

Über die Gärung.

Rede,

gehalten in der Festsitzung zur Erteilung des Tiedemannpreises
am 9. März 1907

von

B. Lepsius in Griesheim a. M.

Meine Herren!

Die von Ihnen beauftragte Kommission für die Erteilung des heute fälligen, dem Gedächtnisse Tiedemanns gewidmeten Ehrenpreises hat einstimmig beschlossen, Ihnen für diese Auszeichnung den ord. Professor der Chemie an der landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin, Dr. Eduard Buchner vorzuschlagen, in Anerkennung seiner Untersuchungen auf dem Gebiete der Chemie der Enzyme, die, abgesehen von zahlreichen Einzelabhandlungen, in dem hier vorliegenden, 1903 erschienenen Buche¹⁾ über die Zymasegärung niedergelegt worden sind.

Es ist das dritte Mal, daß die Auszeichnung mit dem Tiedemannpreise, die stiftungsgemäß die wichtigste Arbeit der letzten vier Jahre auf dem Gebiete der Physiologie im weitesten Sinne treffen soll, nicht einem Physiologen, sondern einem Chemiker zufällt.

Hierdurch wird nicht nur die Bedeutung der chemischen Forschung an sich für den Fortschritt der Physiologie, sondern auch die Tatsache zum Ausdruck gebracht, daß sich die Chemie gegenwärtig den schwierigen Problemen zuwendet, die die Grenze der Physiologie berühren, wenn sie sie nicht schon zu überschreiten im Begriffe ist.

¹⁾ Ed. Buchner, H. Buchner und M. Hahn. Die Zymasegärung. München und Berlin. R. Oldenburg.

Als Emil Fischer im Jahre 1895 den Tiedemannpreis erhielt, hatte er das für die Pflanzen- und Tierphysiologie gleich wichtige, bis dahin in völliges Dunkel gehüllte Gebiet der Kohlenhydrate, die Zuckerchemie, erforscht und fast restlos der chemischen Erkenntnis erschlossen.

Die Untersuchungen Albrecht Kossels, der im Jahre 1899 mit dem Tiedemannpreise geehrt wurde, lagen auf dem Gebiete der Eiweißchemie und brachten uns neue wichtige Kenntnisse über die Abbauprodukte dieser physiologisch bedeutsamen Substanz.

Wenn auch neuerdings Emil Fischer¹⁾ dieses Gebiet von der anderen Seite betreten hat, indem er die Synthese des Eiweißes durch den Wiederaufbau dieser Bausteine mit Erfolg in Angriff nahm und neue Wege zu seiner Erforschung auffand, so dürfte die endliche Erschließung desselben noch in weiter Ferne liegen.

Das Arbeitsfeld Eduard Buchners, die Chemie der Enzyme, liegt der Physiologie und namentlich der Biologie noch näher als die beiden genannten Gebiete; aber obwohl die ersten Untersuchungen dieser mit dem Lebensprozesse aufs engste zusammenhängenden Gebiete nun fast 100 Jahre zurückliegen, so stehen wir doch noch ganz am Anfange der Erforschung der sich hier bietenden schwierigen Probleme.

Es kann sich daher bei den Arbeiten Buchners nicht um abschließende Untersuchungen auf diesem Gebiete handeln; ihre Bedeutung für die allgemeine Physiologie liegt vielmehr darin, daß sie den erbitterten Kampf um die Natur des Gärungsprozesses zur endgültigen Entscheidung gebracht haben, der im Laufe des vorigen Jahrhunderts die bedeutendsten Forscher erhitzt hat, als deren hervorragendste Vertreter auf der einen Seite Liebig, auf der anderen Pasteur zu nennen sind.

Die definitive Widerlegung der vitalistischen Theorie Pasteurs durch Buchner bedeutet einen ähnlichen Markstein für die physiologische Wissenschaft wie die künstliche Erzeugung des Harnstoffes durch Friedrich Wöhler im Jahre 1828.

¹⁾ Emil Fischer. Die Chemie der Proteine und ihre Beziehungen zur Biologie. Sitzungsberichte der preuß. Akad. d. Wiss. 1907.

Wir wissen heute, dass die Aufspaltung des Traubenzuckers in Alkohol und Kohlensäure nicht durch den Lebensprozeß der Hefenpflanze, sondern durch einen unorganisierten Katalysator bewirkt wird, dem Buchner den Namen Zymase gegeben hat.

Um Ihnen, meine Herren, die Bedeutung dieser Tatsache zu zeigen, bitte ich, mir zu gestatten, mit einigen Worten auf die Geschichte der Katalyse¹⁾ und auf den Kampf um die Theorie der Gärung einzugehen.

Der Name Katalyse stammt von Berzelius. Er bezeichnete damit im Jahre 1835 die Art der Einwirkung von Schwefelsäure auf Alkohol, bei der Mitscherlich 1834 beobachtet hatte, daß man mit verhältnismäßig kleinen Mengen beliebig große Mengen Alkohol in Äther verwandeln könne, ohne daß sich die Schwefelsäure an dieser Umwandlung beteiligte.

Berzelius wies gleichzeitig darauf hin, daß ähnliche Beobachtungen schon früher gemacht worden waren und daß dieselbe Rolle, wie die starke Schwefelsäure bei der Aetherbildung, die verdünnte Säure spielt, die Kirchhof 1811 zur Zerlegung von Stärke in Dextrin und Zucker, oder der Malzauszug, den er 1813 zu demselben Zwecke benutzt hatte.

Ja, die Franzosen Payer und Persoz hatten 1833 aus der keimenden Gerste eine besondere Substanz isoliert, die Diastase, welche bei der Verzuckerung der Stärke als Katalysator zu wirken schien.

Auch die Zersetzung des Wasserstoffsperoxyds durch Metalle, Metalloxyde oder durch Fibrin von Thénard 1818 und die Einwirkung von fein verteiltem Platin auf Gasgemenge, die Davy 1817 beobachtet hatte und die Döbereiner 1822 zu seiner bekannten Zündmaschine benutzte, zählte Berzelius zur Katalyse und definierte die katalytische Kraft dahin, daß gewisse Körper durch ihre bloße Anwesenheit und nicht durch Verwandtschaft die bei dieser Temperatur schlummernden Verwandtschaften anderer Körper zu wecken vermögen.

Solche Körper nennt man Katalysatoren und, da sie durch ihre bloße Anwesenheit wirken, so nennt man diese Erscheinungen auch Kontaktwirkungen.

¹⁾ vergl. W. Ostwald: Über Katalyse. Vortrag, gehalten auf der 73. Naturforscherversammlung zu Hamburg, 1901.

Man unterscheidet vier Gruppen solcher Wirkungen. Zuersten gehört die Krystallisation aus übersättigten Lösungen, die bekanntlich eintritt, wenn diese mit kleinsten Mengen der gelösten Substanz geimpft werden.

Die Größe dieser Mengen liegt weit unter der Wägbarkeit; Ostwald hat gezeigt, daß die untere Grenze bei etwa 1/1000000 mgr liegt. Aus diesen Größenverhältnissen geht hervor, daß die Impfung nur die Auslösung des Krystallisationsprozesses in der übersättigten Lösung ist und nicht etwa die Ursache desselben im Sinne Robert Meyers.

Es gilt vielmehr für alle katalytischen Prozesse, daß die dazu nötige Energie nicht durch den Katalysator zugeführt wird, sondern aus anderen Quellen stammen muß; das heißt, es sind nur solche Reaktionen möglich, die nach den Gesetzen der Energetik auch ohne diesen Einfluß stattfinden könnten.

Die zweite Gruppe der Kontaktwirkungen bildet die Katalyse in homogenen Gemischen. Hierher gehört der bekannte Schwefelsäurekammerprozeß, wo Stickstoffoxyd als Katalysator wirkt für die Vereinigung von schwefliger Säure und Sauerstoff, eine Reaktion, die schon im Jahre 1806 von Clément und Désormes beobachtet worden ist.

Man sieht, daß hier der Katalysator als Reaktionsbeschleuniger wirkt, ganz ebenso, wie bei der dritten Gruppe, der heterogenen Katalyse, das Platin im modernen Schwefelsäurekontaktverfahren beschleunigend auf die Vereinigung von schwefliger Säure und Sauerstoff zu Schwefelsäure oder bei der Knallgasentzündung auf das Gemisch von Wasserstoff und Sauerstoff wirkt.

Die unter Bildung freier Energie, nämlich von Wärme, verlaufende und daher theoretisch mögliche Vereinigung dieser Stoffe braucht unter gewöhnlichen Umständen unendlich lange Zeit. Die Gegenwart des Platins, namentlich des feinverteilten, bewirkt eine so starke Beschleunigung der Reaktionen, daß sie in kurzer Zeit verlaufen und daher praktische Verwendung finden können.

Bei allen diesen Reaktionen zeigt sich dieselbe Erscheinung und wir können mit W. Ostwald sagen: Ein Katalysator ist jeder Stoff, der ohne im Endprodukt einer chemischen Reaktion zu erscheinen, ihre Geschwindigkeit verändert, d. h. beschleunigt oder verzögert.

Ein besonderer Fall von Katalyse soll nicht unerwähnt bleiben, die Autokatalyse, weil sie gewisse Analogieschlüsse auf die organisierte Materie zuläßt. Sie tritt da ein, wo sich die Reaktion ihren Beschleuniger selbst bildet.

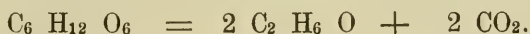
Bringt man Kupfer mit Salpetersäure zusammen, so entsteht salpetrige Säure, welche ihrerseits als Katalysator wirkt und dadurch die Umsetzung mit zunehmender Beschleunigung zu einer stürmischen Reaktion steigert, bis sie sich mit abnehmender Konzentration der Salpetersäure wieder beruhigt und schließlich stillsteht. Das ist die typische Fiebererscheinung. Aber auch die Gewöhnung und das Gedächtnis der Materie illustriert diese katalytische Reaktion. Eine Salpetersäure, die früher schon einmal Kupfer aufgelöst hat, ist gewissermaßen durch Gewöhnung für diesen Prozeß besser geeignet, als eine solche, die dies zum ersten Male macht. Sie hat die frühere Tätigkeit noch im Gedächtnisse.

Endlich ist von Interesse, daß das Platin und andere Metalle nicht nur in feinverteiltem Zustande als Katalysatoren wirken, sondern auch in wässriger Lösung, wenn sie sich im kolloidalen, gelatineartigen Zustande befinden.

Diese Tatsache bildet den Übergang zu der vierten Gruppe von Kontaktwirkungen, denen der Fermente oder Enzyme, welche sich ebenfalls in diesem Zustande befinden und die als Katalysatoren der Lebewesen alle Reaktionsgeschwindigkeiten des Lebensprozesses regulieren und dadurch die Organismen in den Stand setzen, ihre wichtigsten Funktionen, wie die Verdauung, die Assimilation, die Atmung, die Energiebeschaffung u. s. w. auszuführen.

Zu diesem enzymatischen Katalysen gehört auch, wie schon erwähnt, die Aufspaltung des Zuckers durch die Hefe in Alkohol und Kohlensäure.

Sie wurde zuerst von Lavoisier beobachtet und von Gay Lussac quantitativ verfolgt, der die noch heute gültige Gleichung aufstellte:



Traubenzucker Alkohol Kohlensäure.

Die bei diesem Gärungsprozesse auftretende Hefe hielt man zuerst für eine nebensächliche Erscheinung, obwohl schon Leewenhoek 1680 sie unter dem Mikroskop als eigentümliche

kugelige Gebilde erkannt hatte, die Erxleben 1818 als lebende Organismen ansprach.

Erst 1835 wurde ihr durch Cagniard Latour in Paris, sowie 1837 durch Theodor Schwann in Berlin und durch Friedrich Kützing in Nordhausen erneute Aufmerksamkeit geschenkt.

Daß man gekochte Zuckerlösungen durch Luftabschluß vor der Vergärung bewahren konnte, war durch das Appert'sche Konservierungsverfahren bekannt. Schwann zeigte aber, daß die Absperrung des Sauerstoffs nicht die Ursache dieser Erscheinung war, da die Zuckerlösung auch bei Luftzuführung unzersetzt blieb, wenn die Luft nur vorher durch Schwefelsäure geleitet, d. h. gereinigt wurde.

Da also der Luftzutritt nicht die Ursache der Gärung sein konnte, so stellte Schwann die Ansicht auf, daß sie in der Hefe zu suchen sei, und nahm an, daß die Hefe den Zucker zu ihrer Ernährung brauche.

In Frankreich bekannte sich namentlich Turpin 1839 zu dieser „vitalistischen“ Gärungstheorie, die jedoch in Deutschland, namentlich in Wöhler und Liebig heftige Gegner umsomehr fand, als man durch die eben erfolgte künstliche Darstellung des Harnstoffes die sogenannte Lebenskraft endgültig aus der Chemie entfernt zu haben glaubte.

Liebig verhöhnte diese Theorie in einer anonymen satirischen Schrift in seinen Annalen und stellte eine Gegentheorie auf, wonach die Ursache der Zuckerzersetzung in dem Zerfalle der absterbenden Hefezellen zu suchen sei, deren destruktive Bewegung die Zuckermoleküle in Mitleidenschaft ziehen sollte. Während Berzelius bei seiner Kontakt-Theorie blieb, stellte sich Pasteur an die Spitze der Vitalisten, indem er den Satz aufstellte: „Keine Gärung ohne Organismen; die Gärung hängt mit dem Leben der Hefe zusammen, nicht mit ihrem Absterben“.

Ihn unterstützte die Beobachtung von Eilhard Mitscherlich 1842, daß sich die Gärung nicht durch eine Papierwand fortsetze, und die von H. Helmholtz 1844, daß sie auch durch eine tierische Blase nicht fortschreite. Auch daß eine faulende Flüssigkeit keine Gärung einleiten könne, sprach gegen Liebig.

Die Beobachtung Schröders 1853, daß man die Gärung und die Fäulnis durch einen Watteverschluß verhindern könne, führte 1860 zu der Annahme, daß die Zersetzungen durch organische Keime aus der Luft eingeleitet werden möchten, die durch die Baumwolle zurückgehalten würden, und als Pasteur statt der Baumwolle Schießbaumwolle verwandte, nach deren Auflösung in Äther-Alkohol er die gesuchten Keime unter dem Mikroskop als Rückstand vorfand, schien für die vitalistische Theorie der endgültige Beweis erbracht zu sein. Selbst Liebig mußte 1870 seine Zersetzungstheorie modifizieren; denn eine lebende Zelle kann sich als solche nicht zersetzen.

Allerdings stieß die biologische Erklärung, wonach Alkohol und Kohlensäure Stoffwechselprodukte der Hefezellen waren, auf Schwierigkeiten, als Nägeli 1879 zeigte, daß man mit einer Hefenmenge, die nur $1\frac{1}{2}$ Gewichtsteile Trockensubstanz enthielt, 100 Teile Zucker zersetzen könne, wovon 95 Teile in Alkohol und Kohlensäure zerfallen und 4 Teile in Glyzerin und Bersteinsäure, während nur 1 Teil zum Wachstum der Hefe beitrug. Die Assimilationstheorie war nach diesem Resultate allerdings unhaltbar.

Pasteur erfand infolgedessen eine Atmungstheorie, wonach die Hefe ursprünglich eine anaerobe Pflanze sei, die aus Gewohnheit den Sauerstoff nicht aus der Luft nehme, sondern aus dem Zucker, wogegen Eduard Buchner 1885, damals noch Student in München, zeigte, daß das Wachstum der Hefe durch reichliche Lüftung befördert werde.

Schon 1858 hatte der Dr. phil. und Weinhändler Moritz Traube in Ratibor die Ansicht ausgesprochen, daß, wie die in der keimenden Gerste vorhandene Diastase die Stärke in Zucker verwandele, so auch bei der Gärung ein besonderer chemischer Körper in den Hefezellen vorhanden sein müsse, der den Zucker in Alkohol und Kohlensäure spalte.

Inzwischen hatte man eine ganze Reihe derartiger unorganisierter Fermente aufgefunden, die Kühne mit dem Namen Enzyme belegte.

Für die Chemiker war natürlich die Traubesche Enzymtheorie sehr einleuchtend; Berthelot, Claude Bernard, Schönbein, sowie besonders Hüfner traten dafür ein. Es

mißlang jedoch jeder Versuch, ein derartiges Enzym, welches den Zucker in Alkohol und Kohlensäure zu spalten vermochte, von den Hefezellen abzutrennen; selbst der große Experimentator Pasteur konnte kein positives Ergebnis erzielen.

Zuletzt haben Nägeli und Loew Hefezellen mit Glycerin ausgezogen; außer der Invertinwirkung konnten aber im Extrakt keine anderen fermentativen Wirkungen festgestellt werden.

Durch diese Mißerfolge sah sich der Pflanzenphysiolog Nägeli zu einer neuen Gärungstheorie gedrängt, wonach die Gärung in einer Übertragung von Bewegungszuständen des lebenden Plasmas bestehen sollte, durch die das Gleichgewicht der Zuckermoleküle gestört und zum Zerfalle gebracht würde.

Diese ganz unbefriedigende Theorie hatte das Gute, daß sie zu neuen Versuchen anregte. Es trat nämlich die Frage auf: Kommen den Inhaltsstoffen der Hefezellen überhaupt besondere Wirkungen zu?

Die Hefezellen¹⁾ sind kleine Bläschen, erfüllt mit einer halbflüssigen Masse, dem Protoplasma, um welches sich eine verhältnismäßig derbe Zellhaut legt. Durch diese Membran geschieht die Aufnahme von Nahrungsstoffen und die Abgabe von Ausscheidungsstoffen.

An der Innenseite der Membran liegt eine besondere Plasmaschicht, der sog. Plasmaschlauch, der den Aus- und Eintritt von Substanzen regelt. Hochmolekulare Substanzen werden wahrscheinlich aus den Zellen überhaupt nicht austreten können.

Für die chemische Untersuchung der Inhaltsstoffe war es daher nötig, die Zellenmembran und den Plasmaschlauch durch Zerreißen aus dem Wege zu räumen; ferner mußten alle chemisch wirksamen Extraktionsmittel, sowie höhere Temperatur vermieden und endlich das Verfahren in kürzester Zeit vollendet werden, damit eine Veränderung der Inhaltsstoffe während der Gewinnung möglichst ausgeschlossen werde.

Obwohl man früher wiederholt, aber ohne Erfolg versucht hatte, die Hefezellen mechanisch durch Zerreiben zu zerstören, so führten diese Überlegungen in der Hand von Buchner und

¹⁾ vergl. Ed. Buchner. Über den Nachweis von Enzymen in Mikroorganismen. Verh. d. physiol. Ges. Berlin, 1906.

seinem damaligen Mitarbeiter Martin Hahn zu folgendem Verfahren.

Setzt man zu Hefe das gleiche Gewicht Quarzsand und ein Fünftel des Gewichts an Kieselguhr, so läßt sich die anfangs staubtrockene Masse in einer Reibschale mit einem schweren Stößel in wenigen Minuten zerreiben, wobei sie sich dunkelgrau färbt und teigförmig plastisch wird. Die feuchte Beschaffenheit zeigt, daß Flüssigkeit aus dem Zellinnern ausgetreten ist. Gibt man nun den dicken Teig, in starke Segelleinwand eingeschlagen, in eine hydraulische Presse, deren Druck man allmählich auf 90 Atmosphären steigert, so entquillt ihm ein flüssiger Saft. Aus 1000 gr Hefe lassen sich in wenigen Stunden 500 ccm dieses Hefesaftes gewinnen.

Um die genauere Ausarbeitung dieses Verfahrens hat sich Professor Martin Hahn Verdienste erworben, indem er die Anwendung von Kieselguhr und die Benutzung der hydraulischen Presse in Vorschlag brachte.

Der Hefenpreßsaft bildet eine angenehm riechende, gelbbraune, durchsichtige Flüssigkeit, welche beim Erwärmen Flocken von geronnenem Eiweiß abscheidet.

Die Anwesenheit von gerinnbarem Eiweiß im Innern von Mikroorganismen hat Buchner hiermit zum ersten Male nachgewiesen.

Als Buchner dem frischen Preßsaft Zuckerlösung zusetzte, trat nach einiger Zeit starke Gasentwicklung auf, die beim Erwärmen auf 40° wesentlich beschleunigt wurde.

Die genauere Untersuchung zeigte bald, daß hierbei nicht nur Kohlensäure, sondern auch Alkohol und zwar in demselben Verhältnisse wie bei der gewöhnlichen Hefegärung gebildet wird.

Hiermit war zum ersten Male der Nachweis einer zellfreien Gärung geliefert worden, einer Gärung, die unabhängig von einem Lebensprozesse verlief.

Es versteht sich von selbst, daß jede Täuschung durch etwaige Anwesenheit lebender Zellen durch alle möglichen Kautelen, wie Filtration des Saftes durch Bisquitporzellan und dergl. ausgeschlossen wurde.

Auch gelang es, den Preßsaft im Vacuum zu trocknen und im Wasserstoffströme sogar bis 110° zu erhitzen, wobei er jede Wachstumsfähigkeit eingebüßt hatte, ohne daß er seine Gärkraft

verloren hätte. Auch durch Fällung mit Alkohol und Aether gelingt es, aus dem Preßsaft einen Niederschlag zu erhalten, der seine Gärkraft behält.

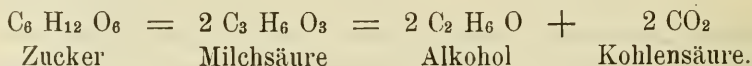
In ähnlicher Weise kann man aus der Hefe direkt mit Hilfe von Aceton eine sog. Dauerhefe erhalten, die unter dem Namen Zymin in den Handel gebracht wird, welche keine Lebensfähigkeit, wohl aber starke Gärwirkung besitzt. Die Tatsache dagegen, daß frischer Preßsaft beim Aufbewahren bei gewöhnlicher Temperatur seine Gärungsfähigkeit bald verliert, ist auf ein Verdauungsenzym in dem Zellinhalte, die Endotryptase, zurückzuführen, wodurch die Zymase selbst zerstört wird.

Durch diese Arbeiten ist zunächst festgestellt, daß man eine Trennung der Gärwirkung von den lebenden Hefezellen durchführen kann. Zur Einleitung des Gärvorgangs bedarf es also keiner so komplexen Apparatur wie die Zelle; sondern es gibt eine zellfreie Gärung. Damit ist die vitalistische Theorie endgültig widerlegt.

Buchner hat nun dieses neue Enzym, die Zymase, benutzt, um den Gärungsprozeß weiter zu studieren.

Ich muß es mir versagen, hier auf Einzelheiten einzugehen, will aber noch erwähnen, daß es gelungen ist, diesen Prozeß in zwei unabhängige Stadien zu zerlegen.

In Gemeinschaft mit J. Meisenheimer wurde festgestellt, daß bei der zellfreien Gärung durch Hefepreßsaft bald Milchsäure gebildet wird, bald zugesetzte Milchsäure verschwindet. Diese merkwürdige Beobachtung zwingt zu der Annahme, daß es sich bei der alkoholischen Gärung nicht um ein, sondern vielmehr um zwei Enzyme handelt, deren eines, die Hefezymase, den Zucker in Milchsäure spaltet, während das andere, die Lactacydase, sie in Alkohol und Kohlensäure zerlegt. Der Mechanismus dieser Zersetzung geschieht nach folgender Gleichung:



Mit Hilfe des Acetonverfahrens ist es ferner gelungen, auch in den Essigsäurebakterien und in den Milchsäurebakterien die Anwesenheit der entsprechenden Gärungsenzyme nachzuweisen.

Aber auch für die allgemeine Biologie sind Buchners Untersuchungen von Bedeutung. Die Tatsache, daß in den höheren Gewächsen das Vorkommen von Alkohol häufig beobachtet wird und daß die Milchsäure im Tierkörper allgemein verbreitet ist, z. B. auch im absterbenden Muskel auftritt, läßt vermuten, daß die Gärungsenzyme auch im Organismus eine wesentliche Rolle spielen.

Versucht man nun der Ursache nachzugehen, warum der Kampf um die Gärungstheorie mehr als ein halbes Jahrhundert bis zu seiner Entscheidung gewährt hat, so findet man sie in der Tatsache, daß erst durch die Arbeiten Buchners eine neue Klasse von Enzymen aufgefunden worden ist, dadurch charakterisiert, daß sie normal nur innerhalb der Zelle wirken. Martin Hahn hat sie deshalb als Endoenzyme bezeichnet.

Während man diese Vorgänge als typische Äußerungen des Zellenlebens auffaßte, ist nunmehr erwiesen, daß intracelluläre Enzymwirkungen vorliegen. Neuere Arbeiten von Molisch und von Usher und Priestley scheinen die Kohlensäure-assimilation auf Enzymwirkung zurückführen zu können. Auch der Atmungsvorgang wird durch Oxydasewirkung zu erklären sein.

Da man aber weiß, daß die Enzymwirkungen reversible Prozesse sind, die unter Umständen auch in umgekehrter Richtung verlaufen, so darf man vermuten, daß die Verdauungsenzyme in der Zelle nicht nur den Abbau der Eiweißstoffe, wie die Endotryptase, sondern auch den Aufbau derselben, die Assimilation vermitteln werden.

Wo, fragt Buchner, mag dann das eigentliche, nicht abtrennbare Leben beginnen?

Daß die Chemie der Enzyme für solche der Zukunft angehörenden Fragen und Probleme von höchster Bedeutung ist, liegt auf der Hand. Wie ich aber zu Anfang bereits erwähnte, stehen wir noch an den Toren dieses Gebietes, für dessen Erforschung wir Pfadfinder brauchen. Eine hemmende Schranke ist durch Buchners Arbeiten aus dem Wege geräumt; es ist Raum geschaffen für weiteres Vordringen. Wenn wir bedenken, welchen Weg die organische Chemie in der kurzen Spanne von noch nicht achtzig Jahren zurückgelegt hat, seit Wöhler den

künstlichen Harnstoff darstellte, daß wir inzwischen die meisten Stoffwechselprodukte in ihrem Wesen erkannt haben, daß wir so komplizierte Gebiete wie die Chemie der Kohlenhydrate vollkommen beherrschen, daß wir in die Eiweißchemie erfolgreich eingedrungen sind, so wird die Forschung vor den Problemen der Enzymchemie nicht Halt machen.

Wir wollen daher die Pfadfinder ehren, die den Mut haben, in diese schwierigen und dunklen Gebiete die Leuchte der Wissenschaft voranzutragen. Darum bitten wir Sie, Eduard Buchner den Tiedemannpreis zu erteilen!

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Bericht über die Senckenbergische naturforschende Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1907

Band/Volume: [1907](#)

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

Artikel/Article: [Über die Grärung. 114-124](#)