

in allen Lösungsmitteln nahezu unlöslichen, in kleinen gelben Nadelchen krystallisierenden Körpers, der nicht weiter untersucht wurde. Aus dem Filtrat scheidet sich beim Abkühlen das *N,N'*-Bis-[ $\alpha$ -naphthochinonyl-2]-äthoxy-3-benzidin in feinen violettbraunen Nadelchen aus, die nach mehrmaligem Umkrystallisieren den Schmp. 279–281° zeigen. Die Verbindung ist in den gewöhnlichen Lösungsmitteln schwer löslich und wird nur von Pyridin und von Nitro-benzol in der Wärme leicht aufgenommen. Schwefelsäure löst mit kornblumenblauer Farbe.

0.1711 g Sbst.: 8.20 ccm N (20.4°, 720.7 mm).

$C_{34}H_{24}O_3N_2$ . Ber. N 5.18. Gef. 5.21.

Baumwolle wird aus der gelben Küpe in schönen, violetten Tönen angefärbt. Die Färbungen sind bedeutend satter und waschechter als jene des *N,N'*-Bis-[ $\alpha$ -naphthochinonyl-2]-dianisidins, so daß es den Anschein erweckt, als übe eine Äthoxylgruppe einen günstigeren Einfluß auf den Gesamtcharakter eines Farbstoffs aus, als es zwei Methoxylgruppen zu tun imstande sind.

### 58. Carl Neuberg und Elsa Reinfurth:

#### Über den Chemismus der alkoholischen Gärung, zugleich Bemerkungen zur gleichnamigen Mitteilung von E. Zerner.

(Eingegangen am 18. Februar 1920.)

Die Auffindung der Brenztraubensäure-Gärung im Jahre 1910 hat uns die Veranlassung zu mannigfachen Versuchen gegeben, experimentell die alternierende Oxydation und Reduktion am Zuckermolekül darzutun, an die gemäß unserer im Jahre 1913 aufgestellten neuen Theorie<sup>1)</sup> die alkoholische Zuckerspaltung geknüpft ist. Diese Theorie besagt, daß Acetaldehyd bezw. Brenztraubensäure einerseits, Glycerin andererseits die einander entsprechenden Oxydations- und Reduktions-Produkte darstellen. Beweise erbrachten wir mit Hilfe der Abfangmethode, die den Acetaldehyd festlegt, und mit den alkalischen Gärungen<sup>2)</sup>, bei denen der Aldehyd durch Disproportionierung zu Essigsäure und Alkohol gekennzeichnet ist, während in beiden Fällen Glycerin in äquivalenter Menge erhalten wird.

In der im letzten Heft der »Berichte« erschienenen Veröffentlichung von E. Zerner<sup>3)</sup> befindet sich nun ein Passus, der bei den

<sup>1)</sup> C. Neuberg, Die Gärungsvorgänge und der Zuckerumsatz der Zelle, Jena 1913.    <sup>2)</sup> C. Neuberg und E. Färber, Bio. Z. 78, 238 [1916].

<sup>3)</sup> B. 53, 325 [1920].

nicht in die Einzelheiten dieses Forschungsgebietes eingeweihten Lesern zu Mißverständnissen führen könnte. Der Autor schreibt:

»... möchte ich die Resultate dieser Untersuchungen bekannt geben, weil sie mit den inzwischen unabhängig seitens Neuberg und Reinfurth erfolgten wichtigen Publikationen in einigen wesentlichen Punkten differieren und daher von Interesse zu sein scheinen. Die wesentlichen Resultate waren: Acetaldehyd wird bei der Glycerin-Gärung in Form seiner Bisulfidverbindung fixiert. Glycerin und Acetaldehyd entstehen bei dieser Gärung in äquivalenten Mengen, außerdem bilden sich noch Alkohol und Kohlensäure, sonst kein Produkt in nennenswerter Menge«.

Dieselben wesentlichen Resultate sind nun in unseren voraufgegangenen, zum Teil Jahre zurückliegenden Arbeiten auf das eingehendste und genaueste beschrieben. Wir gaben z. B. früher an:

»In Gestalt der Acetaldehyd-Natriumbisulfid-Verbindung ist der Aldehyd im Gärgut zugegen<sup>1)</sup>«, sowie: »Gärungsaldehyd und Gärungsglycerin entstehen durch vollkommen parallel verlaufende Vorgänge. Die Fixierung eines jeden Moleküls Aldehyd bedingt das Auftreten je eines Moleküls Glycerin<sup>2)</sup>«, und ferner: »das alles besagt mit anderen Worten, daß ein Teil des Zuckers der normalen alkoholischen Gärung anheimfällt<sup>3)</sup>« u. s. w. — Diese Feststellungen sind bei uns im Gegensatz zu Zerner, der seine Angaben mit einem Versuch belegt, durch eine Fülle von Beispielen erhärtet, nachdem das allgemeine Prinzip der Vergärung in Gegenwart von alkalischen Salzen und Sulfiten im Jahre 1916 von Neuberg und Färber<sup>4)</sup> angegeben worden war.

Weiter ist hervorzuheben, daß Zerner genau wie wir<sup>5)</sup> zu dem Schlusse gelangt, daß für exakte wissenschaftliche Zwecke zur Glycerin-Bestimmung das ausgezeichnete Verfahren von Zeisel und Fanto in Stritars Modifikation anzuwenden ist. Er gibt dieselbe Gleichung für die Aldehyd-Glycerin-Spaltung des Zuckers an wie wir<sup>6)</sup>. Sein Verfahren zur Aldehyd-Analyse ist dasjenige, das wir<sup>7)</sup> als eine Kontrolle zu unserer weit genaueren Destillations-Titrations-Methode beschrieben hatten; es besteht in der Ermittlung des Aldehyds durch Bestimmung des mit ihm in organische Bindung getretenen Sulfits mittels Wasserstoffsuperoxyds (oder Bromwassers). Der Autor schließt wie wir<sup>8)</sup>, daß durch Destillation stets nur ein Teil des Aldehyds aus

<sup>1)</sup> C. Neuberg und E. Reinfurth, Bio. Z. 89, 377 [1918]; dort auch die Darstellung der Doppelverbindung in Substanz aus der ausgegorenen Maische.

<sup>2)</sup> C. Neuberg und E. Reinfurth, Bio. Z. 92, 266 [1918]; vergl. auch Ztschr. Gärungsphysiolog. 1, 114 [1912].

<sup>3)</sup> Bio. Z. 89, 380 [1918]; siehe auch 92, 248 [1918].

<sup>4)</sup> Bio. Z. 78, 238 [1916].

<sup>5)</sup> Bio. Z. 92, 251 [1918]. <sup>6)</sup> Bio. Z. 89, 383 und 92, 244 [1918].

<sup>7)</sup> Bio. Z. 89, 396 u. 405 [1918]. <sup>8)</sup> Bio. Z. 89, 378 u. 389 [1918].

den Sulfite-Maischen übergeht. Er ermittelt gleich uns<sup>1)</sup> die bei normalen Gärungen (ohne Sulfite) auftretenden Aldehydmengen zu dem fast identischen Werte von 0.03 %. Er folgert wie wir<sup>2)</sup>, daß die Fesselung des Aldehyds die Glycerin-Anhäufung erzwingt. Er bestätigt unsere<sup>3)</sup> Feststellung, daß eine Erhöhung des Sulfite-Zusatzes die Ausbeuten an Aldehyd und Glycerin steigert, sowie unsere Angaben<sup>4)</sup>, daß man im Maximum nur zu 38 % Glycerin vom Gewichte des vergorenen Zuckers gelangen kann. Er erkennt wie wir<sup>5)</sup>, daß man niemals die Gärung so führen kann, daß gar kein Alkohol entsteht, und daß ein Wettstreit zwischen der normalen Umwandlung des Aldehyds in Alkohol und seiner auf verschiedene Weise ausführbaren Fixierung stattfindet. U. s. f.

Dieser Sachverhalt, der zwar in Zerners Darstellung nicht zutage tritt, lehrt, daß der Autor in den tatsächlichen Befunden zu Ergebnissen gelangt ist, die mit den unsrigen bis in die Details übereinstimmen. Bei dem Bestreben, den Beobachtungen eine andere Deutung zu geben, ist Hr. Zerner nun einigen Irrtümern anheimgefallen. Folgende zwei Punkte bilden die wesentliche Differenz:

1. Für die Tatsache, daß man auch bei hohen Sulfite-dosen nicht den gesamten Zucker in Glycerin und Aldehyd überzuführen vermag, haben Neuberg und Reinfurth die Dissoziation der Aldehyd-Bisulfite-Verbindung, sowie die Wirkung des gleichzeitig gebildeten Alkalis ( $\text{CH}_3\text{CHO} + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{CH}_3\text{CH(OH)O.SO}_2\text{Na} + \text{NaOH}$ ) verantwortlich gemacht. Sie zeigten, daß mit steigender Sulfite-Konzentration die Menge des Aldehyds und des korrelativ entstehenden Glycerins wächst. Der Autor bestätigt dieses zwar, erklärt aber unsere Deutung für unzulässig und sucht die Ursache in einem Zeitfaktor, indem behauptet wird, daß der Eintritt der Reaktion zwischen Aldehyd und Sulfite eine »nicht unerhebliche Zeit« brauche, und daß deshalb die relative Aldehyd-Zunahme nicht der Steigerung der Sulfite-Konzentration folge. Die Ablehnung des Dissoziationseinflusses sucht er mit dem merkwürdigen Zirkelschluß zu begründen, daß, falls seine Voraussetzung nicht richtig sei, auch seine Aldehyd-Bestimmungsmethode falsch sein müsse, indem letztere ja darauf beruhe, daß bei Ausfällung des nicht in Reaktion getretenen Sulfits mit Chlorbarium die Aldehyd-Bisulfite-Verbindung in Lö-

<sup>1)</sup> C. Neuberg und J. Hirsch, Bio. Z. 100, 317 [1919].

<sup>2)</sup> Bio. 92, 243, 250, 266 [1918].

<sup>3)</sup> Bio. Z. 89, 384 und 92, 244 und 248 [1918].

<sup>4)</sup> Bio. Z. 89, 376, 384, 388 [1918]; 92, 244, 248 [1918].

<sup>5)</sup> Bio. Z. 89, 380, 384 [1918]; 92, 248 [1918]; 100, 296 [1919]; vergl. auch Bio. Z. 91, 260 [1918].

sung bleibe, also keine Dissoziation stattfinde. Seine Methode ist streng genommen gewiß unrichtig; daß sie in praxi, wenn auch nur für Annäherungszwecke, anwendbar ist, beruht, wie wir früher ausdrücklich dargelegt hatten, darauf, daß eine dem Gleichgewichte entsprechende partielle Dissoziation einsetzt, eine Anschauung, der sich an einer anderen Stelle seiner Mitteilung auch der Autor durchaus anschließt. In Wirklichkeit ist die Reaktion zwischen Aldehyd und Sulfit sowohl in ihrem zeitlichen Verlauf als in ihrem Ausmaße so klar in ihren Dissoziationsverhältnissen erkannt, wie selten eine andere Umsetzung. Statt in Erörterungen einzutreten, verweisen wir Hrn. Zerner auf die erschöpfende Behandlung dieses Gegenstandes; die W. Kerp<sup>1)</sup> vor 16 Jahren geliefert hat. Wir hatten von der Beibringung eigenen Materials zu dieser Frage früher abgesehen und uns auf diese Arbeit berufen, deren Beachtung Hrn. Zerner vor seinen Schlüssen bewahrt hätte. Einige Folgerungen, die Kerp aus seinem überreichen Material gezogen hat, lauteten:

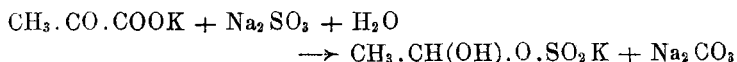
»Die gebundenen schwefligen Säuren und ihre Salze befinden sich in wäßriger Lösung in einem Zustande der hydrolytischen Dissoziation, welcher abhängig ist einerseits von der Stärke der Bindung und andererseits von der Temperatur und Konzentration der Lösung .... Und zwar nimmt die Dissoziation mit steigender Konzentration der Lösung ab.. In Übereinstimmung hiermit ist auch die Geschwindigkeit, mit der die gebundenen schwefligen Säuren sich in wäßriger Lösung aus den Komponenten bilden, abhängig von der Konzentration der Lösung, und die Reaktion läuft nicht zu Ende, sondern führt zu einem Gleichgewicht, welches durch das Dissoziationsbestreben der gebundenen schwefligen Säuren und durch die Konzentration der Lösung gegeben ist..... Die Geschwindigkeit, mit der sich beide Stoffe..... vereinigen, ist somit in konzentrierten Lösungen am größten und in verdünnten am kleinsten. Die Geschwindigkeit der Reaktion ist außerordentlich groß«. U. s. f.

Schärfer und eindeutiger kann wohl kaum bewiesen werden, daß die Beständigkeit und Bildungsgeschwindigkeit des Aldehyd-Sulfit-Komplexes von der Dissoziation abhängen, und daß die Reaktion, im Gegensatz zu Zerners Behauptung, zu den schnell verlaufenden zählt. Wäre des Autors Erklärungsversuch richtig, so müßte u. a. wegen der größeren Reaktionsgeschwindigkeit in konzentrierten Lösungen die theoretische Aldehyd-Ausbeute noch viel vollkommener erreicht werden, als in den verdünnten. In innerem Widerspruch zu seiner eigenen Annahme findet der Autor jedoch, unsere Zahlen bestätigend, einen geringeren Ertrag. Der von ihm außer acht gelassene Grund dafür liegt in der von ihm

<sup>1)</sup> W. Kerp, Arbeiten aus d. Kais. Gesundheitsamt 21, 141—376 [1904]; C. 1904, II 56, 57, 59.

nicht berücksichtigten Entstehung von Alkali beim Zusammentritt von Aldehyd mit sekundärem Sulfit. Das Alkali geht aber als wesentlicher Faktor in die Gleichgewichtsgleichung ein. Es handelt sich um selbstverständliche Folgerungen aus dem Massenwirkungsgesetz.

2. Als Vorstufe des Acetaldehyds hatten wir auf Grund unserer vielfältigen Untersuchungen über die Carboxylase und Brenztraubensäure-Gärung die letztgenannte Säure betrachtet und für den Umstand, daß bei der Abfangmethode, wie sie die Vergärung in Gegenwart von Sulfit darbietet, nicht die Brenztraubensäure selbst, sondern ihre carboxylatischen Spaltungsprodukte Kohlensäure und Acetaldehyd, letzterer natürlich als Sulfit-Verbindung, gefunden werden, die Erscheinung angeführt, daß Brenztraubensäure auch in Gegenwart von Sulfit vergärbar ist. Diese Tatsache bestätigt Zerner, will sie aber nur für Versuche anerkennen, in denen  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{8}$  Sulfit-Äquivalent zur Anwendung gelangen. Er vermißt eine Kohlensäure-Entwicklung bei dem Versuch, in dem er brenztraubensaures Kalium bei Gegenwart eines ganzen Moleküls Dinatriumsulfit vergären läßt, und zieht daraus den Schluß, daß die Brenztraubensäure in Anwesenheit der molekularen Sulfitmenge unvergärbar ist und demgemäß nicht die Vorstufe des Acetaldehyds bei der Spaltung des Traubenzuckers sein könne. Sowohl das Experiment als die Folgerung des Autors ist nicht stichhaltig. Er übersieht, daß die biochemische Reaktion mit brenztraubensaurem Kalium und einem ganzen Mol. Dinatriumsulfit im Sinne der Umsetzung

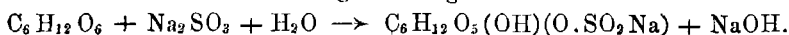


verlaufen muß und keine Entwicklung von Kohlensäure gestatten kann. Denn die Abgabe von  $\text{CO}_2$  aus einer Sodalösung ist dabei undenkbar. Auch abgesehen von dieser faktischen Unmöglichkeit hat Zerner es unterlassen anzugeben, aus welchen Gründen wir ausdrücklich die von uns seinerzeit gewählte Versuchsanordnung (mit weniger Sulfit) getroffen hatten. Wir führten aus<sup>1)</sup>:

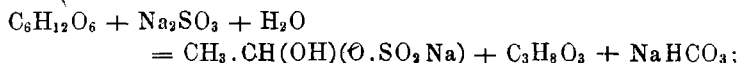
»Die in den Gäransätzen sich abspielenden chemischen Reaktionen sind ziemlich verwickelt. Will man bezüglich der Brenztraubensäure den natürlichen Zustand in den Maischen nachahmen, so ist zu bedenken, daß die jeweils im Verlaufe der Gärung auftretenden kleinen Mengen Brenztraubensäure mit einem Überschuß an Hefe und mit einem Gemisch von Bicarbonat und Natriumsulfit zusammentreffen. Deshalb wurden folgende, den wahren Bedingungen jedoch nur ungefähr entsprechende Mischungsverhältnisse angewendet.«

<sup>1)</sup> Bio. Z. 89, 413 [1918].

Man muß sich darüber klar sein, warum eine solche Versuchsanordnung befolgt werden mußte. Zu Beginn der Gärung führt der biologische Vorgang zur Bildung von Brenztraubensäure in Anwesenheit einer gewaltig überwiegenden Menge Zucker. Den erwähnten Feststellungen Kerps kann der Autor weiter entnehmen, daß auch der Zucker sich mit Natriumsulfit weitgehend vereinigt, wie man beobachtet hat, zu 87 %. Es ist also stets ein Teil des Sulfits von der Glucose gemäß einem Gleichgewichte gebunden. Daneben tritt ein anderer Einfluß in Wirksamkeit, der gleichfalls dauernd die Menge des Sulfits von der Brenztraubensäure abdrängt. Er ist im folgenden gelegen: Der Zucker sucht mit sekundärem Sulfit unter Abdissoziation von Lauge zu reagieren:



Im Verlaufe der Gärung wird diese durch die entwickelte Kohlensäure in Soda bzw. Natriumbicarbonat übergeführt. Es vollzieht sich, wenn man die Beteiligung des Sulfits mit berücksichtigt, die Umsetzung gemäß der Formulierung:



d. h. es machen sich Alkalien geltend, die stets die Hydrolyse der sich besonders leicht spaltenden Brenztraubensäure-Sulfit-Verbindung<sup>1)</sup> fördern. Man kann die Beziehungen auch folgendermaßen veranschaulichen: Wenn die Entstehung der Brenztraubensäure und ihre Vergärung schneller vor sich gehen als die Sulfit-Komplexbildung, so kann die Vereinigung von schwefligsaurem Salz mit Brenztraubensäure nie vollständig werden. Nach den Erfahrungen über die Abhängigkeit der Sulfit-Reaktion von der Molekülgröße der Carbonylverbindungen dürfte die Addition an Brenztraubensäure langsamer erfolgen als beim Acetaldehyd. Ferner ist in Betracht zu ziehen, daß im statu nascendi die Brenztraubensäure als eine viel leichter vergärbare, anders konstituierte Modifikation auftreten kann, z. B. in der Enolform  $\text{CH}_2:\text{C}(\text{OH}).\text{COOH}$ , die dem Sulfit gar nicht die normale Angriffsmöglichkeit bietet, ähnlich wie wir das früher für das Methylglyoxal dargelegt haben.

Diesen ungemein verwickelten Gleichgewichtsverhältnisse, die sich in jedem Augenblick durch Verschwinden von Zucker, Auftreten von  $\text{CO}_2$  sowie Wechsel der Alkalinität usw. ändern, trägt Zerners Versuch wahrlich nicht Rechnung. Das Problem ist aber noch weit komplizierter. Nach allem, was wir über die Permeabilität der lebenden Pflanzenzelle, insbesondere der Hefe, wissen, war es so gut wie ausgeschlossen, daß ein Konzentrationsausgleich der Sulfit-Ionen

<sup>1)</sup> L. Czapski, Bio Z. 71, 167 [1915].

durch die Plasmahaut hindurch stattfindet<sup>1)</sup>; wir haben uns mit der bekannten Methode von der Undurchlässigkeit lebender Hefezellen für  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  überzeugt. Daher muß man annehmen, daß sich die Vereinigung von Aldehyd und Sulfit überhaupt außerhalb der Zelle vollzieht. Da also die Salze gar nicht in die Zellen eindringen, herrscht im Inneren die durch die natürlichen Puffer gegebene Reaktion, kann also Brenztraubensäure aus dem hineindiffundierten (infolge hydrolytischer Spaltung seiner lockeren Sulfitverbindung stets auch frei vorhandenen) Nichtelektrolyten Zucker entstehen und im Zellinnern sogar bei saurer oder neutraler Reaktion vergären. Der dabei gebildete Acetaldehyd ist, genau wie in der Norm der Alkohol, bestrebt, diosmierend die Zellhülle zu durchdringen, an der dann das Abfangmittel auf ihn lauert und ihn wie ein Magnet anzieht. Selbst wenn es möglich wäre, die mit Dinatriumsulfit versetzte Kaliumpyruvinatlösung ( $\text{CH}_3 \cdot \text{CO} \cdot \text{COOK} + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{CH}_3 \cdot \text{C}(\text{OH})(\text{O} \cdot \text{SO}_2\text{Na}) \cdot \text{COOK} + \text{NaOH}$ ) von außen ins Zellinnere zu führen, so wäre es ein Unding, zu verlangen, daß bei hoher Alkalinität die Carboxylase tätig sein solle, deren optimale Wirksamkeit sicher bei saurer Reaktion liegt.

Indem wir von der Erörterung anderer diesbezüglicher Punkte zunächst absehen, wollen wir nur nebenher bemerken, daß der Verfasser, wie er besonders angibt, Kahlbaumsche Brenztraubensäure benutzt hat, welche bekanntermaßen häufig zum großen Teil aus Kondensationsprodukten u. a. besteht, über deren Gehalt nur die Rektifikation, nicht aber eine Titration Auskunft gibt. Nicht ganz mit den stöchiometrischen Verhältnissen ist es auch in Einklang zu bringen, wenn der Autor mitteilt, er habe mit 0.2 g durch Kalilauge neutralisierter Brenztraubensäure aus 25 ccm Lösung 68.5 ccm Kohlensäure erhalten. 0.2 g Brenztraubensäure (Mol.-Gew. 88) können 0.1 g Kohlensäure (Mol.-Gew. 44) liefern, die ein Volumen von rund 50 ccm einnehmen. Da der Autor aber die Brenztraubensäure als Kaliumsalz anwendet, so können, da die Gärung dieses Salzes nach unseren früheren Feststellungen<sup>2)</sup> gemäß der Gleichung  $\text{CH}_3 \cdot \text{CO} \cdot \text{COOK} + \text{H}_2\text{O} = \text{CH}_3 \cdot \text{CHO} + \text{KHCO}_3$  erfolgt, höchstens 25 ccm  $\text{CO}_2$  frei werden für den Fall, daß das Kaliumbicarbonat vollkommen dissoziiert ist. Da außerdem noch das Wasser  $\text{CO}_2$  zurückhalten kann — 25 ccm reines Wasser absorbieren 22.5 ccm Kohlensäure<sup>3)</sup> — so bleibt des Verfassers Zahl unverständlich; an zwei weiteren Stellen werden ähnliche Daten angeführt.

<sup>1)</sup> Vergl. Höber, Overton, O. Warburg u. a.

<sup>2)</sup> C. Neuberg und L. Karczag, Bio. Z. **36**, 77 [1911].

<sup>3)</sup> A. Ölsner und A. Koch, H. **104**, 181 [1919].

Bezüglich des weiteren Inhaltes der Zernersehen Publikation können wir uns kurz fassen: Er verwendet als Steigerungsmittel für die Glycerin-Ausbeute an Stelle von Sulfit auch Thiosulfat und führt dessen Wirksamkeit auf die Entstehung von schwefligsaurem Salz zurück; »dies ist ein gutes Aldehyd-Bindungsmittel, welches die Möglichkeit der günstigen Glycerin-Ausbeute schafft«. Diese Schlußfolgerung erscheint selbstverständlich, nachdem Neuberg und Welde<sup>1)</sup> vor 6 Jahren nachgewiesen hatten, daß bei der Spaltung des Natriumthiosulfats durch Hefe schwefligsaures Salz entsteht, dessen allgemeine Eignung als Aldehyd-Abfangmittel ja den Gegenstand vieler Untersuchungen Neubergs und seiner Mitarbeiter gebildet hat. Für Hydrosulfit nimmt der Autor gleichfalls die Fähigkeit in Anspruch, die Gärung im Sinne einer Entstehung von Aldehyd und Glycerin zu gleichen Molekülen zu beeinflussen; er findet auf 25.4 % Glycerin allerdings nur 8.3 % Aldehyd statt etwa 12.5 % und führt diesen Fehlbetrag auf den Umstand zurück, daß sein Aldehyd-Bestimmungsverfahren hier ungenau sei. Den Angaben von Neuberg und Reinfurth hätte er die Methode zur richtigen Ermittlung des Aldehyds entnehmen können, ebenso das Verfahren, die Aldehyd-Glycerin-Gärung mit empfindlichen Objekten, wie Bier- und Trockenhefe, durchzuführen, was ihm mißlang. Mit den stöchiometrischen Beziehungen scheint es schwer vereinbar, wenn der Autor mitteilt, daß ein kleiner Zusatz von Sulfit genüge, die Zersetzung von viel Thiosulfat hintanzuhalten, welche er einer intermediär auftretenden Säure zuschreibt. So soll die Zugabe von 2 % Sulfit den Zerfall von 38 % Thiosulfat verhüten. Da z. B. aus Zucker, je nachdem man rechnet, das gleiche Gewicht oder die Hälfte einer Säure der 3-Kohlenstoff-Reihe entstehen kann, so ist nicht einzusehen, wie mit 2 g Sulfit 50 oder 100 g Säure paralytisiert werden können.

Der Verfasser gibt an, keine Theorie machen zu wollen, bringt aber die durch keinen Versuch belegte, also doch mindestens theoretische Behauptung, daß im normalen Gärakte fertig gebildetes Glycerin und Aldehyd wieder umgesetzt würden. Wir wollen es uns vorläufig versagen, auf diesen Punkt einzugehen.

Zum Chemismus der alkoholischen Gärung hat Zerner keinen neuen Beitrag geliefert; seine Ausführungen geben auch keine Veranlassung, die Acetaldehyd-Brenztraubensäure-Theorie der Gärung einzuschränken, dies um so weniger, als wir für sie demnächst auf einem neuen Wege weitere Beweise beibringen werden.

<sup>1)</sup> C. Neuberg und E. Welde, Bio. Z. 67, 111 [1914].

#### Berichtigung.

Jahrg. 52, Heft 11, S. 2295, 17 mm v. o. lies: »Acyl-anthranile« statt »Aryl-anthranile«.