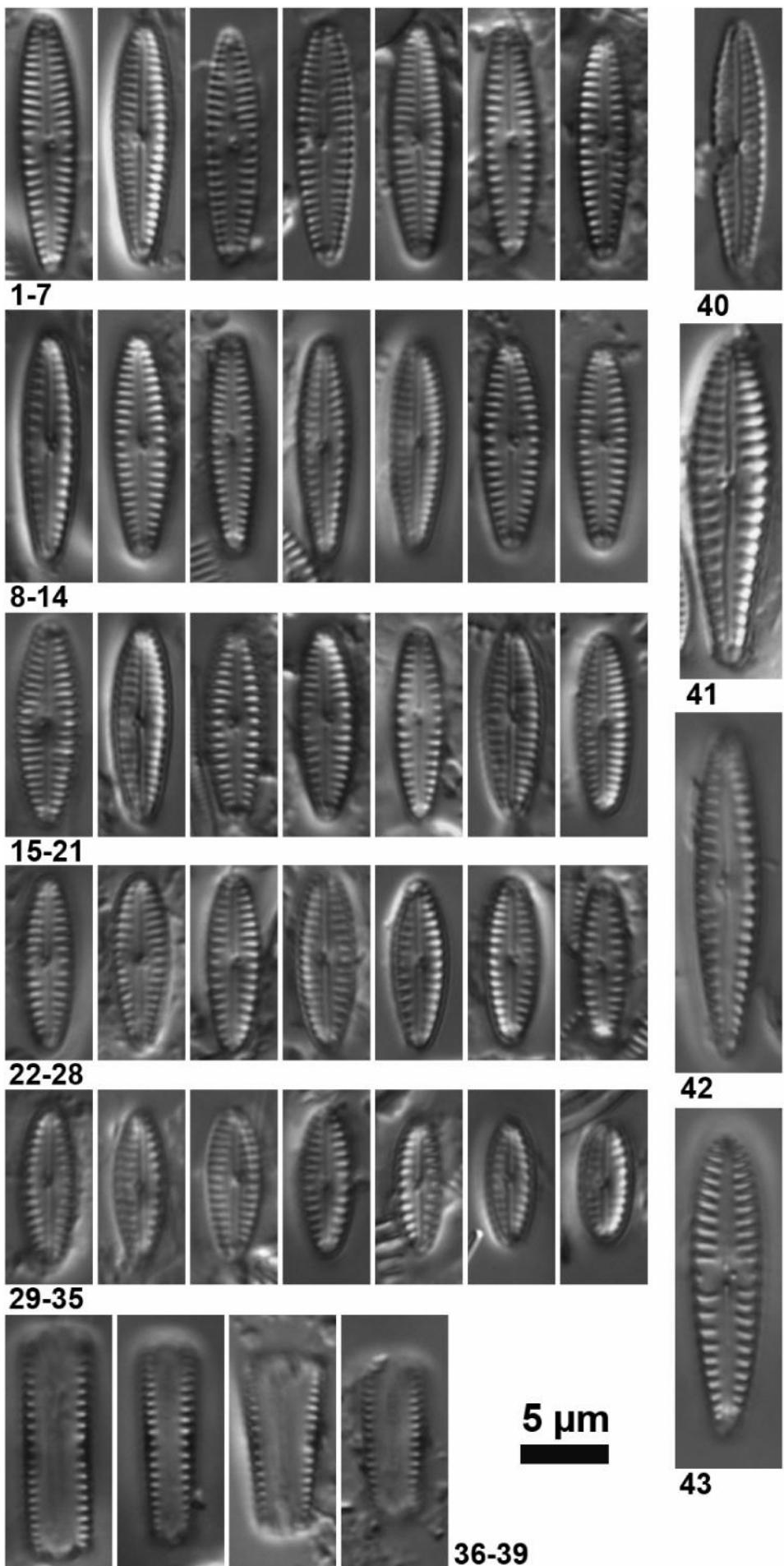
Problematisch erscheint in diesem Zusammenhang auch die Tatsache, dass ein Großteil der hier besprochenen Taxa häufig in Gürtelbandansicht in den Präparaten zu finden ist. Eine Bestimmung ist hierbei in vielen Fällen nicht möglich. Die Gürtelbänder sollten in diesem Fall in Gruppen eingeteilt werden (nutzbare Merkmale wären dafür Länge, Umriss,

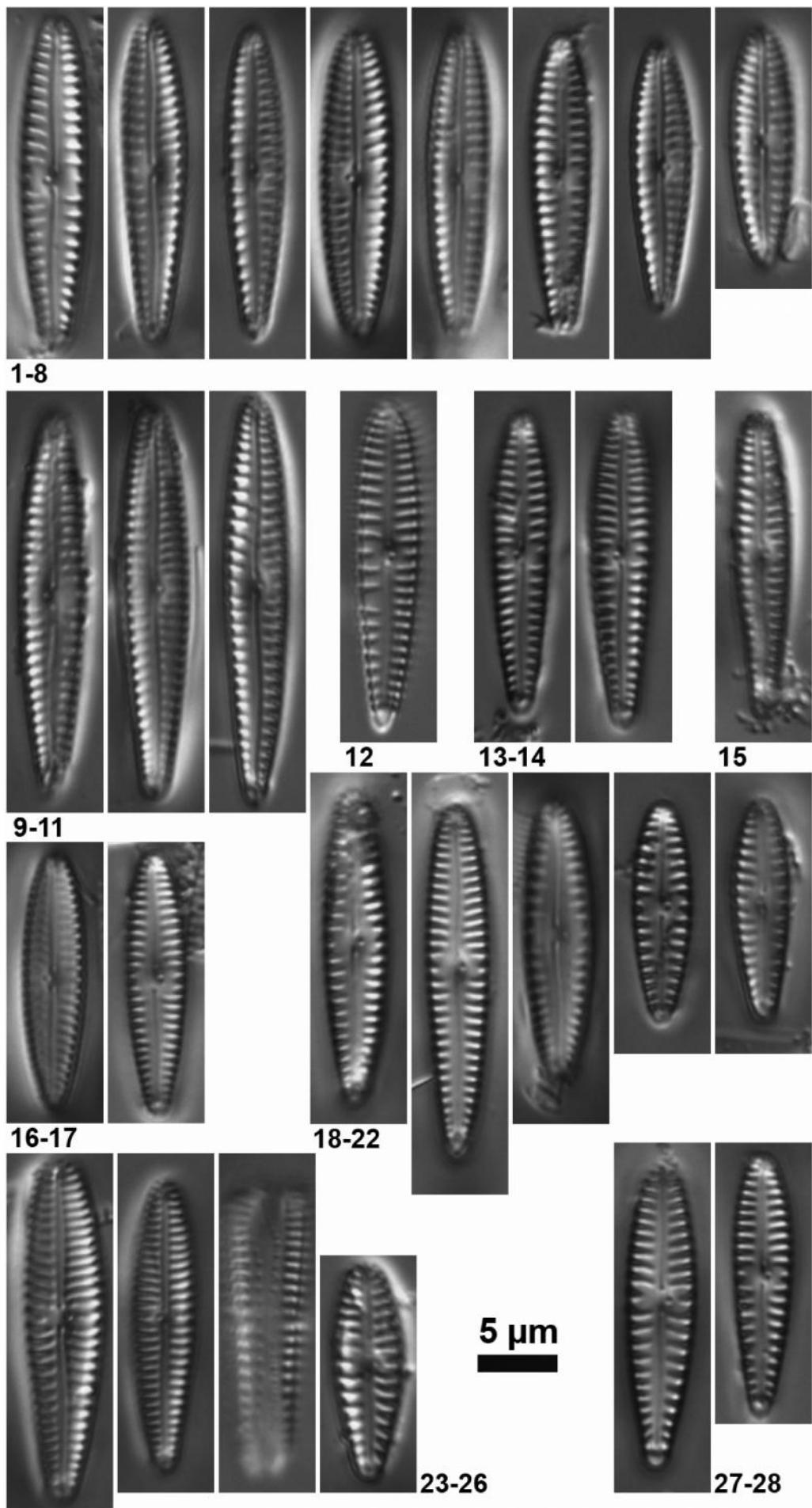
Streifenanzahl und eventuelle Punktierung der Gürtelbänder). Für die Nutzung der Phylib-Software können diese Gruppen anteilig auf die in Schalenansicht vorhandenen *Gomphonema*-Arten aufgeteilt werden. Eine Fotografische und kurze textliche Dokumentation sollte dabei unerlässlich sein.

Da relativ viele Schalen der hier besprochenen *Gomphonema*-Taxa trotz sorgfältiger Bestimmungsarbeit nicht immer einem der beschriebenen Arten zugeordnet werden kann und viele taxonomische Problemfälle noch nicht ausreichend geklärt sind, sollte gerade bei unsicheren Bestimmungen die Bezeichnung „cf.“ unerlässlich sein. Auch hierbei sollte eine Fotografische und kurze textliche Dokumentation unerlässlich sein.

**Tafel 13** (Seite 123): *Gomphonema* spec. (1-39; 36-39 Gürtelbänder) und je ein Einzelfund von *G. angustivalva* (40) und *G. minutum* (41) aus Probe D 1.1 (Genfer See, Schweiz). *G. pumilum* var. *pumilum* (42) und *G. pumilum* var. *rigidum* (43) aus Seen des norddeutschen Tieflandes sind hier zum Vergleich dargestellt. Weitere Erklärungen siehe Text.

**Tafel 14** (Seite 124): Taxa aus dem Komplex um *Gomphonema pumilum* und ähnliche Arten aus der Probe D 11 (Krossinsee, Norddeutschland). *G. elegantissimum* (1-11), *G. cf. elegantissimum* (12) (Streifen nicht geschwungen), *G. cf. elegantissimum* oder *G. cf. minusculum* (13-14) (Umriss?), *G. minusculum* (15), *Gomphonema* spec. (16), *Gomphonema* cf. *pumilum* (17) (zu hohe Streifendichte), *G. pumilum* var. *pumilum* (18-22) (stimmen mehr oder weniger mit der Beschreibung überein, teilweise mit Übergangsformen zu *G. pumilum* var. *rigidum*: z.B. 19), *G. minutum* (23-26) und *G. pumilum* var. *rigidum* (27-28) (typische Formen). Es wurden bei einer intensiven Nachsuche in Probe D 11 auf insgesamt 1500 Diatomeenschalen alle Taxa aus dem *G. pumilum* Komplex und ähnliche Arten fotografiert. Weitere als die hier dargestellten Taxa wurden dabei nicht gefunden.

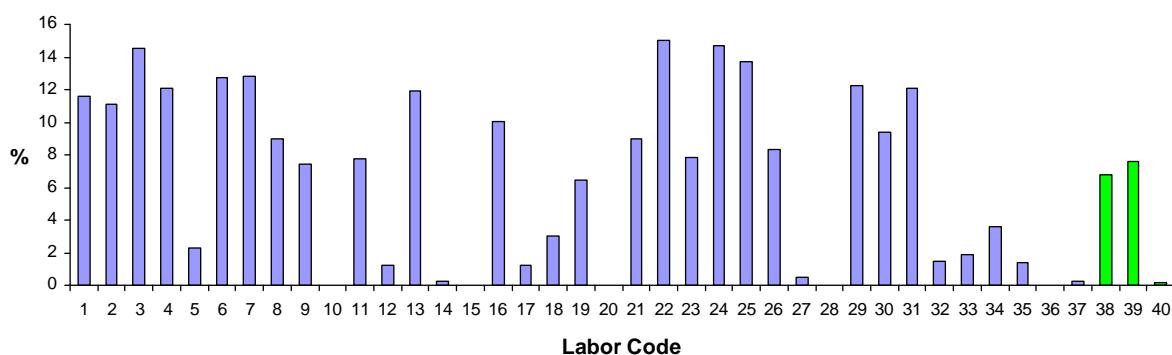




### 3.2.11 *Mayamaea atomus* var. *permritis* in Probe D 12

Anhand der Ergebnisse der Ringtestprobe D 12 kann geschlussfolgert werden, dass die taxonomischen Probleme bei der Bestimmung von *Mayamaea atomus* (Kützing) Lange-Bertalot einerseits in der Unterscheidung ihrer Varietäten und andererseits im Auffinden bzw. Nachweisen von *M. atomus* an sich liegt, wobei alleine beim Auffinden oder Übersehen anscheinend die größeren Probleme liegen.

Die Gründe für das Übersehen solcher Taxa sind anhand der vorliegenden Ergebnisse nicht klar und abschließend zu definieren. Theoretisch wäre eine nicht ausreichende technische Ausstattung (Vergrößerung, Apertur) oder mangelnde Erfahrung im Zählen und Bestimmen von Diatomeen möglich. Dies kann jedoch anhand der vorliegenden Ergebnisse und anhand der zusätzlich von den Ringtestteilnehmern erhobenen Daten ausgeschlossen werden, da sowohl Objektivtyp, Apertur, Berufserfahrung, Kontrastverfahren, regionale Herkunft der Proben und Proben pro Jahr, die die Teilnehmer regelmäßig zählen, keinen statistisch signifikanten Einfluss auf die Distanz zu den Referenzzählern (Mixed-Effect Model nach Pinheiro& Bates (2000): p Wert stets <0.05) hatten.



**Abb. 58:** Summe der relativen Anteile von *Mayamaea atomus* (inkl. „cf.“), *Mayamaea atomus* var. *atomus*, var. *alcimonica* und var. *permritis* (inkl. „cf.“) aus Probe D 12. Blau: Ringtest-Teilnehmer; grün: Referenzzählner.

Zwei der Referenzzählner wiesen in Probe D 12 diese Gruppe mit 6,8 % und 7,6 % nach, einer fand sie nur mit einem relativen Anteil von 0,2 % (Abb. 58). Fünf Teilnehmer des Ringversuches (Labore 10, 15, 20, 28, 35) wiesen *M. atomus* (einschließlich Varietäten) gar nicht nach, einige andere Teilnehmer nur mit Anteilen unter einem Prozent (Labore 14, 27, 37) (Abb. 58). Die maximal ermittelten Anteile lagen bei 15,0 und 14,5 %. Die meisten der Teilnehmer wiesen wie auch die Referenzzählner vor allem *M. atomus* var. *permritis* (Hustedt)

Lange-Bertalot innerhalb dieser Gruppe nach. Es gab aber auch Nachweise von *M. atomus* var. *atomus* unter den Teilnehmern (und bei einem Referenzzähler: 0,5 %). Vier Teilnehmer bestimmten die Varietäten von *M. atomus* nicht, möglicherweise aufgrund von Schwierigkeiten sie eindeutig zuzuordnen.

**Tab. 19:** Ausgewählte Angaben zur Unterscheidung der in Probe D 12 gefundenen bzw. als solche bezeichneten Varietäten von *Mayamaea atomus* sowie *M. agrestis*. Angaben nach Hofmann et al. (2013) bzw. \*Lange-Bertalot (2001). Die Angaben für Länge und Breite von *M. atomus* var. *alcimonica* basieren auf den Abbildungen 14-20 der Tafel 104 auf Seite 444 in Lange-Bertalot (2001) und wurden basierend auf dem dort genannten Maßstab ermittelt.

Taxon	Länge (µm)	Breite (µm)	Striae/10 µm	Kommentar
<i>M. atomus</i> var. <i>atomus</i>	8,5-13	4-5,5	19-22	
<i>M. atomus</i> var. <i>permisis</i>	6-9	3-4	(25)30-36	In Gürtelbandansicht nicht zu unterscheiden
* <i>M. atomus</i> var. <i>alcimonica</i>	~9,3-11,4	~4,0-4,7	24-26	
* <i>M. agrestis</i>	9-11	(2,5)3-3,8	24-28	

Zur Bestimmung der Varietäten *atomus*, *permisis* und *alcimonica* sind, wie aus Tab. 19 ersichtlich, unter anderem die Breite und die Anzahl der Streifen heranzuziehen, die bei diesen drei Varietäten mehr oder weniger deutlich verschieden sind. Alle drei Taxa können in Gewässern Deutschlands vorkommen (Reichardt 1984, Lange-Bertalot 2001, Hofmann et al. 2013) und sollten unterschieden werden, da sie durch unterschiedliche ökologische Ansprüche gekennzeichnet sind (Reichardt 1984, Lange-Bertalot 2001, siehe auch Kap. 3.3).

Viel schwieriger noch als die Unterscheidung der drei oben genannten Varietäten von *M. atomus* erscheint die Unterscheidung von *M. atomus* var. *alcimonica* und *M. agrestis*. Beide Taxa haben sehr viele Gemeinsamkeiten bezüglich ihrer lichtmikroskopisch erkennbaren Merkmale (Lange-Bertalot 2001) und werden in Einzelfällen nicht immer sicher zu trennen sein.

Mehrere andere Taxa besitzen ebenso zart verkieselte Schalen wie *M. atomus* (z.B. *Mayamaea fossalis* (Krasske) Lange-Bertalot und *Craticula molestiformis* (Hustedt) Mayama), was zu Verwechslungsmöglichkeiten führen kann. In der Probe D 12 wurden beispielsweise neben *M. atomus* noch die zart verkieselten *Adlafia minuscula* var. *minuscula* (Grunow) Lange-Bertalot, *Fistulifera pelliculosa* (Brébisson) Lange-Bertalot und *F. saprophila* (Lange-Bertalot & Bonik) Lange-Bertalot gefunden.

Um Taxa wie *M. atomus* und ihre Varietäten sicher bestimmen zu können, ist eine Apertur im Bereich von 1,4 zu empfehlen, wobei hochwertige Öl-Immersionsobjektive Verwendung finden sollten.

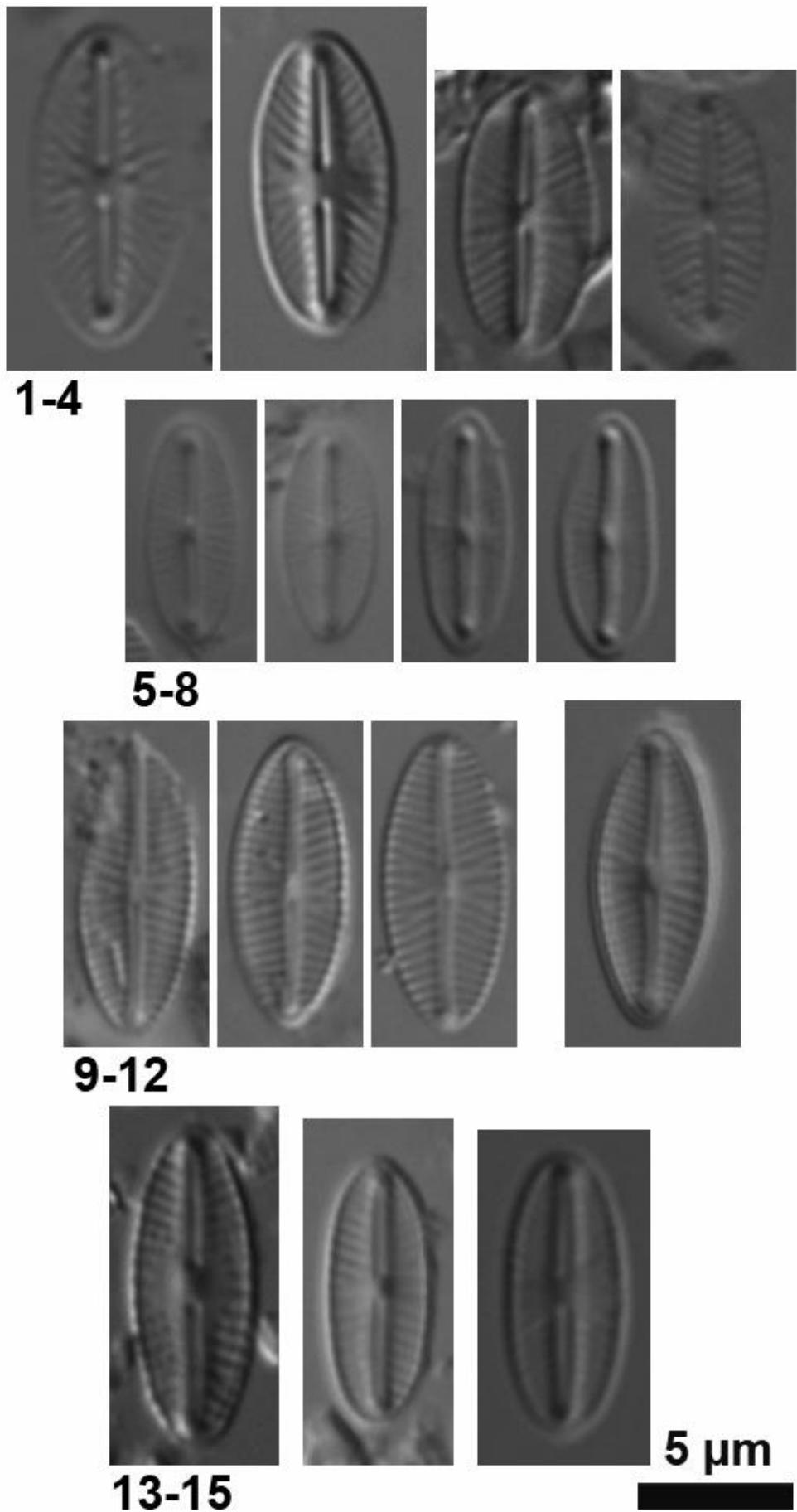
**Tafel 15** (folgende Seite): Lichtmikroskopische Aufnahmen von *Mayamaea atomus* var. *atomus* (**1-4**), *M. atomus* var. *permisis* (**5-8**), *M. atomus* var. *alcimonica* (**9-11**), *M. cf. agrestis* (**12**), *M. fossalis* var. *fossalis* (**13**), *M. atomus* cf. var. *permisis* (**14**) und *Mayamaea* spec. (**15**). Die Schalen 5-8 stammen aus der Ringtestprobe D 12 (Flachland-Fließgewässer, Klepelshagener Bach, Norddeutschland). Alle anderen abgebildeten Schalen stammen nicht aus Probe D 12 und sind zu Vergleichszwecken dargestellt (1-2 und 15 aus biologischen Bodenkrusten des norddeutschen Flachlandes, 3-4 und 12-14 aus Fließgewässern des norddeutschen Flachlandes, Abb. 9-12 (Maria Kahlert) aus schwedischen Fließgewässern, siehe unter [http://www.norbaf.net/courses/suggestions\\_final.pdf](http://www.norbaf.net/courses/suggestions_final.pdf)).

Die Schale in Abb. 4 liegt mit 8,3 µm Länge, 4,0 µm Breite und 20-24 Streifen in 10 µm im Grenzbereich des Spektrums von *M. atomus* var. *atomus* nach den Angaben in Lange-Bertalot (2001), sie ist etwas zu kurz und die Streifendichte ist an einigen Stellen etwas zu hoch. Da diese Abweichungen minimal sind, wurde diese Schale nicht als „cf.“, sonder als sicher bestimmt angesehen.

Die Schale in Abbildung 12 wurde *Mayamaea* cf. *agrestis* genannt (Länge 9,9 µm, Breite 3,9 µm, 24 Streifen in 10 µm), weil ihre Breite zwischen der für *M. agrestis* und *M. atomus* var. *alcimonica* angegebenen liegt (siehe Tab. 19). Die anderen messbaren Dimensionen treffen auf beide Taxa zu, jedoch deuten die Form und die deutliche Ausprägung des Sternums eher auf *M. agrestis* als auf *M. atomus* var. *alcimonica* hin.

Die Maße der Schale in Abb. 14 (Breite 3,3 µm, Länge 8,5 µm, 24 Streifen in 10 µm) entsprechen weitgehend *M. atomus* cf. var. *permisis*. Lediglich die Streifendichte ist zu gering, weshalb diese Schale mit „cf.“ bezeichnet wurde.

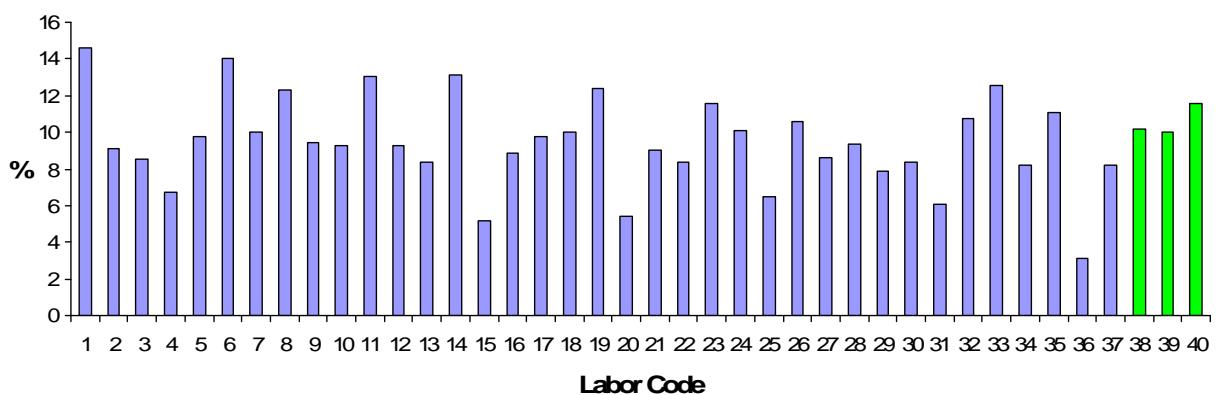
Die als *Mayamaea* spec. bezeichnete Schale in Abb. 15 ist 9,3 µm lang, 3,8 µm breit und besitzt ca. 25 Streifen in 10 µm und passt von den messbaren Dimensionen in die Spektren von *M. atomus* var. *alcimonica* oder *M. agrestis*. Jedoch sprechen der Umriss und die sehr große schmetterlingsförmige Zentralarea gegen diese beiden Taxa. Weitere Erklärungen siehe Text.



### 3.2.12 *Navicula cryptotenella* und *N. cryptotenelloides* in den Proben D 11 und D 1.1

Innerhalb der Gattung *Navicula* Bory de Saint-Vincent wurde von den Referenzzählern als dominierendes Taxon in Probe D 11 *Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot nachgewiesen. Subdominant kommt *Navicula antonii* Lange-Bertalot in Probe D 11 vor. Weitere regelmäßig aber nicht mit hohen relativen Anteilen (deutlich unter 2 %) auftretende *Navicula*-Taxa waren in Probe D 11 *Navicula reichardtiana* Lange-Bertalot und *Navicula tripunctata* (O.F. Müller) Bory de Saint-Vincent, auf die in diesem Kapitel nicht weiter eingegangen wird. Alle weiteren *Navicula*-Taxa spielen basierend auf den Ergebnissen der Referenzzähler mit Anteilen von deutlich unter 1 % aus statistischer Sicht keine wesentliche Rolle in Probe D 11.

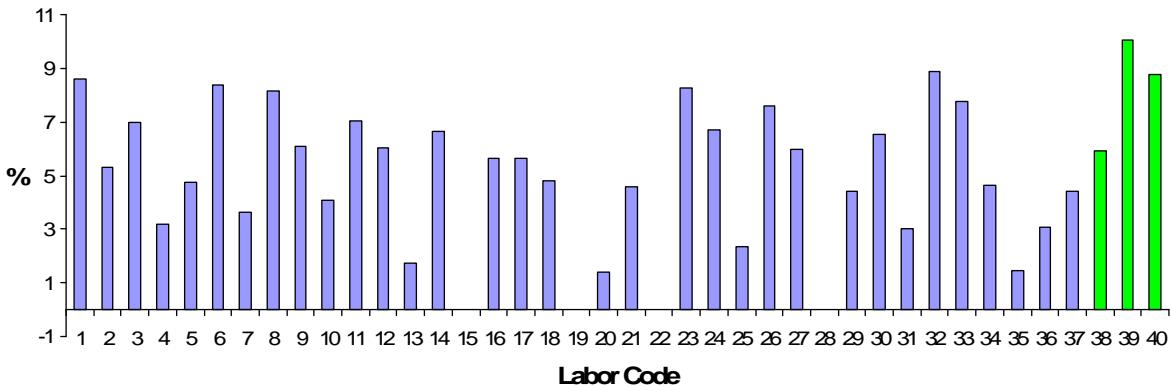
Die größten taxonomischen Probleme innerhalb der Arten um *N. cryptotenella* (Abb. 59) gab es in Probe D 11 bei der Bestimmung von *N. cryptotenella* und *N. antonii*. Vereinzelt kamen Verwechslungen von *N. cryptotenella* mit *Navicula menisculus* Schumann vor. Aufgrund der geringen Anteile von *N. cryptotenelloides* Lange-Bertalot in Probe D 11 kann nicht entschieden werden, ob der Nachweis bzw. das Fehlen von *N. cryptotenelloides* bei den Ergebnissen einiger Ringtestteilnehmer auf Verwechslungen oder auf taxonomischen Unstimmigkeiten beruht, da Arten, die mit geringen relativen Anteilen vorhanden sind, nicht immer zwingend in allen Proben gefunden werden müssen.



**Abb. 59:** Summe der relativen Anteile von *Navicula cryptotenella*, *N. cryptotenelloides*, *N. antonii* und *N. menisculus* aus Probe D 11 inklusive Bezeichnungen dieser Taxa mit „cf“. Blau: Ringtestteilnehmer, grün: Referenzzähler.

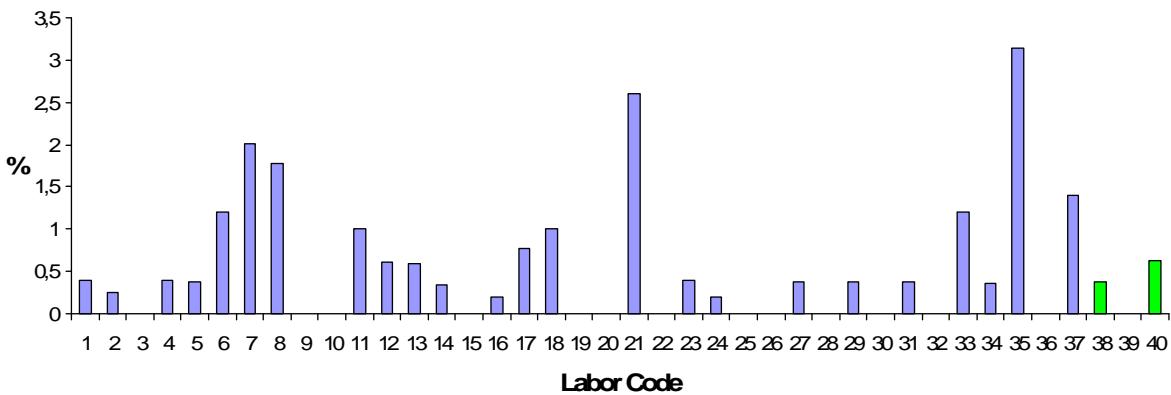
Innerhalb der Gattung *Navicula* wurde als dominierendes Taxon in Probe D 11 von den drei Referenzzählern *N. cryptotenella* mit Anteilen von 5,9; 8,8 und 10,0 % (MW: 8,3 %)

nachgewiesen (Abb. 60). Von den 37 Ringtestteilnehmern wiesen 33 *N. cryptotenella* in Probe D 11 nach (Min: 1,4 %; Max: 8,9 %, MW: 5,4 %) (Abb. 60).



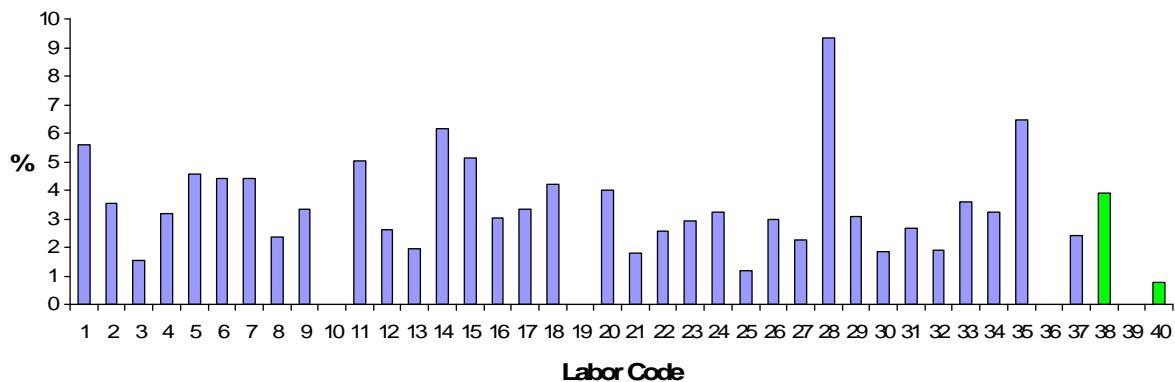
**Abb. 60:** Relative Anteile von *Navicula cryptotenella* in Probe D 11. Blau: Ringtest-Teilnehmer, grün: Referenzähler.

*Navicula cryptotenelloides* wurde von zwei der drei Referenzähler mit Anteilen von 0,4 und 0,6 % (MW: 0,5) in Probe D 11 nachgewiesen (Abb. 61). Von den 37 Ringtest-Teilnehmern fanden 24 *N. cryptotenelloides* (Min: 0,2 %; Max: 3,1 %, MW: 0,9 %) (Abb. 61).



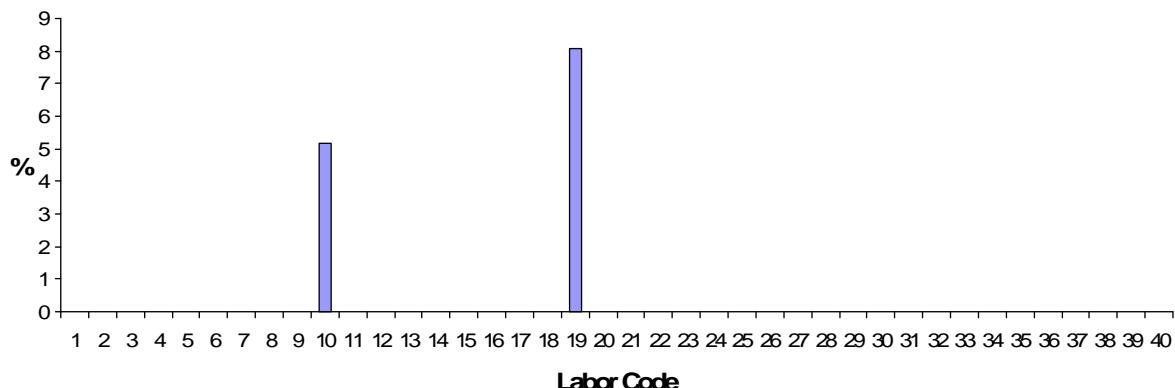
**Abb. 61:** Relative Anteile von *Navicula cryptotenelloides* in Probe D 11. Blau: Ringtest-Teilnehmer, grün: Referenzähler.

*Navicula antonii* wurde ebenso wie *N. cryptotenelloides* nur von zwei der drei Referenzähler in Probe D 11 nachgewiesen (Anteilen von 3,9 und 0,8 %, MW: 2,3) (Abb. 62). Von den 37 Ringtestteilnehmern fanden 34 *N. antonii* (Min: 1,2 %; Max: 9,3 %, MW: 3,5 %) (Abb. 62).

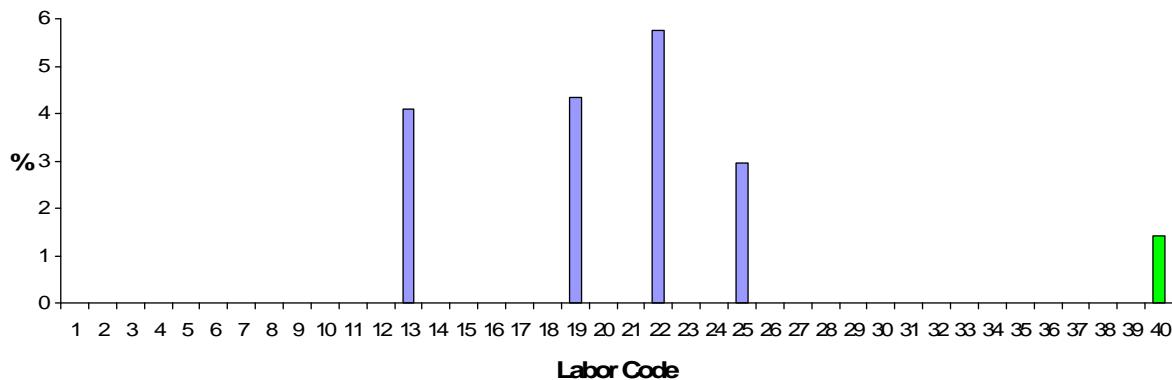


**Abb. 62:** Relative Anteile von *Navicula antonii* in Probe D 11. Blau: Ringtestteilnehmer, grün: Referenzzähler.

Taxonomische Probleme werden besonders durch die Ergebnisse der Teilnehmer 10, 13, 15, 19, 22, 25, 28 und 36 offensichtlich. Von diesen haben die Labore 15, 19, 22 und 28 keine *N. cryptotenella* in Probe D 11 gefunden. Die Labore 10, 19 und 36 fanden keine *N. antonii* und die Labore 10 und 19 zählten *N. menisculus* in sehr hohen Anteilen in Probe D 11 (Abb. 63). Weiterhin haben die Labore 13, 19, 22 und 25 einen erheblichen Anteil der hier besprochenen Taxa nicht sicher bestimmt (Bezeichnung „cf.“) (Abb. 64).



**Abb. 63:** Relative Anteile von *Navicula menisculus* in Probe D 11. Blau: Ringtest-Teilnehmer, grün: Referenzzähler.

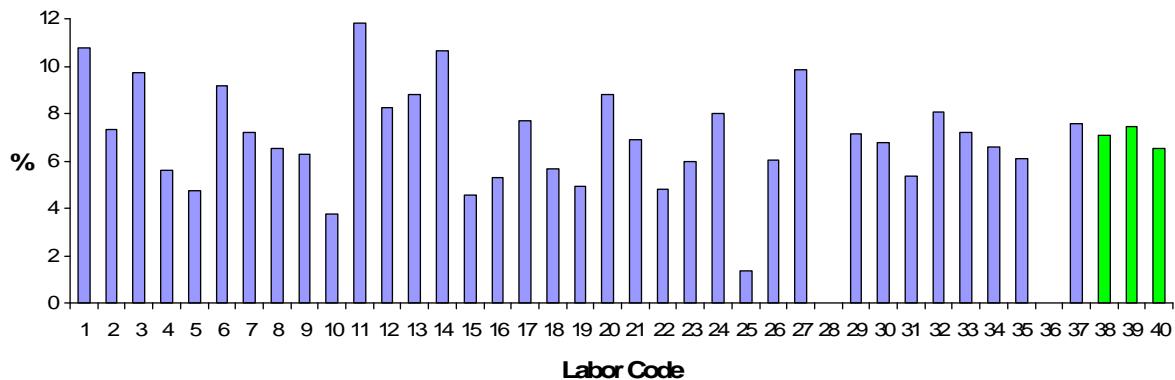


**Abb. 64:** Summe der relativen Anteile von *Navicula cf. antonii*, *N. cf. cryptotenella* und *N. cf. cryptotenelloides* in Probe D 11. Blau: Ringtestteilnehmer, grün: Referenzzähler.

Auch die Ergebnisse der Referenzzähler waren nicht einheitlich und deuten auf taxonomische Schwierigkeiten innerhalb der hier besprochenen *Navicula*-Taxa hin. Dementsprechend fand der Referenzzähler 39 im Gegensatz zu den Referenzzählern 38 und 40, die beide jeweils neben *N. cryptotenella* auch *N. antonii* und *N. cryptotenelloides* nachwiesen, ausschließlich *N. cryptotenella*. Weiterhin bezeichnete der Referenzzähler 40 einen Teil der gefundenen Schalen (1,4 %) als *N. cf. cryptotenelloides* (Abb. 64).

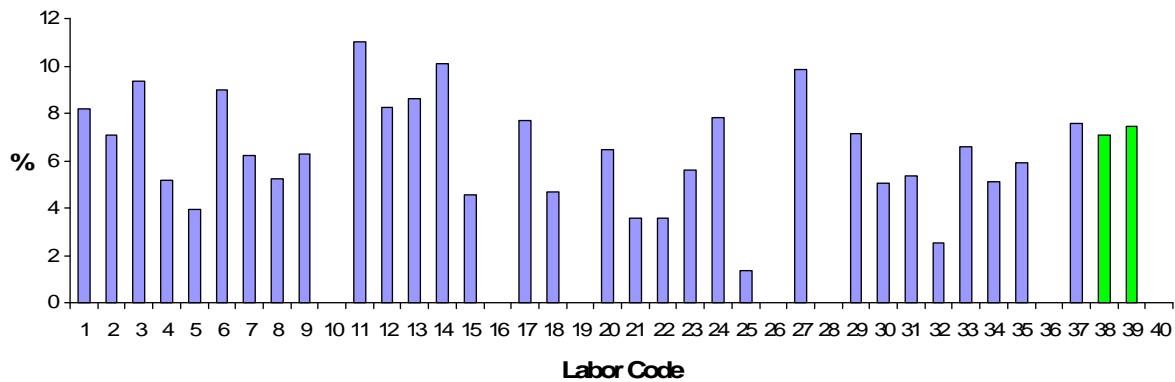
In Probe D 1.1 wurde innerhalb der Gattung *Navicula* von den Referenzzählern als dominierendes Taxon *N. cryptotenelloides* nachgewiesen. Alle weiteren *Navicula*-Taxa spielen mit Anteilen von deutlich unter 1 % aus statistischer Sicht keine wesentliche Rolle in Probe D 1.1. Im Gegensatz zur Probe D 11 liegt hier hauptsächlich das Problem in der Unterscheidung von *N. cryptotenella* und *N. cryptotenelloides*. Beide Taxa kamen in Probe D 1.1 vor (Abb. 65), wobei das Nicht-Auffinden von *N. cryptotenella* aufgrund ihrer geringen relativen Anteile in Probe D 1.1 nicht als Zähl- oder Bestimmungsfehler angesehen werden sollte.

Von den 37 Ringtestteilnehmern fanden 35 Teilnehmer *N. cryptotenelloides* (+ „cf.“) und/oder *N. cryptotenella* (+ „cf.“) in Probe D 1.1 (Min: 1,4 %; Max: 11,8 %, MW: 7,0 %) (Abb. 65). Zwei Teilnehmer (Labore 28 und 36) fanden weder *N. cryptotenelloides* noch *N. cryptotenella*. Die Referenzzähler zeigen in der Summe von *N. cryptotenelloides* (+ „cf.“) und/oder *N. cryptotenella* (+ „cf.“) noch einheitliche Ergebnisse (MW: 7,0 %) (Abb. 65).



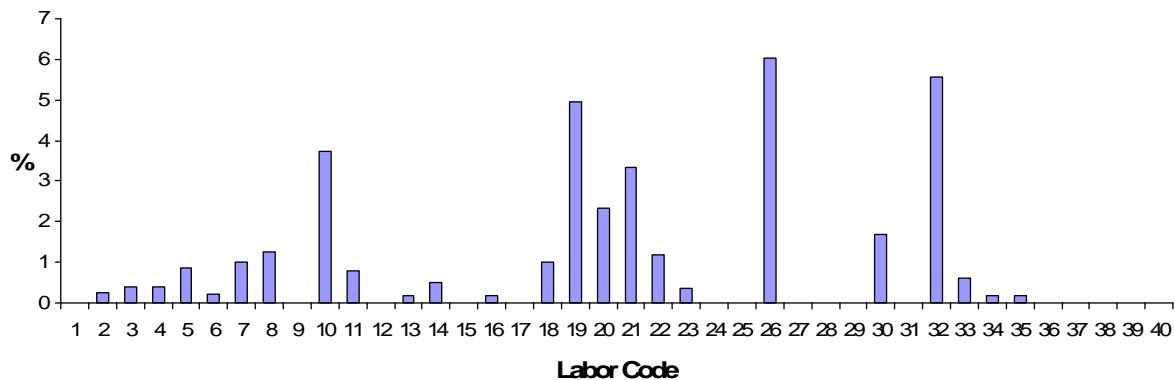
**Abb. 65:** Summe der relativen Anteile von *Navicula cryptotenella* und *N. cryptotenelloides* in Probe D 1.1 inklusive Bezeichnungen dieser Taxa mit „cf.“. Blau: Ringtest-Teilnehmer, grün: Referenzzählern.

Die in der Probe D 1.1 am häufigsten vorkommende *Navicula*-Art, *N. cryptotenelloides*, wurde von 31 der 37 Ringtestteilnehmer gefunden (Min: 1,4 %; Max: 11,0 %, MW: 6,4 %) (Abb. 66). Von den drei Referenzzählern fanden zwei *N. cryptotenelloides* (MW: 7,3 %) (Abb. 66).



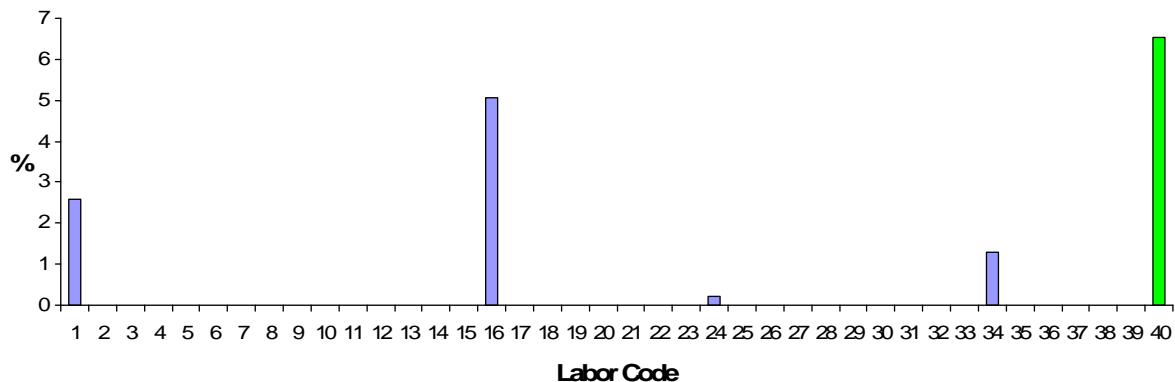
**Abb. 66:** Relative Anteile von *Navicula cryptotenelloides* in Probe D 1.1. Blau: Ringtest-Teilnehmer, grün: Referenzzählern.

*Navicula cryptotenella* wurde von keinem der Referenzzählern in Probe D 1.1 nachgewiesen (Abb. 67). Von den 37 Teilnehmern zählten 25 *N. cryptotenella* (Min: 0,2 %; Max: 6,1 %, MW: 1,6 %) (Abb. 67).



**Abb. 67:** Relative Anteile von *Navicula cryptotenella* in Probe D 1.1. Blau: Ringtest-Teilnehmer, grün: Referenzzähler.

Ein Referenzzähler (Nr. 40) zählte anstelle von *N. cryptotenella* und *N. cryptotenelloides* in Probe D 1.1 ausschließlich *N. cf. cryptotenella* (Abb. 68). Vier der teilnehmenden Labore zählten ebenfalls *N. cf. cryptotenella* (Labore 1 und 24) bzw. *N. cf. cryptotenelloides* (Labore 16 und 34) in Probe D 1.1 (Abb. 65).



**Abb. 68:** Summe der relative Anteile von *Navicula cf. cryptotenella* und *N. cf. cryptotenelloides* in Probe D 1.1. Blau: Ringtestteilnehmer, grün: Referenzzähler.

Taxonomische Probleme offenbaren sich besonders anhand der Ergebnisse der Teilnehmer 10, 16, 19, 26, 28 und 36. Die Labore 28 und 36 fanden weder *N. cryptotenelloides* noch *N. cryptotenella*. Labor 28 zählte anstelle der hier genannten Taxa 7,2 % *N. antonii*. Labor 36 zählte 13,4 % *Navicula gregaria* Donkin (keine Nachweis durch die Referenzzähler in Probe D 1.1) fand jedoch keine weiteren *Navicula*-Taxa, die unserer Ansicht nach zu Verwechslungen mit *N. cryptotenelloides* führen könnten.

Die Labore 10, 16, 19 und 26 fanden in Probe D 1.1 keine *N. cryptotenelloides*. Von diesen vier Laboren fanden die Labore 10, 19 und 26 ausschließlich *N. cryptotenella*. Labor 16 zählte neben einem geringen Anteil von *N. cryptotenella* hauptsächlich *N. cf. cryptotenelloides*. Auch die Zählergebnisse des Referenzzählers mit der Labornummer 40, der ausschließlich *N. cf. cryptotenella* in Probe D 1.1 zählte, verdeutlichen die aufgetretenen taxonomischen Probleme innerhalb der Gruppe um *N. cryptotenella* und *N. cryptotenelloides*.

Anhand der Zählergebnisse der Proben D 11 und D 1.1 kann davon ausgegangen werden, dass in der Praxis einige Schwierigkeiten bei der Identifizierung von *N. cryptotenella* und *N. cryptotenelloides* und ähnlicher Arten, wie beispielsweise *N. antonii*, auftreten können. Begründet kann dies hauptsächlich damit werden, dass sich die messbaren Dimensionen wie Länge, Breite und Streifendichte der einzelnen hier besprochenen Arten überlappen können (Tab. 20) und dass der Gesamthabitus der hier besprochenen Arten mehr oder weniger große Ähnlichkeiten aufweist.

**Tab. 20:** Ausgewählte Angaben zur Unterscheidung der in den Proben D 11 und D 1.1 gefundenen *Navicula*-Taxa und ähnlicher Arten. Angaben nach Lange-Bertalot (2001) und Hofmann et al. (2011).

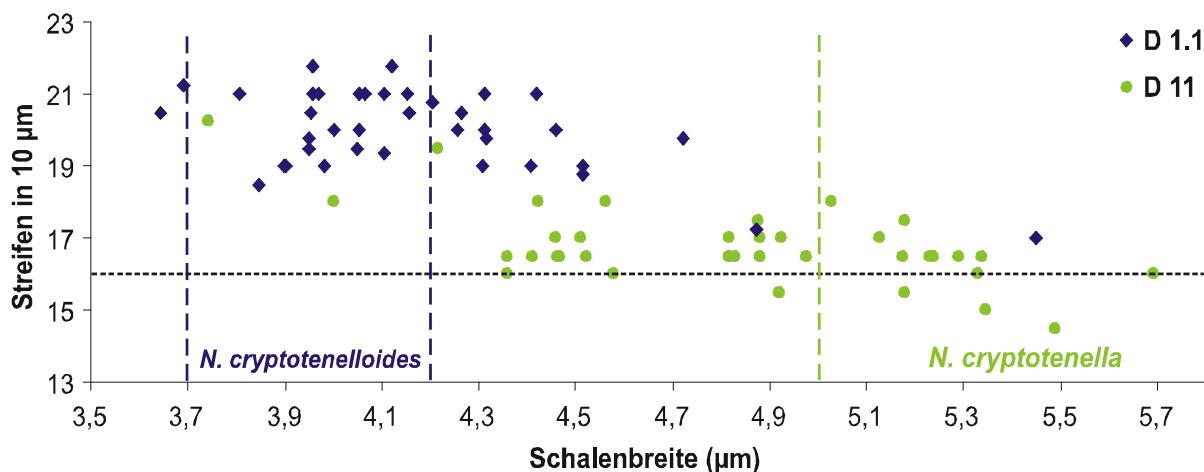
Name	Länge (µm)	Breite (µm)	Striae (n/10 µm)	Punkte (n/10 µm)
<i>N. cryptotenella</i>	12-40	5-7	14-16	38
<i>N. cryptotenelloides</i>	9-18	3,7-4,2	16-18	42-44
<i>N. antonii</i>	11-30	6-7,5	10,5-15	28-32
<i>N. menisculus</i>	32-50	11-12,5	8,5-9,5	24-25
<i>N. upsaliensis</i>	18-47	9,5-12	9-11,5	25-27

Neben den messbaren Kriterien (Tab. 20) können jedoch in bedingtem Maße weitere Angaben zur Bestimmung genutzt werden. Dies gilt insbesondere für die Unterscheidung von *N. cryptotenella* und *N. cryptotenelloides*. So unterscheiden sich diese beiden Taxa anhand der Raphe (filiform bei *N. cryptotenella*, filiform bis sehr schwer erkennbar bei *N. cryptotenelloides*), der Zentralarea (unregelmäßig und klein bei *N. cryptotenella*, sehr klein bis nicht sichtbar bei *N. cryptotenelloides*) und der Sichtbarkeit der Lineolae im Lichtmikroskop (schwer erkennbar bei *N. cryptotenella*, nie sichtbar bei *N. cryptotenelloides*). Weiterhin ist das Sternum bei *N. cryptotenella* erhaben und bei *N. cryptotenelloides* nie erhaben. Dieses Merkmal ist jedoch fast nur im Rasterelektronenmikroskop zu erkennen und somit für die Bestimmung bei Routinezählungen mit dem Lichtmikroskop nicht zu nutzen.

Neben den Überlappungen der messbaren Dimensionen und der Ähnlichkeit der hier besprochenen *Navicula*-Arten in ihrem Gesamthabitus offenbarte sich im Rahmen dieses Ringtests ein weiteres Problem, welches zu erheblichen Schwierigkeiten bei der Bestimmung der hier besprochenen *Navicula*-Taxa, speziell bei der Unterscheidung von *N. cryptotenella* und *N. cryptotenelloides*, führt. Nach Lange-Bertalot (1993, 2001) kann *N. cryptotenelloides* (3,7-4,2 µm breit) immer sicher anhand der Schalenbreite von *N. cryptotenella* (5,0-7,0 µm breit) unterschieden werden, wobei Überlappungen, also Schalen mit einer Breite von 4,2-5,0 µm, nicht vorkommen sollen. Demgegenüber wurden jedoch regelmäßig in den hier untersuchten Proben Schalen mit einer Breite von 4,2-5,0 µm gefunden.

Um das Problem der überlappenden Schalenbreite zu verdeutlichen wurden in den Proben D 1.1 und D 11 jeweils 38 Schalen aus der Gruppe um *N. cryptotenella* und *N. cryptotenelloides* vermessen und fotografisch dokumentiert (Abb. 69). Von den 38 vermessenen Schalen in **Probe D 1.1** hatten 23 eine Breite von 3,6-4,2 µm, was definitionsgemäß *N. cryptotenelloides* entspricht. Es fällt auf, dass alle diese 23 Schalen eine Streifenanzahl von 18,5-21,0 in 10 µm hatten, was den für *N. cryptotenelloides* angegeben Wert von 16-18 Streifen in 10 µm (Lange-Bertalot 2001, Hofmann et al. 2011) durchgehend überschreitet. In Anbetracht der Tatsache, dass jedoch schon relativ geringe Unterschiede im Modus der Ermittlung der Streifendichte zu unterschiedlichen Ergebnissen führen können (siehe Kap. 3.2.14 und 6), kann davon ausgegangen werden, dass es sich bei diesen 23 Schalen wahrscheinlich um *N. cryptotenelloides* handelt. Eine Schale in Probe D 1.1 hatte eine Breite von 5,5 µm und eine Streifendichte von 17 in 10 µm. Obwohl auch hier die Streifendichte leicht von den Angaben in Lange-Bertalot (2001) und Hofmann et al. (2011) abweicht, kann diese Schale wahrscheinlich als *N. cryptotenella* angesehen werden. Die restlichen 14 Schalen (36,8 %) in Probe D 1.1 hatten im Gegensatz zu den Angaben in Lange-Bertalot (1993 und 2001) jedoch Breiten zwischen 4,2-5,0 µm, lagen dementsprechend also im Bereich zwischen *N. cryptotenella* und *N. cryptotenelloides* (Abb. 69). Diese 14 Schalen mit einer Breite zwischen 4,2-5,0 µm hatten Streifendichten von ca. 17,3 bis 21,0 in 10 µm, was eher für *N. cryptotenelloides* als für *N. cryptotenella* spricht. Es bleibt jedoch fraglich, welcher der beiden hier besprochenen Arten diese Schalen letztlich zugeordnet werden könnten, so dass hier eine Bestimmung als „cf.“ vorerst als die sinnvollste Variante anzusehen ist.

Von den 38 Schalen, die in **Probe D 11** ausgezählt wurden, hatten zwei eine Breite von 3,7 bzw. 4,0 µm. Diese beiden Schalen hatten eine Streifendichte von ca. 18 bzw. 20 in 10 µm und können dementsprechend wahrscheinlich als *N. cryptotenelloides* identifiziert werden (siehe oben). Weitere 13 Schalen hatten eine Breite von mehr als 5,0 µm, was *N. cryptotenella* entspricht. Von diesen 13 Schalen hatten 10 eine Streifendichte von ca. 14-16 in 10 µm und können wahrscheinlich als *N. cryptotenella* angesehen werden. Drei dieser 13 Schalen mit einer Breite von mehr als 5,0 µm hatten eine Streifendichte von 17-18 in 10 µm und können dementsprechend nicht ganz sicher als *N. cryptotenella* identifiziert werden. Weitere 23 Schalen (60,5 %) aus Probe D 11 hatten eine Breite von 4,2-4,9 µm, lagen also im Bereich zwischen *N. cryptotenella* und *N. cryptotenelloides*. Die Streifenanzahl bei diesen 23 Schalen liegt zwischen 15,5 und 19,9 in 10 µm, was darauf hindeutet, dass *N. cryptotenella* und *N. cryptotenelloides* in Frage kommen können. Es bleibt jedoch auch hier fraglich, welcher der beiden hier besprochenen Arten diese Schalen letztlich zugeordnet werden könnten, so dass hier eine Bestimmung als „cf.“ vorerst als die sinnvollste Variante anzusehen ist.



**Abb. 69:** Streifendichte und Schalenbreite von Schalen aus der Gruppe um *N. cryptotenella* und *N. cryptotenelloides* basierend auf den Messungen von 38 Schalen je Probe (D 1.1 und D 11). Blau = Schalen aus Probe D 1.1. Grün = Schalen aus Probe D 11. Durch die gestrichelten Linien sind die Breitenspektren von *N. cryptotenelloides* (3,7-4,2 µm) und *N. cryptotenella* (5,0-7,0 µm) nach Lange-Bertalot (2011) kenntlich gemacht. Weitere Informationen siehe Text.

Anhand von Diskussionen im Workshop zum hier besprochenen Ringtest stellte sich heraus, dass neben Verwechslungen und Fehlbestimmungen auch unterschiedliche Vorgehensweisen zu den abweichenden Zählergebnissen bezüglich der Taxa um *N. cryptotenella* geführt haben. Einige Teilnehmer haben die ersten wenigen Schalen vermessen und so sicher wie möglich

bestimmt und alle im weiteren Verlauf der Zählung gefundenen Schalen dem Taxon zugeordnet, welches zuerst bestimmt wurde. Hierbei kann es durchaus vorkommen, dass nur ein Taxon gefunden bzw. in den Ergebnissen genannt wird, obwohl beide, also in diesem Fall *N. cryptotenella* und *N. cryptotenelloides* in einer Probe vorhanden sein könnten.

Andere Teilnehmer haben jede einzelne Schale vermessen und bestimmt. Hierbei gab es jedoch noch weitere Unterschiede im Vorgehen. Einige Teilnehmer haben jeder Schale, auch denen im Bereich zwischen 4,2 und 5,0 µm Breite, einen Namen zugeordnet und hier auf den Zusatz „cf.“ verzichtet. Begründet wurde dies mit der Tatsache, dass im deutschen Verfahren (Schaumburg et al. 2006, 2011b) das Ergebnis einer Probe als nicht gesichert angesehen wird, wenn die Anzahl der nicht sicher bestimmten Taxa („cf.“, „aff.“, „spec.“) in einer Probe größer als 5 % ist (weiteres dazu siehe Kap. 3.3), was hier einfach vermieden werden sollte.

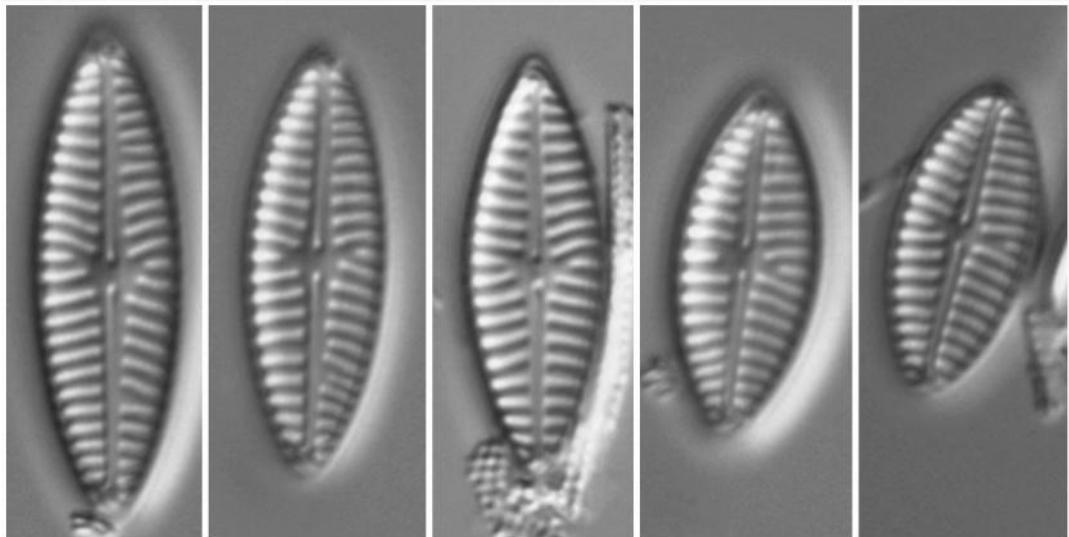
Andere Teilnehmer haben die hier besprochenen Taxa im Bereich zwischen 4,2 und 5,0 µm Breite als „cf.“ dokumentiert. Ein weiterer Teilnehmer hat bei allen Schalen im Bereich zwischen 4,2 und 5,0 µm Breite die Streifendichte bestimmt und daraus den Mittelwert für diese Schalen gebildet und wenn dieser größer als 16 war diese Schalen *N. cryptotenelloides* zugeordnet und wenn er kleiner war, diese Schalen *N. cryptotenella* zugeordnet, wobei dieser Teilnehmer zugrunde legt, dass die Bestimmung immer anhand der gesamten Population sicherer ist, als anhand einzelner Schalen. Prinzipiell ist diese Annahme nicht falsch, jedoch kann in Routinezählungen in Mischproben mit vielen verschiedenen Diatomeen-Taxa nicht immer klar davon ausgegangen werden, dass es sich nur um ein Taxon und auch nur um eine Population dieses Taxons handelt. Somit besteht bei dieser Vorgehensweise die Gefahr, zwei Arten als eine anzusehen und letztlich auch nur als eine zu bestimmen. Dies gilt insbesondere für sehr ähnliche Arten und solche, die in einigen Merkmalen überlappen können, wie eben die hier besprochenen *N. cryptotenella* und *N. cryptotenelloides*.

#### Empfehlungen:

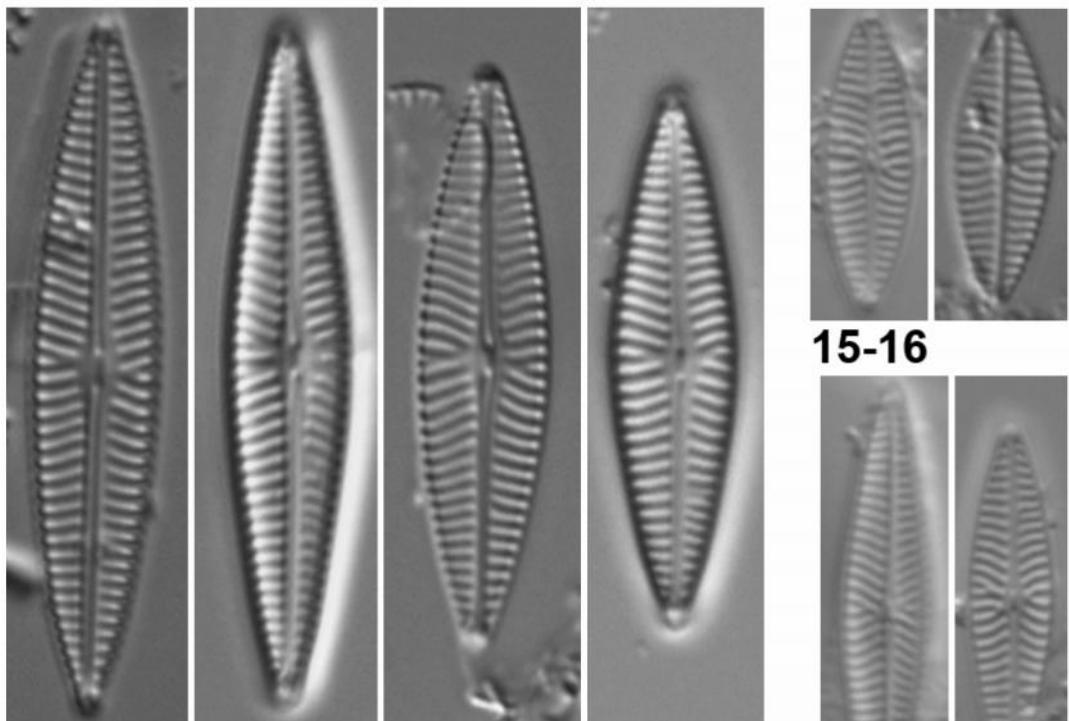
Zur Unterscheidung ist es auch hier unerlässlich, die gesamte Merkmalskombination zu beachten. Besonders wichtige Merkmale zur Unterscheidung von *N. cryptotenella* und *N. cryptotenelloides* sind beispielsweise die Schalenbreite und die unterschiedliche Streifendichte. Können Schalen anhand der Merkmalskombination nicht eindeutig einem der beiden Taxa zugeordnet werden, also in diesem Fall die Schalen mit einer Breite im Bereich von 4,2 und 5,0 µm Breite, so sollten diese als „cf.“ gekennzeichnet und fotografisch dokumentiert werden und die Vorgehensweise beim Bestimmen in den jeweiligen

Ergebnissen kurz erläutert werden, so dass im Nachhinein eine Überprüfung und eventuelle Revision der Ergebnisse ohne erneutes auszählen einer Probe möglich ist. Dies ist solange von Bedeutung, bis die Taxonomie der Arten um *N. cryptotenella* geklärt ist, zumal auch nach Lange-Bertalot (2001) davon ausgegangen werden muss, dass gerade *N. cryptotenella* als ein heterogenes Taxon angesehen werden muss.

**Tafel 16** (folgende Seite): *Navicula antonii* (**1-5**), *N. cryptotenella* (**6-14**) und *N. cryptotenelloides* (**15-20**) aus den Ringtestproben D 11 (Krossinsee, Norddeutschland) und D 1.1 (Genfer See, Schweiz), die in allen relevanten Bestimmungsmerkmalen den Beschreibungen in Lange-Bertalot (2001) und Hofmann et al. (2011) entsprechen. Die Schalen 1-14 und 20 stammen aus Ringtestprobe D 11, die Schalen 15-19 aus der Ringtestprobe D 1.1.

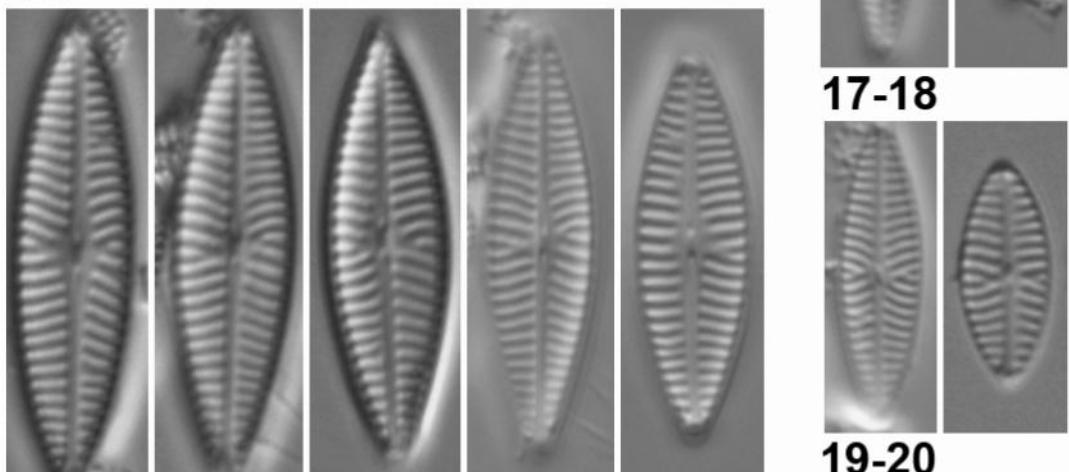


1-5



6-9

15-16

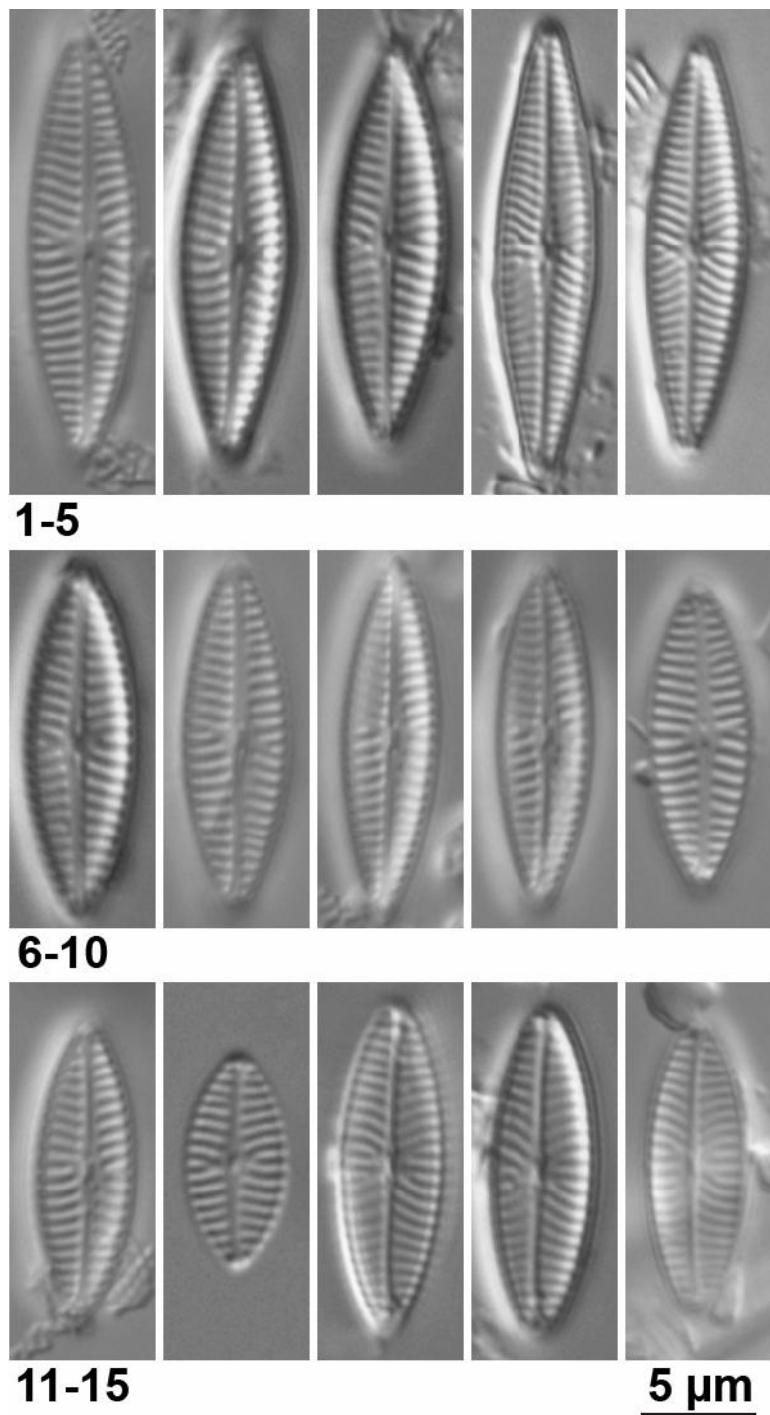


10-14

17-18

19-20

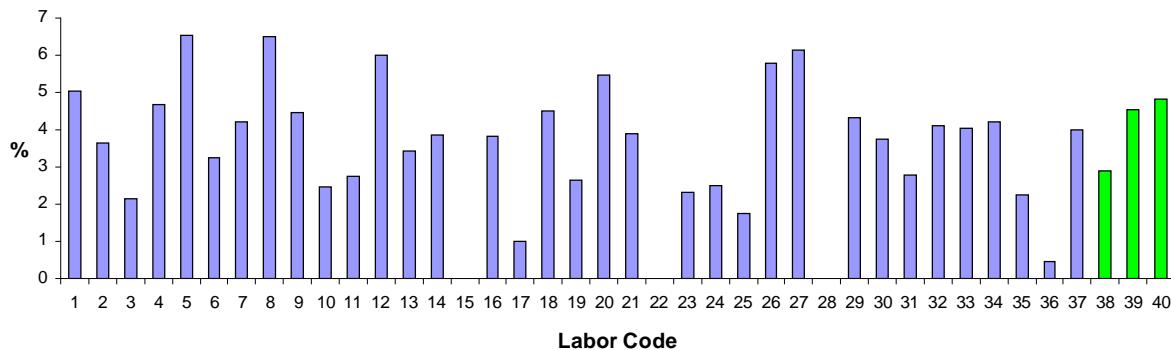
5 µm



**Tafel 17:** Nicht sicher zu bestimmende Schalen aus der taxonomischen Gruppe *Navicula cryptotenella* und *N. cryptotenelloides* aus den Ringtestproben D 11 (Krossinsee, Norddeutschland) und D 1.1 (Genfer See, Schweiz) mit einer Breite zwischen 4,2 und 5,0 µm (1-15). Die Schalen 1-3 und 6-12 stammen aus der Ringtestprobe D 11, die Schalen 4-5 und 13-15 aus der Ringtestprobe D 1.1. Weitere Erklärungen siehe Text.

### 3.2.13 *Navicula lundii* und *N. veneta* in Probe D 12

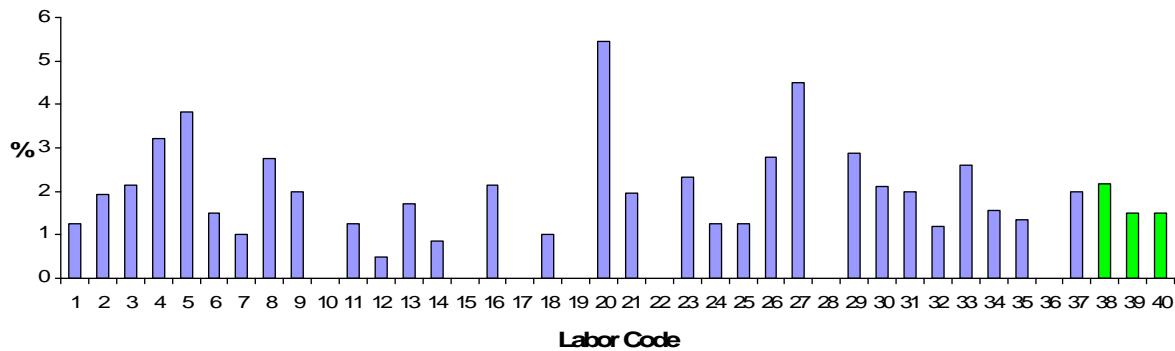
*Navicula veneta* Kützing und *N. lundii* Reichardt wurden während des Ringtests nur in Probe D 12 gefunden. Taxa aus der Gruppe um *N. lundii*, *N. veneta*, *N. exilis* Kützing und *N. cryptocephala* Kützing wurden in Probe D 12 von 34 der 37 Teilnehmer gefunden (0,5-6,5 %; Mittelwert (MW): 3,8 %) (Abb. 70). Drei der 37 teilnehmenden Labore fanden keine Taxa aus dieser Gruppe (Labore 15, 22, 28). Alle drei Referenzzähler fanden *N. veneta* (1,5-2,2 %; MW: 1,7%) und *N. cryptocephala* (var. *cryptocephala*) (0,6-2,2 %; MW: 1,2%). Zwei Referenzzähler fanden *N. lundii* (1,2-2,4; MW: 1,8 %). *N. exilis* wurde von den Referenzzählern in Probe D 12 nicht gefunden.



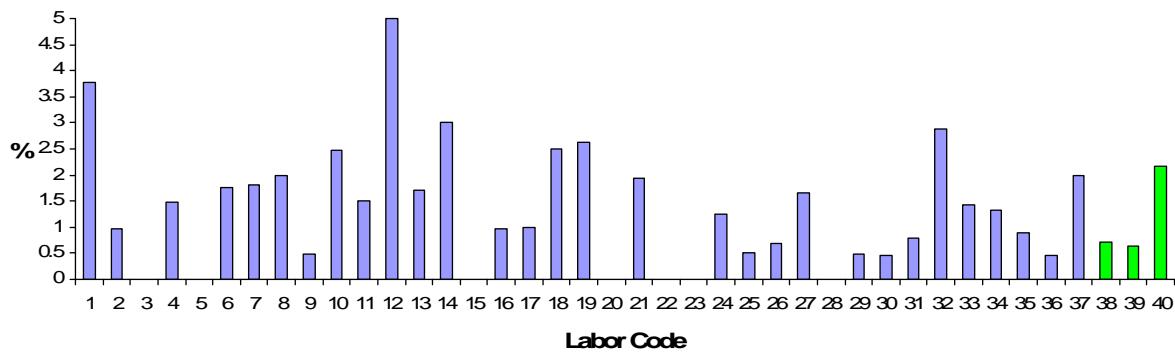
**Abb. 70:** Summe der relativen Anteile von *Navicula cryptocephala* (var. *cryptocephala*), *N. exilis*, *N. lundii* (inklusive „cf.“) und *N. veneta* (inklusive „cf.“) aus Probe D 12. Blau: Ringtest-Teilnehmer, grün: Referenzzähler.

30 der 37 teilnehmenden Labore fanden in Probe D 12 *N. veneta*, wobei ein Teilnehmer zusätzlich zu *N. veneta* noch *N. cf. veneta* gefunden hat (Abb. 71). Die relativen Anteile lagen zwischen 0,5-5,4 % (MW: 2,1 %). Weiterhin fanden 30 Teilnehmer *N. cryptocephala* (var. *cryptocephala*) (Abb. 72). Die relativen Anteile lagen dabei zwischen 0,5 and 5,0 % (MW: 1,7 %).

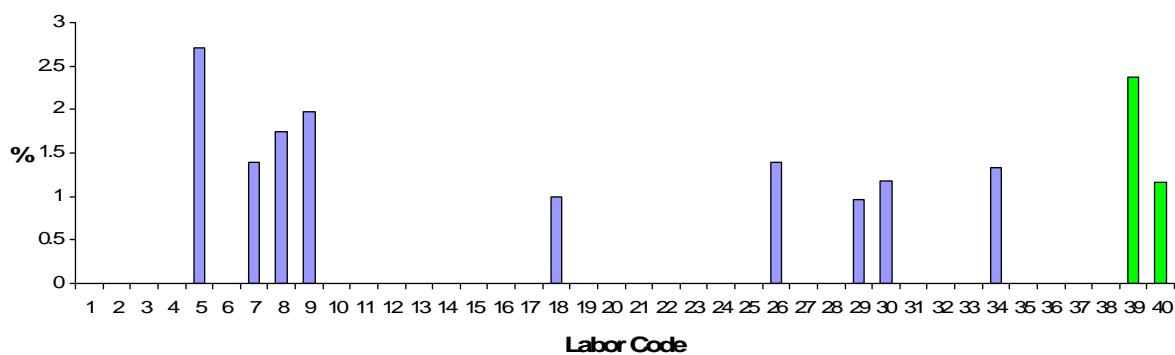
Neun Labore fanden *N. lundii* oder *N. cf. lundii* (1,0-2,7 %; MW: 1.5 %) (Abb. 73), vier Labore fanden *N. exilis* (0,5-0,7 %; MW: 0,7 %) (keine Abbildung). Vier Labore fanden in Probe D 12 nur *N. cryptocephala* (Labore 10, 17, 19, 36).



**Abb. 71:** Relative Anteile von *Navicula veneta* (inklusive „cf.“) aus Probe D 12. Blau: Ringtest-Teilnehmer, grün: Referenzzählert.



**Abb. 72:** Relative Anteile von *Navicula cryptocephala* (var. *cryptocephala*) aus Probe D 12. Blau: Ringtest-Teilnehmer, grün: Referenzzählert.



**Abb. 73:** Relative Anteile von *Navicula lundii* (inklusive „cf.“) aus Probe D 12. Blau: Ringtest-Teilnehmer, grün: Referenzzählert.

Früher (siehe z.B. Krammer & Lange-Bertalot 1986-2004) waren *Navicula veneta*, *N. lundii* und *N. exilis* Varietäten von *N. cryptocephala* und wurden als schwer zu unterscheiden angesehen. Insbesondere *N. lundii* und *N. exilis* sind sich sehr ähnlich und es kann nicht

ausgeschlossen werden, dass beide Taxa (*N. exilis* und *N. lundii*) konspezifisch sind, also einem Taxon angehören (Lange-Bertalot 2001). Um die hier besprochenen Arten unterscheiden zu können, ist es besonders wichtig die gesamte Merkmalskombination zu nutzen, wobei auch weitere ähnliche Arten berücksichtigt werden müssen (siehe weiter unten).

**Tab. 21:** Messbare Dimensionen für die Unterscheidung von *Navicula lundii*, *N. veneta*, *N. exilis* und *N. cryptocephala* nach Lange-Bertalot (2001) und Hofmann et al. (2013). Länge und Breit in µm, Anzahl der Streifen und Punkte bezogen auf 10 µm.

Taxon	Länge	Breite	Streifen	Punkte
<i>N. veneta</i>	13-30	4,4-6	13,5-15	~35
<i>N. lundii</i>	13-35	4-6,3	14-15	---
<i>N. exilis</i>	20-45	6-8	13-15	~40
<i>N. cryptocephala</i>	20-40	5-7	14-17	~40

Der Umriss von *Navicula veneta* ist linear-lanzettlich bis rhombisch-lanzettlich mit ausgezogenen, meist leicht keilförmigen Enden. Die Raphe ist filiform. Die Zentralarea ist eher klein und meist symmetrisch quer rechteckig erweitert. Die Streifen von *N. veneta* sind nur schwach radial und an den Enden konvergent.

Der Umriss von *Navicula lundii* ist lanzettlich und erscheint gelegentlich asymmetrisch bzw. cymbelloid. Die Enden sind keilförmig, stumpf gerundet und manchmal sehr leicht ausgezogen. Die Raphe ist filiform bis sehr leicht lateral. Die Zentralarea ist durchschnittlich groß und meist rund bis manchmal quer rechteckig erweitert. Die Streifen von *N. lundii* sind radiär, leicht gekrümt und parallel bis konvergent an den Enden.

*Navicula exilis* ist lanzettlich. Jedoch sind die Enden kurz keilförmig bis länger und allmählich verjüngt und deutlich bis stumpf gerundet. Die Raphe ist filiform bis selten schwach lateral. Die Zentralarea ist vergleichsweise groß, quer elliptisch bis rechteckig und deutlich asymmetrisch. Die Streifen sind radiär und konvergent an den Enden.

Der Umriss von *Navicula cryptocephala* ist lanzettlich bis schmal lanzettlich. Die Enden sind allmählich verschmälert oder leicht rostrat, stumpf gerundet oder subcapitata. Die Raphe ist filiform. Die Zentralarea ist vergleichsweise klein bis moderat groß, rund bis rechteckig elliptisch und meist etwas asymmetrisch. Die Streifen sind stark radiär und leicht konvergent an den Enden.

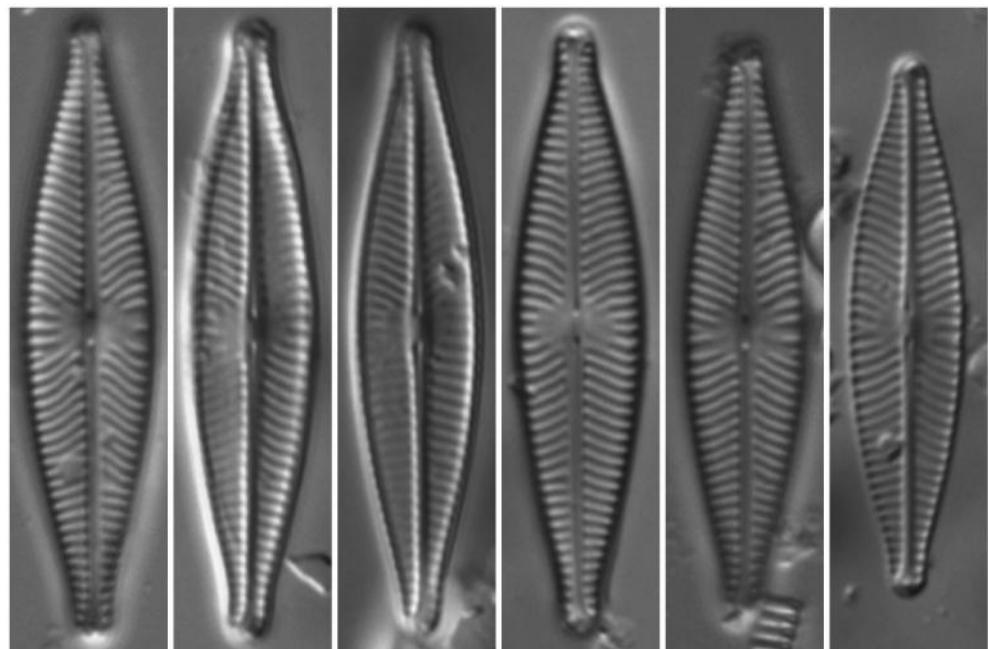
*Navicula exilis* und *N. lundii* sind leicht von *N. cryptocephala* und *N. veneta* zu unterscheiden. *N. cryptocephala* hat stärker spitz zulaufende Enden und deutlich stark radiäre Streifen. *N. veneta* hat linear-lanzettliche Schalen, nur leicht radiäre Streifen und die Areolen sind mehr oder weniger häufig lichtmikroskopisch erkennbar. Schwieriger ist es demgegenüber, *N. exilis* und *N. lundii* zu unterscheiden. Die Merkmale beider Taxa sind sehr ähnlich bis gleich und überlappen in weiten Teilen (mit Ausnahme der Schalenbreite, siehe Tab. 10). Die ökologischen Ansprüche beider Arten sollen sich deutlich unterscheiden (Lange-Bertalot 2001). *N. lundii* soll eine Bodendiatomee sein und wird dementsprechend häufig in periodisch feuchten Habitaten mit mittlerem bis moderat hohem Elektrolytgehalt gefunden. *N. exilis* kommt in elektrolytarmen, oligotrophen bis leicht eutrophen und oligosaproben Gewässern vor. Entgegen diesen Aussagen kann *N. lundii* jedoch regelmäßig in Fließgewässern des norddeutschen Flachlandes gefunden werden (wie z.B. in der Ringtestprobe D 12), was darauf hindeutet, dass die ökologischen Ansprüche dieser Art noch nicht weitgehend geklärt sind, und was auch dagegen spricht, ökologische Angaben aus der Literatur für eine Artbestimmung zu nutzen.

Weiterhin ist es möglich, die in Probe D 12 vorkommenden und hier besprochenen Arten (*N. lundii*, *N. veneta* and *N. cryptocephala*) mit anderen, nahe verwandten bzw. ähnlichen Taxa zu verwechseln. Dies sind zum Beispiel *N. hofmanniae* Lange-Bertalot, *N. cryptofallax* Lange-Bertalot & Hofmann, *N. leistikowii* Lange-Bertalot und *N. aquaedurae* Lange-Bertalot. Dementsprechend sollten auch diese Taxa bei der Bestimmung in Betracht gezogen werden. Hierbei sollte es möglich sein, die taxonomischen Unsicherheiten auf ein annehmbares Minimum zu reduzieren, wenn die gesamte Merkmalskombination bei der Bestimmung in Betracht gezogen wird.

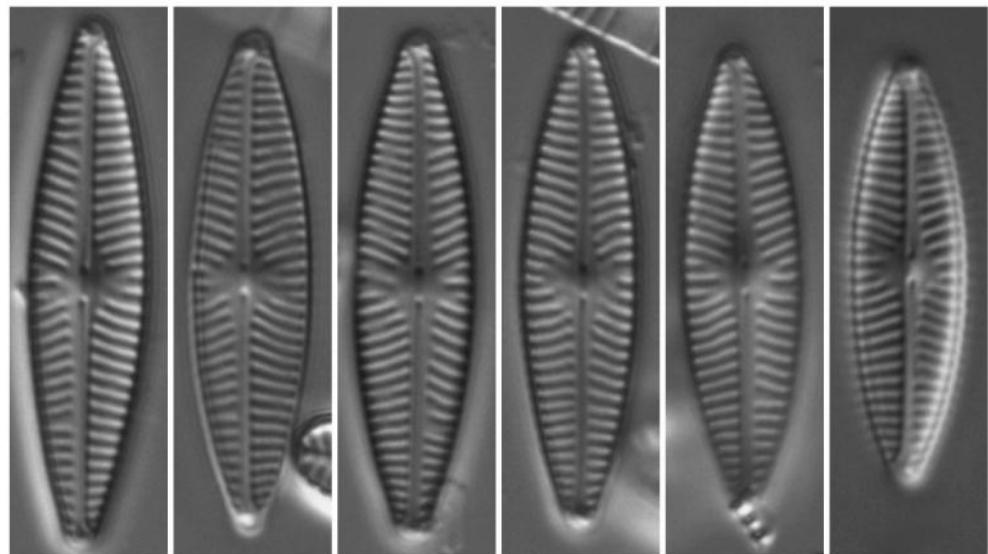
#### Empfehlungen:

Die gesamte Merkmalskombination sollte bei der Bestimmung beachtet werden und die Taxa des ehemaligen *Navicula cryptocephala*-Komplexes so weit wie möglich bestimmt werden. Bei unsicheren Bestimmungen sollte dies kenntlich gemacht werden. Falls bei einem Anteil von nicht sicher zu bestimmenden Taxa von über 5 % für die Nutzung der Phylib-Software unsicher bestimmte Taxa als sicher eingegeben werden, sollte dies kenntlich gemacht und erläutert werden. Weiterhin sollten alle nicht sicher bestimmten Diatomeen fotografisch dokumentiert werden, wobei eine kurze Begründung der Entscheidung sinnvoll ist.

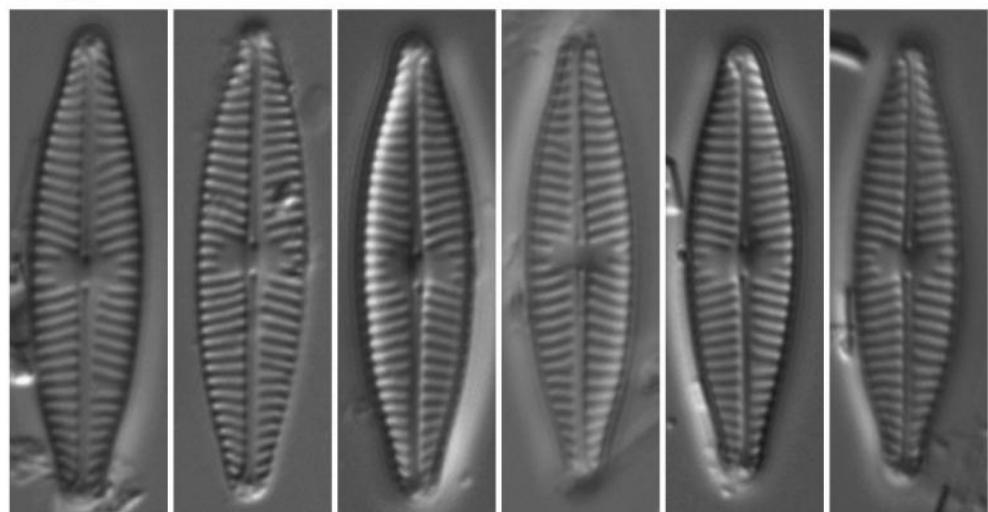
**Tafel 18** (folgende Seite): Lichtmikroskopische Aufnahmen von *Navicula cryptocephala* (**1-6**), *N. lundii* (**7-12**) und *N. veneta* (**13-18**) aus der Ringtestprobe D 12 (Klepelshagener Bach, Norddeutschland). Weitere Erklärungen siehe Text.



1-6



7-12



13-18

5  $\mu\text{m}$

### 3.2.14 *Navicula reichardtiana* und *N. caterva* in Probe D 1.1

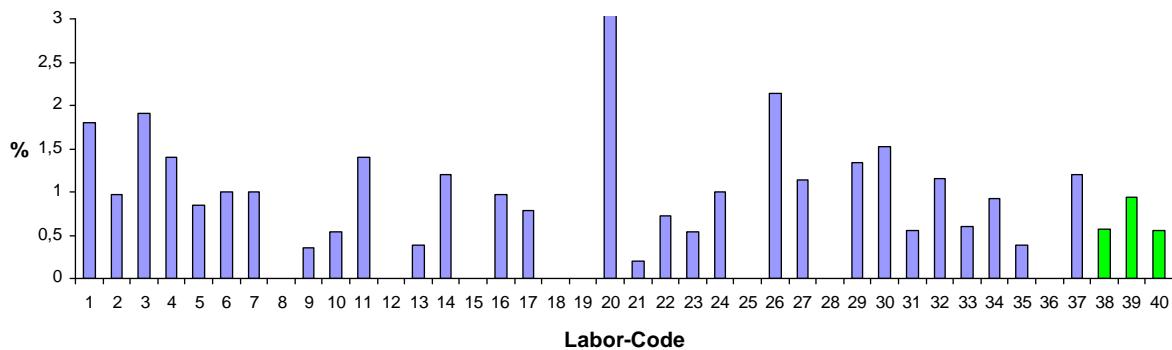
*Navicula reichardtiana* Lange-Bertalot wurde in den meisten Ringtest-Proben sowohl von den Teilnehmern als auch von den Referenzzählern gefunden (Tab. 22). *Navicula caterva* Hohn & Hellerman wurde von einigen Teilnehmern hauptsächlich in Probe D 1.1 gefunden. Die Referenzzählern haben *N. caterva* in keiner der Ringtestproben gefunden (Tab. 22).

**Tab. 22:** Anzahl der Teilnehmer und Referenzzählern, die *Navicula reichardtiana* und *N. caterva* in den vier Proben sicher oder als „cf.“ bestimmt haben.

	<b>Probe</b>	<b>Teilnehmer (n=37)</b>		<b>Referenzzählern (n=3)</b>	
		<b>sicher</b>	<b>cf.</b>	<b>sicher</b>	<b>cf.</b>
<b><i>N. reichardtiana</i></b>	D 11	19	2	2	-
<b><i>N. reichardtiana</i></b>	D 1.1	25	1	2	1
<b><i>N. reichardtiana</i></b>	D 2	13	-	2	-
<b><i>N. reichardtiana</i></b>	D 12	6	-	-	-
<b><i>N. caterva</i></b>	D 11	1	1	-	-
<b><i>N. caterva</i></b>	D 1.1	5	-	-	-
<b><i>N. caterva</i></b>	D 2	1	-	-	-
<b><i>N. caterva</i></b>	D 12	1	-	-	-

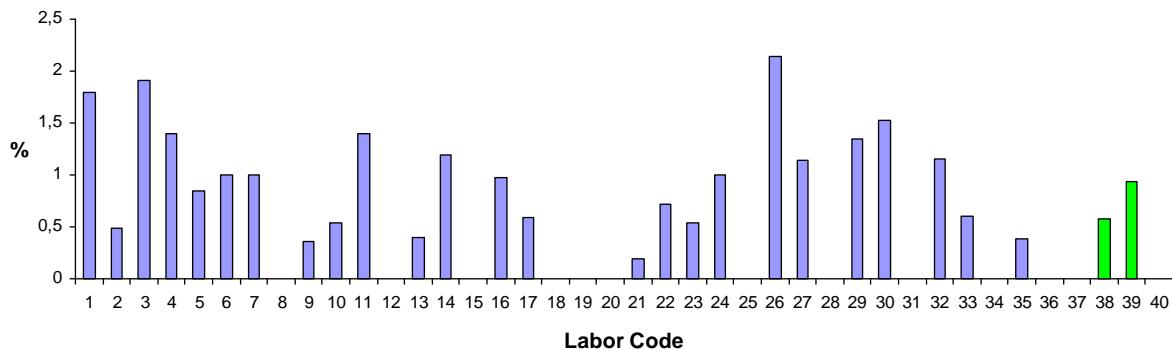
Die Abundanzen von *N. reichardtiana* und *N. caterva* waren in allen Proben mehr oder weniger gering (in der Summe unter 2,5 %, Abb. 74), so dass es nicht möglich ist, ein Nicht-Finden dieser Taxa als Zähl- oder Bestimmungsfehler zu bewerten. Jedoch deuten die vorliegenden Ergebnisse auf bestimmungstechnische und eventuell auch auf taxonomische Probleme hin, die im Nachfolgenden am Beispiel von Probe D 1.1 detailliert besprochen werden.

Insgesamt ist die präzise Unterscheidung der beiden Arten wichtig, weil in diesem Fall unterschiedliche Benennungen zu unterschiedlichen Bewertungen der Wasserqualität führen können. *N. caterva* besitzt fast keine Indikatorwerte, während *N. reichardtiana* für die meisten See- und Flusstypen in die Bewertung der Wasserqualität mit eingeht (siehe Kap. 3.3).



**Abb. 74:** Summe der relativen Anteile von *Navicula reichardtiana* (var. *reichardtiana*) *N. cf. reichardtiana* und *N. caterva* aus Probe D 1.1. Blau: Teilnehmer, grün: Referenzzähler. Labor 20 hat 9,5 % gezählt. Aus Gründen der Veranschaulichung wurde der Balken von Labor 20 hier verkürzt dargestellt.

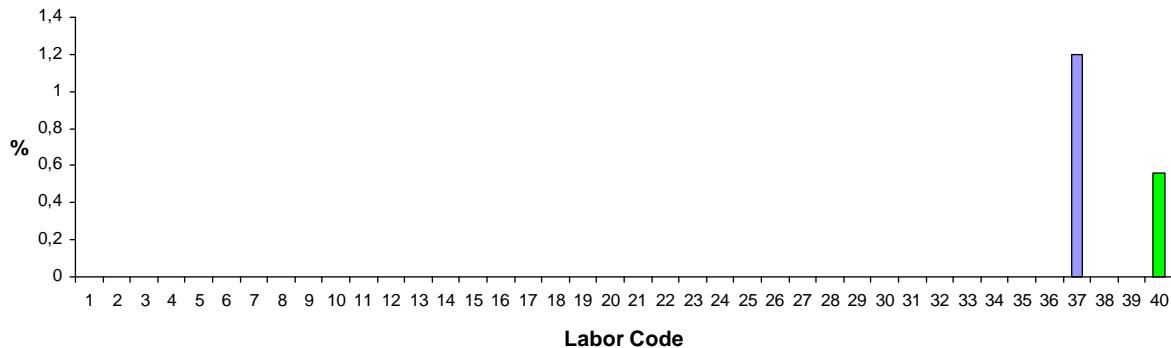
29 der 37 teilnehmenden Labore (0,2-9,5 %, MW: 1,3 %) und alle drei Referenzzähler (0,6-0,9 %, MW: 0,7 %) zählten Taxa aus der Gruppe um *N. reichardtiana* und *N. caterva* in der Probe D 1.1 (Abb. 74). 25 Teilnehmer (0,2-2,1 %, MW: 1,0 %) und zwei Referenzzähler zählten *N. reichardtiana* (var. *reichardtiana*) (0,6-0,9 %, MW: 0,8 %) als sicher bestimmt (Abb. 75). Ein Teilnehmer (1,2 %) und ein Referenzzähler (0,6 %) zählten *N. cf. reichardtiana* (Abb. 76).



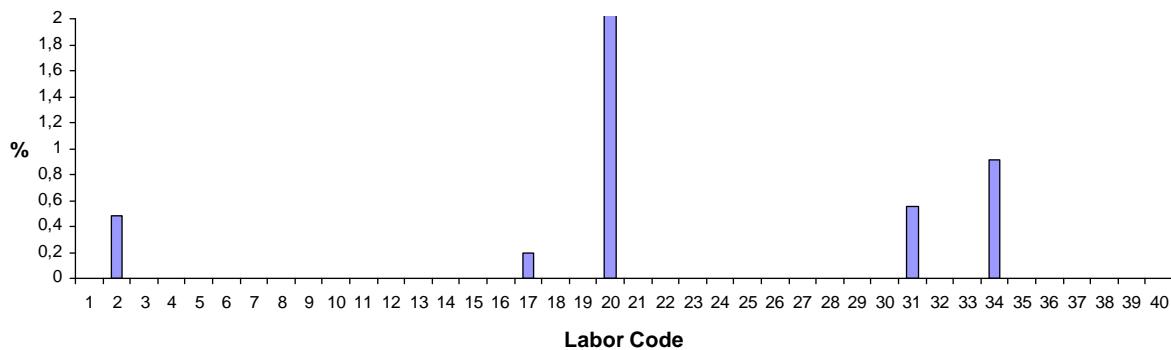
**Abb. 75:** Relative Anteile von *Navicula reichardtiana* (var. *reichardtiana*) aus Probe D 1.1. Blau: Teilnehmer, grün: Referenzzähler.

*N. caterva* wurde von fünf Teilnehmern (0,2-9,5 %, MW: 2,3 %) in Probe D 1.1 als sicher bestimmt gezählt (Abb. 77). Von den Referenzzählern wurde *N. caterva* nicht gefunden. Ein Labor (20) zählte überdurchschnittliche hohe Anteile (9,5 %) von *N. caterva*. Weiterhin wurden von sieben Teilnehmern in Probe D 1.1 *Navicula associata* Lange-Bertalot und von

einem Teilnehmer *Navicula moskalii* Metzeltin, Witkowski & Lange-Bertalot gefunden (nicht abgebildet).



**Abb. 76:** Relative Anteile von *Navicula cf. reichardtiana* aus Probe D 1.1. Blau: Teilnehmer, grün: Referenzzählern.



**Abb. 77:** Relative Anteile von *Navicula caterva* aus Probe D 1.1. Labor 20 hat 9,5 % gezählt. Aus Gründen der Veranschaulichung wurde der Balken von Labor 20 hier verkürzt dargestellt. Blau: Teilnehmer, grün: Referenzzählern.

Aufgrund der Tatsache, dass zwei Referenzzählern und die Mehrzahl der Ringtestteilnehmer *N. reichardtiana* (var. *reichardtiana*) sicher bestimmt gezählt haben und keiner der Referenzzählern und nur fünf Teilnehmer *N. caterva* gefunden haben, wäre es leicht, davon auszugehen, dass es sich bei den Angaben von *N. caterva* um Fehlbestimmungen handelt. Ob dies hier der Fall ist, kann im Rahmen des Ringtests nicht abschließend geklärt werden. Hierzu wären weitere taxonomische Untersuchungen nötig. Jedoch kann hier im Detail gezeigt werden (siehe unten), wie es dazu gekommen ist, dass einige Teilnehmer *N. caterva* anstelle von *N. reichardtiana* bzw. einige Teilnehmer (Labore 17 und 2) sogar beide Taxa nebeneinander gezählt haben, wobei auch einer der Referenzzählern alle diesbezüglichen Funde als *N. cf. reichardtiana* gezählt hat.

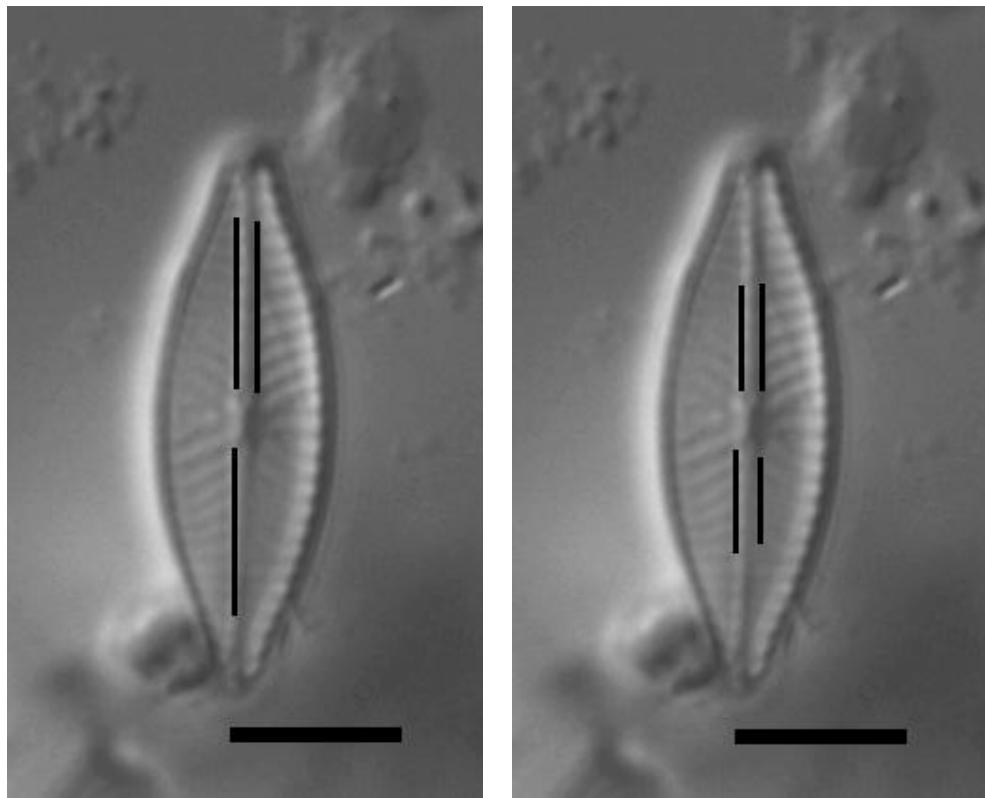
Nach Angaben in Lange-Bertalot (2001) und Hofmann et al (2011) lassen sich *N. reichardtiana* und *N. caterva* hauptsächlich anhand ihrer Streifendichte unterscheiden. *N. reichardtiana* hat demnach 14-16 Streifen in 10 µm und *N. caterva* (16)18-21 in 10 µm. Weiterhin soll der Wechsel der Streifenrichtung zu den Polen hin bei *N. reichardtiana* abrupt und bei *N. caterva* allmählich erfolgen. Weitere sich jedoch überlappende Unterscheidungs-Merkmale sind die unterschiedliche Breite und bei *N. caterva* eine kleine bis sehr kleine im Gegensatz zu einer kleinen Zentralarea bei *N. reichardtiana*. Weiterhin ist die Dichte der Punkte auf den Streifen unterschiedlich. Dieses Merkmal ist jedoch im Lichtmikroskop häufig nicht ausreichend erkennbar (Lange-Bertalot 2001, Hofmann et al. 2011, Tab. 22).

**Tab. 23:** Kritische und ähnliche Taxa aus dem Spektrum um *Navicula reichardtiana* und *N. caterva* und messbare Dimensionen nach Lange-Bertalot (2001) und Hofmann et al. (2011)

Name	Länge (µm)	Breite (µm)	Striae (n/10 µm)	Punkte (n/10 µm)
<i>N. caterva</i>	10,4-17	4,2-5,5	(16)18-21	40
<i>N. reichardtiana</i>	12-22(26)	5-6	14-16	33-36
<i>N. moskalii</i>	24-27	6,8-8	11,5-15	30
<i>N. associata</i>	16-20	6-6,6	12-15	28-30

Anhand der oben genannten Merkmale, besonders anhand der Streifendichte und der Ausprägung des Richtungswechsels der Streifen zu den Polen hin sollten *N. reichardtiana* und *N. caterva* auf den ersten Blick gut voneinander zu unterscheiden sein. Jedoch zeigte sich bei der Auswertung der Ringtestergebnisse, dass das Problem tiefer im Detail liegt als vordergründig anzunehmen ist, wie im Folgenden beispielhaft anhand der Vorgehensweise zweier Ringtestteilnehmer beim Bestimmen von *N. reichardtiana* und *N. caterva* gezeigt werden soll.

Beide Ringtestteilnehmer, hier zur Anonymisierung als Teilnehmer A und B bezeichnet, haben in den Ringtestproben sowohl *N. reichardtiana* als auch *N. caterva* gefunden und stimmen bei der Benennung mehrerer Schalen überein. Jedoch kommen die Teilnehmer A und B bei einigen Schalen aufgrund unterschiedlicher Vorgehensweisen und Interpretationen der Bestimmungsmerkmale zu unterschiedlichen Benennungen.



**Abb. 78:** Beispiel für unterschiedliche Streifenzählung (vertikale Linien) durch Ringtest-Teilnehmer A (links) und B (rechts) anhand einer Schale aus der *Navicula reichardtiana-caterva*-Gruppe aus Probe D 1.1. Maßstab: 5  $\mu\text{m}$  (horizontale Linie). Weitere Erklärungen siehe Text.

Beide Teilnehmer messen die Streifen am Rand der Axialarea beginnend am Ende der Zentralarea (Abb. 78). Teilnehmer A misst in einem Bereich von 5  $\mu\text{m}$  und rechnet dann die Streifenzahl auf 10  $\mu\text{m}$  hoch. Teilnehmer B misst die Streifen in einem kürzeren Bereich als Teilnehmer A und rechnet dann ebenfalls auf 10  $\mu\text{m}$  hoch (Tab. 24). Die Streifen sollten, wenn möglich, in 10  $\mu\text{m}$  gemessen werden. Wenn das, wie im vorliegenden Beispiel, nicht möglich ist, sollten die Streifen in 5  $\mu\text{m}$  oder in einem kürzeren Bereich gemessen werden, wobei als wichtigstes Kriterium zu beachten ist, dass die Dichte der Streifen sich in dem Messbereich nicht wesentlich ändert (siehe Kap. 6). Teilnehmer A ist der Meinung, dass die Streifendichte im von ihm gemessenen Bereich zwar variiert (Abb. 78), also zu den Polen hin nur geringfügig dichter wird, dies aber noch nicht als wesentliche Änderung anzusehen ist. Teilnehmer B geht diesbezüglich deutlich strenger vor und versucht einen relativ kurzen Bereich ohne jegliche Änderung der Streifendichte zu messen. Durch diese beiden unterschiedlichen Interpretationen und daraus folgenden Messweisen ergeben sich auf den ersten Blick relativ geringe Unterschiede in der resultierenden Anzahl der Streifen in 10  $\mu\text{m}$  (Tab. 24), die jedoch für die Bestimmung im vorliegenden Beispiel von großer Bedeutung sind (siehe unten und Tafel 19).

**Tab. 24:** Ergebnisse der Messungen von Teilnehmer A und B an der in Abb. 78 gezeigten Schale aus der *Navicula reichardtiana-caterva*-Gruppe aus Probe D 1.1. Teilnehmer A misst direkt in  $\mu\text{m}$ . Teilnehmer B misst in Pixel und rechnet anschließend in  $\mu\text{m}$  um, wobei für das hier gegebene Beispiel gilt, dass 0,0549 Pixel auf 1  $\mu\text{m}$  kommen. Länge und Breite in  $\mu\text{m}$ . Weitere Erklärungen siehe Text.

	<b>Länge</b>	<b>Breite</b>	<b>Striae/<math>\mu\text{m}</math> (Pixel bei Teilnehmer B)</b>				<b>Str./10<math>\mu\text{m}</math></b>
			oben links	oben rechts	unten links	unten rechts	
<b>A</b>	15,93	4,78	8,25/5	8/5	8/5	-	16,17
<b>B</b>	16,36	4,78	5/3,3 (60)	5/3,4 (62)	5/3,3 (60)	4/2,6 (47)	15,14

Interpretation und Bestimmung durch Teilnehmer A:

Teilnehmer A sagt, die Schale im gegebenen Beispiel (Abb. 78) passt von der Breite her ins Spektrum von *N. caterva* und ist zu schmal für *N. reichardtiana*. Die Streifendichte (16,17 in 10 $\mu\text{m}$ ) liegt gering über der für *N. reichardtiana* angegebenen, aber immer noch im möglichen Bereich von *N. caterva*. Teilnehmer A bezeichnet die Zentralarea als klein, was für beide Taxa zutreffen kann. Weiterhin ist die Richtungsänderung der Streifen zu den Polen hin nur an einer Stelle (unten rechts, siehe Abb. 78) abrupt und an den restlichen drei Seiten allmählich, was nach Ansicht von Teilnehmer A eher auf *N. caterva* zutrifft (siehe dazu die folgenden Ausführungen zu den Diskrepanzen zwischen den beschreibenden Texten und den Abbildungen in Lange-Bertalot 2001 und Hofmann et al. 2011). Alles in allem meint Teilnehmer A, dass es sich bei der in Abb. 78 gezeigte Schale um *N. caterva* handelt.

Interpretation und Bestimmung durch Teilnehmer B:

Teilnehmer B sagt, die Schale im gegebenen Beispiel (Abb. 78) liegt von der Breite her nur geringfügig außerhalb des Spektrums von *N. reichardtiana*, was für einen Ausschluss von *N. reichardtiana* nicht ausreicht. Die Streifendichte (15,14 in 10 $\mu\text{m}$ ) liegt im für *N. reichardtiana* angegebenen Bereich und außerhalb des für *N. caterva* möglichen Bereichs. Teilnehmer B bezeichnet die Zentralarea als klein, was für beide Taxa zutreffen kann. Weiterhin ist die Richtungsänderung der Streifen zu den Polen an einer Stelle (unten rechts, siehe Abb. 78) abrupt, was seiner Ansicht nach ein deutliches Merkmal von *N. reichardtiana* ist. Alles in allem meint Teilnehmer B, dass es sich um die in Abb. 78 gezeigte Schale eher um *N. reichardtiana* als um *N. caterva* handelt. Da jedoch die Breite nicht ganz im Spektrum von *N. reichardtiana* liegt und an drei Stellen der Schale die Richtungsänderung der Streifen zu den Polen hin nur allmählich erfolgt, bezeichnet Teilnehmer B die Schale in Abb. 78 als *N. cf. reichardtiana*.

Beide Teilnehmer haben sorgfältig die gesamte Merkmalskombination bei der Bestimmung der Schale in Abb. 78 beachtet. Aber aufgrund unterschiedlicher Vorgehensweisen und Interpretationen, besonders der Merkmale „Streifendichte“ und „Richtungsänderung der Streifen zu den Polen hin“ kommen sie zu unterschiedlichen Benennungen der in Abb. 78 gezeigten Schale.

Es ist nun schwierig oder sogar unmöglich zu entscheiden, welcher der Teilnehmer Recht hat, denn einige Unklarheiten existieren, die hier nicht beseitigt werden können. Es ist in diesem Zusammenhang nicht völlig klar, wie die Streifen von den beschreibenden Autoren gemessen wurden, so dass nicht entschieden werden kann, welche Vorgehensweise die bessere ist. Letztlich sollten die Streifen immer so gemessen werden, wie es die beschreibenden Autoren gemacht haben. Allerdings ist dies in vielen Fällen nicht klar bzw. nicht dokumentiert.

Weiterhin steht in den beschreibenden Texten (siehe Lange-Bertalot 2001 und Hofmann et al. 2011), dass bei *N. reichardtiana* die Richtungsänderung der Streifen zu den Polen hin abrupt und bei *N. caterva* allmählich erfolgt. Wenn jedoch die gezeigten Abbildungen beispielsweise in Lange-Bertalot (2001) und Hofmann et al. (2011) mit dieser Aussage verglichen werden, so stellt sich heraus, dass die Abbildungen nicht immer dem Text entsprechen. So sind in Hofmann et al. (2011) Schalen von *N. caterva* zu sehen (Tafel 31, Abb. 38, Streifen links oben und unten) bei denen ein abrupter Richtungswechsel der Streifen zu den Polen hin zu erkennen ist. Die gleiche Schale ist auch in Lange-Bertalot (2001) als *N. caterva* abgebildet (Abb. 7 in Tafel 33).

Von *N. reichardtiana* sind in Hofmann et al. (2011) (Tafel 31 Abb. 29, 30 je oben rechts) Schalen abgebildet, bei denen ein allmählicher Richtungswechsel der Streifen zu erkennen ist. Das gleiche gilt auch für Schalen von *N. reichardtiana*, die in Lange-Bertalot (2001) abgebildet sind (Tafel 13, Abb. 26 oben rechts und unten links).

Es stellt sich nun für die Bestimmung von *N. reichardtiana* und *N. caterva* die Frage, wie damit umzugehen ist, dass in der Bestimmungsliteratur Texte und Bilder nicht übereinstimmen. Momentan ist der Spielraum bezüglich der Interpretation des Merkmals „Richtungswechsel der Streifen zu den Polen hin“ eher groß, was auch die unterschiedliche Vorgehensweise von Teilnehmer A und B verständlich erscheinen lässt. Bleibt also auch hier die Frage, wie die diesbezügliche Interpretation der beschreibenden Autoren hierzu aussieht.

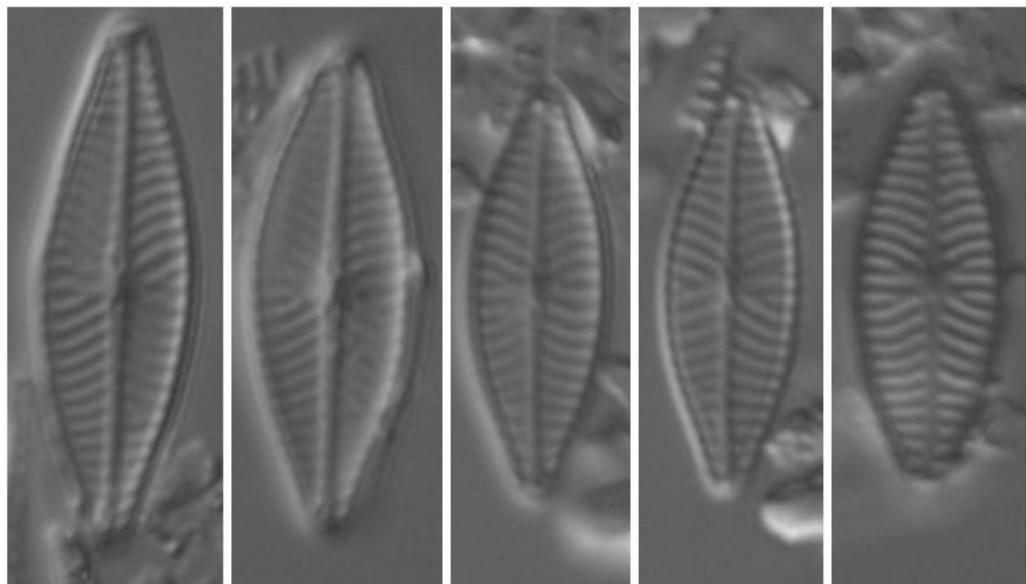
### Empfehlungen:

Zu Unterscheidung ist es auch hier unerlässlich, die gesamte Merkmalskombination zu beachten. Besondere Merkmale sind die unterschiedliche Streifendichte und der Wechsel der Streifenrichtung zu den Polen hin. Weitere sich jedoch überlappende Merkmale sind die unterschiedliche Breite und bei *N. caterva* eine kleine bis sehr kleine im Gegensatz zu einer kleinen Zentralarea bei *N. reichardtiana*. Können Schalen anhand der Merkmalskombination nicht eindeutig einem der beiden Taxa zugeordnet werden, so sollten diese als „cf.“ gekennzeichnet und fotografisch dokumentiert werden und die Vorgehensweise beim Bestimmen erläutert werden, so dass im Nachhinein eine Überprüfung und eventuelle Revision möglich ist.

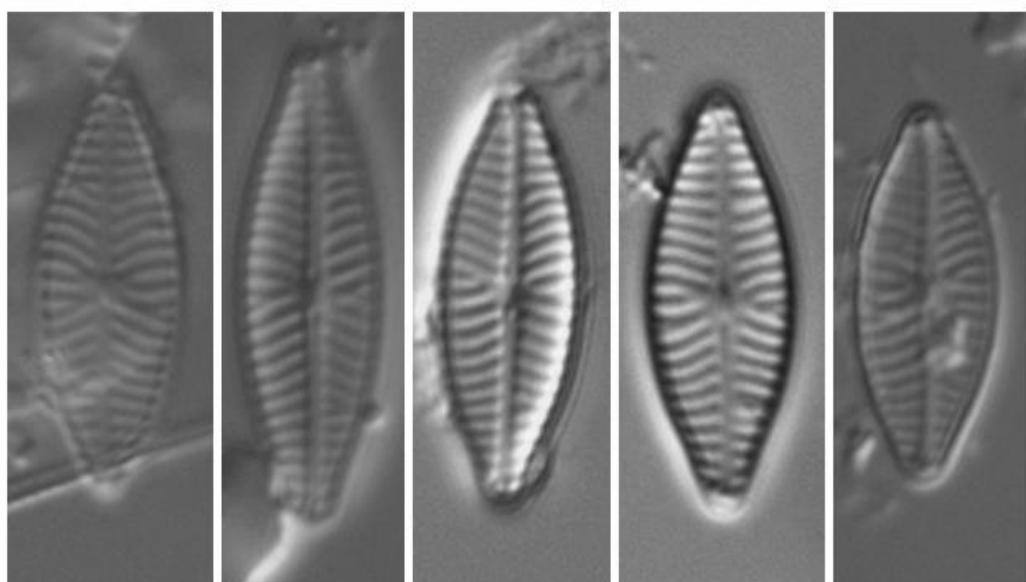
**Tab. 25:** Benennung der Schalen von Tafel 19 aus der Gruppe *Navicula reichardtiana* und *N. caterva* durch die Teilnehmer A und B. Weitere Erklärungen siehe Text und Tafel 19.

Schale in Tafel 19	Teilnehmer A	Teilnehmer B
1	<i>reichardtiana</i>	<i>reichardtiana</i>
2	<i>reichardtiana</i>	<i>reichardtiana</i>
3	<i>caterva</i>	<i>caterva</i>
4	<i>caterva</i>	cf. <i>reichardtiana</i>
5	cf. <i>reichardtiana</i>	cf. <i>reichardtiana</i>
6	cf. <i>reichardtiana</i>	cf. <i>reichardtiana</i>
7	<i>reichardtiana</i>	cf. <i>reichardtiana</i>
8	cf. <i>caterva</i>	cf. <i>reichardtiana</i>
9	cf. <i>caterva</i>	cf. <i>reichardtiana</i>
10	cf. <i>caterva</i>	cf. <i>reichardtiana</i>
11	cf. <i>caterva</i>	cf. <i>reichardtiana</i>
12	cf. <i>caterva</i>	cf. <i>reichardtiana</i>
13	cf. <i>caterva</i>	cf. <i>reichardtiana</i>
14	cf. <i>caterva</i>	<i>reichardtiana</i>
15	cf. <i>caterva</i>	<i>caterva</i>

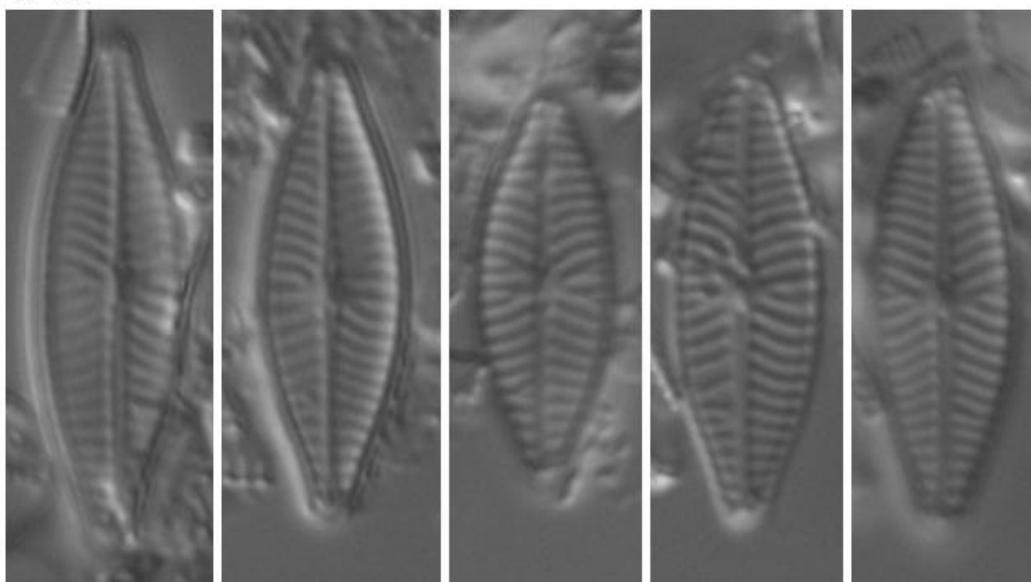
**Tafel 19** (folgende Seite): Lichtmikroskopische Aufnahmen von zufällig ausgewählten Schalen aus der Gruppe *Navicula reichardtiana* und *N. caterva* (Schalen 1-15). Schale 9 stammt aus Probe D 11, alle anderen Schalen wurden in Probe D 1.1 aufgenommen. Die Schalen 3 + 4; 5 + 6 und 14 + 15 gehören jeweils zu einer Frustel. Für weitere Erklärungen siehe Text und Tab. 25.



1-5



6-10



11-15

5 µm

### **3.2.15 *Nitzschia lacuum* und *N. fonticola* in den Proben D 11 und D 1.1**

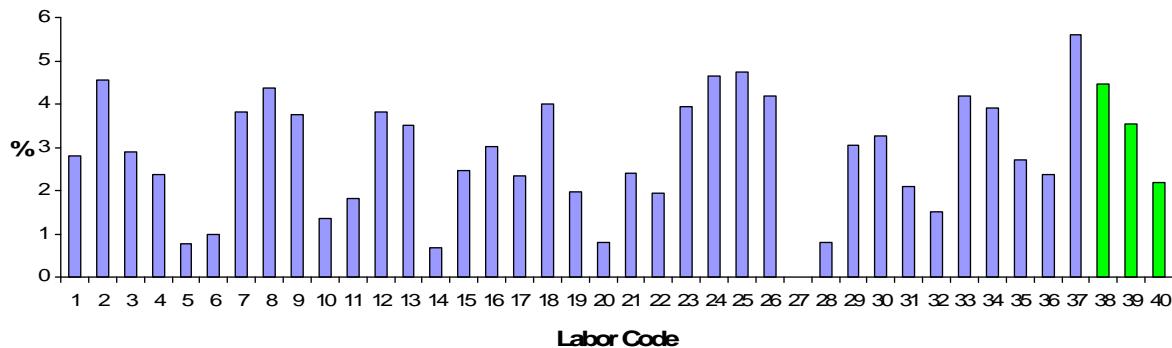
#### **Zählergebnisse in Probe D 11**

Die Gattung *Nitzschia* Hassall machte innerhalb der Probe D 11 basierend auf den Ergebnissen der Referenzzählern einen relativen Anteil von 4,5 % (Mittelwert = MW) aller Diatomeen aus (MW der Teilnehmer 4,0 %). Am häufigsten innerhalb der Gattung *Nitzschia* in Probe D 11 war *Nitzschia fonticola* (Grunow) Grunow (Tafel 20, Abb. 80). Bei einer Nachsuche der Probe D 11 (Durchmusterung von 900 Diatomeenobjekten) wurden weiterhin noch *Nitzschia cf. fonticola*, *N. amphibia* Grunow, *N. dissipata* ssp. *dissipata* Grunow, *N. intermedia* Hantzsch, *N. gracilis* Hantzsch und *N. paleacea* (Grunow) Grunow gefunden (Tafel 20), deren relative Anteile jedoch jeweils unter 0,8 % lagen. Aus diesem Grund liegt der Fokus im Folgenden auf *N. fonticola* und solchen *Nitzschia*-Taxa deren Namen von den Teilnehmern genutzt wurden und die mehr oder weniger Ähnlichkeiten mit *N. fonticola* haben und eventuell verwechselt werden können (Abb. 79).

Neben den in Abb. 79 genannten Taxa wurden von den Teilnehmern noch die folgenden 17 Namen verwendet: *Nitzschia acicularis* (Kützing) W. Smith, *N. dissipata* Grunow, *N. dissipata* ssp. *dissipata*, *N. dissipata* var. *media* (Hantzsch) Grunow, *N. graciliformis* Lange-Bertalot & Simonsen, *N. gracilis*, *N. intermedia*, *N. palea* (Kützing) W. Smith, *N. palea* var. *debilis* (Kützing) Grunow, *N. palea* var. *palea* (Kützing) W. Smith, *N. palea* var. *tenuirostris* Lange-Bertalot, *N. paleacea*, *N. paleaformis* Hustedt, *N. recta* var. *recta* Hantzsch, *N. sociabilis* Hustedt, *N. subacicularis* Hustedt und *N. tubicola* Grunow. Es wird davon ausgegangen, dass diese 17 Taxa kaum mit *N. fonticola* verwechselt werden können, weshalb diese im Folgenden nicht weiter besprochen werden.

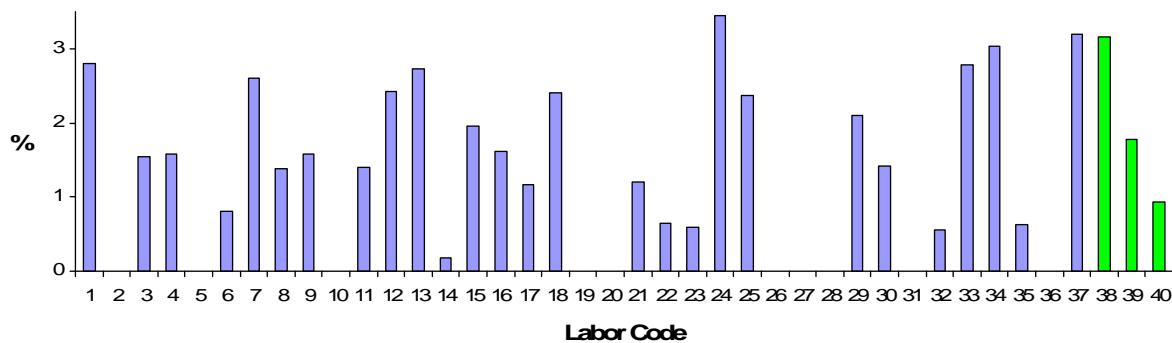
Interessant ist die Tatsache, dass gegenüber den ca. 6-7 in der Nachsuche gefundenen *Nitzschia*-Taxa von den Ringtest-Teilnehmern insgesamt 37 verschiedene *Nitzschia*-Namen für Probe D 11 genutzt wurden. Auch wenn es möglich ist, dass neben den sechs bis sieben in der Nachsuche gefundenen *Nitzschia*-Taxa durchaus weitere *Nitzschia*-Taxa in Probe D 11 gefunden werden können, deutet allein dies schon auf Probleme beim Bestimmen dieser Arten hin.

Von den 37 Ringtest-Teilnehmern fanden 36 *N. fonticola* oder solche Taxa, die eventuell mit *N. fonticola* verwechselt werden können (0,7-5,6 %, MW: 2,9 %) (Abb. 79). Die Referenzzählern zählten von diesen *Nitzschia*-Taxa 2,2-4,5 % (MW: 3,4 %) (Abb. 79).



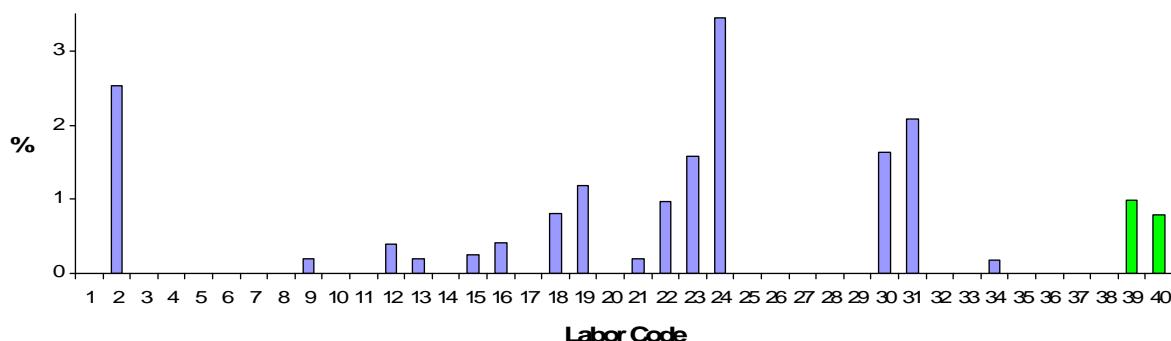
**Abb. 79:** Summe der relativen Anteile von *Nitzschia spec.*, *N. abbreviata* Hustedt, *N. amphibia*, *N. angustatula* Lange-Bertalot, *N. archibaldii* Lange-Bertalot, *N. bulnheimiana* (Rabenhorst) H.L. Smith, *N. desertorum* Hustedt, *N. fonticola* (var. *fonticola*), *N. fossilis* (Grunow) Grunow, *N. frustulum* (var. *frustulum*) Grunow, *N. frustulum* var. *inconspicua* (Grunow) Grunow, *N. hantzschiana* Rabenhorst, *N. incognita* Legler & Krasske, *N. lacuum* Lange-Bertalot, *N. liebetruthii* Rabenhorst, *N. pusilla* Grunow, *N. radicula* Hustedt, *N. solita* Hustedt und *N. supralitorea* Lange-Bertalot aus Probe D 11 (inklusive dieser Taxa mit der Bezeichnung „cf.“). Blau: Ringtestteilnehmer, grün: Referenzzählern. Weitere Erklärungen siehe Text.

Von den 37 Ringtest-Teilnehmern fanden 27 Teilnehmer *N. fonticola* (inklusive „cf.“) mit Anteilen von 0,2-3,4 % (MW: 1,8 %) (Abb. 79). Die drei Referenzzählern zählten *N. fonticola* mit Anteilen von 0,9-3,2 % (MW: 2,0 %) (Abb. 80).



**Abb. 80:** Summe der relativen Anteile von *Nitzschia fonticola* (var. *fonticola*) (inklusive „cf.“) aus Probe D 11. Blau: Ringtestteilnehmer, grün: Referenzzählern.

15 der 37 Ringtest-Teilnehmer gaben an, *Nitzschia*-Taxa, die in Abb. 79 genannt sind, mit relativen Anteilen von 0,2-3,4 % (MW: 1,1 %) nicht sicher bestimmt zu haben (Bezeichnung „cf.“ oder „spec.“) (Abb. 81). Auch zwei der Referenzzählern waren sich bei der Bestimmung dieser *Nitzschia*-Taxa nicht sicher (0,8-1,0 %, MW: 0,8 %) (Abb. 81).



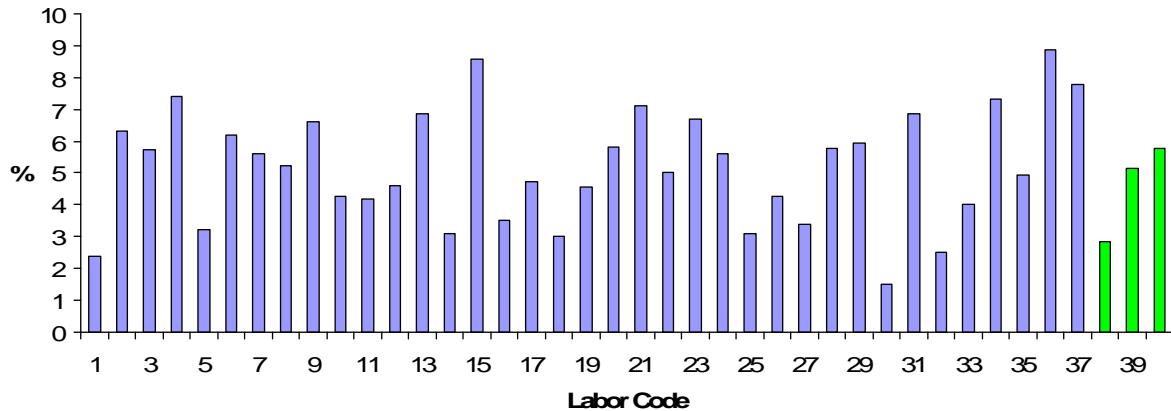
**Abb. 81:** Summe der relativen Anteile aller **nicht sicher bestimmten** *Nitzschia*-Taxa (*Nitzschia* spec. und alle, die in Abb. 79 genannt sind und die mit „cf.“ bezeichnet wurden) aus Probe D 11. Blau: Ringtestteilnehmer, grün: Referenzzähler.

### Zählergebnisse in Probe D 1.1

Die Gattung *Nitzschia* machte innerhalb der Probe D 1.1 basierend auf den Ergebnissen der Referenzzähler einen relativen Anteil von 6,0 % (MW) aller Diatomeen aus (MW der Teilnehmer 6,8 %). Am häufigsten innerhalb der Gattung *Nitzschia* in Probe D 1.1 waren *N. lacuum* und *N. cf. fonticola* (Tafel 21: 83 und 84). Bei einer Nachsuche der Probe D 1.1 (Durchmusterung von 1000 Diatomeenobjekten) wurden weiterhin noch *N. oligotraphenta* (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot, *N. cf. oligotraphenta*, *N. dissipata*, *N. cf. dissipata*, *N. fonticola*, *N. alpinobacillum* Lange-Bertalot und *Nitzschia* spec. gefunden (Tafel 21). Die größten Probleme bei den *Nitzschia*-Taxa traten in Probe D 1.1 bei *N. lacuum* und *N. fonticola* und solchen Taxa auf, deren Namen von den Teilnehmern genutzt wurden und die mehr oder weniger Ähnlichkeiten mit *N. lacuum* oder *N. fonticola* haben und eventuell verwechselt werden können (Abb. 82).

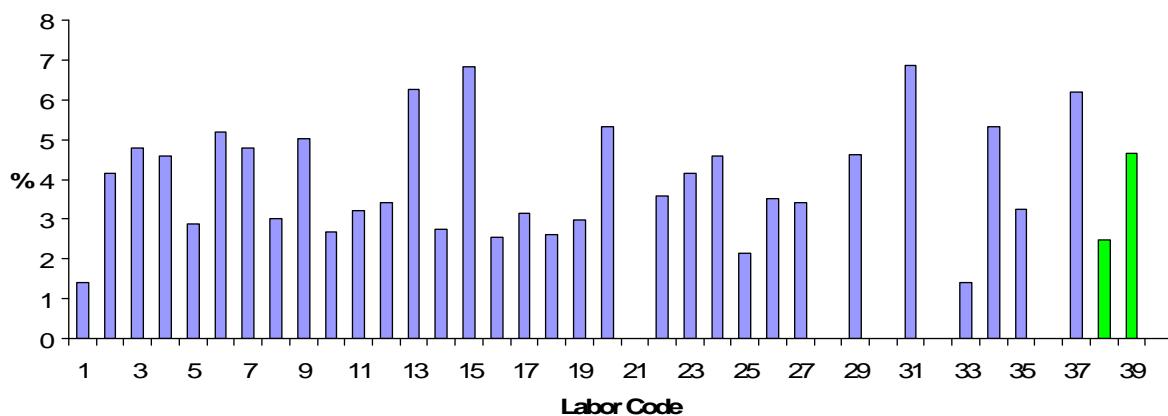
Neben den in Abb. 82 genannten Taxa wurden von den Teilnehmern noch die folgenden 14 Namen verwendet: *N. angustata* (W. Smith) Grunow, *N. brunoi* Lange-Bertalot, *N. constricta* (Kützing) Ralfs, *N. dissipata*, *N. dissipata* ssp. *dissipata*, *N. dissipata* ssp. *oligotraphenta* Lange-Bertalot, *N. dissipata* var. *media*, *N. gracilis*, *N. oligotraphenta*, *N. paleacea*, *N. pura* Hustedt, *N. recta* Hantzsch, *N. recta* var. *recta* Hantzsch und *N. sociabilis*. Es wird davon ausgegangen, dass diese 14 Taxa kaum mit *N. lacuum* oder *N. fonticola* verwechselt werden können, weshalb sie im Folgenden nicht weiter besprochen werden.

Von allen Ringtest-Teilnehmern wurden in Probe D 1.1 *N. lacuum*, *N. fonticola* oder solche Taxa, die eventuell mit *N. lacuum* oder *N. fonticola* verwechselt werden können, mit Anteilen von 1,5-8,9 % (MW: 5,2 %) gefunden (Abb. 82). Die Referenzzähler zählten von diesen *Nitzschia*-Taxa 2,9-5,8 % (MW: 4,6 %) (Abb. 82).



**Abb. 82:** Summe der relativen Anteile von *Nitzschia spec.*, *N. abbreviata*, *N. alpinobacillum*, *N. amphibia*, *N. angustatula*, *N. angustiforaminata* Lange-Bertalot, *N. bryophila* (Hustedt) Hustedt, *N. dealpina* Lange-Bertalot & Hofmann, *N. denticula* Grunow, *N. fonticola*, *N. fonticola* var. *fonticola*, *N. frustulum*, *N. frustulum* var. *frustulum*, *N. frustulum* var. *inconspicua*, *N. lacuum*, *N. liebetrichii*, *N. palea*, *N. palea* var. *palea*, *N. palea* var. *tenuirostris*, *N. pusilla* und *N. supralitorea* aus Probe D 1.1 (inklusive dieser Taxa mit der Bezeichnung „cf.“). Blau: Ringtestteilnehmer, grün: Referenzzähler. Weitere Erklärungen siehe Text.

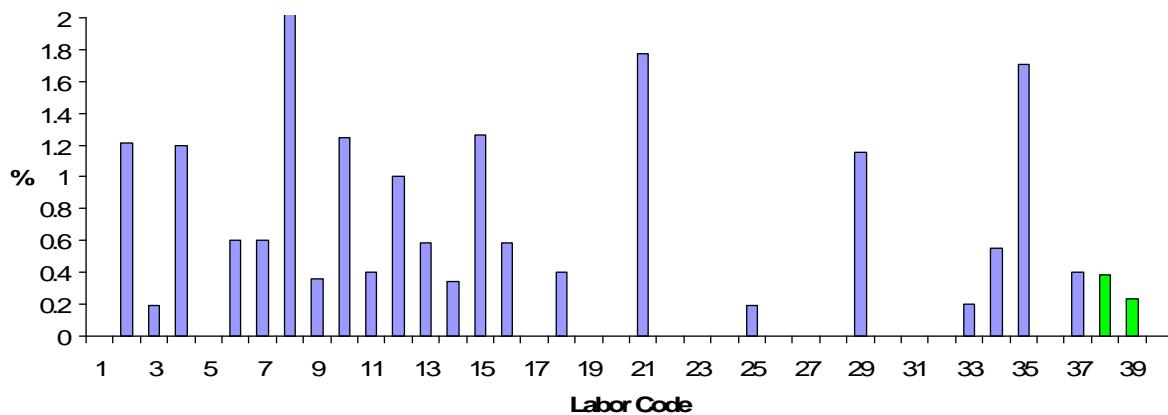
*Nitzschia lacuum* haben 32 der 37 Ringtest-Teilnehmer mit Anteilen von 1,4-6,9 % (MW: 4,0 %) gefunden (Abb. 83). Von den drei Referenzzählern haben *N. lacuum* zwei Referenzzähler mit Anteilen von 2,5 % und 4,7 % gefunden (MW: 3,6 %) (Abb. 83).



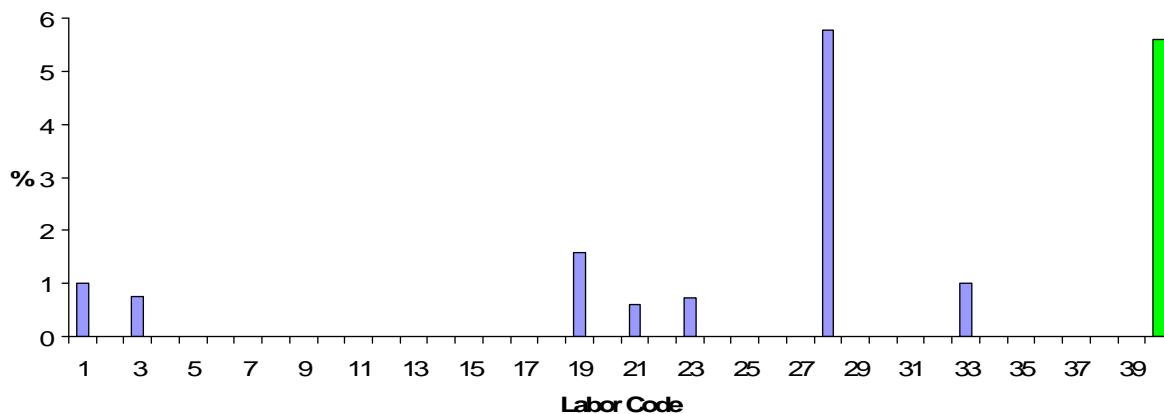
**Abb. 83:** Relative Anteile von *Nitzschia lacuum* (inklusive „cf.“) aus Probe D 1.1. Blau: Ringtestteilnehmer, grün: Referenzzähler.

*Nitzschia fonticola* wurde von 22 Ringtest-Teilnehmern mit 0,2-2,3 % (MW: 0,8 %) gefunden (Abb. 84). Zwei Referenzzähler fanden *N. fonticola* mit Anteilen von 0,4 % und 0,2 % (MW: 0,3 %) (Abb. 84).

Sieben Teilnehmer und der Referenzzähler, der weder *N. lacuum* noch *N. fonticola* gefunden hat, gaben an *N. palea* in Probe D 1.1 gefunden zu haben (Teilnehmer: 0,6-5,8 %, MW: 1,6 %, Referenzzähler 5,6 %) (Abb. 85). Es kann selbstverständlich nicht ausgeschlossen werden, dass *N. palea* in Einzelfällen gefunden werden kann. Während der Nachsuche von 1000 Diatomeenobjekten, bei der alle *Nitzschia*-Taxa fotografisch dokumentiert wurden (Tafel 21), konnte *N. palea* jedoch nicht gefunden werden.

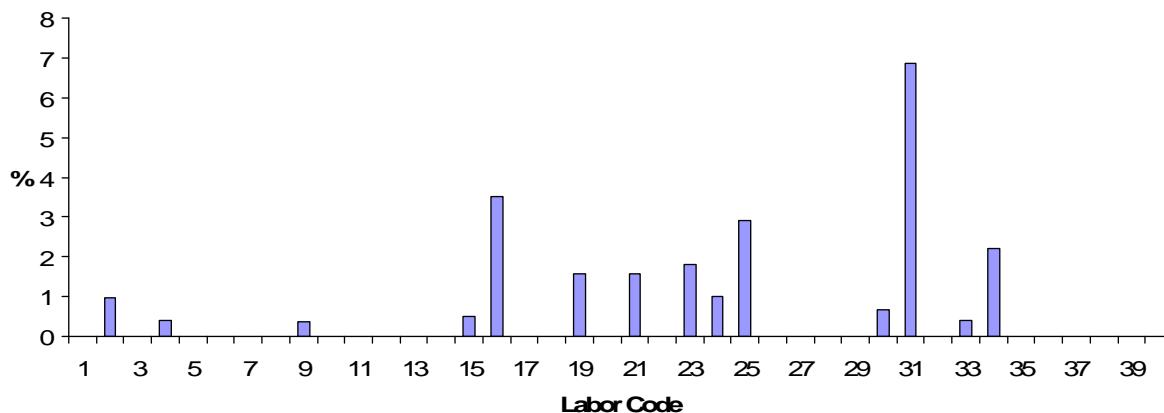


**Abb. 84:** Relative Anteile von *Nitzschia fonticola* (inklusive „cf.“) aus Probe D 1.1. Blau: Ringtestteilnehmer, grün: Referenzzähler.



**Abb. 85:** Relative Anteile von *Nitzschia palea* (inklusive „cf.“) aus Probe D 1.1. Blau: Ringtestteilnehmer, grün: Referenzzähler. Weitere Erklärungen siehe Text.

14 der 37 Ringtest-Teilnehmer gaben an, *Nitzschia*-Taxa, die in Abb. 82 genannt sind, mit relativen Anteilen von 0,4-6,9 % (MW: 1,8 %) nicht sicher bestimmt zu haben (Bezeichnung „cf.“ oder „spec.“) (Abb. 86). Die drei Referenzzähler waren sich bei der Bestimmung dieser *Nitzschia*-Taxa durchgehend sicher.



**Abb. 86:** Summe der relativen Anteile aller **nicht sicher bestimmten** *Nitzschia*-Taxa (*Nitzschia* spec. und alle, die in Abb. 82 genannt sind und die mit „cf.“ bezeichnet wurden) aus Probe D 1.1. Blau: Ringtestteilnehmer, grün: Referenzzähler (kein Nachweis).

Die vorliegenden Ringtest-Ergebnisse deuten drauf hin, dass es Bestimmungsprobleme innerhalb der Gattung *Nitzschia* hauptsächlich bei *Nitzschia fonticola* in Probe D 11 und bei *N. lacuum* und eventuell *N. fonticola* in Probe D 1.1 gegeben hat. Aus diesem Grund wird im Folgenden nur auf diese beiden Taxa und mehr oder weniger ähnliche Arten eingegangen,

deren Namen von den Ringtest-Teilnehmern in den Ergebnissen der Proben D 11 und D 1.1 genannt wurden (siehe Tab 26 und 27).

*Nitzschia fonticola* und *N. lacuum* können kaum miteinander verwechselt werden. *N. fonticola* besitzt einen Zentralknoten (Lücke), d.h. der Abstand zwischen den beiden mittleren Fibulae ist größer als der Abstand zwischen allen übrigen Fibulae. *N. lacuum* hat keine solche Lücke. Darüber hinaus unterscheiden sie sich unter anderem in der Anzahl der Streifen und der Form der Enden von *N. fonticola* (siehe Tafeln 20 und 21). Die messbaren Dimensionen beider Taxa überlappen sich zwar, jedoch ist dieser gemeinsame Bereich relativ klein und die meisten Schalen sich zusätzlich anhand von Länge, Breite und Anzahl der Fibulae gut zu unterscheiden. Problematisch kann hingegen die Unterscheidung von *N. fonticola* von einer Reihe anderen Taxa mit Lücke zwischen den beiden mittleren Fibulae und die Unterscheidung von *N. lacuum* von anderen Taxa ohne Lücke sein. In den Ringtest-Ergebnissen von Probe D 11 und D 1.1 wurden beispielsweise neben *N. fonticola* neun *Nitzschia*-Taxa mit Lücke und neben *N. lacuum* 13 *Nitzschia*-Taxa ohne Lücke genannt (siehe Tab 26 und 27). Die messbaren Dimensionen und die wichtigsten Kriterien zur Unterscheidung von *N. fonticola* und *N. lacuum* zu ähnlichen Arten sind in den Tab. 26 und 27 aufgeführt.

**Tab. 26:** *Nitzschia*-Taxa mit einer Lücke zwischen den beiden mittleren Fibulae (Zentralknoten vorhanden, eine Lücke zwischen den beiden mittleren Fibulae im Vergleich zum Abstand zwischen den restlichen Fibulae ist sichtbar), deren Namen bei den Zählergebnissen in den Proben D 11 und D 1.1 genutzt wurden (Ausnahme: *N. costei* ist hier zusätzlich aufgeführt) und die mehr oder weniger ähnlich mit *N. fonticola* sind und die eventuell mit dieser verwechselt werden könnten. Es wird darauf hingewiesen, dass neben den hier genannten *Nitzschia*-Taxa noch weitere Taxa existieren, die für Verwechslungen in Frage kommen und bei der Bestimmung beachtet werden sollten. Angaben aus Hofmann et al. (2013), Krammer & Lange-Bertalot (1986-2004) und Tudesque et al. (2008). Länge und Breite in µm, Fibulae und Striae als Anzahl in 10 µm. U = Umriss; E = Enden; F: Fibulae; P = Punkte; S = Streifen.

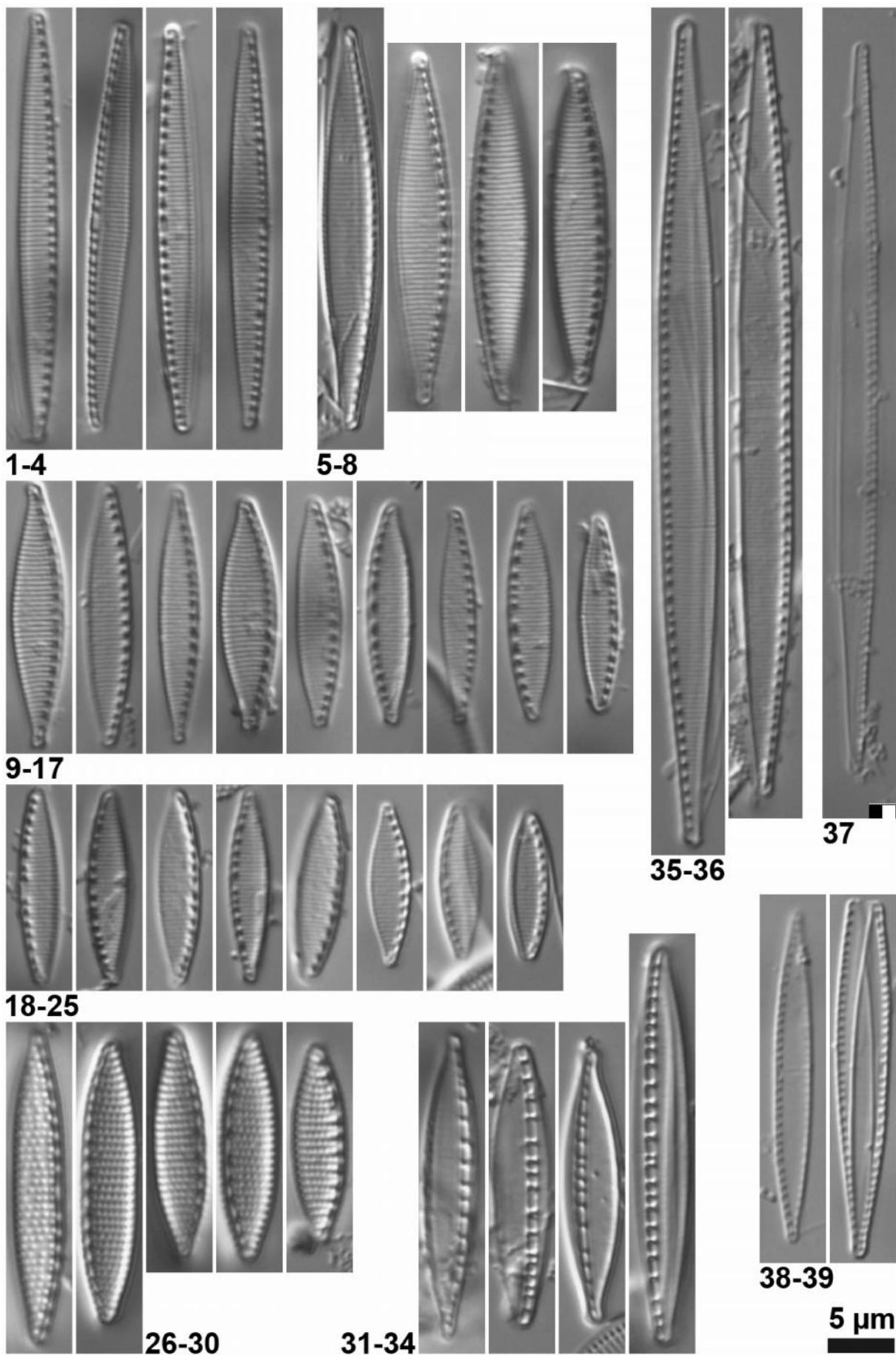
Taxon	Länge	Breite	Fibulae	Striae	Bemerkungen
<i>N. abbreviata</i>	3-22	2,5-3,5	8-13	23-30	U: elliptisch, linear elliptisch, E: breit gerundet, nie keilförmig, F: breit erscheinend
<i>N. amphibia</i>	6-50	4-6	7-9	13-18	U: sehr variabel, E: meist spitz, F: zahnwurzelartig verlängert, S: oft grob punktiert
<i>N. bulnheimiana</i>	12-60	4-4,7	8-13	19-22	U: lanzettlich bis linear, E: ~spitz, P: meist sichtbar
<i>N. costei</i>	8-45	2,5-4,5	(7)9-12(13)	23-27	U: linear- lanzettlich bis lanzettlich, E: subrostrat, nicht bis kaum kopfig
<i>N. fonticola</i>	7-46	2,5-5,5	(8)9-14	24-33	U: stets lanzettlich, E: rostrat, subcapitatum, wenig kopfig, aber stärker als <i>N. costei</i>
<i>N. fossilis</i>	30-85	3,5-5	7-9	18-21	U: lanzettlich bis linear, E: schwach kopfig, S: oft zart punktiert
<i>N. frustulum</i> var. <i>frustulum</i>	5-60	2-4,5	10-16	19-30	U: lanzettlich, linear-lanzettlich, linear, E: ~spitz gerundet
<i>N. frustulum</i> var. <i>inconspicua</i>	3-22	2,5-3,5	8-13	23-32	U: linear-lanzettlich, E: ~spitz gerundet, manchmal schwach vorgezogen
<i>N. hantzschiana</i>	8-50	3-5	7-13	20-26	U: lanzettlich bis linear, E: eher stumpf, keilförmig, schwach kopfig, P: sichtbar
<i>N. incognita</i>	~20-70	2-3	10-15	28-30	U: schmal lanzettlich, in der Mitte linear, E: spitz gerundet bis schwach kopfig
<i>N. radicula</i>	33->70	2,5-3	10-13	28-30	U: schmal lanzettlich, E: spitz gerundet bis schwach kopfig, F: kurz und dick

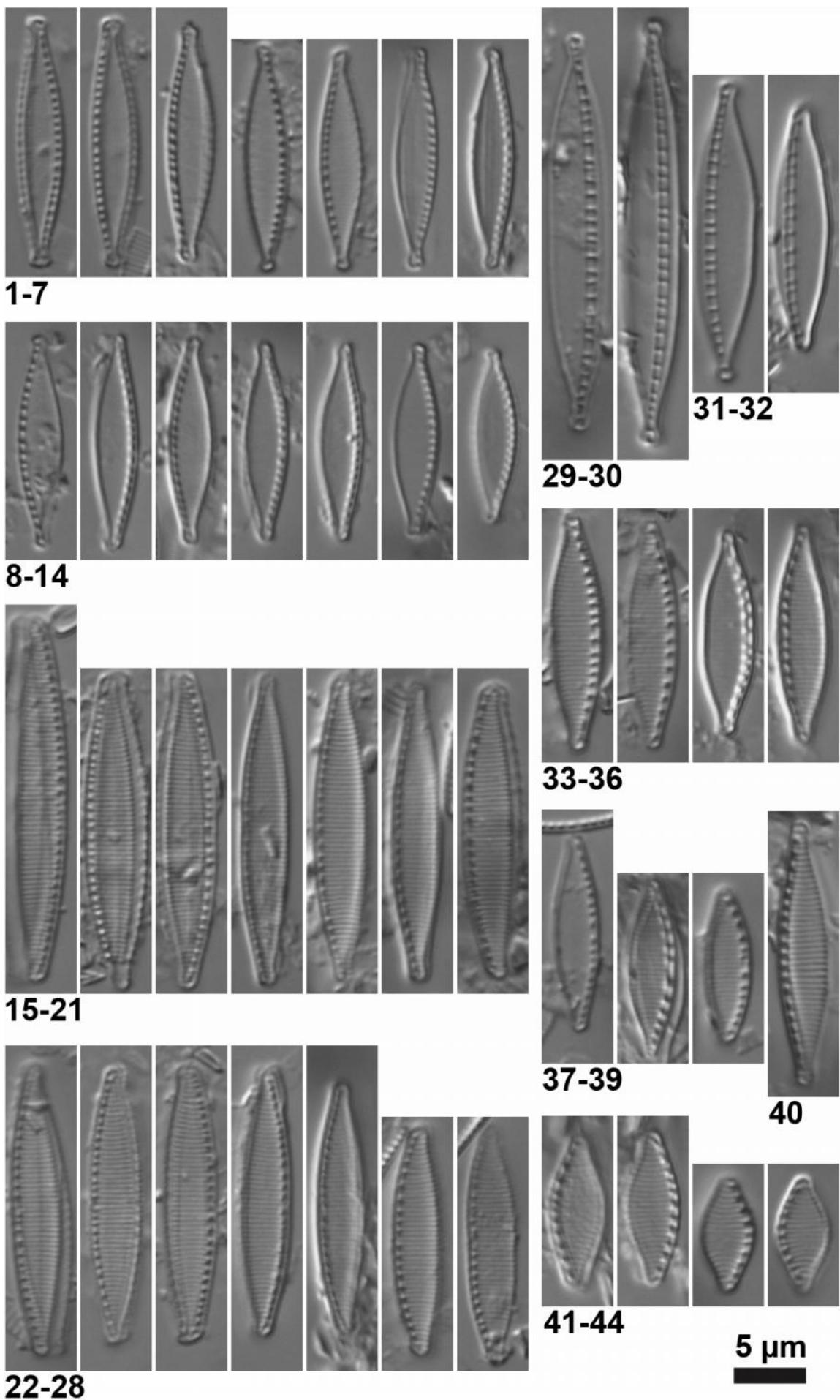
**Tab. 27:** *Nitzschia*-Taxa ohne eine Lücke zwischen den beiden mittleren Fibulae (kein Zentralknoten vorhanden, keine Lücke zwischen den beiden mittleren Fibulae im Vergleich zum Abstand zwischen den restlichen Fibulae), deren Namen bei den Zählergebnissen der Proben D 11 und D 1.1 genutzt wurden und die mehr oder weniger ähnlich mit *N. lacuum* sind und die eventuell mit dieser verwechselt werden könnten. Es wird darauf hingewiesen, dass neben den hier genannten *Nitzschia*-Taxa noch weitere Taxa existieren, die für Verwechslungen in Frage kommen. Angaben aus Hofmann et al. (2013) und Krammer & Lange-Bertalot (1986-2004). Länge und Breite in µm, Fibulae und Striae als Anzahl in 10 µm. U = Umriss; E = Enden; F: Fibulae; P = Punkte; S = Streifen.

Taxon	Länge	Breite	Fibulae	Striae	Bemerkungen
<i>N. alpinobacillum</i>	14-24	3-4	9-11	25-27	U: lanzettlich, E: kopfig, P: nicht sichtbar
<i>N. angustatula</i>	13-24	~4	16-20	16-20	U: lanzettlich, linear-lanzettlich, E: spitz bis ~kopfig, F: nicht sichtbar
<i>N. angustiforaminata</i>	8-24	3-4	10-12	21-25	U: elliptisch bis linear, E: spitz gerundet, S: punktiert erscheinend
<i>N. archibaldii</i>	15-40	2-3	14-19	46-55	U: schmal lanzettlich, E: spitz gerundet, manchmal schwach kopfig
<i>N. bryophila</i>	15-26,5	4-5	(8)9-10(12)	30-32	U: lanzettlich, linear-lanzettlich, E: kurz schnabelartig bis schwach kopfig
<i>N. dealpina</i>	8-13	3-4	12-14	26-28	U: breit-lanzettlich, E: kurz vorgezogen, spitz, S: deutlich punktiert
<i>N. denticula</i>	10-60	3-8	5-8	(13)14-18(20)	U: variabel E: spitz, stumpf F: in Querwänden über gesamte Schalenbreite
<i>N. desertorum</i>	17-20	4-5	10-15	25-26	U: elliptisch-lanzettlich, E: kurz schnabelartig, spitz, S: deutlich punktiert
<i>N. lacuum</i>	10-20	2-3	13-18	35-40	U: strikt lanzettlich, E: kopfig bis spitz, S: nicht immer sichtbar
<i>N. liebetruhii</i>	14-32	2,8-3,2	12-14	23-25	U: lanzettlich, linear-lanzettlich, E: spitz gerundet
<i>N. palea</i> -Aggregat	15-70	2,5-5	9-17	28-40	U: variabel, E: keilförmig, spitz, nie kopfig, S: meist nicht sichtbar
<i>N. pusilla</i>	8-33	2,5-5	14-20(24)	40-55	U: elliptisch, meist linear-lanzettlich, linear, E: stumpf bis breit
<i>N. solita</i>	18-50	4-6	11-16	24-28	U: breit bis schmal lanzettlich, E: schnabelig spitz, schwach kopfig, S: fein punktiert
<i>N. supralitorea</i>	10-25	2,5-4	10-14	25-34	U: lanzettlich bis linear-lanzettlich, E: ~vorgezogen, selten leicht kopfig

**Tafel 20** (Seite 167): *Nitzschia*-Taxa aus der Ringtest-Probe D 11 (Krossinsee, Norddeutschland), die während einer Nachsuche gefunden wurden (900 Schalen wurden durchgemustert und alle *Nitzschia*-Taxa fotografisch dokumentiert). Weitere als die hier dargestellten Taxa wurden dabei in Probe D 11 nicht gefunden. *Nitzschia* cf. *fonticola* (1-4) (Umriss und Verhältnis Länge Breite weicht deutlich von *N. fonticola* ab), *N. fonticola* (5-25), *N. amphibia* (26-30), *N. dissipata* ssp. *dissipata* (31-34), *N. intermedia* (35-36), *N. gracilis* (37) und *N. paleacea* (38-39).

**Tafel 21** (Seite 168): *Nitzschia*-Taxa aus der Ringtest-Probe D 1.1 (Genfer See, Schweiz), die während einer Nachsuche gefunden wurden (1000 Schalen wurden durchgemustert und alle *Nitzschia*-Taxa fotografisch dokumentiert). Weitere als die hier dargestellten Taxa wurden dabei in Probe D 1.1 nicht gefunden. *N. lacuum* (1-14), *N. cf. fonticola* (15-28) (Umriss abweichend und eher wie bei *N. costei*), *N. cf. oligotraphenta* (29) (Schale ist zu kurz: 21 µm anstatt 30-45 µm), *N. oligotraphenta* (30), *N. cf. dissipata* (31) (*N. dissipata* hat keine köpfchenförmigen Enden, alle anderen Merkmale stimmen mit der Beschreibung von *N. dissipata* überein), *N. dissipata* (32), *N. fonticola* (33-39), *N. alpinobacillum* (40), *Nitzschia* spec. (41-44) (diese Schalen sind 6,3-11,0 µm lang, 3,7-4,0 µm breit, haben 12-14 Fibulae/10 µm und 30 Striae/10 µm).





### 3.3 Auswirkungen verschiedener Zählergebnisse auf die ökologische Bewertung

In der deutschen Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie wird die Wasserqualität mit benthischen Diatomeen in Seen anhand des Diatomeenindex<sub>Seen</sub> (DI<sub>Seen</sub>) und in Flüssen anhand des Diatomeenindex<sub>Fließgewässer</sub> (DI<sub>FG</sub>) bewertet (Schaumburg et al. 2006-2012). Die Indexe identifizieren eine der fünf ökologischen Zustandsklassen (ÖZ), mit ÖZ 1 für einen sehr guten, ÖZ 2 für einen guten, ÖZ 3 für einen mäßigen, ÖZ 4 für einen befriedigenden und ÖZ 5 für einen schlechten ökologischen Zustand (vgl. REFCOND 2003).

Die Indexe wurden basierend auf den ungruppierten (Kap. 2 und 3.1) relativen Häufigkeiten der Diatomeenarten, die von den Ringtest-Teilnehmern und Referenzzählern eingegeben wurden, mit der Phylib-Software 4.1 (vom 02.10.2012) berechnet. Vor der Analyse wurden die Daten Phylib-konform manipuliert. Zum Beispiel wurden doppelte Einträge zu einem zusammengefasst, d.h. es wurden z.B. mehrere "*Pennales*"-Einträge in einer Probe eines Teilnehmers zu einem "*Pennales*"-Eintrag aufaddiert. Keine dieser Datenveränderungen beeinflusste das Ergebnis der Bewertung der Wasserqualität.

Die Proben gelten sowohl in Seen als auch in Fließgewässern als nicht auswertbar, wenn der Anteil nur bis zur Gattung bestimmter, nicht bestimmbarer („sp.“, „spp.“) und/oder nicht eindeutig bestimmbarer Formen („cf.“, „aff.“) einen Wert von 5 % überschreitet (Schaumburg et al. 2011a, S. 58), wenn die Summe aller planktischen Diatomeenobjekte größer als 5 % ist (Zählfehler, da planktische Taxa nicht mitgezählt werden sollen) oder wenn die Summe aller aerophilen Diatomeenobjekte über 5 % liegt (Schaumburg et al. 2006, 2007, 2011a, 2012). Planktische oder aerophile Taxa stellten bei den Ergebnissen in diesem Ringtest nie über 5 % der Diatomeenobjekte und werden deshalb im Folgenden nicht weiter diskutiert.

#### 3.3.1 Die Seen

Der DI<sub>Seen</sub> identifiziert die ökologische Zustandsklasse der beiden Seeproben **Krossinsee (Seetyp D 11)** und **Genfer See (Seetyp D 1.1)**. Der DI<sub>Seen</sub> ist der Mittelwert zwischen den Modulen „Trophie-Index“ (TI) und „Referenzartenquotient“ (RAQ). Zusätzlich zu den oben genannten Kriterien für eine verlässliche Bewertung gilt der DI<sub>Seen</sub> nach Schaumburg et al. (2011a) als belastbar, wenn

- der TI auf mindestens 60 % der Diatomeenobjekte basiert (gilt nur für Seetyp D 11),
- der TI auf mindestens 11 Taxa basiert (gilt nur für Seetyp D 1.1) und
- der RAQ auf mindestens 10 Taxa (Seetyp D 11) bzw. 12 Taxa (Seetyp D 1.1) basiert.

## Krossinsee, Probe D 11

Die Ergebnisse von 18 der 37 Teilnehmer erhielten keine Bemerkung von der Phylib-Software, d.h. diese 18 Ergebnisse erzeugten "verlässliche Bewertungen". Dagegen wurden die Bewertungen der folgenden 19 Teilnehmer und die der drei Referenzzähler von der Phylib-Software als ungesichert eingestuft:

- Für drei Teilnehmer (Labore 26, 29, 36) und einen Referenzzähler (39), weil die Summe indikativer Taxa unter 60 % lag (**<60 %**).
- Für drei Labore (10, 15, 21), weil die Anzahl von RAQ-Taxa unter 10 lag (**<10 RAQ**).
- Für zwei Labore (18 und 34) und einen Referenzzähler (42), weil der Anteil nur bis zur Gattung bestimmter, nicht bestimmbarer („sp.“, „spp.“) und/oder nicht eindeutig bestimmbarer Formen („cf.“, „aff.“) einen Wert von 5 % überschreitet (**>5 % „cfs“**).
- Für sieben Labore (2, 12, 13, 16, 24, 30, 31), weil <60 % und >5 % „cfs“.
- Zwei Labore (22, 25) und ein Referenzzähler (41), weil <60 %, >5 % „cfs“ und <10 RAQs.
- Zwei Labore (19 und 28), weil <10 RAQs und >5 % „cfs“.

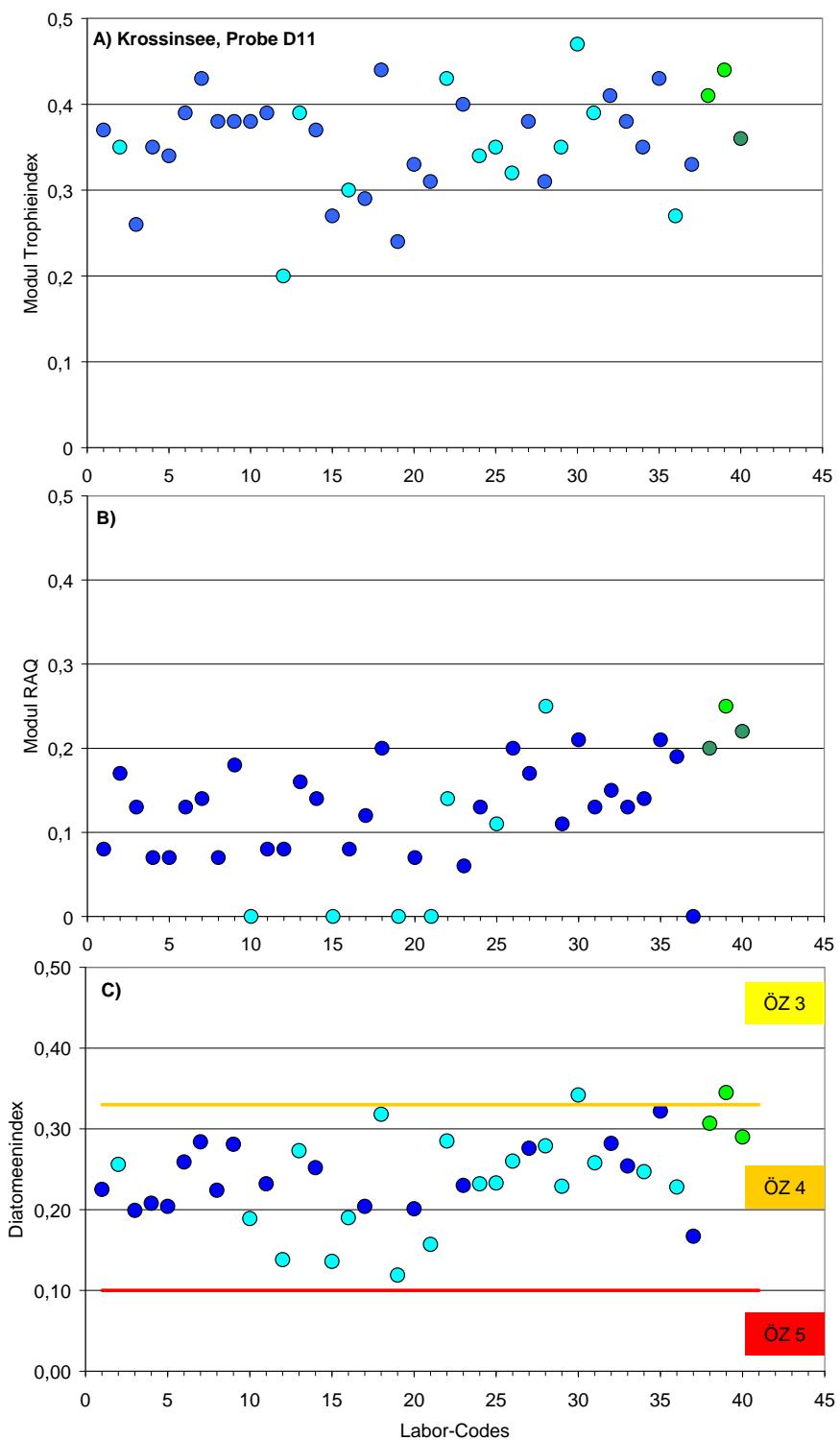
Insgesamt enthielten nach der Phylib-Software die Ergebnisse von 13 Laboren und die von zwei Referenzzählern zu viele „spec.“/„cfs“, da die Teilnehmer 0-12 % „cfs“ (Mittelwert (MW) 2 %, n = 37) und 0-15 % „specs“ (MW 2 %, n = 37) anzeigen. Die Referenzzähler hatten 0-6 % „cfs“ und 0-12 % „specs“ (n = 3).

Sieben Teilnehmer und ein Referenzzähler hatten zu wenige RAQ-Arten für eine gesicherte Bewertung. Von diesen hatten vier Teilnehmer weniger als 410 statt der erforderlichen 500 Diatomeenobjekte gezählt (Labore 10, 15, 22, 28) und/oder die Teilnehmer durchsuchten nach der Zählung die Probe nicht nach seltenen Taxa, so wie es obligatorisch war (Labore 10, 15, 19, 21, 22, 25, 28). Demnach führte das nicht Befolgen der verpflichtenden Zählanleitung, d.h. das Zählen von zu wenigen Diatomeenobjekten oder das nicht Nachsuchen nach bei der regulären Zählung nicht erfasster Taxa zu einer ungesicherten Bewertung. Der/die Referenzzähler/in mit der RAQ Fehlermeldung befolgte hingegen die Handlungsanweisung (Schaumburg et al. 2011a).

Das Modul „Referenzartenquotient“ (RAQ) lag zwischen 0,20-0,25 (MW 0,22) bei den Referenzzählern (n = 3) und zwischen 0,00-0,25 (MW 0,12) bei den Teilnehmern (n = 37) mit einer Standardabweichung (stdev.) von 0,03 bzw. 0,07 (Abb. 87). Das Modul „Trophie-Index“ (TI) lag zwischen 0,36-0,44 (MW 0,40) bei den Referenzzählern und zwischen 0,20-

0,47 (MW 0,35) bei den Teilnehmern mit einer stdev. von 0,04 bzw. 0,06 (Abb. 87), d.h. der TI bewertete die Wasserqualität deutlich besser als der RAQ. Der Mittelwert der RAQ- und TI-Module, also der DI<sub>Seen</sub>, lag zwischen 0,29-0,35 (MW 0,31) bei den Referenzzählern und zwischen 0,12-0,34 (MW 0,23) bei den Teilnehmern, mit einer stdev. von 0,03 bzw. 0,05 (Abb. 87). Folglich wird der Krossinsee (Probe D 11) als ein See mit schlechter Wasserqualität (ÖZ 4) bewertet, außer von einem/r Referenzzähler/in und einem/r Teilnehmer/in, deren Ergebnisse die Wasserqualität als mäßig bewerten (ÖZ 3) (Abb. 87).

Insgesamt beeinflussten die unterschiedlichen Zählergebnisse der Probe D 11 die Bewertung der Wasserqualität. Die Taxonomie von sechs Laboren (10, 15, 19, 20, 23, 28) unterschied sich am stärksten (und signifikant) von den Ergebnissen der Referenzzählern. Diese Ergebnisse mussten auf dem Zertifikat für Probe D 11 als "nicht erfolgreich" vermerkt werden (rote Kreise in der DCA; Kap. 3.1.1). Diese sechs Labore und die Labore, deren Taxonomie sich signifikant von zwei der drei Referenzzählern unterschieden (Labore 7, 12, 21, 22, 30, 31, 35, 36, 37; grüne Kreise in der DCA; Kap. 3.1.1) wichen auch stark von der Bewertung der Wasserqualität der Referenzzählern ab. So lag z.B. die größte Differenz zwischen Teilnehmer-DI und Mittelwert-DI der Referenzzählern bei 0,13-0,20 (n = 6). Diese abweichenden Bewertungs-Ergebnisse gehörten entweder zu Laboren die auch beim taxonomischen Vergleich außerhalb aller drei (rote Kreise in der DCA) oder außerhalb von zwei (grüne Kreise in der DCA) Referenzzähler-Konfidenzintervallen lagen (Abb. 87 und Kap. 3.1.1). Der DI<sub>Seen</sub> der restlichen Labore unterschied sich mit 0,01 bis 0,12 vom Mittelwert-DI der Referenzzählern (n = 31). Interessanter Weise wich der DI von Labor 35 (grüner Kreis) mit nur 0,01 Einheiten am wenigsten vom DI-Mittelwert der Referenzzählern ab (Abb. 87), d.h. nicht alle taxonomischen Unterschiede beeinflussen den DI und einige taxonomische Unterschiede wirken sich stärker bei der Beurteilung der Wasserqualität aus als andere, da nicht alle Taxa Indikatorwerte besitzen (siehe unten und Tab. 28). Die Bewertung der ökologischen Zustandsklasse (3 oder 4) wurde kaum beeinflusst. Dies überrascht, weil der DI-Mittelwert der Referenzzählern (0,31) nahe der Klassengrenze zwischen drei und vier lag (0,33) (Abb. 87).



**Abb. 87:** A) Modul Trophie-Index, B) Modul Referenzarten-Quotient (RAQ) und C) Diatomeen-Indexe, die aus den Diatomeen-Zähldaten der Teilnehmer (blaue Kreise) und Referenzzählern (grüne Kreise) für den Krossinsee (**Probe D 11**) berechnet wurden. Horizontale, farbige Linien = Indexgrenzen der ökologischen Zustandsklassen (ÖZ) für Seetyp D 11. ÖZ 3 = mäßige, ÖZ 4 = unbefriedigende und ÖZ 5 = schlechter ÖZ. Ungesicherte Ergebnisse, d.h. A) <60 %, B) <10 RAQ und C) zusätzlich >5 % cfs = hellblaue und hellgrüne Kreise; gesicherte Ergebnisse in dunkelblau und dunkelgrün (für mehr Informationen siehe Text).

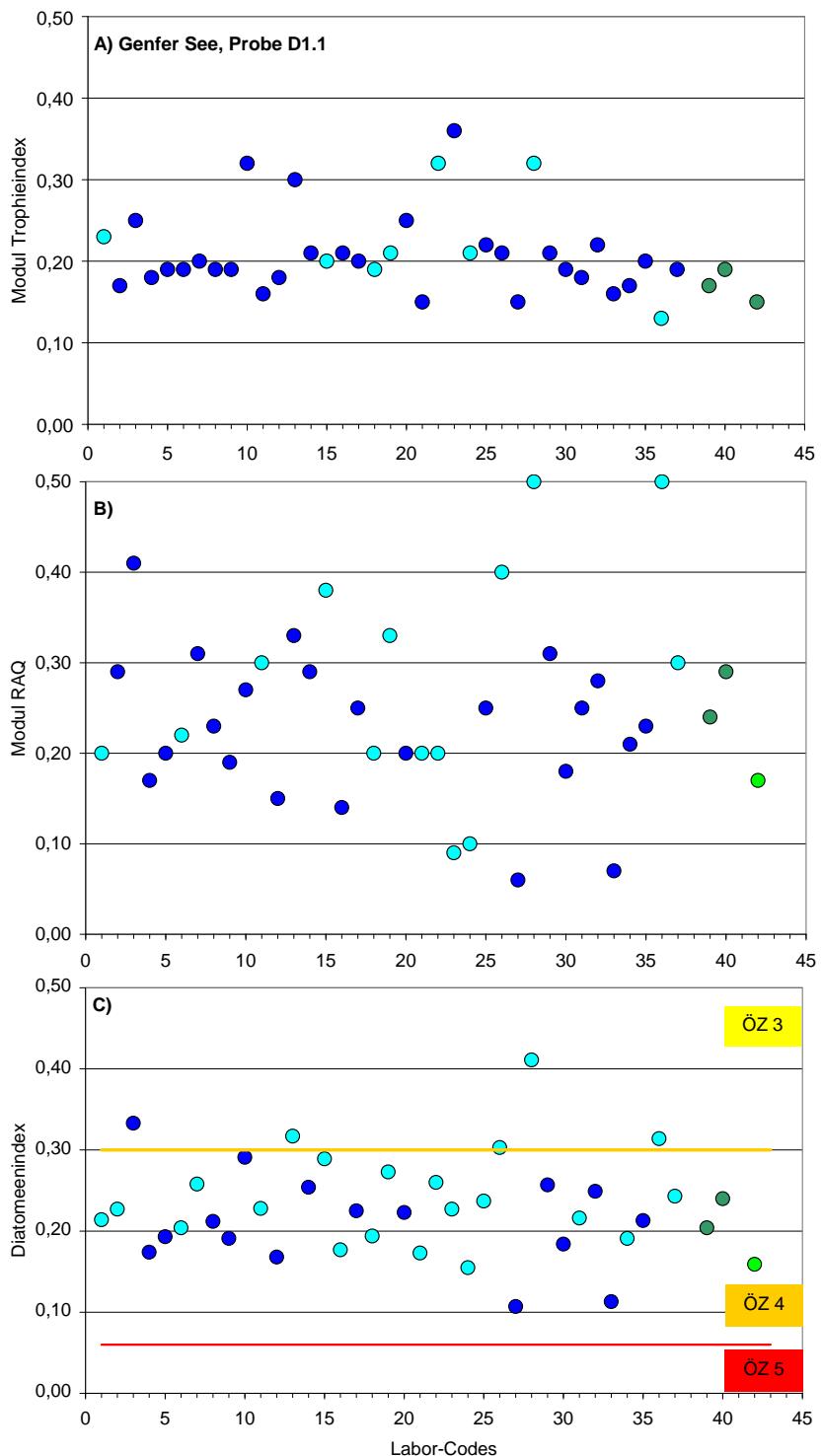
## Genfer See, Probe D 1.1

Die Ergebnisse von 16 der 37 Teilnehmer und zwei der drei Referenzzähler erhielten keine Bemerkung von der Phylib-Software, d.h. diese 18 Ergebnisse gelten als "gesicherte Bewertungen". Dagegen wurden die Bewertungen der folgenden 21 Teilnehmer und eines/r Referenzzählers/in als ungesichert eingestuft:

- Für vier Labore (6, 11, 21, 26), weil unter 12 RAQ-Taxa vorlagen (**<12 RAQ**).
- Für sieben Labore (2, 7, 13, 16, 25, 31, 34) und einen Referenzzähler (42), weil die Summe der Diatomeenobjekte, die nicht („sp.“, „spp.“) und/oder nicht sicher („cf.“, „aff.“) bestimmt werden konnten über 5 % lag (**>5 % „cfs“**).
- Für zwei Labore (23, 37), weil **<12 RAQ** und **>5 % „cfs“**.
- Für zwei Labore (15, 36), weil **<12 RAQ** und weil die Anzahl Taxa mit Trophie-Wert unter 11 lag (**<11 Tr**).
- Für sechs Labore (1, 18, 19, 22, 24, 28), weil **<12 RAQ**, **>5 % „cfs“** und **<11 Tr**.

15 Teilnehmer hatten 0-50 % nicht sicher bestimmte Taxa (MW 12 %, n = 37). Die Referenzzähler hatten 0-25 % unsicher bestimmte Taxa (n = 3). Hierfür war vor allem ein Taxon verantwortlich, welches *Gomphonema pumilum* ähnlich sieht und sich entsprechend oft in den meisten dieser Zählungen mit hohen relativen Häufigkeiten als *Gomphonema spec.* niederschlug (Kap. 3.2.10). Siehe Kap. 3.1.2 für weitere problematische Taxa in dieser Probe.

Das Modul „Referenzartenquotient“ (RAQ) lag zwischen 0,17 und 0,29 (MW 0,23) bei den Referenzzählern (n = 3) und zwischen 0,06 und 0,50 (MW 0,25) bei den Teilnehmern (n = 37), mit einer Standardabweichung (stdev.) von 0,06 bzw. 0,10 (Abb. 88). Das Modul „Trophie-Index“ (TI) lag zwischen 0,15 und 0,19 (MW 0,17) bei den Referenzzählern und zwischen 0,13 und 0,36 (MW 0,21) bei den Teilnehmern, mit einer stdev. von 0,02 bzw. 0,05 (Abb. 88). D.h. die unterschiedliche Taxonomie beeinflusste die Bewertung mit dem RAQ-Modul stärker als mit dem TI-Modul in Probe D 1.1 (Abb. 88). Der Mittelwert von RAQ und TI Modulen, d.h. der Diatomeenindex (DI<sub>seen</sub>), lag zwischen 0,16 und 0,24 (MW 0,20) bei den Referenzzählern und zwischen 0,11 und 0,41 (MW 0,23) bei den Teilnehmern, mit einer stdev. von 0,04 bzw. 0,06 (Abb. 88). D.h. die Wasserqualität des Genfer Sees (Probe D 1.1) wird mit den Zählergebnissen von allen drei Referenzzählern und 32 Teilnehmern als unbefriedigend eingestuft (ÖZ 4) und von fünf Teilnehmern (Labore 3, 13, 26, 28, 36) als mäßig (ÖZ 3) (Abb. 88).



**Abb. 88:** A) Modul Trophieindex, B) Modul Referenzartenquotient (RAQ) und C) Diatomeenindex, die aus den Zähldaten der Teilnehmer (blaue Kreise) und Referenzzähler (grüne Kreise) für den Genfer See (**Probe D 1.1**) berechnet wurden. Horizontale, farbige Linien = Indexgrenzen der ökologischen Zustandsklassen (ÖZ) für Seetyp D 1.1. ÖZ 3 = mäßige, ÖZ 4 = unbefriedigende und ÖZ 5= schlechte ÖZ. Ungesicherte Ergebnisse, d.h. A) <11 Tr, B) <12 RAQ und C) zusätzlich >5 % cfs = hellblaue und hellgrüne Kreise; gesicherte Ergebnisse in dunkelblau und dunkelgrün (für mehr Informationen siehe Text).

Die Bray-Curtis Distanzen der Teilnehmer zu den Referenzzählern waren nur schwach mit der Differenz der DI-Werte der Teilnehmer zu den Referenzzählern korreliert ( $R^2 = 0,08$ ). Wie schon oben erwähnt haben nicht alle Taxa Indikatorwerte. Außerdem gehen alle unsicher oder nur auf Gattungsniveau bestimmten Taxa nicht in die ökologische Bewertung mit ein, unabhängig davon, welcher Name benutzt wurde. Ein weiterer Grund für die schwache Korrelation ist, dass die geforderte taxonomische Differenzierung sich (noch) nicht in den Indikatorwerten der Phylib-Software widerspiegelt. So haben zum Beispiel *Gomphonema pumilum*, *G. pumilum* var. *pumilum*, *G. pumilum* var. *rigidum*, *G. pumilum* var. *elegans* und *G. elegantissimum* derzeit (noch) alle identische Indikatorwerte (siehe unten, Tab. 28 und Kap. 7). Insgesamt wurde die Bewertung der ökologischen Zustandsklasse (ÖZ 3 oder 4) nur schwach von der unterschiedlichen Taxonomie beeinflusst, auch, weil der DI der Referenzzähler in der Nähe der Mitte der ökologischen Klasse 4 lag (Abb. 88).

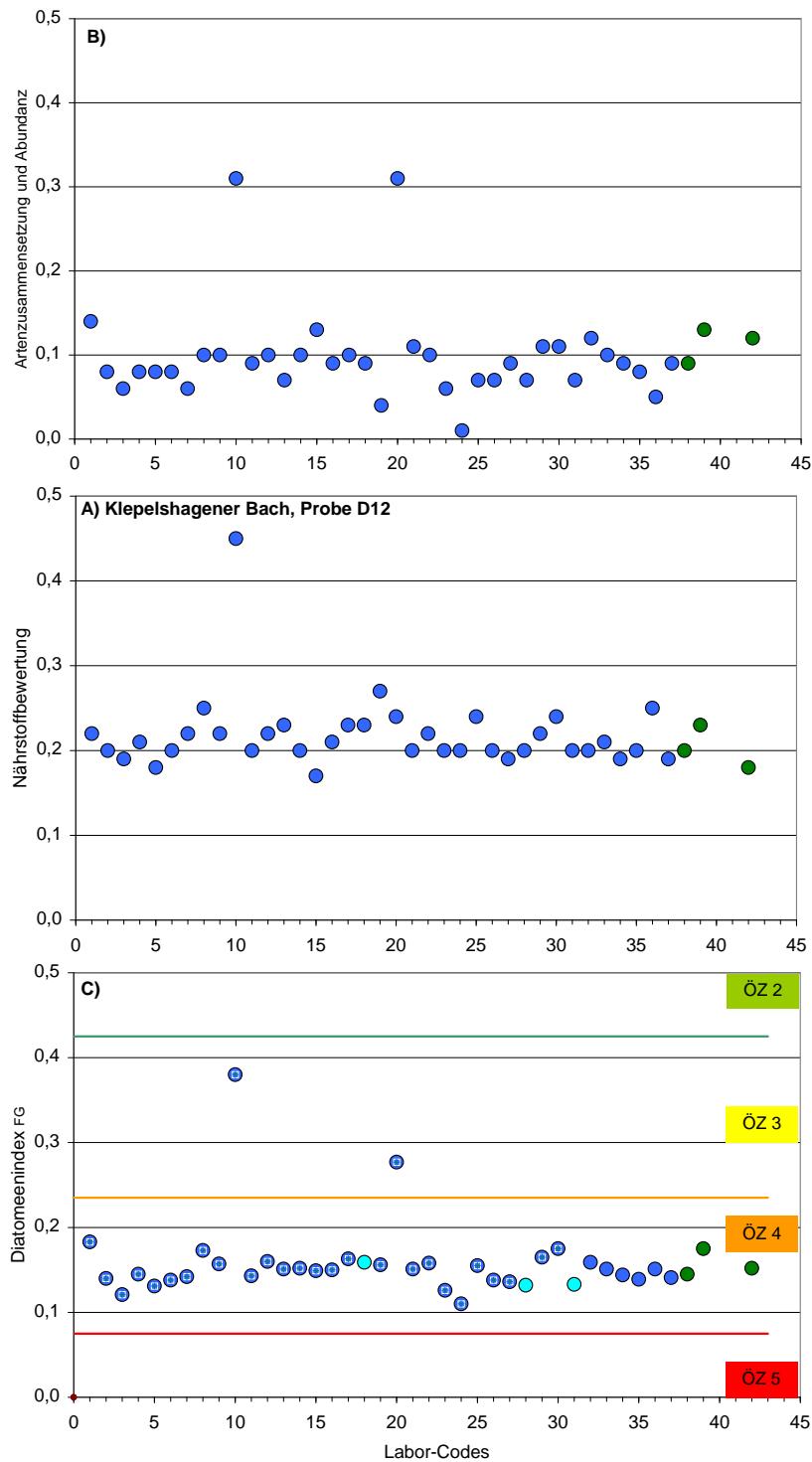
### 3.3.2 Die Fließgewässer

Der Diatomeenindex<sub>Fließgewässer</sub> (**DI<sub>FG</sub>**) zeigt die ökologische Zustandsklasse für die beiden Fließgewässerproben **Klepelshagener Bach** (Fließgewässertyp **D 12**) und der **Drau** (Fließgewässertyp **D 2**) an. Der **DI<sub>FG</sub>** wird über den Mittelwert der Module „Trophie-Index“ (**TI**) und „Artenzusammensetzung und Abundanz“ (**RAQ**) berechnet.

#### Klepelshagener Bach, Probe D 12

Nur die Ergebnisse von drei Teilnehmern (Labore 18, 28, 31) waren aufgrund von über 5 % nicht sicher bestimmter Diatomeenobjekte laut Schaumburg et al. (2012) und der Phylib-Software nicht sicher bewertbar.

Der Trophie-Index (**TI**) lag zwischen 0,17-0,45 (MW 0,22; stdev. 0,04) basierend auf den Ergebnissen der Teilnehmer und zwischen 0,18-0,23 (MW 0,20; stdev 0,03) basierend auf den Ergebnissen der Referenzzähler (Abb. 89). Der **RAQ** der Teilnehmer lag zwischen 0,01-0,31 (MW 0,10; stdev. 0,06) und der Referenzzähler zwischen 0,09-0,13 (MW 0,11; stdev. 0,02) (Abb. 89). Der Mittelwert von TI und RAQ, d.h. der **DI<sub>FG</sub>** der Teilnehmer lag zwischen 0,11-0,38 (MW 0,16; stdev. 0,05) und der Referenzzähler zwischen 0,15-0,18 (MW 0,16; stdev. 0,02). Umgerechnet ergibt dies einen unbefriedigenden ökologischen Zustand (ÖZ 4) für alle Teilnehmer und Referenzzähler, mit Ausnahme der Labore 10 und 20, deren Ergebnisse die Probe mit einem mäßigen ökologischen Zustand bewerten (ÖZ 3) (Abb. 89).



**Abb. 89:** A) Modul „Nährstoffbewertung“ (TI), B) Modul „Artenzusammensetzung und Abundanz“ (RAQ) und C) Diatomeenindex<sub>Fließgewässer</sub> die aus den Zähldaten der Teilnehmer (blaue Kreise) und Referenzzählern (grüne Kreise) für den Klepelshagener Bach (**Probe D 12**) berechnet wurden. Horizontale, farbige Linien = Indexgrenzen der ökologischen Zustandsklassen (ÖZ) für Fließgewässertyp D 12. ÖZ 1 = sehr gute, ÖZ 2 = gute, ÖZ 3 = mäßige und ÖZ 4 = unbefriedigende ÖZ. Ungesicherte Bewertungen (>5 % cfs) = hellblaue Kreise; gesicherte Ergebnisse = dunkelblaue bzw. dunkelgrüne Kreise (für weitere Informationen siehe Text).

Die zwei Labore (10 und 20), deren Zählergebnisse die Probe D 12 einer anderen ökologischen Zustandsklasse zuordnen als die der Referenzzählern, waren auch außerhalb der Konfidenzintervalle aller drei Referenzzählern bei der taxonomischen Ähnlichkeit der Bray-Curtis Distanzen (siehe Kap. 3.1.3). Zum Beispiel identifizierte Labor 10 eine Artgemeinschaft, die mit 13 % von *Achnanthes lanceolata*-Sippen dominiert wurde (die Referenzzählern fanden: 27-44 % *Planothidium lanceolatum*), mit 13 % von *Sellaphora pupula* und mit 8 % von *Sellaphora stroemii* (Referenzzählern: 1-4 % *Sellaphora joubaudii*, 5-7 % *Sellaphora seminulum*). Das Taxon *Achnanthes lanceolata*-Sippen hat keine Indikatorwerte, während *Planothidium lanceolatum* einen Trophie-Wert (TW) von 3,3 (Gewichtung 3,0) besitzt. Der TW von *S. stroemii* (von Labor 10 gefunden) ist 1,2 (Gewichtung 2,0), während *S. joubaudii* und *S. seminulum* (Arten der Referenzzählern) einen TW von 3,6 (Gewichtung 5,0) bzw. 3,2 (Gewichtung 2,0) haben (Tab. 28). Deshalb beeinflusste die unterschiedliche Taxonomie hier die ökologische Bewertung sehr stark.

Der Hauptunterschied zwischen den Zählergebnissen von Labor 20 zu den Referenzzählern, der die Bewertung beeinflusste, war *Achnanthidium minutissimum* var. *minutissimum* (Referenzart mit niedrigem Trophie-Wert von 1,2; Tab. 28). Die Referenzzählern fanden diese Art mit 3-5 %, während Labor 20 hier 22 % identifizierte. Entsprechend waren mit den Zählergebnissen von Labor 20 der TI und RAQ größer und die Bewertung der Wasserqualität besser als bei den Referenzzählern. Hier beeinflusste die unterschiedliche Taxonomie die Bewertung nur indirekt, da die relevante Art zwar tatsächlich in der Probe enthalten war, aber mit deutlich unterschiedlichen Häufigkeiten.

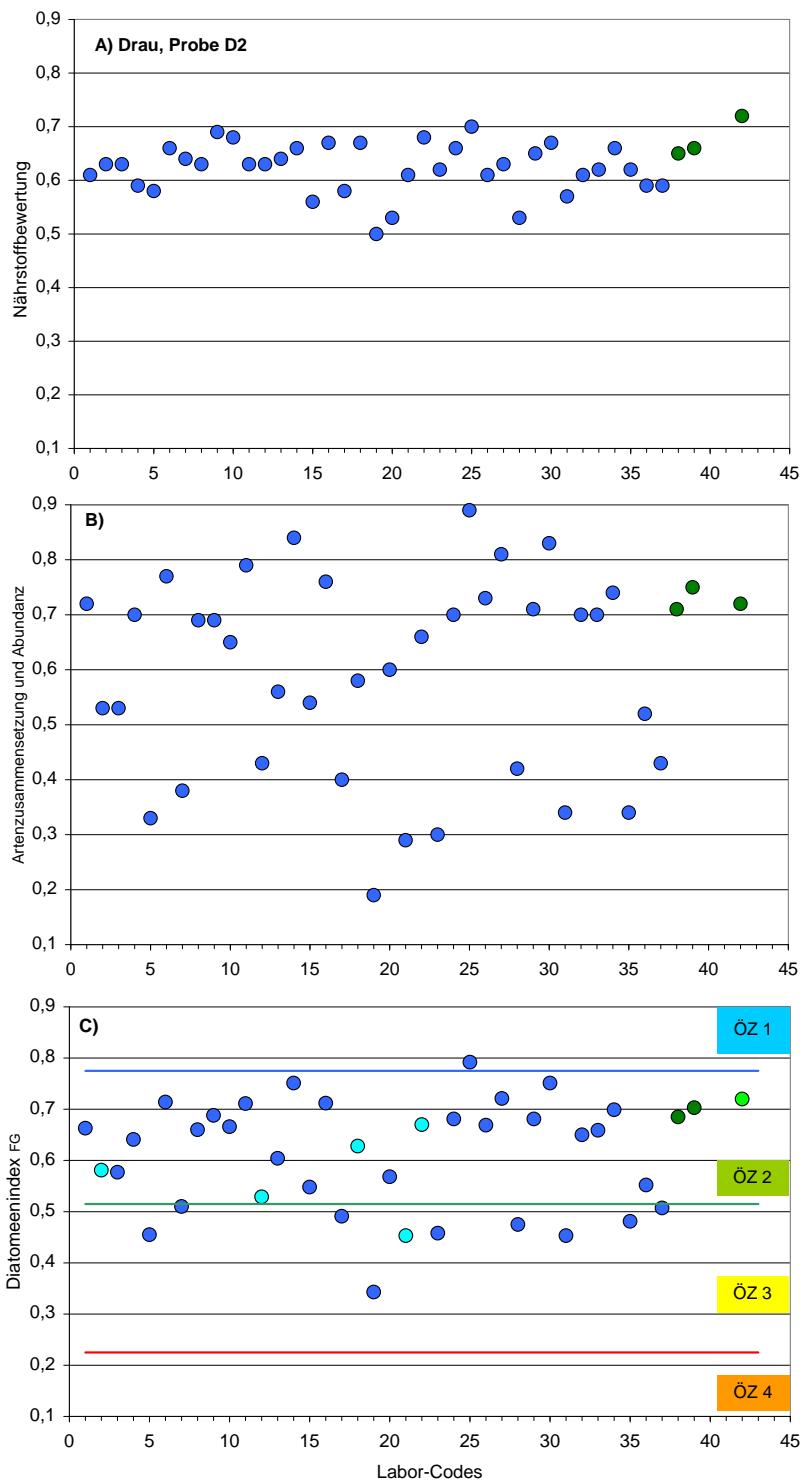
## Die Drau, Probe D 2

Nach Schaumburg et al. (2012) und der Phylib-Software waren die Ergebnisse von fünf Laboren (2, 12, 18, 21, 22) und einem/r Referenzzählern (42) nicht gesichert, weil die Summe der Diatomeenobjekte, die nicht („sp.“, „spp.“) und/oder nur unsicher („cf.“, „aff.“) bestimmt werden konnten, über 5 % lag. Die restlichen 34 Zählergebnisse gelten als gesichert.

Der Trophie-Index (TI) lag, basierend auf den Ergebnissen der Teilnehmer, zwischen 0,50 und 0,70 (Mittelwert (MW) 0,62; Standardabweichung (stdev.) 0,05) und basierend auf den Ergebnissen der Referenzzählern zwischen 0,65-0,72 (MW 0,68; stdev 0,04) (Abb. 90). Der RAQ der Teilnehmer lag zwischen 0,19-0,89 (MW 0,59; stdev. 0,18) und der Referenzzählern zwischen 0,71-0,75 (MW 0,73; stdev. 0,02) (Abb. 90). Der Mittelwert von TI und RAQ, d.h. der **DI<sub>FG</sub>** lag bei den Teilnehmern zwischen 0,34-0,79 (MW 0,61; stdev. 0,11)

und bei den Referenzzählern zwischen 0,69-0,72 (MW 0,70; stdev. 0,02) Dies entspricht der sehr guten ökologischen Zustandsklasse (ÖZ 1) für Labor 25, einer guten ÖZ 2 für alle drei Referenzzähler und 26 Labore, sowie einer mäßig ÖZ 3 für 10 Labore (5,7,17,19, 21, 23, 28, 31, 35, 37) (Abb. 90). Entsprechend hat die unterschiedliche Taxonomie die Bewertung der Wasserqualität der Drau deutlich beeinflusst, insbesondere über das Modul „Artzusammensetzung und Abundanz“ (Abb. 90).

Die Ergebnisse der drei Referenzzähler waren sich für die Drau untereinander sehr ähnlich (siehe Kap. 3.1.4 für weitere Details) und bewerteten die Wasserqualität entsprechend einheitlich (niedrige Standardabweichungen der Referenzzähler für TI, RAQ und DI<sub>FG</sub> und dreimal ÖZ 2). Im Gegensatz dazu bewerteten die Zählergebnisse von 27 % (zehn Labore) der Teilnehmer eine "verlässliche" Bewertung der Wasserqualität, die von den Referenzzählern abwich (entweder ÖZ 1 oder ÖZ 3) (Abb. 90). Diese Unterschiede beruhen vor allem auf abweichenden RAQ-Bewertungen, d.h. den Prozентen von allgemeinen Referenzarten und typspezifischen Referenzarten, die zusammen mit 71-75 % in den Diatomeen-Gesellschaften der Referenzzählern identifiziert wurden (dies entspricht RAQ-Werten von 0,71-0,75). Hier waren vor allem folgende Referenzarten enthalten: *Achnanthidium minutissimum* var. *minutissimum*, *Achnanthidium pyrenaicum*, *Diatoma ehrenbergii* und *Diatoma mesodon*, die zusammen 61-69 % zu den Artgemeinschaften der Referenzzähler beitrugen (siehe Kap. 3.1.4). Die Proben von fünf Teilnehmerergebnissen (Labore 19, 28, 31, 35, 37), die einen anderen ökologischen Status indizieren als die Referenzzähler, lagen auch außerhalb der Konfidenzintervalle der Bray-Curtis-Distanzen von zwei oder allen drei Referenzzählern (Tab. 8, rot- bzw. grün umrandete Proben in Abb. 3 in Kap. 3.1.4). Dies gilt auch für die Ergebnisse von Labor 21, welches die Drau mit ÖZ 3 bewertet, aber als nicht gesichertes Ergebnis gilt, und ebenfalls außerhalb der Konfidenzintervalle der drei Referenzzähler lag. D.h. in diesen sechs Fällen beeinflusste die unterschiedliche Taxonomie die ökologische Bewertung.



**Abb. 90:** A) Modul „Nährstoffbewertung“ (TI), B) Modul „Artenzusammensetzung und Abundanz“ (RAQ) und C) Diatomeenindex<sub>Fließgewässer</sub> die aus den Zähldaten der Teilnehmer (blaue Kreise) und Referenzzählern (grüne Kreise) für die Drau (**Probe D 2**) berechnet wurden. Horizontale, farbige Linien = Indexgrenzen der ökologischen Zustandsklassen (ÖZ) für Fließgewässertyp D 2. ÖZ 1 = sehr gute, ÖZ 2 = gute, ÖZ 3 = mäßige und ÖZ 4 = unbefriedigende ÖZ. Ungesicherte Bewertungen (>5 % cfs) = hellblaue und hellgrüne Kreise; gesicherte Ergebnisse = dunkelblaue bzw. dunkelgrüne Kreise (für weitere Informationen siehe Text).

**Tab. 28:** Indikatorwerte von problematischen Taxa entsprechend der neusten Phylib-Software (Version 4.1, 02.10.2012). Kap = siehe Kapitel für weitere Informationen, graue Spalten = Indexe der Fließgewässer mit S = Saprobie-Wert, T = Trophie-Wert und g = Gewichtung; RA = ist diese Art eine allgemeine oder typspezifische Referenzart für den Fließgewässertyp D 2 und D 12? Angegeben ist entweder "nein" (-), "ja" (für beide Typen D 2 und D 12) oder "12" (ja, nur Typ D 12). Weiße Spalten = See-Indexe: Trophie-Wert (Ti) Nord (N) oder Süd (S), A= typspezifische Referenzart, C = typspezifische Degradationszeiger für Seetyp D 1.1 (1.1), D 11 (11) oder beide (ja).

Kap.	DV-Nr.	TAXON	S	g	T	g	RA	TiN	TiS	gS	A	C
3.2.1	26005	Achnanthidium pyrenaicum	1,4	3	1,3	1	ja	-	-	-	-	-
	26006	Achnanthidium subatomus	-	-	-	-	ja	-	-	-	-	-
	36012	Achnanthidium minutissimum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	26060	A. minutissimum var. minutissimum	1,7	1	1,2	1	ja	-	-	-	11	-
	26063	Achnanthidium minutissimum var. jackii	-	-	1,2	3	-	-	-	-	-	-
	26024	Achnanthidium eutrophilum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	26088	Achnanthidium straubianum	-	-	-	-	-	0,0	-	-	11	-
	6271	Achnanthes petersenii	1,0	5	0,6	1	ja	0,66	2,0	2	ja	-
3.2.2	6272	Achnanthes pusilla	1,0	5	0,6	3	ja	0,75	1,5	3	ja	-
	6171	Amphora inariensis	1,2	4	2,1	1	ja	0,98	2,5	1	-	-
	-	Amphora minutissima						Nicht in PHYLIB enthalten,				
	36245	Amphora indistincta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	6983	Amphora pediculus	2,1	2	2,8	2	ja	2,89	-	-	-	-
3.2.3	-	Amphora subatomus						Nicht in PHYLIB enthalten,				
	36025	Coccconeis placentula	1,8	2	2,6	2	ja	3,45	-	-	-	-
	6726	Coccconeis placentula var. euglypta	-	-	2,3	2	ja	-	-	-	-	-
	6728	Coccconeis placentula var. lineata	-	-	2,3	2	ja	2,93	-	-	-	-
	6021	Coccconeis placentula var. placentula	1,8	2	2,6	2	ja	3,45	-	-	-	-
3.2.4	16179	Coccconeis placentula var. tenuistriata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	26301	Encyonema lange-bertalotii	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	26318	Encyonema ventricosum	-	-	-	-	12	-	-	-	-	-
	16992	Encyonema reichardtii	1,5	4	2,7	3	12	3,97	4,4	3	-	ja
	26208	Encyonema minutum	1,6	2	2,0	1	ja	0,7	2,0	2	1,1	-
3.2.5	36062	Encyonema silesiacum	-	-	-	-	12	-	-	-	-	-
	26207	Encyonopsis microcephala	1,2	4	1,2	1	ja	1,02	-	-	11	-
	16619	Encyonopsis minuta	1,2	4	1,2	1	ja	1,02	-	-	11	-
	26329	Encyonopsis subminuta	1,2	4	1,2	1	ja	1,02	-	-	11	-
	-	Encyonopsis tavarana						Nicht in PHYLIB enthalten,				
3.3	26326	Encyonopsis krammeri	1,2	4	1,2	1	ja	1,02	-	-	11	-
	26321	Encyonopsis alpina	1,2	4	1,2	1	ja	1,02	-	-	11	-
	36214	Sellaphora pupula	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.2.6	16614	Sellaphora pupula var. pupula	2,4	2	3,7	5	-	3,01	-	-	-	-
	26633	Sellaphora stroemii	1,0	5	1,2	2	ja	0,72	1,8	2	ja	-
3.2.6	26568	Eolimna minima	-	-	2,9	2	-	-	-	-	-	-
	26624	Sellaphora seminulum	3,2	2	3,2	2	-	5,7	-	-	-	ja
	36265	Sellaphora joubaudii	1,8	3	3,6	5	-	3,04	4,0	2	-	-
	6556	Navicula utermoehlii	1,4	4	1,8	2	ja	2,43	4,0	1	-	1,1
	16587	Naviculadicta raederae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	16589	Naviculadicta schaumburgii	-	-	-	-	-	-	-	-	11	-

Tab. 28 (Fortsetzung) II von III

Kap.	DV-Nr.	TAXON	S	g	T	g	RA	TiN	TiS	gS	A	C
3.2.7	36079	<i>Fragilaria brevistriata</i>	1,3	4	3,0	1	12	2,81	-	-	-	-
	6388	<i>Fragilaria brevistriata</i> var. <i>brevistriata</i>	1,3	4	3,0	1	12	2,81	-	-	-	-
	6034	<i>Fragilaria construens</i> f. <i>construens</i>	1,4	3	2,3	2	12	-	-	-	-	-
	6828	<i>Fragilaria construens</i> f. <i>venter</i>	-	-	2,3	2	12	-	-	-	-	-
	6400	<i>Fragilaria elliptica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	6403	<i>Fragilaria lapponica</i>	-	-	-	-	-	2,5	-	-	11	-
	16593	<i>Fragilaria leptostauron</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	6774	<i>Fragilaria leptostauron</i> var. <i>dubia</i>	-	-	-	-	12	4,18	-	-	-	-
	6076	<i>Fragilaria leptostauron</i> var. <i>leptostauron</i>	-	-	2,0	1	12	-	-	-	-	-
	16669	<i>Fragilaria martyi</i>	-	-	-	-	-	3,98	-	-	-	-
	6237	<i>Fragilaria parasitica</i> var. <i>parasitica</i>	2,2	3	2,3	3	-	3,28	4,0	2	-	-
	36086	<i>Fragilaria pinnata</i>	1,4	3	2,2	1	12	2,57	-	-	-	-
	6078	<i>Fragilaria pinnata</i> var. <i>pinnata</i>	1,4	3	2,2	1	12	2,57	-	-	-	-
	6407	<i>Fragilaria pseudoconstruens</i>	-	-	-	-	ja	-	-	-	-	-
	16790	<i>Fragilaria construens</i> f. <i>subsalina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.2.8	36274	<i>Fragilaria amphicephalooides</i>	1,0	5	0,9	2	ja	0,51	1,6	2	ja	-
	26372	<i>Fragilaria austriaca</i>	1,0	5	0,5	4	ja	0,98	2,5	1	ja	-
	16570	<i>Fragilaria capucina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	6033	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>capucina</i>	-	-	1,8	2	12	3,79	4,5	3	-	1,1
	6186	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>vaucheriae</i>	2,5	2	1,8	1	-	5,33	5,0	3	-	ja
	16996	<i>Fragilaria vaucheriae</i>	2,5	2	1,8	1	-	5,33	5,0	3	-	ja
	6399	<i>Fragilaria delicatissima</i>	1,0	5	1,4	2	ja	0,9	2,0	2	ja	-
	36082	<i>Fragilaria famelica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	16995	<i>Fragilaria gracilis</i>	1,3	4	1,1	2	ja	-	-	-	-	-
	36266	<i>Fragilaria pararumpens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	26385	<i>Fragilaria pectinalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	26374	<i>Fragilaria perminuta</i>	1,5	3	2,1	4	-	-	4,2	2	-	1,1
	36259	<i>F. radians</i>	-	-	2,0	2	12	0,38	-	-	11	-
	36260	<i>Fragilaria recapitellata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	26375	<i>Fragilaria rumpens</i>	1,6	3	1,0	2	ja	4,12	-	-	-	-
3.2.9	26422	<i>Gomphonema olivaceolacuum</i>	1,9	4	1,9	3	-	4,23	4,5	3	-	1,1
	36093	<i>Gomphonema olivaceum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	16254	<i>Gomphonema olivaceum</i> var. <i>balticum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	16255	<i>Gomphonema olivaceum</i> var. <i>calcareum</i>	-	-	1,8	3	-	-	-	-	-	-
	6432	<i>Gomphonema olivaceum</i> var. <i>olivaceolacuum</i>	1,9	4	1,9	3	-	4,23	4,5	3	-	1,1
	6867	<i>Gomphonema olivaceum</i> var. <i>olivaceum</i>	2,1	4	2,9	1	12	4,3	4,1	2	-	ja
	36275	<i>Gomphonema olivaceoides</i>	1,5	3	1,5	2	ja	0,98	2,5	1	ja	-
	-	<i>Gomphonema calcareum</i>	Nicht in PHYLIB enthalten,									
-		<i>Gomphonema balticum</i>	Nicht in PHYLIB enthalten,									

Tab. 28 (Fortsetzung), III von III

Kap.	DV-Nr.	TAXON	S	g	T	g	RA	TiN	TiS	gS	A	C
3.2.10	26404	Gomphonema angustivalva	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	36095	Gomphonema pumilum	1,6	3	1,1	1	ja	2,75	4,3	2	-	1.1
	6437	Gomphonema pumilum var. pumilum	1,6	3	1,1	1	ja	2,75	4,3	2	-	1.1
	26430	Gomphonema pumilum var. rigidum	1,6	3	1,1	1	ja	2,75	4,3	2	-	1.1
	26429	Gomphonema pumilum var. elegans	1,6	3	1,1	1	ja	2,75	4,3	2	-	1.1
	36276	Gomphonema elegantissimum	1,6	3	1,1	1	ja	2,75	4,3	2	-	1.1
	16661	Gomphonema lacus-vulcani	-	-	-	-	ja	-	-	-	-	-
	26420	Gomphonema micropumilum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	16559	Gomphonema minusculum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	6912	Gomphonema minutum	2,0	5	2,2	1	-	4,23	4,5	3	-	ja
3.2.11	6911	Gomphonema pseudotenellum	-	-	-	-	-	0,66	2,0	2	-	-
	26469	Mayamaea atomus var. atomus	3,4	2	2,8	3	-	4,74	-	-	-	ja
	26472	Mayamaea atomus var. permitis	3,4	2	3,1	4	-	5,74	-	-	-	ja
	26470	Mayamaea atomus var. alcimonica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.2.12	26463	Mayamaea agrestis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	6889	Navicula cryptotenella	1,5	2	2,3	1	ja	-	-	-	-	-
	16307	Navicula cryptotenelloides	-	-	-	-	-	1,37	-	-	-	11
	16653	Navicula antonii	2,2	2	2,1	2	-	3,04	4	2	-	ja
	36125	Navicula menisculus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.2.13	16897	Navicula upsaliensis	-	-	2,9	2	-	4	-	-	-	11
	6511	Navicula lundii	-	-	-	-	ja	-	-	-	-	-
	6890	Navicula veneta	3,3	2	3,5	5	-	-	-	-	-	ja
	6917	Navicula exilis	1,1	4	2,0	1	ja	0,66	2,0	2	-	-
3.2.14	36114	Navicula cryptocephala	2,5	2	3,5	4	-	3,0	4,9	3	-	11
	6221	Navicula reichardtiana var. reichardtiana	2,1	4	2,3	1	-	3,51	4,3	2	-	1.1
	16596	Navicula caterva	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,7
	16584	Navicula moskalii	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.2.15	26612	Navicula associata	-	-	2,3	1	-	-	4,3	2	-	-
	36154	Nitzschia fonticola	2,1	4	-	-	-	3,72	4,5	3	-	ja
	6025	Nitzschia fonticola var. fonticola	2,1	4	-	-	-	3,72	4,5	3	-	ja
	36155	Nitzschia frustulum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	6597	Nitzschia lacuum	1,2	4	1,2	1	ja	1,27	-	-	-	-

Labor 28 identifizierte zum Beispiel 50 % *Achnanthidium minutissimum* (DV-Nr. 26060), die keine Indikatorwerte in der Phylib-Software aufweist (was verständlich ist, weil dies eine Sammelgruppe bezeichnet). Im Begleitbrief der verschickten Dauerpräparate wurde ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Nominatvarietät in der DV-Liste 2011 NICHT durch das Weglassen der Varietät beschrieben wird, d.h. wir müssen davon ausgehen, dass Teilnehmer/in 28 nicht sicher war, um welche Varietät es sich in der Probe handelte. Außerdem fand Labor 28 *Achnanthidium pyrenaicum* nicht (siehe Kap. 3.2.1). Entsprechend deutlich beeinflusste die unterschiedliche Taxonomie die Bewertung der Wasserqualität.

### 3.3.3 Vergleich der Zählergebnisse nach der neuen (2012) und alten (2007) Taxonomie

Die drei Referenzzähler und 13 Teilnehmer reichten ihre Zählergebnisse für alle vier Proben des Ringtests sowohl entsprechend der alten Taxonomie, d.h. vor allem nach Krammer und Lange-Bertalot (1986-2004) entsprechend der älteren deutschen Handlungsanweisungen (Schaumburg et al. 2006 & 2007), als auch entsprechend der neueren Taxonomie ein, d.h. vor allem nach Hofmann et al. (2011), so wie es die neuen Handlungsanweisungen vorschreiben (Schaumburg et al. 2011a, b & 2012).

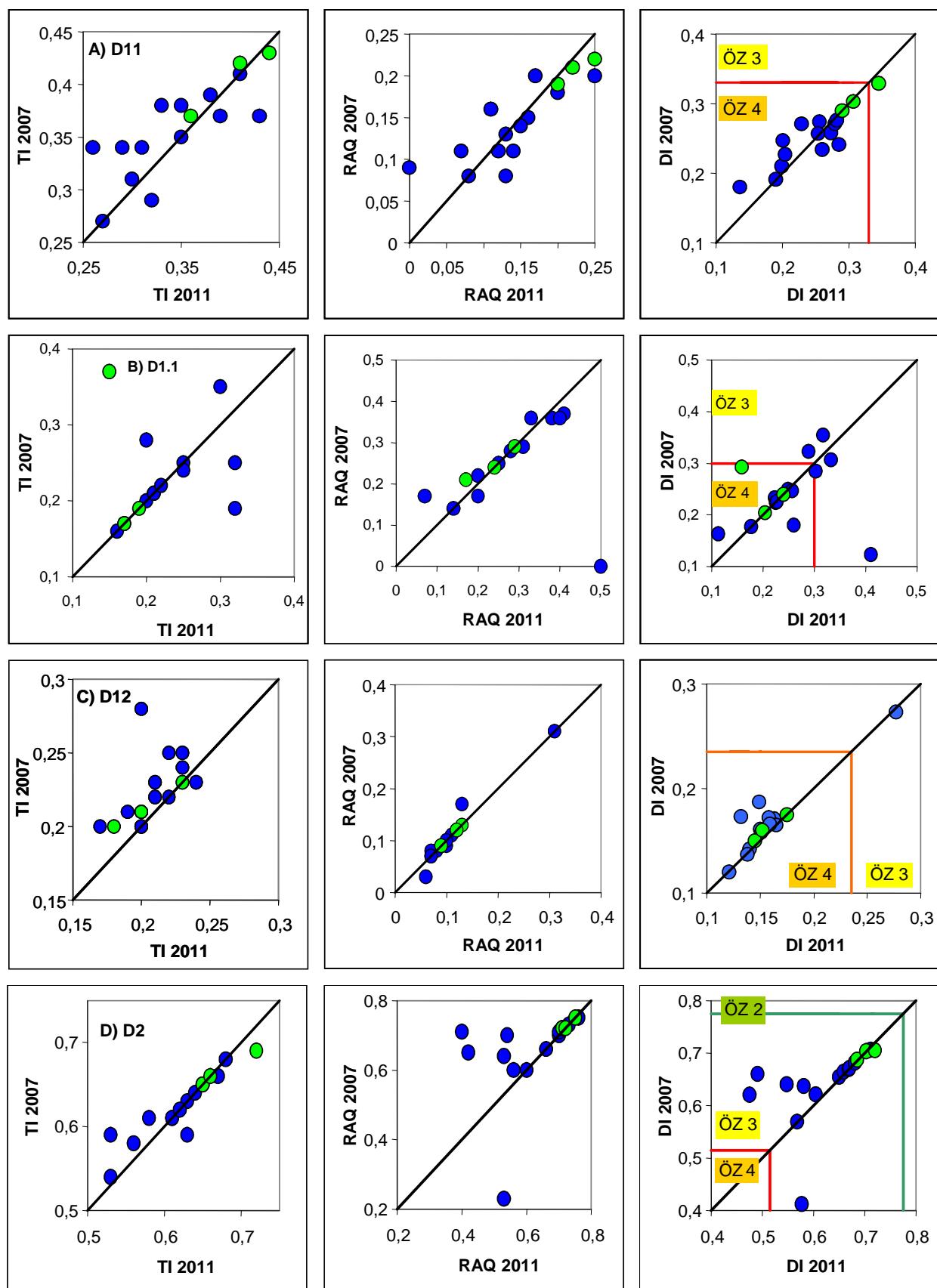
Die Ergebnisse der Phylib-Indexe Referenzarten (RAQ), Trophe-Index (TI) und Diatomeenindex (DI), auf welchen die ökologische Bewertung beruht, sind nicht immer identisch zwischen der alten (2007) und neuen (2011) Taxonomie *derselben* Teilnehmer oder Referenzzähler (Abb. 91). So identifizierte zum Beispiel ein/e Referenzzähler/in 7 % *Amphora indistincta* und 1% *Amphora pediculus* nach der neuen Bestimmungsliteratur (siehe auch Kap. 3.2.2) und 9 % *Amphora pediculus* nach der alten Bestimmungsliteratur in Probe D 11. *Amphora indistincta* war in der alten Bestimmungsliteratur noch nicht beschrieben. *Amphora indistincta* besitzt noch keine Indikatorwerte, während *Amphora pediculus* mit einem Trophe-Wert von 2,89 (Tab. 28) in die ökologische Bewertung einging. Dementsprechend sollte der Eichdatensatz der Phylib-Indexe noch einmal anhand der neuen Taxonomie gezählt werden, um das volle Potenzial der Diatomeen als Bioindikatoren auszuschöpfen und die Genauigkeit dieses Werkzeuges zu verbessern. Relativ neu beschriebene Arten müssen mit Indikatorwerten in die Bewertung eingehen, vor allem die recht häufigen Taxa, wie zum Beispiel *Amphora indistincta*, *Amphora minutissima* oder *Navicula lacuum*.

Diese Ergebnisse betonen auch noch einmal die Notwendigkeit den Zusatz „cf.“ zu benutzen, wenn ein Taxon der Artbeschreibung nicht vollständig entspricht (siehe Kap. 5). Ein Zählergebnis, welches *Amphora pediculus* enthält, kann nicht rückwirkend *Amphora indistincta* zugeordnet werden, wenn kein „cf.“ genutzt wurde und das Taxon nicht mit einem Foto und einer Kurzbeschreibung dokumentiert wurde. Die Information geht verloren und die Bewertung wird zugunsten der Ökologie von *Amphora pediculus* beeinflusst (siehe auch Hofmann et al. 2011, S. 97).

Ein weiteres Beispiel von deutlich unterschiedlicher Bewertung der Wasserqualität nach neuer und alter Taxonomie (Abb. 91) liegt in *Achnanthidium eutrophilum* begründet. Labor 3 identifizierte in Probe D 2 zu 29 % *Achnanthidium minutissimum* var. *minutissimum* (welche eine relative gute Wasserqualität anzeigt, siehe Tab. 28) und 12 % *Achnanthidium*

*eutrophilum* (ohne Indikatorwerte) entsprechend der neuen Taxonomie und 42 % *Achnanthes minutissima*-Sippen (ohne Indikatorwerte) nach der alten Taxonomie. Ähnlich wie *Amphora indistincta* ist *Achnanthidium eutrophilum* recht häufig (siehe z.B. Seite 80 in Hofmann et al. 2011). Dieses Taxon war nach der alten Bestimmungsliteratur Teil der *Achnanthes minutissima*-Sippe, aber wurde nicht weiter differenziert. Es wurde mit *Achnanthes minutissima* var. "Sippe mit rhombisch-lanzettlichen Schalen" beschriftet (Tafel 32, Abbildungen 57-61, Seite 312 in Krammer & Lange-Bertalot 2004). D.h. die neue Taxonomie unterscheidet die Diatomeentaxa detaillierter, was potenziell die Genauigkeit der Bewertung der Wasserqualität erhöht, da *A. eutrophilum* eutrophe bis polytrophe Gewässer anzeigt (Hofmann et al. 2011). Allerdings besitzt *A. eutrophilum* noch keine Indikatorwerte in der Phylib-Software. Auch dies ein weitere Hinweis darauf, dass eine Neuzählung des Eichdatensatzes entsprechend der neuen Taxonomie essentiell ist, um das Potenzial, dass Diatomeen als Bioindikatoren haben, voll auszuschöpfen.

**Abb. 91** (folgende Seite): Phylib-Indexe nach der alten (2007) und neuen (2011) Taxonomie der Proben A) Krossinsee (Probe D 11), B) Genfer See (Probe D 1.1), C) Klepelshagener Bach (Probe D 12) und D) der Drau (Probe D 2). TI= Tropheindex für Seen und Fließgewässer (A-D), RAQ = Referenzartenquotient für Seen (A-B) und Artzusammensetzung und Abundanz für Fließgewässer (C-D), DI = Diatomeenindex (A-D), ÖZ = ökologische Zustandsklasse; durchgezogene Linie: 1:1 Linie. Kreise auf der 1:1 Line zeigen identische Ergebnisse mit beiden Taxonomien an. Blaue Kreise = Teilnehmer, grüne Kreise = Referenzzählern. Für weitere Informationen siehe Text.



## 4. Qualitätssicherungen von Diatomeen-Zählungen in Europa

Derzeit gibt es keinen gemeinsamen europäischen Standard für Qualitätssicherung und Qualitätskontrolle bzw. Qualitätsmanagement (QS/QM) von Diatomeenzählungen in den verschiedenen EU-Ländern, auch wenn momentan europäische Standards entwickelt werden, die hoffentlich die derzeitigen Bemühungen vereinheitlichen und zukünftig testen. Stattdessen hat jedes Land unterschiedliche Ansätze zur QS/QM von Diatomeenzählungen, die im Biomonitoring genutzt werden. Diese Ansätze sind sehr unterschiedlich (Tab. 29), obwohl frühere Untersuchungen gezeigt haben, dass nur einheitliche QS/QM Methoden zur Überprüfung der Diatomeen-Bestimmung zwischen den Ländern auch zu einer Vergleichbarkeit der Zählergebnisse über Ländergrenzen hinweg führt (Kahlert et al. 2009, Kelly et al. 2012). Das führt sogar dazu, dass man gezwungen ist, Arten auf Gattungsebene zusammenzufassen, wenn man mit Zähldaten aus verschiedenen Ländern arbeitet, um eine Vergleichbarkeit der Zähldaten derselben Taxa zu gewährleisten (z.B. Vyverman et al. 2007).

Die folgende Zusammenstellung über die Qualitätskontrolle von Diatomeen-Zählergebnissen in Europa ist so vollständig wie möglich. Alle Länder hatten die Möglichkeit auf die Abfrage zu antworten und 15 Länder haben diese Möglichkeit genutzt. Die vorliegende Zusammenstellung ist vermutlich unvollständig, da viele Fachleute feststellten, dass in jedem Land auf verschiedenen Ebenen mit Diatomeen gearbeitet wird und unterschiedliche Behörden, Institute oder Umweltbüros für verschiedene Monitoring-Arbeiten oder Forschungsarbeiten zuständig sind und es dadurch nicht einfach ist einen vollständigen und einheitlichen Überblick zu bekommen. Außerdem wird die Nutzung von Diatomeen für Gewässermonitoring in vielen Ländern derzeit ausgeweitet, so dass viele Antworten auf die Abfrage aus den Jahren 2012 und 2014 bis zur Veröffentlichung dieses Berichts schon veraltet sein können. Trotzdem ist dies die erste Übersicht zur Qualitätskontrolle von Diatomeen-Zählergebnissen und liefert deshalb die Möglichkeit die verschiedenen Ansätze in den unterschiedlichen Ländern miteinander zu vergleichen.

Diatomeen werden in jedem Land bei regionalen und nationalen Monitoring-Arbeiten auf verschiedenen Ebenen gezählt; von örtlichen Behörden, Umweltbüros und verschiedenen Instituten mit zusätzlichen Zählungen für angewandte Forschungsprojekte vom Behörden, für Kooperationen mit Forschungsinstituten und nicht zuletzt für reine Forschungsprojekte an den

Universitäten. Die Anzahl an gezählten Proben pro Land und Jahr ist sehr unterschiedlich von “einigen Tausend” in Großbritannien, Deutschland und Spanien bis ungefähr einhundert Proben pro Jahr in Estland. Die meisten Länder melden jedoch wenigstens einige Hundert Proben pro Jahr für die Routineüberwachung verschiedener Gewässer. Die Anzahl gezählter Proben für die verschiedenen Forschungsprojekte variiert deutlich von Jahr zu Jahr. In 14 der 15 Länder, die auf diese Abfrage geantwortet haben, sind Diatomeenzählungen nach EU-Standards (z.B. EN 13946 und EN 14407) Teil der Monitoring-Programme. Nur in Tschechien wird das gesamte Periphyton genutzt und in diesem Fall werden Diatomeen nicht gezählt, sondern anhand eines halb-quantitativen Maßstabs bewertet. Allerdings werden auch in Tschechien in drei internationalen Monitoring-Projekten Diatomeen entsprechend der EU-Standards gezählt.

Bezüglich der Diatomeen-Zählungen und der Personen bzw. Einrichtungen, die Diatomeenproben zählen, gibt es große Unterschiede zwischen den Ländern. Normalerweise werden Diatomeen von verschiedenen Personen gezählt, die bei Zentralbehörden arbeiten, zum Beispiel nationalen Wasserämtern oder regionalen Wasserbehörden, oder auch von Personen aus Umweltbüros und Wissenschaftlern, manchmal einschließlich Master-Studenten oder Doktoranden. Einige Länder bemühen sich, die Diatomeen nur zentral von einer nationalen Behörde zählen zu lassen, beispielsweise Irland. Andere Länder hingegen engagieren nur Umweltbüros und/oder Wissenschaftler, zum Beispiel Spanien.

Alle Länder haben das Ziel Qualitätskontrollen von Diatomeen-Zählungen zu gewährleisten, aber auch diese Methoden sind wieder sehr unterschiedlich. In den meisten Ländern gibt es eine zentrale Wasserbehörde, die offiziell für die Qualitätssicherung (QS) von Diatomeenzählungen zuständig ist. In einigen Ländern verlangt die verantwortliche Behörde, dass Diatomeen eines Monitoring-Programms nur von akkreditierten Laboren analysiert werden dürfen, allerdings ist der Inhalt dieser offiziellen Diatomeen-Akkreditierung sehr unterschiedlich: Die Identifizierung und das Zählen von Diatomeen ist tatsächlich eher selten teil der QS. Stattdessen wird von den Laboren erwartet an Ringtests, Workshops oder Interkalibrierungen teilzunehmen, soweit sie angeboten werden. Die Anforderungen für eine Diatomeen-Akkreditierung in den Niederlanden ist eher die Ausnahme, weil dort die Anzahl der Teilnahmen an Ringtests vorgeschrieben ist (eine pro Jahr). Oft sind nur die Probenahme, Handhabung im Labor und manchmal die Berechnung von Diatomeen-Indizes teil der Akkreditierung, was die größte Quelle für unterschiedliche Ergebnisse außer Acht lässt (die eigentliche Diatomeen-Identifizierung). Gewöhnlich sind nicht alle Labore eines Landes durch QS-Schemata akkreditiert und es steht den entsprechenden Behörden offen, ob sie ein

akkreditiertes Labor nutzen möchten und ob dieses weitere Nachweise oder Leistungen zur QS erbringen müssen. Zum Beispiel verlangen nun viele schwedische Wasserämter den Nachweis, dass man den Nordic-Baltic Network for Benthic Algae in Freshwater (NORBAF; nordisch-baltische Netzwerk für benthische Algen im Süßwasser)-Ringtest bestanden hat, weil das offizielle Akkreditierungsverfahren in Schweden keine QS von Diatomeen-Identifizierungen und -zählungen mit einschließt. Behörden und Diatomologen stimmen darin überein, dass die derzeitigen Akkreditierungsverfahren nicht an biologische Analysen angepasst sind und weiterentwickelt werden müssen, um ein sinnvolles Mittel zur Gewährleistung der Qualitätskontrolle von Diatomeenzählungen zu sein. Alle Länder sind derzeit dabei, diese QS zu entwickeln und sind dabei mit ihren Bemühungen mehr oder weniger weit vorangeschritten. Es wird vermutlich zukünftig öfter offizielle Regeln geben.

Die meisten Länder und auch die meisten Diatomologen haben sowohl die Wichtigkeit der Harmonisierung ihrer Diatomeenzählungen zur Sicherung einer hohen Qualität verstanden, als auch die Wichtigkeit praktikabler Harmonisierungsbestrebungen. Allerdings sind auch diese Bestrebungen wieder sehr unterschiedlich. Die Harmonisierungsbestrebungen reichen von sehr formellen Tests wie z.B. in Italien, wo es sogar zeitliche Vorgaben gibt, bis zu einer Mischung aus Tests, mit eher informellen Treffen und formellen Zertifikaten, für die man bestimmte Ziele erreichen muss, bis hin zu den Ringtests in Großbritannien, bei denen der offizielle Fokus auf reflektierendem Lernen liegt und nicht auf einer Prüfung. Kleinere Länder mit wenigen Experten empfehlen normalerweise die Teilnahme an Ringtests in Nachbarländern, aber viele Länder haben ihre eigenen nationalen Ringtests. Beispiele von Ringtests, die mehrere Länder umfassen sind die Ringtests von Großbritannien, Deutschland und die Niederlande, die offiziell nationale Ringtests sind, aber die auch Teilnehmer von Nachbarländern mit einschließt (Irland nutzt Teilnahmen im Test von Großbritannien und Wallonien den Test der Niederlande). Ein anderes Beispiel ist der NORBAF-Ringtest, an dem Experten aus Schweden, Finnland und den baltischen Staaten teilnehmen.

Ringtests werden oft von einer Wasserbehörde organisiert, aber auch von Privatbüros und Universitäten. Die meisten Ringtests haben wenige Teilnehmer, normalerweise um die fünf. Deutlich mehr Teilnehmer haben die Ringtests Großbritanniens (70) und auch Deutschlands (37), Italiens (32) und der NORBAF-Ringtest (20). In vielen Ländern finden Ringtests jährlich statt, der NORBAF-Ringtest und der tschechische Test alle zwei Jahre. Der Test Großbritanniens verschickt durchgängig ein Dauerpräparat zirka jeden zweiten Monat. Einige Länder berichten, dass bei ihnen bisher ein Test durchgeführt wurde oder dass Ringtests unregelmäßig stattfinden. Normalerweise werden die Ringtests von einer nationalen

Wasserbehörde organisiert. In Großbritannien hingegen wird der Test von einem Fachberater organisiert und der NORBAF-Ringtest von einer Kooperation zwischen einer Universität und einer Fachberaterin.

Auch die Durchführung der Ringtests ist unterschiedlich. Die Anzahl der zu zählenden Proben für einen Ringtest reichen von eine bis fünf. Meistens werden entweder die aufoxidierten Proben zu den Teilnehmer verschickt, die dann selbst Dauerpräparate herstellen müssen oder die Teilnehmer erhalten fertige Dauerpräparate. In zwei Fällen war die Aufbereitung (Oxidation) von Originalproben Teil des Ringtests und in nur einem dieser beiden Fälle war auch die Probenahme Teil des Tests. Das anschließende Auszählen (und Bestimmen) erfolgt auch entsprechend sehr unterschiedlicher Protokolle. Nur in Italien gehört auch die Berechnung von Diatomeen-Indizes zum Test. Manchmal müssen sehr strikte Protokolle eingehalten werden, die sogar zeitliche Vorgaben für einzelne Schritte enthalten, wie im Fall Italiens. In den meisten Fällen haben die Experten jedoch mehr oder weniger unbegrenzt Zeit, um die Probe zu zählen, entsprechend ihrer normalen Laborabläufe in ihrem eigenen Labor, und müssen die Ergebnisse zur Evaluation an einem bestimmten Ort einreichen. In einigen Ländern werden die Proben nicht gezählt, sondern nur die taxonomischen Probleme jeder Probe festgehalten und in einem Treffen diskutiert. Jedoch gehört ein Workshop, auf dem die Ergebnisse eines Ringtests diskutiert werden, nicht zum Test in Großbritannien und Italien.

In irgendeiner Weise muss ein Test die Qualität der Zählungen sicherstellen. Auch dies wird wieder mit unterschiedlichen Methoden gewährleistet. Nur in den Ringtests von NORBAF, Deutschland und Ungarn müssen die Ergebnisse der Teilnehmer den Ergebnissen von Referenzzählern einem festgelegten statistischen Ähnlichkeitsmaß entsprechen, um den Test zu bestehen. Normalerweise gibt es eher informelle Regeln darüber, ab wann ein Diatomologe den Vergleich mit einem Experten "besteht". Für den Großbritannien-Test müssen die Analytiker zum Beispiel eine Reihe von Tests bestehen, bevor sie "akkreditiert" sind. Ziel dieser Tests ist es, einen Wert zu erreichen, der nicht weit entfernt von dem Mittelwert aller Teilnehmer liegt. Allerdings zeigt der vorliegende deutsche Ringtest, dass der Mittelwert aller Teilnehmer nicht notwendigerweise die korrekte Taxonomie wiedergibt. Zum Beispiel haben nur 17 der 37 teilnehmenden Labore *Achnanthidium pyrenaicum* und *Achnanthidium minutissimum* var. *minutissimum* in Probe D 2 in guter Übereinstimmung mit den drei Referenzzählern gezählt (siehe Kap. 3.2.1). Wird das Ziel um einen bestimmten Fehlerwert verfehlt, dann bekommt der Teilnehmer eine "Warnung" oder bei sehr starken Abweichungen eine Empfehlung "zum Handeln". Diese Warnung/Handlungsaufforderung

bedeutet jedoch, dass das entsprechende Labor das Problem in irgendeiner Form selbst lösen soll, aber wie diese Empfehlung umgesetzt wird ist jedem einzelnen Labor selbst überlassen (Kelly 2013). In wieder anderen Ringtests liegt der Fokus mehr auf reflektierendem Lernen und darauf den Teilnehmern ihre Fehler verständlich zu machen und deren Zählen und Identifizieren zu verbessern. In diesen Fällen wird nur gelegentlich ein Zertifikat ausgestellt, welches auch eher die Teilnahme bestätigt als das Bestehen einer bestimmten Vorgabe. Es gab die Information, dass die Regeln nach denen ein Analytiker als "akkreditiert" gilt, nicht oder nicht gut formuliert sind und nur unzufriedenstellend kommuniziert werden. Nicht alle Länder haben auf die Frage geantwortet, was man genau benötigt, um den akkreditierten Status eines Diatomeen-Experten zu erlangen.

Natürlich ist die Wahl des Gutachters oder Experten (oder Gruppe von Experten) sehr wichtig in solch einem Ringtest. Die Taxonomie von Diatomeen ist kompliziert, weil sie stetig neu bewertet wird und es viele problematische Gruppen gibt, für die man in der Praxis eine Einigung festlegen muss, um harmonisierte Ergebnisse zu erhalten. Wahrscheinlich weichen die Meinungen von verschiedenen Experten über solche Problemgruppen stark voneinander ab und es ist ein sensibles Thema. Zusätzlich zählen die meisten Experten gleichzeitig selbst Proben für verschiedene Projekte und werden oft von den Wasserämtern finanziert, d.h. sie müssen sich selbst ebenfalls evaluieren. Großbritannien löste dieses Problem, indem sie die Experten des Landes mit der größten Erfahrung wählten, die sich nun mit der Verantwortung für verschiedene Präparate abwechseln. Außerdem nutzen sie für jede Probe mehrere Experten, um die natürliche- und die Experten-Variabilität einer Probe zu erhalten. Die nordischen Länder des NORBAF-Tests haben eine kleine Anzahl an Experten und haben sich deshalb für den Ringtest auf zwei Referenzzähler geeinigt. In anderen Ländern wird der jeweilige Experte von der verantwortlichen Behörde ausgesucht. Wieder andere Harmonisierungsübungen werden hauptsächlich als gemeinsame Diskussion durchgeführt, ohne einen ausdrücklichen Experten.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass QS von Diatomeen-Identifizierungen und -zählungen noch in den Kinderschuhen steckt und QS innerhalb Europas noch überhaupt nicht einheitlich abläuft. Es besteht das Risiko, dass Länder mit formal niedrigen Anforderungen für einen Diatomeen-Analysten die Aufträge an die billigsten Anbieter vergeben, wobei die Gefahr besteht, die Person mit der geringsten Qualifikation zu engagieren, was wiederum zu einer schlechten Datenqualität führt. Ein zweites großes Problem ist, dass Länder, die ihre Daten von verschiedenen Analysten erhalten (wie das in fast allen Ländern der Fall ist), möglicherweise stark uneinheitliche Daten bekommen, welche sich nicht in einen nationalen

Datensatz vereinen oder miteinander vergleichen lassen. Dies trifft in jedem Falle schon derzeit zu, wenn man versucht Daten aus unterschiedlichen EU-Ländern zu vergleichen. Deshalb ist es notwendig, fest vereinbarte EU-Standards für die QS von Diatomeen-Identifikation und -zählungen zu haben, an die sich möglichst alle Labore, sowohl öffentliche als auch private, halten bzw. die zumindest in all den Fällen, in denen Proben zur Routineüberwachung und für Forschungsprojekte gezählt werden, eingehalten werden.

**Tab. 29:** Übersicht über unterschiedliche Qualitätssicherungen und Qualitätskontrollen bzw. das Management (QS/QM) von Diatomeenzählungen für Biomonitoring in den verschiedenen EU-Ländern. Die Daten wurden anhand von zwei Anfragen aus den Jahren 2012 und 2014 erhoben. Es muss beachtet werden, dass einige Antworten bis zur Veröffentlichung des Berichts veraltet sein können. UK = Vereinigtes Königreich Großbritannien und Nordirland. Tsch.R. = Tschechische Republik. SE = Schweden, FIN = Finnland, NORBAF = Nordic-Baltic Network for Benthic Algae in Freshwater (Nordisch-baltisches Netzwerk für benthische Algen im Süßwasser). Die Zahlen in der ersten Spalte stehen für folgende Daten oder Fragen:

- 1 Land
- 2 Welche Diatomeenproben werden gezählt: aus nationalen Monitoringprogrammen (NM) und / oder regionalen Monitoringprogrammen (RM)?
- 3 Wie viele Proben werden ungefähr jedes Jahr in nationalen Monitoringprogrammen (NM) and regionalen Monitoringprogrammen (RM) gezählt?
- 4 Wer analysiert die Diatomeen: Behörden (B), Fachberater bzw. Umweltbüros (F), Wissenschaftler (W) oder eine Kombination der drei und welche Kombination?
- 5 Gibt es einen Ringtest oder Ähnliches, um die Qualität von Diatomeen-Identifikationen zu gewährleisten?
- 6 Falls ja (Frage 5), wie oft?
- 7 Wer organisiert die Ringtests oder Workshops: Behörden (B), Fachberater bzw. Umweltbüros (F), Wissenschaftler (W) oder eine Kombination dieser und welche Kombination?
- 8 Wie viele Diatomologen nehmen an den Ringtests oder Workshops teil?
- 9 Sind Diatomeenproben zu zählen?
- 10 Ist die Diatomeen-Probennahme Teil vom Ringtest oder Workshop?
- 11 Ist die Probenoxidation teil vom Ringtest oder Workshop?
- 12 Ist die Herstellung von Dauerpräparaten teil des Ringtests oder Workshops?
- 13 Anzahl der Proben?
- 14 Gibt es einen Workshop?
- 15 Gibt es Zertifikate?
- 16 Was folgt aus dem Workshop (d.h. gibt es ein schriftliches Ergebnis)?
- 17 Wie viel kostet eine Teilnahme?
- 18 Wird die Qualität protokolliert, d.h. gibt es eine Anforderung, die ein Diatomeen-Experte erfüllen muss, um ein ausgewiesener Experte zu sein?
- 19 Gibt es Referenzzähler beim Ringtest?

Tab. 29

1	UK	Deutschland	Niederlande	Flandern	Wallonien	SE (NORBAF)	Ungarn	Estland	FIN (NORBAF)	Tsch.R.	Frankreich	Italien	Portugal	Irland	Spanien	Österreich
2	NM, RM	NM, RM	NM, RM	NM, RM	NM	NM, RM	NM, RM	NM	NM, RM	NM	NM	NM, RM	RM	NM, RM	NM, RM	NM
3	>1000	>>1000	900	380	150	~200	~500	100	450	>360	~2000	>800	~400*15	250	>>1000	>200
4	B, F	B, F, W	B, F, W	B	B, F	B, F, W	B, W	W	F, W	B, W	B, F, W	B, W	B, F, W	B	F, W	F
5	ja	ja	ja	nein *1	ja	ja	ja	nein *2	ja *14	nein	ja *3	ja *4	nein	*5	nein	ja
6	jährlich *10	jedes 2. Jahr	jährlich *13		jährlich	jedes 2. Jahr	jedes 4. Jahr		jedes 2. Jahr		jährlich	hin und wieder		jährlich		jedes 3. Jahr
7	F	B, W	B	B *1	B	F, W	B		F, W		B, W	B				B
8	50-60	30-40	10			15-20	7		15-20		15	32				5-6
9	ja	ja	ja		ja	ja	ja		ja		ja	ja				ja
10	nein	nein	nein			nein	nein		nein		ja	nein				nein
11	nein	nein	nein			nein	ja		nein		ja	nein				nein
12	nein	nein	ja			ja	ja		ja		ja	Nein				nein
13	5	2-4	1			3-5	2		3-5		1-3	1				5-7
14	nein *11	ja	nein *6		ja	ja	ja		ja		nein	ja				nein
15	nein	ja	nein			ja	ja		ja		nein	ja				nein
16	Bericht	Bericht *7	Bericht			Bericht *7	Bericht		Bericht *7		Bericht	Bericht				*16
17	£300	300 €	550 €			300 € *8	100 €		300 € *8			kostenlos				
18	ja *12	ja	ja	nein	ja	ja	ja	nein	ja	nein	ja	ja	nein	nein		ja
19	ja *9	ja	nein	nein		ja	ja		ja	nein	ja					ja

Erläuterungen zu Tab. 29:

- \*1 Die Regierung von Flandern plant die zukünftige Organisation eines Ringtests. Einige Diatomologen aus Flandern nehmen an Ringtests anderer (Nachbar-) Länder teil
- \*2 Wir versuchen an internationalen Ringversuchen teilzunehmen
- \*3 jährliche Ringtests für regionale Behörden, in naher Zukunft betreffen diese auch Fachberater bzw. Umweltbüros
- \*4 im Jahr 2011 gab es einen nationalen Interkalibrierungsprozess zwischen den Agenturen durch ISS (Superior Institute of Sanity) ISPRA Kreise, von Zählungen und die Anwendung des ICMi (Intercalibration Common Metric Index)-Protokolls
- \*5 manche Diatomologen aus Irland nutzen die Ringtests andere Länder (Großbritannien, Deutschland und Schweden)
- \*6 ist in Zukunft geplant
- \*7 manchmal auch wissenschaftliche Veröffentlichungen
- \*8 ohne den Workshop
- \*9 eine Gruppe von sechs “Experten” und neun “Mentoren”
- \*10 fünf Dauerpräparate pro Jahr über das Jahr verteilt, d.h. ungefähr jeden zweiten Monat
- \*11 aber parallel zum Ringtests laufen eine Reihe von Lehrwerkstätten (Workshops), die oft auf den Ringtest abgestimmt werden
- \*12 der Ringtest ist Teil eines weiter gefassten Akkreditierungsverfahrens für Behördenmitarbeiter
- \*13 ab 2014 alle zwei Jahre
- \*14 nehmen am NORBAF-Test teil
- \*15 diese Abschätzung basiert auf der Anzahl von verfügbaren Monitoring Probestellen, die während der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie durch das nationale Wasserinstitut festgelegt wurden
- \*16 unveröffentlichte, interne Information

## 5. Zum Umgang mit taxonomischen Unklarheiten („cf.“, „aff.“, „spec.“)

Eines der wesentlichen die Qualität von Diatomeen-Zählergebnissen bestimmenden Probleme, die im Rahmen dieses Ringtests unter anderem beispielsweise bei den kleinen *Amphora*-Arten (siehe Kap. 3.2.2), den Varietäten von *Cocconeis placentula* (siehe Kap. 3.2.3) oder verschiedenen *Navicula*-Taxa (siehe Kap. 3.2.12 und 3.2.14) offensichtlich wurden, stellt die Frage dar, wie bei Diatomeen-Zählungen in der Praxis mit dem Vorkommen von Schalen umgegangen werden muss, deren Merkmale sich nicht exakt mit den Angaben in der vorhandenen Literatur decken, also solchen Schalen, die von den jeweiligen Beschreibungen mehr oder weniger stark abweichen und die dementsprechend nicht sicher zu bestimmen sind.

Um die Unsicherheit der jeweiligen Bestimmung zum Ausdruck zu bringen werden solche Schalen mit den Zusätzen „spec.“ (species indeterminata; es handelt sich um eine konkrete Art, die aber nicht weiter als bis zur Gattung benannt werden kann), „aff.“ (species affinis; die Art ist eng verwandt mit der genannten Art, ist aber nicht identisch mit dieser, kann aber nicht genauer bezeichnet werden) oder „cf.“ (confer; vergleiche; die Art weicht in einigen Merkmalen von der genannten Art ab, ist aber wahrscheinlich identisch mit der genannten Art, kann aber nicht sicher benannt werden) bezeichnet. Wird dies in der Praxis nicht so gehandhabt, also für Diatomeen-Schalen mit abweichenden Merkmalen Artnamen ohne diese Zusätze verwendet, wird letztlich eine sichere Bestimmung zugrunde gelegt bzw. „vorgetäuscht“, was wiederum eine Vergleichbarkeit von Diatomeen-Zählergebnissen von verschiedenen Autoren erschwert bzw. unmöglich macht.

Gewöhnlich stellen Artbezeichnungen in Diatomeen-Zählergebnissen mit den Zusätzen „spec.“, „aff.“ und „cf.“ kein Problem dar und zeugen wohl eher von einer sorgfältigen Vorgehensweise bei der Bestimmung. In diesem Zusammenhang stellt sich jedoch die Tatsache, dass nach der deutschen Handlungsanweisung (Schaumburg et al. 2011b, 2012) das Bewertungsergebnis einer Diatomeen-Probe mit einem Anteil von mehr als 5 % Taxa, die nicht sicher bestimmt wurden, also mit „cf.“, „aff.“ oder „spec.“ bezeichnet wurden, als unsicher gilt, als besonders problematisch dar. Es kann – wie nach Angaben mehrere Ringtestteilnehmer in der Praxis in Deutschland teilweise üblich – dazu kommen, dass unsicher bestimmte Taxa letztlich für die ökologische Bewertung unter einem Namen zusammengefasst werden (Vermeidung der Bezeichnung „spec.“, „cf.“ bzw. „aff.“), um eine scheinbar sichere ökologische Bewertung der jeweiligen Probe zu ermöglichen, ohne diese Diatomeen-Taxa bzw. Schalen ausreichend und nachvollziehbar zu dokumentieren. Letztlich

kann diese Problematik auch ein psychologisches Problem darstellen, denn wer immer „gute und saubere Ergebnisse“ liefert und scheinbar alle oder fast alle Diatomeen in einer Probe sicher und ohne Probleme bestimmen kann, könnte bei der Vergabe weiterer Aufträge eventuell bessere Aussichten haben. Es besteht theoretisch also durchaus die Möglichkeit, dass sich in der Praxis von Diatomeen-Zählungen die Anzahl der nicht sicher bestimmten Diatomeen-Taxa eventuell als vermeintliches Qualitätsmerkmal einschleicht.

Bedeutend ist hierbei, dass Bestimmungsunsicherheiten bei Diatomeen verschiedene Ursachen haben können, wobei in vielen Fällen nicht Unkenntnis oder mangelnde Erfahrung im Zählen von Diatomeen zu den Unsicherheiten geführt hat. Wie anhand der Ergebnisse des Ringtests gezeigt werden konnte, können unter anderem missverständliche Artbeschreibungen und größere morphologische Spektren einzelner Diatomeen-Taxa, als in der beschreibenden Literatur angenommen wurde (siehe z.B. Kap. 3.2.2; 3.2.3 und 3.2.12), oder auch das Vorkommen von bisher wissenschaftlich nicht beschriebenen Taxa (siehe Kap. 3.2.10) zu Bestimmungsunsicherheiten führen. Um bei Diatomeen-Zählergebnissen klar zum Ausdruck zu bringen, was in einer Probe gefunden wurde, sollten eben auch im jeweiligen Fall Bestimmungsunsicherheiten durch Nutzung der Zusätze „spec.“, „cf.“ bzw. „aff.“ zum Ausdruck gebracht werden. Hierbei ist es jedoch notwendig, die Gründe für die jeweiligen Bestimmungsunsicherheiten möglichst kurz zu erläutern und die jeweiligen Diatomeen-Schalen bzw. Taxa fotografisch zu dokumentieren. Nur so kann eine Vergleichbarkeit und auch eine spätere Korrekturen von Diatomeen-Zählergebnissen gewährleistet werden. Beispielsweise wurde *Navicula lacuum* – obwohl in verschiedenen Regionen durchaus häufig vorkommend (Hofmann et al. 2011) – erst im Jahr 2009 beschrieben. Einige Diatomologen nannten die Schalen dieser Art zuvor *Navicula cf. seibigiana*, andere *Navicula cf. wiesneri*. Wieder andere nannten sie vor 2009 *Navicula seibigiana* um so auch die Bezeichnung „cf.“ oder „aff.“ zu vermeiden. Nur in den ersten beiden Fällen ist eine spätere Überprüfung bzw. Korrektur der Zählergebnisse ohne weiteres mit wenig Aufwand möglich. Im dritten Fall (Bezeichnung *Navicula seibigiana*) ist die Information verloren und eine Vergleichbarkeit zum Beispiel mit jüngeren Zählergebnissen oder von Ergebnissen unterschiedlicher Diatomologen ohne weiteres nicht mehr möglich.

Für das Verfahren, welches in Deutschland im Rahmen der Wasserrahmenrichtlinie genutzt wird (Schaumburg et al. 2011b, 2012), kann es in der Praxis unter Umständen sinnvoll sein, für die eigentliche Berechnung, also die ökologische Bewertung anhand der Diatomeen-Ergebnisse, die nicht sicher bestimmten Taxa mit den jeweils sicher bestimmten zusammenzufassen, um eine „sichere“ Bewertung zu ermöglichen. Hierbei sollte jedoch

darauf geachtet werden, dass später nachvollzogen werden kann, wie das im Detail durchgeführt wurde.

Um dieses Problem letztlich in der Praxis besser in den Griff zu bekommen, wäre es durchaus sinnvoll, die oben genannte 5 %-Grenze der nicht sicher bestimmten Diatomeen abzuschaffen. Anstelle dessen wäre als Sicherungskriterium für Diatomeen-Ergebnisse beispielsweise eine Mindestanzahl bzw. ein bestimmter relativer Anteil an indikativen Taxa in einer Probe besser geeignet (Werner & Dreßler 2007). In diesem Zusammenhang muss darauf hingewiesen werden, dass ein wie oben vorgeschlagenes Kriterium basierend auf dem Anteil der Summe der indikativen Taxa mittlerweile im deutschen Bewertungsverfahren für Seen (Schaumburg et al. 2011b) als zusätzliches Kriterium in die Bewertung einfließt. Jedoch wurde gleichzeitig die 5 %-Grenze der nicht sicher bestimmten Diatomeen beibehalten, was dazu führt, dass viele Proben deswegen ein „unsicheres“ Bewertungsergebnis liefern, obwohl beispielsweise die Anzahl der indikativen Taxa immer noch relativ hoch sein kann, was demgegenüber eine gute Absicherung eines Bewertungsergebnisses darstellen würde.

## 6. Messungen der Streifendichte bei Diatomeen

Die Streifendichte ist ein wichtiger der zu messenden Parameter für die Unterscheidung von Diatomeen-Taxa (siehe z.B. Kap. 3.2.5 und 3.2.14). Während des im Anschluss an den Ringtest durchgeföhrten Workshops stellte sich heraus, dass es nicht immer ganz klar ist, an welcher Stelle der Schale und in welcher Weise die Streifendichte gemessen werden sollte. Auch die Ergebnisse des Ringtests zeigten bei detaillierter Betrachtung der taxonomischen Einzelfälle die Probleme bzw. den Effekt auf die Diatomeen-Bestimmung durch unterschiedliche Vorgehensweisen bei der Messung der Streifendichte. So ist zum Beispiel die Messung der Streifendichte ein bedeutender Parameter (neben anderen), um *Navicula reichardtiana* und *N. caterva* voneinander zu unterscheiden. In diesem Beispiel kann die unterschiedliche Vorgehensweise bei der Messung der Streifendichte bezüglich der Entscheidung, ob eine Schale als *N. reichardtiana* oder *N. caterva* zu bezeichnen ist, zu unterschiedlichen Ergebnissen führen (siehe Kap. 3.2.14).

Zu einem erheblichen Teil beruht das Problem darauf, dass etwaige Beschreibungen der Methodik der Ermittlung der Streifendichte in der Bestimmungsliteratur nur selten und nicht ausführlich beschrieben sind (siehe dazu jedoch Krammer 1997a, b) und dass es teilweise sogar unterschiedliche Aussagen von verschiedenen Autoren diesbezüglich gibt (Krammer

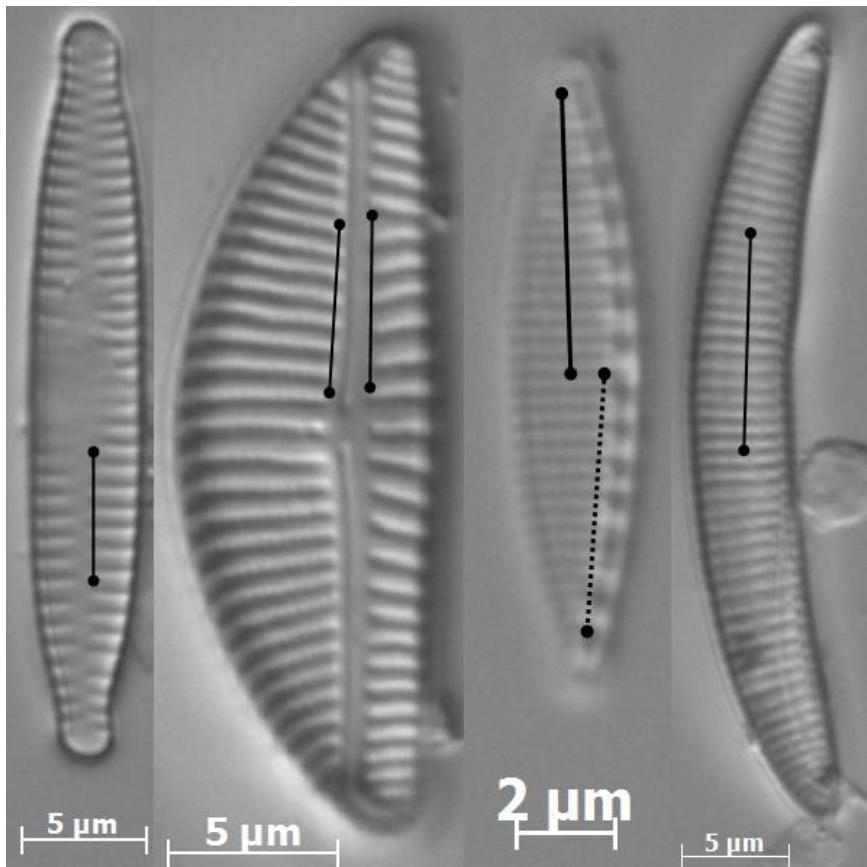
1997a, b). Aus diesem Grund wurden Dr. Kurt Krammer, Prof. Dr. Dr. h.c. Horst Lange-Bertalot und Erwin Reichardt kontaktiert und um detaillierte Instruktionen bzw. Angaben zur Vorgehensweise bei der Messung der Streifendichte gebeten. Jedoch sollte trotzdem noch bedacht werden, dass nicht alle Taxonomen, die Diatomeen-Taxa beschreiben bzw. beschrieben haben, in der hier beschriebenen Art und Weise die Streifendichte ermitteln. Es wird also immer von Fall zu Fall eine gewisse Unsicherheit bestehen bleiben.

Die Streifendichte sollte bei pennaten Diatomeen immer dicht an der Axialarea beginnend am Zentralknoten bzw. an der Zentralarea (wenn vorhanden) gemessen werden (Krammer 1997a, b und pers. Mit. 2012; Lange-Bertalot pers. Mit. 2012; Reichardt 1984 und pers. Mit. 2012) (siehe Abb. 92). Wenn keine Axialarea vorhanden ist (z.B. *Eunotia* oder *Nitzschia*), sollte die Streifendichte in der Mitte der Schale wie in Abb. 92 eingezeichnet, gemessen werden (Lange-Bertalot pers. Mit. 2012). Die Messung der Streifendichte sollte beendet werden, wenn man in einen Bereich mit deutlich zunehmender Streifendichte gelangt. Das bedeutet, dass die Streifendichte in einem Bereich gemessen werden sollte, in dem sie relativ konstant ist (Reichardt pers. Mit. 2012, siehe dazu auch den Kommentar zur Messung der Streifendichte bei *Gomphonema rhombicum* in Reichardt 2007). Dementsprechend ist auch mit der Angabe der Streifendichte in der „dorsalen Mitte der Schale“ beispielsweise für *Cymbopleura* (siehe dazu Krammer 2003) nicht die eigentliche Mitte der Schale gemeint, sondern der in Abb. 92 am Beispiel der *Encyonema*-Schale dargestellte Bereich (Lange-Bertalot pers. Mit. 2012).

Idealerweise sollte der Bereich, in dem die Streifendichte gemessen wird, 10 µm lang sein. Für kleine Diatomeentaxa muss eine kürzere Strecke zum Messen genutzt werden (Krammer und Lange-Bertalot pers. Mit. 2012); hierbei sollten jedoch auch halbe und Viertelstreifen mitgezählt werden (Lange-Bertalot pers. Mit. 2012). Jedoch gibt es bisher keinen einheitlichen Konsens darüber, wie groß die Mess-Strecken, die kleiner als 10 µm sind, sein sollten. Es bleibt also die Frage, ob zum Beispiel 5 µm; 3,3 µm; 2,5 µm oder eine variable Länge gemessen werden sollte. Dies kann wichtig werden, zumal das Endergebnis (Streifenzahl in 10 µm) durchaus leicht unterschiedlich ausfallen kann (siehe z.B. Kap. 3.2.14). Diesbezüglich wird also trotz der detaillierten Angaben in diesem Kapitel eine gewisse Unsicherheit bestehen bleiben.

In vielen Fällen ist es für die Bestimmung ausreichend zu wissen bzw. zu registrieren, dass die Streifenzahl zu den Schalen-Enden hin dichter wird. In vielen Fällen ist es auch allein anhand des lichtmikroskopischen Bildes nicht mehr möglich, die Streifenanzahl an den Enden

einer Schale zu messen (Reichardt pers. Mit. 2012). Wenn weiterhin die Streifendichte zwischen der dorsalen und ventralen Seite der Schale deutlich differiert, sollte sie auf beiden Schalenseiten (dorsal und ventral) gemessen werden (Krammer pers. Mit. 2012), soweit das in der beschreibenden Literatur als wichtiges Kriterium für die Artbestimmung angegeben wird. Dies ist zum Beispiel bei vielen *Amphora*-Taxa ein bedeutender Aspekt (Levkov 2009).



**Abb. 92:** Darstellung der Empfehlungen, in welchen Bereichen der Schalen die Streifendichte (durchgezogene Linien) bzw. die Dichte der Fibulae (gestrichelte Linie) ermittelt werden sollte (Lange-Bertalot pers. Mitteilung 2012). Von links nach rechts: *Fragilaria capucina*, *Encyonema silesiacum*, *Nitzschia fonticola*, *Eunotia bilunaris*. Die Fotos stammen nicht aus den Ringtestproben und wurden nur zur Veranschaulichung genutzt.

## 7. Empfehlungen

### Empfehlungen für Diatomeen-Zählungen im angewandten Bereich

Es hat sich gezeigt, dass es bei Diatomeen-Zählungen in der Praxis unerlässlich ist, alle bekannten Merkmale, d.h. die gesamte Merkmalskombination für die Bestimmung zu nutzen. So können einige der in diesem Ringtest aufgetretenen taxonomischen Probleme weitgehend vermieden werden. Weiterhin ist es notwendig, für vergleichbare Diatomeen-Zählungen auch die gleiche, also die jeweils geforderte Bestimmungsliteratur zu nutzen. Beispielsweise schließt die Bezeichnung *Achnanthes minutissima*-Aggregat basierend auf einer Bestimmung anhand von Krammer & Lange-Bertalot (1986-2004) weitaus mehr Taxa ein, als die Bezeichnung *Achnanthidium minutissimum*-Aggregat basierend auf einer Bestimmung anhand von Hofmann et al. (2011 oder 2013), was dazu führt, dass beide Benennungen nicht vereinfachend gleichgesetzt werden können.

Beim Auftreten von schwer zu bestimmenden oder nicht sicher bestimmten Diatomeen ist es empfehlenswert, die jeweilige Benennung kurz aber detailliert zu erläutern, die jeweiligen Schalen fotografisch ausreichend zu dokumentieren (neben der generellen fotografischen Dokumentation der häufigen Taxa) und die im speziellen Fall genutzte Literatur anzugeben. Beispielsweise ist es ein erheblicher Unterschied, ob für die Bestimmung von Taxa der Gattung *Encyonopsis* ausschließlich Hofmann et al. (2011 oder 2013) oder aber zusätzlich Krammer (1997a, b) genutzt wurde, da in Krammer (1997a, b) deutlich mehr Arten der Gattung *Encyonopsis* aufgeführt sind als in Hofmann et al. (2011 oder 2013).

Um eine spätere Vergleichbarkeit von Diatomeen-Zählergebnissen verschiedener Bearbeiter zu ermöglichen, wird weiterhin generell empfohlen, nicht sicher bestimmte Diatomeen als solche in den Zählergebnissen als „spec.“, „aff.“ oder „cf.“ zu kennzeichnen.

Um einen dauerhaft guten Qualitätsstandard bei Diatomeen-Zählungen und somit eine Vergleichbarkeit von Diatomeen-Zählergebnissen zu gewährleisten, wird für Personen, die im angewandten Bereich, also im Rahmen der Wasserrahmenrichtlinie oder anderer Biomonitoring-Arbeiten Diatomeen zählen, empfohlen regelmäßig an Ringtests oder taxonomischen Workshops teilzunehmen. Alternativ besteht die Möglichkeit, dass die Diatomeen-Aufträge vergebenden Behörden durch unabhängige Dritte Qualitätskontrollen durchführen lassen könnten.

Es wird darüber hinaus empfohlen, die Angaben in der Bestimmungsliteratur zur Ökologie, Verbreitung und zum Vorkommen einzelner Diatomeen-Taxa, nicht oder nur in

Ausnahmefällen für eine taxonomische Bestimmung zu nutzen, da häufig die Angaben nicht ausreichend verifiziert sind (siehe z.B. Kap. 3.2.2) und da bei der Bestimmung von Diatomeen anhand ökologischer Kriterien ein Zirkelschluss bei der anschließenden Bewertung der ökologischen Gewässerqualität anhand der so bestimmten Diatomeen nicht ausgeschlossen werden kann.

### **Empfehlungen für das deutsche Verfahren**

Es wird speziell für die deutsche Handlungsanweisung (Schaumburg et al. 2011b, 2012, aktuelle Phylib-Software) empfohlen, die 5 %-Grenze nicht sicher zu bestimmender Diatomeen als Sicherungskriterium für die ökologische Bewertung einer Probe abzuschaffen (siehe Kap. 3.3; 4 und 5) und anstelle dessen den Anteil indikativer Taxa in einer Probe als Sicherungskriterium zu nutzen, wie dies bei den Seen (Schaumburg et al. 2011b) bereits der Fall ist, dies jedoch immer noch bei gleichzeitiger Nutzung der 5 %-Grenze nicht sicher zu bestimmender Diatomeen. Sinnvoll wäre es hierbei, den Anteil der indikativen Taxa in der Export-Datei der Phylib-Software anzugeben.

Weiterhin würde die Anzahl der indikativen Taxa aufgrund des in den letzten Jahren weit fortgeschrittenen taxonomischen Kenntnisstandes deutlich verbessert werden können (Erhöhung und Präzisierung) wenn der dem deutschen Phylib-Verfahren zugrunde liegende mittlerweile taxonomisch veraltete Diatomeen-Eichdatensatz basierend auf der neuen Taxonomie (z.B. Hofmann et al. 2013 und weitere in Schaumburg et al. 2011b und 2012 empfohlene Literatur) neu ausgezählt wird. Benthische Diatomeen sind gut etablierte und robuste Bioindikatoren (Smol & Stoermer 2010), wobei das gesamte Potenzial besser genutzt werden könnte, bestehende Fehler und Unsicherheiten minimiert werden könnten, wenn der Eichdatensatz anhand der neueren Taxonomie durch Neuauszählung aktualisiert wird.

Weiterhin wird empfohlen die folgenden Diatomeen in die Ausschlussliste pennater planktischer Diatomeen aufzunehmen (z.B. Tabelle 15 in Schaumburg et al. 2012):

- *Diatoma tenuis* Agardh
- *Nitzschia draveillensis* Coste & Ricard
- *Nitzschia graciliformis* Lange-Bertalot & Simonsen.

Diese drei Diatomeentaxa werden anhand der aktuellen Bestimmungsliteratur als planktisch angesehen (siehe z.B. Hofmann et al. 2011, Seiten 172, 463 und 456). Beispielsweise werden *Diatoma tenuis* und *Nitzschia graciliformis* als planktische Taxa im Verfahren für planktische

Diatomeen aus Profundal-Proben genutzt ("Bewertungsmodul für planktische Diatomeen- Reste im Profundal" = DI-PROF; Mischke & Nixdorf 2008, Seite 38).

Weiterhin wird empfohlen, anstelle von Objekten Schalenhälften zu zählen. Das sollte auch bei einer eventuellen Neuauszählung des Eichdatensatzes konsequent durchgeführt werden. Beim Zählen von Objekten (die ganze Frustel bestehend aus zwei Schalenhälften wird hierbei genauso wie eine einzelne Schalenhälfte als 1 gezählt) ist der Fehler größer, als beim Zählen von Schalenhälften, da Faktoren wie beispielsweise das Oxidationsverfahren (Zentrifugation, genutzte Säure etc.) einen großen Einfluss auf das Vorhandensein von einzelnen Schalenhälften oder ganzen Frusteln bestehend aus beiden Schalenhälften haben. Also Grund für das Zählen von Objekten wird angegeben (Schaumburg et al. 2011b, 2012), dass es bei vielen Vertretern der Naviculaceae unmöglich sein soll zu unterscheiden, ob es sich im jeweiligen Fall um eine ganze Frustel oder um eine einzelne Schalenhälfte handelt. Wir denken, dass dies nur auf eine sehr begrenzte Anzahl von Taxa, wie beispielsweise *Fistulifera saprophila*, zutrifft. Weiterhin hat sich im Laufe der Jahre die Mikroskopiertechnik verbessert, was zu einem besseren Auflösungsvermögen geführt hat (22 % der Ringtest- Teilnehmer nutzten eine Apertur von 1,25; 51 % nutzten eine Apertur von 1,3 % und 27 % und die drei Referenzzählern eine Apertur von 1,4 in diesem Ringtest). Weiterhin sei darauf hingewiesen, dass bei diesen zart verkieselten kleinen Diatomeen das hauptsächliche Problem nicht in der Unterscheidung der Schalenhälften liegt, sondern eher im Finden bzw. Übersehen dieser Taxa (siehe z.B. Kap. 3.2.11).

## **Empfehlungen für Taxonomen**

Taxonomisch arbeitende Wissenschaftler sollten beim Beschreiben neuer Arten und beim Schreiben von Bestimmungsbüchern daran denken, dass diese später auch für Limnologen in der praktischen Anwendung von Diatomeen-Zählungen genutzt werden können und nicht nur für andere Wissenschaftler verständlich sind. Dementsprechend sollten missverständliche Taxa-Dokumentationen (siehe z.B. Kap. 3.2.3; 3.2.12 und 3.2.14) vermieden werden, d.h. alle wichtigen Bestimmungsmerkmale sollen detailliert verbal und fotografisch dokumentiert werden.

Um die mögliche Variabilität einzelner Taxa während der Bestimmung besser einschätzen zu können, ist es sinnvoll anzugeben, auf welchen Daten die jeweilige Artbeschreibung beruht, also anzugeben, wie viele Schalen, Populationen, Proben und Gewässer aus welchen Regionen für die jeweilige Beschreibung untersucht wurden. Auch bei

den ökologischen Angaben wäre die Darstellung präziser Daten, wenn möglich, für eine sichere Einschätzung besser geeignet, als allgemeine, oft wenig hilfreiche Aussagen.

Missverständnisse zwischen Taxonomen und angewandt arbeitenden Limnologen bzw. Diatomeen-Zählern können weiterhin ausgeräumt werden, wenn beispielsweise die Art und Weise der Ermittlung der Streifendichte dargestellt wird. Es kann aufgrund der vorliegenden Ringtest-Ergebnisse davon ausgegangen werden, dass hier teilweise Verbesserungsbedarf besteht (siehe z.B. Kap. 3.2.12 und 3.2.14).

Letztlich kann angenommen werden, dass die hier ausgesprochenen Empfehlungen den angewandten Limnologen bei der Diatomeen-Bestimmung helfen werden und zu einer Verbesserung der Anwendung von Diatomeen bei Gewässergüte-Untersuchungen führen können. Weiterhin zeigen die vorliegenden Ringtest-Ergebnisse, dass in einigen Bereichen der Diatomeen-Taxonomie und auch der Ökologie zum teil noch wesentlicher Forschungsbedarf besteht, wobei hier auch das Potenzial seitens der Taxonomen liegt, die Nutzung von Diatomeen als Bio-Indikatoren zu verbessern.

## 8. Zusammenfassung

Der erste deutsche Ringtest mit benthischen Diatomeen wurde in den Jahren 2011 und 2012 durchgeführt, um einerseits verschiedene Diatomeen-Zählergebnisse gleicher Proben miteinander zu vergleichen und somit taxonomische Probleme, die in der Praxis im Rahmen der Erfüllung der Wasserrahmenrichtlinie relevant sind, aufzuzeigen und um andererseits die Diatomeen-Bestimmungsschärfe zu vereinheitlichen und somit die Anwendung der deutschen Handlungsanweisung (Schaumburg et al. 2006, 2011b) in der Praxis zu verbessern.

Am Ringtest nahmen 37 Teilnehmer aus 10 Ländern (Belgien, Deutschland, Frankreich, Irland, Italien, Niederlande, Schweden, Slowakei, Spanien und Tschechien) und drei Referenzzähler mit langjähriger Erfahrung in der Taxonomie von benthischen Diatomeen teil. Alle 37 Teilnehmer und die drei Referenzzähler zählten vier Proben benthischer Diatomeen. Hierbei handelte es sich um zwei Seeproben (**Krossinsee**, Norddeutschland, Flachlandsee Typ D 11, karbonatisch, polymiktisch und **Genfer See**, Schweiz, Alpen- bzw. Voralpensee Typ D 1.1, karbonatisch, dimiktisch) und zwei Fließgewässerproben (**Klepelshagener Bach**, Norddeutschland, Flachland-Fluss Typ D 12, karbonatisch und **Drau**, Österreich, Alpen- bzw. Voralpen-Fluss Typ D 2, silikatisch).

Die statistische Auswertung der vier Proben erfolgte mit zwei Verfahren: Es wurde eine Analyse der Ähnlichkeiten zwischen den Proben der teilnehmenden Labore und denen der Referenzzähler einerseits mittels eines distanzbasierten Verfahrens (Bray-Curtis-Distanzberechnung) und andererseits mithilfe multivariater graphischer Darstellung (Detrended Correspondence Analysis; DCA) durchgeführt. So konnten die Ergebnisse mit Hilfe von zwei unabhängigen Methoden überprüft bzw. abgesichert werden. Hierbei ergab sich anhand der Bray-Curtis-Distanzberechnung für die Probe aus dem Genfer See (D 1.1) eine sehr hohe mittlere Distanz der Referenzzähler zueinander, was eine außergewöhnlich große Standardabweichung und somit zu einem 95 %-Konfidenzintervall führt, welches fast den gesamten, möglichen Bereich von 0 bis 1 abdeckt, so dass diese Probe als statistisch nicht auswertbar angesehen werden muss bzw. eine Bewertung der Ergebnisse der teilnehmenden Labore statistisch nicht möglich war. Die anderen drei Proben (Krossinsee D 11, Klepelshagener Bach D 12 und Drau D 2) waren statistisch auswertbar und wurden für die Bewertung der teilnehmenden Labore und dementsprechend als Basis für die auf den Ringtest-Zertifikaten vermerkten Bewertungen genutzt.

Die Ergebnisse von neun Laboren zeigten statistisch signifikante Abweichungen von den Ergebnissen der Referenzzähler bei mindestens einer der drei auswertbaren Proben. Unter

anderem basierend auf diesen Abweichungen konnten erhebliche taxonomische Probleme bei 12 Diatomeen-Gattungen aufgezeigt werden. Mindestens 15 Probleme offenbarten sich im Detail bei folgenden Taxa bzw. Gruppen: (1) *Achnanthidium pyrenaicum* und *A. minutissimum* in Probe D 2; (2) verschiedene kleine *Amphora*-Arten in Probe D 11; (3) *Cocconeis placentula*-Aggregat und ähnliche Taxa in Probe D 11; (4) *Encyonema silesiacum* und ähnliche Taxa in Probe D 2; (5) *Encyonopsis subminuta* und ähnliche Taxa in Probe D 1.1; (6) *Eolimna minima* und ähnliche Taxa in Probe D 12; (7) *Fragilaria (Staurosira) brevistriata* und ähnliche Taxa in Probe D 1.1; (8) *Fragilaria capucina* und ähnliche Taxa in den Proben D 1.1 und D 2; (9) *Gomphonema olivaceolacuum* in Probe D 1.1; (10) *Gomphonema pumilum* und ähnliche Taxa in den Proben D 11 und D 1.1; (11) *Mayamaea atomus* var. *permisis* in Probe D 12; (12) *Navicula cryptotenella* und *N. cryptotenelloides* in den Proben D 11 und D 1.1; (13) *Navicula lundii* und *N. veneta* in Probe D 12; (14) *Navicula reichardtiana* und *N. caterva* in Probe D 1.1 und (15) *Nitzschia fonticola* und *N. lacuum* in den Proben D 11 und D 1.1.

Trotz dieser taxonomischen Probleme konnte anhand der vorliegenden Ergebnisse jedoch nachgewiesen werden, dass der jeweilig genutzte Objektivtyp, die Berufserfahrung, das genutzte Kontrastverfahren, die regionale Herkunft der Diatomeen-Proben und die Anzahl der Proben pro Jahr, die die Teilnehmer gewöhnlich zählen, keinen Einfluss auf die Distanz zu den Referenzzählern (mixed effect model; p Wert stets <0.05) hatten, d.h. diese Parameter hatten keinen deutlichen Effekt auf die vorliegenden Zählergebnisse.

Die aufgetretenen taxonomischen Probleme konnten letztlich einerseits durch ungenügende Nutzung der vorgegebenen taxonomischen Details durch die Ringtest-Teilnehmer während der Diatomeen-Bestimmung und andererseits durch missverständliche Artbeschreibungen und Dokumentationen in der vorliegenden Bestimmungsliteratur begründet werden. Neben einfachen Fehlbestimmungen einzelner Diatomeentaxa konnten die folgenden fünf Gründe im Detail dokumentiert werden: (1) Teilweise führte die Nutzung unterschiedlicher Bestimmungsliteratur zu unterschiedlichen Benennungen der gleichen Taxa, was in einigen Fällen die Vergleichbarkeit der Ergebnisse erschwerte bzw. unmöglich machte. (2) Es wurden in allen vier Proben relativ häufig Diatomeenschalen einzelner Taxa gefunden, die in mindestens einem Merkmal erheblich von den Beschreibungen in der Literatur abwichen und somit nicht eindeutig bestimmt werden konnten. (3) Die gleichen Diatomeentaxa wurden in einigen Fällen unterschiedlich benannt, da die jeweiligen Taxa-Beschreibungen nicht detailliert und umfassend genug waren und teilweise auch die Abbildungen in der Bestimmungsliteratur nicht immer die Merkmale der verbalen

Beschreibungen zeigten bzw. von diesen abwichen. (4) In mehreren Fällen wurden Diatomeen-Schalen trotz erheblicher Abweichungen in ihren Merkmalen von den Beschreibungen als sicher bestimmt angegeben, d.h. es wurde häufig darauf verzichtet, unsichere Bestimmungen zum Beispiel durch Bezeichnungen wie „cf.“ oder „spec.“ kenntlich zu machen. (5) Ein teilweise ungenügender Wissensstand zu den ökologischen Ansprüchen einzelner Taxa im Zusammenhang mit Empfehlungen bezüglich der Nutzung ökologischer Angaben in der Bestimmungsliteratur führte zu unterschiedlichen Benennungen der gleichen Taxa.

Die taxonomischen Unterschiede derselben Proben zwischen Teilnehmern und Referenzzählern beeinflusst die Bewertung der Wasserqualität mit PHYLIB. Dies unterstreicht die Notwendigkeit, unsicher bestimmte Arten mit Text und Bild zu dokumentieren und auch wie wichtig es ist, Qualitätssicherung (QS) von Diatomeen-Zählungen durchzuführen. Ein Vergleich der QS von Diatomeen-Zählungen in Europa zeigte, dass dieser nationale Ringtest praktische taxonomische Harmonisierungsbemühungen fördert. Dieser Ringtest zeigt unter anderem auf, dass die Nutzung von Referenzzählern sehr nützlich sein kann, weil der Mittelwert aller Teilnehmer nicht notwendigerweise die korrekte Taxonomie widerspiegelt. In ähnlicher Weise half der Workshop zu diesem Ringtest einige taxonomische Probleme zu identifizieren und auch zu lösen. Zum Beispiel wurde während des Workshops klar, dass es Klärungsbedarf darüber gab, wo man die Streifendichte misst, was entsprechend in diesem Bericht detailliert dargestellt wurde.

Letztlich kann allgemein empfohlen werden, dass im angewandten Bereich, also bei Routine-Monitoringarbeiten mit Diatomeen, die Vorgaben in der Bestimmungsliteratur detaillierter beachtet werden sollten, die verbindlich vorgegebene Bestimmungsliteratur auch genutzt werden sollte und dass nicht sicher zu bestimmende Diatomeen-Schalen als solche benannt und fotografisch und textlich dokumentiert werden sollten. Außerdem ist es für weitere wissenschaftliche Arbeiten empfehlenswert, dass einige der hier besprochenen Diatomeen-Taxa in Zukunft noch tiefer gehend taxonomisch und ökologisch untersucht werden sollten und dass in den Bestimmungsbüchern mehr Detail- und Basisinformationen zu den einzelnen Diatomeen-Taxa dargestellt werden sollten. Nur so kann die Nutzung der Diatomeen als Bioindikatoren verbessert werden wobei beide Seiten (angewandt arbeitende Limnologen und Taxonomen bzw. Wissenschaftler) für eine bessere Zusammenarbeit gefordert sind.

## **Danksagung**

Ohne die Hilfe bzw. Mitarbeit der folgenden Personen wäre der erste deutsche Ringtest nicht möglich gewesen. Hierfür möchten wir unseren herzlichen Dank aussprechen. Insbesondere danken wir den Referenzzählern Dr. Gabriele Hofmann, Dr. Thomas Hübener und Dr. Peter Pfister für ihre Teilnahme. Für die Probennahme bedanken wir uns bei Nadine Wissig (Krossinsee und Klepelshagener Bach), bei Dr. Karin Koinig (Drau) und bei Veronika Wodsak Kauffmann (Genfer See). Für die Oxidation, die Probenbeschriftung und den Probenversand bedanken wir uns bei Birgit Schneider und Petra Kiehl. Bei Erwin Reichardt bedanken wir uns für die hilfreichen Hinweise zu den Problemen mit der Gattung *Gomphonema*. Ein herzlicher Dank geht auch an Dr. Kurt Krammer, Prof. Dr. Dr. h.c. Horst Lange-Bertalot und Erwin Reichardt für die Hinweise zum Zählen der Streifendichte bei Diatomeen. Auch allen Teilnehmern des Ringtests sei gedankt, weil auch sie die Aufdeckung problematischer Taxa erst ermöglichten.

## Literatur

- Aboal M, Silva PC (2004) Validation of new combinations. *Diatom Research* 19: 361.
- Adler S, Hübener T, Lotter A, Anderson NJ, Dressler M (2010) Diatoms relative abundance data vs. class data: implications for paleoecological reconstruction. *Journal of Environmental Management* 91: 1380-1388
- Battarbee RW, Jones VJ, Flower RJ, Cameron NG, Bennion H, Carvalho L, Juggins S (2001) Diatoms. In: Smol JP, Birks HJB, Last WM (eds.) *Tracking Environmental Change Using Lake Sediments. Volume 3: Terrestrial, Algal, and Siliceous Indicators*: 155-202. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London.
- Besse-Lototskaya A, Verdonschot PFM, Sinkeldam JA (2006) Uncertainty in diatom assessment: Sampling, identification and counting variation. *Hydrobiologia* 566: 247-260.
- Blondzik K, Bunzel K, Claussen U, Gluschke M, Heidemeier J, Herata H, Irmer U, Klett G, Koch D, Küntzler A, Mohaupt V, Naumann S, Rechenberg B, Schilling P, Wolter R, Reise K (2006) *Wasserwirtschaft in Deutschland, Teil 2 – Gewässergüte*. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): 1-127.
- Cejudo-Figueiras C, Morales EA, Wetzel CE, Blanco S, Hoffmann L, Ector L (2011) Analysis of the type of *Fragilaria construens* var. *subsalina* (Bacillariophyceae) and description of two morphologically related taxa from Europe and the United States. *Phycologia* 50(1): 67-77.
- Ehrenberg CG (1838) *Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen. Ein Blick in das tiefere organische Leben der Natur*. 548 S. Verlag von Leopold Voss, Leipzig.
- EN 13946 (2014) Water quality - Guidance for the routine sampling and preparation of benthic diatoms from rivers and lakes. European Committee for standardization.
- EN 14407 (2005) Water quality - Guidance standard for the identification, enumeration and interpretation of benthic diatom samples from running waters. European Committee for standardization.
- EU-WFD 2000: European Water Framework Directive 2000, Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of The Council of 23 October 2000 establishing a framework for the Community action in the field of water policy. Official Journal L 327.
- Geitler L (1927) Somatische Teilung, Reduktionsteilung, Copulation und Parthenogenese bei *Cocconeis placentula*. *Archiv für Protistenkunde* 59: 506-549.
- Geitler L (1958) Fortpflanzungsbiologische Eigentümlichkeiten von *Cocconeis* und Vorarbeiten zu einer systematischen Gliederung von *Cocconeis placentula* nebst Beobachtung an Bastarden. *Österreichische Botanische Zeitschrift* 105: 350–379.

- Geitler L (1982) Die infraspezifischen Sippen von *Cocconeis placentula* des Lunzer Seebachs. *Algological Studies* 30: 1–11.
- Grunow A (1884) Die Diatomeen von Franz Josefs-Land. Denkschriften der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Classe, Wien 48: 53–112.
- Haworth EY (1975) A scanning electron microscopy study of some different frustule forms of the genus *Fragilaria* found in Scottish late-glacial sediments. *British Phycological Journal* 10: 73–80.
- Hofmann G, Werum M, Lange-Bertalot H (2011) Diatomeen im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa. Bestimmungsflora Kieselalgen für die ökologische Praxis. Über 700 der häufigsten Arten und ihre Ökologie. A.R.G. Gantner Verlag K.G., Rugell.
- Hofmann G, Werum M, Lange-Bertalot H (2013) Diatomeen im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa. Bestimmungsflora Kieselalgen für die ökologische Praxis. Über 700 der häufigsten Arten und ihre Ökologie. 2. korrigierte Auflage. Koeltz Scinetific Books, Königstein.
- Hustedt F (1930) Bacillariophyta (Diatomeae). In: Die Süßwasser-Flora Mitteleuropas. Heft. 10, 2. Aufl. (Pascher A Ed.), 466 S, Jena.
- Jahn R, Kusber WH, Romero OE (2009) *Cocconeis pediculus* Ehrenberg and *C. placentula* Ehrenberg var. *placentula* (Bacillariophyta): Typification and taxonomy. *Fottea* 9(2): 275–288.
- Kahlert M, Albert R-L, Anttila E-L, Bengtsson R, Bigler C, Eskola T, Gälman V, Gottschalk S, Herlitz E, Jarlman A, Kasperoviciene J, Kokoci ski M, Luup H, Miettinen J, Paunksnyte I, Piirsoo K, Quintana I, Raunio J, Sandell B, Simola H, Sundberg I, Vilbaste S, Weckström J (2009) Harmonization is more important than experience—results of the first Nordic–Baltic diatom intercalibration exercise 2007 (stream monitoring). *Journal of Applied Phycology* 21 (4): 471–482.
- Kahlert M, Kelly M, Albert R-L, Almeida SFP, Besta T, Blanco S, Coste M, Denys L, Ector L, Frankova M, Hlubikova D, Ivanov P, Kennedy B, Marvan P, Mertens A, Miettinen J, Picinska-Fałtynowicz J, Rosebery J, Tornes E, Vilbaste S, Vogel A (2012) Identification versus counting protocols as sources of uncertainty in diatom-based ecological status assessments. *Hydrobiologia* 695 (1): 109–124.
- Kalbe L, Werner H (1974) Das Sediment des Kummerower Sees. Untersuchungen des Chemismus und der Diatomeenflora. *Internationale Revue der Gesamte Hydrobiologie* 59: 755–782.
- Kelly M (2013) Building capacity for ecological assessment using diatoms in UK rivers. *Journal of Ecology and Rural Environment* 36 (1): 89–94.
- Kelly M, Lewis A (1996) Assessing the quality of water quality assessment: an analytical quality control protocol for benthic diatoms. *Freshwater Forum* 7 (1): 23–32.
- Kelly MG, Gómez-Rodríguez C, Kahlert M, Almeida SFP, Bennett C, Bottin M, Delmas F, Descy J-P, Dörflinger G, Kennedy B, Marvan P, Opatrilova L, Pardo I, Pfister P, Rosebery J, Schneider S,

- Vilbaste S (2012) Establishing expectations for pan-European diatom based ecological status assessments. Ecological Indicators 20: 177-186.
- 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 *Cymbelopsis*. 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 (1986–2004) Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bacillariophyceae. 2/1: Naviculaceae, 876 S.; 2/2: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae, 596 S.; 2/3: Centrales, Fragilariaeae, Eunotiaceae, 576 S.; 2/4: Achnanthaceae (ergänzter Nachdruck), 437 S.; Stuttgart, Fischer.
- Lange-Bertalot (1993) 85 neue Taxa und über 100 weitere neu definierte Taxa ergänzend zur Süßwasserflora von Mitteleuropa, J Cramer,
- Lange-Bertalot H (2001) Diatoms of Europe. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats. Vol. 2. *Navicula* sensu stricto. 10 Genera separated from *Navicula* sensu lato. *Frustulia*. A.R.G. Gantner Verlag K.G, Ruggell
- 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.
- Levkov Z (2009) *Amphora* sensu lato. Diatoms of Europe, 5, 916 S. Gantner Verlag, Rugell.
- Mann DG (1999) The species concept in diatoms (Phycological Reviews 18). Phycologia 38: 437-495.
- Mauch E, Schmedtje U, Maetze A, Fischer F (2003, Version 2011) Taxaliste der Gewässerorganismen Deutschlands. Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft, Heft 01/03, München.

Mischke U, Nixdorf B (2008) Gewässerreport (Nr. 10): „Bewertung von Seen mittels Phytoplankton zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie“, BTUC-AR 2/2008, ISBN 978-3-940471-06-2, ISSN 1434-6834.

Morales EA (2001) Morphological studies in selected fragilaroid diatoms (Bacillariophyceae) from Connecticut waters, USA. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 151: 39-54.

Morales EA (2002) Studies in selected fragilaroid diatoms of potential indicator value from Florida (USA) with notes on the genus *Opephora* Petit (Bacillariophyceae). *Limnologica* 32: 102-113.

Morales EA (2003) On the taxonomic position of the *Belonastrum* and *Synedrella*, two new fragilaroid genera described by Round and Maidana (2001). *Cryptogamie Algologie* 24: 277-288.

Morales EA (2006) *Staurosira incerta* (Bacillariophyceae) a new fragilaroid taxon from freshwater systems in the United States with comments on the structure of girdle bands in *Staurosira* Ehrenberg and *Staurosirella* Williams et Round. In: Manoylov K, Ognjanova N (Eds.) Fossil and Recent Phycological studies. Dobrina Temniskova-Topalova. Festschrift. pp. 133-145. Pensoft Publishers and University Publishing House. Sophia, Bulgaria.

Morales EA, Edlund MB, Spaulding SA (2010) Description and ultrastructure of araphid diatom species (Bacillariophyceae) morphologically similar to *Pseudostaurosira elliptica* (Schumann) Edlund et al. *Phycological Research* 58: 97–107.

Morales EA, Manoylov KM (2006) *Staurosirella incognita* Morales et Manoylov sp. nov., a non-spiny species from North America, with an emended description of *Staurosirella* Williams et Round (Bacillariophyceae). In: Witkowski A (Ed.) *Proceedings of the 18th International Diatom Symposium*. Miedzyzdroje, Poland, 2004. p. 325-336. Biopress Ltd. Bristol, England.

Oksanen J, Blanchet FG, Kindt R, Legendre P, Minchin PR, O'Hara RB, Simpson GL, Solymos P, Stevens MHH, Wagner H (2012) Community Ecology Package: Ordination, Diversity and Dissimilarities. vegan-package for R, URL: <http://cran.r-project.org>, <http://vegan.r-forge.r-project.org/>

Pinheiro JC, Bates DM (2000) Mixed effect Models in S and S-Plus. Springer, New York.

Prygiel J, Carpentier P, Almeida S, Coste M, Druart J-C, Ector L, Guillard D, Honoré M-A, Iserentant R, Ledeganck P, Lalanne-Cassou C, Lesniak C, Mercier I, Moncaut P, Nazart M, Nouchet N, Peres F, Peeters V, Rimet F, Rumeau A, Sabater S, Straub F, Torrisi M, Tudesque L, Van de Vijver B, Vidal H, Vizinet J, Zydek N (2002) Determination of the Biological Diatom Index (BDI NF T 90-354), Results of an intercomparison exercise. *Journal of Applied Phycology* 14: 27-39.

REFCOND (2003) Final guidance on establishing reference conditions and ecological status class boundaries from inland surface waters. Common Implementation Strategy (CIS) Working Group 2.3, Version 7.0, 5.3.2003

Reichardt E (1984) Die Diatomeen der Altmühl. Beiträge zur Diatomeenflora der Altmühl 2. Bibliotheca Diatomologica 6. Cramer, Vaduz.

Reichardt E (1997) Taxonomische Revision des Artkomplexes um *Gomphonema pumilum* (Bacillariophyceae). Nova Hedwigia 65: 99-129.

Reichardt E (1999) Zur Revision der Gattung *Gomphonema*. Iconographia Diatomologica 8, 203 S. Ganter Verlag, Rugell.

Reichardt E (2007) Neue und wenig bekannte *Gomphonema*-Arten (Bacillariophyceae) mit Areolen in Doppelreihen. Nova Hedwigia 85: 103-137.

Reichardt E, Lange-Bertalot H (1991) Taxonomische Revision des Artkomplexes um *Gomphonema angustum* – *G. dichotomum* – *G. intricatum* – *G. vibrio* und ähnliche Taxa (Bacillariophyceae). Nova Hedwigia 53: 519-544.

Romero O, Jahn R (2013) Typification of *Cocconeis lineata* and *Cocconeis euglypta* (Bacillariophyta). Diatom Research 28(2): 175-184.

Round FE, Crawford RM, Mann DG (1990) The Diatoms: Biology & Morphology of the Genera. Cambridge University Press.

Sato S, Mann DG, Matsumoto S, Medlin LK (2008) *Pseudostriatella* (Bacillariophyta): a description of a new araphid diatom genus based on observations of frustule and auxospore structure and 18S rDNA phylogeny. Phycologia Volume 47(4): 371-391.

Schaumburg J, Schranz C, Meilinger P, Stelzer D, Vogel A (2011a) Bewertung von Seen mit Makrophyten & Phytophobenthos gemäß EG-WRRL – Anpassung des Verfahrens aufgrund erster Ergebnisse und Erfahrungen aus den Bundesländern Endbericht April 2011. Bayerisches Landesamt für Umwelt.

Schaumburg J, Schranz C, Stelzer D (2011b) Bewertung von Seen mit Makrophyten & Phytophobenthos gemäß EG-WRRL – Anpassung des Verfahrens für natürliche und künstliche Gewässer sowie Unterstützung der Interkalibrierung Endbericht August 2011. Bayerisches Landesamt für Umwelt.

Schaumburg J, Schranz C, Stelzer D, Hofmann G (2007) Handlungsanweisung für die ökologische Bewertung von Seen zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie: Makrophyten und Phytophobenthos Stand Oktober 2007.

Schaumburg J, Schranz C, Stelzer D, Hofmann G (2007) Handlungsanweisung für die ökologische Bewertung von Seen zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie: Makrophyten und Phytophobenthos Stand Oktober 2007.

Schaumburg J, Schranz C, Stelzer D, Hofmann G, Gutowski A, Foerster J (2006). Verfahrensanleitung für die ökologische Bewertung von Fließgewässern zur Umsetzung der EU Wasserrahmenrichtlinie: Makrophyten und Phytobenthos Stand Januar 2006. Bayerisches Landesamt für Umwelt.

Schaumburg J, Schranz C, Stelzer D, Vogel A, Gutowski A (2012) Weiterentwicklung biologischer Untersuchungsverfahren zur kohärenten Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie Teilvorhaben Makrophyten & Phytobenthos, Endbericht Januar 2012. Bayerisches Landesamt für Umwelt.

Smol JP, Stoermer EF (2010) The diatoms: applications for the environmental and earth sciences. Cambridge University Press, Cambridge

Stevenson J, Pan Y, Van Dam H (2010) Assessing environmental conditions in rivers and streams with diatoms. In Smol JP, Stoermer EF (eds.) The Diatoms: Applications for the Environmental and Earth Sciences: 57-85, Cambridge University Press.

Tudesque L, Rimet F, Ector L (2008) A new taxon of the section Nitzschiae lanceolatae Grunow: *Nitzschia costei* sp. nov. compared to *N. fonticola* Grunow, *N. macedonica* Hustedt, *N. tropica* Hustedt and related species. Diatom Research 23 (2): 483-501.

Tuji A (2007) Type Examination of *Fragilaria gracilis* Østrup (Bacillariophyceae). Bull Natl Mus Natl Sci, Ser B 33 (1): 9–12.

Tuji A, Williams DM (2006) Typification of *Confervaria pectinalis* O.F. Müll. (Bacillariophyceae) and the identity of the type of an alleged synonym, *Fragilaria capucina* Desm. Taxon 55: 193-199.

Tuji A, Williams DM (2008a) Examination of type material of *Fragilaria mesolepta* Rabenhorst and two similar, but distinct, taxa. Diatom Research 23 (2): 503-5 10.

Tuji A, Williams DM (2008b) Examination of types in the *Fragilaria pectinalis-capitellata* species complex. Nineteenth International Diatom Symposium 2006: 125-139. Biopress Limited, Bristol.

Van Heurck H (1885) Synopsis des Diatomées de Belgique. Texte. 235 S.

Vyverman W, Verleyen E, Sabbe K, Vanhoutte K, Sterken M, Hodgson DA, Mann DG, Juggins S, Van de Vijver B, Jones V, Flower R, Roberts D, Chepurnov VA, Kilroy C, Vanormelingen P, De Wever A (2007) Historical processes constrain patterns in global diatom diversity. Ecology 88:1924-1931.

Werner P, Dreßler M (2007) Assessment of the ecological status of eight lakes from northern Germany according to the Water Framework Directive (WFD) using benthic diatoms: problems and achievements of the newest German WFD guideline. In Kusber W-H & Jahn R (ed.): Proceedings of the 1st Central European Diatom Meeting 2007. Botanic Garden and Botanical Museum Berlin-Dahlem, Freie Universität Berlin, doi:10.3372/cediatom.136. Seite 173-178.

Williams DM (2013) Why is *Synedra berolinensis* so hard to classify? More on monotypic taxa. Phytotaxa 127(1): 113-127.

Williams DM, Round FE (1987) Revision of the genus *Fragilaria*. Diatom Research 2: 267-288.

Witkowski A, Lange-Bertalot H, Metzeltin D (1995) The Diatom Species *Fragilaria martyi* (Heribaud) Lange-Bertalot, Identity and Ecology. Arch. Protistenkd. 146: 281-292.

Witkowski A, Lange-Bertalot H, Metzeltin D (2000) Diatoma flora of marine coasts. Iconographia Diatomologica 7: 1-925.