©Thüringische Botanische Gesellschaft e. V.

Weiterentwicklung von Zoochlorellen aus dem grünen Süßwasserpolypen, *Chlorohydra viridissima.*

Mit 18 Mikroaufnahmen auf Tafel V bis VII und 10 Textabbildungen.

Von Edm. Reukauf, Weimar.

Unter Chlorellen haben wir eine Gattung winziger kugeliger Grünalgen zu verstehen, die aber nicht nur frei im Wasser, sondern auch in den verschiedenartigsten niederen Tieren vorkommen, mit denen sie sodann eine Ernährungsgemeinschaft bilden, also in Symbiose leben, und die in diesem Falle nun als Zoochlorellen bezeichnet werden. Sie finden sich in gewissen Arten von Rhizopoden oder Wurzelfüßlern, Flagellaten oder Geißeltierchen, Ziliaten oder Wimperinfusorien, Spongien oder Schwämmen, Zölenteraten oder Hohltierchen und Turbellarien oder Strudelwürmchen, und derartige damit behaftete Kleinwesen sind auch scherzhafterweise „Tiere mit innerer Gemüsezucht" genannt worden. Die Algen aber dienen ihren Trägern nicht, wie man wohl hieraus entnehmen könnte, in erster Linie als Nahrungskörper, sondern als Sauerstofflieferanten, während sie selbst von ihren sie beherbergenden Wirten die für ihr Weiterleben nötige Feuchtigkeit und wohl auch stickstoffhaltige Bestandteile beziehen, sodaß sich also beide Teile in ihren Existenzbedingungen gegenseitig unterstützen.

Zu diesen gewöhnlich, aber nicht immer algenführenden Tieren gehört nun auch der zu den Zölenteraten zählende grüne Süßwasserpolyp, der eben der Chlorelleninfektion seine grüne Farbe verdankt und deshalb mit dem Namen *Hydra viridis*, und neuerdings sogar *Chlorohydra viridissima* belegt worden ist. Doch soll gleich hier gesagt werden, daß diese Art nicht nur ohne die ihr — etwa durch längere Züchtung im Dunkeln bei niederer Temperatur oder auch durch ge-

©Thüringische Botanische Gesellschaft e. V.

ringen Glyzerinzusatz — künstlich entzogenen Chlorellen weiterleben kann, sondern daß ich sie auch im freien Wasser ganz ohne solche und dann weiß aussehend, oder doch nur stellenweise damit behaftet, also als Schecken angetroffen habe.

Für die nicht besonders kleintierkundigen Leser dürfte es nun aber doch wünschenswert sein, zunächst einmal etwas Näheres über den jedem Aquarienbesitzer gewiß wenigstens oberflächlich schon als raubgieriger Wegelagerer auf allerlei als Fischfutter dienendes Kleingetier unliebsam bekannt gewordenen Süßwasserpolypen im allgemeinen zu erfahren, der, in mehreren Arten vorkommend, seinen wissenschaftlichen Gattungsnamen *Hydra* gewiß dem Umstande zuzuschreiben hat, daß ihm, so wie der sagenhaften und von Herkules schließlich doch noch getöteten lernäischen Wasserschlange der abgehauene Kopf, jedes abgetrennte Teilstück seines Körpers wieder nachzuwachsen vermag. Sein Leib selbst aber besteht nur aus einem stark ausdehn- und doch auch wieder rasch zusammenziehbaren und also gummiartig elastischen Sack, dessen sehr erweiterungsfähige Öffnung von einem Kranz äußerst kontraktiler Fangarme umstellt ist. Seine ungeschlechtliche Vermehrung erfolgt durch seitliche und bald zu kleinen Jungtieren sich entwickelnde Auswüchse oder „Knospen" (Bild 1 und 3)[1]), die geschlechtliche Fortpflanzung aber durch ebenfalls der Außenseite ansitzende Eier (Bild 2). Der Fang und die Einverleibung der meist aus Kleinkrebschen bestehenden Nahrungsobjekte geschieht mit Hilfe der Fangarme oder „Tentakel", die jedoch erst dann die Beutetiere bewältigen können, wenn diese vorher mehr oder weniger gelähmt worden sind. Die Lähmung aber erfolgt durch die namentlich in den übrigens gleichfalls hohlen Fangarmen dicht zusammensitzenden und nach den vorüberstreifenden Tieren ausgestoßenen giftgeladenen „Nesselkapseln" oder „Kniden", von denen die eine der viererlei Formen bei ihrer Entladung blitzschnell in so eigenartiger Weise wie in Bild 4 die Fuß- oder Schwanzborsten der Krebschen umwickelt („Wickelkapseln"), während wieder eine andere einen langen schlauchartigen Faden ausstülpt (Bild 6), der sich nicht nur um die Beute herumlegt, sondern auch in sie eindringt und sie dadurch vergiftet. In Bild 5 sind auch — namentlich auf den vorstehenden Wülsten, den „Nesselbatterien" — die herausragenden kurzen „Entladungsstifte" oder „Knidozile" zu

[1]) Als Bilder werden die auf den Tafeln angeordneten Photos, als Abbildungen aber die in den Text eingestreuten zeichnerischen Darstellungen bezeichnet.

©Thüringische Botanische Gesellschaft e. V.

erkennen, durch deren Berührung die letztbezeichneten, besonders großen und interessanten, hier aber nicht näher zu beschreibenden Giftkapseln zur Explosion gebracht werden.

Während in Bild 5 und 6 die auch in den Fangarmen der grünen Polypen vorhandenen und hier dunkel erscheinenden Kugelalgen nur unklar zu erkennen sind, treten sie nun in Bild 7 schon viel deutlicher neben den hellen Bläschen der verschiedengroßen Nesselkapseln hervor, aber noch besser offenbaren sie sich uns im herausgepreßten Zustande in Bild 8, worin wir zwischen den gewöhnlichen kleineren auch größere und in Vermehrungsteilung begriffene Stücke erblicken; denn ihre Fortpflanzung vollzieht sich im Wirtstier nur durch aufeinanderfolgende innere Teilungen und schließlichen Zerfall in meist nur vier, zuweilen aber auch acht kleinere Einzelkugeln, wie dies durch die sieben Figuren in Abb. 1 etwas schematisch veranschaulicht wird. Die in Bild 8 noch sichtbaren formlosen dunkleren — in Wirklichkeit braunen — Körper stellen die Überbleibsel erst halb- oder auch schon ganz verdauter Chlorellen dar, die dann gelegentlich mit

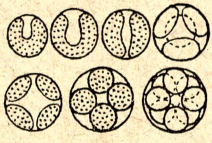


Abb. 1. Zoochlorellen aus der grünen Hydra in Vermehrungsteilung, 1100 × vergr.

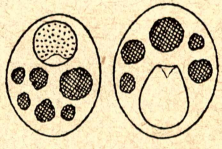


Abb. 2. Verdauungsvakuolen aus Entodermzellen der grünen Hydra mit Inhalt, 1100 × vergr.

den unverdaulichen Beuteresten durch die Mundöffnung ausgestoßen werden. Die als Symbionten ja eigentlich geschützten Algen können also unter gewissen, noch näher zu ermittelnden Umständen doch auch der Verdauung anheimfallen, und die beiden Figuren in Abb. 2 zeigen uns Verdauungsvakuolen aus inneren Körperzellen der grünen Hydra mit mehr oder minder verdauten Chlorellen: die erste mit einem noch unversehrten Exemplar, die andere aber mit einer entleerten Knide zusammen.

Es ist nun in der Wissenschaft die Frage viel erörtert worden, ob es sich bei den je nach den verschiedenartigen Wirtstieren anscheinend auch etwas unterschiedlichen Zoochlorellen um selbständige Arten handelt, oder ob sie nicht etwa in den Entwicklungskreis anderer Algenformen gehören und also in ihren Trägern nur einen Übergangszustand aufweisen, der sich auch noch in anderer als der oben beschriebenen

©Thüringische Botanische Gesellschaft e. V.

Weise weiterentwickeln kann, und es sind in dieser Richtung viele Kulturversuche angestellt worden, die oft auch zu einander recht widersprechenden Ergebnissen geführt haben. Wenn sich aber in den Kulturen zuweilen schließlich die verschiedenartigsten anderen Kleinalgen entwickelten, so lag dies doch wohl immer nur daran, daß entweder durch Versehen auch solche schon in das Kulturwasser mit hineingeraten waren, oder aber, daß sie sich aus den von den Versuchstieren etwa als Anhängsel der Beutestücke mit aufgenommenen, jedoch noch nicht verdauten und deshalb noch lebensfähigen Formen oder Teilen davon herausgebildet hatten. Und ich selbst bin auch wiederholt meiner in dieser Beziehung anfangs noch mangelhaften Achtsamkeit zum Opfer gefallen, bis ich dabei vorsichtiger wurde und nun nicht bloß auf völlige Reinhaltung des Kulturwassers hielt, sondern auch nur noch solche Tiere zur Weiterzucht verwendete, die ich erst so lange hatte hungern lassen, bis keine Reste anderer Nahrungskörper mehr in ihnen enthalten waren mit Ausnahme der schon erwähnten bereits mehr oder weniger stark angedauten Chlorellen, was durch öfters wiederholte sorgfältige Kontrolle der natürlich gut isolierten Wirtstiere unschwer festgestellt werden konnte. Diese Überprüfung durfte ganz gut auf mehrere Tage ausgedehnt werden, da erfahrungsgemäß die mit Zoochlorellen ausgestatteten Tiere wesentlich länger zu hungern vermögen als ihre algenfreien Gattungsgenossen.

Nach solchen Vorsichtsmaßnahmen zeigte sich nun in einem einzigen mit Vaseline umrandeten Präparat von einer zerquetschten völlig ausgehungerten *Chlorohydra*, dem auch alle Aufnahmen zu den Bildern 9—14 entstammen, im Verlauf mehrerer Wochen auch eine zunächst ganz überraschende Mannigfaltigkeit in den weiteren Entwicklungsformen der Chlorellen, so wie sie uns in den bezeichneten Bildern entgegentritt. Als Beweis aber dafür, daß sie auch wirklich alle in dem Präparat von der grünen Hydra ausgebildet worden sind, mag gelten, daß überall zwischen den unterschiedlichen Algenformen auch mindestens eine noch gefüllte oder auch bereits entleerte große Nesselkapsel mit wiedergegeben ist. Und da sehen wir denn nun in Bild 9 neben Kügelchen der verschiedensten Größe, darunter auch solchen in Vermehrungsteilung, auch oben schon eine langgestreckte Zelle liegen, die eine auffällige Ähnlichkeit mit einer Einzelzelle der später noch näher zu besprechenden Algengattung *Scenedesmus* aufweist. In Bild 10 aber erblicken wir außer mittelgroßen Kugeln bereits eine größere Anzahl solch länglicher Zellen, die sich hier — unterhalb der

©Thüringische Botanische Gesellschaft e. V.

Mitte — auch schon zu einem für die verschiedenen Arten von *Scenedesmus* bezeichnenden Zellenband („Zönobium") zusammengeschlossen haben, und in Bild 11 weisen die Einzelzellen des darin mit befindlichen Doppelbandes eine ganz beträchtliche Breite auf, wie sie der Art *Scened. obtusus* (= abgestumpft) zukommt. Außerdem treten uns darin auch zahlreiche in Gruppen dicht zusammenliegende nur winzige Kügelchen entgegen, auf die wir gleich nachher noch einmal kurz mit zurückkommen werden. Das von der Grenze des eigentlichen Präparats gegen das Wasser hin (oben) stammende Bild 12 zeigt uns nun schon eine ganze Anzahl *Scenedesmus*-artiger Verbände langgestreckter Zellen, und in Bild 13 können wir im freien Wasser auch solche mit den für diese Art (*quadricauda* = vierschwänzig) charakteristischen „Schwebeborsten" erkennen. In dem von einer anderen Stelle des Präparatenrandes herrührenden Bild 14 aber sehen wir eine Anzahl kleinerer und größerer spindelförmiger und zu *Scenedesmus* gehöriger Einzelzellen, die zum Teil an ihren spitzen Enden winzige Kügelchen abschnüren, wie deren ja auch eine ganze Menge über das Bild verstreut sind.

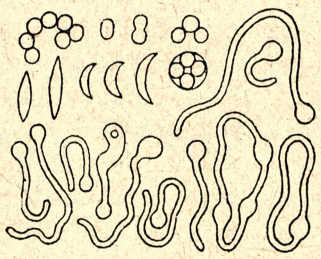


Abb. 3. Zweifelhafte Gebilde (Entwicklungsformen von Exosporen?) aus Tragglaskultur, 1100 × vergr.

Ähnliche, jedoch noch kleinere, einzelne oder auch ketten- und gruppenbildende Kügelchen fand ich, gemischt mit den in Abb. 3 zusammengestellten anderen, aber wohl erst aus ihnen hervorgegangenen und zumeist gewiß als Vermehrungs- bzw. Auskeimungsstadien aufzufassenden Bildungen, mehrfach dicht zusammenliegend im freien Wasser des gleichen Präparates vor, doch vermag ich über sie nichts weiter zu sagen und vor allem nicht zu behaupten, daß sie auch mit den in Bild 14 — oder etwa auch schon 11 — mit enthaltenen identisch seien. Sie sollen uns deshalb auch nicht mehr weiter kümmern, sondern es soll uns nur noch die Ausbildung der Kugelform beschäftigen, wie wir sie oberflächlich schon in Bild 14 kennengelernt haben, die uns jedoch nun zunächst einmal durch die Bilder 15—18 in stärkerer Vergrößerung und auch viel deutlicher als dort vor Augen geführt wird.

©Thüringische Botanische Gesellschaft e. V.

Diese Aufnahmen aber entstammen nun nicht mehr dem einen oben bezeichneten Tragglaspräparat, sondern unter den gleichen Vorsichtsmaßnahmen wie dort in Uhrschälchen in kleinen Kultur- oder „Petrischalen" aus darin schließlich verhungerten grünen Hydren gezüchtetem Material. Derartige „gefingerte" Zellenverbände wie in den letzten vier Bildern sind auch von der Algengattung *Scenedesmus* — jedoch wohl nur ohne die kugeligen Zwischenglieder — schon bekannt, und sie werden als „Daktylokokkusformen" bezeichnet. Über die eigentliche Bedeutung der auch durch Teilung sich vermehrenden Kügelchen, die in Verbindung mit ihren verschiedenartig ausgebildeten *Scenedesmus*-Mutterzellen in Abb. 4 zeichnerisch noch genauer dargestellt sind

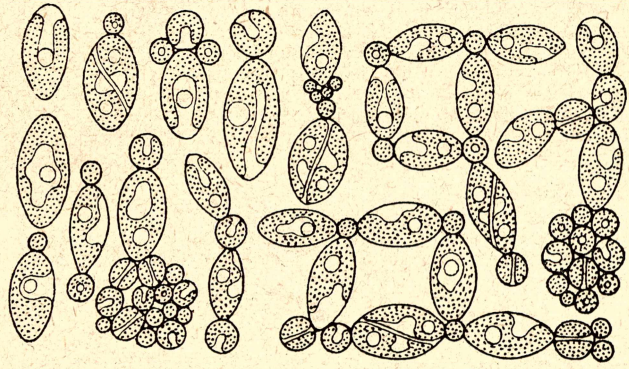


Abb. 4. *Scenedesmus*-Einzelzellen und -Verbände nebst Exosporen mit eingetragenen Chromatophoren, 1500 × vergr.

und die, abgesehen von ihrer geringeren Größe, ja eine gewisse Ähnlichkeit mit den gewöhnlichen Zoochlorellen zeigen, kann vorläufig noch nichts gesagt werden, zumal mir für die geplanten Infektionsversuche farblose Chlorohydren nicht gerade zur Verfügung standen, andere Arten aber nicht damit zu infizieren waren. Zu Abb. 4 ist noch zu bemerken, daß darin nur die durch Chlorophyll grün gefärbten Zellinhalte, die „Chromatophoren", durch Punktierung gekennzeichnet sind, während die farblosen kugeligen Einlagerungen die in der Natur hell hervortretenden „Pyrenoide", also Stärkeherde bedeuten. In den folgenden Abbildungen aber sind der Einfachheit halber nur noch diese letzteren eingetragen.

Werden uns in den Bildern 15—18 wie auch in Abb. 5 nur unregelmäßige Zellverbände vor Augen geführt, so treten uns in Abb. 6 auch ebenmäßig ausgebildete Formen entgegen, wie ich sie so oder ähnlich

©Thüringische Botanische Gesellschaft e. V.

gleichfalls in den Uhrglaskulturen öfters angetroffen habe, und die uns auch hier schon die in der niederen Pflanzenwelt wie ja überhaupt

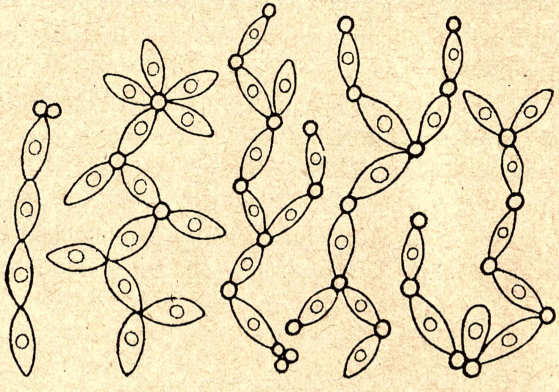


Abb. 5. Unregelmäßige Verbände von *Scenedesmus*-Zellen mit Exosporen, 1100 × vergr.

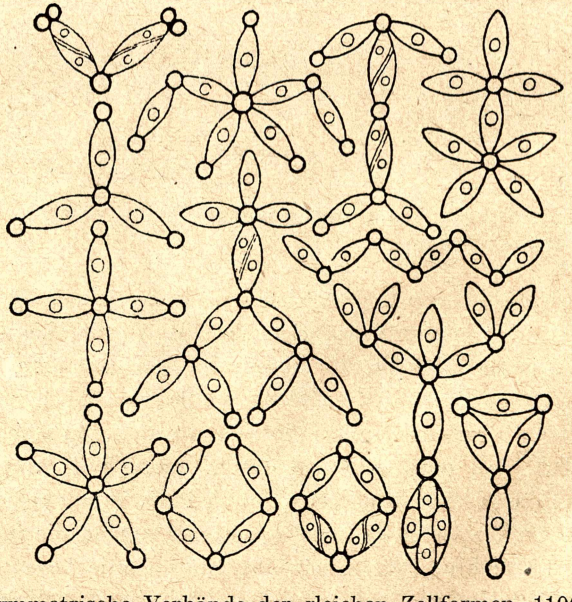


Abb. 6. Symmetrische Verbände der gleichen Zellformen, 1100 × vergr.

in der Natur so häufig zu beobachtende Neigung zur Symmetrie deutlich offenbaren. Aus Abb. 7 aber ersehen wir, daß nicht nur Einzelzellen und außergewöhnliche Verbände wie in Abb. 6, sondern auch

©Thüringische Botanische Gesellschaft e. V.

normale viergliedrige *Scenedesmus*-Zönobien an den Zellspitzen solche — auch noch neue Einzelzellen erzeugende — Kugelformen entwickeln können, die ich demnach geradezu als „Exosporen" zu bezeichnen geneigt bin. Aber auch an ungewöhnlich großen und dabei anscheinend eingekapselten Chlorellenkugeln — vielleicht Dauerformen — habe ich mehrfach ihnen fest ansitzende und doch wohl daraus hervorgegangene Kügelchen wie auch typische *Scenesdesmus*-Zellen angetroffen, wovon uns in Abb. 8 noch ein paar Beispiele vorgeführt werden.

Abb. 9 endlich zeigt uns neben drei nur kleineren, aber vielleicht doch auch in den Entwicklungsgang der Zoochlorellen mitgehörigen

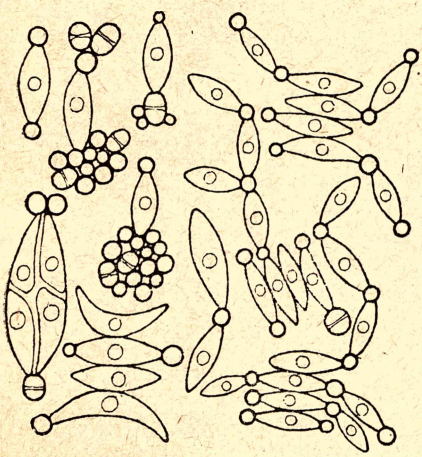


Abb. 7. Ausbildung von Exosporen an Einzelzellen und an Zönobien von *Scenedesmus sp.*, 1100 × vergr.

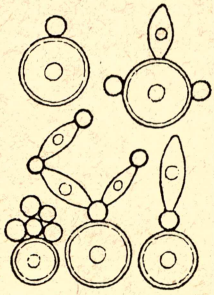


Abb. 8. Auskeimende zystenartige Chlorellen, 1100 × vergr.

Stadien und einem an allen vier Zellen mit Schwebeborsten versehenen *Scenedesmus*-Zönobium noch einige borstenlose in Vermehrungsteilung begriffene Verbände, und zwar nicht nur im freien, sondern auch im eingeschlossenen Zustande, wie ich sie auch noch wiederholt in meinen Uhrglaskulturen vorgefunden habe.

Es gibt also gar manches Interessante an den Zoochlorellen zu beobachten, wozu freilich zu bemerken ist, daß durchaus nicht in allen Trag- und Uhrglaskulturen die erhofften Züchtungserfolge erreicht werden, die mir auch von der Jahreszeit abhängig zu sein scheinen; die besten Ergebnisse habe ich immer im Frühsommer erzielt.

©Thüringische Botanische Gesellschaft e. V.

Bleibt nur noch die Frage zu beantworten, wie denn wohl unsere Hydra, die ich, wie schon gesagt, auch völlig algenfrei angetroffen habe, in den Besitz der gewiß auch freilebenden Chlorellen gelangt, ob durch Aufnahme mit der Mundöffnung oder durch Eindringen der Algen von außen durch das „Ektoderm", also die obere der beiden durch die sogenannte „Stützlamelle" getrennten Zellschichten, aus denen die Körperwand besteht. Meiner Ansicht nach kann nur das erstere der Fall sein; denn wenn auch, wie nachgewiesen ist, nicht nur — was ja noch leicht erklärlich — die Knospen, sondern auch bereits die Eier vom Muttertier aus infiziert werden, so will mir doch ein Einwandern durch die ziemlich dicke Oberhaut und die, wenn auch nur dünne, so doch immerhin recht hinderliche Lamelle hindurch nicht glaubhaft erscheinen, wie ich denn ein solches auch nie habe beobachten können.

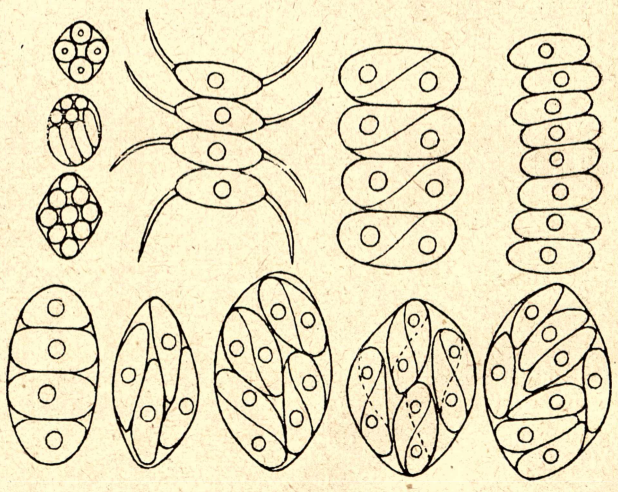


Abb. 9. Fragwürdige Entwicklungszustände neben Zönobien und eingeschlossenen Teilungsstadien von *Scenedesmus sp.*, 1100 × vergr. (Bemerkung: Die Vorbilder zu den Abb. 4—9 entstammen Uhrglaskulturen.)

Wohl aber konnte ich wiederholt feststellen, daß aus der Umgebung wenigstens in die äußeren Wandzellen der grünen Hydra Bakterien einzudringen vermögen, worüber zum Schluß anhangs- und vergleichsweise noch kurz einiges gesagt werden soll, zumal meines Wissens hierüber bis jetzt noch nichts Näheres bekannt geworden ist. In Abb. 10 werden uns — etwas schematisiert — drei der Stützlamelle aufsitzende

©Thüringische Botanische Gesellschaft e. V.

Ektodermzellen — jedoch ohne die sonst auch darin eingelagerten Nesselkapseln — mit kleineren und größeren Hohlräumen vorgeführt, die alle mit kurzen und meist lebhaft durcheinanderwimmelnden Stäbchenbakterien erfüllt sind. Unterhalb der dünnen Lamelle aber sehen wir die äußeren Enden dreier „Entoderm-" oder Innenzellen, die allein die in der Figur durch Punktierung gekennzeichneten Zoochlorellen enthalten. Und wie mögen wohl die Bazillen in die doch sonst bakterienfreien Außenzellen hineingekommen sein? — Während die anderen Hydraarten nur in hinreichend sauberem Wasser weiterzuleben ver-

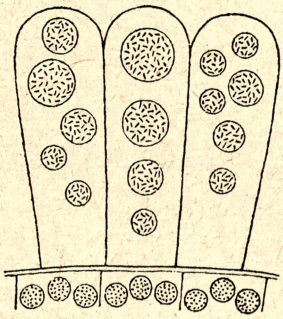


Abb. 10. Drei Ektodermzellen (ohne Nesselkapseln) der grünen Hydra mit eingedrungenen Stäbchenbakterien (schematisiert), 600 × vergr.

mögen, hält *Chlorohydra viridissima* auch noch einige Zeit in verunreinigter, ja sogar fauliger Umgebung aus, wobei sich dann aber auf ihrer Oberfläche auch verschiedenartige Fäulnisbakterien ansiedeln, und von diesen hat eben eine winzige Stäbchenform die zarte Zellmembran durchdrungen und sich dann in dem ihr zusagenden Zellinnern stark vermehrt. Diese Erscheinung habe ich deshalb auch nur an solchen Tieren beobachten können, die auch noch in bereits fauligen Algenkulturen weiterlebten. Sobald sie dann aber wieder in klares Wasser gebracht wurden, waren auch schon nach Verlauf nur einiger Tage die Bakterien wieder aus den Zellen verschwunden. Es handelt sich hier also nicht um ein symbiotisches Verhältnis der Eindringlinge zu unserer Hydra wie bei den Zoochlorellen, sondern nur um eine infektiöse Erkrankung der Tiere, die durch einfache Überführung der Patienten in eine gesundheitsfördernde Umgebung auch leicht wieder behoben werden kann. Die auch in Teilung beobachteten Bakterienstäbchen wiesen eine durchschnittliche Länge von nur 0,002 mm bei etwa halb so großer Breite auf.

©Thüringische Botanische Gesellschaft e. V.

Tafel V

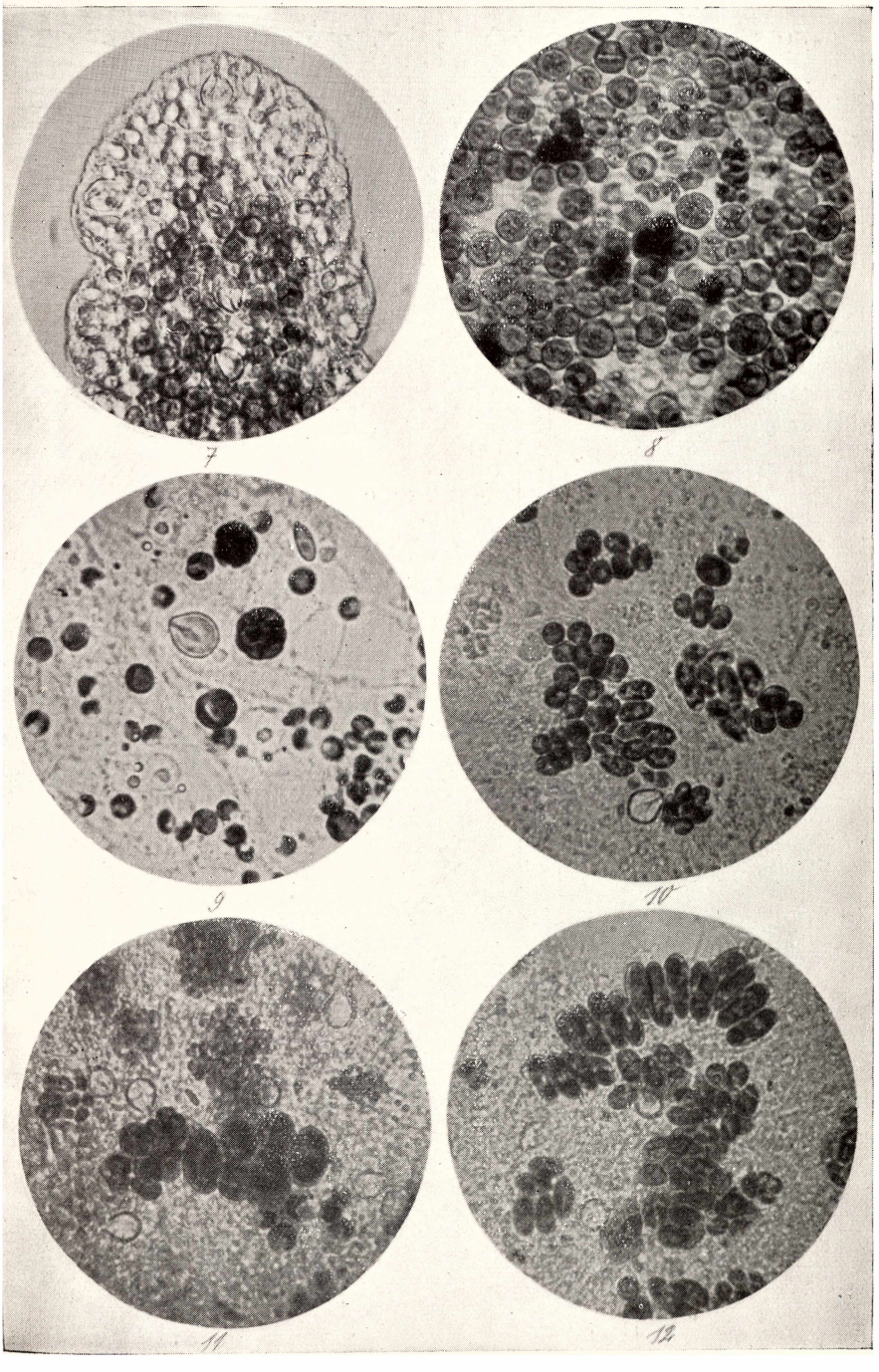
©Thüringische Botanische Gesellschaft e. V.

Figurenerklärung der Tafel V

1. Hydra mit beginnender Knospenbildung, 20 × vergr.
2. Hydra mit zwei ansitzenden Eiern, 15 × vergr.
3. Hydra mit Knospe und zwei erbeuteten Krebschen, 24 × vergr.
4. Von einer Hydra ausgestoßene und an den Borsten eines Krebschens festsitzende „Wickelkapseln", 575 × vergr.
5. Dickes Armstück der grünen Hydra mit „Nesselbatterien", 240 × vergr.
6. Dünnes Armstück der grünen Hydra mit ausgestülpten großen „Nesselkapseln", 420 × vergr.

©Thüringische Botanische Gesellschaft e. V.

Tafel VI



©Thüringische Botanische Gesellschaft e. V.

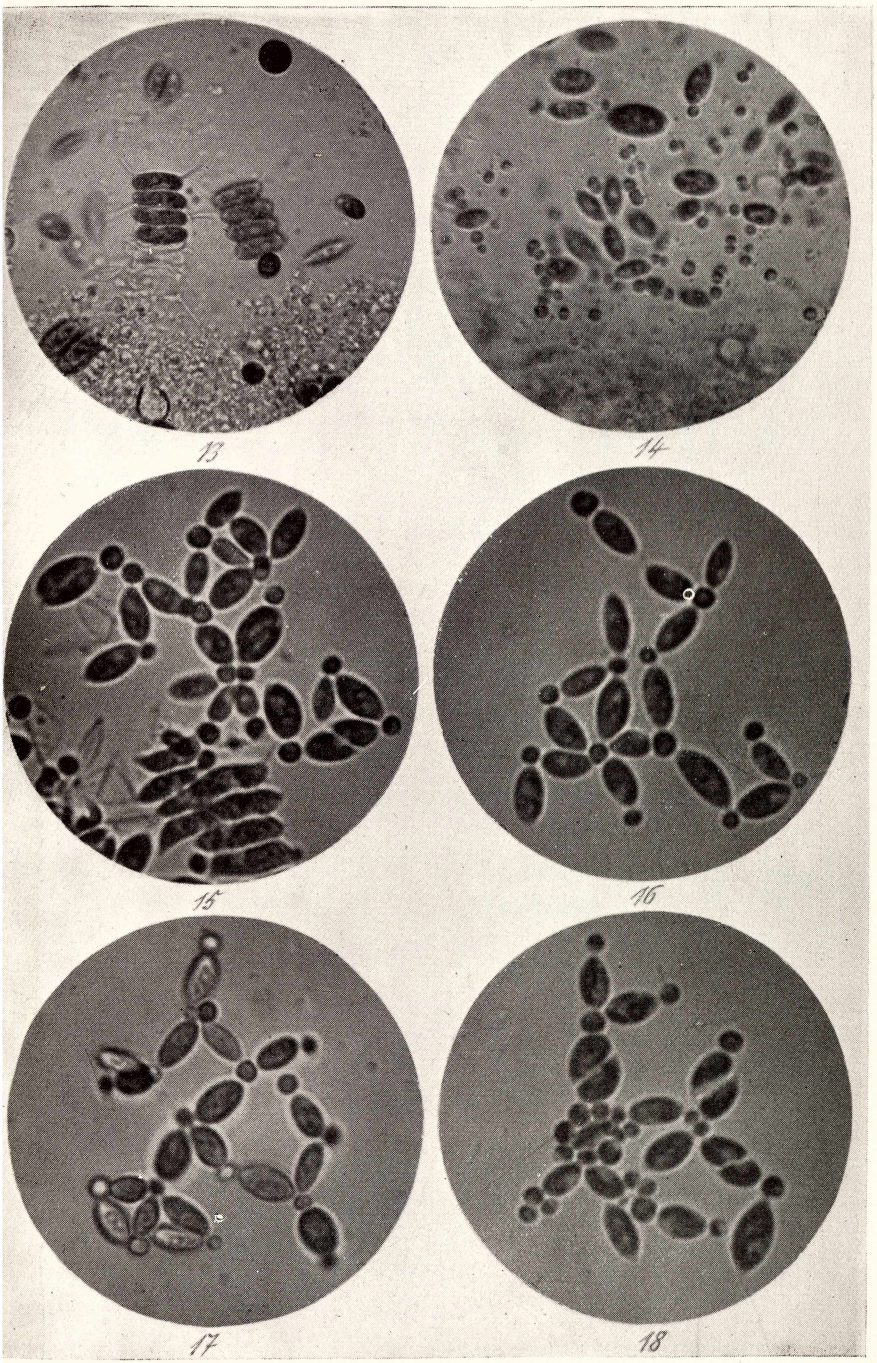
Figurenerklärung der Tafel VI

7. Armspitze der grünen Hydra mit Zoochlorellen, 575 × vergr.
8. Zoochlorellen der grünen Hydra nebst Teilungs- und Verdauungsstadien hiervon, 770 × vergr.
9. Weiterentwicklungsformen von Zoochlorellen der grünen Hydra in Tragglaskultur im Innern des Präparats, 700 × vergr.

10—12. Desgl. in Randnähe des Präparats, 575 × vergr.

©Thüringische Botanische Gesellschaft e. V.

Tafel VII



Figurenerklärung umseitig

©Thüringische Botanische Gesellschaft e. V.

Figurenerklärung der Tafel VII

13—14. Weiterentwicklungsformen von Zoochlorellen der grünen Hydra in Tragglaskultur vom Rande des Präparats, 575 × vergr.

15—18. In Uhrglaskulturen zu größeren Verbänden (Daktylokokkusstadien) zusammengeschlossene Entwicklungsformen (*Scenedesmus*-Zellen mit kugeligen Zwischengliedern), 1120 × vergr.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mittheilungen des Thüringischen Botanischen Vereins

Jahr/Year: 1943

Band/Volume: NF_51

Autor(en)/Author(s): Reukauf Edm.

Artikel/Article: Weiterentwicklung von Zoochlorellen aus dem grünen Süßwasserpolypen, Chlorohydra viridissima. 20-29