

Zur Kenntniss der Sojabohne.

Von **J. Stingl** und **Th. Morawski**.

(Aus dem Laboratorium der Staatsgewerbeschule in Bielitz.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 6. Mai 1886.)

Eine der interessantesten Früchte ist die Sojabohne, über welche der hochverdiente Gelehrte Haberlandt 1878¹ eine ausführliche Brochure herausgab, welche vielfach anregend auf Landwirthe und Chemiker wirkte.

Im Winter 1879 haben J. Stingl und Frz. Gruber an der Staatsgewerbeschule in Czernowitz ein eingehendes Studium der Sojabohne durchgeführt und die nähere Zusammensetzung dieser Hülsenfrucht untersucht.² Eine Publication dieser Arbeit musste leider unterbleiben, da die Beiden andere Lebensstellungen einzunehmen berufen wurden und es aus diesem Grunde nicht zu einer Mittheilung ihrer Versuchsergebnisse kam.

Zeugenschaft dafür, dass die Genannten schon zu jener Zeit die Bestandtheile der Sojabohne studirten, legt der Umstand ab, dass denselben am 25. Juli 1880 ein Privilegium ad Nr. 11017 ertheilt wurde, für „ein Verfahren der Anwendung der Sojabohne zur Darstellung einer Kunsthefe für Spiritus- und Presshefefabriken und der Anwendung derselben als die Gährung und die Alkoholausbeute beförderndes Mittel“.

In der Patentbeschreibung wird gezeigt, dass in der Sojabohne 1. reichliche Mengen vergährbaren Zuckers und 2. ein diastatisches Ferment vorhanden sind, welches letzteres, so wie die Diastase des Gerstenmalzes, im Stande ist, Stärkemehl zu verzuckern. Auf diesen Thatsachen, wie auf dem grossen

¹ Prof. Friedr. Haberlandt: Die Sojabohne, Wien, Gerold 1878.

² Zu jener Zeit wurde durch den damaligen Secretär der Handelskammer in Czernowitz, Herrn Mikulicz, der Anbau dieser Bohne in der Bukowina eifrig empfohlen.

Gehalte der Sojabohne an Nährstoffen für die Hefe begründen St. und G. die Anwendbarkeit der Sojabohne für die im Patente angedeuteten Zwecke.

Das reichliche Vorhandensein des diastatischen Fermentes (Enzyms) in der Sojabohne, welches bisher von keinem mit dem Studium derselben beschäftigten Forscher erwähnt wurde und der Gehalt der Sojabohne an Zuckerarten, gab nun Veranlassung, die zur erwähnten Zeit ausgeführten, dann aber unterbrochenen Studien wieder aufzunehmen und nunmehr zu allgemeiner Kenntniss zu bringen.

In der Zwischenzeit erschien die Arbeit über die Sojabohne von Meissl und Becker,¹ deren Veröffentlichung gleichfalls der eigentlichen Ausführung der Arbeit, laut Angabe der Autoren, erst nach längerer Zeit folgte, da die Arbeit auch bereits im Frühjahr 1880 ausgeführt sein soll.

M. und B. legten bei dieser Untersuchung besonderes Gewicht auf das nähere Studium der stickstoffhaltigen Bestandtheile der Sojabohne und gingen bei der Ermittlung der Eiweissstoffe nach dem von Ritthausen eingeschlagenen Verfahren vor, welches auf der Behandlung mit sehr verdünnter Kalilauge, von $\frac{1}{10}\%$ Gehalt, beruht und verglichen die so erhaltenen Resultate mit denjenigen, welche nach Weyl's Methode aus der Behandlung mit 10%iger Kochsalzlösung hervorgehen. Sie fanden hiebei, dass durch die Behandlung mit der verdünnten Kalilauge die Eiweissstoffe keine Veränderung erleiden und dieselben Eigenschaften zeigen, wie jene Proteinstoffe, welche durch die 10%ige Lösung von Kochsalz in Lösung gehen und entkräften hiedurch den Vorwurf, welchen Weyl² gegen Ritthausen's Methode aussprach, dass die nach diesem Verfahren mit Kaliwasser erhaltenen Proteinstoffe nicht mehr dieselben seien, welche ursprünglich in den Samen enthalten sind. Übrigens hat Barbieri³ bei Untersuchung der Eiweisssubstanzen der Kürbissamen schon im Jahre 1879 nachgewiesen, dass die durch Kaliwasser und durch 10%ige Kochsalzlösung gelösten Eiweissstoffe identisch seien.

¹ Diese Berichte 1883, p. 349.

² Zeitschrift für physiol. Chemie. Bd. I, p. 93.

³ Journ. f. prakt. Chemie. Bd. 18, p. 102.

St. und Gr. erhielten bei Untersuchung der Eiweissstoffe der Sojabohnen Resultate, welche mit jenen von Meissl und Becker fast vollständig übereinstimmen, nur erhielten sie etwas verschiedene Mengen der einzelnen Eiweisssubstanzen, was übrigens auch durch die Verschiedenheit des zur Untersuchung benützten Samenmaterials erklärlich erscheint.

Als vollständiges Bild der Zusammensetzung der Sojabohne fanden Stingl und Gruber folgendes:

Fettes Öl.....	18·5 ⁰ / ₁₀
Eiweiss.....	34·8
Harz.....	0·8
Zucker.....	12·0
Anderer im Wasser lösliche stickstofffreie Substanzen.....	4·7
Pectinkörper.....	2·4
Cellulose.....	10·9
Wasser.....	11·8
Asche.....	5·4
	101·5 ⁰ / ₁₀

Die Eiweissstoffe vertheilen sich folgendermassen:

In Wasser lösliche 10·2 ⁰ / ₁₀	}	a) durch Essigsäure in der Kälte fällbar	2·7 ⁰ / ₁₀
		b) beim Erhitzen coagulirend.....	0·4
		c) nicht fällbar, als Eiweiss gerechnet	7·1
In Wasser unlöslich: Pflanzencasein.....			24·6
			Zusammen... 34·8 ⁰ / ₁₀

Zur Bestimmung der gesammten in Wasser löslichen Stickstoffverbindungen wurden 30 Grm. Bohnen mit Wasser extrahirt und das Extract eingedampft; darin wurden 0·4866 Grm. N gefunden, das gibt 3·016 Grm. Eiweiss, entsprechend 10·2⁰/₁₀; davon sind, wie oben angegeben 3·1⁰/₁₀ coagulirbar, der Rest, somit 7·1⁰/₁₀ nicht coagulirbar. Es sind dies jene stickstoffhaltigen Körper, welche auch Meissl und Becker in beträchtlicher Menge antrafen und durch Kupfersulfat in neutraler und alkalischer Flüssigkeit ausfällen.

Diese in Wasser löslichen und nicht coagulirbaren Stickstoffverbindungen der Sojabohne sind es nun, die dadurch ein ganz besonders Interesse gewinnen, dass sie ein sehr wirksames

diastatisches Ferment enthalten. Erinuert man sich einerseits der Darstellungsweise der sogenannten Diastase aus dem wässerigen Extract durch Fällung mit Alkohol nach dem Coaguliren bei 70° C. und andererseits der für die Diastase angegebenen Stickstoffgehalte, so erscheint es als höchst wahrscheinlich, dass diesen in der Sojabohne in grösserer Menge angetroffenen nicht coagulirbaren, eiweissartigen Stoffen die diastatische Kraft dieser Frucht innewohnt.

M. und B., welche mehrere solche Niederschläge untersuchten, fanden, dass dieselben 12·91%, 8·08%, 14·84% N enthielten. Bekanntlich wird auch für die als Diastase bezeichneten Präparate ein viel niedrigerer Stickstoffgehalt angegeben als für die eigentlichen Eiweissstoffe, zum Beispiele 7—8% nach Dubrunfaut.

Ebensowenig wie es beim Gerstenmalz gelungen ist eine reine Diastase, welche als chemisches Individuum gelten könnte, auszuschcheiden, ebensowenig ist uns dies bei der Sojabohne möglich gewesen, und wir müssen uns wie dort auf die Schilderung der dem diastatischen Ferment der Sojabohne zukommenden Wirkungen beschränken.

Wenn man einen Stärkekleister bereitet und gemahlene Sojabohne einträgt, sobald die Temperatur auf circa 60° C. gesunken ist und hält jetzt diesen Wärmegrad längere Zeit ein, so kann man beobachten, dass der Stärkekleister dünnflüssiger wird. Eine kleine abfiltrirte Menge zeigt bald die Jodreaction des Erythroextrins. Selbst wenn man sehr grosse Mengen von Sojabohne anwendet und sie lange Zeit wirken lässt, so verschwindet die rothe Jodreaction nur sehr schwer.

Bei einem Versuche wurden auf 50 Grm. verkleisterter Weizenstärke, etwa in einen Liter Wasser vertheilt, 50 Grm. Sojabohne verwendet und hiebei folgende Farbenreactionen beobachtet:

Nach $\frac{1}{2}$ h	dunkelweinroth	nach 4 h	braunroth.
„ 1	weinroth	„ 6	lichter braunroth
„ $1\frac{1}{2}$	„	„ 8	schwach braun.
„ 2	„		

Also selbst nach 8 h war die Jodreaction noch nicht ganz verschwunden.

Es darf aber hieraus nicht geschlossen werden, dass das Verzuckerungsvermögen der Sojabohne ein geringes sei; die später anzuführenden Versuche werden gerade das Gegentheil hievon beweisen. Jedoch unterscheidet sich die diastatische Wirkung der Sojabohne wesentlich von derjenigen des Gerstenmalzes dadurch, dass erstere im Allgemeinen eine kleinere Menge von Stärke verändert, hierbei aber immer relativ viel Zucker bildet; während letzteres eine viel grössere Menge von Stärke zu hydrolisiren im Stande ist, dabei aber relativ mehr Dextrin gibt, wenn das Malz in geringer Menge angewendet wird.

Dass durch die Sojabohne grosse Mengen von Zucker erzeugt werden können, geht aus folgender Reihe von Versuchen hervor.

Diese Maischversuche wurden in der Weise ausgeführt, dass 50 Grm. Stärke (enthalten 42 Grm. wasserfreie Stärke) in etwas weniger als ein Liter Wasser verkleistert und dann auf 60° C. abgekühlt wurden; hierauf erfolgte die Zugabe einer bestimmten Menge von Sojabohne und wurde nun, 1^h lang die Temperatur auf 55—59° C. erhalten, dann aufgeköcht, abgekühlt, auf einen Liter Wasser ergänzt, die erforderliche Flüssigkeitsmenge abfiltrirt und die Maltose und der Dextrosewerth bestimmt. In nachstehender Tabelle sind statt der Maltose die entsprechenden Mengen Stärkemehl eingesetzt und ebenso der Dextrosewerth durch das Äquivalent an Stärkemehl ausgedrückt. Die dritte Verticalreihe zeigt an, wie viel Procent des gelösten Stärkemehls in Maltose übergegangen sind. Endlich diene noch zur Erläuterung diese Tabelle, dass die der angewendeten Menge Sojabohne entsprechenden Zuckergehalte in Abzug gebracht wurden.

Grm. Sojabohnen	Grm. Stärke als Maltose (<i>M</i>)	Grm. Stärke als Dextrosewerth (<i>D</i>)	$\frac{M}{D} \cdot 100$	Anmerkungen
30	24.36	35.21	69.2	rothe Jodreaction.
20	26.52	—	—	—
10	24.04	35.99	66.8	dunkelweinroth mit Jod.

¹ Zu unseren Versuchen diene stets die gelbe Varietät, aber aus verschiedenen Bezugsquellen stammend.

Grm. Soja- bohnen	Grm. Stärke als Maltose (<i>M</i>)	Grm. Stärke als Dextrose- werth (<i>D</i>)	$\frac{M}{D} \cdot 100$	Anmerkungen
10	25·42	28·10	90·4	—
10	23·11	27·64	83·6	—
5	15·58	20·91	74·4	sehr dickflüssig.
5	19·99	—	—	detto.
4	21·80	23·98	90·8	kaum zu filtriren.
4	18·04	—	—	detto.
20	28·80	41·06	70·0	{ nicht aufgeköcht, über } Nacht stehen gelassen.
15	23·82	39·24	60·7	detto.
10	29·00	40·02	72·4	detto.

Unter ganz gleichen Umständen mit einem bei 48° R. gedarrten Gerstenmalz ausgeführte Versuche ergaben folgende Resultate:

Grm. Gersten- malz	Grm. Stärke als Maltose (<i>M</i>)	Grm. Stärke als Dextrose- werth (<i>D</i>)	$\frac{M}{D} \cdot 100$	Anmerkung
5	29·10	41·54	70·0	ganz dünnflüssig.
1·5	13·00	37·51	34·6	detto.
1·5	18·82	37·28	50·4	detto.
1·5	10·47	30·60	34·0	bei 68° R. gedarrtes Malz.

Endlich wurden auch mit Gerstenrohfrucht¹ zwei derartige Maischversuche mit folgendem Resultate durchgeführt:

Grm. Gerste	Grm. Stärke als Maltose (<i>M</i>)	Grm. Stärke als Dextrose- werth (<i>D</i>)	$\frac{M}{D} \cdot 100$	Anmerkung
10	12·79	19·14	66·8	sehr dickflüssig.
20	20·07	31·97	62·7	detto.

¹ Es diente hiezu eine rumänische Gerste, im Sommer 1885 geerntet.

Der Vergleich der ersten und dritten Tabelle zeigt sonach, dass die Sojabohne ein grösseres Verzuckerungsvermögen zeigt als die Gerstenfrucht.

In zwei weiteren Versuchen wurden 100 Grm. Stärke in etwa zwei Liter Wasser verkleistert und dann wieder nach Zusatz von je 1·5 Grm. des bei 42° R. gedärtem Malzes 1^b lang bei 55—59° C. gemaischt und hierauf aufgeköcht. Es ergaben sich in diesen zwei Versuchen folgende Resultate:

	I	II
Grm. Stärke in Maltose umgewandelt	6·408	6·052
„ „ als Dextrosewerth	70·416	71·784
$\frac{M}{D} \cdot 100$	9·10	8·40

Dass kleine Mengen von Gerstenmalz sehr bedeutende Meugen von Stärke zu lösen vermögen und Verzuckerungsproducte geben, welche relativ wenig Maltose und viel Dextrin enthalten, ist wohl eine längst bekannte Thatsache und geschah die Durchführung obiger Versuche mit Malz nur zu dem Zwecke, das Verhalten des Gerstenmalzes unter gleichen Umständen mit den für Sojabohne ausgeführten Versuchen zu vergleichen.

Als Resultat obiger Versuche ergibt sich nun, dass bei den Verzuckerungsproducten mit Sojabohne, wenn man von letzterer auch sehr geringe Mengen nimmt, doch immer die Wirkung die ist, dass circa 70% des umgewandelten Stärkemehles in Maltose übergehen und nur etwa 30% lösliche Stärke und Dextrine entstehen und dass sich die Gerstenrohfrucht ganz ähnlich verhielt, aber schwächer wirkt. Hingegen gibt Gerstenmalz, je weniger man dasselbe anwendet, um so dextrinreichere, zuckerärmere Lösungen.

Die verzuckernde Kraft der Sojabohne wurde nun noch nach dem von Kjeldahl angegebenen Verfahren untersucht und hiebei ein überraschend günstiges Resultat erhalten.

25 Grm. Sojabohne, feinst gemahlen, wurden in einem Liter Wasser 6^h lang digerirt, dann abfiltrirt und der Zuckerszuwachs in einer nach Kjeldahl's Vorschrift bereiteten Stärkelösung bestimmt, welche in 200 CC. 0·4368 Grm. Maltose enthielt. Bei diesen Versuchen wurden folgende Resultate erhalten:

CC. Sojabohnen- extract	Grm. Zuckerzu- wachs
1	0·4083
2	0·7968
3	1·2065
4	1·5760
5	1·8711
6	2·0192
8	2·3592
10	2·6512

Bis zu 4 CC. ist der Zuwachs an Zucker der verwendeten Menge Sojaextract nahezu proportional, fällt aber dann rapid. Vergleicht man obige Zahlen mit jenen, welche Kjeldahl für Gerstenmalz erhielt, so erscheinen erstere weitaus günstiger. Kjeldahl erhielt mit Malzextract bedeutend niedrigere Resultate. Als er mit Malzextract 1 : 4 operirte, betrug der Zuckerzuwachs für 0·5 und 1·0 CC. Malzextract 0·35 und 0·69 Grm. Vergleicht man damit, da das Sojabohnenextract zehn Mal so verdünnt war, die mit 5 und 10 CC. dieses Extractes erhaltenen Zuwachse an Zucker, 1·8711 respective 2·6512, so zeigt sich, dass diese letzteren viel grösser sind.

Aus diesen verschiedenartig angestellten Versuchen lässt sich daher der Schluss ziehen, dass das diastatische Ferment der Sojabohne weniger befähigt ist, so wie Gerstenmalz, grosse Mengen von verkleisterter Stärke zu lösen, wohl aber gelöste und in Dextrin umgewandelte Stärke in grosser Menge zu verzuckern.

Als weiteren Beweis für diesen Satz mag noch schliesslich folgender Versuch dienen:

100 Grm. Stärke wurden mit 1·5 Gerstenmalz nach der Verkleisterung in $1\frac{1}{2}$ Liter Wasser verflüssigt und hierauf 1^h lang mit 250 CC. Sojabohnenextract (1 : 40), entsprechend 6·25 Grm. Sojabohne, gemischt, aufgekocht und wieder auf 1·5 Liter gebracht.

Durch Reduction der Fehling'schen Flüssigkeit wurde nun gefunden, dass 53·120 Grm. Stärke in Zucker verwandelt waren und ein Dextrosewerth, entsprechend 80·244 Grm. Stärke resultirte. Wie frühere Versuche ergaben, wurden durch das Malz circa 6·4 Grm. Zucker erzeugt, der Rest war also durch das diastatische Ferment der Sojabohne gebildet, somit durch 1 Grm. Sojabohne $46·72 : 6·25 = 7·47$ Grm. und zwar hauptsächlich aus den durch das Gerstenmalz erzeugten Dextrinen. Hingegen hatten in den in der ersten Tabelle aufgeführten mit Sojabohne allein angestellten Maischversuchen zum Beispiel 5 Grm. Sojabohne 19·99 Grm. Zucker erzeugt, also per 1 Grm. Sojabohne direct aus Stärke nur etwa 4 Grm. Zucker.

1000 CC. der bei obigem Versuche erhaltenen Flüssigkeit wurden mit 10 Grm. Hefe zur Gährung angestellt und 23·79 CC. absoluter Alkohol daraus erhalten; sonach hätte die ganze Flüssigkeit 35·685 CC. gegeben; dies entspricht 28·355 Grm. Alkohol, woraus hervorgeht, dass in derselben 58·58 Grm. Zucker vergohren sind.

Da nun die Versuche bei Gerste zeigen, dass die Rohfrucht sich ähnlich verhält, wie die Sojabohne und erst bei der Erzeugung des Malzes jenes diastatische Ferment gebildet wird, welches so bedeutende Mengen von Stärkemehl in lösliche Stärke und Dextrin umzuwandeln vermag, wurde auch eine Partie Sojabohnen zum Keimen gebracht und mit dem erhaltenen Soja-Grünmalz Verzuckerungsversuche angestellt. Aus 25 Grm. Sojabohnen wurden nach siebentägigem Keimen bei 18—20° C. 58 Grm. gekeimter Samen erhalten:

1. 18 Grm. dieser gekeimten Samen (= 7·758 Grm. ungekeimter Sojabohnen) gaben mit 50 Grm. Stärke eine viel dünnflüssigere Maische, in welcher 24·69 Grm. Stärke in Zucker umgewandelt und 33·426 Grm. Stärke als Dextrosewerth enthalten waren. Dies entspricht einem procentischen Verhältniss von *M* : *D* von 73·8.

2. In einem zweiten Versuche wurde ein wässriger Extract der gekeimten Sojabohnen angewendet, entsprechend 3·879 Grm. der ursprünglichen Frucht, also halb soviel, wie im ersten Versuche. Auch hier wurde eine dünnflüssigere Maische erhalten. Diese Maische erhielt 23·25 Grm. Stärke als Zucker und

31·424 Grm. Stärke als Dextrosewerth, woraus wieder das procentische Verhältniss von *M*: *D* von 74 hervorgeht.

Es zeigen also diese Versuche, dass durch den Keimprocess auch bei der Sojabohne die diastatische Kraft zunimmt.

Im Anschlusse an vorstehende Mittheilungen über das diastatische Ferment der Sojabohnen sei noch darauf hingewiesen, dass die Samen der Lupine nach den bisherigen Angaben kein Stärkemehl enthalten sollen, sondern statt dessen andere bisher wenig studirte stickstofffreie Extractivstoffe. Es lag die Vermuthung nahe, dass auch die Lupinen ein diastatisches Ferment enthalten mögen, welches die etwa sich bildende Stärke in andere Kohlehydrate umwandelt. Deshalb wurden mit gelber Lupine einige Versuche angestellt, um eventuell das Vorhandensein eines solchen Enzyms nachzuweisen.

50 Grm. Stärkemehl, verkleistert, wurden mit 30 Grm. gemahlener Lupinensamen 1^h bei 55—59° C. gemaischt, allein ohne nur die geringste Abnahme der Dickflüssigkeit des Kleisters beobachten zu können. Es war nicht möglich, etwas von diesem Kleister abzufiltriren.

Andererseits wurden 25 Grm. Lupine in einem Liter Wasser 6^h digerirt und dann dieses Extract mit einer nach Kjeldahl's Vorschrift dargestellten Stärkelösung untersucht; 20 CC. dieses Extractes gaben hiebei einen Zuwachs von 0·068 Grm. Zucker, also eine sehr geringe Menge.

Somit erscheint die Lupine in dieser Hinsicht nicht der Sojabohne vergleichbar und ist die Gegenwart eines verzuckernd wirkenden Enzyms in der Lupine nicht mit Sicherheit anzunehmen.

Übrigens haben wir noch die interessante Beobachtung hier anzuschliessen, dass auch den Lupinen das Stärkemehl nicht gänzlich fehlt und dass man leicht das Vorhandensein kleiner Mengen von Stärkemehl mit Jod nachweisen kann, wenn man die zerkleinerten Samen mit Äther, Alkohol und Wasser auslaugt. Die Stärkekörnchen erscheinen dann in Form und Grösse jenen der Sojabohne ähnlich.

Bezüglich der stickstofffreien Bestandtheile der Sojabohne ergaben sich Verschiedenheiten gegenüber den Beobachtungen von Meissl und Becker, besonders was die der Gruppe der Kohlehydrate angehörigen Stoffe anbelangt.

Es kann hier nicht unterlassen werden, anzuführen, dass Herr Prof. Tangl von der k. k. Universität in Czernowitz im Jahre 1879 die Gefälligkeit hatte, die Sojabohnen in der Richtung zu untersuchen, ob dieselben, wie bis dahin allgemein angegeben wurde, kein Stärkemehl enthalten, wobei er schon zu jener Zeit constatirte, dass in der Sojabohne thatsächlich Stärkemehl vorkommt, wenn auch in geringer Menge. Auch wir konnten nun diese Thatsache wiederholt in den bei unseren Versuchen benützten Sojabohnen nachweisen, übereinstimmend mit den von Meissl und Becker zuerst publicirten Angaben über das Vorkommen von Stärkemehl in der Sojabohne.

In Bezug auf die übrigen Kohlehydrate differiren aber unsere Beobachtungen mit den Angaben von Meissl und Becker. Nach den Genannten enthält der durch Äther erschöpfte Sojarückstand an stickstofffreien Bestandtheilen „eine kleine Menge reducirenden Zuckers und beiläufig 10% rechts polarisirendes und durch Alkohol fällbares Dextrin“.

1880 fand Levallois¹ in der Sojabohne 9—10% einer in Alkohol löslichen Substanz, welche Kupferlösung erst reducirt, wenn sie einige Minuten lang mit durch Schwefelsäure angesäuertem Wasser gekocht wurde. Sie steht durch ihre optischen Eigenschaften dem Dextrin nahe, unterscheidet sich aber von demselben durch die Schnelligkeit, mit welcher sie in Glycose übergeht. Im folgenden Jahre² kommt Levallois auf diese zuckerartige Substanz zurück und hebt besonders hervor, dass dieser Zucker mit Hefe angesetzt, leicht vergäht. Unsere neuerlichen Versuche bestätigen diese Wahrnehmungen, zeigen, dass die Menge des Dextrins nur gering sein kann und dass die Hauptmenge der für Dextrin gehaltenen Substanz aus nicht reducirenden vergärbaren Zuckerarten besteht.

Dies geht aus folgenden Versuchen hervor:

¹ Comptes rendues 90. 1293.

² Comptes rendues 93. 281.

50 Grm. Sojabohnen zu einem Liter gelöst, bildeten ein Extract, in welchem durch directe Reduction mit Fehling'scher Flüssigkeit 1·06 Grm. reducirenden Zuckers (als Maltose berechnet) gefunden wurde. Nach der Inversion mit Salzsäure wurde für obige Flüssigkeit ein Dextrosewerth, entsprechend 6·05 Grm. eines Kohlehydrates von der Formel $3C_6H_{10}O_5$ gefunden; daraus würde sich ergeben: 2·12% Maltose und 12·1% $C_6H_{10}O_5$ als Dextrose äquivalent.

In einer anderen Sorte von Sojabohnen wurde ebenso gefunden 1·63% Maltose und 12·13% $C_6H_{10}O_5$.

Darnach könnten wohl etwa 10% Dextrin in der Sojabohne enthalten sein; dass dies aber nicht der Fall ist, geht aus folgenden weiteren Versuchen hervor.

100 Grm. feingemahlener Sojabohnen wurden 6^h lang mit einem Liter Wasser digeriert; hierauf 100 CC. mit 3 Grm. Hefe angesetzt und vergähren gelassen. Nach beendeter Gährung wurde der Kohlensäureverlust bestimmt und daraus der vergohrene Zucker berechnet (46·6 Theile CO_2 = 100 Theile Zucker). Durch diesen Versuch wurden 11·4% vergährbarer Zucker aufgefunden.

Ein zweiter, mit einer anderen Partie Sojabohnen in gleicher Weise durchgeführter Versuch, ergab 11·6% Zucker.

Endlich wurden 500 CC. obiger Flüssigkeit mit 10 Grm. Hefe zur Gährung angestellt und nach beendeter Gährung der entstandene Alkohol abdestillirt und bestimmt; durch diesen Versuch (nach Pasteur 48·4 Theile Alkohol = 100 Theile Zucker gesetzt) wurde für die Sojabohne ein Gehalt von 11·85% vergährbarem Zucker aufgefunden. Diese Zuckermengen, im Mittel = 11·5% gesetzt, stimmen also nahezu mit der Zuckermenge, welche durch Inversion und Reduction gefunden wurde, wo übereinstimmende Versuche zu etwa 12% führten.

Es könnte nun noch der Einwurf gemacht werden, dass die Sojabohne grössere Mengen vergährbarer Dextrine enthält, da doch nachgewiesen wurde, dass unter Umständen auch Dextrine vergähren können, insbesondere bei Gegenwart eines diastatischen Fermentes, und ein solches ist ja nach den früher angeführten Beobachtungen thatsächlich in der Sojabohne enthalten.

Wären nun wirklich Dextrine im wässerigen Extracte der Sojabohne enthalten, so müsste es gelingen, sie entweder durch das diastatische Ferment der Sojabohne oder durch Malzextract bei Maischtemperatur in Maltose umzuwandeln und durch das hiebei zunehmende Reductionsvermögen nachzuweisen.

Um dies zu untersuchen, wurden folgende Versuche gemacht:

50 Grm. Sojabohne wurden in etwa einem Liter Wasser von 57° C. vertheilt, 1^h lang bei Temperaturen zwischen 55 und 59° C. erhalten, hierauf aufgeköcht und zu einem Liter ergänzt. Durch Reduction mit Fehling'scher Flüssigkeit wurden $2 \cdot 19\%$ Maltose gefunden, sonach kaum mehr als ursprünglich im wässerigen Extract der Sojabohne nachgewiesen werden kann.

In einem zweiten Versuche wurden 50 Grm. Sojabohnen mit einem Liter Wasser zusammengebracht und nach sechsstündigem Digeriren 100 CC. auf 57° C. erwärmt und mit 10 CC. Malzextract (1 : 40) 1^h lang bei dieser Temperatur erhalten; nun aufgeköcht, zu 250 CC. ergänzt und mit Fehling'scher Flüssigkeit untersucht. 25 CC. dieser Flüssigkeit gaben 0·126 Grm. Cu, entsprechend 0·0111 Grm. Maltose; 100 CC. der mit Malzextract behandelten Flüssigkeit enthielten somit 0·111 Grm. Maltose, herrührend von 5 Grm. Sojabohne; daraus berechnen sich $2 \cdot 22\%$.

Es hat also weder das diastatische Ferment der Sojabohne, noch jenes des Malzes eine bemerkenswerthe Erhöhung des Reductionsvermögens bewirkt und kann daher mit Bestimmtheit geschlossen werden, dass die Sojabohne nur ganz unbedeutende Mengen von Dextrin enthalten kann.

Welcher Art nun die vergärbaren Kohlehydrate der Sojabohne sind, konnten wir bisher nicht mit Sicherheit feststellen, jedoch wurden zur Lösung dieser Frage zahlreiche Daten gesammelt. Durch Behandlung der entfetteten Sojabohnen mit 80%igem Alkohol und Verdampfen desselben wurde eine braune, amorphe Masse erhalten, welche wasserfrei $17 \cdot 14\%$ vom Gewicht der Sojabohnen betrug; diese Masse wurde in Wasser gelöst, wobei eine kleine Menge eines harzigen Körpers ungelöst zurückblieb, die Flüssigkeit mit Bleiessig gefällt, abfiltrirt, das Filtrat mit H_2S zersetzt und mit Blutkohle entfärbt. Die Lösung bräunt sich wieder stärker beim Abdampfen und enthält viel

Asche. Der Abdampfrückstand beträgt nun $15 \cdot 2\%$, wasser- und aschenfrei 12% vom Gewicht der Sojabohne, was mit den auf anderen Wegen gefundenen Zuckermengen ziemlich übereinstimmt.

Zur Gewinnung des Zuckers der Sojabohne wurde auch in folgender Weise vorgegangen. Der Abdampfrückstand des alkoholischen Extractes wurde in Wasser gelöst und mit $\text{Ba}(\text{OH})_2$ versetzt, abfiltrirt vom entstandenen Niederschlage und im Filtrate durch CO_2 der überschüssige Baryt entfernt, hierauf auf dem Wasserbade abgedampft und der Rückstand mit 95% igem Alkohol wiederholt behandelt; hiebei wurden mehrere Partien des Zuckers erhalten, welche aber meist als gummöse Massen eintrockneten. Nur in einer Fraction wurde deutliche Krystallisation erhalten, allein auch diese Partie muss als ein Gemenge mindestens zweier Körper betrachtet werden, da wieder ein grosser Theil davon gummiartig vertrocknete.

Beim Trocknen des nach dem ersten Verfahren dargestellten Zuckers beobachtet man auch eine leichte Zersetzlichkeit; bei 110° zersetzt sich die Masse bereits unter dunkler Verfärbung. Zur Analyse wurde daher eine Substanz im Vacuo über H_2SO_4 getrocknet.

In zwei Analysen wurden gefunden, auf aschenfreie Substanz berechnet:

	I	II	Berechnet für $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$
C	42·68	42·60	42·10
H	6·69	6·60	6·43

Die Zucker enthielten noch $4 \cdot 09$, respective $3 \cdot 04\%$ Asche; es ist also sehr schwer sie rein zu erhalten.

Vermuthlich besteht das Gemenge von Zuckern, welches in der Sojabohne enthalten ist, zum Theil aus Maltose und Rohrzucker, jedenfalls ist aber noch eine andere Zuckerart zugegen, da Levallois durch Behandlung mit Salpetersäure auch Schleimsäure erhielt. Levallois fand ein Rechtsdrehungsvermögen von 115° und nach der Inversion nur mehr 35° .

In einer Partie, welche selbst im 95% igem Alkohol sich leicht löste, fanden wir ein spezifisches Drehungsvermögen von 102° und nach der Inversion (nach Clerget) nur noch $14 \cdot 5^\circ$.

Diese bedeutende Abnahme der Rechtsdrehung nach der Inversion führt zur Vermuthung, dass dann in der invertirten Flüssigkeit links- und rechtsdrehende Zuckerarten enthalten seien. Übrigens gaben die durch successive Behandlung des Abdampfrückstandes mit Alkohol erhaltenen Fractionen sehr verschiedene Rotationen.

Wir behalten uns vor, das Studium dieser Zucker noch zum Gegenstande einer weiteren Untersuchung zu machen.

Zum Schlusse unserer Mittheilungen über die Sojabohne fassen wir die wichtigsten Resultate unserer Versuche in folgenden Sätzen zusammen:

1. In der Sojabohne ist ein sehr wirksames diastatisches Ferment vorhanden, durch welches die Sojabohne in Bezug auf verzuckernde Kraft, jede bisher bekannte Rohfrucht übertrifft

2. Das diastatische Ferment der Sojabohne verwandelt, auch wenn die Sojabohne in kleinen Mengen angewendet wird, etwa zwei Drittel des ungewandelten Stärkemehles in Zucker und etwa ein Drittel in Dextrine. Es ist in dieser Beziehung dem diastatischen Fermente der Gerstenrohfrucht ähnlich und unterscheidet sich, wie dieses von dem Enzym des Gerstenmalzes, welch letzteres umsomehr Dextrine und umsoweniger Zucker bildet, je kleiner die Menge des Malzes im Vergleiche zur Stärkemenge ist, auf welche dasselbe einwirken soll.

3. Die Sojabohnen enthalten nur sehr geringe Mengen von Dextrin; die für Dextrin gehaltenen Extractivstoffe sind ein Gemenge verschiedener Zuckerarten, welche in der Menge von etwa 12% in der Sojabohne vorkommen und durch leichte Vergährbarkeit ausgezeichnet sind.

4. Das Vorhandensein des kräftig wirkenden diastatischen Fermentes kann auch als Erklärungsgrund betrachtet werden für den geringen Gehalt der Sojabohne an Stärkemehl und für das Vorkommen des letzteren in so kleinen Körnern, dass die grössten, wie Meissl und Becker angeben, die Bruchstücke der Reisstärke an Grösse nicht erreichen.
