

## 5. B. Frank: Ueber den experimentellen Nachweis der Assimilation freien Stickstoffs durch erdbodenbewohnende Algen.

Eingegangen am 18. Januar 1889.

Dass durch die Thätigkeit der höheren Pflanzen eine Ueberführung von freiem Stickstoff der Luft in Stickstoffverbindungen bewirkt wird, muss jetzt durch die darüber angestellten wissenschaftlichen Experimente und durch Feldversuche im Grossen als erwiesen angesehen werden; ich verweise in dieser Beziehung auf meine im 7. Heft des Jahrganges 1886 dieser Berichte enthaltene Mittheilung und namentlich auf meine grössere Arbeit über die Stickstoffernährung der Pflanzen in den Landwirthschaftlichen Jahrbüchern 1888, Heft 2 und 3.

Nun liegen aber auch Beobachtungen vor, nach denen auch der nicht mit höheren Pflanzen bestandene Boden, wenn er der Luft und dem Lichte längere Zeit ausgesetzt ist, sich an Stickstoffverbindungen bereichert. Schon BOUSSINGAULT<sup>1)</sup> hat bei einem Versuche, wo 120 g einer aus einem dunkeln Sande bestehenden Pflanzenerde in einem offenen Gefässe drei Monate lang stehen blieben und dabei täglich mit ammoniakfreiem Wasser begossen wurden, eine Vermehrung des Stickstoffes von 0,3132 auf 0,3222 g gefunden. Er glaubte das nur durch die Annahme erklären zu können, dass in der Dammerde eine langsame Verbrennung des Stickstoffes der Atmosphäre zu Salpetersäure vor sich gehe, ohne dass er jedoch einen Beweis für diese Vermuthung erbracht hätte. Besonders aber wurde BERTHELOT<sup>2)</sup> durch Versuche mit einem gelben sandigen Lehmboden und einem weissen Kaolinthon wieder auf diese Thatsache gelenkt. Er liess diese Böden in weiten offenen Gefässen längere Zeit theils im Zimmer, theils im Freien stehen und fand dann fast in allen Fällen eine Zunahme von Stickstoff. Wenn er aber die gleichen Bodenarten nach vorhergegangener Sterilisirung diesem Versuche unterwarf, so ergab sich keine Zunahme, sondern ungefähr ein Gleichbleiben des Stickstoffgehaltes. Auch bemerkte er, dass in den nicht sterilisirten Böden die Stickstoffzunahme

1) *Agronomie etc.* I. Paris 1860, pag. 318, 356.

2) *Fixation directe d'azote atmosphérique libre par certains terrains argilleux.* Compt. rend. 1885, pag. 775.

während des Winters so gut wie stille stand. Die Analyse ergab, dass die Zunahme an Stickstoff nicht in der Form von Ammoniak oder Nitrat, sondern in derjenigen von organischen Stickstoffverbindungen eintrat. Alles dies zusammengenommen brachte BERTHELOT auf den Gedanken, dass hierbei Mikroorganismen des Erdbodens thätig sind. Den wirklichen Nachweis solcher hat BERTHELOT freilich nicht erbracht. Auch ist sein Versuch nach einer andern Richtung nicht ganz einwurfsfrei; denn auf den nicht sterilisirten Böden gingen auch Samen von Unkräutern auf, und es war somit die stickstoffanreichernde Wirkung höherer Pflanzen, die ja inzwischen nachgewiesen ist, nicht ausgeschlossen. Dagegen haben andere Forscher mit anderen Bodenarten das entgegengesetzte Resultat erhalten; so besonders DIETZELL<sup>1)</sup>, welcher Gartenerde, also offenbar einen humusreichen Boden, zu ähnlichen Versuchen verwendete und dabei einen Verlust an Stickstoff bis zu 10,24 pCt. beobachtete. Ich selbst habe, wie in meiner erst-erwähnten Mittheilung berichtet wurde, mit DIETZELL übereinstimmende Resultate gewonnen bei verschiedenen humushaltigen Bodenarten und gezeigt, dass der dabei eintretende Stickstoffverlust nur zu einem sehr geringen Theile auf einer Verflüchtigung von Ammoniak, zu weitaus grösstem Theile auf einem Freiwerden und Entweichen von Stickstoff beruht, welches mit der allmählichen Zersetzung stickstoffhaltiger organischer Substanz, wie sie im Humus sich befindet, verbunden ist. Bei späteren, in meiner letzten grösseren Arbeit publicirten Versuchen, die ich so wie BERTHELOT mit einem humusfreien oder doch wenigstens äusserst humusarmen Boden anstellte, habe ich dagegen in der That Stickstoffzunahme und zwar ganz ohne Betheiligung höherer Pflanzen erhalten. Es war dies ein in der Mark Brandenburg vorkommender ganz heller Flugsand, der von einer nicht in Cultur befindlichen und kaum von Vegetation bedeckten Stelle genommen worden war. Derselbe wurde in grossen offenen Glasschalen im Freien unter einem Glasdach zum Schutz vor Regen aufgestellt und immer nur mit reinem destillirten Wasser so begossen, dass er sich mässig feucht erhielt. Während der 134 Tagen, die er so der Luft und dem Lichte ausgesetzt war, blieb er völlig frei von Pflanzenwuchs. Danach wurde sowohl von diesem Boden als auch von einer Probe, welche vor Beginn des Versuches von demselben behufs Vergleichsanalyse genommen und trocken aufbewahrt worden war, die Stickstoffbestimmung nach der VARRENTRAP-WILL'schen Methode unter Anwendung aller Vorsichtsmassregeln gemacht. Es ergab sich, dass dieser Boden, der vor dem Versuche einen procentigen Stickstoffgehalt von 0,0034 zeigte, nach demselben einen solchen von 0,00426, in einem andern Falle von 0,00476 erreicht hatte.

1) Sitzung für landwirthsch. Versuchswesen der Naturforscherversammlung zu Magdeburg 1884.

Aus der Analyse ging hervor, dass der Salpetersäuregehalt nicht bemerklich sich geändert hatte, und dass die Stickstoffzunahme in Form von organischen Stickstoffverbindungen eingetreten war. Die nähere Betrachtung, zumal die mikroskopische Prüfung der Bodenproben, die zu den Versuchen gedient hatten, leiteten sehr bald auf die Erklärung. Die oberflächliche Schicht des Sandes in den Glasschalen war durch eine feinfaserige graugrünliche Masse zu einer zusammenhängenden dünnen Haut oder Kruste verwebt. Das Bindemittel, welches hier die Sandkörnchen zusammenhielt, erwies sich unter dem Mikroskope als eine Menge von Algen, welche sich während der Versuchsdauer im Boden gebildet und natürlich in der oberflächlichen, dem Lichte am meisten zugänglichen Bodenschicht am reichlichsten entwickelt hatten; auch an den Seiten zwischen der Glaswand und dem Boden war eine üppige Vegetation dieser Kryptogamen in grünen, gelben und rothen Farben entstanden. Es fanden sich einige Formen spangrüner *Oscillarien* und rein grüner *Ulothrix*, *Pleurococcus*, *Chlorococcum*, wohl auch Vorkeimfäden von Moosen. Von all diesen Gebilden fand sich in der vor dem Versuche zurückbehaltenen Controlprobe des Bodens nichts. Das Mehr an Stickstoff, welches der Boden nach dem Versuche zeigte, war also durch die Eiweissstoffe dieser sehr protoplasmareichen Algenzellen bedingt. Somit wird die Stickstoffzunahme, welche die früheren Versuchsansteller mit blossem Boden erhalten haben, ebenfalls auf die Entstehung solcher Algen, deren Keime offenbar schon in den Böden enthalten sind, zurückzuführen sein, also nicht pilzlicher Kryptogamen, wie BERTHELOT anzunehmen geneigt schien. Die Bedingungen für die Entstehung solcher Algen waren auch bei jenen Versuchsanstellungen gegeben, und sicher würden die betreffenden Forscher diese Kryptogamenvegetation gefunden haben, wenn sie ihre Versuchsböden mikroskopisch analysirt hätten. Eine Bindung von Stickstoff im Erdboden auf anorganischem Wege, wie BOUSSINGAULT sich dachte, ist aber wenigstens bei gewöhnlichen Temperaturen entschieden nicht anzunehmen, worüber ich wegen des Näheren auf meine oben erwähnte grössere Arbeit verweise.

Mit dem Nachweis, dass, wenn sogar ein von Pflanzen anscheinend ganz freier Boden im Laufe der Zeit sich an Stickstoff bereichert, dies auf einer Entwicklung zahlreicher mikroskopisch kleiner Algen beruht, ist die Thatsache festgestellt, dass jede factische Stickstoffvermehrung im Ackerboden überhaupt ohne die Thätigkeit von Vegetabilien nicht zu Stande kommt; immer sind es Pflanzen im weitesten Sinne, gleichgültig, welcher Art im Näheren, welche hierbei im Spiele sind.

Diese Beobachtungen sprechen gewiss nachdrücklich für den Gedanken, dass es die lebende Pflanzenzelle ist, welche den elementaren



Stickstoff zu assimiliren, also in Stickstoffverbindungen überzuführen im Stande ist. Allein vor einer strengen Kritik können sie offenbar noch nicht als exacter Beweis dafür angesehen werden. Nun haben aber gerade diese Algen vor den grösseren Pflanzen den Vorzug, dass mit ihnen in kleineren und vollständig geschlossenen Glasgefässen experimentirt werden kann, und der Versuch also unter Befolgung aller Vorsichtsmassregeln und Ausschliessung aller Fehlerquellen sich anstellen lässt. Ich habe daher mit diesen Algen eine Anzahl Versuche gemacht, durch welche die obige Frage entschieden wird. Die Stickstoffbestimmungen der Bodenproben hat Herr Chemiker HOBBS in meinem Institute ausgeführt. Dieselben sind ebenfalls nach der VARRENTRAP-WILL'schen Methode gemacht worden. Für jede Verbrennung wurden circa 20–30 g Bodensubstanz angewandt, weil es sich um einen ziemlich stickstoffarmen Sand handelte.

Zu diesen Versuchen benutzte ich wiederum einen hellen, von einer vegetationsfreien Stelle genommenen Flugsand, dem vorher ein wenig Mergel beigemischt wurde. Nachdem dieser Boden gehörig durch einander gemischt worden war, brachte ich in Glaskolben je 180 g davon und feuchtete dann den Inhalt mit reinem Wasser an. Die Oeffnung des Kolbens wurde mit einem Wattepfropf geschlossen, welcher zwar Ein- und Austritt von Luft gestattet, aber ein Eindringen fremder organischer Keime von aussen verhinderte, übrigens so gut schloss, dass während der vielwöchentlichen Versuchsdauer der Boden innerhalb der Kolben nicht sein ganzes Wasser verlor. Die so hergerichteten Kolben wurden nun in folgender Weise behandelt. Zwei wurden ohne Weiteres an einem Westfenster so aufgestellt, dass sie dem Tages- und Sonnenlichte ausgesetzt waren. Einer wurde ebenfalls ohne weitere Behandlung, jedoch mit einer Umbüllung von schwarzem Papier, welche alle Lichtstrahlen abhielt, neben die beiden vorigen Kolben gestellt. Ein vierter endlich wurde zunächst im Dampfsterilisirungsapparate 6 Stunden lang der Siedehitze ausgesetzt und dann ohne Weiteres und unverdunkelt neben die anderen Kolben gebracht. So blieben die Gefässe, ohne dass weiter etwas mit ihnen vorgenommen wurde, vom 15. April bis 18. August, mithin 18 Wochen lang, stehen. Die Keime der bodenbewohnenden Algen müssen in jeder kleinen Probe des natürlichen Erdbodens vorhanden angenommen werden. Wir hätten also bei unseren Versuchen einmal den Boden unsterilisirt und am Lichte, wo also Algenentwicklung möglich ist, zweitens unsterilisirt, aber im Dunkeln, wo der Mangel des Lichtes die Entwicklung dieser grünen Kryptogamen hindert, während chlorophyllfreie, also pilzliche Organismen nicht in ihren Entwicklungsbedingungen gestört sein würden, endlich drittens den Boden sterilisirt, wo also trotz der Lichteinwirkung jedwede Organismenentwicklung ausgeschlossen ist. Der Erfolg entsprach nun den Erwartungen vollständig. Schon am 1. Mai

zeigten die beiden am Lichte stehenden unsterilisirten Kolben deutlichen Anfang von Grünwerden des Sandes an einzelnen Punkten; in den folgenden Wochen färbten sich immer neue Stellen der Oberfläche und des der Glaswand anliegenden Bodens grün oder schmutzig-grün, und die vorhandenen grünen Flecken nahmen an Umfang und Farbentiefe immer zu, so dass zuletzt die ganze Oberfläche der Böden mit einem in den Farben schwarzgrün, schmutziggrün und rothgelb wechselnden Ueberzug bedeckt erschien, der vielfach sogar zu einer faltigen Haut erstarkt war.

Eine mikroskopische Prüfung, die bei dem Abschluss des Versuches vorgenommen wurde, ergab an vorhandenen Algenformen: zwei durch ungleiche Dicke der Fäden unterschiedene blaugrüne *Oscillaria*-Formen, eine blaugrüne *Nostoc*-Form, welche vielfach Homogonien bildete, eine gelbgrüne, nur in klumpenförmigen Homogonien auftretende *Nostoc*-Form, eine gelbgrüne bis reingrüne *Microcystis*, sowie eine *Gloeocapsa*, die durch ihr rothgelbes Protoplasma die röthlichen Färbungen des Sandes bedingte. In dem unsterilisirten verdunkelten Kolben sah der Boden gerade ebenso aus, wie beim Beginn des Versuches, ohne jede Spur von Grün. Die mikroskopische Prüfung desselben liess nichts von lebenden Organismen finden: keine Algen, auch keine Bakterien oder Infusorien; nur einige eiförmige, geöffnete, leere Zellhäute, die vielleicht von Infusorien herrührten, die sich gleich beim Anfang des Versuches entwickelt hatten. Der sterilisirte am Lichte gestandene Kolben war ebenfalls völlig unverändert im Aussehen und zeigte keine Spur von Leben, auch keine leeren Infusorienhäute. Die Kolben wurden nun vollständig ausgeleert, zuletzt mit Wasser ausgespült, und der Inhalt sammt dem Waschwasser auf dem Wasserbade zu Trockne gebracht. Dann wurde die Masse in der Reibschale sorgfältig zerrieben und durchgemengt, sodass die Substanz der Algen mit dem Sande gleichmässig gemischt war. Darauf wurden die Stickstoffbestimmungen der Bodenproben, die vor der Analyse bis zur Gewichtskonstanz getrocknet wurden, gemacht und ergaben folgendes Resultat:

(Siehe Tabelle auf Seite 39.)

Hierzu ist zu bemerken, dass der Versuchsboden, wie besonders geprüft wurde, vor wie nach dem Versuche nur minimale Spuren von Salpetersäure enthielt. Wenn die letztere in so kleinen Mengen neben organischer Substanz vorhanden ist, so wird ihr Stickstoff bei der Verbrennung mit Natronkalk mit gewonnen. Die hier gefundenen Zahlen geben also den gesammten Stickstoff des Bodens an. Die Prüfung auf Ammoniak ergab, dass auch davon nur unbestimmbare Spuren vorhanden waren; nur in dem einen der am Lichte gewesenen, mit Algen erfüllten Kolben wurde eine etwas grössere Menge davon gefunden, deren Stickstoff etwa 0,001 pCt. betrug, und die offenbar aus den Algen-



	Ange- wandte Substanz	Gewoge- nes Platin	Platin in	Stickstoff in
	<i>g</i>	<i>g</i>	pCt.	pCt.
Boden vor dem Ver- such.	25,9706 21,9943	0,0080 0,0070	0,031 0,032	0,0044 } 0,0046 } im Mittel 0,0045
Boden, unsterilisirt, im Lichte, No. 1.	24,5946 27,5324	0,0145 0,0156	0,059 0,057	0,0084 } 0,0081 } " " 0,0082
do. No. 2.	26,1314 27,6988	0,0163 0,0163	0,062 0,059	0,0089 } 0,0084 } " " 0,0086
Boden, unsterilisirt, im Dunkeln.	23,9642 30,5663	0,0035 0,0073	0,015 0,024	0,0021 } 0,0034 } " " 0,0027
Boden, sterilisirt, im Lichte.	26,6527 25,2934	0,0062 0,0072	0,023 0,028	0,0033 } 0,00409 } " " 0,0037

zellen stammte. Der Stickstoffgehalt von 0,0045, den der Boden schon vor dem Versuche besass, kam also so gut wie ausschliesslich auf kleine organische Beimengungen, die ihm von Haus aus inne- wohnten, und die sich während des Versuches in den unsterilisirten, am Lichte befindlichen, also von Algen durchwucherten beiden Böden vermehrten, denn in diesen hat sich der organische Stickstoff beinahe verdoppelt, während er in den von Algen frei gebliebenen verdunkelten und sterilisirten Bodenproben eher abgenommen hat, was wohl aus der allmählichen Zersetzung eines Theiles der stickstoffhaltigen Bestandtheile des Bodens sich erklärt.

Nun ist aber noch der Beweis zu erbringen, dass die Algen, welche bei diesen Versuchen sich entwickeln, das Mehr an Stickstoff, welches sie repräsentiren, wirklich aus elementarem Stickstoff schöpfen. Denn es liesse sich der Einwand machen, dass es die in der Luft enthaltenen Spuren von Ammoniak sind, welche im Laufe der Zeit von diesen Algen absorbirt und zu ihrer Ernährung verwendet werden. Zwar fand sich in der Luft der Räume, in denen die Versuche angestellt wurden, keine nachweisbare Menge von Ammoniak, wenn ein grösseres Quantum dieser Luft durch Schwefelsäure geleitet wurde. Trotzdem habe ich den directen Versuch gemacht, um jenen Einwand zu beseitigen. Dieser Versuch ist, wie das Folgende zeigen wird, eine Nachahmung des bekannten BOUSSINGAULT'schen Fundamentalversuches, der darauf beruht, dass in einem luftdicht abgeschlossenen Raume den Pflanzen eine nur freien Stickstoff enthaltende Luft zugeführt wird, und der dann das Vermögen oder Unvermögen der Pflanzen, freien Stickstoff zu verarbeiten beweist, je nachdem der Stickstoffgehalt von Boden und Pflanzen zusammen bei Abschluss des Versuches entweder grösser geworden ist als vor dem Beginn desselben oder ihm gleich

geblieben ist. Es wurden zwei Kolben in der gleichen Weise wie bei den vorigen Experimenten mit je 180 g desselben Bodens beschickt, dann mit einem luftdicht schliessenden Kautschukpfropfen verschlossen, durch den zwei Glasröhren ins Innere der Kolben führten. Die eine Glasröhre stand aussen mit einer gläsernen U-Röhre in Verbindung, welche Bimssteinstücke enthielt, die mit Schwefelsäure getränkt waren. Das äussere Ende der anderen Glasröhre wurde an die Wasserstrahlpumpe angeschlossen. Es liess sich also, wenn die letztere in Thätigkeit gesetzt wurde, beliebig lange durch die Kolben ein Luftstrom leiten, der völlig von Ammoniak befreit war und also Stickstoff nur in unverbundener Form in die Kolben gelangen liess. Bisweilen wurde aus dem Kohlensäure-Entwicklungs-Apparat etwas Kohlensäure in die Gefässe gelassen. Der Versuch dauerte vom 21. Mai bis 17. November, also 180 Tage. Seit dem 15. Juni hatten sich wiederum die schmutzig grünen Anflüge von Algen-Vegetation zu zeigen begonnen, die dann immer dichter und ausgebreiteter wurden, zuletzt den ganzen Sand überzogen, oben, an den Seiten und bis zum Boden der Gefässe. Der Inhalt wurde zuletzt in der gleichen Weise, wie bei den obigen Versuchen, zubereitet und zur Stickstoffbestimmung verwendet. Diese lieferte nachstehendes Resultat:

	Angewandte Substanz <i>g</i>	Gewogenes Platin <i>g</i>	Platin in pCt.	Stickstoff in pCt.
No. 1 . . . {	27,2663 31,5322	0,0105 0,0142	0,038 0,045	0,0055 0,0063 } im Mittel 0,0059
No. 2 . . . {	28,5474 21,0952	0,0135 0,0092	0,047 0,044	0,0068 0,0063 } " " 0,0065

Da dieser Sandboden also vor dem Versuche einen Stickstoffgehalt von 0,0045 hatte, so ist auch hier durch die Algen-Entwicklung eine Zunahme des Stickstoffgehaltes, nämlich auf 0,0059, beziehentlich 0,0065, eingetreten. Salpetersäure und Ammoniak waren in nicht bestimmbaren Spuren vorhanden.

Die vorstehenden Versuche beweisen, dass der Erdboden für sich allein den atmosphärischen Stickstoff nicht in Stickstoff-Verbindungen überführen kann, und dass, wenn solches eintritt, es nur geschieht durch niedere Algen, die sich in demselben entwickeln und die Fähigkeit besitzen, freien atmosphärischen Stickstoff zu vegetabilischen Stickstoff-Verbindungen zu assimiliren.

Diese Ergebnisse haben noch eine weitertragende Bedeutung, indem sie geeignet sind auch auf den eigentlichen physiologischen Process der Assimilation elementaren Stickstoffes durch die Pflanzen

ein gewisses Licht zu werfen, einen Process, der bis in die neueste Zeit von den Pflanzenphysiologen geleugnet wurde, und über dessen eigentliches Wesen wir auch bis jetzt, nachdem er an den Phanerogamen unwiderleglich constatirt war, noch so gut wie garnichts wussten. Dieser Mangel aller positiven Kenntnisse hat freilich nicht gehindert, dass Manche sich schon eine ganz bestimmte Ansicht darüber gebildet haben. HELLRIEGEL hat namentlich in den landwirthschaftlichen Kreisen durch seine Arbeiten in den letzten Jahren die Ansicht zu begründen gesucht, dass die Fähigkeit elementaren Stickstoff zu assimiliren, den Leguminosen, auf die er diese Fähigkeit beschränkt glaubt, ermöglicht werde durch die auf eben diese Pflanzenordnung beschränkten bekannten Wurzelknöllchen, nämlich durch Vermittelung der Pilze, welche in diesen Knöllchen zur Entwicklung kommen. Nun ist aber constatirt, dass auch andere Phanerogamen als Leguminosen freien Stickstoff zu assimiliren vermögen; besonders haben meine neuesten noch nicht publicirten Versuche mit Raps und mit Hafer auf einem für diese Pflanzen besonders geeigneten Boden eine sehr bedeutende Stickstoffanreicherung durch Vermittelung dieser Pflanzen ergeben; übrigens war auch schon von anderen Forschern diese Fähigkeit der Nicht-Leguminosen constatirt worden. Die im Vorstehenden mitgetheilten Beobachtungen, nach denen selbst niedere Algen von freiem Stickstoff zu leben vermögen, machen es immer mehr wahrscheinlich, dass die Assimilation elementaren Stickstoffes über die ganze mit Chlorophyll begabte Pflanzenwelt verbreitet ist. Wir können noch weitere Schlüsse ziehen: Diese einfach organisirten Algen belehren uns, dass es für die Stickstoff-Assimilation keines besonderen Organes bedarf, sondern dass schon die einfachste Form der Pflanzenzelle, die nichts als ein durch Chlorophyll und verwandte Farbstoffe gefärbtes Protoplasma darstellt, stickstoffbindende Kraft besitzt. Hiernach ist der Gedanke berechtigt, dass die Assimilation des elementaren Stickstoffes gerade so ein einheitlicher fundamentaler Process im ganzen Pflanzenreiche ist, wie die Assimilation der Kohlensäure, und dass die eine wie die andere ihre Erklärung für das ganze Pflanzenreich finden wird, sobald einmal an einem Objecte die Vorgänge näher erkannt sein werden. Einen näheren Einblick in den physiologischen Act, wie die Stickstoff-Assimilation bei der höheren Pflanze sich vollzieht, erhalten wir freilich durch die Thatsache nicht, dass auch in der einfachen Algenzelle dieser Prozess stattfindet, denn bei einzelligen Organismen müssen eben nothwendig alle Lebensfunctionen in der einen Zelle vereinigt sein. Dass aber gerade so, wie bei der Kohlensäure-Assimilation, auch hier das lebende Plasma der eigentliche Träger des Vorganges ist, kann hiernach kaum bezweifelt werden. Ob dabei auch der Chlorophyll-Farbstoff theilhaftig ist, bleibt noch zu beantworten, sind ja doch über dessen Bedeutung selbst bei



der Kohlensäure-Assimilation die Acten noch nicht geschlossen. Ich habe weitere Versuche an den höheren Pflanzen begonnen, in der Absicht, dem physiologischen Act der Stickstoff-Assimilation näher auf die Spur zu kommen, und werde seiner Zeit darüber berichten.

Pflanzenphysiologisches Institut der Königl. landwirthschaftlichen Hochschule zu Berlin.

---

## 6. Ludwig Klein: Neue Beiträge zur Kenntniss der Gattung *Volvox*.

(Mit Tafel III.)

Eingegangen am 18. Januar 1889.

---

Nach Abschluss und Absendung des Manuscriptes meiner grossen *Volvox*-Arbeit, die ungefähr gleichzeitig mit dieser Mittheilung im 20. Bande von PRINGSHEIM's Jahrbüchern erscheinen dürfte, habe ich an meinem hiesigen, lebenden *Volvox*-Material noch einige interessante Beobachtungen gemacht, die ich anfangs obigem Opus als Nachtrag anfügen wollte. Da erhielt ich durch die Güte des Herrn Dr. MIGULA in Karlsruhe, dem ich dafür auch an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank ausspreche, einige höchst interessante Präparate von *Volvox aureus* mit neuen, von mir noch nicht beobachteten Combinationen der Zusammensetzung, die mich bestimmten, einen kleinen Aufsatz an dieser Stelle erscheinen zu lassen, um durch beigefügte Abbildungen die Darstellung in wünschenswerther Weise erläutern zu können.

In meiner ersten *Volvox*-Arbeit<sup>1)</sup> war ich auf Grund meiner eigenen Beobachtungen an *Volvox aureus* und der Angaben WILLS'<sup>2)</sup> bei *Volvox globator* zur Annahme geneigt, dass der Geburtsact der reifen Tochterfamilien bei beiden Arten recht verschieden verlaufe: bei *Volvox globator* öffnet sich die Muttercolonie, welche beweglich bleibt, langsam an dem „Nordpol“, sämmtliche Tochterkugeln treten durch die nämliche Oeffnung aus, die dabei jedesmal etwas gedehnt wird, um sich

---

1) PRINGSHEIM's Jahrbücher, Band 20, pag. 166.

2) WILLS, On the structure and life history of *Volvox globator*, Midland Naturalist III, Sept.-October 1880.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1889

Band/Volume: [7](#)

Autor(en)/Author(s): Frank B.

Artikel/Article: [Ueber den experimentellen Nachweis der Assimilation freien Stickstoffs durch erdbodenbewohnende Algen. 34-42](#)