

**Zeitschrift:** Mémoires de la Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles. Botanique = Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Freiburg. Botanik

**Herausgeber:** Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles

**Band:** 2 (1905-1907)

**Heft:** 5: Contribution à l'étude de la flore cryptogamique fribourgeoise. Part III, Die Bacillariaceen von Freiburg und Umgebung

**Artikel:** Contribution à l'étude de la flore cryptogamique fribourgeoise. Part III, Die Bacillariaceen von Freiburg und Umgebung

**Autor:** Motschi, Eduard

**Kapitel:** Verbreitung der Bacillariaceen in unserem Gebiete

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-306707>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 02.04.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

in der Mitte staurosähnlich erweiterten freien Bande umgeben. Querstreifen schwach S-förmig gebogen, in der Schalenmitte stark radiär, an den Enden schwach konvergent. Um den Zentralknoten sind die Streifen abwechselnd lang und kurz, 15 auf 10  $\mu$ . L. ungefähr 25  $\mu$ .

Nach O. Müller handelt es sich um eine der vielen Zwischenformen von *Navicula gastrum* Ehr., *N. placentula* Ehr., *N. anglica* Ralfs. Die grösste Ähnlichkeit zeigt die Form mit *Navicula exigua* Greg. und *Navicula anglica* Ralfs (Atl. van Heurk, Pl. VIII, Fig. 32 u. 30).

Ad Fig. 4. Schale linear mit dreiwelligen Rändern. Wellungen gleich stark. Enden kurz schiffschnabelförmig. Die Querstreifen reichen bis nahe an die Raphe und lassen nur ein schmales, um den Mittelknoten schwach erweitertes freies Band übrig. Streifen schwach radiär 15 auf 10  $\mu$ . L. 20—25  $\mu$ .

Diese Form ist nach O. Müller vermutlich *Navicula integra* W. Sm. var. *gibba* Pant. Das gänzliche Fehlen eines Pseudostauros macht es aber m. E. wahrscheinlich, dass wir es hier mit einer andern Spezies zu tun haben. Nach der Beschreibung von *Navicula Lagerstedtii* Cl. N. Sp. in Cleve „Naviculoid Diatoms“ dürfte unsere Form meiner Meinung nach am ehesten mit dieser zu identifizieren sein.

## Verbreitung der Bacillariaceen in unserem Gebiete.

An Hand einer (hier nicht wiedergegebenen) Tabelle habe ich versucht, die Verbreitung der Bacillariaceen unseres Gebietes etwas näher zu studieren. Bevor wir aber auf eine genauere Besprechung der Verbreitungsverhältnisse eintreten, ist es notwendig, die Faktoren kennen zu lernen, welche die Verteilung beeinflussen.

Für die Verteilung der Bacillariaceen auf die verschiedenen Standorte, sowie für die Abstufung in dem Reichtum der Arten und Individuen müssen die verschiedensten Ursachen geltend gemacht werden.

Das Lebelement der Bacillariaceen ist das Wasser. In der Natur ist dasselbe immer mehr oder weniger mineralisiert, bildet also gleichsam eine Nährlösung. Da die chemische Zusammensetzung der Gewässer sehr verschieden ist, so werden mannigfaltige Ansprüche an die Anpassungsfähigkeit gestellt. Die weite Verbreitung der Bacillariaceen lässt darauf schliessen, dass sie diese Eigenschaft in hohem Masse besitzen.

Die untersuchten Lokalitäten, obwohl örtlich nahe beieinander liegend, zeigen grössere und kleinere Differenzen. Dieselben werden hervorgerufen durch den Sauerstoffgehalt des Wassers, durch die chemischen Beimengungen, durch die geologische Unterlage und durch die physikalischen Bedingungen.

Der Gehalt an Sauerstoff ist unter sonst gleichen Umständen im stagnierenden Wasser viel geringer als im fliessenden. Das stehende Wasser der Sümpfe und Torfmoore enthält Humussäuren, deren Anwesenheit sich oft schon äusserlich kundgibt durch die gelbe oder braune Farbe. Die Flora zweier Standorte, deren Wasser an Sauerstoff arm beziehungsweise reich ist, zeigt sofort einen in die Augen springenden Unterschied in der Zusammensetzung. Den Gegensatz illustrieren uns am besten Bach und Torfmoor; jener durch die beständige Fühlung mit der Luft reich an Sauerstoff, dieses reich an Humussäuren. Gewisse Formen sind beiden Ortstypen gemeinsam, doch schliesst das Torfmoor zum grössten Teil die in Bächen sich findenden Arten aus, wie auch anderseits an den humussäurereichen Standorten eigenartige Formen vorkommen, welche den saurestoffhaltigen fehlen, so z. B. *Navicula falaisiensis* var. *lanceola* V. H., *Navicula thermes* var. *stauroneiformis* V. H. und *Eunotia lunaris* (Ehr.) Grun. Letztere Form ist diesen Lokalitäten besonders eigen und zeichnet sich nicht selten durch Missbildung aus.

Die chemischen Beimengungen des Wassers variieren mit der Verschiedenheit der Gesteinsarten, welche dasselbe beim Durchsickern durch die Erdkruste passiert oder über die es

wegfliesst. Die Anpassungserscheinungen lassen sich da am deutlichsten erkennen, wo die Lebensbedingungen einseitig oder unvollkommen sind. Obwohl keine chemischen Analysen gemacht wurden, so ist doch nicht zu bezweifeln, dass sich gewisse Unterschiede für sämtliche Lokalitäten ergeben, so dass keine zwei Orte in dieser Beziehung einander vollkommen gleich sein dürften. Den Einfluss der im Wasser aufgelösten Stoffe zeigen am deutlichsten Süss- und Salzwasser. Der Unterschied ist hier so ausgeprägt, dass wir in floristischer Hinsicht zwischen einer Süsswasserflora und einer Salzwasserflora unterscheiden. Gewiss spielen hier auch andere Faktoren mit, doch ist unzweifelhaft die chemische Beschaffenheit des Wassers tonangebend.

Der Einfluss ist an verschiedenen Orten deutlich nachzuweisen. Zwei Standorte: Lehmgrube „Es Bouleyres“ und „Molassefelswand rechts von der Säane im Barrage“ sind hiefür instruktiv. Von den 31 daselbst vorkommenden Arten und Varietäten haben beide nicht eine einzige gemeinsam.

Auf die Bedeutung der chemischen Natur des Wassers macht Brun (5) aufmerksam, indem er betont, dass die Verbreitung der Bacillariaceen sich wesentlich nach derselben richte und manche Formen kalkfreies andere kalkhaltiges Wasser vorziehen. Auch Brügger (4) weist auf ein ähnliches Verhalten hin. Nach ihm zeichnen sich die ost-rätischen Granitalpen durch eine grosse Fülle von Bacillariaceen aus, während die ausschliesslich aus Kalk und Dolomit bestehende Umgebung der Bäder von Bormio auffallend arm ist. Damit stimmt auch Pero (26) überein, wenn er sagt, die Verbreitung der Bacillariaceen hänge nicht nur von der Höhe und von der Temperatur ab, sondern besonders von der geologischen Unterlage.

Eine wichtige Rolle spielen bei der Verteilung der Bacillariaceen die physikalischen Eigenschaften der Aussenwelt. Schon der einzelne Standort zeigt nach dieser Hinsicht an verschiedenen Punkten grossen Wechsel; noch mehr ist dies bei verschiedenen Lokalitäten der Fall. Der Unterschied tritt am auffälligsten zu Tage zwischen einem reissen-

den Flüsse und einem ruhenden Gewässer. Von Interesse sind hier die beiden Standorte: „Saane“ und „Altwasser rechterseits von der Saane im Barrage“. Wir haben im einen Fall einen Fluss mit starkem Gefäll und einer grossen Menge suspendierter Sandkörner, im andern Fall ein ruhiges klares Gewässer. Ein Vergleich zeigt, dass von den 129 Arten und Varietäten nur 22 beiden Lokalitäten gemeinsam sind. Im allgemeinen lieben die Bacillariaceen stehende Gewässer (Seen, Teiche), doch lehrt die Untersuchung der Bäche und Flüsse, dass ihnen auch das bewegte Element zusagt; allzustarker Wellenschlag wirkt allerdings ungünstig. So finden wir z. B. die *Gérine*, einen wilden Bergbach, verhältnismässig arm an Arten und Individuen.

Licht und Wärme sind nur von sekundärem Einfluss auf die Verteilung der Bacillariaceen. Doch gibt es auch hier gewisse *Minima*, *Optima* und *Maxima*, unter denen die Entwicklung und damit die Verbreitung statt hat. Die Tatsache, dass die Bacillariaceen bis zu einer Tiefe von 75 m und darüber noch in beträchtlicher Anzahl lebend gefunden wurden, zeigt uns, wie gering das Lichtbedürfnis dieser Algen ist. Die für uns in Betracht fallenden Gewässer haben nur wenig Meter Tiefe, so dass sämtliche Schichten bis auf den Grund gut durchleuchtet werden. Das Licht kann also in unserem Gebiete auf die Verteilung der Bacillariaceen keinen grossen Einfluss ausüben. Dass mit der Abnahme des Lichtes auch ein Schwinden des Arten- und Individuenreichtums Hand in Hand geht, können wir freilich auch schon in unseren Gewässern beobachten. Da wo z. B. *Lemna* die Oberfläche mit einer dichten, grünen Schicht überzieht, findet, wohl zum Teil infolge spärlicher Beleuchtung, eine nur schwache Entwicklung statt.

Den Wärmeextremen sind zwar die Wasserbewohner nicht so stark ausgesetzt, wie die Landpflanzen. Das Vorkommen lebender Bacillariaceen unter der Eisdecke unserer Gewässer im Winter einerseits, in den Thermen andererseits zeigt aber deutlich ihr weitgehendes Anpassungsvermögen in dieser Hinsicht. Bei einer Temperatur von  $-18^{\circ}$  fand Brun

(5) im Januar bei Chamonix Bacillariaceen in lebhafter Vegetation. Brügger (4) dagegen beobachtete in den Thermen von Weissenburg bei 28° C. lebende Bacillariaceen. Recht deutlich zeigt den Einfluss der Wärme des Wassers auf die Vegetation und Flora nach Schütt (37) die verschiedene Physiognomie des Eismeeres und des warmen Golfstromes. In unseren Gewässern ist der Einfluss der Wärme auf die Verteilung der Bacillariaceen kaum wahrzunehmen, weil alle Lokalitäten so ziemlich unter den gleichen Temperaturverhältnissen stehen. Doch möchte ich gerade diesem Faktor die Modifikation in der verschiedenen Flora und Vegetation der beiden Standorte „Felswand rechts von der Saane hinter dem Elektrizitätswerk“ und „Felswand links von der Saane unterhalb der Säge“ zuschreiben, da die Bedingungen im Übrigen annähernd die gleichen sein dürften.

Endlich ist auch der Einfluss der höheren Pflanzenwelt auf die Entwicklung und auf die Zusammensetzung der Bacillariaceenflora an den einzelnen Standorten nicht zu verkennen. Der Grund unserer Gewässer ist bedeckt mit Sand und Schlamm. Organische Trümmer: Reste von Stengeln, Blättern etc. sind in grösserer oder kleinerer Menge vorhanden. Ein höherer Pflanzenwuchs kann fehlen, zumeist aber finden wir den Grund oder doch die dem Ufer angrenzenden Partien mit einer mehr oder weniger dichten Pflanzendecke überwachsen. Ich konnte konstatieren, dass in Gewässern, welche vollständig mit *Lemna* oder *Potamogeton* überdeckt sind, oder deren Grund ein grüner Teppich von *Myriophyllum* einnimmt, die Bacillariaceen in ihrer Entwicklung gehemmt sind. Dieser hemmende Einfluss kann sich auf doppelte Weise geltend machen: Erstens in einer Reduktion der Arten- und Individuenzahl, zweitens in einer zwerghaften Ausbildung der Formen. Den ersten Fall finden wir verwirklicht in einem Altwasser der Saane unterhalb der Säge in Pérolles, wo zwischen den dichten *Myriophyllum*-Rasen nur wenige Arten und Individuen leben. Durch die auffallend kleine Ausbildung der Formen zeichnet

sich ein ebenfalls mit *Myriophyllum* stark bewachsener kleiner Teich in der Gegend La Vernaya bei Marly aus. Im allgemeinen günstig für die Entwicklung der Bacillariaceen fand ich Orte mit einem lichten Bestande höherer Pflanzen. Als Beispiele solcher bevorzugter Stellen können dienen der Teich bei Römerswil, der Weiher à la Chassotte und die Fischweiher im Gotterontale.

Sehen wir ab von den Orten mit einem sehr stark entwickelten Phanerogamenbestand, so geht mit der Zu- oder Abnahme höherer Pflanzen auch eine Zu- oder Abnahme der Bacillariaceenflora Hand in Hand. Diese Abhängigkeit ist in Beziehung zu bringen mit der Ernährung. Je reichlicher die Nahrung geboten wird, desto grösser sind die Chancen für eine gute Entwicklung. Perty (27) schreibt die Abnahme der Bacillariaceenflora mit der Höhenzunahme ebenfalls zum Teil diesem Umstande zu. Auch Zacharias (42) führt die Erscheinung, dass die Bacillariaceen in grossen Landseen während des Winters fast vollständig verschwinden, während sie in kleineren Seen auch zu dieser Jahreszeit reichlich vorhanden sind, darauf zurück, dass die verwesenden Pflanzenteile am Seeufer einer kleinen Wassermenge genügend Stoffe für das Gedeihen der Bacillariaceen liefern, während sie für grosse Wassermassen dies nicht vermögen. Auf die Begünstigungen für die Entwicklung der Bacillariaceen durch organische Beimengungen machen ferner aufmerksam Lindau und Marsson (21). (Man vergleiche ferner Oltmanns Morphologie und Biologie der Algen.)

Die Eigentümlichkeiten eines Standortes in Bezug auf seine Flora und Vegetation sind nun das Ergebnis des Zusammenwirkens der verschiedenen Faktoren. Die chemische und physikalische Natur unserer Gewässer ist zumeist zu wenig bekannt, um daraus sichere Schlüsse zu ziehen. Allein schon ein kurzer Einblick in dieselbe genügt, uns deutlich zu zeigen, dass Beziehungen zwischen den Standortsverhältnissen und der besiedelnden Art vorhanden sind.

Soviele Standorte, sovieler Wechselverhältnisse zwischen der Bacillariaceenflora und diesen Faktoren und den Ba-

cillariaceen-Arten untereinander. Je grösser die Zahl der Standorte, umso grösser ist die Zahl dieser Wechselverhältnisse. In demselben Masse nimmt aber auch die Wahrscheinlichkeit zu, dass zwei oder mehrere Orte in den ökologischen Bedingungen sich nähern, was dann in dem Gemeinschaftskoeffizienten der Flora zum Ausdrucke kommt. Auf der Ähnlichkeit der ökologischen Bedingungen beruht die unten folgende Standortseinteilung in die „Ortstypen“. In der Tat finden wir nun auch in Bezug auf die Bacillariaceenflora der so gruppierten Standorte eine grosse Ähnlichkeit, die in dem Masse wächst, als die ökologischen Bedingungen zweier Orte sich nähern.

Fassen wir nun die Verbreitung selbst etwas näher ins Auge.

Das Artenverzeichnis erreicht die schöne Zahl von 272 verschiedenen Formen. Dieselben verteilen sich numerisch sehr verschieden auf die einzelnen Lokalitäten. Die Artenzahl schwankt zwischen 5, dem artenärmsten, und 76, dem artenreichsten Standorte. Wenn wir die untersuchten Gewässer nach der Ähnlichkeit der ökologischen Bedingungen in verschiedene Standortstypen einteilen, dann können wir mit Bezug auf den Artenreichtum derselben folgende Reihe aufstellen: Lehmgruben, Torfmoore, Molassefelsen, Sümpfe, Flüsse, Altwasser, Teiche und Seen. Diese Reihenfolge führt uns von den artenärmsten zu den artenreichsten Lokalitäten.

Vergleichen wir zunächst die einzelnen Arten untereinander, so treffen wir in ihrer Verbreitung auf grosse Unterschiede. Die meisten Arten sind an mehreren, einige beinahe an sämtlichen Standorten vertreten, nur wenige sind auf einen Fundort beschränkt; doch zeigen sich von der sporadisch vorkommenden *Navicula amphisbaena* bis hinauf zur überall sich findenden *Navicula radiosa* alle möglichen Übergänge.

Bedeutende Unterschiede ergeben sich beim Vergleich verschiedener Standorte hinsichtlich der einzelnen Art. Hier in grosser Masse auftretend, kann sie dort ganz vereinzelt

sein. Nur wenige Arten zeigen nach dieser Richtung eine Konstanz, indem sie sich im ganzen Gebiete als arm oder reich an Individuen erweisen. Das Verhalten der verschiedenen Arten eines Standortes mit Rücksicht auf ihren Individuenreichtum ist sehr mannigfaltig. Individuenarme und individuenreiche Formen leben neben einander, doch scheint es uns, dass auch hier der Kampf ums Dasein nicht verkennbar ist. Nicht selten finden wir nämlich Orte, wo das massenhafte Auftreten der einen Art fast alle übrigen verdrängt. Das Vorherrschen der einen oder anderen Art erlaubt uns, ähnlich wie bei Phanerogamen „Bestände“ zu unterscheiden. Solche Bestände bilden z. B. *Navicula lanceolata* und *elliptica*, *Melosira granulata*, *Cyclotella comta*, *Stauroneis phoenicenteron* und *Amphora affinis*. Fast reine Bestände erzeugen *Fragilaria construens* und *capucina*.

Wie die einzelnen Orte in Bezug auf ihren Artenreichtum grosse Unterschiede erkennen lassen, so schwankt auch der Individuenreichtum der verschiedenen Lokalitäten innerhalb weiter Grenzen. Obwohl keine quantitativen Untersuchungen gemacht wurden, so konnte doch annähernd eine Übersicht über die Mengenverhältnisse gewonnen werden. Ziehen wir unsere Standortstypen abermals zum Vergleiche herbei und untersuchen wir sie auf ihren Individuenreichtum, dann können wir von den individuenärmsten zu den individuenreichsten Lokalitäten aufsteigend nachstehende Reihenfolge aufstellen: Lehmgruben, Torfmoore, Sümpfe, Flüsse, Altwasser, Molassefelsen, Teiche und Seen.

Prüfen wir die Standortstypen gleichzeitig auf ihren Arten- und Individuenreichtum, so erhellt ein deutlicher Parallelismus; artenreiche Standorte sind in der Regel auch individuenreich. Eine Ausnahmestellung nimmt nur der Typus „Molassefelsen“ ein. Mit Bezug auf den Artenreichtum an sechster Stelle, rückt er nach der Individuenzahl an die dritte vor. Die relative Artenarmut hindert hier nicht die Massenentwicklung. Der Grund liegt wohl in den eigentümlichen Standortsverhältnissen. In diesem Parallelismus

der Arten und Individuen erblicken wir nichts Auffallendes. Wir haben oben gesehen, dass der Artenreichtum in engster Beziehung steht mit der höheren Pflanzenwelt. In erhöhtem Masse kommt diese Abhängigkeit für die Individuenzahl in Betracht. Der Mangel oder Reichtum an Nahrung wirkt hier unbedingt tief einschneidend. Mit der Zunahme günstiger Bedingungen für ein massenhaftes Auftreten einzelner Individuen steigen natürlich auch die Chancen für einen grossen Artenreichtum. Offenbar haben wir es an artenarmen Orten mit Formen zu tun, welche unter ungünstigen Bedingungen lebend, auf der letzten Stufe der Existenzmöglichkeit angelangt sind, wodurch ein Individuenreichtum ausgeschlossen ist.

Lehmgruben und Torfmoore sind also der Entwicklung der Bacillariaceenflora nicht günstig. Auch an den Felsengehängen beiderseits der Saane finden wir eine noch auf wenige Arten beschränkte Flora, wogegen uns hier deren Individuenreichtum überrascht. Arten- und individuenreicher sind schon die Sümpfe und Flüsse. Reich sind unsere Altwasser. Die am meisten bevorzugten Standorte aber sind die Teiche und Seen.

Es gibt keine zwei Orte, welche eine vollständige Übereinstimmung in den Konstituenten ihrer Flora zeigen. Die Verschiedenheit kann derart sein, dass sie uns erlaubt, an Hand von Präparaten verschiedene Standorte von einander zu unterscheiden. In der Regel aber wird dieser Unterschied durch die Fülle der verschiedenen Formen verwischt. Die Verschiedenheit ist weniger abhängig von der Entfernung zweier Orte, als von ihren verschiedenartigen Lebensbedingungen. Dafür bieten uns die im Barrage untersuchten verschiedenen Lokalitäten den besten Beleg. Obwohl örtlich sehr nahe beieinander gelegen, zeigen sie doch die grössten Differenzen.

Die Prüfung der verschiedenen Standorte eines Ortstypus ergibt nun eine gewisse Gesetzmässigkeit. Nach dem Ergebnis unserer vergleichenden Untersuchungen können wir die einzelnen Ortstypen folgendermassen charakterisieren:

**Seen:** Der Seedorfsee, am Nordwestende unseres Gebietes gelegen, bildet die einzige grössere Wasseransammlung. Da mir kein Fahrzeug zur Verfügung stand, so konnte hier nur die Litoralflora untersucht werden. Der Arten- und Individuenreichtum ist ein sehr grosser, wozu wohl die günstigen Ernährungsbedingungen das meiste beitragen. Wir finden auch hier die für das Plankton unserer Schweizerseen so charakteristischen Formen von *Asterionella*, *Cyclotella* und *Melosira*. In der Zusammensetzung bietet die Flora nichts Neues. Sämtliche Arten finden sich auch in anderen Schweizerseen. Auffallend ist die reiche Entwicklung der *Melosira granulata*. Nach Kirchner (17) dürfen wir dieses Phänomen in Beziehung bringen mit der physiologischen Beschaffenheit des Sees und mit seinen Lebensbedingungen. Nach den Untersuchungen dieses Forschers beruht die schwache Entwicklung der *Melosira*-Arten im Bodensee auf dem schädlichen Einfluss des allzu starken Wellenschlages. Die günstige Lage des Seedorfsees in einem Talkessel schützt hier vor ähnlichen schädigenden Einflüssen.

**Teiche:** Unter diesen Typus gehört die Grosszahl der untersuchten Lokalitäten. Ihre Flora ist eine sehr reichhaltige. Wie aber die ökologischen Verhältnisse dieser Standorte nur innerhalb gewisser Grenzen ähnlich sind, so schwankt auch hier der Florenunterschied um einen gewissen Mittelwert. Grössere oder kleinere Modifikationen bedingen hier der Untergrund (Sand, Schlamm, Pflanzenschlick) und die begleitende höhere Pflanzenwelt. Zu bemerken ist, dass die Flora dieser Standorte vielfachen Veränderungen unterworfen ist. Die Teiche werden von Zeit zu Zeit gereinigt, wobei die Entwicklung naturgemäss gestört wird. Es war mir keine Gelegenheit geboten, diesen hemmenden Einfluss näher zu studieren, doch ist wohl anzunehmen, dass diese Reinigung zuweilen auf Kosten dieser oder jener seltenen Art geschieht. Ein Vergleich der 29 untersuchten Teiche erlaubt uns folgende charakteristische Merkmale ihrer Bacillariaceenflora aufzustellen:

Zu jeder Jahreszeit findet sich ein grosser Reichtum an

Arten und Individuen. Regelmässig herrschen eine oder mehrere Arten vor. Die Gattungen *Navicula*, *Gomphonema*, *Synedra*, *Cymbella*, *Achnanthes*, *Fragilaria* und *Amphora* bilden die überwiegende Mehrheit. Von den im Gebiete vertretenen Gattungen fehlen *Navicula* und *Gomphonema* nie, *Mastogloia* stets.

**Flüsse.** Unter diesen Typus stellen wir alle fliessenden Gewässer. In sehr stark fliessendem Wasser finden wir keine oder doch nur wenige Passanten aus der Gruppe der Bacillariaceen. Eine Ausnahme beobachtete ich beim Durchbruch der Saane durch die Molassefelsen oberhalb des Wasserfalls, ferner in einem Kanal bei den Fischweihern von Zenaleyre. Die Moorsrasen, über welche hier das Wasser braust, bergen eine sehr reiche Flora. Ergiebiger sind die Fänge an relativ ruhigen Stellen der Bäche und Flüsse. Der reiche Sauerstoffgehalt des Wassers begünstigt hier offenbar die Entwicklung. Ich konstatierte ein Zurücktreten der kleinen und ein Vorherrschen der grossen Formen. An Stelle der gestielten, sesshaften Gattungen treten frei bewegliche, sei es als einzelne Zelle (*Nitzschia*, *Suriraya*, *Frustulia*), sei es als Kolonien in Form von Bändern und Ketten (*Diatoma*, *Denticula*, *Meridion*). Regelmässig wiederkehrende Vertreter weisen die Gattungen *Navicula*, *Nitzschia* und *Suriraya* auf, während *Cyclotella* und *Cymbella* fast vollständig fern bleiben. Auf die eigenartige Zusammensetzung der Flussflora hat schon Kübler (19) aufmerksam gemacht. Er konstatiert ein Zurücktreten der kleinen Formen und eine grosse Entwicklung der Ketten bildenden Arten. Meine Beobachtungen decken sich also im wesentlichen mit den seinigen.

**Sümpfe:** Nach der Vegetation werden die Sümpfe in verschiedene Klassen eingeteilt. Als solche interessieren uns im Gebiete einzig der Rohrsumpf, das Wiesenmoor und das Torfmoor. Die verschiedenen Klassen besitzen besondere Floren, was am deutlichsten bei den Torfmooren zum Ausdruck kommt. Die ökologischen Verhältnisse der Sümpfe — teils stehende Wasserlachen, teils Gräben mit fliessendem Wasser — deuten schon auf die vermittelnde Stellung hin

zwischen der Bacillariaceenflora der Teiche und Flüsse. Mit letzteren teilen sie sich in das häufige Vorkommen von *Cocconeis* und *Cymatopleura*, mit ersteren haben sie gemeinsam *Gomphonema* und *Cymbella*. Die zartgestreiften *Navicula*-Arten sind hier ständig wiederkehrende Formen.

Die Rohrsümpfe nähern sich im Arten- und Individuenreichtum dem Teiche. Die Flora scheint sich ebenfalls derjenigen der Teiche am nächsten anzuschliessen. Die Verwandtschaft der in diese Klasse zu gruppierenden Standorte ist eine sehr starke. Obwohl örtlich weit von einander entfernt, finden sich an denselben nicht bloß fast durchgehend dieselben Gattungen, sondern sogar die Arten sind vielfach die gleichen. Die Rohrsümpfe bilden den Lieblingsaufenthalt von *Cocconeis*. Gemieden sind sie von den sonst vielfach verbreiteten Gattungen *Achnanthes*, *Suriraya*, *Denticula* und *Diatoma*.

Am unklarsten ist der Charakter der Bacillariaceenflora in den sauern Wiesenmooren ausgesprochen. Anklänge an die Flora der Flüsse sind nicht zu verkennen, was wohl begreiflich ist. Da stehende Wasserlachen hier fehlen, so wurde das Material nur aus den Abzugskanälen gesammelt. Neben relativ arten- und individuenreichen Standorten haben wir in diese Klasse auch solche zu zählen, welche zu den ärmsten gehören.

Durch ihre Armut an Bacillariaceen treten die Torfmoore hervor. Neben der Zusammensetzung der Nährlösung spielt hier die höhere Pflanzenwelt eine wichtige Rolle. Charakteristisch ist vor allem die Gattung *Eunotia*, speziell die Art *Eunotia lunaris*. Im Torfmoor von Garmiswil zeigt diese Art vielfache Deformationen. Ueberall vertreten ist ferner die Gattung *Navicula*; es treten zwei Formen stärker hervor: *Navicula thermes* var. *stauroneiformis* und *Navicula falaisiensis* var. *lanceola*. Die übrigen Gattungen zeigen wenig Konstanz. Die wasserreichen Abzugskanäle der drei Torfmoore Garmiswil, Rosée und Lentigny machen insofern eine Ausnahme, als sie eine ziemlich reichhaltige Flora aufweisen, welche an die Eigentümlichkeiten der Rohrsümpfe erinnert.

Brun (5) charakterisiert die Sümpfe durch das regelmässige Auftreten von *Gomphonema intricatum* Kütz., *Gomphonema acuminatum* Ehr., *Gomphonema capitatum* Grun., *Cocconeis placentula* und *pediculus* Ehr. Die Charakteristik trifft in unserem Gebiete zu bei den Rohrsümpfen und Wiesenmooren, in sehr beschränkter Masse bei den Torfmooren. Brun (5) unterscheidet allerdings zwischen Sümpfen und Torfmooren, sodass er letztere wohl nicht unter obige Charakteristik mit einbezieht.

**Lehmgruben:** Das einzige Charakteristikum ist die Arten- und Individuenarmut. Davon macht eine Ausnahme die Lehmgrube von Lentigny, in welche der schon oben erwähnte an Bacillariaceen reichhaltige Abzugskanal des gleichnamigen Torfmoores mündet. Sämtliche zu diesem Typus gehörigen Lokalitäten weisen grosse Verschiedenheiten in ihrem Florenbestande auf. Einige Konstanz zeigen *Navicula radiosa*, *lanceolata* und *stauroptera*.

**Altwasser:** Unsere sämtlichen Altwasser gehören dem Ueberschwemmungsgebiet der Saane an. Die Zusammensetzung der Flora in Bezug auf die Arten folgt im wesentlichen derjenigen der Saane, doch wechselt dieselbe mit den biologischen Verschiedenheiten ziemlich stark. Neben den die Flüsse charakterisierenden Formen finden sich Anklänge an die Flora der Teiche. Dem Florencharakter der Saane schliesst sich am engsten an das Altwasser unterhalb der Grandfeybrücke, während die beiden andern oberhalb des Elektrizitätswerkes mehr demjenigen stehender Gewässer sich nähern. Es ist dies wohl darauf zurückzuführen, dass die beiden letzteren Altwasser weniger der Ueberschwemmung der Saane ausgesetzt sind, als jenes unterhalb der Grandfeybrücke. Auffallend ist das Fehlen von *Meridion* und *Cocconeis*, welche in der Saane häufig vorkommen. Während die Gattungen (*Navicula*, *Nitzschia*, *Synedra*, *Stauroneis*, *Cymbella*, *Cyclotella*, *Amphora*) noch grosse Konstanz zeigen, wechselt das Artenverzeichnis in ziemlich hohem Grade. In die Verteilung wirkt modifizierend ein die höhere Pflanzenwelt.

**Molassefelsen:** Die nackten Molassefelsen, welche der Landschaft ein eigenartiges Gepräge verleihen, weisen auch in ihrer Bacillariaceenflora viele charakteristische Eigentümlichkeiten auf. Die Molassewände zu beiden Seiten der Saane und der Sense sind bevorzugte Stätten der Bacillariaceen. Eine Vegetation entwickelt sich nur da, wo der Felsen beständig befeuchtet wird. Solche Stellen sind nicht selten und zeigen eine reiche Algenflora, welche sich durch schwarze und gelbe Flecken kund gibt. Zuweilen bilden auch Moosrasen schwache Ueberzüge. Das Hauptkontingent stellen jedoch die Bacillariaceen, die durch einen enormen Individuenreichtum sich auszeichnen, wogegen die Artenzahl stark zurücktritt. Die Molassefelsen bilden fast ausschliesslich in unserem Gebiete den Wohnsitz für die Gattungen *Mastogloia* und *Cystopleura*. *Cymbella alpina* finden wir einzig an diesen Lokalitäten, *Navicula exilis* ist ein häufig zu treffender Gast. Das Zurücktreten der Gattung *Navicula* ist bemerkenswert. Ferner ist charakteristisch das gänzliche Fehlen der Gattungen *Achnanthes*, *Diatoma*, *Encyonema*, *Pleurosigma* und *Cyclotella*. Unter sich bieten die verschiedenen untersuchten Lokalitäten an Molassefelsen insofern reiche Abwechslung, als gewöhnlich eine Art vorherrschend ist, so z. B. in der Höhle unterhalb der Säge *Epithemia gibba* und *argus*, an der Felswand hinter dem Elektrizitätswerk *Cymbella delicatula*, zwischen den beiden Hängebrücken längs der Strasse *Gomphonema intricatum*. Im übrigen zeigt die Zusammensetzung der Flora grosse Eintönigkeit. Verschiedene Umstände mögen hiefür verantwortlich sein, doch ist wohl der innige Kontakt mit der Unterlage der dominierende Faktor. Die Nuancierung scheint die Folge verschiedener Beleuchtung und, in Verbindung damit, wechselnder Wärme zu sein.

Nach dem heutigen Stand der Bacillariaceenforschung in der Schweiz sind auf unser Gebiet 57 Arten und Varietäten lokalisiert. Es ist nicht zu bezweifeln, dass die Fortsetzung der Untersuchungen diese Formen auch an andern Orten unseres Vaterlandes finden wird.

Nach dieser allgemeinen Uebersicht über die Verbreitungsverhältnisse erübrigt noch eine Besprechung der Gattungen und Arten im besondern.

Von den bis heute in der Schweiz bekannten 44 Gattungen sind in unserm Gebiete 36 vertreten. Es fehlen die Gattungen *Diatomella*, *Colletonema*, *Rhoiconeis*, *Tetracyclus*, *Rhizosolenia*, *Pyxidicula*, *Actinocyclus* und *Lysigonium*. Die durchaus marine Gattung *Pyxidicula* wird von Nägeli als in der Schweiz vorkommend erwähnt ohne genauere Ortsangabe; die Speziesbezeichnung fehlt. *Actinocyclus*, ebenfalls marin, hat als einzigen Vertreter in der Schweiz *Actinocyclus helveticus* Brun (5), in den stillen Gewässern des Jura. Nur ausnahmsweise findet sich im Süsswasser *Rhizosolenia*; in der Schweiz aus dem Genfersee bekannt. Aus den Bächen des Jura und dem Bodensee wird *Colletonema lacustre* erwähnt, während *Tetracyclus rupestris* auf der Engstlenalp und *Tetracyclus lacustris* in Saas im Grunde und Ferpècle beobachtet wurde. Die fragliche Gattung *Lysigonium* ist aus der Ebene, dem Jura und den Alpen bekannt. *Rhoiconeis trinodis* wird von Kirchner (17) unter den Bacillariaceen des Bodensees aufgezählt. *Stephanodiscus astrea* Grun., früher nur im Meere beobachtet, wird neuestens auch in grösseren Süsswasserseen getroffen, so z. B. im Bodensee. Wie wir gesehen, gehören zu den in unserem Gebiete fehlenden Gattungen zumeist solche, die dem Süsswasser fremd sind, oder solche, die nur sporadisch und in wenigen Arten auftreten. Es kann uns also nicht überraschen, dieselben nicht in der Umgebung von Freiburg zu finden.

Indem wir uns dem von Pfitzer (29) angebahnten und von Schütt in „Engler und Prantl“ (37) weiter ausgebauten System anschliessen, lassen wir die einzelnen Gattungen Revue passieren.

Die Grosszahl der vertretenen Gattungen gruppiert sich unter die Abteilung der Pennatae, während nur sehr wenige auf die Centricae entfallen. Die Ursache ist leicht einzusehen, da die Centricae eben meist typische Meeresbewohner sind.