

458. H. von Feilitzen und B. Tollens: Gährungsversuche mit Torf¹⁾.

(Eingegangen am 25. October; mitgetheilt in der Sitzung von Hrn. A. Wohl.)

Es fehlt nicht an Vorschlägen, den in unseren Mooren reichlich vorhandenen Torf als Material zur Alkoholbereitung zu verwerthen, und wir verweisen in dieser Hinsicht auf die Zeitschrift für Spiritusindustrie, die betreffenden Handbücher sowie die von dem Einen von uns in seiner Dissertation niedergelegte Uebersicht²⁾.

Diese Vorschläge beruhen auf der Aufschliessung des Torfs mit Schwefelsäure und der Vergärung der so entstandenen Glykosen mit Hefe.

Die Ausbeute an Alkohol soll ca. 6 L aus 100 kg trockenem Torf sein (z. B. 62 L aus 1000 kg). Zugleich wird jedoch angegeben, dass die in dem aufgeschlossenen Torfe vorhandene, mittels Fehling'scher Lösung bestimmte Menge an Glykosen bei der Gärung nur sehr unvollständig in Alkohol übergehe, und dass dadurch die oben angegebene, immerhin geringe Ausbeute an Alkohol erklärt werde (100 kg Stärke können gegen 60 L Alkohol, also ca. das Zehnfache der obigen Menge, liefern).

Wie oben von uns angegeben, liefert nun beim Aufschliessen mit verdünnter Schwefelsäure der Torf neben gärfähigen Glykosen ziemlich viel Pentosen, welche nach den Untersuchungen von Stone, Tollens und Anderen der Alkoholgärung nicht fähig sind, und es schien uns folglich die geringe Ausbeute an Alkohol sehr erklärlich, weil eben nur ein Theil der durch Fehling'sche Lösung angezeigten Glykosemenge wirklich der Alkoholgärung anheimfallen kann.

Wenn z. B. Berkahn³⁾ nur bis 28 pCt. der Menge Alkohol erhalten hat, welche er nach den Resultaten der Glykosenbestimmung erwartete, so ist dies dadurch erklärlich, dass ein grosser Theil der von ihm bestimmten, die Fehling'sche Lösung reducirenden Stoffe nicht der Alkoholgärung fähig gewesen ist.

Um dies näher zu prüfen, haben wir eine Reihe von eigenen Gährversuchen ausgeführt, von denen wir als Beispiel nur die Resultate der folgenden hier näher anführen, während wir im Uebrigen auf die Dissertation verweisen.

¹⁾ Auszug aus der Dissertation von Dr. H. von Feilitzen und einer ausführlicheren Abhandlung im Journal f. Landwirthschaft.

²⁾ Siehe auch Journ. f. Landwirthschaft 1898, H. 1.

³⁾ Die näheren Citate aus der Zeitschrift für Spiritus-Industrie, der Chemiker-Zeitung u. s. w. findet man in der Dissertation.

Zuerst haben wir auf die oben beschriebene Art im Autoclaven 300 g Torfstreu (unbekannter Herkunft) mit 3000 ccm 1-procentiger Schwefelsäure aufgeschlossen, die Flüssigkeit abgepresst, mit kohlen-saurem Kalk neutralisirt, filtrirt, auf 750 ccm eingedampft, mit Hefe-wasser (mit frischer Hefe gekochtem und filtrirtem Wasser als Hefe-nahrung) und 10 g frischer Hefe von der hiesigen städtischen Lager-bierbrauerei versetzt und bei gewöhnlicher Zimmertemperatur 5 Tage lang der Gährung überlassen.

Beim Abdestilliren aus dem mit einem ca. 40 cm hohen Kugel-aufsatz ¹⁾ versehenen Kolben erhielten wir

69 ccm von	15.30 Vol.-pCt. Alkohol	=	10.5570 ccm
48 » »	1.42 » »	=	0.6816 »
89 » »	0.60 » »	=	0.5340 »

oder zusammen 11.7726 ccm = 9.3451 g absoluten Alkohol.

Dies ist auf 300 g lufttrocknen Torf mit 4.33 pCt. Asche und 90.13 pCt. Trockensubstanz, d. h. auf 257.4 g aschefreie Torfsubstanz berechnet, 3.63 pCt. Alkohol.

Bei einem anderen Versuche mit 250 g einer vorher mit Am-moniak und verdünnter Säure extrahirten Torfstreu wurde, um mög-licher Weise die Ausbeute zu verbessern, erstens die Flüssigkeit nicht abgepresst, sondern die ganze Masse neutralisirt und mit Hefe und Hefewasser versetzt, und zweitens fand die Gährung nicht bei ge-wöhnlicher Temperatur, sondern im Thermostaten bei ca. 25^o statt.

Es wurden 4.84 pCt. des Torfes an Alkohol erhalten.

Bei den folgenden Versuchen, bei welchen zugleich Glykosen-bestimmungen mittels Fehling'scher Lösung nach Allihn's Ver-fahren ausgeführt wurden, brachten wir geringere Mengen Torf be-stimmter Herkunft zur Anwendung, indem wir je 20 ccm der von uns früher untersuchten Proben in Glaskolben mit je 200 ccm 1-pro-centiger Schwefelsäure zusammenbrachten, 2 bis 3 solcher Kolben zugleich in den mit einem Gestell aus durchlöcherter Kupferblech ver-sehenen Autoclaven setzten und in demselben auf 130–135^o erhitzten.

Nachher wurden den einzelnen Kolben zur Neutralisation kohlen-saurer Kalk und ferner Hefewasser und Hefe zugesetzt. Die Gährung liessen wir bei den ersten Versuchen in gewöhnlicher Zimmertem-peratur, bei den späteren im Thermostaten bei ca. 25–30^o vor sich gehen.

Andere Kölbchen gleichartigen Inhalts wurden zur Bestimmung der beim Aufschliessen mit Schwefelsäure entstandenen Glykosen mittels Fehling'scher Lösung nach Allihn verwandt.

Wir gewannen auf diese Weise Kenntniss sowohl von der Alkoholausbeute aus dem Torf, als auch von der (auf Dextrose

¹⁾ Siehe Märcker, Handbuch der Spiritus-Fabrication.

berechneten) Menge Glykosen, welche vor der Gährung vorhanden waren. Durch die früher beschriebenen Versuche der Destillation mit Salzsäure von 1.06 spec. Gewicht besaßen wir ferner Kenntniß von der Quantität Pentosan in den betreffenden Torfproben und wussten folglich, wie viel Pentosen hieraus entstanden und in den betreffenden Flüssigkeiten vorhanden sein mussten.

Durch Abzug dieser Pentosen von der mit Fehling'scher Lösung bestimmten Gesamt-Glycosemenge ergab sich dann die Menge an gahrfahiger Glycose. Ferner war interessant, die Ausbeute an Alkohol mit dem Kohlenstoffgehalt der betreffenden Torfproben zu vergleichen, wozu die Resultate der von von Feilitzen ausgeführten Verbrennungsanalysen die Daten lieferten.

Da in der Dissertation die Einzeldaten der Versuche verzeichnet sind, mögen hier nur die Gesamtergebnisse mitgeteilt werden.

Nach der Tabelle auf S. 2573 enthalten die 3 Proben Torf aus dem Speckener Moor folgende Mengen an Kohlenstoff und an Pentosan, welch' letzteren die daneben gestellten Mengen an Pentosen entsprechen.

Speckener Moor	C pCt.	Pentosan pCt.	Den Pentosanen entsprechende Menge Pentosen (132 : 150)
I. Tiefe von 20—100 cm	51.08	12.75	14.49
II. » » 100—200 »	53.52	9.75	11.08
III. » » 200—300 »	58.66	5.87	6.67

In der folgenden Tabelle finden sich die in den oben geschilderten Versuchen erhaltenen Zahlen für Gesamtglykosen und Alkohol, sowie die oben angeführten Zahlen für die Pentosen; es folgen weiter in Col. 4 die Zahlen welche bleiben, wenn man die Pentosen-Procente von den Gesamtglykosen-Procenten abzieht, und in Col. 5 die hieraus nach der gebräuchlichen Art berechneten Procente an Alkohol. Diesen in Col. 5 befindlichen berechneten Alkohol-Procenten stehen dann in Col. 6 die factisch erhaltenen Mengen an Alkohol gegenüber.

1	2 Zucker vor der Ver- gährung. pCt.	3 Pen- tosen pCt.	4 Vergahrbar (Gesamt- zucker minus Pentosen). pCt.	5 Berechnete Menge an Alkohol. pCt.	6 Erhaltene Menge an Alkohol. pCt.
Speckener Moor I.	27.87	14.49	13.38	6.84	6.79
» » II.	22.71	11.08	11.63	5.94	5.46
» » III.	11.22	6.67	4.55	2.33	1.48

Diese bei constanter, bester Gahrungstemperatur erhaltenen Mengen Alkohol stimmen gut mit denen überein, die man aus dem Gehalte an ursprünglichem Zucker minus Pentose berechnet, dagegen gar nicht mit denjenigen, welche man aus den gesammten Zuckermengen berechnet, welche in dem aufgeschlossenen Torfe mittels Fehling'scher Lösung bestimmt und bisher meistens als Dextrose oder Traubenzucker angesehen worden sind.

Es ist folglich klar, dass in unseren Versuchen es nur die Hexosen (Dextrose, Lävulose, Mannose und theilweise Galactose) gewesen sind, welche den Alkohol geliefert haben; die Pentosen sind unvergohren zurückgeblieben, und sie sind die Ursache der stets bemerkbaren, starken, nach der Gährung gebliebenen Reductionskraft der Flüssigkeiten ¹⁾.

Es geht hieraus deutlich hervor, dass man die Pentosane des Torfes, welche nicht im Stande sind, gahrungsfahige Glykosen zu liefern, bei den Versuchen, aus Torf Spiritus zu gewinnen, sehr berücksichtigen muss.

Die am wenigsten zersetzten, oberen Torfschichten liefern, wie auch Andere gefunden haben, mehr Alkohol, als die unteren, sehr dunklen und an Kohlenstoffreicheren Schichten.

Aus den bei den verschiedenen Gahrproben gewonnenen verdünnten Alkoholflussigkeiten wurde durch Vereinigung, Rectification

¹⁾ Nach dem Abschluss und der Zusammenstellung unserer Arbeit ist uns eine Abhandlung von Cross und Bevan (Separatabdruck aus dem Journal of the Federated Institutes of Brewing Vol. III, No. 1, January 1897) zugekommen, in welcher gezeigt wird, dass die Stoffe der Biertreber, welche beim Destilliren mit Salzsäure Furfurol geben, und welche nach der oben gegebenen Definition als Pentosan betrachtet werden, welche aber Cross und Bevan Furfuroide nennen, zum grossen Theil und zuweilen vollständig durch die Gährung mit Hofe zersetzt werden.

Es ist dies ein auffallendes Resultat, denn es bestehen nach den Untersuchungen von Stone und Tollens (Ann. d. Chem. 149, 242) sowie von C. Schulze und Tollens (Landw. Versuchsstationen 40, 367) die »Furfuroide« der Biertreber wenigstens zum grossen Theil aus wirklichen Pentosanen, da aus Biertrebern Arabinose und Xylose in Substanz hergestellt sind, welche der Alkohol-Gährung nicht fähig sind.

Vielleicht sind sie einer anderen Gahrungsart verfallen.

Bei anderen Versuchen von Cross und Bevan sind übrigens die Furfuroide nur theilweise in der Gährung zersetzt worden.

Neuere von Hrn. Schöne im agric.-chem. Labor. in Göttingen mit Biertrebern und mit Jute angestellte Gahrungsversuche haben ebenfalls theilweise Zersetzung der sogen. Pentosane der oben genannten Materialien, und zwar besonders unter Bildung von Säuren, gezeigt. Näheres hoffen wir bald mitzutheilten.

und schliesslich Entwässerung mit trockenem kohlen saurem Kalium eine kleine Quantität starker Alkohol abgeschieden, welcher einen fuseligen Geruch besass und mit Anilinacetatpapier die für Furfurol charakteristische Rothfärbung, welche früher als Reaction auf Fuselöl angesehen wurde, zeigte.

Die von uns erhaltenen Ausbeuten an Alkohol stimmen gut mit denen der früheren Autoren überein, welche aus 1000 kg trockenem Torf 62—63 L Alkohol oder 4.92—5 pCt. Alkohol gewonnen haben, denn wir erhielten, wie angegeben, aus den beiden oberen Schichten des Moores 5.46 und 6.79 pCt. Alkohol auf aschefreie Trockensubstanz berechnet, und dies beträgt auf gewöhnlichen lufttrocknen Torf mit wenigstens 20 pCt. Wasser oder Verunreinigungen umgerechnet 4.37 und 5.43 pCt.

Ob die Spiritusfabrication aus Torf im Grossen ausführbar ist, ob nicht das Volum der Massen und die Kosten der Aufschliessung zu gross sind, und ob das Verfahren ökonomisch brauchbare Resultate liefert, wollen wir hier nicht erörtern.

459. H. v. Feilitzen und B. Tollens: Ueber angebliche Huminbildung aus Zucker durch Oxydation mit Kaliumpermanganat.

(Eingegangen am 25. October; mitgetheilt in der Sitzung von Hrn. A. Wohl.)

In einer Arbeit von Benni »Ueber die Entstehung des Humus¹⁾« hat dieser Autor, von der Annahme ausgehend, dass die Humification ein Oxydationsprocess sei, versucht, durch Einwirken oxydirender Mittel Zucker in Humus zu verwandeln.

Die Oxydation beschreibt er folgendermaassen:

»Wird eine mässig concentrirte Zuckerlösung mit einer verdünnten, neutralen Kaliumpermanganatlösung versetzt, so wird das Permanganat entfärbt und der Zucker färbt sich. Nach genügendem Zusatz des Oxydationsmittels gerinnt die jetzt braune Flüssigkeit. Wird die steife Masse umgerührt, so fallen dunkelbraune Flocken zu Boden, und die darüber stehende Flüssigkeit bleibt vollständig klar. Nach dem Abfiltriren und Trocknen der Masse erhält sie ein schwarzes, körniges Aussehen und zeigt, wie durch Zahlen dargethan werden soll, denselben Procentgehalt an Kohlenstoff, Sauerstoff und

¹⁾ Dissertation, Giessen 1896. Zeitschr. f. Naturwissenschaften, Band 69.