

Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften

zu München.

Jahrgang 1863. Band II.

München.

Druck von F. Straub (Wittelsbacherplatz 3).

1863.

In Commission bei G. Franz.

53 G

2000

1333, 2

- a) Serosa.
- b) Gefäßhaltige Schichte des Exsudates.
- c) Gefäßlose Schichte.

Fig. 7. Zottenförmige Stücke von der obersten gefäßlosen Schichte desselben Faserstoffexsudates.

Die Kerne sind spärlich, die Zwischensubstanz reichlich. Bei a ist Epithel auf einem Zottenstiele.

Herr Pettenkofer berichtet über eine von Herrn Professor Schönbein in Basel eingesendete Abhandlung:

„Ueber die katalytische Wirksamkeit organischer Materien und deren Verbreitung in der Pflanzen- und Thierwelt“.

Sicherlich gehören sämtliche Erscheinungen, welche Berzelius mit dem Namen „katalytische Wirkungen“ bezeichnete, immer noch zu den unverstandenen Thatsachen der Chemie und vor Allem diejenigen, welche sich auf organische Materien beziehen, wie z. B. das Zerfallen des Traubenzuckers in Weingeist und Kohlensäure unter dem Berührungseinflusse der Hefe und die Bildung der oben genannten Zuckerart aus Stärke und Wasser unter der Mitwirkung der Diastase.

Da ich der Ansicht bin, dass diese Gattung von Erscheinungen ein hohes theoretisches Interesse besitze und an die Entdeckung ihrer nächsten Ursache ein namhafter Fortschritt der wissenschaftlichen Chemie sich knüpfen werde, so habe ich mich in neuer und neuester Zeit vielfach mit denselben beschäftigt und namentlich die durch das Platin bewerkstelligte Umsetzung des Wasserstoffsperoxides in Wasser und gewöhnlichen Sauerstoff wie auch die unter dem Einflusse des gleichen Metalles eingeleitete Bildung des

Wassers aus gewöhnlichem Sauer- und Wasserstoff zum Gegenstande meiner Untersuchungen gemacht, von der Ansicht geleitet, dass diese Vorgänge gleichsam die Urbilder aller katalytischen Erscheinungen seien und daher das Verständniss derselben zu demjenigen aller Uebrigen führen werde.

Was nun die erwähnte Umsetzung des Wasserstoffsperoxides betrifft, so suche ich die nächste Ursache davon bekanntlich in dem Vermögen des Platins, das mit ihm in Berührung tretende \oplus des $\text{HO} + \oplus$ in \ominus umzukehren und in der Fähigkeit dieses \ominus mit dem \oplus des ausserhalb der Metallberührung liegenden Wasserstoffsperoxides zu O sich auszugleichen, welches als Solches mit HO nicht chemisch verbunden bleiben kann.

Zum bessern Verständniss der nachstehenden Angaben muss ich zuvorderst einen der thatsächlichsten Gründe, welche mich zu dieser Annahme bestimmt haben, hier in Erinnerung bringen, nämlich das Verhalten des Wasserstoffsperoxides zur Guajak tinktur unter Beisein des Platins. Bekanntlich verhält sich diese Harzlösung zum ozonisirten Sauerstoff (\ominus) genau wie der Stärkekleister zum Jod. Dieselbe wird nicht nur vom freien, sondern auch gebundenen Ozon ($\text{P}^b\text{O} + \ominus$) tief gebläut, während das an Wasser gebundene Antozon (\oplus) ohne alle Wirkung auf die besagte Tinktur ist. Führt man aber in die HO_2 -haltige Harzlösung nur kleine Mengen sauerstofffreien Platinmohres ein, so färbt sich das Gemisch unverweilt tiefblau, gradeso wie die Tinktur für sich allein durch das Bleisuperoxid oder irgend ein anderes Ozonid gebläut wird, welche Thatsache allein schon zeigt, dass unter dem Einflusse des Platins das \oplus des Wasserstoffsperoxides die chemische Wirksamkeit des Ozons erlange, d. h. nach meiner Sprachweise in \ominus umgekehrt werde.

Wie sich nun das Platin verhält, so auch die übrigen

edlen Metalle z. B. das Quecksilber, Gold, Silber, Osmium u. s. w., welche alle die HO_2 -haltige Guajaktinktur rasch bläuen; von den gleichen Metallen wissen wir aber auch, dass sie ähnlich dem Platin das Wasserstoffsperoxid zerlegen, ohne dabei selbst oxidirt zu werden. Hieraus erhellt, dass das Vermögen dieser Körper, HO_2 zu katalysiren, mit ihrer Fähigkeit, die HO_2 -haltige Guajaktinktur zu bläuen, innig genug verknüpft sei, um aus dem einen Verhalten auf das andere schliessen und annehmen zu dürfen, dass die beiden Wirkungen von der gleichen Ursache hervorgebracht werden. Es ist deshalb auch die HO_2 -haltige Guajaklösung ein äusserst werthvolles Untersuchungsmittel, wenn es sich darum handelt, in bequemer Weise Stoffe aufzufinden, welche nach Art des Platins das Wasserstoffsperoxid zerlegen und aus den nachstehenden Angaben wird man ersehen, dass die Anwendung dieses Mittels mich zur Entdeckung einer grossen Anzahl derartiger Materien in der Pflanzen- und Thierwelt geführt hat. Für diejenigen, welche an solchen Untersuchungen ein Interesse nehmen, sei noch bemerkt, dass ich mich immer einer frisch bereiteten Guajaktinktur bediene, die etwa 1% Harz und ebenfalls nur wenig Wasserstoffsperoxid enthält.

Verbreitung katalytisch wirkender Materien in der Pflanzenwelt.

Kleber. HO_2 -haltige Guajaktinktur mit wenig Waizenmehl zusammen gerührt, färbt sich bald tiefblau und das gleiche Mehl in Wasserstoffsperoxid eingeführt, verursacht eine ziemlich lebhafte Entwicklung gewöhnlichen Sauerstoffgases. Da die reine Stärke weder die eine noch die andere dieser Wirkungen hervorbringt, so liesse sich schon hieraus vermuthen, dass dieselben von dem im Mehl enthaltenen Kleber herrühren. Beim Zusammenbringen frischen oder alten und von Stärke völlig befreieten Klebers mit Wasserstoffsperoxid treten in der That an jenem bald so

[1863. II. 1.]

7



viele Luftbläschen auf, dass diese ihn in die Höhe heben, und fängt man das hierbei sich entbindende Gas auf, so verhält es sich bei näherer Untersuchung als gewöhnlicher Sauerstoff.

Diastase. Geschrotetes Gerstenmalz bläut die HO_2 -haltige Harzlösung ziemlich rasch und tief, wie es auch unter sichtlicher Entbindung von Sauerstoffgas das Wasserstoffsuperoxid zerlegt. Filtrirter wässriger Malzauszug (bei gewöhnlicher Temperatur erhalten) vermag ebenfalls die HO_2 -haltige Tinktur zu bläuen und aus HO_2 eine noch bemerkliche Menge Sauerstoffgases zu entwickeln. Mit verhältnissmässig viel HO_2 vermischt, trübt sich der besagte Auszug unter Ausscheidung kleiner Mengen einer weisslichen fein zertheilten Materie, welche sowohl die HO_2 -haltige Harzlösung zu bläuen, als auch das Wasserstoffsuperoxid zu katalysiren vermag. Das erwähnte Gemisch einige Stunden lang sich selbst überlassen und dann filtrirt, liefert eine Flüssigkeit, welche die HO_2 -haltige Tinktur nicht mehr bläut und ebensowenig HO_2 katalysirt, während der reine Malzauszug bei gewöhnlicher Temperatur diese Fähigkeit beibehält, selbst nachdem er sauer geworden, sie aber bei der Siedhitze des Wassers augenblicklich einbüsst. Da weder das Dextrin noch der Traubenzucker (lösliche Bestandtheile des Malzes) die erwähnten Wirkungen hervorbringt, so steht zu vermuthen, dass an denselben diejenige im Malz enthaltene Materie Theil habe, welche man Diastase zu nennen pflegt. Weiter unten wird man jedoch sehen, dass in jeder auch nicht gekeimten Getreideart eine in Wasser lösliche Materie enthalten sei, welche katalysirend auf das Wasserstoffsuperoxid einwirkt und die HO_2 -haltige Guajaktinktur zu bläuen vermag.

Emulsion. Geschälte süsse Mandeln mit Wasser zu einem Brei angerieben, färben die darüber gegossene HO_2 -haltige Harzlösung in kurzer Zeit tiefblau, wie auch der

gleiche Brei mit HO_2 zusammengebracht, eine noch ziemlich lebhaft entwickelte Entwicklung von Sauerstoffgas verursacht. Beim Erhitzen der zerstossenen Mandeln mit Wasser auf 100° verlieren sie die erwähnte Wirksamkeit sofort, was vermuthen lässt, dass es das Emulsin sei, welches die besagten Wirkungen verursacht.

Myrosin. Wasser erst mit schwarzem Senf zusammengerieben und dann filtrirt, liefert eine Flüssigkeit, welche die HO_2 -haltige Guajaktinktur rasch und auf das Tiefste bläut und übergiesst man den zerriebenen Senf mit Wasserstoffsuperoxid, so tritt sofort eine lebhaft entwickelte Entbindung von Sauerstoffgas ein, welche Wirkung aber auch schon die ganzen Saamenkörner hervorbringen, wie aus den zahlreichen Luftbläschen abzunehmen ist, die man bald vom Senf aufsteigen sieht. Beim Vermischen des wässrigen filtrirten Senfauszuges mit HO_2 findet zwar eine schwache, doch aber noch sichtliche Gasentwicklung, wie auch eine Trübung des Gemisches statt, in Folge der Ausscheidung einer weissen, das Wasserstoffsuperoxid jedoch nicht katalysirenden Materie, und vermischt man eine hinreichende Menge HO_2 mit dem erwähnten Auszuge, so vermag derselbe die HO_2 -haltige Harzlösung nicht mehr zu bläuen. Schwarzer Senf in kochendes Wasser geworfen oder dessen wässriger Auszug bis zum Sieden erhitzt, verliert die beschriebene Wirksamkeit beinahe augenblicklich. Gelber Senf mit Wasser zerquetscht, verursacht ebenfalls die Bläuung der HO_2 -haltigen Tinktur, obwohl nicht ganz so rasch wie diess der schwarze thut, wie auch schon die ganzen Saamenkörner bald und ziemlich lebhaft Sauerstoffgas aus HO_2 entbinden, und kaum dürfte nöthig sein, ausdrücklich zu bemerken, dass auch der gelbe Senf bei der Siedhitze des Wassers sein katalytisches Vermögen einbüsse. Dass die erwähnten Wirkungen von dem im schwarzen und gelben Senf enthaltenen Myrosin hervorgerufen werden, dürfte um so eher zu vermuthen sein, als

alle Mittel, durch welche die Wirksamkeit dieses Fermentes gegenüber dem myronsauren Kali aufgehoben wird, den Senf auch gegen das Wasserstoffsperoxid u. s. w. unthätig machen.

Hefe. Dass die Bierhefe nach Art des Platins das Wasserstoffsperoxid zerlege, hat schon Schlossberger beobachtet und die Ergebnisse meiner eigenen darüber angestellten Versuche bestätigen durchaus die Angaben des verstorbenen Chemikers; ich kann aber noch beifügen, dass die Hefe, nachdem sie einige Zeit HO_2 katalysirt hat, dieses Zersetzungsvermögen verliere, wie ich auch finde, dass Hefe auf irgend eine Weise ihres Vermögens beraubt, die geistige Gährung des Traubenzuckers zu verursachen, des Gänzlichen unfähig ist, das Wasserstoffsperoxid zu katalysiren. Merkwürdiger Weise macht jedoch die Hefe eine der wenigen Ausnahmen von der Regel, gemäss welcher Substanzen, die nach Art des Platins HO_2 zerlegen, auch die HO_2 -haltige Guajaktinktur bläuen, eine Wirkung, welche die Hefe aus einem mir noch unbekanntem Grunde nicht hervorzubringen vermag. Weit entfernt indessen, dass die Zahl der vegetabilischen Substanzen, welche HO_2 katalysiren, auf die oben genannten fermentartigen Materien sich beschränkten, sind nach meinen Versuchen derartige Stoffe durch das Pflanzenreich so allgemein verbreitet, dass es wohl kaum ein einziges Gewächs geben dürfte, in welchem ein solcher nicht vorkäme. Ich habe bereits Hunderte sehr verschiedener Pflanzen (natürlich im frischen Zustande): kraut-, strauch-, baumartige u. s. w., wie sie mir der Zufall gerade in die Hände gab, wie auch Pilze, Schimmelpflanzen u. s. w. untersucht und bis jetzt noch keine gefunden, in welcher nicht eine das Wasserstoffsperoxid katalysirende Materie vorhanden gewesen wäre. Vorab fehlte eine solche Materie weder dem Saamen noch der Wurzel irgend einer der von mir untersuchten Pflanzen und sehr häufig finden sich derartige Substanzen auch in andern Theilen, z. B. in den Stielen, Blättern, Knos-

pen, Blüten, Früchten, der grünen Rinde baumartiger Gewächse u. s. w.

Um die Anwesenheit besagter Materien in diesen oder jenen Pflanzentheilen zu ermitteln, hat man zunächst nichts Anderes zu thun, als eine kleine Menge davon mit einigen Tropfen Wassers in einem Spitzglase mittelst eines Glasstabes zusammen zu stossen und dann darauf ein wenig HO_2 -haltige Guajaktinktur zu giessen; färbt sich letztere mehr oder weniger rasch blau, so kann man sicher sein, dass der untersuchte Pflanzentheil auch eine Materie enthalte, welche nach Art des Platins das Wasserstoffsuperoxid zu katalysiren vermag. Auf diese Weise die Saamen oder Wurzeln der Pflanzen untersucht, wird man finden, dass sie alle die HO_2 -haltige Guajaktinktur bläuen, wie auch HO_2 mehr oder minder lebhaft katalysiren, zu welchen Versuchen man sich der nächsten besten Saamen und Wurzeln bedienen kann, z. B. der ungekeimten Gerste, des Waizens, Hafers, der Hirse, des Mohns- oder Kressensaamens, der Wurzel des *Leontodon taraxacum*, der *Lactuca sativa*, der rohen Kartoffel und namentlich deren Schalen, welche besonders wirksam sind. Auch die in der Kälte gemachten und filtrirten wässrigen Auszüge der Saamen und Wurzeln sämtlicher von mir geprüften Pflanzen bringen die erwähnten Wirkungen hervor, was beweist, dass die in ihnen enthaltenen das Wasserstoffsuperoxid katalysirenden Materien in Wasser löslich sind. Bemerkenswerth ist noch die Thatsache, dass bei der Siedhitze des Wassers die Saamen, Wurzeln u. s. w. wie auch deren wässrigen Auszüge rasch und vollständig ihre katalytische Wirksamkeit verlieren. Was die allgemeine chemische Natur der besagten katalytisch wirkenden Pflanzenmaterien betrifft, so ist aller Grund zu der Vermuthung vorhanden, dass sie albuminöser Art oder dasjenige seien, was man Pflanzeneiweiss zu nennen pflegt. Bei der Richtigkeit dieser Vermuthung würde somit zwischen dem

vegetabilischen und animalischen Albumin der grosse Unterschied bestehen, dass jenes das Wasserstoffsuperoxid zu katalysiren vermag, während diesem nach meinen Versuchen eine solche Fähigkeit des Gänzlichen abgeht.

Verbreitung katalytisch wirkender Materien in der Thierwelt.

Dass der Blutfaserstoff nach Art des Platins das Wasserstoffsuperoxid zerlege, hat bekanntlich schon Thenard beobachtet und unlängst ist von mir gezeigt worden, dass in einem ausgezeichneten Grade das gleiche Vermögen auch den Blutkörperchen zukomme. Mir vorbehaltend, späterhin ein vollständigeres Verzeichniss der thierischen Materien mitzutheilen, welche katalysirend auf HO_2 einwirken, will ich für jetzt nur einige wenige namhaft machen, an denen man meines Wissens dieses Vermögen noch nicht wahrgenommen hat. Menschlicher Speichel (am wirksamsten ist der des Morgens ergossene) mit HO_2 -haltiger Guajaklösung zusammengerührt, färbt dieses Gemisch ziemlich bald und noch deutlich blau, wie er auch unter noch merklicher Entbindung von Sauerstoffgas HO_2 zerlegt, welche Wirksamkeit ebenfalls dem Nasenschleim zukommt. Frischer oder getrockneter Kälbermagen katalysirt HO_2 ziemlich lebhaft, macht aber gleich der Hefe dadurch eine Ausnahme von der Regel, dass er die HO_2 -haltige Guajaklösung nicht zu bläuen vermag. Wie der Kälbermagen verhalten sich auch alle die von mir bis jetzt untersuchten Schleimhäute, z. B. die Harnblase des Schweines u. s. w.

Ehe ich in weitere Erörterungen der oben mitgetheilten Thatsachen eintrete, muss noch einer eigenthümlichen Wirksamkeit katalytischer Art Erwähnung geschehen, welche zwar nicht allen, doch aber vielen derjenigen Materien zukommt, die nach Art des Platins das Wasserstoffsuperoxid zerlegen. Schon vor vielen Jahren ermittelte ich die Thatsache, dass alle edlen Metalle den mit ihnen in Berührung tretenden

gewöhnlichen Sauerstoff zu bestimmen vermögen, mit dem in Weingeist gelösten Guajak die gleiche blaue Verbindung zu bilden, welche das freie oder gebundene Ozon mit diesem Harz erzeugt, aus welcher Thatsache ich den Schluss zog, dass unter dem Berührungseinflusse besagter Metalle der unthätige Sauerstoff chemisch erregt oder ozonisirt werde. Auch will ich hier noch an die frühere Angabe erinnern, dass seiner Flüssigkeit halber das reine Quecksilber am Besten dazu sich eigne, die erwähnte Wirksamkeit augenfällig zu machen, zu welchem Behufe man etwa 50 Gramme des Metalles und ebensoviel frisch bereitete Guajaktinktur in einer etwas geräumigen Flasche mit reinem oder atmosphärischem Sauerstoff nur kurze Zeit zusammen zu schütteln braucht, um die Harzlösung auf das Tiefste zu bläuen. Nach meinen Beobachtungen besitzen das gleiche Vermögen nicht wenige derjenigen Pflanzenmaterien, welche nach Art der edlen Metalle das Wasserstoffsperoxid zerlegen und schon vor langer Zeit machten mehrere Chemiker, z. B. Blanche und Taddei, darauf aufmerksam, dass bei Gegenwart von atmosphärischer Luft die Guajaktinktur sich bläue, wenn man sie auf die Scheiben der Wurzeln oder Knollen mancher Pflanzen, z. B. des *Leontodon taraxacum*, *Solanum tuberosum*, *Colchicum autumnale* u. s. w. tröpfelt, wie sie auch der Thatsache erwähnten, dass das Guajakharz beim Zusammenreiben mit frischem Kleber in der Luft sich blau färbe. In einer frühern Abhandlung über die freiwillige Bläuung, welche die Hüte und Stiele einiger Pilze, z. B. des *Boletus luridus*, beim Zerbrechen an der Luft zeigen, habe ich dargethan, dass in diesen Pflanzen ein dem Guajak ähnliches Harz, überdiess aber auch eine in Wasser lösliche Materie enthalten sei, mit der Fähigkeit begabt, gewöhnlichen Sauerstoff aufzunehmen und so zu verändern, dass er wie das Ozon oder die Ozonide die Guajaktinktur zu bläuen vermöge, bei welchem Anlasse noch erwähnt wurde,

dass die genannte Harzlösung auf die zerbrochenen Hüte oder Stiele mancher solcher Pilze gegossen, welche sich an der Luft nicht verändern, rasch gebläut werden. Aus diesen und andern Thatsachen schloss ich damals schon, dass derartige Pilze in Wasser lösliche Materien enthalten, welche den gewöhnlichen Sauerstoff zu ozonisiren vermögen.

Aus den Ergebnissen meiner neuesten Versuche geht nun hervor, dass in allen Pflanzen, deren feste Theile, Säfte oder wässerige Auszüge, bei Anwesenheit von Luft für sich allein die Guajaktinktur bläuen, immer auch Materien vorhanden seien, welche gleich den edlen Metallen das Vermögen besitzen, das Wasserstoffsuperoxid zu katalysiren, so dass also aus der Fähigkeit eines Pflanzentheiles, an der Luft die Bläuung der reinen Guajaklösung zu verursachen, mit Sicherheit auf die Anwesenheit einer organischen Materie geschlossen werden kann, welche nach Art des Platins das Wasserstoffsuperoxid zerlegt. In dieser Hinsicht zeichnen sich die Schaaalen der rohen Kartoffeln, die frischen Wurzeln, Stiele, Blätter und Blüthen des *Leontodon taraxacum*, *Senecio vulgaris*, *Lactuca sativa* u. a. m. ganz besonders aus, welche im zerquetschten Zustande die darüber gegossene Guajaktinktur sofort auf das Tiefste bläuen. Stampft man die Schaaalen der Kartoffel oder die Blätter, Stiele u. s. w. des *Leontodon* mit einigem Wasser zusammen, so wird der ausgepresste und filtrirte Saft die Guajaklösung ebenfalls stark bläuen, jedoch nach mehrstündigem Stehen diese Eigenschaft nicht mehr zeigen, wohl aber noch die Fähigkeit besitzen, die HO_2 -haltige Tinktur zu bläuen, um jedoch dieselbe nach einiger Zeit ebenfalls zu verlieren. Bemerkenswerth hierbei ist die Thatsache, dass in der Regel die erwähnten wässerigen Auszüge mit der Abnahme ihres Vermögens, die Guajaktinktur zu bläuen, sich dunkler färben, in welcher Beziehung diejenigen der rohen Kartoffelschaaalen oder der Blätter des *Leontodon* sehr augenfällige Beispiele liefern.

Es kann wohl keinem Zweifel unterworfen sein, dass die Fähigkeit besagter Auszüge, die Guajaktinktur zu bläuen, auf einem Ozongehalte derselben beruhe und mehr als nur wahrscheinlich ist, dass dieses Ozon unter dem Berührungseinflusse derjenigen Materien, welche das Wasserstoffsuperoxid katalysiren, aus atmosphärischem O seinen Ursprung nehme. Lässt man einen derartigen ozonhaltigen Pflanzenauszug, anstatt ihn mit Guajaklösung zu vermischen, sich selbst über, so wirkt das vorhandene Ozon oxidirend zunächst auf die katalysirende Materie selbst ein, in Folge dessen sie zerstört wird, wie daraus erhellt, dass ein solcher Auszug nach längerem Stehen weder das Wasserstoffsuperoxid zu katalysiren, noch selbst die HO₂-haltige Guajaktinktur zu bläuen vermag. Wahrscheinlich werden aber auch noch andere vorhandenen Substanzen oxidirt und dadurch wie ihr chemischer Bestand so auch ihr optisches Verhalten verändert, wie diess aus dem Dunklerwerden des Auszuges hervorgeht. (In einer frühern Mittheilung habe ich gezeigt, dass solche oxidirenden Wirkungen auch die Nitrite und Nitrate hervorbringen können, welche so häufig in den Pflanzensäften vorkommen.)

Wohl bekannt ist, dass die meisten frischen Pflanzengebilde, wenn sie mechanisch verletzt, z. B. Aepfel zerquetscht oder durchschnitten werden, an der Luft sich bald bräunen, welche Färbung ohne Zweifel die Folge der Oxidation einer in dieser Frucht enthaltenen Materie ist. Nach meinen Versuchen enthält aber auch das Parenchym frischer Aepfel, Kartoffeln u. s. w. eine das Wasserstoffsuperoxid ziemlich lebhaft katalysirende Substanz, wie das gleiche Parenchym darauf gegossene Guajaktinktur zu bläuen vermag. Diese letztere Thatsache zeigt somit, dass die besagte Substanz das mit ihr in Berührung tretende O in Θ überführe und eben dieses Θ es sei, welches die Bräunung des zerquetschten Apfels u. s. w. dadurch veranlasst, dass es auf diese

oder jene in der Frucht enthaltene Materie oxidirend einwirkt. Ich muss es desshalb für höchst wahrscheinlich halten, dass die chemischen Veränderungen, welche die mechanisch verletzten Theile so vieler frischen Pflanzen an der Luft so rasch erleiden, zunächst durch diejenigen in ihnen enthaltenen Materien eingeleitet werden, welche nach Art des Platins HO_2 zerlegen und gleich diesem Metall auch das Vermögen besitzen, dem mit ihnen in Berührung tretenden unthätigen Sauerstoff die oxidirende Wirksamkeit des Ozons zu ertheilen.

Da obigen Angaben gemäss alle organischen Materien, welche HO_2 zu katalysiren vermögen, schon beim Siedpunkt des Wassers diese Fähigkeit verlieren und mit derselben auch das Vermögen einbüßen, für sich allein schon die Guajaktinktur zu bläuen, also chemisch erregend auf atmosphärischen Sauerstoff einzuwirken, so macht es diese Thatsache erklärlich, wesshalb pflanzliche und thierische Gebilde, nachdem sie erhitzt worden, nicht mehr die gleichen und so raschen Zersetzungserscheinungen zeigen, welche wir an ihnen im frischen und verletzten Zustande schon bei gewöhnlicher Temperatur auftreten sehen.

Nachdem gezeigt worden, dass durch die ganze Pflanzen- und Thierwelt Materien verbreitet seien, welche nach Art des Platins HO_2 in Wasser- und gewöhnlichen Sauerstoff umzusetzen vermögen, so dürfte es jetzt am Orte sein, die Beziehungen hervorzuheben, in welchen diese allgemeine Thatsache zu anderweitigen katalytischen Erscheinungen stehe. Von einer Anzahl vegetabilischer Materien ist wohl bekannt, dass unter ihrem Berührungseinflusse gewisse organische Körper in verschiedene Substanzen umgesetzt oder gespalten werden, ohne dass die erstern zur Bildung der letztern stofflich etwas beitrügen. Die Hefe zerlegt den Traubenzucker in Weingeist und Kohlensäure; das Emulsin das Amygdalin in Traubenzucker, Bittermandelöl und Blausäure;

das Myrosin, das myronsaure Kali in das flüchtige Senföl, Traubenzucker, Kalisulfat und Schwefel, wie uns Letzteres die neuesten Untersuchungen Mill's in so schöner Weise gezeigt haben. Andere organische Materien besitzen das entgegengesetzte Vermögen, gewisse Substanzen zur chemischen Verbindung zu bestimmen, ebenfalls ohne dabei in stoffliche Mitleidenschaft gezogen zu werden. Unter dem Berührungseinflusse der Diastase oder des Speichels vereinigen sich Stärke und Wasser zu Traubenzucker, wie nach meinen Versuchen auch der Kleber und das Emulsin die gleiche Wirkung hervorbringen. Es scheint mir nun eine höchst beachtenswerthe Thatsache zu sein, dass alle die genannten fermentartig- oder katalytisch wirkenden Materien zugleich auch die Fähigkeit besitzen, nach Art des Platins HO_2 zu zerlegen, ein Zusammengehen verschiedener Wirksamkeiten, welches der Vermuthung Raum geben muss, dass dieselben aus der gleichen Ursache entspringen. Und einer solchen Vermuthung kann man sich um so weniger erwehren, als die Erfahrung lehrt, dass mit der einen dieser Wirksamkeiten auch die andere verschwindet. Werden z. B. das Myrosin, Emulsin, die Hefe, Diastase u. s. w. bis zum Siedpunkte des Wassers erhitzt, so büssen sie dadurch nicht nur das Vermögen ein, die Umsetzung des myronsauren Kalis, Amygdalins, Traubenzuckers oder die Zuckerbildung aus Stärke und Wasser zu bewerkstelligen, sie sind nun auch nicht mehr fähig, das Wasserstoffsuperoxid zu katalysiren.

Wenn aber angenommen werden darf, dass die erwähnten Umsetzungen u. s. w. durch die gleiche Ursache bewirkt werden, welche die Katalyse des Wasserstoffsuperoxides veranlasst, so wird es auch gestattet sein, die letztere als einen Vorgang zu betrachten, der gleichen Gattung von Zersetzungserscheinungen angehörig, zu welcher wir z. B. die Umsetzung des Traubenzuckers in Weingeist und Kohlensäure zählen, d. h. als eine ächte Gährung, bei welcher das

Superoxid die Rolle des Zuckers und das Platin diejenige der Hefe spielt. Bekanntlich hat schon Berzelius die durch die edlen Metalle verursachte Zersetzung des Wasserstoff-superoxides mit der durch die Hefe bewirkten geistigen Gährung des Traubenzuckers verglichen, ohne jedoch in eine weitere Erklärung dieser Erscheinungen einzutreten.

Gehen wir nun von der Annahme aus, dass die besagte Umsetzung des Wasserstoffsuperoxides in Wasser und gewöhnlichen Sauerstoff ein Vorgang sei, seiner nächsten Ursache nach vergleichbar mit der Umsetzung des Traubenzuckers in Weingeist und Kohlensäure, so dürfte es auch zulässig sein, aus der erlangten Kenntniss der nächsten Ursache der einen dieser Erscheinungen auf diejenige der andern zu schliessen oder doch Vermuthungen darüber zu schöpfen, und da nach meinem Dafürhalten bis auf diese Stunde das ganze Gebiet der Gährungsphänomene ein noch unaufgelöstes Räthsel für uns ist, so muss jede Andeutung, welche irgendwie verspricht, der Enthüllung dieses Geheimnisses uns näher zu führen, dem chemischen Forscher höchst willkommen sein.

Die Ergebnisse meiner neuesten Untersuchungen haben mich in meiner alten, schon zu wiederholten Malen ausgesprochenen Vermuthung nur bestärken können, dass die durch das Platin bewerkstelligte Zerlegung des Wasserstoff-superoxides das Urbild aller Gährungen sei und deshalb auch geneigt gemacht, die Deutung, welche ich jenem Vorgange gebe, im Allgemeinen auf sämtliche katalytische Erscheinungen auszudehnen. Wiederholt habe ich darzuthun versucht, dass die durch das Platin verursachte Katalyse des Wasserstoffsuperoxides auf einer allotropen Zustandsveränderung beruhe, welche dieses Metall im zweiten Sauerstoff-äquivalent jener Verbindung bewerkstelligt. Worauf nun auch immer der eigenthümliche Zustand dieses Sauerstoffes selbst beruhen mag, sicher ist, dass jede Veränderung des-

selben das Zerfallen des Superoxides nach sich ziehen müsste und es kommt also jetzt nur darauf an, ob wohl ermittelte Thatsachen vorliegen, welche zu der Annahme verschiedener Zustände des Sauerstoffes und ihrer Ueberführbarkeit in einander berechtigen. Ich habe diese Frage schon längst im bejahenden Sinne beantwortet und deshalb die Zerlegung nicht nur des Wasserstoffsuperoxides, sondern auch noch einer grossen Zahl anderer sauerstoffhaltigen Verbindungen, unter dem Einflusse gewichtloser Agentien: der Wärme, des Lichtes und der Elektrizität (die Thermo-, Photo- und Elektrolyse) bewerkstelliget, auf allotrope Zustandsveränderungen des Sauerstoffes als die nächste Ursache zurückzuführen gesucht. Wenn ich aber vom Sauerstoff eine solche Verschiedenheit und Veränderlichkeit allotroper Zustände annehme, so muss ich es für möglich halten, dass auch noch andere einfachen Stoffe ein ähnliches Verhalten zeigen und diess um so eher, als bereits Thatsachen vorliegen, welche die Allotropisirbarkeit des Kohlenstoffes, Phosphors u. s. w. ausser Zweifel stellen und zugleich darthun, dass auch das chemische Verhalten dieser Körper mit ihren allotropen Zuständen mehr oder weniger sich ändere. Könnten nun ein oder mehrere Grundstoffe, welche in die Zusammensetzung einer organischen Materie eingehen, verschiedene solcher Zustände annehmen und liessen sich dieselben wie diejenigen des Sauerstoffes ineinander überführen, so müsste eine derartige Materie entweder eine isomere Modification oder eine Umsetzung in verschiedenartige Substanzen erleiden, sobald unter dem Einfluss irgend eines Agens auch nur ein Bestandtheil der besagten Verbindung eine solche Zustandsveränderung erlitte, weil dadurch die ursprünglichen Beziehungen aller ihrer Elemente zu einander ebenfalls verändert würden.

Was diejenigen organischen Materien betrifft, unter deren Berührungseinfluss gewisse Substanzen, z. B. Wasser und Stärke sich chemisch verbinden, so gleichen sie auch

in dieser Hinsicht dem Platin, welches bekanntlich den unthätigen Sauerstoff zu bestimmen vermag, schon bei gewöhnlicher Temperatur mit dem Wasserstoff zu Wasser sich zu vereinigen, wie auch noch anderweitige Oxidationswirkungen hervorzubringen, z. B. den Weingeist in Essigsäure zu verwandeln, welche Wirkungen zu verursachen dieser Sauerstoff für sich allein nicht fähig wäre. Dass nun das Vermögen des Platins, $\text{HO} + \ominus$ in HO und O umzusetzen, eng zusammenhänge mit der Fähigkeit des gleichen Metalles, H und O zur Wasserbildung zu bestimmen, kann wohl kaum bezweifelt werden, welcher Zusammenhang nach meinem Dafürhalten auf dem Vermögen des Platins beruht, wie das \ominus des Wasserstoffsperoxides, so auch das freie O in \ominus überzuführen, wodurch in dem einen Fall eine Zersetzung, in dem andern eine Verbindung bewirkt wird. Vergleichbar der erwähnten Synthese ist die unter dem Berührungseinflusse der Diastase oder des Speichels bewerkstelligte Bildung des Traubenzuckers aus Stärke und Wasser, welche letztere Materien als solche eben so wenig fähig sein dürften, sich chemisch miteinander zu verbinden, als der gewöhnliche Sauerstoff in der Kälte mit dem Wasserstoff sich vereinigen kann; indem es scheint, als ob die Stärke erst in das ihr isomere Dextrin übergeführt werden müsste, ehe sie mit Wasser zu der besagten Zuckerart zusammenzutreten vermag und deshalb vielleicht anzunehmen wäre, dass die Stärke durch die Diastase u. s. w. in ähnlicher Weise verändert werde, wie der gewöhnliche Sauerstoff durch das Platin. Eine weitere bemerkenswerthe Aehnlichkeit zwischen der Wirksamkeit dieses Metalles und derjenigen einer Anzahl organischer Materien besteht darin, dass die letztern gleich dem Platin, sowohl zerlegend als verbindend, auf gewisse Substanzen einwirken können. Das Emulsin z. B. zerlegt das Amygdalin, bestimmt aber auch die Stärke und das Wasser, zu Zucker sich zu verbinden; die Hefe spaltet den Traubenzucker in Weingeist

und Kohlensäure, wie sie den Rohrzucker anregt, mit Wasser Traubenzucker zu bilden.

Den vorangegangenen Auseinandersetzungen gemäss gieng also meine Ansicht dahin, dass alle die besprochenen Zersetzungen, isomeren Veränderungen und chemischen Verbindungen unorganischer und organischer Materien, welche unter dem Berührungseinfluss gewisser Körper bewerkstelliget werden, zunächst auf allotropen Zustandsveränderungen des einen oder andern dabei beteiligten elementaren Stoffes beruhten, dass also z. B. das Zerfallen des Traubenzuckers in Weingeist und Kohlensäure herbeigeführt würde in Folge eines allotropisirenden Einflusses, welchen unter geeigneten Umständen die Hefe auf einen oder mehrere Grundstoffe des Zuckers ausübte, wodurch deren chemische Beziehungen zu einander so verändert würden, dass sie in ihrem ursprünglichen Verbindungszustand ebensowenig als die Bestandtheile des unter den allotropisirenden Einfluss des Platins gestellten Wasserstoffsperoxides verharren könnten. Wie also unter solchen Umständen HO_2 in Wasser und gewöhnlichen Sauerstoff zerfällt, so der Traubenzucker in Weingeist und Kohlensäure.

Aus dem Gesagten ersieht man, dass die Ansichten, auf welche meine Vermuthung über die nächste Ursache der katalytischen Erscheinungen sich stützt, wesentlich abweichen von den heutigen Vorstellungen der Chemiker, für welche die Unveränderlichkeit eines einfachen Stoffes mit dem Begriff eines Elementes zusammenfällt und die deshalb auch annehmen, dass alle chemischen Vorgänge auf einer Verbindung der für unveränderlich gehaltenen kleinsten Theilchen verschiedenartiger Elemente mit — oder auf einer Trennung derselben von einander beruhen. Diesen Vorstellungen gemäss muss man daher die Ursache der Bildung oder Zersetzung einer chemischen Verbindung ausserhalb der Stofflichkeit ihrer elementaren Bestandtheile suchen: in An-

ziehungen oder Abstossungen, d. h. in Bewegungen ihrer kleinsten Theilchen, durch die Wärme, das Licht, die Electricität u. s. w. veranlasst und darf man natürlich nicht daran denken, dass die nächste Ursache chemischer Verbindungen und Trennungen auch in Zustandsveränderungen liegen könnte, welche die kleinsten Theilchen der dabei beteiligten Grundstoffe selbst erleiden. Wenn ich nun in den chemischen Erscheinungen noch etwas Anderes als ein blosses An-, Ueber-, Durch- und Auseinanderschieben gleich- oder verschiedenartiger Atome sehe und eine gewisse Veränderlichkeit der Stoffe, welche wir einfache nennen, für mehr als nur wahrscheinlich halte, so bedarf meines Bedünkens eine solche Abweichung von den herrschenden Vorstellungen des Tages um so weniger einer Entschuldigung, als die heutige chemische Atomistik selbst nichts Weiteres als eine Hypothese und noch weit davon entfernt ist, uns von dem gesammten Erscheinungsgebiete der Chemie genügende Rechenschaft geben zu können.

Noch muss ich einige Bemerkungen über die physiologische Bedeutung machen, welche mir die Thatsache zu haben scheint, dass die ganze Pflanzen- und Thierwelt von katalytisch wirkenden Materien im eigentlichsten Sinne des Wortes durchdrungen ist, eine Thatsache, von der kaum angenommen werden dürfte, dass sie eine rein zufällige sei.

Wenn die Erfahrung lehrt, dass keinem der bekannten Fermente das Vermögen fehlt, nach Art des Platins das Wasserstoffsperoxid zu zerlegen und es ferner Thatsache ist, dass der Verlust ihres Vermögens, Gährungen zu veranlassen, immer auch denjenigen ihrer Fähigkeit, HO_2 zu katalysiren, nach sich zieht, so dürfen wir aus dem unzertrennlichen Zusammengehen und Verschwinden dieser Wirksamkeiten wohl schliessen, dass beide von der gleichen Ursache herrühren, also z. B. die Hefe aus demselben Grunde den Traubenzucker in Weingeist und Kohlensäure umsetze,

weshalb sie das Wasserstoffsuperoxid in Wasser und Sauerstoff zerlegt, mag dieser Grund liegen wo nur immer. Ueberdiess ist aber noch wahrscheinlich, dass jede organische Materie, welche nach Art des Platins HO_2 zu zerlegen vermag, auch die Fähigkeit besitze, noch anderweitige katalytische Wirkungen synthetischer und analytischer Art auf pflanzliche oder thierische Substanzen hervorzubringen, in ähnlicher Weise, wie das Myrosin, Emulsin u. s. w. diess thun. Die Thatsache, dass durch das ganze Pflanzen- und Thierreich Materien verbreitet sind, welche das Wasserstoffsuperoxid katalysiren, gibt daher auch der Vermuthung vollen Raum, dass dieselben sämmtlich wirkliche Fermente d. h. Substanzen seien, mit dem Vermögen begabt, auf diese oder jene mit ihnen in Berührung kommende organische Materie katalytisch einzuwirken.

Bekanntlich ist schon öfters die Ansicht ausgesprochen worden, dass manche in lebenden Pflanzen und Thieren stattfindenden chemischen Vorgänge auf ähnlichen Ursachen beruhen dürften, durch welche die sogenannten Gährungen veranlasst werden, ohne dass aber für die Richtigkeit dieser Vermuthung bis jetzt genügende thatsächliche Beweise beigebracht worden wären. Ich halte nun dafür: die allgemeine Verbreitung katalytisch wirksamer Materien durch die Pflanzen- und Thierwelt spreche deutlichst zu Gunsten der Annahme, dass eine grosse Zahl stofflicher Veränderungen, welche im lebenden Organismus Platz greifen, auf eine ganz ähnliche Weise bewerkstelliget werde, wie die Umsetzung des Traubenzuckers in Weingeist und Kohlensäure durch die Hefe, die Ueberführung der Stärke in Gummi durch die Diastase und die Bildung des Traubenzuckers aus Stärke und Wasser durch den Speichel u. s. w.

Von einer ganz besondern chemisch-physiologischen Bedeutung scheint mir die Thatsache zu sein, dass die Saamen sämmtlicher von mir untersuchten Pflanzen eine Materie ent-

halten, welche das Wasserstoffsuperoxid zu katalysiren vermag, also das allen Fermenten gemeinschaftliche Merkmal besitzt, wesshalb auch die Vermuthung sehr nahe liegt, dass eine solche Substanz schon bei dem Keimen der Saamen eine einflussreiche Rolle spiele, d. h. die stofflichen Veränderungen einleite, welche den Keimungsvorgang begründen. Diese Vermuthung scheint mir durch die Thatsache zur Gewissheit erhoben zu werden, dass die Keimungsfähigkeit jedes Pflanzensaamens durch alle die Mittel aufgehoben wird, welche denselben seines Vermögens berauben, das Wasserstoffsuperoxid zu katalysiren oder die HO_2 -haltige Guajak-tinktur zu bläuen.

Da mir diese Thatsache für die vorliegende Frage von grosser Bedeutung zu sein scheint, so will ich hier nachholen, was schon weiter oben hätte vorgebracht werden sollen, nämlich die Angabe eines Mittels, durch welches alle organischen Materien ihres Vermögens, HO_2 zu katalysiren, sofort beraubt werden können und dieses Mittel ist der Schwefelwasserstoff. Wird zu den frischen wässerigen Auszügen von Pflanzentheilen, z. B. der Kartoffelschaalen, der Blätter des *Leontodon taraxacum*, des schwarzen Senfes u. s. w., welche noch sichtliche Mengen Sauerstoffgases aus dem ihnen beigemischten Wasserstoffsuperoxid zu entbinden und entweder schon die reine oder doch die HO_2 -haltige Guajak-tinktur zu bläuen vermögen, nur eine verhältnissmässig sehr kleine Menge HS -haltigen Wassers gefügt, so verlieren sie die erwähnte Wirksamkeit augenblicklich gerade so, als ob sie bis zum Sieden erhitzt worden wären. Lässt man mit einer das Wasserstoffsuperoxid katalysirenden Materie behaftete Pflanzentheile, z. B. Blätter des *Leontodon* oder die Schaalen roher Kartoffeln in einer HS -haltigen Atmosphäre einige Zeit verweilen, so verlieren sie ihr katalytisches Vermögen: es entwickeln sich an den so behandelten und in HO_2 eingeführten Schaalen u. s. w. keine Gasbläschen mehr

und haben sie auch die Fähigkeit verloren, den gewöhnlichen Sauerstoff zu ozonisiren, d. h. die Guajaktinktur zu bläuen. Worauf nun auch immer diese Zerstörung des katalytischen Vermögens besagter Materien beruhen mag, sicher ist, falls dasselbe nach meiner Annahme eine maassgebende Rolle bei der Keimung spielen sollte, dass diejenigen Saamen, welche der Einwirkung des Schwefelwasserstoffes gehörig lange ausgesetzt gewesen wären, nicht mehr keimen könnten. Und so verhält sich in der That die Sache auch. Mohnsaamen u. s. w., welchen ich 36 Stunden lang der Einwirkung des Schwefelwasserstoffgases ausgesetzt sein liess, hatte seine Keimungsfähigkeit gänzlich verloren, wie derselbe auch im zerstampften Zustande die darüber gegossene HO_2 -haltige Guajaktinktur nicht mehr zu bläuen vermochte. Selbstverständlich wird die Keimkraft der Saamen auch dadurch zerstört, dass man dieselben einige Zeit in HS -haltiges Wasser eingeweicht sein lässt.

Aus diesen Angaben erhellt somit, dass ein Pflanzensaamen mit seinem Vermögen, das Wasserstoffsuperoxid zu katalysiren, auch die Keimfähigkeit verliert, woraus wohl geschlossen werden dürfte, dass die katalytische Wirksamkeit der Saamen an der Keimung derselben wesentlich theiligt sei. Bereits ist erwähnt worden, dass alle organischen Materien mit dem Vermögen begabt, HO_2 zu katalysiren, dasselbe bei der Siedhitze des Wassers verlieren und wohl bekannt ist, dass unter den gleichen Umständen auch die Keimfähigkeit der Saamen verloren geht, eine weitere Thatsache, welche zu Gunsten der Annahme spricht, dass die in jedem Saamen vorhandene das Wasserstoffsuperoxid katalysirende Substanz es sei, welche den Vorgang des Keimens einleite. Hieraus scheint mir auch die von Herrn Dr. Fritz Burkhardt gemachte Beobachtung erklärlich zu werden, welcher gemäss schon bei 60° das Keimen der Saamen nicht mehr stattfindet.

Es darf wohl als sicher ermittelte Thatsache gelten, dass die Anwesenheit von Sauerstoffgas eine unerlässlich nothwendige Bedingung für das Keimen sei und da bei diesem physiologischen Vorgange Kohlensäure gebildet wird, so darf man hieraus auch schliessen, dass im ersten Stadium der Entwicklung der Pflanzen Oxidationsprocesse innerhalb des keimenden Saamens stattfinden. Da aber der den Saamen umgebende atmosphärische Sauerstoff im unthätigen Zustande sich befindet, so muss derselbe erst zur chemischen Wirksamkeit angeregt werden, bevor er auf irgend einen Bestandtheil des Saamens oxidirend einzuwirken vermag und wie ich vermuthe, ist es gerade eine Hauptbestimmung der keinem Saamen fehlenden katalytisch wirksamen Materie, den mit ihr in Berührung tretenden atmosphärischen Sauerstoff chemisch zu erregen, also auch in dieser Hinsicht platinartig zu wirken. Ich habe in der That mehr als eine Saamenart gefunden, welche mit wenig Wasser zusammengestossen, die darauf gegossene reine Guajaktinktur sofort mehr oder weniger tief bläute, in welcher Beziehung der Saamen der sogenannten Schwarzwurzel (*Scorzonera hispanica*) sich ganz besonders auszeichnet, eine Eigenschaft, welche erwähnstermaassen mit dem Vermögen einer Materie, den gewöhnlichen Sauerstoff nach Art des Platins zu ozonisiren, eng zusammenhängt. Wenn nun erfahrungsgemäss dem Platin das zweifache Vermögen zukommt, HO_2 zu katalysiren, und dem unthätigen Sauerstoff die chemische Wirksamkeit des Ozons zu verleihen, so dürfte jede organische Materie, welche mit erstem Vermögen begabt ist, auch das andere in schwächerem oder stärkerem Maass besitzen und da nach meinen Versuchen keinem Saamen die Fähigkeit, HO_2 nach Art des genannten Metalles zu zerlegen, gänzlich abgeht, so dürfte derjenige Saamenbestandtheil, welcher diese Wirkung hervorbringt, es auch sein, der den bei der Keimung stattfindenden Oxidationsvorgang einleitet und zwar durch die

von ihm bewerkstelligte Ozonisation des atmosphärischen Sauerstoffes.

Obigen Angaben gemäss fehlt wie dem Saamen, so auch der Wurzel keiner Pflanze eine das Wasserstoffsuperoxid katalysirende Materie, also gerade demjenigen Theile der Pflanzen nicht, welcher für ihr Bestehen und Wachstum so unerlässlich nothwendig ist und eben so finden sich derartige Substanzen in andern Organen der Gewächse, wo wichtige Vorrichtungen vollzogen werden, d. h. die Bildung organischer Materien entweder vorbereitet wird, oder wirklich stattfindet, wie z. B. in der frischen Rinde des Stammes und der Zweige von Bäumen, in Blüten u. s. w., welche Thatsache sicherlich keine Zufälligkeit sein kann und ihre physiologische Bedeutung haben wird.

Da nun sowohl in der Pflanzen- als Thierwelt diejenigen Materien allgemein verbreitet sind, welche nach Art des Platins auf das Wasserstoffsuperoxid einwirken, so kann es kaum fehlen, dass sie hier wie dort durch ihr katalytisches Vermögen eine wichtige chemisch-physiologische Rolle spielen, d. h. sehr wesentlich zu den unaufhörlichen und zahlreichen Stoffwandelungen beitragen, welche im thierischen Organismus stattfinden. In einer meiner letzten Mittheilungen ist bereits gezeigt worden, dass die Blutkörperchen ein solches Vermögen in einem ausgezeichneten Grade besitzen und ich gedenke demnächst auf diesen so merkwürdigen Gegenstand zurückzukommen, wie überhaupt die katalytische Wirksamkeit thierischer Materien etwas einlässlich zu behandeln.

Mag nun, um zum Schlusse dieser Abhandlung noch einige Worte zu sagen, die allgemeine Deutung, welche ich den katalytischen Erscheinungen zu geben versucht habe, richtig oder irrig sein, jedenfalls haben nach meinem Dafürhalten die oben besprochenen Thatsachen ein nicht geringes theoretisches Interesse, indem sie in der That die höchsten Fragen der chemischen Wissenschaft berühren, wesshalb die-

selben namentlich der Beachtung der Physiologen werth sein dürften und zwar um so eher, als diese es am Besten wissen müssen, wie äusserst lückenhaft und unvollkommen unsere Kenntnisse von der nächsten Ursache der stofflichen Umwandlung und Erzeugung organischer Materien im lebenden Organismus und wie wenig begriffen selbst die einfachsten physiologischen Vorgänge der Pflanzen- und Thierwelt dormalen noch sind.

Die Ergebnisse der Versuche, welche wir mit organischen Stoffen in unsern Laboratorien anstellen, können wohl auf die chemischen Vorgänge, wie sie im lebenden Organismus stattfinden, bisweilen einiges Licht werfen; indessen will es mir doch scheinen, als ob in der Regel die Art und Weise, wie der Chemiker mit diesen Materien umgeht, im Vergleich zu den Umständen, unter welchen in Pflanzen und Thieren die Stoffbildungen und Wandelungen zu Stande kommen, so gewaltsam sei, dass bis jetzt nur in wenigen Fällen vom Chemismus des Laboratoriums auf denjenigen der lebendigen Natur geschlossen werden konnte und man leider von dem Erfolg unserer mühevollsten Arbeiten dieser Art mit dem Dichter nur zu oft sagen muss: „Zum Teufel ist der Spiritus, das Phlegma nur geblieben“. Es muss deshalb äusserst wünschenswerth erscheinen, Mittel und Wege der Forschung aufzufinden, mehr als die bisherigen geeignet, uns zum Verständniss der so feinen chemischen Vorgänge zu führen, welche in der lebendigen Thier- und Pflanzenwelt stattfinden.
