

74. Ernst Küster: Über die Verschmelzung nackter Protoplasten.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 15. Dezember 1909.)

Von vielen hydrophilen Kolloiden — Albuminen, Albumosen, Saponin u. a. — ist bekannt, daß sie an ihren freien, d. h. an Gas grenzenden Oberflächen sehr dünne, feste oder zähflüssige Häutchen bilden, die ihre Entstehung irgendwelchen Entmischungs- und Fällungsvorgängen verdanken dürften. Weiterhin ist bekannt, daß ebensolche Häutchen wie an den freien Oberflächen auch bei Berührung der Kolloidlösungen mit Chloroform, Äther, Schwefelkohlenstoff oder Amylalkohol an der Grenzfläche zwischen zwei Flüssigkeiten entstehen. RAMSDEN¹⁾, der Häutchen der letzteren Art zuerst untersucht hat, findet analoge Erscheinungen in der Bildung von Häutchen an der Trennungsfläche zwischen Kaseinlösungen und reinem neutralen Olivenöl oder Butterfett. Häutchen dieser und ähnlicher Art werden als Haptogenmembranen bezeichnet.

Da das Cytoplasma der lebenden Pflanzenzelle in vieler Beziehung der Lösung eines hydrophilen Kolloids oder einem hydrophilen Kolloidgemisch gleich gesetzt werden darf, da ferner auch die im Cytoplasma suspendierten Flüssigkeitstropfen wie Zellkern und Chromatophoren ebenfalls hydrophil-kolloidaler Natur sein dürften, so liegt die Frage nahe, ob nicht auch die lebenden Bestandteile der Pflanzenzelle wenigstens unter bestimmten Umständen „Haptogenmembranen“ zu bilden imstande sind — sei es an der Oberfläche, mit welcher das Cytoplasma an die Zellwand oder unmittelbar an das die lebendige Masse umspülende flüssige Außenmedium angrenzt, sei es an den Flächen, welche die Grenzen

1) Als wichtigste Literatur seien folgende Arbeiten genannt: RAMSDEN, W., die Koagulierung von Eiweißkörpern auf mechanischem Wege (Arch. f. Physiol., 1894 S. 517), RAMSDEN, W., Abscheidung fester Körper in den Oberflächenschichten von Lösungen und Suspensionen [Beobachtungen über Oberflächenhäutchen, Blasen, Emulsionen und mechanische Koagulation] (Zeitschr. f. physik. Chemie, 1904, Bd. XXXXVII S. 336), METCALF, W. V., Über feste Peptonhäutchen auf einer Wasserfläche und die Ursache ihrer Entstehung (ibid. 1905, Bd. LII S. 1).

zwischen Cytoplasma und Zellenkern oder zwischen Cytoplasma und Chromatophoren bilden —, um von Zelleinschlüssen anderer Art, insbesondere auch den leblosen, zunächst abzusehen.

Daß die von Kolloiden an Oberflächen und Grenzflächen gebildeten Häutchen für das Zellenleben sehr bedeutungsvoll sein können, haben namentlich RAMSDEN und HÖBER bereits hervorgehoben. In der Tat finden sich bei Protisten verschiedener Art, z. B. bei vielen Flagellaten, Oberflächenhäutchen, die man als Haptogenmembranen anzusprechen geneigt sein möchte. HÖBER¹⁾ hat sogar vermutungsweise die Bildung der Plasmahautschicht an isolierten Plasmaballen (vgl. PFEFFER²⁾) in gleichem Sinne gedeutet. Nachdrücklich hat neuerdings PROWAZEK auf die Haptogenmembranen aufmerksam gemacht: an ausgetretenen Cytoplasmatropfen von *Vaucheria* vermögen nach PROWAZEK die Niederschlagsmembranen eine solche Festigkeit zu gewinnen, daß sie bei mechanischem Druck platzen; die Protoplasten treten heraus und bilden an ihrer Oberfläche eine neue Haptogenmembran aus³⁾.

Trotz eifriger Bemühungen habe ich das von PROWAZEK beobachtete Phänomen bisher nicht beobachten können. Offenbar ist das Erhärten der äußersten Plasmaschicht zu einer Haptogenmembran von einer bestimmten Kombination der äußeren und „inneren“ Bedingungen abhängig, die näher zu ermitteln hoffentlich noch gelingen wird.

Ich habe außer *Vaucheria* noch eine sehr große Anzahl weiterer — höherer und niederer — Gewächse untersucht und die Fähigkeit ihres Cytoplasmas, die von PROWAZEK beobachteten Oberflächenhäute zu bilden, geprüft. Meine Ergebnisse waren keine besseren als bei *Vaucheria*. Jedoch wurde ich bei der Beschäftigung mit anderen Objekten auf eine Erscheinung aufmerksam, die der vergeblich Gesuchten vielleicht nicht unverwandt ist, und über die ich vorläufig folgendes zu berichten habe.

Daß bei der Plasmolyse zumal dann, wenn es sich um anisodiametrische, schmale und lange Zellen handelt, der Plasmaleib in zwei oder mehr Stücke zerfällt, ist schon wiederholt beschrieben und zu zellphysiologischen Versuchen ausgenutzt worden. Macht man durch Zusatz von reinem Wasser zum Präparat die Plasmolyse rückgängig, so wird der ursprüngliche Zustand der Zelle keineswegs

1) HÖBER, R., Physikalische Chemie der Zelle und der Gewebe. 2. Aufl. Leipzig (W. ENGELMANN) 1906, S. 210.

2) PFEFFER, W., Osmotische Untersuchungen, 1877.

3) PROWAZEK, S., Zur Regeneration der Algen (Biolog. Zentralbl. 1907, Bd. XXVII, S. 737).

immer in allen Beziehungen restituiert, vielmehr sind oft wesentliche Unterschiede zwischen dem wieder turgeszent gewordenen Zellenleib und dem nicht plasmolysierten normalen zu konstatieren. Insbesondere läßt sich an denjenigen Zellen, deren Inhalt in zwei oder mehr Portionen zerfallen ist, sehr oft beobachten, daß sich beim Wiederanschwellen die Teilstücke nicht mehr zu einem Ganzen vereinigen: die in dem Zellenlumen liegenden Plasmakugeln oder Plasmamenisken kommen zwar nach Zusatz von Wasser früher oder später zur Berührung, platten sich bei weiterer Volumenzunahme gegenseitig ab und deformieren sich unter Umständen recht erheblich, — aber die Fähigkeit zur Fusion kommt bei sehr vielen Objekten nur schwach zum Ausdruck oder fehlt anscheinend ganz.

Es mag an dieser Stelle genügen, wenn ich auf eine geringe Auswahl von den nach den angeführten Gesichtspunkten untersuchten Objekten näher eingehe.

1. *Elodea densa*. — Junge Blätter (d. h. solche, welche vom Vegetationspunkt 1—4 cm weit entfernt waren) wurden von der Achse abgelöst und auf kürzere oder längere Zeit in $\frac{1}{2}$ -n- $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ gebracht.

Untersucht man die Blätter nach einem Aufenthalt von 5 Minuten in der wasserentziehenden Lösung, so findet man namentlich in den langen, schmalen Randzellen, auch in den als Blattzähne entwickelten Randzellen, ferner in den schmalen Zellen der Mittelrippe und mit wechselnder Häufigkeit auch in den anderen Zellen des Blattes, zumal den unterseitigen, den Plasmaleib in zwei oder mehr Teilstücke zerfallen. Nimmt man die Aussüßung langsam genug vor, so kommen die Plasmastücke noch in normalem (d. h. nicht degeneriertem) Zustand zu gegenseitiger Berührung, platten sich aneinander ab und können in dieser Lage unverändert eine und zwei Viertelstunden aneinander liegen bleiben, ohne zu fusionieren. Früher oder später schrumpfen beide, oder der eine Plasmaballen stirbt ab und ein Teil seiner Substanz löst sich in der umgebenden Flüssigkeit.

Anders ist das Verhalten bei schnellerer Aussüßung: namentlich in den Rand- und Mittelrippenzellen kann man beobachten, daß die zur Berührung gekommenen Plasmaballen augenblicklich nach Berührung fusionieren. Auch unter anderen Umständen kann im Gegensatz zu dem zuerst geschilderten Verhalten der Plasmamassen Fusion eintreten, namentlich dann, wenn die beiden sich berührenden Teile durch Plasmafäden miteinander verbunden sind.

Vergeblich bemühte ich mich bisher, Plasmaballen aus ver

schiedenen, benachbarten oder nicht benachbarten Zellen eines *Elodeablattes* nach vorangegangener Plasmolyse zur Fusion zu bringen. Daß es auf dem Wege der Plasmolyse gelingt, isolierte nackte Plasmamassen zu gewinnen, hat bereits KLERCKER¹⁾ mitgeteilt. Ich verfuhr in der Weise, daß ich Blätter von *Elodea densa*, die eine halbe Stunde oder länger in $\frac{1}{2}$ n- oder n-Calciumnitratlösung gelegen hatten, mit einem scharfen Rasiermesser mitten durchschnitt; legt man die beiden Hälften mit dem Wundrand dicht nebeneinander und macht dann unter dem Deckglas die Plasmolyse rückgängig, so treten hier und da aus den angeschnittenen Zellen, deren Plasma vom Messer nicht lädiert worden ist, die Protoplasten hervor und sammeln sich als frei in der Flüssigkeit treibende Kugeln zwischen den beiden Blattstücken. Namentlich in der Mittelrippengegend treten recht zahlreiche Plasmakugeln aus den schmalen Zellen hervor, besonders wenn man durch sanften Druck auf das Präparat nachhilft; man erreicht das am besten durch Absaugen der die Blattstücke umspülenden Flüssigkeit; das durch Capillaritätswirkung sich an den Objektträger anpressende Deckglas beschleunigt sehr gut die Entleerung der Zellen. Fusionierende Plasmaballen habe ich auch bei dieser Versuchsanstellung nicht beobachten können; auch gelang es mir nicht, durch kräftigen Druck auf das Deckglas benachbarte und sich berührende Plasmakugeln zur Verschmelzung zu bringen.

2. *Allium Cepa*. — Von der Außenseite (morphologischen Unterseite) turgeszenter Zwiebelschuppen wurden Flächenschnitte, die außer den Epidermiszellen noch eine Schicht des Grundgewebes abhoben, angefertigt und mit n-Calciumnitrat plasmolysiert. In den Epidermiszellen bleibt bei der Plasmolyse das Cytoplasma vielfach noch lange durch viele Fäden mit der Zellwand in Verbindung und rundet sich erst sehr viel später zu kugligen Ballen ab, als in den Grundgewebszellen, deren Plasma erheblich leichter sich von der Wand trennt.

Betrachten wir zunächst die Epidermiszellen. Läßt man Präparate etwa 6 Stunden in n-Calciumnitrat liegen, so finden sich fast in allen Zellen je zwei oder drei abgerundete Protoplasballen, die nur hier und da noch durch Plasmafäden in Verbindung miteinander stehen, meist aber völlig frei von diesen sind. Ersetzt man die Salzlösung durch reines Wasser, so dehnen sich die

1) cfr. KLERCKER, J., Eine Methode zur Isolierung lebender Protoplasten (Ofversigt K. Vetensk.-Akad. Förhandl, Stockholm 1892, Nr. 9, S. 463; vgl. Zeitschr. f. wiss. Mikrosk. Bd. IX 1892, S. 538).

Protoplasten allmählich aus, füllen das Zellenlumen mehr und mehr und berühren sich schließlich: in demselben Augenblick verschmelzen die beiden Protoplaststücke miteinander.

Läßt man Epidermispräparate gleicher Art 22—24 Stunden in derselben Lösung liegen, so verhalten sich die Protoplaststücke bei der nachfolgenden Aussüßung des Präparates ganz anders; auch jetzt schwellen sie an und kommen schließlich zur Berührung; aber sie platten sich gegenseitig ab, deformieren sich, wenn mehr als zwei Plasmakugeln an einer Stelle zusammenkommen, zu mannigfaltigen polyedrisch fazettierten Körpern, aber fusionieren nicht miteinander. Auch nach Durchsicht sehr zahlreicher Präparate, deren jedes in vielen Zellen Material zu Beobachtungen abgab, konnte ich nur Deformationen, aber keine Verschmelzung protokollieren. Früher oder später platzt einer der sich berührenden Protoplasten entzwei.

Sehr häufig drängt sich der eine Protoplast gegen den andern vor und drückt eine dellenartige Konkavität in ihn ein. Bei den Epidermiszellen der Zwiebeln ist damit über das Schicksal der eingedellten Zellenhälfte entschieden: sofort nach der Eindellung fallen in dieser zahlreiche kleine Einzelkristalle aus; die Umrisse des Protoplasten bleiben noch eine Zeitlang scharf, dann sinkt er zusammen.

Läßt man auf Zellen, deren Protoplasten sich berühren und abplatten, von neuem n-Calciumnitratlösung einwirken, so ziehen sich die Protoplasten von neuem zusammen. Dabei kann ihr Verhalten verschieden sein: entweder die abgeplatteten Protoplasten runden sich ab und lösen sich glatt voneinander ab, — oder es erweist sich, daß sie an mehr oder minder eng begrenzten Flächen, manchmal nur an einem „Punkte“, miteinander „verklebt“ waren; während der eine Protoplast beim Zurückziehen von seinem Nachbarn eine völlig runde Fläche diesem zuwendet, zieht sich der andere zu einem Spitzchen aus, der zunächst noch an dem gegenüberliegenden Protoplasten haftet, dann sich löst und in der Masse der Plasmakugel aufgeht. Wir werden auf diese Verklebungen später noch zurückzukommen haben.

Diesen Mitteilungen liegen — wie auch den übrigen — sehr zahlreiche Einzelbeobachtungen zugrunde. Aus dem Gesagten darf nicht geschlossen werden, daß die Epidermisprotoplasten der Zwiebeln nach sechsstündigem Aufenthalt in n-Calciumnitrat durchweg und unter allen Umständen noch fusionsfähig seien; vielmehr trifft man neben fusionsfähigen sehr oft bereits solche, die nicht mehr mit einander verschmelzen können. Zellen eines

Präparates verhalten sich nicht selten verschieden; ferner scheinen auch zwischen den dem oberen und dem unteren Teil einer Zwiebelschuppe entnommenen Präparaten sowie in dem Verhalten der Zellen verschiedener Zwiebelexemplare Unterschiede zu bestehen.

Anders als die Epidermiszellen unserer *Allium*präparate verhalten sich die Grundgewebszellen. In ihnen erfolgt die Zerklüftung des Plasmaleibes bei fortschreitender Plasmolyse ungleich seltener als in den Epidermiszellen, so daß es großer Geduld bedarf, die erforderliche Zahl geeigneter Zellen in ihrem Verhalten nach Wasserzusatz zu beobachten.

Die Protoplasten der Grundgewebszellen von *Allium* sind schon dann, wenn sie nur zwei, drei oder vier Stunden in n-Calciumnitrat gelegen haben, nicht imstande, bei Wasserzusatz mit einander zu fusionieren. Wenn ihr Plasmaleib in zwei Stücke bei der Plasmolyse zerfällt, so fallen diese fast immer sehr ungleich groß aus. Bei Wasserzusatz schwellen die Teilstücke an, berühren sich, platten sich ab und können dann noch mehrere Viertelstunden unverändert nebeneinander liegen. Früher oder später geht der eine der beiden Plasmaballen zugrunde: fast immer ist es der größere von beiden, welcher zerspringt — wahrscheinlich deswegen, weil caeteris paribus die Wandung des kleineren Plasmaballens schon aus Gründen der Kapillarspannung fester ist als die des größeren.

Wir haben bisher nur von Präparaten gesprochen, die durch Plasmolyse mit Calciumnitratlösungen gewonnen worden waren. Es ist von Wichtigkeit, zu konstatieren, daß plasmolysierende Lösungen anderer Zusammensetzung an der Oberfläche der Protoplasten andere Erscheinungen und Veränderungen hervorrufen. Ich will mich hier darauf beschränken, einige mit Rohrzucker- und mit Kaliumnitratlösungen gewonnene Ergebnisse zu schildern und auch dabei nur auf *Allium cepa* einzugehen.

*Allium*präparate, die 15 bis 18 Stunden in n-Rohrzuckerlösung gelegen haben, zeigen starke Plasmolyse der Epidermis- und der Grundgewebszellen, deren Plasma aber sehr viel seltener zerklüftet erscheint als bei entsprechenden Calciumnitratpräparaten; der Protoplast der Epidermiszellen schließt sehr zahlreiche Vakuolen ein, die ihm ein morulaähnliches Aussehen geben. Nach Wasserzusatz dehnen sich die Plasmamassen langsam aus; liegen zwei Teilstücke in einer Zelle, so kommen sie schließlich zur Berührung, platten sich ab und deformieren sich gegenseitig mehr oder minder stark; Fusion tritt nicht ein, vielmehr platzt der eine oder andere Protoplast früher oder später.

Setzt man zu Rohrzuckerpräparaten gleicher Art reichlich Wasser zu, so daß die Protoplasten sehr schnell Wasser aufnehmen können, so tritt eine Art „Sprengung“ ihrer äußersten Plasmaschicht ein; aus dem Loch tritt allmählich anschwellend eine von Plasma umkleidete Vakuole hervor oder es perlen viele kleine Zellsaftblasen der Reihe nach heraus oder gar Vakuolengruppen, die zu kugligen Gruppen vereinigt erscheinen. — Ähnliches erreicht man durch mechanischen Druck. Diese Befunde erinnern in mancher Beziehung an die von PROWAZEK (s. o.) geschilderten.

Man hat bei Beobachtung dieser Vorgänge durchaus den Eindruck, daß die äußerste Plasmaschicht zu einem festen Häutchen erstarrt ist. Zellulosebildungen, die von dem schwellenden Plasma gesprengt würden, dürfen wir nicht annehmen: dagegen spricht vor allem, daß bei langsamem Wasserzufluß die kontrahierten Protoplasten normal ihr ursprüngliches Volumen wieder gewinnen; überdies gelingt es nicht, durch Behandlung mit noch stärkeren wasserentziehenden Lösungen und bei erneuter Plasma-lyse eine Zellulosehaut sichtbar zu machen.

Es würde auch zu weit führen, schon hier meine Beobachtungen mit den von DE VRIES¹⁾ gewonnenen zu vergleichen. Die Diskussion der sich anschließenden Fragen mag für eine spätere ausführlichere Veröffentlichung verspart bleiben.

Schließlich mag noch mit einigen Zeilen das Verhalten der *Allium*präparate in n-Kaliumnitratlösungen geschildert werden.

Kaliumnitrat wirkt, wenigstens bei Anwendung ca. zehnpromzentiger Lösungen, stark schädigend auf das Cytoplasma der Epidermiszellen ein. Nach zweistündigem Aufenthalt der Präparate in n-KNO₃ findet man in den Epidermiszellen meist gar nichts mehr von Cytoplasma vor, vielmehr liegen in den Zellen nur ein, zwei oder drei plasmalose Vakuolenblasen, wie sie aus der angeführten Arbeit von DE VRIES bekannt sind. Bei Wasserzusatz schwellen die Vakuolenblasen an, berühren und deformieren sich, aber kommen niemals zur Fusion. Nach einiger Zeit zerspringt eine der Vakuolenblasen.

In den Grundgewebszellen derselben Präparate finden wir zwar noch Cytoplasma an; bei Wasserzusatz aber degeneriert es sichtlich: es bilden sich kleine und größere Vakuolen in ihm, die bald nach ihrer Entstehung eine sehr deutlich sich abhebende Wand sichtbar werden lassen; diese bleibt auch erhalten, während

1) DE VRIES, Plasmolytische Studien über die Wand der Vakuolen (Jahrb. f. wiss. Bot. 1885, Bd. XVI, S. 465).

das degenerierte Plasma zerfließt. — Kommen in Grundgewebszellen nach Wasserzusatz zwei Plasmakugeln in Berührung miteinander, so können die Plasmamassen miteinander fusionieren; die vakuolige Degeneration des Plasmas wird dadurch nicht aufgehalten.

Im Anschluß hieran sei noch bemerkt, daß die Vakuolen in den mit Rohrzucker plasmolysierten Epidermiszellen nach Wasserzusatz oft miteinander sich vereinigen. Entweder müssen wir dabei annehmen, daß die Wände der Vakuolen im Gegensatz zu den oben geschilderten fusionsfähig sind, oder die Annahme vorziehen, daß jenen Vakuolen keine besondere Haut zukommt¹⁾, und ein die Fusion der beschriebenen Vakuolenblasen hinderndes Oberflächenhäutchen erst unter der Einwirkung bestimmter Faktoren gebildet wird.

3. *Spirogyra*. — Die Fäden der Spirogyren (vermutlich lag vorzugsweise *Sp. jugalis* vor) wurden in n-Rohrzucker getaucht und nach einigen Sekunden auf dem Objektträger untersucht. Der Druck des aufgelegten Deckgläschens beschleunigt sehr das Austreten der Vakuolenblasen. Wo solche zu gegenseitiger Berührung kommen, können sie lange Zeit unverschmolzen und bei starker Abplattung und Deformation nebeneinander liegen, ohne zu fusionieren. Immerhin trifft man garnicht selten den Fall, daß zwei oder noch mehr Vakuolenblasen miteinander verschmelzen. Durch mechanischen Druck auf das Deckglas — die Vakuolenblasen sind sehr widerstandsfähig — kann man die Verschmelzung beschleunigen oder willkürlich herbeiführen. — Große Vakuolenblasen werden von kleineren oft kräftig eingedellt; auch diese Deformation ertragen die Blasen gut. (Meine Versuche mit *Spirogyra* wurden ausschließlich in den Herbstmonaten angestellt.)

Ich möchte für die vorliegende Mitteilung mich mit der Schilderung der drei genannten Objekte — *Elodea*, *Allium*, *Spirogyra* — begnügen. An zahlreichen anderen Objekten konnte ich ähnliche Beobachtungen sammeln.

Vor allem geht aus ihnen hervor, daß bei zahlreichen Gewächsen und Gewebearten die Protoplastenteile, in die der Plasmaleib einer Zelle bei der Plasmolyse leicht zerfällt, nach

1) Vgl. DEGEN, A., Untersuchungen über die kontraktile Vakuole und die Wabenstruktur des Protoplasmas (Bot. Zeitg. 1905, Bd. LXIII, I. Abt., S. 163).

Zusatz von reinem Wasser beim Rückgang der Plasmolyse sich keineswegs leicht miteinander vereinigen, sondern unvereinigt lange nebeneinander liegen bleiben können und in vielen Fällen zur Wiedervereinigung überhaupt unfähig zu sein scheinen.

Vereinigung von zwei sich berührenden flüssigen Massen kann durch verschiedene Umstände verhindert oder vorübergehend unmöglich gemacht werden, vor allem dadurch, daß zwischen den beiden flüssigen Massen eine feine, die Fusion hindernde Schicht einer fremden Substanz liegen bleibt¹⁾. TOWNSEND hat daher angenommen, daß bei seinen Experimenten mit plasmolysierten Haarzellen u. a. nach Zerstörung der die Plasmaballen einer Zelle noch verbindenden Plasmafäden die zerstörte Substanz der letzteren die Fusion der Plasmaballen nach Rückgang der Plasmolyse verhindere²⁾. In zahlreichen der von mir beobachteten Fälle erwies sich das Nichtverschmelzen als unabhängig von dem Vorhandensein von Plasmafäden; daß sich die Plasmaballen und Vakuolenblasen tatsächlich berührten und nicht durch irgendeine Zwischenschicht von Wasser getrennt blieben, geht aus dem Verkleben der sich berührenden Teile, das nach erneuter Plasmolyse erkennbar wird, hervor.

Die gewonnenen Beobachtungen führen zu der Annahme, daß durch Plasmolyse die Oberfläche der Protoplasten sich bei bestimmten Objekten in einer Weise verändert, daß die Fusion getrennter Plasmaballen erschwert oder unmöglich werden kann; vermutlich handelt es sich um Bildung einer Art von Haptogenmembran auf der Oberfläche des Plasmas. Die Veränderungen in der Oberflächenbeschaffenheit können — wenigstens bei einigen der Objekte — viele Stunden in Anspruch nehmen und sind bei Anwendung verschiedener Plasmolytika verschieden.

Versuche über die Fusionsfähigkeit isolierter plasmatischer Gebilde sind nicht nur imstande, über den Aggregatzustand der vorliegenden Zellenorgane oder Organteile und insbesondere über den ihrer Oberfläche aufzuklären, sondern versprechen auch Aufklärung über biologisch wichtige Fusionsvorgänge (wie z. B. bei der Befruchtung oder der Plasmodienbildung), über das physiologische Verhalten plasmolysierter Zellen u. a. m. zu geben. Es dürfte

1) Vgl. z. B. FREUNDLICH, H., Kapillarchemie, Leipzig 1909, S. 260 ff.

2) TOWNSEND, CH. O., Der Einfluß des Zellkerns auf die Bildung der Zellhaut (Jahrb. f. wiss. Bot. 1897, Bd. XXX, bes. S. 495.

daher angemessen sein, auf die hier geschilderten Vorgänge in einer späteren Veröffentlichung ausführlich zurückzukommen und dabei die einschlägige botanische und zoologische Literatur zu diskutieren.

Kiel, Botan. Institut d. Universität, Dezember 1909.

75. A. J. Lebedeff: Über die Assimilation des Kohlenstoffes bei wasserstoffoxydierenden Bakterien.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 15. Dezember 1909.)

In nächster Zeit beabsichtige ich eine ausführliche Abhandlung über die Assimilation des Kohlenstoffes bei wasserstoffoxydierenden Bakterien zu veröffentlichen. Die wichtigsten Ergebnisse meiner diesbezüglichen Untersuchungen möchte ich aber schon jetzt in aller Kürze mitteilen.

Als Resultat meiner weiteren Untersuchungen über die Oxydation des Wasserstoffes durch Bakterien¹⁾ erhielt ich ein monotrichiales bewegliches Stäbchen in reiner Kultur, welches in den flüssigen Kulturen ein starkes Häutchen bildet. Dieses Mikrob besitzt die Eigenschaft, den Kohlenstoff autotroph aus der CO_2 zu assimilieren. Die zu diesem endothermischen Prozesse notwendige Energie erhält das erwähnte Mikrob dank seiner Befähigung zur Oxydation des H_2 zu Wasser.

Zur Untersuchung des Gaswechsels unter autotrophen Bedingungen verwendete ich folgende Nährlösung:

H_2O — 1000,0
 KNO_3 — 2,0
 NaH_2PO_4 — 0,5
 MgSO_4 — 0,2
 Fe_2Cl_6 — Spuren.

Die Untersuchung des Gaswechsels ergab, daß die Entwicklung der Mikroorganismen mit einer Absorption von CO_2 , H_2 , O_2 und

1) Centralblatt f. Bakter., Bd. XVII, 1906. S. 350. Biochemische Zeitschrift, Bd. VII, S.1. Verhandlungen des I. MENDELEJEFFSchen Kongresses auf dem Gebiet der allgemeinen und angewandten Chemie zu St. Petersburg 1908. (Russisch.)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1909

Band/Volume: [27](#)

Autor(en)/Author(s): Küster Ernst

Artikel/Article: [Über die Verschmelzung nackter Protoplasten. 589-598](#)