

Kultur und Physiologie einiger Euglena-Arten.

(Vorläufige Mitteilung nach einem in der biolog. Sektion des „Lotos“ gehaltenen Referat.)

Von Felix Mainx.

(Ausgeführt mit Unterstützung der Gesellschaft zur Förderung deutscher Wissenschaft, Kunst und Literatur in Böhmen.)

Die Physiologie der einzelligen oder wenigzelligen Algen bietet eine Reihe von Problemen, die bis in die neuere Zeit ziemlich vernachlässigt wurden und deren Lösung ein reichhaltiges und dankbares experimentelles Arbeitsgebiet darstellt. Was die Ernährung dieser Algen anbetrifft, so hat man meist die an höheren Pflanzen gewonnenen Ergebnisse ohne weiteres auf sie übertragen, ohne zu bedenken, daß schon die verschiedenen ökologischen Bedingungen, unter denen diese Mikroorganismen leben, auf interessante ernährungsphysiologische Besonderheiten schließen lassen. Es wäre jedoch, wie auch die folgenden Untersuchungen zeigen werden, ein Fehler, aus den ökologischen Bedingungen des natürlichen Vorkommens ohne experimentelle Prüfung in jedem Falle Schlüsse auf die allgemeine Art der Ernährung zu ziehen („autotroph - mixotroph - heterotroph“). Arten einer und derselben Gattung können sich trotz starker morphologischer Ähnlichkeit ernährungsphysiologisch verschieden verhalten, ja selbst verschiedene Stämme einer Art zeigen oft nicht unerhebliche Unterschiede in ihrem Stoffwechsel. Da wir im Reich der Protophyten zahlreiche chlorophyllfreie Formen kennen, die in offensichtlichem entwicklungsgeschichtlichem Zusammenhang mit grünen Formen stehen, so haben ernährungsphysiologische Untersuchungen an solchen Objekten auch für die phyletische Forschung großes Interesse. Die Methode, mit denen der Physiologe die Ernährung dieser Organismen erforscht, und die zur absoluten Reinkultur auf Nährsubstraten von bekannter Zusammensetzung führt, bietet endlich auch dem Morphologen eine willkommene Gelegenheit, ein zuverlässiges und konstantes Material für seine Untersuchungen stets bei der Hand zu haben.

Während ernährungsphysiologische Untersuchungen an höheren Pflanzen und Tieren an einzelnen isolierten Individuen

ausgeführt werden, müssen wir bei den Protophyten eine große Anzahl von Individuen zur Untersuchung heranziehen, wir müssen mit Kulturen arbeiten. Nun finden wir aber in der Natur nie absolut reines Algenmaterial, es ist stets ein Gemenge verschiedener Algenarten, daneben niedere Pilze, Bakterien und tierische Organismen. Allerdings treten manche Algen in der Natur manchmal in großen Massen auf und drängen dann andere Organismen stark zurück. Solche Materiale eignen sich dann am besten als Ausgangsmaterial für die weitere Bearbeitung. Läßt man sie einfach im Laboratorium stehen, so zeigt es sich, daß der Vegetationsreichtum der zur Untersuchung herangezogenen Art bald zurückgeht, daß andere häufige und wenig interessante Algenformen rasch alles überwuchern oder die ganze Kultur durch Fäulnis zerstört wird. Es muß daher unsere Aufgabe sein, die uns interessierende Alge möglichst von allen anderen Organismen zu reinigen, zu isolieren. In vielen Fällen gelingt es, bestimmte Kulturbedingungen ausfindig zu machen, die dem gewünschten Organismus besonders zuträglich sind, während sie alle anderen in der Rohkultur vorhandenen Lebewesen in der Entwicklung hemmen oder wenigstens zurückdrängen; solche Kulturen nennt man „Anhäufungskulturen“. So genügt die Übertragung von Algenmaterial in rein anorganische Nährlösung bereits zur Zurückdrängung der Pilze und Bakterien, die auf organische Stoffe angewiesen sind, während alle grünen Algen imstande sind, sich rein autotroph, d. h. durch Assimilation der Kohlensäure der Luft als C-Quelle zu ernähren. Manche Mikroorganismen haben auch physiologische Eigentümlichkeiten, z. B. Vorliebe für saure oder basische Reaktion des Nährmediums, spezifische Widerstandsfähigkeit gegen gewisse Giftstoffe und ähnliches, die es ermöglichen, „selektive Nährlösungen“ herzustellen, in denen nur der eine bestimmte Organismus sein Fortkommen findet, während die anderen Formen benachteiligt werden. Jedoch genügt diese Art der Reinigung nur in seltenen Fällen, um das physiologische Verhalten einzelner Arten genügend aufzuklären. Vor allem ist es die wichtigste Aufgabe, die zu untersuchende Art von anderen mit im Material befindlichen Algen zu trennen, die sie sonst mit der Zeit doch überwuchern würden, oder Verwechslungen hervorrufen könnten. Eine solche Kultur, in der nur eine bestimmte Algenart, daneben aber auch Pilze und Bakterien in nicht allzu großer Menge vorhanden sind, nennt man eine „Speziesreinkultur“. Sie genügt zur Not für das Arbeiten mit anorganischen Nährlösungen und gewährleistet die zuverlässige Weiterzucht der Alge, leistet daher vor allem für morphologische und reizphysiologische Untersuchungen gute Dienste. Zur vollständigen ernährungsphysiologischen Analyse, bei der auch organische Stoffe auf ihre Brauchbarkeit geprüft

werden müssen, ist es jedoch zur Erzielung eindeutiger Resultate unbedingt erforderlich, auch die Pilze und Bakterien auszuschalten und „absolute Reinkulturen“ der betreffenden Alge zu gewinnen.

Die Methoden, mit denen man bisher zur absoluten Reinkultur von Algen gekommen ist, gehen meist über die Speziesreinkultur und beruhen auf der mechanischen Trennung der zu reinigenden Spezies von den anderen Formen. So versuchten viele Autoren mit Erfolg einzelne Individuen unter dem Präpariermikroskop mit einer feinen Glaskapillare aus der Rohkultur herauszufangen und in eine sterile Nährflüssigkeit zu übertragen. Bei relativer Reinheit des Ausgangsmaterials und einiger Übung gelingt es so leicht, zur Speziesreinkultur zu gelangen. Fast unmöglich ist es jedoch, die Bakterien mit dieser Methode auszuschalten. Beyerinck war der erste, der im Jahre 1890 die bakteriologische Methode der Reinzucht auf Algen anwendete, und zwar gelang es ihm mittels des Koch'schen Plattenverfahrens mit Gelatine die Protococcalen *Chlorella* und *Scenedesmus* reinzuzüchten. Seither ist das Plattengußverfahren, und zwar besonders mit Agar, bei den verschiedensten Algen mit großem Erfolg verwendet worden, um Spezies- und absolute Reinkulturen zu erzielen. Auch der Ausstrich auf die Agaroberfläche hat sich vielfach bewährt.

Die Aufgabe der folgenden Untersuchungen ist es, die Ernährung einiger Arten der Gattung *Euglena* Ehrenb. aufzuklären. Sie erschien darin begründet, daß bisher nur *Euglena gracilis* Klebs als Objekt für ernährungsphysiologische Untersuchungen gedient hatte und daß auch diese Arbeiten (Zumstein 1899, Pringsheim 1912, Ternetz 1912) einige aufzuklärende Widersprüche enthalten. Naturgemäß gaben die Versuche reichlich Gelegenheit auch zu morphologischen Beobachtungen, auf die in der endgültigen Veröffentlichung näher eingegangen werden soll. Hier sei nur erwähnt, daß auch versucht wurde, Euglenen zur geschlechtlichen Fortpflanzung zu veranlassen. Es wurden Versuche mit einer Rohkultur von *Euglena sanguinea* Ehrenb. und mit einer Speziesreinkultur von *Euglena* dieses Ehrenb. durchgeführt. Die Euglenen wurden in anorganische Nährlösung gebracht, die von Tag zu Tag mit destilliertem Wasser verdünnt wurde, und einer möglichst starken Beleuchtung ausgesetzt. Mit diesem Mittel erzielte Klebs (1896) geschlechtliche Fortpflanzung bei verschiedenen Algen und auch G. Haase (1910), die als einzige sexuelle Fortpflanzung bei Euglenen (*E. sanguinea*) beschrieben hat, hat diese Methode eingeschlagen. Trotz wiederholter und vielfach abgeänderter Versuche in dieser Richtung, konnte jedoch keine Andeutung einer geschlechtlichen Fortpflanzung festgestellt werden. Ob die Deutung, die G.

Haase ihren nur an fixiertem Material gemachten Beobachtungen gibt, richtig ist, muß weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben. Es gibt allerdings, bei Euglenen Erscheinungen, die vielleicht als eine Art intrazellulärer Schwärmerbildung mißdeutet werden könnten. Zunächst seien chytridienartige intrazelluläre Parasiten erwähnt, die Nägler (1911) zuerst beschrieb, und die ich sowohl bei *E. sanguinea* als auch bei *E. viridis* Ehrenb. wiederholt beobachten konnte. Sie ähneln bei flüchtiger Betrachtung ziemlich dem Zellkern der *Euglena* selbst. Ferner treten in alten *Euglenakulturen* oder in solchen, deren relativer Nährstoffgehalt durch fortgesetzte starke Verdünnung der Nährlösung herabgesetzt wird, Individuen mit zwei bis drei Kernen auf, ohne daß von einer Schwärmerbildung die Rede sein kann. Ich glaube, daß es sich um eine Hemmung der Zellteilung nach erfolgter Kernteilung handelt.

Es wurden bis jetzt folgende Arten absolut rein gezüchtet und mehr oder weniger vollständig ernährungsphysiologisch untersucht: *Euglena viridis* Ehrenb. aus einem Straßengraben bei Prag; *Euglena pisciformis* Klebs aus einer Pfütze bei Prag; *Euglena minima* Francé aus einer Pfütze bei Hirschberg i. B.; *Euglena deses* Ehrenb. aus einer Pfütze am Ufer des Großteiches in Hirschberg; *Euglena intermedia* (Klebs) Schmitz aus einer Pfütze am Ufer des Hirschberger Großteiches; *Euglena cyclopicola* Gickl. aus einem Cyclopsmaterial aus der Umgebung von Prag, das mir der Entdecker dieser neuen Form, Herr J. Gicklhorn in dankenswerter Weise überlassen hat. *) Herr Prof. E. G. Pringsheim hat mir außerdem eine Reinkultur von *Euglena gracilis* Klebs zur Verfügung gestellt, wofür ihm besonders gedankt sei.

Bei sämtlichen Arten wurde zunächst die Speziesreinkultur erzielt, und zwar durch Ausguß mit Agar, dem als Nährsalze beigefügt waren: 0.1 % $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, 0.02 % K_2HPO_4 , 0.02 % $\text{MgSO}_4 + 7 \text{H}_2\text{O}$. Zuvor wurden die Euglenen durch Ansammeln an der Lichtseite und wiederholtes Übertragen in reines Wasser grob gereinigt, besonders von Blaualgen und Diatomeen, die in den Platten sehr unangenehme Verunreinigungen darstellen. Die Kolonien in den Agarplatten haben für jede *Euglenenart* charakteristische Formen und sind nach drei bis fünf Wochen groß genug geworden, um unter der Präparierlupe abgeimpft zu werden. Sie wurden in verdünnte Erdabkochung übertragen, in der Pringsheim (1912) eine für Euglenen und andere Einzeller sehr günstige Nährlösung erkannte und wo sie sich bei genügender Beleuchtung bald reich entwickelten. Da aber auch Bakterien •

*) Ich glaube, daß diese Art eher zur Gattung *Colacium* als zu *Euglena* gehört. (Die Arbeit Gicklhorn's erscheint demnächst im Arch. f. Prot.-Kunde.)

in der Erdabkochung ein ganz gutes Fortkommen finden, war die Erzielung der absoluten Reinkultur aus dieser Speziesreinkultur mit den üblichen Methoden nicht möglich. Um die Zahl der Bakterien gegenüber der der Euglenen zurückzudrängen, wurde eine Aufschwemmung von Euglenen schwach zentrifugiert, nach Abgießen der über dem Bodensatz stehenden Flüssigkeit, in der die meisten Bakterien schweben bleiben, mit sterilem Wasser wieder aufgeschwemmt und dieses Verfahren einigemal wiederholt. So gelang es, die Bakterien gegenüber den Euglenen so stark zurückzudrängen, daß Plattengüsse mit Agar, dem 0.25 % Liebig's Fleischextrakt zugesetzt war, mit Leichtigkeit zur absoluten Reinkultur führten. Die Euglenen wurden aus den Platten in Fleischextraktlösung überimpft, in der sie ausgezeichnet gedeihen. Von da kann man sie in Schrägröhrchen mit Fl.-E.-Agar impfen, auf dessen Oberfläche die Euglenen gut gedeihen, bis auf die Formen, die wie *E. deses* nur schwer oder wie *E. intermedia* wahrscheinlich überhaupt nicht imstande sind, sich mit einer Membran zu umgeben und die auf dem Agar nur kleine Kolonien bilden. Zur reinen Weiterzucht empfiehlt sich ein wechselndes Impfen in Fl.-E.-Lösung und auf Fl.-E.-Agar, da das Wachstum so stets ein reiches bleibt und eventuelle spätere Verunreinigungen durch Bakterien und Pilze sofort bemerkt werden können. Die für sämtliche Kulturversuche verwendeten Eprouvetten wurden sorgfältig mit heißer Kaliumbichromat-Schwefelsäure gereinigt, das für die Nährlösungen verwendete destillierte Wasser durch Glas- oder Platinkühler umdestilliert, da die Euglenen gegen schädliche Stoffe, besonders Metallspuren, äußerst empfindlich sind. Für die ernährungsphysiologischen Versuche wurde, um Unterschiede im Wachstum durch verschieden starke Beleuchtung auszuschließen, eine mit einer Kühlanlage versehene 300 W.-Lampe (Osram-Nitra) als künstliche Lichtquelle verwendet.

Über die eigentlichen ernährungsphysiologischen Versuche, die stets von mikroskopischer Kontrolle begleitet waren, kann zurzeit noch keine ganz lückenlose Übersicht gegeben werden. Soviel steht fest, daß von den bisher untersuchten Arten nur *E. gracilis* und *E. cyclopicola* mixotroph sind, während die anderen Arten wider Erwarten zumindestens in Bezug auf den Kohlenstoff streng autotroph sind und auch organisch gebundenen Stickstoff nur sehr schwer assimilieren können. Darunter befinden sich Formen, die wie *E. viridis* faulende, an organischen Stoffen reiche Standorte bevorzugen!

Die ersten Versuche sollten zunächst folgende drei Fragen beantworten: Können sich die Euglenen rein autotroph ernähren, werden Nitrate oder Ammonsalze als N-Quelle bevorzugt, wird neutrale, saure oder basische Reaktion des Nährmediums be-

vorzugt und wieweit werden Abweichungen von der neutralen Reaktion ertragen? Die anorganischen Nährlösungen enthielten außer $MgSO_4 + 7 H_2O$ noch $Ca(NO_3)_2$ oder $(NH_4)_2SO_4$ als N-Quelle und das primäre oder das sekundäre Kaliumphosphat, das außer als K- und P-Quelle noch zur Abstufung der Acidität diente. Außerdem wurde eine 0.25 % Fleischextraktlösung verwendet, die den Euglenen optimale Lebensbedingungen bietet, und die durch Zusatz von Zitronensäure verschieden stark sauer, durch Natronlauge verschieden stark alkalisch gemacht worden war.

Er ergab sich, daß alle untersuchten Arten sich rein autotroph ernähren können. Das Wachstum ist niemals ein so plötzliches, wie in Fleischextrakt, doch erreicht die Vermehrung bei optimalen Bedingungen und längerer Versuchsdauer oft annähernd denselben Grad, wie in Fl.-E. Nur *E. gracilis* und *E. cyclopicola* vermehren sich bei rein autotropher Ernährung weit nicht so gut, wie in Fl.-E. Ammonstickstoff wird dem Nitratsstickstoff von den meisten Arten vorgezogen, am entschiedensten wieder von *E. gracilis* und *E. cyclopicola*, die mit Nitratstickstoff fast keine Vermehrung zeigen. Nitrite kommen als N-Quelle nicht in Betracht.

Neutrale Reaktion ist optimal für *E. minima* und *E. gracilis*, doch verträgt letztere auch schwache Ansäuerung. Ausgesprochen bevorzugt wird die saure Reaktion von *E. intermedia*, deren Optimum in Fl.-E. bei Zusatz von $1/400$ mol. Zitronensäure gegeben ist; doch verträgt sie auch Abweichungen nach der alkalischen Reaktion. Die übrigen Formen, *E. viridis*, *E. deses*, *E. pisciformis* und *E. cyclopicola*, werden durch schwach alkalische Reaktion gefördert, ihr Optimum in Fl.-E. liegt bei $1/500$ mol. Natronlauge, ja *E. viridis* wächst noch sehr gut bei $1/100$ mol. Natronlauge. Schwach saure Reaktion wirkt bei diesen Arten schon letal.

Um festzustellen, ob eine organische Verbindung im Stoffwechsel verwertbar ist, kann man sie der optimalen anorganischen Nährlösung zusetzen und untersuchen, ob eine Förderung im Wachstum gegenüber einer Kontrollkultur eintritt. Ist dies der Fall, so ist eine Verarbeitung der organischen Verbindung im Stoffwechsel wahrscheinlich. Diese bisher oft geübte Methode hat aber große Nachteile. Erstens ist es denkbar, daß ein Stoff anregend auf das Wachstum wirkt, ohne in den Stoffwechsel aufgenommen zu werden und zweitens wird eine organische Verbindung, die im Notfall als schwer zugängliche N- oder C-Quelle in Betracht käme, vielleicht gar nicht angegriffen werden, solange der Bedarf aus dem vorhandenen anorganisch gebundenen Stickstoff, bzw. aus der CO_2 -Assimilation gedeckt werden kann. Es wurde daher dieser Weg bald verlassen und eine exaktere Versuchstechnik gewählt, die darin be-

steht, das Element, das in der zu prüfenden organischen Verbindung geboten wird, aus der übrigen Nährlösung auszuschließen. Beim Stickstoff ist das leicht durch Verwendung einer von anorganisch gebundenen Stickstoff freien Nährlösung, bei Untersuchung der Verwertbarkeit des organisch gebundenen Kohlenstoffs muß der Versuch entweder in CO_2 -freier Atmosphäre ausgeführt werden, oder muß die Assimilation der Kohlensäure durch Verdunklung unmöglich gemacht werden. Die letztere Methode hat den Nachteil, daß bei ihr auch die anderen Wirkungen des Lichtes, das ja auch an sich als „formativer Reiz“ einen Wachstumsfaktor darstellt, ausgeschaltet werden und so ihre Resultate nicht unbedingt maßgebend sind. Die CO_2 -freien Versuche wurden unter Glasglocken aufgestellt, die mittels Vakuumpfets mit der Unterlage luftdicht verbunden waren und unter denen die mit eingeschlossene Kohlensäure durch starke Natronlauge gebunden wurde.

Was die Verwertbarkeit des organisch gebundenen Kohlenstoffs anbetrifft, seien hier nur die Hauptresultate erwähnt, ohne auf die einzelnen Versuchsreihen näher einzugehen. Versuche mit Zuckerarten, Glycerin, Salzen der Essigsäure, Propionsäure, Buttersäure, Apfelsäure, Milchsäure, Weinsäure und Zitronensäure, mit Asparagin, Glykokoll, Leucin sowie Zucker mit Aminosäuren kombiniert, fielen durchwegs negativ aus. In CO_2 -freier Atmosphäre tritt überhaupt keine Vermehrung ein, ohne daß die als Impfmasse eingebrachten Euglenen absterben. In gewöhnlicher Luft bewirken Glykokoll und Salze der Essigsäure bei manchen Arten scheinbar eine Förderung gegenüber der rein anorganischen Nährlösung, Zucker wirken dagegen deutlich hemmend auf die Entwicklung. Daraus geht hervor, daß keiner der angeführten Stoffe für die untersuchten Euglenaarten als Kohlenstoffquelle verwendbar ist. Anders steht es mit den Abbauprodukten von Eiweißkörpern: Liebig's Fleischextrakt, Pepton; Pepton, das durch 24 Stunden im Brutschrank mit Trypsin abgebaut worden war und ebenso behandelte Gelatine, endlich Käseabkochung. Wie Vorversuche in freier Luft zeigten, ist das Wachstum aller Arten in Trypsin-Pepton, Trypsin-Gelatine und Käseabkochung ein gutes, oft fast so reich wie in Fl.-E., in Pepton gedeihen nur *E. gracilis* und *E. cyclopicola* recht mäßig. *E. deses* sehr dürftig, die anderen gar nicht. Ein überraschendes Resultat zeitigten die Versuche in CO_2 -freier Luft: *E. gracilis* und *E. cyclopicola* zeigen in Fleischextrakt, Trypsin-Pepton und Trypsin-Gelatine reiche Entwicklung, die anderen Arten jedoch keine Spur von Vermehrung. Daraus geht hervor, daß die ersten beiden Arten niedere Eiweißabbauprodukte als Kohlenstoffquelle verwerten können, worauf wohl auch ihr überaus starkes Wachstum in diesen Medien bei Anwesenheit

von Kohlensäure zurückzuführen ist. Die anderen untersuchten Arten sind jedoch in Bezug auf den Kohlenstoff offenbar rein autotroph, da sie mit keiner der bisher verwendeten Substanzen in CO_2 -freier Luft zur Vermehrung zu bringen waren. Erwähnt sei noch der Versuch, die Euglenen unter möglichst natürlichen Bedingungen in CO_2 -freier Luft zu kultivieren; es wurden Eprouvetten, die am Grund ein Stückchen Käse, darüber Gartenerde und Wasser enthielten, pasteurisiert und dann beimpft. Unter diesen Bedingungen zeigen wieder die beiden mixotrophen Arten, ebenso wie an der Luft, sehr reiches Wachstum, doch tritt hier mit der Zeit auch bei den anderen Arten Vermehrung ein. Dies ist wohl nur auf die Assimilation der Kohlensäure zurückzuführen, die von den Bakterien gebildet wird, die sich in den nur pasteurisierten Kulturen entwickeln.

Die Versuche, in Fleischextrakt und anderen organischen Flüssigkeiten bei Lichtabschluß Wachstum zu erzielen, scheiterten bei den rein autotrophen Formen. Diese Euglenen teilen sich einigemal, solange die mitgebrachten Vorratsstoffe reichen, dann treten bei ihnen abnorme Formveränderungen auf, die Chromatophoren kontrahieren sich und verblassen, die metabolische Beweglichkeit wird immer träger, sehr viel Hämochrom wird abgelagert und der Zellkörper erstarrt endlich in eigentümlich bizarrer Form. Dabei bleiben die meisten Individuen durch Monate hindurch am Leben und gehen bei Belichtung nach einiger Zeit wieder in die normale Form über. *E. gracilis* dagegen vermehrt sich im Dunkeln reichlich, wie auch Pringsheim und Ternetz ausführlich beschrieben, fast ebenso die andere mixotrophe Form *E. cyclopicola*. Doch konnte weder in einer der zahlreichen Dunkelkulturen, noch in einer Lichtkultur das Auftreten wirklich „farbloser“, d. h. apoplastider Individuen beobachtet werden, wie sie Teremetz gesehen hat.

Die Versuche über die Verwertbarkeit des organisch gebundenen Stickstoffes ergeben noch kein eindeutiges Resultat. *E. gracilis* und *E. cyclopicola* verwerten, wie ja zu erwarten ist, sehr leicht auch den Stickstoff aus niederen Eiweißabbauprodukten, in geringerem Maße scheint diese Fähigkeit jedoch auch allen anderen untersuchten Arten zuzukommen. Natürlich kommen für diese Versuche nur Substanzen in Betracht, die vollkommen frei von Nitraten und Ammonverbindungen sind. Ob Aminosäuren allein als Stickstoffquelle dienen können, ist noch nicht ganz klarzustellen gewesen; in geringem Maße scheint dies bei Glykokoll und Leucin bei einigen Arten der Fall zu sein.

Das Ergebnis der vorstehenden Untersuchungen ist, daß nur *E. gracilis* und *E. cyclopicola* mixotrophe Organismen sind, wobei bei der letzteren diese Art der Ernährung wohl mit ihrer epiphytischen Lebensweise auf *Cyclops* im Zusammenhang steht.

Alle übrigen bisher untersuchten Arten sind bis auf die Fähigkeit, organisch gebundenen Stickstoff in geringem Maß zu assimilieren, autotroph. Daß sie trotzdem in Liebigs Fleischextrakt und ähnlichen Nährlösungen um vieles rascher und auch besser gedeihen als in rein anorganischen Nährlösungen, scheint darauf zu beruhen, daß die organischen Substanzen entwicklungsanregend auf sie wirken, ohne in den Stoffwechsel aufgenommen zu werden, und vielleicht auch die oligodynamische Giftwirkung von Metallspuren beseitigen.

Prag, Pflanzenphysiologisches Institut der deutschen Universität, im April 1924.

L i t e r a t u r .

- G. Klebs (1896): Die Bedingungen der Fortpflanzung einiger Algen und Pilze. Jena.
- K. Nägler (1911): Parasitische Chytridiaceen in *Euglena sanguinea*. Arch. f. Prot.-K. 23.
- E. G. Pringsheim (1912): Zur Physiologie der *Euglena gracilis*. Beitr. z. Biol. d. Pfl. 12.
- Ch. Ternetz (1912): Beiträge zur Morphologie und Physiologie der *Euglena gracilis*. Jahrb. f. w. Bot. 51.
- H. Zumstein (1899): Zur Morphologie und Physiologie der *Euglena gracilis*. Jahrb. f. w. Bot. 34.
-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Lotos - Zeitschrift fuer Naturwissenschaften](#)

Jahr/Year: 1924

Band/Volume: [72](#)

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

Artikel/Article: [Kultur und Physiologie einiger Euglena-Arten 239-247](#)