

# Copulation und Geschlechtsverteilung bei einer *Nitzschia*-Art.

Von

Lothar Geitler, Wien.

(Hierzu 13 Textfiguren.)

---

## Inhaltsübersicht.

	Seite
Einleitung . . . . .	419
Methodik . . . . .	420
Zellbau . . . . .	420
Somatische Kernteilung und Reduktionsteilung . . . . .	422
Gametenbildung und Copulation . . . . .	426
Die Geschlechtsbestimmung . . . . .	435
Zusammenfassung . . . . .	440
Literaturverzeichnis . . . . .	442

## Einleitung.

Das Material stammt aus dem Seebach bei Lunz (Nieder-Österreich). Zum Zwecke von Aufwuchsstudien und von Untersuchungen an *Cocconeis placentula* (2, 3) wurden im Bachbett Objektträger ausgelegt und in mehrwöchigen Intervallen fixiert und gefärbt (über die Methodik siehe 3). Neben anderen Aufwuchsformen kommt in relativ geringer Zahl zu verschiedenen Jahreszeiten auch die pennate Diatomee *Nitzschia subtilis* GRUN. vor<sup>1)</sup>. In Copulation

---

<sup>1)</sup> Die Artbestimmung nahm Herr Dr. R. W. KOLBE (Berlin) vor, wofür ich ihm auch an dieser Stelle herzlichst danke.

wurde sie im Dezember 1925 und im Januar, Februar und Dezember 1926 angetroffen. Es ist fraglich, ob dies der Ausdruck einer jahreszeitlichen Periodizität ist; möglicherweise handelt es sich nur um einen Zufall<sup>1)</sup>.

Die folgenden Mitteilungen stützen sich auf die Beobachtungen an fixiertem, gefärbtem und in Kanadabalsam eingebettetem Aufwuchs. Es fehlen also (abgesehen von der Untersuchung vegetativer Zellen) Lebendbeobachtungen. Obwohl dadurch wertvolle Ergänzungen verloren gehen, reicht die Untersuchung toten Materials für die Stützung der Ergebnisse vollauf aus.

### Methodik.

Der die Untersuchung am meisten begünstigende Umstand war die Beobachtung der Diatomee in situ, d. h. in Form des natürlichen Aufwuchses, wie er durch das Auslegen der Objektträger im Bachbett erzielt wurde. Eine Präparation abgeschabten Materials hätte viele Copulationsgruppen zerstört und die Deutung mancher Bilder unmöglich gemacht. Dies hängt mit dem Umstand zusammen, daß *Nitzschia subtilis* nicht in großen Gallertmassen, sondern mittels eines leicht zerstörbaren Copulationsschlauches copuliert.

Fixiert wurde hauptsächlich mit heißem Sublimatalkohol nach SCHAUDINN, zum Teil auch mit schwacher FLEMMING'scher Lösung, gefärbt vor allem mit HEIDENHAIN's Eisenalaun-Hämatoxylin. Hierbei erwies sich statt Eisenalaun als Differenzierungsmittel oft Säurealkohol als vorteilhaft. Es entsteht auf diese Weise eine diffusere Färbung (nach Art der DELAFIELD'schen Färbung), die den Vorteil einer besseren Sichtbarkeit der Zellelemente abgesehen vom Kern — vor allem des Copulationsschlauches — hat. Zum Teil wurde auch Safraninfärbung, welche vor allem die bei der Copulation gebildeten dünnen Gallerthäute sichtbar macht, angewandt.

### Zellbau.

Der Schalenbau der Gattung *Nitzschia* sei als bekannt vorausgesetzt; er spielt für die weiteren Mitteilungen nur wenig Rolle. Das Cytoplasma kleidet als dünner Wandbelag die Zelle aus; nur an den Zellenden und in der zentralen Brücke finden sich größere Ansammlungen. In der Plasmabrücke liegt der Zellkern.

---

<sup>1)</sup> Die verschiedenen Varietäten von *Cocconeis placentula* copulieren am gleichen Standort zu allen Jahreszeiten.

Die Zelle führt — wie bei vielen *Nitzschia*-Arten — zwei große parietale Chromatophoren. In jedem liegt ein langgestrecktes Pyrenoid (Fig. 1 a)<sup>1)</sup>. Im Leben ist es nicht auffällig, wird aber bei Hämatoxylinfärbung deutlich.

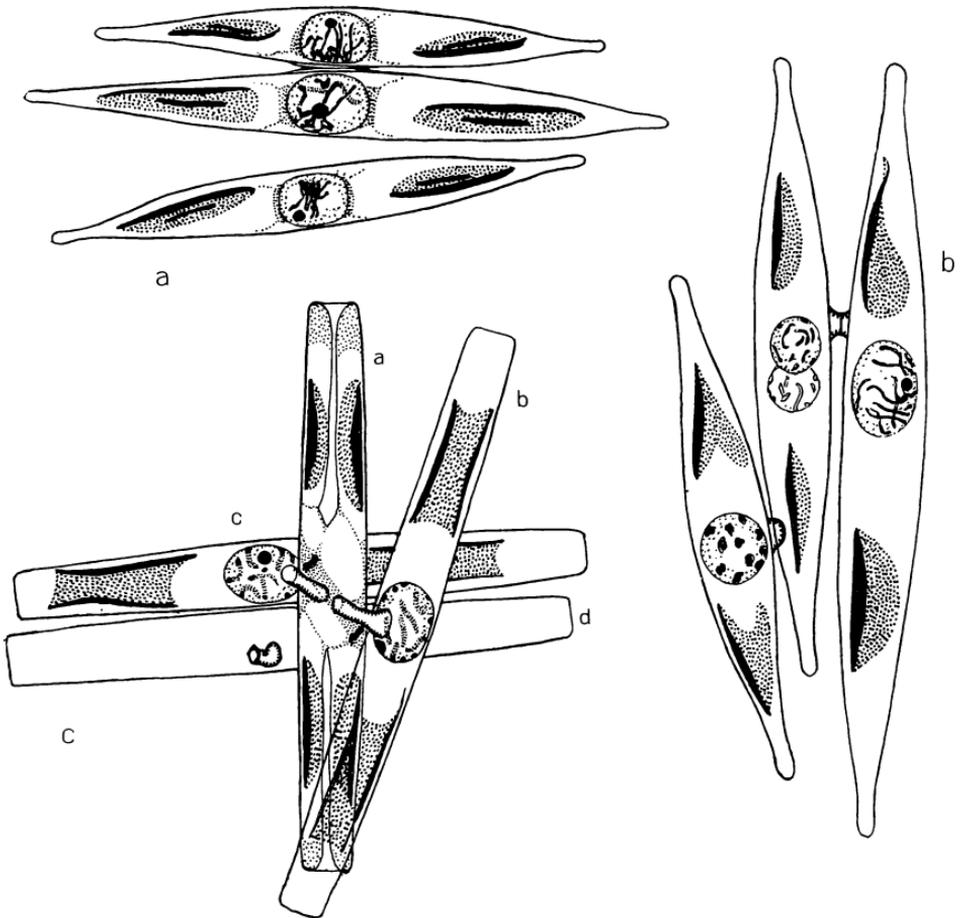


Fig. 1. a Drei Mutterzellen in Schalenansicht, die zwei oberen im Beginn der Bildung des Copulationsschlauches. Kerne nach der Synapsis, vor der Diakinese. In den Chromatophoren ist das Pyrenoid eingezeichnet (in allen übrigen Figuren weggelassen). b Drei Zellen, durch zwei Copulationsschläuche miteinander verbunden; die Zelle links liegt höher als die beiden anderen Zellen; der Kern der linken Zelle befindet sich in Diakinese, der der rechten Zelle noch vor der Diakinese; in der mittleren Zelle ist bereits die erste Reifeteilung abgelaufen; man sieht die beiden schief übereinanderliegenden Tochterkerne in Interkinese; von den vier Chromatophoren wurden nur zwei gezeichnet, da sich je zwei Chromatophoren decken. c Drei Zellen, verbunden durch zwei Copulationsschläuche; eine vierte Zelle besitzt einen blind endigenden Copulationsschlauch, der schief-senkrecht zur Bildebene gerichtet ist (ihr Inhalt nicht eingezeichnet); die mittlere Zelle zeigt die erste Reifeteilung (frühe Telophase der Kerne und Plasmateilung), die beiden anderen Zellen stehen vor der Diakinese; alle vier Zellen in Gürtelansicht.

<sup>1)</sup> Es wurde in den übrigen Figuren nicht eingezeichnet.

Der ruhende Zellkern ist ellipsoidisch; seine lange Achse liegt parallel zur Längsachse der Zelle. Er zeigt im Leben wie nach Fixierung und Färbung die für die Diatomeen charakteristische körnige Struktur. Exzentrisch im Kern liegt ein großer Nucleolus (ausnahmsweise mehrere). In Zeichnungen kann dies nur zum Ausdruck kommen, wenn der Kern gerade im Profil zu sehen ist. Ein Centrosom ist weder im Kern noch außerhalb vom Kern nachweisbar und wird auch bei der Teilung nicht sichtbar.

### Somatische Kernteilung und Reduktionsteilung.

Die somatische Kernteilung wurde nicht lückenlos verfolgt. Sie folgt — wie es für eine Diatomee zu erwarten war — dem Zentralspindeltypus<sup>1)</sup>. Alle gesehenen Prophasestadien zeigten mehr oder

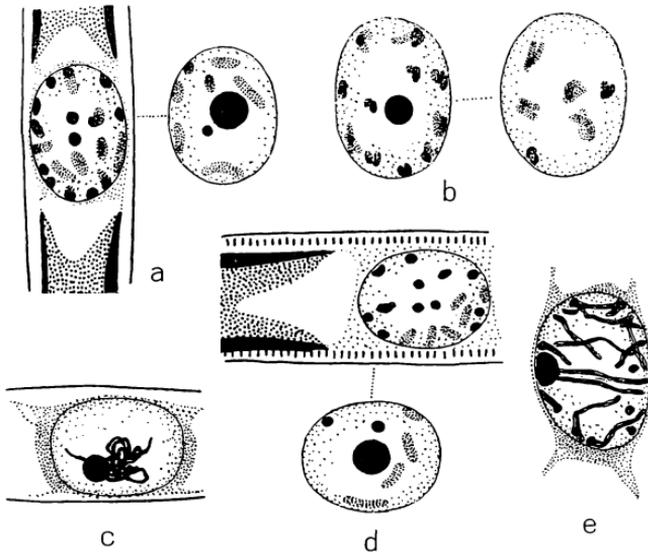


Fig. 2. a Prophase einer somatischen Mitose, Ansicht des Kerns bei hoher (links) und tiefer (rechts) Einstellung; 27 Chromosomen zählbar. b Diakinese; Kern bei hoher und tiefer Einstellung; 17 Chromosomenpaare zählbar. c Synicse. d Prophase einer somatischen Mitose, Ansicht des Kerns bei hoher und tiefer Einstellung; 24 Chromosomen zählbar. e Differenzierung der Chromosomen nach der Synicse.

weniger lange, peripher angeordnete Chromosomen. Die nicht sehr bedeutende Größe des Kernes verhinderte genaue Zählungen<sup>2)</sup>. An relativ klaren Kernen wurden Zahlen von 20—28 gefunden (Fig. 2 a, d). Die in den Äquatorial- bzw. Tochterplatten vorhandenen Chromo-

<sup>1)</sup> Die Fixierung wurde um 6 Uhr morgens vorgenommen.

<sup>2)</sup> Wegen der geringen Dimension und Deutlichkeit wurde auf eine — wenig aussichtsreiche — genaue cytologische Darstellung verzichtet.

somen sind stark verkürzt und verklumpt, so daß in diesen Stadien eine Zählung unmöglich ist.

Die mit der Gametenbildung verbundenen bzw. ihr vorausgehenden Kernteilungen haben das typische Gepräge einer Reduktionsteilung. Am häufigsten gelangen — entsprechend ihrer langen Dauer — Prophasestadien zur Beobachtung. Der Kern nimmt an Volumen etwas zu, an den Polen werden Plasmakappen deutlich (Fig. 2c, 3a) und die chromatischen Elemente ordnen sich peripher an. Die frühesten Stadien, in denen in Analogie zu *Cymbella lanceolata* (1) eine Chromosomenconjugation zu erwarten gewesen

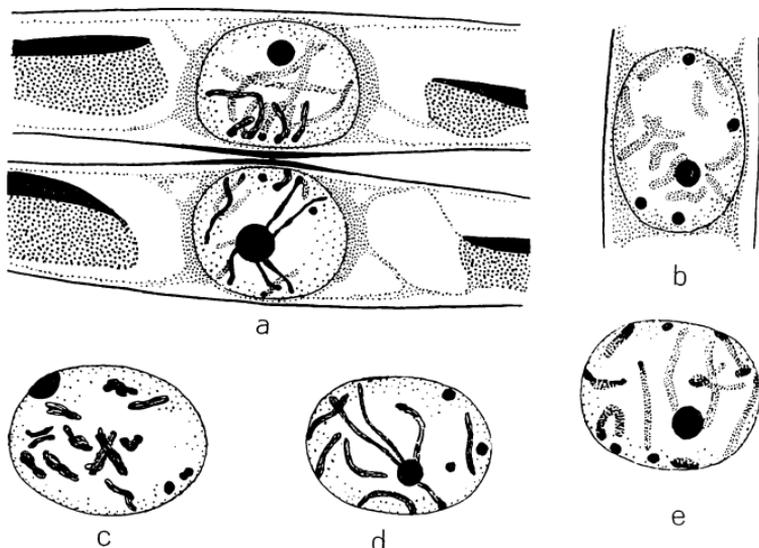


Fig. 3. a Frühes Stadium der Bildung des Copulationsschlauches. Kerne noch vor der Diakinese. b Kern vor der Diakinese, mit scheinbar einheitlichen (15) Chromosomen. c Kern in Diakinese, 13 Chromosomenpaare zählbar. d, e Stadien der Kerne vor der Diakinese, Chromosomen nicht zählbar (nur die obere Hälfte der Kerne gezeichnet).

wäre, konnten nicht gefunden werden. Die offenbar relativ jüngsten Stadien (aber schon nach der Syncese) stellt Fig. 1a u. 2c dar. Wieder in Analogie zu den Verhältnissen bei *Cymbella* handelt es sich hier wohl um die Aufrollung des Synapsisknäuels. Eine gewisse Ähnlichkeit mit einem Bukettstadium ist erkennbar. Die chromatischen Fäden lassen jedoch keine Doppelstruktur erkennen. Entweder handelt es sich um eine ähnliche innige Vereinigung wie bei *Cymbella* oder nur um schlechte optische Auflösbarkeit (der Kerndurchmesser beträgt 5—7  $\mu$ ). Die (theoretisch anzunehmende) Doppelnatur der Fäden tritt auch bei ihrer weiteren Verkürzung bis zur

Diakinese nicht hervor (Fig. 1 c; 2 a, d; 3 a, b; 6 d, e). Es scheinen also auch hier wie bei *Cymbella* „Mixochromosomen“ vorzuliegen. Erst im letzten Diakinesestadium sieht man — meist zwar wenig deutlich — Chromosomenpaare (Fig. 1 b links, 2 b, 3 c). Es waren mit einiger Unsicherheit 13 (Fig. 3 c) bis 17 (Fig. 2 b) Paare zählbar. Diese Zahl (welche die Haploidzahl darstellen soll) ist im Vergleich zur Diploidzahl 20—28 zu hoch. Wahrscheinlich ist die Diploidzahl zu niedrig festgesetzt, was in Anbetracht der unklaren Bilder leicht verständlich ist. Approximativ läßt sich die Diploidzahl wohl mit 30—34 festlegen. Jedenfalls aber ist die Zahl der Gemini während

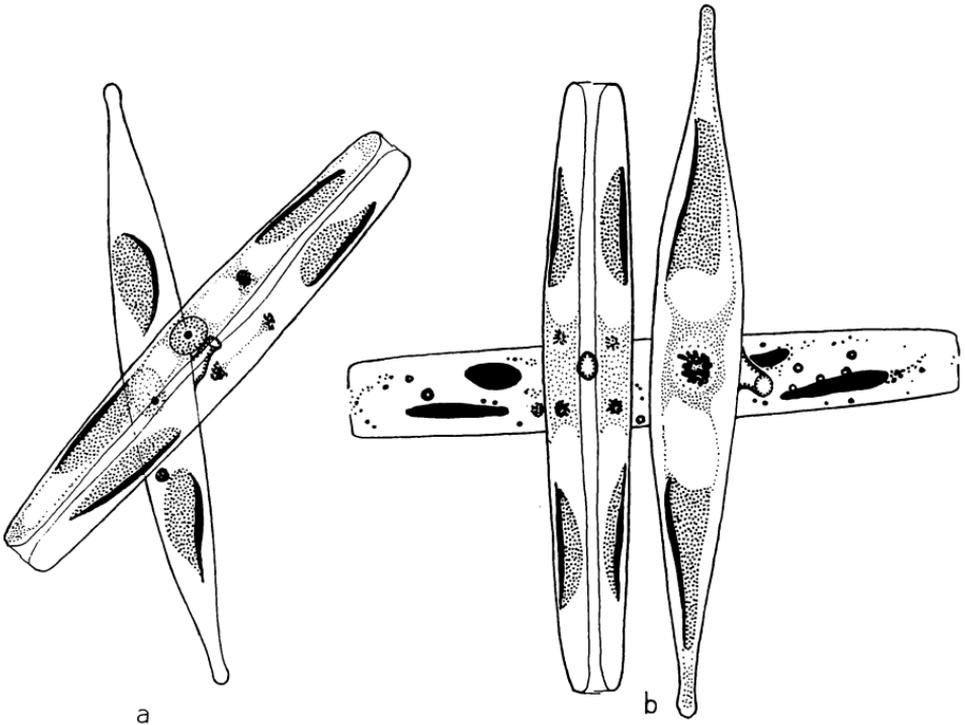


Fig. 4. a Zwei Mutterzellen nach der zweiten Reifeteilung; in der in Schalenansicht liegenden unteren Zelle ist infolge gegenseitiger Deckung nur ein Gamet zu sehen; in der oberen Mutterzelle ist der linke Gamet fertiggestellt, während der rechte eben die Telophase der zweiten Teilung durchmacht. Copulationsschlauch schief zur Bildebene laufend. b Zwei Mutterzellen sind durch zwei Copulationsschläuche mit einer dritten, deren Inhalt degeneriert ist (im Bild horizontal liegend) verbunden; die linke Zelle zeigt die Telophase der zweiten Reifeteilung (die im Bild unteren Tochterplatten liegen höher als die im Bild oberen, da die Spindeln in Wirklichkeit schief stehen); in der rechten Zelle die Metaphase der ersten Reifeteilung (Äquatorialplatte in Flächenansicht); die Copulationsschläuche stehen fast senkrecht zur Bildebene.

der Diakinese bedeutend niedriger als die Zahl der Chromosomen in den somatischen Prophasen, so daß die erste Reifeteilung mit Recht als die Zahlenreduktion durchführende heterotype Teilung betrachtet werden darf, worauf es ja für die folgenden Mitteilungen in erster Linie ankommt<sup>1)</sup>.

In der folgenden Metaphase bildet sich eine ringförmige (Zentralspindel!) Äquatorialplatte (Fig. 4 b rechts), die aus mehr oder weniger

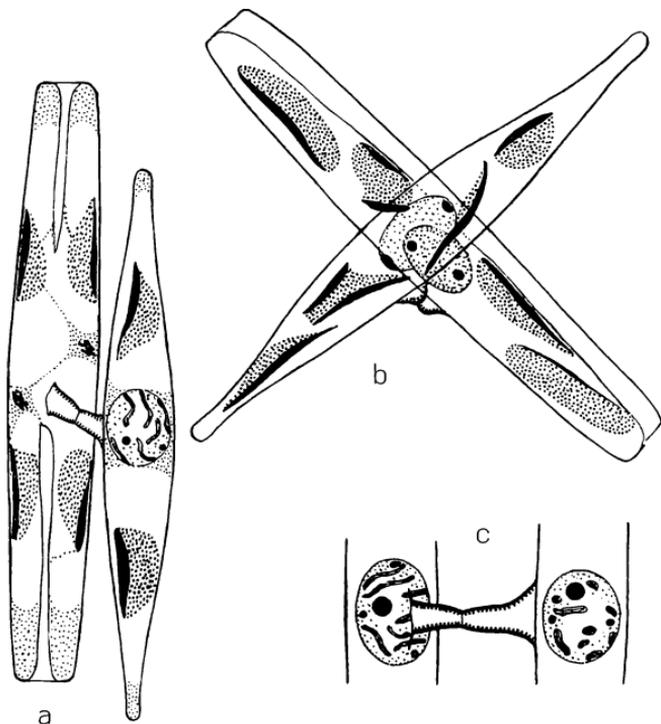


Fig. 5. a Linke Zelle während der Telophase der ersten Reifeteilung, rechte Zelle noch vor der Diakinese; Copulationsschlauch schief zur Bildebene orientiert. b In jeder Zelle eine junge Zygote mit vier Chromatophoren und verschmolzenen Kernen (zwei Nucleolen!). c Abnorm langer Copulationsschlauch.

stark verklumpten Chromosomen besteht. Auch in den Tochterplatten (Fig. 1 c Mitte) und in der Telophase (Fig. 5 a links) ist aus dem gleichen Grund keine Chromosomenzählung möglich.

Dagegen lassen sich in der Interkinese manchmal distinkte

<sup>1)</sup> Es sei betont, daß diese cytologischen Beobachtungen nur im Hinblick auf die Untersuchung der Copulation angestellt wurden und an sich in keiner Weise genügend sind. Nebenbei bemerkt fehlt eine ganz gründliche cytologische Untersuchung der Reduktionsteilung für die pennaten (versteht sich erst recht für die centrischen) Diatomeen noch immer, da auch bei dem am weitesten untersuchten Objekt (*Cymbella lanceolata*) noch manche Lücken klaffen.

Chromosomen gut erkennen. Als extreme Werte waren 13 (Fig. 6 b rechts) und 17 (Fig. 6 a oben) feststellbar. Zum Teil scheinen die Kerne auch weitgehend rekonstruiert zu werden (Fig. 6c). Nucleolen wurden jedoch nie beobachtet.

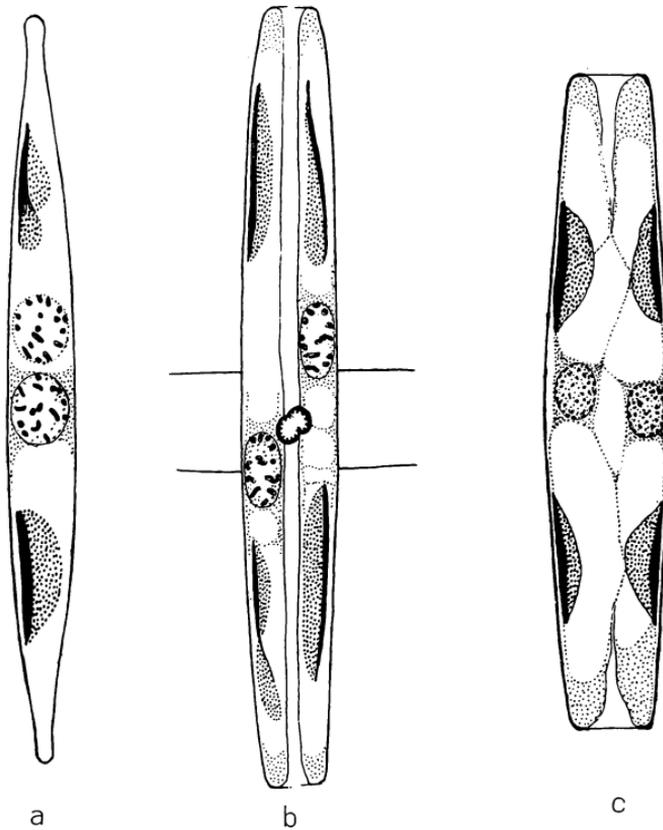


Fig. 6. Mutterzelle nach der ersten Reifeteilung, Kerne in Interkinese, schief übereinanderliegend; je zwei Chromatophoren (im ganzen sind vier vorhanden) decken sich. In dem im Bild oberen Kern sind 17 Chromosomen zählbar. b Ähnliches Stadium wie a, aber in Gürtelansicht; in dem im Bild rechten Kern sind 13 Chromosomen zählbar. c Etwas früheres Stadium als a und b; Plasmateilung noch nicht beendet, aber die Kerne weitgehend rekonstruiert.

Der zweite Teilungsschritt der Reduktionsteilung entzog sich — wie bei allen bisher untersuchten Diatomeen — der genauen Beobachtung. Es wurden nur Telophasen gesehen (Fig. 4 a rechts, b links).

### Gametenbildung und Copulation.

Von den bei der Reduktionsteilung gebildeten vier Kernen entwickeln sich nur zwei weiter, während die anderen zwei zugrunde-

gehen. *Nitzschia subtilis* folgt so dem bei den pennaten Diatomeen weitverbreiteten, von KARSTEN (6) als Typus II bezeichneten Schema, welches besagt, daß aus zwei Mutterzellen, deren jede zwei Gameten bildet, zwei Zygoten entstehen. Auch die von KARSTEN (6) untersuchten *Nitzschia longissima* und *N. hybrida* zeigen das gleiche Verhalten.

Da nur zwei Gameten in jeder Mutterzelle gebildet werden, läuft nur eine einzige Protoplastenteilung ab: Diese Teilung erfolgt gleichzeitig mit der ersten Kern(reife)teilung (Fig. 1 c Mitte; 5 a links; 6 c). Sie ähnelt durchwegs einer gewöhnlichen vegetativen Teilung. Die Spindel steht — wie es bei langgestreckten pennaten Diatomeen üblich ist — nicht senkrecht zur Längsachse der Zelle, sondern schief. Der Winkel zwischen Längsachse und Spindel beträgt oft  $45^{\circ}$ ; manchmal steht die Spindel auch noch steiler. Die Protoplastenteilung beginnt an beiden Zellenden und ist während der Anaphase der Kerne schon weit vorgeschritten. Während der letzten Prophasestadien haben sich auch die beiden Chromatophoren bereits geteilt.

Von einer somatischen Teilung unterscheidet sich der Vorgang — abgesehen vom Verhalten des Kernes — dadurch, daß die beiden Protoplasten innerhalb der Mutterzelle keine Schalen ausbilden (Fig. 6 b) <sup>1)</sup>.

Mit dieser Teilung sind die Gameten — was ihre äußere Morphologie anlangt — fertiggestellt. Sie behalten auch ihre Lage bei, rücken also nicht übereinander wie in den übrigen bisher bekannt gewordenen Fällen <sup>2)</sup>. Die zweite Reifeteilung spielt sich daher bereits im Gametenkörper ab (Fig. 4 a rechts, b links). Einer der beiden Tochterkerne geht ohne Rekonstruktion aus der Telophase in ein pyknotisches Stadium über, während der andere rekonstruiert und zum Gametenkern wird. Die Auflösung der pyknotischen Kerne („Kleinkerne“ KARSTEN'S) im Plasma erfolgt meist schnell, so daß sie meist (aber nicht immer) während der Copulation nicht mehr sichtbar sind.

Bemerkenswerterweise scheint die zweite Kernteilung ausnahmsweise mit der Teilung eines der beiden vorhandenen Chromatophoren verbunden zu sein, da die Zygoten manchmal fünf statt vier Chro-

<sup>1)</sup> Wohl aber dünne Gallerthäute; darüber später.

<sup>2)</sup> Durch dieses Übereinanderrücken wird bekanntlich eine Querteilung vorgetauscht. KARSTEN hat zuerst darauf hingewiesen, daß es sich hierbei nur um eine sekundäre Verschiebung nach einer normalen Längsteilung handelt. — Nur *Cymbella lanceolata* scheint sich abweichend zu verhalten.

matophoren enthalten (Fig. 11). Gesehen wurde diese Teilung allerdings nicht, so daß es sich auch um einen nachträglichen Zerfall eines Chromatophors in der Zygote handeln kann. Wahrscheinlich handelt es sich aber um eine Reminiszenz an die Bildung von vier Gameten in der Mutterzelle<sup>1)</sup>.

Allen diesen Vorgängen geht ein Aneinanderlegen vegetativer Zellen (Gametenmutterzellen) voran. Der Beginn der Reifeteilung ist an die Gegenwart mindestens einer zweiten Zelle gebunden. Zunächst fehlt eine innigere Verbindung der beiden Zellen, in den vorgerückteren Prophasestadien aber wird ein Copulations-schlauch ausgebildet. Als erstes Anzeichen tritt unter leichtem Auseinanderklaffen der Schalen mäßige Gallertbildung an den Berührungsstellen der Zellen auf (Fig. 1 a oben; 3 a). Bei Safraninfärbung sieht man, daß die Gallertbildung nicht auf diese Stelle beschränkt ist, sondern daß sie in eine den ganzen Protoplast umgebende sehr dünne Haut übergeht. Der Protoplast liegt somit nicht mehr den Kieselschalen unmittelbar an. Bei der späteren Gametenteilung teilt sich die Gallerte mit, so daß jeder Gamet von einer dünnen Gallerthaut eingehüllt ist.

Die Gallertbildung an der Berührungsstelle der Mutterzelle nimmt weiterhin zu und endet mit der Bildung zweier, sich mit den Enden berührenden, von Plasma erfüllten schlauchartigen Ausstülpungen. An ihrer Berührungsstelle sind die Schlauchenden abgeplattet (Fig. 1 b oben; 5 a, c). Wie letztere Fig. zeigt, werden oft beträchtliche Längen erreicht. Vor der Copulation löst sich die trennende Querlamelle auf und es entsteht der Copulationskanal.

Diese Schilderung hat zur Voraussetzung, daß sich die Zellen von Anfang an mit den Gürtelseiten berühren; denn nur hier, zwischen den klaffenden Gürtelbändern kann der Copulations-schlauch hervordringen. Tatsächlich beobachtet man häufig Zellen in anderen Lagen. So sieht man oft die eine Zelle in Schalen-, die Partnerzellen in Gürtelansicht liegen. In diesen Fällen beschreibt der Copulationsschlauch einen Bogen von 90°, was sich im Bild nicht gut darstellen läßt (Fig. 4 a; 5 a, b, c; 8; 10 b; 11 c). Wahrscheinlich handelt es sich um nachträgliche Lageveränderungen der Zellen. Im gegenteiligen Fall müßte man eine chemotaktische „Fernwirkung“ annehmen, wofür in Anbetracht der Verhältnisse bei Zygnetaceen wenig spricht. Blind endigende Copulationsschläuche

<sup>1)</sup> KARSTEN (5) hat bei *Navicula scopulorum* sogar überzählige Gameten beobachtet.

ohne Partner, wie sie sich manchmal beobachten lassen, sind wohl durch Losreißung entstanden.

Vergleicht man diese Befunde mit bekannten, so fällt zunächst das Fehlen einer über die Schalen hervortretenden mächtigen Gallertmasse auf. Eine analoge Bildung ist allerdings die dünne Gallert-haut, welche die Protoplasten umgibt, so daß es nicht ganz zutreffend ist, zu sagen — wie es manchmal geschieht —, daß die Copulation von *Nitzschia* ohne Gallertbildung erfolgt. Wesentlich abweichend von den bisher bekannt gewordenen Fällen ist die Bildung eines ausgeprägten Copulationsschlauches<sup>1)</sup>. KARSTEN (6) erwähnt sein Vorhandensein nicht. Aus KARSTEN'S Bildern von *Nitzschia hybrida* scheint hervorzugehen, daß die Gameten mit einer breiten Berührungsfläche verschmelzen (was bei dem Fehlen von Gallerte nicht ganz verständlich erscheint). Vermutlich verhalten sich die verschiedenen Arten nicht gleich.

Das Vorhandensein eines regelrechten Copulationsschlauches bei einer pennaten Diatomee steht nicht ganz unvermittelt da. So bildet die anisogame *Cocconeis placentula* var. *pseudolineata* die Gallerte in einer Form, die einem Copulationsschlauch schon sehr ähnlich sieht.

Die Mutterzellen, die sich aneinanderlegen, sind immer mehr oder weniger deutlich ungleich groß. Ein extremer Fall ist in Fig. 11 c dargestellt: die im Bild linke Zelle war  $40\ \mu$ , die rechte  $54\ \mu$  lang. In einem anderen Fall war der Längenunterschied  $54$  und  $70\ \mu$ . Letzterer Wert ist abnorm hoch. Die sonst gemessenen Längen betragen  $34$ — $56\ \mu$ .

Da die Zellen nicht Schwesterzellen sind<sup>2)</sup>, sind die Größenunterschiede leicht verständlich. Der Zufall, daß gleich große Zellen zusammen kommen, ist natürlich sehr unwahrscheinlich.

Die Stellungen, welche die beiden Zellen zueinander einnehmen, sind sehr mannigfaltig. Die Figg. zeigen dies ohne weitere Erklärung. Diese Erscheinung ist durch das Vorhandensein eines Copulationsschlauches ermöglicht: es genügt, wenn sich die Zellen an einem einzigen Punkt berühren. Alle Drehungen der Achsen um diesen Punkt sind möglich. Bei anderen Diatomeen ist eine

---

<sup>1)</sup> Wie später gezeigt werden wird, handelt es sich um ein Gebilde, das nach seinem funktionellen Verhalten diesen Namen mit vollem Recht verdient.

<sup>2)</sup> Zu dieser Annahme liegt wenigstens kein Grund vor. Schwesterzellen scheinen dagegen die Gametenmutterzellen von *Cymbella lanceolata* zu sein. Doch bedarf dies noch der genauen Überprüfung. — Sicher wurde Pädogamie inzwischen bei *Rhoicosphenia* nachgewiesen (vgl. 8). (Zusatz bei der Korrektur.)

mehr oder weniger fixe Lage infolge des direkten Gametenaustausches ohne Hilfe eines Copulations-schlauches notwendig. Nur *Cocconeis* nähert sich in ihren ziemlich freien Stellungen *Nitzschia*.

Bisher wurde vorausgesetzt, daß sich nur zwei Zellen aneinander legen. Dies ist oft, aber nicht immer der Fall. Fast ebenso häufig liegen drei Zellen beisammen, die durch zwei Copulations-schläuche miteinander verbunden sind (Fig. 1 b; 4 b). Manchmal stehen von den drei Zellen auch nur zwei miteinander in Verbindung (Fig. 1 a), wobei bemerkenswert ist, daß die dritte — überzählige — isolierte Zelle dennoch mit der Reifeteilung beginnt<sup>1)</sup>.

Es können aber auch mehr als drei Zellen eine Copulations-gruppe bilden. Fig. 7 zeigt den extremen Fall einer Gruppe von

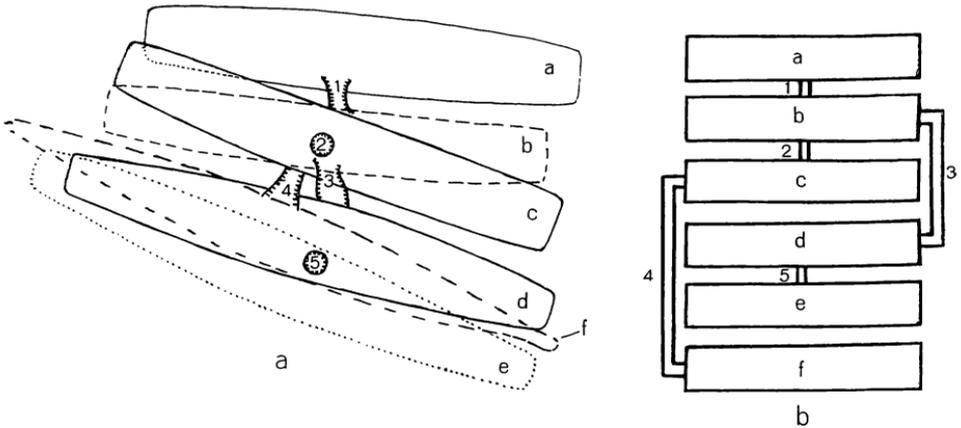


Fig. 7. a Sechs in verschiedenen Lagen und Höhen liegende Zellen sind durch fünf Copulationsschläuche miteinander verbunden; Zellinhalt der Deutlichkeit halber nicht eingezeichnet (Zellen b und c haben bereits miteinander copuliert und enthalten je eine Zygote, die übrigen Zellen stehen im Prophasestadium). Zelle a steht mit Zelle b durch Schlauch 1 in Verbindung, Zelle b außerdem durch Schlauch 2 mit Zelle c und durch Schlauch 3 mit Zelle d, Zelle d durch Schlauch 5 auch mit Zelle e und Zelle c durch Schlauch 4 auch mit Zelle f ( $a \times b \dots 1$ ,  $b \times c \dots 2$ ,  $b \times d \dots 3$ ,  $c \times f \dots 4$ ,  $d \times e \dots 5$ ). b Dieselbe Copulations-gruppe schematisch dargestellt; da Zelle b und c ihre Gameten durch Schlauch 2 bereits ausgetauscht haben, müssen Zelle a und Zelle f (da sie keinen Partner haben) von der Copulation ausgeschlossen werden; Copulationsfähig ist nur noch  $d \times e$ ; die Schläuche 1, 3 und 4 werden nicht benutzt.

sechs miteinander copulierenden Mutterzellen. Da jede Zelle zwei Gameten bildet, kann die Copulation normal von statten gehen, indem die Gameten 6 Zygoten bilden. In der Regel tritt dies allerdings nicht ein, da einzelne Gameten häufig keinen Anschluß finden

<sup>1)</sup> Das gleiche Verhalten zeigt auch oft *Cocconeis placentula*.

(in Fig. 7 beispielsweise die Zellen a und f) und zugrunde gehen. In dem in Fig. 7 dargestellten Fall lagen in den Zellen b und c bereits junge Zygoten, während die übrigen Zellen sich noch in der Prophase der ersten Reifeteilung befanden<sup>1)</sup>).

Auf Grund dieser Beobachtungen lassen sich die Vorgänge bis zur Gametenverschmelzung kurz in folgender Wiese schildern.

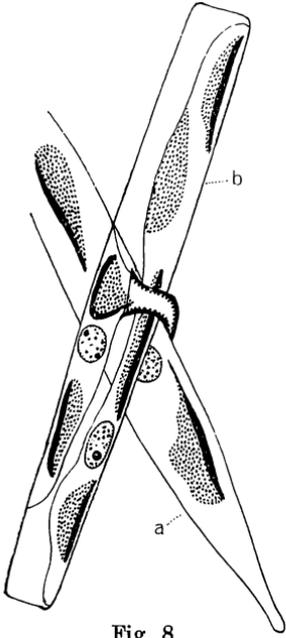
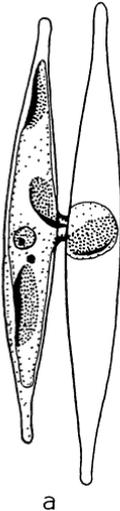


Fig. 8.



a

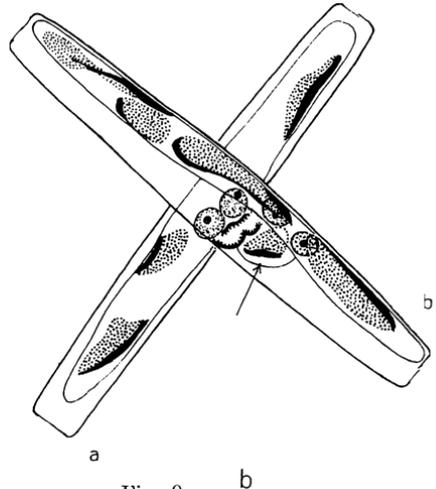


Fig. 9.

b

Fig. 8. Beginn des Übertritts des Wandergameten der Zelle b zum Ruhegameten der Zelle a; der Wandergamet der Zelle a hat sich bereits mit dem Ruhegameten der Zelle b vereinigt (in dieser Zygote ist nur ein Kern sichtbar, da der zweite durch einen Chromatophor verdeckt wird).

Fig. 9. a Übertritt des Wandergameten von rechts nach links. Die beiden Mutterzellen lagen im Präparat so orientiert, daß sich die untere Schale der linken Zellen in gleicher Höhe mit der oberen Schale der rechten Zelle befand. Dieses Niveau gibt die Figur wieder (die obere Schale der linken bzw. die untere Schale der rechten Zelle samt dazugehörigen Gameten ist nicht gezeichnet); links die werdende Zygote, in ihr ein Gametenkern und ein reduzierter Kern sichtbar; der zweite Gametenkern verdeckt. b In der Zelle b liegt eine fertige Zygote; der Wandergamet dieser Zelle ist durch den Copulationsschlauch, der schief zur Bildebene läuft, bereits in die Zelle a übergetreten; nur ein Chromatophor (Pfeil!) befindet sich noch in der Zelle b.

<sup>2)</sup> Dieses Aneinanderlegen von mehr als zwei Mutterzellen — das auch KARSTEN bei anderen pennaten Diatomeen beobachtet hat — ist keine mehrfache Copulation nach Art von *Cocconeis*, bei welcher drei Gameten miteinander verschmelzen und eine triploide Zygote liefern. — Wechselseitiger Austausch von sechs Gameten dreier Mutterzellen kommt auch bei *Achnanthes lanceolata* und *Gomphonema olivaceum* vor (unveröffentlichte Beobachtungen).

Zwei (oder mehrere) vegetative Zellen legen sich aneinander und treiben Copulations-schläuche. Es erfolgt hierauf die erste Reifeteilung des Kerns jeder Zelle, die mit einer Plasmateilung verbunden ist. Ihr Ergebnis sind zwei — wie die Tochterzellen einer vegetativen Teilung gelagerten — Protoplasten, die ohne Lageveränderung, durch die in ihnen ablaufende zweite Reifeteilung der Kerne zu den Gameten werden, wobei ein Tochterkern degeneriert und der andere direkt zum Gametenkern wird.

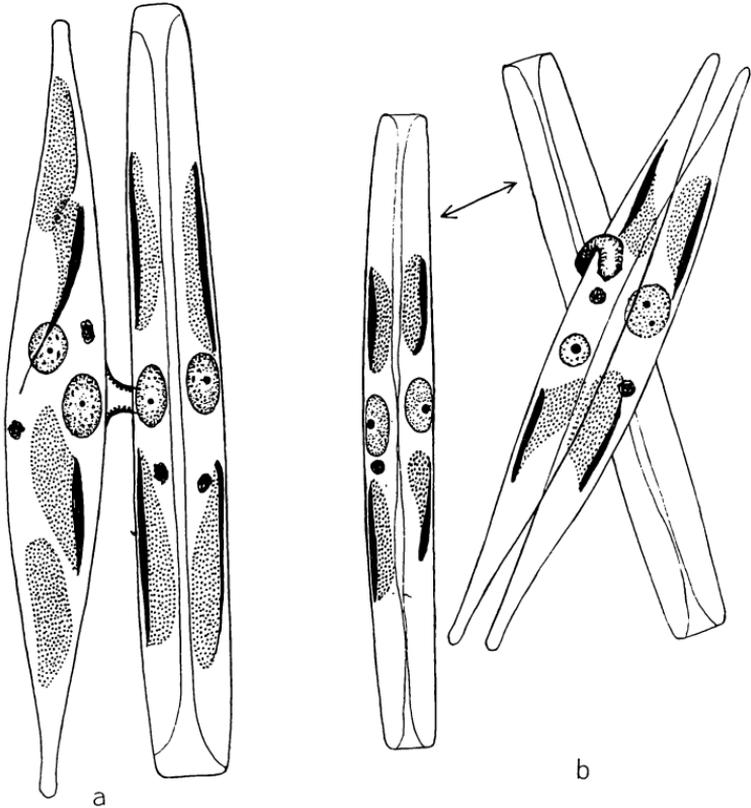


Fig. 10. Fertige Gameten mit pyknotischen Kernen; in a, linke Zelle, liegen die Gameten übereinander (infolge der Schalenansicht) und täuschen einen einzigen Protoplasten vor; ähnlich in der oberen, schief liegenden Zelle in b.

Das Aussehen der fertigen Gameten zeigt Fig. 10. Die Gameten liegen — die Mutterzellen von der Gürtelseite gesehen — parallel nebeneinander (a rechts, b links) und decken sich in Schalenansicht oder in schiefen Lagen (a links, b rechts).

Bei der eigentlichen Copulation wandert ein Gamet der einen Mutterzelle durch den Copulations-schlauch hin-

durch zu einem ruhend bleibenden Gameten der zweiten Mutterzelle und hierauf der andere Gamet der zweiten Mutterzelle in umgekehrter Richtung zum liegen gebliebenen zweiten Gameten der ersten Mutterzelle. Jede Mutterzelle besitzt also einen Ruhegameten und einen Wandergameten. Die beiden Verschmelzungsprodukte (die Zygoten) liegen an den Stellen der Ruhegameten.

Fig. 8 zeigt den Wandergameten der Zelle b (im Bild links) im Begriff, durch den Copulationskanal zum Ruhegameten der Zelle a zu wandern. Der Wandergamet der Zelle a hat sich mit dem Ruhegameten der Zelle b bereits zur Zygote vereinigt, die an der Stelle des Ruhegameten der Zelle b (im Bild rechts) liegt. Fig. 9a zeigt das Ende des Übertritts des Wandergameten der rechten Zelle in die linke Zelle. In Fig. 8b sieht man in der Mutterzelle b bereits eine Zygote. Der Wandergamet dieser Zelle ist fast ganz mit dem Ruhegameten der Zelle a verschmolzen; nur ein Chromatophor (Pfeil!) liegt noch in der Zelle b.

Wie in diesen Beispielen verläuft die Copulation in allen beobachteten Fällen. Beweisend sind nicht nur die Copulationsbilder selbst, sondern auch die Stadien der jungen Zygoten, die an ihrer Lagerung — in jeder Mutterzelle eine — ihre Entstehung deutlich erkennen lassen.

Die Lage der Wander- und Ruhegameten in den Mutterzellen ist verschieden: Bei Berührung der Mutterzellen mit ihren Gürtelseiten kann der Wandergamet der einen Zelle neben dem Ruhegameten oder dem Wandergameten der anderen Zelle liegen. Im letzteren Fall (wenn also Wander- neben Wandergamet und Ruhe- neben Ruhegamet liegen) resultiert eine kreuzweise Copulation.

Nach dem Zusammenfließen der Gameten sieht man ihre Kerne nebeneinander liegen (Fig. 11c), bald aber — und zwar noch vor Beginn des Auxosporenwachstums — verschmelzen sie zum diploiden Kern (Fig. 5b). Der Fusionskern führt schließlich nur einen Nucleolus (Fig. 11a). Unter Abhebung der Mutterschalen erfolgt dann die Streckung und die Ausbildung des Auxospore (Fig. 11b, d). Sie besitzt ein glattes, dünnes Perizonium und zwei (oft schwer sichtbare) polare Gallertkappen (Fig. 11b)<sup>1)</sup>. Die vier Chromatophoren liegen unregelmäßig; die Längsachse der Zelle ist meist gebogen

<sup>1)</sup> Solche Gallertkappen sind auch von vielen anderen pennaten Diatomeen bekannt (vgl. 6). CHOLNOKY (8) hat sie als Teilstücke der Zygotenwand erkannt. Da die Zygote bei *Nitzschia* langgestreckt ist, zeigen die Kappen ebenfalls eine längliche Form.

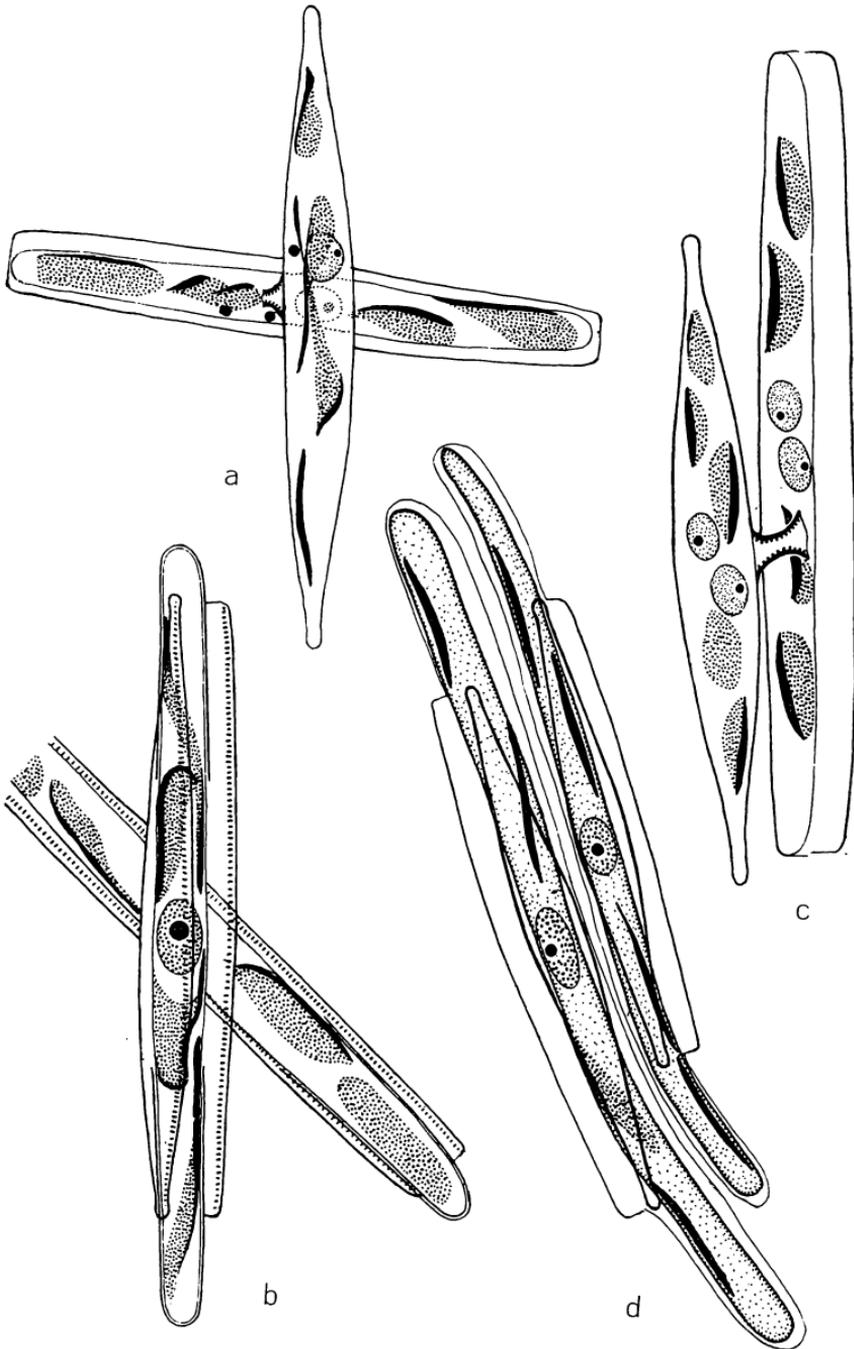


Fig. 11. a Junge Zygoten, die Kerne bereits verschmolzen; in der im Bild horizontal liegenden Zelle sind zwei pyknotische Kerne sichtbar. b Zygoten (Auxosporen) in Streckung mit polaren Gallertkappen. c Junge Zygoten, die linke mit fünf (statt vier) Chromatophoren. d Fast ausgewachsene Auxosporen. In a, b und d ist der Copulationsschlauch nicht gezeichnet, in c verläuft er schief zur Bildebene, da die beiden Zellen in verschiedener Höhe liegen.

(in Fig. 11d wohl durch die Fixierung übertrieben verzerrt). Eine etwas unregelmäßige Gestalt besitzen auch die Tochterzellen der Auxosporen, wie dies bei den meisten Diatomeen der Fall ist.

### Die Geschlechtsbestimmung.

Es ist wohl klar, daß das verschiedene Verhalten der Gameten als Geschlechtsunterschied aufgefaßt werden muß. Wie in ähnlichen Fällen einer bloß physiologischen, morphologisch nicht nachweisbaren Geschlechtsdifferenzierung, kann man den aktiven Gameten als männlich, den passiven als weiblich bezeichnen.

Wann entsteht nun dieser Geschlechtsunterschied? Jede Mutterzelle liefert sowohl einen männlichen wie einen weiblichen Gameten. Folglich ist in der Diplophase das Geschlecht noch nicht determiniert; es wäre verfehlt, deshalb, weil sich die Mutterzellen aneinanderlegen, in ihnen die Geschlechter zu suchen. Die zweite Reifeteilung ist für die Geschlechtsverteilung bedeutungslos, da sie 1. keinen Einfluß auf die Ausgestaltung der Gametenkörper hat und da man 2. erwarten müßte, daß — falls die zweite Kernteilung einen männlichen und einen weiblichen Kern liefern würde — auch Mutterzellen mit zwei männlichen oder zwei weiblichen Gameten vorkommen, da das Zugrundegehen des einen Tochterkern der zweiten Reifeteilung ja wohl zufällig erfolgt. Daß in gesetzmäßiger Weise und gewissermaßen im gegenseitigen Einverständnis immer ein männlicher und ein weiblicher Kern zugrunde gehen würden, wäre eine durch nichts auch nur wahrscheinlich zu machende Hypothese. Somit kann nur die erste Reifeteilung über das Geschlecht entscheiden. In Fig. 12 ist diese Interpretation der Tatsachen schematisch dargestellt. Die Diplophase, also sowohl die Gametenmutterzellen wie die Zygoten (und natürlich alle anderen vegetativen Zellen) sind gemischtgeschlechtlich, nur die Gameten bzw. die Tochterzellen der ersten Reifeteilung sind sexuell determiniert.

Um das tatsächliche Verhalten bei der Copulation zu erklären, ist weiter die Annahme nötig, daß die Gameten einer Mutterzelle selbststeril sind, da sie ja nie untereinander copulieren<sup>1)</sup>.

Zusammenfassend kann man also sagen: die Geschlechtsverteilung fällt mit der Reduktionsteilung zusammen.

<sup>1)</sup> Während der Begriff der Selbststerilität für die Blütenpflanzen zum Teil gut durchgearbeitet ist, ist dies bei den Thallophyten bekanntlich nicht der Fall. Von „Selbststerilität“ sprechen heißt eigentlich nur einem bestimmten immer wiederkehrenden Erscheinungskomplex einen Namen geben.

Bekanntlich unterscheidet man zwei verschiedene Modi der Geschlechtsbestimmung: die phaenotypische und die genotypische<sup>1)</sup>. Mit ersterem Namen belegt man die Fälle, wo die Geschlechtsverteilung an eine gewöhnliche vegetative Teilung geknüpft ist. Diese Geschlechtsverteilung ist also an keine chromosomalen Veränderungen gebunden, da solche bei einer Äquationsteilung nicht vorkommen, und ist keine genetische Angelegenheit, sondern bezieht sich ausschließlich auf den Phaenotypus. Im Gegensatz hierzu kann die Verteilung auch chromosomal-genetisch festgelegt sein und dann spricht man von genotypischer Geschlechtsbestimmung. Bei der Reduktionsteilung werden verschiedene Genome auseinandergelegt, die entweder an sich als Haplonten das Geschlecht repräsentieren (azygotische G. B. in der Haplophase) oder es erst in ihrer Kombination in der Diplophase ergeben (zygotische G. B. in der Diplophase). Für den ersten Fall bieten die getrennt-geschlechtlichen Moose und Spirogyren mit ihren ♂ oder ♀ Gametophyten bekannte Beispiele; der zweite Fall ist bei den Metazoen repräsentiert, welche durch Kombination von zweierlei ♂ oder ♀ Gameten mit einerlei ♀ oder ♂ Gameten Männchen oder Weibchen in der Diplophase bilden.

*Nitzschia subtilis* fällt offenbar in das Schema der genotypischen azygotischen Geschlechtsbestimmung. Hätten wir bei ihr eine haploide Generation, wären also die Gameten nicht Gameten, sondern selbständig weiter entwicklungsfähig, so entstünde durch die Reduktionsteilung ein männlicher und ein weiblicher Gametophyt. Es würde dann Analogie beispielsweise zu den haplo-diplobiontischen diöcischen Moosen vorliegen<sup>2)</sup>. Da eine haploide Generation bei *Nitzschia* aber nicht existiert, so stellt diese Form den Grenzfall einer genotypischen Geschlechtsbestimmung in der Haplophase dar. Nach Art der HARTMANN'schen Schemata ist dies in Fig. 13 dargestellt.

Diese Auffassung hat zur Voraussetzung, daß mit dem Zusammenfallen von Geschlechtsverteilung und Reduktionsteilung das Genotypische des Vorgangs gegeben ist. In Wirklichkeit läßt sich freilich nicht beweisen, daß bei *Nitzschia* in der diploiden Phase zwei homologe Chromosomen in einem Geschlechtsfaktor verschieden sind und daß daher bei der Reduktionsteilung die Aufspaltung dieses

<sup>1)</sup> Für die folgende Erörterung vergleiche man die übersichtliche Zusammenstellung bei 4.

<sup>2)</sup> Abgesehen von dem Unterschied, daß bei den Moosen alle vier Kerne der Reduktionsteilung entwicklungsfähig sind, bei *Nitzschia* aber nur zwei.

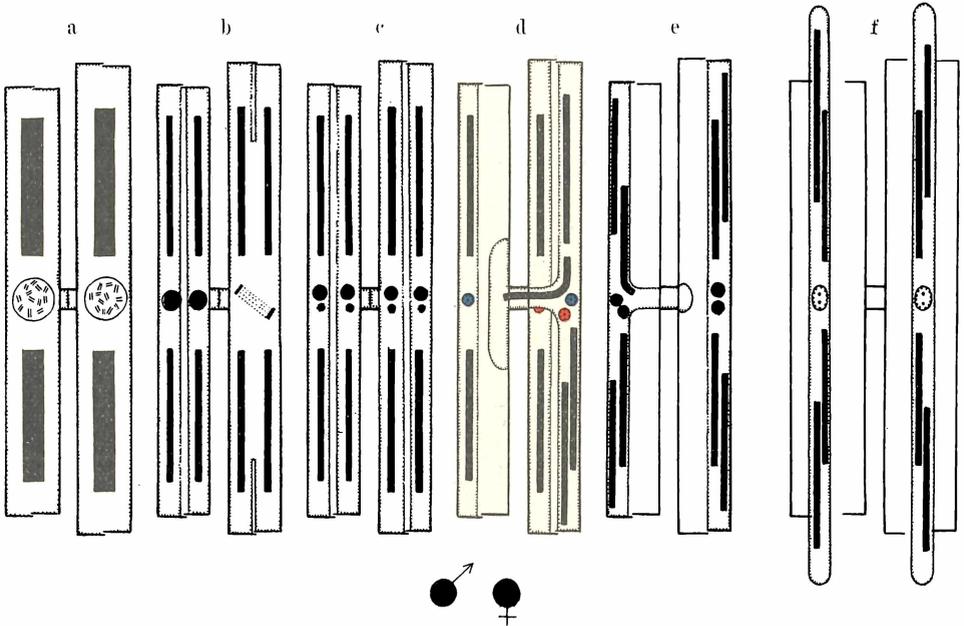


Fig. 12.

Fig. 12. Schematische Darstellung der Copulation von *Nitzschia subtilis*. Die beiden Mutterzellen, die sich in Wirklichkeit mit den Gürtelseiten berühren und daher — wenn sie nebeneinander sichtbar sind — dem Beschauer die Schalen-seite zeigen, wurden auseinandergelegt (jede um 90° gedreht) gezeichnet, damit die in der Gürtelansicht nebeneinanderliegenden Gameten dargestellt werden konnten. — a Diakinese der Kerne. b Erste Reifeteilung (rechts die Telophase, links die interkinetischen Kerne. c Nach der zweiten Reifeteilung (pyknotische Kerne). d Der Wandergamet der linken Zelle verschmilzt mit dem Ruhegameten der rechten Zelle (infolge der falsch gezeichneten Orientierung der Mutterzellen fließt der Wandergamet scheinbar über den zweiten Gameten der rechten Zelle hinüber). e Der Wandergamet der rechten Zelle verschmilzt mit dem Ruhegameten der linken Zelle. f Die Auxosporen nach der Kernverschmelzung. Schwarz sind die gemischtgeschlechtlichen, rot die männlichen, blau die weiblichen Kerne gezeichnet. Die Zahl der Chromosomen in a und b ist willkürlich angenommen.

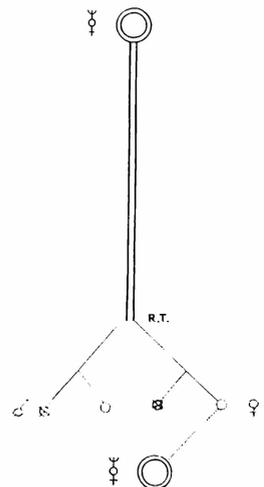


Fig. 13.

Fig. 13. Schematische Darstellung des Entwicklungszyklus von *Nitzschia subtilis*. Oben die gemischtgeschlechtliche Zygote, welche die diploide Generation (die zwei

(Fortsetzung der Figurenerklärung siehe S. 438.)

(Fortsetzung der Figurenerklärung von S. 437.)

schwarzen Linien) liefert. R. T. die Reduktionsteilung, welche zwei ♂ und zwei ♀ Kerne liefert, von denen aber je einer zugrunde geht. Die beiden anderen sind copulationsfähig und liefern wieder eine gemischtgeschlechtliche Zygote. Die Selbststerilität ist im Schema nicht zum Ausdruck gebracht.

Allelomorphs erfolgt. Will man jedoch annehmen, daß dies nicht der Fall ist, so ergibt sich als eigentümliche Konsequenz das Vorhandensein einer „phaenotypischen“ Geschlechtsbestimmung während der Reduktionsteilung. Dies ist aber ein Unding<sup>1)</sup>.

Auch von dieser Seite gesehen ist es klar, daß — wie schon früher erwähnt — das Aneinanderlegen der diploiden Mutterzellen nicht der Ausdruck eines Geschlechtsunterschiedes ist. Diese Tatsache zu verkennen und das physiologisch verschiedene Verhalten der Gameten nicht als Geschlechtsdifferenz gelten zu lassen, sondern zu behaupten, daß eine männliche Mutterzelle einen beweglichen und einen unbeweglichen Gameten, und eine zweite weibliche Mutterzelle ebenfalls einen beweglichen und einen unbeweglichen Gameten liefere, daß also die Mutterzellen schon vor der Reduktionsteilung sexuell determiniert wären, stünde mit allen neueren an vielen Objekten erhärteten Erkenntnissen in Widerspruch. Eine Copulationsstimmung muß eben noch nicht der Ausdruck eines Geschlechtsunterschiedes sein. Sie ist nur eine Teilerscheinung des komplexen Sexualphänomens, die manchmal mit der Auseinanderlegung der Geschlechter zusammenfällt.

An alledem ändert auch nichts die Tatsache, daß der Geschlechtsunterschied der Gameten bei anderen Diatomeen, die zwei Gameten in jeder Mutterzelle bilden, bisher — mit Ausnahme von *Cymbella lanceolata* — nicht nachweisbar war. Jede „Isogamie“ kann ja mit viel Recht als maskierte Anisogamie aufgefaßt werden<sup>2)</sup>.

Dies alles zu betonen ist insofern nötig, als sich bei einigen auf Gallertstielen sitzenden pennaten Diatomeen vor der Copulation ein Teil der Zellen ablöst und zu einem anderen Teil angewachsen bleibender Zellen hinkriecht. Darin wurde eine sexuelle Differen-

<sup>1)</sup> Es ist für diese Betrachtung nebensächlich, ob man die Begriffe „genotypisch“ und „chromosomal“ gleichsetzt oder ob man — wofür in neuester Zeit immer mehr Belege auftauchen — eine genetische Wirkung auch im Plasma erkennen will. Im letzteren Fall ist die bloße Behandlung der Kerne nur als Abreviatur des tatsächlichen Geschehens zu nehmen. Auch die Farbeneintragung in den Kernen des Schemas auf Fig. 12 kann dann nur als vereinfachte Darstellungsweise gelten, ohne aber deshalb falsch zu sein.

<sup>2)</sup> Die Umkehrung dieses Satzes hätte aber üble Konsequenzen.

zierung erblickt. Dies kann der Fall sein; es müßte aber erst untersucht werden, ob die bewegliche Mutterzelle (die „männliche“) wirklich nur männliche und die „weibliche“ Mutterzelle nur weibliche Gameten liefert. In den bisher hauptsächlich von KARSTEN untersuchten Fällen, verhalten sich die Gameten aber ganz isogam, so daß sich über ihr Geschlecht nichts ausmachen läßt und die ganze Frage zurückgestellt werden muß<sup>1)</sup>.

Dessen ungeachtet ist unter den pennaten Diatomeen auch ein sicherer Fall von Geschlechtsbestimmung in der Diplophase bekannt: bei *Cocconeis* treten diploide männliche und weibliche Gametenmutterzellen zusammen (7 und 2)<sup>2)</sup>. Da Zellen eines Klons miteinander copulieren, liegt phänotypische Geschlechtsbestimmung vor. In Hinblick auf *Nitzschia subtilis* könnte man zwar versucht sein, auch bei *Cocconeis* einen ähnlichen Mechanismus sehen zu wollen. Da bei *Cocconeis* aber jede Mutterzelle nur einen einzigen Gameten bildet und da das Zugrundegehen der überzähligen Kerne doch wohl zufällig erfolgt, müßten ebensooft gleichgeschlechtliche wie ungleichgeschlechtliche Partnerzellen nebeneinander liegen. Tatsächlich beobachtet man aber immer, daß Copulation erfolgt<sup>3)</sup>, was bedeutet, daß die Partner verschieden geschlechtlich sind. — Daß die überzähligen Kerne in gesetzmäßiger Weise derart zugrunde gehen würden, daß immer ein männlicher und ein weiblicher Kern in jedem Copulationspaar übrig bleibt, wäre eine Annahme, die jeder Grundlage entbehrt.

Es ist aber gar nicht angezeigt, alle pennaten Diatomeen in ein einziges Schema pressen zu wollen. Es wird vielmehr immer klarer, daß — wie in vielen anderen Organismengruppen — auch bei den pennaten Diatomeen beide Typen der Geschlechterverteilung realisiert sind. Die genotypische Geschlechtsbestimmung ist vorläufig allerdings nur azygotisch bekannt. Eine genotypische zygotische Geschlechtsbestimmung in der Diplophase, ähnlich der der Metazoen, ließe sich bei den pennaten Diatomeen ohne weiteres erwarten. Bekannt ist sie vorläufig nicht.

<sup>1)</sup> Nur *Cymbella lanceolata* — ebenfalls eine gestielte Form — verhält sich deutlich so wie *Nitzschia subtilis*. Die Anisogamie der Gameten wurde damals (1) nur in Anbetracht der geringen Zahl von Beobachtungen mit einiger Reserve behauptet, findet aber durch die Befunde an *Nitzschia subtilis* eine wesentliche Stütze.

<sup>2)</sup> Das gleiche gilt wohl von anderen Gattungen mit Bildung von nur einem Gameten (z. B. *Surirella*).

<sup>3)</sup> Natürlich abgesehen von eine oder beide Zellen betreffenden pathologischen Störungen.

### Zusammenfassung.

1. *Nitzschia subtilis* bildet bei der Copulation keine über die Schalen hervortretende Gallerte, sondern einen Copulations Schlauch, der die feste Verbindung der Mutterzellen untereinander bewirkt und den Übertritt der Gameten ermöglicht.

2. Die bei der Gametenbildung ablaufenden beiden Kernteilungen besitzen das Gepräge einer heterotypischen und homöotypischen Teilung. Die haploide Chromosomenzahl dürfte 15—17 betragen.

3. Jede Mutterzelle bildet zwei Gameten, da von den vier reduzierten Kernen jeder Zelle zwei zugrunde gehen. *Nitzschia subtilis* folgt somit dem von KARSTEN als Typus II bezeichneten, bei den meisten pennaten Diatomeen realisierten Schema.

4. Die erste Reifeteilung des Kerns ist mit einer Plasmateilung verbunden. Die zweite Reifeteilung läuft somit bereits im Körper des Gameten ab.

5. Die erste Teilungsspindel hat die gleiche Orientierung wie bei einer somatischen Mitose, steht also geneigt (theoretisch senkrecht) zur Längsachse der Zelle, bzw. den Schalenebenen. Die Gameten liegen daher — wie die Tochterzellen bei einer somatischen Teilung — parallel zur Längsachse der Zelle. Sie erleiden keine sekundären Verschiebungen und behalten ihre ursprüngliche Lage bis zur Verschmelzung bei.

6. Die Copulation findet in zwei Etappen statt, indem zuerst ein Gamet der einen Mutterzelle durch den Copulationskanal zu einem an Ort liegenden Gameten der anderen Mutterzelle übertritt und mit ihm verschmilzt, und dann der zweite Gamet dieser Zelle zu dem ruhend bleibenden Gameten der ersten Zelle in umgekehrter Richtung wandert und mit ihm verschmilzt.

7. Somit läßt sich in jeder Mutterzelle ein Wandergamet und ein Ruhegamet unterscheiden, was als Ausdruck einer deutlichen physiologischen Anisogamie zu werten ist. Üblicherweise kann man den aktiven Gameten als ♂, den passiven als ♀ bezeichnen. Morphologische Unterschiede der Gameten sind nicht zu beobachten.

8. Da sich die zweite Reifeteilung bereits im Gameten abspielt, kann für die Auseinanderlegung der Geschlechter nur die erste Reifeteilung wirksam sein. An einem früheren Zeitpunkt kann die Geschlechtsbestimmung nicht erfolgen, da die diploide somatische

Mutterzelle beide Geschlechter liefert und somit zwitterig ist. Es liegt also bei der diplobiontischen *Nitzschia subtilis* mit gemischtgeschlechtlicher Diplophase azygotische genotypische Geschlechtsbestimmung in der Haplophase vor.

9. Das Aneinanderlegen der diploiden Gametenmutterzellen ist daher — ebensowenig wie das Zusammentreten zweier isogamer Infusorien (etwa *Paramecium*) vor der Konjugation — nicht als Ausdruck einer Geschlechtsdifferenzierung zu betrachten.

10. Das oft zu beobachtende Zusammentreten von mehr als zwei Mutterzellen (maximal 6) ist keine Überbefruchtung wie bei von *Cocconeis*, welche polyploide Zygoten bildet. Es erfolgt vielmehr, da jede Mutterzelle zwei Gameten besitzt, ein normaler Gameten-austausch, wobei — von zufälligen Störungen abgesehen — so viele diploide Zygoten entstehen als Mutterzellen vorhanden waren.

11. Die jungen Zygoten, die an dem Besitz von vier Chromatophoren und zwei Kernen kenntlich sind, liegen an der Stelle in der Mutterzelle, an welcher sich ursprünglich der Ruhegamet befand — eine Folge der Anisogamie.

12. Ältere Zygoten wachsen nach dem Verschmelzen der Kerne zu langen, walzlichen Auxosporen mit glatten, dünnen Perizonium heran und führen bis zur ersten Teilung vier Chromatophoren. Bei dieser Teilung werden die Chromatophoren offenbar auf die Tochterzellen verteilt.

13. Die Gestalt der Auxosporen wie ihrer Tochterzellen weicht durch einige Unregelmäßigkeiten von der vegetativen Form ab.

14. Das Material entstammte dem Seebach bei Lunz (Nied.-Österreich), einem typischen klaren und sommerkalten Gebirgsbach. Die Copulation wurde bisher nur in den Monaten Dezember, Januar und Februar gesehen.

Biologische Station Lunz  
Botanisches Institut der Universität Wien } im November 1927.

### Literaturverzeichnis.

- 1) GEITLER, L.: Reduktionsteilung und Copulation von *Cymbella lanceolata*. Arch. f. Protistenk. Bd. 58 1927.
  - 2) —: Somatische Teilung, Reduktionsteilung, Copulation und Parthenogenese bei *Cocconeis placentula*. Arch. f. Protistenk. Bd. 59 1927.
  - 3) —: Über Vegetationsfärbungen in Bächen. Biologia generalis 1927.
  - 4) HARTMANN, M.: Allgemeine Biologie Bd. 2. Jena 1927.
  - 5) KARSTEN, G.: Untersuchungen über Diatomeen. Flora 1896.
  - 6) —: Die Diatomeen der Kieler Bucht. Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen. N. F. Bd. 4 Abt. Kiel. Kiel und Leipzig 1899.
  - 7) —: Die Auxosporenbildung der Gattungen *Cocconeis*, *Surirella* und *Cymatopleura*. Flora 1900.
  - 8) CHOLNOKY, B. v.: Über die Auxosporenbildung von *Rhoicosphenia curvata* (Kg.) GRUN. Arch. f. Protistenk. Bd. 60 1927. (Zusatz bei der Korrektur.)
-

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Archiv für Protistenkunde](#)

Jahr/Year: 1928

Band/Volume: [61\\_1928](#)

Autor(en)/Author(s): Geitler Lothar G.

Artikel/Article: [Copulation und Geschlechtsverteilung bei einer Nitzschia-Art 419-442](#)