

# Diatomeen in Karstquellen im Naturpark Altmühltal

ERWIN REICHARDT

**Zusammenfassung:** 53 Diatomeenproben aus 27 Karstquellen im Naturpark Altmühltal (Südliche Frankenalb) wurden untersucht. Die Quellen sind durch artenarme Diatomeengesellschaften charakterisiert (durchschnittlich nur 32 Taxa in jeder Probe), die hauptsächlich aus gemeinen, ungefährdeten, eutrophilen oder euträphtonischen Arten bestehen. Sie weisen eindeutig auf trophisch belastetes Wasser hin und sind ein klarer Beleg für die bekannten Probleme bei ungefilterten Karstwässern. Es wurden nur wenige Arten gefunden, die in der Roten Liste als gefährdet eingestuft sind, und bei den meisten dürfte es sich um verschleppte Schalen handeln. *Navicula dealpina* und *N. striolata* kommen allerdings in einigen Quellen mit beachtlicher Häufigkeit vor; sie scheinen demnach unter bestimmten Bedingungen auch mesotrophe oder sogar gemäßigt eutrophe Verhältnisse zu tolerieren. *Meridion infirmatum* und *Psammothidium grischunum*, zwei Arten, die bisher nur selten genannt wurden, zeigten sich in Karstquellen ziemlich verbreitet – nicht nur im Untersuchungsgebiet, sondern auch in anderen Gebieten Süddeutschlands. Trotz der oftmals „uninteressant“ erscheinenden Diatomeengesellschaften wurden einige bemerkenswerte Arten gefunden, für die weitergehende morphologische Besonderheiten mitgeteilt werden können. Drei Arten (*Amphora gracillima*, *Gomphonema nanoelegantissimum*, *Meridion elongatum*) werden neu beschrieben und *Gyrosigma acuminatum* var. *curta* wird auf Art-Rangstufe gesetzt.

**Key Words:** Bacillariophyceae, karstic springs, eutroph, taxonomy, new species, Bavaria

**Summary:** 53 samples of diatoms from 27 karstic springs in the Altmühl Valley Nature Park (Southern Franconian Jura) have been investigated. The springs are characterized by species poor associations (on average only 32 taxa per sample) consisting mainly of common, not endangered, eutrophilic or euträphton diatoms. They clearly indicate trophically polluted waters thus confirming the known problems with unfiltered karstic spring waters. Only few diatoms have been found which are recorded as endangered in the Red List and most of them may just be displaced valves. However, *Navicula dealpina* and *N. striolata* occur in some of the springs in perceptible numbers; they seem to tolerate mesotrophic or even moderately eutrophic conditions at least under certain circumstances. *Meridion infirmatum* and *Psammothidium grischunum*, so far only seldom reported, proved to be relatively common in karstic springs, not only in the investigated area but also elsewhere in Southern Germany. In spite of the fact that the diatom communities appear often „uninteresting“, some noteworthy species have been observed for which additional morphological details can be provided. Three species (*Amphora gracillima*, *Gomphonema nanoelegantissimum*, *Meridion elongatum*) are described as new and *Gyrosigma acuminatum* var. *curta* is raised to species rank.

**Anschrift des Autors:** E. Reichardt, Bubenheim 136, D-91757 Treuchtlingen;  
E-Mail: erwin.reichardt@freenet.de

## 1 Einleitung

Quellen, insbesondere natürlich belassene Quellstandorte, üben seit jeher eine besondere Anziehungskraft auf den Menschen aus. Sie bereichern die landschaftliche Schönheit und das klare, kühle Wasser vermittelt den Eindruck von Sauberkeit und Ursprünglichkeit. Dass auch Quellwässer dem Eintrag von Schad- und Nährstoffen ausgesetzt sind, wird dabei leicht übersehen. Karstquellen sind davon besonders betroffen, denn sie führen kein Grundwasser, sondern Regen- und Oberflächenwasser, das in den zerklüfteten Karstgebieten schnell in unterirdischen Riss- und Höhlensystemen versickert und nahezu ungefiltert an den Rändern der Karstgebiete wieder austritt. Diese Zusammenhänge werden auch durch die stark unterschiedliche Schüttung dieser Quellen deutlich. Nach starkem Regen oder der Schneeschmelze kann ein Vielfaches der durchschnittlichen Wasserführung erreicht werden; umgekehrt nimmt die Stärke des Wasseraustritts in Trockenzeiten stark ab und nicht selten fallen solche Quellen auch trocken.

Kieselalgen in Quellen waren lange Zeit nur sporadisch Thema diverser Publikationen. Erst in den letzten Jahren – insbesondere seit den Arbeiten von CANTONATI (1998) und WERUM (2001) bzw. WERUM & LANGE-BERTALOT (2004) – ist verstärktes Interesse festzustellen. Die Wasserqualität der Quellen gewinnt für den Menschen zunehmend an Bedeutung, außerdem zeigt sich in verschiedenen Quelltypen teilweise erstaunliche Diversität mit vielen wenig bekannten Arten (LANGE-BERTALOT & CANTONATI 2020). Kieselalgen in Quellen des Untersuchungsgebietes wurden bereits in einigen Arbeiten beschrieben (REICHARDT 1981, 1994, 2018). Spezielle Studien zur Diatomeenflora reiner Karstquellen in Mitteleuropa liegen allerdings nicht vor. REICHARDT (2018: 31) verweist auf artenarme Assoziationen mit gemeinen, eutrophilen/eutrophenten Formen in den Karstquellen des Möhrenbaches bei Treuchtlingen. Diese „uninteressant“ erscheinenden Diatomeengesellschaften sind vielleicht eine Ursache für das mangelnde Interesse der Forscher. Dabei wären sie im Zusammenhang mit den bekannten Belastungsproblemen der Karstquellen von besonderer Bedeutung. Die vorliegende Arbeit soll diese Lücke wenigstens ansatzweise schließen und den Zustand der Karstquellwässer im Naturpark Altmühltal aus diatomologischer Sicht beleuchten.

## 2 Quellstandorte und vorherrschende Diatomeen

Die nachfolgend beschriebenen Proben wurden durch Kochen in konz. Schwefelsäure und anschließende Oxidation mit konz. Salpetersäure aufbereitet und in Naphrax eingebettet (ausführliche Beschreibung in REICHARDT 2018: 14). Die Untersuchung der Präparate erfolgte ebenfalls entsprechend den Angaben in REICHARDT (2018: 17). Angaben zur Schüttung einiger Quellen sind MEYER & SCHMIDT-KALER (1994) entnommen.

### 2.1 Altmühltal

**S3202:** Abfluss der Ruckwidquelle in Pappenheim. Die Quelle selbst ist überbaut und nicht zugänglich. Das Wasser fließt nach ca. 200 m über Stufen in die Altmühl. Submerse Moose an Steinstufe oberhalb der Mündung in die Altmühl. Bach stark strömend. 23.4.2017.

Mit 62 Taxa eine der artenreichsten Proben. Allerdings ist die Hälfte der Taxa sehr selten oder nur als Einzelindividuum registriert. Bei den häufigeren Diatomeen handelt es sich um eutrophente oder in dieser Hinsicht relativ tolerante Formen, wobei *Odonthidium mesodon* (17,1%), *Amphora indistincta* (12,0%) und *Fragilaria gracilis* (10,2%) die größten Anteile erreichen.

**S3229:** Hüttenbach (Abfluss einer starken Karstquelle) in Obereichstätt. Or. rechter Ast gleich nachdem der Bach nach Unterquerung des Werksgeländes und der Straße „Am Hüttenbach“ ins Freie tritt. Auf deutlich kieselalgenbraun gefärbten Kalksteinchen am Grund des Baches. 21.5.2018.

27 Taxa, durchweg kleine bis sehr kleine Formen, besonders häufig *Achnanthydium pyrenaicum* (37,7%) und *A. minutissimum* (29,2%). Besondere Beachtung verdient das nicht seltene Vorkommen von *A. lineare* (7,5%) und einer kleinen Art aus der *Gomphonema pumilum*-Gruppe (8,5%), die hier als *G. nanoelegantissimum* neu beschrieben wird.

**S3230:** Wie oben. Algenwatten und etwas Moos (knapp unterhalb des Wasserspiegels) an einem größeren Steinbrocken im Bach wenige Meter unterhalb von S3229. 21.5.2018.

Diese Probe enthält einige weitere Taxa – insgesamt 35 – und wird von einem Massenvorkommen von *Nitzschia macedonica* (56,0%) dominiert. Ansonsten sind *Achnanthydium pyrenaicum* (13,4%) und *Meridion circulare* 9,0%) häufig.

**S3231:** Or. linker Ast des Hüttenbachs in Obereichstätt kurz vor der Vereinigung mit dem rechten Ast. Moos und flutende, braune Algen. 21.5.2018.

Mit 50 Taxa etwas artenreicher als die Proben aus dem rechten Ast. Die beobachteten Diatomeen mit *Melosira varians* (25,2%) als vorherrschender Form indizieren ein stärker eutrophes Gewässer als der rechte Ast. Das Wasser stammt allerdings aus der gleichen Quelle. Bemerkenswert ist das gelegentliche Vorkommen von *Staurophora tackei*. *Achnanthydium lineare* ist hier sehr selten.

**S47:** Fundort: Kapellbuckbach-Quelle in Eichstätt. In der Erweiterung des Quellbachs masenhaft Forellen (Forellenzucht). *Vaucheria*-Büschel in der Strömung. GH: 18° dH; KH: 11,5° dH; pH: 7,6; Temp.: 9,9° C. 31.3.1977.

34 Taxa, dominierend *Melosira varians* (76,7%) und *Meridion circulare* (11,8%). Wegen der starken Strömung dürfte der Nährstoffeintrag nicht primär durch die Fischzucht bedingt sein.

**S1672:** Quelle bei der Almosmühle (zwischen Pfünz und Inching). Grüner Algenschlamm unter Sickerwasserstelle aus der Begrenzungsmauer zur Straße. 24.4.1995.

Die Probe ist mit 33 beobachteten Taxa etwas diverser als die Materialien direkt aus der Quelle, weil hier entsprechend dem Standort einige aerophile Fomen (besonders *Achnanthes coarctata*, *Hantzschia*- und *Luticola*-Arten) hinzu kommen. Bei den häufigen Arten handelt es sich um gemeine, belastungsresistente Formen: *Meridion circulare* (31,9%), *Nitzschia palea* (24,2%), *Mayamaea atomus* (19,2%), *M. permitis* (10,6%).

**S1673:** Wie oben, Quelle bei der Almosmühle. Flutende Algenfäden kurz nach einem Quellaustritt in ziemlicher Strömung. GH: 18,5° dH; KH: 14,7° dH; Cl<sup>-</sup>: 44 mg/l. 24.4.1995.

Nur 16 durchweg eutraphente Taxa gefunden, vorherrschend *Meridion circulare* (74,9%) und *Melosira varians* (10,8%).

**S3283:** Wie oben, Quelle bei der Almosmühle. Inzwischen weist ein Schild „Kein Trinkwasser“ auf die zweifelhafte Wasserqualität hin. Flutende, grüne (z.T. etwas bräunliche) Algenwatten nahe Abfluss. GH: 17° dH, KH: 14,7° dH; pH ca. 7, Temp.: 10,0° C. 31.3.2019.

Größere Häufigkeiten erreichen hier *Nitzschia linearis* (25,6%), *Planothidium lanceolatum* (19,9%), *Meridion circulare* (14,5%) und *Achnanthydium minutissimum* (13,1%).

Das Artenspektrum entspricht weitestgehend der 1995 gesammelten Probe, insgesamt wurden 25 Taxa gesehen.

**S1669:** „Grüner Topf“ in Grösdorf (bei Kipfenberg). Brauner Schlamm auf Steinen im hinteren Teil des Quelltopfs. GH: 14° dH; KH: 10,7° dH; Cl<sup>-</sup>: 48 mg/l. 24.4.1995.

Die relativ diverse Probe mit 58 Taxa enthält einige bemerkenswerte Formen, z.B. *Gomphonema cuneolus*, *Gyrosigma curtum*, *Navigiolum exiliforme*, *Sellaphora hustedtii* und mit *Gyrosigma attenuatum* (6,5%) und *Navicula praeterita* (1,0%) auch Arten, die etwas höhere Ansprüche an die Wasserqualität stellen. Allgemein findet man aber auch hier eutrophile Formen, besonders *Navicula upsaliensis* (15,3%), *Amphora indistincta* und *A. pediculus* (14,7%), *Navicula gregaria* (10,3%) und *Achnanthydium minutissimum* (10,3%).

**S1670:** „Grüner Topf“ in Grösdorf. Dunkelbrauner Bewuchs auf einem Mühlrad, das einer der Quellabflüsse direkt nach Verlassen des Quelltopfes antreibt. 24.4.1995.

Da hier die Grundschlamm-Besiedler des Quelltopfes fehlen, wurden nur 38 Taxa gefunden. Die ursprünglich als *Meridion circulare* registrierte Art (5,5%) erwies sich bei Nachuntersuchungen als *M. infirmatum*.

**S3273:** Karstquelle im Wald knapp 1 km östl. Unteremmendorf. Überronnene Moose an Quellaustritt wenige Meter unterhalb der Hauptquelle. 31.3.2019.

22 Taxa. Vom sehr seltenen Vorkommen von *Achnanthydium lineare* abgesehen nur gemeine, eutrophile Formen. Größte Abundanzen zeigen *Amphora pediculus* (nicht *A. indistincta*, 39,2%), *Planothydium lanceolatum* (14,9%) und *Achnanthydium minutissimum* (11,9%).

**S3274:** Karstquelle in Badanhausen, Kerntalweg. Dicke braune Algenmassen im kräftig strömenden Quellbach. 31.3.2019.

Die Algenmassen bestehen zum größten Teil aus *Odonthydium mesodon* (86,2%), daneben kommen nur noch *Melosira varians* (5,2%) und *Meridion circulare* (3,2%) mit zählbaren Anteilen vor. Alle anderen der insgesamt 27 Taxa spielen mengenmäßig keine Rolle.

**S3275:** „Neuzeller Brunnen“. Karstquelle im Wald südl. Beilngries. Submerse Moose am Rand der gemauerten Quellfassung (nicht überdacht). 31.3.2019.

30 Taxa, Assoziation sehr ähnlich S3273 (Unteremmendorf) mit *Amphora pediculus* (33,9%) und *Planothydium lanceolatum* (18,6%) als häufigste Arten.

**S3278:** Große Mühlbachquelle in Mühlbach. Starke Karstquelle mit einer Schüttung von 250-1100 l/s. Dicke braune Algenmassen im Abfluss bei der Obermühle. 31.3.2019.

Die Algenmassen lieferten nur 16 Diatomeen-Taxa; durchweg eutraphente Arten und mengenmäßig fast ausschließlich *Odonthydium mesodon* (88,6%).

**S3279:** Quellweiher des „Petersbrunnen“ direkt unterhalb der Kirche in Deising, Zellerstraße. Die Quelle, eine der stärksten im Gebiet, weist eine normale Schüttung von ca. 250 l/s auf, die bei Starkregen bis 2000 l/s ansteigen kann. Braune Algenmassen am Ufer. 31.3.2019.

Standortbedingt mit 60 Taxa eine der diverseren Proben. Das Artenspektrum zeigt aber nur gemeine Formen eutropher Gewässer. *Achnanthydium minutissimum* (21,1%), *Meridion circulare* (10,2%), *Melosira varians* (9,3%) und *Planothydium lanceolatum* (8,6%) stellen die besonders häufigen Diatomeen.

**S3282:** „Berneicher-Quelle“ in Riedenburg, Mühlleite. Quellaustritt unter der Straße. Braune, teils auch grünliche Algenmassen. 31.3.2019.

Im Gegensatz zu den Quellen in Badanhausen und Mühlbach fanden sich hier Massen von *Staurosira mutabilis* (sensu auct. pp., 89,7%), alle anderen vorkommenden Diatomeen spielen mengenmäßig keine Rolle. Dennoch konnten 50 Taxa registriert werden, darunter auch *Diploneis linearielliptica*, *Ellerbeckia arenaria*, *Navicula aquaedurae*, *N. striolata*, *Pinnularia viridis* und *Sellaphora crassulexigua*, die auf etwas bessere Wasserqualität schließen lassen. Ansonsten findet man aber auch hier eutrophile Arten.

**S3281:** Karstquellbach in Prunn. Die Quelle – eine der größten im unteren Altmühltal, Schüttung 250-1500 l/s – entspringt hinter der Kirche und ist im Ortsbereich überbaut. Der Probenstandort befindet sich dort, wo der Quellbach vor dem ehem. Sägewerk offen verläuft. Submerse Moose und Algen. 31.3.2019.

54 Taxa beobachtet, darunter allerdings relativ viele Einzelfunde. Bei den häufigeren Arten handelt es sich auch hier um gemeine Formen. Größte Abundanz erreichen *Amphora pediculus* (15,0%) und *Psammothidium grischunum* (10,5%).

**S2254:** Wie oben (S3281). Probenstandort etwas weiter bachabwärts auf Höhe des Felsens „Prunner Turm“. 29.8.2001.

Hier wurden nur 40 Taxa gefunden, es fehlen vor allem die unter S3281 erwähnten Einzelfunde. Mengenmäßig treten monoraphide Formen stark in Erscheinung: *Achnanthydium minutissimum* (21,0%), *A. pyrenaicum* (12,3%), *Planothydium lanceolatum* (14,4%) sowie eine unbestimmte *Achnanthydium*-Art (8,7%).

## 2.2 Seitentäler der Altmühl

**S275:** Willibaldquelle bei Weißenburg. Moos im Spritzwasserbereich am gefassten Quellauslauf. pH: ca. 7; Temp.: 8,5° C. 26.5.1980. Diese und die folgende Quelle (Römerbrunnen) gehören nicht zum Einzugsbereich der Altmühl. Sie entwässern nach Norden zur Schwäbischen Rezat, befinden sich aber im Untersuchungsgebiet.

Die Probe lieferte fast nur *Achnanthydium minutissimum* (98,8%). Alle anderen der 21 beobachteten Taxa traten nur sehr selten oder als Einzelexemplare auf.

**S276:** Römerbrunnen bei Weißenburg. Feuchtes, teilweise überrieseltes Moos am Auslauf der gefassten Quelle. Ziemlich beschatteter Standort im Wald. 6.5.1980.

27 Taxa mit *Achnanthydium minutissimum* (29,2%) und *Planothydium lanceolatum* (22,6%, auch Erstlingsformen) als dominierende Formen.

**S2653:** Wie S276. Moose am Ablauf der gemauerten Quellfassung. 16.9.2006.

Auch hier 27 Taxa, weitgehend die gleichen wie in S276. Die dort dominierenden Arten sind auch in dieser Probe nicht selten, werden aber von *Meridion infirmatum* (29,3%), *Caloneis fontinalis* (12,4%) und *Amphora indistincta* (9,7%) übertroffen.

**S1613:** Quellwasseraustritt direkt neben der großen Quellfassung (Wasserschloss) der Steinriegelquelle in Suffersheim. Braune Algenwättchen. 8.11.1994.

Die artenarme Probe besteht zum größten Teil aus *Melosira varians* (64,5%), *Odonthydium mesodon* (12,7%) und *Staurosira mutabilis* (sensu auct., 10,5%); alle anderen der insgesamt 23 Taxa treten nur mit geringen Abundanzen auf.

- S3284:** Steinriegelquelle in Suffersheim, Hauptquelle beim Wasserschloss. Flutende, grüne Algenmassen. 31.3.2019.  
26 Taxa. Zwischen den Massen von *Meridion circulare* (44,6%) und *Melosira varians* (41,7%) finden sich gelegentlich weitere, gemeine Diatomeen.
- S1814:** Kleine Quelle („Güldis Brünlein“) im Schambachtal ca. 300 m westl. der Gunthildis-Kapelle. Nasse Moose am stark beschatteten Quellaustritt. 8.10.1996.  
Nur 14 Taxa gefunden, besonders häufig sind *Planothidium lanceolatum* (52,9%), *Cocconeis placentula* var. *lineata* (13,8%) und *Meridion circulare* (12,7%). Nicht selten ist auch *Psammothidium grischunum* (6,3%).
- S1815:** Abfluß der oben beschriebenen Quelle (S1814). Das Bächlein mündet nach kurzem Lauf (ca. 20 m) in den Schambach und unterquert davor einen Feldweg in einem Betonrohr. Feuchte Algenwatten am Auslauf des Rohrs; hier Mündung in den Schambach. 8.10.1996.  
Von den 40 beobachteten Taxa stammen viele, insbesondere die vereinzelt Schalen, aus dem Schambach. *Achnanthydium minutissimum* (50,0%) und *Encyonema ventricosum* (23,5%) dominieren.
- S64:** Micheltalquelle im Schambachtal. 16.5.1977. Diese sowie die folgenden sechs Proben wurden bereits in REICHARDT (2018) behandelt. Die hier vorkommenden Diatomeen sollen aber in die vorliegende Betrachtung einfließen.  
11 Taxa (REICHARDT 2018: 47). *Planothidium lanceolatum* (relativ schlanke Sippe, 82,2%).
- S79:** Möhren, Karstquelle unter der Eisenbahnbrücke (REICHARDT 2018: 32). 10.6.1977.  
21 Taxa. *Meridion circulare* (58,1%), *Planothidium lanceolatum* (32,5%).
- S80:** Möhrenbach etwas unterhalb der Quelle S79 (REICHARDT 2018: 32). 10.6.1977.  
36 Taxa. *Melosira varians* (57,0%), *Meridion circulare* (16,1%).
- S2386:** Möhren, Karstquelle unterhalb des Schutzengelhauses (REICHARDT 2018: 32). 24.3.2003.  
39 Taxa. *Achnanthydium minutissimum* (24,8%), *Melosira varians* (12,0%), *Planothidium lanceolatum* (10,9%).
- S3267:** Wie oben (S2386). Algenmassen. 30.3.2019.  
40 Taxa, häufig aber nur *Meridion circulare* (81,5%), dazu etwas *Melosira varians* (6,3%).
- S517:** Quelle des Hungerbachs (REICHARDT 2018: 48). 24.4.1983.  
26 Taxa. *Melosira varians* (70,9%), *Meridion circulare* (14,9%).
- S953:** Abfluss der Hungerbachquelle (REICHARDT 2018: 48). 7.3.1989.  
33 Taxa. *Melosira varians* (51,8%), *Meridion circulare* (10,6%).
- S1647:** Karstquelle der Gailach in Mühlheim. Die Quelle gehört zu den stärksten im Gebiet. In ihr tritt das 4 km talaufwärts versickerte Wasser der Gailach wieder ans Tageslicht. Moose in starker Strömung. 19.4.1995.  
30 Taxa. Knapp die Hälfte der Diatomeen stellt *Meridion* (*M. circulare* 31,6%, *M. infirmatum* 13,5%), außerdem ist *Planothidium lanceolatum* häufig (26,0%). Nicht selten findet man Erstlingszellen von *Cocconeis placentula* var. *lineata*.



**S1648:** Wie S1647. Bräunliche Algenwättchen in ruhigem, strömungsgeschützten Bereich. 19.4.1995.

Enthält ebenfalls nur 30 Taxa, dominierend *Melosira varians* (26,0%), *Staurosira neoproducta* (25,1%), *Ulnaria ulna* sensu auct. (19,2%) und *Meridion circulare* (9,5%). *Meridion infirmatum* ist im Gegensatz zu S1647 hier selten.

**S1287:** Quelle der Schutter am Galgenberg bei Konstein. Grundschlamm. 7.4.1992.

Obwohl insgesamt 41 Taxa nachgewiesen wurden, handelt es sich hierbei um eine fast reine *Staurosira mutabilis* (sensu auct., 75,4%) / *Planothidium reichardtii* (12,9%) - Assoziation. Typuslokalität von *P. reichardtii* sowie *Diploneis separanda*, *Gomphosphenia fontinalis* und *Sellaphora jurafontinalis*. Letztere konnte in den vorliegenden Proben aus der Schutterquelle nicht nachgewiesen werden, während die anderen in den Karstquellen des Untersuchungsgebietes verbreitet sind.

**S2535:** Wie oben (S1287, Schutterquelle). Submerse Moose an der gemauerten Einfassung auf bzw. knapp unterhalb der Höhe des Wasserspiegels. 16.4.2005.

Im Gegensatz zu den beiden Grundproben ist die Moosprobe mit 69 Taxa eine der artenreichsten der gesamten Studie. Allerdings kommen auch hier viele Formen nur sehr selten vor. Häufig sind *Achnantheidium minutissimum* (19,6%), *A. pyrenaicum* (12,5%), *Amphora pediculus* (15,2%) und *Planothidium lanceolatum* (15,2%).

**S2536:** Wie oben (S1287, Schutterquelle). Weichsediment beim nördlichsten Quellaustritt, wenige Meter bevor der Quellbereich in den anschließenden Graben übergeht. 16.4.2005.

Wie S1287 eine *Staurosira mutabilis* (sensu auct., 51,8%) / *Planothidium reichardtii* (47,1%) -Assoziation, in der nur noch sehr vereinzelt andere Diatomeen vorkommen. Es wurden nur 19 Taxa registriert.

**S1293:** Erzwäsche bei Titting. Moos an Quellfassung in strömendem Wasser. GH: 19° dH; KH: 12,5° dH; Temp.: 8° C. 11.4.1992.

Die Karstquelle lieferte nur artenarme Proben mit gemeinen, eutrophilen Arten. Hier sind es 20 Taxa mit einem Massenvorkommen von *Gomphonema micropus* (72,7%). Eine bemerkenswerte Ausnahme stellt *Adlafia langebertalotii* dar, die in dieser Probe nicht selten vorkommt (3,8%).

**S1294:** Wie oben (S1293, Erzwäsche). Moose im Quellabfluss an der der gemauerten Seitenwand vor der Straßenunterführung. 11.4.1992.

28 Taxa. *Meridion circulare* (40,5%), *M. infirmatum* (5,0%) und *Psammothidium grischunum* (25,8%) dominieren, relativ häufig sind auch *Planothidium lanceolatum* und *Gomphonema micropus*, die aber unter 10% relativer Häufigkeit bleiben.

**S3270:** Wie oben (S1293, Erzwäsche). Grüne Algen und etwas Moos am Rand des Abflusses in strömendem Wasser. 31.3.2019.

20 Taxa. Es dominieren die gleichen Arten wie oben, allerdings ist *Meridion infirmatum* (21,5%) hier stärker entwickelt. *Psammothidium grischunum* (27%), *Planothidium lanceolatum* (23%), *Gomphonema micropus* (12%), *Meridion circulare* (8,5%).

**S1295:** Blaubrunnen bei Altdorf. Braune Algenfäden auf der überströmten Steintreppe der Quellfassung. 11.4.1992.

Die artenärmste Probe mit nur 7 Taxa besteht nahezu ausschließlich aus *Meridion circulare* (91,8%) und *Planothidium lanceolatum* (7,3%).

**S1296:** Wie oben (S1295, Blaubrunnen). Moose im Quelltopf. 11.4.1992.

29 Taxa. Auch hier sind *Planothidium lanceolatum* (53,8%, auch Erstlingsformen) und *Meridion circulare* (13,4%) besonders häufig, dazu kommen *Achnanthydium minutissimum* (9,6%) und *A. strenzkei* (4,8%).

**S3272:** Wie oben (S1295, Blaubrunnen). Submerse Moose am Betonrand der Quellfassung nahe beim Abfluss. Temp.: 10,0° C.

Mit 40 Taxa etwas formenreicher als die 1992 gesammelten Proben. Die o.g. Arten sind auch hier häufig (*P. lanceolatum* 35,0%, *A. minutissimum* 16,5%, *M. circulare* 4,6%), dazu kommt *Cocconeis placentula* var. *lineata* (19,9%). Bemerkenswert ist das nicht seltene Auftreten von *Navicula dealpina* (2,8%), die vereinzelt auch schon in S1296 beobachtet wurde.

**S1297:** Weiher der Morsbachquelle. Der Weiher ist mit Forellen besetzt. Auftriebs-Algenfladen. KH: 12° dH. 11.4.1992.

44 allgemein verbreitete Taxa. *Staurosira mutabilis* sensu auct. stellt die mit Abstand häufigste Art (83,3%).

**S3271:** Wie oben (S1297). Überströmte, submerse Moose am Ablauf. Temp.: 9,8° C. 31.3.2019.

Die geringere Diversität mit 23 Taxa ist auch durch die starke Strömung am Probenstandort bedingt. *Achnanthydium minutissimum* (36,1%), *Meridion circulare* (24,2%) und *Planothidium lanceolatum* (17,5%) bestimmen die Assoziation. Ansonsten findet man Formen, die auch in anderen Karstquellen verbreitet sind.

**S1298:** Morsbachquelle. Quellmoos in Quelltopf. 11.4.1992.

25 Taxa. Auch hier dominieren die in anderen Karstquellen besonders häufigen Arten; *Planothidium lanceolatum* (64,3), *Achnanthydium minutissimum* (12,6%). Außerdem ist *Navicula dealpina* (11,7%) auffallend stark entwickelt.

**S1299:** Quelliger Sumpf wenig oberhalb der Morsbachquelle. Detritus in Wasserloch. 11.4.1992.

Obwohl das hier austretende Wasser mit der Morsbachquelle in Zusammenhang steht, unterscheidet sich die gefundene Assoziation von der in der eigentlichen Quelle. *Nitzschia hantzschiana* (46,2%), *Adlafia minuscula* (13,9%) und *Fragilaria vaucheriae* (13,4%) sind die häufigen Formen in der mit 19 Taxa artenarmen Probe.

**S3276:** Premerzhofener Quelle. Große Karstquelle südl. unterhalb von Premerzhofen. Überflossene Moose im Abfluss. 31.3.2019.

22 Taxa. Die Probe enthält nur wenige Diatomeen, hauptsächlich *Meridion infirmatum* (49,9%, *M. circulare* ist hier sehr selten), *Planothidium lanceolatum* (13,6%), *Achnanthydium minutissimum* (12,6%) und *Gomphonema micropus* (9,4%).

**S3277:** Kleinerer Quelltopf in Wiese ca. 150 m südöstl. der Premerzhofener Hauptquelle (S3276). An Pflanzen und feinem Wurzelwerk. 31.3.2019.

40 Taxa, davon 25, die in der Hauptquelle nicht beobachtet wurden. Allerdings sind diese durchweg sehr selten oder nur als Einzelformen belegt. Die häufigen Arten entsprechen S3276 (*A. minutissimum* 63,5%, *G. micropus* 10,1%, *P. lanceolatum* 4,9%) mit Ausnahme von *Meridion infirmatum*. Diese wurde nur sehr selten gesehen und wird hier durch *M. circulare* (8,0%) ersetzt.



**S1666:** Schambach-Ursprung in Schamhaupten. Bewuchs und Belag am Grund im hintersten (westl.) Teil des großen Quellweihers. GH: 16° dH; KH: 13,4° dH; Cl<sup>-</sup>: 20 mg/l. 24.4.1995.

Der Weiher bietet den Diatomeen gute Entwicklungsmöglichkeiten und lieferte mit 74 Taxa die artenreichste Probe. Zwar findet man auch hier vorwiegend eutrophile Formen – besonders häufig *Meridion circulare* (33,6%) und *Nitzschia subtilis* (11,1%) –, daneben aber auch Arten kalkreicher, oligo- bis mesotropher Gewässer wie *Navicula praeterita*, *N. striolata* (4,9%) und *N. viridulacalcis*.

**S1667:** Wie oben (S1666). Auftrieb im mittleren Teil des großen Quellweihers. 24.4.1995.

Mit 41 Taxa weniger divers. Viel *Achnanthydium minutissimum* (50,1%) und *Fragilaria gracilis* (12,8%) sowie *Nitzschia fonticola* (8,0%) und *N. paleacea* (7,8%).

**S1668:** Schambach-Ursprung in Schamhaupten. Quellaustritte ca. 50 m unterhalb des Quellweihers. Submerse Moose und an feinen Würzelchen im Wasser. 24.4.1995.

Nur 24 Taxa registriert, hauptsächlich *Achnanthydium pyrenaicum* (75,8%). Bemerkenswert ist das Vorkommen von *Naviculadicta suboculta*, *Sellaphora crassulexigua* und des neu beschriebenen *Meridion elongatum*.

### 3 Diatomeen und Wasserqualität

Die folgende Tabelle listet die in den untersuchten Karstquellen verbreiteten Diatomeen auf. Arten, die nur mit sehr vereinzelt Schalen in einer oder zwei Quellen beobachtet wurden, sind nicht aufgenommen, da es sich dabei zum Großteil um verschleppte oder sehr allgemein verbreitete Formen handelt, die für die Charakterisierung der Quellwässer keine Bedeutung haben. Würde man diese mit einbeziehen, käme man auf eine Anzahl von 178 beobachteten Taxa.

Die Angaben in den einzelnen Spalten bedeuten:

**Q** Anzahl der Quellen, in denen die jeweilige Art beobachtet wurde.

**H** Allgemeine Häufigkeit der Diatomeen in den Proben.

ss sehr selten (vereinzelt, keine zählbaren Anteile)

s selten (mehrfach, aber unter 1% relative Häufigkeit)

z zerstreut (1% – ca. 3%)

mh mäßig häufig (3% – ca. 15%)

h häufig (15% – ca. 50%)

m massenhaft (> 60%)

Angaben wie z.B. „s-mh (h)“ lies: Allgemein selten bis mäßig häufig, gelegentlich auch häufig.

**Abb.** Abbildungen, die mit den beobachteten Diatomeen übereinstimmen. Da mit REICHARDT (2018) eine detaillierte Dokumentation der Diatomeen des Gebietes vorliegt, wurde zum größten Teil auf diese Arbeit Bezug genommen. Angaben mit vorangestelltem „T“ (Treuchtlingen) bezeichnen Abbildungen in REICHARDT (2018), Abbildungen in der vorliegenden Arbeit sind mit „\*“ bezeichnet.

**Ökol.** Ökologische Klassifikation. Diese sowie die drei folgenden Angaben sind der aktuellen „Roten Liste“ (HOFMANN et al. 2018) entnommen.

ae aerophil

eu in stark mesotrophen bis polytrophen Gewässern

	o	in oligotrophen Gewässern
	oc	in oligotrophen, kalkhaltigen Gewässern
Vork.		Aktuelle Bestandsituation.
	es	extrem selten
	ss	sehr selten
	s	selten
	mh	mäßig häufig
	h	häufig
	sh	sehr häufig
Trend		Langfristiger Bestandstrend.
	=	gleichbleibend
	<	mäßiger Rückgang
	(<)	Rückgang, Ausmaß unbekannt
	>	deutliche Zunahme
RL		Rote-Liste-Kategorie.
	*	ungefährdet
	V	Vorwarnliste
	G	Gefährdung unbekanntes Ausmaßes
	3	gefährdet
	2	stark gefährdet
	D	Daten unzureichend

Bereits ein flüchtiger Blick auf die Tabelle zeigt, dass es sich bei allen in den untersuchten Materialien häufigen und verbreiteten Diatomeen um gemeine, ungefährdete, eutrophile/eutraphente Arten handelt. Viele „?“ in der Spalte Ökologie sind darauf zurückzuführen, dass unter den betreffenden Namen diverse Arten geführt wurden, die erst in jüngster Zeit aufgeschlüsselt werden konnten. Die meisten dieser „?“ werden in Zukunft wohl durch „eu“ ersetzt werden müssen. Bezieht man die allgemein geringe Diversität bzw. Artenarmut der Probenstandorte mit ein, erhält man bereits ein Bild von der Wasserqualität in den Karstquellen. Es zeigt sich klar, dass die Wässer nahezu ungefiltert austreten und vor allem den landwirtschaftlich bedingten Nährstoffeintrag mit sich führen.

Die wenigen Arten, die in oligotrophen Gewässern leben – darunter auch alle als gefährdet eingestuft Diatomeen – sind durchweg selten und hier kein Indiz für bessere Wasserqualitäten. Oftmals wurden nur (verschleppte) Einzelschalen gefunden, und selbst wenn mehrere Exemplare beobachtet wurden, war immer klar zu erkennen, dass sie an den jeweiligen Standorten nicht zur Entwicklung kommen.

Bemerkenswert erscheinen allerdings die Vorkommen von *Navicula striolata* und *N. dealpina*. Erstere kommt in allen Proben aus der Schutter-Quelle und den Schambach-Quellen vor; jeweils nur vereinzelt, im großen Quellweiher des Schambach-Ursprungs jedoch mit einer ansehnlichen Häufigkeit von 4,9%. Die Art ist zumindest in kalkreichen Gewässern der Südl. Frankenalb ziemlich verbreitet (REICHARDT 2018: 181). Noch interessanter sind die Vorkommen der als „stark gefährdet“ eingestuften *N. dealpina*. Sie besitzt einen eindeutigen Verbreitungsschwerpunkt im Bereich des Anlautertals (Erzwäsche bei Titting, Morsbachquelle, Blaubrunnen) und kommt in den dortigen Proben fast durchweg mit zählbaren Anteilen (bis

Tab. 1: Liste der in den untersuchten Karstquellen verbreiteten Diatomeen

	Q	H	Abb.	Ökol.	Vork.	Trend	RL
<i>Achnanthyidium lineare</i> W.Smith	4	ss (mh)	* 1-20	eu	ss	(<)	G
- <i>minutissimum</i> (Kütz.) Czarniecki	26	(s)-h/m	T 60/1-68	?	sh	=	*
- <i>pyrenaicum</i> (Hust.) Kobayasi	12	ss-h	T 62/1-16	?	h	=	*
- <i>strenzkei</i> (Hust.) Reichardt	9	ss-mh	T 62/7-90	?	?	?	D
<i>Adlafia minuscula</i> (Grun.) Lange-B.	12	ss-mh	T 128/1-14	?	h	=	*
<i>Amphipleura pellucida</i> (Kütz.) Kütz.	3	ss	T 190/17-27	?	mh	=	*
<i>Amphora copulata</i> (Kütz.) Schoeman & Archibald	14	ss-s	T 293/1-21	?	h	=	*
- <i>inariensis</i> Krammer	4	ss (mh)	T 294/1-11	o	s	=	*
- <i>indistincta</i> Levkov	11	s-h	T 294/13-30	?	h	=	*
- <i>minutissima</i> W.Smith	3	ss	T 293/22-38	eu	?	?	*
- <i>ovalis</i> (Kütz.) Kütz.	4	ss	T 291/1-10	?	mh	=	*
- <i>pediculus</i> (Kütz.) Grun.	25	s-h	T 294/31-43	?	sh	=	*
<i>Caloneis fontinalis</i> (Grun.) Lange-B. & Reichardt	16	ss-mh	T 202/43-60	?	mh	=	*
- <i>lancectula</i> (Schulz) Lange-B. & Witkowski	8	ss (z)	T 202/31-42	eu	h	=	*
- spec. (spp., <i>bacillum</i> auct.)	6	ss (mh)	T 202/1-25				
<i>Cocconeis placentula</i> Ehr.	3	ss (z)	T 53/11-22	?	mh	?	D
- <i>placentula</i> var. <i>lineata</i> (Ehr.) Van Heurck	15	s-h	T 54/1-14	?	sh	=	*
- <i>pseudolineata</i> (Geitler) Lange-B.	11	ss (-mh)	T 54/22-33	?	h	=	*
<i>Cratichia cuspidata</i> (Kütz.) D.G.Mann	3	ss	T 107/1-10	eu	mh	=	*
<i>Cymbella parva</i> (W.Smith) Kirchner	3	ss-s	T 271/21	o	s	(<)	G
<i>Denticula tenuis</i> Kütz.	19	ss-mh	T 405/36-51	o	mh	=	*
<i>Diploleis krammeri</i> Lange-B. & Reichardt	6	ss	T 151/1-12	oc	s	<	V
- <i>nevrovae</i> Lange-B. & Fuhrmann	3	ss	T 152/11-16				
- <i>separanda</i> Lange-B.	17	ss-s (z)	T 153/13-22	oc	?	?	D
<i>Ellerbeckia arenaria</i> (Moore) Crawford	3	ss	T 12/40-41	?	mh	=	*
<i>Encyonema minutum</i> (Hilse) D.G.Mann	4	ss	T 283/45-59	?	mh	=	*
- <i>ventricosum</i> (Agardh) Grun.	9	ss-s (h)	T 283/23-44	?	sh	=	*
<i>Eunotia bilunaris</i> (Ehr.) Schaarschmidt	5	ss	T 46/1-19	?	mh	=	*
- <i>minor</i> (Kütz.) Grun.	6	ss	T 48/21-33	?	mh	<	V
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières sensu lato/auct.	7	s (-mh)	T 32/1-39	eu	h	=	*
- <i>gracilis</i> Østrup	12	s-mh	T 30/1-41	?	sh	=	*
- <i>mesolepta</i> Rabenhorst	3	ss-s (h)	T 35/1-19	eu	mh	=	*
- <i>vaucheriae</i> (Kütz.) Petersen	10	s (-h)	T 32/40-60	eu	h	=	*
- spec.	3	ss-s	T 34/21-28				
<i>Fistulifera saprophila</i> (L.-B. & Bonik) Lange-B.	3	s (mh)	T 129/30-36	?	mh	>	*
<i>Frustulia vulgaris</i> (Thwaites) De Toni	14	ss (s)	T 196/1-10	?	h	=	*
<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehr.	3	ss	T 299/17-26	?	mh	=	*
- <i>angustatum</i> (Kütz.) Rabenhorst	3	ss	T 317/1-31	?	mh	?	*
- <i>angustum</i> Agardh	6	ss-s (mh)	T 321/27-40	oc	s	(<)	G
- <i>capitatum</i> Ehr.	6	ss	T 300/1-13	?	mh	=	*
- <i>commutatum</i> Grun.	11	ss (s-z)	T 306/1-33	?	mh	=	*
- <i>cuneolus</i> Reichardt	3	ss	T 311/23-35	oc	s	(<)	G
- <i>micropus</i> Kütz.	19	s-mh (m)	T 322/1-46	?	mh	=	*
- <i>nanoelegantisimum</i> n. sp.	2	s/mh	* 65-92				
- <i>parvulum</i> (Kütz.) Kütz.	16	ss-s	T 314/1-44	?	sh	=	*
- <i>sarcophagus</i> Gregory	3	ss (z)	T 324/1-22	?	mh	<	V
<i>Gomphosphenia fontinalis</i> L.-B., Ector & Werum	11	ss (z-mh)	T 347/15-21	?	?	?	D
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kütz.) Rabenhorst	4	ss	T 192/1-9	eu	h	=	*
- <i>attenuatum</i> (Kütz.) Rabenhorst	2	ss/mh	T 191/1-10	?	h	=	*
<i>Hantzschia abundans</i> Lange-B.	4	ss-s	T 349/1-23	ae	mh	=	*
<i>Hippodonta capitata</i> (Ehr.) Lange-B. et al.	4	ss	T 106/1-16	eu	h	=	*
<i>Humidophila perpusilla</i> (Grun.) Lowe et al.	3	ss		ae/o	mh	=	*
- <i>simplex</i> (Reichardt) Lowe et al.	5	ss	T 133/18-33	ae/o	h	?	*
<i>Karayevia clevei</i> (Grun.) Bukhtiyarova	3	ss	T 69/9-10	eu	h	=	*
<i>Mayamaea permitis</i> (Hust.) Bruder & Medlin	4	ss (mh)	T 125/29-41	eu	sh	=	*
<i>Melosira varians</i> Agardh	20	(s)-h/m	T 1/1-13	eu	sh	=	*
<i>Meridion circulare</i> (Gréville) Agardh	23	s-h/m	T 15/1-32	?	h	=	*
- <i>infirmitatum</i> Reichardt	9	ss-h	T 17/1-27				

Tab. 1: Fortsetzung

	Q	H	Abb.	Ökol.	Vork.	Trend	RL
<i>Navicula antonii</i> Lange-Bertalot	16	ss-s	T 81/1-14	eu	h	=	*
- <i>cryptocephala</i> Kützing	7	ss-s	T 78/1-15	eu	h	=	*
- <i>cryptotenella</i> Lange-B.	11	ss (s-z)	T 79/1-16	?	sh	=	*
- <i>cryptotenelloides</i> Lange-B.	5	ss-s	T 79/17-35	?	h	=	*
- <i>dealpina</i> Lange-B.	6	ss-z (mh)	T 82/12-21	oc	ss	<	2
- <i>gregaria</i> Donkin	12	ss-mh	T 78/42-55	?	h	=	*
- <i>lanceolata</i> (Agardh) Ehr.	5	ss (mh)	T 91/27-35	eu	sh	=	*
- <i>lundii</i> Reichardt	5	ss-s	T 79/36-46	?	mh	=	*
- <i>metareichardtiana</i> Lange-B. & Kusber	11	ss-s	T 80/37-53	eu	sh	=	*
- <i>moenofranconica</i> Lange-B.	3	ss	T 82/1-11	?	s	<	3
- <i>radiosa</i> Kütz.	4	ss-s	T 81/25-33	?	mh	=	*
- <i>striolata</i> (Grun.) Lange-B.	6	ss (mh)	T 86/1-13	oc	s	(<)	G
- <i>tripunctata</i> (O.F.Müller) Bory	17	s (mh)	T 82/26-36	eu	sh	=	*
- <i>trivialis</i> Lange-B.	5	ss	T 81/15-24	eu	h	=	*
- <i>upsaliensis</i> (Grun.) M.Peragallo	7	ss-s (mh)	T 80/1-10	eu	mh	=	*
- <i>veneta</i> Kütz.	10	ss	T 77/72-87	eu	h	=	*
<i>Naviculadicta subocculata</i> (Hust.)	4	ss-s	T 113/19-27	?	es	=	R
<i>Neidiomorpha binodiformis</i> (Kram.) Cantonati et al.	4	ss	T 171/1-12	oc	ss	(<)	G
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kütz.) W.Smith	2	s-z	T 388/1-8	eu	sh	=	*
- <i>acidoclinata</i> Lange-B.	3	ss (z)	T 386/55-79	?	mh	<	V
- <i>amphibia</i> Grun.	3	ss	T 386/1-18	eu	h	=	*
- <i>archibaldii</i> Lange-B.	3	ss	T 384/11-22	?	h	=	*
- <i>capitellata</i> Hust.	4	ss	T 387/1-11	eu	h	=	*
- <i>dissipata</i> (Kütz.) Grun.	15	s	T 372/21-31	eu	sh	=	*
- <i>fonticola</i> Grun.	10	ss-mh	T 405/1-18	eu	sh	=	*
- <i>hantzschiana</i> Rabenhorst	4	s (h)	T 386/21-54	?	mh	(<)	G
- <i>linearis</i> (Agardh) W.Smith	21	ss-z (mh)	T 378/1-15	eu	h	=	*
- <i>media</i> Hantzsch	10	ss-s (z)	T 373/12-30	?	mh	<	V
- <i>palea</i> (Kütz.) W.Smith	13	ss-s (h)	T 382/1-15	eu	sh	=	*
- <i>paleacea</i> (Grun.) Grun.	3	ss (mh)	T 387/27-39	eu	sh	=	*
- <i>perminuta</i> (Grun.) M.Peragallo	6	ss (z)	T 385/1-19	?	mh	=	*
- <i>pura</i> Hustedt	2	ss/mh	T 380/1-27	o	mh	=	*
- <i>pusilla</i> Grun.	8	ss (z-mh)	T 384/23-38	eu	h	=	*
- <i>solgensis</i> Cleve-Euler	3	ss	T 359/7-14	eu	mh	=	*
- <i>subtilis</i> Grun.	10	ss-s (mh)	T 378/16-28	eu	h	=	*
<i>Odonthidium mesodon</i> (Ehr.) Kütz.	11	ss-m	* 173-179	?	h	=	*
<i>Planothidium dubium</i> (Grun.) Round & Bukhtiya.	5	ss (s)	* 180-187	eu	h	=	*
- <i>frequentissimum</i> (L.-B.) Lange-B. sensu lato	21	ss-mh	T 71/1-44	eu	sh	=	*
- <i>lanceolatum</i> (Bréb.) Lange-B.	27	(s)-h	T 70/1-26	?	sh	=	*
- <i>reichardtii</i> Lange-B. & Werum	16	s-mh (h)	* 188-196	?	?	=	D
- <i>straubianum</i> Wetzel, Van de Vijver & Ector	4	s	T 71/85-97	?	?	?	D
<i>Platessa conspicua</i> (A.Mayer) Lange-B.	6	ss (s)	T 67/73-93	?	mh	=	*
<i>Psammothidium grischunum</i> (Wut.) Buk. & Round	15	s-h	T 67/19-45	?	s	<	V
- <i>lauenburgianum</i> (Hust.) Bukht. & Round	3	ss	T 67/46-58	eu	mh	=	*
<i>Reimeria sinuata</i> (Gregory) Kociolek & Stoermer	4	ss (mh)	T 298/15-25	?	h	=	*
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (Agardh) Lange-B.	7	ss-mh	T 75/1-39	eu	sh	=	*
<i>Sellaphora hustedtii</i> (Krasske) Lange-B. & Werum	3	ss (z)	T 119/6-17	?	ss	(<)	G
- <i>nigri</i> (De Notaris) Wetzel & Ector	18	ss-z (mh)	T 113/28-36	?	sh	=	*
- <i>pupula</i> (Kütz.) Mereschowsky sensu lato	5	ss	T 117/1-17	eu	s	?	D
- <i>seminulum</i> (Grun.) D.G.Mann	20	s (mh)	T 114/40-50	?	h	=	*
<i>Stauroneis separanda</i> Lange-B. & Werum	5	ss	T 182/15-26	oc	s	<	V
- <i>smithii</i> Grun.	11	ss-s	T 182/1-14	eu	mh	=	*
<i>Stausosira mutabilis</i> (W.Smith) Grun. sensu auct.	11	s-mh/m	* 197-223	?	?	=	D
- <i>mutabilis</i> sensu auct. cf. <i>S. neopinnata</i>	2	z/m	* 224-240	?	?	=	D
- <i>neoproducta</i> (Lange-B.) Chudaev & Gololob.	3	mh-h	T 42/1-21	o	s	<	3
<i>Surirella angusta</i> Kütz.	11	ss	T 422/10-21	eu	h	=	*
- <i>brebissonii</i> var. <i>kuetzingii</i> Kram. & Lange-B.	4	ss	T 423/1-16	eu	h	=	*
- <i>minuta</i> Brébisson	6	ss (mh)	T 424/11-19	eu	mh	=	*
- <i>neglecta</i> Reichardt	6	ss	T 423/17-34	eu	mh	?	D
- <i>pinnata</i> W.Smith	12	ss	T 424/1-10	eu	mh	=	*

11,7% in S1298) vor – auch in Proben, die ansonsten nur eutrophile oder eutröphente Arten aufweisen. Ähnliche Vorkommen wurden auch in verschiedenen Karstquellen der Schwäbischen Alb beobachtet. Bei dem einzigen häufigen Vorkommen von *Nitzschia hantzschiana* handelt es sich um einen Sonderstandort (S1299) und die Häufigkeitswerte von *Staurosira neoproducta* sind irreführend, da die Schalen dieser Ketten bildenden Art nicht gleichmäßig in den Präparaten verteilt sind. Im Raum Treuchtlingen wurde diese Art auch unter stärker mesotrophen bis eutrophen Bedingungen gefunden (REICHARDT 2018: 98).

Unter den eingangs erwähnten insgesamt registrierten 178 Taxa befinden sich natürlich weitere, insgesamt aber relativ wenige Formen, denen Vorkommen in oligotrophen Gewässern bescheinigt wird. Sie finden sich zumeist vereinzelt in verschiedenen Quellen und lassen im allgemeinen keine signifikante Schwerpunktbildung erkennen. Wie im vorhergehenden Kapitel erwähnt, kommen im Grüntopf (S1669) einige derartige Diatomeen vor, der Quellabfluss (S1670) lieferte jedoch ausschließlich eutrophile/eutröphente Arten. In den Proben aus dem Römerbrunnen stellen Arten oligotropher bzw. gemäßigt mesotropher Gewässer immerhin „mäßig häufige“ Anteile und weisen so auf eine bessere Wasserqualität hin – nicht gänzlich unerwartet, denn das Einzugsgebiet dieser Quelle ist weitestgehend bewaldet.

Überraschend und bisher völlig unbekannt ist das verbreitete und oft häufige Vorkommen des erst vor kurzem beschriebenen *Meridion infirmatum* sowie von *Psammothidium grischunum*. Letztere Art wurde bisher eher wenig beobachtet und als „Indikatorart der sehr guten ökologischen Qualität“ bezeichnet (HOFMANN et al. 2011: 521). Nach REICHARDT (1984: 27 und 2018: 114) ist sie im Frankenjura – insbesondere in Quellen – aber durchaus verbreitet und kommt auch in meso- bis eutrophen Gewässern mit größerer Häufigkeit vor. In der aktuellen „Roten Liste“ (HOFMANN et al. 2018) wird die ökologische Klassifikation bereits mit „?“ bezeichnet. Beide Arten kommen mit ähnlichen Häufigkeiten auch in Karstquellen der Schwäbischen Alb vor.

Die auffällige Artenarmut mit durchschnittlich nur 32 Taxa pro Probe ist ein weiteres Indiz für die Belastung der Karstquellwässer. Selbst wenn man einräumt, dass manche Rheokrene nur erschwert besiedelt werden können, ist die geringe Diversität bemerkenswert. Sogar Quellweiher, die den Diatomeen grundsätzlich gute Besiedlungsmöglichkeiten bieten, lieferten nur um 60 Arten. Aber auch in den Interstitialräumen der enormen Algenmassen in den meisten stark strömenden Quellabflüssen fanden Diatomeen durchaus geeignete Lebensräume.

#### 4 Bemerkungen zu einigen Arten

##### *Achnanthes coarctata* (Brébisson) Grunow

Abb. 241-252

In TOFILOVSKA et al. (2014) wurde mit *A. pseudocoarctata* Levkov & Tofilovska eine ähnliche Art beschrieben, die sich durch eine Reihe von Merkmalen, insbesondere durch signifikant gröber strukturierte Schalen und einfacher gebaute cribra unterscheidet. REICHARDT (2018: 104) konnte allerdings nachweisen, dass die für *A. pseudocoarctata* beschriebene Struktur der cribra auch bei *A. coarctata* vorkommt und somit als Unterscheidungskriterium hinfällig ist. Gleichzeitig wird auf eine Population von *A. pseudocoarctata* in der Quelle bei der Almosmühle hingewiesen. Tatsächlich besitzt diese zumeist – auf manchen Schalen sogar fast ausschließlich – cribra vom *A. pseudocoarctata*-Typ, die mit nur jeweils zwei „struts“ an den

Rändern der Areolen befestigt sind. Eine erneute Überprüfung hat allerdings ergeben, dass es sich auch hierbei um *A. coarctata* handelt. Die Dichte der Streifen (14-16 statt 7-10 in 10 µm), die Areolierung der Schalenmäntel sowie alle weiteren diakritischen Merkmale (mit Ausnahme der cribra) stimmen nur mit *A. coarctata* überein und es konnten auch cribra beobachtet werden, die – wie für *A. coarctata* beschrieben – mit 3 oder 4 „struts“ befestigt sind. *A. coarctata* ist wie die weiter unten beschriebene *Luticola imbricata* eine aerophile Art, die in den Karstquellen nicht vorkommt und hier nur an einem entsprechenden Sonderstandort auftritt.

***Achnanthidium lineare* W.Smith**

**Abb. 1-20**

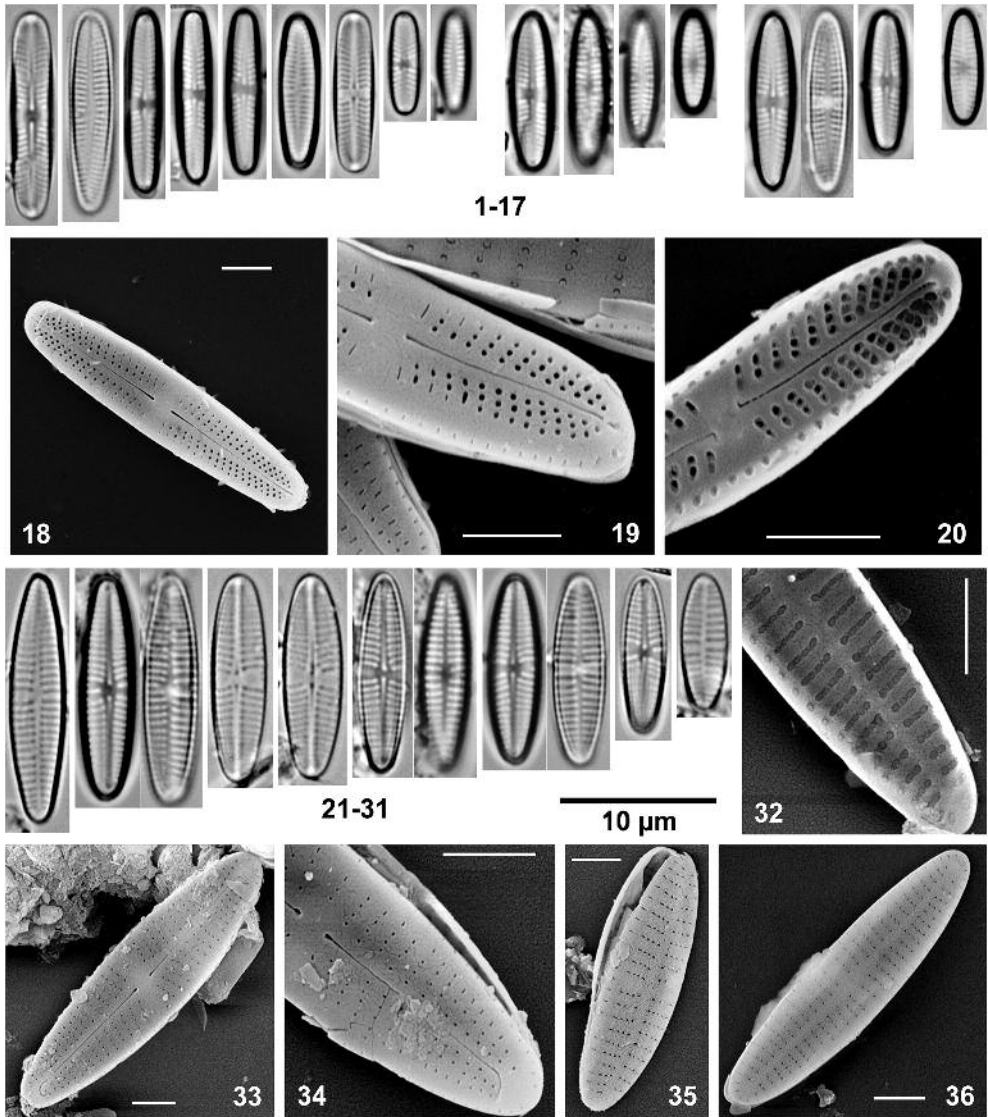
Die Formen in den Karstquellen sind mit 26-30 Streifen in 10 µm allgemein etwas gröber strukturiert als im Typusmaterial (28-32 nach VAN DE VIJVER et al. 2011) und die Größe kann bis auf 3,5 µm Länge und 1,9 µm Breite heruntergehen. Charakteristisch erscheint die reduzierte Areolierung der Streifen in den proximalen Schalenbereichen. Hier bestehen die Streifen nur aus jeweils 1-3 Areolen, die zu den Schalenrändern hin öfter transapikal gestreckt bis fast schlitzförmig erscheinen und nicht selten teilweise geschlossen sind. Distal wird die Areolierung ausgeprägter, die Streifen bestehen hier allgemein aus 3-4 rundlichen Areolen.

***Achnanthidium* spec.**

**Abb. 21-36**

Im Quellbach in Prunn (S2254) konnte nicht allzu selten eine Form beobachtet werden, die in die Gruppe der rheophilen Arten um *A. japonicum* (Kobayasi) Kobayasi gehört. Diese besitzen einseitig abgegebene distale Raphenenden und weitgehend runde bzw. rundliche Areolenforamina. Die Raphenschale der fraglichen Form weist eine deutliche Zentralarea auf, die von ziemlich stark radialen Streifen begrenzt ist. Sie reicht im Allgemeinen bis zum Schalenrand und ist auf einer Seite meist deutlich breiter. Hier befindet sich oft ein eingeschobener Streifen (Abb. 22, 28, 30). Die Ausprägung der Zentralarea ist entschieden anders als bei bekannten ähnlichen Arten wie *A. crassum* (Hustedt) Potapova & Ponader, *A. convergens* (Kobayasi) Kobayasi, *A. deflexum* (Reimer) Kingston, *A. japonicum*, *A. pseudoconspicuum* (Foged) Jüttner & E.J.Cox, *A. rivulare* Potapova & Ponader oder *A. temniskovae* Ivanov & Ector, die entweder keine Zentralarea besitzen oder bei denen nur die annähernd parallel gestellten Streifen in der Mitte etwas weiter voneinander entfernt stehen. Im Einzelnen bestehen weitere Unterschiede. Die beobachteten Schalen zeigen einige Variabilität, nicht nur im Bereich der Zentralarea. Die distalen Raphenenden erscheinen meist einfach seitlich ausgelenkt, können aber auch stärker gekrümmt bis zurückgebogen sein (Abb. 34, 33). Auf der raphenlosen Schale sind die parallelen bis sehr schwach radialen Streifen in der Mitte oft etwas entfernter gestellt, so dass eine schmale Zentralarea entsteht, es kommen aber auch Schalen mit gleichmäßig durchlaufenden oder unregelmäßig distanzierten mittleren Streifen vor. Die länglichen Mantelporen zeigen an den Polen meist eine kurze Unterbrechung, können aber auch ununterbrochen um den Apex laufen (Abb. 36). Länge 9-17 µm, Breite 2,8-3,8 µm, Streifen auf Raphenschale ca. 24 in 10 µm, auf raphenloser Schale 20 (-22) in 10 µm, Punktierung der Streifen im LM nicht erkennbar. Auf eine formelle Beschreibung wird vorerst verzichtet, weil bisher nur eine Sippe gefunden wurde und die Variabilität ähnlicher Arten weiterer Untersuchungen bedarf.





**Abb. 1-20:** *Achnanthidium linearis*. 1-17. LM. 18-20. Raphenschalen im REM. 18-19. Außenansichten. 20. Innenansicht. – **Abb. 21-36:** *Achnanthidium* spec. 21-31. LM. 32-36. REM. 32. Raphenlose Schale, Innenansicht. 33-34. Raphenschalen von außen mit seitlich abgeboogenen distalen Raphenenden. 35-36. Raphenlose Schalen, Außenansichten. – Maßstabsbalken REM: 2 µm.

*Adlafia langebertalotii* Monnier & Ector

**Abb. 58-63**

Bei der Abgrenzung dieser Art von der ähnlichen *A. suchlandtii* (Hustedt) Monnier & Ector wurde vor allem auf die dichtere Streifung (30-32 vs. 26-28 in 10 µm) und die Autökologie (rheophil vs. aerophil) hingewiesen. Für die durchschnittlich etwas geringere Größe wurde bereits eingeräumt, dass sich die Dimensionen bei weiteren Funden wohl weiter überlappen

werden. Dies muss nach den vorliegenden Funden bestätigt werden. Die Schalen werden hier 12-19  $\mu\text{m}$  lang und 2,8-3,6  $\mu\text{m}$  breit. Die Streifendichte (30-32 in 10  $\mu\text{m}$ ) stimmt mit dem Protolog überein und die Funde stammen aus einem stark strömenden Quellabfluss.

***Amphora gracillima*** E.Reichardt spec. nov.

**Abb. 37-53**

Valvae semilanceolatae ad semiellipticas margine dorsali convexa margine ventrali concava sed convexa in media parte apicibus anguste rotundatis. Longitudo 13,0-20,5  $\mu\text{m}$ , latitudo valvarum 3,6-4,4  $\mu\text{m}$ , latitudo frustulorum 9-11  $\mu\text{m}$ . Raphe filiformis, paullo vel modice biarcuata fissuris centralibus dorsaliter inclinatis. Area axialis angusta, area centralis ad margines fasciam formans, dorsaliter rectangulata vel minime dilatata ad marginem versus, area centralis ventralis generaliter latiora quam area dorsalis. Striae transapicales dorsales parallelae vel subparallelae vel paullo radiantes prope centrum radiantes ad apices, 16-18 (rarissime 15 vel 19-20) in 10  $\mu\text{m}$ , striae ventrales medio radiantes ad apices versus conspicue convergentes, 16-18 (20) in 10  $\mu\text{m}$ .

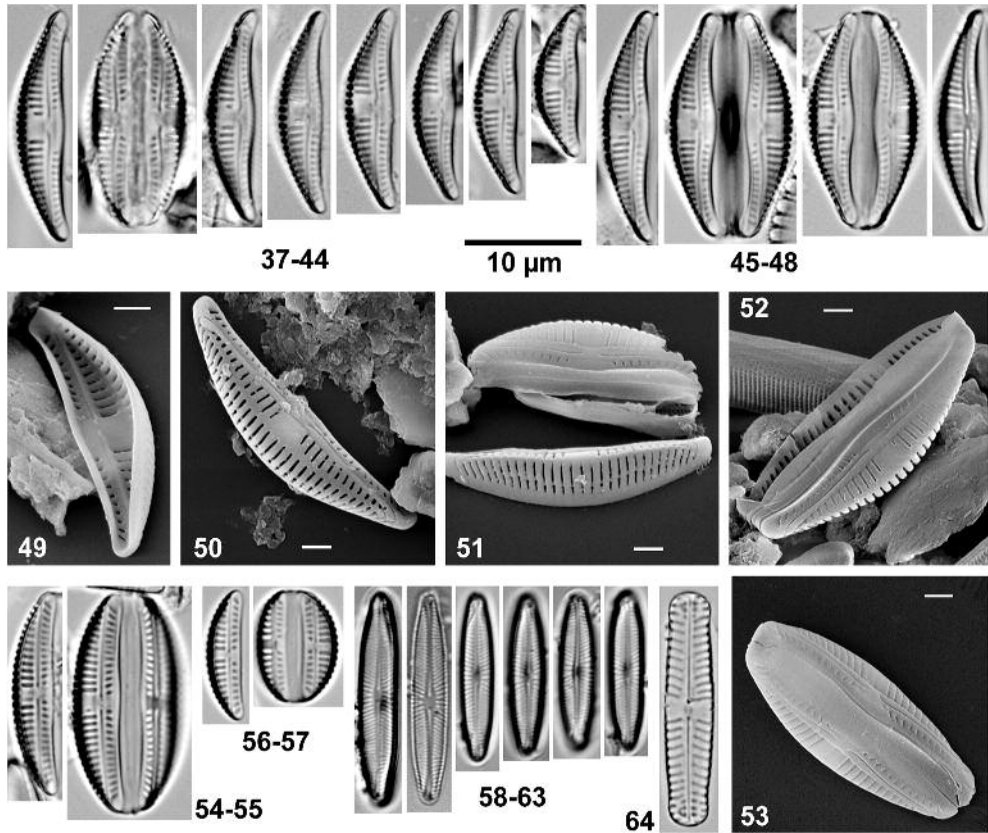
**Holotypus** (hic designatus): S3236-T01 coll. Reichardt in Museo Botanico Berolinense (B).

**Locus typicus:** NW-Hang des Viersteinbergs bei Treuchtlingen-Wettelsheim. Quelliger Graben neben dem Weg am Waldrand, ca. 70 m südwestl. des Wasserbehälters. Leg.: E. Reichardt, 7.7.2018.

Schalen halblanzettlich bis halb elliptisch mit konvexem Dorsalrand und konkavem, im mittleren Bereich aber konvex aufgetriebenem Ventralrand und schmal gerundeten Enden. Länge 13,0-20,5  $\mu\text{m}$ , Schalenbreite 3,6-4,4  $\mu\text{m}$ , Breite der Zellen 9-11  $\mu\text{m}$ . Raphe fadenförmig, zur Dorsalseite konvex gebogen, im proximalen Bereich entgegengesetzt gebogen und Zentralspalten zur Dorsalseite ausgelenkt. Axialarea eng, Zentralarea eine zu den Rändern reichende Fascia, auf der Dorsalseite rechteckig oder zum Schalenrand geringfügig erweitert, Zentralarea auf der Ventralseite allgemein breiter als auf der Dorsalseite. Transapikalstreifen auf der Dorsalseite in der Mitte parallel bis sehr schwach radial, an den Enden radial, 16-18 (sehr vereinzelt nur 15 oder 19-20) in 10  $\mu\text{m}$ , Streifen auf der Ventralseite in der Mitte radial und zu den Enden hin deutlich konvergent, ebenfalls 16-18 (20) in 10  $\mu\text{m}$ .

**Anmerkungen:** Ein auffälliges Merkmal der neuen Spezies ist Art der Streifung. Jeder Transapikalstreifen im Bereich der Schalenfläche besteht nur aus einer länglichen Areole. Damit stimmt sie mit *A. inariensis* Krammer und *A. indistincta* Levkov überein. Von beiden Arten unterscheidet sie sich aber bereits lichtmikroskopisch durch den Umriss mit schmal auslaufenden Enden und die stärker geschwungene Raphe mit nach dorsal gerichteten Zentralspalten. *A. indistincta* ist zudem deutlich kleiner und der Ventralrand ist in der Mitte niemals konvex aufgetrieben (LEVKOV 2009: 69). Gegenüber *A. inariensis* offenbart das REM weitere Unterschiede: Die Areolenforamina erscheinen außen als einfache langgestreckte Öffnungen und sind nicht hantelförmig verschmälert. Eine Membran („wing“) an der streifenfreien Zone am Übergang von der Schalenfläche zum -mantel (vgl. KRAMMER 1980, Fig. 43; REICHARDT 2018 Taf. 296/9) ist bei *A. gracillima* nicht vorhanden.

In REICHARDT (2018, Taf. 294/12) ist neben *A. inariensis* eine davon abzutrennende Form als *Amphora* spec. abgebildet. Dabei handelt es sich um *A. gracillima*. Auch die dortige Figur 9 gehört hierher. Nach 2018 konnte die neue Art – einschließlich des Typusfundortes, wo sie gut entwickelt ist – in drei weiteren Proben aus dem Treuchtlinger Raum beobachtet werden. Außerdem ist sie im Glessbrunnen, einem großen Quelltopf im Landkreis Eichstätt, konstant anzutreffen. An den Probestellen der vorliegenden Arbeit kommt sie im Quellweiher des Schambach-Ursprungs (S1666) vor.



**Abb. 37-53:** *Amphora gracillima*. 37-48. LM. 37-44. Typusmaterial. 37. Holotypus. 45-48. Schambach-Ursprung (S1666). 49-53. REM. 49-51. Typusmaterial. 49. Innenansicht, Siebmembranen in den Areolen nicht erhalten. 50. Außenansicht, Siebmembranen in den Areolen nicht erhalten. 51. Außenansichten; Schale im Vordergrund mit Blick auf den dorsalen Schalenmantel (residuum). 52. Außenansicht mit erhaltenen Siebmembranen (S1666). 53. Zelle, Blick auf die Ventralseite (S1666). – **Abb. 54-55:** *Amphora inariensis*. – **Abb. 56-57:** *Amphora indistincta*. – **Abb. 58-63:** *Adlafia langebertalotii*. – **Abb. 64:** *Geissleria aerophila*. – Maßstabsbalken REM: 2 µm.

### *Geissleria aerophila* E.Reichardt

**Abb. 64**

Die Art wurde erst jüngst von einem aerischen Standort beschrieben (REICHARDT 2018: 143) und das gesamte Formenspektrum ist sicher noch nicht bekannt. Das in Badanhausen (S3274) gefundene Einzelexemplar erscheint relativ gestreckt, stimmt ansonsten aber in allen lichtmikroskopisch erkennbaren Merkmalen mit der Typussippe überein. Die Art besitzt kein Stigma.

### *Gomphonema nanoelegantissimum* E.Reichardt spec. nov.

**Abb. 65-92**

Frustula aspectu cincturae modice cuneata in partibus distalibus limborum sine series punctorum. Valvae parum gomphonemoideae-clavatae anguste lanceolatae verticibus anguste et obtuse cuneatimque rotundatis polis basalibus paullo angustioribus. Longitudo 11,5-29,0 µm, latitudo 3,2-4,0 µm (cellulae primae ad 4,5 µm). Rami raphis arcuati indistincte laterales (quoad individua maiora) ad fere rectos fi-

liformesque (quoad individua minora) poris centralibus conspicuis. Area axialis modice angusta/lata linearis vel paullo lanceolata area centralis rotundata striis mediis utrimque valde abbreviata. Stigma solitaria prope poros centrales raphis. Striae transapicales parum vel modice radiantes, 13-16 in 10  $\mu\text{m}$ . Puncta striatum non aspectabilia.

**Holotypus** (hic designatus): S3229-T01 coll. Reichardt in Museo Botanico Berolinense (B).

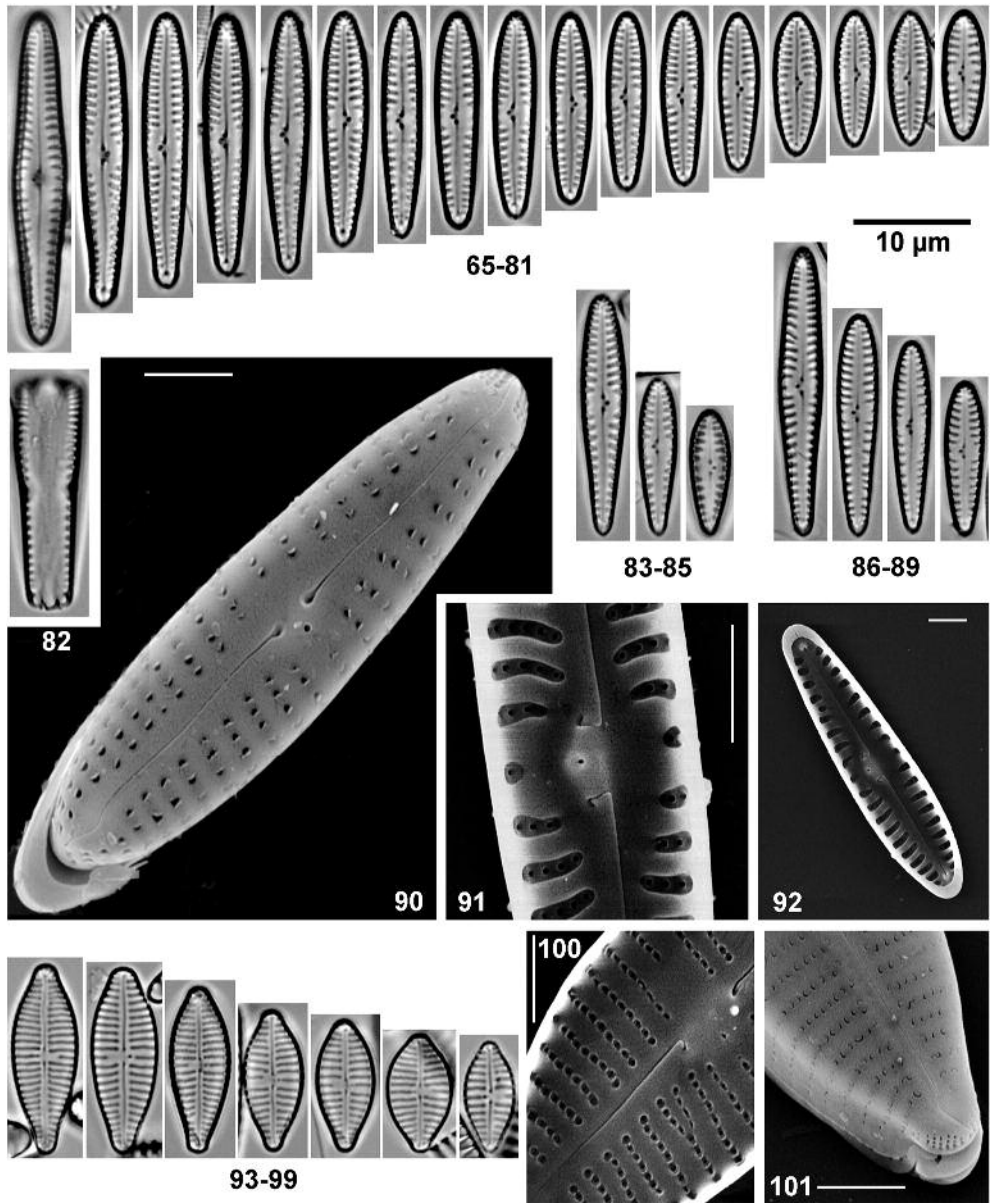
**Locus typicus**: Hüttenbach in Obereichstätt. Orographisch rechter Ast bei der Straße „Am Hüttenbach“. Leg.: E. Reichardt, 21.5.2018.

Zellen in Gürtelansicht mäßig keilförmig, Schalenmäntel abgesehen von den Enden der Transapikalstreifen strukturlos. Schalen wenig gomphonemoid-keulenförmig, schmal lanzettlich mit schmal und etwas stumpf-keilförmig gerundetem Kopfpol und etwas schmalerem Fußpol. Länge 11,5-29,0  $\mu\text{m}$ , Breite 3,2-4,0  $\mu\text{m}$  (Erstlingsformen bis 4,5  $\mu\text{m}$ ). Raphe bei größeren Exemplaren geschwungen und undeutlich lateral, bei kleineren Formen gerade und fadenförmig erscheinend; Zentralporen deutlich. Axialarea mäßig eng/weit (weder besonders eng noch besonders breit), linear oder schwach lanzettlich. Zentralarea rundlich und auf beiden Seiten von kurzen Streifen begrenzt. Etwas seitlich der Zentralporen befindet sich ein isoliertes Stigma. Streifen schwach bis mäßig radial, 13-16 in 10  $\mu\text{m}$ . Punktierung der Streifen normalerweise nicht erkennbar.

**Anmerkungen**: Die Feinstrukturen im REM entsprechen grundsätzlich der Gruppe um *G. pumilum* (Grunow) E.Reichardt & Lange-Bertalot, wie in REICHARDT (1997: 101) beschrieben. Eigentümlich erscheint allerdings die Gestalt der Areolenforamina außen. Sie sind relativ klein und besitzen abstehende Foramenlippen (foriculae, flaps), die wie kleine, etwas aufgeklappte Deckel aussehen. Die Raphenschlitze enden proximal in ausgeprägten Zentralporen. Zumindest am Kopfpol besitzt die Art anscheinend auch ein echtes Septum (Abb. 90).

Der Komplex kleiner Taxa um *G. pumilum* bildet in kalkreichen Gewässern, insbesondere in Gebirgslagen, eine unüberschaubare Vielzahl ähnlicher und in weiten Bereichen konvergierender Formen, die morphologisch oft nicht unterschieden oder bestimmt werden können. Die wichtigsten Arten dieser „pumiloiden Kleinformen“ sind in REICHARDT (1997) beschrieben und fortgesetzte Studien haben gezeigt, dass diese einigermaßen sicher bestimmt werden können, wenn repräsentative Ausschnitte der Zellteilungszyklen vorliegen. Leider ist das oft nicht der Fall und die Zugehörigkeit vieler derartige Sippen kann nicht geklärt werden, insbesondere wenn nur wenige, kleine Individuen vorliegen. Die Beschreibung nicht genauer einzuordnender Sippen als neue Taxa erscheint wenig sinnvoll, solange keine vollständigen Zellteilungszyklen bzw. weiter reichende Kenntnisse zur Variabilität und den genetischen Gegebenheiten bekannt sind. Derart unsichere Arten stellen keinen taxonomischen Fortschritt dar; sie stiften nur Verwirrung und können von praktisch arbeitenden Diatomologen nicht genutzt werden. Auch die Hoffnung, dass molekularbiologische Methoden mehr Klarheit erbringen können, muss nach jüngsten Erkenntnissen (z.B. ABARCA et al. 2020) skeptisch eingeschätzt werden. Letztendlich konnte hier nur nachgewiesen werden, dass verschiedene Klone mehr oder weniger (sehr) nahe miteinander verwandt sind – Tatsachen, die bereits aus den morphologischen Gegebenheiten ersichtlich sind. Einige der taxonomischen Konsequenzen in ABARCA et al. (2020) sind in hohem Maße diskussionsbedürftig und können durch die Abbildungen in der betreffenden Arbeit nicht belegt werden.





**Abb. 65-92:** *Gomphonema nanoelegantissimum*. 65-89. LM. 65-82. Typusmaterial. 69. Holotypus. 82. Gürtelansicht. 83-85. Schambach-Ursprung. 86-89. Glessbrunnen (Lkr. EI.). 90-92. REM, Typusmaterial. 90. Außenansicht mit abstehenden Foramenlippen. 91-92. Innenansichten. – **Abb. 93-101:** *Gomphonema* (aff.) *saprophilum*. 93-99. LM. 100-101. REM. 100. Innenansicht mit zentralen Raphenenden. 101. Außenansicht des Fußpols mit Porenfeld. – Maßstabsbalken REM: 2 µm.

Wenn hier trotz aller Bedenken eine Art aus diesem Komplex als neu beschrieben wird, dann nur deshalb, weil mehrere vollständige Zellteilungszyklen vorliegen, die unabhängig von ähnlichen Formen variieren und somit ihre genetische Eigenständigkeit belegen. Am ähnlichsten erscheint *G. elegantissimum* E.Reichardt & Lange-Bertalot, die sich lichtmikroskopisch eigentlich nur durch größere und geringfügig weiter gestreifte Schalen unterscheidet. Erstlingsformen dieser Art werden jedoch 38-42  $\mu\text{m}$  lang (vs. 29  $\mu\text{m}$ ). Als minimale Breite wird für *G. elegantissimum* 3,6  $\mu\text{m}$  angegeben (REICHARDT 1997: 103 unter *G. pumilum* var. *elegans* E.Reichardt & Lange-Bertalot). Es ist nicht auszuschließen, dass dieser geringe Wert auf die Anwesenheit von *G. nanoexilissimum* oder anderer, unbekannter Arten zurückzuführen ist. Hierzu sind weitere Beobachtungen nötig. Unterschiedlich erscheint außerdem die Form der Areolenforamina, die bei *G. elegantissimum* relativ große und deutliche Mönchchen mit halbkreisförmigen, nicht abstehenden Foramenlippen (foriculae) bilden. Andere Arten unterscheiden sich deutlicher, wobei die Unterschiede bei kleinen Individuen allerdings eingeebnet werden und dann kaum bzw. nicht mehr in Erscheinung treten. *G. micropumilum* E. Reichardt ist gedrungener und stärker keulenförmig und besitzt rundliche Foramina mit fehlenden oder stellenweise winzigen, halbkreisförmigen Foramenlippen, die die Foramina nicht ausfüllen. *G. lychnidum* Levkov, Mitić-Kopanja & E. Reichardt ist an den Polen schmaler und eher spitzlich gerundet und die kleinen Exemplare dieser Art unterscheiden sich durch deutlich schmalere Schalen mit einem signifikant höheren Verhältnis Länge:Breite (4,8-5,8 vs. 3-4); Foramina hier ebenfalls rundlich und ohne foriculae. *G. pseudotenellum* Lange Bertalot ist ebenfalls relativ schlanker und vor allem zu den Enden hin – besonders zum Kopfpol – viel stärker verschmälert. Auch die großen halbkreisförmigen Foramina unterscheiden sich deutlich. *G. vardarensis* Levkov, Mitić-Kopanja & E. Reichardt besitzt einen anderen, fast naviculoiden und kaum gomphonemoiden Umriss mit teilweise fast parallelen Seiten, ist allgemein etwas breiter (3,5-4,5  $\mu\text{m}$ ) und die Raphe erscheint auch bei großen Individuen gerade und filiform.

***Gomphonema* (aff.) *saprophilum* (Lange-Bertalot & E.Reichardt) E.Reichardt**

**Abb. 93-101**

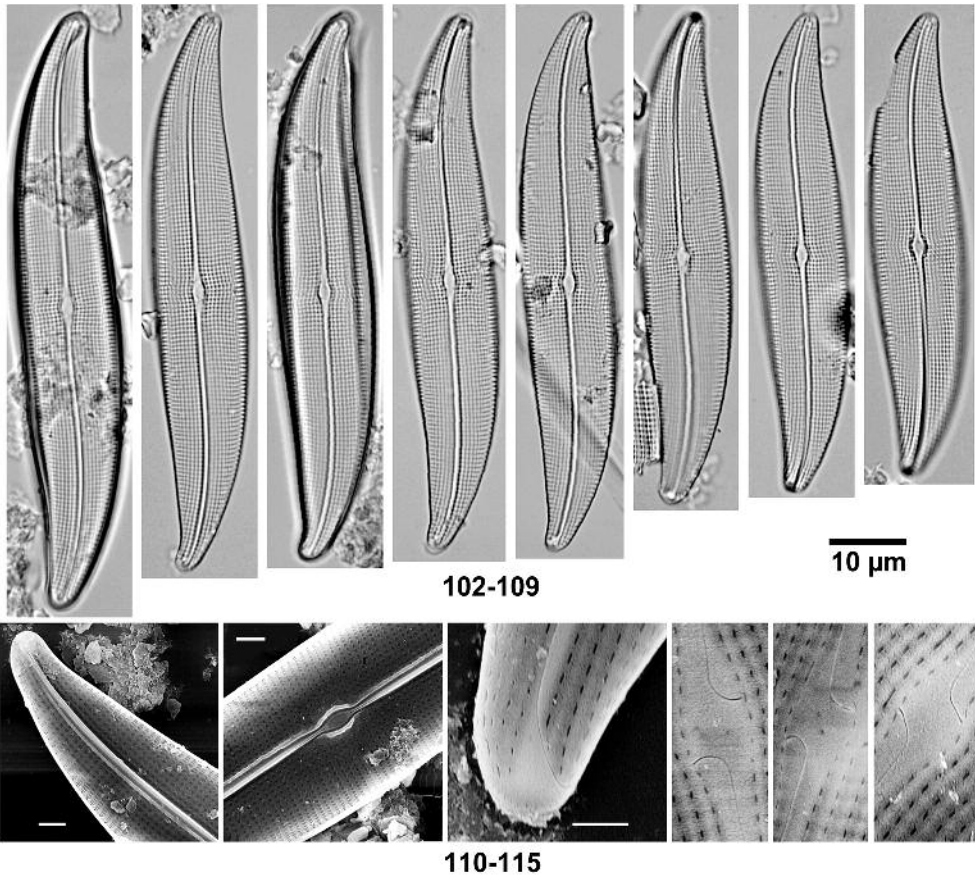
In der Berneicher-Quelle wurde eine kleinschalige Sippe mit relativ dichter Streifung beobachtet; Länge 10-17  $\mu\text{m}$ , Breite 4,5-5,9  $\mu\text{m}$ , Streifen 16-18 in 10  $\mu\text{m}$ . Die Schalenbreite wird für typische Formen mit durchschnittlich 6-8  $\mu\text{m}$  angegeben (z.B. HOFMANN et al. 2011: 312), doch sind auch Schalen mit nur 5  $\mu\text{m}$  Breite in umfangreichen Populationen belegt (REICHARDT 2018, Taf. 315). Feinstrukturen im REM wie bei typischen Exemplaren.

***Gyrosigma curtum* (Grunow) E.Reichardt stat. nov., comb. nov. **Abb. 102-115****

Bas.: *Pleurosigma acuminatum* var. *curta* Grunow (in CLEVE & GRUNOW 1880, Kongliga Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar 17, No. 2: 57).

Grunow gibt die Länge mit 63-86  $\mu\text{m}$ , die Breite mit 14,5  $\mu\text{m}$  und die Streifendichte (längs und quer) mit 18 in 10  $\mu\text{m}$  an und verweist auf eine kleine Einknickung der Enden, die besonders bei kürzeren Exemplaren auftritt. Im Grüntopf (S1669) kommt nicht selten (2,3%) ein Formenschwarm vor, der genau dieser Beschreibung entspricht – abgesehen von der Breite, die im Protolog allerdings nicht korrekt angegeben wurde (siehe unten bzw. PERAGALLO 1891, pl. 7/38). Länge 60-78  $\mu\text{m}$ , Breite 11,5-13,0  $\mu\text{m}$ , Querstreifen 17-20, meist aber konstant 18

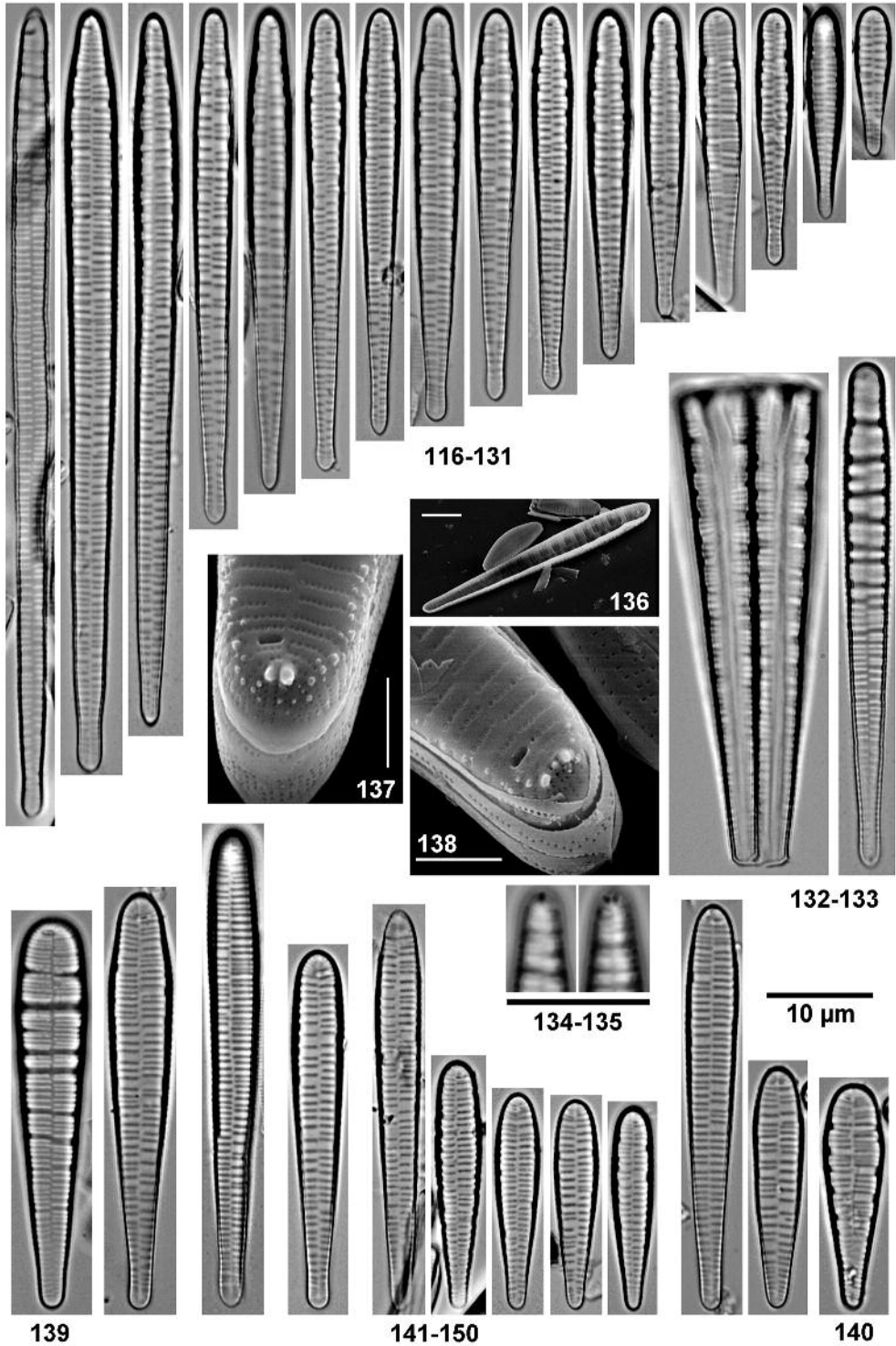




**Abb. 102-115:** *Gyrosigma curtum*. 102-109. LM. 110-115. REM. 110-111. Innenansichten von Schalenpol und -mitte. 112. Schalenpol, Außenansicht. 113-115. Außenansichten der Schalenmitte mit proximalen Raphenenden. – Maßstabsbalken REM: 2 µm (Abb. 113-115 wie Abb. 112).

in 10 µm, Längsstreifen unauffällig dichter, 20-24 in 10 µm. Die Einknickung vor den Enden ist bei vielen, jedoch nicht allen Schalen erkennbar, oder auch nur an einem Schalenpol ausgeprägt. Die Tatsache, dass entsprechend große Exemplare auch anderweitig als eigenständig entwickelter Formenkreis beobachtet wurden – insbesondere auch bei sympatrischem Vorkommen mit *G. acuminatum* (Kützing) Rabenhorst (vgl. REICHARDT 2018, Taf. 193) – lässt die Einstufung im Artrang angemessen erscheinen.

Das Taxon wurde in der Literatur nach GRUNOW (1880) nur noch von CLEVE (1894: 114) und HUSTEDT (1930: 223) erwähnt, beide Male ohne Abbildung oder weiter gehende Angaben. Nur in PERAGALLO (1891, pl. 7/38-39) finden sich zwei Zeichnungen, eine davon von der Typuslokalität (Typusmaterial?). Beide sind nur 12,5 µm breit und stimmen sowohl in den Dimensionen (Breite !) als auch habituell mit den bisher bzw. im Untersuchungsgebiet beobachteten Formen überein.



***Luticola imbricata*** (Bock) Levkov, Metzeltin & Pavlov**Abb. 253-261**

*L. imbricata* ist eine wenig bekannte Art. Selbst in der umfangreichen Monographie von LEVKOV et al. (2013) sind nur einige lichtmikroskopische Aufnahmen aus einem Originalmaterial von Bock enthalten. Feinstrukturen im REM wurden bisher nicht dokumentiert. Besser bekannt ist *L. pseudoimbricata* Levkov, Metzeltin & Pavlov, für die auch detaillierte Darstellungen der Feinstrukturen vorliegen (LEVKOV et al. 2013, pl. 16). Die im Sickerwasser bei der Almosmühle (S1672) vorkommenden Formen lassen sich nach den Beschreibungen in LEVKOV et al. (2013) keiner der beiden Arten eindeutig zuordnen. Die im LM vagen Unterscheidungskriterien variieren in diesem Material so, dass eine Unterscheidung unmöglich scheint. Tendenziell würde man eher an *L. pseudoimbricata* denken, insbesondere weil die Dichte der Streifen mit 20-24 in 10 µm exakt mit dieser Art übereinstimmt (für *L. imbricata* werden 18-22 in 10 µm angegeben). Im REM offenbart sich allerdings ein signifikanter Unterschied. Die Zentralspalten der Raphe sind mit einem deutlichen Knick seitlich abgebogen, während sie bei *L. pseudoimbricata* nur schwach seitlich ausgelenkt erscheinen. *L. imbricata* ist eine aerophile Art, die in den Karstquellen selbst nicht vorkommt. Übereinstimmende Formen mit ebenfalls (19) 20-24 Streifen in 10 µm wurden auch an einem feuchten Felsen bei Seeburg in der Schwäbischen Alb (Ermstal) beobachtet.

***Meridion elongatum*** E.Reichardt spec. nov.**Abb. 116-138, 154-158**

*Frustula* aspectu cingulorum modice cuneata. Valvae anguste clavatae verticibus paullo vel modice rostratis in speciminibus minoribus verticibus etiam simpliciter rotundatis polis basalis angustius rotundatis. Longitudo 15-78 µm, latitudo 3,2-4,8 µm. Area axialis (sternum) angustissima, rimoportula prope verticem sita. Costae transapicales adsunt sed minus incrassatae quam in *Meridion circulare* ad polos basales versus vacant. Striae transapicales 8-18 in 10 µm, generaliter 12-16 in 10 µm sed saepe irregulariter positae.

**Holotypus** (hic designatus): S1668-T01 coll. Reichardt in Museo Botanico Berolinense (B).

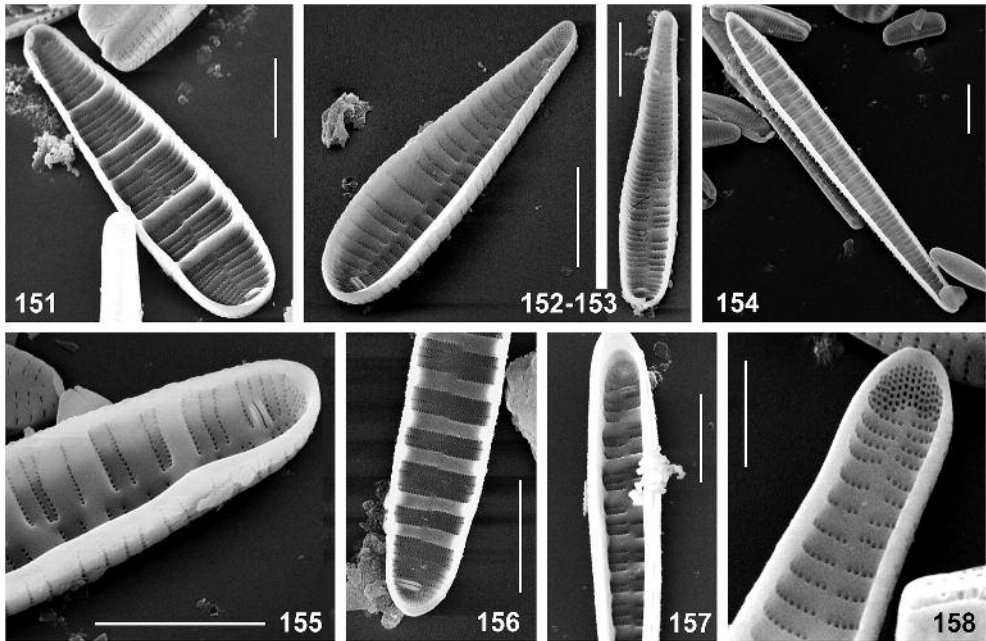
**Locus typicus:** Schambach-Ursprung in Schamhaupten, Lkr. EI. Quellaustritt ca. 50 m unterhalb des Quellweihers. Leg.: E. Reichardt, 24.4.1995.

Zellen in Gürtelansicht mäßig keilförmig. Schalen schmal keulenförmig mit schwach bis mäßig geschnäbelt vorgezogenem Kopfpol und schmaler gerundetem Fußpol. Bei kleinen Exemplaren kann der Kopfpol auch nur einfach gerundet erscheinen. Länge 15-78 µm, Breite 3,2-4,8 µm. Axialarea (sternum) sehr eng, Rimoportula nahe am Kopfpol. Diatomoide Rippen in Form verstärkter Transapikalrippen in der oberen Schalenhälfte vorhanden, aber deutlich weniger ausgeprägt als bei *Meridion circulare*. Transapikalstreifen 8-18 in 10 µm, im Allgemeinen 12-16 in 10 µm, aber oft sehr unregelmäßig dicht gestellt.

**Anmerkungen:** Obwohl die neue Art durch ihre Merkmalskombination eindeutig als eigenständiges Taxon charakterisiert ist, kann die Unterscheidung einzelner Schalen von *M. infirmum*

**Abb. 116-138:** *Meridion elongatum*, Typusmaterial. **116-135.** LM. **118.** Holotypus. **132.** Gürtelansicht. **133.** Schale mit Fokussierung auf die diatomoiden Rippen in der oberen Schalenhälfte. **134-135.** Schalenpole mit erkennbaren Dornen bei stärkerer Vergrößerung. **136-138.** REM. **136.** Innenansicht. **137-138.** Außenansichten von Kopfpolen mit markanten Dornen. – **Abb. 139-140:** *Meridion circulare*; assoziiert mit Abb. 141 bzw. Abb. 149-150 zum Vergleich. – **Abb. 141-150:** *Meridion infirmum*. – Maßstabsbalken REM: 5 µm (Abb. 136), 2 µm (Abb. 137-138).





**Abb. 151-158:** REM, Innenansichten. – **Abb. 151:** *Meridion circulare* mit ausgeprägten Rippen. – **Abb. 152-153:** *Meridion infirmatum* ohne Rippenbildung. – **Abb. 154-158:** *Meridion elongatum* mit schwächer ausgebildeten Rippen bzw. rippenartig verstärkten Transapikalwänden. **158.** Fußpol mit Porenfeld. – Maßstabsbalken REM: 5  $\mu$ m (Abb. 151-157), 2  $\mu$ m (Abb. 158).

*matum* Probleme bereiten oder bei kleinen Exemplare mit einfach gerundetem Kopfpol und stark abgeschwächten Rippen unmöglich werden, obwohl *M. elongatum* immer minimal schmaler ist als vergleichbar große Schalen von *M. infirmatum*. Größere Exemplare sind bereits durch die verschmälerten Kopfpole und teilweise sehr lang/schmale Schalen (Verhältnis L:B bis 25:1) leicht kenntlich. *M. infirmatum* dagegen besitzt immer nur einfach gerundete, nicht abgesetzte Kopfpole und das Verhältnis L:B erreicht maximal 15:1. Die Rippenbildung ist ein weiteres Unterscheidungsmerkmal. Im Gegensatz zu *M. circulare* mit relativ hohen, gratartigen Querwänden erscheinen die Rippen bei *M. elongatum* als allgemein breitere, mehr oder weniger deutlich verdickte Transapikalrippen, die zum Fußpol hin eingeebnet werden bzw. völlig verschwinden. Zwar können auch bei *M. infirmatum* einzelne Wandbereiche zwischen den Areolenreihen andeutungsweise verstärkt erscheinen, sie erreichen jedoch niemals die Ausprägung wie bei der neuen Art. Im LM ist die Rippenbildung allerdings nicht immer leicht zu beurteilen. Hilfreich ist hier die Fokussierung auf die Randschatten. Im REM erscheinen die Rippen deutlich. *M. elongatum* besitzt am Kopf allgemein ein bis zwei markante Dornen, die bei geeigneter Kontrastierung sogar in Schalenansicht lichtmikroskopisch erkannt werden können (Abb. 134-135).

Habituell ähnlich erscheinen auch manche Schalen von *M. alansmithii* Brant (2003), einer anscheinend endemischen, nordamerikanischen Art aus sauren, elektrolytarmen Gewässern. Diese unterscheiden sich aber markant durch die Position der Rimoportula. Diese befindet sich  $\frac{1}{3}$  bis  $\frac{1}{5}$  der Schalenlänge vom Kopfpol entfernt in der Nähe der hier breitesten Stelle

der Schalen und zwischen Kopfpol und Rimoportula befinden sich 2-8 deutlich verstärkte Rippen.

*M. elongatum* ist bisher nur aus den Quellen des Schambachursprungs (S1666-1668) bekannt, hier allerdings nicht selten.

***Meridion infirmatum* E. Reichardt**

**Abb. 141-150, 152-153**

Nach den reichlichen Funden in Karstquellen können die Angaben im Protolog der erst vor Kurzem (REICHARDT 2018: 95) beschriebenen Art bestätigt werden. Die Kopfpole sind immer einfach gerundet und gegenüber *M. circulare* fallen die Schalen bereits durch schlankere Schalen auf. Auch die Größenverhältnisse bewegen sich allgemein in dem im Protolog genannten Bereich (Länge bis 55 µm), die Schalen bleiben immer deutlich unter der maximalen Länge des oben beschriebenen *M. elongatum*. GEITLER (1966) beschrieb für *M. circulare* das Auftreten von Erstlingsformen mit stark abweichenden Größen. Solche kommen auch bei *M. infirmatum* vor, sind aber sehr selten. Bisher wurde nur ein 28 µm sowie ein 68 µm langes Exemplar gesehen.

***Nitzschia macedonica* Hustedt**

**Abb. 159-172**

Die Art wurde zeitweilig als Synonym von *N. fonticola* Grunow angesehen (LANGE-BERTALOT & SIMONSEN 1978: 41), LEVKOV et al. (2007: 538) bewerten sie aber wieder als eigenständig. Tatsächlich unterscheidet sich *N. macedonica* durch mehr lineare Schalen bereits habituell deutlich von den stets eindeutig lanzettlichen Formen von *N. fonticola*. TUDESQUE et al. (2008) haben eine genaue Beschreibung vorgelegt und diskutieren die Abgrenzungskriterien ähnlicher Arten ausführlich. Hinzuzufügen bleibt noch, dass ähnlich wie bei *N. fonticola* (vgl. REICHARDT 2018: 233) die Areolen am Kiel nicht immer regelmäßig in Vierergruppen angeordnet sind, sondern variabel in Dreier- bis Vierergruppen. Gelegentlich kommen sogar nur Zweiergruppen vor. Die Aufspaltung der Areolenreihen am Kiel ist aber immer nachweisbar. *N. macedonica* wurde nur im Hüttenbach in Obereichstätt beobachtet, trat aber an einer Stelle als Massenform auf (S3230).

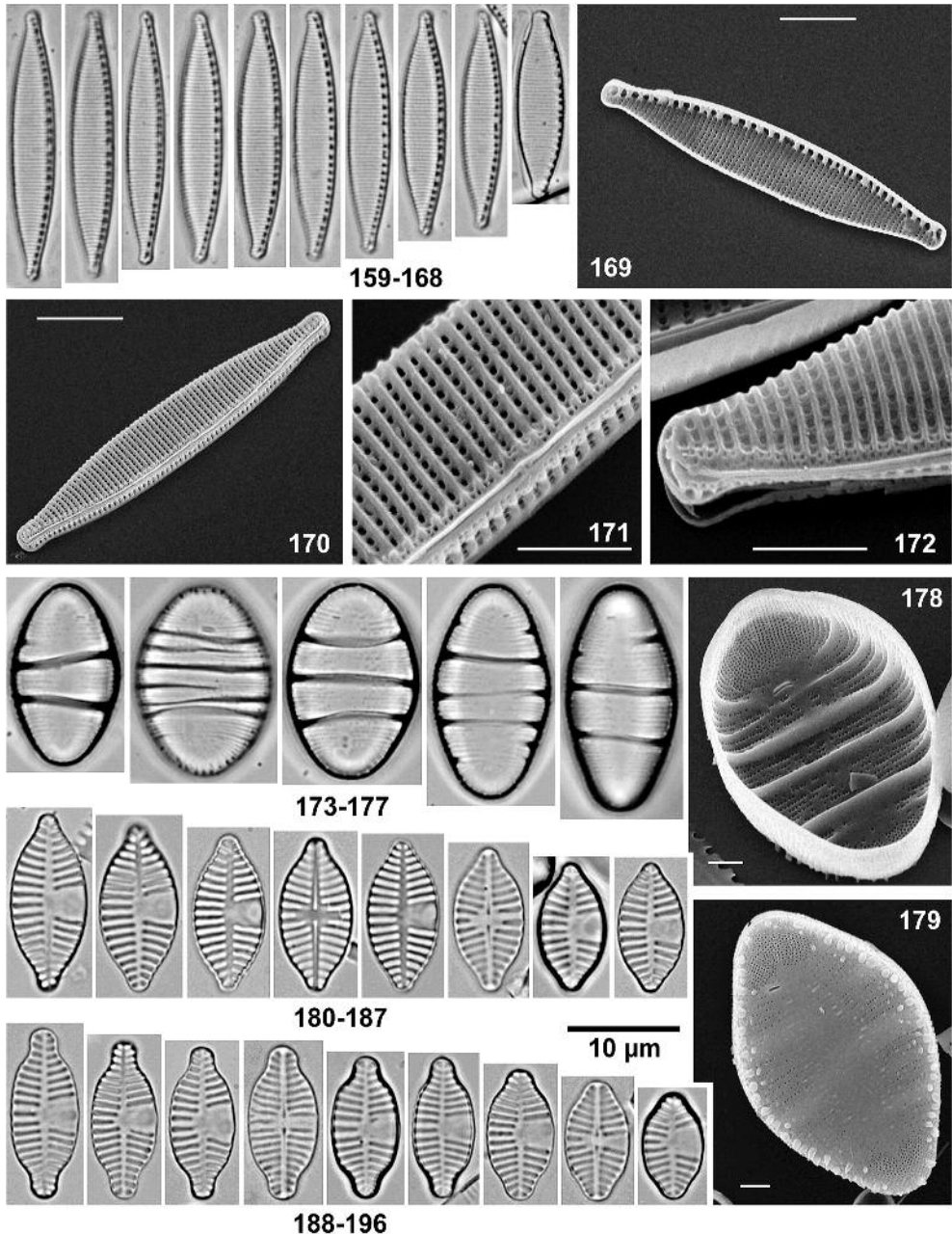
***Planothidium lanceolatum* (Brébisson) Lange-Bertalot**

In REICHARDT (2018: 113, Taf. 70/27-42) wird auf eine Population aus der Micheltalquelle (S64) mit durchschnittlich etwas schlankeren Schalen aufmerksam gemacht. Entsprechende Sippen wurden auch in der Willibaldquelle (S275) und an einem feuchten Fels bei Aicha im „Wellheimer Trockental“ (Urdonautal) beobachtet. Mittelgroße Exemplare mit ca. 20-25 µm Länge sind meist nur 5-6 µm breit, während entsprechend große Formen der typischen Sippen allgemein 6-7 µm Breite aufweisen.

***Staurosira mutabilis* (W.Smith) Grunow sensu auct.**

**Abb. 197-223 / 224-240**

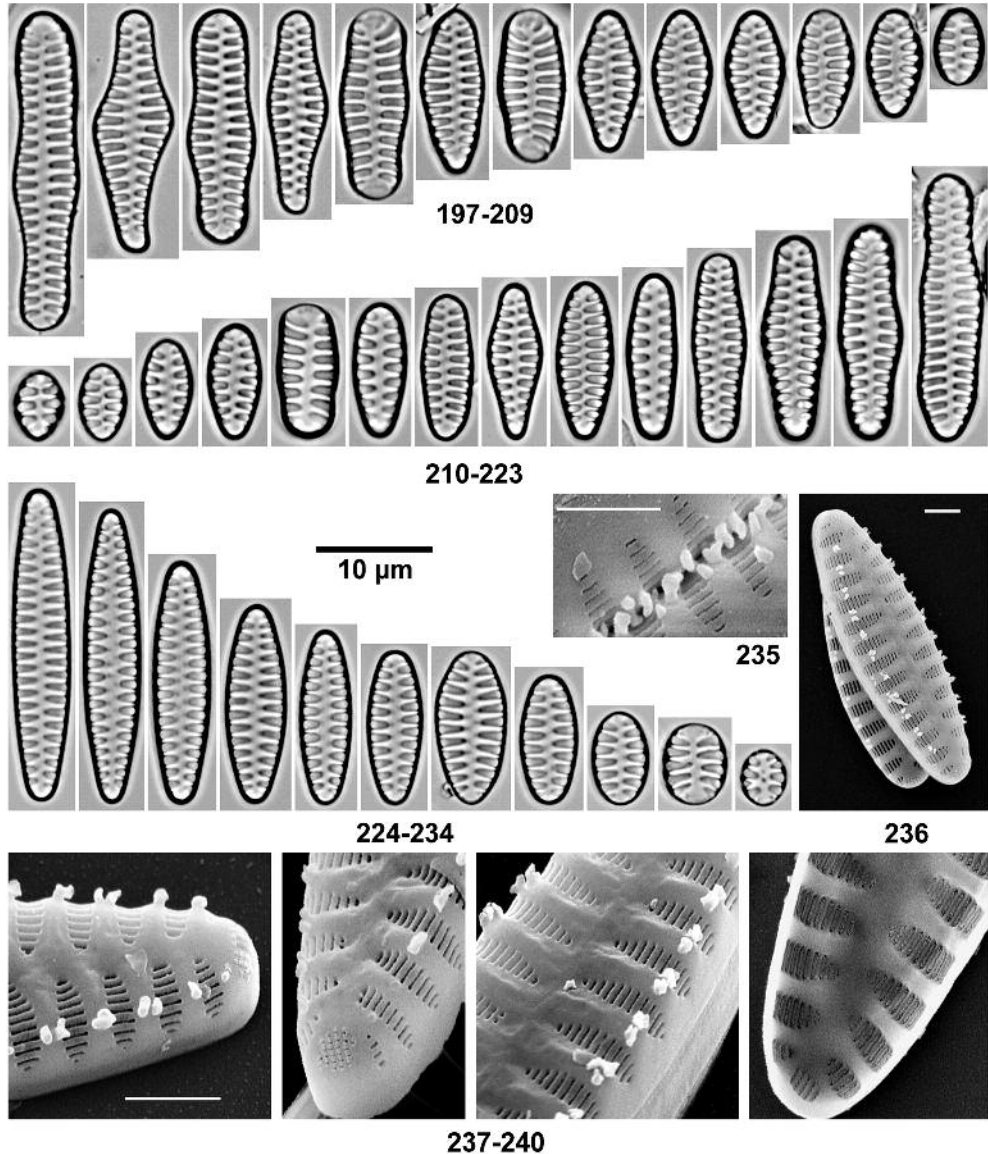
Die taxonomischen Verhältnisse um die seit HUSTEDT (1930) allgemein als *Fragilaria pinnata* Ehrenberg geführten Formen sind verwirrend und die nomenklatorischen Konsequenzen müssen als „verfahren“ angesehen werden. Bereits MILLS (1934: 742) hat in seinem Katalog vor einer genaueren Aufschlüsselung kapituliert und nur geschrieben: „There are a number of references under this name in Ehrenberg's works which possibly belong to that species.“ Ver-



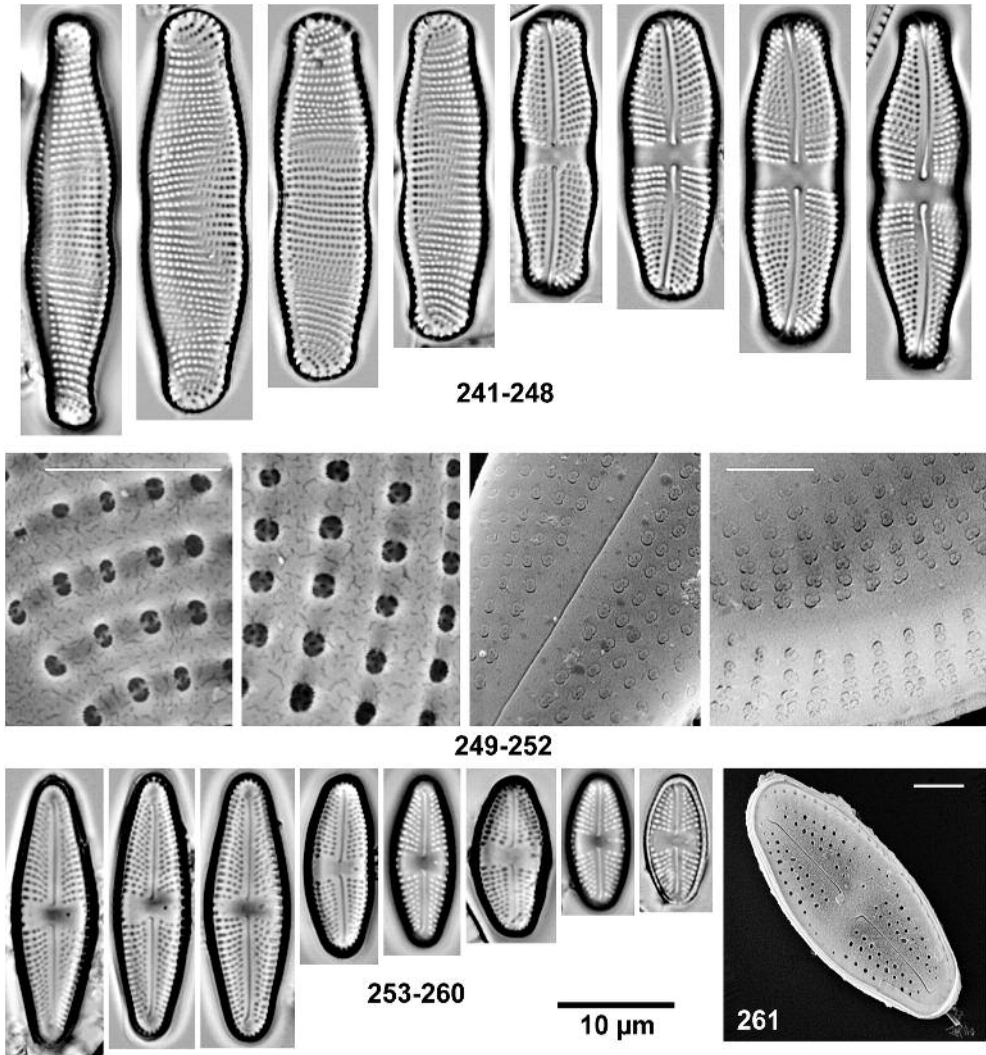
**Abb. 159-172:** *Nitzschia macedonica*. 159-168. LM. 169-172. REM. 169. Innenansicht. 170-172. Außenansichten. 171. Unterbrechung der Raphe in Schalenmitte. 172. Schalenpol mit Verdoppelung der Areolen am Raphenkiel. – **Abb. 173-179:** *Odonthidium mesodon*. 173-177. LM. 178-179. REM. Innen- und Außenansicht. – **Abb. 180-187:** *Planothidium dubium*. – **Abb. 188-196:** *Planothidium reichardtii*, assoziiert mit Abb. 180-187. – Maßstabsbalken REM: 5 µm (Abb. 169-170), 2 µm (Abb. 171-172 und Abb. 178-179).



wechslungen von *Fragilaria pinnata* und *Stausosira pinnata* sowie aus heutiger Sicht voreilige Synonymisierungen mit weiteren ähnlichen Taxa führten zu einem heillosen Chaos. MORALES et al. (2015: 465, hier auch ausführliche Diskussion) empfehlen daher das Epithet



**Abb. 197-223:** *Stausosira mutabilis* sensu auct., LM. Zwei Populationen mit stark variierenden Schalenformen. – **Abb. 224-240:** *Stausosira mutabilis* sensu auct. (cf. *S. neopinnata*). **224-234.** LM. **235-240.** REM. **235.** Kettenbildung durch Verzahnung der Schalen mit kurzen, variabel geformten Dornen. **236-239.** Außenansichten. **240.** Innenansicht. – Maßstabsbalken REM: 5 µm (Abb. 236), 2 µm (Abb. 235, 237; Abb. 238-240 wie Abb. 237).



**Abb. 241-252:** *Achnanthes coarctata*. 241-248. LM. 249-252. Strukturen der cribra im REM. 249-250. Innenansichten. 251-252. Außenansichten. – **Abb. 253-261:** *Luticola imbricata*. 253-260. LM. 261. REM. Außenansicht mit einseitig abgeknickten zentralen Raphenenenden. – Maßstabsbalken REM: 2 µm (Abb. 250 wie Abb. 249, Abb. 251 wie Abb. 252).

„*pinnata*“ für eine araphide Diatomee überhaupt nicht mehr zu verwenden, insbesondere nachdem sich herausgestellt hat, dass es sich bei der originalen *Fragilaria pinnata* um eine *Denticula*-Art handelt.

Bereits vor HUSTEDT (1930) und danach seit HOFMANN et al. (2011) wurde/wird für entsprechende Formen die Bezeichnung *Staurosira* (*Staurosirella*, *Fragilaria*) *mutabilis* verwendet. Diese erscheinen aber ebenfalls heterogen. Im Gebiet sind es zwei Formenkreise, die unterschieden werden können. Der eine wurde in REICHARDT (2018, Taf. 43/1-33 u. 44/1-11)

ausführlich dokumentiert. Die Umrissformen variieren von oval bis lanzettlich mit schwach aufgetriebener Mitte, daneben kommen auch sehr unregelmäßig geformte Exemplare vor und die meisten Schalen erscheinen leicht heteropolar. Diese Formen sind auch in den untersuchten Karstquellen verbreitet und teilweise sehr häufig (Abb. 197-223). Sie bilden anscheinend keine längeren Ketten. In der Schutter-Quelle sitzen sie solitär auf den Körnchen des Sediments. Die zweite Form erscheint regelmäßig geformt und isopolar. Sie wächst in langen Ketten und bildet in der Berneicher-Quelle die Hauptmenge der beachtlichen Algenmassen im Quellabfluss (Abb. 224-240). In dieser Beziehung entspricht sie dem in MORALES et al. (2015) untersuchten Syntypus von *Odontidium mutabile* W.Smith. Die elliptisch-lanzettlichen Umrissformen unterscheiden sich aber auffällig von den linear-elliptischen Formen des Syntypus. Außerdem sind die Enden schmaler gerundet und die Axialarea ist trotz einiger Variabilität signifikant enger. Auch die Verbindungsdornen sind anders ausgebildet. Gleichmäßig gegabelte Dornen – wie in Morales et al. (2015, Fig. 46) abgebildet – kommen im vorliegenden Material nicht vor. Die Dornen erscheinen hier allgemein als sehr unregelmäßig geformte, zahnartige Gebilde, die oft auch paarweise auf den Transapikalrippen (*virgae*) sitzen. Diese Gestaltung der Verbindungsdornen bedingt eine weniger innige Verbindung der Schalen, so dass sich diese bei der Präparation relativ leicht trennen. Möglicherweise handelt es sich bei dieser Form um die während der Abfassung des Manuskripts beschriebene *Staurosirella neopinnata* Morales, Wetzel, Harworth & Ector, die jedoch bezüglich Umriss, Breite und Gestalt der Dornen einige Abweichungen aufweist. Es bleibt weiteren Untersuchungen vorbehalten die Variationsbreite von *S. neopinnata* und damit die Zugehörigkeit der Form im Untersuchungsmaterial auszuloten.

## 5 Literatur

- ABARCA, N., ZIMMERMANN, J., KUSBER, W.-H., MORA, D., VAN, A.D., SKIBBE, O. & JAHN, R. (2020): Defining the core group of the genus *Gomphonema* Ehrenberg with molecular and morphological methods. – *Botany Letters*, DOI: 10.1080/23818107.2019.1694980
- BRANT, L.A. 2003: A new species of *Meridion* (Bacillariophyceae) from western North Carolina. – *Southeastern Naturalist* **2**: 409-418.
- CANTONATI, M. 1998: Diatom communities of springs in the Southern Alps. – *Diatom Research* **13**: 201-220.
- CLEVE, P.T. 1894: Synopsis of the Naviculoid Diatoms (Part I). – *Kongliga Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar* **26**: 1-194, 5 pls.
- CLEVE, P.T. & GRUNOW, A. 1880: Beiträge zur Kenntniss der arctischen Diatomeen. *Kongliga Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar* **17/2**: 1-122, 7 Taf.
- GEITLER, L. 1966: Anomalien der Auxosporen und Korrekturen während der Weiterentwicklung bei *Meridion circulare*. – *Österreichische Botanische Zeitschrift* **113**: 273-282.
- HOFMANN, G., WERUM, M. & LANGE-BERTALOT, H. 2011: Diatomeen im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa. – Gantner, Ruggell.
- HOFMANN, G., LANGE-BERTALOT, H., WERUM, M. & KLEE, R. unter Mitarbeit von KÖNIG, C., KUSBER, W.-H., METZELTIN, D. & REICHARDT, E. 2018: Rote Liste und Gesamtartenliste der limnischen Kieselalgen (*Bacillariophyta*) Deutschlands. – *Naturschutz und Biologische Vielfalt* **70** (7): 601-708.
- HUSTEDT, F. 1930: Bacillariophyta. – In: PASCHER, A.: Süßwasserflora von Mitteleuropa. Heft **10**. – Jena.
- KRAMMER, K. 1980: Morphologic and taxonomic investigations of some freshwater species of the diatom genus *Amphora* Ehr. – *Bacillaria* **3**: 197-225.
- LANGE-BERTALOT, H. & CANTONATI, M. 2020: Book Review „Die Diatomeen im Gebiet der Stadt Treuchtlingen“. – *Phycologia* **59**: 99-100.

- LANGE-BERTALOT, H. & SIMONSEN, R. (1978): A taxonomic revision of the Nitzschiae lanceolatae Grunow. 2nd contribution. – *Bacillaria* **1**: 11-111.
- LEVKOV, Z. 2009: *Amphora* sensu lato. – *Diatoms of Europe* **5**. – Gantner, Ruggell.
- LEVKOV, Z., METZELTIN, D. & PAVLOV, A. 2013: *Luticola* and *Luticulopsis*. – *Diatoms of Europe* **7**. – Koeltz, Königstein.
- LEVKOV, Z., KRSTIC, S., METZELTIN, D. & NAKOV, T. 2007: Diatoms of Lakes Prespa and Ohrid. About 500 taxa from ancient lake system. – *Iconographia Diatomologica* **16**. – Gantner, Ruggell.
- MILLS, F.W. 1934: An Index to the Genera and Species of the Diatomaceae and their Synonyms 1816-1932. Vol. II: 527-1184. – London, Wheldon & Wesley.
- MONNIER, O., ECTOR, L., RIMET, F., FERRÉOL, M. & HOFFMANN, L. 2012: *Adlafia langebertalotii* sp. nov. (Bacillariophyceae), a new diatom from the Grand-Duchy of Luxembourg morphologically similar to *A. suchlandtii* comb. nov. – *Nova Hedwigia*, Beiheft **141**: 131-140.
- MORALES, E.A., WETZEL, C.E., VAN DE VIJVER, B. & ECTOR, L. 2015: Morphological studies on type material of widely cited araphid diatoms (Bacillariophyta). – *Phycologia* **54**: 455-470.
- MEYER, R.K.F. & SCHMIDT-KALER, H. 1994: Wanderungen in die Erdgeschichte (6). Unteres Altmühltal und Weltenburger Enge. – Dr. Friedrich Pfeil, München.
- PERAGALLO, H. 1891: Monographie du genre *Pleurosigma* et des genres alliés. – *Le Diatomiste* Vol. **1**. 35 S. (eigene Paginierung), 10 Taf.
- REICHARDT, E. 1981: Die Diatomeenflora quelliger und sumpfiger Standorte in der Umgebung von Treuchtlingen. – *Nova Hedwigia* **34**: 487-519.
- REICHARDT, E. 1984: Die Diatomeen der Altmühl. – *Bibliotheca Diatomologica* **6**. – Cramer, Vaduz.
- REICHARDT, E. 1994: Zur Diatomeenflora (Bacillariophyceae) tuffabscheidender Quellen und Bäche im Südlichen Frankenjura. – *Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft* **64**: 119-133.
- REICHARDT, E. 2018: Die Diatomeen im Gebiet der Stadt Treuchtlingen. Band 1 und 2. – Bayerische Botanische Gesellschaft, München.
- TOFILOVSKA, S., WETZEL, C.E., ECTOR, L. & LEVKOV, Z. 2014: Observation on *Achnanthes* Bory sensu stricto (Bacillariophyceae) from subaerial habitats in Macedonia and comparison with the type material of *A. coarctata* (Brébisson ex W. Smith) Grunow, *A. coarctata* var. *sinaensis* Hustedt and *A. intermedia* Kützing. – *Fottea* **14**: 15-42.
- 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**: 483-501.
- WERUM, M. 2001: Die Kieselalgenesellschaften in Quellen. Abhängigkeit von Geologie und anthropogener Beeinflussung in Hessen (Bundesrepublik Deutschland). – *Umwelt und Geologie*. – Wiesbaden.
- WERUM, M. & LANGE-BERTALOT, H. 2004: Diatoms in Springs from Central Europe and elsewhere under the influence of hydrogeology and anthropogenic impacts. – *Iconographia Diatomologica* **13**: 3-417. – Gantner, Ruggell.