

massen entoptisch entstehen und daher als ein weiterer Beweis gelten können für die Unabhängigkeit der Art der betreffenden Gesichtsempfindungen von den mit der Anordnung derartiger in der gebräuchlichen Weise angestellter Versuche verbundenen Wahrnehmungen. Dies gilt namentlich hier für das Zustandekommen der Kontrasterscheinungen in den Schatten, welches für unsere Versuche bloss aus der Heringschen Annahme der Beeinflussung benachbarter durch Erregung bestimmter Netzhautstellen erklärt werden kann. Jede psychische Beeinflussung, jede Einmischung des Urteils kann hier wohl als ausgeschlossen betrachtet werden.

Da es gelingt, die beschriebenen Kontrasterscheinungen bei völlig fixiertem Blicke zu sehen, ist die Annahme berechtigt, dass es sich hier um einen simultanen Farbenkontrast handelt. In diesen mischt sich bei Bewegungen des Auges oder Kopfes, die Erscheinung verstärkend und ihre Dauer verlängernd, sukzessiver Kontrast ein, wie das auch bei anderen Arten der Hervorbringung farbiger Schatten der Fall ist.

Im Hinblick auf die oben erwähnten Versuche von König und Zumft habe ich mich sehr bemüht, über die scheinbare Distanz der Doppelbilder der Aderfigur bei verschiedenfarbiger Beleuchtung sichere Angaben machen zu können. Leider gestatteten mannigfaltige Umstände, welche in der Technik dieser Versuche gelegen sind, nicht, zu einer sicheren Anschauung über diesen Punkt zu gelangen. Ich kann nur sagen, dass ich den Eindruck habe, dass der Abstand der Doppelbilder bei Beleuchtung der Sklera mit zwei Lichtern der verschiedensten Farben stets der gleiche gewesen ist.

Nobelpreisträger von 1907.

I.

Eduard Buchner,

der Träger des Nobelpreises für Chemie.

Von **Hugo Milrath.**

In München, der Stadt der weltberühmten Bierbrauereien, wo die alkoholische Gärung eine so grosse Rolle spielt, stand die Wiege des Mannes, dessen Forschungstätigkeit Licht in das Dunkel der verschiedenen Gärungstheorien gebracht hat. Für die Verdienste auf diesem Gebiete wurde nun Buchner eine hohe Auszeichnung zuteil, indem ihm die schwedische Akademie der Wissenschaften den Nobelpreis für Chemie zuerkannte.

Eduard Buchner wurde am 20. Mai 1860 geboren. Zuerst studierte er an dem Realgymnasium seiner Vaterstadt und besuchte dann eine kurze Zeit das chemische Laboratorium E. Erlenmeyers an der technischen Hochschule, unterbrach aber bald seine Studien und arbeitete einige Jahre in einer Konservenfabrik. Von 1884 an widmete er sich wieder dem Studium der Chemie im Laboratorium v. Baeyers und erwarb im Jahre 1888 den Doktorgrad mit der Dissertation „Über die Synthese von Derivaten des Trimethylens“. Nachdem Buchner ein Jahr hindurch eine Assistentenstelle am chemischen Laboratorium in München bekleidet hatte, habilitierte er sich daselbst im Jahre 1891 als Privatdozent für Chemie. Im Jahre 1893 wurde ihm die Leitung des Universitätslaboratoriums für analytische Chemie in Kiel übertragen. Doch schon 1896 wurde Buchner als ausserordentlicher Professor für analytische und pharmazeutische Chemie nach Tübingen berufen und zwei Jahre später als Nachfolger Moritz Fleischers, des jetzigen vortragenden Rates im Ministerium für Landwirtschaft, zum ordentlichen Professor für allgemeine Chemie an der landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin ernannt. Im Jahre 1905 wurde ihm vom Vereine deutscher Chemiker die Liebig-Medaille verliehen.

Buchners wissenschaftlicher Tätigkeit auf dem Gebiete der reinen organischen Chemie verdanken wir die in den Berichten der deutschen chemischen Gesellschaft veröffentlichten Arbeiten „Einwirkung von Diazoessigäther auf die Äther ungesättigter Säuren“, über den „Quecksilberdiazoessigester“, ferner mehrere Abhandlungen über die „Pseudophenyllessigsäure“ und über die „Derivate des Zykloheptans“. Ausserdem wären die Arbeiten über die Reaktion zwischen Diazoessigester und Benzol zu erwähnen, welche zur Entdeckung eines Kohlenstoffsiebenringderivates führten. Von grosser Bedeutung sind auch seine Forschungen über „Das Pyrazol“ und die „Synthese des Phenylpyrazols“.

Die hervorragendsten Erfolge hat Buchner aber auf dem Gebiete der Gärungschemie zu verzeichnen.

Der Gärungsprozess ist ein seit alten Zeiten bekannter Vorgang und wird schon seit langem zur Bereitung verschiedener alkoholischer Getränke ausgenutzt. Die Ansichten über die Bedeutung der Mikroorganismen bei diesem Prozesse sind sehr geteilt gewesen.

Liebig sah die Gärung als einen eigentümlichen chemischen Prozess an, der sich zwischen Zucker und einem „Ferment“ — unter dem „Ferment“ ist nur der Erreger der Gärung zu verstehen; der heutige weitere Begriff stammt aus viel späteren Zeiten — abspielt, welches sich durch Umlagerung aus Pflanzen-

e weiss bildet, und das durch seinen Zerfall die Spaltung des Zuckers hervorruft.

Um das Jahr 1860 tritt Pasteur gegen die Liebigsche Auffassung auf. Pasteur behauptet folgendes: Es kann niemals alkoholische Gärung eintreten, ohne dass lebende Hefezellen zugegen sind; der chemische Vorgang der Gärung ist grösstenteils eine den Lebensprozess der Hefe begleitende Erscheinung; sie fängt damit an und endigt damit; Alkoholgärung ohne fortgesetztes Leben findet niemals statt.

Nach Pasteurs Theorie ist somit der Gärungsprozess mit der Anwesenheit, stetiger Entwicklung und Vermehrung lebender Hefe stets aufs innigste verknüpft. Pasteurs vitalistische Gärungstheorie könnte nicht weiterbestehen, wenn man die Gärwirkung von der lebenden Hefezelle trennen könnte. Bereits im Jahre 1846 hat Lüdersdorf in Berlin Hefe auf einer mattgeschliffenen Glasplatte mittels eines gläsernen Läufers zerrieben; die Hoffnung, auf diesem Wege eine Trennung der Gärwirkung von den Hefezellen zu erreichen, verwirklichte sich aber nicht; das Zerreibungsprodukt zeigte keine Gärwirkung auf Zucker.

Buchner ist nun diese Trennung geglückt. Im Jahre 1897 veröffentlicht er in den Berichten der deutschen chemischen Gesellschaft die allgemeines Aufsehen erregende Abhandlung „Alkoholische Gärung ohne Hefezellen“.

Die ersten Versuche, die Buchner im Jahre 1893 unternahm, die Zellmembran der Hefe durch Gefrieren und rasches Wiederauftauen zum Platzen zu bringen, verliefen ergebnislos; die Membran ist für ein derartiges Zerreißen viel zu elastisch. Dagegen zeigte es sich bald, dass auch die kleinsten Mikroorganismen nach Zusatz von Sand zerreibbar sind. Buchner mengt frische Münchner untergärige Bierpresshefe, die zuvor bei 50 Atmosphären Druck entwässert wurde, mit dem gleichen Gewichte Quarzsand und mit einem Fünftel des Gewichtes Kieselguhr und zerreibt sodann des Gemenge mit einer, durch einen Gasmotor in Betrieb gesetzten Maschine. Diese besteht hauptsächlich aus einer horizontal rotierenden Porzellanreibschale, in welcher sich ein beschwertes Porzellanpistill fortwährend geradlinig hin und her bewegt. Die Operation setzt er so lange fort, bis die Masse, die anfangs staubtrocken war, feucht und plastisch geworden ist. Er fügt dem Teige nun Wasser hinzu und bringt ihn, in ein Presstuch eingeschlagen, allmählich unter einen Druck von 400—500 Atmosphären. Die ablaufende Flüssigkeit, der Presssaft, wird noch mit einer geringen Menge Kieselguhr geschüttelt und dann filtriert. Der so erhaltene Presssaft ist eine klare, gelbliche, nur schwach opalisierende Flüssigkeit von angenehmem Hefegeruche. Er enthält viel Kohlensäure gelöst, die bei

40° zu entweichen beginnt, und ziemliche Mengen von gerinnbarem Eiweiss. Beim Kochen tritt starke Ausscheidung von Gerinnsel ein, so dass die Flüssigkeit fast vollständig erstarrt; die Bildung von unlöslichen Flocken fängt schon bei 35°—40° an.

Die interessanteste Eigenschaft des Pressaftes besteht darin, dass er imstande ist, Kohlenhydrate in Gärung zu versetzen. Beim Mischen mit dem gleichen Volum einer Rohrzuckerlösung tritt nach $\frac{1}{4}$ —1 Stunde regelmässige Kohlensäureentwicklung ein, die tagelang andauert. Ein Zusatz von spezifischen Hefegiften wie Chloroform, Toluol, Natriumazoimid oder arsenige Säure verhindert die Gärung mit Pressaft nicht. Man kann also die Hefe töten, ohne ihr damit das Vermögen zu nehmen, Zucker in Alkohol und Kohlensäure zu spalten, also zu vergären.

Mit der Loslösung der Gärwirkung von der lebenden Hefe hat Buchner bewiesen, dass es zur Einleitung des Gärungsvorganges keines so komplizierten Apparates bedarf, wie ihn die Hefezelle vorstellt. Die Gärwirkung wird vielmehr durch eine gelöste Substanz, welche eine Art Enzym ist und in die Gruppe der Eiweisskörper gehört, hervorgerufen. Buchner gab dieser Substanz den Namen „Zymase“.

Bei dieser Lösung des Gärungsproblems wurden aber auch allerlei Zweifel laut. Die Anhänger der vitalistischen Theorie glaubten, dass bei der Herstellung des Pressaftes lebende Hefezellen auch nach seiner Filtration in demselben anwesend sein und den Gärungsvorgang auslösen könnten, oder dass sich in demselben eine geringe Menge Plasma erhalten haben könnte, welches noch einige Zeit nach seiner Loslösung von der Zelle wirksam sei; das schnelle Verderben des Saftes spreche wohl auch dafür. Diese Einwände liessen sich aber widerlegen. Wie schon oben erwähnt, verhinderte ein Zusatz von Hefegiften (Chloroform, Toluol etc.), welche etwa vorhandene Zellen, sowie lebendes Plasma getötet hätten, die Gärung mit Pressaft durchaus nicht. Bei Einhaltung einiger Vorsichtsmassregeln kann man auch den Pressaft vollständig eintrocknen, ohne dass er seine Gärkraft verliert. Dieser getrocknete Pressaft ist eine spröde, gelbliche Masse, die dem trockenen Hühnereiweiss ähnelt. In der fünffachen Menge Wasser löst sie sich bei 30° bis auf einen geringen Rückstand wieder auf; nach mehrmaligem Filtrieren erhält man eine klare Flüssigkeit, welche mit einem Volum einer 75% Rohrzuckerlösung vermischt nach 6—10 Stunden deutliche regelmässige Gasentwicklung zeigt, die tagelang andauert und zur Bildung einer beträchtlichen Schicht führt. Das Verderben des Pressaftes, also die schnelle Abnahme seines Gärungsvermögens findet seine Erklärung in der gleichzeitigen Anwesenheit von peptischem Ferment, das die Zymase verdaut. Dieser

Vorgang lässt sich dadurch verfolgen, dass mit dem Verluste der Gärkraft auch eine entsprechende Abnahme an gerinnbarem Eiweiss eintritt.

Die gärungserregende Substanz lässt sich auch aus dem Pressaft z. B. durch Alkohol, als ein weissliches Pulver abscheiden, welches, in Wasser suspendiert, Gärung hervorruft, Man darf aber dieses Pulver nicht als Zymase ansehen; es ist vielmehr ein Gemisch von Eiweisskörpern und Fermenten, die aus dem sehr kompliziert zusammengesetzten Pressaft durch Zusatz von Alkohol herausfallen.

In einem vor der deutschen chemischen Gesellschaft zu Berlin gehaltenen Vortrage „Über zellenfreie Gärung“ teilt Buchner unter anderem einiges über die Enzyme des Hefepressaftes mit. Invertin konnte zuerst nachgewiesen werden. Die Gegenwart eines Maltose und eines Glykogen hydrolysierenden Fermentes darf, da beide Kohlenhydrate durch den Pressaft in Gärung versetzt werden und nach den Erfahrungen Emil Fischers kaum direkt vergären, wohl angenommen werden. Dann scheinen Oxydasen vorhanden zu sein, wie solche G. Bertrand in vielen Pflanzensäften vorgefunden hat, wenigstens färbt sich der Pressaft bei längerem Stehen an der Luft, wahrscheinlich unter Sauerstoffaufnahme, braun. Proteolytische Enzyme hat zuerst M. Hahn im Hefepressaft aufgefunden, indem er dessen Verflüssigungsvermögen für Gelatine feststellte.

Buchner publizierte noch in den Berichten der deutschen chemischen Gesellschaft mehrere Mitteilungen über die „Alkoholische Gärung ohne Hefezellen“ (zusammen mit Rud. Rapp), dann über „Zymase aus getöteter Hefe“ und „Hefepressaft und Fällungsmittel“.

Buchners letzte Arbeiten liegen auf dem Gebiete der Milchsäure- und Essiggärung. Das Ergebnis der im Vereine mit J. Meisenheimer über die Milchsäuregärung angestellten Versuche erschien 1906 in „Liebigs Annalen der Chemie“. Durch diese Versuche gelang es nachzuweisen, dass auch die Milchsäurebakterien die Spaltung des Zuckers zu Milchsäure mit Hilfe eines von der Lebenstätigkeit der Mikroorganismen abtrennbaren Enzyms bewerkstelligen. Dieses Enzym erhielt den Namen Milchsäurebakterienzymase. Diese Bezeichnung soll die vermutlich nahen Beziehungen jenes Stoffes zu dem Zymase genannten Enzym der Hefezellen andeuten, welches in der ersten Phase der alkoholischen Gärung Zucker in Milchsäure verwandelt. Die Milchsäure wird dann in der zweiten Phase in Kohlensäure und Alkohol gespalten.

Gleichzeitig mit der Publikation „Über die Milchsäuregärung“ veröffentlichte Buchner gemeinsam mit Rufus Gaunt die

Arbeit „Über die Essiggärung“. Schon im Jahre 1823 war Döbereiner zur richtigen Auffassung des chemischen Vorganges bei der Essiggärung gelangt; er erkannte, dass der Alkohol Sauerstoff aufnimmt unter Bildung von Essigsäure und Wasser, und dass dabei keine oder fast keine Kohlensäure entsteht. Zur Essiggärung schienen nur drei Bedingungen nötig zu sein: Weingeist, Sauerstoff und, da sich reine Alkohol-Wassermischungen an der Luft nicht säuern, ein Körper, welcher den Sauerstoff verdichtet und auf den Alkohol überträgt. Als eine solche Substanz glaubte Berzelius besonders die Essigsäure selbst betrachten zu müssen. Er hatte die Beobachtung gemacht, dass die bei Beginn der sauren Gärung gebildete Essigsäure sehr viel zur Beschleunigung des Gärungsprozesses beiträgt.

Nachdem es nun Buchner gelungen war, die alkoholische Gärung des Zuckers durch Hefe als Wirkung eines abtrennbaren Enzymes nachzuweisen, schien es wahrscheinlich, dass Gleiches auch für die Essiggärung möglich sei. In der Tat konnten auch Buchner und Meisenheimer berichten, dass durch Eintragen von Bieressigbakterien in Azeton ein wirksames Dauerpräparat erhalten wird, welches bei Luftzuleitung Alkohol unter Bildung von Essigsäure oxydiert. Die weiteren Versuchsergebnisse Buchners und Gaunts vermochten nun den Beweis zu liefern, dass die Essigbakterien ihre oxydierende Wirkung der Gegenwart eines Enzymes, einer Oxydase, verdanken; diese erhält den Namen Alkoholoxydase. Die Oxydationswirkung der Daueressigbakterien konnte auch für den an Stelle von Äthylalkohol verwendeten Propylalkohol festgestellt werden. Um aus den Essigbakterien das Dauerpräparat zu erhalten, werden dieselben in Azeton eingetragen. Die Hauptmenge des Azetons wird hierauf von den Bakterienmassen abgossen; dann werden sie abgesaugt und im Vakuum getrocknet. Auf diese Weise erhält man ein hellbraunes Pulver, welches eine grössere Anzahl von Enzymen enthält.

So konnte Buchner nicht nur für die alkoholische, sondern auch für die Milchsäure- und Essiggärung den Nachweis erbringen, dass diese Prozesse nicht durch Spaltpilze selbst, sondern durch ein in den Mikroorganismen enthaltenes Enzym, hervorgerufen werden. In dem Kampfe der chemischen gegen die vitalistische Gärungstheorie führte Buchner, Dank seinen unermüdlichen Forschungen, die chemische Anschauung zum Siege.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1908

Band/Volume: [56](#)

Autor(en)/Author(s): Milrath Hugo

Artikel/Article: [Nobelpreisträger von 1907 - I. Eduard Büchner, der Träger des Nobelpreises für Chemie 10-15](#)