

Die bei der Gährung des Glycerins entstehende flüchtige Säure ist also Normalbuttersaure, mit einer kleinen Beimengung einer höheren Fettsäure, wahrscheinlich Capronsäure.

Aus 260 Gr. wasserfreiem Glycerin wurden erhalten 31.9 Gr. bei 100<sup>o</sup> getrockneter, normalbuttersaurer Kalk. 100 Gr. Glycerin lieferten 12.3 Gr. wasserfreien normalbuttersauren Kalk.

Weiteres in einer späteren Mittheilung.

Resultat: Glycerin lässt sich bei Anwesenheit von kohlensaurem Kalk bei 40<sup>o</sup> C. durch einen Schizomyceten in Gährung versetzen.

Die Hauptprodukte der Gährung sind ausser Kohlen-säure und Wasserstoff Normalbutylalkohol und Normalbuttersaure. Nebenbei entstehen in ganz kleiner Menge Aethylalkohol und eine höhere Fettsäure, wahrscheinlich Capronsäure.

### 355. Alb. Fitz: Ueber alkoholische Gährung.

(Mitgetheilt aus dem chemischen Institut der Universität Strassburg.)  
(Eingegangen am 19. August; verl. in der Sitzung von Hrn. E. Salkowski.)

#### A. *Mucor racemosus*.<sup>1)</sup>

Das Pilzmaterial habe ich seiner Zeit im hiesigen botanischen Institut rein cultivirt; es ist frei von *Mucor Mucedo*.

1) Milchzucker und invertirter Milchzucker. Eine Gahrflussigkeit, die aus 125 CC. Wasser, 8 Gr. Milchzucker und kleinen mengen Nährstoffen bestand, wurde mit einer Aussaat von *M. racemosus* versehen. Der Pilz entwickelt sich auf der Oberfläche und in der Flüssigkeit, solange freier Sauerstoff darin ist. Nach mehreren Wochen wurde die Flüssigkeit abdestillirt; das Destillat enthielt keine Spur Alkohol.

Der Pilz vermag Milchzucker nicht in Gährung zu versetzen.

16 Gr. Milchzucker wurden mit verdünnter Schwefelsäure invertirt, die Schwefelsäure mit kohlensaurem Kalk entfernt, die Flüssigkeit auf 300 CC. gebracht, die nöthigen abgewogenen kleinen Mengen Nährstoffe zugesetzt und die Aussaat vorgenommen.

Nach 4 Wochen wurde abdestillirt. Das Destillat enthielt 5.5 Gr. Zucker; es waren also circa 11 Gr. Zucker vergohren, weit mehr als die Hälfte; bei längerer Dauer wäre ohne Zweifel die ganze Zuckermenge vergohren.

Aus den beiden Versuchen geht zugleich hervor, dass Milchzucker nicht durch *M. racemosus* invertirt wird, im Gegensatz zum Rohrzucker.

<sup>1)</sup> In einer früheren Mittheilung (diese Berichte VI, S. 48) nannte ich den gahrungserregenden Pilz *Mucor Mucedo*; diese Bezeichnung ist unrichtig; sie ist umzuändern in *Mucor racemosus*.

Bierhefe verhält sich nach kürzlich veröffentlichten Versuchen von Pasteur (*Etudes sur la bière* S. 257 u. 258) ganz ebenso: Bierhefe wächst in Milchzuckerlösung, erregt aber keine Gährung.

2) Inulin und Levulose. Inulin lässt sich durch den Pilz nicht in Gährung versetzen.

10 Gr. lufttrocknes Inulin wurden mit verdünnter Schwefelsäure in Levulose übergeführt, die Schwefelsäure entfernt, und nach dem Zusatz der Nährstoffe die Aussaat gemacht. Nach 5 Wochen wurde abdestillirt. Das Destillat enthielt 3.0 Gr. Alkohol.

3) Milchsaurer Kalk lässt sich durch den Pilz nicht in Gährung versetzen; er wächst zwar, erregt aber keine Gährung.

4) Alkoholgrenze. In meiner Mittheilung von 1873 habe ich als Maximum des Alkoholgehaltes, bei welchem die Gährung nach Verlauf vieler Monate aufhört,  $3\frac{1}{2}$  bis 4 Gewichtsprocente angegeben.

Brefeld<sup>1)</sup> findet für die Gährung bei 15° C. nach  $1\frac{1}{2}$  bis 2 Monaten einen Alkoholgehalt von  $4\frac{1}{2}$  Gewichtsprocenten. Bei höherer Temperatur konnte er den Alkoholgehalt bis  $5\frac{1}{2}$  Gewichtsproc. treiben.

Pasteur<sup>2)</sup> findet bei einer *M. racemosus*-Gährung, die 2 Jahre nach der Aussaat untersucht wurde, 3.3 Gewichtsproc. bei einer zweiten, die nach  $2\frac{1}{2}$  Jahr untersucht wurde 3.4 Gewichtsproc.

Bei einigen neuen Versuchen erhielt ich folgende Resultate:

Die Gährflüssigkeiten bestanden aus Most guter Qualität, der mit verschiedenen Mengen Wasser versetzt war; der niedrigste Zuckergehalt betrug 8 pCt., der höchste 32 pCt. (concentrirter Most). Die Temperatur des Thermostaten schwankte von 25 bis 30° C. Nach  $1\frac{1}{2}$  Monaten wurde abdestillirt.

Da empirische Alkoholbestimmungsapparate, selbst von renommirten Firmen, mitunter Zahlen liefern, die um 0.5 bis 3 Einheiten von den mittelst des Pyknometers erhaltenen Zahlen abweichen, zog ich die letztere zwar etwas zeitraubende, aber tadellose Methode vor.

Es wurden mit einer geprüften Pipette 100 CC. abgemessen und (ohne Zusatz von Kreide, der überschüssig ist, da das Destillat vollkommen neutral reagirt) destillirt. Das Destillat wurde gewogen, geschüttelt, das spec. Gewicht bei 15.6° C. bestimmt, und die entsprechenden Gewichtsprocente der Bauer'schen Tabelle entnommen. Da das spec. Gewicht von Alkoholmischungen mit der Temperatur stark variirt, wurde das Einstellen auf die Temperatur 15.6° mit besonderer Sorgfalt gemacht; es wurde dabei ein Thermometer benutzt, das in 0.2° getheilt war, bei dem 0.1° mit grosser Schärfe abgelesen werden konnte, das ferner in Bezug auf seinen Nullpunkt corrigirt und cali-

<sup>1)</sup> Untersuchungen über Alkoholgährung II. Würzburger phys. medic. Ges. 1874 und landwirthschaftliche Jahrbücher 1876, Heft 2, S. 305.

<sup>2)</sup> *Etudes sur la bière*, S. 133 u. 134.

brirt war. Wenn die Temperatur des Wagezimmers über 15° C. lag, wurde ein Pyknometer mit eng ausgezogenem Hals und Marke, verschliessbar mit eingeschliffenem Stöpsel, benutzt.

Von 6 Gährflüssigkeiten wurden folgende Zahlen erhalten :

1) 2.3 Gewichtsproc.	4) 2.7 Gewichtsproc.
2) 2.6 -	5) 2.6 -
3) 2.3 -	6) 2.4 -

Brefeld giebt für ähnliche Versuchsbedingungen eine viel höhere Zahl an; ob der Grund der Differenz an der verschiedenen Methode der Alkoholbestimmung liegt, vermag ich nicht zu sagen.

Brefeld bemerkt<sup>1)</sup>, meine Detailangaben seien richtig bis auf die, dass die Mucorzellen bei 3½ Gewichtsproc. Alkohol getödtet werden. Ich habe hierzu zu bemerken: In mehreren Fällen, wo die Mucorhefe nach der Hauptgährung Monate lang am Boden der Gährflüssigkeit lag, habe ich ein Absterben derselben beobachtet, kenntlich an dem stark contrahirten Protoplasma und an der Unfähigkeit der Zellen, in frischer Gährflüssigkeit weiter zu wachsen.

Brefeld schreibt das Geschwächtwerden und sehr langsame Absterben nicht dem Alkohol zu, sondern der fortdauernden Gährung ohne Wachstum.

Aus meinen Versuchen, wo ich gleiche Mengen Zucker mit verschiedenen Mengen Wasser in Gährung versetzte, glaube ich schliessen zu dürfen, dass wenigstens das Trägewerden der Mucorhefe wesentlich dem Alkohol zuzuschreiben ist. Man vergleiche auch Pasteur's Ansichten (Etudes sur la bière, Capitel über Mucorgährung bes. S. 131 und 132) über den Grund des Trägewardens der Mucorhefe.

#### B. *Mucor Mucedo*.

4 Kolben wurden beschickt mit je 150° C. verdünntem Most von 12 pCt. Zuckergehalt. Sie wurden mit einer Aussaat von *Mucor Mucedo* (der frei war von *M. racemosus*) versehen und in einen Thermostat von 30° C. gesetzt.

Nach 7 Wochen wurde abdestillirt. Es wurden folgende Gewichtsprocente Alkohol erhalten:

1) 0,8	3) 0,8
2) 0,8	4) 0,8.

Pasteur<sup>2)</sup> findet bei einer *M. Mucedo*-Gährung nach 14 Monaten 1,8 Gewichtsproc.

Brefeld<sup>3)</sup> giebt für die höchst erreichbare Alkoholgrenze für diesen Pilz 2,6 Gewichtsproc. an.

<sup>1)</sup> Landw. Jahrb. 1876, Heft 2, S. 310.

<sup>2)</sup> Etudes sur la bière, S. 138.

<sup>3)</sup> Landw. Jahrb. 1876., Heft 2, S. 314.

Resultate: *Mucor racemosus* wächst in einer Lösung von Milchzucker, vermag ihn aber nicht in Gährung zu versetzen. Der invertirte Milchzucker vergährt leicht. Der Pilz vermag den Milchzucker nicht zu invertiren.

Inulin wird von *M. racemosus* nicht in Gährung versetzt, dagegen die daraus bereitete Levulose.

Der Alkoholgehalt erreicht für *M. racemosus* bei 25 bis 30° C nach 6 Wochen 2,5<sup>0</sup> Gewichtsproc., für *M. Mucedo* bei 30° C nach 7 Wochen 0,8 Gewichtsproc.

Strassburg, den 17. August 1876.

### 356. Julius Thomsen: Vermeintliche Beziehung zwischen dem mechanischen Wärmeäquivalent und den Molekulargewichten.

(Eingegangen am 21. August, verl. in d. Sitzung v. Hrn. E. Salkowski.)

In Pogg. Annal. Bd. 158, S. 160 sucht Hr. Klingel eine Beziehung zwischen dem mechanischen Wärmeäquivalent und den Molekulargewichten darzulegen, und zwar, dass die nachgewiesene Relation keine zufällige sei. Ich glaube es beruhe dieser Schluss auf einem Irrthum.

Aus den vereinten Gesetzen von Mariotte und Gay-Lussac, nämlich

$$\frac{p}{\gamma} = R \left( \frac{1}{\alpha} + t \right)$$

indem

$$R = \frac{p_0 \alpha}{\gamma_0}$$

bildet der Werth  $R$  die Grundlage der Untersuchung. Es ist hier  $p_0 = 10334 \text{ Kg.}$  oder der Luftdruck auf dem Quadratmeter,  $\alpha = 0.003665$  oder der mittlere Ausdehnungscoefficient und  $\gamma_0$  das Gewicht eines Kubikmeters des Gases in Kilogramm.

Für Wasserstoff resultirt nun der Werth

$$R = 422.6,$$

und der Hr. Verfasser sucht zu beweisen, dass dieser Werth mit dem mechanischen Wärmeäquivalent

$$\varepsilon = 424 \text{ Kilogrammometer}$$

identisch sei, und dass für andere Gase das Produkt aus demselben Molekulargewichte und dem entsprechenden Werth von  $R$  ebenfalls dem mechanischen Wärmeäquivalent gleich sei. Die Uebereinstimmung der Zahlen beruht aber auf einem Zufall, wie es sich leicht zeigen lässt.

Das Gewicht eines Kubikmeters eines Gases oder das  $\gamma_0$  der Formel lässt sich nämlich in bekannter Art durch