

Kleinere Mitteilungen.

Über die Geschlechterverteilung bei *Volvox aureus*.

Von

F. Mainx (Prag).

Volvox aureus EHRENBERG (= *Volvox minor* STEIN) zeigt eine reiche Mannigfaltigkeit in der Verteilung der weiblichen und männlichen Geschlechtsorgane. F. COHN (1875) hält ihn für rein diözisch und sieht darin ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal gegen *Volvox globator*. Doch erwähnt er schon als Ausnahme die Beobachtung einer Kolonie, die drei Tochterkolonien mit Eiern und eine mit jungen Antheridien enthielt. Eine ähnliche Beobachtung hat auch STEIN (1878) gemacht. Diese Fälle wären eigentlich kein zureichender Grund die Mutterkolonie als monözisch zu bezeichnen, da ja die Tochterkolonien schon als eigene Individuen anzusprechen sind und jede in sich eingeschlechtigt ist. Wohl aber sind sie ein Argument gegen die genotypische Bedingtheit der Diözie, eine Überlegung, die allerdings in der damaligen Zeit noch nicht angestellt werden konnte (s. KNIEP 1928).

Doch auch phänotypisch tritt *V. aureus* nicht immer diözisch auf. HENNEGUY (1879) hat monözische Kolonien gesehen, die sich proterandrisch verhielten, KIRCHNER (1883) stellte neben rein diözischen auch monözische fest, die jedoch proterogyn fruktifizierten. Sie sind zunächst rein weiblich und bilden erst nach der Befruchtung der Eier Antheridien. KIRCHNER scheint, soweit man aus der nicht ganz klaren Textstelle entnehmen kann, rein männliche Kolonien nur sehr

selten gesehen zu haben ¹⁾. KLEIN (1889) betont, daß er proterogyne Monözie nur sehr selten finden konnte, dagegen sehr häufig ausgesprochene Diözie und eingeschlechtige Kolonien mit gleichzeitiger vegetativer Vermehrung durch Tochterkolonien. JANET (1912, 1922, 1923) hat alle bis dahin gesehenen Fortpflanzungsformen wiedergefunden, in den meisten Fällen reine Diözie, dann proterogyne und proterandrische Kolonien, solche mit vorwiegend weiblichen oder männlichem Charakter, doch auch monözische Kolonien, deren Geschlechtsorgane gleichzeitig ausreifen und endlich auch mannigfache Mischformen zwischen geschlechtlicher und ungeschlechtlicher Fortpflanzung. Die komplizierte Klassifizierung, die er mit allen diesen Formen vornimmt, bringt für das uns interessierende Problem der Geschlechtsbestimmung nichts Bemerkenswertes. Nach dem Entwicklungsschema, das er für den „Generationswechsel“ von *V. aureus* gibt, scheint er jedenfalls an genotypische Geschlechtsbestimmung nicht zu denken. Dieser Meinung ist auch KNIEP (1928). Er vermutet im Anschluß an KLEIN (1889, 1890) und JANET, daß äußere Faktoren für die Art der Ausbildung der Geschlechtsorgane bei *V. aureus* bestimmend sind. KLEIN hat versucht, die verschiedenen Formen der vegetativen und geschlechtlichen Fortpflanzung mit den Veränderungen der Außenbedingungen während des Wechsels der Jahreszeiten in Zusammenhang zu bringen. Am gleichen Standort findet er zu Beginn der Vegetationsperiode reiche ungeschlechtliche Fortpflanzung, dann im Frühjahr viele Geschlechtskolonien mit strenger Diözie, während des Sommers viele rein weibliche Kolonien, außerdem männliche Kolonien, die stets vegetative Tochterkolonien führen. Diese herrschen bis zum Herbst vor, während die vegetative Vermehrung um diese Zeit wieder zunimmt und außerdem hier und da monözisch proterogyne Kolonien auftreten. KLEIN sieht in dieser Mannigfaltigkeit einen dreifachen mit dem Wechsel der Außenbedingungen zusammenhängenden „Generationswechsel“, erwähnt aber, daß nach den Angaben anderer Autoren an anderen Standorten die Aufeinanderfolge der verschiedenen Fortpflanzungstypen eine andere zu sein scheint. Die Annahme eines Zusammenhanges mit der Jahreszeit läßt er später (1890) fallen, hält aber weiter die Außenfaktoren, besonders die Ernährung, für bestimmend. Experimentell hat noch niemand die Einwirkung der Außenfaktoren auf die Geschlechterverteilung zu prüfen versucht, obwohl *V. aureus*

¹⁾ Nach brieflicher Mitteilung Prof. E. E. USFENSKI's fand er gewöhnlich weibliche Kolonien, männliche nur in 10 Proz. aller Fälle, monözische nur einmal. Die zu seinen Versuchen (1925) verwendeten Klone waren rein weiblich.

einer der wenigen Fälle zu sein scheint, bei dem ein solcher Zusammenhang mit großer Wahrscheinlichkeit angenommen werden könnte. Auch die im folgenden mitgeteilten Versuche erheben nicht den Anspruch, eine befriedigende Verarbeitung der Frage darzustellen. Jedenfalls zeigen sie, daß die Außenfaktoren allein für die Geschlechterverteilung nicht maßgebend sind und die Vermutungen der älteren Autoren in diesem Punkte nicht zutreffen.

Für die beabsichtigten Versuche war die Erzielung gut wachsender Reinkulturen eine unerläßliche Vorbedingung, da nach zahlreichen Erfahrungen der neueren Zeit die Algen nur in Reinkulturen ein konstantes physiologisches Verhalten zeigen, während der Verwendung von Rohmaterial zu physiologischen Versuchen eine Menge von Fehlerquellen und Unsicherheiten anhaftet. Außerdem war es in unserem Falle notwendig Klonkulturen anzulegen, um mit genetisch reinem Material zu arbeiten.

Die Kultur von *Volvox aureus* gelang sehr leicht durch Herausfangen einzelner Kolonien mit der Pipette unter dem Binokularmikroskop und Übertragung in Erdabkochung nach E. G. PRINGSHEIM. (Über die Herstellung dieser ausgezeichneten Universal-Nährlösung s. u. a. MAINX 1927). Als Ausgangsmaterial für die Erdabkochung verwendet man am besten alte, gut ausgefaulte, gesiebte Lauberde, wie sie zum Eintopfen anspruchsloser Gewächshauspflanzen genommen wird. Frische Lauberde und Komposterde geben eine Abkochung, die so reich an organischen Substanzen ist, daß die in speziesreinen Kulturen eintretende Fäulnis empfindlichere Algen, z. B. *Volvox*, schädigt. Lehmerde hat sich als völlig ungeeignet erwiesen. In der Erdabkochung vermehrt sich *Volvox aureus* ganz ausgezeichnet durch reichliche Bildung von Tochterkolonien. Auch *Volvox globator* konnte ich in dieser Lösung mit sehr gutem Erfolg kultivieren. Läßt man einzelne Kolonien wiederholt durch sterile Lösung schwimmen, so gelangt man zu sehr reinen Speziesreinkulturen, wie sie für die vorliegenden Versuche verwendet wurden. In diesen Kulturen erzielt man bei Verwendung von 100—200 ccm Lösung in Jenaglas derartig dichte Anhäufungen von Kolonien, wie sie nicht einmal in der Natur im günstigsten Falle zu beobachten sind. Bei einigen orientierenden Versuchen mit synthetischen Nährlösungen konnte ich niemals auch nur annähernd so starkes, langdauerndes und gesundes Wachstum erzielen wie in Erdabkochung, auch in USPENSKI'S Nährlösung nicht, obwohl sie sich relativ noch am besten bewährte. Worauf die Überlegenheit der Erdabkochung als Nähr-

lösung für empfindlichere Algen beruhen könnte, habe ich a. a. O. (1927) erörtert.

Geschlechtliche Fortpflanzungszustände wurden in synthetischen Lösungen niemals beobachtet. Dagegen trat in den Erdabkochungskulturen von *V. aureus* ungefähr drei bis fünf Wochen nach der Impfung regelmäßig Sexualität auf, in geringeren Lösungsmengen etwas früher, in größeren etwas später. Kultiviert man den *Volvox* bei tiefen Temperaturen, die die Vermehrungsintensität stark herabsetzen, so kann auch das Auftreten der Sexualität lange hinausgeschoben werden. Sind die Kulturen irgendwelchen schädigenden Einflüssen (Verunreinigung durch Bakterien, Lichtmangel, Verwendung von unzulänglich gereinigtem Wasser bei der Herstellung der Lösung, stark degeneriertes Impfmateriale, ungeeignete Nährlösung) ausgesetzt, so kann beim Altern der Kulturen die sexuelle Fortpflanzung auch ganz ausbleiben. Doch auch bei günstigen Bedingungen werden nicht alle Kolonien sondern nur ein mehr oder weniger großer Teil geschlechtlich. Aus den vegetativen Kolonien entstehen in alten Kulturen vielfach kleine blasse Tochterkolonien, die ohne ganz heranzuwachsen und oft noch vor dem Austreten aus der Mutterkolonie wieder Tochterkolonien bilden, so daß in ganz alten Kulturen blasse Zwergkolonien übrig bleiben, die ihre Lebensfähigkeit und Beweglichkeit noch lange beibehalten und sich bei Überführung in neue Lösung rasch wieder erholen. Einzelne Röhrenkulturen waren noch nach acht Monaten ohne Umzüchtung am Leben. Man kann die Alge daher nicht als heikel bezeichnen und ihre Kultur ist für Laboratoriumszwecke sehr zu empfehlen. USPENSKI und USPENSKAJA (1925) konnten auch unter ungünstigen Umständen die Bildung von Enkel- und Zwergkolonien beobachten. Sie geben als Hauptbedingung für das gedeihliche Fortkommen von *Volvox minor* (synonym *V. aureus*) und von *Volvox globator* die richtige Konzentration von gelöstem Eisen in der Nährlösung an. Da nun nach meinen Befunden beide Algen in Erdabkochung ausgezeichnet gedeihen, dürfte auch in dieser Lösung das Eisen in der richtigen Menge und unter günstigen Lösungsbedingungen vorhanden sein. Geschlechtliche Fortpflanzung sahen USPENSKI und USPENSKAJA in ihren synthetischen Lösungen bei *V. aureus* auch nicht. Dagegen trat bei *V. globator* in den gleichen Lösungen Sexualität auf, ohne daß die Bedingungen dafür klar gestellt werden konnten. KNOCKE (1924), die mit einigem Erfolg *V. aureus* in Beneckelösung kultivierte, beobachtete beim Altern der Kulturen sexuelle Fortpflanzung und glaubt, daß diese durch

Nährstoffmangel, vor allem durch Stickstoffmangel ausgelöst werde. Nach meinen Erfahrungen ist auch hier, wie wohl bei den meisten Algen, die Frage nach den Bedingungen der sexuellen Fortpflanzung nicht so einfach zu beantworten, daß ein Faktor oder das Zusammenwirken mehrerer Faktoren durch ihre aktuelle Wirkung stets das Auftreten der Geschlechtsorgane zu Folge haben müsse. Die Kolonien kommen vielmehr beim allmählichen Altern der Kulturen in eine Kopulationsstimmung und sind dann fast durch jede, auch entgegengesetzte plötzliche Veränderungen der Umweltfaktoren sofort zur Bildung der Geschlechtsorgane zu veranlassen. So kann man in einer älteren Kultur durch Hinzufügen einiger Tropfen einer sehr stark verdünnten NaOH-Lösung (also Erniedrigung der H-Ionenkonzentration) sofort die „Auslösung“ bewirken, ebenso aber auch durch Überführen der Kolonien in frische Nährlösung (also Erhöhung der H-Ionenkonzentration, da die Erdabkochung beim Wachstum der Algen durch NO_3 -Verbrauch alkalisch wird). Die gleiche auslösende Wirkung erzielt man durch Verdunklung der Kultur wie durch Überführung aus diffusem Tageslicht an eine starke künstliche Lichtquelle. Veränderungen verschiedener Umweltfaktoren in verschiedenem Sinn haben also die gleiche auslösende Wirkung, vorausgesetzt daß das Material in Kopulationsstimmung ist. Ist diese Stimmung nicht vorhanden, so ist die Anwendung der gleichen Mittel oder deren Kombination ganz erfolglos. Das Zustandekommen dieser Stimmung muß man sich wohl auch durch die komplexe Wirkung der allmählichen Veränderungen in den Umweltfaktoren während des Alterns der Kulturen erklären, ohne daß es vorläufig möglich wäre, ohne weiteres einen Faktor dafür besonders verantwortlich zu machen. Der allmähliche Verbrauch gewisser Nährstoffe und die allmähliche Veränderung der H-Ionenkonzentration durch den Stickstoffverbrauch dürften dabei eine Rolle spielen. Die im vorstehenden entwickelten Ansichten haben natürlich bis auf weiteres nur den Wert einer Arbeitshypothese. Auf jeden Fall entsteht bei *V. aureus* die Kopulationsstimmung, wenn gesundes Material sich längere Zeit in großer Dichte in einer günstigen Nährlösung vermehrt. Zu ähnlichen Resultaten kamen vor allem SCHREIBER (1925) und SCHULZE (1927) bei *Volvocales*.

Die ersten Klone von *Volvox aureus* isolierte ich im August 1926 und zwar aus einem Material, das in der Natur nur vegetative Vermehrung zeigte. Es entstammte dem „Musikantenteich“ bei Hirschberg in Böhmen, einem Gewässer mit Moorcharakter. Wurde

das Material im Laboratorium stehen gelassen, so zeigten sich nach einigen Tagen in mehreren Kolonien Eier, nirgends aber Antheridien. Die beiden Klone, die weiterkultiviert wurden, verhielten sich während zweier Jahre unter allen Bedingungen, unter denen überhaupt Sexualität erzielt werden konnte, stets rein weiblich, bildeten also nur Eier. Bei zahlreichen und genauen Nachprüfungen konnten niemals Antheridien oder Spermatozoiden gefunden werden. Die Eier reifen fast ausnahmslos zu Parthenosporen heran, die in Größe, Gestalt, Reservestoffen, Membranbeschaffenheit und in der Art ihrer Reifung vollkommen den schon öfters beschriebenen Zygoten der Art gleichen. Solche Parthenosporen wurden m. W. bisher noch nicht beschrieben, denn KLEIN und JANET geben nur an, daß Eier ohne Befruchtung und ohne Einschaltung eines Dauerstadiums zu Kolonien auswachsen können. Die bisherigen Autoren waren allerdings nie in der Lage, zu entscheiden, ob die ihnen vorliegenden Dauerzysten Zygoten oder Parthenosporen waren, da sie nicht über Klonkulturen verfügten und in der Natur auch bei scheinbarem Fehlen von männlichen Geschlechtsindividuen doch die Möglichkeit einer vorangegangenen Befruchtung nicht ganz auszuschließen ist. Es ist aber wahrscheinlich, daß auch in der Natur hier und da die als Zygoten beschriebenen Dauerzellen Parthenosporen waren. Andererseits ist wohl kaum anzunehmen, daß alle bisher als „Oosporen“ beschriebenen Stadien nur Parthenosporen waren und *Volvox aureus* apogam sein sollte, obwohl bei *Volvox* der Akt der Befruchtung selbst noch niemals gesehen wurde. Austrocknung und wohl auch Frost kann *Volvox* nur in Form der Dauerzysten überstehen und man müßte im Falle obligater Apogamie annehmen, daß aus den Parthenosporen auch monözische und rein männliche Kolonien hervorgehen könnten, da diese ja sonst schon ganz verschwunden sein müßten. Überdies hat ZIMMERMANN (1921) nachgewiesen, daß die erste Teilung bei der Keimung der Dauerzellen eine heterotypische ist, so daß der Zygotencharakter wenigstens eines Teiles der in der Natur gebildeten Zysten außer Frage steht. Die in meinen Kulturen auftretenden Parthenosporen werden nach der Reife wie die Zygoten durch ein Loch am Hinterende der Kolonie entleert, worauf die Mutterkolonie degeneriert. Sie liegen in alten Kulturen in großen Mengen am Grund des Kulturgefäßes und sind dann infolge ihrer intensiv roten Farbe gut mit freiem Auge sichtbar. Überträgt man sie in frische Erdabkochung, so keimen sie ohne Einschaltung einer Ruheperiode fast ausnahmslos. Läßt man sie in der alten Nährlösung liegen, so treten nach einiger

Zeit auch hier Keimungen in mehr oder weniger großer Zahl auf. ZIMMERMANN sah im Standortswasser die Zygoten nach einer Ruhezeit von zwei bis drei Monaten auskeimen. Die Keimung der Parthenosporen verläuft äußerlich ganz genau so, wie sie HENNEGUY (1879), KIRCHNER (1883), KLEIN (1889) und ZIMMERMANN (1921) für die Zygoten beschreiben. Der ganze Zellinhalt wird ohne Bildung von abortiven Körperchen aufgeteilt. Auch nach längerem Austrocknen konnten die Parthenosporen zum Keimen gebracht werden, was die älteren Autoren auch bei den Zygoten beobachteten. Die aus den Parthenosporen ausschlüpfenden jungen Kolonien wurden isoliert und in Erdabkochung mit Erfolg weiterkultiviert. Auch diese Nachkommenschaft der Parthenosporen verhielt sich stets rein weiblich.

Hier sei nur kurz erwähnt, daß ich auch bei einem weiblichen Klon der genotypisch diözischen *Eudorina elegans* das massenhafte Auftreten von zygotenähnlichen Parthenosporen in alten Erdabkochungskulturen feststellen konnte. Auch bei dieser Art sind Azygoten noch nicht beschrieben, sondern nur das unmittelbare vegetative Auswachsen unbefruchteter Eier zu Kolonien. Die Parthenosporen keimen bei Übertragung in neue Nährlösung ohne Ruheperiode und ohne Ausbildung der für die Zygotenkeimung charakteristischen abortiven Körperchen (SCHREIBER, 1925).

Ganz anders verhielt sich ein Klon von *Volvox aureus*, den ich im April 1928 aus dem großen Nymphaea-Becken des botanischen Gartens in Berlin-Dahlem isolierte. Er war trotz reichlicher vegetativer Vermehrung durch keine Mittel zur sexuellen Fortpflanzung zu bringen und bleibt unter allen Bedingungen, unter denen sonst Sexualität auftritt, steril.

Im Juli 1928 wurden neuerdings größere Mengen von *V. aureus* aus dem gleichen Becken des Dahlemer botanischen Gartens entnommen. Dieses Material ging nach einigen Tagen im Laboratorium ebenso wie das aus dem „Musikantenteich“ von selbst in sehr reiche sexuelle Fortpflanzung über. Den gleichen Erfolg hatte auch schon KIRCHNER (1883) bei *V. aureus* und ich konnte wiederholt auch bei anderen Algen (*Chlamydomonas*-Arten, Ödogonien) beobachten, daß sie wenige Tage nach der Übertragung ins Laboratorium sexuell wurden. Es mag dies damit zusammenhängen, daß die Überführung aus dem großen Lebensraum des Standortes in die kleine Flüssigkeitsmenge des Laboratoriumsgefäßes eine starke relative Verdichtung der Individuenzahl mit sich bringt und außerdem die regulativen Einflüsse des natürlichen Standortes (Nachschub von Nähr-

stoffen, Pufferung von Schwankungen der H-Ionenkonzentration) wegfallen. Das Sommermaterial aus dem botanischen Garten bildete zunächst nur Eier. Erst als diese schon in rote reife Dauerzysten übergegangen waren, traten in den gleichen Kolonien Spermatozoidenbündel auf. Teilweise reiften diese erst aus, nachdem schon alle Zysten entleert waren. Die Zahl der Antheridien war gering, sie schwankte zwischen zwei und fünfzehn in jeder Kolonie. Rein männliche Kolonien, d. h. solche, die Antheridien bildeten, ohne vorher Eier gebildet oder reife Zysten entleert zu haben, konnte ich nicht finden. Ob die reifen Zysten Parthenosporen waren oder Zygoten, ist schwer zu entscheiden. Wahrscheinlich reifen die zuerst aufgetretenen Eier parthenogenetisch, während die später gebildeten von den inzwischen aus den schon weiter fortgeschrittenen Kolonien entleerten Spermatozoiden befruchtet werden. Aus diesem Material wurden nun acht Klone isoliert, wobei als Ausgangskolonien in zwei Fällen rein vegetative Kolonien, in zwei Fällen solche mit Eiern, in zwei anderen solche mit beiderlei Geschlechtsorganen und in weiteren zwei Fällen solche Kolonien gewählt wurden, die die Zygoten schon entleert hatten und nur mehr Antheridien enthielten. Alle acht Klone konnten zu reicher Vermehrung gebracht werden und verhielten sich in wiederholten Versuchen mit abgeänderten Kulturbedingungen beim Übergang in sexuelle Fortpflanzung untereinander vollkommen gleich und konstant. Sie bildeten nämlich durchwegs monözische proterogyne Kolonien, sofern überhaupt Sexualität auftrat. Die Neigung zur sexuellen Fortpflanzung scheint bei ihnen etwas geringer zu sein als bei den rein weiblichen Klonen aus dem „Musikantenteich“.

Aus den vorstehenden Versuchen ergibt sich, daß wohl nicht die Außenbedingungen darüber entscheiden, in welcher Verteilung die Geschlechtsorgane bei *Volvox aureus* auftreten, denn unter den gleichen Bedingungen, die geeignet sind, geschlechtliche Fortpflanzung auszulösen, verhielten sich meine drei Klongruppen verschieden: die aus dem „Musikantenteich“ waren stets rein weiblich, die im Frühjahr in Berlin isolierten steril und die im Sommer vom gleichen Standort isolierten monözisch proterogyn. Durch Variierung der Außenbedingungen war keine Veränderung in der Verteilung der Geschlechter zu erzielen. Hier könnte man allerdings mit Recht einwenden, daß in meinen nur gelegentlich durchgeführten Versuchen wohl nicht alle denkbaren Änderungen der Außenbedingungen berücksichtigt worden sind und daß es vielleicht doch noch gelingen könnte, unter irgendwelchen anderen Bedingungen andere Formen der

sexuellen Fortpflanzung bei meinen Klonen hervorzurufen. Doch halte ich nach meinen Erfahrungen an dem Objekt solche Versuche für ziemlich aussichtslos. Viel wahrscheinlicher ist es, daß es sich hier um Eigentümlichkeiten der Klone selbst handelt, die durch die ganze vegetative Periode hindurch konstant bleiben, also um geschlechtsphysiologische Rassen. Ob diese Eigentümlichkeiten erbfest sind, ist vorläufig nicht zu entscheiden. Man könnte sich z. B. vorstellen, daß es bei *V. aureus* eine genotypisch diözische und eine genotypisch monözische Rasse gibt und vielleicht Bastarde zwischen beiden. Die experimentelle Auswertung solcher Vermutungen stößt leider auf große Schwierigkeiten. Wenn man, was an sich nicht allzu schwer durchführbar wäre, die Eier eines weiblichen Klons aus dem „Musikantenteich“ mit den Spermatozoiden eines Berliner proterogynen Klons befruchten wollte, so könnte man nachher nicht entscheiden, welche Zysten Parthenosporen und welche Zygoten sind, da ja beide Dauerformen in ihrem Aussehen und ihrer Keimung einander gleichen. Erst das Studium einer zahlreichen Nachkommenschaft der Dauerzellen könnte darüber Klarheit schaffen — eine sehr mühevolle Arbeit, die leicht auch nur negative Resultate zutage fördern könnte. Als weitere Komplikation kommt hinzu, daß nach dem was wir durch ZIMMERMANN und andere von der Zygotenkeimung wissen, die Keimkolonie einer Heterozygote ein Miktohaplont sein muß und daher die Isolierung der vier Abkömmlinge der Reduktionsteilung nicht direkt möglich ist, sondern nur auf dem Umweg über die vegetative Nachkommenschaft der Keimkolonie. Was endlich den sterilen Berliner Klon anbetrifft, so habe ich auch bei anderen Algen die Erfahrung gemacht, daß einzelne Klone in Kultur nicht zur geschlechtlichen Fortpflanzung zu bringen sind, während andere Klone, oft aus dem gleichen Material stammend, sehr willig sexuell werden. Sehr deutlich konnte ich solche Klonverschiedenheiten bei *Oedogonium*-Arten feststellen. Sie tragen vielleicht auch die Schuld daran, daß es oft nicht gelingt, die erfolgreichen Versuche früherer Autoren über die Auslösung geschlechtlicher Fortpflanzung mit anderem Material derselben Art zu wiederholen. Ich isolierte in Berlin einen Klon von *Hydrodictyon utriculatum* in speziesreiner Kultur, der sehr dankbar wächst und beim Altern der Kulturen regelmäßig in reichstem Maße Gameten und Zygoten bildet, die zum Teil ohne Ruheperiode auskeimen. Anderen Botanikern ist es (nach mündlichen Mitteilungen) nicht gelungen, mit anderen Klonen unter den gleichen Bedingungen sexuelle Fortpflanzung zu erzielen. Geschlechtsphysiologische Rassen scheinen also unter den

Algen weit verbreitet zu sein. Ob es sich dabei um Modifikationen, Dauermodifikationen oder Mutationen handelt, muß bis auf weiteres unentschieden bleiben.

Der größere Teil der vorliegenden Untersuchungen wurde während eines Studienaufenthaltes am pflanzenphysiologischen Institut der Universität Berlin durchgeführt. Ich möchte auch an dieser Stelle Herrn Prof. KNIEP für seine entgegenkommende Gastfreundschaft und Hilfe danken.

Prag, Pflanzenphysiologisches Institut der deutschen Universität, im Jänner 1929.

Literaturverzeichnis.

- COHN, F.: Entwicklungsgeschichte der Gattung *Volvox*. Festschr. f. Göppert. Breslau 1875.
- HENNEGUY, M.: Germination of the spores of *Volvox*. Ann. a. magaz. of Nat. Hist., Ser. 5 Bd. 3 1879.
- JANET, CH.: Le *Volvox*. I. Limoges 1912, II. Paris 1922, III. 1. Macon 1923.
- KIRCHNER, O.: Zur Entwicklungsgeschichte von *Volvox minor* Stein. Cohn's Beitr. z. Biol. d. Pfl. Bd. 3 1883.
- KLEIN, L.: Morphologische und biologische Studien über die Gattung *Volvox*. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 20 1889.
- : Vergleichende Untersuchungen über die Morphologie und Biologie der Fortpflanzung bei der Gattung *Volvox*. Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br. Bd. 5 1890.
- KNIEP, H.: Die Sexualität der niederen Pflanzen. Jena 1928.
- KNOCKE, F.: Die Abhängigkeit der Entwicklung des *Volvox aureus* von äußeren Bedingungen. Bot. Archiv Bd. 6 1924.
- MAINX, F.: Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Eugleninen. I., II. Arch. f. Protistenk. Bd. 60, 1927.
- SCHREIBER, E.: Zur Kenntnis der Physiologie und Sexualität höherer *Volvocales* Zeitschr. f. Bot. Bd. 17, 1925.
- SCHULZE, B.: Zur Kenntnis einiger *Volvocales*. Arch. f. Protistenk. Bd. 58 1927.
- STEIN, F.: Der Organismus der Flagellaten. Leipzig 1878.
- USPENSKI E. E. und USPENSKAJA W. J.: Reinkultur und ungeschlechtliche Fortpflanzung des *Volvox minor* und *Volvox globator* in einer synthetischen Nährlösung. Zeitschr. f. Bot. Bd. 17 1925.
- ZIMMERMANN, W.: Zur Entwicklungsgeschichte und Zytologie von *Volvox*. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 60 1921.
-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1929

Band/Volume: [67_1929](#)

Autor(en)/Author(s): Mainx Felix

Artikel/Article: [Kleinere Mitteilungen. Über die Geschlechterverteilung bei Volvox aureus 205-214](#)