Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

Ciliaten in Valoniazellen.

Von

Ernst Küster (Halle).

In einer kleinen Mitteilung aus dem Jahre 1859 berichtet Ed. Bornet über eine merkwürdige Beobachtung an Valonia utricularis.[1]) Unter den zahlreichen Valonien, die Bornet im Golf Jouan bei Antibes sammelte, fanden sich nicht wenige, bei welchen die „grüne Substanz" im Innern der großen Zellen nicht allseits die Wand auskleidete, sondern sich zu isolierten, sackähnlichen Gebilden zusammengezogen hatte. „Ces sacs paraissaient dus à la contraction de la chlorophylle qui s'est retirée sur elle-même dans tous les sens. . . . A mesure que le sac de chlorophylle diminuait, sa couleur verte augmentait d'intensité. Les sacs étaient parfaitement lisses et d'un vert foncé." [2]) Die von Bornet beschriebene Erscheinung wird allen, die sich für Valonia utricularis einmal interessiert haben, wohlbekannt sein: in Valoniarasen, die nicht gerade unter optimalen Bedingungen erwachsen sind, finden sich sehr oft Exemplare, welche ihr Plasma kugelig im Innern der Zelle kontrahiert haben; schon Bornet's Schilderung läßt keinen Zweifel darüber, daß es sich um die Erscheinungen der Plasmolyse handelt. — Weiterhin lesen wir bei Bornet: „A une période de formation plus avancée on voyait des espaces clairs se produire çà et là dans les sacs de chlorophylle. Ces espaces devenaient de plus en plus transparents, et on ne tardait

---

[1]) Observations sur le développement d'infusoires dans le Valonia utricularis. Mém. de la Soc. imp. des Sc. nat. de Cherbourg 1858 t. VI p. 337.

[2]) a. a. O. p. 339.

Digitized by Google

pas à remarquer que dans ces endroits les grains de chlorophylle avaient disparu. Plus tard encore ces lacunes se multipliaient et devenaient confluentes, et le sac présentait sur une plus ou moins grande partie de sa surface un réseau à mailles irrégulières. . . . A une dernière période, la chlorophylle avait disparu en totalité et il ne restait plus qu'un sac incolore . . . plus ou moins résistant que la solution jodée de chlorure de zinc colorait dans quelques cas en bleu violet intense. Ce sac était rempli de corps presque sphériques ou un peu ovoïdes, d'un vert foncé, munis d'un rostre hyalin, très semblables d'aspect aux zoospores du Vaucheria et garnis comme eux [1]) de cils sur toute la surface. . . . Ces corps mobiles se voyaient parfaitement à l'œil nu, car leur dimension moyenne était de $^1/_{10}$^{e} de millimètre; j'en ai même mesuré dont le diamètre longitudinal était de $^2/_{10}$^{es} de millimètre." [2]) — Das genauere Studium dieser merkwürdigen Inhaltskörper führte Bornet zu dem Resultat, daß es sich um Ciliaten handelte, die in den Zellen der Valonien leben, deren Chlorophyllinhalt in sich aufnehmen und sich innerhalb der Valonienzellen durch Teilung ergiebig vermehren.

Außer den „Säcken", welche Ciliaten enthalten, kommen nach Bornet (p. 343) in den Valoniazellen noch ähnliche Bildungen ohne jene Bewohner vor: Zellen, welche mechanisch gemißhandelt oder angestochen werden, bilden ähnliche grüne Ballen. „Mais ces deux sortes de sacs sont faciles à distinguer. Ceux qui contiennent des infusoires diminuent de plus en plus de volume, leur couleur est d'un vert noir, opaque, et la chlorophylle après s'être couverte de lacunes finit pas disparaître. Dans les autres au contraire, la chlorophylle ne change pas d'aspect, ils s'entourent rapidement d'une enveloppe de cellulose, leur volume augmente peu à peu, et au bout de quelques semaines ils ont pris la forme et la grandeur des tubes ordinaires de Valonia."

Mit den Protozoen, die Bornet in den Valonien fand, habe ich zu verschiedenen Malen an Material verschiedener Provenienz Bekanntschaft machen können, wurde jedoch zu ihr anders geführt als Bornet.

[1]) Famintzin (Beitrag zur Kenntnis der Valonia utricularis, Botan. Ztg. 1860 Bd. XVIII p. 341) gibt für V. utricularis zwei Cilien an, Kuckuck deren vier (Zur Fortpflanzung von Valonia Gin., Ber. d. D. Bot. Ges. 1902 Bd. XX p. 355). Die Zoosporen von V. ovalis haben nach Kuckuck zwei Cilien.

[2]) a. a. O. p. 340.

Wie alle Siphoneen, ist auch Valonia imstande, nach Verletzung ihrer Zellen die Wunden schnell auszuheilen. Sticht man pralle Valonien an, so wird zunächst ein wenig von dem wässerigen Inhalt ausgestoßen, dann sieht man an der Stichwunde einen farblosen, gallertartigen Pfropf sich bilden, der einen provisorischen Verschluß der Wunde darstellt: selbst bei mäßigem Druck zwischen den Fingern bleibt die verletzte Algenzelle vor weiteren Verlusten bewahrt. Später wird an der Wunde die verletzte Haut durch Bildung einer Vernarbungsmembran endgültig ausgeheilt; die Zelle ist dann wieder hergestellt und unterscheidet sich in nichts mehr von den intakt gebliebenen. Behandelt man eine größere Anzahl von Algen in der beschriebenen Weise, so findet sich — wie ich an Material aus Rovigno (Istrien) zu verschiedenen Zeiten feststellen konnte — immer eine größere oder geringere Zahl von Exemplaren unter ihnen, bei welchen nicht die geschilderten Heilungsvorgänge sich abspielen. Vielmehr sehen wir, daß am Tage nach der Operation die Zellen sich gänzlich entfärbt haben, und in ihrem Innern eine Unzahl schwarzer Kügelchen herumflottiert. Die Zelle behält dabei noch ganz und gar ihre normale Form und fühlt sich gerade an wie eine normale. Unter dem Mikroskop stellt sich heraus, daß der Protoplasma- und Chlorophyllbelag bis auf geringe Reste geschwunden ist, und daß in dem wässerigen Inhalt der Blase sich eine große Anzahl holotricher Ciliaten herumbewegen. Die einzelnen Ciliaten sind enorm groß, bis $^1/_3$ mm im Durchmesser. Sie bewegen sich außerordentlich träge — bei schwacher Vergrößerung nimmt man unter dem Mikroskop bei den meisten nur eine schwerfällige Zitterbewegung wahr, einige sind etwas lebhafter in ihrer Ortsveränderung. Die Tiere erscheinen schwarz oder sehr dunkelgrün, wir sehen, daß nahezu der ganze Chlorophyllgehalt der angestochenen Zellen von ihnen aufgezehrt worden ist; in ihrer Überfülle an Nahrungsballen sind sie schwerfällig geworden. Ihre Untersuchung wird dadurch erschwert, daß sie selbst bei nur leichtem Druck unter dem Deckglas zugrunde gehen; allen mechanischen Insulten gegenüber sind sie im geschilderten vollgefressenen Zustand außerordentlich empfindlich, so daß man schon einige Geduld aufwenden muß, wenn man einige von ihnen zum Zweck genauerer Beobachtung isolieren will. Hier und da findet man neben den lebendigen Ciliaten in den Valoniazellen rundliche Haufen von Nahrungsballen, die die Form der Ciliaten noch einigermaßen erkennen lassen und ohne Zweifel abgestorbene, in Zersetzung begriffene Exemplare darstellen.

Nach Ablauf weiterer 24 Stunden treten an den angestochenen, ciliatenhaltigen Valonien neue Veränderungen ein. Statt der ansehnlichen runden Körperchen füllen ihr Inneres ungezählte kleine Organismen, die mit bloßem Auge gerade noch als schwarze Pünktchen wahrnehmbar sind: die Ciliaten haben sich durch Teilung vermehrt. Die Tochterindividuen haben die Nahrungsballen mitbekommen, erscheinen aber nicht mehr so prall gefüllt, wie die Exemplare der zuerst geschilderten Generation; hier und da zwischen den mißfarbigen, kugeligen Ballen ist das farblose Protoplasma der Ciliaten sichtbar. — In den nächsten Tagen erfolgen noch weitere Teilungsschritte; die Ciliaten werden immer kleiner, ihre Zahl vermehrt sich ins Unermeßliche; um sich von ihrer Gegenwart zu überzeugen, muß man das Mikroskop zu Hilfe nehmen. Je kleiner ihr Format wird, um so lebhafter werden gleichzeitig ihre Bewegungen. Die kleinen Exemplare enthalten je ein oder zwei Nahrungsballen, daneben finden wir völlig inhaltslose in wachsender Zahl.

Dieselben Erscheinungen, die an Rovigneser Material beobachtet wurden, studierte ich in diesem Frühjahr in Neapel. Herr Dr. Géza Entz jun. hatte die große Güte, die Bewohner der Valonien als eine Nassula sp. zu bestimmen. — Da nach Bornet's Beschreibungen und Abbildungen zu schließen die von ihm bei Antibes beobachteten Protozoen mit den von mir an Rovigneser und Neapolitanischem Material gefundenen identisch sein dürften, läßt sich an der weiten Verbreitung der Valonia-bewohnenden Ciliaten im Mittelmeer nicht zweifeln. —

Die hier geschilderten Befunde legen manche Fragen nahe, die auch zu den Problemen der allgemeinen Zellenphysiologie in engen Beziehungen stehen. Vor allem ist zu fragen, warum gerade in den verletzten Zellen die Ciliaten auftreten, ob sie von außen in die angestochenen Zellen eindringen, oder ob sie schon vorher in diesen sich aufhalten und erst nach dem Anstechen so sinnfälliges Aussehen annehmen. Es wäre einerseits sehr wohl vorstellbar, daß die Ciliaten durch die Stichwunde ins Zelleninnere eindringen, und daß selbst der oben erwähnte Plasmapfropf nicht vor ihnen schützt. Dafür spricht auch die Beobachtung, daß der Inhalt verletzter Siphoneenzellen auf Protozoen chemotaktisch anziehend wirkt. Valoniazellen lassen sich, wie leicht ersichtlich, wegen ihrer Größe unter dem Mikroskop hierauf nicht prüfen; untersucht man aber angeschnittene Schläuche von Bryopsis oder Derbesia in protozoenreichem Wasser, so kann man sich leicht davon überzeugen, daß die austretende Substanz auf verschiedene Protozoenformen anziehend wirkt: vor

dem verletzten Schlauch sammeln sich sehr bald zahlreiche, in lebhafter Bewegung begriffene Protozoen an. Danach ist es leicht verständlich, daß man in abgestorbenen Derbesia- und Bryopsisschläuchen oft zahlreiche Protozoen vereinigt findet. Herr Dr. Géza Entz jun., dem ich für seine freundliche Unterstützung bestens danken möchte, bestimmte die von mir in jenen gefundenen Ciliaten als Lionotus fasciola Müller und Pleuronema chrysalis Ehrbg. Es wäre nun sehr wohl möglich, daß auch die Valoniazellen aus ihren Wunden eine Substanz austreten lassen, welche die Ciliaten den Weg zu den kleinen Zellwunden finden läßt.

Andererseits ist aber daran zu erinnern, daß nicht alle Valoniazellen nach dem Anstechen zu Nassulakulturen sich umwandeln. Ich habe manche Valoniazellen mehrmals hintereinander angestochen, jedesmal nach der Verheilung der alten Wunde ihnen eine neue beigebracht, ohne die Ciliaten in ihnen zur Entwicklung bringen zu können. Damit es dem Wasser, in welchem die Zellen gehalten wurden, nicht an geeigneten Ciliaten fehle, hatte ich den Inhalt nassulahaltiger Valoniazellen in die Kulturschalen entleert. Diese Erfahrungen sprechen dafür, daß in denjenigen Zellen, die nach dem Anstechen so viele Ciliaten zur Entwicklung bringen, die Tiere schon vorher heimisch waren, daß aber erst durch die Verwundung innerhalb der Valoniaschläuche Bedingungen zustande kamen, welche den Protoplasmaschlauch für die Protozoen angreifbar und damit das auffällige Wachstum und die rapide Teilung der Ciliaten möglich machen.

Um die Frage zu entscheiden, prüfte ich, ob es vielleicht gelingt, nach anderer Vorbehandlung als durch Anstechen die Ciliaten zur Entwicklung zu bringen. Bornet sah nach mechanischer Mißhandlung in den Zellen die — nach ihm ciliatenfreien — Inhaltsblasen entstehen; die Methode hier zur Anwendung bringen, erschien nicht empfehlenswert, da die Bildung kleiner, unkontrollierbarer Wunden wohl nicht auszuschließen war. Ich versuchte daher, die Valoniazellen durch Übertragung in hypotonische Lösungen zu schädigen und auf ihren Gehalt an Ciliaten zu prüfen. Dabei ließ sich folgendes beobachten. Meerwasser und (süßes) Leitungswasser wurden bei verschiedenen Versuchen im Verhältnis 3:1 und 2:1 gemischt. Die Valoniazellen hielten sich in den hypotonischen Gemischen sehr gut, zeigten aber mancherlei Veränderungen: der Chlorophyllbelag der Zellen blieb nicht mehr gleichmäßig verteilt, sondern zeigte „verzweigt bandförmige oder ringförmige Anhäufung", wie sie Kuckuck (a. a. O.) neuerdings bei Valonia ovalis der Zoosporen-

bildung vorausgehen sah. Die erwartete Schwärmsporenbildung[1]) trat bei meinen Exemplaren von V. utricularis nicht ein; vielmehr zeigten sich in mehreren der von mir beobachteten Valoniazellen die beschriebenen Ciliaten — in derselben Verfassung, wie früher in den angestochenen Zellen. Aus diesen Versuchen muß ich folgern, daß die Ciliaten, die in den Valoniazellen unter Umständen in so auffälliger Weise zur Entwicklung kommen, nicht erst durch irgendwelche Wunden ins Zelleninnere gelangen; vielmehr nehme ich an, daß die Protozoen schon vor der Versuchsanstellung in den Valonien sind, und auch die Zellen, die durch ihren homogenen Plasma- und Chlorophyllbelag einen völlig normalen Eindruck machen, in ihrer Vakuole schon tierische Bewohner bergen. Es scheint aber, daß unter normalen Verhältnissen der Plasmaschlauch der Zellen für die Nassula nicht angreifbar ist; erst nach anderweitigen gewaltsamen Eingriffen in das Zellenleben der Valonia — wenn wir durch Anstechen der Zellen die Turgescenz der Zellen aufgehoben haben oder durch Behandlung mit hypotonischen Lösungen die ersten Stadien der Plasmazerklüftung veranlaßt haben — vermögen die Ciliaten den Zellinhalt in sich aufzunehmen. — Worin nun des näheren die Unangreifbarkeit des Plasmaschlauches gegenüber den Ciliaten beruht, ob eine besonders widerstandsfähige Vakuolenhaut mit im Spiele ist, oder welche andere Faktoren etwa in Betracht zu ziehen sind, vermag ich nicht anzugeben. —

Auch der Beantwortung unserer ersten Frage, wie eigentlich die Ciliaten in die Valoniazellen hineingelangen, sind wir nicht näher gekommen. Es erscheint nicht ausgeschlossen, daß schon bei der Entstehung von Tochterindividuen diese einige Exemplare der vakuolenbewohnenden Ciliaten mitbekommen. Die direkte Besiedelung der Valonien von außen werden wir uns nicht anders vorstellen können, als daß bei zufälliger Verwundung oder bei Bildung der Zoosporen[2]) die Ciliaten den Weg ins Innere der Valonien finden, und daß der Inhalt der infizierten Zellen zumeist den Tieren zum Opfer fällt; vielleicht gibt es unter den infizierten Individuen immer einige,

---

[1]) Daß viele Algen durch Übertragen in hypotonische Lösungen zur Zoosporenbildung angeregt werden können, wissen wir aus den Untersuchungen von Klebs (vgl. besonders: Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen, Jena 1896).

[2]) Kuckuck hat a. a. O. an V. ovalis festgestellt, daß bei der Zoosporenbildung sich hier und da feine Öffnungen in der Zellmembran bilden, welche den entstandenen Schwärmsporen den Austritt gestatten und sich später wieder schließen.

deren Protoplasma und deren Leben zunächst noch erhalten bleibt und erst bei späteren Eingriffen verloren geht.

Ein Ausschlüpfen der Protozoen aus den Valoniahäuten habe ich bisher niemals beobachten können. Doch läßt sich annehmen, daß der Gallertpfropf, der die Stichwunden der Valonien zum Verschluß bringt, früher oder später in Zersetzung übergeht, und daß dadurch der Ausgang für die Tiere frei wird.

Halle a. S., Juni 1904.

Digitized by Google

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Archiv für Protistenkunde

Jahr/Year: 1904

Band/Volume: 4_1904

Autor(en)/Author(s): Küster Ernst

Artikel/Article: Ciliaten in Valoniazellen. 384-390