

His und Kobert die Art der Propaganda für neue Heilmittel beanstandet worden. Auch in diesem Punkte befindet sich die Commission im Wesentlichen in Übereinstimmung mit den vorgeschlagenen Einschränkungen, indem die ernste chem.-pharm. Industrie die erlaubten Grenzen bis auf geringe Ausnahmen nicht überschritten hat. Auch die Commission hält Gutachten einzelner Ärzte und die Verwendung von Sammlungen solcher für werthlos. Auch die Commission legt wahren Werth nur den Veröffentlichungen in medicinischen Zeitschriften bei. Grade aber aus diesem Grunde verlangt die Commission volle Verwendungsfreiheit von Sonderabzügen solcher Publicationen für Ärzte, indem sie selbstverständlich auf eine Reclame mit diesen in Laienkreisen verzichtet.

Auf Grund dieser Darlegungen hat die Commission die His'schen Thesen für Ärzte 1 bis 5 (vergl. Zeitschr. f. angew. Chem. 1900 No. 48, S. 1223) in der von dem Referenten vorgeschlagenen prägnanteren Fassung unverändert angenommen, während die These 6 folgendermaßen erweitert worden ist:

„Annahme und Forderung von Honorar für Gutachten und gutachtliche Publication in der Fachpresse über an Krankenmaterial gesammelte Erfahrungen mit neuen Arzneimitteln ist den Ärzten zu untersagen. Dagegen ist der Ersatz für baare Auslagen, z. B. für nöthig gewordene Reisen, gestattet. Der Honorirung pharmakologischer, bakteriologischer und physiologischer Arbeiten steht nichts im Wege.“

Ebenso empfiehlt die Commission die Annahme der Kobert'schen Leitsätze 1 bis 3 (vergl. Zeitschr. f. angew. Chem. 1900 No. 48, S. 1223) mit dem ausdrücklichen Bemerk, dass unter „Gutachten“ in Satz 3 nicht Publicationen in medicinischen Zeitschriften zu verstehen sind.

Die von Kobert in Satz 4 und 5 gemachten Vorschläge, betreffend die Commission zur Prüfung neuer Arzneimittel sind der Schwierigkeiten dieser Aufgabe wegen, welche vom Referenten in der „Zeitschr. f. chem. Industrie“ 1901 Heft 1 eingehend besprochen worden sind, innerhalb der Frankfurter Commission auf ernste Bedenken gestossen, so dass dieselbe sich veranlasst sieht, dem Frankfurter Bezirksverein folgende Resolution zur Beschlussfassung zu unterbreiten:

„In Anbetracht der grossen Schwierigkeiten, welchen die in Aussicht genommene Thätigkeit der Commission zur Prüfung neuer Arzneimittel begegnen dürfte, glaubt der Frankfurter Bezirksverein sich derselben gegenüber gewisser Bedenken nicht entschlagen zu dürfen und nimmt deshalb diesen

Kobert'schen Vorschlägen gegenüber einstweilen eine abwartende Stellung ein. Immerhin spricht schon jetzt der Frankfurter Bezirksverein, der der Kobert'schen Anregung sympathisch gegenübersteht, die Hoffnung aus, dass aus der Thätigkeit jener Commission der freien wissenschaftlichen Forschung und der Weiterentwicklung der chem.-pharm. Industrie kein Hemmniss erwachsen möge.“

### Beiträge zur Physik der Gährung.

Von E. Prior und H. Schulze.

(Referent: E. Prior.)

(Mittheilung aus der vom kgl. bayer. Staate subv. Versuchsstation für Bierbrauerei zu Nürnberg).

Moritz Traube veröffentlichte im Jahre 1858 seine Fermenttheorie der Gährung<sup>1)</sup>, wonach die Spaltung des Zuckers durch ein von der lebenden Hefezelle erzeugtes Enzym bewirkt wird. Diese Theorie, obgleich sie Hoppe-Seyler warm vertreten hat, wurde sozusagen erst wieder in Erinnerung gebracht, als Emil Fischer und Thierfelder im Jahre 1894 auf Grund des unterschiedlichen Verhaltens der von ihnen geprüften Zuckerarten zu verschiedenen Hefen zu dem Schluss gelangten, dass diese Verschiedenheiten in der unterschiedlichen Structur der Zuckerarten ihre Ursache haben und schon kleine geometrische Verschiebungen im Molekül genügen, die Veränderbarkeit eines Zuckers zu verhindern<sup>2)</sup>.

Nach Fischer und Thierfelder können die activen chemischen Agentien der Hefezellen nur in diejenigen Zucker eingreifen, mit denen sie eine verwandte Configuration besitzen. Die weiteren Untersuchungen Emil Fischer's über den Einfluss der Configuration auf die Wirkung der Enzyme<sup>3)</sup>, sowie seine in Gemeinschaft mit Paul Lindner durchgeföhrten Studien über die Enzyme verschiedener *Saccharomyces*arten<sup>4)</sup> lieferten weitere Stützen für die stereochemische Auffassung des Gährungsprozesses.

Den endgültigen Beweis für die Richtigkeit der Theorie Traube's, welche von Emil Fischer und seinen Mitarbeitern gemäss den modernen chemischen Anschauungen aufgefasst und in diesem Sinne ergänzt worden war, lieferte Eduard Buchner. Derselbe zeigte im Jahre 1897, dass der auf mechanischem

<sup>1)</sup> Theorie der Fermentwirkungen von Moritz Traube, Dr. phil. in Ratibor. Berlin 1858.

<sup>2)</sup> Berichte der Deutschen chem. Gesellschaft 1894, Seite 2036.

<sup>3)</sup> Berichte der Deutschen chem. Gesellschaft 1894, Seite 2985 und 3479. 1895, Seite 1429.

<sup>4)</sup> Berichte der Deutschen chem. Gesellschaft 1895, Seite 984 und 3034.

Wege von ihm dargestellte Hefezellinhalt, der sogenannte Hefepresssaft, für sich allein Gährung zu bewirken vermag, dass man zur Spaltung des Zuckers die Zelle nicht als Ganzes bedarf, sondern dass der Zellinhalt des Plasmas hierzu genügt<sup>5)</sup>. Als wirksames Agens bezeichnete Buchner, wie schon vor ihm Traube, ein im Plasma der Hefezelle enthaltenes Enzym, welchem Buchner den Namen Zymase gab.

Durch unermüdliche Versuche suchte so dann Buchner die zahlreichen gegen seine Theorie erhobenen Einwände, welche in der Hauptsache darin gipfelten, dass der Hefepresssaft noch lebendes Plasma oder Reste desselben enthalte, welchen die Gährwirkung zuzuschreiben sei, zu entkräften und den Nachweis zu erbringen, dass die Gährung mit dem Lebensprocess der Hefe gar nichts zu thun habe, sondern lediglich von einem besonders gearteten Eiweisskörper, welcher im Gegensatz zu den bekannten Hefeenzymen keine hydrolytische, sondern eine spaltende Wirkung ausübe, veranlasst werde.

Meiner Ansicht nach ist es aber Buchner erst in jüngster Zeit gelungen, die vitalistische Anschauung aus dem Felde zu schlagen und den endgültigen Beweis für die Existenz des Enzyms zu erbringen, als er aus der durch Wärme abgetöteten Hefe gährfähigen Presssaft dargestellt hatte<sup>6)</sup>.

Fast zur selben Zeit zeigte R. Albert, dass durch Eintragen in ein Gemisch von Alkohol und Äther abgetötete Hefe Rohrzucker zu vergären vermag und dass man aus dieser abgetöteten und getrockneten Hefe durch Zerreiben mit Sand Zymase mit Wasser auslaugen und durch Alkoholäther aus der wässrigen Lösung ausfällen kann<sup>7)</sup>. Die Mittheilung Albert's ist insofern auch sehr interessant und bedeutungsvoll, als sie den stricten Beweis liefert hat, dass die Vergährung des Zuckers nur im Innern der Hefezelle von Statten geht und die Zufuhr der Zucker, und damit auch der übrigen Nährstoffe auf osmotischen Vorgängen beruht. Damit ist aber auch erwiesen, dass es eine durch Plasmaunterschiede bedingte, von dem Leben der Hefe abhängige „Auswahl“ der ihr dargebotenen Nährstoffe nicht oder nur bedingungsweise giebt, und dass es in erster Linie rein physikalische, von der Beschaffenheit der Membran abhängige Vorgänge sind, welche die Zufuhr der Nährstoffe regeln.

Da die Beschaffenheit der Hefemembran

<sup>5)</sup> Berichte der Deutschen chem. Gesellschaft 1897, S. 117.

<sup>6)</sup> Berichte der Deutschen chem. Gesellschaft 1900, Seite 3307.

<sup>7)</sup> *ibid.* Seite 3775.

und wahrscheinlich auch der Zymasegehalt mit dem Vegetationszustande der Hefe wechseln, sind diese Umstände bei Erforschung der Nährstoffassimilationsgesetze zu berücksichtigen. Man muss deshalb bei vergleichenden Versuchen hierüber stets Hefe in dem nämlichen Vegetationszustande verwenden, wie dies bei den von mir und meinen Schülern ausgeführten, vornehmlich auf den grundlegenden Forschungen Pfeffer's<sup>8)</sup> beruhenden Arbeiten über die osmotischen Gesetzmässigkeiten der Nährstoffassimilation, welche ich als „Physik der Gährung“ bezeichnen möchte, geschehen ist.

Sicherlich ist das Studium dieser Gesetzmässigkeiten für die Gährungsvorgänge in theoretischer und praktischer Beziehung nicht weniger von Bedeutung als der Chemismus der Gährung, da die Umsetzungen und Spaltungen der Nährstoffe und Zucker durch die activen Plasmabestandtheile und die Zymase erwiesen ermaassen erst dann erfolgen, wenn dieselben in die Zellen hinein diffundirt sind.

Meine theoretischen Anschauungen in dieser Richtung habe ich schon früher im Zusammenhang dargelegt<sup>9)</sup>. Weitere Litteraturangaben über die in meinem Institut ausgeführten Arbeiten, welche hierauf Bezug haben, finden sich in ziemlicher Vollständigkeit in der ebenfalls unter meiner Leitung gefertigten Arbeit von Wilh. Knecht über „Auswahl von Kohlehydraten durch verschiedene Hefen bei der alkoholischen Gährung“<sup>10)</sup> und sei deshalb hierauf verwiesen.

Die vorliegenden Arbeiten liefern den Beweis, dass das Durchlässigkeitvermögen der Zellmembran verschiedener Hefen unterschiedlich ist, und dass die verschiedenen Zucker in die Zellmembran mit verschiedener Geschwindigkeit hinein diffundiren. Es besitzen daher die Zucker der Hefemembran ebenso wie anderen leblosen Membranen gegenüber ein unterschiedliches Diffusionsvermögen. Die Grösse des Diffusionsvermögens wird durch den osmotischen Druck beeinflusst. Bei gleichzeitiger Anwesenheit von zwei oder mehreren Kohlehydraten diffundirt von dem Kohlehydrat mehr in der Zeiteinheit in die Zelle, dessen osmotischer Druckanteil grösser als derjenige des anderen ist, jedoch nur dann, wenn gleichzeitig auch dadurch das etwa vorhandene geringere Diffusionsvermögen des einen höheren osmotischen Druck ausübenden

<sup>8)</sup> Osmotische Untersuchungen, Leipzig 1877; Elektion organischer Nährstoffe, Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik Bd. 28, Seite 205.

<sup>9)</sup> Centralblatt für Bakteriologie. 2. Abtheilung, II. Bd., S. 321; Chemie und Physiologie des Malzes und des Bieres. Leipzig 1896, Seite 439 u. f.

<sup>10)</sup> Inaugural-Dissertation, Erlangen 1901.

Kohlehydrates ausgeglichen bez. überwunden wird.

Die Resultate sind in den Tabellen I und II zusammengestellt:

Tabelle I.

	100 ccm enthielten 7,28 g Glucose. Ausgesät wurden 20 Zellen per Cubikmillimeter.					
	2	4	6	8	12	20
Gährdauer in Tagen . . . .	2	4	6	8	12	20
Vorhandene Glucose . . . .	5,67	3,59	2,55	2,17	1,40	—
Vergohrene Glucose . . . .	1,61	3,69	4,73	5,11	5,88	7,28
Gramme Alkohol . . . .	0,80	1,83	2,26	2,50	2,93	3,58
Anzahl der Hefezellen . . . .	33 400	36 532	40 580	42 660	44 360	47 960
Vermehrung . . . .	1 670	1 826	2 029	2 133	2 218	2 398
Eine Million Zellen haben vergohren Milligramm Glucose .	0,48	1,00	1,17	1,20	1,33	1,52

Tabelle II.

	100 ccm enthielten 7,56 g Fructose. Ausgesät wurden 20 Zellen per Cubikmillimeter.						24
	2	4	6	8	10	12	
Gährdauer in Tagen . . . .	2	4	6	8	10	12	24
Vorhandene Fructose . . . .	6,33	5,22	4,60	3,47	2,86	2,23	—
Vergohrene Fructose . . . .	1,23	2,34	2,96	4,09	4,70	5,33	7,56
Gramme Alkohol . . . .	0,60	1,16	1,40	1,90	2,20	2,64	3,71
Anzahl der Hefezellen . . . .	27 920	37 120	40 000	46 400	46 800	47 120	48 240
Vermehrung . . . .	1 396	1 856	2 000	2 320	2 340	2 356	2 412
Eine Million Zellen haben vergohren Milligramm Fructose .	0,44	0,63	0,74	0,88	1,00	1,10	1,54

Die oben erwähnte Publication von W. Knecht, welcher Glucose- und Fructosemischungen in den verschiedensten Verhältnissen durch verschiedene Hefen vergären liess, liefert hierfür einen weiteren Beweis.

Buchner, welcher früher schon bewiesen hatte, dass Hefepresssaft in direkter Berührung mit Glucose und Fructose gleichviel der beiden Zucker in der Zeiteinheit vergährt<sup>11)</sup>), stellte mit Rudolf Rapp neuerdings auch Versuche mit lebenden Hefezellen an, aus welchen der Schluss gezogen wurde, dass auch lebende Hefezellen die beiden Zucker gleich schnell vergären<sup>12)</sup>. Dieses Ergebniss steht im Widerspruch mit meinen Versuchen<sup>13)</sup> und war für mich Ursache, Herrn H. Schulze zu veranlassen, diese Frage nochmals auf experimentalem Wege nachzuprüfen.

Die Versuche wurden in der Weise angestellt, dass man eine bestimmte Anzahl Zellen der Nürnberger Hefe A, welche vorher innerhalb 24 Stunden in steriler Bierwürze gezüchtet worden waren, in Lösungen, welche in 100 ccm 7,28 g Glucose, bez. 7,56 g Fructose und gleiche Mengen Hefewasser enthielten, einsäte und die in gewissen Zeitabschnitten bei 25° C. vergohrenen Zuckermengen und die entstandenen Hefezellen bestimmte. Außerdem wurde die Menge des gebildeten Alkohols ermittelt. Die Ausführung der Versuche und die zu den Bestimmungen angewandten Methoden waren dieselben, wie sie hier seit Jahren und auch von W. Knecht (a. a. O.) angewandt worden sind.

<sup>11)</sup> Berichte der Deutschen chem. Gesellschaft, Bd. XXXI, 1898, S. 1901.

<sup>12)</sup> Berichte der Deutschen chem. Gesellschaft, Bd. XXXII, 1899, S. 2091.

<sup>13)</sup> Chemie und Physiologie des Malzes und des Bieres. Leipzig 1896, Seite 379.

Aus diesen Zahlen geht unzweifelhaft hervor, dass sowohl die vergohrenen absoluten Mengen Glucose als auch die von jeder Zelle vergohrene Glucosemenge grösser sind als die in derselben Zeit vergohrene Menge Fructose.

Da die ausgesäten Hefezellen sich in dem gleichen Vegetationszustande befanden und die Bedingungen vollkommen gleich waren, zeigen die Versuche, dass, was ich schon früher auf anderem Wege nachgewiesen habe (a. a. O.), das Diffusionsvermögen der Glucose grösser als das der Fructose ist.

Wie kommt es nun, dass Buchner und Rapp aus ihren Resultaten zu anderen Schlussfolgerungen kamen? Sieht man die Zahlenergebnisse näher an, so erscheint der von ihnen gezogene Schluss nur dann berechtigt, wenn man ziemlich weite Fehlertoleranzen gelten lässt. Am deutlichsten wird dies, wenn man die von Buchner und Rapp gefundenen Kohlensäuremengen auf Zucker umrechnet.

Nach Jodlbauer<sup>14)</sup> liefern 100 Gewichtsteile Glucose 48,67 Alkohol und 46,54 Kohlensäure; nimmt man dieses Verhältniss auch für die Fructose an und rechnet die Buchner-Rapp'schen Kohlensäurewerthe entsprechend um, so sind die in der nachfolgenden Zusammensetzung enthaltenen Zuckermengen vergohren worden.

Aus dieser Umrechnung der Resultate von Buchner und Rapp ergiebt sich, besonders unter Berücksichtigung der sehr kurzen Gährdauer und der verhältnismässig niederen Gährtemperatur, dass zwischen den vergohrenen Mengen Glycose und Fructose Unterschiede bestehen, welche nicht innerhalb der Versuchsfehler liegen können.

<sup>14)</sup> Zeitschrift für das gesamte Brauwesen 1888, Seite 252.

No.	Kohlehydrate	Kohlehydrate in Gramm nach Stunden 15—17°						mit Kohlensäureverdrängung
		5	16	24	40	48	64	
243	Glucose . .	0,150	—	0,945	—	1,590	—	
244	Fructose . .	0,129	—	0,880	—	1,482	—	
245	Glucose . .	—	0,924	1,439	1,718	—	1,912	
246	Fructose . .	—	0,880	1,311	1,676	—	1,912	

Weiter ergeben die erheblichen Differenzen zwischen den vergohrenen Zuckermengen, sowohl in den beiden 24-stündigen Versuchen, als auch in den Versuchen bei 40 und 48 Stunden — nach 48 Stunden war weniger Zucker vergohren als nach 40 Stunden — dass in den angewandten Hefemengen, welche sicher so genau wie möglich abgewogen worden sind, bezüglich der Anzahl der Zellen Verschiedenheiten bestanden, welche die Genauigkeit der Resultate beeinträchtigten.

Es ist dies sofort einleuchtend, wenn man das Gewicht der lebenden feuchten Hefezelle, welches nach C. von Nägeli 0,000000 0005 g beträgt<sup>16)</sup>, berücksichtigt. Nach Nägeli wiegen somit 2 Millionen Hefezellen 1 mg. Es ist daher sehr leicht begreiflich, dass bei den Versuchen von Buchner und Rapp, auch mit Berücksichtigung des Wassergehaltes der abgepressten Hefe, einmal einige Millionen Hefezellen mehr auf 18 ccm oder einige hundert mehr auf das Kubikmillimeter Gährungsflüssigkeit trafen, als das andere Mal. Noch in die Augen fallender erscheint der erwähnte Einfluss, wenn man die Grösse der Oberfläche der Hefezellen in Betracht zieht.

Nach Nägeli beträgt die Oberfläche einer Bierhefenzelle 0,0003 qmm<sup>16)</sup>, diejenige von einer Million Hefezellen demnach 300 qmm. Bei Versuchen mit bestimmten Gewichtstheilen Hefe fallen daher Unterschiede von 3—900 qmm in die Wägfehler.

Da aber bei Assimilationsversuchen die Grösse der Membranfläche eine Hauptrolle spielt, leuchtet es ein, dass bei dergleichen Versuchen Differenzen von einigen Hundertqmm nicht einflusslos sein können. Aus diesen Gründen wird bei allen in meinem Institut in den letzten Jahren durchgeföhrten physiologischen Studien immer eine bestimmte Zellenzahl verwendet und die Arbeitsleistung der Hefe auf die einzelne Zelle, beziehungsweise um nicht zu kleine Zahlenwerthe zu erhalten, auf eine Million Zellen berechnet.

Was die Versuche von Buchner und Rapp mit Kohlensäureverdrängung und damit auch theilweise Abfuhr der sonstigen flüchtigen Gährungsproducte anlangt, so dürften hier

ähnliche Verhältnisse obwalten, wie ich bei der von mir vor Jahren mit den Hefen Saaz und Froberg vorgenommenen Vergährung im theilweisen Vacuum constatirt habe<sup>17)</sup>. Es werden hierbei intensive Änderungen der Zellen bewirkt, die nicht ohne Einfluss auf die chemische Wirkung und Vermehrung sind und daher an sich schon sehr wohl einen Ausgleich herbeiführen können, abgesehen von allem Anderen. Die Buchner-Rapp'schen Zahlen sprechen deshalb eher für die von Anderen und mir schon früher nachgewiesene, von H. Schulze neuerdings wieder bestätigte Thatsache, dass Glucose durch die lebende Zelle schneller vergohren wird als Fructose, zum Mindesten ist aber von den genannten Forschern nicht bewiesen worden, dass lebende Hefezellen Glucose und Fructose gleich schnell vergären.

Nachdem die für die Vergährung von zwei gleichzeitig vorhandenen Kohlehydraten aufgestellten Gesetze der Nährstoffassimilation durch die Versuche mit Glucose und Fructose bestätigt worden sind, war es interessant, dieselben Versuche mit anderen Kohlehydraten zu wiederholen, um zu erfahren, ob sich auch hier wiederum dieselben Gesetzmässigkeiten vorfinden.

H. Schulze stellte solche Versuche mit Gemischen von Maltose und Glucose, sowie von Maltose mit Fructose an, deren Ergebnisse in Tabelle III bis VII niedergelegt sind. Zur Ausführung dieser Versuche sei bemerkt, dass die Bestimmung der Maltose neben Glucose in den Flüssigkeiten durch Ermittlung des specifischen Gewichtes, des Reductionsvermögens vor und nach der Inversion geschah und durch Polarisation controlirt wurde. Im Übrigen wurde genau so gearbeitet, wie W. Knecht beschrieben hat. Aus den Tabellen geht hervor, dass es im Prinzip gleichgültig ist, welche Hefeart Verwendung findet und ob die Stickstoffernährung durch Hefewasser oder Asparagin erfolgt.

Bei Beurtheilung der Versuchsergebnisse ist zu beachten, dass der osmotische Druck der beiden Componenten nicht, wie dies bei

<sup>16)</sup> Theorie der Gährung, Seite 23.

<sup>17)</sup> Theorie der Gährung, Seite 29.

<sup>17)</sup> Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde 1895, II. Abth., Bd. I., Seite 482 und Seite 680.

den Gemischen von Glucose und Fructose, deren Moleculargewichte gleich sind, der Fall ist, im Verhältniss zu den angewandten absoluten Gewichtsmengen stehen, da das Moleculargewicht der Maltose fast doppelt so hoch als das der Glucose bez. Fructose ist und sich der osmotische Druck zu den Moleculargewichten umgekehrt proportional verhält: das Verhältniss des osmotischen Druckes der Glucose zur Maltose ist  $342 : 180 = 1,9 : 1$ . Der osmotische Druck der Glucose zu demjenigen der Maltose verhält sich demnach z. B. zu Beginn der Versuche mit Hefe A bei Hefewasserernährung (Tabelle III, 3. Spalte), bei welchen die Zucker in nahezu gleichen Gewichtsmengen (3,64 Glucose und 4,0 Maltose) angewandt wurden, wie  $3,64 \times 1,9 : 4 \times 1$  oder 6,9 zu 4. Die erhaltenen Resultate bestätigen in allen Fällen das Gesetz, dass so lange der osmotische Druck des einen Kohlehydrates in der Nährflüssigkeit grösser als der des anderen und so gross ist, um den Unterschied im Diffusionsvermögen auszugleichen, auch von diesem Kohlehydrat mehr in der Zeiteinheit vergohren wird, als vom anderen.

Wir sehen deshalb aus Tabelle III, dass in den 2 Versuchsreihen mit Hefe A bei Hefewasserernährung mit 6,69 g Glucose und 0,95 g Maltose, sowie 5,80 g Glucose und 1,87 g Maltose, in den ersten 6 Tagen nur Glucose und gar keine Maltose vergohren wird. Erst vom 6. bis 8. Tage, nachdem sich der Glucosegehalt der Flüssigkeiten auf 1,28 g bez. 0,59 g vermindert hatte, wurden geringe Mengen Maltose mit vergohren.

In der nächstfolgenden Reihe (3,64 Glucose und 4 Maltose) wird schon von Anbeginn an Maltose neben Glucose, letztere jedoch reichlicher als erstere vergohren, und dasselbe finden wir, jedoch schon mit reichlicherer Maltosevergärung, auch bei dem nächsten Versuch (1,65 Glucose und 5,97 Maltose), obgleich hier der osmotische Druck der Maltose (5,97), den der Glucose (3,14) überwiegt. Offenbar genügt aber dieser Überschuss noch nicht, um den bedeutenden Unterschied der beiden Zucker im Diffusionsvermögen auszugleichen. Erst bei Anwendung von 0,83 Glucose und 6,92 Maltose vergährt von letzterer mehr als von der ersteren.

Am Fusse der Tabelle III sind die Mengen der vergohrenen Zucker, welche auf eine Million Zellen treffen, in Milligrammen angegeben.

Die Resultate der in Tabelle IV enthaltenen Versuche mit Hefe L entsprechen den vorhergehenden und rechtfertigen den Schluss, dass unter gleichen Bedingungen die Diosmose der Zucker bei verschiedenen Hefen nach denselben Gesetzmässigkeiten erfolgt.

Bei den Versuchen in den beiden letzten

Spalten der Tabelle IV zeigt sich, dass Hefe L im Gegensatz zu Hefe A bei dem Verhältniss von 1,65 Glucose zu 5,97 Maltose in den ersten beiden Tagen noch keine und vom 2. bis 4. Tag bedeutend weniger Maltose neben Glucose vergohren hatte und dass, wie der zweitägige Versuch der letzten Spalte lehrt, Hefe L auch unter den Verhältnissen (0,76 Glucose : 6,86 Maltose), unter welchen Hefe A mehr Maltose als Glucose vergährt, dies nicht vermag, da nach 2 Tagen wohl schon die in der Flüssigkeit enthaltenen 0,76 g Glucose, von der Maltose jedoch erst 0,22 g vergohren waren.

Man sieht hieraus, dass bei Hefen mit geringerem Durchlässigkeitsvermögen, zu welchen die Hefe L gehört, relativ viel grössere Mengen des schwieriger diffundirenden Kohlehydrates erforderlich sind, wenn von demselben grössere Mengen als von dem leichter diosmirenden vergohren werden sollen.

Aus den Tabellen V und VI, welche die Resultate der Versuche mit Asparaginernährung enthalten, ergiebt sich, dass Änderungen der Stickstoffernährung keine Verschiedenheiten in der Nährstoffassimilation zu bewirken vermögen, welche mit den osmotischen Gesetzmässigkeiten in Widerspruch stünden.

Wir sehen, dass bei den Versuchen in Spalten 1 und 2 gar keine Maltose vergohren wird, dass die Vergärung dieser Biose neben Glucose erst bei den in der dritten Spalte enthaltenen Versuchsergebnissen beginnt.

Bei Hefe A zeigt sich jedoch insofern ein Unterschied als aus den in der letzten Spalte der Tabelle enthaltenen Zahlen hervorgeht, dass Hefe A bei Asparaginernährung in den beiden ersten Tagen mehr Glucose als Maltose und erst zwischen dem 2. und 4. Tag mehr Maltose vergohren hatte, während bei Hefewasserernährung schon nach dem 2. Tage mehr Maltose als Glucose von der Hefe vergohren wird.

Die in Tabelle VII aufgezeichneten Versuche zeigen, dass auch bei der Vergärung von Gemischen aus Fructose und Maltose bei grossem Überschuss von Fructose entweder keine oder nur eine geringe Menge Maltose mit vergohren wird und eine nennenswerthe Vergärung von Maltose erst bei Überschuss dieser beginnt. Doch ist durch diese Versuche, die leider nicht mehr fortgesetzt werden konnten — die Versuche mit 1,06 Fructose und 6,38 Maltose hätten sich auf einen weiteren Zeitraum erstrecken müssen — nicht entschieden worden, ob nach längerer Gährdauer bei grösseren Überschüssen von Maltose mehr Maltose als Fructose vergohren wird, wie dies bei Vergärung von Glucose und Maltose der Fall gewesen ist.

Tabelle III. Nährlösung: Glucose-Maltose-Hefewasser.

Hefei A.

Ch. 1901.

Tabelle IV. Nährlösung: Glucose-Maltose-Hefewasser.

Hefe L.

Tabelle V. Nährlösung: Glucose - Maltose - Asparagin.  
Hefe A.

Zusammensetzung der Nährlösung Gramme in 100 ccm	Glucose		Glucose		Glucose		Glucose		Glucose	
	Maltose	6,67	Maltose	5,86	Maltose	4,19	Maltose	5,88	Maltose	7,08
Gärtdauer: Tage	2	4	8	10	2	4	8	10	2	4
Nach der Gärung Vorhanden: Glucose	5,84	5,20	2,11	1,84	5,06	4,43	1,81	1,22	2,56	1,76
		0,91	0,91	1,81	1,81	1,81	1,81	1,80	4,17	4,00
Vergoren: Glucose	0,93	1,47	4,56	4,83	0,90	1,43	4,05	4,64	0,63	1,43
									0,02	0,19
Vergoren: Maltose									0,45	0,45
Beobachtete Drehung									0,35	0,35
Alkohol in Grammen.									0,06	0,06
Zellenanzahl vor der Gärung pro cbmm.									0,35	0,35
Zellenanzahl n. d. Gär.									0,02	0,02
Vermehrung.									0,1	0,1
Eine Million Zellen									0,99	0,99
liefern Alkohol in mg									0,21	0,21
vergoren Gesamt-									1,71	1,71
zucker.									1,05	1,05
davon Glucose	0,19	0,24	0,65	0,7	0,17	0,27	0,63	0,71	1,20	1,20
									14,90°	14,90°
									+ 19,60°	+ 19,60°
									+ 16,60°	+ 16,60°
Maltose										

Tabelle VI. Nährlösung: Glucose - Maltose - Asparagin.  
Hefe L.

Zusammensetzung der Nährlösung Gramme in 100 ccm	Glucose		Glucose		Glucose		Glucose		Glucose	
	Maltose	6,67	Maltose	5,86	Maltose	4,19	Maltose	5,88	Maltose	7,08
Gärtdauer: Tage	2	4	8	10	2	4	8	10	2	4
Nach der Gärung Vorhanden: Glucose	5,65	4,79	1,24	0,63	4,90	4,17	0,80	0,40	2,78	2,19
		0,91	0,91	0,91	1,81	1,81	1,81	1,81	3,97	3,73
Vergoren: Glucose					0,90	1,69	5,06	5,46	0,90	1,49
									0,24	0,24
Vergoren: Maltose									0,37	1,74
Beobachtete Drehung									0,37	0,37
Alkohol in Grammen.									1,6°	1,6°
Zellenanzahl vor der Gärung pro cbmm.									12,30°	12,30°
Zellenanzahl nach der Gärung Vernehrung.									+ 10,60°	+ 10,60°
Eine Million Hefezellen									+ 6°	+ 6°
liefern Alkohol in mg									2,7	2,7
vergoren Gesamtzucker in mg.									0,26	0,26
davon: Glucose	0,39	0,55	1,33	1,40	0,37	0,54	0,30	0,63	0,99	1,15
		0,39	1,33	1,40	0,37	1,27	1,44	0,29	0,56	0,64
Maltose								0,01	0,01	0,11

Tabelle VII. Nährösung: Fructose-Maltose-Hefewasser.

## Hefe A.

Zusammensetzung der Nährösung Gramme in 100 ccm	Fructose 6,73		Fructose 3,66		Fructose 1,06		Fructose 6,73		Fructose 3,66		Fructose 1,06	
	Maltose	1,04	Maltose	3,73	Maltose	6,38	Maltose	1,04	Maltose	3,73	Maltose	6,38
Gährdauer: Tage	4	8	4	8	2	4	8	4	8	4	8	2
Nach der Gährung												
Vorhanden:												
Fructose	4,69	3,35	1,53	0,59	0,3	3,26	0,92	1,20	—	—	—	0,38
Maltose	1,04	1,04	3,71	3,70	6,31	1,04	1,02	3,60	3,00	5,83	5,83	0,68
Fructose	2,04	3,38	2,13	2,97	0,76	3,47	5,81	2,46	3,66	0,73	0,65	0,68
Maltose	—	—	—	0,03	0,07	0,04	0,13	0,73	0,73	—	—	—
Beobachtete Drehung	—	—	—	+ 9°	+ 16,50°	—	+ 7,20°	+ 1°	+ 8,10°	+ 15,10°	+ 15,10°	—
— 6°	—	—	— 4°	+ 7,10°	1,5	— 3,40°	— 1,56	2,9	1,99	—	—	—
Alkohol in Gramm	0,99	1,68	1,03	1,5	0,39	1,56	2,9	1,2	—	—	—	0,6
Zellenzahl vor der Gährung pro cbmm	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	0,6
Zellenzahl nach der Gährung	37 120	46 000	36 840	44 000	2200	28720	37 800	48 000	37 600	45 200	29 040	20
Vermehrung	1856	2300	1842	1436	1890	2400	1880	2260	1880	2260	1452	20
1 Million Zellen liefernten Alkohol in mg vergoren:	0,27	0,37	0,28	0,34	0,14	0,41	0,60	0,31	0,44	0,44	0,20	0,20
Gesamtzucker in mg davon	0,55	0,73	0,58	0,68	0,29	0,92	1,22	0,68	0,97	0,97	0,42	0,42
Maltose	0,55	0,73	0,58	0,67	0,26	0,92	1,21	0,65	0,80	0,80	0,23	0,23
	—	—	—	0,01	0,03	—	1,01	0,03	0,17	0,17	0,19	0,19

Obgleich die Resultate daher nicht ganz vollständig sind, erscheint nach den Ergebnissen der zahlreichen in dieser Richtung durchgeföhrten Arbeiten dennoch der Schluss gerechtfertigt, dass auch in Gemischen von Maltose und Fructose grössere Mengen Maltose vergohren werden, wenn das Verhältniss der Zucker zu einander das entsprechende ist. E. Bourquelot hatte dies schon früher gezeigt<sup>18)</sup>.

Die von H. Schulze erhaltenen Resultate, ebenso wie die, welche W. Knecht erhielt, machen es unschwer verständlich, dass in vergohrenen Bierwürzen neben unvergähbaren Kohlehydraten (Achroodextrin I Lintner) und schwer vergähbaren Kohlehydraten (Achroodextrin II Lintner und Achroodextrin III Prior) Maltose nachgewiesen werden kann<sup>19)</sup>, und erklären auch, warum in gewissen Stadien der Würzegährung vornehmlich schwieriger vergährbare Kohlehydrate und weniger Maltose vergohren werden, wie ich in der oben citirten Abhandlung schon vor Jahren dargelegt habe.

## Die Elektrochemie auf der Pariser Weltausstellung.

Von Prof. F. Haber.

[Schluss von S. 192.]

Für die elektrochemische Grossindustrie ist ferner die Fabrikation des Aluminiums von besonderem Interesse. Hier bot die Ausstellung vielerlei Beachtenswerthes. Was zunächst die Herstellung der Rohmaterialien anlangt, so hatte die British Aluminium Cie. die Präparate ausgestellt, welche den Bayer'schen Verarbeitungsweg des Beauxits charakterisiren. Das Verfahren ist durch die Patente<sup>21)</sup> im Prinzip bekannt, und einiges über seine Ausführungsweise ist vor zwei Jahren an einer publicistisch sehr entlegenen Stelle mitgetheilt worden<sup>22)</sup>. Danach wird der Beauxit zunächst zu einem feinen Pulver zerkleinert und zur Entfernung organischer Bestandtheile vorsichtig in der Weise calcinirt, dass er durch ein rotirendes geneigtes Eisenrohr von 10 m Länge und 1 m Weite, dessen unteres Ende durch eine Feuerung erhitzt wird, hinabrinnt. Nachdem das Mi-

<sup>18)</sup> Ann. chim. et phys. [6] 9, Seite 245; Berichte der Deutschen chem. Gesellschaft 1887, Ref. Seite 61.

<sup>19)</sup> Bayer. Brauer-Journal VI, 1896, Seite 371; Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten, II. Abth., 2. Bd., Seite 569.

<sup>21)</sup> D.R.P. 43 977 u. 65 604.

<sup>22)</sup> Commerce, an illustrated weekly Journal 1898, S. 1135.