

EDUARD BUCHNER.

„Allen Gewalten zum Trotz sich verhalten,
Nimmer sich beugen, kräftig sich zeigen
Rufet die Arme der Götter herbei.“

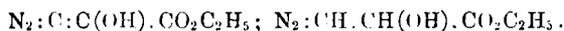
Goethe.

Selbstgewähltes Motto von Eduard Buchner.

Eduard Buchner, geboren am 20. Mai 1860 zu München, entstammt einer oberbayrischen Gelehrtenfamilie; sein Vater, Dr. Ernest Buchner, geboren zu München am 8. Oktober 1812, gestorben am 2. Januar 1872, war Professor der gerichtlichen Medizin in München, nachdem schon Urgroßvater und Großvater sich gelehrten Berufen ergeben hatten. Der Vater war dreimal verheiratet; aus der dritten Ehe mit Friederike Martin entsprossen zwei Söhne: der ältere Hans Buchner, der nachmalig so bedeutende Hygieniker und Nachfolger Pettenkofers auf dem Münchener Lehrstuhl, und der um 10 Jahre jüngere Eduard. Aus der Jugendzeit liegen fast gar keine Nachrichten vor, und er hat mir auch selber niemals etwas darüber erzählt. Oft sprach er mir aber von seinem Bruder Hans. Dieser übernahm nach dem Helmgang des Vaters die Sorge für die Weiterentwicklung Eduards, ein Verhältnis, aus dem sich bis zu dem allzu früh erfolgten Tode des Älteren ein vorbildlich inniger, brüderlicher Freundschaftsbund bildete. Eduard besuchte das Realgymnasium in München und trat gleich nach dem Abiturium in das 3. bayrische Feldartillerie-Regiment als Einjähriger ein. Er war mit Leib und Seele Soldat, und es hätte nicht viel gefehlt, und er wäre als aktiver Offizier bei der Armee geblieben. Nachher arbeitete er einige Zeit im Chemischen Laboratorium der dortigen Technischen Hochschule, welche unter Leitung E. Erlenmeyers stand. Er war aber genötigt, bald seine Studien abzubrechen und in eine Konservenfabrik in München und später zur selben Firma nach Mombach zu gehen. Dort fand er Gelegenheit, die ersten Beobachtungen zu machen, die ihn auf das für sein Lebenswerk wichtigste Gebiet der Gärungschemie brachten. Hier verblieb er 4½ Jahre. Erst 1884 ließ es sich ermöglichen, daß er zur Universität zurückkehren konnte, woselbst

Im Jahre 1888 hat Buchner auf Grund der unter der Leitung von Curtius ausgeführten ersten Untersuchungen bei Baeyer promoviert. Er ist also später unrichtigerweise als einer der bedeutendsten Schüler Baeyers bezeichnet worden, in Wirklichkeit ist er ein Schüler von Th. Curtius.

Eine hübsche Untersuchung, die sehr wenig bekannt ist, entsprang ebenfalls der gemeinsamen Arbeit der beiden Freunde, nämlich die Einwirkung von alkoholischer Salzsäure auf Gelatine und nachherige Behandlung des entstandenen Produktes mit salpetriger Säure. Es bildet sich dabei in guter Ausbeute eine ölige Verbindung, die als Diazo oxy-acrylsäure oder Diazo-milchsäureester angesprochen wurde:



Mit Jod geht dieselbe in das schön krystallisierte Dijod-acetamid, $\text{CHJ}_2\cdot\text{CO}\cdot\text{NH}_2$, über¹⁾. Leider hat Buchner später diese Arbeit nicht weiter fortgeführt, sie hätte für die Chemie der Eiweißstoffe von Bedeutung werden können.

1890 wurde er dann erst Unterrichtsassistent bei Baeyer im Chemischen Institut und habilitierte sich 1891 mit einer zusammenfassenden Untersuchung über das Pyrazol, den stickstoffhaltigen Grundkörper des bekannten Antipyrins. Auf diese und andere Arbeiten auf demselben Gebiet soll nachher in der Abteilung »Wissenschaftliche Abhandlungen« näher eingegangen werden.

1893 folgte er seinem Freunde Curtius nach Kiel und wurde 1896 als außerordentlicher Professor der Analytisch-Pharmazentischen Chemie an der Universität Tübingen von seinem Freunde Pechmann berufen. Von dort stammt seine epochemachende erste Veröffentlichung über »Alkoholische Gärung ohne Hefezellen«, welche ihm im Jahre 1905 die goldene Liebig-Denk Münze des Vereines Deutscher Chemiker, 1907 den Nobel-Preis und zahlreiche andere Ebrungen²⁾ eintrug. Die nächste Folge dieser Arbeit war aber seine Berufung zum ordentlichen Professor für allgemeine Chemie an die Landwirtschaftliche Hochschule in Berlin als Nachfolger Fleischer's im Jahre 1898. Da dieser Hochschule auch das Institut für Gärungsgewerbe angehört, so war hier nunmehr Wissenschaft und

¹⁾ In der Originalabhandlung ist dies Produkt als Jod-vinylamin beschrieben. Nach einer Mitteilung von Hrn. Geheimrat Curtius handelt es sich aber um Dijod-acetamid.

²⁾ 1908 wurde er zum Korrespond.-Mitglied der Akademie von Bologna ernannt. Weiter erhielt er eine Reihe von ehrenvollen Einladungen zu Vorträgen, wie 1909 in Wien vor dem Österreichischen Verein der Ingenieure und Architekten und am 13. Mai 1910 vor der Société Chimique de Paris.

Praxis des Gärungsgewerbes derart vertreten, daß die Entwicklung der beiderseitigen Forschungsrichtungen eine starke Förderung erfahren mußte. Berlin wurde an die Spitze der enzymforschenden, das Hefeleben studierenden Kreise der Wissenschaft gestellt.

Meine Bekanntschaft mit Buchner stammt aus dem Jahre 1896, wo ich ihn auf der glänzenden Naturforscher-Versammlung in Frankfurt a. Main kennen lernte, deren chemische Abteilung von Martin Freund auf das trefflichste vorbereitet war. Als er nach Berlin übersiedelte, schlossen wir uns bald eng aneinander an und waren sehr häufig zusammen.

Im Jahre 1900 war es dem reifen Manne endlich vergönnt, sein Lebensglück zu finden, indem er sich mit Lotte Stahl, Tochter des Tübinger Mathematikers und seiner Ehefrau Nanna, jüngsten Tochter des berühmten Berliner Philosophen Trendelenburg, verlobte. Die Hochzeit erfolgte im August in Tübingen, dem verträumten Städtchen im lieblichen Neckartal. Dort hatte ich Gelegenheit, im Hause von Eduards Schwiegereltern ein reizendes, geradezu ideales Professorenheim kennen zu lernen, dessen Hausfrau, die zukünftige Schwiegermama, mir in ihrer jugendfrischen Schönheit und Liebenswürdigkeit dauernd in Erinnerung geblieben ist. Außer seiner alten Mutter sah ich auch dort den Bruder Hans Buchner. Er steht vor mir als ein sehr großer und stattlicher Mann mit kühner Nase und ernsten, aber freundlichen Augen, von hervorragender Beredsamkeit, im ganzen außerordentlich verschieden von Eduard. Niemand konnte ahnen, daß er schon damals den Todeskeim in sich trug. — In der Kirche bei der Trauung erregte Eduard allgemeine Freude. Als der Pfarrer nämlich die übliche Frage an ihn richtete, ob er seine Braut heiraten wolle, antwortete er mit einem urkräftigen oberbayrischen »Jo«. — Am Polterabend war er überaus vergnügt, besonders auf dem Heimweg, worüber jemand dermaßen ins Lachen geriet, daß er in ein anhaltendes Schluchzen verfiel. Darauf sang Buchner das Lied vom »Schluchzrl« mit so lauter Stimme in den schweigenden Tübinger Gassen, daß nicht viel gefehlt hätte, und er mußte die Nacht auf der Polizeiwache verbringen. Der sehr glücklichen Ehe entsprossen drei Kinder: ein Mädchen und zwei Knaben.

Auch nach unserer beiderseitigen Verheiratung trafen wir uns regelmäßig in der Woche einmal. Außer fachwissenschaftlichen Fragen wurden insbesondere solche der Politik und der Kunst besprochen. In der Politik war Eduard Anhänger Bismarcks, bekannte sich aber im allgemeinen zur nationalliberalen Partei. Zur darstellenden Kunst hatte er ein einfaches selbstverständliches Verhältnis, wie es den Bewohnern der Länder nördlich der Mainlinie so oft gänzlich

abgeht. Später bewegten sich unsere Gespräche bisweilen auch auf religiösem Gebiet. Eduard Buchner war katholisch, entfremdete sich aber, je älter er wurde, desto mehr den Lehren der katholischen Kirche. Schon 1900 hatte er sich nur protestantisch trauen lassen, und seine Kinder wurden protestantisch erzogen. Es drängte ihn aber, mit sich selbst ins Reine zu kommen. Einige seiner Freunde waren schon zum Protestantismus übergetreten. Trotzdem zögerte er immer wieder aus Bedenken vor der protestantischen Orthodoxie. Er meinte, »da komm' i vom Reg'n in die Trauf'«. Ich habe vielleicht schließlich den Ausschlag dadurch gegeben, daß ich bemerkte, man brauche sich nicht an die Orthodoxie zu halten und könne doch ein überzeugter Protestant sein. Ich hielt Martin Luther für den größten Deutschen und würde sein Werk unter allen Umständen unterstützen. Dies leuchtete ihm ein, denn bald darauf ließ er sich von mir an Pfarrer D. Scholz von St. Marien in Berlin empfehlen, der seinen Übertritt 1905 vollzog.

In Berlin gelang es mir, in ihm die Jagdpassion zu erwecken. — Mit der ihm eigenen Gründlichkeit erlernte er durch fleißige Übung auf dem Schießplatz der Versuchsanstalt für Handfeuerwaffen in Halensee den Gebrauch der Schrotflinte gut und legte Lampe und Reineke sicher um. Zur Erheiterung der Jagdgesellschaft bei den Schlüsseltreiben konnte er wesentlich beitragen, wenn er zu etwas vorgerückter Stunde auf den Tisch stieg, sich dort einen Stuhl zurecht setzte und seine oberbayrischen Lieder: »Vom Fensterln«, vom »Leiber« und ähnliche mehr mit großem Humor vorsang. Das letzte Mal war er von Würzburg aus 1912 einige Tage zur Treibjagd bei mir in der Mark, wo er eine bedeutende Strecke machte und darüber sehr stolz war.

Sein größtes Interesse war aber der Bergwelt zugewandt. Schon seine Eltern hatten ihn in früher Jugend in die oberbayrischen Alpen mitgenommen, und dort war ihm die Begeisterung für die Herrlichkeiten dieser Welt erweckt worden. So bestieg er in Begleitung seines Bruders als Vierzehnjähriger das Karwendelgebirge. Später hat er sehr viele schwierige Touren mit seinen Freunden, insbesondere unter der Leitung des sehr erfahrenen Hochalpinisten, Hrn. M. v. Frey, gemacht. Hr. v. Frey war so liebenswürdig, hierüber folgende nähere Ausführungen zur Verfügung zu stellen:

Die Gesamtzahl der von Buchner bestiegenen Gipfel geht in die Hunderte, die meisten führerlos, aber in Begleitung von Freunden. Die besuchten Gruppen reichen von den Lechtaler Alpen (Parseier Spitze und Mädeler-gabel) im Westen bis zum hohen Priel (Totes Gebirge) im Osten und von den nördlichen Kalkalpen durch die Zentralketten bis in die Dolomiten

(Dürrenstein, Boe, Marmolata) und die Julischen Alpen (Terglou, Manhart, Montasch über Nordwand). Diese Wanderungen waren seine größte Freude. Er liebte die Anstrengung — für ihn eine Art Jungbrunnen —, erstrebte mit wissenschaftlicher Gründlichkeit einen möglichst vollständigen Einblick in die oreographischen Verhältnisse, hierbei unterstützt durch seine scharfe Auffassung und ein staunenswertes Gedächtnis, pflegte die Kameradschaftlichkeit und genoß mit köstlichem Mutwillen die kleinen und großen Abenteuer.

Folgende neuen Wege hat Buchner begangen:

- 1874 Traversierung der Oedkarspitze (2744 m) von N. nach S. (Karwendeltal--Hinteraul) mit seinem Bruder Hans.
- 1876 dieselben mit Führer Jenewein bestiegen den Linsenser Fernerkogel (3300 m) auf neuem Anstieg von Alpein: den Windacher Daunkogel (Wildkarspitze) (3367 m), 1. Besteigung; den Wilden Freiger (3426 m) vom Üblentalferner aus.
- 1885 das große Teufelshorn (2361 m) über die Ostwand, Buchner, M. v. Frey, E. Enderlen und Jäger Lorsky.
- 1886 Ankogel (3263 m) auf teilweise neuem Wege aus dem Pleßnitzkar, Buchner, M. v. Frey und R. v. Frey. Hochkalter (2607 m) über das Blaueis, Buchner, M. v. Frey und R. v. Frey, erste führerlose Besteigung.
- 1888 Kitzsteinhorn (3264 m) mit neuem Abstieg ins Stubachtal, Hans und E. Buchner, Ehrensberger, R. v. Frey und Führer Hetz.

Mit besonderer Befriedigung erzählte er von einer führerlosen Besteigung des großen Dachsteins über einen stark vereisten Grad. Alle Jahre, sobald es irgend möglich war, ist er in den Ferien vom Norden nach den bayrischen Alpen zurückgekehrt. Wenn er in früheren Jahren dann sein oberbayrisch »Gewandl« anziehen konnte, fühlte er sich erst wohl. Später hat ihn besonders der Ort Teisendorf bei Salzburg immer wieder gesehen. Von dort ging es gegen Ausgang der Ferien nach dem reizenden Malcesine, nicht weit von Riva am Gardasee, wo sein Bruder Hans sich einstmals ein kleines Tuskulum geschaffen hatte.

Unsere Freundschaft hat nach meinem Fortgang von Berlin in ständigem Briefwechsel weiteren Ausbau gefunden. Heute lesen sich diese Briefe wie ein Roman, sie enthalten alles, was ihn seit zirka 17 Jahren an Freud und Leid bewegte, die wundervolle Entwicklung eines bedeutenden Mannes in rastloser Arbeit.

Buchner besaß eine prächtige Intelligenz, an der man sich immer wieder erfreuen konnte, dabei waren seine Gedankengänge klar und einfach. Im allgemeinen beim Verstehen bedächtigt, um sich vor übereilten Folgerungen zu bewahren, konnte er doch manchmal blitzartig weitgehende, aber sichere Schlüsse ziehen. Allen Mitteilungen auf anderen, auch ihm ferner liegenden wissenschaftlichen

Gebieten folgte er mit lebhafter, ich möchte sagen liebenswürdiger Anteilnahme. Er besaß nicht die Einseitigkeit mancher Hochschullehrer, die sich nur für ihr engbegrenztes Gebiet interessieren.

In seinen wissenschaftlichen Abhandlungen äußert sich diese Eigenschaft in einer sehr weitgehenden Heranziehung fremder Veröffentlichungen bei der Erörterung der gewonnenen Ergebnisse.

Was mich aber zu ihm so besonders hingezogen hat, war seine vornehme aufrichtige Gesinnung, gepaart mit hohem Mut, und seine wahre Herzensgüte. Letztere wurde Fernerstehenden schwerer bemerkbar, da er die charakteristische oberbayerische Zurückhaltung gegen Fremde besaß. Ja, er konnte sogar gegen Leute, die ihm nicht lagen, recht grob werden.

Sein höchstes Bestreben war, zuverlässig zu sein, und ich habe auch kaum einen Mann von größerer Zuverlässigkeit und Pünktlichkeit kennen gelernt. Er gehörte zu den Menschen, mit denen man sich auf mehrere Jahre hinaus auf ein bestimmtes Datum, zu einer bestimmten Stunde und Minute für einen bestimmten Ort hätte verabreden können, und wenn man diese Verabredung nicht selbst vergaß, sondern wirklich hinkam, so wäre Buchner auf die geschlagene Minute an dem betreffenden Ort erschienen.

Die Freundschaft hat er sehr hoch eingeschätzt und keine Mühe gescheut, sie zu pflegen. Er hat viel dadurch empfangen und auch viel gegeben. Ich erwähne von Freunden noch außer Th. Curtius und von Pechmann den Münchener Hygieniker Max von Gruber, den Würzburger Physiologen M. von Frey, ferner Dr. E. Ehrensberger, Carl Paal, Leipzig, Max Delbrück und Paul Jacobson, Berlin. Auch mit Jacob Meisenheimer, seinem äußerst geschickten Mitarbeiter und späteren Nachfolger auf dem Lehrstuhl in Berlin, hat ihn lebhaft Freundschaft verbunden. Seine Schüler und Assistenten verehrten ihn herzlich, wie mir dies mancher seiner zahlreichen Mitarbeiter ausgedrückt hat. Sie haben mit Lust und Liebe bei ihm gearbeitet.

Wie beliebt Buchner auch in weiteren Kreisen war, davon läßt sich ein Beispiel ersehen aus den Umständen, unter denen sich 1904 seine Wahl zum Präsidenten der Deutschen Chemischen Gesellschaft abspielte.

Damals hatte der Vorstand der Deutschen Chemischen Gesellschaft in einer Sitzung zum Präsidenten eine Größe von internationaler Berühmtheit der Generalversammlung zur Wahl empfohlen. Diese Persönlichkeit gefiel aber den jüngeren Chemikern in Berlin keineswegs, weil sie wissenschaftliche Sitzungen nicht mit besonderem Geschick leiten konnte. Daher wurde insgeheim eine Versammlung

zusammenberufen, die gegen diese Kandidatur Stellung nahm. Nach kurzer Debatte wurde Buchner einstimmig zum Gegenkandidaten aufgestellt. Um die Wahl aber sicher zu stellen, telegraphierte man an verschiedene befreundete Dozenten an anderen deutschen Hochschulen, Stimmen zu werben. Diese flossen umgehend in so reicher Zahl ein, daß Buchner zum größten Erstaunen des Vorstandes mit erdrückender Mehrheit, wie wohl nie einer vor und nach ihm, zum Präsidenten gewählt wurde.

Von 1904 an ist Buchners Name auf sehr vielen Listen von Berufungen zu finden, so in erster Linie nach dem Ausscheiden Lossens 1904 in Königsberg. Buchner wurde von Exz. Althoff, dem damaligen Gewaltigen des Kultusministeriums, telephonisch zur Besprechung wegen der Berufung nach Königsberg eingeladen. Buchner hatte dringende Abhaltung und erklärte, er könne nur kommen, falls er sofort abgefertigt würde. Althoff versprach auch, ihn in längstens 10 Minuten zu empfangen. Er ging also hin, wurde in das bekannte Vorzimmer gewiesen und wartete. Es wurde 1 Stunde, es wurden 1½, und Althoff erschien nicht. Endlich öffnete sich die Tür, da saß Buchner mit der Uhr in der Hand, zeigte auf das Zifferblatt und fragte: »Sind das 10 Minuten«, worauf Exz. Althoff ärgerlich erwiderte: »Sie wollen also nicht nach Königsberg«, die Tür zuschlug und Buchner sitzen ließ. Dieses Erlebnis hat er mir frisch einige Stunden nachher erzählt.

Noch im selben Jahre stand er als Erster auf der Liste der Kieler Universität als Nachfolger Claisens. Auch hier glückte ihm es nicht, die ersehnte Professur an der Universität zu erhalten.

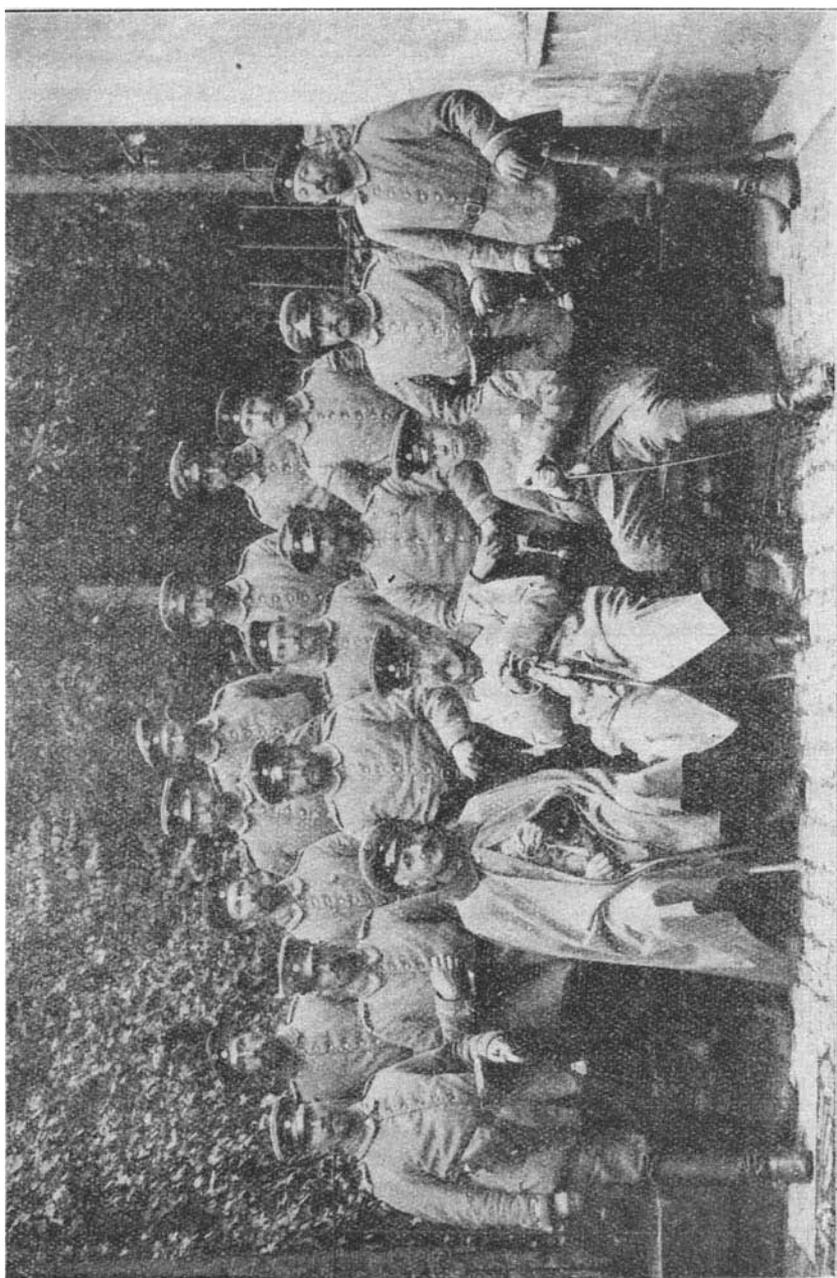
In Berlin wirkte er im ganzen 11 Jahre. Erst 1909 fühlte sich die preußische Unterrichtsverwaltung, diesmal unter Leitung des allzeit wohlmeinenden Exz. Naumann, bewogen, ihm den durch den Abgang von Ladenburg erledigten Lehrstuhl in Breslau zu übertragen. »Die Berliner Hochschule ließ Buchner« — so schreibt mir Geheimrat Delbrück — »nur höchst ungern nach Breslau ziehen. Sie hatte wohl gehofft, den Entdecker der Zymase dauernd an sich fesseln zu können. Aber was Buchner veranlaßte, zu gehen, war doch schließlich das nicht zu bändigende Sehnen nach chemischer Lehrtätigkeit im engeren Sinne, die ihm die Berliner Landwirtschaftliche Hochschule insofern nicht gewähren konnte, als das Studentennaterial in der Mehrzahl ein ganz anderes als an der Universität war. Und so stürzte er sich in Breslau in die eigentliche Unterrichts-Vortragstätigkeit und Laboratoriumsleitung mit einem solchen Ungestüm, daß zeitweise die experimentelle Forschertätigkeit darunter leiden mußte.« Buchner hat die 11 Jahre seiner Tätigkeit an der

Landwirtschaftlichen Hochschule stets in freundlicher und dankbarer Erinnerung gehalten, wie sie auch einen durch große wissenschaftliche Fruchtbarkeit ausgezeichneten Lebensabschnitt für ihn bedeuteten. 1911 erhielt er das Ordinariat in Würzburg als Nachfolger Tafels. In Würzburg fühlte er sich in der Heimat. Nach seinem ersten Besuch schrieb er mir von dort entzückt über alles, was er gesehen und speziell vom Chemischen Institut: »Man merkt noch den Geist Emil Fischers, der hier einstens waltete.«

Als der Krieg begann, zog der Vierundfünfzigjährige am 14. August 1914 als Hauptmann einer Etappen-Munitionskolonne ins Feld. Zuerst war er in Lothringen, dann in Nordfrankreich tätig. Von Cambrai schickte er mir eine Photographie, die die Offiziere und Unteroffiziere seiner Kolonne darstellt. Diese ist so charakteristisch, daß ich sie glaubte umstehend wiedergeben zu sollen.

Anfang Februar 1915 ging seine Kolonne nach dem Osten, woselbst sie an der Masurischen Winterschlacht teilnahm. Im Sommer 1915 und dem anschließenden Winter lag sie in Kowno und bei Wilna. Im Dezember 1914 erhielt Buchner das eiserne Kreuz II. Klasse, im Januar 1916 wurde er zum Major befördert. Im Februar 1916 kehrte er auf Antrag seiner Fakultät nach Würzburg zurück. Er benutzte die Zeit der Ruhe, eine Anzahl wissenschaftlicher Fragen, besonders auf dem Gärungsgebiet zu klären. Über seine Resultate hielt er der Würzburger Physikalisch-medizinischen Gesellschaft am 10. Mai 1917 einen zusammenfassenden Vortrag. Als aber unserem Vaterland immer neue Widersacher entstanden, litt es ihn nicht mehr daheim. In einem seiner letzten Briefe schreibt er: »Die jetzige Kriegslage nötigt jedermann die Erwägung auf, ob er vielleicht noch seinerseits etwas zum Gelingen des Ganzen beizutragen vermag.« Er war von seinem Vorsatz, wieder ins Feld zu rücken, nicht abzubringen. Am 29. Juni 1917 reiste er, freudig wie ein Jüngling, nach Rumänien, wo er zunächst nahe Focsani vertretungsweise einen Staffelfstab übernahm¹⁾. Die Besichtigung der 16 ihm unterstellten Kolonnen brachte ihn viel im Lande umher. Vom 8. August ab führte er wieder eine Munitionskolonne, mit der er am 10. August abends auszog, um Munition an die Front zu schaffen. Bei Batinesti 6 Stunden lang in ausgesetzter Stellung verweilend, wurde er am 11. August durch Granatsplitter am linken Oberschenkel verwundet. Bei Faurei verband ihn ein einstiger Schüler. Im Lazarett von Focsani fühlte er sich ganz wohl und schrieb am

¹⁾ Vergl. den Nachruf von P. Jacobson i. d. Sitzg. d. Dtsch. Chem. Gesellsch. am 22. Okt. 1917, B. 50, 1528, 1531 [1917].

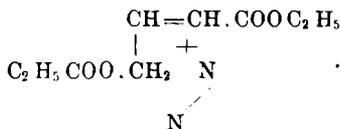


12. August selbst seiner Gattin noch einige Zeilen »es sei sehr glücklich gegangen«. Nachher unterhielt er sich lange und eingehend mit dem Feldgeistlichen. Er rechnete bestimmt damit, in einigen Tagen in die Heimat abtransportiert zu werden. In der Nacht zum 13. August hörte ihn der Wärter plötzlich stöhnen, als er hinkam und sich nach dem Grunde erkundigen wollte, war Buchner bereits verschieden. Er wurde am 14. auf dem Ehrenfriedhof in Pocsani beigesetzt.

So starb Eduard Buchner, im Leben und im Tode ein wahrhafter deutscher Held getreu seiner Überzeugung, die er so charakteristisch in der Rede an die Studenten der Landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin bekannt hat, als sie ihm 1908 einen Fackelzug darbrachten, und die ich hier folgen lasse:

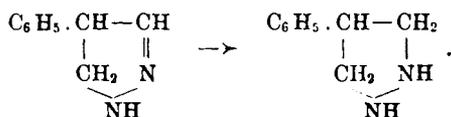
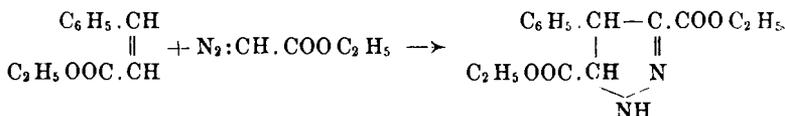
»Liebe Kommilitonen! Sie haben mir diesen Fackelzug als dem einzigen deutschen Nobelpreisträger des letzten Jahres gebracht. Hierdurch wird Ihrer Kundgebung auch ein gewisser nationaler Zug verlichen. Mit Freude und Stolz ist mir klar geworden, warum Sie von der Hochschule hierher den Umweg am Reichstagsgebäude und am Denkmal Bismarcks, des größten Deutschen des 19. Jahrhunderts, vorüber genommen haben! Man hört manchmal von allgemeiner Verbrüderung der Völker und vom Fallen der Schranken zwischen den einzelnen Nationen sprechen. Was vielleicht nach Jahrtausenden weiterer Entwicklung für die Menschheit nützlich sein wird, darüber brauchen wir uns heute den Kopf nicht zu zerbrechen. Vorläufig ist sicher, daß ohne starkes Nationalgefühl und den dadurch bedingten Gegensatz zu anderen Völkern nicht auszukommen ist. Wie der Einzelne durch den Konkurrenzkampf mit dem Nachbarn erst zur Entfaltung seiner vollen Kräfte getrieben wird, ähnlich dürfte auch der Wettbewerb zwischen den Nationen die Entwicklung der Menschheit beschleunigen. Die ab und zu unausbleiblichen kriegerischen Verwickelungen haben aber auch vielfach gute Folgen. Sie wirken wie reinigende Gewitter, und höchste Mannestugenden entfalten sich häufig erst dann, wenn äußere Wirren das Vaterland in eine Notlage versetzt haben. Wir wollen uns also unsere Vaterlandsliebe, unsere Kaiserstreue von niemandem rauben lassen und uns aufrichtig freuen, daß wir einem großen, innerlich geeinigten Volke angehören. Der heutige Festtag gibt mir die Gewißheit, daß Sie die Haupttugenden des deutschen Studenten besitzen, die Tatkraft, ohne welche kein Werk gelingen kann, die Begeisterung für das Ideale und den nationalen Sinn. Daß Ihnen aber auch die Selbstzucht, die gerade bei den freiheitlichen Einrichtungen unserer Hochschulen unentbehr-

Diese Säure zerfällt nämlich beim Kochen mit hydrolysierenden Mitteln in Hydrazin und eine mehrbasische Oxysäure, beim Erhitzen für sich in Stickstoff und Glutaconsäureester;

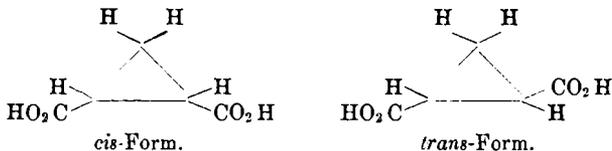


Wird aber das Silbersalz dieser Säure erhitzt, so geht es unter Kohlendioxyd-Entwicklung in Pyrazol über.

Nach diesen Ergebnissen hätte man auch noch andere Konstitutionsmöglichkeiten für die aus ungesättigten Säuren und Diazo-essigester sich bildenden stickstoffhaltigen Verbindungen in Betracht ziehen können. Indessen wird jeder Zweifel an der Richtigkeit der Interpretation Buchners aufgehoben, wenn man das Verhalten der durch Einwirkung von Diazo-essigester auf Zimtsäureester entstehenden Phenyl-pyrazolin-dicarbonssäure gegen Chlorwasserstoffsäure berücksichtigt. Hierbei wird nämlich unter Abspaltung von Kohlendioxyd Phenyl-pyrazolin-Chlorhydrat erzeugt, das bei weiterer Reduktion in Phenyl-pyrazolidin übergeht:



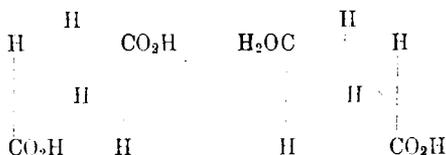
Ferner hat Buchner in verschiedenen Abhandlungen die primäre Reaktion der Einwirkung von Diazo-essigester auf ungesättigte Säureester in der Hitze weiter verfolgt und eine ganze Anzahl Trimethylen-carbonsäuren dargestellt. Von diesen sind besonders die beiden Trimethylen-1.2-dicarbonssäuren von Interesse, die in *cis*-¹⁾ und *trans*-Form auftreten:



Sie verhalten sich in ihren Eigenschaften ganz genau wie Malein- und Fumarsäure zu einander. Im Unterschied zur Fumarsäure läßt

¹⁾ Von Conrad und Gutzeit zuerst nach anderen Verfahren dargestellt.

sich aber die *trans*-Trimeihylen-1.2-dicarbonssäure in zwei Spiegelbild-Isomere vermittelst des Chininsalzes spalten:



Buchner hat hierdurch die sehr wichtige Tatsache nachgewiesen, daß also doch ein erheblicher Unterschied zwischen Äthylenbindung und Trimethylenring¹⁾ besteht. Der letztere verhält sich analog wie der Cyclohexanring. Hier haben früher Proost bei der *trans*-Dihydro-*o*-phthalsäure und Werner und Conrad bei der *trans*-Hexahydro-*o*-phthalsäure ebenfalls Spiegelbild-Isomerie festgestellt.

Die bedeutsamste Untersuchung Buchners auf organischem Gebiet ist aber diejenige, welche sich mit den Einwirkungsprodukten von Diazo-essigester auf die aromatischen Kohlenwasserstoffe Benzol, Toluol und *m*- und *p*-Xylol beschäftigt. Obwohl sie in jeder Beziehung unter die klassischen Arbeiten zu zählen ist und wegen ihrer Beziehungen zu den so berühmten Untersuchungen von Baeyer und Willstätter auf dem Gebiete der Terpenkörper und Alkaloide äußerst interessant erscheint, ist sie bisher im allgemeinen lange nicht so gewürdigt worden, wie sie es verdient. Wahrscheinlich kommt dies daher, weil sie in vielen kleinen Mitteilungen niedergelegt wurde, in denen man sich nur mit Mühe zurecht findet.

Erhitzt man Benzol mit Diazo-essigester im Einschmelzrohr, so entsteht als erstes Produkt ein öliger Ester, der sich durch Destillation im Vakuum schwierig reinigen läßt. Beim Stehen mit Ammoniak geht er aber in ein schön krystallisiertes Amid über, aus welchem durch Erhitzen mit verdünnter Schwefelsäure die reine Säure gewonnen werden kann. Er nannte das erste Reaktionsprodukt zunächst *pseudo*-Phenylessigester, weil es mit dem Phenyl-essigsäure-ester isomer ist, später die reine Säure aber $\Delta^{2,4}$ -Norcaradien-carbonsäure, um ihre nahen Beziehungen zum Caron von Baeyer anzuzeigen. Er nahm also an, daß ein bicyclisches Ringsystem aus Dihydro-benzol- und Trimethylenring entstanden ist. Den Beweis für die Richtigkeit seiner Annahme führte er in exakter Weise durch.

¹⁾ Interessant ist demgegenüber, daß Äthylenbindung bei fetten Ketonen Anlaß zum Auftreten von stereoisomeren Oximen gibt, Acetyl-trimethylen aber nur ein Oxim zu bilden befähigt ist; vergl. B. 31, 1371 [1898]; 36, 1795 [1903].

Die Zugehörigkeit zum Dihydro-benzol ergibt sich durch die charakteristische Blaurotfärbung mit konzentrierter Schwefelsäure; sodann können zwei Doppelbindungen nachgewiesen werden durch die Additionsfähigkeit für Brom, wobei 4 Atome Brom aufgenommen werden.

Der Trimethylenring läßt sich durch Oxydation in Form von *trans*-Trimethylen-tricarbonensäure herauschälen. Von den drei möglichen isomeren Norcaradien-carbonsäuren kann nur die $\Delta^{2,4}$ -Säure diese Verbindung liefern. Terephthalsäure und *o*-Phthalsäure wurden hierbei als Nebenprodukte beobachtet, die einer sekundären Reaktion ihre Entstehung verdanken. Weiter sollte sich ein Körper von der angenommenen Konstitution in das aromatische Isomere, die Phenyl-essigsäure, unter Lösung einer der äußeren Trimethylenbindungen umlagern lassen. Dies gelingt durch Behandlung der *pseudo*-Phenyl-essigsäure mit konzentrierter Schwefelsäure.

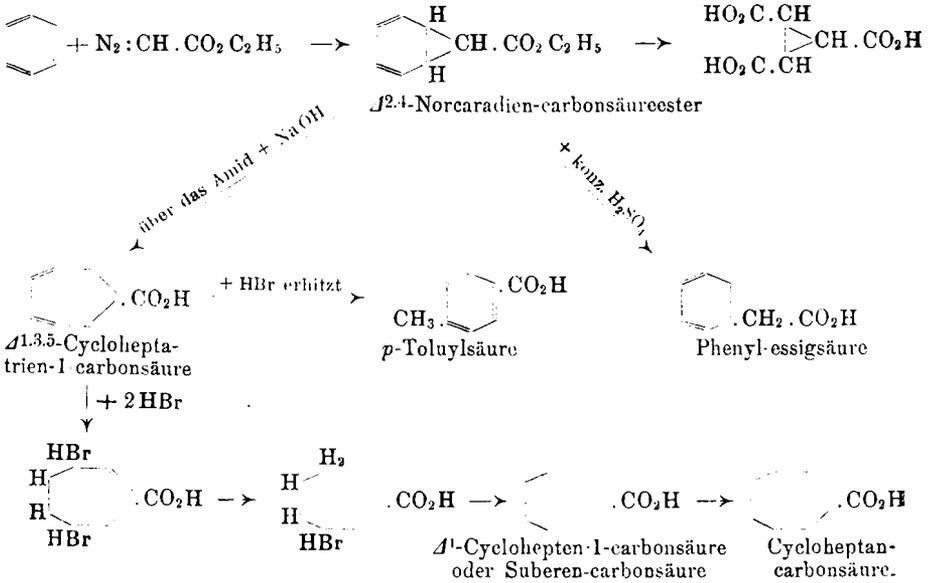
Endlich sollte der Siebenkohlenstoffring durch innere Lösung der Trimethylenbindung erzeugt werden. Dies geschieht auf verschiedenen Wegen, wobei man 3 isomere dreifach ungesättigte Säuren, die α -, β - und γ -*iso*-Phenyl-essigsäure gewinnt.

Die α -Säure, später als $\Delta^{1,3,5}$ -Cycloheptatrien-1-carbonsäure erkannt, wird durch Kochen des oben beschriebenen Amids der *pseudo*-Phenyl essigsäure mit Natronlauge erhalten.

Daß sie den Siebenkohlenstoffring tatsächlich enthält, läßt sich folgendermaßen feststellen: Sie liefert mit Eisessig-Bromwasserstoff ein Dihydrobromid, aus welchem durch Reduktion mit Natrium-amalgam stufenweise erst eine monobromierte Säure und dann eine alkalibeständige, einfach ungesättigte Säure bereitet wird. Diese, die Δ^1 -Cyclohepten-carbonsäure, ist identisch mit der synthetisch gewonnenen Suberen-carbonsäure. Sie kann schließlich vollständig durch Natrium und Amylalkohol zu Cycloheptan-carbonsäure reduziert werden.

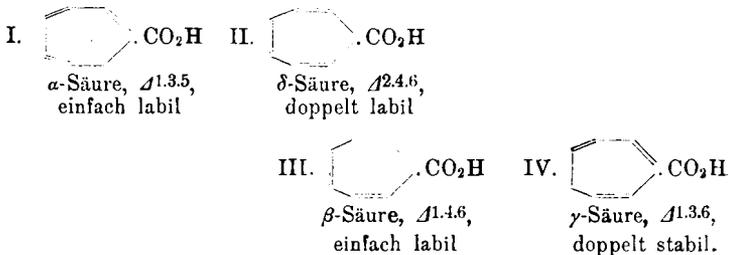
Die α -*iso*-Phenyl essigsäure läßt sich ferner durch Behandlung mit Bromwasserstoff-Eisessig bei 100° in eine Säure umwandeln, die identisch ist mit dem *p*-Toluylsäure-dihydrobromid, welches früher von Einhorn und Willstätter aus der *p*-Methylen-dihydrobenzoesäure gewonnen worden ist. Diese Säure geht leicht in *p*-Toluylsäure bzw. durch Oxydation in Terephthalsäure über.

Es ist Buchner also gelungen, sämtliche möglichen Übergänge des bicyclischen Produkts einerseits in Derivate des Trimethylen- und Siebenkohlenstoffringes, andererseits in solche des Benzols aufzufinden. Man kann dieselben am besten in folgendem Schema wiedergeben:



Eine andere Cycloheptatrien-carbonsäure, zuerst β -*iso*-Phenyl-essigsäure genannt, entsteht beim Erhitzen von *pseudo*-Phenyl-essigsäure im evakuierten Einschmelzrohr. Diese Säure ist identisch mit einer *p*-Methylen-dihydrobenzoesäure, welche Einhorn in Gemeinschaft mit Tahara, A. Friedländer und Willstätter unter den Abbauprodukten der Cocaalkaloide aufgefunden haben. Von Willstätter wurde sie als Cycloheptatrien-carbonsäure erkannt. Diese Säure läßt sich durch starkes Kochen mit Kalilauge in eine dritte isomere Säure, die γ -*iso*-Phenyl-essigsäure, umlagern, die schon von Einhorn und Willstätter auf demselben Wege aus der *p*-Methylen-dihydrobenzoesäure erhalten wurde.

Von Säuren der Formel einer Cycloheptatrien-carbonsäure sind theoretisch vier Isomere vor auszusehen:



Von diesen 4 Formeln kommt die IV. zweifellos der γ -*iso*-Phenyl-essigsäure zu, da ihre Doppelbindungen sämtlich in alkalistabiler Stellung zum Carboxyl stehen und eine weitere Wanderung nicht denkbar ist. Von Einhorn und Tahara ist nun früher noch eine vierte Cycloheptatrien-carbonsäure oder δ *iso*-Phenyl-essigsäure aufgefunden worden. Diese scheint die Formel $\Delta^{2,4,6}$ zu besitzen, da sie die ungesättigten Bindungen in doppelt labiler Stellung enthält. Sie geht nämlich bei vorsichtigem Erwärmen mit Alkali zuerst in β -*iso*-Phenyl-essigsäure über, welche sich bei starkem Kochen in die doppelt stabile γ -Säure umlagert. Die Formel II trägt dieser Beobachtung Rechnung, da sich in ihr sämtliche ungesättigten Bindungen in labiler Stellung zum Carboxyl befinden. Durch Wanderung einer Doppelbindung zum Carboxyl entsteht dann III., die $\Delta^{1,4,6}$ oder β -Säure, durch Wanderung der zweiten Doppelbindung IV., die $\Delta^{1,3,6}$ - oder γ -Säure, während für die α -Säure nur noch die Formel I. einer $\Delta^{1,3,5}$ -Säure übrig bleibt. Diese Überlegung erscheint durchaus plausibel, da sich der Übergang der *pseudo*-Phenyl-essigsäure, für die Buchner die Formel einer $\Delta^{2,4}$ -Norcaradien-carbonsäure bewiesen hat, in die α -*iso* Phenyl-essigsäure sehr einfach erklärt, wenn man der letzteren die Formel $\Delta^{1,3,5}$ zuweist. Auch die Tatsache, daß die α - und β Säure mit Bromwasserstoff dasselbe Dihydrobromid ergeben, läßt sich mit dieser Formulierung gut in Einklang bringen.

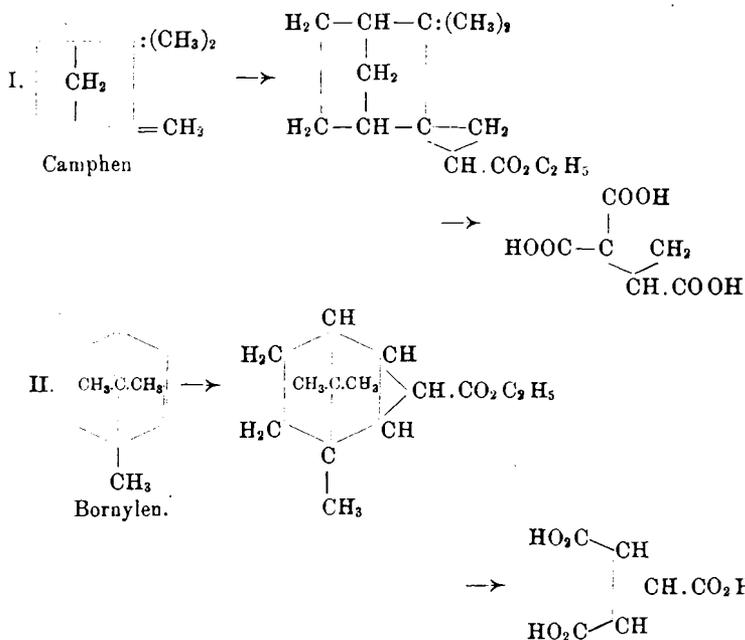
Buchner hat in gleich gründlicher Weise noch die Einwirkung von Diazo-essigester auf Toluol, *p*- und *m*-Xylol untersucht und die Konstitution der entstandenen Verbindungen wahrscheinlich gemacht. Ich möchte hier nur die Resultate, welche beim *m*-Xylol erzielt wurden, kurz streifen. Sein Schüler und Mitarbeiter bei dieser Untersuchung, Dr. Konrad Delbrück, ist ihm auf Serbiens Schlachtfeldern schon im Jahre 1915 in ruhmvollem Tode vorangegangen. Beim *m*-Xylol war es nicht möglich, den Dimethyl-*pseudo*-phenyl-essigester zu isolieren: sie erhielten vielmehr, wie es scheint, sogleich unter Aufspaltung des Trimethylringes die $\Delta^{1,2,4(3,5)}$ Dimethyl cycloheptatrien-7-carbonsäure, welche sich durch Kochen mit Natronlauge in die $\Delta^{2,3,7(3,5)}$ -Dimethyl-cycloheptatrien-7-carbonsäure umlagert. Letztere läßt sich sukzessive zu $\Delta^{2,5(3,5)}$ Dimethyl-heptadien-7-carbonsäure und $\Delta^2(3,5)$ -Dimethyl-cyclohepten-7-carbonsäure reduzieren.

Weiter hat er versucht, vom Siebenring ausgehend, den Achtkohlenstoffring aufzubauen. Er ließ zu diesem Zweck Diazo essigester auf Δ^1 -Cyclohepten-carbonsäureester einwirken, diese Arbeit ist aber nicht zum Abschluß gekommen.

Endlich hat Buchner einige Anwendungen seiner Reaktion für die Konstitutionsaufklärung zweier wichtiger Kohlenwasserstoffe gemacht, die von allgemeinerem Interesse sind: sie betreffen das Camphen und das Bornylen, über dessen Formulierung man sich ja seit ca. 30 Jahren streitet.

Am meisten Anerkennung haben die Bredt-Wagnerschen Formeln in I. und II. gefunden.

Zur Entscheidung dieser Frage ließ Buchner auf beide Körper Diazo essigester einwirken und erhielt dabei zunächst allein schon wegen ihrer großen Kompliziertheit interessierende tricyclische Carbonsäureester. Als er diese der Oxydation unterwarf, ergab sich für I. asymmetrische Trimethylen-tricarbonsäure, für II. aber symmetrische Trimethylen-tricarbonsäure, wie man erwarten sollte, wenn die beiden Kohlenwasserstoffe die angenommene Konstitution besitzen:



Gärungschemischer Teil.

Für die allgemeine naturwissenschaftliche Erkenntnis sind die gärungschemischen Untersuchungen Buchners von grundlegender Bedeutung. Sie betreffen letzten Endes nach seinem eigenen Ausspruch nichts anderes als die Frage nach dem Übergang von lebendem in lebloses Eiweiß oder, mit andern Worten, die Frage nach den che-

mischen Vorgängen des Lebens selbst. Obwohl die Literatur über die Gärungschemie seit der Entdeckung der Zymase sehr erheblich angeschwollen ist, kann man voraussehen, daß die Zukunft noch eine weitere Steigerung bringen wird, da die Chemiker nach den Anregungen, die sie von Buchner empfangen haben, dem Problem in ganz anderem Maße als bisher nachgehen können.

Es ist nicht leicht, das äußerst umfangreiche Material, welches Buchner hinterlassen hat, für einen verhältnismäßig kurzen Nekrolog zu sichten und zusammenzustellen.

Als Grundlage für die Bearbeitung seiner Untersuchungen auf dem gärungschemischen Gebiete stehen mehrere größere Abhandlungen bezw. Vorträge zur Verfügung; ich nenne hiervon vier:

1. Die »Zymase-Gärung« von Ed. Buchner, Hans Buchner und Martin Hahn, eine Monographie, in der alles zusammengefaßt ist, was bis zum Jahre 1903 auf diesem Gebiete geleistet wurde, sodann
2. der Nobel-Vortrag von Buchner aus dem Jahre 1907,
3. Der Vortrag vor der Société chimique de France, 1910,
4. Der Vortrag vor der Phys.-mediz. Gesellschaft zu Würzburg, Mai 1917.

Bevor wir aber auf die Entdeckungen Buchners näher eingehen, sollen kurz die Ansichten, welche namhafte Forscher über die Gärungserscheinungen vor seiner Zeit geäußert haben, angeführt werden¹⁾.

Theodor Schwann und Charles Cagniard Latour haben gleichzeitig 1836 den »Zuckerpilz« entdeckt. Besonders Schwann hat alle diejenigen mikroskopischen Untersuchungen über die Eigenschaften der Hefe angestellt, die zur Begründung der eigentlichen vitalistischen Gärungstheorie geführt haben.

Berzelius hat dagegen 1839 die Fermentationen für durch katalytische Kraft bedingt angesehen, bekannt ist sein Vergleich der Gärungswirkung von Hefe auf Zucker mit dem Zerfall von Wasserstoffsperoxyd durch feinverteilten Platin, sogenannte mechanische Gärungstheorie.

Liebig war 1839 der Ansicht, die Hefe bringe Gärung hervor infolge einer fortschreitenden Zersetzung, die sie bei Gegenwart von Luft in Berührung mit Wasser erleide. Ein in Zersetzung befindlicher Körper besitze die Fähigkeit, in einem andern ihn berührenden Stoff dieselbe Veränderung hervorzurufen.

¹⁾ Wer sich für die Geschichte der Gärung interessiert, dem sei die ausgezeichnete Monographie von Prof. Delbrück und Dr. A. Schrohe »Hefe, Gärung und Fäulnis.« Berlin, Paul Parey, 1904, empfohlen.

Pasteurs Versuche von 1857—59 haben wesentlich Neues gegenüber den Entdeckungen von Schwann nicht hervorgebracht. Es gelang ihm aber, gegenüber Liebig die Erkenntnis zur allgemeinen Geltung zu bringen, daß in der Natur ohne lebende Organismen, ohne lebende Hefe, keine Gärung existiert. Die Gärung schien als physiologischer Akt untrennbar mit den Lebensprozessen der Hefe zusammenzuhängen. Er traute sich aber nicht recht, die Konsequenz aus dieser Lehre zu ziehen, daß nämlich danach die Zuckergärung mit den Ernährungsvorgängen in der Hefe zusammenfallen müsse.

Moritz Traube hat dann die Hypothese ausgesprochen, daß sich in den Mikroorganismen ein bestimmter chemischer Körper finde, der die Gärung bewirkt. Ähnliche chemisch sehr wirksame Stoffe, die man heute als Enzyme bezeichnet, waren schon mehrfach im Pflanzen- und Tierkörper nachgewiesen worden, so die Diastase in der keimenden Gerste, welche Stärke in Zucker verwandelt, Pepsin im Magensaft, der geronnenes Eiweiß verdaut, sowie die Invertase in den Hefezellen, welche Rohrzucker in Trauben- und Fruchtzucker spaltet: Enzymtheorie.

v. Naegeli behauptete dagegen, daß die den Zucker spaltende katalytische Wirkung direkt und ausschließlich von dem lebenden Plasma der Hefezellen ausginge.

Schließlich läßt sich noch eine von den Gärungspraktikern schon seit den achtziger Jahren, insonderheit von M. Delbrück, bevorzugte Lehre von den »Kampfenzymen« anschließen. In einer Flüssigkeit, in welcher verschiedene Mikroorganismen sich entwickeln, findet ein Kampf statt. Zucker ist allgemeines Angriffsobjekt. Der dabei gebildete Alkohol wird von der Hefe besser als von andern Mikroorganismen ertragen, er ist daher ebenso wie die Kohlensäure für die Hefe ein Kampfmittel gegen die andern. Hefe ernährt sich bei Luftzutritt im Falle von Nahrungsmangel von Alkohol genau so gut wie von Zucker, sie bildet daraus Fett, Alkohol ist also auch ein Reservestoff für die Hefe¹⁾.

Die Hefezellen sind kleine Bläschen, erfüllt von einer halbflüssigen Masse, dem Protoplasma, welches von einer ziemlich starken Zellhaut nach außen umschlossen wird, während sich nach innen eine besondere Schicht, der sogenannte Plasmaschlauch, anlegt.

Für die chemische Untersuchung war es notwendig, den Plasmaschlauch und die Zellmembran zu zerreißen, dabei aber alle Mög-

¹⁾ Vergl. Dr. Delbrück, »Die Bedeutung der Enzyme im Hefeleben«, Wochenschrift für Brauerei 1903, Nr. 7.

lichkeiten, welche eine Zersetzung des äußerst empfindlichen Zellinhalts hervorrufen könnten, zu vermeiden.

Buchner hat dies dadurch ermöglicht, daß er die Hefe mit Quarz und Kieselgur unter Zuhilfenahme eines langen Pistills zerrieb, die teigige Masse mit einem starken Segeltuch umwickelte und in einer hydraulischen Presse ausdrückte. Aus 1000 g Hefe erhält man so ca. 500 g einer gelbbraunen Flüssigkeit. Gibt man zu diesem Hefepreßsaft Zuckerlösung, so tritt nach einiger Zeit starke Gasentwicklung, d. h. Gärung, ein. Daraus schloß er, daß in dem Saft der Hefezellen ein Stoff enthalten ist, der die Gärung erzeugt, und diesen nannte er Zymase.

Max v. Gruber hat in der Münchener Mediz. Wochenschrift 1907 die Geschichte der Entdeckung, die er als Freund der Brüder Hans und Eduard miterlebt hat, geschildert; ich lasse seinen Bericht in etwas gekürzter Form hier folgen:

Der eigentliche Anstoß zu diesen Untersuchungen war von Hans Buchner gegeben worden. Dieser hat schon im Jahre 1890 gefunden, daß man aus vielen Bakterien durch Behandlung mit verdünnten Alkalien und auf andern Wegen eiweißartige Substanzen extrahieren konnte; die Bakterio-proteine, welche, Tieren injiziert, Fieber und Entzündung erregen, zugleich aber auch gegen Infektion mit gewissen lebenden Krankheitskeimen Schutz bieten. Diese Tatsachen zusammen mit den Mitteilungen von Robert Koch über das Tuberkulin, das ebenfalls ein Extrakt aus Bakterienleibern ist, ließen es als wünschenswert erscheinen, die Zellsäfte der Mikroben in möglichst unverändertem Zustande zu gewinnen und mit ihnen therapeutische Untersuchungen zu machen. Bei den Gesprächen der beiden Brüder darüber kam Eduard Buchner 1893 zu der Überzeugung, daß dies am besten auf rein mechanischem Wege durch Zertrümmerung der Zellmembranen und Protoplasmaschläuche bei Bierhefe gelingen würde. Für die rasche Gewinnung großer Mengen von Hefepreßsaft erwiesen sich dann die Ratschläge des damaligen Assistenten des Instituts, Prof. Martin Hahn, besonders nützlich, die Hefe unter Zusatz von Kieselgur zu zerreiben und den so gewonnenen steifen Brei mit der hydraulischen Presse auszudrücken. Zunächst wurden nun Untersuchungen über die chemischen Eigenschaften des Saftes begonnen. Der Gedanke aber, ob mit dem Hefepreßsaft etwa ebenso wie mit den lebenden Hefezellen, aus denen er stammt, alkoholische Gärung hervorgerufen werden könnte, wurde kaum erwogen, denn einer solchen Vermutung standen die klaren Versuche von Berthelot, A. Mayer, Pasteur, Naegeli, Loew und Lüdersdorf entgegen, welche alle vergeblich versucht hatten, alkoholische Gärungen und Hefevegetation voneinander zu trennen. Da es sich zeigte, daß der Hefepreßsaft eine äußerst leicht zersetzliche Flüssigkeit ist, wurden auf Anordnung von Hans Buchner Versuche gemacht, ihn ähnlich wie Früchte durch Zusatz von konzentrierter Rohrzuckerlösung zu konservieren. Als nun Eduard Buchner 1896 in den Ferien von Tübingen kam und in seiner Gegenwart eine solche Mischung

von Hefepreßsaft und Zucker vorgenommen wurde, fiel ihm auf, was seine Mitarbeiter nicht genügend beobachtet hatten, daß nach kurzer Zeit in der fast klaren Flüssigkeit eine lebhaft Gasentwicklung begann. Sofort erfaßte er die Tragweite dieser Erscheinung, daß es sich dabei um stürmische Einsetzung alkoholischer Gärung in der zellfreien Flüssigkeit handle, und daß damit die alte Streitfrage zwischen Liebig und Pasteur über die Ursache der Gärung geschlichtet sei.

Die erste Frage nach Entdeckung der Zymase war nun, ob die wenigen, im Preßsaft noch vorhandenen Hefezellen etwa als Ursache des Zuckerzerfalles in Betracht kommen können. Diese Frage konnte verneint werden, da deren Anzahl zu gering war und selbst durch Bisquitporzellan-Filter gedrückter Preßsaft seine Gärwirkung beibehielt. Delbrück und Lange zeigten ferner, daß selbst eine zehnfach größere Menge von lebenden Hefezellen, als normal im Preßsaft vorkommen, in konz. Zuckerlösung keine Gärung auslösen.

Weiter konnte man die Vermutung hegen, daß die Gärwirkung des Preßsaffes auf vorhandene lebende Plasmastückchen zurückzuführen sei. Dieser Annahme widerspricht vor allem das Verhalten des Preßsaffes auf Zusatz von antiseptischen Mitteln. So verhindert z. B. Toluol wohl die Wirkung von lebender Hefe auf Zucker, nicht aber von Hefepreßsaft.

Wird ferner der Preßsaft in ein Gemenge von Alkohol und Äther eingetragen, so erhält man eine weiße Fällung, die im luftleeren Raume zu einem weißen, zerreibbaren Pulver getrocknet werden kann. Auch diese zeigt Gärwirkung in unvermindertem Maße. Eine fraktionierte Fällung ließ sich aber nicht mit Erfolg durchführen.

Endlich kann man die Hefezellen töten, ohne ihre Gärwirkung zu vernichten. Man erreicht dieses auf verschiedenen Wegen dadurch, daß man nach dem Verfahren von Prof. Albert und Rapp, beides Mitarbeiter von Buchner, die lebenden Hefezellen in Alkohol oder Aceton einträgt und schließlich mit Äther wäscht. Die so erhaltene, an der Luft getrocknete Dauerhefe, auch Zymin genannt, ist wachstumsunfähig, vermag aber auf Zuckerlösung sehr kräftige Gärwirkung zu entfalten.

Der Preßsaft vermag Maltose, Saccharose, *d*-Glucose und *d*-Fructose zu vergären, im Unterschied zur lebenden Hefe aber auch Glykogen zu spalten und dann zu vergären. Auf lebende Hefe wirkt er direkt gärungshemmend ein. Jeder dieser kurzen Sätze bedeutet den Inhalt ebensovieler langer schwieriger Experimentaluntersuchungen.

Von weiteren Eigenschaften des Hefepreßsaffes sei noch Folgendes erwähnt: Der selbe verliert beim Aufbewahren sehr rasch seine Wirksamkeit. Dieses Verhalten kann auf die Anwesenheit eines proteoly-

tischen Enzyms, der Endotryptase, zurückgeführt werden, von M. Hahn zuerst genauer nachgewiesen.

Buchner hat sich nun bemüht, die eigentliche Zymase von den andern sie begleitenden Enzymen, wie Endotryptase, Invertase, zu trennen, ist hierbei aber nicht glücklich gewesen, im Gegenteil wurde die Sache komplizierter dadurch, daß immer mehr neue Enzyme aufgefunden wurden.

Zunächst konnte zwar festgestellt werden, daß bei der zellfreien Gärung in chemischer Richtung Alkohol und Kohlensäure genau wie bei der lebenden Hefe in gleichen Gewichtsmengen entstehen. Aber es zeigte sich, daß dieser Vorgang durchaus nicht vollständig ist, wie zuerst von A. Harden und W. J. Young beobachtet wurde, sondern daß eine erhebliche Menge des Zuckers, manchmal bis zu 20 und mehr Prozent, zu nicht reduzierenden, aber hydrolisierbaren, nicht mit Glykogen identischen Polysacchariden aufgebaut wird. Es ist also im Preßsaft auch noch ein aufbauendes Enzym vorhanden. Als Nebenprodukte bei der zellfreien Gärung entsteht zwar Glycerin und etwas Essigsäure, dagegen keine Bernsteinsäure und keine Fuselöle, die bei der lebenden Hefe auf einen Zerfall der Eiweißstoffe nach den Untersuchungen von Felix Ehrlich zurückzuführen sind.

Noch komplizierter wird die Erscheinung durch eine weitere Beobachtung der Herren A. Harden und Young, welche zeigen konnten, daß man die Gärkraft eines Preßsaftes durch Zusatz von gekochtem, selbst nicht mehr gärfähigem Preßsaft, sogenanntem Kochsaft, außerordentlich steigern kann, ferner, daß man den Preßsaft beim Filtrieren durch ein Martin-Gelatinefilter in zwei Teile zerlegen kann, die beide für sich keine Wirkung auf Zucker anzeigen, wohl aber, nachdem man sie wieder vereinigt hat. Im Preßsaft ist daher die Existenz eines kochfesten, auch durch Pergamentpapier dialysierbaren chemischen Stoffes anzunehmen, welcher für die Wirksamkeit der Zymase nötig ist, das sogenannte Ko-Enzym. Man kann dieses durch Dinatriumphosphat oder nach Buchner durch organische Phosphorsäureverbindungen, wie Lecithin und Glycerin-phosphorsäure, ersetzen. Dieser Kochsaft bewahrt aber auch die Zymase vor dem Abbau durch die Endotryptase, wie allgemein durch proteolytische Enzyme. Daher kommt Buchner zur Folgerung, daß in dem Kochsaft noch ein besonderer Schutzstoff gegen verdauende Einflüsse vorhanden sein muß, den er als »Antiprotease« bezeichnet.

Ausführliche Versuche haben gezeigt, daß man das Ko-Enzym des Kochsaftes zerstören kann, ohne die Antiprotease zu vernichten, aber Versuche zur Trennung der beiden Fermente haben zu keinem Resultat geführt. Beide Substanzen sind Hilfsstoffe zur Regelung der

Enzymwirkung in den Hefezellen, aber im Gegensatz zu den eigentlichen Enzymen thermostabil und kochfest. Durch Lipasen, das sind fettspaltende Fermente, werden sie verändert.

Wichtige Erweiterungen wurden dadurch erbracht, daß es Buchner gelang, auch die durch Spaltpilze erregte Essigsäure-Gärung in ähnlicher Weise zu untersuchen und festzustellen, daß die Essigsäure-Bakterien ihre oxydierende Wirkung der Gegenwart eines Enzyms, der Alkohol-Oxydase, verdanken. Buchner und Meisenheimer zeigten ferner, daß auch die Milchsäure-Bakterien die Spaltung des Zuckers zu Milchsäure mit Hilfe eines von der Lebenstätigkeit der Mikroorganismen abtrennbaren Enzymes bewerkstelligen, welches sie Milchsäure-bakterien-Zymase genannt haben.

Obwohl nun für den Chemiker die Ansicht Buchners, daß in der Zymase eine Reihe neben einander wirkender Enzyme vorhanden ist, die von der lebenden Zelle unabhängig ihre Wirkung äußern, gerade wegen ihrer Kompliziertheit immer mehr an Wahrscheinlichkeit gewinnt, haben sich in neuester Zeit Stimmen gefunden, die wieder mehr oder weniger einer vitalen Auffassung des Gärungsvorganges das Wort reden.

Ich nenne hier Max Rubner, H. v. Euler und W. Ruhland. Nach Rubner muß man bei der Gärung zwischen einem vitalen und einem enzymatischen Zerfall des Zuckers unterscheiden, nur ein Restbetrag sei auf die Wirkung des freien Enzyms zurückzuführen. Hinsichtlich des chemischen Verlaufs seien die beiden Vorgänge aber identisch. Nach Rubner sollen zwei Versuche das Problem zu Gunsten der vitalistischen Hypothese in eindeutiger Weise entscheiden, nämlich erstens wird bei 12 % Zusatz von Kochsalz das Gärvermögen der lebenden Hefe vollständig aufgehoben. Buchner und Skraup weisen darauf hin, daß hier weiter nichts als eine Wasserentziehung stattfindet. Die Hefe verliert in 12-proz. Kochsalzlösung 12—20 % Wasser. Durch die Plasmolyse wird der Eintritt des Zuckers in das Zelleninnere verhindert, und dadurch unterbleibt die Gärung. Setzt man nämlich nach eintägigem Stehen der Hefe mit Zuckerlösung und 12 % Kochsalz, durch Hinzufügen einer entsprechenden Menge Zuckerlösung, den Kochsalzgehalt auf 4 % herunter, so beginnt ein langsamer, aber stetig fortschreitender Gärungsvorgang: die 12-proz. Kochsalzlösung unterbindet einfach den Zuckereintritt in das Zellinnere.

Der zweite Versuch betrifft die Einwirkung von Gerbsäure auf die normale und die zellfreie Zuckergärung. Die lebende Hefe wird in ihrer Tätigkeit auch von erheblichen Mengen Gerbstoff nicht behindert, setzt man aber zu zerriebener Hefe Gerbsäure in derselben Menge hinzu, so entsteht eine Fällung des Plasmas, gleichzeitig unter-

bleibt der Gärungsvorgang. Rubner folgert, das Verhalten plasmolysierter Zellen und solcher mit zerstörter Struktur gibt einen sichern Beweis, daß die Gärung eine Lebenserscheinung und kein rein fermentativer Vorgang ist. Diese Versuche verlieren nun nach Buchner und Skraup alles Überraschende, wenn man die Befunde von E. Overton berücksichtigt, daß nur ätherlösliche Stoffe und außerdem Nahrungsstoffe leicht in das Zellinnere eindringen. Die Gerbsäure gehört weder zu dem einen noch zum andern. Da aber Zymase aus der Zelle nicht heraustritt, weil sie nicht dialysierbar ist, wie zahlreiche Versuche bewiesen haben, ist eine schädliche Wirkung der Gerbsäure auf sie ausgeschlossen, nur bei der Zertrümmerung der Zelle kann sie auf deren Inhalt einwirken.

Buchner hat sich auch mit den Ansichten der andern Forscher, die sich auf die schwierigen Extraktions- und Diffusionsverhältnisse dieser Gruppe von Enzymen begründen, eingehend befaßt. Nach Euler ist die Zymase in der lebenden Hefe als chemischer Komplex ganz oder teilweise an das Protoplasma gebunden: wird die vitale Tätigkeit der Zelle dauernd oder zeitweise aufgehoben, so wird auch die Gärung erregende Gruppe des Protoplasmas, also die an das Plasma gebundene Zymase, inaktiviert. Wirksam bleibt nur derjenige Teil des Gärungsenzyms, der frei ist oder bei der Entwässerung der Hefe im Vakuum oder durch Alkohol freigemacht wird.

Durch die Annahme einer festeren Bindung an das Plasma soll zunächst die biologische Rolle des Gärungsvorganges verständlicher gestaltet werden. Buchner bezweifelt auch keineswegs, daß die Gärungsenergie den Hefezellen zugute kommt. Er kann sich aber nicht den Überlegungen von v. Euler, welche in diesem Sinne weitergehen, anschließen. Euler weist nämlich darauf hin, daß direkte gegenseitige Beeinflussung zweier chemischer Reaktionen nur möglich ist, wenn sie mindestens eine Komponente gemeinsam haben. Als solche betrachtet v. Euler im vorliegenden Falle den Katalysator, der sowohl den Zuckerzerfall bei der Gärung, als z. B. den Eiweißaufbau oder einen ähnlichen Vorgang auslösen soll, d. h. er nimmt an, daß eben das wirksame Enzym in beiden Fällen derselbe Stoff sei. Beim Aufbau des Körpereiwisses fungiert nun als Katalysator zweifelsohne das Protoplasma. Somit mache die Auffassung des Gärungsenzyms in der lebenden Hefe als Bestandteil des Protoplasmas die biologische Tatsache verständlich, daß durch die Gärung bzw. die Atmung der Pflanzen die Reaktionen der Eiweißwandlung beschleunigt werden. Buchner fragt, warum der gemeinsame Komponent gerade der Katalysator sein muß, er könne doch ebensogut durch ein sehr wirksames Zwischenprodukt des Zuckerzerfalls dargestellt werden.

Eine ähnliche Anschauung wie M. Rubner vertritt W. Ruhland. Nach ihm soll *intra vitam* eine feste, wohl chemische Verkettung der Zymase mit den Plasmateilchen vorhanden sein, welche die Wirksamkeit nicht behindere, aber mit dem Tode zerfalle. Er will durch die Annahme einer *intra vitam* bestehenden Plasma-Zymase-Verbindung erklären, wie durch Einbeziehung der reagierenden Stoffe in den molekularen Wirkungsbereich der Plasma-Bausteine den lebenden Teilchen die zweckentsprechende Transformation und Nutzbarmachung der fermentativ gewonnenen Energie für die vitale Arbeitsleistung unmittelbar zufällt. Buchner ist aber der Ansicht, daß durch die Annahme eines Zwischenproduktes beim Gärungsvorgang, z. B. Dioxy-aceton, welches für die Ernährung der Hefe günstig sei, dieser Forderung genügend Rechnung getragen werde.

Andere Gesichtspunkte, die zu den Vorstellungen v. Eulers und Ruhlands geführt haben, liegen in der Beobachtung über den starken Abfall der Gärung beim Trocknen und Töten der Hefe. Buchner hält aber die Versuchsbedingungen, welche v. Euler hierbei eingehalten hat, für nicht einwandfrei, so daß es verfrüht wäre, daraus Schlüsse zu ziehen. Ebenso lassen sich nach Buchner die Folgerungen, welche v. Euler aus dem schädigenden Einfluß von antiseptischen Mitteln auf die Gärwirkung, z. B. Toluol, gezogen hat, nur in sehr geringem Maße experimentell verfolgen, weshalb es hier zurzeit nicht angebracht erscheint, näher darauf einzugehen.

Dagegen sind andere Erwägungen v. Eulers und Ruhlands, die dazu bestimmt sind, das Festhalten der Gärungsenzyme in der Zelle und die Lokalisation daselbst zu erklären, nach Buchner der experimentellen Prüfung leicht zugänglich. Es handelt sich in erster Linie um die Extraktionsverhältnisse der Zymase, welche hierin in auffälligem Gegensatz zu den gewöhnlichen Enzymen, z. B. zur Invertase, stehen soll. Bei der lebenden Hefe besteht kein Unterschied. Die Invertase kann ebensowenig wie die Zymase aus normalen lebenden Zellen heraustreten, trotzdem hat noch niemand eine hypothetische Bindung der Invertase an das Protoplasma erörtert. Besonders betont Ruhland, daß zahlreiche freie Enzyme Membranen zu durchdringen vermögen. In der Tat läßt sich der Durchgang der Invertase durch gewöhnliches Pergamentpapier leicht beweisen, wogegen alle derartigen Versuche bei der Zymase des Hefepreßsaftes mißlungen sind.

Buchner hat nun zwei Arten von Trockenhefen auf ihre Extraktionsverhältnisse geprüft und dabei gefunden, daß die wäßrigen Auszüge von gewöhnlicher Aceton-Dauerhefe keine oder nur ganz geringe Gärwirkung besitzen. Anders verhält sich aber die aus nor-

maler Bierunterhefe bereitete sogenannte Lebedew-Hefe, welche durch einfaches Trocknen an der Luft gewonnen wird. Diese gibt direkt, ohne Öffnen der Zellen, die Gärungsenzyme leicht an Wasser ab. Ebenso lassen sich gerinnbares Eiweiß und die Endotryptase aus dieser letzteren Trockenhefe leicht durch Wasser ausziehen. Auch die Endotryptase diffundiert nicht durch Pergamentpapier, es verhalten sich in dieser Beziehung Zymase, Endotryptase und hochmolekulare Eiweißkörper gleich. Der Unterschied zwischen Aceton-Dauerhefe und Lebedew-Hefe muß in einer Veränderung der Plasmahaut durch die Behandlung bei der Darstellung der letzteren bedingt sein. Bei der Bereitung der Lebedew-Hefe wird die Plasmahaut in ihren osmotischen Eigenschaften wesentlich geändert. Vielleicht handelt es sich dabei um Schrumpfungen und Zerreißen beim fortschreitenden Austrocknen, wodurch Lücken von submikroskopischen Dimensionen entstehen, welche den Durchgang der Enzyme gestatten.

Die Gärungsvorgänge werden bei Anwendung unzerriebener Lebedew-Hefe zum Teil innerhalb, zum Teil außerhalb der Zellen stattfinden.

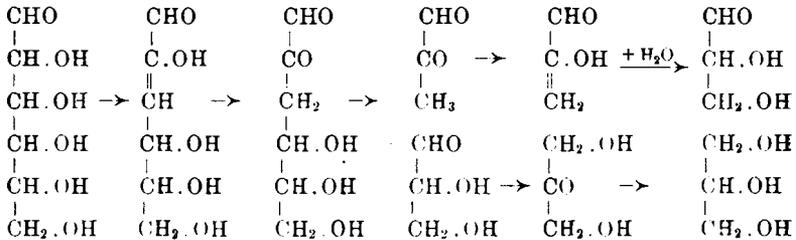
Anders verhält es sich bei der Darstellung der Aceton Dauerhefe. Hier tritt keine langsame Wasserabgabe ein, sondern die Eiweißkörper der Plasmahaut werden durch den Aceton-Zusatz augenblicklich gefällt und zwar zum Teil irreversibel. Die Gerinnung von Eiweißkörpern verstopfen nun offenbar die Poren der Zellmembranen und verhindern dadurch den Austritt der oben genannten drei Stoffe. Der Gärungsvorgang findet bei der unzerriebenen Aceton-Dauerhefe daher im Zellinnern statt, ebenso wie bei der lebenden Hefezelle. Im Gegensatz zu Zymase und Endotryptase wird das Ko-Enzym leicht aus der unzerriebenen Aceton-Dauerhefe ausgezogen; dasselbe gilt für die Invertase, und selbst die Maltase kann noch in nachweisbarer Menge einfach extrahiert werden. Die Zymase scheint gröber dispers zu sein als das Ko Enzym.

Durch die Dialyse aus gewissen Hefesorten können also zweifelsohne verschiedene Enzyme ausgezogen werden, deren Wirksamkeit ohne die Plasmateile erhalten bleibt. Warum soll nun gerade die Zymase, welche offenbar grob dispers ist und deshalb nicht die Plasmahaut bzw. das Pergamentpapier durchdringen kann, an die Plasmahaut allein gebunden sein? Buchner kommt daher zum Schluß zu der Zusammenfassung, daß zurzeit eine Annahme wie die von v. Euler entbehrlich ist.

Mit den chemischen Vorgängen bei der Gärung hat sich Buchner eingehend befaßt, wohl, weil ihm die Annahme, daß in ihnen die

Quelle der Gärenergie enthalten ist, die wahrscheinlichste war. Lange Zeit hat er die Milchsäure als erstes Zwischenprodukt beim Übergang des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure angenommen. Die Tatsache, daß Zucker auf chemischem Wege leicht in Milchsäure überführbar ist, hat zu dieser Hypothese Veranlassung gegeben.

Da aber Milchsäure bei Gärung mit Hefe niemals auffindbar gewesen ist, so müßte man schon zu der Annahme neigen, daß ein Enzym, die sogenannte Lactacidase, die Milchsäure sofort weiter in Alkohol und Kohlensäure abbaut. Dann aber sollte doch die Milchsäure auch selbst durch Hefe vergärbbar sein; dies konnte aber nicht einwandfrei festgestellt werden. Deshalb muß mit der Möglichkeit gerechnet werden, daß nicht Milchsäure selbst, sondern eine nahe Vorstufe derselben das eigentliche Zwischenprodukt bildet. Hierfür hat A. Wohl ein Schema gegeben:



Danach sollten sich Methyl-glyoxal und Glycerinaldehyd als Zwischenglieder bilden.

Das Methyl-glyoxal hat Buchner allerdings niemals bisher beobachten können, obwohl es, mit Wasserdampf leicht flüchtig, sich hätte gut isolieren lassen müssen. Nach diesem Schema würde sich aber erklären, warum Glycerin als Nebenprodukt bei der Zuckergärung auftritt. Dasselbe könnte aus Glycerinaldehyd oder Dioxy-aceton durch Reduktion entstehen, da anzunehmen ist, daß letztere beiden Körper in ähnlicher Weise wie Glucose und Fructose leicht ineinander übergehen.

Sowohl Glycerinaldehyd wie Dioxy-aceton werden durch Hefe leicht vergoren. Buchner kommt zu dem Schluß, daß letzteres vermutlich das Zwischenprodukt bei dem Zerfall des Zuckers ist, da es als symmetrisch gebauter Körper keine optisch-aktive Milchsäure bilden kann, wie man es vom unsymmetrischen Glycerinaldehyd erwarten sollte, die Gärungsmilchsäure aber fast immer optisch-inaktiv befunden wurde.

In neuester Zeit haben Neubauer und Neuberg gleichzeitig die Ansicht geäußert, daß nicht Milchsäure, sondern Brenztraubensäure das Zwischenprodukt beim Übergang von Zucker in Alkohol

stattfindet, Ergebnisse liefert, die denen der Gärkraftbestimmungen im Preßsaft entsprechen.«

»Die Untersuchungen wurden unter M. Delbrücks Leitung von H. Lange und seinen Mitarbeitern¹⁾, später von W. Henneberg und F. Hayduck, ausgeführt. Sie brachten folgende Ergebnisse:

A) Der Enzymbestand der Hefe wird durch Temperatur, Luft und Ernährung in folgender Weise verändert:

1. In ruhender Hefe findet unter dem Einfluß der Temperatur eine Wechselwirkung zwischen Zymase und Peptase statt. Bei niederen Temperaturen wird Zymase gebildet, bei hoher Temperatur wird sie allmählich unter dem Einfluß der Peptase zerstört. Diese Peptasewirkung führt schließlich zur Selbstverdauung der Hefezellen.
2. Eiweißreiche Hefen sind zymasereich, umgekehrt eiweißarme auch arm an Zymase.
3. Der Zymasegehalt ruhender Hefe nimmt durch Belüftung bei niederer Temperatur außerordentlich zu, bei hoher Temperatur ist der Einfluß der Belüftung wesentlich geringer.
4. Gärende und wachsende Hefe reichert sich in stark gelüfteter Würze schnell an Zymase an und zeigt bereits in den Anfangsstadien der Gärung den höchsten Zymasegehalt. Mit fortschreitendem Wachstum verteilt sich die Zymase auf die neugebildeten Zellen.

B) Reizstoffe beeinflussen die Gärkraft der Hefe wie folgt:

1. Stickstoffhaltige Verbindungen, insbesondere die Ammoniumsalze, Säureamide und Peptone, ferner die Kalium- und Magnesiumsalze der Phosphorsäure und Salzsäure, sowie die Hopfenbitterstoffe bewirken starke Zymasebildung.
2. Schwächer wirken Fettsäuren und aromatische Säuren, einige anorganische Säuren und geringe Mengen einwertiger Alkohole.

Bei allen Versuchen wurde die Dauer der Reizwirkung so bemessen, daß Sprossung oder Vermehrung der Hefe nicht eintreten konnte.«

»M. Delbrück sorgte durch zahlreiche Vorträge und Schriften für Verbreitung dieser Forschungsergebnisse und für ihre Anwendung auf die Praxis der Gärungsgewerbe.«

»Zusammenfassend berichtete Delbrück darüber in einem Vortrag »Der physiologische Zustand der Zelle und seine Bedeutung für die Technologie der Gärungsgewerbe«, den er 1906 vor den Mitgliedern des Instituts of Brewing zu London hielt.«

»Ed. Buchner nahm an diesen Arbeiten lebhaften Anteil und förderte sie, indem er 1899 und 1908 auf den Hauptversammlungen der Versuchs- und Lehranstalt für Brauerei über seine Forschungsergebnisse sprach und sich auch sonst wiederholt an der Diskussion, die sich an Vorträge über die Enzymfrage knüpfte, beteiligte.«

¹⁾ Zusammenfassend behandelt in H. Lange: »Über den physiologischen Zustand der Hefe«, Wochenschrift für Brauerei 1907, Nr. 32—39.

Mitten aus der Arbeit wurde Buchner durch den unglückseligen Krieg gerissen. Es sollte ihm nicht vergönnt sein, die zahlreichen Probleme, die noch auf dem Gärungsgebiete ihrer Lösung harren, selbst aufzuklären. Alle die reiche Erfahrung, die er auf diesem Gebiete in über 25 jährigem Schaffen gesammelt hatte, ist mit ihm dahingesunken. Die Wissenschaft hat schwer gelitten. Überall wirkte die Nachricht vom Tode Buchners in den Kreisen der Chemiker niederdrückend. Man war allgemein der Ansicht, daß dieser hätte vermieden werden müssen, »Nobelpreisträger sind Fürsten der Wissenschaft, sie sollten, wie die gekrönten Häupter, vor der Feuerzone bewahrt bleiben, ob sie selbst wollen oder nicht«.

Carl Harries.

Übersicht über die wissenschaftlichen Publikationen Buchners.

- 1885.** Buchner, E. und Curtius, Th.: Synthese von Ketonsäureestern aus Aldehyden und Diazo-essigester. B. 18, 2371.
 — —: Über die Einwirkung von Diazo-essigester auf aromatische Kohlenwasserstoffe. B. 18, 2377.
- 1886.** —: Über den Einfluß des Sauerstoffes auf Gärung. H. 9, 380.
 — und Curtius, Th.: Über Gelatine. B. 19, 850.
- 1888.** —: Einwirkung von Diazo-essigester auf die Äther ungesättigter Säuren. B. 21, 2637.
- 1889.** —: Einwirkung von Diazo-essigester auf die Äther ungesättigter Säuren. B. 22, 842.
 —: Ein Isomeres des Glyoxalins. B. 22, 2165.
 —: Acetylen-dicarbonsäureäther und Phenylhydrazin. B. 22, 2929.
- 1890.** Einwirkung von Diazo-essigester auf die Äther ungesättigter Säuren. B. 23, 701.
 — und Witter, H.: Über symmetrische Trimethylen-tricarbonsäure. B. 23, 2583.
- 1892.** —: Kleine Mitteilungen. B. 25, 1157.
 —: Notiz aus der Gärungschemie (Fumar- und Maleinsäure, Unterschied bei der Gärung). B. 25, 1161.
 — und Dessauer, H.: Über Carbonsäuren des Phenyl-trimethylens. B. 25, 1147.
 — i. Gem. mit Papendieck, H., Witter, H. und Fritzsche, M.: Über das Pyrazol. Allgemeines über Synthesen von Pyrazol-derivaten mit Diazo-essigester. A. 273, 214—266.
- 1893.** — und Dessauer, H.: Über 5-Phenyl-pyrazol. B. 26, 253.
 — und Fritzsche, M.: Über 4-Phenyl-pyrazol. B. 26, 256.
- 1894.** —: Notiz über *cis*-Glutaconsäure. B. 27, 881.
 —: Über am Kohlenstoff phenylierte Pyrazole. B. 27, 3247.
 —: Diazo-essigester und Pikrinsäure. B. 27, 3250.